2025年9月14日(日)

セッション口頭発表 | T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

2025年9月14日(日) 10:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[1oral101-07] T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

座長:郡山 鈴夏(フォッサマグナミュージアム)、山﨑 由貴子(特定非営利活動法人日本ジオパークネットワーク事務局)

10:00 ~ 10:15

[T9-O-1]

秋田県八峰町，泊海岸の上部中新統～鮮新統「素波里安山岩」にみられる枕状溶岩と偽枕状溶岩の共存の意義

*橋本 純[1]、安井 光大[2,3]、相澤 正隆[4]、井村 匠[5]、星出 隆志[6]、畠山 富昌[2]、秋元 裕子[3]、勝長 あかね[3]、勝長 嘉[3]、菊地 真由美[3]、斉藤 誠悦[3]、鈴木 和人[3]、鈴木 悟[3]、瀧本 孝子[3]、西出 静[3]、花下 哲[3]、藤枝 忠靖[3]、米森 咲[3]、澤藤 凌太[2]、林 信太郎[7] (1. ジオわーくサイエンス、2. 株式会社創研コンサルタント、3. 八峰白神ジオパークガイドの会、4. 北海道教育大学札幌校、5. 山形大学、6. 秋田大学、7. 秋田大学名誉教授)

10:15 ~ 10:30

[T9-O-2]

鉱物教科書から探るヒスイ輝石岩(硬玉)とネフライト(軟玉)の呼称の歴史

*小河原 孝彦[1] (1. フォッサマグナミュージアム)

10:30 ~ 10:45

[T9-O-3]

博物館特別展「ナウマン博士とひも解く日本の地質学の原点と未来」開催報告

*郡山 鈴夏[1]、香取 拓馬[1]、小河原 孝彦[1]、茨木 洋介[1]、竹之内 耕[1] (1. フォッサマグナミュージアム)

10:45 ~ 11:00

[1oral101-07-4add]

休憩

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:00 ~ 11:15

[T9-O-4]

江戸時代末期に因幡で活躍した石工「川六」の石造物に使われている玄武岩石材と鳥取市青谷町丸山崎の岩石の比較

*榎村 彩羽[1]、川村 教一[1]、佐野 恭平[1] (1. 兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科)

11:15 ~ 11:30

[T9-O-5]

山陰海岸ユネスコ世界ジオパークにおける，地質遺産サイトの定義と管理の現状と課題～IUGSによる地質遺産の国際的な重要性に関する評価ガイドラインを受けて～

*松原 典孝[1,2]、藤原 勇樹[2] (1. 兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科、2. 山陰海岸ジオパーク推進協議会)

11:30 ~ 11:45

[T9-O-6]

室戸ユネスコ世界ジオパークにおける地域連携自然科学リテラシー教育

*岩井 雅夫[1]、小笠原 翼[2,1]、柿崎 喜宏[3,1]、新名 阿津子[2]、村山 雅史[2,1] (1. 高知大学　海洋コア国際研究所、2. 高知大学、3. 室戸ユネスコ世界ジオパーク)

ハイライト講演

©日本地質学会

11:45 ~ 12:00

[T9-O-7]

DEEP TIMEとSHALLOW TIMEをつなぐ物語–『大地と人の物語』発行の意義–

*天野 一男[1] (1. 東京大学空間情報科学研究センター)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月14日(日) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[1oral201-11] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:足立 達朗(九州大学)、北野 一平(北海道大学総合博物館)

学生優秀発表賞エントリー ECS

8:45 ~ 9:00

[T1-O-1]

地球化学モデリングによる飛騨帯ジュラ紀深成岩類の成因の再検討

*三上 航大[1]、水上 知行[1] (1. 金沢大学)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

9:00 ~ 9:15

[T1-O-2]

宮崎県、尾鈴山酸性岩体に産するS-type花崗岩類における下部地殻の部分溶融と組成変化

*北代 拓人[1]、志村 俊昭[1] (1. 山口大学)

学生優秀発表賞エントリー

9:15 ~ 9:30

[T1-O-3]

鳥取県大山に産する変成花崗岩ゼノリスから示唆される山陰地域の地下岩石構造

*高橋 瑞季[1]、遠藤 俊祐[1]、中野 伸彦[2]、足立 達朗[2] (1. 島根大学、2. 九州大学)

9:30 ~ 9:45

[T1-O-4]

島根県雲南地域，金成変成岩に産する亜鉛スピネル＋石英＋紅柱石の共生

*志村 俊昭[1]、山根 季里[1,2]、郷田 翔一[3,4] (1. 山口大学、2. サンコーコンサルタント株式会社、3. 新潟大学、4. 鉄道機器株式会社)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

9:45 ~ 10:00

[T1-O-5]

東南極セール・ロンダーネ山地ブラットニーパネに産するザクロ石－黒雲母片麻岩中の超高温変成作用を示唆するルチル

*権藤 洸人[1]、河上 哲生[1]、東野 文子[1]、足立 達朗[2]、宇野 正起[3] (1. 京都大学、2. 九州大学、3. 東京大学)

10:00 ~ 10:15

[T1-O-6]

ボヘミア地塊東部に産するザクロ石かんらん岩の変成温度圧力条件

*中村 大輔[1]、吉田 現[1] (1. 岡山大学)

10:15 ~ 10:30

[1oral201-11-7add]

休憩

10:30 ~ 11:00

[T1-O-7]

［招待講演］中・古生代における北東アジアのテクトニクスと原日本列島の起源

*川口 健太[1] (1. 広島大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

©日本地質学会

11:00 ~ 11:15

[T1-O-8]

舞鶴帯北帯に産する河守変成岩のP–T履歴とU–Pb年代が示す東アジアのテクトニクス

*室井 颯太[1]、川口 健太[1]、Das Kaushik[1]、中野 伸彦[2]、早坂 康隆[3] (1. 広島大学、2. 九州大学、3. 天草市立御所浦恐竜の島博物館)

ECS

11:15 ~ 11:30

[T1-O-9]

Hydrothermal Alteration and Porosity Evolution of Lower Crust: Plagioclase Replacement by Epidote in the Khantaishir ophiolite, Western Mongolia

*OTGONBAYAR DANDAR[1], ATSUSHI OKAMOTO[1], MASAOKI UNO[2], NORIYOSHI TSUCHIYA[1,3] (1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 2. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 3. National Institute of Technology, Hachinohe College)

11:30 ~ 11:45

[T1-O-10]

九州北西部雷山-糸島半島周辺の高温型変成岩の温度圧力構造と領家火山弧西方延長の可能性

*宮崎 一博[1]、村岡 やよい[1]、池田 剛[2]、西山 忠男[3] (1. 産総研地質調査総合センター、2. 九州大学理学部、3. 熊本大学理学部)

11:45 ~ 12:00

[T1-O-11]

K-Ar geochronology of Abukuma metamorphic belt in NE Japan: towards a formation model of the plutonic metamorphic belt over 1,000km

*板谷 徹丸[1] (1. 蒜山地質年代学研究所)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[1oral301-10] G. ジェネラルサブセッション地学教育2・古生物2・応用地質6

座長:髙嶋 礼詩(東北大学)、西山 賢一(徳島大学)、加瀬 善洋(北海道立総合研究機構)

9:15 ~ 9:30

[G-O-1]

「石灰岩の文鎮」は地学教育に活用可能か？

*星木 勇作[1,2] (1. 株式会社Geostack、2. 北九州市立自然史・歴史博物館自然史友の会)

9:30 ~ 9:45

[G-O-2]

地質図Naviを活用した「身近な地形と地質」を学ぶ授業案と中学校での実践

*栗原 行人[1]、前田 夏希[1]、津田 智康[2] (1. 三重大学教育学部、2. 三重大学教育学部附属中学校（現所属，鈴鹿市立加佐登小学校）)

9:45 ~ 10:00

[G-O-3]

花粉に基づいた房総半島のMIS 19前後（80-75万年前）の古植生変遷　～チバニアンGSSPの進展および完新世（MIS 1）との古気候比較

*奥田 昌明[1]、羽田 裕貴[2]、菅沼 悠介[3]、岡田 誠[4] (1. 千葉中央博、2. 産総研、3. 国立極地研、4. 茨城大)

10:00 ~ 10:15

[G-O-4]

形状座標から復元したアンモノイドの形態的多様性変動史

*生形 貴男[1] (1. 京都大学)

10:15 ~ 10:30

[1oral301-10-5add]

休憩

10:30 ~ 10:45

[G-O-5]

泥岩の物性とスレーキング特性がのり面安定性に及ぼす影響

*関口 将司[1]、小林 俊一[2]、熊 曦[2] (1. 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社、2. 金沢大学)

10:45 ~ 11:00

[G-O-6]

宮崎県宮崎市曽井第2遺跡で見出したイベント堆積物とその応用地質学的意義

*加瀬 善洋[1]、伊尾木 圭衣[2]、山下 裕亮[3] (1. 北海道立総合研究機構、2. 産業技術総合研究所、3. 宮崎公立大学)

11:00 ~ 11:15

[G-O-7]

斜面災害のリスク評価に資する九州の接触変成マップの作成

*斎藤 眞[1]、片桐 星来[1]、村岡 やよい[1] (1. 産総研地質調査総合センター)

学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

[G-O-8]

力学的な断層の活動性評価であるスリップテンデンシー（ST）を用いた地質断層の現世応力場における潜在的な活動性の評価～中国地方の断層を例に～

©日本地質学会

*島田 昌弥[1]、向吉 秀樹[1] (1. 島根大学)

11:30 ~ 11:45

[G-O-9]

阿蘇火砕流台地に分布するテフラ層にみられるノンテクトニック構造

*西山 賢一[1]、山崎 新太郎[2]、星住 英夫[3]、川畑 大作[3]、横田 修一郎 (1. 徳島大学、2. 京都大学、3. 産業技術総合研究所)

学生優秀発表賞エントリー

11:45 ~ 12:00

[G-O-10]

2023年7月の梅雨前線豪雨に伴って九州北部で発生した斜面崩壊

*佐伯 拓馬[1]、宮縁 育夫[2]、木戸 道男[3]、星住 英夫[4] (1. 熊本大学大学院自然科学教育部、2. 熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター、3. 三池高校、4. 産業技術総合研究所)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:30 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[1oral401-09] G. ジェネラルサブセッション第四紀9

座長:渡邉 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、卜部 厚志(新潟大学災害・復興科学研究所)、高清水 康博(新潟大学教育学部)

9:30 ~ 9:45

[G-O-11]

輝石および鉄酸化鉱物のSEM-EDXによる自動分析に基づく砂の法地質学的識別

*杉田 律子[1] (1. 科学警察研究所)

9:45 ~ 10:00

[G-O-12]

介形虫群から過去の洪水履歴を復元する－2020九州豪雨を例に－

*田中 源吾[1] (1. 熊本大学)

10:00 ~ 10:15

[G-O-13]

平成28年（2016年）熊本地震後に枯渇した湧水の回復状況について　～阿蘇カルデラ中央火口丘南麓における湧水の事例～

*山田 茂昭[1]、岸 智[2]、寺田 剛[3]、龍 徹[3]、佐藤 透[2] (1. 農林水産省　北陸農政局（元九州農政局）、2. 元農林水産省九州農政局、3. 農林水産省)

10:15 ~ 10:30

[G-O-14]

北海道藻琴湖における砕屑性年縞堆積物分析による過去100年の炭素フラックスの変化

*瀬戸 浩二[1]、香月 興太[1]、園田 武[2]、安藤 卓人[3]、仲村 康秀[1] (1. 島根大学エスチュアリー研究センター、2. 東京農業大学、3. 秋田大学)

10:30 ~ 10:45

[G-O-15]

［講演取消］大山北麓岩伏し遺跡の古植生変遷

*渡邉 正巳[1,2]、松本 直子[3]、杉山 真二[4]、奥中 亮太[1]、別所 秀高[5] (1. 文化財調査コンサルタント株式会社、2. 島根大学エスチュアリー研究センター、3. 岡山大学、4. 株式会社古環境研究センター、5. 奈良文化財研究所)

10:45 ~ 11:00

[1oral401-09-6add]

休憩

11:00 ~ 11:15

[G-O-16]

島尻層群および知念層中の浮遊性有孔虫化石群集に基づく後期中新世から前期更新世にかけての中琉球弧付近の黒潮変動

長間 祐介[4]、有元 純[2]、西田 尚央[3]、*藤田 和彦[1] (1. 琉球大学理学部、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、3. 東京学芸大学、4. 琉球大学大学院理工学研究科)

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:15 ~ 11:30

[G-O-17]

大型底生有孔虫を用いた知念層の堆積環境指標の提案と古水深復元

*日比 絵里奈[1]、藤田 和彦[1] (1. 琉球大学大学院　理工学研究科　物質地球科学専攻)

©日本地質学会

11:30 ~ 11:45

[G-O-18]

福島県南相馬市小高区井田川浦におけるイベント堆積物

*卜部 厚志[1]、高清水 康博[2]、田口 小桃[3] (1. 新潟大学災害・復興科学研究所、2. 新潟大学教育学部、3. 新潟大学大学院自然科学研究科)

11:45 ~ 12:00

[G-O-19]

福島県南相馬市小高区蛯沢地域に分布する沖積層の古環境変遷と古津波履歴の解明

*高清水 康博[1]、河崎 陸[3]、卜部 厚志[2] (1. 新潟大学教育学部、2. 新潟大学災害・復興科学研究所、3. 株式会社トマト銀行)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月14日(日) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[1oral501-10] T12 ［トピック］地球史

座長:見邨 和英(産業技術総合研究所)、佐々木 聡史(群馬大学)、桑野 太輔(京都大学)

ECS

9:00 ~ 9:15

[T12-O-1]

房総半島南端に分布する海成鮮新統における地磁気エクスカーションの検出とその意義

*谷元 瞭太[1]、岡田 誠[1] (1. 茨城大学　基礎自然科学野)

9:15 ~ 9:30

[T12-O-2]

[講演取消] Reconstructing ice sheets during the last glacial cycle with relative sea level data

*Evan James GOWAN1,2, Anna Hughes3, Richard Gyllencreutz4, Jan Mangerud5, John Inge Svendsen5, Jo Brendryen5, Riccardo Riva6 (1. Kumamoto University, 2. Prefectural University of Kumamoto, 3. University of Manchester, 4. Stockholm University, 5. University of Bergen, 6. Delft University of Technology)

9:30 ~ 9:45

[T12-O-3]

機械学習を用いた微化石画像群のデータ構造抽出：データ駆動型のイクチオリス層序学確立に向けて

*見邨 和英[1]、中村 謙太郎[2,3]、安川 和孝[2] (1. 産業技術総合研究所、2. 東京大学大学院、3. 千葉工業大学)

9:45 ~ 10:00

[T12-O-4]

中期原生代に生じた大気海洋の一時的富酸素化と大規模火成活動の関連性

*尾﨑 和海[1]、渡辺 泰士[2] (1. 東京科学大学、2. 国立環境研究所)

ECS

10:00 ~ 10:15

[T12-O-5]

古太古代海洋における窒素循環：32.5億年前のバーバートン帯マペペ層黒色頁岩の窒素同位体比

*元村 健人[1]、佐野 貴司[2]、清川 昌一[1] (1. 九州大学、2. 国立科学博物館)

10:15 ~ 10:45

[1oral501-10-6add]

休憩

学生優秀発表賞エントリー

10:45 ~ 11:00

[T12-O-6]

多指標分析に基づく前期更新世の北西太平洋の高時間解像度古環境復元

*石井 義弘[1]、宇都宮 正志[2]、羽田 裕貴[2]、乾 睦子[3]、泉 賢太郎[1] (1. 千葉大学、2. 産業技術総合研究所、3. 国士舘大学)

学生優秀発表賞エントリー

11:00 ~ 11:15

[T12-O-7]

下部更新統大桑層のアルケノンに記録された日本海沿岸域の表層環境変動

©日本地質学会

*西山 烈[1]、北村 晃寿[2]、長谷川 卓[1] (1. 金沢大学、2. 静岡大学)

学生優秀発表賞エントリー
11:15 ~ 11:30
[T12-O-8]
前期三畳紀後期（オレネキアン期）のスミシアン亜期とスパシアン亜期の境界期における低緯度域遠洋深海底の古環境復元

*松井 和己[1]、高橋 聡[1]、市村 駿汰[1]、武藤 俊[2]、山北 聡[3] (1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 産業技術総合研究所、3. 宮崎大学教育学部)

学生優秀発表賞エントリー ECS
11:30 ~ 11:45
[T12-O-9]
関東山地山中層群における白亜紀アプチアンーアルビアン境界付近のオスミウム同位体層序

*塚田 結衣[1]、藤野 滋弘[1]、松本 廣直[1]、鈴木 勝彦[2] (1. 筑波大学、2. 海洋研究開発機構)

学生優秀発表賞エントリー ECS
11:45 ~ 12:00
[T12-O-10]
インド洋におけるデカン洪水玄武岩噴出イベント期の海水オスミウム同位体層序

*太田 映[1]、黒田 潤一郎[1]、Maria Tejada[2]、鈴木 勝彦[2]、久保 雄介[3]、石川 晃[4] (1. 東京大学 大気海洋研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 海洋研究開発機構高知コア研究所、4. 東京科学大学 理学院地球惑星科学系)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 11:45 口頭第6会場(E305)

[1oral601-08] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

9:15 ~ 9:30

[T2-O-1]

水蒸気噴火を発生する火山下の難透水層試料の岩石・鉱物学的特徴—霧島硫黄山の例

*草野 有紀[1]、井村 匠[2]、古川 竜太[1]、山元 孝広[1]、石塚 吉浩[1]、伊藤 順一[1]、松島 喜雄[1]、朝比奈 大輔[1]、阪口 圭一[1] (1. 産総研地質調査総合センター、2. 山形大学)

9:30 ~ 9:45

[T2-O-2]

熱水系卓越火山における異常とその斑岩システム的解釈

*萬年 一剛[1] (1. 神奈川県温泉地学研究所)

9:45 ~ 10:00

[T2-O-3]

北部九州花崗岩バソリスを構成する半深成岩体の組成変化とその存在意義

*江島 圭祐[1] (1. 山口大学創成科学研究科)

ハイライト講演

10:00 ~ 10:30

[T2-O-4]

［招待講演］日本におけるエピ閃長岩の発見とその意義

*西本 昌司[1] (1. 愛知大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

10:30 ~ 10:45

[T2-O-5]

愛媛県芸予諸島伯方島に産するエピ閃長岩：高温熱水流体による花崗岩類の変質と元素の移動・濃集

*福井 堂子[1]、下岡 和也[2]、高橋 俊郎[3]、齊藤 哲[1] (1. 愛媛大学、2. 関西学院大学、3. 新潟大学)

10:45 ~ 11:00

[1oral601-08-6add]

休憩

11:00 ~ 11:15

[T2-O-6]

Geofluid mapping based on simultaneous analysis of seismic velocity and electrical conductivity: the connection between magmas, fluids, volcanoes, and earthquakes

*岩森 光[1]、Geofluid Mapping Team (1. 東京大学地震研究所)

11:15 ~ 11:30

[T2-O-7]

島弧超苦鉄質捕獲岩の岩石学的特徴：ピナツボ火山岩中の例

*森下 知晃[1,2]、古口 航[1]、秋澤 紀克[3]、福山 繭子[4]、田村 明弘[1]、水上 知行[1] (1. 金沢大学、2. 海洋研究開発機構、3. 広島大学、4. 秋田大学)

©日本地質学会

11:30 ~ 11:45

[T2-O-8]

小笠原前弧母島海山のテクトニクス（予察）

*道林 克禎[1,4]、夏目 樹[2]、片山 郁夫[3]、藤江 剛[4] (1. 名古屋大学大学院 環境学研究科（岩鉱）、2. 神奈川県立生命の星・地球博物館、3. 広島大学、4. 海洋研究開発機構)

セッション口頭発表 | T6 ［トピック］中琉球の新たな地体構造単元：徳之島帯の特徴と研究課題

2025年9月14日(日) 10:00 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[1oral701-06] T6 ［トピック］中琉球の新たな地体構造単元：徳之島帯の特徴と研究課題

座長:磯崎 行雄(東京大学 大学院総合文化研究科 宇宙地球科学教室)、堤 之恭(国立科学博物館理学研究部)、山本 啓司(鹿児島大学大学院理工学研究科)

10:00 ~ 10:15

[T6-O-1]

中琉球で新たに発見された角閃岩相変成帯（徳之島帯）の岩石構成と地質構造

*山本 啓司[1]、磯崎 行雄[2]、堤 之恭[3] (1. 鹿児島大学大学院理工学研究科、2. 東京大学大学院総合文化研究科、3. 国立科学博物館地学研究部)

ハイライト講演

10:15 ~ 10:45

[T6-O-2]

［招待講演］中琉球，徳之島帯の角閃岩類の変成組織と変成履歴

*宇野 正起[1]、山本 啓司[2]、磯崎 行雄[3] (1. 東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2. 鹿児島大学 大学院理工学研究科、3. 東京大学 大学院総合文化研究科 宇宙地球科学教室)

ハイライト講演

10:45 ~ 11:15

[T6-O-3]

［招待講演］角閃石の温度圧力履歴からみた丹沢変成岩のダイナミクス

*桑谷 立[1]、鳥海 光弘[1] (1. 海洋研究開発機構)

11:15 ~ 11:30

[T6-O-4]

野母半島長崎変成岩類の白雲母K–Ar年代値の再検討

*青木 一勝[1]、小平 将大[2]、八木 公史[3]、藤原 泰誠[3]、岡田 郁生[3] (1. 岡山理科大学 、2. 長崎市恐竜博物館、3. 蒜山地質年代学研究所)

11:30 ~ 11:45

[T6-O-5]

徳之島を構成する地質体の砕屑性ジルコンU-Pb年代

*堤 之恭[1]、山本 啓司[2]、磯崎 行雄[3] (1. 国立科学博物館理学研究部、2. 鹿児島大学大学院理工学研究科、3. 東京大学大学院総合文化研究科)

11:45 ~ 12:00

[T6-O-6]

中琉球, 徳之島帯の高度変成帯の起源と形成テクトニクス

*磯崎 行雄[1]、山本 啓司[2]、堤 之恭[3]、谷 健一郎[3] (1. 東京大学 大学院総合文化研究科 宇宙地球科学教室、2. 鹿児島大学 大学院理工学研究科、3. 国立科学博物館 理学研究部地学研究グループ)

©日本地質学会

2025年9月15日(月)

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[2oral101-10] T3 ［トピック］文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

9:00 ~ 9:15

[T3-O-1]

収束型・衝突型変動帯の地質と文化形成

*鈴木 寿志[1] (1. 大谷大学)

9:15 ~ 9:30

[T3-O-2]

高知県室戸地方で生産された硯（土佐石）の地質とその文化誌

*中山 健[1]、柿崎 喜宏[1,2] (1. 高知大学、2. 室戸ジオパーク推進協議会)

9:30 ~ 9:45

[T3-O-3]

伝統的な和紙製法における石灰利用の科学的評価：高知県の石灰岩地質と土佐和紙づくり

*浦本 豪一郎[1]、北岡 竜之、笹岡 美穂[2] (1. 高知大学、2. SASAMI-GEO-SERVICE)

9:45 ~ 10:00

[T3-O-4]

Abu Gerida - Hamama: a unique area of iron archaeometallurgy in Ancient (318-207 BC) Egypt

*Abdelrahman Yasser[1,2]、Serneels Vincent [3] (1. Geology Department, Faculty of Science, Cairo University, Egypt、2. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, Japan、3. Department of Geosciences, University of Fribourg, Fribourg, Switzerland)

10:00 ~ 10:15

[T3-O-5]

「いけず石」に用いられる石製品から探る地域文化

*中条 武司[1]、横山 康子[2]、いけず石 調査グループ (1. 大阪市立自然史博物館、2. 大阪市立自然史博物館友の会)

10:15 ~ 10:30

[T3-O-6]

ダーウィンのサンゴ礁沈降説に反対したライン

*矢島 道子[1]、山田 直利[2] (1. 東京都立大学、2. 地質調査所（現産業技術総合研究所地質情報調査総合センター）元所員)

10:30 ~ 10:45

[2oral101-10-7add]

休憩

ハイライト講演

10:45 ~ 11:15

[T3-O-7]

［招待講演］人々の暮らしから読み解く、阿蘇の文化的景観20年

*田中 尚人[1] (1. 熊本大学大学院先端科学研究部)

©日本地質学会

11:15 ~ 11:30

[T3-O-8]

遺産影響評価（HIA）のためのアトリビュートの定義と特性の整理　— 世界文化遺産登録を目指す「阿蘇」での試み —

*早坂 竜児[1]、新開 美穂[1]、熊本県 阿蘇草原再生・世界遺産推進課 (1. 株式会社パスコ)

11:30 ~ 11:45

[T3-O-9]

石材の再発見は、地域の何を掘り起こすのか？：文化地質学の視点から見た参加型調査の可能性

*田口 公則[1]、山下 浩之[1]、丹治 雄一[2]、西澤 文勝[1]、夏目 樹[1] (1. 神奈川県立生命の星・地球博物館、2. 神奈川県立歴史博物館)

ECS

11:45 ~ 12:00

[T3-O-10]

小豆島における自然災害伝承碑の立地と地形・地質のGIS的考察

*猪股 雅美[1] (1. 広島工業大学)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第1会場(E105)

[2oral111-18] T3 ［トピック］文化地質学

座長:森野 善広(パシフィックコンサルタンツ株式会社)、大友 幸子(山形大学)

ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T3-O-11]

［招待講演］たかが「石」　されど「石」

*一村 一博[1] (1. みさと町　石橋の館)

15:30 ~ 15:45

[T3-O-12]

岐阜県中津川市旭ヶ丘の句碑「六歌仙塚」の石材

*朝倉 顯爾[1] (1. 一般社団法人 地球科学社会教育機構)

15:45 ~ 16:00

[T3-O-13]

鴨長明の方丈跡とされてきた方丈石に関する検討

*松田 法子[1]、藤岡 換太郎[2]、京谷 友也[3] (1. 京都府立大学、2. 静岡大学、3. 京谷建築設計室)

ECS

16:00 ~ 16:15

[T3-O-14]

［講演取消］大谷石を含む栃木県産凝灰岩質石材：その利用と質感について

*橋本 優子[1]、相田 吉昭[2]、何 元元[3]、石川 智治[3] (1. 宇都宮大学大学院 地域創生科学研究科 先端融合科学専攻、2. 宇都宮大学農学部、3. 宇都宮大学工学部)

16:15 ~ 16:30

[2oral111-18-5add]

休憩

16:30 ~ 16:45

[T3-O-15]

石材名としての御影石について

*先山 徹[1] (1. NPO法人地球年代学ネットワーク　地球史研究所)

16:45 ~ 17:00

[T3-O-16]

ポータブル型蛍光X線分光分析装置を用いた花崗岩建築石材の産地推定に向けて

*乾 睦子[1]、西本 昌司[2]、中澤 努[3]、山下 浩之[4]、平賀 あまな[5] (1. 国士舘大学、2. 愛知大学、3. 産業技術総合研究所地質情報基盤センター、4. 神奈川県立生命の星・地球博物館、5. 東京科学大学)

17:00 ~ 17:15

[T3-O-17]

旧兵庫県農工銀行豊岡支店の外壁に使われている由良石の岩石学的同定

*西本 昌司[1]、乾 睦子[2]、山下 浩之[3]、松原 典孝[4] (1. 愛知大学、2. 国士舘大学、3. 神奈川県立生命の星地球博物館、4. 兵庫県立大学)

17:15 ~ 17:30

[T3-O-18]

©日本地質学会

丹後半島に分布する近世〜近代石造物の石材と鮮新世経ヶ岬層溶岩の比較

*川村 教一[1]、崎山 正人[1] (1. 兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[2oral201-12] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:LAKSHMANAN Sreehari(Shimane U.)、大柳 良介(国士舘大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

8:45 ~ 9:00

[T1-O-12]

Metamorphic History of Serpentinite and Amphibolite in the Sangun-Renge Belt exposed at Sasaguri, Fukuoka Prefecture

*Swarnaa ANNADURAI MUNUSAMY[1], Jun-ichi ANDO[1,2], Kaushik DAS[1,2], Dyuti Prakash SARKAR[3], Seiichiro UEHARA[4] (1. Hiroshima University, 2. HiPeR, Hiroshima, 3. Yamaguchi University , 4. The Kyushu Univ. Museum)

学生優秀発表賞エントリー ECS

9:00 ~ 9:15

[T1-O-13]

沖縄県慶良間諸島「阿嘉島剪断帯（新称）」にみる沈み込み帯深部プレート境界剪断帯の形成過程と歪分布

*髙橋 慧[1]、山口 飛鳥[1]、大坪 誠[2] (1. 東京大学大気海洋研究所、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー ECS

9:15 ~ 9:30

[T1-O-14]

ドローン磁気探査による蛇紋岩分布の抽出：赤石山地北部・三波川帯の例

*國谷 七海[1,2]、森 宏[1]、宿輪 隆太[3]、安井 悠人[1]、延原 香穂[1]、大熊 茂雄[2]、宮川 歩夢[2]、常盤 哲也[1]、小澤 和浩[4]、山岡 健[2]、永治 方敬[5]、村上 大知[1,2] (1. 信州大学、2. 産業技術総合研究所，地質情報研究部門、3. 五島鉱業株式会社、4. 精密林業計測株式会社、5. 早稲田大学)

学生優秀発表賞エントリー

9:30 ~ 9:45

[T1-O-15]

接触変成作用による超マフィック岩の微量元素組成変化：西南日本内帯，多里–三坂岩体の例

*鳴海 槙人[1]、市山 祐司[1]、田村 明弘[2]、森下 知晃[2] (1. 千葉大、2. 金沢大)

9:45 ~ 10:00

[T1-O-16]

赤石山地北部・三波川帯における接触変成岩中炭質物のラマン分光分析を用いた石墨化度の不均質性検出

*森 宏[1]、早川 由帆[1,2]、田口 知樹[3]、山岡 健[4]、小澤 和浩[5]、延原 香穂[1]、中澤 明子[1]、高木 大成[1]、常盤 哲也[1] (1. 信州大学、2. 中央開発株式会社、3. 早稲田大学、4. 産業技術総合研究所，地質情報研究部門、5. 精密林業計測株式会社)

10:00 ~ 10:15

[T1-O-17]

ホルンフェルスの面構造・線構造解析：丹沢山地でのケーススタディー

*増田 俊明[1]、田阪 美樹[2]、松本 拓己[2]、大嶽 良太[2]、倉科 萌[4]、楠 賢司[3]、酒井 瑞帆[3]、山下 浩之[4]、中村 俊文[4]、谷 圭司[5]、夏目 樹[4] (1. 静岡大学防災総合センター、2. 静岡大学理学部、3. 静岡大学教育学部、4. 神奈川県立生命の星・地球博物館、5. 神奈川地学会)

10:15 ~ 10:30

©日本地質学会

[2oral201-12-7add]
休憩

学生優秀発表賞エントリー
10:30 ~ 10:45
[T1-O-18]
PXRDスペクトルの次元圧縮を用いた後退変成作用の定量評価と空間パターンの可視化：四国三波川変成帯の東五良津岩体周辺部の例

*田邉 凌雅[1]、松野 哲士[1]、ダンダル オトゴンバヤール[1]、大坂 恵一[2]、宇野 正起[3]、岡本 敦[1] (1. 東北大学大学院 環境科学研究科 先進社会環境学専攻、2. 公益財団法人 高輝度光科学研究センター(JASRI)、3. 東京大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻)

10:45 ~ 11:00
[T1-O-19]
三波川帯樋口蛇紋岩体のバデレアイト集合体の記録するマントルウェッジの変質イベント時期

*沢田 輝[1,2]、大柳 良介[3,2]、仁木 創太[6]、吉田 一貴[4]、長田 充弘[5]、平田 岳史[7]、岡本 敦[8] (1. 富山大学、2. 海洋研究開発機構、3. 国士舘大学、4. 高エネルギー加速器研究機構、5. 日本大学、6. 名古屋大学、7. 東京大学、8. 東北大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS
11:00 ~ 11:15
[T1-O-20]
沈み込み帯におけるスラブ–ウェッジマントル間カップリング深度の地質学的制約：ドラマイラ超高圧変成岩ユニットの検討

*星 輝[1]、ウォリス サイモン[1] (1. 東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻)

11:15 ~ 11:30
[T1-O-21]
大分県佐賀関半島の高変成度岩ブロックを含む蛇紋岩メランジュの発見

*宮下 敦[1]、村上 丈司[2]、笠木 明、辻森 樹[3] (1. 放送大学、2. 福岡石の会、3. 東北大学)

11:30 ~ 11:45
[T1-O-22]
長崎変成岩西彼杵ユニットと野母ユニットの蛇紋岩メランジュの比較成因論

*西山 忠男[1]、重野 未来[2]、森 康[2]、宮崎 一博[3] (1. 熊本大学、2. 北九州市自然史博物館、3. 産総研)

11:45 ~ 12:00
[T1-O-23]
蛇紋岩マトリックスの球状粒（スフェルール）とその実験的研究

*鳥海 光弘[1] (1. 海洋研究開発機構)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T10 ［トピック］テクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第2会場(E107)

[2oral213-21] T10 ［トピック］テクトニクス

座長:向吉 秀樹(島根大学)、藤内 智士(高知大学)、濵田 洋平(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T10-O-1]

［招待講演］海洋底から造山帯へ：三波川変成帯の深部付加プロセス

*遠藤 俊祐[1]、栗原 那知[1]、崎 海斗[1] (1. 島根大学)

ハイライト講演

15:30 ~ 15:45

[T10-O-2]

西南日本白亜紀地質進化に対する海嶺沈み込みモデルの再検討

*ウォリス サイモン[1] (1. 東京大学)

15:45 ~ 16:00

[T10-O-3]

室戸半島，暁新世～前期中新世四万十帯付加コンプレックスの後背地変遷

*原 英俊[1]、藤内 智士[2]、松元 日向子[3] (1. 産業技術総合研究所、2. 高知大学、3. 大日本ダイヤコンサル)

16:00 ~ 16:15

[T10-O-4]

秩父盆地と五日市盆地から得られたジルコンU-Pb年代と古地磁気方位：本州中部、関東山地の新第三紀テクトニクスの新展開

*星 博幸[1]、松本 郁美[1]、岩野 英樹[2,3]、檀原 徹[2] (1. 愛知教育大学、2. 株式会社京都フィッション・トラック、3. 東京大学附属地殻化学実験施設)

学生優秀発表賞エントリー ECS

16:15 ~ 16:30

[T10-O-5]

前弧海盆の変形構造から明らかにする海山沈み込みテクトニクス～新第三系宮崎層群における局所的な側方圧縮応力～

*吉本 剛瑠[1]、山本 由弦[1] (1. 神戸大学)

16:30 ~ 16:45

[T10-O-6]

内陸断層の運動像からみた北信越地方の応力場とその空間変化

*小林 健太[1]、千葉 響[2]、高橋 啓太[3] (1. 新潟大学理学部地質科学教室、2. 原子力規制庁、3. 八千代エンジニヤリング株式会社)

16:45 ~ 17:00

[T10-O-7]

熊本県 日奈久断層帯の完新世テクトニクス

*横山 祐典[1,2,3,4]、タン エバン[1,3]、宮入 陽介[1]、白濱 吉起[5,6]、宮下 由香里[5] (1. 東京大学　大気海洋研究所、2. 東京大学　理学系研究科地球惑星科学専攻、3. 東京大学　総合文化研究科国際環境学教育研究機構、4. オーストラリア国立大学　物理学研究所、5. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所、6. 東京大学　地震研究所)

17:00 ~ 17:15

[T10-O-8]

©日本地質学会

布田川断層帯における２種類の断裂帯での平均活動間隔の相違

*吉村 辰朗[1] (1. 第一復建株式会社)

17:15 ~ 17:30

[T10-O-9]

2025年6月開始の悪石島地震活動と琉球海溝域のPlate運動歪の蓄積と解放

*新妻 信明[1] (1. 静岡大学地球科学教室)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T8 ［トピック］原子力と地質科学

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[2oral301-10] T8 ［トピック］原子力と地質科学

座長:竹内 真司(日本大学)、吉田 英一(名古屋大学)、梅田 浩司(弘前大学)

8:45 ~ 9:15

[T8-O-1]

［招待講演］沿岸部を対象とした地層処分研究の現状と課題

*井川 怜欧[1] (1. （国研）産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

9:15 ~ 9:30

[T8-O-2]

地層処分の安全評価に向けた長期的な自然現象の確率論的評価手法の高度化

*後藤 淳一[1]、田窪 勇作[1]、三枝 博光[1]、稲倉 寛仁[2]、河村 秀紀[3] (1. 原子力発電環境整備機構、2. 西日本技術開発（株）、3. mcm japan)

9:30 ~ 9:45

[T8-O-3]

地層処分の安全評価に向けた地下環境の状態変化を考慮した地質学的視点

*大坪 誠[1] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

9:45 ~ 10:00

[T8-O-4]

花崗岩冷却過程と物質移行経路形成の関係

*笹尾 英嗣[1]、湯口 貴史[2] (1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 熊本大学)

10:00 ~ 10:15

[T8-O-5]

長期的な地形変化や海水準変動を考慮した四次元地質環境モデル構築と地下深部の水理場・化学場への影響評価に関する検討

*高林 佑灯[1]、尾上 博則[1]、髙畑 祐美[1]、鐙 顕正[2]、奥木 さくら[2]、橋本 秀爾[3]、松尾 重明[4]、三枝 博光[1] (1. 原子力発電環境整備機構、2. 株式会社大林組、3. 株式会社イーエムジー、4. 三菱マテリアルテクノ株式会社)

10:15 ~ 10:30

[2oral301-10-6add]

休憩

10:30 ~ 11:00

[T8-O-6]

［招待講演］JAEA東濃地科学センター 土岐地球年代学研究所における研究開発の現況

*石丸 恒存[1]、浅森 浩一[1]、花室 孝広 [1]、川村 淳[1] (1. 日本原子力研究開発機構)

11:00 ~ 11:15

[T8-O-7]

JAEA東濃地科学センター土岐地球年代学研究所における年代測定技術開発の現状

*花室 孝広[1] (1. 日本原子力研究開発機構)

11:15 ~ 11:30

[T8-O-8]

地下深部におけるマグマ等の高温流体の推定手法

*浅森 浩一[1]、雑賀 敦[1]、福田 将眞[1]、末岡 茂[1]、梅田 浩司[2] (1. 日本原子力研究開発機構、2. 弘前大学)

©日本地質学会

11:30 ~ 11:45

[T8-O-9]

表計算ソフトを用いた断層のすべり方向のミスフィット角の計算

*島田 耕史[1] (1. 日本原子力研究開発機構)

11:45 ~ 12:00

[T8-O-10]

御前崎沖の島が1854年安政東海地震の地震断層で沈没した可能性

*石渡 明[1] (1. なし)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第3会場(E201)

[2oral311-18] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、奥田 花也(海洋研究開発機構)、吉田 一貴(高エネルギー加速器研究機構)

15:00 ~ 15:15

[T4-O-1]

大西洋アトランティス岩体蛇紋岩化かんらん岩掘削孔中の物性変化についてーIODP第399次航海U1601C孔の結果

*阿部 なつ江[1,2] (1. 海洋研究開発機構、2. 金沢大学大学院)

学生優秀発表賞エントリー

15:15 ~ 15:30

[T4-O-2]

MgO水和膨張反応における反応ー変形ー流体流動のフィードバック：拘束条件の影響

*坂下 福馬[1]、岡本 敦[1]、ダンダル オトゴンバヤル[1]、吉田 一貴[2]、奥田 花也[3]、宇野 正起[4] (1. 東北大学 環境科学研究科、2. 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 、3. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、4. 東京大学 地球惑星科学専攻)

ECS

15:30 ~ 15:45

[T4-O-3]

東北沈み込み帯アウターライズ域から採取された堆積物試料について高温高圧環境の保持による続成作用の再現と摩擦特性への影響に関する研究

*井藤 隼斗[1]、岡崎 啓史[1,2]、上田 瑞貴[3]、濱田 洋平[2]、山口 飛鳥[4] (1. 広島大学、2. JAMSTEC、3. 筑波大学、4. 東京大学大気海洋研究所)

学生優秀発表賞エントリー ECS

15:45 ~ 16:00

[T4-O-4]

海山由来石灰岩の摩擦特性：沈み込み帯における地震活動との関係

*関川 真佑子[1]、奥田 花也[2]、北村 真奈美[3]、髙橋 美紀[3]、山口 飛鳥[4]、澤井 みち代[1] (1. 千葉大学、2. 海洋研究開発機構 高知コア研究所、3. 産業技術総合研究所、4. 東京大学大気海洋研究所)

16:00 ~ 16:15

[T4-O-5]

地震断層内部の静・動的物理化学プロセス解明に向けた回転式熱水摩擦試験機の開発

*廣瀬 丈洋[1]、奥田 花也[1]、谷川 亘[1]、濱田 洋平[1]、岡崎 啓史[2]、Bedford John [3] (1. 海洋研究開発機構、2. 広島大学、3. Univ. Liverpool)

16:15 ~ 16:30

[2oral311-18-6add]

休憩

学生優秀発表賞エントリー ECS

16:30 ~ 16:45

[T4-O-6]

Slow-to-Fast地震発生帯の温度条件下での流体圧降下による断層バルブモデルの実験的再現と鉱物脈形成

*戸田 涼斗[1]、宇野 正起[2]、岡本 敦[1] (1. 東北大学　環境科学研究科、2. 東京大学　理学系研究科)

©日本地質学会

学生優秀発表賞エントリー
16:45 ~ 17:00
[T4-O-7]
南海トラフ地震発生帯における泥質片岩のレオロジー特性に関する実験的研究
*八木 寿々歌[1]、岡崎 啓史[1] (1. 広島大学)

ハイライト講演
17:00 ~ 17:30
[T4-O-8]
［招待講演］スロー地震の地質学的痕跡を探る
*氏家 恒太郎[1]、矢部 優[2]、山﨑 悠翔[1]、Yeo Thomas[1]、駒木野 照太[1] (1. 筑波大学、2. 産業技術総合研究所)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 10:15 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[2oral401-07] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:田村 嘉之(一般財団法人千葉県環境財団)、野々垣 進(産総研地質調査総合センター)

ハイライト講演 ECS

10:15 ~ 10:30

[T11-O-1]

都市域の3次元地質地盤図：「千葉県北部延長」地域における更新統下総層群の層序

*米岡 佳弥[1]、中澤 努[1]、野々垣 進[1]、中里 裕臣[1] (1. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

10:30 ~ 10:45

[T11-O-2]

中部更新統下総層群薮層の指標テフラに関する新知見

*中里 裕臣[1]、米岡 佳弥[1]、中澤 努[1]、田村 亨[1] (1. 産総研地質調査総合センター)

10:45 ~ 11:00

[T11-O-3]

横浜市中心街の低地の地質構成と地盤震動特性：極めて軟弱な沖積層とその基盤をなす固い上総層群

*中澤 努[1]、長 郁夫[1]、野々垣 進[1]、尾崎 正紀[1]、坂田 健太郎[1] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

11:00 ~ 11:15

[T11-O-4]

1923年関東地震時に臨海部で発生した地裂近傍の地質状況：館山市長須賀での地質調査から

*風岡 修[1]、小島 隆宏[2] (1. 千葉県環境研究センター地質環境研究室、2. 北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所)

11:15 ~ 11:30

[T11-O-5]

大阪ベイエリアにおける都市地盤状況についての検討

*北田 奈緒子[1]、三村 衛[1] (1. 一般財団法人　GRI財団)

11:30 ~ 11:45

[T11-O-6]

常時微動観測データによる微地形判別の可能性

*小松原 純子[1]、長 郁夫[1]、佐藤 善輝[1]、納谷 友規[1] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

11:45 ~ 12:00

[T11-O-7]

常時微動計測は活断層研究にどこまで適用可能か

*小荒井 衛[1]、金子 朋紀[2]、中島 展之[3]、先名 重樹[4] (1. 茨城大学理学部、2. 鉄道・運輸機構、3. 元　茨城大学大学院理工学研究科、4. 防災科学技術研究所)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:15 口頭第4会場(E203)

[2oral408-14] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:中澤 努(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、北田 奈緒子(一般財団法人　GRI財団)

ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T11-O-8]

［招待講演］九州地盤情報共有データベースを用いた浅層地質の三次元モデル構築の試み

*石原 与四郎[1] (1. 福岡大学理学部)

15:30 ~ 15:45

[T11-O-9]

Web APIを活用した地層対比システムの開発

*櫻井 健一[1,2]、米澤 剛[2]、根本 達也[2]、野々垣 進[3] (1. 産業技術短期大学、2. 大阪公立大学、3. 産総研 地質調査総合センター)

15:45 ~ 16:00

[T11-O-10]

堰き止め地形形成に関わる基盤地形

*高嶋 洋[1] (1. 第一工科大学　環境エンジニアリング学科)

16:00 ~ 16:15

[2oral408-14-4add]

休憩

16:15 ~ 16:30

[T11-O-11]

能登半島に分布する珪質泥岩の単位体積重量と地震時の地すべり移動量との関連性

*楠本 岳志[1]、酒井 俊典[2]、宮地 良典[3]、川畑 大作[3]、正田 大輔[1] (1. 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門、2. 三重大学、3. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

16:30 ~ 16:45

[T11-O-12]

関東地下水盆のモニタリングと地盤沈下現況

*香川 淳[1]、古野 邦雄[2] (1. 千葉県環境研究センター 地質環境研究室、2. 元地質環境研究室)

16:45 ~ 17:00

[T11-O-13]

世界の地盤沈下の概況（その2）ヨーロッパ地域

*藤崎 克博[1] (1. なし)

17:00 ~ 17:15

[T11-O-14]

ＰＦＡＳ指針値（暫定）超過現場で実施した井戸諸元調査等に基づく水文地質構造の推定（速報）

*田村 嘉之[1]、河野 里奈[1]、岩井 久美子[1]、木村 和也[2] (1. 一般財団法人千葉県環境財団、2. 株式会社医療地質研究所)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[2oral501-09] T12 ［トピック］地球史

座長:桑野 太輔(京都大学)、元村 健人(九州大学)、冨松 由希(福岡大学)

ECS

9:00 ~ 9:15

[T12-O-11]

北海道上ノ国町大安在川層より産出した中部中新統介形虫化石群とその意義

*向井 一勝[1]、山田 敏弘[2]、田中 源吾[3] (1. 北海道大学大学院理学院自然史科学専攻、2. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター　沿岸環境部門)

ECS

9:15 ~ 9:30

[T12-O-12]

群馬県下仁田町鏑川沿いに分布する下仁田層の古環境復元（予察）

*佐々木 聡史[1]、初谷 康佑[1]、菊川 照英[2]、高桒 祐司[3]、瀬戸 浩二[4] (1. 群馬大学、2. 千葉県立中央博物館、3. 群馬県立自然史博物館、4. 島根大学)

9:30 ~ 9:45

[T12-O-13]

シブマス地塊のペルム紀フズリナ群集とその古生物地理的解釈

*上野 勝美[1]、Thasinee Charoentitirat[2] (1. 福岡大学理学部地球圏科学科、2. チュラロンコン大学理学部地質学科（タイ王国）)

9:45 ~ 10:00

[T12-O-14]

独立成分解析による海洋組成の経年変化

*小宮 剛[1] (1. 東京大学)

ECS

10:00 ~ 10:15

[T12-O-15]

グリーンランド・イスア表成岩帯に産する原太古代炭酸塩岩から推定する原太古代海水中の生命必須微量元素組成

*吉田 聡[1,2]、小宮 剛[2] (1. 宇宙航空研究開発機構、2. 東京大学大学院　総合文化研究科)

10:15 ~ 10:45

[2oral501-09-6add]

休憩

学生優秀発表賞エントリー ECS

10:45 ~ 11:00

[T12-O-16]

美濃帯及び北部北上帯の層状チャートにおける中期三畳紀ラディニアン期湿潤化イベントの検討

*塩原 拓真[1,2]、武藤 俊[2]、尾上 哲治[3] (1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、3. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:00 ~ 11:15

©日本地質学会

[T12-O-17]
根室層群（北海道東部）のバイオマーカー分析: 暁新世中期の気候変動に着目した陸上及び海洋生態系の復元

*吉田 達也[1]、中村 英人[2]、林 圭一[3]、池田 雅志[1]、安藤 卓人[4] (1. 北海道大学、2. 福井県立大学、3. 北海道立総合研究機構、4. 秋田大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS
11:15 ~ 11:30

[T12-O-18]
川砂ジルコンの微量元素組成に着目した後背地推定法の検討：三河地域の領家花崗岩類を例に

*平井 悠河[1]、浅沼 尚[1]、澤木 佑介[2]、小木曽 哲[1] (1. 京都大学 人間・環境学研究科、2. 東京大学 総合文化研究科)

ハイライト講演
11:30 ~ 12:00

[T12-O-19]
［招待講演］白亜紀堆積岩を用いたオントンジャワ海台の噴出年代の制約

*松本 廣直[1] (1. 筑波大学生命環境系)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:45 口頭第5会場(E205)

[2oral510-18] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

15:00 ~ 15:15

[T7-O-1]

前弧・背弧・前縁堆積盆の長周期・短周期テクトニックサイクルと堆積システムの変化

*高野 修[1] (1. 石油資源開発技術研究所)

15:15 ~ 15:30

[T7-O-2]

諏訪湖の表層コア試料から見た諏訪湖の堆積作用

*公文 富士夫[1]、葉田野 希[2] (1. 高知大学海洋コア国際研究所、2. 新潟大学)

15:30 ~ 15:45

[T7-O-3]

瀬戸内海沿岸域における津波堆積物の探索：香川県東かがわ市引田地区大池の湖底堆積物調査

*寺林 優[1]、卜部 厚志[2]、酒井 英男[3]、金田 義行[4]、松居 俊典[5] (1. 香川大学創造工学部、2. 新潟大学災害・復興科学研究所、3. 富山大学理学部、4. 香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構、5. 香川大学大学院創発科学研究科)

ハイライト講演

15:45 ~ 16:15

[T7-O-4]

［招待講演］海底のイベント堆積物を用いた地震履歴研究の現状と今後のチャレンジ：日本周辺海域の研究から

*池原 研[1,2,3] (1. 産業技術総合研究所、2. 国立科学博物館、3. 静岡大学)

16:15 ~ 16:30

[2oral510-18-5add]

休憩

ECS

16:30 ~ 16:45

[T7-O-5]

三浦半島に分布する葉山層群から産出した生痕化石*Tasselia ordamensis*のコンクリーション化過程

*菊川 照英[1,2]、高橋 聡[2]、阿部 理[2]、淺原 良浩[2]、古川 登[3]、吉田 英一[2]、勝田 長貴[4]、相田 吉昭[5] (1. 千葉県立中央博物館、2. 名古屋大学、3. 千葉大学、4. 岐阜大学、5. 宇都宮大学)

16:45 ~ 17:00

[T7-O-6]

小笠原沖産シロサンゴおよびモモイロサンゴ骨格の地球化学的解析による成長史の復元

*奥村 知世[1]、平川 史也[1]、ペピノ マリア マリヴィック[1]、松崎 琢也[1]、池原 実[1]、川合 達也[2]、石川 剛志[3,1] (1. 高知大学、2. マリンワークジャパン、3. 海洋研究開発機構)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

17:00 ~ 17:15

[T7-O-7]

長野県白骨温泉に分布する化石トラバーチンの堆積学的・地球化学的特徴と形成過程の解明

©日本地質学会

*清原 愛[1]、狩野 彰宏[2]、加藤 大和[3]、戸丸 仁[4]、白石 史人[1] (1. 広島大学、2. 東京大学、3. 帝京科学大学、4. 千葉大学)

17:15 ~ 17:30

[T7-O-8]

掛川層群から産する魚類耳石化石の炭酸凝集同位体記録を利用した前期更新世古水温復元と古汽水湖の存在の示唆

*加藤 大和[1]、仙田 量子[2]、狩野 彰宏[3] (1. 帝京科学大学教育人間科学部、2. 九州大学比較社会研究院、3. 東京大学大学院理学系研究科)

ハイライト講演

17:30 ~ 17:45

[T7-O-9]

鹿児島県喜界島における上部更新統サンゴ礁複合体堆積物の堆積過程

*松田 博貴[1]、佐々木 圭一[2]、得重 和希[3]、熊谷 優香[4]、林田 将英[4] (1. 深田地質研究所、2. 金沢学院大学基礎教育機構、3. 熊本大学大学院自然科学教育部、4. 熊本大学理学部)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月15日(月) 9:15 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[2oral601-10] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

9:15 ~ 9:30

[T2-O-9]

ジルコンとメルト包有物を用いた花崗岩質マグマのメルト含水量・温度圧力条件・酸化還元状態見積もり

*齊藤 哲[1]、居平 千穂[1]、川島 泰地[1]、谷脇 由華[1]、福山 繭子[2] (1. 愛媛大学、2. 秋田大学)

9:30 ~ 9:45

[T2-O-10]

西南日本中新世花崗岩中のジルコンのLu-Hf isotope data：マグマ起源とテクトニクスの手がかりを探る

*礼満 ハフィーズ[1]、中林 真梨萌[1,3]、山下 大輔[2]、CHUNG Sun-Lin[4]、LEE Hao-Yang[4]、山本 啓司[1] (1. 鹿児島大学、2. 薩摩川内市甑ミュージアム、3. 三菱重工、4. Academia Sinica, Taiwan)

9:45 ~ 10:00

[T2-O-11]

近畿地方，後期白亜紀有馬層群のジルコンU–Pb年代

*佐藤 大介[1] (1. 産総研地質調査総合センター)

10:00 ~ 10:15

[T2-O-12]

北上山地，遠野複合深成岩体に産出するジルコンの結晶化条件から推定されるマグマ溜りプロセス

*小北 康弘[1,2]、坂田 周平[3]、大野 剛[4]、横山 立憲[1]、湯口 貴史[5] (1. 原子力機構、2. 山形大学、3. 東京大学 地震研究所、4. 学習院大学、5. 熊本大学)

10:15 ~ 10:30

[2oral601-10-5add]

休憩

学生優秀発表賞エントリー

10:30 ~ 10:45

[T2-O-13]

両白山地，白山火山の角閃石から推定するマグマプロセス

*山内 大樹[1]、田村 明弘[1]、森下 知晃[1] (1. 金沢大学)

10:45 ~ 11:00

[T2-O-14]

嶺岡帯の高Mg安山岩

*市山 祐司[1]、加藤 紬[1] (1. 千葉大学)

11:00 ~ 11:15

[T2-O-15]

熊本県天草上島老嶽プルトン周辺の高Mg安山岩岩床：瀬戸内火山岩類の西方延長の可能性

©日本地質学会

*新正 裕尚[1]、牛丸 健太郎[2]、岩野 英樹[3]、平田 岳史[3]、折橋 裕二[4]、佐々木 実[4] (1. 東京経済大学、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター 、3. 東京大学附属地殻化学研究施設、4. 弘前大学大学院理工学研究科)

11:15 ~ 11:30

[T2-O-16]

非平衡溶融を被った花崗岩に見られる黒雲母の脱水・溶解反応

*川畑 博[1]、山下 茂[2] (1. 高知大学、2. 岡山大学)

11:30 ~ 11:45

[T2-O-17]

山口県東部岩国－柳井地域に産する深成岩類の岩相変化

*大和田 正明[1]、宮下 由香里[2]、亀井 淳志[3]、小山内 康人[4]、北野 一平[5] (1. 山口大学大学院創成科学研究科、2. 産総研地質調査総合センター、3. 島根大学、4. 九州大学、5. 北海道大学)

11:45 ~ 12:00

[T2-O-18]

白亜紀西南日本フレアアップの素過程解析：領家帯と山陽帯の花崗岩類

*中島 隆[1] (1. 神奈川県立生命の星・地球博物館)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第6会場(E305)

[2oral611-19] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:野崎 篤(平塚市博物館)、羽田 裕貴(国立研究法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

15:00 ~ 15:15

[T13-O-1]

北海道蝦夷層群のチューロニアン/コニアシアン境界における大型化石・炭素同位体比統合層序と高精度国際年代対比

*髙橋 恒佑[1]、髙嶋 礼詩[2]、Walaszczyk Ireneusz[3]、山中 寿朗[4]、都丸 大河[1]、黒柳 あずみ[2] (1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 東北大学学術資源研究公開センター 東北大学総合学術博物館、3. ワルシャワ大学、4. 東京海洋大学)

15:15 ~ 15:30

[T13-O-2]

房総半島南端に分布する海成鮮新−更新統を用いた磁気層序−海洋同位体層序の精密対比

*岡田 誠[1]、谷元 瞭太[1]、小塚 大輝[3]、小西 拓海[2]、柚原 涼花[2]、長友 大輝[2] (1. 茨城大学、2. 茨城大学大学院、3. 国土地理院)

15:30 ~ 15:45

[T13-O-3]

房総半島の下部更新統千倉層群と上総層群下部における古地磁気逆転境界の層位と広域テフラ

*小西 拓海[1,2]、岡田 誠[1]、宇都宮 正志[3] (1. 茨城大学、2. 八千代エンジニヤリング株式会社、3. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

15:45 ~ 16:00

[T13-O-4]

三浦半島南部に分布する上総層群林層（下部更新統）から見いだされた大峰ーSK110テフラ

*野崎 篤[1]、塩井 宏幸[2]、笠間 友博[3]、西澤 文勝[4]、柴田 健一郎[5] (1. 平塚市博物館、2. (有)国土プランニングデザイン、3. 箱根ジオパーク推進室、4. 神奈川県立生命の星・地球博物館、5. 横須賀市自然・人文博物館)

16:00 ~ 16:15

[2oral611-19-5add]

休憩

16:15 ~ 16:30

[T13-O-5]

掛川層群堀之内層におけるガウスー松山古地磁気境界

*羽田 裕貴[1]、中谷 是崇[1]、水野 清秀[1] (1. 国立研究法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

16:30 ~ 16:45

[T13-O-6]

栗原市荒砥沢地滑り岩体を構成する凝灰岩の給源カルデラ

*髙嶋 礼詩[1]、水戸 悠河[2]、岡本 正則[2]、原田 拓也[3] (1. 東北大学、2. 出光興産株式会社、3. 栗駒山麓ジオパーク推進協議会)

16:45 ~ 17:00

[T13-O-7]

秋田沖第四系の高精度微化石層序から探る第四紀古海洋変動

©日本地質学会

瀬戸口 怜子[1]、*今井 利矩[1]、佐藤 時幸[2] (1. 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構、2. 秋田大学名誉教授)

17:00 ~ 17:15

[T13-O-8]

古田沢湖層の年代と大型植物化石から見たMIS3期の環境変化

*矢部 淳[1]、植村 和彦[1]、植田 弥生[2]、五井 昭一[3]、百原 新[4] (1. 国立科学博物館生命史研究部、2. 滋賀県立琵琶湖博物館、3. 秋田まるごと地球博物館ネットワーク事務局、4. 千葉大学大学院園芸学研究院)

17:15 ~ 17:30

[T13-O-9]

ポットホールの節理による構造規制とその生成機構：和歌山県古座川町「滝の拝」の例

*木村 克己[1]、金子 誠[1]、山本 俊哉[2] (1. 深田地質研究所、2. 和歌山県立田辺高校)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[2oral701-12] G. ジェネラルサブセッション地球化学6・地域地質・層序6

座長:有元 純(産業技術総合研究所 地質調査総合センター)、宇野 康司(兵庫県立大学)、黒田 潤一郎(東京大学大気海洋研究所)

8:45 ~ 9:00

[G-O-20]

（講演取消）

ECS

9:00 ~ 9:15

[G-O-21]

島根県大田市の海岸に転がるチャート礫より産出したペルム紀からジュラ紀にかけての放散虫化石とその意義

*古谷 裕[1]、水上 隆、水上 恒子、半田 久美子[2] (1. まちなか石ころ研究会、2. 兵庫県立人と自然の博物館)

9:15 ~ 9:30

[G-O-22]

白亜紀における西南日本の古地磁気極移動曲線の高精度化

*宇野 康司[1]、菅 遥輝[1]、古川 邦之[2] (1. 兵庫県立大学、2. 愛知大学)

9:30 ~ 9:45

[G-O-23]

紀伊水道徳島沖の海底下撓曲構造と重力異常

*有元 純[1]、宮川 歩夢[1] (1. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

9:45 ~ 10:00

[G-O-24]

伊豆半島西側斜面深海部域からの基盤岩類

*坂本 泉[1]、長嶌 百花[1]、古橋 皇[1]、新井 仁奈[1]、渡邊 聡士[1]、柴尾 創士[1]、横山 由香[1]、森 光貴[2]、佐藤 悠介[3]、棚橋 道郎[4] (1. 東海大学海洋学部、2. 千葉大学理学研究科、3. (株)マリンワークジャパン、4. 海洋エンジニアリング(株))

10:00 ~ 10:15

[G-O-25]

関東山地北部跡倉ナップと秩父北帯との層序関係：３つの解釈

*竹内 圭史[1] (1. なし)

10:15 ~ 10:30

[2oral701-12-7add]

休憩

10:30 ~ 10:45

[G-O-26]

東シナ海大陸斜面域における表層堆積物中のヘリウムの起源

*土岐 知弘[1]、與那嶺 竜勢[1]、鹿児島 渉悟[2]、高畑 直人[3] (1. 琉球大学、2. 富山大学、3. 東京大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

10:45 ~ 11:00

[G-O-27]

北海道苫小牧市に分布する黒ボク土の有機分子分析による形成過程の検討

©日本地質学会

*福地 亮介[1]、沢田 健[1,2]、松井 昭[3] (1. 北海道大学理学院自然史科学専攻、2. 北海道大学理学研究院地球惑星科学部門、3. 日本工営(株))

11:00 ~ 11:15

[G-O-28]

オーストラリア北西大陸棚のブラウズ堆積盆地で産する天然ガスの起源と産状

*稲場 土誌典[1]、森田 宜史[2] (1. 株式会社INPEXソリューションズ、2. 株式会社INPEX)

学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

[G-O-29]

オーストラリア北西沖大陸棚に分布するドロマイトの形成過程

*葭井 功輔[1,2]、髙柳 栄子[1,3]、若木 重行[4,6]、REUNING Lars[5]、井龍 康文[1,3] (1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構、3. 変動海洋エコシステム高等研究所、4. 国立歴史民俗博物館、5. Institute of Geosciences, CAU Kiel University、6. 海洋研究開発機構 高知コア研究所)

11:30 ~ 11:45

[G-O-30]

中部九州火山地域温泉水ストロンチウム同位体組成：マグマ経由火山性地殻流体とスラブ流体起源有馬型塩水の比較

*可児 智美[1]、森川 徳敏[2]、三澤 啓司[3]、中村 仁美[2] (1. 熊本大学、2. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター、3. 国立極地研究所)

11:45 ~ 12:00

[G-O-31]

Gold distribution in the Eastern Desert of Egypt and its relation to ophiolitic serpentinites from a Neoproterozoic accretionary complex

*Yasser Medhat Hassan Abdelrahman[1,2], Atsushi Okamoto[1], Abdel-Moneim Eldougdoug[2], Mohamed Gobashy[3] (1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, Japan, 2. Geology Department, Faculty of Science, Cairo University, Egypt , 3. Geophysics Department, Faclty of Science, Cairo University, Egypt)

©日本地質学会

2025年9月16日(火)

セッション口頭発表 | T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

EDI

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[3oral101-10] T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

座長:辻 智大(山口大学)、大橋 聖和(産業技術総合研究所)、大坪 誠(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、辛島 康大(山口大学)

ハイライト講演

8:45 ~ 9:15

[T14-O-1]

［招待講演］地震波トモグラフィーから見た九州の地震火山活動と沈み込みダイナミクス

*趙 大鵬[1] (1. 東北大学)

9:15 ~ 9:30

[T14-O-2]

八重山海底地溝におけるマグマ貫入構造の空間変化：反射法地震探査による考察

*新井 隆太[1]、三澤 文慶[2]、大坪 誠[2]、木下 正高[3]、石野 沙季[2]、山本 朱音[4,2] (1. 海洋研究開発機構、2. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター、3. 東京大学地震研究所、4. 筑波大学)

ハイライト講演 ECS

9:30 ~ 9:45

[T14-O-3]

霧島山新燃岳2025年噴火の火山灰構成粒子の時間変化（速報）

*木尾 竜也[1]、宮城 磯治[1]、東宮 昭彦[1]、岩橋 くるみ[1]、及川 輝樹[1]、松本 恵子[1]、古川 竜太[1]、草野 有紀[1]、山﨑 誠子[1]、風早 竜之介[1]、篠原 宏志[1]、池永 有弥[1]、新谷 直己[1]、石塚 吉浩[1] (1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター)

9:45 ~ 10:00

[T14-O-4]

九州中部全体を横ずれ引張テクトニクスで説明する

*大橋 聖和[1] (1. 産業技術総合研究所)

学生優秀発表賞エントリー

10:00 ~ 10:15

[T14-O-5]

阿蘇カルデラ南西壁の地質から推定する大分－熊本構造線の活動場の変遷

*辛島 康大[1]、辻 智大[1] (1. 山口大学)

10:15 ~ 10:30

[3oral101-10-6add]

休憩

ハイライト講演

10:30 ~ 11:00

[T14-O-6]

［招待講演］中部九州阿蘇地域におけるマグマ活動の時間変化とそのテクトニクス背景

*三好 雅也[1]、角野 浩史[2]、仙田 量子[3]、佐野 貴司[4]、新村 太郎[5]、古川 邦之[6]、川口 允孝[7]、長谷中 利昭[8] (1. 福岡大学理学部、2. 東京大学先端科学技術研究センター、3. 九州大学比較社会文化研究院、4. 国立科学博物館理学研究

©日本地質学会

部、5. 熊本学園大学経済学部、6. 愛知大学経営学部、7. 東京大学地震研究所、8. 熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター)

11:00 ~ 11:15

[T14-O-7]

布田川断層を貫通したボーリング孔における深度300m以深の断層破砕帯内の亀裂を充填する粘土

*澁谷 奨[1]、林 為人[2]、神谷 奈々[2] (1. 株式会社地圏総合コンサルタント、2. 京都大学大学院工学研究科)

学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

[T14-O-8]

布田川断層帯周辺の地質構造と阿蘇4火砕流堆積物の標高対比よる断層運動の検討

*改原 玲奈[1]、辻 智大[1]、大橋 聖和[2]、澁谷 奨[3] (1. 山口大学、2. 産業技術総合研究所、3. 株式会社地圏総合コンサルタント)

11:30 ~ 11:45

[T14-O-9]

更新統唐戸層のテフラ層序から制約される姫島火山群の活動時期

*納谷 友規[1]、水野 清秀[1]、堀内 悠[2] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、2. 姫島村役場企画振興課おおいた姫島ジオパーク推進協議会)

11:45 ~ 12:00

[T14-O-10]

琉球弧に沈み込むスラブ内応力の不均一性が支配する脱水経路と火山活動への影響

*大坪 誠[1]、宮川 歩夢[1] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:30 口頭第2会場(E107)

[3oral201-13] T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

座長:奥田 花也(海洋研究開発機構)、細野 日向子(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、細川 貴弘(高知大学)

ハイライト講演

8:45 ~ 9:15

[T5-O-1]

［招待講演］IODP Expedition 405 JTRACKの成果

*氏家 恒太郎[1]、小平 秀一[2]、Conin Marianne[3]、Fulton Patrick[4]、Kirkpatrick Jamie[5]、Regalla Christine[6]、奥津 なつみ[2]、前田 玲奈[2]、Toczko Sean[2]、江口 暢久[2]、IODP第405次航海 乗船研究者一同 (1. 筑波大学、2. 海洋研究開発機構、3. ロレーヌ大学、4. コーネル大学、5. ネバダ大学リノ校、6. 北アリゾナ大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

9:15 ~ 9:30

[T5-O-2]

IODP Exp. 405 JTRACK掘削地点の放散虫化石層序：日本海溝近傍の前縁プリズムおよび沈み込む海洋プレートについて

*萩野 穣[1]、岩井 雅夫[2]、CONIN Marianne[3]、FULTON Patrick[4]、KIRKPATRICK Jamie[5]、小平 秀一[6]、REGALLA Christine[7]、氏家 恒太郎[8]、江口 暢久[6]、前田 玲奈[6]、奥津 なつみ[6]、TOCZKO Sean[6]、IODP Exp.405 乗船研究者一同 (1. 山形大学 大学院理工学研究科、2. 高知大学 海洋コア国際研究所、3. ロレーヌ大学、4. コーネル大学、5. ネバダ州立大学リノ校、6. 海洋研究開発機構、7. ノーザンアリゾナ大学、8. 筑波大学)

9:30 ~ 9:45

[T5-O-3]

IODP Exp.405JTRACK掘削孔の珪藻化石層序：2011年東北沖地震浅部破壊領域の先端プリズム構造

*岩井 雅夫[1]、萩野 穣[2]、IODP Exp.405 乗船研究者一同[3] (1. 高知大学　海洋コア国際研究所、2. 山形大学、3. https://www.jamstec.go.jp/chikyu/e/exp405/crew_all.html)

9:45 ~ 10:00

[T5-O-4]

日本海溝に沈み込む太平洋プレート上のチャートと玄武岩：IODP第405次航海の新知見

*山口 飛鳥[1]、Bellanova Piero[2]、Brunet Morgane[3]、Chang Yu-Chun[4]、Pizer Charlotte[5]、福地 里菜[6]、Gough Amy[7]、Nicholson Uisdean[7]、奥田 花也[4]、Conin Marianne[8]、Kirkpatrick Jamie[9]、小平 秀一[4]、Fulton Patrick[10]、Regalla Christine[11]、氏家 恒太郎[12]、前田 玲奈[4]、奥津 なつみ[4]、 IODP第405次航海 乗船研究者 (1. 東京大学大気海洋研究所、2. RWTH Aachen Univ.、3. IFREMER、4. 海洋研究開発機構、5. Univ. Innsbruck、6. 鳴門教育大学、7. Heriot-Watt Univ.、8. Univ. Lorraine、9. Univ. Nevada, Reno、10. Cornell Univ.、11. Northern Arizona Univ.、12. 筑波大学)

10:00 ~ 10:15

[T5-O-5]

浅部沈み込み帯における巨大地震後の断層帯の強度回復過程 ーJTRACK・JFASTの水理特性に関する掘削データの比較ー

*細野 日向子[1,2]、濱田 洋平[3]、奥田 花也[3]、大坪 誠[1]、谷川 亘[3]、廣瀬 丈洋[3,2]、Conin Marianne[4]、Fulton Patrick[5]、Kirkpatrick Jamie[6]、小平 秀一[3]、Regalla Christine[7]、氏家 恒太郎[8]、江口 暢久[3]、前田 玲奈[3]、奥津 なつみ[3]、Sean Toczko[3] (1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、2. 広島大学、3. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、4. ロレーヌ大学、5. コーネル大学、6. ネバダ大学、7. ノーザンアリゾナ大学、8. 筑波大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

10:15 ~ 10:30

©日本地質学会

[T5-O-6]
微細構造観察に基づく地震サイクル間の動的な岩石-流体間反応：白亜系四万十帯牟岐メランジュ・南阿波断層

*細川 貴弘[1]、 橋本 善孝[1]、Rüdiger KILIAN[2]、Michael STIPP[2] (1. 高知大学、2. Martin Luther University Halle-Wittenberg)

学生優秀発表賞エントリー ECS
10:30 ~ 10:45
[T5-O-7]
海山沈み込み・付加に伴うプレート境界断層の変形：美濃帯舟伏山ユニットの例

*多久和 風花[1]、山口 飛鳥[1]、大坪 誠[2]、志村 侑亮[2]、奥田 花也[3] (1. 東京大学大気海洋研究所、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、3. 海洋研究開発機構)

10:45 ~ 11:00
[3oral201-13-8add]
休憩

11:00 ~ 11:15
[T5-O-8]
物性不均質ジオメトリが規定する応力・歪み分布の時空間変化とスケーリング

*橋本 善孝[1] (1. 高知大学)

学生優秀発表賞エントリー
11:15 ~ 11:30
[T5-O-9]
沈み込み帯震源域における地殻の弾性率分布と地震発生帯への影響

*高 慎一郎[1]、濱田 洋平[2]、奥田 花也[2]、田村 芳彦[2]、坂口 有人[1] (1. 山口大学大学院創成科学研究科、2. 海洋研究開発機構)

ECS
11:30 ~ 11:45
[T5-O-10]
地震発生帯の岩石の弾性的性質：スケール依存性および地震発生プロセスへの影響

*奥田 花也[1]、赤松 祐哉[1]、北村 真奈美[2]、澤井 みち代[3] (1. 海洋研究開発機構、2. 産業技術総合研究所、3. 千葉大学)

11:45 ~ 12:00
[T5-O-11]
断層沿いの短時間発熱による硫黄の減少とその行方

*山本 由弦[1]、小林 唯乃[1]、福山 繭子[2]、Bowden Stephen[3]、濱田 洋平[4]、三村 匠海[2]、千代延 俊[2] (1. 神戸大学、2. 秋田大学、3. アバディーン大学、4. 海洋研究開発機構)

12:00 ~ 12:15
[T5-O-12]
四国沖外縁隆起帯のネオテクトニクス

*芦 寿一郎[1]、照井 孝之介[2] (1. 東京大学、2. ENEOS Xplora)

12:15 ~ 12:30
[T5-O-13]
日向灘の地形的・熱学的特徴　—KS-21-08およびKS-25-03航海報告—

*木下 正高[1]、土岐 知弘[2]、橋本 善孝[3]、濱田 洋平[4]、KS-21-08 航海研究者[1]、KS-25-03 航海研究者[1] (1. 東京大学地震研究所、2. 琉球大学理学部、3. 高知大学教育研究部、4. 海洋研究開発機構)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[3oral301-12] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:向吉 秀樹(島根大学)、宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、福田 惇一(大阪公立大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS
8:45 ~ 9:00
[T4-O-9]
カルシオカーボナタイト形成プロセスと酸化還元状態：パンダヒル産カーボナタイトの例

*梅宮 穂花[1]、辻森 樹[1]、ボニフェイス ネルソン[2] (1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. ダルエスサラーム大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS
9:00 ~ 9:15
[T4-O-10]
脆性-延性遷移領域における変形組織とスロー／ファスト地震の統計性との間の関係：ゲル粒子-粘性流体混合系の剪断アナログ実験

*佐々木 勇人[1]、桂木 洋光[1] (1. 大阪大学理学研究科宇宙地球科学専攻)

学生優秀発表賞エントリー ECS
9:15 ~ 9:30
[T4-O-11]
固体圧式変形試験機による高封圧条件下における精密応力決定：大理石の変形実験への適用

*永井 嵩也[1]、清水 以知子[1] (1. 京都大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS
9:30 ~ 9:45
[T4-O-12]
流通式水熱実験による斑れい岩の熱水変質に伴う元素移動と置換組織の発達

*鈴木 康平[1]、ダンダル オトゴンバヤール[1]、岡本 敦[1] (1. 東北大学大学院環境科学研究科)

9:45 ~ 10:00
[T4-O-13]
粒成長に伴う流体移動：樟脳-エタノールを用いた透視実験

*福田 惇一[1]、瀬戸 雄介[1] (1. 大阪公立大学)

ハイライト講演
10:00 ~ 10:15
[T4-O-14]
［招待講演］火星表層環境の再現を目指した実験装置の整備と今後の研究展望

*亀田 純[1]、Ruj Trishit[1] (1. 岡山大学惑星物質研究所)

10:15 ~ 10:30
[3oral301-12-7add]
休憩

学生優秀発表賞エントリー ECS
10:30 ~ 10:45
[T4-O-15]
三波川帯におけるマイクロブーディン構造を用いた応力・歪解析

*外山 和也[1]、道林 克禎[1] (1. 名古屋大学大学院環境学研究科（岩鉱）)

10:45 ~ 11:00

©日本地質学会

[T4-O-16]

低変成度泥質片岩の石英曹長石レイヤの変形組織：中部地方渋川地域三波川帯の例

*片桐 星来[1]、道林 克禎[2] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、2. 名古屋大学大学院 環境学研究科（岩鉱）)

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:00 ~ 11:15

[T4-O-17]

石英の変形再結晶組織におけるタイプ P/S 遷移の定量的指標とその要因

*中小路 一真[1]、清水 以知子[2]、道林 克禎[3] (1. 東京大学、2. 京都大学、3. 名古屋大学)

11:15 ~ 11:30

[T4-O-18]

Co-seismic ductile deformation in carbonate-hosted active faults

*Yeo Thomas[1]、Ujiie Kohtaro[1]、Inoue Kaoru[1]、Nagaya Takayoshi[2]、Ken-ichi Hirauchi[3] (1. University of Tsukuba、2. Waseda University、3. Shizuoka University)

11:30 ~ 11:45

[T4-O-19]

根尾谷断層極浅部における自形方解石、バライトと摩擦発熱

*大谷 具幸[1]、前田 剛志[2]、吉田 拓海[2] (1. 岐阜大学、2. 岐阜大学大学院)

11:45 ~ 12:00

[T4-O-20]

cleavable olivineからわかる地質学的に重要なこと

*安東 淳一[1]、富岡 尚敬[2]、前川 寛和[3] (1. 広島大学、2. JAMSTEC・高知コア研、3. 大阪公立大学)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[3oral501-11] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:足立 奈津子(大阪公立大学)、澤田 大毅(石油資源開発株式会社)

8:45 ~ 9:00

[T7-O-10]

微生物によるペロイド形成過程解明の試み

*白石 史人[1]、シュテンゲル ハネス[1]、田中 秀明[1]、柳川 勝紀[2]、富岡 尚敬[3]、高橋 嘉夫[4] (1. 広島大学、2. 北九州市立大学、3. 海洋研究開発機構、4. 東京大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

9:00 ~ 9:15

[T7-O-11]

上部ジュラ系〜下部白亜系鳥巣式石灰岩の形成要因

*鬼頭 岳大[1]、中田 亮一[2]、狩野 彰宏[3]、白石 史人[1] (1. 広島大学、2. 海洋研究開発機構、3. 東京大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

9:15 ~ 9:30

[T7-O-12]

インド中原生界，Vindhyan超層群Chitrakoot層の堆積学的・地球化学的特徴：古環境への示唆

*パンディ アブヒシェク[1]、チャクラボルティ パルタ[2]、中田 亮一[3]、狩野 彰宏[4]、白石 史人[1] (1. 広島大学、2. デリー大学、3. 海洋研究開発機構、4. 東京大学)

9:30 ~ 9:45

[T7-O-13]

スターチアン氷期シークエンスに含まれる炭酸塩岩と鉄質堆積物

野田 舜[1]、矢部 志織[1]、*狩野 彰宏[1] (1. 東京大学)

9:45 ~ 10:00

[3oral501-11-5add]

休憩

ハイライト講演

10:00 ~ 10:30

[T7-O-14]

［招待講演］九州地域の天然水素ポテンシャル評価について

*山田 泰広[1,2] (1. 九州大学、2. Royal Holloway Univ. of London)

ハイライト講演

10:30 ~ 10:45

[T7-O-15]

古気候変動，堆積・続成作用，および油田形成の相互作用により生じた下部白亜系干潟炭酸塩岩（Tidal flat carbonates）の孔隙率・浸透率の不均質性

*山本 和幸[1]、門谷 弘基[1]、Alsabeai Jawaher[2]、Alshamsi Suad[2]、Mosekiemang Goitse[3]、高柳 栄子[3]、井龍 康文[3] (1. 株式会社INPEX、2. ADNOC Offshore、3. 東北大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

10:45 ~ 11:00

[T7-O-16]

岩手県久慈層群における炭化水素資源ポテンシャルの堆積学・有機地球化学的再検討

©日本地質学会

*山岸 昇玄[1]、安藤 卓人[1]、千代延 俊[1] (1. 秋田大学　国際資源学研究科)

ECS

11:00 ~ 11:15

[T7-O-17]

化学堆積学シーケンスからみたベンガルファンの有機物堆積過程

*児玉 祐輔[1]、安藤 卓人[2]、沢田 健[1,3] (1. 北海道大学 理学院 自然史科学専攻、2. 秋田大学 国際資源学研究科 資源地球科学専攻、3. 北海道大学 理学研究院 地球惑星科学部門)

学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

[T7-O-18]

北海道幌向川に分布する中新統川端層の有機物に富むタービダイト層の堆積学的調査

*山田 陽翔[1]、沢田 健[2] (1. 北海道大学大学院理学院、2. 北海道大学理学研究院)

11:30 ~ 11:45

[T7-O-19]

蝦夷層群羽幌川層堆積岩のバイオマーカー分析によるコニアシアン-サントニアン期の堆積環境復元

*髙橋 温[1]、中村 英人[2]、池田 雅志[3]、安藤 卓人[4]、沢田 健[3]、髙嶋 礼詩[5]、西 弘嗣[2] (1. 北海道大学理学院、2. 福井県立大学恐竜学部、3. 北海道大学理学研究院、4. 秋田大学国際資源学部、5. 東北大学総合学術博物館)

11:45 ~ 12:00

[T7-O-20]

ベトナム北東部デボン紀-石炭紀境界堆積岩におけるバイオマーカーを用いた古環境復元

*四木 りさ[1]、沢田 健[1,2]、高嶋 礼詩[3]、小松 俊文[4] (1. 北海道大学理学院自然史科学専攻、2. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 東北大学学術資源研究公開センター総合学術博物館、4. 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月16日(火) 9:00 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[3oral601-09] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:細井 淳(茨城大学理学部地球環境科学領域)、内野 隆之(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、金指 由維(弘前大学)、辻野 匠(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)

9:00 ~ 9:15

[T13-O-10]

南部北上帯，氷上花崗岩類中に分布する壺の沢変成岩のジルコンU-Pb年代と形成機構

*内野 隆之[1]、常盤 哲也[2] (1. 産総研地質調査総合センター、2. 信州大学)

9:15 ~ 9:30

[T13-O-11]

東アジア先ジュラ紀ニッポニデス造山帯の一部としての黒瀬川帯：銚子半島の三畳紀付加体の地体構造上の意義

*磯崎 行雄[1]、堤 之恭[2]、岩本 直哉[3]、上田 脩郎[3] (1. 東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学　宇宙地球科学教室、2. 国立科学博物館理学研究グループ、3. 銚子市教育委員会銚子ジオパーク推進協議会事務局)

9:30 ~ 9:45

[T13-O-12]

高知県物部地域上部ジュラ〜下部白亜系美良布層の層序、年代および形成過程

*森野 善広[1] (1. パシフィックコンサルタンツ株式会社)

9:45 ~ 10:00

[T13-O-13]

丹沢・御坂山地の層序および衝突・付加の再検討（続報—凝灰岩層に含まれるジルコンの形成年代について—）

*西川 正[1]、白井 香奈江[1]、堀内 一利[1]、豊田 淳子[1]、千葉 達朗[1] (1. 丹沢T探究会)

10:00 ~ 10:15

[3oral601-09-5add]

休憩

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

10:15 ~ 10:30

[T13-O-14]

青森県下北半島西部，佐井地域に産する中新世火山岩類の産状とジルコンU-Pb年代

*金指 由維[1]、折橋 裕二[1]、竹森 瑞葉[1]、岩野 英樹[2,3]、仁木 創太[4]、佐々木 実[1]、盛合 秀[5]、淺原 良浩[4]、天野 格[6]、梅田 浩司[1]、平田 岳史[3] (1. 弘前大学、2. （株）京都フィッション・トラック、3. 東京大学、4. 名古屋大学、5. 三陸ジオパーク推進協議会、6. 電源開発株式会社)

10:30 ~ 10:45

[T13-O-15]

青森県下北半島東部上部中新統の地質と放射性年代

*中満 隆博[1]、須藤 浩一[2]、三和 公[3] (1. 東北電力、2. 阪神コンサルタンツ、3. 大日本ダイヤコンサルタント)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

10:45 ~ 11:00

[T13-O-16]

下北半島，鮮新世〜前期更新世大畑層分布域に新たに見出された複合カルデラの地質構造：産状， 岩石学的特徴，およびジルコンU-Pb年代からの制約

©日本地質学会

*吉田 颯[1]、折橋 裕二[1]、佐々木 実[1]、金指 由維[1]、岩野 英樹[2,3]、梅田 浩司[1]、天野 格[4]、平田 岳史[2] (1. 弘前大学、2. 東京大学、3. （株）京都フィッション・トラック、4. 電源開発株式会社)

11:00 ~ 11:15

[3oral601-09-9add]

休憩

11:15 ~ 11:30

[T13-O-17]

栃木県茂木町周辺に分布する中川層群山内層と茂木層の層序関係と年代

*細井 淳[1]、小坂 日奈子[1]、岩野 英樹[2,3]、檀原 徹[2]、平田 岳史[3] (1. 茨城大学理学部地球環境科学領域、2. 株式会社京都フィッション・トラック、3. 東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設)

ハイライト講演

11:30 ~ 12:00

[T13-O-18]

［招待講演］山陰東部，中新統北但層群における地域地質・層序学的基礎研究：最近10年の進展と残る課題

*羽地 俊樹[1] (1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月16日(火) 10:00 ~ 11:30 口頭第7会場(E301)

[3oral701-06] G. ジェネラルサブセッション海洋地質6

座長:松崎 賢史(東京大学　大気海洋研究所)、三澤 文慶(産業技術総合研究所)

10:00 ~ 10:15

[G-O-32]

古環境指標としての磁性細菌起源マグネタイト

*山崎 俊嗣[1,2] (1. 東京大学大気海洋研究所、2. 高知大学海洋コア国際研究所)

10:15 ~ 10:30

[G-O-33]

海域を震源とする地震イベント直後の海域調査はなぜ重要なのか？

*池原 研[1,2,3]、佐川 拓也[4]、ジェンキンス ロバート[4] (1. 産業技術総合研究所、2. 国立科学博物館、3. 静岡大学、4. 金沢大学)

10:30 ~ 10:45

[G-O-34]

「しんかい６５００」による黒島海丘の地質学的成果とその意義—黒島海丘は泥火山か？

*川村 喜一郎[1]、川口 昂大[1]、堤 桃子[1]、三澤 文慶[2]、浅田 美穂[2]、高井 研[3] (1. 山口大学、2. 産業技術総合研究所、3. 海洋研究開発機構)

10:45 ~ 11:00

[G-O-35]

海洋天然水素ポテンシャルの考察　—東北沖アウターライズの例—

*倉本 真一[1] (1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構)

学生優秀発表賞エントリー

11:00 ~ 11:15

[G-O-36]

千島海溝アウターライズにおける底層流と地形効果によって形成されたコンターライト・ドリフト

*池田 尚史[1]、川村 喜一郎[1] (1. 山口大学大学院創成科学研究科)

11:15 ~ 11:30

[G-O-37]

駿河湾奥部富士川—田子の浦沖にかけての海底地形・地質特徴

*新井 仁菜[1]、佐藤 悠介[2]、柴尾 創士[1]、山本 玄珠[5]、石塚 治[3]、岡村 聡[4]、横山 由香[5]、平 朝彦[5]、坂本 泉[5] (1. 東海大学大学院海洋学研究科、2. 株式会社マリン・ワーク・ジャパン、3. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、4. 北海道土質試験協同組合、5. 東海大学海洋学部)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

2025年9月14日(日) 10:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[1oral101-07] T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

座長:郡山 鈴夏(フォッサマグナミュージアム)、山﨑 由貴子(特定非営利活動法人日本ジオパークネットワーク事務局)

10:00 ~ 10:15

[T9-O-1]

秋田県八峰町，泊海岸の上部中新統～鮮新統「素波里安山岩」にみられる枕状溶岩と偽枕状溶岩の共存の意義

*橋本 純[1]、安井 光大[2,3]、相澤 正隆[4]、井村 匠[5]、星出 隆志[6]、畠山 富昌[2]、秋元 裕子[3]、勝長 あかね[3]、勝長 嘉[3]、菊地 真由美[3]、斉藤 誠悦[3]、鈴木 和人[3]、鈴木 悟[3]、瀧本 孝子[3]、西出 静[3]、花下 哲[3]、藤枝 忠靖[3]、米森 咲[3]、澤藤 凌太[2]、林 信太郎[7] (1. ジオわーくサイエンス、2. 株式会社創研コンサルタント、3. 八峰白神ジオパークガイドの会、4. 北海道教育大学札幌校、5. 山形大学、6. 秋田大学、7. 秋田大学名誉教授)

10:15 ~ 10:30

[T9-O-2]

鉱物教科書から探るヒスイ輝石岩(硬玉)とネフライト(軟玉)の呼称の歴史

*小河原 孝彦[1] (1. フォッサマグナミュージアム)

10:30 ~ 10:45

[T9-O-3]

博物館特別展「ナウマン博士とひも解く日本の地質学の原点と未来」開催報告

*郡山 鈴夏[1]、香取 拓馬[1]、小河原 孝彦[1]、茨木 洋介[1]、竹之内 耕[1] (1. フォッサマグナミュージアム)

10:45 ~ 11:00

[1oral101-07-4add]

休憩

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:00 ~ 11:15

[T9-O-4]

江戸時代末期に因幡で活躍した石工「川六」の石造物に使われている玄武岩石材と鳥取市青谷町丸山崎の岩石の比較

*榎村 彩羽[1]、川村 教一[1]、佐野 恭平[1] (1. 兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科)

11:15 ~ 11:30

[T9-O-5]

山陰海岸ユネスコ世界ジオパークにおける，地質遺産サイトの定義と管理の現状と課題～IUGSによる地質遺産の国際的な重要性に関する評価ガイドラインを受けて～

*松原 典孝[1,2]、藤原 勇樹[2] (1. 兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科、2. 山陰海岸ジオパーク推進協議会)

11:30 ~ 11:45

[T9-O-6]

室戸ユネスコ世界ジオパークにおける地域連携自然科学リテラシー教育

*岩井 雅夫[1]、小笠原 翼[2,1]、柿崎 喜宏[3,1]、新名 阿津子[2]、村山 雅史[2,1] (1. 高知大学　海洋コア国際研究所、2. 高知大学、3. 室戸ユネスコ世界ジオパーク)

©日本地質学会

ハイライト講演
11:45 ~ 12:00
[T9-O-7]
DEEP TIMEとSHALLOW TIMEをつなぐ物語–『大地と人の物語』発行の意義–
*天野 一男[1] (1. 東京大学空間情報科学研究センター)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

2025年9月14日(日) 10:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[1oral101-07] T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

座長:郡山 鈴夏(フォッサマグナミュージアム)、山﨑 由貴子(特定非営利活動法人日本ジオパークネットワーク事務局)

10:00 ~ 10:15

[T9-O-1] 秋田県八峰町，泊海岸の上部中新統～鮮新統「素波里安山岩」にみられる枕状溶岩と偽枕状溶岩の共存の意義

*橋本 純[1]、安井 光大[2,3]、相澤 正隆[4]、井村 匠[5]、星出 隆志[6]、畠山 富昌[2]、秋元 裕子[3]、勝長 あかね[3]、勝長 嘉[3]、菊地 真由美[3]、斉藤 誠悦[3]、鈴木 和人[3]、鈴木 悟[3]、瀧本 孝子[3]、西出 静[3]、花下 哲[3]、藤枝 忠靖[3]、米森 咲[3]、澤藤 凌太[2]、林 信太郎[7] (1. ジオわーくサイエンス、2. 株式会社創研コンサルタント、3. 八峰白神ジオパークガイドの会、4. 北海道教育大学札幌校、5. 山形大学、6. 秋田大学、7. 秋田大学名誉教授)

キーワード：八峰白神ジオパーク、素波里安山岩、枕状溶岩、偽枕状溶岩

はじめに

水中火山岩において，低粘性マグマに由来する枕状溶岩は古くからよく知られている[1][2]。一方，水中を前進中の粘性の高い溶岩に湾曲した割れ目が発達し，これに沿って侵入した水で急冷され，分離したことで形成される偽枕状溶岩は阿蘇カルデラ内において初めて記載された[3]。これに類似した岩相（pseudo-pillow fracture）は，最近，岩手火山群網張火山の玄武洞溶岩流からも報告されている[4]。今回，演者らは秋田県八峰町の泊海岸における野外調査の段階で，上記に関連した興味深い産状を確認したので報告する。

泊海岸にみられる素波里安山岩

秋田県の北西部に分布する「素波里安山岩」は，藤里町～八峰町の東西約30kmに及んで点在し，最東部岩体，東部岩体，西部岩体に区分される。本岩体の全岩K-Ar年代は，岩体ごとにそれぞれ4.7Ma，6.6～3.9Ma，9.7～3.7Maであり，比較的長期にわたる火山活動の産物と考えられる[5][6]。八峰町に分布する西部岩体は，柱状節理が発達したマッシブ溶岩や自破砕溶岩，枕状溶岩，凝灰角礫岩と多様な野外産状が報告されているが[7]，今回さらに，泊海岸の水中火山岩相を①北東部エリアの火山性再堆積物，②南部エリアのハイアロクラスタイト，③西部エリアの枕状溶岩に大別した。

泊海岸の①北東部エリアは，下部が角礫支持の火山性再堆積物で，しばしば赤色酸化した角礫が混在する。一方，上部へ移るにつれ，葉理構造の発達した礫層へリズミックに漸移し，その傾斜は概ね西落ちである。なお下部には隣接する椿海岸のものと同様の流理構造を伴う柱状節理からなる安山岩片がごくまれに含まれることから，椿海岸の溶岩が先行して噴出したことが示唆される。②南部エリアのハイアロクラスタイトでは，しばしば多面体をなす偽枕状溶岩が認められ，北東部エリアの火山性再堆積物から漸移しているように見え，これらは同時異相の可能性がある。偽枕状溶岩は内部が明るい灰色を呈する安山岩で，薄い急冷周縁相（rind）を伴い，外形に垂直な内部割れ目が発達しているものの放射状を呈しない。③西部エリアの枕状溶岩は内部が黒色を呈する玄武岩で，北東部エリアの火山性再堆積物最上部の火山礫凝灰岩相の上位にN54W30Wの走向傾斜で接して分布する。この枕状溶岩は、親枕（1st pillow）から小さな娘枕（2nd pillow）が派生している様子や，厚い急冷周縁相（crust）が確認できる。内部断面には放射状割れ目が発達しているほか，しばしばhollow

©日本地質学会

も確認できる。また全長3メートルを優に超える pillow lobe も認められ，内部には放射状割れ目が一部みられる。

以上から，泊海岸では枕状溶岩と偽枕状溶岩が接していることが明らかになったが，水中火山岩の噴出モデル図でも，前者が玄武岩質～安山岩質，後者が安山岩質～流紋岩質マグマに由来するとされており[8]，両者が共存すること自体が極めて珍しい。

考察

泊海岸では枕状溶岩と偽枕状溶岩が接して産するが，これまで枕状溶岩と偽枕状溶岩が相伴って産する類例は報告されていない。枕状溶岩と偽枕状溶岩は，ともに水中に定置した溶岩として定義される。前者はpillow単体で冷却されるのに対して，後者はより大きな溶岩塊から急冷・分離したと考えられている。また，下位に分布する偽枕状溶岩は安山岩質，上位に分布する枕状溶岩は玄武岩質であり，性質の異なるマグマに由来する地質体が一箇所で共存している。産状と分布からみて，泊海岸一帯では，より東方の（少なくとも）二つの噴出源からの粘性の異なるマグマ同士が，ほぼ同時期に浅海域に流入した結果，枕状溶岩および偽枕状溶岩として一箇所に定置したと考えられる。

引用文献

[1]Rittmann, A.（1962）Volcanoes and their activities. Interscience Publisher, New York.
[2]山岸宏光（1973）火山, 18.
[3]Watanabe, K. and Katsui, Y.（1976）Jour. Min. Petr. Econ. Geol. 71.
[4]Hoshide, T., Ishibashi, N. and Iwahashi, K.（2024）Bull. Volcanol., 86.
[5]中嶋聖子・周藤賢治・加々美寛雄・大木淳一・板谷徹丸（1995）地質学論集, 44.
[6]土谷信之（1999）地調月報, 50.
[7]相澤正隆・安井光大・畠山富昌・井村　匠・鈴木和人・鈴木　悟・西出　静・林信太郎（2024）日本地質学会第131年学術大会講演要旨集.
[8]Yamagishi, H.（1987）Rep. Geol. Surv. Hokkaido, 59.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

2025年9月14日(日) 10:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[1oral101-07] T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

座長:郡山 鈴夏(フォッサマグナミュージアム)、山﨑 由貴子(特定非営利活動法人日本ジオパークネットワーク事務局)

10:15 ~ 10:30

[T9-O-2] 鉱物教科書から探るヒスイ輝石岩(硬玉)とネフライト(軟玉)の呼称の歴史

*小河原 孝彦[1] (1. フォッサマグナミュージアム)

キーワード：硬玉、軟玉、糸魚川ユネスコ世界ジオパーク

新潟市糸魚川で産出するヒスイ輝石岩(以下，ヒスイ)は，2016年に日本鉱物科学会によって日本の国石に認定された．過去にヒスイ（Jade）と呼ばれていた岩石は，ヒスイ輝石を主成分とする「硬玉（Jadeite）」と，透閃石などの角閃石からなる「軟玉（Nephrite）」の二つに大別される．両者の外観は酷似しているが，現在では全く別の鉱物として認識されている．本発表では，西洋の近代鉱物学が導入された明治時代から昭和初期にかけて出版された教科書や専門書を渉猟し，硬玉と軟玉の呼称が日本でどのように導入され，どのような混乱を経て，いかにして正しく区別・定着していったのか，その歴史的変遷を文献に基づき詳細に報告する．

江戸時代まで，日本の鉱物に関する学問は，中国から伝来した薬物を研究する本草学の系譜にあった．小野 蘭山が著した『本草綱目啓蒙』（19世紀）には，「翡翠」について「かわせみの鳥の羽の青みどりに似て」いることから名付けられたとあり，その美しい語源が示されている．しかし，これはあくまで博物学的な記述であり，鉱物学的な組成や物理的性質に基づく分類ではなかった．

明治維新を迎え，政府が富国強兵政策のもとで鉱山開発や資源探査を推進すると，西洋から近代地質学・鉱物学が積極的に導入された．ナウマン（H. E. Naumann）をはじめとするお雇い外国人教師により，近代的な鉱物教育が始まったが，ヒスイを含む鉱物の名称は当初大きな混乱の中にあった．例えば，1876年（明治 9年）に文部省が発行した『百科全書 鉱物篇』では，「翡翠玉」をエメラルド（翠玉）と記載している．さらに1880年（明治13年）の『鉱物字彙』では「翡翠石」が「金星石」と同一とされ，1892年（明治25年）の官報では，その「金星石」が商業製品としての「雲母（Mica）」を指すと掲載されるなど，用語の定義は極めて曖昧で，安定していなかった．

著者が国立国会図書館で調査した限り，「硬玉」「軟玉」の訳語が日本の文献に初めて登場するのは，1894年（明治27年）に出版された敬業社編『普通鉱物学教科書』である．しかし，この教科書では硬玉（Jadeite）と軟玉（Nephrite）の性質が完全に入れ替わって記述されていた．本来は輝石の一種である硬玉を角閃石とし，角閃石の一種である軟玉を輝石と説明して，硬度も誤って記載している．この重大な誤りは，一度だけではなく．東京帝国大学で教鞭をとった西松二郎，脇水鉄五郎，比企忠といった，当時の日本の地質学・鉱物学を牽引した権威ある学者たちが編纂した教科書においても，この誤りがそのまま引き継がれ，改訂版ですら訂正されることはなかった．その結果，1894年（明治27）年から1908年（明治41）年にかけて出版された鉱物関連の専門書や教科書19冊を調査したところ，その内の16

©日本地質学会

冊，割合にして84%でこの誤りが確認された（図1）．この誤用の原因を本研究では特定できなかったが，彼らが参考にしたと考えられる海外の教科書（例えばA Text-book of Mineralogy, 1877）に誤用はなく，日本での翻訳・編纂過程で生じた混同が，学界の権威によって再生産・固定化されてしまったものと推察される．
この硬玉と軟玉の誤用は，大正時代（1912年）以降になると解消される．坂田勲『最新鉱物界精義』1925（大正14）年や，木下亀城らによる『鉱物学概論』1933（昭和8）年などでは，硬玉と軟玉を正しく区別して記載されるようになった．

明治期の日本における近代鉱物学の受容過程において，ヒスイ（硬玉）とネフライト（軟玉）の呼称と定義には，約15年間にも及ぶ深刻な混乱期が存在した．この混乱は，学界の権威が執筆した教科書を通じて広く浸透したが，大正期以降にようやく修正され，正しい知識が教育現場に普及した．この事例は，外見が酷似した硬玉と軟玉という鉱物の識別という本質的な困難さに加え，海外の学術知識を自国の言語体系へ正確に導入し，定着させることの複雑さと重要性を示す好例と言えるだろう．

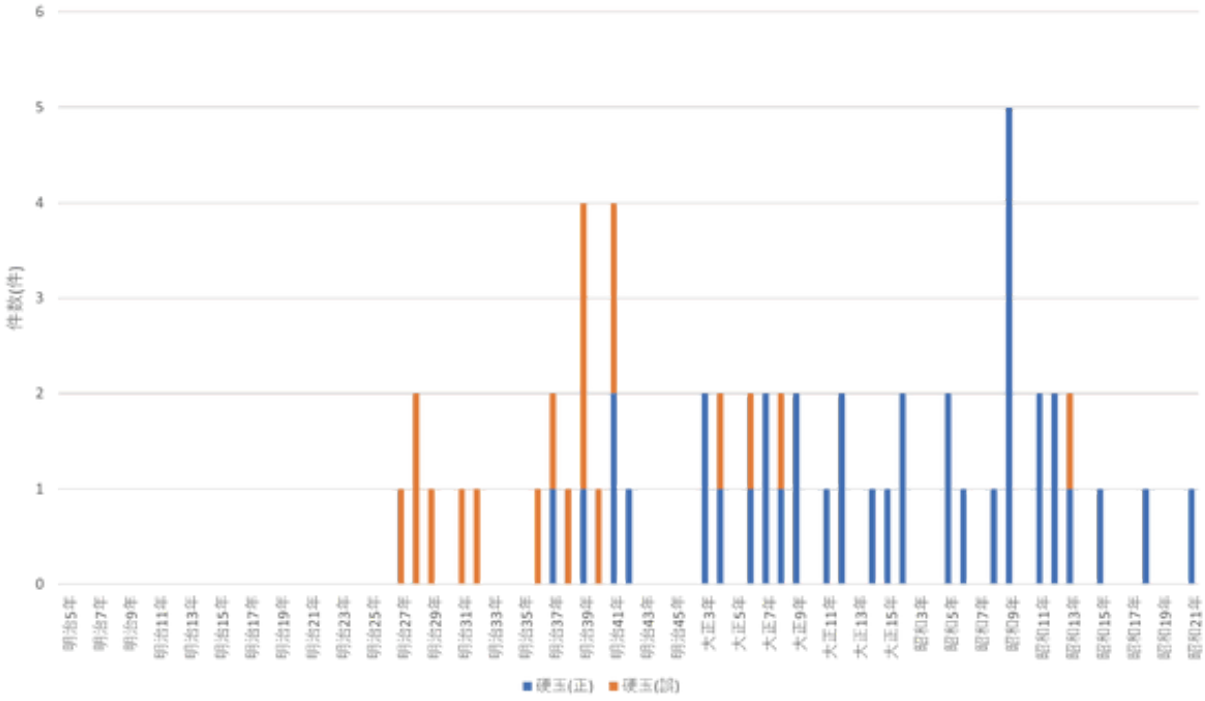


図１　鉱物教科書における硬玉（ヒスイ）表記の正誤件数

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

2025年9月14日(日) 10:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[1oral101-07] T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

座長:郡山 鈴夏(フォッサマグナミュージアム)、山﨑 由貴子(特定非営利活動法人日本ジオパークネットワーク事務局)

10:30 ~ 10:45

[T9-O-3] 博物館特別展「ナウマン博士とひも解く日本の地質学の原点と未来」開催報告

*郡山 鈴夏[1]、香取 拓馬[1]、小河原 孝彦[1]、茨木 洋介[1]、竹之内 耕[1] (1. フォッサマグナミュージアム)

１　はじめに

新潟県糸魚川市は、日本列島を東西に分断する糸魚川‐静岡構造線や国石ヒスイなど地質資源に恵まれた地域である。2009年には日本初のジオパークに認定され、地質遺産を生かした地域づくりに取り組んできた。

拠点施設であるフォッサマグナミュージアムは、「ヒスイと化石　日本列島の成り立ちがわかる博物館」をテーマに、糸魚川の地質やヒスイ、日本列島の形成をわかりやすく紹介している。地域に根差した市営の博物館として、資料の収集・研究・普及を行っている。

本館名の由来「フォッサマグナ」を提唱したナウマン博士が、今年で来日150年を迎えることから、その功績を紹介する特別展を開催した。以下に報告する。

２　ナウマン博士来日150周年

ハインリッヒ・エドムント・ナウマン（Heinrich Edmund Naumann, 1854年～1927年）はドイツ出身の地質学者であり、「日本地質学の父」と称される。1875（明治８）年に20歳で来日し、以降10年間にわたり日本各地で地質調査を行い、日本初の本格的な地質図（北海道を除く）を完成させた。また、地質調査所の設立や地質学者の育成にも尽力するなど、日本近代地質学の基礎を築いた。

2025年は博士の来日から150年の節目にあたり、当館ではその功績を振り返る特別展を開催した。特別展は博士の業績を紹介するとともにそれが現在の研究や生活とどのようにつながっているかを示す内容とした。

３　特別展開催報告

特別展の概要は以下の通り。地質の日と合わせて５月10日からの開催した（Fig１：特別展ポスター）。

会期：2025年５月10日（土）～７月６日（日）
場所：糸魚川フォッサマグナミュージアム（新潟県糸魚川市一の宮1313）
来場者数：11,879人

メイン展示は、会場全体の床面を使ったすごろく形式で、ナウマン博士の日本での10年間の歩みをたどる構成とした。歴史展示は年表形式が一般的だが単調になりやすく、来館者の興味を引きにくい。そこで当館では、体を使って楽しみながら学べるよう、床面を使ったすごろく形式の展示を試みた。結果として、子どもたちがマスを追って展示を楽しむ様子が見られ、体感型展示の効果が確認された（郡山,2024）。

床面の展示は、博士の研究と現代の地質学の発展へとつなぐ４つの分岐で構成した。

分岐①：フォッサマグナの発見（Naumann,1893：山下,1996）と糸魚川静岡構造線

©日本地質学会

分岐②：火山研究（Naumann,1877：山下,1996）と現代の活火山の観測体制
分岐③：日本最古の化石の発見（Naumann,1881：山下,1996）と最古更新の歴史
分岐④：地磁気の発見（Naumann,1883；山田・矢島,2014）とチバニアンの認定
博士の業績を過去の事実に留めずに、それらが現在の研究や私たちの暮らしとどう結びついているかを、展示とパネルで示した。
ゴール地点では、日本列島の地質図の完成と発表、そして博士が設立に尽力した地質調査所（現・産業技術総合研究所地質調査総合研究センター）による、現在の地質図作成の取り組みを紹介した。

本特別展に合わせて２回の講演会を開催した。初日は「地質の日」に合わせて、日本地質学会主催の「ナウマン来日150年　その功績と足跡を辿る」と連動し、オンライン配信も実施。講師は、日本でのナウマン博士研究の第一人者、矢島道子氏（東京都立大学）。博士の人柄や業績についてご講演いただいた。
また、学術講演として片山郁夫氏（広島大学）による「水の惑星『地球』の未来のすがた」も実施。片山氏は日本地質学会が設けた「H.Eナウマン賞」の初代受賞者であり、本特別展の講演会にふさわしい講師であった。
初日のオープニングセレモニーには多くの来館者が訪れ、講演会には80名を超える現地参加があった。ナウマン博士の知名度とその功績への関心の高さを実感する機会となった。博士が築いた日本地質学の礎は、現在の地質研究につながっている。本特別展を通じて、多くの来館者と共有することができた。

引用文献
郡山鈴夏（2024）糸魚川フォッサマグナミュージアムにおける体感型展示物作成．第32回全国科学博物館協議会研究発表大会要旨,199‐204．
Naumann, E.（1893）日本の地質と地理への新貢献‐フォッサマグナ‐*＊
Naumann, E.（1877）火山島大島とその最新の噴火．*
Naumann, E.（1881）北部日本における三畳紀層の産出について．
＊邦訳：山下昇.(1996)「日本地質の探求‐ナウマン論文集‐」，東京大学出版会，東京，403p．
Naumann, E.（1883）日本における地磁気偏角の永年変化に関する覚書．邦訳：山田直利・矢島道子（2014）GSJ地質ニュース，3，334–345．

©日本地質学会



Fig.1 特別展ポスター

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

2025年9月14日(日) 10:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[1oral101-07] T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

座長:郡山 鈴夏(フォッサマグナミュージアム)、山﨑 由貴子(特定非営利活動法人日本ジオパークネットワーク事務局)

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:00 ~ 11:15

[T9-O-4] 江戸時代末期に因幡で活躍した石工「川六」の石造物に使われている玄武岩石材と鳥取市青谷町丸山崎の岩石の比較

*榎村 彩羽[1]、川村 教一[1]、佐野 恭平[1] (1. 兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科)
キーワード：ジオパーク、帯磁率、文化財、石材

山陰海岸ジオパークエリア西部である鳥取市青谷地区を中心に,江戸時代末期に活躍した石工である尾崎六朗兵衛（通称「川六」，生年不明－慶応元(1865)年没：鳥取市あおや郷土館，2016）は，地元産の安山岩を用いて狛犬や灯籠を作製したとされている（大森，2007）。しかし，川六の作品について岩石学的な記載はされておらず，使われている岩石の産地は明らかとなっていなかった。そこで榎村ほか(2025a，b）は，川六作品の石造物の肉眼観察を行い，石材は安山岩と玄武岩に大別できることを明らかにした。本発表では，川六の石造物と露頭について，岩石記載と帯磁率に関するデータを加え，採石地に関する議論を深める。本研究は，江戸時代末期の因幡地方における，石材という地質資源とその消費の一端を明らかにするための基礎資料となるものである。有名な石工の石造物の石材産地を推定することで，山陰海岸ジオパーク内の地元住民の郷土愛を育むことや，観光に活かせるといった地域活性化に繋がると考える。

調査地の地質は，鳥取市青谷町亀尻地区を模式地とする鮮新世亀尻玄武岩を，鮮新世鉢伏安山岩と呼ばれる安山岩質溶岩が覆っており，各溶岩流でできた山の合間に河川が流れ，平野部は河川堆積物が堆積している（村山・大沢，1957）。亀尻玄武岩は，上部層が玄武岩，下部層が粗粒玄武岩である（村山・大沢，1957）。調査対象は，鳥取市あおや郷土館（2016）の川六製品のリストにある38基の石造物と，鳥取市青谷町丸山崎の露頭である。石造物は鳥取県鳥取市西部と鳥取県湯梨浜町東部に分布している。露頭は亀尻玄武の露出箇所である。調査では，岩石の肉眼観察の上，帯磁率計測と検鏡記載を行った。

帯磁率計測の方法は，岩石の表面が出来るだけ平らな箇所で，帯磁率計のセンサー中央部から石造物の端の半径が 64 mm以上，石造物の厚さが 38 mm以上になる場所を選定し，20回測定し平均値を求めた（Emura et al., 2024）。

丸山崎では，採石のための矢穴痕が複数見つかった。転石の岩相観察の結果，転石は暗灰色の斑状組織で，斜長石・橄欖石・普通輝石を含み，それらの大きさは斜長石については最大約8mm，その他の鉱物は最大約3mm であった。亀尻玄武岩上部層と，玄武岩の石造物の一部（灯籠の柱の多く）の岩相は類似している。玄武岩の石造物の帯磁率平均値の最小値は 9.17×10^{-3}[SI] ，最大値は39.5×10^{-3}[SI] ，亀尻玄武岩の露頭の帯磁率平均値の最小値は 29.8×10^{-3}[SI] ，最大値は30.8×10^{-3}[SI]であった。5点 の石造物部材と2点の露頭の帯磁率の平均値における T検定では有意差がある。そのため，丸山崎のみで採石していた可能性は低い。今後の展望として，石材の産地候補となるほかの露頭を探し，石造物との比較を行う予定である。

引用文献　: Emura，A. et al.：Magnetic susceptibility measurement using simulated rock

©日本地質学会

samples and application to the stone used in Himeji Castle， a World heritage site. The 37th International Geological Congress ; T27-S11。榎村彩羽・川村教一・佐野恭平（2025a）：江戸時代末期に因幡で活躍した石工「川六」の石造物における石材の特徴. 第8回文化地質研究会学術大会。榎村彩羽・川村教一・佐野恭平（2025b）江戸時代末期に因幡で活躍した石工「川六」の石造物に使われている石材の産地推定. JpGU2025年大会MIS10-02。村山正朗・大沢穠（1957）：5 萬分の 1 地質図幅説明書　鳥取北部・鳥取南部。大森昌衛（2007）：石工物語（8）ー山陰地方の石材と石工ー。65ページ，地学教育と科学運動，**55**。鳥取市あおや郷土館（2016）：没後150年記念川六因州が誇る幕末の名石工。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

2025年9月14日(日) 10:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[1oral101-07] T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

座長:郡山 鈴夏(フォッサマグナミュージアム)、山﨑 由貴子(特定非営利活動法人日本ジオパークネットワーク事務局)

11:15 ~ 11:30

[T9-O-5] 山陰海岸ユネスコ世界ジオパークにおける，地質遺産サイトの定義と管理の現状と課題～IUGSによる地質遺産の国際的な重要性に関する評価ガイドラインを受けて～

*松原 典孝[1,2]、藤原 勇樹[2] (1. 兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科、2. 山陰海岸ジオパーク推進協議会)

キーワード：ジオパーク、地質遺産、評価、国際的な重要性

ジオパークは，国際的に重要な地質遺産を有する地域を，保護，教育，持続可能な開発の包括的なアプローチで管理する統一された地域である．ユネスコ世界ジオパークは，正しく評価された「国際的に重要な地質遺産」を有することが重要だが，それも含むすべての地質サイト・地質遺産について，リスト化やそれぞれの学術情報に基づいた価値の評価，適切な管理運営が求められる．山陰海岸ユネスコ世界ジオパーク（以下山陰海岸UGGp）における，地質サイト・地質遺産の定義と管理について，その現状と今後の取組について論ずる．

＜山陰海岸ユネスコ世界ジオパークにおける“ジオサイト”の定義と管理＞

2010年に世界ジオパークになった山陰海岸UGGpは，世界的価値としての玄武洞のほか日本海拡大を記録した地層群，日本海拡大前のユーラシア大陸の一部だった時代の花崗岩などからなる岩石海岸，日本海形成後の火山活動や地形形成に関わる火山岩類や砂丘など，多数の地質サイト・地質遺産を有する．山陰海岸では，2010年の世界審査を前に，これら地質サイト・地質遺産の評価と区分を行い，旧町村程度のある程度の地理的広がりを持った範囲を「ジオエリア」，徒歩で散策可能な小範囲を「ジオサイト」，個々の露頭などを「ジオスポット」と定義し，管理運営を行った．それぞれの価値や保全レベルの評価については，国立公園内であるかどうかや国の名勝や国指定天然記念物かどうか，あるいは市町指定文化財なのか，などに基づいてジオサイトやジオスポットのレベルで行った．ジオエリアは必ずしも法の下で保全されていない範囲も含まれ，まれにジオサイトでも法の下にない範囲も含んでいた．2010年の審査では「ジオエリア」という用語が単一の統一された地理的エリアである「ジオパーク」と混同されよろしくないと指摘され，その後使用を見合わせた．一般向けの地図や冊子を作成するにあたって，「ジオサイト」という言葉が一般に普及しておらずわかりにくいという意見が学術部会で出され，視認できるわかりやすい露頭や地形，サイトを「見どころ」と呼ぶことにした．その後の山陰海岸ジオパーク保護保全管理計画の策定（平成２６年７月）と改訂（平成３０年５月）に当たっては，上記の分類やサイトの呼び名を再定義し，以下のようにした．まず，地質遺産について，ジオパーク保全推進区域を定義し，地質遺産は必ずこの範囲に入っているものとした．ジオパーク保全推進区域とは，山陰海岸ジオパークの保護保全に有効な各種法令のうち，「鉱物の掘採」を規制する４つの法令（自然公園法，自然環境保全法，文化財保護法，景観法）の範囲である．次に，構成要素を「見どころ」とし，このうち，地形・地質的価値が認められているものを「見どころ（ジオ）」，生物的価値が認められているものを「見どころ（自然）」，歴史文化的価値が認められているものを「見どころ（文化）」と分類した．このうち，「見どころ（ジオ）」は，前述のジオパーク保全推進区域に含まれるものであり，この法的保護下にある見どころ（ジ

©日本地質学会

オ）の集まりを「地形地質遺産」と呼ぶこととした．ジオパーク保全推進区域外で新たに地形・地質的価値が認められる見どころが見つかった場合は，法令の整備により区域の拡大を行なうなど，見どころの保護保全に必要な措置を講じる．こうして定義した地形地質遺産の「見どころ（ジオ）」を対象に，学術部会・保護保全部会委員や環境省職員，府県市町担当者，地元ガイドが，定期的に見どころに出向き，現地の現状や保護保全活動の状況について調査，分析を行う．それらを踏まえ，各地質遺産や「見どころ（ジオ）」について，それぞれの科学的特徴，保全・活用状況，課題などについてリスト化・管理している．一方で，各地質遺産や「見どころ（ジオ）」の重要度などによるランク付けなどはしていない．そのため，特にどこを優先的に整備すべきか，調査・研究すべきか，などは判断しづらい状況にある．加えて，「見どころ（ジオ）」に明確な境界を設けていないため，どこまでをどのように保全すべきかの議論が明確にできていない．

＜IUGSによる地質遺産の国際的な重要性に関する評価ガイドラインを受けて＞

2023年，IUGSより地質遺産の国際的な重要性に関する評価ガイドラインが出された．山陰海岸UGGpでは，新たにこのガイドラインに従って，地質遺産の再分類と再定義を行い，適切な管理運営ができるよう試みている．具体的には，IUGSが提案する11の地質学的関心のタイプに基づいて地質サイト・地質遺産を分類し，加えてその特徴から明確な地質遺産の範囲を決定する．また，科学的重要度や，文化財としての価値などからランク付けし，優先的に整備すべきサイトの明確化を行う．これらにより，今後より適切な地質遺産の管理運営が行われることが期待できる．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

2025年9月14日(日) 10:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[1oral101-07] T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

座長:郡山 鈴夏(フォッサマグナミュージアム)、山﨑 由貴子(特定非営利活動法人日本ジオパークネットワーク事務局)

11:30 ~ 11:45

[T9-O-6] 室戸ユネスコ世界ジオパークにおける地域連携自然科学リテラシー教育

*岩井 雅夫[1]、小笠原 翼[2,1]、柿崎 喜宏[3,1]、新名 阿津子[2]、村山 雅史[2,1] (1. 高知大学　海洋コア国際研究所、2. 高知大学、3. 室戸ユネスコ世界ジオパーク)

キーワード：ジオパーク、地域連携、自然科学リテラシー、自然災害リスクマネジメント、黒潮圏

国連では「持続可能な開発目標(SDGs)」が定められ、日本では政府・内閣府がトップダウン政策 「Society 5.0」を推進、その一方で、地形・地質・植生・風土・文化の連関を重視し、ボトムアップで持続可能地域創生をめざすジオパーク活動が、2015年11月17日、第38回ユネスコ総会を経て、ユネスコの正式事業となり、国内には10地域がユネスコ世界ジオパークとして認定されている。
高知大学では、地域との連携協定を基盤に室戸ジオパーク設立にいち早く動きだし、国内で４地域目、四国初で未だ唯一のユネスコ世界ジオパークの活動を支え続けてきた。また、理学部から理工学部への改組 （2017年度）に際し、室戸世界ジオパークセンター内にサテライトラボ（高知大学「地（知）の拠点整備事業KICS」のサテライト教室）を整備、ジオパーク専門員を本学の客員教員に招聘、地域と連携した高大連携教育体制を実践してきた。「地域との協働による高等学校教育改革推進事業」（2019-2021年度）に室戸高校がいち早く採択され、室戸ユネスコ世界ジオパークや室戸市との連携のもと、国内外のジオパークやジオパーク内の高校生・大学生との交流機会増強を推進すべくアドバイスを行い、その結果、文部科学省指定グローカル型地域協働推進校探究成果発表委員会主催の全国高等学校グローカル探究オンライン発表会で、室戸高校は2年連続金賞・銀賞（初年度の金賞は最優秀賞）を受賞するなど華々しい成果を上げた。室戸市は事業終了後も室戸高校の若手人材を継続して支援する体制や卒業後もアンバサダーとして地元活性化に貢献しつづける体制を準備し、持続可能地域創生に必要不可欠な人材育成体制を構築、若手人材の流出に歯止めをかけ、外部からの若手人材流入など、持続可能地域創生に向けた体制が着実に動き出している。さらに我々はJSTさくらサイエンス事業（岩井、2024)や内閣府青年の船事業、地域課題を共に解決するProject Based Learningプログラム や、防災学習プログラムの開発により、国内外若手人材との異文化国際交流機会も徐々に増やしてきた。
ジオパークを活用した地域連携自然科学リテラシー普及啓発教育活動並びに異文化交流推進は、国際コミュニケーション力を有する地域の現役・次世代人材の育成に重要な役割をはたし、ボトムアップ型持続可能地域創生の起爆剤になりうる。

引用文献
岩井雅夫（2024） JSTさくらサイエンスプログラム2023年度活動レポート（一般公募プログラム）第 122号https://ssp.jst.go.jp/report/2023/k_vol122.html

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

2025年9月14日(日) 10:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[1oral101-07] T9 ［トピック］大地と人間活動を楽しみながら学ぶジオパーク

座長:郡山 鈴夏(フォッサマグナミュージアム)、山﨑 由貴子(特定非営利活動法人日本ジオパークネットワーク事務局)

ハイライト講演

11:45 ~ 12:00

[T9-O-7] DEEP TIMEとSHALLOW TIMEをつなぐ物語–『大地と人の物語』発行の意義–

*天野 一男[1] (1. 東京大学空間情報科学研究センター)

【ハイライト講演】 日本地質学会が各地のジオパークに伝わる伝承や神話，風土記などの文化的ストーリーと，それに対応する地質現象を結びつけて紹介する『大地と人の物語』を出版した．本書を通じて，様々な地質現象と，それに対応して暮らしてきた人々の知恵や文化を，統合的に理解し，地球規模の長い時間軸すなわち「ディープタイム」へと想像力を広げていくことができる． ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：ジオパーク、ビッグヒストリー、ディープタイム、シャロータイム、伝承

本講演では，近代地質学の成立とその核心概念である「ディープタイム（DEEP TIME）」の意義を出発点に，現代における人間と地球との関係性を，ジオパークおよびビッグヒストリー（Big History）の枠組みを通じて考察する。18世紀末，ジェームズ・ハットンらの研究により近代地質学が誕生した[1]。このとき提示されたのが，地球の歴史が人間の時間感覚をはるかに超える膨大な時間，すなわち「ディープタイム」のスケールで進行してきたという概念である。これは，人類史とは桁違いの長さを持つ地質学的時間の中で，大地がゆっくりと変化してきたことを意味する。例えば山脈の形成やプレート運動，火山活動，堆積作用などは数万年〜数百万年単位で進行する現象であり，それらの蓄積の上に現在の地形や環境が存在する。こうした地球規模の長い時間軸で歴史をとらえる視点は，近年注目されている「ビッグヒストリー（Big History）」にも通じている。ビッグヒストリーは，宇宙誕生（ビッグバン）から始まり，銀河や恒星の形成，地球の進化，生物の出現，人類の誕生に至るまでの約138億年の流れを，一つの連続した物語として描く試みである[2]。この枠組みにおいては，人間の歴史は宇宙全体のスケールの中で捉え直され，私たちの存在が自然史の一部であることがより明確になる[3]。

このような超長期的な視座は，地球の成り立ちとそこに生きる人間との関係を考えるうえで非常に重要であり，ジオパークの活動とも深く結びついている。ジオパークは，単に地質的に貴重な景観を保護し観光資源として活用する場ではない。それは，大地と人間との共生の歴史を，科学的・文化的両面から学び，次世代へと継承していくための「場」である。ジオパークにおいては，火山活動や地震，隆起・侵食などの自然現象と，それに対応して暮らしてきた人々の知恵や文化を，統合的に理解することが求められる。しかし，ジオパークを訪れる多くの一般の人々は，日常生活に根ざした「シャロータイム（SHALLOW TIME）」，すなわち数十年から百年単位の時間スケールで生きており，ディープタイムという桁違いの時間感覚を体感的に理解することは難しい。こうしたギャップを埋めるためには，地質学的知識を直接的に伝えるだけでなく，人々に親しみやすい語り口や物語性を用いて，ディープタイムへと想像力を広げていく工夫が求められる。

その具体的試みの一つが，日本地質学会がこのたび出版した書籍『大地と人の物語』[4]で

©日本地質学会

ある。本書は，全国各地のジオパークに伝わる伝承や神話，風土記などの文化的ストーリーと，それに対応する地質現象を結びつけて紹介している。たとえば，ある地方で語り継がれる神話に登場する山や岩が，実は数百万年前の火山噴火や地殻変動によって形成されたものであることを科学的に解説しつつ，それが地域の人々にどのような意味を持って語られてきたかを描いている。こうした手法は，地質学的知見と人文的感性を融合させるものであり，学際的なアプローチとして高く評価される。『大地と人の物語』は，単なる解説書ではなく，一般の読者にディープタイムのスケールで物事を捉えるきっかけを与えるという点で，重要な教育的・啓発的意義を持っている。これにより，ジオパークという場が単なる観光地ではなく，私たちの存在を大きな地球の物語の中で見直す「思考の場」として機能する可能性が開かれる。本講演では，こうしたディープタイムの概念とビッグヒストリーの視座を背景に，ジオパークの果たす役割や教育・普及の可能性について紹介し，理系と文系の融合による新たな地球理解の方向性を提示したい。

［参考文献］

1. ジャック・レプチェック, 2004, ジェイムス・ハットン–地球の年齢を発見した科学者. 春秋社，（平野和子訳）．
2. デイビッド・クリスチャン, 2019, オリジン・ストーリー–138億年全史．筑摩書房，（柴田裕之訳）．
3. 片山博文, 2024, 人新世のヒューマニズム–138億年のビッグヒストリーから読み解く現代．桜美林大学出版会, 217pp.
4. 日本地質学会編, 2025, 大地と人の物語–地質学でよみとく日本の伝承．創元社, 168pp.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月14日(日) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[1oral201-11] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:足立 達朗(九州大学)、北野 一平(北海道大学総合博物館)

学生優秀発表賞エントリー ECS

8:45 ~ 9:00

[T1-O-1]

地球化学モデリングによる飛騨帯ジュラ紀深成岩類の成因の再検討

*三上 航大[1]、水上 知行[1] (1. 金沢大学)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

9:00 ~ 9:15

[T1-O-2]

宮崎県、尾鈴山酸性岩体に産するS-type花崗岩類における下部地殻の部分溶融と組成変化

*北代 拓人[1]、志村 俊昭[1] (1. 山口大学)

学生優秀発表賞エントリー

9:15 ~ 9:30

[T1-O-3]

鳥取県大山に産する変成花崗岩ゼノリスから示唆される山陰地域の地下岩石構造

*高橋 瑞季[1]、遠藤 俊祐[1]、中野 伸彦[2]、足立 達朗[2] (1. 島根大学、2. 九州大学)

9:30 ~ 9:45

[T1-O-4]

島根県雲南地域，金成変成岩に産する亜鉛スピネル＋石英＋紅柱石の共生

*志村 俊昭[1]、山根 季里[1,2]、郷田 翔一[3,4] (1. 山口大学、2. サンコーコンサルタント株式会社、3. 新潟大学、4. 鉄道機器株式会社)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

9:45 ~ 10:00

[T1-O-5]

東南極セール・ロンダーネ山地ブラットニーパネに産するザクロ石－黒雲母片麻岩中の超高温変成作用を示唆するルチル

*権藤 洸人[1]、河上 哲生[1]、東野 文子[1]、足立 達朗[2]、宇野 正起[3] (1. 京都大学、2. 九州大学、3. 東京大学)

10:00 ~ 10:15

[T1-O-6]

ボヘミア地塊東部に産するザクロ石かんらん岩の変成温度圧力条件

*中村 大輔[1]、吉田 現[1] (1. 岡山大学)

10:15 ~ 10:30

[1oral201-11-7add]

休憩

10:30 ~ 11:00

[T1-O-7]

©日本地質学会

［招待講演］中・古生代における北東アジアのテクトニクスと原日本列島の起源

*川口 健太[1] (1. 広島大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:00 ~ 11:15

[T1-O-8]

舞鶴帯北帯に産する河守変成岩のP–T履歴とU–Pb年代が示す東アジアのテクトニクス

*室井 颯太[1]、川口 健太[1]、Das Kaushik[1]、中野 伸彦[2]、早坂 康隆[3] (1. 広島大学、2. 九州大学、3. 天草市立御所浦恐竜の島博物館)

ECS

11:15 ~ 11:30

[T1-O-9]

Hydrothermal Alteration and Porosity Evolution of Lower Crust: Plagioclase Replacement by Epidote in the Khantaishir ophiolite, Western Mongolia

*OTGONBAYAR DANDAR[1], ATSUSHI OKAMOTO[1], MASAOKI UNO[2], NORIYOSHI TSUCHIYA[1,3] (1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 2. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 3. National Institute of Technology, Hachinohe College)

11:30 ~ 11:45

[T1-O-10]

九州北西部雷山-糸島半島周辺の高温型変成岩の温度圧力構造と領家火山弧西方延長の可能性

*宮崎 一博[1]、村岡 やよい[1]、池田 剛[2]、西山 忠男[3] (1. 産総研地質調査総合センター、2. 九州大学理学部、3. 熊本大学理学部)

11:45 ~ 12:00

[T1-O-11]

K-Ar geochronology of Abukuma metamorphic belt in NE Japan: towards a formation model of the plutonic metamorphic belt over 1,000km

*板谷 徹丸[1] (1. 蒜山地質年代学研究所)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月14日(日) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[1oral201-11] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:足立 達朗(九州大学)、北野 一平(北海道大学総合博物館)

学生優秀発表賞エントリー ECS

8:45 ~ 9:00

[T1-O-1] 地球化学モデリングによる飛騨帯ジュラ紀深成岩類の成因の再検討

*三上 航大[1]、水上 知行[1] (1. 金沢大学)

キーワード：飛騨帯、熱力学モデリング、深成岩

飛騨帯は大陸地殻の断片と考えられている地質帯で、化学的に多様な変成岩とペルム紀—三畳紀およびジュラ紀に貫入した深成岩からなる。本研究で取り扱うジュラ紀深成岩類は、海洋沈み込み帯への移行期の地殻深部プロセスを記録していると考えられる（例えば、Takahashi et al., 2018 IslArc）。ジュラ紀深成岩類について、主に同位体データに基づく分類と成因の提案がある（Arakawa, 1990. ChemGeol; Tanaka, 1992 J Sci Hiroshima Univ, C）。Arakawa（1990 ChemGeol）やArakawa & Shinmura (1995 ChemGeol)は$^{87}Sr/^{86}Sr$初生値（ジュラ紀）が低く、多様性のないものをType1岩体（打保、下之本、神岡複合（船津）、大熊山、毛勝岳）、$^{87}Sr/^{86}Sr$初生値が高く、多様性を持つものをType2岩体（庄川、八尾、宝達山、流葉山、早月川）に分類した。岩相分布はType1岩体が正累帯、Type2岩体は逆累帯を示す。これら同位体的特徴と岩体構造を説明できるモデルとして、Type1は苦鉄質マグマからの分別結晶作用、Type2は苦鉄質マグマと地殻物質の混合とその後の分別結晶作用を成因として提案した。この成因の議論には２つの問題点がある。まず、全岩化学組成変化の定量的評価が十分とは言えない。また、始原マグマについて、島弧下マントルに由来するマフィックマグマ（Arakawa & Shinmura, 1995 ChemGeol; Arakawa et al., 2000 Tectonophys)と下部地殻の溶融マグマ（田中・大坪, 1987 地球科学)の２つの提案がある。そこで本研究では、熱力学計算と元素分配モデルを組み合わせて、ジュラ紀深成岩体のRb、Srとその同位体比組成、主要元素の変化を定量的に評価し、先行研究で提案された成因モデルの検証を試みる。始めに、近年のジルコンU-Pb年代学の知見（Ishizaka & Yamaguchi, 1969 EPSL; Zhao et al., 2013 IslArc; Takehara & Horie, 2019 IslArc; 竹内ほか, 2019 地質雑; Yamada et al., 2021 JMPS）を加味して、各岩体の形成時期を整理する。ジュラ紀のジルコンU-Pb年代が得られているType1岩体は、打保、下之本、大熊山、毛勝岳、Type2岩体は、庄川、八尾、宝達山、早月川である。かつてType1深成岩体に分類された神岡複合（船津）岩体（加納・渡邊, 1995 地質雑）では、眼球状花こう岩（242.6±1.8MaのジルコンU-Pb年代）を除き、Rb-Sr同位体がジュラ紀のアイソクロンに乗る岩石群（柴田・野沢, 1984 岩石鉱物鉱床学会誌）を解析に含めた。分別結晶の計算には熱力学ソフトウェアのMAGEMin（Riel et al., 2022 G-cubed）を使用した。モデリングの各ステップで分別される鉱物相にRb、Srの分配係数を設定し（斜長石以外：Rollinson, 1993 *In* using geochemical data (text book) ; 斜長石: Dohmen & Blundy, 2014 AmJSci; Icenhower & London, 1996 AmMin）、マグマの微量元素組成を計算した。含水量は1wt%と5wt%で計算した。Type1の出発物質として、海洋弧玄武岩(Ge et al., 2016 SciAdv)、打保岩体閃緑岩（Arakawa & Shinmura, 1995 ChemGeol）、下之本岩体閃緑岩（Tanaka, 1992 J Sci Hiroshima Univ, C）の３種を検討した。Type2の化学的多様性については、DePaolo (1981 EPSL)のAFCモデルと、MAGEMinを用いて大陸地殻物質の寄与を検討した。同化する地殻物質として飛騨帯の変成岩を想定し

©日本地質学会

た。出発物質は海洋弧玄武岩を用いた。今回のType1岩体の分別結晶作用モデリングでは、主要・微量元素組成を同時に説明することが難しいことが分かった。Type1岩体のSrのSiO_2に対する減少傾向は斜長石の分別を必要とするが、一方でそのような組成の斜長石の分別はAl_2O_3を急激に減らすため、岩石の組成分布を説明することができない。高Na_2O/CaOでRbに富むメルトを出発物質とすれば実際の岩石組成により適合する。そのような特徴は大陸地殻岩石に見られる。飛騨変成岩を同化させるDePaolo (1981 EPSL)のAFCモデルでは、Type2だけでなくType1のRb-Sr同位体組成分布にも適合する条件が見つかる。MAGEMinによるAFCモデルで得られる全岩組成も同様である。以上から、マフィックマグマへの地殻の同化と結晶作用が単純かつ包括的な説明と言える。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月14日(日) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[1oral201-11] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:足立 達朗(九州大学)、北野 一平(北海道大学総合博物館)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

9:00 ~ 9:15

[T1-O-2] 宮崎県、尾鈴山酸性岩体に産するS-type花崗岩類における下部地殻の部分溶融と組成変化

*北代 拓人[1]、志村 俊昭[1] (1. 山口大学)

【ハイライト講演】 西南日本全域で生じた中新世中期のフレアアップを記録する尾鈴山酸性岩体を対象としている。野外調査および岩石記載を元に主岩相（溶結凝灰岩、花崗閃緑斑岩）の層序や他岩相（安山岩質MME、堆積岩起源ゼノリス）との地質学的関係性を明確にし、主岩相の全岩化学組成だけでなく他岩相の岩石学的解析を展開することで、尾鈴山酸性岩体のマグマ進化過程を構築しており、フレアアップ発生機構への理解が深まることが期待される。 ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：西南日本外帯、尾鈴山酸性岩体、花崗岩、変成岩ゼノリス、MME

西南日本外帯地域には外帯花崗岩類と総称される花崗岩類が、多様な産状で見られる。これら外帯花崗岩類は、より海溝側の地域ではS-type、中央構造線側ではI-typeの花崗岩類が見られ、どちらも西南日本全域にわたる同時多発的なフレアアップであるとされている。外帯花崗岩類のすべての活動は13.5〜15.5 Maの非常に短期間で活動を終了しているとされている（Shinjoe et al., 2019）。
その他で西南日本地域における同時期の火成活動として、高Mg安山岩（Tatsumi, 1981; 1982）に特徴づけられる瀬戸内火山岩類や、最も海溝寄りの地域で見られる外帯苦鉄質岩（例えば, 三宅, 1981）が挙げられる。これらはすべて中期中新世の火成活動であるが、それぞれの火成活動におけるマグマの成因に対する議論は現在でも続いている。宮崎県東部に位置する尾鈴山酸性岩体は、中田（1983）により、外帯花崗岩類の一単位とされ、主に溶結凝灰岩からなる噴出岩体が四万十帯の堆積岩を不整合に覆う形で分布している。これら主岩体に対し、北東から南西に向けて花崗閃緑斑岩がおよそ15 ㎞で貫入している。また、岩体南部には、花崗閃緑岩の岩脈も見られる。岩体の花崗閃緑斑岩中には、安山岩質のMMEや堆積岩起源のゼノリス、スピネルを含む包有物などが報告されている。　岩体の溶結凝灰岩（W.T.）はそれぞれW.T.1とW.T.2に分類されており、噴出・貫入の順序は層序的特徴からW.T.1→W.T.2→花崗閃緑斑岩とされている。それぞれの層の全岩化学組成や鉱物化学組成から、尾鈴山酸性岩体は層状マグマだまりを形成しており、これらは単純な結晶の沈降によって説明されるとしている。
本研究における調査では、花崗閃緑斑岩を中心に組成変化と岩体中に包有されている包有物に注目して行った。その結果、岩体中にはMMEが多くみられ、単位面積当たりのMMEの数は北東部で最も多く、南西部にかけて減少していく結果が得られた。MMEは斜長石・直方輝石・オージャイト・ピジョン輝石からなるハンレイノーライト質のもので、ピジョン輝石温度計（Ishii, 1975）より温度は約1100℃が得られた。スピネルを含む自形の珪線石の包有物やザクロ石のゼノクリストも見られ、これらもMMEと同様に北東部では多く見られるが南西部にかけて減少に転じる。　花崗閃緑斑岩は角閃石を産さず菫青石斑晶が見られ、黒雲母や

©日本地質学会

アルカリ長石は比較的細粒で石基にのみ見られる。全岩化学組成は、SiO_2 = 66〜69 wt%の範囲で北東部ほどMgO，CaOに富み、南西部ほど減少する傾向が見られる。一方、溶結凝灰岩の組成は、SiO_2 = 69〜73 wt%で全体を通して花崗閃緑斑岩よりもMgO，CaOに乏しい特徴が見られる。それぞれの岩体における斜長石斑晶の鉱物化学組成は溶結凝灰岩では正累帯構造を示すのに対し、花崗閃緑斑岩では一部特徴的な高*An*含有量の累帯構造が見られる。岩体中に見られる変成岩ゼノリス由来の融け残りのゼノクリストから、最高温度ではGrt + Sil + Spl + Plの４相が共存しており、温度圧力条件は2-feldsper温度計(Whittney & Stormer, 1977)から810〜860 ℃、GASpP圧力計(Shimura et al., 2023)から515〜573 MPaである。尾鈴山酸性岩体では、活動の時期が後になるほどMMEの量やMgO，CaOの量が多くなる。噴出・貫入は、マグマだまり上部から順に起こったと考えられるため、マグマだまり下部ほどMMEが多くMgOやCaOに富むマグマであったと言える。さらに、マグマだまり下部では斜長石斑晶が逆累帯構造を示す。これらは結晶沈降によるマグマだまりの組成変化ではなくよりマフィックなマグマとの混合の記録であると考えられる。また、下部地殻の変成岩ゼノリス由来のゼノクリストが非常に高温状態であったことや、花崗閃緑斑岩が菫青石を晶出するほどパーアルミナスな組成を示すのは、下部地殻の部分溶融の証拠であると考えられる。これらのマグマ混合や下部地殻の部分溶融はピジョン輝石を晶出するMMEのマグマが熱源となり起こったと考えられる。

Ishii (1975) *Miner. Jour*. **8**, 48-57. 三宅（1981）地雑 **87,** 383－403. Nakada(1983) *J. Petrol*., **24**, 471–494. Shimura et al. (2023) *JMPS.* **118**, S008. Shinjoe., et al. (2019) *Geol. Mag*., **158**, 47-71. Tatsumi (1981) *EPSL.,* **54**, 357－365. Tatsumi (1982)*EPSL.,* **60,** 305－317. Whitney & Stormer(1977) *Amer. Mineral*., **62,** 687-691

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月14日(日) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[1oral201-11] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:足立 達朗(九州大学)、北野 一平(北海道大学総合博物館)

学生優秀発表賞エントリー

9:15 ~ 9:30

[T1-O-3] 鳥取県大山に産する変成花崗岩ゼノリスから示唆される山陰地域の地下岩石構造

*高橋 瑞季[1]、遠藤 俊祐[1]、中野 伸彦[2]、足立 達朗[2] (1. 島根大学、2. 九州大学)
キーワード：ゼノリス、パイロ変成作用、深成-変成コンプレックス

【はじめに】　地下深くにおいて発生したマグマの上昇に伴いトラップされ，地表付近まで運ばれてきたゼノリスは，その地域の地殻～上部マントルの岩石構造に関する重要な情報源である．鳥取県西部に位置する大山は，主にデイサイトから構成される第四紀火山であり，周辺の基盤岩として，白亜紀末から古第三紀にかけて形成された山陰花崗岩類が分布する．また大山西麓ではトリアス紀およびジュラ紀の花崗岩類（一部は片麻状構造が顕著）が産し，その火成年代や組織から古期・新期飛騨花崗岩類の分布が示唆されている（堤ほか, 2018; Kawaguchi et al., 2023）．大山北壁直下の元谷ではデイサイト河床礫中に片麻状花崗岩ゼノリスが含まれることが知られている（三浦, 1989）．三浦はこれらの花崗岩ゼノリス中に輝石が含まれることや，飛騨帯構成岩類との関連を述べているが，詳細な研究は行われていない．中国地方では大山の他にも複数の安山岩～デイサイト質火山に伴ったゼノリスの報告があるものの（e.g. 濡木, 1989），それらに関する年代学的検討は行われておらず，地表の基盤岩類との成因的関係も不明である． 本研究では，大山で産する片麻状花崗岩ゼノリスの詳細な記載岩石学的検討および年代学的検討を行った．なお，本研究における試料は国立公園特別保護地域内の土石の採取許可を受け採集した．
【岩石記載】片麻状花崗岩ゼノリスは，アルカリ長石を含まない石英閃緑岩～トーナル岩質の鉱物組成を有し，基質部は斜長石によるグラノブラスティック組織を示す．融食形を示す石英は，板状のトリディマイト，針状の長石類(オリゴクレース～アノーソクレース，サニディン)からなる微晶質部に取り囲まれている．肉眼で観察可能な片麻状構造は単斜輝石（オージャイト）と直方輝石からなる集合体や黒雲母集合体の形態定向配列による．基質の斜長石に比べて，輝石集合体周辺の斜長石はCaに富む．黒雲母集合体周囲の斜長石はKに富むほか，黒雲母の結晶縁部はカリ長石＋直方輝石＋磁鉄鉱に部分的に置き換えられている．黒雲母はフッ素を含み（F = 3.4-5.2 wt%），特に結晶周縁部ではF > OHとなる．
【ジルコンU-Pb年代】2試料の片麻状花崗岩ゼノリスからジルコンを分離しLA-ICP-MSによるU-Pb年代測定を行った．コンコーダントな^{238}U-^{206}Pb年代の加重平均（2σ）として，77.6 ± 1.7 Maと78.3 ± 1.4 Maが得られた．いずれの測定点もTh/U比が高く(0.28–0.70)，波動累帯を示すことから火成年代と判断される．
【議論】記載岩石学的特徴から，片麻状花崗岩ゼノリスは大山のマグマ供給系に取り込まれた際のパイロ変成作用を受けている．トリディマイトを含む微晶質部はパイロ変成作用時に生じたメルトの急冷組織と考えられる．メルトを生じる反応として，ホルンブレンドと黒雲母の局所的な脱水溶融反応が考えられる．特に輝石集合体とそれに伴うCaに富む斜長石はホルンブレンドの脱水溶融反応が完全に進行した組織と考えられ，メタアルミナス花崗岩の低圧溶融実験（Patino Douce, 1997）とも整合的である．両輝石温度計や三長石温度計からパ

©日本地質学会

イロ変成作用の温度は1000℃に達すると推定される．一方，黒雲母の脱水溶融反応の進行は限定的で，黒雲母は残存している．これは反応残留物の黒雲母にフッ素が濃集したことで，1000℃付近でも黒雲母が安定化した可能性が考えられる．片麻状花崗岩ゼノリスの片麻状構造と，基質のグラノブラスティック組織はパイロ変成作用以前の特徴であり，ゼノリスの起源が片麻状組織を示す変成花崗岩類であることを明確に示している．また2試料の片麻状花崗岩ゼノリスがともに約78 Maの後期白亜紀の火成年代を示したことから，これらゼノリスの起源は飛騨花崗岩類ではなく，山陰花崗岩類との成因的関連が明らかとなった．しかし，片麻状花崗岩ゼノリスは，浅所貫入型の塊状岩相を主とする山陰花崗岩類の特徴とは大きく異なっている．このような岩石がゼノリスとしてのみ産することは，山陰花崗岩類の深部相として，後期白亜紀深成－変成コンプレックスが山陰地域の地下に伏在することを示唆している．

参考文献：

Kawaguchi et al. (2023) Gondwana Research, 117, 56–85.
三浦 (1989) 島根大学教育学部紀要(自然科学), 23, 25–34.
濡木 (1989) 地質学論集, 33, 277–292.
Patino Douce (1997) Geology, 25, 743-746.
堤ほか (2018) 日本地質学会第125年学術大会講演要旨.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月14日(日) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[1oral201-11] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:足立 達朗(九州大学)、北野 一平(北海道大学総合博物館)

9:30 ~ 9:45

[T1-O-4] 島根県雲南地域，金成変成岩に産する亜鉛スピネル＋石英＋紅柱石の共生

*志村 俊昭[1]、山根 季里[1,2]、郷田 翔一[3,4] (1. 山口大学、2. サンコーコンサルタント株式会社、3. 新潟大学、4. 鉄道機器株式会社)

キーワード：金成変成岩、蓮華寺花崗閃緑岩、接触変成作用、スピネル＋石英、UHT

島根県雲南地域には花崗岩類が広く分布し，わずかに変成岩類が露出している（松浦ほか, 2005など）．本報告の変成岩は雲南市大東町金成付近に分布する岩体で，瀧本ほか (1965)・石原 (1971)・郷田ほか (2011) では「金成ホルンフェルス」とよばれた．本報告ではこの岩体を野口ほか (2021) に倣い「金成変成岩」とよぶ．

金成変成岩は，北西側の大東花崗閃緑岩と南東側の蓮華寺花崗閃緑岩の間に，幅約200 m，長さ約 1.5 kmでNE–SW方向に狭長に分布している．大東花崗閃緑岩との境界は第四紀堆積物に覆われ観察できていない．南東側は蓮華寺花崗閃緑岩に貫入されている．金成変成岩は優白質中粒塊状の岩石で，弱い片麻状構造をもつ．主にザクロ石・亜鉛スピネル・白雲母・黒雲母・紅柱石・珪線石・菫青石（ピナイト化）・斜長石・カリ長石・石英で構成され，グラノブラスティック組織を示す．少量の閃亜鉛鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱・イルメナイト・チタナイト・ルチル・モナズ石・ジルコンを含む．変成鉱物の消長関係から，金成変成岩は北東（低変成度）側から南西（高変成度）側へ，ザクロ石-紅柱石帯，ザクロ石-スピネル-紅柱石帯，スピネル-珪線石帯，菫青石-珪線石帯，のように変成分帯ができる．

スピネル＋石英の共生は，ザクロ石-スピネル-紅柱石帯の岩石にみられる．主要な構成鉱物はザクロ石・スピネル・紅柱石・白雲母・黒雲母・斜長石・カリ長石・石英である．ザクロ石は*Alm* = 18–27%, *Sps* = 70–79%, *Prp* = 1.7–3.3%, *Grs* = 0.3–1.2%の組成を示す．スピネルはオープンニコルで明緑色で，石英と直接接して産し，ZnOを22–33 wt%含み，*Hc* = 24–38%, *Glx* = 1.8–5.8%, *Spl* = 4.3–8.6%, *Ghn* = 50–68%の組成を示す．

スピネル＋石英共生は超高温変成岩（UHT）に産する鉱物組合せである（Hensen and Green, 1971; Harley, 1998など）．日本列島からは新潟県北部の花崗岩中の変成岩ゼノリスから報告されている（Shimura et al., 2002）．スピネル＋石英の安定領域はスピネルの亜鉛含有比が増えるとUHT以下の温度条件まで広がる（Shimura et al., 2002; Harley, 2008; Clark et al., 2011）．その安定領域は*P–T*図上で低温側に向かって閉じる楔形の形状をしており，その低温側の先端は系のX_{Mg}が低くなると低温低圧側に移動し，スピネルの亜鉛含有比の増加によりさらに低温側に移動する（Shimura et al., 2002）．

Nichols et al. (1992) は，スピネル＋石英共生に関わる地質温度圧力計を，スピネルの亜鉛含有比を考慮した系で構築した．Shimura et al. (2023) は，４成分系の解析からザクロ石–アルミノ珪酸塩鉱物–スピネル–斜長石地質圧力計（GASpP圧力計）を提案した．またShimura et al. (2023) は，その熱力学モデルを利用し，藍晶石・珪線石・紅柱石領域にわたり広く使用可能な GASP地質圧力計も構築した．

これらの熱力学モデルを用いて解析したところ，金成変成岩は構成鉱物のX_{Mg}が低い事と，

©日本地質学会

スピネルが亜鉛に富む事から，スピネル＋石英共生が紅柱石領域内で安定に存在しうることが明らかになった．また，本研究による変成分帯から，金成変成岩は南東側の蓮華寺花崗閃緑岩に向かって変成温度が上昇している事がわかった．石原・谷 (2013) は，蓮華寺花崗閃緑岩のジルコンU-Pb年代として65.32 ± 0.71 Maを，大東花崗閃緑岩から56.62 ± 0.61 Maを，また金成変成岩のジルコン１粒から71.1 ± 2.0 Maを報告した．金成変成岩はこの地域において最古の岩石とされている（野口ほか, 2021）．その源岩の帰属や，変成年代と熱源の解明は，山陰地域の地史を考えるうえで重要である．

文献： Clark et al. (2011) *Elements*, **7**, 235–240; 郷田ほか (2011) 地質学会演旨, R9-P-8; Harley (1998) *Geol.Soc.Spec.Pub.*, **138**, 81–107; Harley (2008) *JMG*, **26**, 125–154; Hensen and Green (1971) *CMP*, **33**, 309–330; 石原 (1971) 地調報告, **239**, 183p; 石原・谷（2013）資源地質，**63**, 11–14; 松浦ほか (2005) 「木次」地質図幅, 産総研; 野口ほか (2021) 地質雑, **127**, 461–478; Shimura et al. (2002) *J.Geol.Soc.Japan*, **108**, 347–350; Shimura et al. (2023) *JMPS*, **118**: S008; 瀧本ほか (1965) 鉱山地質, **15**, 36–47.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月14日(日) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[1oral201-11] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:足立 達朗(九州大学)、北野 一平(北海道大学総合博物館)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

9:45 ~ 10:00

[T1-O-5] 東南極セール・ロンダーネ山地ブラットニーパネに産するザクロ石－黒雲母片麻岩中の超高温変成作用を示唆するルチル

*権藤 洸人[1]、河上 哲生[1]、東野 文子[1]、足立 達朗[2]、宇野 正起[3] (1. 京都大学、2. 九州大学、3. 東京大学)

【ハイライト講演】 著者らは、東南極セールロンダーネ山地に産するグラニュライト相のザクロ石—黒雲母片麻岩から、ザクロ石中のルチルの産状とZr含有量に着目することで、超高温変成作用の痕跡の検出に成功している。グラニュライト相に達する高温変成帯における超高温変成作用の空間分布やそのテクトニクスの解明に貢献することが期待される。 ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：東南極セール・ロンダーネ山地、超高温変成作用、ルチル

超高温変成作用(UHTM)は、900℃を超える温度条件かつ珪線石－藍晶石相転移線を概ね超えない圧力条件下における広域変成作用である[1]。UHTMの空間的な広がりや継続時間を明らかにすることは、当該超高温変成岩の形成過程を理解する上で重要である。東南極セール・ロンダーネ山地は、主に角閃岩相～グラニュライト相の高度変成岩類からなり[2]、構造境界であるMain Tectonic Boundary(MTB)を境として北東テレーンと南西テレーンに区分される[3]。同山地における超高温変成岩はこれまで、転石[4][5]を除くと、北東テレーンから報告されているのみで、時空間的広がりは不明である[6][7]。そこで本発表では、南西テレーンに属するブラットニーパネ小指尾根西壁の露頭から採取された泥質片麻岩中の高いZr濃度を有するルチルについて報告し、同片麻岩がUHTMを経験した可能性を議論する。本研究で用いたザクロ石－黒雲母片麻岩は、石英に富むQz-rich層と石英に極めて乏しくスピネルを産するQz-poor層を有する。Qz-rich層は、ザクロ石斑状変晶に加え、主として石英、斜長石、黒雲母、ルチル、イルメナイトがマトリクスを構成する。ザクロ石は、石英、斜長石、黒雲母、ルチル、ジルコンを包有し、リン(P)による振動累帯構造を有する。この振動累帯構造で定義される等時面に基づき、ザクロ石は多数の石英包有物をもつコア(Grs4)と、それよりも外側のリム(Grs3-4)に分けられる。ルチルはザクロ石全体に、黒雲母＋ルチル(Zr=170-1118 ppm)＋石英の多相包有物、ルチル＋石英、ルチル単相などの産状で包有される。ルチル＋石英の産状のルチル1粒子から極めて高いZr濃度(7633 ppm)が得られた。ルチル＋石英およびルチル単相としてザクロ石に包有されるルチルの多くは細粒なため、周囲のザクロ石や石英との混合物として定量分析すると、Zr=348-3620 ppmを与えた。いずれの産状のルチルも、ザクロ石のPによる振動累帯構造で定義される等時面上にジルコンが包有される。Qz-rich層のマトリクスに産するルチルのZr濃度は1303 ppm以下であった。Qz-poor層は、ザクロ石斑状変晶に加え、主として斜長石、黒雲母、珪線石、スピネル、ルチル、イルメナイトがマトリクスを構成する。ザクロ石はPの振動累帯構造をもたず、Grs3-4のコア とGrs4-5のリムをもつ。コアからリムにかけて包有物の組み合わせに変化はみられない。ザクロ石コアは、珪線石やスピネルとともに高Zr濃度(2510-7707 ppm)のルチルおよびジルコンを包有するが、石英を包有しない。Qz-poor層のマトリクスに産するルチルのZr濃度は311-

©日本地質学会

1792 ppmであった。Qz-rich層のザクロ石に包有されるルチル(Zr=7633 ppm)はジルコンや石英と共存することから、Zr-in-rutile地質温度計[8]を適用した結果、952°C以上の超高温条件を得た。一方、Qz-poor層のザクロ石コア中には、ルチルとジルコンが産するものの石英がみられない。そこで、ザクロ石中のルチル(Zr=7707 ppm)に対し、αSiO_2を考慮したZr-in-rutile地質温度計[9]をαSiO_2=0.5として適用し、珪線石安定領域内で849-971°Cを得た。以上のように、本研究試料のザクロ石中には超高温を示すルチルが包有され、UHTMが南西テレーンまで広がっている可能性を示す。このように一部のルチルはUHTMの痕跡を残す一方で、Qz-rich層のザクロ石中には、超高温条件を示さない低Zr濃度のルチルも多数包有される。本発表では、これら2種類のルチルの成因についてさらに考察する。引用文献 [1] Harley 2021 Elsevier [2] Shiraishi et al. 1997 Antarctic Geol. Map Ser. [3] Osanai et al. 2013 Precam. Res. [4] Nakano et al. 2011 Polar Science [5] Baba et al. 2019 Mineral. Petrol. [6] Higashino and Kawakami 2022 JMPS [7] Satish-Kumar et al. 2025 Geol. J. [8] Tomkins et al. 2007 JMG [9] Ferry and Watson. 2007 CMP

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月14日(日) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[1oral201-11] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:足立 達朗(九州大学)、北野 一平(北海道大学総合博物館)

10:00 ~ 10:15

[T1-O-6] ボヘミア地塊東部に産するザクロ石かんらん岩の変成温度圧力条件

*中村 大輔[1]、吉田 現[1] (1. 岡山大学)

キーワード：ボヘミア地塊、ザクロ石かんらん岩、温度圧力推定、地質温度計、地質圧力計

ヴァリスカン造山帯の東端に位置するボヘミア地塊には様々な造山帯かんらん岩が産し、そうしたかんらん岩の中には3 GPa以上の超高圧条件を記録しているザクロ石かんらん岩がある。特にボヘミア地塊の東部に位置するNové Dvoryに産するザクロ石かんらん岩は1000℃, 4 GPa以上の超高温超高圧条件を示すことが確認されている（Medaris et al., 1990: Lithos 25, 189–202; Muriuki et al., 2020: JMPS 115, 1–20）。また、Nové Dvoryの近傍にあるHorní Bory採石場にもザクロ石かんらん岩が産し、ザクロ石-かんらん石温度計とAl-in-Opx圧力計を用いた推定で、レールゾライトに対して約900℃, 3.8 GPa（Ackerman et al., 2009: Chemical Geology 259, 152–167）、ザクロ石-直方輝石温度計やAl-in-Opx圧力計などを用いた推定で、ザクロ石輝岩に対して870–1030℃, 3.9–4.8 GPaといった温度圧力条件が得られている（Naemura et al., 2009: JMPS 104, 168–175）。このように、上記の２地域の変成温度圧力条件を比較すると、Nové Dvoryに産するザクロ石かんらん岩のほうが著しく高い温度条件を与えており、両者の変成温度圧力条件に明瞭な差がある。そこで、本研究ではHorní Bory採石場で採取されたザクロ石かんらん岩の分析とその変成温度圧力推定を行い、既存のデータとの比較を行った。

観察と分析を行った試料は直径1 m程度の小さなかんらん岩の岩塊から採取したザクロ石かんらん岩であるが、すべてのザクロ石粒子（直径数mm）は完全にケリファイト化しており、ザクロ石は残存していなかった。しかし、もともとザクロ石が包有していたと思われるスピネル[Cr/(Al+Cr)=0.5–0.7; 100 Mg/(Fe+Mg)=Mg#=46–56]がケリファイト中に包有されるように残存している。これらのスピネルはMuriuki et al. (2020)がNové Dvoryで記載したザクロ石中のスピネル包有物とほぼ同じ組成[Cr/(Al+Cr)=0.57–0.67; Mg#=49–54]をしている。また、マトリクスにはスピネルは無く、直径0.2–1.0 mm程度のかんらん石（Mg#=0.90–0.91）および単斜輝石[Mg#=0.93–0.95; Na/(Ca+Na)=0.07–0.13; Si=1.95–1.99 apfu (O=6)]、直方輝石[Mg#=0.91–0.92; Si=1.93–1.97 apfu (O=6)]が主なマトリクスの構成鉱物となっている。

本研究試料にはザクロ石が残存していないので、Cr-in-Cpx圧力計（Nimis & Taylor, 2000: CMP 139, 541–554）と両輝石温度計（Brey & Kohler, 1990: J. Petrol. 31, 1353–1378）を用いて、その変成温度圧力条件を算出した。輝石の組成には最もSiに富むデータを使用したところ、約830℃, 4.0 GPaとなった。この温度圧力は先行研究（Ackerman et al., 2009; Naemura et al., 2009）で見積もられている温度圧力よりやや低温であるものの圧力は同程度となった。このように、Horní Boryに産するザクロ石かんらん岩はNové Dvoryに産するものよりはるかに低い温度での変成作用しか受けていないようである。

ただし、Nové Dvoryに産するザクロ石かんらん岩の温度圧力推定については一つ問題が残っている。それはFe-Mg交換型の温度計では1000℃を遥かに超える温度が出ているのに対して、両輝石温度計を使用すると800–900℃程度の温度しか算出されないという点である。

©日本地質学会

Fe-Mg交換型温度計の場合、三価の鉄の推定に問題が残る。全鉄を二価として計算した場合より三価の鉄の量を推計した場合の方が、温度が低く算出される。そこで、ザクロ石-単斜輝石温度計、ザクロ石-直方輝石温度計、両輝石温度計の３種類の温度計が近い温度を与える三価の鉄の量を計算したところ、単斜輝石は全鉄の内４割が三価、直方輝石は全鉄の内３割が三価となると上記の３種類の温度計が示す温度が900–950℃となり一致する結果となった。しかし、ザクロ石-かんらん石Fe-Mg交換型温度計も考慮すると問題が生じる。全鉄が二価とすると、この温度計は1000℃以上の温度を与えるが、かんらん石は化学量論的に計算しても三価の鉄をほとんど含んでいない。よって、化学量論的に考えて過剰な量の三価の鉄がかんらん石に含まれていない限り、ザクロ石-かんらん石温度計と両輝石温度計が与える温度のズレは解消されないという問題が残る。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月14日(日) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[1oral201-11] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:足立 達朗(九州大学)、北野 一平(北海道大学総合博物館)

10:30 ~ 11:00

[T1-O-7] ［招待講演］中・古生代における北東アジアのテクトニクスと原日本列島の起源

*川口 健太[1] (1. 広島大学)

キーワード：北東アジア、原日本列島、古生代、中生代

日本海拡大以前の"原日本列島"はアジア大陸東縁で成長した。しかし、その起源は不明点が多い。そこで、本講演では演者が共同研究者と共に近年公表したデータに基づき、中・古生代の北東アジアのテクトニクスと"原日本列島"の起源についてまとめる。

古生代舞鶴帯：断片化した大陸地殻の様相を呈する舞鶴帯北帯において、舞鶴地域にはオルドビス紀後期–シルル紀、石炭紀後期–ペルム紀 (e.g., Fujii et al., 2008. Island Arc 17, 322–341)、岡山県北部にはカンブリア紀後期–オルドビス紀、石炭紀(Harada et al., 2024. JMPS 119:240616)の火成弧型(変)花崗岩類が産する。舞鶴地域の花崗岩類のジルコンのLu–Hf同位体組成は、$\varepsilon_{Hf}(t)$値で示すと、オルドビス紀後期と石炭紀後期のものは+0.2から+3.1の値を示す一方、ペルム紀前期のものは+4.4から+12.2を示す（川口ほか2024地質学会要旨）。東アジア東縁において、石炭紀の沈み込みが認められない南中国地塊東–南縁(e.g., Li et al., 2012. Chem. Geol. 328, 195–207)と、古原生代のクラトンを主体とする北中国地塊東部(e.g., Kang et al., 2023. Earth Sci. Rev. 247, 104605)は舞鶴地域と岡山県北部の舞鶴帯北帯の起源とは考えにくい。一方、同地域の舞鶴帯北帯花崗岩類と類似した同位体組成を持つ花崗岩類は、東アジアにおいてはKhanka-Jiamusi地塊に広く認められ(e.g., Zhang et al., 2018, J. Earth Sci. 29, 255–264)、舞鶴地域から岡山県北部の舞鶴帯北帯は同地塊に起源を持つと考えられる。

ペルム紀–トリアス紀火成活動:"原日本列島"では飛騨帯において約260–230 Maにピークを持つ火成弧型の火成活動が認められる。一方、韓半島においては古生代の火成活動静穏期の後、283 Maに火成活動が活発化した(Choi et al., 2021. Lithos 382–383, 105930)。韓半島のペルム紀–トリアス紀の火成活動は(1) 283–230 Maの火成弧型、(2) 235–225 MaのPost-collision型、(3) 230–215 Maの非火成弧型でAタイプ花崗岩を主体とする活動に三分できる。(1)は韓半島南東部と北東部に認められる。一方、(2)は韓半島中央部のGyeonggi Massif (GM)北部以北に限られ、その分布の南限はGM内に定義できる。従って、その南限は南北中国地塊の衝突境界に対応する可能性がある。(3)は(2)の南限以南で限定的に認められる。飛騨帯の約260–230 Maの火成弧型深成岩は、韓半島の(1)に対応する。飛騨帯の火成活動は約230 Maにピークアウトし、韓半島における(1)の活動も同様のパターンを示す。韓半島の230 Ma以降の火成活動(3)はSlab-roll backに起因し(Lee et al., 2021. Lithos 386–387, 106018)、それは約215 Maに停止する。

ジュラ紀火成活動:"原日本列島"においては約230 Ma、韓半島においては約215 Maに始まる火成活動静穏期の後、両者に共通して火成弧型の火成活動が約200 Maに開始した。"原日本列島"ではジュラ紀の飛騨・江尾花崗岩が、韓半島ではDaebo花崗岩が該当する。これらは、(I) 約200–180 Maの年代を示し、インヘリテッドジルコンに極めて乏しく、高いジルコンの$\varepsilon_{Hf}(t)$値(-0.8から+13)を持つものと、(II) 約180–160 Maの年代を示し、先カンブリア時

©日本地質学会

代のインヘリテッドジルコンに富み、低いジルコンのε_{Hf}(t)値(-25.0から-13.9)を持つものに明瞭に二分される。(I)の全岩化学組成は重希土類元素に中程度に涸渇したパターンを示し、典型的な火成弧組成を示す。一方、(II)の多くは中–重希土類元素に強く涸渇した全岩化学組成を有し、ざくろ石やホルンブレンドを残渣に持つことが示唆され、厚い下部地殻の溶融により形成されたアダカイト質花崗岩類と高い類似性を持つ(Kawaguchi et al., 2023. Gondwana Res. 117, 56–85)。(I)は"原日本列島"の飛騨・江尾花崗岩と、韓半島南東部と北東端におけるDaebo花崗岩が該当する。これは、飛騨・江尾花崗岩が韓半島南東部から北東部へ続く一連の沈み込み帯で形成されたことを示唆する。一方、(II)は(I)の主たる分布域を除く韓半島全土に広く認められる。これは沈み込み角度の低角度化により"原日本列島"と韓半島南東・北東部で(I)の火成活動が180 Maごろ停止し、より大陸側で(II)の活動がそれ以降広く生じたことを示唆する。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月14日(日) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[1oral201-11] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:足立 達朗(九州大学)、北野 一平(北海道大学総合博物館)

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:00 ~ 11:15

[T1-O-8] 舞鶴帯北帯に産する河守変成岩のP–T履歴とU–Pb年代が示す東アジアのテクトニクス

*室井 颯太[1]、川口 健太[1]、Das Kaushik[1]、中野 伸彦[2]、早坂 康隆[3] (1. 広島大学、2. 九州大学、3. 天草市立御所浦恐竜の島博物館)

キーワード：舞鶴帯、北帯、河守—桑飼変成岩、ジルコンU–Pb年代、モナザイトTh–U–Total Pb化学年代

西南日本内帯に分布する舞鶴帯は、岩相構成によって北帯、中帯、南帯に区分される(加納ほか、1959, 地質学雑誌)。南帯は夜久野オフィオライトとそれに貫入するペルム紀前期の海洋内島弧起源の火成岩類で構成され、中帯は背弧海盆地殻とその上に堆積したペルム系舞鶴層群からなる。南帯と中帯は島弧-背弧盆系の様相を呈する一方、北帯は花崗岩類を主体とし、角閃岩や泥質片岩を主体とした変成岩類も産する(池田・早坂, 1994, 岩鉱; Fujii et al., 2008, Isl. Arc)。したがって、北帯の岩相は大陸地殻の様相を呈し、北東アジアの大陸地塊群と類似していることから、北帯の地質学的・岩石学的検討は舞鶴帯と北東アジアとの対比において極めて重要な意味を持つ。しかし北帯は、中帯、南帯と比べ地質学的・岩石学的研究が不十分で、特に詳細な岩相分布の把握と変成岩の精密な年代・岩石学的解析はなされていない。変成岩の年代・岩石学的解析は、時間軸を含めた変成プロセスの解析を可能とし、同様の変成プロセスを持つ北東アジア大陸地塊群との比較検討を行うことで、舞鶴帯北帯の起源を決定し、古地理的復元に基づくプレート運動像の推定が可能となる。
近年、我々は舞鶴帯北帯の河守—桑飼地域に産する変成岩の変成条件の解析結果を報告した（室井ほか、2025, JpGU abstr）。同研究では、地質温度圧力計により、当地域の変成岩が高温低圧型の角閃岩相に相当する後退変成作用を受けたことを明らかにし、ジルコンU–Pb年代測定により砕屑性ジルコン年代と約282 Maのピーク変成時期を報告した。本研究では、変成作用の詳細なP–T経路を解明することを目的として、新たに全岩化学組成に基づくシュードセクション解析を行い、ピーク変成後の変成岩上昇過程において、中程度の角閃岩相を経て緑色片岩相に至るP–T経路が明らかとなった。
本発表では、これまでの我々の研究成果と新たなシュードセクション解析を統合することに加え、今後実施予定の角閃岩および花崗岩類のジルコンU–Pb年代データを併せて、本研究地域から制約する石炭紀後期からペルム紀初期にかけての東アジアにおける地殻進化に関する具体的なテクトニックモデルを提案する予定である。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月14日(日) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[1oral201-11] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:足立 達朗(九州大学)、北野 一平(北海道大学総合博物館)

ECS

11:15 ~ 11:30

[T1-O-9] Hydrothermal Alteration and Porosity Evolution of Lower Crust: Plagioclase Replacement by Epidote in the Khantaishir ophiolite, Western Mongolia

*OTGONBAYAR DANDAR[1], ATSUSHI OKAMOTO[1], MASAOKI UNO[2], NORIYOSHI TSUCHIYA[1,3] (1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 2. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 3. National Institute of Technology, Hachinohe College)

キーワード：Hydrothermal alteration、Epidote、Gabbro、Khantaishir ophiolite、western Mongolia

---

Fluid flow in the oceanic crust is key to heat and element transport, hydration reactions, and changes in crustal properties, and it plays a role in ore formation and tectonic activity. Hydrothermal alteration of mafic rocks and plagiogranites often produces epidosite, rich in epidote and quartz, typically linked to high water-to-rock ratios and volcanic massive sulfide deposits. Fluids penetrate more easily in porous volcanic rocks, while in denser gabbros, flow is mostly limited to fractures. Despite the frequent occurrence of altered gabbro, the details of element transport, fluid movement, and porosity evolution during alteration remain unclear.

To study these processes, we examined hydrothermally altered gabbro from the Khantaishir ophiolite in western Mongolia. The samples contain primary pyroxene and amphibole, and secondary epidote, chlorite, albite, and minor quartz. Diopsidic pyroxene includes amphibole, and original plagioclase is mostly replaced by polycrystalline epidote, with some chlorite and albite. Pyroxene is partly replaced by chlorite, preserving exsolved amphibole. Amphibole shows zoning from hornblende to actinolite. Epidote is primarily clinozoisite, albite is sodium-rich <0.90–0.99>, and chlorite has XMg values of 0.72–0.75. Hornblende chemistry indicates formation at 1–2.5 kbar, and chlorite thermometry suggests alteration temperatures of 280–300°C.

Element transfer from plagioclase to epidote reflects gains in CaO <12 wt.%>, Al_2O_3 <5 wt.%>, and H_2O <2 wt.%>, assuming volume conservation and a plagioclase Ca# of 0.82. The gabbro contains various veins <amphibole, chlorite + albite, albite + epidote, and epidote>, but in vein-free areas, plagioclase is directly replaced by epidote, indicating early pervasive alteration. Epidote pseudomorphs with fine inclusions or voids suggest porosity changes during metamorphism. This alteration records both thermal history and porosity evolution, with epidote formation likely promoting mass transfer and fluid pathways in the lower oceanic crust.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月14日(日) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[1oral201-11] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:足立 達朗(九州大学)、北野 一平(北海道大学総合博物館)

11:30 ~ 11:45

[T1-O-10] 九州北西部雷山-糸島半島周辺の高温型変成岩の温度圧力構造と領家火山弧西方延長の可能性

*宮崎 一博[1]、村岡 やよい[1]、池田 剛[2]、西山 忠男[3] (1. 産総研地質調査総合センター、2. 九州大学理学部、3. 熊本大学理学部)

キーワード：高温型変成岩、領家コンプレックス、雷山、糸島、白亜紀、変成温度圧力、ジルコンU-Pb年代、糸島花崗閃緑岩、脊振変成岩類、筑紫コンプレックス

九州北西部脊振山塊～糸島半島に分布する高温型変成岩(背振変成岩類)は，蓮華コンプレックスに花崗岩が貫入し生じた接触変成岩とされる．しかしながら，脊振山塊の雷山，浮嶽，天山に分布する背振変成岩類は高温型広域変成岩と見なされている[1,2,3]．今回我々は，雷山-糸島半島周辺背振変成岩類の岩相層序，地質構造，温度圧力構造を調べた．砕屑性ジルコン最若年代[4,5]と岩相層序により，背振変成岩類は周防コンプレックスを原岩とする浜ユニット，蓮華コンプレックスを原岩とする野北，雷山，及び能古島の３つのユニットに区分できる．背振変成岩類は，単一の地殻浅所貫入花崗岩周囲に形成される接触変成岩と異なり，次のような特徴を有する．1)黒雲母からなる主片理が発達する．2)能古島ユニットで550℃，3.5 kbar, 野北ユニット，浜ユニット，及び雷山ユニット上部で600-650℃，3-4 kbarとほぼ一定の温度圧力領域が広く分布する．3)雷山ユニットは見掛けの層厚約1 km，水平距離約3kmで，上部の条件から650 ℃, 5 kbar（中部）を経て，750 ℃, 7 kbar(下部)と変成圧力が急激に増加する．4)雷山ユニット中部-下部では泥質ミグマタイトが分布し，下部ミグマタイトには径数cmのざくろ石が生じている．背振変成岩類の岩相と温度圧力条件は，領家コンプレックスと類似する．3)は厚い高温型変成帯が薄化して上昇してきたことを示しており，最高変成圧力（深度）は領家コンプレックスに匹敵する．

雷山-糸島地域の花崗岩類と変成岩類のジルコンU-Pb年代[4,6]を再解析し，以下のことが判明した．5）野北ユニット北の北崎トーナル岩が121.0 ±6.4Ma, 110.7 ±1.8 Maの2つ，6）野北ユニット南から雷山ユニット北に分布する糸島花崗閃緑岩は106.1 ±0.9 Maの単一，7）雷山ユニット南に分布する糸島花崗閃緑岩は130 ±10.0, 108.3 ±3.2, 100.8 ±4.7 Maの3つの年代成分をもつ．さらに，8）雷山ユニット下部泥質ミグマタイト変成ジルコンは106.3 ±1.9, 99.7 ±1.1 Maの2つの年代成分をもち，糸島花崗閃緑岩の年代成分と同期する．花崗岩類と変成岩類の複数の年代成分同期は，領家コンプレックス[7]と同じである．

九州北部筑紫山地に分布する花崗岩類を主とする白亜紀深成岩類とこれに伴う高温型変成岩類を筑紫コンプレックスと定義する．筑紫コンプレックスにおいて，背振変成岩類以外に広く600℃以上ないしカリ長石菫青石の組合せが出来る変成温度に達しているのは，98Ma[8,9]の朝倉花崗閃緑岩北側の変成岩[10]及び南東側の変成岩[11]，107.5-101.8 Ma[9,12]の添田花崗閃緑岩周囲の田川変成岩[13]，98Ma[8,9]の平尾花崗閃緑岩西側の田川変成岩[14]である．雷山周辺の脊振変成岩類は薄化を伴いながら，100Ma前後の片麻状糸島花崗閃緑岩バソリスと共にダイアピルとして上昇してきたと考えられる．即ち,いずれも100 Ma前後もしくは106Ma前後の花崗閃緑岩バソリスを伴って分布する．一方，筑紫コンプレックス北側には，

©日本地質学会

関門層群脇野亜層群と下関亜層群に，それぞれ112 Maと106 Maの流紋岩が分布し[8]，火山活動時期は筑紫コンプレックスの110 Maと106Maの深成岩年代成分[6,8,9,12]，106 Maの変成作用年代成分に同期する．

領家コンプレックスの高温領域も，従来考えられていたような最高温度軸を中心に持つ帯状配列ではなく，巨視的にはダイアピル上昇を想起させるドーム状の分布を示す[16]．火山活動と深成-変成作用の関連性は，領家コンプレックスでも指摘されており[7,15]，領家コンプレックスと筑紫コンプレックスは，共に一連の白亜紀火山弧（領家火山弧）を形成していた可能性を指摘できる．

引用文献　1大和田ほか(2005) 地雑，2大和田ほか(2000) 地雑，3 Yamada et al (2008) Jour. Minel. Petrol. Sci, 4宮崎・村岡(2022) 地質学会要旨, 5 Tsutsumi et al. (2011), 6 村岡・宮崎(2022) 地質学会要旨, 7 Miyazaki et al. (2023) Jour. Meta. Geol, 8 Miyazaki et al. (2018) Rev. Intl. Geol, 9堤・谷(2022) 地質学会要旨, 10大和田・深見（2018）地質学会要旨，11北野・池田(2012)地雑，12柚原ほか(2019), 13柚原ほか（2021）, 14 Fukuyama et al (2004) Jour. Minel. Petrol. Sci, 15 Miyazaki et al (2024) Elements, 16 Ikeda et al. (submitted)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月14日(日) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[1oral201-11] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:足立 達朗(九州大学)、北野 一平(北海道大学総合博物館)

11:45 ~ 12:00

[T1-O-11] K-Ar geochronology of Abukuma metamorphic belt in NE Japan: towards a formation model of the plutonic metamorphic belt over 1,000km

*板谷 徹丸[1] (1. 蒜山地質年代学研究所)

キーワード：阿武隈変成帯、東北日本、低圧高温型変成作用、黒雲母と白雲母のK-Ar年代、白亜紀中葉深成変成帯、沈み込み帯ロールバック、高Nb玄武岩、アダカイト、高Mg安山岩

The Abukuma Mountains is one of the important geological units in NE Japan, and most of it is occupied by middle Cretaceous plutonic rocks. In the southern region, metamorphic rocks are distributed over a fairly wide area along with the plutonic rocks. The Abukuma metamorphic belt in the Gosaisyo-Takanuki region is well-known as a type belt that underwent the andalusite-sillimanite progressive metamorphism (Miyashiro 1958). Based on the lithology, the Abukuma metamorphic rocks can be divided into the Gosaisyo series on the east side and the Takanuki series on the west side. The Gosaisyo series are mainly composed of metabasites and metacherts with subordinate amount of meta-ultrabasites, metapelites and limestones. Based on the geochemical analysis of the metabasites and the finding of radioralian fossils in siliceous metamorphic rocks, the Gosaisyo series are thought to have been formed by the metamorphism of the upper part of the Jurassic oceanic crust (Hiroi and Kishi, 1989). On the other hand, the Takanuki series consists dominantly of pelitic-psammitic gneisses with small amounts of coarse-grained metabasites and marbles containing lenses of metalaterites. The host rocks of the Takanuki series are thought to be essentially of terrigenous origin (Hiroi and Kishi, 1989).The K-Ar analyses of muscovite and biotite from the two types of series were carried out, resulting in the two different types of series were the same in age of ca. 100Ma. This indicates that both series underwent the low P/T type of metamorphism together in middle Cretaceous after the different geological bodies juxtaposed tectonically with each other. This Abukuma metamorphism and coeval pluton formation relates to the middle Cretaceous low-P/T type metamorphism with coeval plutonic rocks in the Higo region of Kumamoto Prefecture and the Yanai Ryoke region of Yamaguchi Prefecture in SW Japan. In this way, the middle Cretaceous low P/T type of rocks with coeval plutonic rocks can be traced over 1,000 km from Higo through Yanai Ryoke to Abukuma. The crust of east Asian continental margin, which consist of various types of rocks, has undergone the low P/T type of metamorphism with pluton formation in middle Cretaceous. This means a plutonic metamorphic belt over 1,000 km in middle Cretaceous. The subduction rollback in middle Cretaceous cause the high-T asthenosphere introduces into the wedge mantle and lead the specific magma such high Nb basalt, adakite and high Mg andesite (Imaoka et al., 2014; 2017) beneath the accretionary complex. The magmas heat the lower part of complex, resulting in the low P/T type of metamorphism of the complex and the ilmenite series granite formation by the partial melting of the lower complex.

©日本地質学会

References

Hiroi, Y. and Kishi, S. (1989) Staurolite and kyanite in the Takanuki pelitic gneisses of the Abukuma metamorphic terrane, northeast Japan. Journal of the Japanese Association of Mineralogists, Petrologists and Economic Geologists, 84, 141-151 (in Japanese with English abstr.).

Imaoka, T., Nakashima, K., Kamei, A., Itaya, T., Ohira, T., Nagashima, M., Kono, N., Kiji, M. (2014) Episodic magmatism at 105 Ma in the Kinki district, SW Japan: petrogenesis of Nb-rich lamprophyres and adakites, and geodynamic implications. Lithos 184–187, 105–131.

Imaoka, T., Kawabata, H., Nagashima, M., Nakashima, K., Kamei, A., Yagi, K., Itaya, T. and Kiji, M. (2017) Petrogenesis of an upper Cretaceous lamprophyre dike from Kyoto Prefecture, Japan: Implications for the generation of high-Nb basalt magmas in subduction zones. Lithos, 290-291, 18-33.

Miyashiro, A. (1958) Regional metamorphism of the Gosaisyo-Takanuki district in the central Abukuma Plateau. Journal of the Faculty of Science, the University of Tokyo, Sec. 2, 11, 219-272).

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[1oral301-10] G. ジェネラルサブセッション地学教育2・古生物2・応用地質6

座長:髙嶋 礼詩(東北大学)、西山 賢一(徳島大学)、加瀬 善洋(北海道立総合研究機構)

9:15 ~ 9:30

[G-O-1]

「石灰岩の文鎮」は地学教育に活用可能か？

*星木 勇作[1,2] (1. 株式会社Geostack、2. 北九州市立自然史・歴史博物館自然史友の会)

9:30 ~ 9:45

[G-O-2]

地質図Naviを活用した「身近な地形と地質」を学ぶ授業案と中学校での実践

*栗原 行人[1]、前田 夏希[1]、津田 智康[2] (1. 三重大学教育学部、2. 三重大学教育学部附属中学校（現所属，鈴鹿市立加佐登小学校）)

9:45 ~ 10:00

[G-O-3]

花粉に基づいた房総半島のMIS 19前後（80-75万年前）の古植生変遷　～チバニアンGSSPの進展および完新世（MIS 1）との古気候比較

*奥田 昌明[1]、羽田 裕貴[2]、菅沼 悠介[3]、岡田 誠[4] (1. 千葉中央博、2. 産総研、3. 国立極地研、4. 茨城大)

10:00 ~ 10:15

[G-O-4]

形状座標から復元したアンモノイドの形態的多様性変動史

*生形 貴男[1] (1. 京都大学)

10:15 ~ 10:30

[1oral301-10-5add]

休憩

10:30 ~ 10:45

[G-O-5]

泥岩の物性とスレーキング特性がのり面安定性に及ぼす影響

*関口 将司[1]、小林 俊一[2]、熊 曦[2] (1. 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社、2. 金沢大学)

10:45 ~ 11:00

[G-O-6]

宮崎県宮崎市曽井第2遺跡で見出したイベント堆積物とその応用地質学的意義

*加瀬 善洋[1]、伊尾木 圭衣[2]、山下 裕亮[3] (1. 北海道立総合研究機構、2. 産業技術総合研究所、3. 宮崎公立大学)

11:00 ~ 11:15

[G-O-7]

斜面災害のリスク評価に資する九州の接触変成マップの作成

*斎藤 眞[1]、片桐 星来[1]、村岡 やよい[1] (1. 産総研地質調査総合センター)

学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

©日本地質学会

[G-O-8]

力学的な断層の活動性評価であるスリップテンデンシー（ST）を用いた地質断層の現世応力場における潜在的な活動性の評価〜中国地方の断層を例に〜

*島田 昌弥[1]、向吉 秀樹[1] (1. 島根大学)

11:30 ~ 11:45

[G-O-9]

阿蘇火砕流台地に分布するテフラ層にみられるノンテクトニック構造

*西山 賢一[1]、山崎 新太郎[2]、星住 英夫[3]、川畑 大作[3]、横田 修一郎 (1. 徳島大学、2. 京都大学、3. 産業技術総合研究所)

学生優秀発表賞エントリー

11:45 ~ 12:00

[G-O-10]

2023年7月の梅雨前線豪雨に伴って九州北部で発生した斜面崩壊

*佐伯 拓馬[1]、宮縁 育夫[2]、木戸 道男[3]、星住 英夫[4] (1. 熊本大学大学院自然科学教育部、2. 熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター、3. 三池高校、4. 産業技術総合研究所)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[1oral301-10] G. ジェネラルサブセッション地学教育2・古生物2・応用地質6

座長:髙嶋 礼詩(東北大学)、西山 賢一(徳島大学)、加瀬 善洋(北海道立総合研究機構)

9:15 ~ 9:30

[G-O-1] 「石灰岩の文鎮」は地学教育に活用可能か？

*星木 勇作[1,2] (1. 株式会社Geostack、2. 北九州市立自然史・歴史博物館自然史友の会)
キーワード：地学教育、石灰岩、文鎮、教材開発、実物試料、地層観察、秋吉石灰岩

地層や岩石に対する理解を深める地学教育の現場において，実物試料を教材として活用することの意義は大きい．これまでにも剥ぎ取り標本やボーリングコア試料のほか，学校内の建造物に使用されている石材の観察などを授業等に取り入れる試みが行われており（例えば，北沢，2011；大﨑ほか，2011；高橋・植木，2024など），実際にフィールドに赴かずとも疑似的に露頭や地層に触れ，観察することの有効性が指摘されてきた．今回の発表では，その一環として「石灰岩の文鎮」を教材に利用する可能性を検討する．

本研究では，秋吉石灰岩（山口県美祢市）から切り出された石材を，地元の授産施設（秋芳町営秋吉授産場：現在は閉業）が加工し，土産物として販売されていた炭酸塩岩からなる文鎮を主に用いる．授産場製の文鎮は，「秋吉台特産・マーブル・秋吉授産場」等と表記された花弁状の八角形のシールが貼られており，他の文鎮と区別が可能である．各文鎮は一般に手のひらサイズの直方体に成型されており，表面は研磨・塩酸などによる酸処理（エッチング）が施され滑らかである．このため，石灰岩の堆積構造などが観察しやすくなっている．個々の文鎮は，石材名で鶉（うずら），山口更紗（やまぐちさらさ），聖火（せいか）などと呼ばれる単一の石灰岩からなり，ひとつの文鎮内で複数の石材種が認められることはほとんどない．

このような石灰岩の文鎮には，地学教育における教材として多くの利点がある．まず，これらの文鎮は原岩から立体的に切り出されたものであり，地層の構造や石灰岩の質感を視覚的・触覚的に理解しやすい．また，あらかじめ研磨・面取りされているため安全性が高く，片手で持てるサイズであることから教室内での取り扱いにも適している．さらに，ルーペや実体顕微鏡を併用することで，化石や微細な構造の観察も可能となる．秋吉石灰岩については，そこから採掘された主要な石材の産地や岩相などが詳細にまとめられた報文（中澤ほか，2016）のほか，有孔虫などの産出化石，石灰岩の形成環境，テクトニクスなどについて論じた豊富な研究論文（例えば，太田，1968；上野，1989；藤川ほか，2009など）が存在し，状況に応じてより進んだ探究活動の題材としても活用しやすい．

現在の小・中学校における学習指導要領（文部科学省，2017a，2017b）においても，地層や岩石の観察・分類・成因の理解は重要な学習内容である．とくに中学校理科では「地層のでき方」や「堆積岩の特徴」を扱う単元が存在し（文部科学省，2017b），また高等学校「地学基礎」でも岩石の区別や形成環境の理解が求められている（文部科学省，2018）．石灰岩の文鎮は，これらの内容に対応する教材として有効と考えられる．

一方で，いくつかの課題も存在する．まず，文鎮の入手方法についてである．秋吉石灰岩産の文鎮はかつて秋芳洞などの観光地周辺の土産物店で広く流通していたが，現在では新たな

©日本地質学会

生産業者はおらず，現地の商店で販売中のものを購入するか，ネットオークションやフリマアプリなどを通じて入手しなければならない．授業で使用するには生徒数分の文鎮を揃える必要があり，現在の流通状況ではその確保が難しい場合がある．また，石灰岩の文鎮の多くは観察範囲が限定されるため，地層全体の連続性や広がりを把握するには補助的な資料が必要となる点が挙げられる．さらに，落下により破損しやすいという物理的な弱点もある．ただし，これらの課題は，プロジェクターや実体顕微鏡を活用した画面共有による観察，あるいはデジタル教材との併用によって一定程度克服可能であると思われる．

なお，本発表時点では，実際の学校現場で石灰岩の文鎮を用いた授業実践は行われておらず，今後の展開が期待される．教材としての実用性・教育効果の検証には，継続的なフィードバックと実践例の蓄積が必要である．今後，教育現場と研究者・地域産業の連携により，こうした地域資源を活用した新たな教材開発が進展することを期待したい．

引用文献：藤川将之ほか，2019，地質学雑誌，**125**，609-631；北沢俊幸，2011，地球環境研究，**13**，87-93；文部科学省，2017a，小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編，東京，167p；文部科学省，2017b，中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編，東京，183p；文部科学省，2018，高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説 理数編，東京，365p；中澤　努ほか，2016，石灰石，**399**，20-43；大﨑雄平ほか，2011，フォーラム理科教育，**12**，47-52；太田正道，1968，秋吉台科学博物館報告，**5**，1-44；高橋　唯・植木岳雪，2024，理科教育学研究，**64**，265-274；上野勝美，1989，秋吉台科学博物館報告，**24**，1-39．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[1oral301-10] G. ジェネラルサブセッション地学教育2・古生物2・応用地質6

座長:髙嶋 礼詩(東北大学)、西山 賢一(徳島大学)、加瀬 善洋(北海道立総合研究機構)

9:30 ~ 9:45

[G-O-2] 地質図Naviを活用した「身近な地形と地質」を学ぶ授業案と中学校での実践

*栗原 行人[1]、前田 夏希[1]、津田 智康[2] (1. 三重大学教育学部、2. 三重大学教育学部附属中学校（現所属，鈴鹿市立加佐登小学校）)

キーワード：中学校理科、身近な地形と地質、地質図Navi

中学校理科の学習指導要領において，第2分野「大地の成り立ちと変化」の学習では「各学校の実態に応じて身近な地形や地層，岩石などを観察する」と記載されているが，様々な理由により，野外での観察はあまり行われていない（三次，2008; 瀧本・佐藤, 2019など)．また，GIGAスクール構想の進展に伴い，生徒が1人1台タブレット端末を持っていることから，オンラインマップを活用した高校理科地質分野での地形・地質学習が提案されている(瀧本・亀田，2020)．本研究では，中学校理科地質分野での地質図Navi(産総研)を用いた授業案を作成した．地質図Naviは日本全土の地質図データの表示のほか，活断層，第四紀火山などの地質情報を地質図や地図と合わせて表示する事が可能であり，地質分野の学習教材としての利用価値は非常に高い．本研究では，中学生が必要な情報を得ることができ，授業で地質図Naviを扱えるような解説動画を作成した上で，地質図Naviを用いて「身近な地形と地質」を理解する授業実践を行った．授業実践においては，「大地の成り立ちと変化」について既習済みのM大学教育学部附属中学校2年生4クラスを対象に各50分の授業を行った．内容は，まず解説動画を見ながら地質図Naviの使い方の概要を説明した．そして，地質図Naviの背景地図のうち，「川だけ地形図」を使って，中学校周辺の地形が，大きく「丘陵」と「平野」に区分できることを説明し，次に，シームレス地質図を見て，「丘陵」には「中新世～鮮新世：非海成層」（＝東海層群）が分布し，「平野」には「完新世：平野堆積物」が分布していることを説明した．次に，ヒントを出しながら「東海層群の周りに平野堆積物が広がる地形はどのようにしてできた？」という問いかけを行い，意見を発表してもらった．最後に，５万分の１地質図幅の地質断面図を用いながら，「東海層群の堆積」→「東海層群の隆起・変形（丘陵の形成）→河川による侵食・平野堆積物の堆積」という成り立ちを説明して授業は終了した．生徒による事前アンケート調査では，「自分が住んでいる地域や学校の周辺などの身近な地形や地質・地層に興味はありますか？」という問いに対しては，肯定的回答と否定的回答が約35%，「どちらともいえない」が約30%であったが，事後アンケートでの「授業で身近な地形や地層について学習することについてどう思いますか？」という質問では肯定的意見が圧倒的に多かった．また，授業の感想としては，楽しかったという意見と地質図Naviの操作が難しかったという意見がほぼ同数であった．今回の授業実践では，生徒一人ひとりがタブレットで同時にWiFiに接続することによる通信トラブルが発生したが，こうした問題は，班ごとでのタブレット操作などの対応で防ぐことができると考えられる．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[1oral301-10] G. ジェネラルサブセッション地学教育2・古生物2・応用地質6

座長:髙嶋 礼詩(東北大学)、西山 賢一(徳島大学)、加瀬 善洋(北海道立総合研究機構)

9:45 ~ 10:00

[G-O-3] 花粉に基づいた房総半島のMIS 19前後（80-75万年前）の古植生変遷 ～チバニアンGSSPの進展および完新世（MIS 1）との古気候比較

*奥田 昌明[1]、羽田 裕貴[2]、菅沼 悠介[3]、岡田 誠[4] (1. 千葉中央博、2. 産総研、3. 国立極地研、4. 茨城大)

キーワード：MIS 19、千葉複合セクション、花粉、古植生、チバニアン

2000年代より前、第四紀における古気候研究は、完新世および約２万年前の最終氷期に研究例の大半が集中し、更新世中期においては極端にデータが限られる状況が続いていた。ところが、南極大陸の氷コアから80万年前にさかのぼる大気CO_2濃度等のデータが得られるに至り（EPICA, 2004; Lüthi et al., 2008）、過去80万年を対象とした古気候研究が新たに脚光を集めている（Barker et al., 2011; Spratt & Lisiecki, 2016など）。

この過去80万年の最初期にあたるのが、MIS 19間氷期（787-757 ka）である。加えて、MIS 19は773 kaに松山ーブリュンヌ（M-B）古地磁気境界を含むため、編年精度を欠く更新世中期において汎世界的な同時間面を提供できる点により、MIS 19は古くから注目されていた。

この過去80万年間を包含する花粉層序を編もうとする試みがOkuda et al. (2006)だった。日本列島では、^{14}Cを適用できず陸上の地層も途切れがちになる更新世中期においては、花粉データは断片的なものに限られていた。そこでOkuda et al. (2006)は、滋賀県琵琶湖の43万年データと千葉県の上総層群から採取した800-400 kaデータを連結させることにより、日本列島中軸部における過去80万年の連続花粉層序を作成した。今回報告するMIS 19の花粉データは、この80万年区間の最下部（上総層群国本層）を新たにハイレゾ分析したものである。

加えて、このMIS19相当層にあたる上総層群国本層は、地層の露出状態等の良さが評価され、国際地質科学連合により77.4万年前の時代境界を定めるGSSPとして選出された結果、更新世中期後半の地質時代（774-129 ka）に「チバニアン」の名称が与えられる契機となった。

さて、このMIS 19間氷期は、古気候学的には現在の間氷期（MIS 1）のアナログと見られている（Tzedakis et al., 2009）。それは日射量変動の40万年周期に基づいており、現在（0 ka）のアナログは地球軌道要素の位相に基づけば777 kaとされることから、777-747 kaの３万年間は、現在から3万年後までの未来の地球環境のアナログになる。ただし、これは人間が地球上にいなかったと仮定した場合の自然状態における話である。

このMIS 19を含む80-75万年前の地層（千葉セクション）に対し、花粉等の分析データはすでに採られていたが（Suganuma et al., 2018）、チバニアン審査に間に合わせることが最優先だったため、分解能が粗かった。そこで今回は、花粉のデータ解像度を上げた再分析を行い、MIS 19の古植生変遷を復元した。

気候学的には、MIS 19は（１）787-775 kaのMIS 19c間氷期と、（２）775-757 kaのMIS 19b亜氷期またはMIS 19a亜間氷期に分けられるが、浮遊性$d^{18}O$との比較に基づき、（１）MIS 19cには比較的温暖な落葉ナラ類（*Lepidobalanus*）が優占し、冷涼なブナ属（*Fagus*

©日本地質学会

sp）が随伴する花粉組成が示された。一方、（２）MIS 19b-aには、冷涼なブナ属やツガ属（*Tsuga*）が増加しつつも、比較的温暖または多雨を指示するスギ科(Taxodiaceae)が増加する組成が示された。

自然状態におけるMIS 1は、日射量変動をみる限り、約0 ka前後で現在の間氷期状態が終了し、次の氷期に突入するように見える。しかしMIS19との比較に基づくなら、現在の間氷期（MIS 1）の終了後すぐに訪れるのはMIS18類似の「次の氷期」でなく、MIS 19b-a類似の亜（間）氷期であり、今後冷涼な変動期が２万年ほど続いたのち、次の氷期に突入すると示唆される。なお、以上は人間が存在しない自然状態における地球の未来であり、人為CO_2の排出が続いている現実の完新世においてはこの限りではない。

[1] EPICA (2004) Nature 429, 623
[2] Lüthi, et al. (2008) Nature 453, 379
[3] Barker, et al. (2011) Science 334, 347
[4] Spratt & Lisiecki (2016) Clim. Past 12, 1079
[5] Okuda et al. (2006) Island Arc 15, 338
[6] Tzedakis et al. (2009) Nat. Geosci. 2, 751
[7] Suganuma et al. (2018) Quat. Sci. Rev. 191, 406

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[1oral301-10] G. ジェネラルサブセッション地学教育2・古生物2・応用地質6

座長:髙嶋 礼詩(東北大学)、西山 賢一(徳島大学)、加瀬 善洋(北海道立総合研究機構)

10:00 ~ 10:15

[G-O-4] 形状座標から復元したアンモノイドの形態的多様性変動史

*生形 貴男[1] (1. 京都大学)

キーワード：アンモノイド、形態的多様性、幾何学的形態測定学、ユークリッド形態空間

形態的多様性変動の研究には，化石記録が豊富で殻形態が単純な正常巻きアンモノイドが多用されてきた．多くの先行研究がなされてきたが，いずれも特定の地質時代を対象としたもので，各大量絶滅事変の個別性に焦点を絞ったものである．また，研究によって注目する形質も形態的多様性の評価方法もまちまちで，殻の巻き方に基づく研究と，螺環の形に注目した研究，及びそれらを総合した研究が混在しており，注目する形質によって変動パターンが異なることが示唆されているが，形態的多様性の評価方法がそれぞれ異なるので，互いの結果を比較することが難しい．また，殻の巻き方に関しては，Raupの理論形態モデルのパラメータを形質に取った形態空間を構成して，空間中の距離に基づいて形態的多様性を評価する方法が採用されてきたが，Raupの形態空間は原点も単位長もない非計量のアフィン空間にすぎず，異なるモデル・パラメータ間で値を比較できないので，形態空間中での形状間の距離を定義できないことが近年指摘されている．距離を定義できる形態空間を構成するには，幾何学的形態測定学の形状座標を用いるのが適当であり，アンモノイドの殻の巻き方を形状座標で表す方法も提案されているが，形態的多様性の解析に適用されてはいない．

本研究では，殻の巻き方と螺環の形状をそれぞれ形状座標によって表す方法を採用し，アンモノイドが出現した前期デボン紀から絶滅した白亜紀末までの形態的多様性変動パターンを解析した．特に，殻の巻き方と螺環の形状とで変動パターンがどれくらい同調するか，また従来のRaupモデルを使う方法と形状座標を用いた本研究の手法とで変動パターンがどれくらい違うのかを検討した．Paleobiology Databaseに登録されているアンモノイドのうち，文献に図示された写真から計測可能な種を選び，全ての系統を網羅した6012種のデータを取得した．巻き軸を通る線分を引き，その線分が腹縁，臍の縁，半周前の腹縁とそれぞれ交わる点と巻き軸の位置に計四つの標識点を設置し，それらの一次元座標をプロクラステス整列して，巻き方を表す形状座標を求めた．一方，螺環断面を横切る正中線線分を底辺として殻幅の半分の高さを持つ二等辺三角形の頂点に標識点を設置し，それらの形状座標によって螺環の形状を表した．デボン紀のエムシアン期から白亜紀のマーストリヒチアン期までの各期について，種毎の化石産出記録のデータベース登録数で重みづけした形状座標データから，殻の巻き方と螺環の形状それぞれについて分散和を求め，その期の形態的多様度とした．

合計51の地質時代（期）毎に求めた殻の巻き方の多様度と螺環の形状の多様度を比較した結果，両者の間には有意な正の相関があるものの，相関係数の値は0.44程度で，両者の変動パターンはかなり異なっていた．また，いずれの変動パターンも，Raupモデルに基づく従来の方法で復元した変動曲線が示すパターンとは大きく異なっていた．アイフェリアン期末，フラニアン期末，デボン紀末，サープコビアン前期，キャピタニアン期末，ペルム紀末，三畳紀末の各絶滅事変における形態的多様性の変動パターンを比較したところ，その変動はイベントによって異なるパターンを示した．フラニアン期末，デボン紀末，サープコビアン前期には殻の巻き方も螺環の形状も目立った多様性の減少を示さなかった．一方，アイフェリ

©日本地質学会

アン期と三畳紀最後のレーチアン期には，螺環の形状または殻の巻き方の多様性が一時的に急増した直後，絶滅事変で急減する変動が見られた．また，ペルム紀のG/L境界付近では，殻の巻き方も螺環の形状も絶滅事変直前のキャピタニアン期には多様性の減少が始まり，その後のP/T境界前後で極小となっていた．アンモノイドを対象とした先行研究では，分類群数が急減する大量絶滅事変においても形態的多様性が減少する場合とそうでない場合の両方が報告されており，イベント毎に選択圧が異なることが示唆されてきたが，全ての時代を同じ形質について同じ手法で解析した本研究もこれを指示する結果となった．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[1oral301-10] G. ジェネラルサブセッション地学教育2・古生物2・応用地質6

座長:髙嶋 礼詩(東北大学)、西山 賢一(徳島大学)、加瀬 善洋(北海道立総合研究機構)

10:30 ~ 10:45

[G-O-5] 泥岩の物性とスレーキング特性がのり面安定性に及ぼす影響

*関口 将司[1]、小林 俊一[2]、熊 曦[2] (1. 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社、2. 金沢大学)

キーワード：泥岩、スレーキング、斜面災害

北陸自動車道 加賀IC～片山津IC間の129KP付近（上下線）に位置する調査地は，建設工事中に4度，供用後に3度の大規模な地すべりや変状が発生している斜面崩壊履歴のある切土のり面である.
調査地周辺の地形は，江沼丘陵に位置している標高20～100mの丘陵で，丘陵地には多くのため池が存在しており，当該地域の山地と丘陵の間を通る福井平野東縁断層帯の影響（豊富な地下水供給）によるものと考えられる.また，地質は新第三紀（中新世）細坪泥岩層で，貝化石や生痕化石を多く産出する[1)2)].
近年ののり面変位量は，最大2mm/年未満と大きな崩壊や変状に繋がるようなものではないが，供用開始から50年以上が経過し，地すべりの再活動や新たな崩壊等に繋がる豪雨や豪雪は，激甚化・頻発化していることから，のり面の安定性に影響を及ぼす泥岩の特性（物性とスレーキングの影響）を把握するため，各種試験を実施した.
含水比試験（自然含水比w_0）は、サンプリングコアを乱した試料（以下，「乱した試料」という．）について，自然含水比w_0を求めた．自然含水比w_0は，19.2～33.7%と若干のばらつきがあり，平均値は24.7%であった．これは，グリーンタフ地域に分布する他の新第三紀泥岩と比べて高く，一般的な泥岩類の中でも高い値である[3)～6)]．自然含水比が20%以上の場合，間隙水圧発生や斜面安定に問題があるとされている[6)]．
乱した試料について，土粒子の密度試験ρs，沈降分析による粒度試験及び液性・塑性限界試験を実施した．乱した試料は，細粒分（粒径0.075mm未満）含有量が50%を超えることから，細粒土Fmに分類され、塑性図におけるA線より上位，B線より右側に位置することから，CH（高液性限界の粘土）に分類される．さらに，塑性指数はかなり高い値（I_p=66.37(%)）を示すため，膨潤性粘土鉱物（Na型スメクタイト）含有率が高いことが推測される．泥岩の膨張性は含水比と相関が高いこと[3)]，液性限界は膨潤性吸水量増加率と高い相関があることから，含水比や液性限界は膨張性評価指標に有効と考えられる[7)]．
スレーキング特性を把握するため，2通りの履歴（方法A：JGS 2124-2020，方法B：炉乾燥による履歴を省き，風乾1日･2日･3日･5日･7日間）を与えるスレーキング試験を実施した．全ての供試体は水浸0.5時間後から泥状化の進行が始まり，水浸2時間後にはsl.2-1day′を除く全ての供試体が完全に泥状化した．方法A，方法B（風乾2日以上）のいずれの試料も水浸30分経過後で既に泥状化したため，乱した試料は，加温履歴の有無によらず非常にスレーキングを生じやすく，また短時間の風乾燥のみで十分にスレーキングが発生することが分かった．
調査地を構成する泥岩の高い含水比とスレーキング特性は，過去に発生した大規模な地すべりや変状の原因の1つと考えられ，のり面の安定性に大きな影響を及ぼすことが分かった．
また，スレーキング特性（泥状化）から，膨潤性粘土鉱物はNa型スメクタイトを多く含んで

©日本地質学会

いると推測される[7]が，スメクタイト含有量とスレーキングの程度（特性）は必ずしも一致しないこと[8]から，膠結物や構成鉱物の溶出による影響も考慮する必要がある．
調査地は、様々な対策工が施工されているが，施工時の掘削や降雨・融雪による地表水の流入出，地下水排除工に伴う地下水位の変動などにより，常に乾燥－湿潤サイクルを受け，スレーキングによる影響と考えられる表層部のクリープ変位やすべり面付近のせん断変位が観測されている．このため，今後の対策工の検討をはじめ，施工や維持管理においても，調査地における泥岩の物性やスレーキング特性による影響を十分に考慮する必要がある．
参考文献
1）石川県教育センター（1984）：『石川の自然第8集 地学編(4)』
2）藤 則雄（1979）：『加賀南部地域の地質』
3）稲葉 力ら（1987）：『膨張性泥岩の物理・力学特性についての考察』
4）平野 勇ら（2004）：『粘土岩からなる掘削面のスレーキング抑制法に関する検討』
5）磯 杏奈ら（2004）：『乾湿繰り返し作用を受ける泥岩の強度特性』
6）新城 俊也（1980）：『土質材料としての泥質堆積岩の力学特性に関する研究』
7）神山 裕幸ら（2013）：『スメクタイトを含む堆積軟岩の性状と膨張性地山の分布の推定』
8）小暮 哲也ら（2013）：『日本海側地域の地すべり土塊に含まれる粘土鉱物とスレーキング特性の対応の解明』



水浸前の試料（方法 A）　水浸前の試料（方法 B：風乾 3 日）
水浸 30 分経過後（方法 A）　水浸 30 分経過後（方法 B：風乾 3 日）

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[1oral301-10] G. ジェネラルサブセッション地学教育2・古生物2・応用地質6

座長:髙嶋 礼詩(東北大学)、西山 賢一(徳島大学)、加瀬 善洋(北海道立総合研究機構)

10:45 ~ 11:00

[G-O-6] 宮崎県宮崎市曽井第2遺跡で見出したイベント堆積物とその応用地質学的意義

*加瀬 善洋[1]、伊尾木 圭衣[2]、山下 裕亮[3] (1. 北海道立総合研究機構、2. 産業技術総合研究所、3. 宮崎公立大学)

キーワード：イベント堆積物、日向灘、津波堆積物、強震動、地震、複合災害

【はじめに】

宮崎県沖の日向灘では，M7級の地震が数十年周期で繰り返し発生している．本地域では，歴史記録上過去最大級とされる1662年日向灘地震（以下，1662年地震）がM8級であった可能性が示されている（Ioki et al., 2023）．しかし，この地震や津波の実態については不明な点が多い．

著者らは，1662年地震・津波の実態解明を目的に，歴史資料の収集や津波堆積物調査を行っている．調査の一環として，宮崎県総合博物館の協力のもと，宮崎市にある曽井第2遺跡報告書（宮崎県埋蔵文化財センター，2008）中の露頭断面において，有機質土中に挟在する1枚の砂層を確認した．ただし，報告書には砂層の記載はなく，その成因は不明であるが，写真を見る限り非常に淘汰の良い砂で構成されることから，津波起源の可能性が想定された．曽井は津波浸水想定域よりも内陸に位置しており，本砂層が津波に起因するか否かは，浸水想定の妥当性を検証する上で重要である．本講演では，曽井で行った調査結果を報告する．

【調査地域・手法】

調査地点は，現海岸線から5 km内陸，地盤標高8 mの古城川左岸に位置し，沖積低地面と，比高約1 mの地形的に高い面が分布する．背後（内陸側）には比高約10 mの完新世段丘が分布する．掘削は，ハンドオーガーやハンディジオスライサーを用いて実施し，CT画像撮影によるイベント層の有無や，イベント堆積物（後述）の供給源を推定するため砕屑物組成の検討を行った．

【結果】

沖積低地面では，地表面～深度30 cmが耕作土，深度30～170 cmが灰色粘土からなる．

一方，高い地形面では，上位から順に，地表面～深度30 cmで耕作土，深度30～71 cmで有機質～灰色粘土混じり黄褐色シルト，深度71～83 cmで植物根を含む有機質粘土，深度83～83.5 cmで砂層，深度83.5～89 cmで植物根を多く含む黒色土，深度89～125 cmで礫混じり緑灰～灰色粘土が認められた．層序関係より，礫混じり有機質粘土と植物根を含む黒色土の間に挟在される砂層が，報告書の砂層に対比される．砂層は，厚さ数mm程度で，白～灰白色を呈する非常に淘汰の良い中粒砂からなり，少量の礫を含む．曽井第2遺跡報告書（2008）に基づくと，最大層厚は10 cm程度で，西南西－東北東方向の約10 mの範囲で追跡されるものの，陸・海いずれの方向にもせん滅する分布傾向を示す．砂は軽石が大部分を占める．礫は新第三系宮崎層群由来の砂岩と灰色粘土からなり，両者が共存する．砂岩の礫は，中～大礫サイズの亜角礫である．

【考察】

沖積低地面に分布する灰色粘土は，河川沿いの低地に広く分布しており，河川の氾濫原堆積物と解釈される．高い地形面の最下部で認められる礫混じり緑灰～灰色粘土は，低い地形面

©日本地質学会

の灰色粘土と同様，氾濫原堆積物と解釈される．植物根を多く含む黒色土やその上位の植物根を含む礫混じり有機質粘土は，比較的静穏な湿地環境で堆積したと解釈される．有機質堆積物中に挟在される砂層は，静穏な環境に急激に堆積したと考えられることから，イベント堆積物と認定した．
イベント堆積物は火山灰質砂からなるものの基盤岩の礫を含むことから，テフラではない．イベント堆積物と類似した軽石は，段丘の基盤となっている宮崎層群を不整合で覆って分布する（木野ほか，1984）．イベント堆積物がレンズ状の堆積形態をなして高い地形面のみに分布していることを考慮すると，軽石質砂は段丘から供給された可能性が高い．軽石質砂中に含まれる基盤岩礫には中〜大サイズの亜角礫が多くあることから，礫の供給源はごく近傍にあったと考えられ，段丘からの砕屑物供給と整合する．沿岸に近接する低地に分布するイベント堆積物の主な成因としては，津波，高潮，洪水等が考えられるが，上記の結果より，本地点で見出したイベント堆積物は斜面崩壊を起源とする可能性が高い．一方，宮崎県埋蔵文化財センター（2008）では，砂層直下の黒色土から古代〜中世，上位の黄褐色シルトからは中世〜近代の遺物が産出することが報告されている．以上を総合的に考えると，イベント堆積物を形成したイベントは，1662年地震に対比される可能性がある．
本調査結果により，1662年津波は曽井には浸水しておらず，浸水想定の妥当性が示された．さらに，歴史資料から1662年地震は強震動を伴うことが読み取れることから，本結果は強震動を伴ったことを裏付ける重要な地質学的証拠といえる．応用地質学的には，M8級の日向灘地震では，沿岸域では津波災害，内陸部では強震動に伴う斜面災害など，広域複合災害リスクが想定されることから，これらに備えた防災・減災対策が重要である．
【文献】Ioki et al. (2023) PAGEOPH. 宮崎県埋蔵文化財センター（2008）曽井第2遺跡．木野ほか（1984）宮崎図幅．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[1oral301-10] G. ジェネラルサブセッション地学教育2・古生物2・応用地質6

座長:髙嶋 礼詩(東北大学)、西山 賢一(徳島大学)、加瀬 善洋(北海道立総合研究機構)

11:00 ~ 11:15

[G-O-7] 斜面災害のリスク評価に資する九州の接触変成マップの作成

*斎藤 眞[1]、片桐 星来[1]、村岡 やよい[1] (1. 産総研地質調査総合センター)

キーワード：斜面崩壊、20万分の1日本シームレス地質図、九州、接触変成、黒雲母

産総研地質調査総合センターでは，2005年以来20万分の1日本シームレス地質図の作成・公開を行ってきた．2005年の初期版では，100万分の1日本地質図第3版の地質区分を援用したため，接触変成についての凡例はなかった．2017年公開のV2版の作成時には，岩相を細分した新凡例を作成し，接触変成岩の凡例も作成した．しかし出版済みの20万分の1地質図幅を元にして編集したため，接触変成作用の表示のない20万分の1地質図幅が多く，接触変成を被った領域の図面表示には至らず原岩表示となっている．

一方，斜面崩壊について，従来から地質が素因として関係していると考えられてきた(例えば，黒田, 1986)．土志田(2015)は旧版のシームレス地質図を用いて地質の関与を調べている．同V2版では，岩相区分が詳細になり，斜面崩壊の種類や発生頻度に素因として地質がどう関係しているのかをより正確に検討できる条件がある程度整った．しかし，接触変成情報は，変成鉱物の晶出，面構造の消失など，原岩の性質を変えるため，斜面崩壊の種類や発生頻度に影響を及ぼすと考えられるため，接触変成情報の追加は必須である．

例えば，三波川変成岩類のような高圧型変成岩類の分布域で，地すべりの発生頻度が高いことはよく知られており，接触変成作用を被った場合は，地形は急峻になり，地すべりは減って土石流型の斜面崩壊が主になるように見える． 2014年の広島豪雨で発生した土石流(斎藤ほか, 2015)の多くや，2023年の久留米の土石流の発生地域(阿部ほか, 2024)はどちらも接触変成作用を被った三畳紀〜ジュラ紀の高圧型変成岩類(周防変成岩類)である．また，5万分の1地質図幅「椎葉村」(斎藤ほか, 1996)の中期中新世の市房山花崗岩周辺の白亜紀付加体の諸塚層群，古第三紀付加体の日向層群では接触変成の分帯がなされており，その地域では非変成部分に比べて，防災科研の地すべり地形分布図で認められる地すべりは少ない．

そこで，現在九州を対象に行っている”産総研における斜面災害リスク評価のための地質情報整備”プロジェクトの中で，九州全域において，20万分の1シームレス地質図V2にオーバーレイできる接触変成マップの作成を試みた．同地質図で想定していた接触変成岩の変成度と原岩に基づく詳細な区分で表現するのではなく，接触変成領域(まずは，黒雲母帯以上)をオーバーレイする形で表現することを目的としてデータ収集を行った．既存の接触変成の情報を論文や地質図から得ると共に，情報の無いところでは露頭で接触変成の有無を確認し，変成度の判別が微妙なところでは泥岩・泥質片岩を中心に新たに試料を採取し，岩石薄片を作成して検鏡を行った．鏡下では泥岩，砂岩(基質部，泥岩片)については微細な黒雲母ができているかを元に判別した．また，高圧型の変成岩については，石英の波動消光の消失とともに，片理に関係無く成長した新たな変成鉱物として黒雲母が晶出しているかなどに注意して変成度の判別を行った．

今後，この変成分帯の情報を元に，収集しつつある九州の斜面災害データ，また整備しつつある流れ盤受け盤のデータなどと比較検討を行い，斜面崩壊と，接触変成を加えた地質凡例との関係を明らかにしていく予定である．その際，泥岩，砂岩，安山岩，泥質片岩，珪質片岩といった凡例ごとに斜面崩壊に対する接触変成作用の効果が異なってくることが予想さ

©日本地質学会

れ，原岩によって変成作用を受けた場合の発生確率がどう変化するかを明らかにしたいと考えている．

阿部朋弥ほか(2024) 2023年6月豪雨による九州北部の斜面崩壊地の地質学的検討. JpGU Meeting 2024, HDS08-P03.
土志田正二 (2015) 地すべり地形分布と地質との関係. 日本地すべり学会誌,52, 271-281.
黒田和男(1986) 地すべり現象に関する日本列島の地質地帯区分.地質学論集, no.28, 13-29.
斎藤 眞ほか (2015) 2014年8月20日広島豪雨による土石流発生地域の地質.地質雑, 121, 339-346.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[1oral301-10] G. ジェネラルサブセッション地学教育2・古生物2・応用地質6

座長:髙嶋 礼詩(東北大学)、西山 賢一(徳島大学)、加瀬 善洋(北海道立総合研究機構)

学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

[G-O-8] 力学的な断層の活動性評価であるスリップテンデンシー（ST）を用いた地質断層の現世応力場における潜在的な活動性の評価～中国地方の断層を例に～

*島田 昌弥[1]、向吉 秀樹[1] (1. 島根大学)

キーワード：断層活動性、スリップテンデンシシー、現世応力場

・はじめに

西南日本に位置する中国地方では活断層の分布や地震活動等の特徴から，北部・東部・西部の3つの区域に分けられる（地震本部，2016）．北部は鳥取県から島根県北東部で構成される区域であり，活断層の存在が少ない一方で，2000年の鳥取県西部地震（M7.3）を含むM5.5以上の地震が多い．東部は岡山県と広島県東部で構成される地域で，活断層の数・地震活動はともに少ない．西部は島根県・広島県の一部と山口県で構成される地域で，活断層の数は最多であり，地震活動も中程度である．そこで，本研究では中国地方における断層と地震活動の関係性や特徴について考察することを目的とし，中国地方に存在する断層に対して「力学的な断層活動性評価手法」であるSlip-Tendency(以下ST)(Morris et al.,1996)を用いて，活動性の評価を行った．

・力学的な活断層評価手法STについて

STは断層に作用する応力下において断層の姿勢に対する動きやすさを表す．断層面に働く剪断応力τと垂直応力σの比で計算され，主応力軸の方向と応力比から計算することができる（図１）．値は0≦ST＜1で規格化される（大坪，2016).

・結果

北部115条・東部363条・西部488条・中国地方全体1006条を対象に計算を行った．計算の結果，全ての区域で半数以上の断層がST値0.7以上の高い値を示し，中国地方全体で高いST値を示す地質断層が多く存在するという傾向が見られた．また活断層のST値は鳥取県を除き，概ね高い値を示す．

・考察

Miyakawa and Otsubo（2017）は，高いST値を示す非活断層を潜在的な活断層とし，それらは時間の経過とともにST値の高いものから順に再活動を始め，活断層へと発展していくとした．中国地方におけるST値の計算結果はMiyakawa and Otsubo（2017）による東北地域とは対象的で，高いST値を示す地質断層が多く存在し，潜在的な活断層が多く存在している可能性を示唆している．特に北部地域では2000年の鳥取県西部地震（M7.3）など，従来活断層の存在が報告されていない場所で地震が発生している．北部地域・西部地域では，微小地震の震源分布に山口–出雲地震帯（金折・遠田, 2007）で報告されるようなNE-SWやENE-WSW，またNW-SE方向へと延びる地震の帯が見られ，これらは高いST値を示す断層の走向と調和的であり，これはST値による地質断層の活動性評価を補完するものと考えられる．一

©日本地質学会

方で，東部地域では地震の分布に顕著な特徴は見られず，またST値の計算結果は他地域と同様の傾向を示すが，他地域と比較して短い断層が多いため，震源の深度が深いことを考慮すると他地域ほどST値と地震活動に特徴がみられない．

・まとめ

中国地方に存在する断層に対して，ST値による活動性の評価を行った．計算の結果，中国地方全体で活断層のみならず，地質断層においても高いST値を示すものが多く存在することが明らかになった．この結果は，潜在的に活動性の高い地質断層が多く存在する可能性を示唆している．特に，北部・西部の微小地震の震源分布は高いST値を示す断層の走向と調和的であり，ST値による断層の活動性評価の結果を支持しているものと考えられる．

引用文献

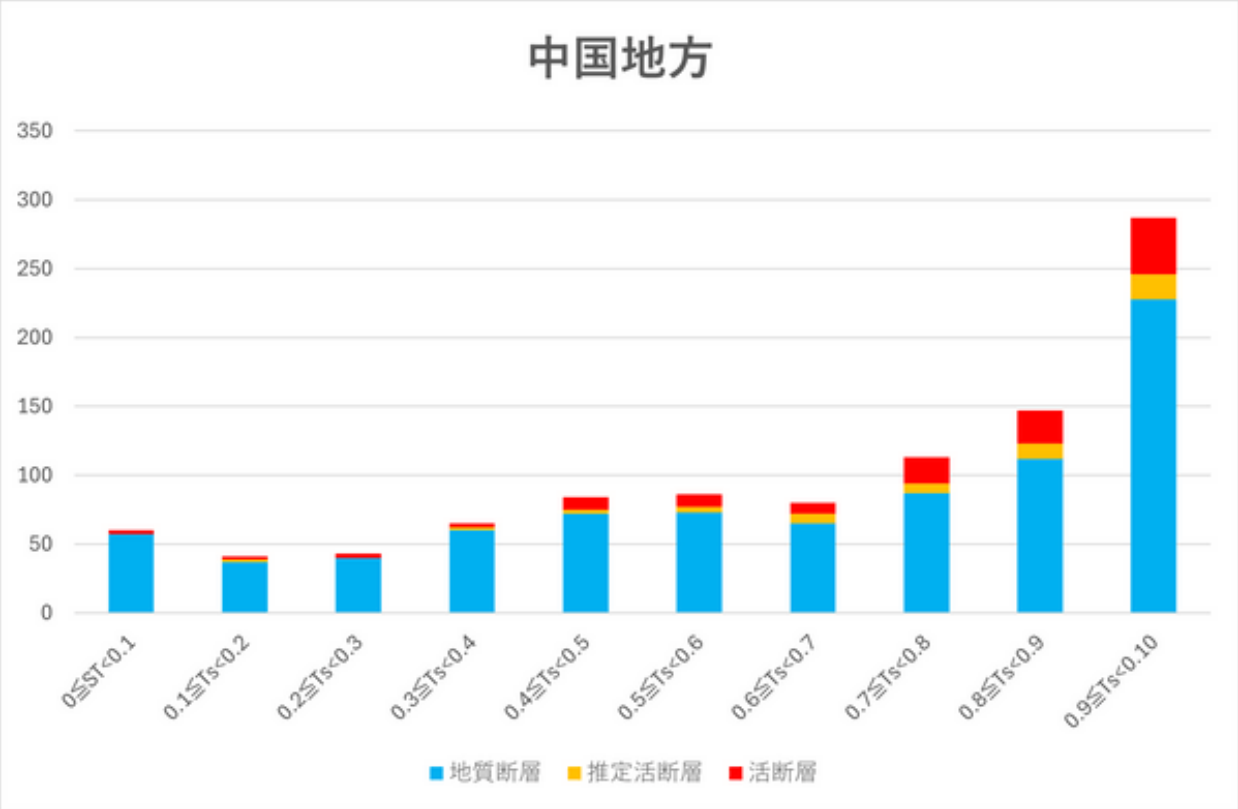
金折裕司・遠田晋次, 2007, 中国地方西部に認められるプレート内山 口–出雲地震帯の成因と地震活動．自然災害科学, 25, 507–523.

Miyakawa A, Otsubo M., 2017, Evolution of crustal deformation in the northeast–central Japanese island arc: Insights from fault activity. Island Arc,26(2), e12179

Morris, A., Ferrill, D. A., & Henderson, D. B., 1996，Slip-tendency analysis and fault reactivation, Geology, 24, 275–278.

大坪誠，2016，長期の断層活動性を評価する手法の開発を目指して：手法の紹介とその適用事例，GSJ 地質ニュース，5- ，235-239

地震調査研究推進本部地震調査委員，2016, 中国地域の活断層の長期評価（第一版）



©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[1oral301-10] G. ジェネラルサブセッション地学教育2・古生物2・応用地質6

座長:髙嶋 礼詩(東北大学)、西山 賢一(徳島大学)、加瀬 善洋(北海道立総合研究機構)

11:30 ~ 11:45

[G-O-9] 阿蘇火砕流台地に分布するテフラ層にみられるノンテクトニック構造

*西山 賢一[1]、山崎 新太郎[2]、星住 英夫[3]、川畑 大作[3]、横田 修一郎 (1. 徳島大学、2. 京都大学、3. 産業技術総合研究所)

キーワード：ノンテクトニック構造、テフラ、阿蘇火砕流台地

近年，テクトニックな運動以外の要因で形成された非構造性の断層=ノンテクトニック断層の識別と，その成因に関する検討が進められつつある（横田ほか，2015）．そのうち，主に重力を主因として形成されるノンテクトニック断層は，テフラ層などの軟質な第四系においてよく観察されている．今回筆者らは，阿蘇カルデラ東方の火砕流台地側部ののり面において，テフラ群を切断する小断層群とそれに伴う土塊のドミノ倒し状の回転構造を見出したので，以下に報告する．

阿蘇カルデラ縁の東方約10 kmの大分県竹田市久住町三本松周辺では，約9万年前に噴出した阿蘇4火砕流堆積物が厚く堆積し，河川による下刻をうけて平坦な火砕流台地となっている．台地の上面は，阿蘇4噴火以降の降下テフラ層と火山灰土壌層が10〜20 m程度累重している．観察される主なテフラ層は，上位から山崎第15スコリア（YmS15），AT火山灰，草千里ヶ浜降下軽石（Kpfa），阿蘇中央火口丘第4軽石（ACP4）などである（Miyabuchi, 2009）．これらのテフラ層は風化が進行し，特に軽石層は粘土化している場合が多い．

露頭は道路ののり面であり，高さ5m弱，道路に沿った延長方向は20m以上ある．露頭には，横方向で1〜5m程度の間隔をおいて，傾斜70度を超える高角な小断層群が15本ほど確認できる．断層面はおおむね高角だが，一部では湾曲ないし分岐しており，V字状またはY字状をなす部分も認められる．これらの小断層群によって，ACP4ならびにKpfaと土層が切断されており，切断の上端はATより上位にあるYmS15？のさらに上位にまで達している．高角の小断層によってブロック化した土塊は，いずれも全体として露頭右側（谷側）に向かって傾斜しており，見かけ上．谷側へ転倒傾斜したトップリング状，ないしドミノ倒し状の形状をなす．また，鍵層として含まれるKpfaとACP4は，これらの小断層群によって切断されており，ずれの量はおおむね数10cm程度である．さらに，小断層に沿って，これらの指標テフラ群は，流動変形したような構造が認められ，テフラの厚みが見かけ上，倍程度に厚みを増した部分が認められたり，上位の土層中にテフラ層が高角度でめり込んだように見えるなど，衝突による乱れた構造が観察できる場所もある．

厚さが少なくとも5m以上のテフラ層が，テフラ降下後に新たに生じた高角の断層群によって複数のブロックに分かれるとともに，それらが一体となって，解放面である谷側に向かって，ドミノ倒し的に変形したと推定される．その形態的特徴は，Cruden and Vanes (1996)の分類の「マルチプルトップル」に類似している．ただし，その模式図では，岩盤中の高角な節理面に沿った回転が描かれているが，本露頭では，テフラ降下後に新たに生じた高角な小断層群による回転という点が異なる．今回記載した露頭の変状に類似した小断層に伴う変形構造として，唐澤ほか（2025）の例がある．それによると，御岳第1降下軽石以降のテフラ層が，テフラ降下後に生じた小断層群による変形を受けており，全体としてドミノ倒し状の構造をなすことが報告されている．また，小断層群に伴う変形は，テフラ層を切断する高角の断層面の生成にとどまらず，テフラの流動変形を伴うことも特筆される．これに

©日本地質学会

関して，2016年熊本地震の際に地すべりが発生した南阿蘇村・高野尾羽根火山の斜面では，Kpfaが液状化細脈を伴い，引き延ばされたように変形している構造が確認されている（西山ほか，2017）．なお，本露頭では，変形構造の下限はのり面で観察できないため不明ながら，ACP4の下位にも，何枚か粘土化した降下軽石などがあるため，これらを基部とした回転が生じた可能性がある．

文献　M.Cruden and D.J.Vanes (1996)Landslide types and processes. Landslides, pp.36-75.唐澤　茂ほか（2025）伊那市中央清掃センター跡地に見られる火山灰層と断層について．http://www.kamiina.jp/naturegraphy/wp-content/uploads/2025/03/696da52d1935bae23ff28419e5862e1c.pdfMiyabuchi, Y. (2009) A 90,000-year tephrostratigraphic framework of Aso Volcano, Japan. Sediment. Geol., 220, pp. 169-189.西山賢一ほか（2017）阿蘇火山研究所周辺で発生した地すべり．日本応用地質学会熊本・大分地震災害調査団調査報告書, pp. 120-127, 横田修一郎ほか（2015）ノンテクトニック断層．近未来社，248p．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[1oral301-10] G. ジェネラルサブセッション地学教育2・古生物2・応用地質6

座長:髙嶋 礼詩(東北大学)、西山 賢一(徳島大学)、加瀬 善洋(北海道立総合研究機構)

学生優秀発表賞エントリー

11:45 ~ 12:00

[G-O-10] 2023年7月の梅雨前線豪雨に伴って九州北部で発生した斜面崩壊

*佐伯 拓馬[1]、宮縁 育夫[2]、木戸 道男[3]、星住 英夫[4] (1. 熊本大学大学院自然科学教育部、2. 熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター、3. 三池高校、4. 産業技術総合研究所)

キーワード：斜面崩壊、山国累層、熱水変質作用、膨潤性粘土鉱物、造林地

2023年7月7日～10日にかけて，梅雨前線の影響により九州北部の広い範囲が豪雨に見舞われた（福岡管区気象台，2023）．福岡県砂防課管轄の発心北観測所（耳納山地）では，この4日間の総雨量が676 mmを記録するなど，4地点で600 mmを超える降水があった．とくに線状降水帯が発生した10日には，発心北観測所で434 mm/日の猛烈な降雨がみられた．この豪雨に伴って発生した九州北部の斜面崩壊を，航空写真判読と現地調査により101箇所抽出した．崩壊の誘因となった降雨の分布によると，7月7日～10日の4日間の降雨が500 mmを超える地域に，多数の斜面崩壊が分布することがわかった．

また，これらの斜面崩壊の素因として，崩壊発生地の地形，地質および植生の状況を検討した．斜面崩壊は傾斜30°以上の急斜面で多数発生しており，崩壊斜面の傾斜方位は特定方向への偏りは認められなかった．さらに，表層崩壊と深層崩壊の規模を比較したところ，表層崩壊は深層崩壊より面積や斜面長が小さい傾向にあり，斜面長に対して崩壊幅が広いという特徴もみられた．崩壊斜面の平面形態は，尾根型斜面と谷型斜面で同程度の発生頻度であったが，面積の広い深層崩壊は谷型斜面で発生している傾向があった．

崩壊が発生した地域の主な地質は，火山岩が40箇所，深成岩が28箇所，変成岩が32箇所であり，火山岩分布域での崩壊がやや多かった．今回の豪雨災害に関して，複数の機関による現地調査がなされているが，多くは変成岩地域である久留米市田主丸町の崩壊や，深成岩地域である唐津市浜玉町での崩壊が主である（例えば，清水ほか，2023）．そのため，実態が把握できていない日田市北部の新第三紀火山岩地域での現地調査を実施した．日田市北部には，中新世末期の火山岩である山国累層が分布しており（英彦山団研グループ，1984），この地域における斜面崩壊25箇所のうち，24箇所が山国累層の分布域で発生していた．山国累層は4.1～3.7 Maに熱水変質作用を受けており（関根ほか，1995），XRD分析の結果，モンモリロナイトや緑泥石などの粘土鉱物が認められた．モンモリロナイトは，一般に降雨による斜面崩壊の素因になりやすいといわれる膨潤性粘土鉱物の一種である（白水，1988）．また，緑泥石の存在は，母岩が熱水変質を受けて脆く風化したことを示している．

斜面崩壊地の植生に関する考察では，九州北部全体でスギ・ヒノキ・サワラ植林分布域での崩壊が多く認められた．この植生における100 km^2あたり崩壊発生数は，他の植生分布域の1.7～6.9倍であった．また，福岡県南東部および大分県日田市の斜面崩壊55箇所においては，56～80年生のスギの造林地で多数の崩壊が発生しており，比較的高齢の壮年林（56～60年生）～老年林（61年生以上）での崩壊が多く認められた．日田市周辺域は林業が盛んな地域であり，造林地が広く分布している．伐採跡地の現地調査では，表土層の露出による表層崩壊や，伐採に伴って開設された作業路の崩落が複数箇所で認められた．このような形態の斜面崩壊は，人為的な要因が崩壊発生に影響を与えている可能性がある．以上のような

©日本地質学会

降雨および地形，地質，植生の状況が，今回の豪雨災害における斜面崩壊の要因となったと考えられる．

引用文献

福岡管区気象台，2023，災害時気象資料・現地災害調査報告（九州・山口），63p．英彦山団研グループ，1984，地質学論集，**24**，59-76．清水ほか，2023，砂防学会誌，**76**，33-43．白水晴雄，1988，粘土鉱物学－粘土科学の基礎－，朝倉書店．関根ほか，1995，資源地質，**45**，295-302．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:30 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[1oral401-09] G. ジェネラルサブセッション第四紀9

座長:渡邉 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、卜部 厚志(新潟大学災害・復興科学研究所)、高清水 康博(新潟大学教育学部)

9:30 ~ 9:45

[G-O-11]

輝石および鉄酸化鉱物のSEM-EDXによる自動分析に基づく砂の法地質学的識別

*杉田 律子[1] (1. 科学警察研究所)

9:45 ~ 10:00

[G-O-12]

介形虫群から過去の洪水履歴を復元する－2020九州豪雨を例に－

*田中 源吾[1] (1. 熊本大学)

10:00 ~ 10:15

[G-O-13]

平成28年（2016年）熊本地震後に枯渇した湧水の回復状況について　～阿蘇カルデラ中央火口丘南麓における湧水の事例～

*山田 茂昭[1]、岸 智[2]、寺田 剛[3]、龍 徹[3]、佐藤 透[2] (1. 農林水産省　北陸農政局（元九州農政局）、2. 元農林水産省　九州農政局、3. 農林水産省)

10:15 ~ 10:30

[G-O-14]

北海道藻琴湖における砕屑性年縞堆積物分析による過去100年の炭素フラックスの変化

*瀬戸 浩二[1]、香月 興太[1]、園田 武[2]、安藤 卓人[3]、仲村 康秀[1] (1. 島根大学エスチュアリー研究センター、2. 東京農業大学、3. 秋田大学)

10:30 ~ 10:45

[G-O-15]

［講演取消］大山北麓岩伏し遺跡の古植生変遷

*渡邉 正巳[1,2]、松本 直子[3]、杉山 真二[4]、奥中 亮太[1]、別所 秀高[5] (1. 文化財調査コンサルタント株式会社、2. 島根大学エスチュアリー研究センター、3. 岡山大学、4. 株式会社古環境研究センター、5. 奈良文化財研究所)

10:45 ~ 11:00

[1oral401-09-6add]

休憩

11:00 ~ 11:15

[G-O-16]

島尻層群および知念層中の浮遊性有孔虫化石群集に基づく後期中新世から前期更新世にかけての中琉球弧付近の黒潮変動

長間 祐介[4]、有元 純[2]、西田 尚央[3]、*藤田 和彦[1] (1. 琉球大学理学部、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、3. 東京学芸大学、4. 琉球大学大学院理工学研究科)

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:15 ~ 11:30

[G-O-17]

©日本地質学会

大型底生有孔虫を用いた知念層の堆積環境指標の提案と古水深復元

*日比 絵里奈[1]、藤田 和彦[1] (1. 琉球大学大学院　理工学研究科　物質地球科学専攻)

11:30 ~ 11:45

[G-O-18]

福島県南相馬市小高区井田川浦におけるイベント堆積物

*卜部 厚志[1]、高清水 康博[2]、田口 小桃[3] (1. 新潟大学災害・復興科学研究所、2. 新潟大学教育学部、3. 新潟大学大学院自然科学研究科)

11:45 ~ 12:00

[G-O-19]

福島県南相馬市小高区蛯沢地域に分布する沖積層の古環境変遷と古津波履歴の解明

*高清水 康博[1]、河崎 陸[3]、卜部 厚志[2] (1. 新潟大学教育学部、2. 新潟大学災害・復興科学研究所、3. 株式会社トマト銀行)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:30 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[1oral401-09] G. ジェネラルサブセッション第四紀9

座長:渡邉 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、卜部 厚志(新潟大学災害・復興科学研究所)、高清水 康博(新潟大学教育学部)

9:30 ~ 9:45

[G-O-11] 輝石および鉄酸化鉱物のSEM-EDXによる自動分析に基づく砂の法地質学的識別

*杉田 律子[1] (1. 科学警察研究所)

キーワード：法地質学、SEM-EDX分析、砂の異同識別

事件や事故の証拠資料として，土や砂の鑑定が行われることがある．これまでに確立されてきた系統的な土試料の法科学的検査法は，粘土・シルトの色や鉱物種の同定を中心として組み立てられており，砂は偏光および実体顕微鏡観察が主要な検査法となっている．海岸や河川にはシルト以下の粒子をほとんど含まない砂のみから構成されている堆積物も多くあり，このような試料では土に比べて情報量が少ないために鑑定が難しいことがある．そのため，砂の客観的かつ迅速な検査方法の開発が必要とされている．

砂を構成する粒子は河川や火山噴出物の降下などによって供給され，その重鉱物組成は堆積物の後背地推定や（例えばGarzanti and Andó, 2007），法科学的に利用されている（例えばPalenik, 2007）．日本では，火山噴出物の影響が大きい地域においては輝石類ではシソ輝石と普通輝石が多く，不透明鉱物も多く含まれている．不透明鉱物は顕微鏡での検査では鉱物種の同定に至らないことも多いため，元素分析やX線回折が有効である．しかし，X線回折は試料が微量である場合，感度が不足する可能性がある．エネルギー分散型Ｘ線分析装置付き走査型電子顕微鏡（SEM-EDX）は鉱物種の同定はできないものの，小さな粒子でも元素分析により分類が可能である．

昨年までに，火山噴出物の影響が大きい地域の海岸から採取した重鉱物のSEM-EDXによる主成分元素分析が，異同識別や地域推定への活用が可能であるとの結果を得ている（杉田，2024など）．これまでの方法では，実験者がSEMの画像を見ながら分析点を選択するため，分析点が偏ったり実験者の違いによる差が出る可能性や，試料の数が多い場合は測定に要する時間が膨大になることが考えられ，これらは客観性や迅速性が求められる法科学的な検査には欠点となりうる．そこで，自動分析による識別の可能性について検討を行った．

実験に用いた試料は0.2〜1 mmの砂で，水洗した後，ポリタングステン酸ナトリウム（d≈2.85）により重鉱物画分と軽鉱物画分に分離した．得られた重鉱物画分をエポキシ系樹脂でスライドガラスに接着し，研磨薄片として炭素蒸着後，真空下でSEM-EDX（日立ハイテクSU8230/オックスフォードインストゥルメンツULTIM MAX）による観察および分析を実施した．分析は杉田(2025)による方法で実施し，鉱物の量比は面積の割合で示した．

その結果，昨年までに得られたSEM-EDXを用いたポイント分析による結果（杉田，2024）と同様に，鉄酸化鉱物と含チタン鉄酸化鉱物の含有比から試料間の識別が可能であることが確認された．ポイント分析の場合に比べて輝石類に対する鉄酸化鉱物の比率が小さくなっているが，これは，多くの微小な鉄酸化鉱物が他の鉱物の包有物として存在していることが原

©日本地質学会

因である．また，輝石類についても単斜輝石と直方輝石の含有比を試料間で比較したところ，識別に利用可能であることが示唆された．直方輝石はカルシウム含有量によって，さらに二つに分類することができ，これらの情報は砂の法科学的な異同識別に利用可能であると考えられる．

文献

Garzanti, E. and Andó, S., 2007, *Dev. Sedimentol*., **58**, 741-763.
Palenik, S., 2007, *Dev. Sedimentol*., **58**, 937-961.
杉田律子, 2024, 日本地質学会第131年学術大会講演要旨, G6-O-7.
杉田律子, 2025, 日本地質学会第132年学術大会講演要旨.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:30 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[1oral401-09] G. ジェネラルサブセッション第四紀9

座長:渡邉 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、卜部 厚志(新潟大学災害・復興科学研究所)、高清水 康博(新潟大学教育学部)

9:45 ~ 10:00

[G-O-12] 介形虫群から過去の洪水履歴を復元する－2020九州豪雨を例に－

*田中 源吾[1] (1. 熊本大学)

キーワード：第四紀、介形虫、古環境、古生物学、洪水

介形虫は微化石の一種であり，浮遊幼生期を欠くことから，分散能力が低い．その分布は，水質や地理的障壁によって容易に遮断されるため，地域固有性が高い．これらの点から，現（古）環境の指標として重要である．日本列島は，海に囲まれたプレートの収束域であることから，地震やそれによって引き起こされる津波の被害に悩まされてきた．そのため，介形虫を用いた過去の災害履歴に関する研究は，津波の履歴を復元した例が数多く発表されている．一方で，日本列島は台風の通過する場所に位置し，河川が急こう配であることから，大量の降雨によって，洪水が引き起こされる場所でもある．近年では，豪雨災害が多発し，特に沿岸部では被害が甚大である．しかしながら，洪水が沿岸の介形虫群に与える影響や，その履歴についての研究はなされていない．演者の研究室では，2020年九州豪雨中～豪雨後の有明海および八代海における介形虫群の変動について，調査を行っている. 八代海最奥部の砂川に定点を設け，2020年の豪雨災害発生時から2ヶ月おきに，介形虫群の変動と水質・底質の観測を実施した. その結果，豪雨後には，特定の水質や底質に依存しない種が優占し，その後，4ヶ月で，豪雨前の種構成に戻ることが確認された．2023年に，定点付近でトレンチ調査を実施し，豪雨時のものと考えられる木片を多く含む層準と，その上位および下位の層準から，介形虫群を抽出した．その結果，木片を多く含む層準では，その上位・下位の層準と比較して，汽水性の種が多く，海生の種が少ないこと，淡水性の種が含まれることが分かった．　白川沖約8㎞の水深15mの地点から，2024年6月，不攪乱柱状採泥器を用いて，長さ14.5cmのコアを採集した. 堆積物のコンパクションも考慮したU-Pb放射年代によって，このコアは，過去7年分の堆積イベントを記録していることが分かった．表層から1cmおきに介形虫用試料を採集し，介形虫群を検討した．その結果，2020年に介形虫群が，前後の層準と大きくことなり，より浅海の種群が卓越することが分かった．このことから，2020年の九州豪雨は，有明海および八代海の堆積物中に，記録されていることが分かった．一方で，2020年から現在まで，発生した小規模な洪水は，今回の方法では，検出できなかった．今後は，有明海・八代海およびその周辺海域において，数百年～数千年スケールでの洪水の履歴を，長尺コアを用いて復元する予定である．また，介形虫群をもちいて，洪水の規模を復元できる方法についても模索してゆきたいと考えている．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:30 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[1oral401-09] G. ジェネラルサブセッション第四紀9

座長:渡邉 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、卜部 厚志(新潟大学災害・復興科学研究所)、高清水 康博(新潟大学教育学部)

10:00 ~ 10:15

[G-O-13] 平成28年（2016年）熊本地震後に枯渇した湧水の回復状況について ～阿蘇カルデラ中央火口丘南麓における湧水の事例～

*山田 茂昭[1]、岸 智[2]、寺田 剛[3]、龍 徹[3]、佐藤 透[2] (1. 農林水産省　北陸農政局（元九州農政局）、2. 元農林水産省　九州農政局、3. 農林水産省)

キーワード：湧水、井戸、自記計、水質分析、実効雨量

平成28年（2016年）熊本地震の際は，地震発生後に地下水，湧水の状況に変化があったことが報告されている[1)]．本稿は，農業用水保全を目的に九州農政局で実施した調査に基づいて，熊本地震後に枯渇した湧水（南阿蘇村・塩井社水源）の回復状況について報告する．
対象地は，阿蘇カルデラ内の中央火口丘の南麓に位置する湧水で，山麓域の夜峰山火砕岩・溶岩と崖錐・扇状地堆積物の境界部付近に湧出している．本湧水の下流には水田地帯が広がり，営農にあたって重要な農業用水源となっている．
本湧水は，地震後の湧水枯渇・回復メカニズムに関して，シミュレーション解析より，地震発生直後と地震後２年経過時点における地下水の水文学的，水理地質学的なアプローチがなされ，一旦枯渇した湧水が２年の歳月を経て，自然回復に至ろうとしていると考察されている[2)]．
調査は，本湧水に隣接する井戸（深度18m）での自記計による水位・水温観測，本湧水の湧水量観測，湧水と井戸水の簡易水質分析（pH、EC、ORP、水温）の実施と共に，2020年10月，2024年2月に主要イオン分析，酸素・水素同位体比分析を行った．また，井戸内の水温状態を把握する目的で，2023年11月，2024年7月，11月に鉛直水温検層を行った．
湧水の湧水量は，地震前の想定湧水量約5 m^3/min[2)]に対して，2019年までは基底で約2m^3/min～最大3m^3/minの流量，2020年以降は基底で約2 m^3/min～最大で23.6 m^3/minの流量で推移する．湧水量を断面流速法で求める際に計測する下流流路水深と地下水位には、正の相関関係がある．
自記計による井戸の水位（2016.8～2025.2）は，地震後2016～2019年まで基底水位が上昇する傾向であったが，その後，2020年以降は基底水位が平衡状態となり，降水量の変動により水位が昇降する傾向に変化している．年間降水量と年間地下水位変動量との関係は，2019年以降で正の相関関係がある．一方，地震後2016年～2018年は2019年以降の相関関係とは異なり，降水量が多い2016年は変動量が小さく，降水量が少ない2017年に変動量が大きく，2018年は2017年と同程度の降水量で変動量が0.5倍程度に小さくなる．
簡易水質分析では，観測期間（2016.8～2025.2）を通して，大きな変動は認められず，既往値[2)]の結果と類似した値を示した．また，主要イオン分析でも，湧水，井戸ともに，阿蘇カルデラ内の中央火口丘に起源をもつ$CaSO_4$型に類似したパターンを得た．井戸内の水温検層では，深度4.5m以深を境に，上位が変温層，下位が恒温層に区分され，恒温層では約16℃でほぼ変動なく推移しており，湧水の水温変動（15～18℃）よりも変動幅が小さい傾向であった．
湧水の酸素・水素同位体比は，地震前（2009年7月）[2)]に対して，2018年7月の既往値[2)]、

©日本地質学会

2020年10月，2024年2月のいずれにおいても，酸素同位体比で0.5‰程度，水素同位体比で1.0〜2.0‰程度，軽くなっている。井戸水は，地震前（2009年7月）[2)]に対して，2018年7月の湧水既往値[2)]と同様，酸素同位体比が0.5‰程度，軽い領域にあったが，水素同位体比は2020年10月，2024年2月の順に，次第に重くなり，地震前の値とは0.2‰程度の差となった．

湧水下流の流路水深，井戸の地下水位を基に作成したH-Q図から推定した流量では，2019年7月以降，先行降水量の増減で流量が増減することが推定された．また，実効雨量による回帰分析[3)]から予測した地下水位変動は，実測の地下水位と予測水位との差が2016年は枯渇により大きく，2017年からは次第に回復上昇で小さくなり，2018〜2019年以降，基底水位が予測水位に近似する．このことから，湧水の水量，地下水位は，2018年時点[2)]と比較すると，2019年以降はほぼ地震前の状態に回復している可能性が考察される．

本湧水は，地震前よりも酸素・水素同位体比はともに軽い方向へシフトしたままであるが，井戸水では，2020〜2024年の期間において，湧水の地震前の値と0.2‰程度の差となり，湧水付近の地下水は地震前の状況に近づきつつあると考察される．その一方で，井戸水と湧水の酸素・水素同位体比の動きの違い，湧水が軽い方向へシフトしたままである原因については，今後の検討課題としてあげられる．

なお，本稿の内容は発表者個人の見解で，組織の公式見解を示すものではない．

引用文献

1)細野・田原, 2020 ,巨大地震が地下水環境に与えた影響, 35-52
2)佐渡ほか, 2020,巨大地震が地下水環境に与えた影響, 135-150
3)独立行政法人土木研究所, 2009）,地すべり地下水排除工効果判定マニュアル（案）, 1-19

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:30 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[1oral401-09] G. ジェネラルサブセッション第四紀9

座長:渡邉 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、卜部 厚志(新潟大学災害・復興科学研究所)、高清水 康博(新潟大学教育学部)

10:15 ~ 10:30

[G-O-14] 北海道藻琴湖における砕屑性年縞堆積物分析による過去100年の炭素フラックスの変化

*瀬戸 浩二[1]、香月 興太[1]、園田 武[2]、安藤 卓人[3]、仲村 康秀[1] (1. 島根大学エスチュアリー研究センター、2. 東京農業大学、3. 秋田大学)

キーワード：藻琴湖、後期完新世、砕屑性年縞堆積物、炭素フラックス

生物擾乱の乏しい堆積環境では，ラミナを伴う堆積物が見られる．その中でも1年に１セット形成されるものは年縞堆積物と呼ばれている．年縞は季節的に堆積物の性質が異なることによって形成され，日本では降水量の季節性に起因するものが多く見られている．降水量が多い時期は，周囲から運搬される無機砕屑物が多く堆積し，降水量の少ない時期はプランクトンなどの有機質砕屑物が多く堆積する傾向にある．この違いは堆積物の密度に反映され，軟X線写真などで比較的容易に判定することができる．北海道東部の降水量のピークは，台風期であり，年によって異なるが概ね夏季に高降水量を示し，秋季～冬季に低降水量を示す傾向にある．したがって，夏季に高密度の堆積物が，冬季に低密度の堆積物が堆積し，そのセットによって年を判別することができる．ただし，堆積速度と年間の降水パターンによっては１年に複数のラミナが形成されることもあり，特徴的な降水イベントによって補正をする必要がある．このような年縞堆積物があれば，多少のずれがあるものの年間の堆積量の傾向を明らかにすることができる．本発表では北海道藻琴湖の年縞堆積物の有機炭素量から過去100年の炭素フラックス変化を検討する．

亜寒帯気候に属する北海道東部オホーツク海沿岸には，多くの汽水湖が分布する．藻琴湖は，網走市東部に位置する面積約1.1㎢，最大水深5.8mの小さな富栄養汽水湖である．この湖沼は流域からの汚濁負荷が相対的に高く，富栄養化の原因となっている．また，湖水には密度成層が認められ，夏季には底層に無酸素水塊が形成されている．そのため，藻琴湖では．有機質の砕屑性年縞堆積物で構成されている．このような年縞堆積物の存在する湖沼では，年レベルの古環境解析が可能であり，フラックスに換算するのが容易である．それを解明するために，藻琴湖の湖心において2m級の押し込み式コアラーによるコア（18Mk-8Cコア，24Mk-9Cコア），リミノスコアラーによるコア（24Mk-1Lコア）採取した．

18Mk-8Cコアと24Mk-9Cコアは，ラミナレベルで対比可能で，年縞をカウントした結果，西暦1930年程度まで遡ることができた．2010年頃と1990年頃に，5-8cmの塊状の層が見られた．この層は含水率が低いにもかかわらず，粒度が相対的に細かく，全イオウ濃度も低い特徴がある。しかし，全有機炭素濃度は2010年頃の層は4%と高く，1990年頃の層は2%程度と低い傾向にあった．これらは通常の年縞堆積物の特徴とも異なることから，人為的な堆積作用に起因していると推定し，議論から除外して考察することにした．

1995年以降，全有機炭素（TOC）濃度は3-4%を示し，1970-1995年の間は2-3%と低い値を示している．1970年以前は，古くなる方向に増加する傾向にあり，1930年代は6-7%に達している．堆積物フラックスは，1960年代までは0.3 g/cm^2/yr前後と低いものの，それ以降は0.7 g/cm^2/yr前後と高いフラックスを示している．炭素フラックスは，1980年代までは，20 mg/cm^2/yr前後と低い値を示しているが，それ以降は30-40 mg/cm^2/yr程度と増加

©日本地質学会

傾向にある．これらの値は，他の湖沼や海洋に比べてかなり高く，炭素の埋積により空気中の炭素の除去に貢献していると思われる．しかし，堆積する面積が小さいため，炭素の埋積量はそれほど大きくないだろう．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:30 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[1oral401-09] G. ジェネラルサブセッション第四紀9

座長:渡邉 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、卜部 厚志(新潟大学災害・復興科学研究所)、高清水 康博(新潟大学教育学部)

11:00 ~ 11:15

[G-O-16] 島尻層群および知念層中の浮遊性有孔虫化石群集に基づく後期中新世から前期更新世にかけての中琉球弧付近の黒潮変動

長間 祐介[4]、有元 純[2]、西田 尚央[3]、*藤田 和彦[1] (1. 琉球大学理学部、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、3. 東京学芸大学、4. 琉球大学大学院理工学研究科)

キーワード：琉球弧、黒潮、浮遊性有孔虫、島尻層群、知念層

黒潮は北太平洋亜熱帯循環の西岸境界流であり，低緯度の高温・高塩分・貧栄養な海水を高緯度へ輸送し，北西太平洋の気候を調節する．過去の黒潮に関する研究では，約5 Maには当時の日本列島の太平洋側に到達しており，約3 Maに西太平洋や当時の日本列島付近で黒潮が強化されたことが示唆されている．しかし，当時の琉球弧付近での黒潮の影響の変化に関する研究はほとんどない．そこで本研究では中琉球弧に分布する島尻層群および知念層中の浮遊性有孔虫化石群集の変化に基づいて，後期中新世から前期更新世にかけての中琉球弧付近における表層水塊および黒潮の影響の変化を明らかにすることを目的とする．
本研究では沖縄本島中南部，久米島，沖縄トラフ東側斜面（以下，沖縄トラフ）で採取された計58試料の泥岩および砂岩を使用した．泥岩および砂岩試料を泥化・細粒化させ，残渣試料から実体顕微鏡下で150 μm以上の浮遊性有孔虫化石を200個体以上を目安に抽出・同定した．各試料の示準化石種の産出からUjiié (1985) による浮遊性有孔虫化石帯の定義に基づくN17〜N22帯までの化石帯を確認した．また産出した浮遊性有孔虫化石を，1) Ujiié and Ujiié (2000) による琉球弧付近の現世浮遊性有孔虫群集と表層水塊との関係，2) 現存種の地理的分布および深度分布，3) 現存種および絶滅種の殻の酸素・炭素同位体比，4) 各分類群の系統関係の4つの情報に基づいて，現存種と絶滅種を温暖混合層生息種（以下，混合層グループ），温暖温度躍層以深生息種（以下，温度躍層グループ），寒冷域生息種（以下，寒冷種グループ），沿岸・湧昇流海域生息種（以下，沿岸・湧昇流グループ）の4つの表層水塊グループに分類し，それぞれの相対頻度を算出した．
合計58試料から17属92種の浮遊性有孔虫化石を同定した．4つの表層水塊グループの組成は，全ての地域において混合層グループの相対頻度が最も高く，次に温度躍層グループの相対頻度が高い．このことから，後期中新世から前期更新世にかけての中琉球弧付近は北太平洋亜熱帯循環の内側の暖水塊に覆われており，現在の琉球弧よりも西方に黒潮の流軸があったことが推測される．また，全地域の表層水塊グループの相対頻度変化を化石帯間で10%の変化を示すことを目安に，第1段階（N17帯；7.5〜5.0 Ma），第2段階（PL1帯〜PL3帯；5.0〜3.0 Ma），第3段階（PL4帯；3.0〜2.7 Ma），第4段階（PL5帯；2.7〜2.3 Ma），第5段階（N22帯；2.3 Ma〜）の5段階に区分した．第1段階の沖縄本島付近では黒潮の影響が小さく，寒冷な表層水塊の影響も受けていたことが示唆される．第2〜3段階の中琉球弧付近では，中央アメリカ海峡の収縮・閉鎖やルソン弧の古台湾への衝突と古台湾の隆起，インドネシア海路の収縮，中期鮮新世の温暖期に関連して徐々に黒潮の影響が大きくなったことが示唆される．その後，世界的な寒冷化により第4段階で黒潮の影響が小さくなったが，第5段階で沖縄トラフの伸長・沈降の活発化により水深が深くなったことで黒潮の流量が増加した（黒潮の影響が大きくなった）ことが示唆される．

©日本地質学会

Ujiié, H. (1985) Bull Nat Sci Mus, Ser C (Geol & Paleontol), v. 11, p. 103–115.
Ujiié, Y. and Ujiié, H. (2000) Jour Foraminiferal Res, v. 30, p. 336–360.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:30 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[1oral401-09] G. ジェネラルサブセッション第四紀9

座長:渡邉 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、卜部 厚志(新潟大学災害・復興科学研究所)、高清水 康博(新潟大学教育学部)

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:15 ~ 11:30

[G-O-17] 大型底生有孔虫を用いた知念層の堆積環境指標の提案と古水深復元

*日比 絵里奈[1]、藤田 和彦[1] (1. 琉球大学大学院　理工学研究科　物質地球科学専攻)
キーワード：琉球弧、第四紀、知念層、有孔虫、堆積環境

中琉球弧では前期更新世に“島尻変動”あるいは“知念変動”と呼ばれる，主に陸源性泥（島尻層群）の堆積する半深海環境から主に石灰質砂泥（知念層）の堆積する浅海環境へ急激な堆積場の変化が起きた．その原因や影響を明らかにするには，島尻層群及び知念層の堆積環境を詳しく復元するための水深・地形・底質の指標が必要である．大型底生有孔虫は知念層に多く産出し，水深・地形・底質により分布や群集組成が異なる．先行研究でも水深100 m以浅の分布や，特定の分類群やサイズを対象としたデータは存在するが，知念層が堆積したとされる島棚斜面域（100 m以深）のデータが少なく，同層に多く含まれる2〜0.5 mm径の底生有孔虫を対象としたデータはない．そこで本研究では島棚〜島棚斜面域の2〜0.5 mm径の大型底生有孔虫群集と水深・地形・底質とを比較することにより，堆積水深などを推定する指標を提案し，知念層の堆積環境（古水深）を復元することを目的とした．
本研究の調査海域は沖縄本島南東側の中城湾からフィリピン海に面した島棚斜面にかけての水深10〜241 mの範囲である．調査海域で1970年代に琉球大学により採取された中城湾の表層堆積物試料と2008年に産業技術総合研究所のGH08航海により採取された表層堆積物試料の合計15試料を用いた．試料をふるい分けし，分割し，2〜0.5 mm径に含まれる大型底生有孔虫を拾い出し，有孔虫を属レベル（*Amphistegina*属のみ種レベル）で分類・計数した．また，自由落下型画像解析粒度分布計（JASCO FF-30micro）を用いて砂の粒度分析を行い，粒度・淘汰度・尖度・歪度を求めた．得られた各属の産出頻度（%）と水深・サンゴ礁からの距離・含泥率・粒度組成の結果とを比較した．さらに現世有孔虫データを知念層の化石有孔虫データと比較した．沖縄本島中部の東側に位置する平安座島の2地点の露頭から採取した合計20試料の岩石を過酸化水素水と塩酸を用いて分離させた．その後，現世試料と同様にふるい分けし，分割し，2〜0.5 mm径に含まれる大型底生有孔虫化石を拾い出し，属レベル（*Amphistegina*属のみ種レベル）で分類・計数した．
調査海域における2〜0.5 mm径の表層堆積物中から67属と3分類群の大型底生有孔虫が産出し，いずれかの地点で3 %を超える産出があった有孔虫は21属と2分類群である．このうち*Amphistegina*属を除く20属と2分類群は産出頻度が高い水深ごとに7つのグループ（水深30 m付近：*Peneroplis*など4属，50 m以浅：*Homotrema*など2属，50 m付近：*Baculogypsinoides*など2属，50〜150 m：*Operculina*など3属，100 m以深：*Lenticulina*など4属，150 m以深で増加：*Rotalinoides*など2属1分類群，どの水深にも産出：*Heterostegina*など3属1分類群）に分けられる．*Amphistegina*属5種に注目すると，*A. lobifera* と *A. lessonii* は水深50 m以浅，*A. radiata* は水深50 m付近，*A. bicirculata*と*A. papillosa*は水深50〜150 mで相対頻度が高い．ミリオリド有孔虫（*Quinqueloculina* /*Triloculina* /*Miliolinella*）は粒度が細かくなると相対頻度が高くなる．*Amphistegina*など3属はサンゴ礁からの距離が近いと相対頻度が高くなる．*Reophax* と *Lenticulina* など6属1分類群は含泥率が高くなると相対頻度

©日本地質学会

が高くなる．
平安座島では島尻層群の泥岩及び知念層の石灰質泥岩で*Lenticulina*の相対頻度が*A. radiata*の相対頻度よりも高く，知念層の石灰質砂岩では*A. radiata*の相対頻度が*Lenticulina*の相対頻度よりも高い．本研究の現世有孔虫データと平安座島知念層の化石有孔虫データとを比較すると，知念層下部の石灰質泥岩は水深100 m以深，上部の石灰質砂岩は水深50 m付近で堆積したと推定される．この結果は，堆積相から推定される岩相境界付近での浅海化・流速の強化と一致する．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:30 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[1oral401-09] G. ジェネラルサブセッション第四紀9

座長:渡邉 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、卜部 厚志(新潟大学災害・復興科学研究所)、高清水 康博(新潟大学教育学部)

11:30 ~ 11:45

[G-O-18] 福島県南相馬市小高区井田川浦におけるイベント堆積物

*卜部 厚志[1]、高清水 康博[2]、田口 小桃[3] (1. 新潟大学災害・復興科学研究所、2. 新潟大学教育学部、3. 新潟大学大学院自然科学研究科)

キーワード：津波堆積物、常磐海岸、福島県

福島県の常磐海岸地域での津波堆積物調査は, 今泉ほか(2008)などにより予察的な調査が進められ，2011年以降は南相馬地区の井田川浦などにおいて検討が進められた（角張ほか，2017；Kusumoto et al., 2018; Uchiyama et al., 2019など）．また，2011年以降,遺跡の調査から古墳時代や縄文時代後期など津波イベントが認定されている(川田ほか,2019). このため，新潟大学，東北大学は，南相馬市教育委員会，浪江町教育委員会と共同で，福島県南相馬市から浪江町までの常磐海岸の海岸低地において，各地区の津波堆積物による津波履歴の復元，遺跡の立地環境に係る沿岸低地の古地理・古環境復元などを行ってきた．これらの成果によって，福島県南相馬市から浪江町までの常磐海岸の海岸低地に共通する津波イベントの抽出や約6,300年前までさかのぼる津波履歴を復元しつつある．南相馬市小高区塚原地区（高清水ほか，2022など），小高区角部内地区（加藤ほか，2020），小高区蛯沢地区（河崎ほか，2024），小高区北原・浦尻地区（加藤ほか，2020；卜部ほか，2023など）では，貞観地震,古墳時代,弥生時代中期,縄文時代晩期後葉の津波堆積物の認定，粒子特性の解析や古環境復元などを行った．また，浪江町請戸地区では，複数地点コアによる解析から約6300年前までの津波イベントや泥質な洪水イベントの抽出を行った（佐藤ほか，2023，2024，2025）．井田川浦低地は，南相馬市小高区の南部に位置する東西約1.8㎞，南北約1.0㎞の潟湖を干拓した低地である．井田川浦低地の沖積層は，中央部付近において層厚26m程度であり，基底の河川性環境（砂質）からエスチュアリー環境（泥質）への堆積環境の変化を示しており，約6,000年前には湾口に砂州地形が形成され，エスチュアリーからラグーンへの古環境の変化が推定されている（角張ほか，2017；Uchiyama et al., 2019 ）．また，これらの沖積層には，複数の津波起源と推定されるイベント砂層を挟在している（角張ほか，2017；Kusumoto et al., 2018; Uchiyama et al., 2019）．一方，これらのイベント堆積物は，基底浸食面，砂層の粒度組成，偽礫を伴うなどの特徴から，津波イベントである可能性が指摘されているが，複数のユニットの累重や多様な層相変化をともない，イベント砂層の層厚が厚いことから，すべてのイベント砂層が津波起源ではないという指摘もされている．このように，井田川浦でのイベント堆積物は，一般的な塩水湿地における腐植土に挟在される津波イベント砂層と異なり，ある程度の水深を有していたエスチュアリーやラグーン環境下でのイベント起源を認定する課題を内包している．このため，井田川浦の湾央から砂州の推定潮流口に至る測線において，深度6m程度まで新たにコア採取を行い，層相の解析，イベント堆積物の認定，年代分析等を行った．この結果，湾央部の地点において，3.11イベントを含めて9層準のイベント堆積物を認定した．これらのイベント堆積物は，複数のユニットの累重から構成され，一般的な低湿地での単一あるいは数ユニットから構成される津波イベント堆積物と特徴がことなる．これまでの井田川浦縁辺低地での検討では，貞観地震,古墳時代,弥生時代中期，縄文時代晩期後葉の典型的な層相の津波イベントが確認できて

©日本地質学会

いることから，井田川浦内部においてもこれらのイベントを対比し，水域での複数ユニットからなる層相の形成要因の検討を行った．引きつづき,イベント堆積物の層相変化，堆積環境の推定，砂州の形成時期，縄文時代晩期後葉以前の年代の津波イベントの広域対比などを行っていく予定である．

文献

今泉俊文ほか,2008,重点的調査観測総括成果報告書,107-132.
角張友律ほか，2017，堆積学研究，75.
加藤 学ほか,2020,新潟大学災害・復興科学研究所共同研究報告書．
川田 強ほか,2019,南相馬市埋蔵文化財調査報告書,29.
河崎 陸ほか，2024，日本地質学会講演要旨，T13-O-2.
Kusumoto S. et al., 2018, Marine Geology 404
佐藤由人ほか，2023，地球惑星科学連合大会，MIS16-09
佐藤由人ほか，2024，地球惑星科学連合大会，MIS20-P04
佐藤由人ほか，2025，地球惑星科学連合大会，MIS11-11
高清水康博ほか，2022，地球惑星科学連合大会，MIS13-04
Uchiyama S. et al.,2019， J Sedi Soc Japan，78.
卜部厚志ほか，2023，日本堆積学会講演要旨，37-38．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月14日(日) 9:30 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[1oral401-09] G. ジェネラルサブセッション第四紀9

座長:渡邉 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、卜部 厚志(新潟大学災害・復興科学研究所)、高清水 康博(新潟大学教育学部)

11:45 ~ 12:00

[G-O-19] 福島県南相馬市小高区蛯沢地域に分布する沖積層の古環境変遷と古津波履歴の解明

*高清水 康博[1]、河崎 陸[3]、卜部 厚志[2] (1. 新潟大学教育学部、2. 新潟大学災害・復興科学研究所、3. 株式会社トマト銀行)

キーワード：津波堆積物

古津波堆積物の研究において，堆積当時の古環境を把握することは津波堆積物を同定する上で重要である．沿岸低地を遡上した津波堆積物は海および沿岸由来の物質でかつ陸成層に挟在されたイベント層として識別される必要があり，津波堆積物の同定には古津波来襲時の古環境や古地形の復元が必須となる．また古津波堆積物の形成年代を把握することは，津波堆積物の広域対比や津波の再来間隔復元のために有効である．ところで東北日本太平洋側の常磐海岸では三陸海岸や仙台湾沿岸地域に比べて津波履歴の解明が進んでいない．そこで本研究では常磐海岸蛯沢地域の沖積層の古環境復元をした上で，古津波堆積物の同定を試みる．このことによって常磐地域の津波履歴の解明を目指す．　研究対象とした沖積層は東西を丘陵に挟まれた約0.7%の勾配を持つ谷内を構成する沿岸低地である．谷筋に平行なトランセクトA，それと直交するトランセクトBを設定し，17地点からボーリングおよびジオスライサー試料を回収した．古環境変遷を把握するため，地層の堆積相解析，炭素・窒素・硫黄濃度分析（CNS分析），珪藻化石分析，およびX線CT解析を行った．その上で，沖積層の年代観の把握と古津波堆積物の年代決定のために放射性炭素年代を用いて暦年較正による年代解析を行った．　堆積相解析の結果，沖積層を5つの堆積相（A～E）に区分した．すなわち，堆積相A（赤～茶褐色の有機質シルト層），堆積相B（黒～黒褐色の有機質シルト層），堆積相C（茶～褐色の砂質シルト層），堆積相D（黒褐色の有機質シルト層），および堆積相E（灰～青灰色のシルト層）で，それぞれ，水田土壌・人工的な盛り土，湿地堆積物，泥～砂の干潟堆積物，溺れ谷堆積物，および沼地堆積物と解釈された．これらの堆積相区分に加えてCNS分析とX線CT解析の結果も考慮した上で，陸成堆積物に挟在する3つのイベント堆積物を見出した．珪藻化石分析からはこれらのイベント堆積物中に海由来の珪藻群集が含まれていた．よって古環境復元，堆積物の組織の特徴と分布，および珪藻化石分析の結果から，これらの3イベント堆積物を古津波堆積物と同定した．　放射性炭素年代測定の結果，これらの津波堆積物の堆積年代は11~13世紀，8~9世紀，および3~5世紀であった．これらの結果を日本海溝沿いから報告されている古津波堆積物と比較すると，三陸海岸と仙台湾沿岸地域から報告されている869年貞観地震津波と4~5世紀の古津波イベントと推定される堆積年代の範囲が一致した．既知の古津波堆積物の分布と比較したところ，本報告のものは最も南端で確認されるものである可能性がある．一方，11~13世紀の古津波堆積物は今回，常磐地域から新規に確認されたものである．すでに12~13世紀の古津波堆積物が三陸海岸と千島海溝沿いから知られているものの，仙台湾からの報告はなく，同一津波による堆積物の可能性は低い．そのため，別の津波起源による堆積物であると推定した．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月14日(日) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[1oral501-10] T12 ［トピック］地球史

座長:見邨 和英(産業技術総合研究所)、佐々木 聡史(群馬大学)、桑野 太輔(京都大学)

ECS

9:00 ~ 9:15

[T12-O-1]

房総半島南端に分布する海成鮮新統における地磁気エクスカーションの検出とその意義

*谷元 瞭太[1]、岡田 誠[1] (1. 茨城大学　基礎自然科学野)

9:15 ~ 9:30

[T12-O-2]

[講演取消] Reconstructing ice sheets during the last glacial cycle with relative sea level data

*Evan James GOWAN1,2, Anna Hughes3, Richard Gyllencreutz4, Jan Mangerud5, John Inge Svendsen5, Jo Brendryen5, Riccardo Riva6 (1. Kumamoto University, 2. Prefectural University of Kumamoto, 3. University of Manchester, 4. Stockholm University, 5. University of Bergen, 6. Delft University of Technology)

9:30 ~ 9:45

[T12-O-3]

機械学習を用いた微化石画像群のデータ構造抽出：データ駆動型のイクチオリス層序学確立に向けて

*見邨 和英[1]、中村 謙太郎[2,3]、安川 和孝[2] (1. 産業技術総合研究所、2. 東京大学大学院、3. 千葉工業大学)

9:45 ~ 10:00

[T12-O-4]

中期原生代に生じた大気海洋の一時的富酸素化と大規模火成活動の関連性

*尾﨑 和海[1]、渡辺 泰士[2] (1. 東京科学大学、2. 国立環境研究所)

ECS

10:00 ~ 10:15

[T12-O-5]

古太古代海洋における窒素循環：32.5億年前のバーバートン帯マペペ層黒色頁岩の窒素同位体比

*元村 健人[1]、佐野 貴司[2]、清川 昌一[1] (1. 九州大学、2. 国立科学博物館)

10:15 ~ 10:45

[1oral501-10-6add]

休憩

学生優秀発表賞エントリー

10:45 ~ 11:00

[T12-O-6]

多指標分析に基づく前期更新世の北西太平洋の高時間解像度古環境復元

*石井 義弘[1]、宇都宮 正志[2]、羽田 裕貴[2]、乾 睦子[3]、泉 賢太郎[1] (1. 千葉大学、2. 産業技術総合研究所、3. 国士舘大学)

©日本地質学会

学生優秀発表賞エントリー
11:00 ~ 11:15
[T12-O-7]
下部更新統大桑層のアルケノンに記録された日本海沿岸域の表層環境変動
*西山 烈[1]、北村 晃寿[2]、長谷川 卓[1] (1. 金沢大学、2. 静岡大学)

学生優秀発表賞エントリー
11:15 ~ 11:30
[T12-O-8]
前期三畳紀後期（オレネキアン期）のスミシアン亜期とスパシアン亜期の境界期における低緯度域遠洋深海底の古環境復元
*松井 和己[1]、高橋 聡[1]、市村 駿汰[1]、武藤 俊[2]、山北 聡[3] (1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 産業技術総合研究所、3. 宮崎大学教育学部)

学生優秀発表賞エントリー ECS
11:30 ~ 11:45
[T12-O-9]
関東山地山中層群における白亜紀アプチアンーアルビアン境界付近のオスミウム同位体層序
*塚田 結衣[1]、藤野 滋弘[1]、松本 廣直[1]、鈴木 勝彦[2] (1. 筑波大学、2. 海洋研究開発機構)

学生優秀発表賞エントリー ECS
11:45 ~ 12:00
[T12-O-10]
インド洋におけるデカン洪水玄武岩噴出イベント期の海水オスミウム同位体層序
*太田 映[1]、黒田 潤一郎[1]、Maria Tejada[2]、鈴木 勝彦[2]、久保 雄介[3]、石川 晃[4] (1. 東京大学 大気海洋研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 海洋研究開発機構高知コア研究所、4. 東京科学大学 理学院地球惑星科学系)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月14日(日) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[1oral501-10] T12 ［トピック］地球史

座長:見邨 和英(産業技術総合研究所)、佐々木 聡史(群馬大学)、桑野 太輔(京都大学)

ECS

9:00 ~ 9:15

[T12-O-1] 房総半島南端に分布する海成鮮新統における地磁気エクスカーションの検出とその意義

*谷元 瞭太[1]、岡田 誠[1] (1. 茨城大学　基礎自然科学野)

キーワード：後期鮮新世、古地磁気学、地磁気エクスカーション、房総半島

　地磁気エクスカーションは，仮想地磁気極が地磁気永年変化の範囲を逸脱し，安定磁極期の方向から45度を超えて変動する現象として定義される短期間の地磁気変動現象である（たとえば，小田，2005; Channell et al. 2020）．この現象は，地磁気逆転と比較して頻繁に発生することが知られており，ブルン正磁極期には少なくとも23個のエクスカーションが報告され，そのうち18個は複数の地点から信頼できる記録が得られている（小田，2005）．したがって，地磁気エクスカーションは地磁気逆転よりも遥かに高い時間解像度で層序対比を可能にする年代指標であり，複数の地域で地磁気エクスカーションを認定することは，地質学的に重要である．
後期鮮新世には，中期ピアセンジアン温暖期や北半球氷河化作用（NHG: Northern Hemisphere Glaciation）といった全球的な気候変動が含まれるにもかかわらず，地磁気エクスカーションの認定例は少ない．これは，鮮新世の古地磁気学的研究は，一般に堆積速度が数cm/kyr程度と低い深海底コアやイタリアの泥灰岩等が中心であり，古地磁気記録の著しい平滑化を被ったためと推定される（たとえば，Linssen 1991: van Hoof and Langereis 1992; Valet and Meynadier 1993）．地磁気エクスカーションを検出するためには，従来よりも高時間解像度の古地磁気記録を取得することが望ましい．
近年，Channell et al. (2016）は，十数cm/kyrの堆積速度をもつ北大西洋の深海底コア（IODP Site 1308）における詳細な古地磁気記録を報告した．この報告では，海洋酸素同位体ステージ（MIS: Marine oxygen Isotope Stage） G7/G6境界付近（2.737 Ma）に検出された変動をPorcupineエクスカーションと命名した．このイベントはNHG主部と年代が重なり合うため，NHGにおける層序対比の指標として有用であるといえる．しかし，Porcupineエクスカーションの報告は，Channell et al. (2016）に限られており，Ohno et al. (2012) の報告した後期鮮新世における３つのエクスカーションL6 (2.65 Ma), L7 (2.71 Ma), L8 (2.75 Ma)との対応関係も不明である．Chiara et al. (2025) は，フランス領ポリネシアのソシエテ諸島から報告されたRaiateaエクスカーション（Yamamoto et al. 2007）をL8と対比させたが，L7やPorcupineエクスカーションとの関連についてはさらなる議論の必要性が指摘されている．
そこで本研究では，岡田ほか (2012) によって堆積速度が数十cm/kyrであることや，MIS G7/G6境界が含まれることが示された千倉層群南朝夷層を対象に高密度の古地磁気測定を実施し，L7やL8, Porcupineエクスカーションの検出を試みた．これまでのところ，MIS G7に対比された層位付近から採取した36層準の測定を行い，中間極性や逆極性を示す層準が検出された．今後，千倉層群に挟在するテフラに含まれる火山ガラスの化学組成分析およびジルコン等の放射年代測定，底生有孔虫の酸素同位体比のデータを拡充することによって年代モ

©日本地質学会

デルの高精度化を図ることで，NHGにおける国際的な層序対比に寄与すると期待される．

引用文献

Channell et al. (2016) doi: /10.1016/j.quascirev.2015.10.011., Channell et al. (2020) doi: 10.1016/j.quascirev.2019.106114., Chiara et al. (2025) doi: 10.1029/2025GC012220. Linssen (1991) Properties of Pliocene sedimentary geomagnetic reversal records from the Mediterranean. Geol Ultraiectina 80:231., 小田 (2005) doi: 10.5026/jgeography.114.2_174., 岡田ほか（2012）doi: 10.5575/geosoc.2011.0027., Valet and Meynadier (1993) doi: 10.1038/366234a0., van Hoof and Langereis (1992) doi: 10.1029/92JB00220., Yamamoto et al. (2007) doi: 10.1111/j.1365-246X.2006.03277.x.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月14日(日) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[1oral501-10] T12 ［トピック］地球史

座長:見邨 和英(産業技術総合研究所)、佐々木 聡史(群馬大学)、桑野 太輔(京都大学)

9:30 ~ 9:45

[T12-O-3] 機械学習を用いた微化石画像群のデータ構造抽出：データ駆動型のイクチオリス層序学確立に向けて

*見邨 和英[1]、中村 謙太郎[2,3]、安川 和孝[2] (1. 産業技術総合研究所、2. 東京大学大学院、3. 千葉工業大学)

キーワード：微化石、生層序学、機械学習、イクチオリス

機械学習を用いた画像認識技術は、自動運転や顔認証などに欠かせないツールとして近年急速に発展している。この恩恵を受けて、地球科学分野でも画像認識によって研究を効率化する動きが進んでいる [e.g. 1]。微化石観察においては、広範囲を一挙に撮影できる電動ステージ付きの顕微鏡やスライドスキャナーと機械学習を組み合わせることで、大量の微化石を効率的に観察できる技術が既に実用化されている [2–6]。
しかしながら、上記技術の導入によって微化石研究の「効率化」は進展しているものの、学術体系の深化に向けては未だ課題が残されている。講演者らの研究を含むほとんどの先行研究では、取得した微化石画像の分類やそれらの地質学的解釈（年代決定・堆積環境推定等）は、機械学習技術が台頭する以前に確立された体系に基づいて議論されてきた。これは研究の最初のステップとしては妥当である一方、機械学習技術のポテンシャルを最大限に活用することでさらなる研究の発展につながる可能性を残している。
本研究では、微化石画像群に内在するデータ構造を機械学習技術によって抽出する手法の開発を目指した。本研究の検討対象として、魚類の歯や鱗の微化石「イクチオリス (ichthyolith)」を選択した。イクチオリスは堆積物中で分解を受けにくいリン酸カルシウムで構成されるため、他の微化石がほとんど産出しない遠洋性粘土の年代を決定できるツールとして1970年代から研究がされてきた [7]。しかしながら、既存の層序体系では制約できる年代の解像度が他の微化石と比べて粗いという課題が存在していた。
予察的な検討の結果、微化石画像群の持つデータ構造を2次元平面に可視化することができ、それが化石種の形態的特徴と概ね対応する傾向が確認された。今後は層序によるデータ分布の変化を検討することで、データ駆動型の微化石層序の開発につながる可能性があると考えている。

【引用文献】[1] Mimura et al. (2023) *IEEE-JSTARS*, **16**, 2703-2710; [2] Itaki et al. (2020) *Sci. Rep.*, **10**, 21136; [3] Tetard et al. (2020) *Clim. Past*, 1–23; [4] Carlsson et al. (2022) *J. Micropal.*, **41**, 165–182; [5] Mimura et al. (2024) *Earth Space Sci.*, **11**, e2023EA003122; [6] Mimura et al. (2025) *Paleoceanogr. Paleoclim.*, **40**, e2024PA004938; [7] Doyle and Riedel (1979) Micropaleontology, **25**, 337–364

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月14日(日) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[1oral501-10] T12 ［トピック］地球史

座長:見邨 和英(産業技術総合研究所)、佐々木 聡史(群馬大学)、桑野 太輔(京都大学)

9:45 ~ 10:00

[T12-O-4] 中期原生代に生じた大気海洋の一時的富酸素化と大規模火成活動の関連性

*尾﨑 和海[1]、渡辺 泰士[2] (1. 東京科学大学、2. 国立環境研究所)

キーワード：中期原生代、酸素、生物地球化学、物質循環モデル、巨大火成岩区

大気海洋の酸化還元状態は気候状態や生命進化と密接に関連し、その安定性や変動性を明らかにすることは地球環境と生命の共進化の理解につながる重要な問題である。この視点で地球史を眺めた際、中期原生代（約18~8億年前）はその前後の時代に比べて生命進化や環境変化に顕著な変動が認められず、安定な地球環境が長期にわたって継続した時代として注目される。しかしながら、近年の地球化学データ（酸化還元敏感元素の濃集やクロム同位体比の正異常、炭酸塩のI/(Ca+Mg)、Ce異常）の蓄積により、約16億年前から14億年前にかけて少なくとも3回にわたり一時的な（~100万年）大気海洋系の富酸素化現象が生じたことが分かってきた。さらに、これらのイベント期間中には大陸風化の促進や海洋の富栄養化が生じていたことを示唆するデータが得られており、炭素同位体比や硫黄同位体比にも異常が認められることからグローバルな環境変動が生じたことは確からしい。これらの一時的な大気海洋の富酸素化の究極的な原因は未解明であるが、イベント層準の直下でHg濃集やHg同位体異常が検出されていることから、巨大火成岩区の形成に伴う大規模な火成活動が引き金ではないかと議論されている。しかしながら、これまでに得られている一連の地質記録が大規模な火成活動に起因した物質循環の応答として定量的に説明可能なのかという問題は明らかではない。

本研究では、大気－海洋－地殻間の生元素（C, N, P, O, S）循環を包括的に考慮した理論モデルCANOPSを用い、中期原生代の一時的富酸素化現象と大規模な火成活動との間の因果関係を明らかにするための数値実験を行った。中期原生代の地球システムを模擬した初期状態（大気O2濃度=~2%現在比、大気CO2濃度=~100現在比、海洋P濃度=10%現在比、全球平均地表面気温＝290 K）に対し、顕生代の巨大火成岩区形成シナリオで想定されるCO2や還元ガスの脱ガスフラックスをモデルへと与え、その後の環境変動を予報した。典型的な脱ガスシナリオでは、大気CO2濃度の増加に伴う温暖化（>+10 K）によって陸域での化学風化が促進されることで海洋への栄養塩供給が増加し、海洋の富栄養化が進行（海洋P濃度=~60%現在比）するという結果が得られた。温暖化と富栄養化に伴い、海洋の貧酸素化が進行する。しかしながら、有機物や黄鉄鉱の埋没も卓越するために、噴火開始から10~20万年程度が経過すると大気中O2濃度が増加（>~15%現在比）する結果、その後はイベント前よりも酸化的な海洋環境が形成されることが分かった。火成活動による同位体的に軽いCO2の流入に加え、大気O2濃度の増加によって陸域での有機炭素の酸化風化が促進されることでも同位体的に軽い炭素が大気海洋系へと流入するため、生物生産の増大にもかかわらず炭素同位体比は1~2‰程度の負異常を示す。一方、硫黄同位体比は、ユーキシニアの拡大や黄鉄鉱埋没フラックスの増加を反映して大きな正異常（~50‰）を示した。

以上の数値実験結果は、近年得られている一連の大気海洋環境変動の推定と整合的な結果である。このことは、中期原生代における一時的な大気海洋系の富酸素化現象は巨大火成岩

©日本地質学会

区の形成に伴う火成活動が究極的な原因であるとの仮説を支持するものである。一方、本研究結果は、イベント初期に温暖化や一時的な海洋の貧酸素化が生じたことを予測している。このような環境変動を実際に伴っていたかどうかについては、今後地質記録に基づく検証が必要である。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月14日(日) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[1oral501-10] T12 ［トピック］地球史

座長:見邨 和英(産業技術総合研究所)、佐々木 聡史(群馬大学)、桑野 太輔(京都大学)

ECS

10:00 ~ 10:15

[T12-O-5] 古太古代海洋における窒素循環：32.5億年前のバーバートン帯マペペ層黒色頁岩の窒素同位体比

*元村 健人[1]、佐野 貴司[2]、清川 昌一[1] (1. 九州大学、2. 国立科学博物館)
キーワード：古太古代、窒素循環

窒素はアミノ酸等を形成する生物必須元素であり，リンと共に生物生産量を規定する元素の一つである．海洋中において，窒素は主に硝酸イオンとアンモニウムイオンとして存在しており，それらはそれぞれ酸化的海洋と嫌気的海洋において安定である．したがって地球史を通じた海洋窒素循環の進化は海洋酸化還元状態に密接に関連する．たとえば約24億年前の大酸化イベント（Great Oxidation Event; GOE；Lyons et al., 2014）によって海洋表層が酸化されたことで，古原生代を通じて硝酸イオンは海洋表層に安定に存在できており，同時期から硝化・脱窒・硝酸イオン同化が卓越する好気的窒素循環が駆動していたと考えられる（Kipp et al., 2018）．一方でこれまでの研究において，貧酸素環境であった古太古代海洋では窒素固定とアンモニア同化が主要な窒素の生物代謝反応であると考えられてきた．一般に，この二つの経路は小さな（正味の）同位体分別を起こすが，このような嫌気的窒素循環だけでは説明できない正の窒素同位体比は，古太古代からも報告されており（参照：Stüeken et al., 2016），その原因は不明であった．本研究では，約32.5億年前に堆積したバーバートン帯フィグツリー層群マペペ層に含まれる黒色頁岩の有機炭素・窒素同位体比と主要元素分析を実施した．研究対象はバーバートン帯南東部のコマチ川沿いの露頭である．本露頭ではチャート・黒色頁岩・鉄鉱層が約120 mにわたって露出する．またそこでは，砂岩等の粗粒な砕屑岩は認められないことから，本研究対象は比較的深いファシスの堆積物であると考えられる．検討セクションは断層によって６ユニット（B1, B2, C, D1, D2, and E）に分割されるが，各ユニット中において地層は整然とする．黒色頁岩は最大で５ wt.%ほどの有機炭素含有量であり，また，鉄含有量は最大39 wt.%に達する．それらの鉄は主に鉄酸化物・鉄珪酸塩鉱物（硬緑泥石等）として黒色頁岩中に含まれており，硫化物はほとんど観察されなかった．有機炭素同位体比は平均で−25‰であり，Cユニット（約20 m）中で−5‰ほどの一時的な減少を示す．窒素同位体比（$\delta^{15}N_{bulk}$）は平均で+5.1‰であり，Cユニット中で+8.7‰に達する上昇を見せる．先行研究によって推定された有機物のラマンスペクトル分析に基づく変成度はおおよそ緑色片岩相であり（Tice et al., 2004），本研究で得られたH/C比についてもこれと矛盾しない．また，フッ化水素酸によって抽出された有機物残渣の窒素同位体比（$\delta^{15}N_{kerogen}$）もCユニットにおいて+6‰程度の値を取ることから，本研究で得られた正の窒素同位体比は，初生的な特徴であると考えた．先に述べたように，このような正の窒素同位体比は，一般的な嫌気的窒素循環では説明できない．またバーバートン帯中央部より掘削されたコア試料中のマペペ層鉄酸化物が約+2‰の鉄同位体比を持つことから，マペペ層堆積時の海洋表層は酸素を全く含まないと考えられる（Busigny et al., 2017）．つまり，GOE以降のような好気的窒素循環によって窒素同位体比が高くなったこ

©日本地質学会

とも考えにくい．本研究では，検討セクションにおいて，窒素同位体比と鉄含有量が正の相関関係を示すことを新たに発見した．さらに有機炭素同位体比は鉄含有量と負の相関関係を示す．このような関係は，古太古代の嫌気的かつ鉄イオンに富む海洋において鉄・窒素・炭素循環が連動していたことを示す．つまり本研究結果は，古太古代海洋において鉄酸化物が酸素に変わる生物代謝の主要な電子受容体であったことを示唆する．引用文献：Busigny et al., 2017. Geochim. Cosmochim. Acta 210, 247–266.Kipp et al., 2018. Earth Planet. Sci. Lett. 500, 117–126.Lyons et al., 2014. Nature 506, 307–315Stüeken et al., 2016. Earth-Sci. Rev. 160, 220–239.Tice et al., 2004. Geology 32

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月14日(日) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[1oral501-10] T12 ［トピック］地球史

座長:見邨 和英(産業技術総合研究所)、佐々木 聡史(群馬大学)、桑野 太輔(京都大学)

学生優秀発表賞エントリー

10:45 ~ 11:00

[T12-O-6] 多指標分析に基づく前期更新世の北西太平洋の高時間解像度古環境復元

*石井 義弘[1]、宇都宮 正志[2]、羽田 裕貴[2]、乾 睦子[3]、泉 賢太郎[1] (1. 千葉大学、2. 産業技術総合研究所、3. 国士舘大学)

キーワード：前期更新世、スーパー間氷期、上総層群、古環境

現在の房総半島沖には全球的な気候変動に鋭敏に反応する黒潮-親潮混合域が位置する．房総半島中央部に分布する上総層群は堆積速度が非常に速い海成層で，第四紀の黒潮や親潮の変動を高時間分解能で復元する上で良好な条件がある．このうち大田代層はスーパー間氷期として知られる海洋酸素同位体ステージ（MIS）31を含み，先行研究によって酸素同位体-古地磁気層序（辻ほか，2005）やアルケノン古水温変動（Kajita et al., 2021）などが明らかにされている．このように大田代層はスーパー間氷期における黒潮-親潮混合域の環境変動を極めて高い時間分解能で復元できるポテンシャルを有するが，気候変動に伴う堆積物の特性や元素組成の時系列変化を検討した研究はほとんどない．本研究の目的は，下部更新統上総層群大田代層のMIS 31を含む層序区間を対象に，スーパー間氷期における黒潮-親潮混合域の古環境変動を数百年の時間分解能で復元することである． 研究対象地である千葉県いすみ市の正立寺川には大田代層中部が連続的に露出する．辻ほか（2005）が酸素同位体層序を構築した大多喜町紙敷のボーリングコアTR-3とは，火山灰鍵層O11とO7によって層序対比が可能である．試料採取はMIS 31～30の層序区間のシルト岩を対象に時間分解能が数百年間隔となるように実施した．採取した計100サンプルを対象に，レーザ回折/散乱式粒子径分布測定装置を用いた粒度分析，卓上電気炉を用いた強熱減量（LOI）分析，ハンドヘルド蛍光X線分析装置を用いた元素分析を行った． その結果，K/AlやCa/Alなどの指標は酸素同位体比曲線と類似する層位変化パターンを示し，酸素同位体比が高い時に低い値を示したが， D50などの粒径指標は氷期-間氷期スケールよりも細かい変動が見られた．さらに，有機炭素含有量の指標として用いたLOIは，MIS 31では比較的高い値を示していたが，MIS 31末期になると値が低下し，MIS 30では再びMIS 31と同水準の値になっていた．また，粒子径分布分析の結果と元素分析に基づく粒径代替指標は，おおまかには整合的であった．これらのことから，氷期-間氷期サイクル変動とは異なる時間スケールでの環境変動がスーパー間氷期末期にも存在する可能性がある．氷期-間氷期サイクルスケールの変動は日射量増大に伴う表層海流と表層生物生産の変化に由来すると考えられ，国本層で報告された現象（Itaki et al．，2022）と類似するメカニズムが示唆される．短周期変動の原因には別の外部強制力が考えられるが，今後の課題である．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月14日(日) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[1oral501-10] T12 ［トピック］地球史

座長:見邨 和英(産業技術総合研究所)、佐々木 聡史(群馬大学)、桑野 太輔(京都大学)

学生優秀発表賞エントリー

11:00 ~ 11:15

[T12-O-7] 下部更新統大桑層のアルケノンに記録された日本海沿岸域の表層環境変動

*西山 烈[1]、北村 晃寿[2]、長谷川 卓[1] (1. 金沢大学、2. 静岡大学)

キーワード：前期更新世、大桑層、氷河性海水準変動、アルケノン、アルケノン不飽和指標

現在の日本海は南北の海峡で外洋と隔たれた海域で, 特に南方の対馬海峡からは強い暖流が継続的に流れ込んでいることが知られている. しかし新生代第四紀更新世においてはこの海峡から流れ込む対馬暖流が大きく変化しており, 暖流の流入量の変動に関連して生物相や海洋表層水温, 海洋の成層状態などが著しく変化したことが推測される. しかしながら日本海の海底堆積物は炭酸塩溶解により, 浮遊性有孔虫を用いた古水温・塩分復元が困難であり, 表層環境の変動史は未解明な点が多い. これに対し富山県小矢部市から石川県金沢市に分布する, 沿岸浅海域で堆積した下部更新統大桑層は水深数十メートル前後で堆積し、氷期の低海水準期には寒流系貝化石が密集し、間氷期の高海水準期には暖流系貝化石が散在するという, 海峡開閉の影響を克明に示す地層である. 本研究では，特にこの寒暖両系種の出現コントラストが大きい中部層の堆積サイクル 1–11（MIS 50–28）からアルケノン不飽和指数 $U^{K'}_{37}$を測定し, 沿岸表層の古水温を推定した. $U^{K'}_{37}$は 0.23–0.92 の範囲で変動し, 暖流系化石が多い層準で高値を示す傾向が全体を通して確認された. しかしながらCycle 6 以降の間氷期では 0.75–0.82 程度にとどまり, 0.9以上の高い値を示していたCycle 5 以前に比べ約3 ℃ 低温側へシフトした. この寒冷化傾向は約1.3Ma頃から始まる広域的な寒冷化と連動している可能性が高い. また本研究ではCycle 6以降について密集層に近づくにつれて$U^{K'}_{37}$が著しく低下する層準が見られたため, この$U^{K'}_{37}$の著しい低下についても併せて検討を行う.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月14日(日) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[1oral501-10] T12 ［トピック］地球史

座長:見邨 和英(産業技術総合研究所)、佐々木 聡史(群馬大学)、桑野 太輔(京都大学)

学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

[T12-O-8] 前期三畳紀後期（オレネキアン期）のスミシアン亜期とスパシアン亜期の境界期における低緯度域遠洋深海底の古環境復元

*松井 和己[1]、高橋 聡[1]、市村 駿汰[1]、武藤 俊[2]、山北 聡[3] (1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 産業技術総合研究所、3. 宮崎大学教育学部)

キーワード：前期三畳紀後期（オレネキアン期）のスミシアン亜期とスパシアン亜期の境界期、コノドント、フランボイダル黄鉄鉱

【はじめに】　約2億5千万年前に起きたペルム紀末大量絶滅の後, 前期三畳紀後期（オレネキアン期）のスミシアン亜期とスパシアン亜期の境界期では遠洋域を含む広範囲に無酸素環境が発生したことが知られている.[1] しかし, 同境界直後の低緯度パンサラッサ海遠洋の深海底における環境については未だに不明点が多い. 本研究では前期三畳紀スミシアン亜期とスパシアン亜期の遠洋深海底の環境を明らかにするため, 前期三畳紀に遠洋で堆積した岩石が残る中部日本の美濃—丹波—足尾帯のセクションで溶存酸素環境(酸化還元環境)の復元を試みた.

【地質概説・研究方法】　調査地域である岐阜県各務原市鵜沼宝積寺町にある宝積寺セクション[2]の露頭を詳細に調査し, 地質構造を明らかにした. その中の層序的連続箇所を構造的下位からHS-1, HS-2, HS-3とした. 主に灰色粘土岩層が分布し, 黒色粘土岩やチャートの薄層が見られた. またHS-1には苦灰岩層, HS-3には厚い黒色粘土岩層が確認された. コノドント化石に基づいた生層序を確立するために, チップメソッド[3]とNaOH法[4]をそれぞれ用いてコノドント化石を探した. HS-1, HS-2から前期三畳紀のスミシアン亜期を示す*Conservatella conservativa*, *Guanxidella bransoni*, HS-3からスパシアン亜期を示す*Triassospathodus brevissimus*が産出した. 岩石試料を研究セクションから採取し, 研磨断面及び薄片を作成した. 作成した薄片を偏光顕微鏡で観察し, フランボイダル黄鉄鉱の直径計測及び分布分析を行った. さらに研磨断面の観察により生物擾乱の程度を調査し, 生痕ファブリック指数(i. i.)[5]に基づいて当時の底生動物活動の程度を推定した.

【結果・考察】　観察した層全てで黄鉄鉱を確認し, そのうちHS-1下部とHS-3でフランボイダル黄鉄鉱が多数認められた. 直径分布はHS-1において平均5.3-9.4 μm, 標準偏差1.9-4.2 μm, HS-3において平均5.3-6.3 μm, 標準偏差1.4-2.8 μmであった. 得られた直径分布を, 平均6.5 μm, 標準偏差2 μmを基準[6]に当時の酸化還元環境を推定した. この結果から, ①スミシアン亜期中期から後期にかけて貧酸素環境が発達し, 含硫化水素環境が短期間発達していたこと, ②スミシアン亜期後期には貧酸素環境が発生していたこと, ③スパシアン亜期前期には貧酸素環境が発達し, 含硫化水素環境が短期間発達していたことが示された. 研磨断面を観察した結果, HS-1では明瞭な層構造が見られた. 一方HS-3下部の2層準には1 cm以下の掘られた穴のような構造が確認され, 低い生物擾乱(i. i.=3)が認められた. この結果から, スパシアン亜期前期には底生動物活動が一時的に回復していたことが示された. これらの酸化還元環境の傾向はテチス海の大陸縁辺域や北パンゲア周辺の海域でも確認されており[1], テチス海で確認

©日本地質学会

されているスパシアン亜期最前期における気候寒冷化とその後の緩やかな温暖化による広域的な現象であることが示唆される.

【引用文献】 [1] Takahashi et al., 2025. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **675**, 113080. [2] 山北ほか, 2010. 日本古生物学会2010年年会講演要旨, C23, p.47 [3] Muto et al., 2018. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **490**, 687–707. [4] Onoue et al., 2024. *Scientific Reports*, **14**, 12831. [5] Droser and Bottjer, 1986. *Journal of Sedimenta. Research*, **56**, 558-559. [6] Wilkin et al., 1991. *Geochimi. et Cosmochimi. Acta*, **60**, 3897-3912.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月14日(日) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[1oral501-10] T12 ［トピック］地球史

座長:見邨 和英(産業技術総合研究所)、佐々木 聡史(群馬大学)、桑野 太輔(京都大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:30 ~ 11:45

[T12-O-9] 関東山地山中層群における白亜紀アプチアン－アルビアン境界付近のオスミウム同位体層序

*塚田 結衣[1]、藤野 滋弘[1]、松本 廣直[1]、鈴木 勝彦[2] (1. 筑波大学、2. 海洋研究開発機構)
キーワード：白亜紀、アプチアン－アルビアン境界、オスミウム同位体比、山中層群

白亜紀中期（約 1 億 2500 万～ 9000 万年前）は，地球史上でもとりわけ顕著な温暖化と，複数回にわたる海洋無酸素事変 (Ocean Anoxic Events: OAEs) が発生した時代である (Percival et al., 2025)．中でも，アプチアン－アルビアン境界付近（約 1 億 1300 万年前）は，ケルゲレン海台火山活動 (Kerguelen LIP)，テチス海・大西洋を中心とした OAE1b，浮遊性有孔虫の大規模絶滅など，地球システムにおける重大な環境変動が同時に生じた転換期である (Matsumoto et al., 2022)．しかし，アプチアン－アルビアン境界に対応する地層は，多くのセクションでハイエイタスになっており，特に太平洋地域では連続した層序記録が乏しい．また既存研究の多くは遠洋域の堆積物を対象としており，陸域や浅海域における環境変動は十分解明されていない．

本研究では，こうした空白を補うため，太平洋西縁で堆積した関東山地北西部に分布する山中層群の瀬林層および三山層を対象として，アプチアン－アルビアン境界付近の連続層序の確立と古環境の復元を目的とした．層序の確立を行うために，オスミウム (Os) 同位体層序を用いた．海水の Os 同位体比 ($^{187}Os/^{188}Os$) は異なる同位体比を持つマントル・大陸・宇宙由来の Os フラックスを反映し，時代とともに変化する．また，海水中の Os 同位体比は均質であるため，堆積岩に記録された Os 同位体比の値をもとに，高精度の年代決定が可能となる（野崎ほか，2014）．

調査対象は，群馬県神流町の間物沢セクションである．同セクションでは，瀬林層・三山層が 1150 m 以上にわたって露出する．瀬林層下部は細粒～粗粒砂岩を主体とし，部分的に泥岩を挟む．上部では泥岩層や砂岩泥岩互層を経て，粗粒砂岩層，礫岩層へと遷移する．最上部では厚さ 50 m 以上の礫岩層が発達し，その上位に泥岩を主体とする三山層が 600 m 以上にわたって重なる．同セクションにおいてルートマップおよび柱状図を作成し，5–10 m 間隔で計42 地点から泥岩試料を採取した．試料はメノウ乳鉢を用いて粉砕後，前処理を行い，海洋研究開発機構 (JAMSTEC) において Os 同位体比および Re 同位体比の分析を行った．

Os 同位体比分析の結果，瀬林層・三山層の大部分の試料において $^{187}Os/^{188}Os$ 比は 0.5–0.6 の範囲に収まることが明らかになった．これは先行研究によるアプチアン期のオスミウム同位体比の値 (Matsumoto et al., 2022) と一致する．一方，三山層上部の層準においては，$^{187}Os/^{188}Os$ が 0.7 程度まで上昇し，これはアルビアン期の値に相当すると考えられる．したがって，山中層群におけるアプチアン－アルビアン境界は三山層上部に位置すると考えられる．

©日本地質学会

文献

Matsumoto, H., Coccioni, R., Frontalini, F., Shirai, K., Jovane, L., Trindade, R., Savian, J.F., and Kuroda, J., 2022, Mid-Cretaceous marine Os isotope evidence for heterogeneous cause of oceanic anoxic events. *Nature Communications*, **13**, 239.
Percival, L.M.E., Matsumoto, H., Callegaro, S., Erba, E., Kerr, A.C., Mutterlose, J. and Suzuki, K., 2025, Cretaceous large igneous provinces: from volcanic formation to environmental catastrophes and biological crises. In Hart, M.B., Batenburg, S.J., Huber, B.T., Price, G.D., Thibault, N., Wagreich, M., and Walaszczyk, I., eds., Cretaceous Project 200 Volume 1: the Cretaceous World. *Geological Society, London, Special Publications*, 544.
野崎建生，加藤泰浩，鈴木勝彦，2014, Re–Os同位体を用いた地球化学：年代決定から古環境解読まで，*地球化学*，**48**, 279–305.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月14日(日) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[1oral501-10] T12 ［トピック］地球史

座長:見邨 和英(産業技術総合研究所)、佐々木 聡史(群馬大学)、桑野 太輔(京都大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:45 ~ 12:00

[T12-O-10] インド洋におけるデカン洪水玄武岩噴出イベント期の海水オスミウム同位体層序

*太田 映[1]、黒田 潤一郎[1]、Maria Tejada[2]、鈴木 勝彦[2]、久保 雄介[3]、石川 晃[4] (1. 東京大学 大気海洋研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 海洋研究開発機構高知コア研究所、4. 東京科学大学 理学院地球惑星科学系)

キーワード：K-Pg 境界、デカン洪水玄武岩噴出、オスミウム同位体比、インド洋

約6600万年前の白亜紀—古第三紀境界(K-Pg 境界)は、生物種の最大75%が絶滅した、地球史上きわめて重要な転換点である。その原因として現在のメキシコ湾・ユカタン半島における巨大隕石衝突に加えて、同時期にインド亜大陸で発生したデカン洪水玄武岩噴出イベントの影響が議論されている(e.g. Bond et al., 2014)。イリジウム(Ir)をはじめとした白金族元素の明確な濃度のピークは、世界中のK-Pg境界の粘土層で確認されている(e.g. Alvarez et al., 1980)。海底堆積物中のオスミウム同位体比($^{187}Os/^{188}Os$)の低下は、両者を記録する最も信頼できる地球化学的証拠のひとつと考えられており、これまで特にK-Pg境界の層序対比に広く用いられてきた(e.g. Ravizza & VonderHaar 2012)。デカン洪水玄武岩噴出期にわたる高解像度の$^{187}Os/^{188}Os$比記録は増加しつつあるが、現時点では4地域(北西太平洋シャツキー海台、南大西洋ウォルビス海嶺、南極海モード海台、イタリアのグッビオ)に限られており(Ravizza & VonderHaar 2012, Robinson et al., 2009; Westerhold et al., 2025)、いずれもデカン玄武岩噴出源から遠距離に位置している。デカン洪水玄武岩噴出の規模評価や、それに伴う全球的・局所的な環境変動の解明のためには、インド亜大陸に近い距離からのデータも必要も求められる。

そこで本研究では、インド洋で掘削された2つのInternational Ocean Discovery Program (IODP)海洋コア堆積物を用いて、デカン洪水玄武岩噴出期における白金族元素濃度と$^{187}Os/^{188}Os$比の分析を実施した。1つ目のコアはオーストラリア南西沖のメンテーレ海盆に位置するIODP Exp. 369 Site U1514である。このサイトでは、生層序K-Pg境界において白金族元素濃度のピークと$^{187}Os/^{188}Os$比の低下(≈0.235)が示され、デカン洪水玄武岩噴出を反映していると考えられる。$^{187}Os/^{188}Os$比の低下(≈0.6から≈0.4)は、他の4地域よりもおよそ70万年早いタイミングで開始していることが明らかになった。2つ目のコアはオーストラリア北西沖のウォンバット海台に位置するOcean Drilling Program (ODP) Leg 122 Site 761である。このサイトの古地磁気層序と生層序データから、白亜紀末マーストリヒチアン期については堆積物が連続的に保存されていることが報告されている(Quillevere et al., 2002)。現在Site 761について分析準備を進めており、学会発表日までに結果を得る予定である。

本発表では、Site U1514とSite 761の高解像度$^{187}Os/^{188}Os$比分析結果を報告し、他地域と層序対比を行う。デカン洪水玄武岩噴出のような陸上における大規模火成活動に対して、海水$^{187}Os/^{188}Os$比が空間的・時間的にどのように応答するか議論する。

©日本地質学会

References

Alvarez, L. W., Alvarez, W., Asaro, F., & Michel, H. V., *Science*, 208(4448), 1095-1108 (1980)
Bond, David PG, & Paul B. Wignall., *Geological Society of America Special Papers*, 505, 29-55 (2014).
Quillévéré, F., Aubry, M. P., Norris, R. D., & Berggren, W. A., *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *184*(3-4), 371-405 (2002)
Ravizza, G., & VonderHaar, D., *Paleoceanography*, *27*(3) (2012)
Robinson, N., Ravizza, G., Coccioni, R., Peucker-Ehrenbrink, B., & Norris, R., *Earth and Planetary Science Letters*, *281*(3-4), 159-168 (2009)
Westerhold, T., Dallanave, E., Penman, D., Schoene, B., Röhl, U., Gussone, N., & Kuroda, J., *Science Advances*, *11*(10), (2025)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 11:45 口頭第6会場(E305)

[1oral601-08] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

9:15 ~ 9:30

[T2-O-1]

水蒸気噴火を発生する火山下の難透水層試料の岩石・鉱物学的特徴—霧島硫黄山の例

*草野 有紀[1]、井村 匠[2]、古川 竜太[1]、山元 孝広[1]、石塚 吉浩[1]、伊藤 順一[1]、松島 喜雄[1]、朝比奈 大輔[1]、阪口 圭一[1] (1. 産総研地質調査総合センター、2. 山形大学)

9:30 ~ 9:45

[T2-O-2]

熱水系卓越火山における異常とその斑岩システム的解釈

*萬年 一剛[1] (1. 神奈川県温泉地学研究所)

9:45 ~ 10:00

[T2-O-3]

北部九州花崗岩バソリスを構成する半深成岩体の組成変化とその存在意義

*江島 圭祐[1] (1. 山口大学創成科学研究科)

ハイライト講演

10:00 ~ 10:30

[T2-O-4]

［招待講演］日本におけるエピ閃長岩の発見とその意義

*西本 昌司[1] (1. 愛知大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

10:30 ~ 10:45

[T2-O-5]

愛媛県芸予諸島伯方島に産するエピ閃長岩：高温熱水流体による花崗岩類の変質と元素の移動・濃集

*福井 堂子[1]、下岡 和也[2]、高橋 俊郎[3]、齊藤 哲[1] (1. 愛媛大学、2. 関西学院大学、3. 新潟大学)

10:45 ~ 11:00

[1oral601-08-6add]

休憩

11:00 ~ 11:15

[T2-O-6]

Geofluid mapping based on simultaneous analysis of seismic velocity and electrical conductivity: the connection between magmas, fluids, volcanoes, and earthquakes

*岩森 光[1]、Geofluid Mapping Team (1. 東京大学地震研究所)

11:15 ~ 11:30

[T2-O-7]

島弧超苦鉄質捕獲岩の岩石学的特徴：ピナツボ火山岩中の例

©日本地質学会

*森下 知晃[1,2]、古口 航[1]、秋澤 紀克[3]、福山 繭子[4]、田村 明弘[1]、水上 知行[1] (1. 金沢大学、2. 海洋研究開発機構、3. 広島大学、4. 秋田大学)

11:30 ~ 11:45

[T2-O-8]

小笠原前弧母島海山のテクトニクス（予察）

*道林 克禎[1,4]、夏目 樹[2]、片山 郁夫[3]、藤江 剛[4] (1. 名古屋大学大学院 環境学研究科（岩鉱）、2. 神奈川県立生命の星・地球博物館、3. 広島大学、4. 海洋研究開発機構)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 11:45 口頭第6会場(E305)

[1oral601-08] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

9:15 ~ 9:30

[T2-O-1] 水蒸気噴火を発生する火山下の難透水層試料の岩石・鉱物学的特徴—霧島硫黄山の例

*草野 有紀[1]、井村 匠[2]、古川 竜太[1]、山元 孝広[1]、石塚 吉浩[1]、伊藤 順一[1]、松島 喜雄[1]、朝比奈 大輔[1]、阪口 圭一[1] (1. 産総研地質調査総合センター、2. 山形大学)

キーワード：霧島硫黄山、難透水層、掘削、水蒸気噴火、低比抵抗層

Phreatic eruptions are often associated with the development of low-resistivity geological structures, known as cap rocks, within shallow hydrothermal systems. This study investigates such structures at Iwo-yama in the Kirishima volcanic group using electromagnetic resistivity surveys and core drilling. A borehole (GSJ24-KI-1) was drilled to a depth of 275 m at a site 550 m north of Iwo-yama, targeting low-resistivity zones indicative of hydrothermal alteration.The core composed of andesitic lava flows and pyroclastic deposits, which were previous volcanic edifice, lava flows from the Karakunidake volcano and the Karakunidake debris avalanche materials (Imura and Kobayashi, 2001, Geological map of Kirishima Volcano, Geological Survey of Japan), upward. Hydrothermal alteration was categorized into three zones: dark gray sulfuric alteration (above 30 m), gray clay-silicified alteration (30–275 m), and white clay-silicified alteration (below 120 m). Especially gray clay- silicified zones contain minerals such as cristobalite, quartz, pyrite, and smectite.Hydrothermal alteration was most intense in porous pyroclastic deposits, suggesting selective alteration due to acidic hydrothermal fluids. Dense lava flows likely acted as barriers, enhancing alteration efficiency beneath them. The resistivity structure obtained from geophysical surveys aligns well with laboratory measurements of core samples, confirming the presence of cap rock formations. Future work will focus on refining the alteration sequence and correlating it with physical properties to better interpret subsurface volcanic activity.This study was funded by the MEXT FY2024 project.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 11:45 口頭第6会場(E305)

[1oral601-08] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

9:30 ~ 9:45

[T2-O-2] 熱水系卓越火山における異常とその斑岩システム的解釈

*萬年 一剛[1] (1. 神奈川県温泉地学研究所)

キーワード：熱水系、熱水噴火、斑岩システム

箱根火山は2001年以降、数年に１回程度の頻度で活発化を繰り返しており、2015年には観測史上初となる熱水噴火が発生した。これらの活発化は、地震や地殻変動など地球物理学的な観測でとらえられてきたが、2012年以降に開始した火山ガスの繰り返し観測でも、マグマ性ガス比率増加のシグナルが明瞭である。一方、多項目観測の統一的解釈は未だに困難である。たとえば、2015年噴火についてもそのメカニズムの解釈は一筋縄でない。2015年噴火は６月２９日12時40分頃に発生したが、異常 (volcanic unrest)は約２ヶ月前の４月初めまでに、火山構造性地震の増加のほか、マグマだまりより深い、深さ20km前後で発生する深部低周波地震の増加や、マグマだまり直上の深度8km付近の膨張などとして認識された。こうした異常は火山活動の活発化が明らかにマグマかそれに関連する流体の移動や蓄積を示唆する。しかし、噴火の直接の引き金となったのは、同日の７時33分頃に発生した標高225m付近にある熱水だまりから、大涌谷直下を北西南東方向に走るクラックへと熱水が移動・上昇したイベントで(Doke et al., 2018; Honda et al., 2018)、マグマだまりから海水面付近の長大な深度区間で何が発生したのかはよくわからない。加えて、引き金となった熱水がそのまま地表で噴出したわけではない(Mannen et al., 2018)。噴火当日に観測された熱泥流の水は浅層地下水が起源であった。噴出物も深さ130m（標高860m以上）より深い起源の物質の含有は確認されていない(Mannen et al., 2019)。噴火終了後しばらくした７月３日までに、火口池が形成された。安全上の理由でこの池の水の採取は翌年３月末となったが、採取された水は高濃度の塩化物イオン、フッ化物イオン、強酸性（pH≤1.8）を特徴とし、深部の酸性熱水起源と考えられる。つまり、マグマだまりなど深部の異常が関与しているにもかかわらず、噴火現象そのものは極めて浅いところが起源で、熱水の地表への供給は少なくとも噴火開始時にはない。一方で、2015年噴火以降の火山ガスの観測では、地表で観測される噴気中のマグマ性ガス比率の上昇は、地震や地殻変動の発生とほぼ同時である。このことは、マグマ近傍から地表まで長くとも数時間程度でガスは移動できる経路が確立していることを示唆する。速度が大きく異なるはずの圧力伝搬（＝地震や地殻変動を励起）と物質移動（＝地表におけるガスや流体の変動）が、その通りの場合（＝噴火時の熱水移動）と、極めて近接している場合（＝異常時のガス濃度比変化）があることは、二つの物質移動モードが共存するシステムを要請する。近年、鉱床学ではマグマだまりから、斑岩岩体、その上部に発達する熱水系、地表の噴気地帯、それらの周辺に発達する各種鉱床を一体的にとらえる、斑岩システム (Sillitoe, 2010) という概念が提案されて探鉱方針や埋蔵量算定に用いられつつある。日本のいくつかの熱水活動が顕著な活火山と斑岩システムの類似性が指摘されているが (Hedenquist et al., 2018)、箱根火山はこれらの火山と類似性が高いほか、箱根で異常時に発生する群発地震が鉱脈形成時の地震に対応するという考え方がある(Cox, 2016)。こうした斑岩システムの概念を熱水系が発達する活火山の活動解析に導入することは、今後の重要

©日本地質学会

な方向性の一つと考えられる。講演では、箱根火山における最新の熱水系シミュレーション(Matsushima and Mannen, 2025) や電磁探査の結果(Mannen et al., 2025)を紹介しつつ、地質学への期待について述べたい。 Cox, 2016. Econ. Geol. 111, 559–587: Doke et al., 2018. EPS 70: Hedenquist et al., 2018. Resour. Geol. 68, 164–180: Honda et al., 2018. EPS 70, 117: Mannen et al., 2025. JVGR 465, 108363. Mannen et al., 2019. EPS 71, 135. Mannen, K., 2018. EPS 70, 68. Matsushima and Mannen, 2025. JVGR 466, 108383: Sillitoe, 2010. Econ. Geol. 105, 3–41.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 11:45 口頭第6会場(E305)

[1oral601-08] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

9:45 ~ 10:00

[T2-O-3] 北部九州花崗岩バソリスを構成する半深成岩体の組成変化とその存在意義

*江島 圭祐[1] (1. 山口大学創成科学研究科)

キーワード：白亜紀北部九州バソリス、大規模火成活動、半深成岩体、組成変化、元素移動

【はじめに】　半深成岩体はマグマが地殻浅部で固結して形成される火成岩体であり，深部で徐冷される深成岩と地表で急冷される火山岩の中間的な特徴を持つ．この中間的な特性こそが半深成岩体を地球科学，特にマグマ活動，鉱床形成およびテクトニクスの理解において極めて重要な研究対象としている．一方で，半深成岩体の研究には依然として解決すべき重要な課題が残されている．その主要な課題の一つはマグマシステムの連続性の解明である．深部のマグマ溜まり（深成岩），半深成岩体そして地表の火山岩という三者を連続した一つのマグマシステムとしてどのように捉え，その物質移動やエネルギー収支を定量的に評価するかは依然として複雑な問題である．特に，半深成岩体がマグマの「一時的な停留所」であったのか，それとも「最終的な固結場」であったのかを識別することは，マグマの上昇速度や噴火ポテンシャルを評価する上で重要である．そこで，本発表は北部九州バソリスを構成する半深成岩体（尺岳北部半深成岩体：江島, 2021, 地質雑, 127, 605–619; 巡検Bコース）を対象に岩体内部の組成変化（閉鎖系・開放系）を検討し，白亜紀火成活動最初期の深成作用と深成岩・火山岩類との相互作用について議論する．このような研究は大規模火成活動の包括的な理解，つまり，地下深部～地表までのマグマ供給システムおよび地殻成熟過程の解明に貢献できると考えている．【地質概要】尺岳北部の地質は，脇野亜層群を母岩とし，それを貫く斑状細粒トーナル岩体（PFT），単斜輝石石英閃緑岩（CQD）および小規模岩脈類から構成される．PFT岩体は5.0 km × 3.0 kmの北東–南西方向に伸びた楕円状に産し，脇野亜層群に接触変成作用を与えている．また，ジルコンU–Pb年代値は113.4±1.0 Ma（2σ）の加重平均年代が得られ，その活動は北部九州花崗岩バソリス活動の最初期に相当する．さらに，岩体内部には熱水変質作用による石英，緑泥石およびカルサイトを主とする脈が発達し，脇野亜層群との貫入境界部では，脇野亜層群の泥質部と混じり合ったペペライト状の組織が観察される．CQD岩体は，PFTの東に隣接し，東西約1 km，南北約700 mの小規模ストック状岩体として産する． PFTと異なり母岩（脇野亜層群，PFT）に明瞭な境界を持って貫入する．小規模岩脈類は斑状細粒閃緑岩と単斜輝石安山岩の2岩相があり，どちらも幅1–10 m，延長は100 m以下の高角度岩脈としてPFT岩体内部で確認される．【CQDの組成変化】CQDのSiO_2含有量の範囲は55.7 – 60.9 wt%であり，各元素は一連の組成変化トレンドを形成する．また，全岩–モード組成変化図では，全岩SiO_2含有量58 wt%付近で組成変化トレンドの角度が変化する．斜長石の集積組織・自形性および少量の直方輝石の存在から，組成トレンドの変曲点を境にLow-SiO_2 groupとHigh-SiO_2 groupに区別することができる．これらのグループは微量元素組成を用いたモデル計算から分別結晶作用と集積作用を同一系内で経験したと考えられる． High-SiO_2 groupには汚濁帯を伴う斜長石が一般的に産す

©日本地質学会

る．また，変曲点付近の試料にはAutolithが含まれる．こうした記載岩石学的特徴と化学組成の検討から，CQDは同一起源のマグマが系内で混合作用も起こしていたと考えられる．【PFTの組成変化】PFTは0.8–5.8の幅広いLOI値を持ち，記載的な変質度に密接に関連する．そこで，LOI値の量比からPFTを3タイプ（High-, Medium-, Low-LOI group）に区別して各種化学組成を検討した． PFTのアルカリ金属とアルカリ土類金属はLow-, Medium-およびHigh-LOIの順に組成幅が大きくなり，その変化トレンドは湾曲する．物質収支計算の検討結果から，Low-LOI groupは，mobile elementsの移動量が少なく，分別結晶作用で説明可能である．一方で，High-LOI groupはアルカリ金属・土類金属元素やSiO_2の溶脱や付加作用が確認できる．さらに，サンプル採取密度の高い岩体西部で溶脱または付加した元素のコンターマップを作成すると，変質度の高い試料には元素の溶脱・付加作用が確認でき，岩体内部ほど，元素の溶脱や付加作用の傾向が顕著であることが明らかになった.【まとめ】本研究で解析されたCQDおよびPFTの組成変化における元素移動は，貫入後の地殻浅部での熱水変質作用が岩体の最終的な化学組成に大きな影響を与えることを明確に示した．これらの知見は北部九州の白亜紀花崗岩バソリス形成における最初期苦鉄質マグマの役割とその後の熱水活動が岩体の最終的な化学組成に与える影響を理解する上で重要な情報である．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 11:45 口頭第6会場(E305)

[1oral601-08] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

ハイライト講演

10:00 ~ 10:30

[T2-O-4] ［招待講演］日本におけるエピ閃長岩の発見とその意義

*西本 昌司[1] (1. 愛知大学)

【ハイライト講演】 エピ閃長岩(episyenite)は，国内ではあまり知られていない岩石ですが，熱水変質岩の一種で，特に花崗岩の熱水変質過程を理解する上で重要な研究対象です．国内初のエピ閃長岩の研究報告は，岐阜県瑞浪市で掘削された花崗岩ボーリングコア中から発見されたものについてです (Nishimoto et al., 2014)．本講演では，その発見者である西本昌司氏に，発見に至るまでの経緯や地質学的意義などについて紹介していただきます． ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：エピ閃長岩、花崗岩、熱水変質、石英溶脱、アルバイト化

エピ閃長岩(episyenite)とは、花崗岩類が熱水変質によって石英が選択的に溶解することにより、元の構造を保ったまま曹長石(アルバイト)が主体の閃長岩質となった熱水変質岩である。大陸地殻における水-岩石反応のひとつであり、直接マグマの固結によりできたのではない後生的(epigenetic)な閃長岩であることから、ギリシャ語の「後に、上に」という意味の接頭語「epi」を付けて「エピ閃長岩」と呼ばれる。

エピ閃長岩は、U、Sn、Au, REEなどの鉱化作用を伴っていることが多く、ヨーロッパなどでは資源探査の点から研究が行われてきた(例えば, Cathelineau, 1986)。スウェーデンでは、放射性廃棄物地層処分の適地評価の点からも注目された。このためエピ閃長岩はヨーロッパを中心とした報告が多く、古いクラトンや造山帯で見出されたものばかりであった。

ところが、日本原子力研究開発機構が岐阜県瑞浪市で掘削したボーリングコア(深さ約950m付近)からエピ閃長岩が発見された(Nishimoto et al., 2014)。これが日本のみならず島弧における初めてのエピ閃長岩の報告である。このエピ閃長岩は空隙率が35%にも達するほどの多孔質で、その空隙中にはバーミキュラー緑泥石や板状方解石が特徴的に認められた。Rb-Sr鉱物アイソクロンにより、土岐花崗岩がマグマ固結(76.3±1.5Ma)してから数百万年後(70.6±3.1Ma)に熱水変質を受けて形成されたと推定され、これまでに報告されている中で最も若いエピ閃長岩と言える。空隙中の石英とイライトは、組織とRb-Sr同位体比からエピ閃長岩化後の析出物と考えられ、それらの量はわずかでしかなく空隙率がかなり高いことから、エピ閃長岩形成時の状態をかなり残している可能性が高い。

西南日本内帯の白亜紀花崗岩類中には，閃長岩類が点在することが以前から知られており，初生的ではなく「交代性閃長岩」と考えられていた(村上, 1976)。最近になって、愛媛県岩城島に産する「交代性閃長岩」がエピ閃長岩化作用により形成された可能性が指摘された(Imaoka et al., 2024)。さらに、愛媛県伯方島においてもエピ閃長岩が報告された(福井・齊藤, 2025)。このように西南日本内帯の花崗岩類中にエピ閃長岩の存在が認識されるようになってきた。多様なエピ閃長岩の岩石学的特徴が明らかになれば、熱水変質を引き起こした流体組成の違いや、エピ閃長岩化(石英溶脱)後の鉱化作用を含めた交代作用についても理解が深まるだろう。日本におけるエピ閃長岩は比較的形成年代が新しいので、各段階の年代差

©日本地質学会

データが得やすいと考えられ、エピ閃長岩化を含めた花崗岩体の上昇・冷却過程における熱水変質プロセス、そして、大陸地殻内部における水の挙動や水-岩石相互作用の理解につながっていくことが期待される。

文献

Cathelineau, M. (1986) The hydrothermal alkali metasomatism effects on granitic rocks: Quartz dissolution and related subsolidus changes. *Journal of Petrology*, 27, 945-965.
福井堂子・齊藤哲(2025) 愛媛県芸予諸島，伯方島に産するエピ閃長岩. *地質学雑誌* 131,
Imaoka, T., Akita, S., Ishikawa, T., Tani, K., Kimura, J., Chang, Q., Nagashima, M. (2024) Petrogenesis of an Episyenite from Iwagi Islet, Southwest Japan: Unique Li–Na Metasomatism during the Turonian. *Minerals* 14, 929. https://doi.org/10.3390/min14090929
村上允英(1976) 本邦産交代性閃長岩質岩石中の鉱物共生. *岩石鉱物鉱床学会誌*, 71 特別号 261-281.
Nishimoto, S., Yoshida, H., Asahara, Y., Tsuruta, T., Ishibashi, M., Katsuta, N. (2014) Episyenite formation in the Toki granite, central Japan. *Contributions to Mineralogy and petrology*, 167, 960. https://doi.org/10.1007/s00410-013-0960-8

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 11:45 口頭第6会場(E305)

[1oral601-08] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

学生優秀発表賞エントリー ECS

10:30 ~ 10:45

[T2-O-5] 愛媛県芸予諸島伯方島に産するエピ閃長岩：高温熱水流体による花崗岩類の変質と元素の移動・濃集

*福井 堂子[1]、下岡 和也[2]、高橋 俊郎[3]、齊藤 哲[1] (1. 愛媛大学、2. 関西学院大学、3. 新潟大学)

キーワード：エピ閃長岩、エピ閃長岩化作用、岩石ー水相互作用、花崗岩、アルカリ交代作用、高温熱水流体

【はじめに】

エピ閃長岩は，花崗岩類とアルカリ成分に富む流体との相互作用により形成される，石英に乏しく，アルカリ長石に富む岩石である (Suikkanen and Ramo, 2019)．その形成時には，原岩に含まれる石英の溶脱とそれに伴う空隙の形成が主たる反応として進行する．エピ閃長岩の形成過程を解明することは，大陸地殻の成熟過程，特に熱水変質に伴う化学成分の移動や，流体の循環を理解する上で重要である．本研究では，愛媛県伯方島に産する閃長岩質岩石について，野外産状・岩石記載，全岩化学組成分析，希土類元素（以下, REE）組成分析をおこない，その特徴を明らかにするとともに，当地域の閃長岩質岩石が石英の溶脱を経て形成したエピ閃長岩であること，また高温熱水流体が関与したことを議論する．さらに，当地域にみられる２種類のエピ閃長岩の成因関係についても議論する．

【野外産状・岩石記載】

当地域の閃長岩質岩石は，色調の違いにより真珠色閃長岩と牡蠣色閃長岩に区分される．これら２種類の閃長岩質岩石は，伯方島最北端のトウビョウ鼻に産する角閃石・黒雲母を含む花崗岩に伴って局所的に産出し，いずれも花崗岩類から岩相が数cm スケールで漸移的に変化する．また，いずれも石英に乏しく，顕著なパーサイト組織やメソパーサイト組織を呈するアルカリ長石に富む．真珠色閃長岩は露頭中に空隙が顕著に認められることで特徴づけられる．主な構成鉱物はアルカリ長石および柘榴石であり，そのほか少量の単斜輝石，チタン石および二次的な石英が認められる．有色鉱物が少なく，色指数が0.8–6.0の優白質な岩石であり，有色鉱物は空隙を埋めるように晶出している．一方，牡蠣色閃長岩は露頭中に空隙が認められないが，鏡下では粒状集合組織を示す有色鉱物の集合体中に微細な空隙が認められる．構成鉱物はアルカリ長石および単斜輝石であり，そのほか少量の柘榴石，チタン石，ジルコン，燐灰石，褐簾石，磁鉄鉱および二次的な石英が認められる．色指数は8.0–16.3と真珠色閃長岩より高い．単斜輝石と柘榴石は粒状集合組織を呈し，一部では，単斜輝石，磁鉄鉱およびチタン石に伴う，角閃石および黒雲母の残存結晶が認められる．

【Isocon解析】

花崗岩が閃長岩化する際の元素の移動を検討するために，当地域の閃長岩質岩石および母岩の花崗岩の全岩化学組成とREE組成データを用いて，Isocon解析（Grant, 1986）を行った．解析時の不動元素には，花崗岩に多く含有され，閃長岩化後も長石の結晶構造に保持さ

©日本地質学会

れるAlを設定した．その結果，両閃長岩質岩石のいずれも母岩からのSiの減少と，Li，Na，Kといったアルカリ元素の増加が認められた．一方，他の元素に着目すると，花崗岩中の苦鉄質鉱物に含まれるTi, Fe, Caや, ジルコンなど副成分鉱物に含まれるZr, REEなど, 多くの元素が母岩の花崗岩に比べて真珠色閃長岩では減少し，牡蠣色閃長岩では増加する, という対照的な結果が得られた．

【議論】

真珠色閃長岩の露頭中に認められる空隙や空隙充填鉱物の産状，牡蠣色閃長岩の鏡下で見られる粒状集合組織中の微細な空隙は，エピ閃長岩中にみられる「原岩中の石英の溶脱により形成された空隙を，有色鉱物が充填する組織（例えば, Suikkanen and Ramo, 2019）」と類似している．このことから，当地域に産する２種類の閃長岩質岩石はともに石英の溶脱を経験したエピ閃長岩であると考えられる．また，Suikkanen and Ramo (2019)では，エピ閃長岩のうち輝石を含むものを比較的高温条件（> 450 ℃）で形成したエピ閃長岩としている．当地域のエピ閃長岩も輝石を含むことから，450℃を超える高温の熱水流体の活動により形成したものと考えられる．一方で，当地域の２種類のエピ閃長岩はその特徴が大きく異なり，真珠色閃長岩は色指数が低く，原岩からの有色鉱物の溶脱が顕著であるのに対し，牡蠣色閃長岩は色指数が高く，有色鉱物の交代や二次鉱物の晶出がより進行しているという，対照的な記載岩石学的特徴を示す．またIsocon解析結果においても, 真珠色閃長岩で減少したTi, Fe, Ca, Zr, REEなどの元素が, 牡蠣色閃長岩では増加するという対照的な元素挙動を示している．これらのことから，真珠色閃長岩形成時に母岩から溶脱した元素が，牡蠣色閃長岩形成時に濃集したという両者の成因関係が示唆される．したがって，当地域のエピ閃長岩は，高温熱水流体による花崗岩類の変質と元素の移動・濃集を記録した岩石と考えられる．

引用文献：Grant, J. A. (1986). Economic Geology., 81, 1976–1982; Suikkanen and Ramo (2019) Min. Metall. Explor., 36, 861–878.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 11:45 口頭第6会場(E305)

[1oral601-08] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

11:00 ~ 11:15

[T2-O-6] Geofluid mapping based on simultaneous analysis of seismic velocity and electrical conductivity: the connection between magmas, fluids, volcanoes, and earthquakes

*岩森 光[1]、Geofluid Mapping Team (1. 東京大学地震研究所)

キーワード：geofluid、magma、fluid、volcano、earthquake、seismic velocity、electrical conductivity

Aqueous fluids and magmas within the Earth's crust and upper mantle (termed "geofluids") play a pivotal role in diverse geological processes across a broad range of spatial and temporal scales. These processes encompass hydrothermal, magmatic, and geodynamic phenomena that influence ore formation, volcanism, seismic activity, plate motion, and crust-mantle evolution. For example, fluids reduce frictional strength along faults, facilitating seismic activity (Hasegawa et al., 2012, EPSL; Sibson, 2009, Tectonophys.), while chemical interactions within subducting plates modify rock viscosity and contribute to subduction dynamics (Nakao et al., 2016, EPSL). Additionally, melt present at the lithosphere–asthenosphere boundary can influence plate motion (Kawakatsu et al., 2009, Science). Geofluids also drive geochemical differentiation by transporting volatile elements and shaping mantle heterogeneity (Iwamori & Nakamura, 2015, Gondwana Res.). Despite their significance, conventional approaches have faced challenges in accurately determining the distribution and quantity of geofluids within the solid Earth.

To address this, our research group recently developed a method that simultaneously analyzes seismic wave velocities (Vp, Vs) and electrical conductivity (σ) to estimate lithology–geofluid parameters, including subsurface lithology type, geofluid phase, geofluid volume, and geometrical parameters (aspect ratio and connectivity). This method consists of: (A) A **forward model** (Iwamori et al., 2021, JGR), which calculates Vp, Vs, and σ based on properties of solid–liquid mixtures, incorporating temperature, pressure, lithology, geofluid type and composition, volume, and geometrical parameters. (B) An **inversion model** (Kuwatani et al., 2023, JGR), which employs Bayesian inference to identify the optimal lithology, geofluid type, volume, and geometry that best reproduce observed Vp, Vs, and σ values. To improve the reliability of inferred parameters, prior constraints—such as surface heat flow, erupted lava composition, and hot spring water chemistry—are integrated into the analysis. Applying this method to datasets from the Japan arc, specifically northeastern Japan, we performed 3D geofluid mapping spanning approximately 80 km east–west, 50 km north–south, and 40 km in depth. This enabled

©日本地質学会

identification and quantification of the distribution of aqueous fluids, basaltic magma, and andesitic magma (Iwamori et al., 2025, Communications Earth & Environment). The geofluid mapping revealed:
(i) Magmas are broadly distributed along the Moho beneath both volcanic and non-volcanic (forearc) regions.
(ii) Aqueous fluids are released from the magmas, forming a substantial reservoir at depths of 10–20 km.
(iii) Elevated fluid pressure is estimated at the top of the reservoir, exceeding lithostatic pressure by more than 200 MPa.
(iv) The highest seismic activity is observed in association with the elevated fluid pressure described in (iii).
(v) Andesitic magma is present beneath active volcanoes, possibly having ascended from the Moho.

Expanding geofluid mapping to wider regions may facilitate quantitative predictions of hydrothermal, magmatic, and geodynamic processes relevant to ore deposition, volcanic activity, and earthquakes. Among these, earthquake prediction remains an urgent global challenge. Geofluid mapping is expected to be particularly effective in regions where subsurface fluid activity is anticipated. Provided that Vp, Vs, and σ data are available—along with distributions and chemical compositions of heat flow, lava, and spring water—this method offers global applicability for estimating geofluid distributions.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 11:45 口頭第6会場(E305)

[1oral601-08] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

11:15 ~ 11:30

[T2-O-7] 島弧超苦鉄質捕獲岩の岩石学的特徴：ピナツボ火山岩中の例

*森下 知晃[1,2]、古口 航[1]、秋澤 紀克[3]、福山 繭子[4]、田村 明弘[1]、水上 知行[1] (1. 金沢大学、2. 海洋研究開発機構、3. 広島大学、4. 秋田大学)

キーワード：島弧下超苦鉄質岩捕獲岩、流体包有物、ルソン火山弧、ピナツボ火山

島弧下マントルでは，沈み込む海洋プレートに由来する流体（水流体・メルト）の流入の影響を受けていることが予想されている．島弧深部の流体の種類や移動様式は島弧から大陸への地殻・マントル進化プロセスを理解することである．しかしながら，島弧下由来のマントル物質を得ることは容易ではない（例えば，Arai & Ishimaru., 2008 *Jour.Petrol.*）．本発表では，ルソン火山弧に属するフィリピン・ピナツボ火山に産する超苦鉄質岩捕獲岩に着目してその岩石学的な特徴，流体包有物観察の結果を報告する．　ルソン火山弧は台湾からフィリピンまで南北に火山が分布し，化学的特徴の違いから5つの領域に区分されている（Defant et al., 1989 *Geol. Soc. Amer. Bull.*）．ルソン火山弧では複数の地点から超苦鉄質捕獲岩が報告されいる（Pinatubo: Kawamoto et al., 2013 *PNAS*; Yoshikawa et al., 2016 *Lithos*; Payot et al., 2018 *minerals*; Iraya: Vidal et al., 1989 *Geology*; Maury et al., 1992 *Nature*; Fourcade et al., 1994 *Chem. Geol.;* Schiano et al., 1995 *Nature*; Métrich et al., 1999 *EPSL*; Arai & Kida, 2000 *Island Arc*; Arai et al., 2004 *Jour. Petrol.*, Dinem島: Soberano et al., 2024 *Jour. Asian Earth Sci.*, Lutao 島: Shellnutt et al., 2024 *Jour. Petrol.*). Pinatubo火山中の超苦鉄質捕獲岩は，ハルツバージャイトが多く，レールゾライトは少ない（Yoshikawa et al., 2016; Payot et al., 2018）．Yoshikawa et al. (2016)はルソン火山弧のPinatuboとIraya火山中の超苦鉄質岩石の 地球化学的比較を行い，両者の間に関与した流体組成の違いがあることを明らかにした．また，Kawamoto et al. (2013)はPinatubo火山中の捕獲岩の流体包有物に着目し，炭素を含む塩水であることを報告した．Iraya火山中の捕獲岩には二次的に形成された直方輝石が普遍的に観察され（Arai & Kida, 2000; Arai et al., 2004），流体包有物として含水メルトが報告されている（Schiano et al., 1995）．　本研究で我々のグループで検討しているPinatubo火山中の超苦鉄質捕獲岩は，３個であるが，それぞれ固有の特徴を示す．（１）肉眼観察では粗粒なタイプに相当するハルツバージャイト，（２）直方輝石—角閃石を富む薄層をさらにそれらを直方輝石に富む細脈が切っていることが観察されるもの，（３）細粒部が不均質に分布しているものである．すべての種類において微細組織観察からはホルンブレンドからトレモライト組成の角閃石とそれらの形成に伴うカルシウムやアルミニウムの乏しい直方輝石の存在によって特徴付けられる．（２）中には，これまで報告されていないような特徴が観察される．ラマン分光分析，FE-SEM-EDS分析により流体包有物について検討を行った．これまでの報告と同じH_2O-CO_2流体，およびそれらとホスト結晶が結晶化したものが主に観察される．さらに，硫黄などの元素も検出される．これらの特徴を整理して，流体包有物の特徴について報告する．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月14日(日) 9:15 ~ 11:45 口頭第6会場(E305)

[1oral601-08] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

11:30 ~ 11:45

[T2-O-8] 小笠原前弧母島海山のテクトニクス（予察）

*道林 克禎[1,4]、夏目 樹[2]、片山 郁夫[3]、藤江 剛[4] (1. 名古屋大学大学院 環境学研究科（岩鉱）、2. 神奈川県立生命の星・地球博物館、3. 広島大学、4. 海洋研究開発機構)

キーワード：島弧、前弧、初期沈み込み過程、母島海山、伊豆・小笠原弧

母島海山は、小笠原諸島母島の南東約110km、伊豆・小笠原海溝とマリアナ海溝との会合部の西約20kmに位置する長辺60km短辺30kmの長方形で比高約2000mの地形的高まりである。その東側に小笠原海台が衝突し、海溝の水深が約4000mと伊豆・小笠原海溝の水深約6000～8000mと比べて著しく浅い地形を形成する。

母島海山の地質調査は1980年代から2000年代に多く実施され、火成岩類として蛇紋岩化したマントルかんらん岩、玄武岩、はんれい岩、ボニナイト、堆積岩類としてチャート、凝灰岩、礫岩、砂岩、泥岩のほか、一部にマイロナイトの記載がある(石井, 1985; 東ほか, 2005；石渡ほか, 2005; Ishiwatari et al., 2006; Okamura et al., 2006; Wu et al., 2019)。母島海山では物理観測もあり、重力がやや小さいこと、海山付近で地震波の異常な減衰が確認されている(Miura et al., 2004; 佐藤ほか, 2005)。

本研究では、これまで母島海山で行われた研究成果を最近の知見で見直し、母島海山の岩石学的特徴とその形成史について再考察する。

[文献] 石井, 1985, 地球, 7, 680–688；東ほか, 2005, 「海—自然と文化」東海大紀要海洋学部, 3, 61–76; 石渡ほか, 2005, 地球号外，No. 52, 140–148; Ishiwatari et al., 2006, Island Arc, 15, 102–118; Okamura et al., 2006, Mineralogical Magazine, 70, 15–26; Wu et al., 2019, Acta Oceanol. Sin., 38, 99–110; Miura et al., 2004, Geology, 32, 541–544; 佐藤ほか, 2005, 地球号外, No. 52, 129–133.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T6 ［トピック］中琉球の新たな地体構造単元：徳之島帯の特徴と研究課題

2025年9月14日(日) 10:00 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[1oral701-06] T6 ［トピック］中琉球の新たな地体構造単元：徳之島帯の特徴と研究課題

座長:磯崎 行雄(東京大学 大学院総合文化研究科 宇宙地球科学教室)、堤 之恭(国立科学博物館理学研究部)、山本 啓司(鹿児島大学大学院理工学研究科)

10:00 ~ 10:15

[T6-O-1]

中琉球で新たに発見された角閃岩相変成帯（徳之島帯）の岩石構成と地質構造

*山本 啓司[1]、磯﨑 行雄[2]、堤 之恭[3] (1. 鹿児島大学大学院理工学研究科、2. 東京大学大学院総合文化研究科、3. 国立科学博物館地学研究部)

ハイライト講演

10:15 ~ 10:45

[T6-O-2]

［招待講演］中琉球，徳之島帯の角閃岩類の変成組織と変成履歴

*宇野 正起[1]、山本 啓司[2]、磯崎 行雄[3] (1. 東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2. 鹿児島大学 大学院理工学研究科、3. 東京大学 大学院総合文化研究科 宇宙地球科学教室)

ハイライト講演

10:45 ~ 11:15

[T6-O-3]

［招待講演］角閃石の温度圧力履歴からみた丹沢変成岩のダイナミクス

*桑谷 立[1]、鳥海 光弘[1] (1. 海洋研究開発機構)

11:15 ~ 11:30

[T6-O-4]

野母半島長崎変成岩類の白雲母K–Ar年代値の再検討

*青木 一勝[1]、小平 将大[2]、八木 公史[3]、藤原 泰誠[3]、岡田 郁生[3] (1. 岡山理科大学 、2. 長崎市恐竜博物館、3. 蒜山地質年代学研究所)

11:30 ~ 11:45

[T6-O-5]

徳之島を構成する地質体の砕屑性ジルコンU-Pb年代

*堤 之恭[1]、山本 啓司[2]、磯﨑 行雄[3] (1. 国立科学博物館理学研究部、2. 鹿児島大学大学院理工学研究科、3. 東京大学大学院総合文化研究科)

11:45 ~ 12:00

[T6-O-6]

中琉球, 徳之島帯の高度変成帯の起源と形成テクトニクス

*磯崎 行雄[1]、山本 啓司[2]、堤 之恭[3]、谷 健一郎[3] (1. 東京大学 大学院総合文化研究科 宇宙地球科学教室、2. 鹿児島大学 大学院理工学研究科、3. 国立科学博物館 理学研究部地学研究グループ)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T6 ［トピック］中琉球の新たな地体構造単元：徳之島帯の特徴と研究課題

2025年9月14日(日) 10:00 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[1oral701-06] T6 ［トピック］中琉球の新たな地体構造単元：徳之島帯の特徴と研究課題

座長:磯崎 行雄(東京大学 大学院総合文化研究科 宇宙地球科学教室)、堤 之恭(国立科学博物館理学研究部)、山本 啓司(鹿児島大学大学院理工学研究科)

10:00 ~ 10:15

[T6-O-1] 中琉球で新たに発見された角閃岩相変成帯（徳之島帯）の岩石構成と地質構造

*山本 啓司[1]、磯崎 行雄[2]、堤 之恭[3] (1. 鹿児島大学大学院理工学研究科、2. 東京大学大学院総合文化研究科、3. 国立科学博物館地学研究部)

キーワード：琉球弧、徳之島、地質構造、変成帯

中琉球のやや北東寄りに位置する徳之島（南北約26 km, 東西約14 km）の南部には、広域変成岩類（泥質片岩、砂質片岩、角閃岩、閃緑岩質片麻岩、蛇紋岩）が分布する（Ueda et al., 2017）。最近、山本ほか（2024）は徳之島の既存の地質情報（中川, 1967、川野・加藤, 1989、斎藤ほか, 2009、Ueda et al., 2017、及びYamamoto et al., 2022など）を整理し、広域変成岩類を一括して「井之川岳変成複合体」（IMC）と呼び、その分布域を「徳之島帯」と定義した。その後の調査で明らかにされた新知見を報告する。

山本ほか（2024）は、IMCが井之川岳（標高645 m）を中心とする山岳部および西海岸の秋利神川河口周辺の二つの領域に分布し、その総面積は約 27 km^2 以上、厚さは500 m 程度と推定した。2025年春の追加調査によって、IMCが井之川岳北東の沿岸部、井之川岳の北西、及び犬田布岳周辺にも分布することが判明した。IMCの分布域は、第四紀被覆層の下に伏在する部分を含めて、約9 km 四方の領域内の約55 km^2 に及び、その厚さは800 mに達すると推定される。

IMCは、二つの構造ユニット、すなわち泥質片岩と角閃岩を主体とし、閃緑岩質片麻岩、蛇紋岩、砂質片岩を含む「井之川ユニット（新称）」と、砂質・泥質片岩からなる「犬田布岳ユニット（新称）」からなる。井之川ユニットは北東沿岸部から井之川岳東方の井之川地区、そして犬田布岳の山麓部などに分布し、それらの厚さは600 m 程度である。井之川ユニットの角閃岩は角閃石と斜長石を主体とし、ざくろ石を含まない。同ユニットの蛇紋岩は、アンチゴライトを主体とし、局所的にかんらん石の残晶が認められ、トレモライトまたはアンソフィライトを含むことがある。角閃岩と蛇紋岩の鉱物組み合わせは、角閃岩相の低圧領域に相当する変成条件を示唆している。犬田布岳ユニットの岩石は、井之川岳山頂付近とその西方、犬田布岳山頂周辺、美名田山南東方などの標高が比較的高い地域、及び秋利神川河口周辺に分布し、厚さは200 m以上である。犬田布岳ユニットの砂質片岩及び泥質片岩は、黒雲母、白雲母、斜長石、カリ長石、石英、稀に角閃石を含んでいて、角閃岩相に達しているとみなされる。

砂質片岩および変閃緑岩中のジルコンの最若U-Pb年代は共に約60 Ma （古第三紀暁新世）であり(Yamamoto et al., 2022)、変成作用は古第三紀に起きたと推定される。両ユニットの内部は低角度の地質構造に支配され、犬田布岳ユニットは井之川ユニットに対して構造上位に累重する。そしてIMC全体は、非・弱変成の四万十帯付加体（砂岩・泥岩および玄武岩質緑色岩）の上位にクリッペとして累重する。

IMCが九州・中国地方の既知の変成岩ユニットに対比可能なのか、あるいは徳之島に固有なのかは現時点では判断できないが、非・弱変成の四万十帯付加体分布域の中にこのような

©日本地質学会

特異な広域変成帯がクリッペとして産することは、琉球弧の地体構造を考察する上で極めて重要である。現在、変成作用の圧力温度条件と履歴の解明と、IMC構成岩のジルコン年代測定を進めており、新たな拘束条件の入手が期待される。

文献：：中川(1967)東北大地質古生物邦報, 63, 1-39; 川野・加藤（1989）*岩鉱*, 84, 177-191； 斎藤ほか(2009) 1/20万地質図「徳之島」地質調査所, 産総研; Ueda et al. (2017) *Island Arc* **26**. e12199; Yamamoto et al. (2022) *Int. Geol. Review* **64**, 1-16. 山本ほか, 2024. 地学雑, **63**, 1-16.

地名：井之川岳（いのかわだけ）、秋利神川（あきりがみがわ）、犬田布岳（いぬたぶだけ）、美名田山(みなだやま)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T6 ［トピック］中琉球の新たな地体構造単元：徳之島帯の特徴と研究課題

2025年9月14日(日) 10:00 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[1oral701-06] T6 ［トピック］中琉球の新たな地体構造単元：徳之島帯の特徴と研究課題

座長:磯崎 行雄(東京大学 大学院総合文化研究科 宇宙地球科学教室)、堤 之恭(国立科学博物館理学研究部)、山本 啓司(鹿児島大学大学院理工学研究科)

ハイライト講演

10:15 ~ 10:45

[T6-O-2] ［招待講演］中琉球，徳之島帯の角閃岩類の変成組織と変成履歴

*宇野 正起[1]、山本 啓司[2]、磯崎 行雄[3] (1. 東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻、2. 鹿児島大学 大学院理工学研究科、3. 東京大学 大学院総合文化研究科 宇宙地球科学教室)

【ハイライト講演】 徳之島では, 四万十付加体の構造上位に低圧高温型広域変成岩類が累重するが, それらの形成条件の詳細は明らかになっていない. 宇野氏は, 変成作用の解析手法について新たな視点から挑戦され, 流体反応の物理化学プロセスの実態に迫る研究を推進されている. その手法を徳之島のマフィック変成岩（角閃岩）に応用して得られた温度圧力条件などについてご講演いただく． ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：徳之島帯、角閃岩、変成作用、温度圧力経路

琉球弧中部の徳之島から近年発見された角閃岩や砂質・泥質片岩からなる高度変成岩類は，これまでに認識されていなかった始新世-漸新世間の広域変成岩類と考えられ，その起源と形成過程は新生代日本列島の形成史に重要である(Ueda et al., 2018; Yamamoto et al., 2022; 山本ほか2024)．徳之島帯として提唱されたこれらの変成岩類は，徳之島に広く分布する四万十帯の構造的上位に位置し，東西および南北方向に9 km，幅800 mを超えるクリッペとして分布している．構成岩石は，黒雲母を含む砂質・泥質片岩類を主とし，様々な程度に面構造の発達した角閃岩類や蛇紋岩類のレンズ状岩体を含む．鏡下の観察からは角閃岩相に達していたことが示唆されている．本講演では，角閃岩類の変成組織からその変成履歴を明らかにし，徳之島帯の形成過程に制約を与える．

徳之島帯の角閃岩類は，褐色の角閃石を含む含褐色ホルンブレンド-アクチノ閃石角閃岩（以下，褐色角閃岩）と緑色の角閃石を含む含緑色ホルンブレンド角閃岩（以下，緑色角閃岩）に大別される．褐色角閃岩，緑色角閃岩いずれも様々な程度に面構造が発達しており，また各種の熱水変質を被っている．

面構造が不明瞭かつ熱水変質を伴わない角閃岩類は，1–4 mm程度の比較的大きな斜長石や角閃石/輝石の集合体が確認され，深成岩様の組織が斜長石や角閃石に置換されている．一方，面構造が発達した角閃岩類では，角閃石および斜長石が様々な程度で動的再結晶しながら配向し，面構造を形成している．

褐色角閃岩は，褐色で比較的Alに富むアクチノ閃石やホルンブレンド(Al^{IV}_T = 0.27–0.62 apfu)，斜長石(X_{ab} = 0.39–0.57)を主とし，少量の石英やイルメナイトを含む．一部のサンプルでは，X_{Mg} = 0.62–0.70の単斜輝石やX_{Mg} = 0.50–0.61のカミントン閃石の残晶がホルンブレンドおよびアクチノ閃石に置換されている．緑色角閃岩は，ホルンブレンド(Al^{IV}_T = 0.93–1.37 apfu)と斜長石(X_{ab} = 0.61–0.62)を主とし，少量の石英，イルメナイト，黄鉄鉱を含む．角閃石—斜長石温度計(Holland and Blundy, 1994)では，褐色/緑色の差異や面構造の強弱にかかわらず，斜長石中の角閃石や角閃石中の斜長石の包有物は658–750℃，斜長石リム

©日本地質学会

—角閃石リムでは622–660℃である．

一部の褐色角閃岩では，面構造を形成する褐角閃石のリムが黒雲母に，斜長石のリムがカリ長石に置換されており，共存するアクチノ閃石—斜長石ペアは593–627℃を示す．一部の緑色角閃岩では，パーガス閃石—ホルンブレンドーアクチノ閃石—緑簾石からなる脈が周囲の斜長石を変質させており，599–610℃をしめす．

これらの岩石はさらに，緑泥石脈や緑簾石—カリ長石—曹長石脈，カリ長石—パンペリー石脈，ぶどう石±カリ長石脈に切られており，脈周囲には緑泥石，緑簾石，カリ長石，曹長石，ぶどう石及びパンペリー石の変質を伴う．

以上より，徳之島の角閃岩類は，閃緑岩類を起源として約750–660℃で加水反応を開始し角閃石を形成し，約660–620℃で角閃石や斜長石が動的再結晶しながら延性変形し面構造を形成した．さらに一部の岩石では約630–590℃の延性変形下でカリウムに富む流体流入により黒雲母やカリ長石の変質が生じた．一方で約600℃での流体流入により脆性破壊し，パーガス閃石—ホルンブレンドーアクチノ閃石—緑簾石脈が形成した．さらに低温のぶどう石・パンペリー石相程度の条件下で緑簾石—カリ長石—曹長石脈，カリ長石—パンペリー石脈，ぶどう石±カリ長石脈が形成された．

以上のように，徳之島の角閃岩類の変成履歴は660-620℃付近での延性変形，600℃付近でのカリウムに富む流体活動，ぶどう石・パンペリー石相での熱水活動で特徴づけられる．これらと周囲の岩相との関係の理解にはさらなる検討が必要であるが，600℃付近でのカリウムに富む流体活動は，角閃岩類と周囲の泥質・砂質変成岩類との接合，ぶどう石・パンペリー石相での熱水活動は周囲の四万十帯との接合と関連づけられる可能性がある．いずれにしても，600℃を超える温度条件下での延性変形や熱水活動は，日本列島の他の始新世–漸新世の地質体には無いものであり，この変成作用を説明可能なテクトニクスのフレームワークが必要である．

引用文献：

Holland and Blundy (1994) Contrib. Mineral. Petrol., 116, 433-477.
Ueda et al. (2017) IsArc, 26, e12199.
Yamamoto et al. (2022) Int. Geol. Rev., 64, 425.
山本ほか (2024) 地学雑誌, 133, 447.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T6 ［トピック］中琉球の新たな地体構造単元：徳之島帯の特徴と研究課題

2025年9月14日(日) 10:00 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[1oral701-06] T6 ［トピック］中琉球の新たな地体構造単元：徳之島帯の特徴と研究課題

座長:磯崎 行雄(東京大学 大学院総合文化研究科 宇宙地球科学教室)、堤 之恭(国立科学博物館理学研究部)、山本 啓司(鹿児島大学大学院理工学研究科)

ハイライト講演

10:45 ~ 11:15

[T6-O-3] ［招待講演］角閃石の温度圧力履歴からみた丹沢変成岩のダイナミクス

*桑谷 立[1]、鳥海 光弘[1] (1. 海洋研究開発機構)

【ハイライト講演】 桑谷氏は、変成作用の累進的脱水作用一般について研究され, 丹沢変成帯についても成果をあげておられる. 本セッションでは, 井之川岳変成複合体（徳之島帯）の変成岩類構成と類似した特徴を有する丹沢変成帯についての最新の研究成果を講演していただく. 本講演は, 徳之島帯の帰属について重要な示唆を与えるものと期待される. ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：丹沢、衝突帯、角閃石

丹沢山地は、海洋性島弧である伊豆・小笠原弧が本州弧に衝突している伊豆衝突帯に位置している。丹沢深成岩類や変成岩類は、海洋性島弧の中部地殻・上部地殻深部が衝突・付加し露出したものと考えられており、その温度圧力履歴は衝突帯のテクトニクスを議論する上で重要な手がかりとなる。本研究では、緑色片岩中に含まれる角閃石の組成累帯構造に着目し、熱力学相平衡論に基づくギブス法を用いて、岩石の経験した温度圧力履歴を推定した。

丹沢山地では、中央の丹沢深成岩体を取り囲むように、沸石相からプレナイト-パンペリライト相、緑色片岩相、そして角閃岩相に至る塩基性変成岩がドーム状構造をなして分布している。特に深成岩体の南側では、緑色片岩相や角閃岩相において、東西方向から北西－南東方向の面構造が顕著である。緑色片岩中の角閃石は半自形から自形の柱状を示し、しばしば面構造を構成する。深成岩体南側の中央から西部では、角閃石がコアからリムにかけてアクチノ閃石からホルンブレンドを経てチェルマク閃石に変化する組成累帯構造を示す。一方、東部では、逆にチェルマク閃石をコアに持ち、ホルンブレンド、アクチノ閃石へと変化するタイプが観察された。

これらの角閃石の組成累帯構造に対してギブス法を適用し、連続的な温度圧力履歴を推定した。ギブス法では、熱力学相平衡の式に角閃石の化学組成の微小変化を代入し、初期条件からの温度圧力変化を推定する。本研究では、緑色片岩をSiO_2–Al_2O_3–Fe_2O_3–MgO–FeO–CaO–Na_2O–H_2O系でモデル化し、平衡な鉱物組み合わせを角閃石＋斜長石＋緑簾石＋緑泥石＋石英＋H_2Oと仮定した。系の自由度はギブスの相律により4となり、リムの鉱物組成を参照条件とし、温度圧力条件は600°C, 0.7 GPa付近に設定した。熱力学計算の結果、アクチノ閃石からチェルマク閃石に変化する角閃石は、温度・圧力が共に上昇する前進変成作用を、チェルマク閃石からアクチノ閃石に変化する角閃石は、温度・圧力が共に低下する後退変成作用を示す履歴が得られた。両者を合わせると、温度圧力経路はヘアピン形状をとり、その勾配はおよそ0.3 GPa/100°Cであった。

丹沢深成岩体周辺には同心円状の変成分帯や、接触変成によるホルンフェルス構造が見られることから、従来は深成岩の貫入に起因する接触変成作用が主と考えられてきた。しかし、本研究で得られたヘアピン状の温度圧力履歴は、それのみでは説明できない。特に、前

©日本地質学会

進変成作用時における高温高圧条件までいたる急勾配のdP/dTは、沈み込むスラブが中部地殻から下部地殻にまで達していたことを示唆している。また、低圧部における高い地温勾配は、活動的な島弧同士の衝突と、それにより引き起こされるカコウ岩質中部地殻の部分溶融の可能性を意味する。また、上昇期の温度圧力経路は沈み込み時と類似しており、深成岩の貫入イベント自体が熱構造に大きな影響を与えていないことを示唆する。加えて、この急勾配は、深成岩体の冷却を促した急速な上昇・侵食過程とも整合的である。

本講演においては、地球物理学的な観測結果とも比較しながら伊豆衝突帯のダイナミクスについて議論するとともに、徳之島帯との関連も探っていく予定である。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T6 ［トピック］中琉球の新たな地体構造単元：徳之島帯の特徴と研究課題

2025年9月14日(日) 10:00 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[1oral701-06] T6 ［トピック］中琉球の新たな地体構造単元：徳之島帯の特徴と研究課題

座長:磯崎 行雄(東京大学 大学院総合文化研究科 宇宙地球科学教室)、堤 之恭(国立科学博物館理学研究部)、山本 啓司(鹿児島大学大学院理工学研究科)

11:15 ~ 11:30

[T6-O-4] 野母半島長崎変成岩類の白雲母K–Ar年代値の再検討

*青木 一勝[1]、小平 将大[2]、八木 公史[3]、藤原 泰誠[3]、岡田 郁生[3] (1. 岡山理科大学 、2. 長崎市恐竜博物館、3. 蒜山地質年代学研究所)

キーワード：長崎変成岩

九州西部の長崎県野母半島、西彼杵半島，および熊本県天草下島には，主に白亜紀高圧変成岩類(三波川変成岩相当)からなる「長崎変成岩類」が分布する。このうち、野母半島に分布する長崎変成岩類の地質構造は、より低変成度の智頭変成岩相当(これまで「三郡変成岩」や「周防変成岩」と呼ばれてきたが、ここでは「智頭変成岩」とする: 磯崎ほか，2010）がより高変成度の三波川変成岩相当の上位にスラスト（野母構造線）を介して累重しており（西村ほか，2004)、他２つの地域で確認される高変成度岩体がスラストを介してより低変成度岩体の上位に位置するという構造関係とは異なる（守山・山本, 2005）。一方で、野母半島には三波川変成岩相当の上位に、より高変成度の「城山マイロナイト」が薄く(〜30m)スライス状に存在し、他２つの地域においてもこれと同様の地質構造が確認されている（守山・山本, 2005など）。これらの報告は、長崎変成岩類分布域のなかで、野母半島でのみ確認される智頭変成岩相当が特異であることを示している。つまり長崎変成岩類全域の形成プロセスの理解には、智頭変成岩相当と三波川変成岩相当との累重関係を作った造構運動を理解することが必要不可欠であり、その理解は沈み込み帯前弧域で起こる造構運動の包括的理解にもつながると期待される。高圧変成岩の上昇・定置プロセスの理解には、対象とする変成岩の空間分布（地体構造区分）の特定が欠かせない。長崎変成岩類は白雲母K-Ar年代測定を主軸とした年代測定により、これまで智頭変成岩相当は野母半島南西部地域およびその北東延長部域(茂木地域)に分布するとされてきた（西村ほか，2004など）。しかし、茂木地域に分布する泥質片岩に対し水簸法を用いて濃集させた白雲母のK-Ar年代測定(加藤ほか, 2021など)を行ったところ、これまで報告されていた200 Ma前後の年代に比べ有意に若い約80 Maの年代値が得られ、茂木地域における智頭変成岩相当の分布に疑問が呈された(青木ほか，2024)。今回、野母半島における智頭変成岩相当の分布域をより詳しく検証するため、主たる分布域である野母半島南西部地域の泥質片岩に対し白雲母K-Ar年代測定を適用する。まず、茂木地域から得られた年代値の有意性を検討するため、測定試料を構成する白雲母に対しEPMAによる化学組成分析を行ったところ、試料内でのSiの変化は< 0.2(p.f.u)程度であった。この結果は年代測定に使用した試料中の白雲母はEPMAの分析内では組成的に均質であることを示し、水簸法と相まって茂木地域から得られたK-Ar年代値の有意性を高める。また、今回K-Ar年代測定を行う野母半島南西部地域に分布する泥質片岩の白雲母の化学組成分析を同様に行ったところ、Si変化は<0.２(p.f.u)程度であり、試料内における組成の均質性が確認された。本発表では、測定で得られた白雲母K-Ar年代値を報告するとともに、野母半島における智頭変成岩相当の分布域について言及する。また、得られた結果をもとに、長崎変成岩類の構造発達史についても議論したい。

引用文献

©日本地質学会

磯崎ほか, 2010. 地学雑誌, 119, 999–1053.
西村ほか, 2004. 地質学雑誌, 110, 372–383.
守山・山本, 2005. 地質学雑誌, 111, 765–778.
加藤ほか, 2021. 地質学雑誌, 127, 437–442.
青木ほか, 2024. 日本地質学会第131年学術大会, T9-O-2

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T6 ［トピック］中琉球の新たな地体構造単元：徳之島帯の特徴と研究課題

2025年9月14日(日) 10:00 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[1oral701-06] T6 ［トピック］中琉球の新たな地体構造単元：徳之島帯の特徴と研究課題

座長:磯崎 行雄(東京大学 大学院総合文化研究科 宇宙地球科学教室)、堤 之恭(国立科学博物館理学研究部)、山本 啓司(鹿児島大学大学院理工学研究科)

11:30 ~ 11:45

[T6-O-5] 徳之島を構成する地質体の砕屑性ジルコンU-Pb年代

*堤 之恭[1]、山本 啓司[2]、磯崎 行雄[3] (1. 国立科学博物館理学研究部、2. 鹿児島大学大学院理工学研究科、3. 東京大学大学院総合文化研究科)

キーワード：徳之島、付加体、変成岩、砕屑性ジルコン、U-Pb年代

西南日本の地体構造単元の配列は琉球弧南西端まで連続し（小西, 1965; Kizaki, 1986; 磯崎・西村, 1989など），徳之島の先中新世基盤は主に四万十帯の付加体と白亜紀〜古第三紀花崗岩類からなるとされてきた．しかし近年，徳之島中央部の山岳地帯に，高温型の高度変成岩の存在が確認され（Ueda et al., 2017; Yamamoto et al., 2022），それはほぼ水平に近い断層を介してクリッペ状に存在する（山本ほか, 2024）ことが判明した．この変成岩体は構造的上位の砂質・泥質片岩を主とする「犬田布岳ユニット」，および下位の泥質片岩を主とし閃緑岩質片岩や蛇紋岩を伴う「井之川ユニット」から構成される（山本ほか, 2025）．本研究では，犬田布岳ユニットより3試料（S-19，Y-22，Y-43），下位の四万十帯に相当する「天城岳ユニット」より1試料（S-61），「尾母ユニット」より1試料（Y-40）計5試料の砂質岩の砕屑性ジルコンU-Pb年代測定結果を提示する．

天城岳ユニットの試料は1900 Maと300〜75 Ma辺りに顕著なピークを持つ2極的分布をし，YC1σは107.4 ± 1.0 Ma，YSGは98.7 ± 1.4 Maを示すため，北東に隣接する奄美大島に産する四万十帯の白亜紀付加体砂岩の特徴（Tsutsumi and Tani, 2024）とよく一致する．尾母ユニットの砂岩は南中国起源と思われる新原生代のジルコン粒子を多く含み，YC1σは89.0 ± 0.9 Ma，YSGは69.0 ± 1.1 Maであるため，天城岳ユニットよりも若い付加体と考えられる．犬田布岳ユニットのうち2試料（S-19, Y-43）は2極的分布を持ち，YC1σはそれぞれ77.3 ± 0.7 Maと76.4 ± 0.6 Maを示した．この年代スペクトルは天城岳ユニットの非変成付加体砂岩のものと良く一致する．一方，試料Y-22だけは70 Ma弱の明瞭なシングルピークで特徴付けられ，YC1σは59.2 ± 1.0 Maを示した．

以上より，犬田布岳ユニットの変成岩の原岩は，徳之島北半に分布する天城岳ユニットの白亜紀付加体の砂岩，およびその上に堆積した古第三紀被覆層に由来し，それらの変成年代はY-22のYC1σが示す約60 Ma以降と考えられる．また，天城岳ユニットと尾母ユニットの砕屑性ジルコン年代分布の違いは，琉球の四万十帯の後背地の経年変化を示していると思われる．（年代の誤差は1σ表記）

Kizaki (1986) *Tectonophysics* **125**, 193-207.；小西(1965)*地質雑* **71**, 437-457；Tsutsumi & Tani (2024) *BNMNS* **50**, 7-26.； Ueda et al. (2017) *Island Arc* **26**, e12199.；Yamamoto et al. (2022) *Int. Geol. Rev.* **64**, 425-440.； 山本ほか (2024) *地学雑* **133**, 447-464.；山本ほか (2025) *地質学会要旨（本年度要旨）*.

©日本地質学会

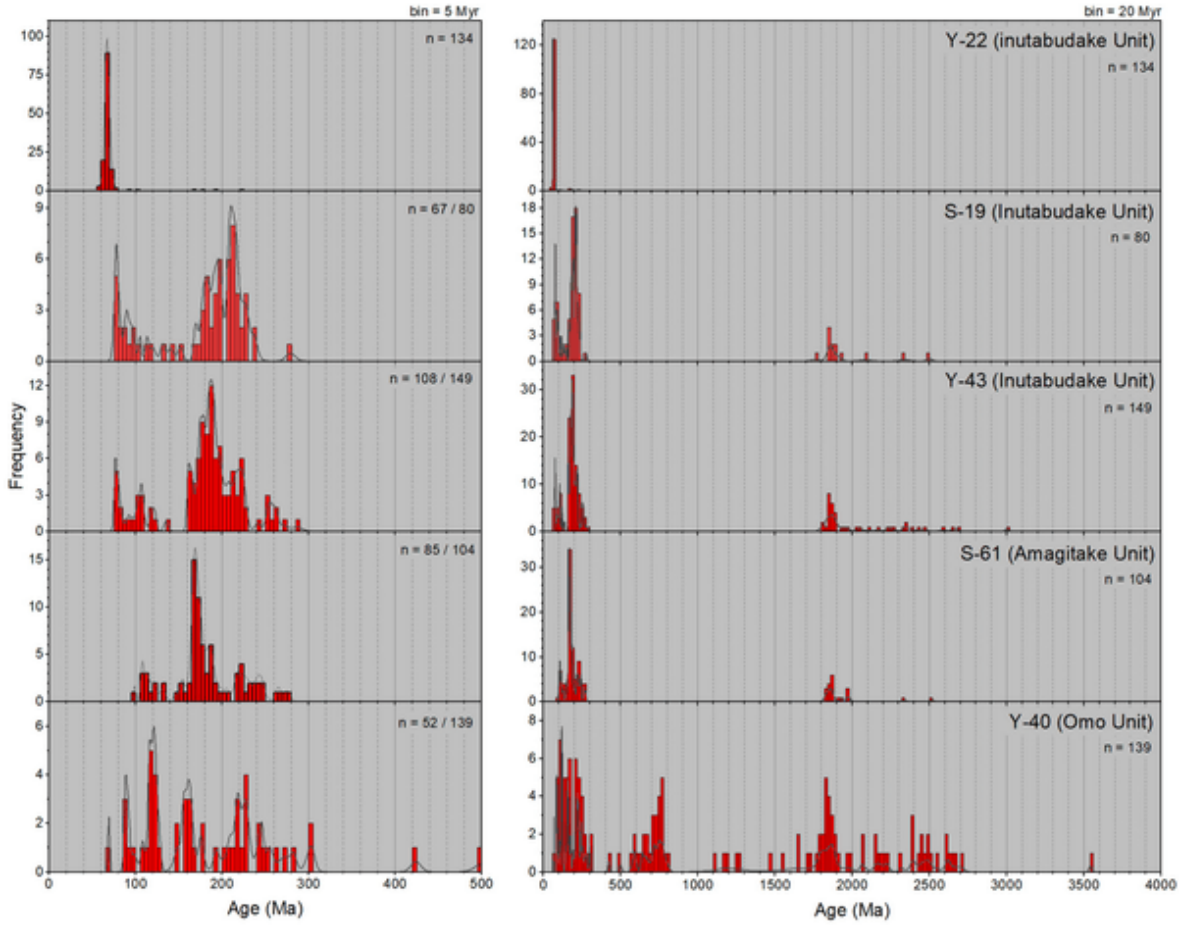


Figure 1. Probability distribution diagrams and histograms of concordant ages from the samples.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T6 ［トピック］中琉球の新たな地体構造単元：徳之島帯の特徴と研究課題

2025年9月14日(日) 10:00 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[1oral701-06] T6 ［トピック］中琉球の新たな地体構造単元：徳之島帯の特徴と研究課題

座長:磯崎 行雄(東京大学 大学院総合文化研究科 宇宙地球科学教室)、堤 之恭(国立科学博物館理学研究部)、山本 啓司(鹿児島大学大学院理工学研究科)

11:45 ~ 12:00

[T6-O-6] 中琉球, 徳之島帯の高度変成帯の起源と形成テクトニクス

*磯崎 行雄[1]、山本 啓司[2]、堤 之恭[3]、谷 健一郎[3] (1. 東京大学 大学院総合文化研究科 宇宙地球科学教室、2. 鹿児島大学 大学院理工学研究科、3. 国立科学博物館 理学研究部地学研究グループ)

キーワード：徳之島帯、古第三紀、片麻岩／片岩、角閃岩相、四万十帯、ジルコンU-Pb年代

中琉球の徳之島の先中新世基盤岩類は, 東隣の奄美大島と同様, 基本的に四万十帯付加体と古第三紀花崗岩類から構成されるとみなされてきた（中川, 1967; 斎藤ほか, 2009など）. 最近になって徳之島中央部に角閃岩相に達する高度変成帯が新たに識別された（Ueda et al., 2017; Yamamoto et al., 2022）. それらは苦鉄質片麻岩を含む砂質・泥質片岩／片麻岩から構成され, 一部に塊状蛇紋岩を伴う. 東西および南北方向に各々９kmの広がりを持ち, 厚さは少なくとも800 mに達することから, 局所的な接触変成帯ではなく広域変成帯の一部とみなされる. 山本ほか(2024)はこれを「井之川岳変成複合岩体」（Imc）と呼び, 非変成の四万十帯付加体の上にクリッペとして累重する産状を明らかにした. ほぼ非・弱変成付加体のみからなる四万十帯の中で高度変成岩がクリッペとして産することは極めて稀であり, その起源と形成プロセスは琉球弧の中生代末から新生代前半テクトニクスの理解に重要である.

徳之島南半に産するImcおよび四万十帯の非変成付加体について追加の野外調査を実施し, また変成岩および堆積岩中のジルコンのU-Pb年代の測定を行った結果, 以下の事柄を明らかにした. １）徳之島北半の非変成付加体（天城岳ユニット）砂岩の砕屑性ジルコン年代スペクトルは奄美大島の付加体のもの（Tsutsumi & Tani, 2024）と共通で, 四万十帯北帯の後期白亜紀付加体に対比される. 一方, 徳之島南半の尾母ユニットの砂岩はより若いジルコン年代スペクトルを持ち, 四万十帯北帯／南帯境界の白亜紀最末期-古第三紀付加体に対比される. ２）Imcは泥質片岩を主とし苦鉄質片岩／片麻岩や蛇紋岩を伴う井之川ユニットと, その上位に累重する砂質片岩からなる犬田布岳ユニットから構成される. 両者の原岩（砂岩および閃緑岩）は共に約60 Ma（暁新世）の火成起源ジルコンを含む. ３）犬田布ユニットの砂質片岩の砕屑性ジルコンの年代スペクトルは２パタンからなり, 各々白亜紀後期付加体（天城岳ユニット）とそれを覆う古第三系斜面被覆層（四国南西部の百笑層相当；中野ほか, 2021）が原岩であることを示唆する. ４）Imcの全ては小規模な中新世の珪長質岩脈に貫入されている. ５）非変成付加体の尾母ユニットとImcとの間の変成度ギャップは明瞭で, 両者間の境界は露頭では未確認ながら, ほぼ等高線に沿った低角度（変成岩ナップ下底）逆断層と推定される. ６）Imcは白亜紀付加体と被覆層の一部が古第三紀始新世ないし漸新世に地殻内高温部で変成された地質体で, 中新世までにナップとして地表へ上昇し, 非変成付加体上へ累重したと推定される. ７）Imc/尾母ユニット間の低角度断層（中琉球スラスト；新称）は, 大局的に四万十帯の北帯・南帯境界にあたり, 九州南東部の延岡構造線（今井ほか, 1971; 奥村ほか, 2010など）や四国の中筋地溝帯／安芸構造線へと連続する. この境界周辺の変成岩類の中ではImcが最高温度部（ > 650 ℃；宇野ほか, 未公表）を記録しており, 中琉球スラストは地殻深部でできた角閃岩相変成岩類が地表へナップとして上昇した際の主要経路の痕跡とみなさ

©日本地質学会

れる.

古第三紀の琉球弧で白亜紀付加体を60 Ma以降に角閃岩相まで変成させた高温熱源の候補として, アジア東縁での海嶺や火山弧の沈み込みが考えられる. Imcよりも若い中新世丹沢変成帯以外で, 四万十帯での火山弧衝突は未検出である一方, イザナギ・太平洋海嶺の東アジアへの沈み込みが始新世前半に想定されている(Seton et al., 2015; Wu & Wu, 2019) . Imcの発見を契機に, 古第三紀日本の前弧での高温イベントおよび高度変成岩ナップの非変成付加体上への定置テクトニクスの起源・プロセスについて, 陸上の地質学から様々に検証されることが期待される.

文献：今井ほか(1971)*地質雑*, **77**, 207-220; 中川(1967)*東北大・理地質古生物研報,* **63**, 1-39; 中野ほか (2021)*地学雑誌,* **130**, 707-718; 奥村ほか(2010) *1/5万 地質図「延岡」産総研地質センター；*斎藤ほか(2009) *1/20万 地質図「徳之島」*. 産総研地質センター; Seton et al. (2015) *Geophys. Res. Lett*., **42**, 1732-1740; Tsutsumi & Tani (2024) *Bull. Natl. Mus. Nat. Sci.,* **C50**, 7; Ueda et al. (2017) *IsArc,* **26**, e12199; Wu & Wu (2019) *Geology*, **47**, 953-957; Yamamoto et al. (2022) *Int. Geol. Rev.,* **64**, 425-440; 山本ほか(2024)*地学雑誌,* **133**, 447-464.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[2oral101-10] T3 ［トピック］文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

9:00 ~ 9:15

[T3-O-1]

収束型・衝突型変動帯の地質と文化形成

*鈴木 寿志[1] (1. 大谷大学)

9:15 ~ 9:30

[T3-O-2]

高知県室戸地方で生産された硯（土佐石）の地質とその文化誌

*中山 健[1]、柿崎 喜宏[1,2] (1. 高知大学、2. 室戸ジオパーク推進協議会)

9:30 ~ 9:45

[T3-O-3]

伝統的な和紙製法における石灰利用の科学的評価：高知県の石灰岩地質と土佐和紙づくり

*浦本 豪一郎[1]、北岡 竜之、笹岡 美穂[2] (1. 高知大学、2. SASAMI-GEO-SERVICE)

9:45 ~ 10:00

[T3-O-4]

Abu Gerida - Hamama: a unique area of iron archaeometallurgy in Ancient (318-207 BC) Egypt

*Abdelrahman Yasser[1,2]、Serneels Vincent [3] (1. Geology Department, Faculty of Science, Cairo University, Egypt、2. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, Japan、3. Department of Geosciences, University of Fribourg, Fribourg, Switzerland)

10:00 ~ 10:15

[T3-O-5]

「いけず石」に用いられる石製品から探る地域文化

*中条 武司[1]、横山 康子[2]、いけず石 調査グループ (1. 大阪市立自然史博物館、2. 大阪市立自然史博物館友の会)

10:15 ~ 10:30

[T3-O-6]

ダーウィンのサンゴ礁沈降説に反対したライン

*矢島 道子[1]、山田 直利[2] (1. 東京都立大学、2. 地質調査所（現産業技術総合研究所地質情報調査総合センター）元所員)

10:30 ~ 10:45

[2oral101-10-7add]

休憩

ハイライト講演

10:45 ~ 11:15

[T3-O-7]

［招待講演］人々の暮らしから読み解く、阿蘇の文化的景観20年

©日本地質学会

*田中 尚人[1] (1. 熊本大学大学院先端科学研究部)

11:15 ~ 11:30

[T3-O-8]

遺産影響評価（HIA）のためのアトリビュートの定義と特性の整理　— 世界文化遺産登録を目指す「阿蘇」での試み —

*早坂 竜児[1]、新開 美穂[1]、熊本県 阿蘇草原再生・世界遺産推進課 (1. 株式会社パスコ)

11:30 ~ 11:45

[T3-O-9]

石材の再発見は、地域の何を掘り起こすのか？：文化地質学の視点から見た参加型調査の可能性

*田口 公則[1]、山下 浩之[1]、丹治 雄一[2]、西澤 文勝[1]、夏目 樹[1] (1. 神奈川県立生命の星・地球博物館、2. 神奈川県立歴史博物館)

ECS

11:45 ~ 12:00

[T3-O-10]

小豆島における自然災害伝承碑の立地と地形・地質のGIS的考察

*猪股 雅美[1] (1. 広島工業大学)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[2oral101-10] T3 ［トピック］文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

9:00 ~ 9:15

[T3-O-1] 収束型・衝突型変動帯の地質と文化形成

*鈴木 寿志[1] (1. 大谷大学)

キーワード：収束型変動帯、衝突型変動帯、地質環境、文化形成

日本および世界に分布する変動帯地域における文化形成について、１）収束型変動帯と２）衝突型変動帯の２つに区分して考察を試みる。１）の収束型変動帯は、日本列島のように海洋プレートが大陸プレートの下へ沈み込む場で、海岸沿いに急峻な山地を伴う変動帯である。堆積岩、火成岩、変成岩のすべてが産し、地質多様性が高いことで特徴づけられる。２）の衝突型変動帯は、アルプス山脈やヒマラヤ山脈のように２つの大陸が衝突し、急峻な山岳地形を形成した変動帯である。大陸と大陸の衝突により、山岳地帯は自ずと海から離れた内陸に位置することになる。２つの大陸に挟まれた海の堆積物が山地内へと隆起し堆積岩となるとともに、衝突に伴う変成岩や火成岩も伴われる。
収束型変動帯では海岸沿いに急峻な山地がそびえ立つ。それゆえ河川は急流となり山地に由来するミネラルが沿岸に供給されやすい。豊富なミネラル分が沿岸の生態系を豊かにするため、海草、魚介類を中心とした魚食文化が成立した。そして人々が利用する塩も海岸塩田で賄われることとなった。それに対し衝突型変動帯では山岳地帯が内陸に位置し、海からは遠く離れることになる。タンパク源を魚介類に求めることはできないし、寒冷な高山では農業も成立しない。そのため乳牛やヤクを利用した牧畜文化が成立した。アルプス山脈では谷ごとに違う種類のチーズが作られているというし、チベットのヤクのバターは貴重な栄養源になっている。そして塩は山地に産する岩塩に求められる。また独特の発声方法で歌うヨーデルは、そもそもアルプスの深い谷を隔てた対岸同士の意思疎通のために発達したという。
本講演ではさらに哲学者の和辻哲郎による風土論との対比を試みたい。和辻は気候特性から世界の風土を３つに分類した。東アジア・南アジアの「モンスーン」、アラビアの「沙漠」、ヨーロッパの「牧場」である（和辻 1935）。和辻によれば、日本列島を含む「モンスーン」の風土では、大雨・暴風・洪水・旱魃といった自然の暴威が著しく、人間の力では対抗できない。その結果、受容的・忍従的精神文化を生み出したという。アラビアの「沙漠」の風土では、自然は何も手助けはせず単なる死の表現に過ぎない。そのような過酷な条件下で生きていくためにイスラム教が生まれてきたという。一方、ヨーロッパの「牧場」の風土では、大雨・暴風・洪水は稀であり、河川も緩やかに流れる。全般に変化が少なく従順な自然は、理解しやすく法則性を見出しやすい。そのため自然科学の発展へつながったという。この和辻の風土論に地質は出てこないが、改めて地質学的視点で捉え直してみる。すなわち，日本列島のような「収束型変動帯」においては、地質の多様性が高く、狭い範囲にあらゆる種類の岩石が分布する。複雑な地質構成は従順な自然とは程遠く、「モンスーン」の風土と一致する。衝突型変動帯は急峻な山岳地帯で寒さが厳しく、農作物も育たない。厳しい自然の中で動物の力を借りて牧畜を生業とした。過酷で生を見出せない荒ぶる山容は、「沙漠」の風土に近いといえよう。このように見ると、上述の変動帯の地質環境は、それぞれの地質特性が文化形成に大きくかかわっていると考えられる。

©日本地質学会

文献　和辻哲郎（1935）：『風土　人間學的考察』。407ページ，岩波書店，東京。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[2oral101-10] T3 ［トピック］文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

9:15 ~ 9:30

[T3-O-2] 高知県室戸地方で生産された硯（土佐石）の地質とその文化誌

*中山 健[1]、柿崎 喜宏[1,2] (1. 高知大学、2. 室戸ジオパーク推進協議会)

キーワード：室戸、付加体、石硯、土佐石、空海、ジオツーリズム

高知県室戸地方で生産された硯（土佐石）の地質とその文化誌Geology and cultural history of the inkstone “Tosa-ishi” produced in the Muroto region, Kochi Prefecture, Japan.中山健 (高知大学海洋コア国際研究所)・柿崎喜宏 (高知大学海洋コア国際研究所・室戸ジオパーク推進協議会)キーワード：室戸，付加体，石硯，土佐石，空海，ジオツーリズム 我国の文字文化を支えてきた硯は，古墳時代から平安時代後期にかけて普及した陶器製硯（円面硯や風字硯）に代わって，鎌倉時代になると石硯の生産が始まり，江戸時代中・後期から明治時代には市民の日常生活に不可欠な文具の一つとなった．全国で生産された石硯は，付加体やグリーンタフを構成する泥質岩や赤色頁岩といった我国特有の地質資源を活用したもので[*1]，その利用は，それぞれの時代および地域の生活様式や文化と深く関わって発展してきた．江戸時代に室戸地方で石硯が生産されていたことは，歴史書や硯研究家によるテキストに散見されるが，現在地元では殆ど知られていない．今般，既存史料調査から，当地は江戸時代には，我国でも有数の硯生産地の一つであったことが明らかになった．当地で硯として利用された原石は，黒色粘板岩 (衣滴石・西寺衣石・島石・羽根石・栗御岬石・行頭石・天漢石)と赤色頁岩（伊芝石・坂本石）で，いずれも始新世から中新世のプレート収束域で形成されたフリッシュ堆積物（奈半利川層・室戸層・津呂層）および佐喜浜メランジュ (始新世) の構成岩で，堆積および構造擾乱の少ない細粒均質なものを利用していたものと思われる．過去の産地であった羽根岬，行当岬および坂本海岸で採取した試料について室内試験を行った結果，石英・曹長石・(一部イライト)を鋒鋩(ほうぼう)とし，スレート劈開に沿うシート状イライトを基質の一部とする雨畑石(山梨県早川町)や蒼龍石(高知県土佐清水市)など付加体産の硯と共通する特徴を有することが判明した．平安時代初期，人口も希薄だった当地方に空海に関係した真言宗３寺院が創設され，仏教文化に根ざした生活様式が広がっていたことは想像に難くない．空海が唐から帰朝後の807年に室戸を再訪し，行当岬の岩石を摺合わせて硯としたことが伝承として記録されている[*2]．これを端緒として，地元では寺院を中心とした硯の需要があったものと推定される．1500年(室町時代中期) に成立した七十一番職人尽歌合に「土佐石」の歌が残されており，この頃既に室戸地方で硯の生産があったことを示唆している．江戸時代中期には金剛頂寺（通称「西寺」）の僧侶が海中から原石を採取したことも知られている[*3]．やがて八十八箇所遍路巡礼の普及とともに巡礼者への土産としても販売されるようになり[*4]，全国に拡散していった．当地の硯および原石は大阪の硯・砥石専門問屋にも出荷された記録が残っている[*2]が，明治時代になり生産は途絶えた．こうした地元の地質資源を活用した室戸地方の硯の文化誌は，「大地と密着してきた暮らしの営み」の歴史の一側面を見ており，今後，室戸ユネスコ世界ジオパークにおけるジオツーリズムへの展開が期待される． *1: 中山ほか (2022) 資源地質, *2: 武藤 (1813) 南路志，*3: 木内 (1773) 雲根志, *4: 伊予史談会 (1981）四国遍礼名所図会

©日本地質学会

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[2oral101-10] T3 ［トピック］文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

9:30 ~ 9:45

[T3-O-3] 伝統的な和紙製法における石灰利用の科学的評価：高知県の石灰岩地質と土佐和紙づくり

*浦本 豪一郎[1]、北岡 竜之、笹岡 美穂[2] (1. 高知大学、2. SASAMI-GEO-SERVICE)

キーワード：土佐和紙、石灰岩、伝統工芸、消石灰

日本では，古来から楮・三椏などの木材を原料として，和紙づくりの伝統文化が受け継がれてきた（Prestowitz and Katayama, 2018; 大川，2024）．和紙は，原料の木材の樹皮を処理し，繊維を分散させることで作られる．これに対し，洋紙は，小片化した木材を処理して繊維を分散させて作られるため，和紙に比べて繊維が短い．和紙は長く絡み合った繊維の構造を有することで，強靭で保存性に優れた紙となる．文字や絵を描く用途に留まらず，建具（障子，襖）や防水和紙（雨傘）などの日常生活の様々な場面で用いられてきた．

著名な和紙産地の一つである高知県では，日本伝統工芸品に指定されている「土佐和紙」が生産されている（高知市，2008）．歴史的に，高知県では当地に多産する石灰岩（産総研地質調査研究センター，2023）から作られる消石灰（水酸化カルシウム）を水に溶かした石灰水で楮や三椏の樹皮を煮る（煮熟［しゃじゅく］）和紙製法が根付いている．この製法では，アルカリ性の石灰水で原材料の樹皮を処理することで，樹皮に含まれ，繊維同士を接着させる有機物のリグニンやペクチンが溶解され，繊維を分散し，和紙作りに適した状態の繊維になるとされている．一方，アルカリ性水溶液で処理する点で，現代では工業的に塩基性物質を容易に作ることができる．ただし，工業的に作られた試薬のアルカリ性溶液で和紙の材料を処理すると，石灰水で処理した場合に比べて繊維が細かく分散し，和紙作りに適した状態の繊維にならないとされる．しかしながら，繊維の分散度合いに関する見解は土佐和紙職人の経験的・感覚的なものである．石灰水を用いた処理で和紙作りに適した状態の繊維が得られる具体的な作用や機構は分かっていない．これは製作された和紙の研究事例は多々あるものの（大川，2024など），和紙の個別の製作過程を具体的に検証した事例が限られているためと考えられる．そこで本研究では，石灰岩から作られる消石灰を，土佐和紙作りの煮熟に用いる効用を検証することを目的とした．研究では，土佐和紙の主要原料となる高知県産の楮について，以下の条件で煮熟し，繊維を分散させた：(1) 土佐和紙の製法に則って，高知県産の石灰岩から作った消石灰の石灰水で煮熟，(2) 石灰水にカルシウムイオンを除去するキレート剤のEDTA-4Naを添加して煮熟，(3) 工業的に製造された炭酸ナトリウムや水酸化ナトリウムの水溶液で煮熟．得られた繊維は洗浄後に自然乾燥させ，走査電子顕微鏡（SEM）による観察や，エネルギー分散形X線分析装置（EDS）による元素分析を実施した．SEMによる繊維の表面観察の結果，石灰水処理した繊維の表面は比較的滑らかであり，また，EDSでは微弱ながらカルシウムを検出した．一方，EDTA-4Naを添加した石灰水で煮熟した繊維の表面は細かな皺状の微細構造や裂け目が観察され，これは水酸化ナトリウムで処理した繊維も同様だった．また，炭酸ナトリウム水溶液で処理した繊維は，消石灰-EDTA-4Naや水酸化ナトリウム水溶液で処理した繊維ほどではないものの，微細な皺状構造が観察された．これらの繊維では，EDS分析にてカルシウムはもちろん，ナトリウムも検出されなかった．これらの結果から，石灰水による処理が和紙に適した繊維状態をもたらす理由とし

©日本地質学会

て，カルシウムが存在することで，“繊維構造の破壊を低減”して繊維分散させる効果があると推察される．EDTA-4Naによるカルシウムのキレート除去では，この効果が阻害され，繊維が劣化したことが確認された．工業的に作られた水酸化ナトリウムや炭酸ナトリウムの水溶液処理でも，繊維の劣化が確認された．これらの結果は，石灰水に含まれるカルシウムの効果で，楮の繊維の構造を保持しつつ，穏やかに解繊され，土佐和紙づくりに適した繊維の分散状態が得られたことを示唆する．今後，更なる検証は必要であるが，現時点の結果として，土佐和紙職人たちが高知の石灰岩地質を，経験や勘を頼りに活用して，和紙づくりをしてきたことに，科学的な意味があることを示すものと考えられる．

【文献】

高知市，2008，土佐和紙（土佐の手作り工芸品）．
https://www.city.kochi.kochi.jp/site/tosa-kogei/（閲覧日：2025年7月8日）

大川，2024，和紙を科学する. 勉誠社，東京，238頁

Prestowitz and Katayama, 2018，Washi. Book and Paper Group Annual, 37, 1–15

産総研地質調査総合研究センター，2023，20万分の1シームレス地質図V2，オリジナル版，https://gbank.gsj.jp/seamless/（閲覧日：2025年7月8日）

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[2oral101-10] T3 ［トピック］文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

9:45 ~ 10:00

[T3-O-4] Abu Gerida - Hamama: a unique area of iron archaeometallurgy in Ancient (318-207 BC) Egypt

*Abdelrahman Yasser[1,2]、Serneels Vincent [3] (1. Geology Department, Faculty of Science, Cairo University, Egypt、2. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, Japan、3. Department of Geosciences, University of Fribourg, Fribourg, Switzerland)
キーワード：Archaeometallurgy、Ancient Egypt、Smelting、specular hematite、Iron

Ancient Egypt is well known for mining and metallurgy of gold and copper[I], but evidences of iron production in ancient Egypt is poorly documented. There was a general consensus that ancient Egyptian either used meteoritic iron[II] from the Western Desert or imported iron ores, such as specular hematite, from Europe[III]. However, evidences that specular hematite was mined and smelted in antiquity are recorded in the Abu Gerida - Hamama area, which is located in the Eastern Desert of Egypt[IV]. These evidences are represented by burnt plant remains, slag fragments, and a furnace - like structure discovered in the Hamama area and by grinding tools and specular hematite fragments in the Abu Gerida area. Radiocarbon dating of the charred plant remains from the area suggests that the iron smelting activities took place in the early Ptolemaic era (318-207 BC). This age is consistent with the shape of the mills and the Ptolemaic pottery finds in the area[V].

The geochemistry of the Egyptian specularite is unique compared to the European specular hematite, which is controlled by its fine-grained phases such as scheelite and ferberite. The bloomery iron smelting process of the Egyptian specularite produced two types of slags: furnace slags and tapping slags. These two types show different petrographic features and whole-rock geochemical signatures, which are controlled by the composition of the smelted ore and the additives as well as by the smelting conditions. The slags plot close to the 1200^{0}C isotherm on the FeO-Al_2O_3-SiO_2 system, which may represent the temperature of the bloomery process.

[I] Ogden, J. (2000). Metals. In P. T. Nicholson & I. Shaw (Eds.), Ancient Egyptian materials and technology (pp. 148–176). Cambridge University Press.
[II] Rehren, T., *et al.* (2013). 5,000 years old Egyptian iron beads made from hammered meteoritic iron. Journal of Archaeological Science, 40, 4785–4792.
[III] Petrie, W. M. F. (1885). The finding of Naukratis. The Monthly Meeting of the UCL Institute Nov. 5th, 1885, pp. 43–51.
[IV] Garland, M. H., & Bannister, C. O. (1927). Ancient Egyptian metallurgy. Charles Griffin

©日本地質学会

and Company, Limited.
[V] Harrell, J. A. (2005). Porfido rosso laterizio and the discovery of its source in Wadi Abu Gerida. Egypt. Marmora, 1, 35–46.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[2oral101-10] T3 ［トピック］文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

10:00 ~ 10:15

[T3-O-5] 「いけず石」に用いられる石製品から探る地域文化

*中条 武司[1]、横山 康子[2]、いけず石 調査グループ (1. 大阪市立自然史博物館、2. 大阪市立自然史博物館友の会)
キーワード：いけず石、石製品、地域文化、市民科学

京都や大阪の古い集落を歩くと，壁や軒に自動車がこすらないように路傍に置かれている人頭大程度の大きさの石をしばしば見かける．これらの石は，通称で「いけず石」と呼ばれている（杉村，2018など）．いけず石は川原から拾ってきただけのような未加工なものだけでなく，現在は用いられなくなったかつての建築石材や石製品が転用されていることがある（中条，2020）．杉本（2013）は大阪・京都の旧街道周辺に分布するいけず石（杉本（2013）では「置石」）を調べ，そのほとんどが初期の用途外の転用石か使用前歴を持つ再利用石であることを指摘している．いけず石がかつての建築石材や石製品が転用されているということは，いけず石には現在では失われつつある石材の地域文化の名残を残している可能性がある．本発表では，いけず石に用いられている石製品の元々の用途とその分布を検討し，地域文化との関わりについて考察する．

いけず石はそのほとんどが市街地にあり，その観察が容易であるため，大阪市立自然史博物館では市民科学（citizen science）の手法を用いて「いけず石調査」を行っている（調査方法などの詳細については，「いけず石を調べよう」HP参照）．調査は2022年10月から行っており，2025年7月1日時点で，情報提供者数は64個人・団体，提供データは青森県から沖縄県までの41都府県3,987地域（いけず石なし，重複データ含む），そのうちいけず石がある地域は39都府県2,914地域，いけず石の個数は39,469個になる．いけず石には石製品が転用・再利用されたものが多く見られるが，今回の調査ではその個数調査までは行っておらず，その有無のみを調べているため，いけず石全体の中での石製品の割合は不明である．しかし，どの地域にどのような石製品がいけず石として用いられているかを明らかにすることで，ある程度の石製品の地域性がわかると考えられる．

いけず石があると報告された2,914地域のうち，少なくとも1,444地域（49.6%）では何らかの加工のされた岩石がいけず石として用いられている．元の用途が不明なものも多くあるが，元の用途が明らかなものでは，石垣に用いられる間知石から転用されたものが最も多く，836地域でいけず石として用いられている．他には，礎石として用いられたと考えられる棒状のもの（448地域），直方体・立方体（281地域），挽き臼（231地域），つき臼（182地域），円盤型（161地域），唐臼の支点石（151地域）などがいけず石として多く転用されている．変わったものでは，漁錘（大阪府貝塚市，阪南市，兵庫県姫路市，香川県土庄町，広島県福山市など），力石（大阪府堺市，八尾市，泉佐野市など）などもいけず石として転用されている．これら加工されたいけず石は大半が花こう岩からなるが，大阪府南部では砂岩が，兵庫県南西部では凝灰岩が多く見られ，かつての石製品が地域の地質を反映していたことがうかがえる．

地域性を色濃く反映しているものとしては，日本酒製造の盛んな広島県東広島市では，日本酒をもろみから絞る際に用いられる「かかり石」がいけず石に転用されているものが見られる．京都市山科区では，東海道に敷設された敷石に，牛車（荷車）の車輪の通った後が溝状に擦り減った「車石」がいけず石に転用されている．また，大阪府阪南市，香川県坂出市，土庄町などではサトウキビを絞るための円盤型の石製品がいけず石に転用されている．現在，大阪府ではサトウキビの栽培は行われていないが，江戸～明治期においては栽培が行われており（阪南市HPより），その名残りがいけず石に残っているといえる．このように，現在では博物館や資料館に展示されるような石製品とその文化が，路傍に転がるいけず石にその痕跡を残していることがわかる．このことは，いけず石がかつての地域文化を伝える歴史資料となる可能性を秘めているといえる．

文献・URL

中条武司，2020，「いけず石」，種類を見るか？元の用途を見るか？Nature Study, 66，162-163．
杉本　清，2013，置石考：プライベートとパブリックの境界領域に見る生活風景．デザイン理論，

©日本地質学会

62，41-54．
杉村　啓，2018，いけず石観察手帳．私費出版，24pp.
阪南市ホームページ「日根郡鳥取郷の製糖用具 (有形民俗文化財)：
https://www.city.hannan.lg.jp/kakuka/syogai/syogai_s/shitei/hannnannshishitei/1522395966490.html（2025年7月5日最終閲覧）
「いけず石を調べよう」ホームページ：https://sites.google.com/view/ikezuishi-shirabe/（2025年7月5日最終閲覧）

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[2oral101-10] T3 ［トピック］文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

10:15 ~ 10:30

[T3-O-6] ダーウィンのサンゴ礁沈降説に反対したライン

*矢島 道子[1]、山田 直利[2] (1. 東京都立大学、2. 地質調査所（現産業技術総合研究所地質情報調査総合センター）元所員)

キーワード：ライン、ダーウィン、サンゴ礁、沈降説

チャールズ・ダーウィン（Charls Darwin, 1809-1883）はビーグル号航海の後、1842年、最初の著書『サンゴ礁の構造と分布』を著した。サンゴ礁の形成と発達を、島の沈降によって裾礁、堡礁、環礁と変化すると述べた。出版直後は反対説もいくつかあったが、ほとんど消え去っている。ヨハネス・ユストゥス・ライン（J.J.Rein, 1835-1918）は1873年～1875年にプロイセン王国商務省の委託により日本の産業・商業ならびに自然・民族を調査した。ラインの業績を調べてみると、ダーウィンのサンゴ礁沈降説に反対したことが明らかになっている。この反対説の詳細を調査してみた。ラインは1861年、ロストック大学から「エストニアの気候・土壌・植生」の論文によって学位を取得し、ロンドンのキュー王立植物園および大英博物館で研究した。1862～63年には、ババミューダ諸島に2年間滞在し、総督ハリー・オード卿の息子たちの家庭教師を務めて、バミューダのサンゴ礁の調査・研究をし、北米東部旅行もした。1869年には、フランクフルト実科高等学校で数学・自然科学を教えた。ゼンケンベルク自然研究者協会の顧問、会長、名誉会長を務めた。1870年および1873年にフランクフルト・アム・マインにあるゼンケンベルク自然研究協会の年報でダーウィンの沈降説に反対を公表したが、読まれていないようなので、1881年、1881年のドイツ地理学者会議で講演し、出版した。ラインはバミューダで徹底的に調査研究したが、バミューダが沈降している証拠を発見できなかったと述べている。 ReferencesDarwin, C. (1842) *The structure and distribution of coral reefs.* Smith Elder and Co., London, 227p.Rein, J. J. (1870) Beiträge zur physikalischen Geographie der Bermuda-Inseln. *Senkenbergischen Naturforschenden Gesellschaft zu Frakfurt am Mein, Jahresbericht, 1870,* 140-158. Rein, J. J. （1881）Die Bermuda-Inseln und ihre Korallenriffe, nebst einem Nachtrag gegen die Darwinische Senkengtheorie. *Verhandlungen des 1. Deutschen Geographentages,* Berlin, 29-46.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[2oral101-10] T3 ［トピック］文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

ハイライト講演

10:45 ~ 11:15

[T3-O-7] ［招待講演］人々の暮らしから読み解く、阿蘇の文化的景観20年

*田中 尚人[1] (1. 熊本大学大学院先端科学研究部)

【ハイライト講演】 2004年の景観法運用を契機に，阿蘇では火山と共生する「耕地‐集落‐森林‐草原」の土地利用が文化的景観として注目され，2017年以降は国の重要文化的景観に選定・拡大された．野焼きや放牧による草原維持，生物多様性の保全，農耕祭事や信仰の継承などが評価され，農耕の起源から水利整備，鉄道開通や観光発展，災害復興までの歴史を背景に，文化的景観は，持続可能な地域づくりに資する貴重な資産となっている． ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：文化的景観、文化財、インフラ、社会エコシステム、生活・生業

１．はじめに

2004年6月に国土交通省が所管する景観法が公布された。この基本理念のなかで「良好な景観は、地域の固有の特性と密接に関連するものであることにかんがみ、地域住民の意向を踏まえ、それぞれの地域の個性及び特色の伸長に資するよう、その多様な形成が図られなくてはならない[1)]」とある。景観法の成立とともに文化財法が一部改正され、５つめの文化財保護制度の類型として「文化的景観」が創設された。文化的景観制度成立から20年経った今、阿蘇の文化的景観の20年を振り返ることで、インフラと地域の持続可能なまちづくりの有益な連携について考える。

２．阿蘇の文化的景観

文化的景観は、「地域における人々の生活又は生業及び当該地域の風土により形成された景観地で我が国民の生活又は生業の理解のため欠くことのできないもの（文化財保護法第二条第1項第五号より）[2)]」とされ、その中でも特に重要なものを，都道府県又は市区町村の申出に基づき，「重要文化的景観」として選定することができる。2017年（平成29年）10月13日に、阿蘇郡市7市町村の草原の一部がカルデラ火山との共生をテーマに「阿蘇の文化的景観」として国の重要文化的景観に選定された。

【各市町村の重要文化的景観】

阿蘇の文化的景観　阿蘇北外輪山及び中央火口丘群の草原景観（阿蘇市）
阿蘇の文化的景観　南小国町西部の草原及び森林景観（南小国町）
阿蘇の文化的景観　涌蓋山麓の草原景観（小国町）
阿蘇の文化的景観　産山村の農村景観（産山村）
阿蘇の文化的景観　根子岳南麓の草原景観（高森町）
阿蘇の文化的景観　阿蘇山南西部の草原及び森林景観（南阿蘇村）
阿蘇の文化的景観　阿蘇外輪山西部の草原景観（西原村）

その後も、2021年（令和3年）3月26日には阿蘇市の草原が、さらに2023年（令和5年）3月20日には阿蘇市と産山村の草原が追加選定され、その範囲が拡大している。

３．20年という文化的景観の変化

阿蘇の文化的景観が重要文化的景観に選定されたのは以下の点が評価されたためであり、

©日本地質学会

この「変化」は、度重なる阿蘇の噴火や災害、農林業や近代に入って整備された鉄道や道路、国立公園などに支えられた観光業、などまさに人々の暮らしとともに成立してきた。
１）巨大なカルデラ火山と共生する人々の営み：世界最大級のカルデラという特殊な地形の中で、人々が火山活動と向き合いながら、千年以上にもわたって築き上げてきた独特の土地利用形態（耕地-集落-森林-草原という垂直的な土地利用）が評価された。
２）野焼き・採草・放牧による草原の維持：広大な草原が、単なる自然ではなく、野焼き、採草、放牧といった伝統的な農業活動によって維持管理されてきた「二次的自然」である点が重要視されている。これら人為的な営みがなければ、草原は森林へと遷移してしまう。
３）生物多様性の保全：広大な草原は、多様な希少な動植物が生息・生育する生物多様性の宝庫であり、これも人々の営みによって維持されてきたものである。
４）農耕祭事と文化の継承：阿蘇神社のおんだ祭りなど、火山信仰や農業と結びついた伝統的な祭事や文化が今も息づいており、それが景観と一体となって価値を形成している。
　一方で、この20年間阿蘇の文化的景観を取り巻く社会や環境の変化にも大きなインパクトがあり、主な災厄だけでも以下の３つがあげられる。
①2012年（平成24年）7月：九州北部豪雨災害　未明からの記録的豪雨により、阿蘇市を中心に県内各所で河川の氾濫や土砂災害が発生し、死者・行方不明者25 名をはじめ、住家、公共土木施設、ライフライン等に極めて甚大な被害が発生した。
②2016年（平成28年）4月：熊本地震　震度7の大地震が二度発生し、270名以上の方々が命を落とし、阿蘇地域においては阿蘇大橋の崩落や南阿蘇鉄道の寸断など、インフラに甚大な被害が生じた。激甚災害に指定され、「創造的復興」が掲げられた。
③2020年（令和２年）４月：covid-19（新型コロナウィルス感染症）　年明け頃から豪華客船ダイヤモンド・プリンセス号などの感染者問題が広がり、全国の学校が休校となり３密をさけ、様々な活動の自粛が要請された。

４．おわりに

　文化的景観は、人々の暮らしを含めた地域の本質的価値を持続可能なかたちで継承していく概念である。単に文化財制度であるだけでなく、様々なステークホルダーがその価値を共有し、協働して創造していくために、その変化を不易流行として向き合う必要がある。本講演がそのきっかけになれば幸いである。

【参考文献】

１）景観法の概要、国土交通省都市・地域整備局都市計画課、2005.9.
https://www.mlit.go.jp/crd/townscape/keikan/pdf/keikanhou-gaiyou050901.pdf
２）文化的景観、文化庁
https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/shokai/keikan/
３）阿蘇を世界遺産に！（ポータルサイト）より
https://www.asosekaibunkaisan.com/property/landscapes/icl/

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[2oral101-10] T3 ［トピック］文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

11:15 ~ 11:30

[T3-O-8] 遺産影響評価（HIA）のためのアトリビュートの定義と特性の整理 ― 世界文化遺産登録を目指す「阿蘇」での試み ―

*早坂 竜児[1]、新開 美穂[1]、熊本県 阿蘇草原再生・世界遺産推進課 (1. 株式会社パスコ)

キーワード：阿蘇、世界文化遺産、アトリビュート、遺産影響評価、景観、火山地形

１．背景と課題

熊本県は阿蘇の世界文化遺産登録へ向け国に提案書の改訂版を「阿蘇の文化的景観―カルデラ火山に展開した農業パノラマ」として提出した．この中で，OUV（顕著な普遍的な価値）を“世界最大級の規模と明瞭な円形陥没地形を備える迫力ある景観の火山カルデラのもとで，その地形条件を有効に利用しながら草地に特徴のある伝統的農業を維持し高い生産性をあげてきた人々の努力が作り上げた文化的景観”とし，これを説明するアトリビュート（遺産の価値を伝え，価値の理解を助ける要素）を以下の4つのグループに分けた．グループ１（地形：外輪山・カルデラ壁・カルデラ床・中央火口丘群），グループ２（土地利用形態：草地・森林・居住地・農地），グループ３（農業システム：野焼き・放牧・採草、草肥・厩肥・茅の採取，取水・配水・灌漑），グループ４（無形遺産と宗教関連施設：伝説・祭祀・信仰・伝承）である（熊本県ほか，2024）．

世界遺産の登録地内で開発行為が計画されると遺産影響評価の実施が求められる．このため遺産影響評価の実施に備えた調査及び予測評価の手法・手続きの流れ・各主体の役割等をあらかじめ整理しておく必要がある．特に「景観」は感覚的な要素だけにその評価のため，極力，客観的な手法を提案したい．

既に，アトリビュートグループ1（（火山）地形）と2（土地利用形態（土地被覆））について，評価のための17の視点場からの可視領域に占める比率を分析し，各視点場の眺望景観の特性及び景観区分地域の特性を客観的に定義できる可能性を示した．

一方，アトリビュートそれぞれの明確な定義となると，遺産影響評価のための観点からはやや曖昧な点も残されている．

そこで，遺産影響評価を客観的に進めることを念頭に，主にアトリビュートグループ1の定義を再整理し，必要に応じて細分したうえで，それぞれの地域特性を記載した．また，影響を受ける要素「景観」を“地域特性から想定される脆弱性（箇所・程度）”・“予測で考慮すべき事項”・“保全・緩和措置の考え方”に分けて整理した．

２．“崖錐”はカルデラ壁かカルデラ床か？

標記様々な見解が生じるのは，「阿蘇」の文化遺産としての所以であり様々なとらえ方が存在するためとみられる．ただ定義の曖昧さは，“影響を評価する”際やさらにこれを制度化する場合に不都合を生じ得る．

産総研シームレス地質図では，“崖錐”は“扇状地”・“河岸段丘”と集約されている．“崖錐”は堆積プロセスの端緒であって，地質学的な取り扱いとしてはこれらと集約されることに違和感は無い．一方カルデラ壁は陥没地形の縁の壁面で火山体そのものと考え得る．これらの傾斜分布を比較すると，崖錐が10°前後，扇状地堆積物が数°～10°で，成因・傾斜分布とも連続的に見える．一方陥没地形の縁を構成する地質では，概ね20°～40°で崖錐とはやや不連続

©日本地質学会

に見える．今後検討の余地を残すが，遺産影響評価を“客観的”に執り行うことに限定し，アトリビュートグループ１（地形）は単純に「地形」（≒傾斜分布）と成因に着目し識別し得る．

３．「外輪山上」のバリエーション

「カルデラ エッジ」の外側は「外輪山上」に一括されるが，遺産影響評価を執り行う上では，地質・地形や景観の観点から必ずしも均質ではない．これは，阿蘇市ほか（2020）などに詳しい．すなわち，波状台地（カルデラ周；阿蘇～波野），波状台地（産山；九重裾），小国郷（開析進む），山東（外輪山・祖母山系間緩凹地），西原（熊本市街地に面した斜面，大峯・高遊原台地）に区分できる．

これらは起伏・高度や斜面の向き等により景観特性上多様であり，遺産影響評価では別々に取り扱う必要がある．

４．地域特性から想定される脆弱性・予測で考慮すべき事項・保全及び緩和措置の考え方

開発行為による影響要因は，火山山麓における面的開発の事例に基づき想定している．これを「阿蘇」に当てはめると，同種の行為であってもインパクトは地域特性によって全く違ったものになる可能性があることが想定された．例えば波状台地では，全体的に平坦な地形のため外輪山上での視認性は比較的低いが，少しの比高の丘でも視認範囲は広大となる．また隣接する斜面に開発がなされると広い範囲から視認可能となる．一方全体的に高標高の凹地で外部から視認しにくい地形もあって，この場合大景観を対象とした場合は比較的影響は軽微な傾向とみられる．これらのように，インパクトがプラス・マイナス両面から検討され，かつ事業実施前の計画段階に実施されることで，戦略的影響評価（SEA）に発展させることができる．

５．文献

阿蘇市・南小国町・小国町・産山村・高森町・南阿蘇村・西原村，2020，阿蘇の文化的景観　保存活用計画【阿蘇市版】．110p．

熊本県・阿蘇市 南小国町 小国町 産山村 高森町 西原村 南阿蘇村，2024，世界遺産暫定一覧表追加資産に係る提案書　「阿蘇」の価値（OUV）について．10p．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[2oral101-10] T3 ［トピック］文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

11:30 ~ 11:45

[T3-O-9] 石材の再発見は、地域の何を掘り起こすのか？：文化地質学の視点から見た参加型調査の可能性

*田口 公則[1]、山下 浩之[1]、丹治 雄一[2]、西澤 文勝[1]、夏目 樹[1] (1. 神奈川県立生命の星・地球博物館、2. 神奈川県立歴史博物館)

キーワード：地域資源、市民参加、協働サイクル、ジオパーク

---

1. はじめに

近年，「地域資源」を活かした地域づくりが全国的に進められている．1970年代には，地域の歴史や風土に根ざし，住民が主体となる「内発的発展」の思想が提唱された（鶴見・川田, 1989）．これは，外部の価値に依存せず，地域に内在する資源を見直し，活用しようとする価値観の転換であった（宮崎, 2011）．

本研究では，名称すらなく記録も乏しい「マイナーな石材」，すなわち地域に埋もれた「地域地質資源」に注目する．これらは，地域住民にとって日常の風景の一部として見過ごされがちだが，地質と人間の営みの関係を探る「文化地質学」の視点から光を当てることで，地域のアイデンティティや歴史を掘り起こす鍵となりうる．また，こうした石材は世代交代とともに記憶から失われつつあり，保全の観点からも喫緊の課題である．

そこで本研究では，「市民とともに地域地質資源を発掘・再発見し，科学的に支援しながら地域に残すことは可能か」という問いのもと，地域博物館と市民の協働による実践的プログラムを展開している．本発表では，その進捗と成果を報告する．

2. 方法：協働サイクルの構築と実践

本研究では，研究者による一方的な調査に限界があることから，「①普及講演会 →②情報収集 →③文理融合調査」の3段階を循環させる「協働サイクル」を構築し，箱根ジオパークの枠組みを活用して実践している．この手法の特徴は，地域住民・行政職員・外部専門家からなる混成チームによる複眼的な視点の導入にある．

フェーズ①：普及・情報喚起

講演会や現地見学会を通じ，石材の魅力や価値を住民に伝え，当事者意識を醸成した．これらの場は，一般市民から地域の潜在的な記憶や知見を引き出す「呼び水」として機能した．

フェーズ②：情報収集と調査計画

講演会参加者や地域の歴史に詳しい住民から，「かつて石を採っていた」といった証言や未確認の石材情報が多数寄せられた．これらを検討し，信頼性や調査可能性を踏まえて調査計画を立案した．

フェーズ③：文理融合による調査

人文科学的には，歴史博物館の学芸員や文化財担当者，元教職員らとともに，現地調査・聞き取り・文献・古写真・地図の解析を行った．自然科学的には，地質学を専門とする学芸員が地質調査・顕微鏡観察・岩石分析を実施し，石材の科学的特性を明らかにした．これらの成果は次の講演会で還元され，再びフェーズ①につながる循環構造を形成している．

©日本地質学会

3. 結果と考察：掘り起こされた3つの価値

この市民参加型の協働サイクルは，地質学における新たな実践モデルとなりうる．たとえば，『新編相模国風土記稿』に記載があるものの，実態が不明であった「萩野尾石」について，講演会参加者の証言をきっかけに，採石場跡の特定と利用実態に迫ることができた．

本研究は，以下の3つの価値を掘り起こしたと考える．

① 場所の価値（ジオヒストリーの復元）：文献や個人の記憶と科学的データが結びつき，忘れられた場所の歴史・地質が再構築された．

② 人の価値（市民意識の変容）：市民の記憶が公的な価値を持つ第一歩となり，情報の受け手から地域の探求者へと変化する契機となった．

③ つながりの価値（コミュニティ形成）：「石」を媒介に，博物館・行政・ジオパーク・市民がつながり，新たなコミュニティ・クラスターが生まれた．

4. 今後の展望

今後は，萩野尾石の詳細な岩石学的分析を進めるとともに，他地域への展開も視野に入れている．また，研究終了後も協働サイクルが地域に根付き，自立的に循環するための仕組みづくりが課題である．

市民参加型の協働サイクルは，単に石材を発見するにとどまらず，場所の歴史や人の記憶，そして未来へ続くコミュニティという，多層的な文化的価値を掘り起こす文化地質学の有効な実践であることを示している．

文献

鶴見和子・川田　侃(1989)内発的発展論.， 268p. 東京大学出版会
宮崎　清（2011）地域資源活用に基づく地域づくり．デザイン学研究特集号, 19(1), 14-21.

本研究にはJSPS科研費（課題番号JP23K02805）を使用した．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[2oral101-10] T3 ［トピック］文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

ECS

11:45 ~ 12:00

[T3-O-10] 小豆島における自然災害伝承碑の立地と地形・地質のGIS的考察

*猪股 雅美[1] (1. 広島工業大学)

キーワード：自然災害伝承碑、GIS（地理情報システム）、小豆島

1はじめに

瀬戸内海に位置する小豆島は，岡山県に近接する土庄町と，香川県本土（高松市）に近接する小豆島町の二町から成る．小豆島には，6基の自然災害伝承碑が登録されており，6基全てが小豆島町に建立されている．そのうち5基は，1976（昭和51）年の台風17号災害を契機に建立された[1)]．その年の台風17号では，死者41人，重軽傷者82人（不明含む），全半壊家屋442戸，床上・床下浸水5,158戸という，島内全域が甚大な被害を受けた[2) 3)]．しかしながら，この災害を契機に建立された碑はすべて小豆島町に立地しており，土庄町には1基もない．この立地の偏在に着目し，本稿ではGISを用いた地形・地質の分析と，災害史の検討を通じて小豆島町と土庄町を比較し，その背景要因を考察する．

2研究方法

2－1．GISを用いた地形・地質の分析

GIS分析にはArcGIS Pro Ver.3.5.0を用いた．地形分析には国土地理院の基盤地図情報（数値標高モデル）5mDEM[4)] からラスターを作成し，傾斜角分布を比較した．また，地質分析には産総研のシームレス地質図V2[5)] のGISデータを基盤として「20万分の1地質図幅 徳島（第2版）」[6)] を参照し，地質分布を比較した．

2－2．災害史の検討

両町における災害の分布傾向や記録の偏りを明らかにするため，小豆島の近世から近代にかけての災害について，各町誌などの文献に記載された災害記録を整理し，災害種および件数に基づいて小豆島町と土庄町の間で比較を行った．

3結果

3－1．小豆島における地形・地質の特徴と2町の比較

小豆島の傾斜角分布について，30度以上の急勾配は，小豆島町で39.5%，土庄町では29.4%だった．このことから小豆島町の方が急勾配の地形が多いことが示された．また，地質分布について，白亜紀後期の花崗岩類は，小豆島町で52.7km^2（57.8%），土庄町で31.1km^2（44.3%）分布しており，小豆島町で表面積を占める割合が高いことが示された．新生代新第三紀のデイサイト流紋岩と讃岐岩質安山岩からなる讃岐層群と総称される火山岩類は，小豆島町が27.9km^2（30.7%），土庄町が22.2km^2（31.6%）とほぼ同率だった．なお，土庄町には地すべり及び岩錐堆積物の分布地域があった．

3－2．小豆島の災害史

小豆島では近世以降頻繁に自然災害に見舞われてきた．江戸時代以降に小豆島で発生した

©日本地質学会

災害のうち，現時点で町誌等の文献から確認された死者を伴う甚大な被害は，1976（昭和51）年の台風17号を含め43件にのぼる[7)]．なかでも，災害伝承碑の建立の契機となった1976（昭和51）年の台風17号による被害では，死者41人のうち35人が小豆島町に集中していた[2)]．前述の43件の災害のうち，小豆島町での発生が26件（60%）とやや多く，特に旧内海町では別当川水系での河川やため池の堤防決壊に起因する水害が繰り返し発生していた．一方，土庄町では地すべりをはじめとする土砂災害の発生が多く，地域ごとに異なる災害特性がみられた．

4考察

小豆島町では，急勾配地形や花崗岩類が土庄町より広範囲に分布しており，同一河川の繰り返し決壊や土石流を含む水害が頻発していた．このような災害の経験と記憶の共有への意識が，1976年の台風17号による甚大な被害によって，災害伝承碑建立の契機となったと考えられる．一方，土庄町で登録された碑がないのは，地すべり災害が多い地域性が考えられる．地すべりに関する災害伝承碑は全国で登録されている2,269基のうち39基と少ない[1)]．このことから，建立数の偏りの要因が災害の種類であることも考えられる．

5まとめ

本稿では，GISを用いた地形・地質の分析と災害史の検討を通じて，小豆島町に自然災害伝承碑が集中する背景を探った．小豆島町では，急峻な地形や花崗岩類の分布により水害が頻発し，1976年の台風17号など甚大な被害が災害記憶継承の意識を高め，伝承碑の建立につながったと考えられる．一方，土庄町では地すべりが多く，災害種別の特性の違いが碑の立地偏在に影響している可能性が示唆された．

引用文献

1) 国土地理院（2025）「自然災害伝承碑」掲載市区町村一覧（2025年2月27日版）
2) 小豆島町(2014)小豆島災害の記憶，小豆島町，128頁
3) 土庄町［編］（1985）伝法川水系治水利水史，土庄町，122頁
4) 国土地理院（2016）基盤地図情報（5mDEM 標高データ）
5) 産総研地質調査総合センター（2025）1/20万日本シームレス地質図V2，産総研地質調査総合センター
6) 牧本博ほか（1995）1/20万地質図幅徳島（第2版）
7) 土庄町［編］（1979）昭和51年台風17号による災害復旧を終えて，土庄町，96頁

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第1会場(E105)

[2oral111-18] T3 ［トピック］文化地質学

座長:森野 善広(パシフィックコンサルタンツ株式会社)、大友 幸子(山形大学)

ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T3-O-11]

［招待講演］たかが「石」　されど「石」

*一村 一博[1] (1. みさと町　石橋の館)

15:30 ~ 15:45

[T3-O-12]

岐阜県中津川市旭ヶ丘の句碑「六歌仙塚」の石材

*朝倉 顯爾[1] (1. 一般社団法人 地球科学社会教育機構)

15:45 ~ 16:00

[T3-O-13]

鴨長明の方丈跡とされてきた方丈石に関する検討

*松田 法子[1]、藤岡 換太郎[2]、京谷 友也[3] (1. 京都府立大学、2. 静岡大学、3. 京谷建築設計室)

ECS

16:00 ~ 16:15

[T3-O-14]

［講演取消］大谷石を含む栃木県産凝灰岩質石材：その利用と質感について

*橋本 優子[1]、相田 吉昭[2]、何 元元[3]、石川 智治[3] (1. 宇都宮大学大学院 地域創生科学研究科 先端融合科学専攻、2. 宇都宮大学農学部、3. 宇都宮大学工学部)

16:15 ~ 16:30

[2oral111-18-5add]

休憩

16:30 ~ 16:45

[T3-O-15]

石材名としての御影石について

*先山 徹[1] (1. NPO法人地球年代学ネットワーク　地球史研究所)

16:45 ~ 17:00

[T3-O-16]

ポータブル型蛍光X線分光分析装置を用いた花崗岩建築石材の産地推定に向けて

*乾 睦子[1]、西本 昌司[2]、中澤 努[3]、山下 浩之[4]、平賀 あまな[5] (1. 国士舘大学、2. 愛知大学、3. 産業技術総合研究所地質情報基盤センター、4. 神奈川県立生命の星・地球博物館、5. 東京科学大学)

17:00 ~ 17:15

[T3-O-17]

旧兵庫県農工銀行豊岡支店の外壁に使われている由良石の岩石学的同定

*西本 昌司[1]、乾 睦子[2]、山下 浩之[3]、松原 典孝[4] (1. 愛知大学、2. 国士舘大学、3. 神奈川県立生命の星地球博物館、4. 兵庫県立大学)

©日本地質学会

17:15 ~ 17:30

[T3-O-18]

丹後半島に分布する近世〜近代石造物の石材と鮮新世経ヶ岬層溶岩の比較

*川村 教一[1]、崎山 正人[1] (1. 兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第1会場(E105)

[2oral111-18] T3 ［トピック］文化地質学

座長:森野 善広(パシフィックコンサルタンツ株式会社)、大友 幸子(山形大学)

ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T3-O-11] ［招待講演］たかが「石」　されど「石」

*一村 一博[1] (1. みさと町　石橋の館)

【ハイライト講演】 地球の営みが造った「石」は，私たち人類の発展になくてはならないものである．特に火山の大噴火が造った「石」の恩恵は，九州の文化形成に計り知れない影響を与え続けている．中でも「石橋」は，大噴火が造った難所を「石」の恩恵で克服した建造物であり，貴重な文化的土木遺産である．石橋の歴史、それを築造した石工集団、石橋の景観、保全活動などについて紹介していただく． ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：石、石橋、溶結凝灰岩、火砕流堆積物、霊台橋

　大規模な火山噴火は，人類に限らずあらゆる生物に対して，多大な影響を強いてきたが，同時に多大な恩恵も与えてきたとも考えることができる．
古（いにしえ）から都市の発展には，「石」が建築資材として多大な役割を果たしてきた．旧ローマ国家の繁栄は「石」を使ったアーチ工法がなかったらあり得なかったともいわれている．
現代のような多様な建築資材がなかった時代，「石」なくして多様な文化の成熟は成就しえなかったであろう．特に九州における「石」がもたらしたリスクと恩恵を以下に列挙しておく．
【リスク】九州には，世界最大級の火山「阿蘇」があり，これまで大きな活動を数多くしてきたが，中でも９万年前の破局的噴火では，地球規模の生態系に対して，多大な影響を与えた．そしてその時，九州の中北部から山口，愛媛まで到達した火砕流は，溶結凝灰岩となり，現在でも広範囲で確認することができる．また噴煙に至っては，北海道東部に15cmの火山灰堆積層を形成している．
【恩恵】「阿蘇は九州の母なる山」といわれるほど，多くの恵み（1～3）をもたらしている．
1．水
(1)九州の大河の源流は，ほとんどが阿蘇エリア・・・筑後川，菊池川，白川，緑川，球磨川，大野川，五ヶ瀬川
(2)豊富な地下水・・・琵琶湖の1.6倍．熊本エリアの上水道は，100％地下水であり，大企業の進出にも貢献している．
2．石・・・石垣，石段，堰，樋門，石畳，石棺，石碑，灯篭，石仏，岡城の石垣，熊本城の土台，推古天皇の石棺，臼杵のマガイ仏，八女の石灯篭，チブサン古墳
3．石橋
　全　国　約1,900基
　大分県　約500基
　鹿児島県 約450基
　熊本県　約350基

©日本地質学会

（例）霊台橋．美里町，1847年架橋，日本の石橋のシンボル，大型石橋のパイオニア
地球の営みが造った「石」は，私たち人類の発展になくてはならないものである．特に火山の大噴火が造った「石」の恩恵は，九州の文化形成に計り知れない影響を与え続けている．中でも「石橋」は，大噴火が造った難所を「石」の恩恵で克服した建造物であり，たかが「石」，たかが「石橋」ではない，貴重な文化的土木遺産である．「石」は文化形成の立役者と言っても過言ではないだろう。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第1会場(E105)

[2oral111-18] T3 ［トピック］文化地質学

座長:森野 善広(パシフィックコンサルタンツ株式会社)、大友 幸子(山形大学)

15:30 ~ 15:45

[T3-O-12] 岐阜県中津川市旭ヶ丘の句碑「六歌仙塚」の石材

*朝倉 顯爾[1] (1. 一般社団法人 地球科学社会教育機構)

キーワード：中津川市、句碑、屏風山断層、防災

岐阜県中津川市において，江戸時代に建立された「六歌仙塚」とよばれる５つの句碑を調査したところ，市内を流れる中津川の転石を使用した可能性が高いことがわかった．転石を使用した句碑の存在は，当時の俳諧の文化を伝えるとともに，中津川市の地質背景を考える上でも重要だと考えられる．

中津川市には，江戸時代に流行した俳諧の記録がさまざまな形で残されている．市内の中川神社には享保十一（1726）年に作られた横３mにおよぶ奉納俳諧の額が存在し，出詠者65人におよぶ俳句が記されているなど，その熱狂ぶりをうかがい知ることができる．俳諧の記録としては金石文として石碑に残された例も存在し，たとえばかつての中山道の中津川宿から見て東に位置する旭ヶ丘には，江戸時代から明治時代にかけての句碑が多数残されている．

この旭ヶ丘の句碑のうち，天明三（1783）年建立の「六歌仙塚」といわれる句碑は，それぞれの句が刻まれた石の様子のおかしさを詠んだものになっており，石の種類も変化に富んでいる．『中津川市史 中巻』（1988）によると，句碑はもともと月石，雪石，涼石，木賊石，萩石，揃石の６つがあったとされるが，現存しているものは木賊石を除く５つである．長径30cmから40cm程度の円礫で作られた句碑は，おそらく川原の転石を使用したものであり，これまでにその石材に言及した調査は行われていなかった．

今回，句碑の石は近傍の河川から得られたものと考えて市内を流れる中津川の川原を調査したところ，句碑と同様の岩質の転石を見つけることができた．川原では句碑と同サイズの転石が多く見られ，こうした転石の中から姿のおもしろいものを選んで句碑を建立したと考えるのが最も合理的である．句碑に刻まれた句と作者，および特定した材質は以下のとおりである．なお，句の文と作者は句碑から読み取ることが困難であったために，『中津川市史 中巻』（1988）の記載を参照した．

月石	石いろいろ数さへふめるけさの月	相和房芦因	花崗岩中の暗色包有岩と石英脈
雪石	積る雪や猶もしらがの塚の石	鉄歌人囲三	花崗岩脈を含むホルンフェルス
涼石	石塚やとくさに渡る風涼し	松風軒藤朴	花崗岩中の暗色包有岩
萩石	千代積で石しとどなる萩の露	横井也有	片麻岩もしくはミグマタイト
揃石	面白ふ雪に揃ふや草履石	不詳	未変成ないし弱変成の砂岩

月石，涼石で使用されているものと同様の暗色包有岩を岩石薄片にして観察したところ，斜長石の累帯構造やミルメカイト様構造などのメルトからの晶出を示唆する組織が見られた．この石を句碑に使用するにあたって，花崗岩より色が濃く細粒緻密な岩質が好まれたのであろう．特に月石では白い鉢巻状の石英脈を月の姿にたとえており，この白い脈が映える黒い石であったことが重要だったと考えられる．揃石は砂岩の丸みを帯びたゆるやかな「く」の字の形を足（草履）に見立てている．また雪石では花崗岩脈を白い雪に，萩石では細い花崗岩脈が多数貫入している様子を萩の花の姿として詠んでいる．それぞれの句碑が石材の質を

©日本地質学会

見極めた上で使用され俳句に取り入れられていることは，六歌仙塚の最大の特徴である．中津川の河川で句碑に使用できるサイズの転石が多いのは，100万年ほど前から活動を始めたとされる屏風山断層で持ち上げられた恵那山などの山塊から，河川を通じて絶えず土砂や礫が供給されるからである．同じく中津川市内を流れる四ツ目川では，昭和七（1932）年に土石流による被害が報告されているなど，市内で大きな転石が流されてくるイベントが歴史上多数あったことは間違いない（中津川市，1977）．句碑の成り立ちを知ることは，中津川市の防災啓発においても有用と考えられる．

【引用文献】

中津川市（1988）中津川市史 中巻，1510-1523．
中津川市（1977）中津町ノ水害ト復興誌，5-10．



六歌仙塚とよばれる５つの句碑（赤矢印）
左から月石，涼石，揃石，雪石，萩石．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第1会場(E105)

[2oral111-18] T3 ［トピック］文化地質学

座長:森野 善広(パシフィックコンサルタンツ株式会社)、大友 幸子(山形大学)

15:45 ~ 16:00

[T3-O-13] 鴨長明の方丈跡とされてきた方丈石に関する検討

*松田 法子[1]、藤岡 換太郎[2]、京谷 友也[3] (1. 京都府立大学、2. 静岡大学、3. 京谷建築設計室)
キーワード：方丈石、鴨長明、丹波層群

鴨長明（1153年頃～1216年）の方丈は、そこで書かれた『方丈記』（1212年）と共によく知られている。その立地は『方丈記』により、日野（現京都市伏見区）の山腹であったと考えられる。
組み立て式で移動可能な鴨長明の方丈の建築はこれまで多くの研究者らの関心を集めてきたが、方丈が日野の山中のどのような場所に建っていたのか、また建ち得るのかという点に関する考察はきわめて少ない。
その一方で、一般的には、日野船尾の山腹にある大岩「方丈石」が鴨長明の方丈跡とされ、道標や石碑も設置されるなどして親しまれてきた。これについて本報告では、しかし方丈石は果たして方丈の敷地たりうるのかを、地質学及び建築学の知見を統合して検討する。
主な論点の一つめは、一丈（約3メートル）四方の平面形状と大きさをもち、かつ東側に火床のある三尺（約90センチメートル）余りの庇を差し出していた方丈（『方丈記』）が、そのまわりに生活上必要な動作空間も確保しつつ、現在の方丈石上に果たして設置可能なのかという点である。方丈石は上面が６×７メートルほどあるが、かなりの凹凸と勾配があり、また岩の両側面は切り立っている。この岩に対してどのように方丈の建築と周辺の動作空間を確保しうるかを現地及び3Dモデル上で検討し、結論としては設置困難であると思われることを指摘する。
論点の二つめは、『方丈記』からは、方丈が岩の上にあったか否かはまったくわからないにも関わらず、なぜ方丈石が鴨長明の方丈跡とみなされてきたのかということである。これについて、中近世の方丈跡訪問記などから検討する。
論点の三つめは、方丈石の西側上部に相対的に新しい剥離面が２面認められることから、方丈石はある時期に欠けた可能性があることと、方丈石の観察から、大岩ではあるが方丈石自体が転石（落石）である可能性を指摘する。
加えて、方丈石の地質（丹波層群チャートを主体とする可能性が高い）、方丈石底部を取り巻く複数回の土石流痕、方丈石上方の斜面にある断面が平滑な露頭の状況、方丈石の平板測量・3D測量の結果など、2024～25年にかけて行った現地での調査・観察結果についても報告する。

©日本地質学会



©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第1会場(E105)

[2oral111-18] T3 ［トピック］文化地質学

座長:森野 善広(パシフィックコンサルタンツ株式会社)、大友 幸子(山形大学)

16:30 ~ 16:45

[T3-O-15] 石材名としての御影石について

*先山 徹[1] (1. NPO法人地球年代学ネットワーク　地球史研究所)

キーワード：花崗岩、岩石名、文化地質、考古学、歴史

　花崗岩の石材名として「御影石」という用語がある．「御影石」は本来神戸市東灘区の御影にちなんでつけられたものであるが，一方で花崗岩全般に使用される用語でもあり，考古学の報告書などではしばしば混乱を招く場合がある．ここではその用語の使用実態を文化地質の観点から歴史的に概観する．

１．「御影石」の由来

　「御影石」の名称は古く，江戸時代初期（1645年）の俳諧論書である毛吹草に摂津地域の名産として「御影飛び石」があげられ，1797年の摂津名所図会および1799年の日本山海名産図会では「御影石」として石材運搬や採石の様子が絵図とともに記されている．御影石は本来六甲山地で採石された岩石であり，御影の浜（現在の住吉川河口付近～石屋川河口付近）から各地に搬出されたことから名付けられたものであるが，これらの図会が記された時期には，採石地の主体は海岸付近から六甲山地内へ移っていたとされる．

２．「御影石」使用の実態

　現在の石材業において花崗岩質の石材を「御影石」と呼ぶことは極めて一般的であり，特に各地の銘石を地名をつけて「〇〇みかげ」と呼ぶことが多い，また色合いによって「桜御影」「白御影」「青御影」「黒御影」のような呼び方も多い．　石材業以外で頻繁に岩石名が使用される分野として考古学があげられる．国立奈良文化財研究所作成の全国文化財総覧（https://sitereports.nabunken.go.jp/ja）で「御影石」を検索すると275の刊行物と6編の論文が見つかる．その多くは発掘調査や文化財調査の報告書である。それらを見ると阪神間の文化財を対象とした報文において「御影石」とは六甲山地の花崗岩に限定して使用されている．一方，より遠方の地域での刊行物に記されている「御影石」の多くは花崗岩全般を指していることが，文面から判断される．しかし中には六甲山地域の石材が流通したことを明確に示した報告書もあり，そこでの「御影石」は六甲山地のものを指している．また中には文面だけではどちらの意味で使用されているのか読み取れないこともある。考古学研究者の中でも「御影石」という用語の使用法は、研究者によって異なるようである。

３．「御影石」が花崗岩の石材名となった時期

　それでは六甲山地以外の花崗岩類を「御影石」と呼ぶようになったのはいつからなのだろうか．その事例として広島県尾道と山梨県甲州市の花崗岩をあげる。尾道の花崗岩はアルカリ長石の斑晶を有する角閃石黒雲母花崗岩で、古くから「尾道石」として地域の名産品となっていたが、江戸時代末期に編纂された地誌「尾道志稿」の中で、享保６年（1721年）に献上した品物として「石細工」と「みかげ石」があげられ、「先年より当所の石の名をみかげ石と申し伝える」と記述されている。したがってこの頃に尾道の花崗岩をあえて「御影石」と呼ぶように決められたことになる．　もう一つの事例「甲斐国誌」は文化11年（1814年）に出版されたもので、甲斐（現在の山梨県）地域の名産品として「御影石」が記されている。そこでは「御影石」の例として「京戸山から産出するものが上質である」と述

©日本地質学会

べられている。京戸山は山梨県甲州市と笛吹市の境界に位置する山で，ここから北麓の甲斐大和にかけて現在も採石が行われている．この周辺にあるのは中新世の角閃石黒雲母花崗閃緑岩で，中世の宝篋印塔など多数の歴史的石造物もあることから，ここでいう「御影石」はこの花崗閃緑岩であると考えられる．この二例から，江戸時代には各地の花崗岩類を「御影石」と呼ぶようになっていたことがわかる．　なお江戸時代末期の小豆嶋名所図会（香川県，1941）では，小豆島の石について「石は摂州の御影石を彷彿させる」と書かれており，両者の色合いは違うが似た部類の岩石であるという認識があったと考えられる．このことから六甲山地の花崗岩とはかなり見かけが異なる尾道の斑状角閃石黒雲母花崗岩や甲斐の角閃石黒雲母花崗閃緑岩も，類似の岩石であり，それらを同じ名称で呼ぼうとする意識はあったようである。

４．考察

　花崗岩の名称は特定の基準によって定められた学術用語であり，それらが石材であるか考古遺物であるかにかかわらず，学術書や公的文書のなかで「御影石」という用語の使用は極力避けるべきであろう．一方御影産の花崗岩という意味での「御影石」は歴史的に意味がある用語である．それでは花崗岩全般を「御影石」と呼ぶのは間違いと言って良いのだろうか？　少なくとも江戸時代には「御影石」と呼ぶ風習ができ，現在まで引き継がれてきた用語の使用は，その時代の人々の石を見る眼を映し出すものであり，その歴史をたどることは文化地質的に意味のあることである．結局どの使用法も意味があるのであるが，「御影石」を使用する場合には必ずどの意味で使用しているかを明記することが重要である．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第1会場(E105)

[2oral111-18] T3 ［トピック］文化地質学

座長:森野 善広(パシフィックコンサルタンツ株式会社)、大友 幸子(山形大学)

16:45 ~ 17:00

[T3-O-16] ポータブル型蛍光X線分光分析装置を用いた花崗岩建築石材の産地推定に向けて

*乾 睦子[1]、西本 昌司[2]、中澤 努[3]、山下 浩之[4]、平賀 あまな[5] (1. 国士舘大学、2. 愛知大学、3. 産業技術総合研究所地質情報基盤センター、4. 神奈川県立生命の星・地球博物館、5. 東京科学大学)

キーワード：花崗岩、石材、産地推定、ポータブルXRF、国産建築石材

明治時代以降の日本の近代建築物には国産石材も多く使われていると思われるが実態はまだ明らかではない。国産石材の使われ方は、日本の近代化における技術史としてだけでなく、建築物保存修理等の実用面でも重要な情報である。石材産地の推定は主に文献か目視推定に依るが、今では国産石材を同定できる関係者は少ない。そこでポータブル型蛍光X線分光分析装置（以下pXRF）を用いた石材産地推定を目指している。花崗岩は建築物に最も多く用いられる岩石のひとつで、例えば国会議事堂（1936）や迎賓館赤坂離宮（1909）等の歴史的建造物に国産花崗岩が使われている。花崗岩産地を化学的に推定できれば意義は大きい。今回はpXRFの精度等の確認と花崗岩の妥当な測定点数の見積もり、実際の近代建築物でのケーススタディの結果を報告する。

使用したpXRFはエビデント製 VANTA VMR-CCC-G3-J-JA （国士舘大学）である。測定視野の直径は約9mm、測定時間は1点あたり50秒とした。使用した花崗岩標本は稲田、稲田（大郷戸）、真壁（中目）、真壁（小目）（以上茨城県産）、挙母（愛知県産）、庵治（中目）（香川県産）、万成、北木（以上岡山県産）、大島（愛媛県産）、議院石（広島県産）、徳山石（山口県産）の11種類である。

pXRFの精度（再現性）確認のため、花崗岩中の同一の点を10回ずつ、2点について測定し、相対標準誤差[%]（＝（標準偏差／平均値）×100）を求めた。その結果Siの相対標準誤差が0.30%と0.38%、Srが1.2%と1.5%等であり再現性は良好と言えた。次にpXRFの正確さ（真の値への近さ）を確認するため「稲田」と「万成」の標本をpXRFで各54点ずつ測定した後、粉末化して波長分散型蛍光X線分光分析装置（以下WDX）で分析し比較した。WDXはリガク製Rigaku ZSX Primus II（神奈川県立生命の星・地球博物館）である。WDXと比べるとpXRFの結果の平均値は元素によって0〜30％程度低い傾向があったが相対値は信頼できることが分かった。

花崗岩は鉱物粒子が大きく直径約9mmでは全岩化学組成を得られない。そこで、複数点を測定して約3cm×3cm（測定点9個分）の範囲をカバーすることを目指し、必要な測定回数を見積もった。これは花崗岩を9個の異なる要素から成る無限に広い（ゲーム「数独」のような）面と考え、そこから無作為の復元抽出を行うという問題に近似できる。このモデルで無作為に20点抽出すると9個の要素のうち約8.1個抽出されることが確率的に期待できる。このことからひとつの石材あたり20点以上測定することが妥当と見積もった。

pXRFで各石材を20点以上ずつ測定した結果、ヒストグラムのモードの位置や分布範囲の広さなどに産地毎の違いが見て取れ、特にMn、Sr、Rbなどの微量元素で明瞭な差が認められた。簡便な判別図としてX軸にSr/(Sr+Ba)、Y軸にTi/(Ti+Mn）を用いたSrBa-TiMn図が11種の花崗岩の違いを表現しやすいことが分かった。ただし、ひとつの万能な判別図は存在せず、

©日本地質学会

判別したい石材毎にSr/Ca比やRb-Ba-Sr三角図などを併用することが有用と思われた。
大阪ガスビルディング（大阪市）は1933年に竣工したオフィスビルで、2003年に国の登録有形文化財（建造物）に指定されている。ハンレイ岩を多用した外壁の一部に白い花崗岩があり「稲田」との記録がある（日本建築学会, 1933）。この花崗岩をpXRFで無作為に20点測定しSrBa-TiMn判別図に重ねたところ「稲田」標本と分布が似ており文献記録が裏付けられた。
山形県旧県庁舎及び県会議事堂（山形市）は1916年に竣工し、1984年に国の重要文化財に指定された。現在は「山形県郷土館　文翔館」となっている。旧県庁舎の外壁は山形県南陽市釜渡戸産の花崗岩である（財団法人文化財建造物保存技術協会, 1995）が、玄関前敷石の記録に無い白色と淡紅色の花崗岩をpXRFで測定したところ「稲田」と「万成」の標本と分布が似ていた。目視と建設当時の流通状況も合わせ「稲田」と「万成」と判断できた。
以上のように、pXRFを用いて多点測定を行うことにより近代建築物に使われた花崗岩石材の産地を推定できる見込みが得られた。目視で産地候補を絞り、必要に応じて判別図を選ぶことでより確実な推定が期待できる。
本研究は学術研究助成基金助成金（課題番号23K22944）の支援を得て実施しています。
参考文献
日本建築学会（1933）『建築雑誌』571号 巻末付図説明 大阪瓦斯ビルディング新築工事概要　p.732.
財団法人文化財建造物保存技術協会編（1995）重要文化財　山形県旧庁舎及び県会議事堂保存修理工事報告書　２旧県庁舎編．山形県

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第1会場(E105)

[2oral111-18] T3 ［トピック］文化地質学

座長:森野 善広(パシフィックコンサルタンツ株式会社)、大友 幸子(山形大学)

17:00 ~ 17:15

[T3-O-17] 旧兵庫県農工銀行豊岡支店の外壁に使われている由良石の岩石学的同定

*西本 昌司[1]、乾 睦子[2]、山下 浩之[3]、松原 典孝[4] (1. 愛知大学、2. 国士舘大学、3. 神奈川県立生命の星地球博物館、4. 兵庫県立大学)

キーワード：石材、産地同定、デイサイト、瀬戸内火山岩類、ジオパーク、近代建築、ポータブル型蛍光X線分析装置、由良石

旧兵庫県農工銀行豊岡支店（現オーベルジュ豊岡1925）は建築家渡辺節の設計により1934年竣工した鉄筋コンクリート造の近代建築である（兵庫県教育委員会, 2006）。北但大震災(1925)後に建設されたいわゆる “復興建築”で国登録有形文化財に登録されているが，外壁と柱に貼られている石材については記録がなく分かっていなかった。山陰海岸ジオパーク内にある主要な歴史的建造物であることもあり，そこに使われている石材の地質学的背景を知ることは，ジオパークの科学的・文化的価値の向上を図る上でも重要である。そこで，この石材について，詳細に観察及びポータブル型蛍光X線分析(pXRF)による同定(西本ほか,2024; 乾ほか,2025)を試みるとともに，剥離片を提供いただき薄片観察と全岩化学分析を実施した。その結果，香川県高松市由良山産「由良石」と同定したので報告する。

由良石は，地質学的には瀬戸内火山岩類に属する。瀬戸内火山岩類は、ザクロ石を含むデイサイトや無斑晶質の古銅輝石安山岩（サヌキトイド）などで構成され(新正・齊藤, 2010)，由良石は前者に当たる。石材として使われている由良石にも下部地殻構成物と推定される捕獲岩が含まれていることもある。瀬戸内火山岩類の 形成年代は10〜17Maとされ，日本海拡大に伴い海溝寄りで起こったと考えられている(巽ほか, 2010)。

由良石の利用例としては，名古屋市役所の外壁として使われていることがすでに科学的に確認されていた(西本, 2018; 西本, 2020)が，今回，pXRFによる追加検証も行うことができた。そのほか、肉眼観察では，東京大学医学部、東京都目黒区立郷土歴史館(旧公衆衛生院)，大阪府庁舎などでも報告がある(西本, 2020)。また，郷土誌(川島郷土誌編集委員会, 1995)によれば，かつての東京帝国ホテルや歌舞伎座にも使われていたらしい。本研究は由良石の利用を山陰で確認できた初めての例であり，同石材が広範囲に普及していたことを示す重要な発見と言える。また，石材同定におけるpXRFの有効性についても改めて検証できた。

このように歴史的建造物に使われている石材を岩石学的方法により同定することは，建築石材の歴史学的研 究への寄与にもつながり，その文化的価値向上やジオパーク振興等にも貢献できると考えられる。

謝辞
旧兵庫県農工銀行豊岡支店の現地調査にあたり，豊岡市観光文化部文化財室ならびに名古屋市総務局総務課の協力を得た。由良石の研磨見本については矢橋大理石株式会社より，未風化試料については香川大学の寺林優教授より，それぞれ提供いただいた。ここに記してお礼申し上げる。

©日本地質学会

文献

兵庫県教育委員会 (2006) 兵庫県の近代化遺産. 兵庫県近代化遺産(建造物等)総合調査報告書.
乾睦子・平賀あまな・西本昌司・中澤努・山下浩之 (2025) ポータブル型蛍光X線分光分析装置を用いた花崗岩石材の産地推定の試み. 日本建築学会技術報告集.
川島郷土誌編集委員会 (1995) 川島郷土誌. 川島校区地域おこし事業推進委員会.
西本昌司 (2018) 名古屋市庁舎外壁の石材. 名古屋市科学館紀要 44, 3-7.
西本昌司 (2020) 名古屋市役所外壁に使われている「由良石」について. 名古屋市科学館紀要 46, 12-16.
西本昌司 (2020) 東京「街角」地質学. イーストプレス 200p.
西本昌司・乾睦子・中澤努・平賀あまな・山下浩之 (2024) ハンドヘルド蛍光Ｘ線分析(XRF)による国産斑レイ岩石材の非破壊同定の可能性. 日本地質学会第131回学術大会講演要旨.
新正裕尚・齊藤 哲（2010）松山市周辺の瀬戸内火山岩類～高Mg安山岩から珪長質岩まで. 地質学雑誌123, 571-584.
巽 好幸・谷健一郎・佐藤佳子・檀原 徹・兵藤博信・川畑 博・羽生 毅・Daniel J. Dunkley（2010）マルチ年代測定による信頼性の高い火山活動年代の推定：小豆島に分布する瀬戸内火山岩類への適用. 地質学雑誌 116, 661-679.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T3 ［トピック］文化地質学

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第1会場(E105)

[2oral111-18] T3 ［トピック］文化地質学

座長:森野 善広(パシフィックコンサルタンツ株式会社)、大友 幸子(山形大学)

17:15 ~ 17:30

[T3-O-18] 丹後半島に分布する近世～近代石造物の石材と鮮新世経ヶ岬層溶岩の比較

*川村 教一[1]、﨑山 正人[1] (1. 兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科)

キーワード：丹後半島、安山岩、石材、近世、近代

はじめに

京都府京丹後市経ヶ岬には明治時代に近くの灯台を建設した際に採石された跡地があり，岬の先端部に露出する安山岩が近代には石材として活用されたことが知られている．しかし経ヶ岬灯台建設以前にこの石材を用いた石造物は，与謝野町の石仏１例（野田川町，1969）しか知られていなかった．

筆者らは，丹後半島周辺において江戸時代～大正時代の石造物に安山岩を用いた石造物を多数見出した．これらの石材は経ヶ岬付近から採石されたかもしれない．石材と採石地の岩石との対比のためには，双方の岩石学的な比較が直接的な根拠として必要である．そこで筆者らは，石造物の岩石の帯磁率測定を含めた岩石学的調査を行った．本稿ではその石材と経ヶ岬付近の岩石の比較結果を示し，近世～近代における採石地候補を検討する．

経ヶ岬周辺の地質

最近の地質図（中江ほか，2022）によると，経ヶ岬付近の地質は，鮮新統経ヶ岬層から構成される（辻野，2022）．岩石は角閃石の斑晶が目立つ紫蘇輝石角閃石安山岩の溶岩を主体とし一部に火砕岩を伴う（山元・星住，1988）．溶岩は塊状で，柱状節理や板状節理が発達（山元・星住，1988），色調は灰色～灰白色で，斜長石および有色鉱物の明瞭な斑晶を多量に含む（広川・黒田，1960）．また，黒雲母，普通輝石斑晶を伴うものがある（山元・星住，1988）．

調査

(1)対象

石造物については地理院地図に掲載の神社に加え，現地移動中に見出した寺社の境内において見出した紀年された石造物を調査対象とした．露頭の岩石は，経ヶ岬の先端付近の灯台用採石地跡および，国道178号線沿いを京丹後市袖志の東部～与謝郡伊根町蒲入間で調査した．

(2)方法

川村・﨑山（2021）と同様の方法で非破壊により，現地で岩石記載ならびに帯磁率測定を行った．測定機器には携帯型帯磁率計（Terraplus 社製 KT-10）を用意し，なるべく平坦な面を選び，20 点ずつ測定し平均値と標準偏差を求めた．

調査結果

(1)石造物

紀年された安山岩の石造物は，燈籠・鳥居・耳石・宝篋印塔ほか石塔であった．岩石記載上

©日本地質学会

の特徴は，塊状緻密で，色調は主に淡灰色，斑状組織で，白色短柱状の斜長石（主に径1～5mm），黒色針状～長柱状の角閃石（主に径1～10mm）が見られるほか，輝石類（径2～4mm）を認めることがある．
(2)露頭
岩石記載上の特徴は，塊状緻密で，色調は主に淡灰色ないし灰色，斑状組織で，白色短柱状の斜長石（主に径1～5mm），黒色針状～長柱状の角閃石（主に径2～7mm）が見られる．

課題
石造物石材と露頭の岩石について岩石記載上の特徴はおおむね共通しているが，角閃石の長径の最大値が両者で異なる．また，径数mmの輝石類を含む岩石は露頭からはまだ見出していない．石造物の石材は経ヶ岬層の安山岩である可能性は高いと思われるが，採石地を確定するまでには至っていない．露頭の調査を追加することが必要である．

謝辞
本研究費用の一部にはJSPS科研費（基盤研究（B）21H00621，研究代表者　先山　徹）を使用した．お世話になった関係各位に謝意を表する．

文献
広川　治・黒田和男（1960）5萬分の1地質図幅説明書　宮津．地質調査所，23+6p．
川村教一・﨑山正人（2021）兵庫県養父市関宮町及び大屋町とその周辺に分布する近世・近代の蛇紋岩石造物の石材産地と用途の変遷, 人と自然, 31, 41–54.
中江　訓・辻野　匠・小松原琢・高木哲一・宮川歩夢（2022）20万分の1地質図幅「宮津」（第2版）．産総研地質調査総合センター．
野田川町（1969）野田川町誌．野田川町，976p．国立国会図書館デジタルコレクション https://dl.ndl.go.jp/pid/9572346
辻野　匠（2022）3,7 山陰—北陸区（新第三系）．20万分の1地質図幅「宮津」（第2版），産総研地質調査総合センター．
山元孝広・星住英夫（1988）丹後半島新第三系の層序と中期中新世の火山活動．地質学雑誌、94 (10), 769-781．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[2oral201-12] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:LAKSHMANAN Sreehari(Shimane U.)、大柳 良介(国士舘大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

8:45 ~ 9:00

[T1-O-12]

Metamorphic History of Serpentinite and Amphibolite in the Sangun-Renge Belt exposed at Sasaguri, Fukuoka Prefecture

*Swarnaa ANNADURAI MUNUSAMY[1], Jun-ichi ANDO[1,2], Kaushik DAS[1,2], Dyuti Prakash SARKAR[3], Seiichiro UEHARA[4] (1. Hiroshima University, 2. HiPeR, Hiroshima, 3. Yamaguchi University , 4. The Kyushu Univ. Museum)

学生優秀発表賞エントリー ECS

9:00 ~ 9:15

[T1-O-13]

沖縄県慶良間諸島「阿嘉島剪断帯（新称）」にみる沈み込み帯深部プレート境界剪断帯の形成過程と歪分布

*髙橋 慧[1]、山口 飛鳥[1]、大坪 誠[2] (1. 東京大学大気海洋研究所、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー ECS

9:15 ~ 9:30

[T1-O-14]

ドローン磁気探査による蛇紋岩分布の抽出：赤石山地北部・三波川帯の例

*國谷 七海[1,2]、森 宏[1]、宿輪 隆太[3]、安井 悠人[1]、延原 香穂[1]、大熊 茂雄[2]、宮川 歩夢[2]、常盤 哲也[1]、小澤 和浩[4]、山岡 健[2]、永治 方敬[5]、村上 大知[1,2] (1. 信州大学、2. 産業技術総合研究所，地質情報研究部門、3. 五島鉱業株式会社、4. 精密林業計測株式会社、5. 早稲田大学)

学生優秀発表賞エントリー

9:30 ~ 9:45

[T1-O-15]

接触変成作用による超マフィック岩の微量元素組成変化：西南日本内帯，多里–三坂岩体の例

*鳴海 槙人[1]、市山 祐司[1]、田村 明弘[2]、森下 知晃[2] (1. 千葉大、2. 金沢大)

9:45 ~ 10:00

[T1-O-16]

赤石山地北部・三波川帯における接触変成岩中炭質物のラマン分光分析を用いた石墨化度の不均質性検出

*森 宏[1]、早川 由帆[1,2]、田口 知樹[3]、山岡 健[4]、小澤 和浩[5]、延原 香穂[1]、中澤 明子[1]、高木 大成[1]、常盤 哲也[1] (1. 信州大学、2. 中央開発株式会社、3. 早稲田大学、4. 産業技術総合研究所，地質情報研究部門、5. 精密林業計測株式会社)

10:00 ~ 10:15

[T1-O-17]

ホルンフェルスの面構造・線構造解析：丹沢山地でのケーススタディー

©日本地質学会

*増田 俊明[1]、田阪 美樹[2]、松本 拓己[2]、大嶽 良太[2]、倉科 萌[4]、楠 賢司[3]、酒井 瑞帆[3]、山下 浩之[4]、中村 俊文[4]、谷 圭司[5]、夏目 樹[4] (1. 静岡大学防災総合センター、2. 静岡大学理学部、3. 静岡大学教育学部、4. 神奈川県立生命の星・地球博物館、5. 神奈川地学会)

10:15 ~ 10:30

[2oral201-12-7add]

休憩

学生優秀発表賞エントリー

10:30 ~ 10:45

[T1-O-18]

PXRDスペクトルの次元圧縮を用いた後退変成作用の定量評価と空間パターンの可視化：四国三波川変成帯の東五良津岩体周辺部の例

*田邉 凌雅[1]、松野 哲士[1]、ダンダル オトゴンバヤール[1]、大坂 恵一[2]、宇野 正起[3]、岡本 敦[1] (1. 東北大学大学院 環境科学研究科 先進社会環境学専攻、2. 公益財団法人 高輝度光科学研究センター(JASRI)、3. 東京大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻)

10:45 ~ 11:00

[T1-O-19]

三波川帯樋口蛇紋岩体のバデレアイト集合体の記録するマントルウェッジの変質イベント時期

*沢田 輝[1,2]、大柳 良介[3,2]、仁木 創太[6]、吉田 一貴[4]、長田 充弘[5]、平田 岳史[7]、岡本 敦[8] (1. 富山大学、2. 海洋研究開発機構、3. 国士舘大学、4. 高エネルギー加速器研究機構、5. 日本大学、6. 名古屋大学、7. 東京大学、8. 東北大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:00 ~ 11:15

[T1-O-20]

沈み込み帯におけるスラブ–ウェッジマントル間カップリング深度の地質学的制約：ドラマイラ超高圧変成岩ユニットの検討

*星 輝[1]、ウォリス サイモン[1] (1. 東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻)

11:15 ~ 11:30

[T1-O-21]

大分県佐賀関半島の高変成度岩ブロックを含む蛇紋岩メランジュの発見

*宮下 敦[1]、村上 丈司[2]、笠木 明、辻森 樹[3] (1. 放送大学、2. 福岡石の会、3. 東北大学)

11:30 ~ 11:45

[T1-O-22]

長崎変成岩西彼杵ユニットと野母ユニットの蛇紋岩メランジュの比較成因論

*西山 忠男[1]、重野 未来[2]、森 康[2]、宮崎 一博[3] (1. 熊本大学、2. 北九州市自然史博物館、3. 産総研)

11:45 ~ 12:00

[T1-O-23]

蛇紋岩マトリックスの球状粒（スフェルール）とその実験的研究

*鳥海 光弘[1] (1. 海洋研究開発機構)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[2oral201-12] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:LAKSHMANAN Sreehari(Shimane U.)、大柳 良介(国士舘大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

8:45 ~ 9:00

[T1-O-12] Metamorphic History of Serpentinite and Amphibolite in the Sangun-Renge Belt exposed at Sasaguri, Fukuoka Prefecture

*Swarnaa ANNADURAI MUNUSAMY[1], Jun-ichi ANDO[1,2], Kaushik DAS[1,2], Dyuti Prakash SARKAR[3], Seiichiro UEHARA[4] (1. Hiroshima University, 2. HiPeR, Hiroshima, 3. Yamaguchi University , 4. The Kyushu Univ. Museum)

キーワード：Serpentinite、Cr-spinel、Amphibolite、Sangun-Renge Belt

The Sangun-Renge Belt is a high-pressure type metamorphic belt in southwestern Japan formed during the Late Paleozoic to Early Mesozoic. Around Narubuchi Dam in Sasaguri, Fukuoka Prefecture, serpentinites are exposed alongside high-pressure metamorphic rocks, including amphibolites. This study aims to constrain the metamorphic history of these rocks. The serpentinites in the study area can be classified into the following four types based on their mineral assemblages: (1) Lizardite-Chrysotile serpentinite, (2) Lizardite-Chrysotile-Antigorite serpentinite, (3) Lizardite-Antigorite serpentinite, and (4) Antigorite serpentinite. Their distribution varies across the study area. The northern region of the study area, is dominated by Type-4 serpentinite, characterized by coarse-grained antigorite with undulose extinction. A mylonitic zone formed by shear deformation is also present, where fine-grained antigorite formed through dynamic recrystallization. In contrast, all four types of serpentinite are exposed to the south of the above area. Type-1 serpentinite shows bastite and mesh texture. Type-2 serpentinite retains mesh textures with minor antigorite. Type-3 serpentinite features ribbon texture of antigorite. Type-4 serpentinite preserves pseudomorphic textures after pyroxene, including schiller structures and pyroxene replaced by magnesite and magnesio-anthophyllite. Accessory minerals such as Cr-spinel, magnetite, Cr-magnetite, chlorite, magnesio-anthophyllite, magnesite, and talc-chlorite are variably present among the different types. The composition of the accessory mineral Cr-spinel indicates the origin of the serpentinite as forearc peridotite. The presence of ferritchromite rim in the Cr-spinel grains suggests that the peridotite was re-equilibrated at greenschist to amphibolite temperatures (400-700 ℃). A magnetite overgrowth around the ferritchromite rim indicates that the peridotite was serpentinized after ferritchromitization, which suggests that the serpentinization occurred at 250-400 ℃. The bulk rock chemical analyses show that the serpentinites have very low Al_2O_3 (0.22-0.84 wt.%) and CaO (0.01-0.29 wt.%), and high MgO (34.75-39.63 wt.%). The very low abundances of Al_2O_3 and CaO are similar to the fore-arc peridotite composition. The high contents of Ni (2011-2949 ppm), Cr (1877-3637 ppm) and Co (82-105 ppm) and depletion in the incompatible elements indicate the depleted nature of the parent rock. Amphibolite bodies in the study area occur both as

©日本地質学会

lenses within serpentinite and as a larger mass in the southern region. Their lithological assemblage is dominated by amphiboles: magnesio-hornblende, tschermakite, ferropargasite, pargasite, actinolite, and tremolite, along with plagioclase. Minor constituents include ilmenite, sphene, zircon, chlorite, and carbonates. Bulk rock chemistry suggests a basaltic protolith with predominantly MORB-like geochemical signatures. The formation temperature of hornblende, interpreted from hornblende-plagioclase thermometry, ranges from 550 ℃ to 700 ℃, while hornblende-only thermometry yields a comparable range of 550 ℃ to 750 ℃. The hornblende grains in the amphibolite are deformed, forming kink bands within which hornblende has been metamorphosed to actinolite. This suggests that the amphibolite was affected by retrograde metamorphism in a greenschist facies condition (250 ℃-400 ℃). Chlorite observed in the amphibolite is classified as pycnochlorite and ripidolite, and chlorite thermometry suggests retrograde metamorphic temperatures between 230 ℃ and 430 ℃ at about 0.2 GPa. In summary, these results show a two-stage metamorphic evolution in the serpentinite: initial equilibration of forearc peridotite under amphibolite to greenschist facies, followed by serpentinization during exhumation. Amphibolites record amphibolitization of a MORB-type protolith during subduction, subsequent incorporation into the continental region, and retrograde metamorphism during exhumation. Future work will involve constructing pseudosections to better constrain the pressure-temperature evolution of the studied rocks.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[2oral201-12] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:LAKSHMANAN Sreehari(Shimane U.)、大柳 良介(国士舘大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

9:00 ~ 9:15

[T1-O-13] 沖縄県慶良間諸島「阿嘉島剪断帯（新称）」にみる沈み込み帯深部プレート境界剪断帯の形成過程と歪分布

*髙橋 慧[1]、山口 飛鳥[1]、大坪 誠[2] (1. 東京大学大気海洋研究所、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

キーワード：沈み込み帯、四万十帯、剪断帯、塑性変形

一般的な地震よりも遅い滑りにより引き起こされるスロー地震は、地震学的および測地学的研究によって沈み込み帯のプレート境界沿いで観測されてきた。中でも、巨大地震の震源よりも深い場所で発生する深部スロー地震は、温度350°C以上に達する摩擦・延性遷移領域もしくは延性領域の剪断帯で発生すると考えられている（Behr and Burgmann, 2021; Kirkpatrick et al., 2021）。しかし、沈み込み帯深部において形成された岩石が露頭として現れるまでには、剪断帯での重複変形や、上昇時の変形など、複数の変形・変成作用を受けていることがほとんどである。そこで本研究では、上昇時の変形や変成の影響が少なく、深部スロー地震に対応する温度圧力条件下で形成されたと考えられる沖縄県慶良間諸島阿嘉島の変形岩を分析することによって、沈み込み帯深部で形成される剪断帯の変形過程の解明を目指した。
調査地域である慶良間諸島阿嘉島は沖縄本島の西方に位置し、四万十帯に帰属すると考えられている（鹿島・高橋, 1978; 知念ほか, 2004）。近年、座間味島・阿嘉島では温度圧力が最大530°C・1GPaに達する高い変成度の岩石の存在が報告されており（山本ほか, 2022）、特に阿嘉島では、緑色岩と砂岩の境界付近においてマイロナイト状の変形組織を示す剪断帯の存在が確認されている（山口ほか, 2022）。この剪断帯は阿嘉島の黒崎（クルサキ）西方と端崎（ハンタヌサキ）の海岸に好露頭があり、北北西-南南東走向に水平距離2.5 km以上にわたり連続すると考えられることから、本研究では「阿嘉島剪断帯」と命名する。
本研究では、阿嘉島剪断帯の模式地である端崎において、この剪断帯を構成する砂質変成岩を露頭での岩相の違いから6つに分類した。剪断帯の厚さは約160mであり、面構造は西に20-30°傾斜する。変形の強い箇所はtop to SSEの伸長線構造やσ型のクラストが発達し、それらは剪断帯の構造的上位に局在する。また、変形度の異なる層は明瞭な境界面をもって接しており、それらが繰り返し現れる。微細構造については、露頭および試料観察の両方で、石英や長石の集合体、白色および黒色のバンド状構造が確認される。なお、石英・長石の集合体について山口ほか（2022）は砂岩中の礫岩と推定したが、石英・長石以外の鉱物をほとんど含まないことから結晶成長によって形成されたポーフィロブラストと判断した。偏光顕微鏡観察の結果、石英ポーフィロブラストには波動消光が確認され、動的再結晶による転位クリープの可能性を示す。長石ポーフィロブラストには包有物が含まれていたが配列に規則性はなく、変形初期段階で結晶が成長したことを示唆する。レンズ状に延びた多結晶石英のポーフィロブラストや、主に細粒の石英と長石からなる白色のバンド状構造は、亜粒子回転による動的再結晶を示す粒界形態を呈する。黒色のバンド状構造は主に雲母により構成され、ときにキンクが観察される。

©日本地質学会

以上の観察および推定される変形機構から、阿嘉島剪断帯の形成過程を推定する。本研究では、剪断帯の変形過程を6つの段階（Stage 0〜5）に分類した。これは露頭観察での6つの岩相分類と対応している。Stage 0では砂岩に層理面が見られる程度だが、Stage 1では圧力溶解により雲母が集まり面構造が形成された。Stage 2では温度上昇でポーフィロブラストが生成され、周囲の物質を取り込んで包有物が形成された。Stage 3では転位クリープによる変形が始まり、Stage 4では動的再結晶により石英・長石が細粒化し、バンドが形成された。細粒バンドでは粒界すべりが起こり変形が集中、Stage 5でその変形がさらに進行した。露頭観察においても確認された剪断帯内部における変形の局所化は、この細粒バンドでの動的再結晶によるさらなる細粒化および粒界すべりの卓越が原因と考えられる。

文献：

Behr, W.M., Bürgmann, R. (2021) *Phil. Trans. R. Soc. A*, 379 (20200218)
知念正昭・新城竜一・加藤祐三 (2004) 岩鉱, 33, 208-220.
鹿島愛彦・高橋治郎 (1978) 琉球列島の地質学的研究，3, 31-38.
Kirkpatrick, J.D., Fagereng, Å., Shelly, D.R. (2021) *Nat. Rev. Earth Environ.*, *2*, 285-301.
山口飛鳥・山本一平・中村佳博・針金由美子・奥田花也(2022) JpGU2022年大会.
山本一平・山口飛鳥・谷健一郎・纐纈佑衣・中村佳博・針金由美子(2022)JpGU2022年大会.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[2oral201-12] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:LAKSHMANAN Sreehari(Shimane U.)、大柳 良介(国士舘大学)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー ECS

9:15 ~ 9:30

[T1-O-14] ドローン磁気探査による蛇紋岩分布の抽出：赤石山地北部・三波川帯の例

*國谷 七海[1,2]、森 宏[1]、宿輪 隆太[3]、安井 悠人[1]、延原 香穂[1]、大熊 茂雄[2]、宮川 歩夢[2]、常盤 哲也[1]、小澤 和浩[4]、山岡 健[2]、永治 方敬[5]、村上 大知[1,2] (1. 信州大学、2. 産業技術総合研究所，地質情報研究部門、3. 五島鉱業株式会社、4. 精密林業計測株式会社、5. 早稲田大学)

【ハイライト講演】 近年、ドローンを使った地球物理学的観測により、広域な観測を簡単かつ低コストに実施できるようになった。本公演は、蛇紋岩岩体（長野県赤石山）のドローン磁気探査を行った結果を報告しており、次世代型の地質調査に関する展開が紹介される。 ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：ドローン（UAV）、磁気探査、蛇紋岩、三波川帯、岩石磁気

マントル起源の蛇紋岩は，地球深部の理解にとって重要な岩石である．特に，高圧変成帯に分布する蛇紋岩は，沈み込み帯での地震発生や深部流体の挙動と関わる．また，蛇紋岩分布域は地すべりのリスクが高い地質体として，加えて近年では天然水素の貯留層としての工学的な関心も高まっている．こうした背景から，蛇紋岩の正確な分布把握は学術的・実用的に極めて重要であるが，山岳地の急峻な地形や低地の植生により，従来の野外踏査では限界がある．蛇紋岩は形成過程で磁鉄鉱を多く含み，他の岩石に比べて顕著に高い磁性を有する（中塚，2012）．本研究では，この特性を活用し，ドローン搭載型磁力計による蛇紋岩分布の抽出を試みるとともに，地表で得られた地質情報との対応関係を検証することを目的とした．

調査対象は，赤石山地北部・三波川帯に分布する2地域（各約0.5 km^2）で，一方は泥質片岩に挟まれた芝平地域の蛇紋岩体，もう一方は苦鉄質片岩に挟まれた鷹岩地域の蛇紋岩体である．両地域とも，蛇紋岩は幅300 m以下の南北に細長く分布し，岩相境界は高角傾斜を呈す．ドローン磁気測定（全磁力）には，DJI社製Matrice300RTK（マルチコプター型）を使用し，機体底部から長さ5 mのケブラーケーブルでGEM Systems社製の光ポンピング式磁力計（GSMP-35U）を吊り下げて計測を行った．飛行は対地高度60 m，測線間隔25 m，速度約6 m/sで自動航行させた．地質学的解析としては，野外踏査による岩相分布の把握，肉眼・鏡下での岩石組織観察，および岩石試料の自然残留磁化（NRM）・磁化率測定を行った．

両地域の蛇紋岩は，いずれも磁鉄鉱を普遍的に含み，周囲の泥質片岩や苦鉄質片岩に比べて，NRM・磁化率は優位に高い値（NRMは約10^2〜10^4倍；磁化率は10^1〜10^2倍）を示す．ドローン磁気測定により得られた全磁力値（補正なし）の平面分布は，両地域ともに，幅200 m以上の蛇紋岩体付近で高磁場の集中を示し，岩相分布とある程度の整合性が認められた．ただし，これら大規模岩体においても一部では対応しない領域が認められ，また，幅数十m以下の小規模岩体では明瞭な対応関係は得られなかった．一方，全磁力値の一次微分から求めた傾斜量分布については，小規模岩体を含めて，傾斜の急変域と岩相境界との良好な一致が確認された．このことから，補正を行わない全磁力値でも数百m規模の蛇紋岩体であ

©日本地質学会

ればドローン磁気測定により迅速かつ概略的な把握が可能であり，傾斜量を併用することで，より小規模な蛇紋岩体の抽出も可能であることが示唆される．
加えて，全磁力値を基に，産業技術総合研究所公開の空中磁気探査データ処理プログラムAMSS3（Nakatsuka and Okuma，2018）を用いて，地磁気日変化補正を行った後，IGRF残差磁気異常図，磁化強度分布図，極磁力異常図を作成した．これらを岩相分布と比較した結果，特に磁化強度分布図においては，小岩体を含めて明瞭な対応関係が得られた．このことは，本研究対象程度のスケールにおいて，磁化強度図が有効であることを示すとともに，適切なデータ処理を施すことで，数十m以下の小規模岩体の抽出・マッピングが可能であることを示唆する．
本研究は，ドローンによる空中磁気探査が，蛇紋岩体の迅速かつ効率的な抽出手段となり得ることを示す．また今後，より高精度な空中磁気データと地質学的観察を連携させることで，蛇紋岩体内部における磁鉄鉱含有量の空間不均質性をはじめとした，詳細かつ広域的な鉱物マッピングの実現にもつながることが期待できる．

【引用文献】
中塚，2012，物理探査ニュース，no.15，1-3.
Nakatsuka and Okuma，2018，GSJ Open-file-Report，no.648．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[2oral201-12] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:LAKSHMANAN Sreehari(Shimane U.)、大柳 良介(国士舘大学)

学生優秀発表賞エントリー

9:30 ~ 9:45

[T1-O-15] 接触変成作用による超マフィック岩の微量元素組成変化：西南日本内帯，多里–三坂岩体の例

*鳴海 槙人[1]、市山 祐司[1]、田村 明弘[2]、森下 知晃[2] (1. 千葉大、2. 金沢大)

キーワード：脱蛇紋岩化反応、接触変成作用、変成かんらん岩、独立成分分析

蛇紋岩化による蛇紋岩への元素固定 (特にH_2Oや流体移動元素(FME))と，脱蛇紋岩化による元素の放出は，特に沈み込み帯での元素循環において重要なプロセスである可能性が指摘されている (例えば，Scambelluri et al., 2019)．高圧〜超高圧変成岩に伴う変成かんらん岩の研究によって，脱蛇紋岩化の際の元素移動の理解は比較的進んでいるものの (例えば，Scambelluri et al., 2015)，研究対象となる試料の原岩組成は不明確であり，後退作用の影響も無視できない．その一方で，火成岩の貫入に起因した接触変成作用により，蛇紋岩から形成された変成かんらん岩の組成変化については，脱蛇紋岩化反応の進行度合いにあわせた，連続的な組成変化を読み取ることが可能である．そこで本研究では，接触変成作用を被っている多里–三坂地域の超マフィック岩について，原岩の初生的な地球化学的特徴を明らかにするとともに，変成かんらん岩の変成度に応じた連続的な全岩化学組成変化の評価を行った．

多里–三坂超マフィック岩体は，古生代のマントルウェッジを起源とする大江山オフィオライトに属しており，岩体の大部分が蛇紋岩化した融け残りハルツバージャイトで構成されている (例えば，Nozaka, 2014)．白亜紀後期から古第三紀には，超マフィック岩体に火成岩類が貫入し，最高変成度で変成直方輝石が形成されている (例えば，Arai, 1980)．

接触変成作用の影響が軽微な試料の全岩微量元素組成ではFMEを僅かに含み，希土類元素(REE)や価数の大きい元素 (HFSE)に枯渇していることから，先行研究と同様に，多里–三坂超マフィック岩体はマントルウェッジ起源の融け残りかんらん岩に由来すると考えられる．接触変成作用以前の鉱物組合せや全岩組成からは，大江山オフィオライトの他の岩体から報告があるような，角閃岩相でのスラブ流体による交代作用の痕跡は認められなかった．一方で，Khedr et al. (2010)が八方尾根から報告したような，細粒な単斜輝石に置き換えられた直方輝石仮像は，比較的Cs，Rb，B，Srに富んでおり，より低温でのスラブ流体による交代作用によって形成されたと考えられる．

変成度の異なる変成かんらん岩の全岩微量元素組成について，独立成分分析 (ICA)を行った結果，4つの独立成分 (IC)が分離された．貫入岩体からの距離や変成鉱物のモード量，微量元素組成と対応するIC1は，接触変成作用に伴う組成変化と関連していると解釈される．IC1では，一部のFME (Cs，Rb，Li)や軽希土類元素 (LREE)の正の負荷量が大きく，概ね貫入岩体に近い試料ほどこれら元素に富む傾向を示す．花こう岩質の含水メルトや水性流体が，これら元素を比較的多く含みうる (例えば，Sasaki et al., 2003)ことからも，貫入岩から変成かんらん岩への元素流入があったことが示唆される．また，IC1におけるB，Srの弱い負の負荷量は，貫入岩体に近い試料でのこれら元素の放出を意味している．これらの貫入岩体からの距離に応じた組成変化は，アイソコン分析などからも同様の結果が得られている．

©日本地質学会

調査地域の初生的な蛇紋岩が微量元素に枯渇していた一方で，貫入岩体からの元素流入を経験した変成かんらん岩の微量元素組成は，堆積物成分に富むスラブ流体の影響を被った蛇紋岩や，そうした蛇紋岩を原岩とした広域変成作用由来の変成かんらん岩 (Cima di Gagnone; Scambelluri et al., 2015)の組成と類似している．沈み込み帯では，堆積物の後背地が大陸縁辺部であるため，貫入時の花こう岩や花こう岩流体は，それぞれ沈み込む堆積物由来の珪酸塩メルト，メルト起源流体あるいは脱水流体に近似できる可能性がある．特に，Cima di Gagnoneの変成かんらん岩とは全岩だけでなく，鉱物微量元素組成でもよい一致を示しており，地殻成分が十分に流入した超マフィック系では，脱蛇紋岩化時の微量元素の挙動が類似する可能性を示唆している．

文献:
Arai, 1980, J. Petrol., 21, 141-165.
Khedr et al., 2010, Lithos, 119, 439-456.
Nozaka, 2014, Lithos, 184, 346-360.
Sasaki et al., 2003, Resour. Geol., 53, 127-142.
Scambelluri et al., 2015, Earth Planet. Sci. Lett., 429, 45-59.
Scambelluri et al., 2019, Eur. J. Mineral., 31, 405-428.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[2oral201-12] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:LAKSHMANAN Sreehari(Shimane U.)、大柳 良介(国士舘大学)

9:45 ~ 10:00

[T1-O-16] 赤石山地北部・三波川帯における接触変成岩中炭質物のラマン分光分析を用いた石墨化度の不均質性検出

*森 宏[1]、早川 由帆[1,2]、田口 知樹[3]、山岡 健[4]、小澤 和浩[5]、延原 香穂[1]、中澤 明子[1]、高木 大成[1]、常盤 哲也[1] (1. 信州大学、2. 中央開発株式会社、3. 早稲田大学、4. 産業技術総合研究所，地質情報研究部門、5. 精密林業計測株式会社)

キーワード：接触変成作用、炭質物、ラマン分光分析、不均質性、泥質岩、熱水活動、三波川帯

貫入マグマの熱影響により形成された接触変成岩は，地下深部で発生する火成活動・流体活動の手掛かりになる．本研究対象の赤石山地北部・三波川帯に貫入する木舟深成岩体周辺では，超苦鉄質岩の変成反応解析に基づき活発な熱水活動の痕跡が検出されている（e.g., 延原ほか，2025）．また，泥質岩では，高温での脱水反応により形成されたと考えられる菫青石やアルカリ長石が確認されている（e.g., Mori et al., 2025）．今回，泥質岩中の炭質物のラマン分光分析により，熱水の影響に起因すると考えられる石墨化度の不均質性を検出したので報告する．

木舟深成岩体周辺の泥質岩は，貫入境界から約4 km以内の範囲で，黒雲母が普遍的に認められるとともに，貫入境界近傍では，紅柱石，菫青石，アルカリ長石も出現する．また，非接触変成域では豊富に炭質物が観察される一方で，黒雲母出現域では炭質物量が急減する．本研究では，炭質物ラマン分光分析用に，貫入岩体周辺の東西約3 km，南北約10 km以内の範囲において泥質岩試料を採取した．これら試料は，鏡下での組織観察に基づけば，炭質物は，他の鉱物内に包有されたもの（inclusion carbonaceous material：ICM）と，鉱物粒間に存在するもの（grain boundary carbonaceous material：GBCM）の二つのタイプに大別できる．今回は，炭質物ラマン温度計（Kaneki & Kouketsu, 2022; Kaneki et al., 2024）により得られる温度値を石墨化度の指標として，同一試料内においてICMとGBCMのそれぞれでデータ解析を行った．

非接触変成域では，GBCMおよびICMの平均値（$T_{GB\text{-}ave}$ および$T_{I\text{-}ave}$）とばらつきは，貫入境界からの距離もしくは炭質物のタイプによらず，類似する．一方，接触変成域では，$T_{GB\text{-}ave}$および$T_{I\text{-}ave}$ともに貫入境界に近づくにつれて上昇するとともに，同一試料内では常に$T_{GB\text{-}ave} > T_{I\text{-}ave}$を示す．また，接触変成域のばらつきは，非接触変成域に比べて顕著であるとともに，同一試料内では，GBCMの方がICMに比べて大きい．特に平均値が約450 ℃を超えるGBCMでは，最大値と最小値の温度差が200〜300 ℃に達する場合もあり，顕著な不均質性が認められる．

上記，組織別の温度データの特徴は，GBCMがICMに比べて石墨化度が進行していることに加え，GBCMが示す高い不均質性は，定常状態に達する前に終息した短期間の高温熱イベントを反映している可能性（e.g., Kouketsu et al., 2019）がある．また，接触変成域のGBCMが示す高温条件（> 450 ℃）は，黒雲母や菫青石といった脱水反応を伴う接触変成鉱物の出現と整合的である．これらを考慮すると，GBCMが示す高温条件と大きなばらつきは，比較的短時間で発生した熱水活動により，石墨化がある程度進行したことを示唆する．ただし，

©日本地質学会

定常状態には至らず，その結果として試料内に顕著な不均質性が生じたと考えられる．また，炭質物の急減は，これら接触変成鉱物の生成時に放出される高温流体の供給によるガス化反応（$2C + 2H_2O = CH_4 + CO_2$）の促進（Pattison, 2006）で説明可能である．一方，ICMの温度構造が貫入熱伝導モデル（Mori et al., 2025）に概ね対応することを考慮すると，ICMは外部とのやりとりが困難な包有環境下であったために，熱水活動の影響を免れ，伝導による熱履歴を保持したと推察される．
本研究は，同一試料内における炭質物の組織選別を伴うラマン分光分析および関連する石墨化の不均質性評価が，貫入熱影響（伝導）と熱水活動（移流）という二つの熱輸送プロセスを反映した複雑な熱履歴の解明に有効であることを示唆する．

【引用文献】Kaneki & Kouketsu, 2022, Island Arc, 31, e12467；Kaneki et al., 2024, PEPS, 11, 35；Kouketsu et al., 2019, Geology, 47, 522–526；Mori et al., 2025, Tectonophysics, 907, 230759；延原ほか，2025，JpGU2025, SMP28-14；Pattison, 2006, Lithos, 88, 85–99．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[2oral201-12] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:LAKSHMANAN Sreehari(Shimane U.)、大柳 良介(国士舘大学)

10:00 ~ 10:15

[T1-O-17] ホルンフェルスの面構造・線構造解析：丹沢山地でのケーススタディー

*増田 俊明[1]、田阪 美樹[2]、松本 拓己[2]、大嶽 良太[2]、倉科 萌[4]、楠 賢司[3]、酒井 瑞帆[3]、山下 浩之[4]、中村 俊文[4]、谷 圭司[5]、夏目 樹[4] (1. 静岡大学防災総合センター、2. 静岡大学理学部、3. 静岡大学教育学部、4. 神奈川県立生命の星・地球博物館、5. 神奈川地学会)

キーワード：丹沢山地、ホルンフェルス、結晶の選択配向、面構造、線構造

＜丹沢山地の変成岩＞

神奈川・山梨県境の丹沢山地では、中新世の酸性深成岩の周りにホルンフェルスや結晶片岩が分布することが知られている。本研究では、特にホルンフェルスと結晶片岩の面構造と線構造の強さに注目した。

＜面構造・線構造＞

深成岩体の南側に分布している結晶片岩には明瞭な面構造が発達している。一方、線構造に関しては際立って明瞭ではないが肉眼観察で確認は可能である。これに対して深成岩の東側に分布しているホルンフェルスについては、肉眼観察では面構造と線構造のどちらも確認できなかった。本研究ではEBSD（Oxford Symmetry S2)と解析ソフトMTEX（Mainprice et al., 2014の方法）を利用し、予察的に転石を使って、特に角閃石と雲母の格子配列を調べた。

＜選択配向データ（ポールフィギュア）の定量化＞

シュミットネット上のファブリックパターンを定量化するためにMasuda and Omori (2021) で提案した分布関数（これを蒲郡モデル（仮）と称する）を利用した。この分布関数は直交三方向の対称性を前提にフォン・ミーゼス分布を３次元に発展させたもので、元々は応力場での核形成の異方性を反応速度論で記述したものであるが、それを流用（目的外使用）した。このモデルでは方位の集中度をκ（κ>0）で、また方位異方性をψ（0<=ψ<=1）で表す。EBSDにより岩石試料中の雲母と角閃石のファブリックパターンを計測し、それと最も類似している蒲郡モデルパターンを選別する。選別されたパターンを生じたκとψをその岩石試料のκとψとする、という方法（基本的には絵合わせ）を用いた。

＜フィッティング＞

実際に計測されたファブリックパターンと、κとψをそれなりに選択したモデルパターンとの類似性（フィッティング）は満足できるレベルであり（”満足”の内容は講演で確認されたし）、計測したファブリックパターンから適切なκとψを引き出すことができた。

＜シミュレーション＞

得られたκとψが有意であるかどうか、のシミュレーションを２次元のフォン・ミーゼス分布を仮定して行い、測定粒子数が1,000個以上の場合には、κ>0.2では５％の危険率で方向性が認定されることがわかった。

＜結果＞

丹沢のホルンフェルスで計測された角閃石のκは~0.9、ψは~0.5だったので、このモデルに基けば面構造・線構造があることが確認できた。解析したサンプルは転石なので、面構造・

©日本地質学会

線構造と貫入岩体との実際の方位関係は不明である。

＜見通し＞

ホルンフェルスと言われている岩石にも格子定向配列が認められた。今後、ホルンフェルスの定方位サンプリングを行い、深成岩体の周囲の岩石の面構造・線構造解析を行えば、深成岩体の貫入に伴う変形現象を検討することが可能であると考える。丹沢山地は国定公園なので、露頭からのサンプリングには県の許可が必要である。しかるべく許可を得て研究を進める予定である。

＜教訓または拡大解釈＞

従来、構造岩石学的研究の対象になっていなかった岩石（ホルンフェルス）にも、面構造や線構造解析を試みる価値があると確信する。

＜補足＞

深成岩体に捕獲されたゼノリスにも格子定向配列が確認できた（κ=0.3~0.7程度）。ゼノリスの研究も深成岩体の貫入に伴うプロセスを理解する手がかりになると考えられる。

＜引用文献＞

Mainprice, D., Bachmann, F., Hielscher, R., Schaeben, H., 2014. Geological Society of London Special publications, 409, 251-271.
Masuda, T., Omori, Y., 2021. Journal of Structural Geology, 146, 104275.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[2oral201-12] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:LAKSHMANAN Sreehari(Shimane U.)、大柳 良介(国士舘大学)

学生優秀発表賞エントリー

10:30 ~ 10:45

[T1-O-18] PXRDスペクトルの次元圧縮を用いた後退変成作用の定量評価と空間パターンの可視化：四国三波川変成帯の東五良津岩体周辺部の例

*田邉 凌雅[1]、松野 哲士[1]、ダンダル オトゴンバヤール[1]、大坂 恵一[2]、宇野 正起[3]、岡本 敦[1] (1. 東北大学大学院 環境科学研究科 先進社会環境学専攻、2. 公益財団法人 高輝度光科学研究センター(JASRI)、3. 東京大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻)

キーワード：後退変成作用、加水反応、次元圧縮手法(PCA、UMAP)、PXRDリートベルト解析、東五良津岩体

沈み込み帯プレート境界における流体活動は、大規模な元素移動や地震活動などの動的プロセスを考える上で非常に重要であり、その直接的証拠として後退変成作用による加水反応が挙げられる。Okamoto and Toriumi (2005)では、四国三波川変成帯の塩基性片岩を採取し、加水して成長するアクチノ閃石の成長率を指標として加水の空間的不均質性を議論した。しかしこのようなEPMAによる分析は、多試料に対してコストが膨大となる。そこで松野 (2025)は試料の代表的データを効率的に得る手法として、多試料を粉末にしてX線回折するPXRD分析を行った。そして多数のPXRDスペクトルデータに教師なし機械学習手法である次元圧縮手法を適用し、データの主要変動要因や連続的変化の抽出を試みた。すると試料群に内在する変成作用ステージの連続的変化が可視化された。本研究では同様に、後退変成作用を受けた東五良津岩体周辺部を対象に、高精度PXRD分析を行い次元圧縮を適用することで、採取エリアの空間パターン及び特徴量の変化を検討した。

四国三波川変成帯別子地域の東五良津岩体はザクロ石含有変斑れい岩であり、周囲にはザクロ石含有塩基性片岩や泥質片岩が分布する(Ota et al., 2004)。この一帯はエクロジャイト相まで沈み込んだ後、上昇期に複数段階の後退変成作用を受けており、特に岩体の境界部では後退変成作用を受けた組織が顕著に見られる。我々は岩体南東部の境界部を横断する2つのルートで計82試料を採取した。試料は粉末化し放射光施設SPring-8のビームラインBL19B2にて高精度にPXRD分析を行った。得られたスペクトルはリートベルト解析により全岩鉱物量比を求めた。同時にスペクトルデータに対して、教師なし次元圧縮手法であるUMAP (Uniform Manifold Approximation Projection)及びPCA(主成分分析)を適用し、類似性や特徴量を抽出、可視化した。UMAPは入力された多次元データを2次元上で表現する手法であり、類似したスペクトルほど近い位置にプロットされるため、スペクトル間の類似性を可視化できる。PCAはデータの分散が最大となる直線軸(主成分軸)を取ることで、データを最も説明する変数から捉える手法である。ここで、各主成分に対して元の変数(回折角)が寄与する割合を負荷量と、各軸の表現する情報量の割合を寄与率と、各軸上の値を得点と定義する。

結果について、PXRDのスペクトルからは主要なピークとして石英、角閃石、緑簾石、斜長石が確認された。次元圧縮の結果について、まずUMAPによって試料群は連続的にプロットされ、K-means法によって9つのクラスターに分かれた。ある程度原岩の種別が反映されており、地質学的知見がなくともPXRD分析のデータで原岩を判別できる可能性が示唆され

©日本地質学会

た。さらに各クラスターの試料群は、岩石の組織と全岩鉱物量比が比較的類似した。空間分布もクラスター毎に概ねまとまり、採取ルートに沿ってクラスターが滑らかに変化する分布を示した。よって粉試料のPXRDスペクトルは、岩石の組織や全岩鉱物量比、空間分布に対応した情報を持つことが示唆された。次にPCAの結果を示す。まず負荷量について、元の変数である回折角のうちピークの回折角は特定鉱物を示すため、各鉱物の代表ピーク(他鉱物と重ならない最大強度のピーク)に対する負荷量を以て、主成分と鉱物量比の関係として解釈することができる。つまり、ある鉱物の代表ピークにおける負荷量が正であれば、主成分はその鉱物量比が増加する方向、負であれば減少する方向の成分である。また、負荷量の絶対値が大きいほど量比の変化は大きい。PC1(寄与率29%)、PC2(寄与率17%)、PC3(寄与率11%)について、負荷量の絶対値から今回のデータを説明する主要鉱物は角閃石、緑簾石、石英、斜長石であることがわかった。　続いて各主成分スコアの空間分布を考えると、東五良津岩体外部から内部に向かい、PC1~3の得点が正または負の相関関係を示した。主成分と各鉱物量比の関係も踏まえると、岩体内部に向かって角閃石, 緑簾石, 斜長石の量比が大きく、石英の量比が小さくなる連続的なトレンドが得られ、この変化が試料群の最も主要な特徴であることが示された。この地質学的な意味について、特に加水の影響をどのように反映しているかについては今後検討していく。

参考文献

・A. Okamoto and M. Toriumi (2005). J. metamorphic Geol., 23, 335–356
・松野哲士 (2025). 岩石鉱物科学, 54, 1-5
・Ota et al. (2004). Lithos, 73, 95-126

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[2oral201-12] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:LAKSHMANAN Sreehari(Shimane U.)、大柳 良介(国士舘大学)

10:45 ~ 11:00

[T1-O-19] 三波川帯樋口蛇紋岩体のバデレアイト集合体の記録するマントルウェッジの変質イベント時期

*沢田 輝[1,2]、大柳 良介[3,2]、仁木 創太[6]、吉田 一貴[4]、長田 充弘[5]、平田 岳史[7]、岡本 敦[8] (1. 富山大学、2. 海洋研究開発機構、3. 国士舘大学、4. 高エネルギー加速器研究機構、5. 日本大学、6. 名古屋大学、7. 東京大学、8. 東北大学)

キーワード：沈み込み帯、変成岩、交代作用、ジルコニウム

低温高圧変成帯である三波川帯の変成岩中には数十cmから数kmスケールまで大小様々な岩塊で蛇紋岩が点在し、それらはかつての沈み込み帯深部におけるスラブとマントルウェッジの境界領域の地質記録である。この領域での変成・交代作用によって生じる鉱物種、岩石組織、地質構造はプレート沈み込み帯の地震活動に影響することから注目されている[1]。この領域の代表的な地質記録の一例として、埼玉県長瀞町の荒川河原に露出する三波川変成帯の樋口蛇紋岩体(HSB)がある。HSBは15 m× 8 mの小規模な岩体で、変形によりブロック-イン-マトリックス構造を持つアンチゴライト質の蛇紋岩からなり、周囲は泥質片岩に囲まれ、境界部分には厚さ数十cmの緑泥石岩と緑閃石岩の層がある。また、HSB内部には炭酸塩鉱物(苦灰石、方解石)と滑石からなる幅数十cmに至る脈が多数貫入している。この炭酸塩-滑石脈は、周囲の泥質片岩中の石墨の酸化で生じた二酸化炭素によって超苦鉄質岩の炭酸塩化が起こるとともに、放出されたシリカと蛇紋石との反応から滑石が生じて形成したと考えられている[2]。我々はHSBの蛇紋岩の中から長径2 mmに及ぶバデレアイトの繊維状結晶の集合体を発見し、その年代値と微量元素組成を報告した[3]。バデレアイト集合体はHSBの中の約50cm程度の1つの蛇紋岩ブロックのみから見出され、他に約50 kgほどの蛇紋岩試料を観察したが見つからなかった。バデレアイト集合体の外形はやや角張った短柱状で、縁辺には多孔質のジルコンリムが20μm以下の幅で生じている。LA-ICPMSによるU-Pb年代測定の結果、これらバデレアイト、ジルコンリムは共に約96±3 Maを示した。さらに、バデレアイト・ジルコンリムは共に軽希土類元素と重希土類元素の両方に富み、またバデレアイトの一部とジルコンリムはEuの正異常や10を超える極めて高いTh/Uを示すという特異な組成を持つ。これらの特徴から、以下のような過程をバデレアイト集合体は経験したと推定される。まず、ヒスイ輝石岩や曹長岩、ロディン岩などの交代岩で生じたジルコン巨晶が、超苦鉄質岩の中に機械的に混入する。その後、ジルコンのシリカはかんらん石の蛇紋岩化に消費され、繊維状バデレアイト集合体からなる仮晶に変化する。マントルウェッジの蛇紋岩がHSBとして断片化して泥質片岩の中に取り込まれると、炭酸塩化に伴ってシリカ活動度が上昇し、滑石の形成とともにバデレアイト集合体に多孔質ジルコンリムを形成する。バデレアイト・ジルコンリムが共に約96±3 Maの年代を示すが、これは炭酸塩化の際の年代値であり、バデレアイトは鉛ロスによって上書きをされた年代を、ジルコンリムは形成年代を各々意味していると考えられる。これらの年代は、本地域の泥質片岩の白雲母K-Ar年代84-72 Ma[4]や四国から報告されているエクロジャイト変成年代90-88 Ma[5]よりも若干古い。泥質堆積物がスラブとともに沈み込んで変成し、マントルウェッジの蛇紋岩体を取り込んだ後、数Maほど滞留してから上昇が始まったというシナリオが想像される。バデレアイト集合体の元のジルコン

©日本地質学会

巨晶や、その母岩であった変質岩は蛇紋岩化によって完全に消失しており手がかりは無いため、今回の発見物に対する来歴には謎が残るが、このようなアクセサリー鉱物の分析によって三波川変成帯での変成・変形イベントに年代値を与えられた意義は大きいだろう。

引用文献: [1] Oyanagi and Okamoto (2024). Nat. Commun. [2] Okamoto et al. (2022). Nat. Commun. [3] Sawada et al. (2025). Sci. Rep. [4]平島ほか(1992). 地質雑. [5] Knittel et al. (2024) Elements.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[2oral201-12] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:LAKSHMANAN Sreehari(Shimane U.)、大柳 良介(国士舘大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:00 ~ 11:15

[T1-O-20] 沈み込み帯におけるスラブ–ウェッジマントル間カップリング深度の地質学的制約：ドラマイラ超高圧変成岩ユニットの検討

*星 輝[1]、ウォリス サイモン[1] (1. 東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻)

キーワード：沈み込み帯、熱構造、スラブ–ウェッジマントル間カップリング深度、超高圧変成岩、ドラマイラ岩体

沈み込み帯の熱構造は，そこで起きる物質循環や地震，火山活動などの様々な物理化学プロセスを考えるさいの境界条件として重要である．この熱構造を数値計算で再現する熱モデルでは，スラブとウェッジマントルが地質学的時間スケールでデカップリングした状態からカップリングした状態に移行する深度(Dc)が重要なパラメータである．Dcは従来，現在の沈み込み帯を対象に熱モデリングと地殻熱流量の観測データとを組み合わせて推定され，どの沈み込み帯でもほぼ共通して深さ約70–80 kmだと考えられている(Wada & Wang, 2009)．しかし，観測データが限られた地域では十分な制約ができないこともあるため，地質学的方面からの検証が必要である．

超高圧変成岩は，プレート収束域において約100 km以深までの沈み込みを経験しているため，そのprograde P-TパスにはDcを含む深度域におけるスラブ上面付近での温度圧力変化が記録されている可能性が高い．熱モデルによれば，スラブ–ウェッジマントル間のカップリングにより誘起されるマントル流動の影響で，スラブ上面温度はDcの深さで急上昇する(例えば，van Keken et al., 2002)．この温度上昇をprograde P-Tパスから見出すことでDcを地質学的に制約できる．このような議論は一部の超高圧変成岩体についてなされているものの(例えば，Xia et al., 2025)，他の多くの岩体では十分に検討されていない．

そこで本研究では，西アルプスに分布するドラマイラ岩体の超高圧変成岩ユニット：Brossasco-Isasca Unit (BIU)に注目した．BIUは，変成プロセスや形成時のテクトニックセッティングに関する先行研究が豊富で，特にprograde P-Tパスが推定されていることからDcの制約に適している．加えて，BIUの沈み込み時期は大陸衝突より前であるため，現在の沈み込み帯との比較にも適している．

BIUでは，沈み込みから変成ピークにかけて推定された温度圧力条件について，圧力約2.8 GPaに150–200 °Cの温度ギャップが存在し(Groppo et al., 2019)，それ以浅でのprograde P-Tパスの外挿では変成ピーク時の温度圧力条件を説明できない．また，地質学的に推定された上昇速度や岩体規模をもとに熱モデリングによって上昇初期のP-Tパスを計算すると，剪断熱を考慮してもヘアピン型のP-Tパスが得られる．これらは，2.8 GPa付近で温度が急上昇する屈曲したprograde P-Tパスを想定することで同時に説明できる．このP-Tパスは，BIUと同時期に沈み込んだ周囲の（超）高圧変成岩ユニットから得られている温度圧力推定（Groppo et al., 2019, 2025）とも整合的である．したがって，BIUの沈み込み時にはスラブ上面付近の温度が約2.8 GPa（深さ約90 km）で急上昇し，この深さでスラブ–ウェッジマントル間のカップリングが起きていたと考えられる．この結果と，世界の他の（超）高圧変成岩体や現在の沈み込み帯でのDc推定結果とを比較することで，異なる沈み込み帯でDcが共

©日本地質学会

通かどうかについて議論できる.

引用文献

Wada & Wang (2009) *Geochem. Geophys. Geosyst.,* 10, Q10009.
van Keken et al. (2002) *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 3, 1056.
Xia et al. (2025) *J. Metamorph. Geol.*, 43, 161-190.
Groppo et al. (2019) *EJM*, 31, 665-683.
Groppo et al. (2025) *J. Metamorph. Geol.*, 43, 359-383.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[2oral201-12] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:LAKSHMANAN Sreehari(Shimane U.)、大柳 良介(国士舘大学)

11:15 ~ 11:30

[T1-O-21] 大分県佐賀関半島の高変成度岩ブロックを含む蛇紋岩メランジュの発見

*宮下 敦[1]、村上 丈司[2]、笠木 明、辻森 樹[3] (1. 放送大学、2. 福岡石の会、3. 東北大学)

キーワード：蛇紋岩メランジュ、三波川変成岩類、黒瀬川帯、ざくろ石藍閃石片岩、フェンジャイトK-Ar年代

佐賀関半島の三波川変成岩類は緑泥石帯からざくろ石帯低温部の低い変成条件を示すとされてきた(宮崎・吉岡, 1994)．園田(1985)は，佐賀関半島北縁部三波川変成岩類の構造上の最下位に，「ホルンブレンド砂質片岩」を含む種々の岩相が混在する部分を認め，「福水層」を定義した．そして，福水層は，それより構造上上位の岩体である「佐賀関ナップ」の基底となるテクトニック・メランジュの性質を持っていると考えた．また，福水層中の黒雲母帯に相当する粗粒な泥質片岩は「巨大な蛇紋岩体に含まれて存在する」とした．一方，Kawaguchi et al., (2020)は，佐賀関半島・中の原付近の三波川変成岩類北縁部に，473MaのジルコンU-Pb年代を持つ閃緑岩-石英閃緑岩を発見し，黒瀬川帯が三波川帯に直接衝上していると考えた．

最近，筆者らは，園田(1985)が福水層模式地とした福水港東側の海岸で泥質片岩や珪質片岩をブロックとして包有する蛇紋岩メランジュを確認した．ブロックと蛇紋岩の接触部には反応縁は観察されない．この蛇紋岩メランジュの近傍で，ざくろ石藍閃石片岩，直径約1cmのざくろ石を含むざくろ石角閃岩，藍閃石緑れん石片岩などの高度変成岩類の転石を発見した．転石の中には1辺が5m以上に達する巨礫が存在する．陸域側に同様の岩石の露頭がないことや，海岸部の地質状況から判断して，これらの高変成度岩類の露頭は，蛇紋岩メランジュの海底延長部にあると推定される．

発見された高変成度岩類に共通に含まれる藍閃石は，Glaucophane〜Ferro-glaucophaneの分類境界付近の化学組成を示す．ざくろ石藍閃石片岩中のざくろ石は，Mnに富む顕著なコアと，Feに富むマントル部分，およびCaに富むリムの部分を持つ組成累帯を示す．この特徴は，四国・眉山地域のざくろ石藍閃石片岩(Kabir and Takasu, 2016)と類似する．

佐賀関半島福水海岸の高変成度岩類は，地質構造上の位置や蛇紋岩メランジュの特徴を持つことから黒瀬川帯への帰属が推定されるが，黒瀬川帯の藍閃石片岩でざくろ石を含むものは知られていない．逆に，岩相や変成鉱物組み合わせの特徴は四国中央部三波川変成岩類と共通点があるが，佐賀関を含む九州の三波川変成岩類相当岩体では，これまで報告例がない．講演要旨投稿時点では，この岩体の帰属は黒瀬川帯と三波川帯の両方の可能がある．帰属を決定するため，ざくろ石藍閃石片岩中のフェンジャイトK-Ar年代を測定中である．

引用文献

Kawaguchi et. al., (2020), Geoscience Frontiers, 11, 1441-1459, DOI:/10.1016/j.gsf.2020.01.001.
Kabir M. F. and Takasu A. (2016), Metamorphic Geol. 34, 893-916, DOI:/10.1111/jmg.12198.

©日本地質学会

宮崎一博・吉岡敏和, (1994), 佐賀関地域の地質.地域地質研究報告(5万分のl地質図幅)，地質調査所，40頁.
園田研之, (1985), 吉田博直先生退官記念論文集.371-385.



©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[2oral201-12] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:LAKSHMANAN Sreehari(Shimane U.)、大柳 良介(国士舘大学)

11:30 ~ 11:45

[T1-O-22] 長崎変成岩西彼杵ユニットと野母ユニットの蛇紋岩メランジュの比較成因論

*西山 忠男[1]、重野 未来[2]、森 康[2]、宮崎 一博[3] (1. 熊本大学、2. 北九州市自然史博物館、3. 産総研)
キーワード：蛇紋岩メランジュ、長崎変成岩、西彼杵ユニット、野母ユニット、沈み込み帯

　九州西端の白亜紀沈み込み変成岩である長崎変成岩の西彼杵ユニットと野母ユニットには，特徴の異なる蛇紋岩メランジュ（それぞれ西彼杵メランジュ，野母メランジュと称する）が発達する[1, 2]．それぞれの産状と構成岩種，変成度の違いから蛇紋岩メランジュの発達過程の相違について，フランシスカン帯における蛇紋岩メランジュの最近の研究を参照しながら考察する．

＜産状＞　西彼杵メランジュは厚さ最大350 m，長さ最長8 kmにおよぶ狭長な層状岩体として，coherent schistの中にほぼ調和的に（片理に平行に）産する．この産状はフランシスカン帯のmélange within coherent nappes[3]に相当する．また小規模な（厚さ数10 m，長さ数100 m）蛇紋岩体の一部に塊状蛇紋岩から移化して発達するものも存在する[4]．野母メランジュは，coherent schistと塊状蛇紋岩の境界部に厚さ100 m程度の岩体として産するものと，塊状蛇紋岩の内部に，厚さ300~800 mの層状岩体として産するものがある．後者の産状の蛇紋岩メランジュはフランシスカン帯からは報告例がないようである．

＜構成岩種＞　西彼杵メランジュはアクチノ閃石片岩を基質とし，構造岩塊として変成塩基性岩類と種々の交代岩類（ヒスイ輝石岩，オンファス輝石岩，曹長岩，ロジン岩，ゾイサイト岩など），ごくまれに単斜輝岩とその交代岩（緑簾石角閃石単斜輝石岩），泥質片岩などを含む．変成塩基性岩類のうち，原岩が推定できるものは変成ハンレイ岩のみで，その他は原岩が不明である．構造岩塊の多くは顕著な延性変形（閉じた褶曲）を示す．野母メランジュの基質はアクチノ閃石片岩，滑石片岩，緑泥石片岩，アルカリ角閃石片岩などであり，構造岩塊として変成火山岩・火山砕屑岩類（変成された枕状溶岩，ハイアロクラスタイト，火山角礫岩など），変成ハンレイ岩，角閃岩，曹長岩などが含まれる．メランジュは全体としてblock-in-matrix構造を示すが，構造岩塊自身もblock-in-matrix構造（マグマの冷却過程で生じた自破砕組織やカタクラスティックな破砕組織）を示すものが多く，延性変形を示すものは稀である．

＜変成度＞　西彼杵メランジュの変成度は，400–500 ℃，1–2 GPa程度[1]であり，雪浦のものだけがマイクロダイヤモンドの産出により，2.8 GPa以上の超高圧条件を示す[4]．また変成単斜輝岩由来の交代岩は例外的に高温（約800 ℃）の条件を示し，これらの岩石がウェッジマントル由来であることを示唆する[1]．野母メランジュは，温度圧力計に用いることのできる鉱物組み合わせが存在しないことにより，pseudosection法により，おおよその変成条件を見積もった．その結果，藍閃石とカトフォル閃石を含む変成ハンレイ岩について，460–500 ℃，0.8–0.9 GPaという結果を得た．これにより，野母メランジュの形成条件は西彼杵メランジュと比較して，温度はほぼ同じで，圧力は著しく低いことが示された．

＜成因に関する考察＞以上の岩種構成と変成条件から，西彼杵メランジュは，沈み込み帯の

©日本地質学会

ウェッジマントルに由来する超苦鉄質岩類と海洋地殻表層部の苦鉄質岩類が，深部で混合し，沈み込み帯の付加体堆積物の中に構造的に貫入したと考えられる．変成火山岩類が認められないのは，強い延性変形と再結晶作用により，原岩組織が失われたためと考えられる．一方，野母メランジュには角閃岩が特徴的に含まれる．これは大洋底変成作用の産物と考えられ，変成火山岩類とともにメランジュ中に産することは，野母メランジュの起源が，oceanic core complexまたはそれに類似した海洋リソスフェアの物質に由来し，沈み込み帯の比較的浅い場所で，沈み込む海洋プレート表層に露出していたこれらの岩石が混合し，変成作用を受けたものと推定される．

引用文献　1 Nishiyama et al., (2024) Island Arc, 33, e12527,　2　西山ほか（2024）地質学会講演要旨　T1-O-4,　3 Wakabayashi (2011) GSA Special Paper 480, 4 Nishiyama et al., (2020) Sci. Rept, 10: 11645

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第2会場(E107)

[2oral201-12] T1 ［トピック］変成岩とテクトニクス

座長:LAKSHMANAN Sreehari(Shimane U.)、大柳 良介(国士舘大学)

11:45 ~ 12:00

[T1-O-23] 蛇紋岩マトリックスの球状粒（スフェルール）とその実験的研究

*鳥海 光弘[1] (1. 海洋研究開発機構)

キーワード：蛇紋岩マトリックス、スフェルール、粉体振動実験

蛇紋岩はしばしば強く破砕され, 粉体化されたマトリックスが顕著に発達している（１）（２）。粉体は蛇紋石や滑石、方解石の超微粒子からなり、しばしば球状のクラスタ、スフェルールとなっている。その大きさは約1mm程度であり、中央部にマグネタイトの超微粒子が見られることもある。このような球状粒の形成は、マトリックス粉体が、水あるいは水蒸気の存在下での流動凝集によって形成されたと考えられ、蛇紋岩の粉体に至る破砕過程と粉体運動の物理を理解する重要なプロセスである。そこで本報告では, 極超微粒子の球状凝集とそのカイネティクスについてコランダム超微粒子を用いて振動実験を行った結果、次のような結論を得た。 スフェルールは１−１０Hzの振動実験で普遍的に形成される。 振動数が増加とともにスフェルールの粒径増加速度は大きくなる。 速度の時間変化は漸近的である。 定速度実験では増加速度は振動実験に比して極めて小さい。これらの結果から、破砕蛇紋岩マトリックスのスフェルールの形成は粉体マトリックスの不規則な流れ、あるいは乱流によるものであると結論される。参考文献（１）、Hirauchi K, Oyanagi R, Okamoto A, Nagata Y, Kataoka K, Michibayashi K, 2021, Earth Planet.Sci.Lett., 576i;117232, doi.org:10.1016/jepsl.2021.117232.（２）、Uno M, Kirby S, 2019, Lithos, 336-337, 15, 276-292.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T10 ［トピック］テクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第2会場(E107)

[2oral213-21] T10 ［トピック］テクトニクス

座長:向吉 秀樹(島根大学)、藤内 智士(高知大学)、濵田 洋平(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T10-O-1]

［招待講演］海洋底から造山帯へ：三波川変成帯の深部付加プロセス

*遠藤 俊祐[1]、栗原 那知[1]、崎 海斗[1] (1. 島根大学)

ハイライト講演

15:30 ~ 15:45

[T10-O-2]

西南日本白亜紀地質進化に対する海嶺沈み込みモデルの再検討

*ウォリス サイモン[1] (1. 東京大学)

15:45 ~ 16:00

[T10-O-3]

室戸半島，暁新世〜前期中新世四万十帯付加コンプレックスの後背地変遷

*原 英俊[1]、藤内 智士[2]、松元 日向子[3] (1. 産業技術総合研究所、2. 高知大学、3. 大日本ダイヤコンサル)

16:00 ~ 16:15

[T10-O-4]

秩父盆地と五日市盆地から得られたジルコンU-Pb年代と古地磁気方位：本州中部、関東山地の新第三紀テクトニクスの新展開

*星 博幸[1]、松本 郁美[1]、岩野 英樹[2,3]、檀原 徹[2] (1. 愛知教育大学、2. 株式会社京都フィッション・トラック、3. 東京大学附属地殻化学実験施設)

学生優秀発表賞エントリー ECS

16:15 ~ 16:30

[T10-O-5]

前弧海盆の変形構造から明らかにする海山沈み込みテクトニクス〜新第三系宮崎層群における局所的な側方圧縮応力〜

*吉本 剛瑠[1]、山本 由弦[1] (1. 神戸大学)

16:30 ~ 16:45

[T10-O-6]

内陸断層の運動像からみた北信越地方の応力場とその空間変化

*小林 健太[1]、千葉 響[2]、高橋 啓太[3] (1. 新潟大学理学部地質科学教室、2. 原子力規制庁、3. 八千代エンジニヤリング株式会社)

16:45 ~ 17:00

[T10-O-7]

熊本県 日奈久断層帯の完新世テクトニクス

*横山 祐典[1,2,3,4]、タン エバン[1,3]、宮入 陽介[1]、白濱 吉起[5,6]、宮下 由香里[5] (1. 東京大学　大気海洋研究所、2. 東京大学　理学系研究科地球惑星科学専攻、3. 東京大学　総合文化研究科国際環境学教育研

©日本地質学会

究機構、4. オーストラリア国立大学　物理学研究所、5. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所、6. 東京大学　地震研究所)

17:00 ~ 17:15

[T10-O-8]

布田川断層帯における２種類の断裂帯での平均活動間隔の相違

*吉村 辰朗[1] (1. 第一復建株式会社)

17:15 ~ 17:30

[T10-O-9]

2025年6月開始の悪石島地震活動と琉球海溝域のPlate運動歪の蓄積と解放

*新妻 信明[1] (1. 静岡大学地球科学教室)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T10 ［トピック］テクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第2会場(E107)

[2oral213-21] T10 ［トピック］テクトニクス

座長:向吉 秀樹(島根大学)、藤内 智士(高知大学)、濵田 洋平(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T10-O-1] ［招待講演］海洋底から造山帯へ：三波川変成帯の深部付加プロセス

*遠藤 俊祐[1]、栗原 那知[1]、崎 海斗[1] (1. 島根大学)

【ハイライト講演】 高圧型の広域変成岩帯は、沈み込み境界の深部で起こるさまざまな現象を理解するための「窓」として重要視されてきた。発表者らは、四国の三波川変成岩類を主な対象として、緻密な野外地質調査と岩石記載に基づく研究を展開し、それらの形成に関わる底付け付加作用の実態を明らかにしてきた。本招待講演では最新の研究成果に基づき、三波川変成岩帯からみた白亜紀の海洋プレートの特徴や付加テクトニクスについて紹介していただく。 ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：白亜紀、三波川変成帯

【はじめに】

三波川変成帯の形成と上昇のテクトニクスは，野外地質学・構造岩石学・相平衡岩石学の手法により，地質構造・温度構造・個々の岩石の変成変形履歴の関連づけを通じて議論されてきた．近年，海嶺（別子型銅鉱床のRe-Os年代：Nozaki et al., 2013）から海溝（砕屑性ジルコン年代による制約：例えばNagata et al., 2019）に至る海洋底層序の原岩形成年代および変成年代（マルチ年代学＋岩石学による定量的な温度－圧力－時間経路）のデータが十分ではないにしても蓄積されてきたことで，過去の海洋プレート復元モデル（例えばWu et al., 2024）と具体的なリンクが可能になりつつある．また，白亜紀沈み込み境界において，浅部に付加した四万十付加体と深部に付加した三波川変成岩という理解が定着し，両者の比較を通じて，沈み込み境界の変形・続成～変成作用・流体－岩石反応などの深度変化の追跡の可能性が開けた．本講演では，発表者が地質図作成を行った高知県本山地域および愛媛県桜樹屈曲地域の白滝ユニット（呼称は研究者により異なる）に焦点を当て，三波川変成帯の形成に関与した海洋プレートの特徴や付加テクトニクスについて整理する．

【三波川変成帯の範囲】

三波川変成帯の低変成度部は，一般的な付加体と同様に，下位若化のナップ集積構造を基本とし，その構造的上位には御荷鉾緑色岩類を含む前期白亜紀付加体や秩父北帯のジュラ紀付加体が位置する．地域により地質構造の姿勢や削剥レベルに差異はあるが，四国では後期白亜紀に付加した白滝ユニットが広く露出し，南縁部は南傾斜の構造を示す．したがって，「三波川変成帯」の範囲は，南限を画する断層に依存する．西南日本における中生代付加体～高圧型変成帯の海洋底層序を復元すると，白亜紀中頃に沈み込んだ海洋プレートの年齢が急変したことが示唆される．プレート復元モデルでは，白亜紀中頃からイザナギプレートの北東アジア縁への沈み込みが始まり，55 Ma頃にイザナギ－太平洋海嶺が到達する．これに先行する海洋プレートをWu et al. (2024)はMarginal Sea Plateと称している．前期白亜紀に付加した南縁部（御荷鉾緑色岩類を含む）と後期白亜紀の白滝ユニットとの境界は清水構造

©日本地質学会

線であり，これが北東アジア縁に沈み込む海洋プレートの切り替わりに対応する地質境界と考えられる．

【海洋地殻の大規模な底付け付加】
清水構造線以南の弱変成岩や秩父付加体は，ホットスポット海山起源の玄武岩類や石灰岩を多く含むのに対し，三波川変成帯主要部（白滝ユニット）や同時期の四万十付加体はそれらに乏しく，苦鉄質岩類の大部分は中央海嶺玄武岩（MORB）起源である．一方で，白滝ユニットの遠洋性〜半遠洋性堆積物に貫入した小規模なアルカリ玄武岩起源の変成岩が広域に確認され，イザナギプレート上にはホットスポット海山は乏しかったものの，プチスポット的な小規模プレート内火成活動は普遍的であったことを示す．白滝ユニットは，側方連続性の良いMORB起源の苦鉄質片岩の厚層により特徴づけられ，その複雑な内部構造（横臥褶曲を多数含む）は，これら苦鉄質片岩層の詳細なマッピングにより明らかとなる．苦鉄質片岩の厚層が出現する層序位置から，深さ約20 kmで大規模な海洋地殻の底付け付加（underplating）が生じたことが示されている（Endo et al., 2024）．そのメカニズムや現世の沈み込み帯での対応現象は，重要な検討課題である．四国西部の白滝ユニットは特に厚い苦鉄質片岩層を含むが，そこではMORBに貫入したとみられる粗粒な変成斑れい岩が確認されており，このような海洋地殻の不均質性が底付け付加において重要な役割を果たした可能性がある．変質玄武岩とは異なり，Fe_2O_3に乏しく単純系に近い変成斑れい岩は不連続脱水反応を起こす傾向があり，原岩の斜長石に富む部分は沈み込み初期の加水によりパンペリー石やローソン石を形成し，深さ20 kmで緑れん石族鉱物に分解する際に顕著な脱水を起こす．この反応は浸透率の低い海洋地殻内で流体圧上昇を伴い，剪断破壊に寄与すると考えられる．このような反応の痕跡は，桜樹屈曲地域南部の苦鉄質片岩の厚層の下底部に薄く広がる変成斑れい岩（流体起源の炭質物を含有）から確認された．

文献：
Endo et al. (2024) Elements, 20, 77-82.
Nagata et al. (2019) Island Arc, 28, e12306.
Nozaki et al. (2013) Scientific Reports, 3, 1889.
Wu et al. (2024) Elements, 20, 103-109.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T10 ［トピック］テクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第2会場(E107)

[2oral213-21] T10 ［トピック］テクトニクス

座長:向吉 秀樹(島根大学)、藤内 智士(高知大学)、濵田 洋平(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

ハイライト講演

15:30 ~ 15:45

[T10-O-2] 西南日本白亜紀地質進化に対する海嶺沈み込みモデルの再検討

*ウォリス サイモン[1] (1. 東京大学)

【ハイライト講演】 日本列島の形成過程を理解するうえで、海嶺の沈み込みはきわめて重要な地質イベントの一つである。特に白亜紀の海嶺沈み込みは、三波川・領家変成作用や大規模な火成活動と深く関連づけられて議論されてきた。しかし近年、従来の枠組みでは説明しきれない地質記録が相次いで報告され、海嶺沈み込みモデルの再検討が求められている。本発表では、この海嶺沈み込みモデルに関する最新の知見を整理し、従来の理解を踏まえつつ一歩進んだ新たな枠組みをご紹介いただく。 ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：海嶺沈み込み、白亜紀西南日本、三波川帯、領家帯、スラブの年齢

これまで西南日本の白亜紀地質史は、発散海嶺や若いリソスフェアは重要視されてきた。特に三波川帯および領家帯の形成は、イザナギプレートとクーラあるいは太平洋プレートの海嶺がアジア大陸東縁に沈み込んだ結果とされてきた(e.g. 1, 2, 3, 4)。しかし、以下の地質学的観察事実は、このモデルと整合しない点を示している。 (i) 三波川帯における広域なメタチャートの分布は、放散虫軟泥の堆積速度から、沈み込んだ海洋プレートが必ずしも若くなかったことを示唆する(5)。 (ii) 約150 Maの別子型硫化鉱床が、沈み込んだ海洋プレート起源の苦鉄質片岩中に存在し、プレートの年齢が150 Ma以前であったことを示す(6)。 (iii) 変成したtrench-fill堆積物からは約100–80 Maの砕屑性ジルコン年代が得られ、プレート沈み込み時の堆積活動を反映している(e.g. 7)。 (iv) エクロジャイト中の89 Maのガーネット Lu–Hf年代が、高圧変成作用の時期を示す。上記（ii）及び（iii）と（iv）の間には約60 Myr以上の年代差が存在し、沈み込んだ海洋プレートは熱的に十分に古かったと考えられる。さらに、スラブウィンドウ形成を考慮した熱モデルでは、沈み込みおよび海嶺の拡大速度が速度数センチ毎年の条件では、含水ソレアイト質マグマの固相線を超える期間は数Myr未満とされている(8)。これは、領家帯における約30 Myr（100–70 Ma）にわたる連続的な火成活動とは整合しない。現代の地質例では、海嶺沈み込みに伴いマグマ活動が顕著に減少または停止することが知られており、これはスラブの消失に伴う上部マントルへの水供給の断絶に起因するとされる。実際、東アジア縁辺では50±10 Maに火成活動の空白期が認められており(9)、イザナギ－太平洋海嶺の沈み込み時期に対応する可能性があるが、これは三波川－領家帯の変成・造山作用の終了時期よりも大幅に遅れている。1980年代に提唱されたプレート復元モデル(10)は長年使われてきてきたが、その復元は白亜紀中期の海嶺沈み込みを支持する結果を示している。しかし、近年の古地磁気データおよび沈み込みによって地表から姿を消したスラブの量を推定するのに用いられるマントル地震波速度トモグラフィーの結果、そのプレート復元は大きく見直された(e.g. 11)。最新のものによると、三波川－領家変成作用当時のスラブ年齢が約60 Myrであったことが示唆し、岩石記録と調和的である。以上の地質学的および地球物理学的証拠は、海嶺の沈み込みを主要因とする従来の西南日本の白亜紀地

©日本地質学会

質進化に関するモデルを見直し、新たな枠組みを考える必要があることを示す。

<参考文献> 1) Maruyama 1997, Island Arc; 2) Iwamori 2000, EPSL; 3) Aoya et al. 2003, Geology; 4) Wallis et al. 2009, Journal of Metamorphic Geology; 5) Aoya et al. 2013, Niihama 1:50,000 Geological Map, AIST; 6) Nozaki et al. 2013, Scientific Reports; 7) Knittel et al. 2024, Elements; 8) Okudaira & Yoshitake 2004, Island Arc; 9) Yamaoka & Wallis 2023, Progress in Earth and Planetary Science; 10) Engerbretson et al. 1985, Geological Society of America Special Publications; 11) Wu et al. 2024, Elements.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T10 ［トピック］テクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第2会場(E107)

[2oral213-21] T10 ［トピック］テクトニクス

座長:向吉 秀樹(島根大学)、藤内 智士(高知大学)、濵田 洋平(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

15:45 ~ 16:00

[T10-O-3] 室戸半島，暁新世～前期中新世四万十帯付加コンプレックスの後背地変遷

*原 英俊[1]、藤内 智士[2]、松元 日向子[3] (1. 産業技術総合研究所、2. 高知大学、3. 大日本ダイヤコンサル)

キーワード：四万十帯、室戸半島層群、菜生層群、後背地、日本弧

四国東部の室戸半島では，四万十帯に属する暁新世～前期中新世の付加コンプレックスが広く分布する（平ほか，1980; Hibbard et al., 1992）．このうち暁新統～下部漸新統は室戸半島層群，上部漸新統～下部中新統は菜生層群と呼ばれている．原ほか（2024）は，両層群において砂岩組成及び砂岩と凝灰岩のジルコンU–Pb年代測定を行い，層序区分の見直しを行った．今回，両層群の後背地変遷を検討し，さらに日本弧の発達史との関係から，四万十帯付加コンプレックスの形成過程について考察する．層序区分の見直しでは，室戸半島層群は大山岬層・東川層・奈半利川層・佐喜浜メランジュ・室戸層・漸新統メランジュに区分される．菜生層群は日沖メランジュ・津呂層・坂本メランジュ・岬層に区分され，これらは海溝斜面堆積物の四十寺山層に覆われる．

室戸半島層群の砂岩は，石英・長石に富む長石質～石質アレナイトからなり，SiO_2含有量は約80wt%以上である．砕屑性ジルコンの年代分布では，室戸半島層群からは２つの傾向が見られる．暁新統～下部始新統の大山岬層・東川層は，白亜紀のジルコンから構成される単一の年代ピークを示す特徴をもち，原生代のジルコンをわずかに含む．一方，中部始新統～下部漸新統の奈半利川層・佐喜浜メランジュ・室戸層では，ペルム紀～白亜紀のジルコンを多く含み，これらが複数の年代ピークを示す．また前期古生代や原生代のジルコンも含む．菜生層群の砂岩は，室戸半島層群に比べ火山岩片を含み，石質ワッケ～アレナイトからなり，SiO_2含有量は約80wt%以下である．白亜紀と古第三紀のジルコンを多く含み，これらが2つの年代ピークを示す．またペルム紀～ジュラ紀と原生代のジルコンも含む．

砂岩組成及び砕屑性ジルコン年代より，四万十帯付加コンプレックスの形成と，後背地である日本弧の発達史（Imaoka et al., 2011; Kano et al., 2017；中嶋，2018）との関連について検討を行う．暁新世～前期始新世には，大山岬層で三波川変成岩類や領家・山陽深成岩類を起源とする特異的な礫岩が堆積する（平ほか，1980）．この礫岩は，イザナギー太平洋海嶺の沈み込みに伴う，日本弧の急激な上昇と削剥によって形成されたと考えられている（Shimura et al., 2025）．またイザナギー太平洋海嶺の沈み込みの時期（60–40 Ma）は，日本弧側で火成活動のハイエタスが生じ，さらに130–60 Maに形成された白亜紀の火山弧が回転・削剥したことが議論されている（Yamaoka and Wallis, 2023）．大山岬層と東川層における大量の白亜紀ジルコンの供給は，海嶺沈み込みのイベントが関連していることを示唆する．中期始新世～前期漸新世は，海嶺の沈み込み後，引き続き若い太平洋プレートの沈み込みが起きた．そして，アジア大陸東縁で火山弧が形成されるとともに，背弧側ではリフティングも生じた．この時期には，主にペルム紀～白亜紀の基盤の上昇・削剥が起きジルコンが供給されている．一方，古第三紀の火山弧からの供給は非常に稀である．そのため，上

©日本地質学会

昇・削剥のイベントは前弧域に集中していたと考えられる．後期漸新世には，日本列島全域が広域不整合に覆われた．この時期，菜生層群の日沖メランジュが形成されている．日沖メランジュは，泥岩ないし泥質基質の多いメランジュからなる．不整合形成時には，海溝にも粗い堆積物の供給が生じていなかったことが示唆される．中期中新世になると，日本海拡大初期のリフティングが起き始めた．津呂層・坂本メランジュ・岬層では，奈半利川層群に比べ砂岩中に火山岩片を含むこと，さらに白亜紀と古第三紀のジルコンを多く含む特徴がある．また堆積年代に調和的な前期中新世のジルコンもわずかながらに含まれる．この時期は，前弧側の白亜紀の火山弧だけでなく，背弧側の古第三紀の火山弧も広く上昇・削剥したことが考えられる．菜生層群の形成後，四国海盆の沈み込みや本格的な日本海拡大へと日本弧のテクトニクスが劇的に変化する．室戸半島層群と菜生層群の後背地変遷から，暁新世から前期中新世にかけた日本弧の発達史に関連し，四万十帯の付加コンプレックスが連続的に形成されたことが復元できる．

文献：原ほか（2024）日本地質学会第131年学術大会講演要旨．Hibbard et al. (1992) IAR 1, 133–147. Imaoka et al. (2011) JAES 40, 509–533. Kano et al. (2007) JAES 30, 20–32. 中嶋（2018）地質雑 124，693–722. Shimura et al. (2025) Tectonics 44, e2024TC008497. 平ほか (1980)四万十帯の地質学と古生物学，319–389. Yamaoka and Wallis (2023) PEPS 10, 62.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T10 ［トピック］テクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第2会場(E107)

[2oral213-21] T10 ［トピック］テクトニクス

座長:向吉 秀樹(島根大学)、藤内 智士(高知大学)、濵田 洋平(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

16:00 ~ 16:15

[T10-O-4] 秩父盆地と五日市盆地から得られたジルコンU-Pb年代と古地磁気方位：本州中部、関東山地の新第三紀テクトニクスの新展開

*星 博幸[1]、松本 郁美[1]、岩野 英樹[2,3]、檀原 徹[2] (1. 愛知教育大学、2. 株式会社京都フィッション・トラック、3. 東京大学附属地殻化学実験施設)

キーワード：関東山地、秩父盆地、五日市、新第三紀、伊豆弧、U-Pb、古地磁気、テクトニクス

はじめに　筆者らは関東山地北部の秩父盆地および関東山地東縁部の五日市盆地に分布する新第三系堆積岩から得られたジルコンU-Pb年代と古地磁気方位について報告する。関東山地は中新世以降にアジア大陸に対して約90°時計回りに回転したと考えられている[1]。その回転の半分は日本海拡大時に西南日本と一体となって起こった時計回り回転で、残りの半分は伊豆弧の本州への衝突・突入に伴う時計回り回転と解釈されている[2]。西南日本の時計回り回転は17.5〜15.8 Maの間に起こったと考えられている[3]。これらの考えを統合すると、関東山地は17.5〜15.8 Maの間に西南日本の一部としてアジア大陸に対して45°程度時計回りに回転し、15.8 Ma以降さらに45°程度時計回りに回転したことになる。しかし、今回得られたデータはこの推論と合わない。

秩父盆地　中新統赤平層群上部、秩父町層に挟在する珪長質軽石質凝灰岩についてLA-ICP-MS法でジルコンU-Pb年代を測定した。この凝灰岩は火山灰タービダイトと考えられ、ジルコン粒子年代値の分布から砕屑性ジルコンの混入が確認されたため、YC2σ(3+)法[4]を適用して最若年代クラスター判別とその年代決定を試みた。その結果、15.2 ± 0.2 Ma（7粒子、MSWD = 1.3）の加重平均年代値が決定された。これは赤平層群上部から初となる放射年代値報告である。この年代値は最大堆積年代（MDA）と判断されるが、軽石質凝灰岩であること、および粒子年代値が適度にまとまっていることから，ほぼ堆積年代を示す可能性が高い。先行研究の古地磁気データ[1]を信用すると、赤平層群上部は正極性であることからクロノゾーンC5Bn下部に対比され、年代は約15.1 Maと判断される。赤平層群の古地磁気方位は約90°の東偏を示すことから、秩父盆地における約90°の時計回り回転は15.1 Ma以降に起こったと考えられる。

五日市盆地　中新統秋川層群上部、横沢層の下部に挟在する珪長質細粒凝灰岩についてもLA-ICP-MS法でジルコンU-Pb年代を測定した。この凝灰岩も火山灰タービダイトであり、砕屑性ジルコンの混入も確認されたため、秩父盆地の場合と同様にYC2σ(3+)法で最若年代クラスター判別とその年代決定を試みた。その結果、17.9 ± 0.2 Ma（11粒子、MSWD = 1.3）の加重平均年代値が決定された。これは秋川層群から初となる放射年代値報告である。この年代値はMDAと判断されるが、秩父盆地の場合と同様、ほぼ堆積年代を示す可能性が高い。横沢層の上部は浮遊性有孔虫化石層序のN8帯（17.0〜15.1 Ma）に対比されるため、横沢層の下部と上部との間に数10万年以上の堆積年代ギャップ（堆積速度の著しい減少、または不整合）が存在する可能性がある。一方、秋川層群の合計23地点から採取した泥岩と凝灰岩の古地磁気を検討した結果、10地点から古地磁気褶曲テストと逆転テストに合格する信頼性の高

©日本地質学会

い方位が得られた。秋川層群下部の幸神層・小庄層・館谷層が正極性、横沢層下部が逆極性であり、上述のU-Pb年代を踏まえると正極性帯はC5Enに、横沢層下部の逆極性帯はC5Drにそれぞれ対比可能と判断される。10個の地点方位の平均は偏角が約98°、伏角が約57°で（α_{95} = 約10°）、アジア大陸の前期中新世参照方位と比較すると、五日市盆地では横沢層下部堆積後にアジア大陸に対して約90°の時計回り回転が起こったと考えられる。

示唆　秩父盆地と五日市盆地の古地磁気方位はほぼ同じで有意差がないため、今回得られた2個のU-Pb年代値が凝灰岩の堆積年代を示すと仮定すると、関東山地では17.9 ± 0.2 Maから15.1 Maまでの間に回転運動がなかったことになる。関東山地は日本海拡大時にアジア大陸に対して平行移動し、日本海拡大後の15.1 Ma以降に伊豆弧衝突によって約90°時計回りに回転したと考えられる。今回の結果は、伊豆弧衝突が関東山地の地殻運動に与えた影響は従来の推測よりも大きいこと、本格的な衝突開始は15.1 Ma以降の可能性が高いこと、および本州中部の八の字型屈曲構造（関東対曲構造）の形成過程は見直しが必要であることを示唆する。

文献

[1] Hyodo & Niitsuma, 1986, J. Geomag. Geoelectr. 38, 335-; [2] Takahashi & Saito, 1997, Isl. Arc 6, 168-; [3] Hoshi et al., 2015, EPS 67, 92; [4] Dickinson & Gehrels, 2009, EPSL 288, 115-

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T10 ［トピック］テクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第2会場(E107)

[2oral213-21] T10 ［トピック］テクトニクス

座長:向吉 秀樹(島根大学)、藤内 智士(高知大学)、濵田 洋平(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

学生優秀発表賞エントリー ECS

16:15 ~ 16:30

[T10-O-5] 前弧海盆の変形構造から明らかにする海山沈み込みテクトニクス～新第三系宮崎層群における局所的な側方圧縮応力～

*吉本 剛瑠[1]、山本 由弦[1] (1. 神戸大学)

キーワード：海山沈み込み、前弧海盆、九州ーパラオ海嶺、応力逆解析、宮崎層群

本研究は、新第三系宮崎層群における小断層解析から、沈み込む九州—パラオ海嶺の直上において海山列の沈み込み方向と平行する局所的な水平圧縮応力場をみいだした。また、堆積岩の鉛直有効応力とポアソン比、断層運動時の応力比から、局所的な主応力方向の変換に必要な水平応力の増加量を計算したので、報告する。

新第三系宮崎層群は、後期中新世—鮮新世の前弧海盆堆積物で構成される。砂泥互層の岩相とその固結度が側方に変化するため、宮崎層群は、固結度の高い砂岩優勢の南部（青島相）と、固結度の低い泥岩優勢の北部（宮崎相・妻相）に区分される（Shuto, 1961）。南北ブロックの境界は幅数百mの断層帯で隔てられ、南部は北部より約2000 m大きく隆起したと指摘されている（Yoshimoto et al., 2023）。この地域では、約500万年前以降から現在にかけて九州—パラオ海嶺が沈み込んでいる（Underwood, 2018）。宮崎層群の南北部境界と海山の沈み込み位置が一致することから、南部の局所的な隆起は、海山沈み込みと関連していると考えられている。したがって、宮崎層群、とくに南北ブロック境界付近の変形構造は、海山沈み込みに起因する変形を記録している可能性が高い。そこで本研究は、宮崎層群において小断層を用いた古応力解析を実施し、海山沈み込みが前弧海盆に与えた力学的影響を評価した。

宮崎層群南北部ともに、N–S、NE–SW、NW–SE方向の正断層が卓越している。一方で、南北部境界付近では左横ずれおよび斜めすべり正断層が優位に発達している。Hough変換による応力逆解法（Yamaji et al., 2006）を用いて、300条の断層スリップデータから古応力方向を推定した結果、二つの主要な独立した古応力状態が確認された。

第一の応力状態（応力α）は宮崎層群全域にわたって観察され、鉛直に近い最大主応力軸（σ_1）とNW–SE方向の最小主応力軸（σ_3）をもち、応力比（φ）は約0.2（$\sigma_1 > \sigma_2 \approx \sigma_3$）であった。この応力場は、九州全域で報告されている後期中新世—鮮新世のNW–SE引張応力と整合的である。一方、第二の応力状態（応力β）は南北部境界付近で卓越し、ほぼ鉛直かつWNW–ESE方向に大円分布するσ_1およびNNE–SSW方向のσ_3を示し、応力比は約0.7（$\sigma_1 \approx \sigma_2 > \sigma_3$）と高かった。この応力状態は、最大水平応力軸がNE–SWからWNW–ESE方向に転換した結果と解釈される。海溝軸と直交する引張応力（応力α）は、沖縄トラフの背弧リフティングおよび九州南部に沈み込むスラブの後退によって引き起こされたと考えられている（Tokushige and Fabbri, 1996）。一方で、海溝軸と直交する水平圧縮応力（応力β）は、九州—パラオ海嶺に沿った海山沈み込みに起因する局所的な圧縮応力場である可能性が高い。

本研究では、古応力解析で得られた応力比、圧密試験から得られた泥岩の鉛直有効応力（σ_1 = 50 MPa）、堆積岩のポアソン比（$\nu \approx 0.3$）を用いて、断層が運動した際の主応力の絶対値

©日本地質学会

を計算した。その結果、応力αではNW–SE方向の最小主応力（σ_3 = 14.3 MPa）だったものが、応力βで中間主応力（σ_2 = 41.4 MPa）に変化するためには、埋没深度5 kmにおいて27 MPaの水平圧縮応力の付加が必要であることが示された。このことは、海山の沈み込みが前弧海盆においても局所的な圧縮および横ずれ断層活動を引き起こすことを強く示唆する。

Reference

Shuto, T., 1961. Palaeontological Study of the Miyazaki Group: A General Account of Faunas. Kyushu University, Series D, Geology, 2, 73-206. https://doi.org/10.5109/1526109

Tokushige, H., Fabbri, O., 1996. Mesofaults and associated stress field in the Late Miocene to Pliocene forearc deposits of the Miyazaki district, southeast Kyushu Japan. Journal of the Geological Society of Japan, 1, 622-634. https://doi.org/10.5575/geosoc.102.622

Underwood, M., B., 2018. The origin of strata within the inner accretionary prism of Nankai Trough: Evidence from clay mineral assemblages along the NanTroSEIZE transect. Island Arc, 27: e12252. https://doi.org/10.1111/iar.12252

Yamaji, A., Otsubo, M., Sato, K., 2006. Paleostress analysis using the Hough transform for separating stresses from heterogeneous fault-slip data. Journal of Structural Geology 28, 980e990. https://doi.org/10.1016/j.jsg.2006.03.016

Yoshimoto, T., Chiyonobu, S., Omori, Y., Zhang, F., Yamamoto, Y., 2023. Spatial variations in the consolidation of sediments in the Neogene Miyazaki forearc basin, Southwest Japan. Tectonophysics, 862, 229922. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2023.229922

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T10 ［トピック］テクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第2会場(E107)

[2oral213-21] T10 ［トピック］テクトニクス

座長:向吉 秀樹(島根大学)、藤内 智士(高知大学)、濵田 洋平(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

16:30 ~ 16:45

[T10-O-6] 内陸断層の運動像からみた北信越地方の応力場とその空間変化

*小林 健太[1]、千葉 響[2]、高橋 啓太[3] (1. 新潟大学理学部地質科学教室、2. 原子力規制庁、3. 八千代エンジニヤリング株式会社)

キーワード：小断層、多重逆解法、古応力、糸魚川-静岡構造線、新潟県、石川県

プレート内部の応力は，周囲のプレートとの相対運動などに起因し，ある範囲で共通なことが期待される．筆者らは，能登半島南部，糸魚川-静岡構造線（ISTL），長岡平野西縁断層帯などにおいて，地質図および露頭スケールの断層を解析し，応力とその変遷を求めてきた．その結果，引張から南北圧縮を経て，最新の東西圧縮へ至る変化が共通して認められた．一方，地域間の差異が無視できない箇所もある．今回，主にISTLの解析結果を紹介するとともに，差異が生じた原因を議論する．

ISTLの最北部は横川断層と称され，西側に先新第三系，東側に新第三系が分布する．糸魚川市フォッサマグナパーク（FMP）,その南方2露頭（横川・浦川露頭）を調査した（千葉ほか，印刷中）．FMPでは断層岩をFR1～18に区分した．多くは帯状に連続し，小断層が付随する．これら小断層を特にセンスに基づいて，4つの断層帯に取りまとめた．SF：北東-南西走向の左横ずれ断層，NF：北西-南東走向の左横ずれ正断層，DF2：北東-南西走向の右横ずれ逆断層，DF1：北東-南西走向の右横ずれ正断層，である．切断関係からこの順に形成されたと判断される．また，小断層と鉱物脈について，多重逆解法（山路，1999）と岩脈法（Yamaji & Sato，2011）を用いた古応力解析を行なった．FMPでは4つの応力が検出された．Stress FAはSF，FBはNF，FC2はDF2，FC1はDF1から得られ，この順に変遷したと考えられる．一方，横川露頭では4つ，浦川露頭では3つの応力が検出された．3つの露頭において，最後期の応力は共通して北東-南西ないし東西にσ1軸が向く特徴がある．

能登半島南部の宝達山北縁断層帯では，日本海拡大期以降の応力変遷が認められ，最新の応力は西北西-東南東圧縮を示す（高橋・小林，2018）．長岡平野西縁断層帯（鳥越断層）でも，西北西-東南東圧縮を示す逆断層や褶曲が形成されている（小林・菅，2025）．ともにフィリピン海プレートの北西進で説明できるが，横川断層のσ1軸はこれとやや合わない．同様な応力方位の変化は，2014年長野県北部地震（M6.7）とその余震活動でも認められた（Panayotopoulos et al., 2016）．震源断層の東側（上盤）では西北西-東南東にP軸を持つ逆断層型のメカニズム解が卓越し，周囲の褶曲構造とも調和的であるのに対し，下盤側では横ずれ型が多く，P軸方位は東西から北東-南西へ振る．ISTLに共通した現象であり，アムールプレートの東進に起因する可能性が高い．

文献：
千葉 響・高橋啓太・小林健太，印刷中，地質雑．
小林健太・菅 敦成，2025，JpGU演旨．
Panayotopoulos, Y., Hirata, N., Hashima, A., Iwasaki, T., Sakai, S., Sato, H. 2016, Tectonophysics.
高橋啓太・小林健太，2018，JpGU演旨．

©日本地質学会

山路 敦，1999，構造地質．
Yamaji, A. & Sato, K., 2011, JSG.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T10 ［トピック］テクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第2会場(E107)

[2oral213-21] T10 ［トピック］テクトニクス

座長:向吉 秀樹(島根大学)、藤内 智士(高知大学)、濵田 洋平(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

16:45 ~ 17:00

[T10-O-7] 熊本県 日奈久断層帯の完新世テクトニクス

*横山 祐典[1,2,3,4]、タン エバン[1,3]、宮入 陽介[1]、白濱 吉起[5,6]、宮下 由香里[5] (1. 東京大学　大気海洋研究所、2. 東京大学　理学系研究科地球惑星科学専攻、3. 東京大学　総合文化研究科国際環境学教育研究機構、4. オーストラリア国立大学　物理学研究所、5. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所、6. 東京大学　地震研究所)

キーワード：熊本地震、完新世、海水準

2016年4月14日にマグニチュード(M_j) 6.5、続く16日にM_j 7.3の巨大地震が熊本県で発生した。破壊したのは布田川断層帯と日奈久断層帯の一部であり、30 km以上にわたり地表地震断層が現れた [1]。日奈久断層帯は熊本平野から八代海にかけて連続する長さ約81 km以上の断層帯であり、北から高野—白旗区間、日奈久区間、八代海区間の３つに分けられている[2]。同断層帯は2016年の熊本地震の影響で地震活動が活発化し、次の地震発生が懸念されているが、現在まで日奈久区間から南において大きな地震は発生していない。これまで日奈久断層帯の高野—白旗区間及び日奈久区間では、複数のトレンチ調査が行われ、壁面から採取した地層の放射性炭素年代にもとづいて、活動履歴に関する検討が行われてきた。熊本地震後は、それまで年代測定に供されていなかったような有機物含有量の少ない堆積物についても放射性炭素年代測定が適用され、詳細な活動履歴が復元可能となってきている[3]。南西部の日奈久区間の2地点でもトレンチ調査が行われ、過去3回および5回の古地震履歴が復元されている[4]。一方、地盤の長期安定性評価については、過去の相対的海水準変動の情報が用いられる。第四紀の海水準変動が氷期—間氷期の繰り返しにより引き起こされており、最終間氷期と中期完新世の海水準高度について現在の海水準との相違に関する検討を行うことで長期的な隆起—沈降の傾向についての情報が取得可能である[5,6]。そこで今回、今後の更なる地震活動が懸念されている日奈久断層帯の日奈久区間南部の完新世を通じたテクトニクスについて評価するために、同区間において、複数のボーリング掘削を行い、放射性炭素年代測定や地球化学的な分析結果と固体地球の変形モデル（GIA: Glacio-hydro Isostatic Adjustment [7]）を併用し、相対的海水準変動の情報を得た。本発表ではそれらの結果について紹介するとともに、過去約6,000年間のテクトニクスについて議論を行う。

引用文献

[1] Shirahama, Y., et al. (2016) E.P.S., 68:191, 1–12.
[2] 地震調査研究推進本部地震調査委員会（2013） 布田川断層帯・日奈久断層帯の評価（一部改訂）．https://www.jishin.go.jp/main/chousa/13feb_chi_kyushu/k_11.pdf
[3] Shirahama, Y., et al. (2020) Island Arc, 30:e12376, 1–17.
[4] 岡村行信ほか，(2019) 平成28年熊本地震を踏まえた総合的な活断層調査　平成28～30年度成果報告書．3.1 https://www.jishin.go.jp/main/chousakenkyuu/kumamoto_sogochousa/h28-h30/h28-h30kumamoto_sogochousa_3_1.pdf
[5] Tam, E. and Yokoyama, Y. (2020) Earth System Science Data, 13, 1477–1497.

©日本地質学会

[6] Yokoyama, Y., et al (2021) Nuclear Instr. Meth. Phys. Res. B. 535, 255–260.
[7] Yokoyama, Y., and Purcell, A (2021) Geoscience Letter 8, 13.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T10 ［トピック］テクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第2会場(E107)

[2oral213-21] T10 ［トピック］テクトニクス

座長:向吉 秀樹(島根大学)、藤内 智士(高知大学)、濵田 洋平(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

17:00 ~ 17:15

[T10-O-8] 布田川断層帯における２種類の断裂帯での平均活動間隔の相違

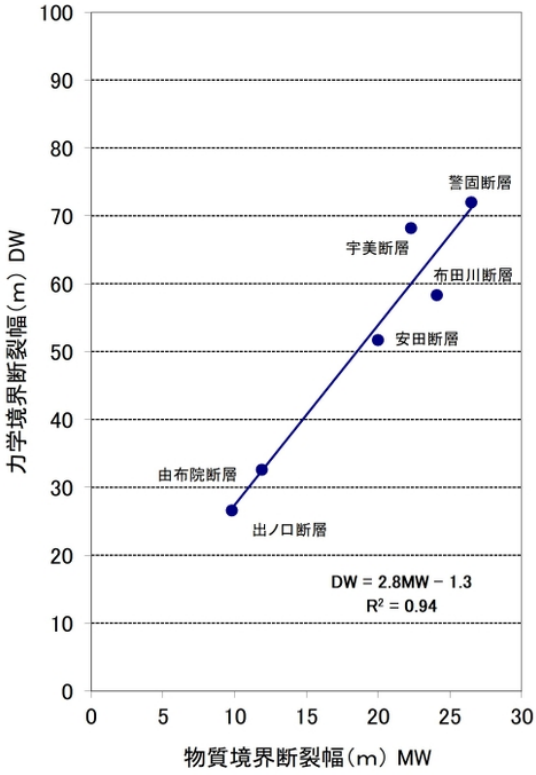
*吉村 辰朗[1] (1. 第一復建株式会社)

キーワード：布田川断層帯、断層関連褶曲、平均活動間隔

断層は，広域応力場に支配されて，系統性をもつ断層系をともなって断裂帯を形成することが多い。地層中には衝上断層や低角正断層の活動によって，その上盤側の地層中に断層運動に起因する褶曲が形成されることがある。このような断層運動と密接に関連して形成される褶曲は，断層関連褶曲と称される（天野・狩野，2009）。日本海東縁海域では，2007年能登半島地震や2024年能登半島地震のような沿岸域でも地震が発生しており，海底活断層が海底地形や地質構造の特徴をもとに認定されてきた。日本海東縁・庄内沖の反射断面では地下浅部で断層構造やこれに伴う背斜構造的な変形構造が認められている（森木ほか，2024）。九州北西部に分布する佐々川衝上断層では，断層関連褶曲の１つである「断層折れ曲がり褶曲」が観られる（沢田，1958）。断層折れ曲がり褶曲部において，γ線探査を用いて2種類の断裂帯を検出した。中村（1989）は，プレートの沈み込む境界を「物質境界」，プレート間のずれが実際に生じるところを「力学境界」と称した。この観点から断層構造が「物質境界」，変形構造が「力学境界」に対応すると考え，本稿では，佐々川衝上断層近傍の断裂SB（断裂幅：150m）を「物質境界断裂帯」，変形構造に該当する断裂SA（断裂幅：425m）を「力学境界断裂帯」と称する。「力学境界断裂帯」の断裂幅は，「物質境界断裂帯」の断裂幅の約3倍である。曲げ褶曲構造（木村ほか，1996）を，佐々川衝上断層で見られる事象と対応させた場合，「物質境界断裂帯（断裂SB）」は，圧縮応力によって形成され，「力学境界断裂帯（断裂SA）」は引張り応力によって形成される。佐々川衝上断層において認められた2種類の断裂帯は，活断層分布地（警護断層・宇美断層・由布院断層・安田断層・出ノ口断層・布田川断層）でも認められる。「力学境界断裂幅」（DW）と，「物質境界断裂幅」（MW）の対応を図－１に示した。図－１より，「力学境界断裂幅（DW）」と「物質境界断裂幅（MW）」には，【DW≒３・MW　①式】の関係が認められる。断裂幅は，地層の年代が古いほど広くなる傾向から累積性が推定され，断裂幅［FW（m）］と地層が断層変位を受けた時間［T（万年）］には【FW= ａ・T　　ａ：平均断裂幅拡張速度（m/万年）②式】の関係が認められる（吉村，2006）。物質境界断裂帯と力学境界断裂帯は，同じ期間に応力を受けているため①式と②式から，力学境界断裂幅（DW）は物質境界断裂幅（MW）より約3倍の平均断裂幅拡張速度で累積すると考えられる。この断裂幅拡張速度の違いによって，「力学境界断裂」の平均活動間隔の約3倍が「物質境界断裂」の平均活動間隔になると推定される。布田川断層の平均活動間隔は，8,100～26,000年とされていた（地震推進本部，2013）。岩佐ほか（2022）の布田川断層帯トレンチ調査では，平均活動間隔は2,400～3,800年と考えられている。熊本地震後の平均活動間隔（2,400～3,800年）の約3倍が，熊本地震前の平均活動間隔（8,100～26,000年）に相当する。このことは，熊本地震前は「物質境界断裂」を調査し，熊本地震後は「力学境界断裂」を調査した可能性があり，横ずれ断層においても「断層関連褶曲」が生じていると推定される。この事象は，警固断層においても認められる。 文献　1)天野一男・狩野健一(2009)：フィールド

©日本地質学会

ジオロジー6　構造地質学，共立出版株式会社，177p．2) 岩佐佳哉・熊原康博・後藤秀昭・石村大輔・細矢卓志(2022)：熊本県西原村小森におけるトレンチ掘削調査に基づく布田川断層帯の活動履歴，活断層研究，56号，47-58. 3) 地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013，布田川断層帯・日奈久断層帯の評価（一部改訂）．4) 木村敏雄・佐藤　正・徳山明(1996)：小地質構造，鉱山地質，16(78)，192-203．5) 森木ひかる・中田　高・後藤秀昭・杉戸信彦・徳山英一・隈本　崇(2025)：変動地形学的手法による海底活断層の認定と意義，活断層研究，61号，17-42. 5) 中村一明(1989)：火山とプレートテクトニクス，東京出版会，323p．6) 沢田秀穂(1958)：日本炭田図 II　北松炭田地質図ならびに説明書，地質調査所．7)吉村辰朗(2006)：破砕幅の成長過程から推定される活断層の発生数と発生時期－破砕幅の累積性とべき乗則－，活断層研究，**23**，7-14． キーワード：布田川断層帯，断層関連褶曲，物質境界断裂，力学境界断裂，平均活動間隔



図－１　物質境界断裂幅（MW）と力学境界団結幅（DW）の関係

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T10 ［トピック］テクトニクス

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第2会場(E107)

[2oral213-21] T10 ［トピック］テクトニクス

座長:向吉 秀樹(島根大学)、藤内 智士(高知大学)、濵田 洋平(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

17:15 ~ 17:30

[T10-O-9] 2025年6月開始の悪石島地震活動と琉球海溝域のPlate運動歪の蓄積と解放

*新妻 信明[1] (1. 静岡大学地球科学教室)

キーワード：悪石島、地震活動、琉球海溝、沖縄Trough拡大、Ｐlate運動歪蓄積面積、地震断層歪解放面積

琉球海溝域北西部吐噶喇列島悪石島では2025年6月21日から7月7日までの半月内に震度1以上の地震が1700回以上観測されている．その最大は震度5で，最大規模をM5.7とするCMT解も35個報告されている．この間に解放された総地震断層面積規模はM6.4に達しており，琉球海溝全域に沿う南華Plateに対するPhilippine海Plate運動面積を地震として解放していることになる．

火山列の載る吐噶喇列島の北方延長に位置する九州霧島の新燃岳では2018年6月27日以降休止してたが，2025年3月から山体膨張が観測され，2025年6月22日から噴火を開始し，2025年7月3日には噴煙が5000mにまで達している．火山の載る地殻・Mantleの上載荷重は液体のMagma圧力として地表の噴火活動として現れる．新燃岳の噴火と悪石島の過大な地震活動がほぼ同期していることは，両地域の地殻・Mantleに共通する歪に支配されていることが予想される．

沖縄海溝域のCMT解の地震断層面積を積算するBenioff曲線は，ほぼ一定の傾斜で増大している．ほぼ一様に増大している．しかし，同心円状屈曲して島弧地殻Mantleに載りあげられるPhilippne海洋底の琉球海溝震源帯TrPh，同心円状屈曲した海洋底が平面化する平面化震源帯uBdPh・背弧海盆拡大に対応する沖縄海盆震源帯RifPhOkwの主要震源帯では，M7.0以上の地震による明確な段差が認められる．各震源帯の段差は同期せず順次起こり，全体としてほぼ一様な歪解放を実現させている．例えば，沖縄海盆拡大震源帯Okw最大の段差「2」を造っている2015年11月14日M7.1の前には平面化震源帯の2011年11月8日M7.0，その前には琉球海溝震源帯TrPhの2010年2月27日M7.2である．この関係を念頭に，段差「3」を加えたが，活発な海溝震源帯TrPhに対し，平面化震源帯uBdPhの活動と背弧拡大震源帯RifPhの活動は低調で対応に苦慮していたところに今回の悪石島の地震活動が突然発生した．　ここで明らかになった海溝側から背弧側に震源帯を順次変換させてほぼ一定の歪解放を実現されてきたが，解放される地震断層面積のPlate運動面積に対する比が0.36と約3分の1のであり，残りの3分の2歪が何処かに蓄積していることになる．悪石島の地震活動が隠れていた蓄積歪が放出されているとも考えられる．　1850年以降の琉球海溝域の歴史地震と比較すると，1920年から1940年までの地震断層面積のPlate運動面積に対する比は，ほぼ等しくなっており，現在が異常で，悪石島地震は正常に戻る先駆けとも考えられる．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T8 ［トピック］原子力と地質科学

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[2oral301-10] T8 ［トピック］原子力と地質科学

座長:竹内 真司(日本大学)、吉田 英一(名古屋大学)、梅田 浩司(弘前大学)

8:45 ~ 9:15

[T8-O-1]

［招待講演］沿岸部を対象とした地層処分研究の現状と課題

*井川 怜欧[1] (1. （国研）産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

9:15 ~ 9:30

[T8-O-2]

地層処分の安全評価に向けた長期的な自然現象の確率論的評価手法の高度化

*後藤 淳一[1]、田窪 勇作[1]、三枝 博光[1]、稲倉 寛仁[2]、河村 秀紀[3] (1. 原子力発電環境整備機構、2. 西日本技術開発（株）、3. mcm japan)

9:30 ~ 9:45

[T8-O-3]

地層処分の安全評価に向けた地下環境の状態変化を考慮した地質学的視点

*大坪 誠[1] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

9:45 ~ 10:00

[T8-O-4]

花崗岩冷却過程と物質移行経路形成の関係

*笹尾 英嗣[1]、湯口 貴史[2] (1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 熊本大学)

10:00 ~ 10:15

[T8-O-5]

長期的な地形変化や海水準変動を考慮した四次元地質環境モデル構築と地下深部の水理場・化学場への影響評価に関する検討

*高林 佑灯[1]、尾上 博則[1]、髙畑 祐美[1]、鐙 顕正[2]、奥木 さくら[2]、橋本 秀爾[3]、松尾 重明[4]、三枝 博光[1] (1. 原子力発電環境整備機構、2. 株式会社大林組、3. 株式会社イーエムジー、4. 三菱マテリアルテクノ株式会社)

10:15 ~ 10:30

[2oral301-10-6add]

休憩

10:30 ~ 11:00

[T8-O-6]

［招待講演］JAEA東濃地科学センター 土岐地球年代学研究所における研究開発の現況

*石丸 恒存[1]、浅森 浩一[1]、花室 孝広 [1]、川村 淳[1] (1. 日本原子力研究開発機構)

11:00 ~ 11:15

[T8-O-7]

JAEA東濃地科学センター土岐地球年代学研究所における年代測定技術開発の現状

*花室 孝広[1] (1. 日本原子力研究開発機構)

11:15 ~ 11:30

[T8-O-8]

©日本地質学会

地下深部におけるマグマ等の高温流体の推定手法

*浅森 浩一[1]、雑賀 敦[1]、福田 将眞[1]、末岡 茂[1]、梅田 浩司[2] (1. 日本原子力研究開発機構、2. 弘前大学)

11:30 ~ 11:45

[T8-O-9]

表計算ソフトを用いた断層のすべり方向のミスフィット角の計算

*島田 耕史[1] (1. 日本原子力研究開発機構)

11:45 ~ 12:00

[T8-O-10]

御前崎沖の島が1854年安政東海地震の地震断層で沈没した可能性

*石渡 明[1] (1. なし)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T8 ［トピック］原子力と地質科学

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[2oral301-10] T8 ［トピック］原子力と地質科学

座長:竹内 真司(日本大学)、吉田 英一(名古屋大学)、梅田 浩司(弘前大学)

8:45 ~ 9:15

[T8-O-1] ［招待講演］沿岸部を対象とした地層処分研究の現状と課題

*井川 怜欧[1] (1. （国研）産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

キーワード：地層処分、沿岸部、地下水、塩淡境界、地質環境モデル

産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門地下水研究グループは2000年以降，経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業として，北海道の利尻島，千葉県の九十九里，茨城県の東海村などで沿岸部のおもに浅層地下水と塩淡境界に関する研究を実施してきた．その後，より地層処分事業を意識した沿岸域深部における地質環境特性に関する知見の収集のため，2007年４月から研究開発事業「沿岸域塩淡境界・断層評価技術高度化開発」を開始した．本事業は，現在までつづく沿岸部や海域を対象とした地層処分研究の基礎となった．本事業では海岸線から約300m内陸に位置する北海道幌延町浜里小学校跡地において深度1200mの調査孔を含む複数のオールコアボーリング掘削を行い，各種物理検層や地下水の採水を実施するとともに，コアから抽出した間隙水を用いて浅層から深層に至るまで連続的に地下水流動系を評価した．また，陸域における反射法探査ならびに，海陸連続の電磁探査を実施し，地下深部における塩水と淡水の空間分布を評価した．これらの成果の詳細については，本稿では割愛するが，国内において沿岸海底下の広範囲（当該地域においては，少なくとも海岸線から5km以上）にわたり，氷期の海退時に涵養された淡水性地下水が保存されている可能性が高いことを初めて実証した．また，これまで地下水の流動場だと考えられてきた第四紀堆積物内においても，過去の地層堆積時に貯留された化石海水が残存することを実証した貴重な研究となった．
本事業により，超長期の海水準変動による塩淡境界の変遷が地層処分事業における沿岸部の地質環境特性の一つであることが示されたことから，2011年度以降も沿岸域深部の地質環境特性に着目したフィールド研究は加速されていくことになる．2013年度からは研究フィールドを静岡県富士市の沿岸部（駿河湾）へと移した．静岡県富士市沿岸部を選定した理由は，該当地域は，後背地に富士山を有し，おそらく国内において最も動水勾配が大きく，また火山性堆積物から構成される帯水層は非常に大きな透水性を有することから，地下水の視点からは，北海道幌延町沿岸部とは対極の地質環境特性を有していると考えられ，両地域の地下水流動特性を把握することで，国内における沿岸部地下水の流動に関する一般性と地域性を評価できると考えたためである．
2013年度以降は，静岡県の公設試である静岡県環境衛生科学研究所と連携し，国内の既存調査では，比較的狭い範囲かつ水深の浅い場所に限定されてきた海底湧出地下水の大規模な調査にも取り組んだ．海域は地下水の出口である一方で，陸域と比較してその情報量は非常に限定されていることから，海底湧出地下水を正確に評価することで，沿岸部における地下水流動をより正確に把握することが可能となると考えたからである．富士市の沿岸部を対象とした研究は2023年度まで継続され，地質構造モデルの不確実性低減にむけた課題整理や，地下水の数値解析手法の高度化，広範囲かつ大深度の海底湧出地下水調査手法の高度化など様々な成果を生み出すことができた．　2024年度以降は，「沿岸部地質環境調査・処分システム評価統合化技術開発」の一環として令和5年に策定された地層処分研究開発に関する全体計画に沿う形で，処分サイトの対象母岩である新第三紀以前の地層を対象に，おもに沿

©日本地質学会

岸海底下の地質環境特性の把握を目的にNUMOが実施する概要調査段階で必要となる調査技術開発の高度化を，静岡県静岡市由比地区を対象に進めている．主な課題としては，低透水性の岩盤を対象とした孔内試験とそれに基づく地下水流動評価，浅海域における固結岩を対象とした地震探査ならび電磁探査技術の適用，課陸連続のシームレス地質断面図の作成などが挙げられる．
上記では主に産総研が主体となっている地質環境特性に関する研究をとりあげたが，2015年度以降，沿岸部事業は，複数の研究機関とのコンソーシアム方式で進められている．これは，地層処分事業が「地質環境の調査・評価」「処分場の設計」「安全評価」という３分野から成り立っており，それぞれの分野を担当する研究機関が連携することによって，より実事業において必要となる調査技術や知見が洗い出され，個々の研究成果が機能的に分野間で引き継がれることを意識しているためである．一方で，分野間連携を実施するためには，土台作りから始める必要があり，連携に向けた環境を醸成することも大きな課題の一つである．
本講演では，沿岸部研究の現状と課題についてより詳しく紹介する．

謝辞；本稿で紹介した成果は経済産業省資源エネルギー庁委託事業（「高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（JPJ007597）」等で得られたものです．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T8 ［トピック］原子力と地質科学

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[2oral301-10] T8 ［トピック］原子力と地質科学

座長:竹内 真司(日本大学)、吉田 英一(名古屋大学)、梅田 浩司(弘前大学)

9:15 ~ 9:30

[T8-O-2] 地層処分の安全評価に向けた長期的な自然現象の確率論的評価手法の高度化

*後藤 淳一[1]、田窪 勇作[1]、三枝 博光[1]、稲倉 寛仁[2]、河村 秀紀[3] (1. 原子力発電環境整備機構、2. 西日本技術開発（株）、3. mcm japan)

キーワード：地層処分、安全評価、火山・火成活動、断層活動、深部流体、隆起・沈降、確率論

背景・目的：
高レベル放射性廃棄物等の処分地は，文献調査や概要調査等により将来にわたり火山・火成活動や断層活動などの自然現象の著しい影響を回避し，好ましい地質環境特性を有する地区を選定する。このように選定した地区における将来10万年程度を超えるような長期の安全性は，評価期間が長期にわたることに伴う不確実性を考慮する。この際，自然現象の発生可能性が極めて低い場合でも，その現象が発生し処分場の安全機能に著しい影響を及ぼす可能性が想定される場合は，その地質環境への影響の程度を推定し，発生確率と影響程度を分離して評価する [1]。これまでNUMOでは，長期的な自然現象の発生とそれに伴う地質環境への影響を確率論的に評価する手法として，ITM-TOPAZ手法を開発してきた[2]。このうち，火山・火成活動に関しては，約 100km四方の範囲における約5km四方の領域ごとに将来100万年間の発生確率をマップに示す手法を構築し一定の評価を得た[3]。一方，ITM-TOPAZ手法の適用性をさらに拡充していくうえでは，次のような課題が残されている。
・断層活動による岩盤変形や隆起・沈降に関して，将来10万年以降のプレート運動の変化に伴い生じる広域的な事象やそれらに伴い生じるサイト周辺の地域的な事象の変遷に関するシナリオ（変遷シナリオ）の設定根拠の整備
・火山・火成活動や断層活動，深部流体を含めた処分場周辺の地質環境への影響に関する基盤情報の拡充とそれらの時間変遷を含めたシナリオ（影響シナリオ）に設定方法の整備
・これらのシナリオの起こりやすさを専門家の意見集約により確率論的に評価する方法に対する合意形成
今後，概要調査及びそれ以降の段階においてITM-TOPAZ手法を安全評価に用いる際には，これらの課題の解決し高度化しておく必要があることから，2024年度より3カ年の検討に着手した。

結果概要：
2024年度は，従来の手法にベイジアンネットワーク（BN）やSSHACなどの手法を取り込み高度化する“ITM-TOPAZ-2手法”の評価の流れを検討した。
(1)評価スケールの設定：変遷シナリオのスケールとして，プレート運動に関する約100km四方の領域とサイト周辺の事象に関する約50 km四方の領域，影響シナリオのスケールとして約5km四方の領域を設定する。
(2)評価シナリオの設定：変遷シナリオについては，従来同様にロジックツリーを用いるが，その基となる現象モデルやパラメータは，国内専門家と議論しながら設定する。影響シナリオは影響伝播シナリオに改め，隆起・沈降，侵食・堆積，海水準変動などの緩慢なプロセスや，断層変位，マグマ貫入・噴火，火山性熱水・深部流体の流入などの突発事象の発生から

©日本地質学会

処分場の地質環境に影響が伝播するシナリオを，国内専門家と議論しながら設定する。これらの国内専門家との議論や意見集約に際しては，国内でのSSHAC手法の適用における知見[4]を反映する。
(3)発生確率の算出：変遷シナリオの起こりやすさは，専門家の意見集約によりロジックツリーの重みづけを行う方法で設定する。影響伝播シナリオの発生確率の算出には，BN手法の適用を試みる。BN手法は，評価対象に係る情報，確率を求める数式・モデル，専門家の意見集約結果等を関連付けたBNモデルにより，客観性・透明性の高い評価，独立でない複数の要因が関与する事象の評価，現象モデルやデータが不十分な場合にも科学的に説明性のある評価が可能である[5]。また，BNモデルへの入力情報となる火山・火成活動や断層活動の空間確率密度分布の推定には，ランダムフォレスト法の適用を試みる。ランダムフォレスト法は決定木を用いた機械学習法であり，カーネル法などによる推定結果，地震波速度構造，重力異常などの様々な情報を取り込んだ客観的・包括的な評価を可能にする [6]。
(4)総合評価：リスク論的な安全評価への反映に向けて，変遷シナリオと影響伝播シナリオの発生確率を統合し，地層処分システムの安全機能に影響を及ぼす自然現象の発生確率を提示する。
今後は，国内外の専門家の協力を得てITM-TOPAZ-2手法の高度化を進め，日本列島背弧側を対象にケーススタディを実施し適用性の確認及び改善を図る。

文献　[1]NUMO(2021)：NUMO-TR-20-03　[2]NUMO(2016)：NUMO-TR-16-04　[3]Jaquet et al. (2017)：J Volcan Geotherm Res,345,pp.58–66　[4]電中研(2023)：NR22002　[5]Aspinall et al. (2023): J Appl Volcano,12:5　[6]INL(2024)：INL/RPT-24-78997

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T8 ［トピック］原子力と地質科学

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[2oral301-10] T8 ［トピック］原子力と地質科学

座長:竹内 真司(日本大学)、吉田 英一(名古屋大学)、梅田 浩司(弘前大学)

9:30 ~ 9:45

[T8-O-3] 地層処分の安全評価に向けた地下環境の状態変化を考慮した地質学的視点

*大坪 誠[1] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

キーワード：放射性廃棄物処分、地下環境、影響評価、FEPリスト、不均質性

我が国における高レベル放射性廃棄物の地層処分は、10万年を超える長期間にわたって放射性物質を人間生活圏から安全に隔離することが求められている。このため、処分施設が立地する地下環境の「機能」（閉じ込め・隔離・遅延）と、それらが評価期間内に十分に発揮される「性能」の定量的把握が不可欠である。特に日本列島は、活断層や活火山の密集するプレート沈み込み帯に位置し、地質・地形・地下水環境の時間的・空間的な変化が顕著である。これにより、地下環境の初期状態や将来的な変化の不確実性をいかに扱うかが、処分の安全性を議論する上での鍵となる。本発表では、地層処分の安全性評価における地質学的な視点の重要性を、自然事象の影響評価と地下環境の状態変化という2つの観点から整理する。すなわち、「ある自然事象が生じた際に、地下環境が有する安全機能や性能にどのように作用し、どの程度影響を及ぼすのか（感度評価）」を出発点とし、それに対する科学的知見と評価手法の整備を図る。たとえば、隆起・侵食速度の地域差、断層活動と深部流体の移動経路、熱水活動による地下水組成の変化、地下水流動場の長期変化など、多様な自然現象と地下環境の相互作用に注目する。また、国際的なFEP（Features, Events, Processes）リストに準拠しつつ、日本列島固有の地質環境に即した「日本版FEPリスト」の構築と、それに基づく定量的影響評価の枠組みの必要性を論じる。地層処分においては、「閉じ込め」「隔離」「遅延」といった機能が個別に完璧である必要はなく、各機能が相補的に働くシステムとして設計・評価されることが前提となっている。このため、それぞれの機能が時系列的・地域的にどの程度発揮されるか、またそれを評価するための地質データの信頼性と不確実性もあわせて考慮する必要がある。立地選定段階においては、地質・構造・地下水などに関する多様なデータを収集・解析し、地下環境の機能と性能を支える根拠を積み上げていく必要がある。とくに日本のように地質の不均質性が高い地域では、処分場の立地点ごとに異なる「岩盤の初期状態」や「状態変化の履歴と将来予測」を適切に評価することが、安全性の確保に直結する。さらに、地質変動の時間スケールと処分施設の評価期間との整合性を踏まえたリスク判断の指針作成も重要である。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T8 ［トピック］原子力と地質科学

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[2oral301-10] T8 ［トピック］原子力と地質科学

座長:竹内 真司(日本大学)、吉田 英一(名古屋大学)、梅田 浩司(弘前大学)

9:45 ~ 10:00

[T8-O-4] 花崗岩冷却過程と物質移行経路形成の関係

*笹尾 英嗣[1]、湯口 貴史[2] (1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 熊本大学)

キーワード：花崗岩、物質移行、冷却過程

　花崗岩などの結晶質岩中の割れ目は地下水や物質の移行経路として機能する。日本学術会議（2014）は「地下水の通路である割れ目の少ない岩盤を処分場候補とすることが望ましく，「地質履歴から割れ目の少ない領域を探す論理立てを確立することが必須」であるとした。
報告者は，中部日本に分布する土岐花崗岩体で花崗岩の構成鉱物の変質に伴って空隙が形成され，空隙には物質移行経路として機能するものがあることを明らかにした（Yuguchi et al.,2024)。土岐花崗岩体では，冷却速度と割れ目頻度との間に相関が認められているが（Yuguchi et al.,2019a），鉱物の変質と割れ目頻度との間にも相関が認めれており（Yuguchi et.,2021b，2022b），冷却速度が割れ目頻度だけではなく変質も規制している可能性がある。本報告では，花崗岩冷却過程と物質移行経路（割れ目および鉱物中の空隙）の形成との関係を述べる。
土岐花崗岩では，ブロック試料の拡散試験の結果，斜長石中心部に空隙があり，トレーサーの濃集が確認された（石橋ほか，2016）。斜長石は一般に中央部から縁辺部にアルバイト成分が増加する累帯構造を示すこと，アノーサイト成分の多い斜長石ほど溶解しやすいことが実験的に確認されていることや空隙が変質領域において優位に分布する岩石学的特徴から，斜長石中心部の空隙は花崗岩冷却過程において広範囲で生じる熱水による初生変質によって形成されたと考えられた（石橋ほか，2016；Yuguchi et al.,2019b）。
変質については，緑泥石温度計や変質鉱物のカリ長石の年代測定（Yuguchi et al.,2015，2021a），近傍のDH-2号孔試料の冷却曲線に基づくと，花崗岩体が水の臨界温度（374℃）にまで冷却された直後から黒雲母の緑泥石化が生じ，続いて斜長石の変質（空隙とイライト等の形成）が生じたと解釈できる。さらにはいくつかのステージで方解石の沈殿などが生じている（他にも角閃石やカリ長石の緑泥石化も認められるが，これらと黒雲母－斜長石の変質との関連はわからない）。
さらに，Yuguchi et al.（2021b）は，空隙の面積は黒雲母に対する緑泥石化の割合に相関すること，割れ目頻度と空隙の面積および緑泥石化の割合には正の相関が認められることを明らかにした。同様の関係は斜長石でも認められる（Yuguchi et al.,2022b）。物質移行の観点では，変質の強い場所ほど拡散に寄与する空隙が多く，物質の移行を遅延する機能が大きい。
Yuguchi et al.（2019a）によれば，800～300℃の冷却速度と割れ目発生頻度の間に相関があり，冷却速度が遅いと割れ目の発生頻度が高く，冷却時間が速いと割れ目の発生頻度が低い。冷却時間と割れ目頻度になぜ相関があるのかはわかっていないが，冷却速度が遅い領域は岩体中央部にあり，高温状態が比較的長期間，維持される領域にあり，熱水が高温状態を保持し得るため，鉱物の溶解および熱水中の元素移動が活発に生じ，鉱物の変質が促進された一方で，冷却速度が速い領域では熱水が比較的短時間で冷却されるため，鉱物の変質も弱かったと考えられる。

©日本地質学会

本報告では，岩体の冷却履歴を把握することによって割れ目や鉱物中の空隙といった物質移行経路の多寡を概括的に把握できることを示した。ただし，この結論は土岐花崗岩体のみの結果から導かれたものであり，他岩体での研究成果の蓄積が必要である。

【謝辞】本研究の一部には，経済産業省資源エネルギー庁から受託した「令和6・7年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業 (JPJ007597)（核種移行総合評価技術開発）」の成果を使用した。

引用文献

石橋ほか（2016）原子力バックエンド研究，23，121–129．
日本学術会議（2014）高レベル放射性廃棄物の暫定保管に関する技術的検討．
Yuguchi et al.（2015）Am. Mineral.，100，1134–1152．
Yuguchi et al.（2019a）J. Asian Earth Sci.，169，47–66．
Yuguchi et al.（2019b）Am. Mineral.，104，536–556．
Yuguchi et al.（2021a）Heliyon，7，e06750_1–e06750_9．
Yuguchi et al.（2021b）PLOS ONE，16，e0251198_1–e0251198_17．
Yuguchi et al.（2022b）J. Mineral. Petrol. Sci.，117，220415_1–220415_12．
Yuguchi et al.（2024）Heliyon，10，e37417_1–e37417_17．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T8 ［トピック］原子力と地質科学

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[2oral301-10] T8 ［トピック］原子力と地質科学

座長:竹内 真司(日本大学)、吉田 英一(名古屋大学)、梅田 浩司(弘前大学)

10:00 ~ 10:15

[T8-O-5] 長期的な地形変化や海水準変動を考慮した四次元地質環境モデル構築と地下深部の水理場・化学場への影響評価に関する検討

*高林 佑灯[1]、尾上 博則[1]、髙畑 祐美[1]、鐙 顕正[2]、奥木 さくら[2]、橋本 秀爾[3]、松尾 重明[4]、三枝 博光[1] (1. 原子力発電環境整備機構、2. 株式会社大林組、3. 株式会社イーエムジー、4. 三菱マテリアルテクノ株式会社)

キーワード：四次元地質環境モデル、地形変化、海水準変動、地下水流動、地層処分

NUMO（2021）では，日本の代表的な三岩種（深成岩類，新第三紀堆積岩類および先新第三紀堆積岩類）を対象に，地質構造の幾何学形状や水理特性などの三次元の空間分布を表現した地質環境モデルを構築するとともに，構築したモデルに基づき処分場の設計や安全評価を実施した。この検討を通して，数万年以上にわたる地層処分システムの長期安全性をより現実的に評価するためには，地質環境特性の長期変遷を考慮したモデル構築技術を整備することが課題として示された。
特に，地下深部の水理場・化学場に影響を及ぼす現象として，長期的な地形変化や海水準変動といった自然現象が挙げられる。これらの外的要因を従来の地質環境モデルに取り入れることで，地質環境特性の時空間的な変遷をより現実的に評価することが可能になると考える。
このような背景を踏まえ，NUMOでは将来100万年程度の長期にわたる自然現象を考慮した四次元地質環境モデル（三次元空間に時間軸を考慮した地質環境モデル）の構築技術の高度化を進めている。本発表では，この技術開発の成果のうち，地質環境モデルへの自然現象の統合手法と，これらの自然現象が地質環境特性に及ぼす影響の評価結果について報告する。

四次元地質環境モデルは，現在の地形・地質構造モデルに地形変化パラメータを適用して得られる地形・地質構造モデルと，これに基づく水理地質構造モデル，さらに水理地質構造モデルを用いた地下水流動・物質移行解析により構成される。
本検討では，全国規模で収集した地質環境特性データ（NUMO，2021）を用いて，三岩種が混在する地形・地質構造を考慮した仮想的な場を想定し，四次元地質環境モデルを構築した。
具体的には，まず，三岩種が分布する地域のDEMや対象岩種に特徴的な地域の地質図を用い，地形・地質構造の幾何学データを取得した。これらに基づいて，山地・平野・大陸棚や断層・割れ目などの地形・地質構造的要素を，統計値と整合させつつ，確率論と決定論を組み合わせて三次元で配置し，現在の地形・地質構造モデルを作成した。
このモデルに地形変化のパラメータを与え，約100万年間における海進・海退のピーク時の19断面に，地形変化に伴い河川争奪が発生した時点の3断面を加えた22の時間断面を設定し，それぞれの時点における地形・地質構造モデルを時系列的に構築した。地形変化には，地質学会（2011）に基づく長波長成分や断層運動に伴う山地形成といった短波長成分を考慮した隆起・沈降速度を設定し，藤原（1999）を削剥速度として適用した。堆積速度は，河川の滞留による瞬間的な堆積として与えた。海水準変動は，直近の最大海進は約6 ka，海退・海進の進行期間が8万年・2万年，最大高低差を現標高－140 m・+5 mとする，10万年

©日本地質学会

周期の単純化モデルを適用した。
上記の地形・地質構造モデルを基に，各地層や断層の水理特性の空間分布を表現した水理地質構造モデルを構築し，構築した複数の水理地質構造モデルを用いて，飽和・不飽和状態における非定常の地下水流動・物質移行解析を行った。これらの解析では，前の断面の水理地質構造モデルの解析結果を，次の断面のモデルの初期条件として受け渡すことを繰り返し行うことで，約100万年間の地形・地質構造の長期変遷や気候・海水準変動を連続的に考慮した。

長期的な地形変化および海水準変動が地質環境特性に与える影響として，塩水濃度分布，地下水流速分布，地下水の移行特性（移行時間・距離）に以下のような結果が得られた。
・塩水濃度分布について，海退期には淡水領域が沖側に拡大し，海進期には塩水領域が内陸へ進行した。
・地下水流速分布について，淡水域では主に岩盤の透水係数の空間分布に支配されるが，地形変化や海水準変動による水頭分布の変化で動水勾配が変動し，地下水流速も変動した。
・地下水の移行特性について，海域近傍を出発点とする粒子は海水準変動の影響を受け，海退期には汀線の後退により移行時間・距離が増加し，海進期には流出点が近づくことで移行時間・距離が短縮した。
・断層運動に伴う山地形成に起因した河川争奪が発生することで，山地周辺では地下水の主要な流出域の変化が認められた。

以上の結果より，長期的な地形変化や海水準変動は，地下水の水理場や化学場に有意な変化をもたらし，地質環境特性の長期変遷を評価するうえで重要な外的要因の一つであることが示された。また，それらが地下水の水理場や化学場に与える影響には空間的なばらつきがあることも確認された。このため，対象地点における支配的な外的要因を特定するうえで，本報告で示した四次元地質環境モデルに基づく評価は有効と考えられる。

地質学会（2011）地質リーフレット4.
藤原ほか（1999）サイクル機構技報，5，pp. 85–93.
NUMO（2021）TR-20-03.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T8 ［トピック］原子力と地質科学

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[2oral301-10] T8 ［トピック］原子力と地質科学

座長:竹内 真司(日本大学)、吉田 英一(名古屋大学)、梅田 浩司(弘前大学)

10:30 ~ 11:00

[T8-O-6] ［招待講演］JAEA東濃地科学センター 土岐地球年代学研究所における研究開発の現況

*石丸 恒存[1]、浅森 浩一[1]、花室 孝広[1]、川村 淳[1] (1. 日本原子力研究開発機構)

キーワード：地層処分、地質環境の長期安定性に関する研究、火山・火成活動、深部流体、地震・断層活動、隆起・侵食、年代測定技術開発

---

1. はじめに

JAEA東濃地科学センター土岐地球年代学研究所では、「火山・火成活動」、「深部流体」、「地震・断層活動」及び「隆起・侵食」の自然現象の影響に関する研究課題に対し電力中央研究所と協働し、事例研究と年代測定・分析技術開発を通じて課題の解決に必要な知見の蓄積や調査・評価技術の体系的整備を進めている。以下、JAEAの実施概要について紹介する。

2. 火山・火成活動

2-1．第四紀に活動した火山の活動性に関する評価基盤の提示

九州・琉球弧を対象に、火山・火成活動の活動性評価に有用な情報となる火成岩の全岩化学組成について既往研究データや知見をコンパイルし、東北日本弧とは異なったマグマプロセスの特徴や火成活動を明らかにした。火山活動に関する編年技術の高度化を目的としてジルコンを対象としたU-Th非平衡年代測定法を整備、火山活動に関するマグマ供給源の把握の高度化を目的としてTIMSの導入及びSr同位体、Nd同位体やPb同位体分析に係る前処理手法を整備した。

2-2．地下に熱源を持つ非火山における火山活動への発展性の検討

東北地方を事例に電磁探査による地下の熱源分布の把握、低温領域の熱年代法による山地横断方向の熱履歴の把握といった複数手法を適用し、将来的な火山活動への発展の蓋然性提示のための基盤的技術構築に資する知見が得られた。

3. 深部流体

3-1．鉱物脈の微量元素、流体包有物解析による調査・評価技術の整備

深部流体流入時の温度・圧力条件、壁岩に与えた化学的・熱的影響推定の高度化を目的に、流体包有物分析や元素拡散プロファイル取得手法の適用性検討、鉱物脈の流体包有物分析による深部流体流入時の温度圧力条件の制約と、元素拡散プロファイルを用いた深部流体滞留時間の制約手法の開発を試みた。

3-2．深部流体の移行経路と空間的広がりに関する調査・評価技術の整備

地表近傍での移行経路に関する検討の一環として複数地域の露頭において実施した割れ目解析では、露頭における割れ目間距離などが流体流出に係る割れ目の傾向把握に有効である可能性を示した。地下深部における移行経路の検討の一環として2024年1月1日の能登半島地震のデータを用いてS波スプリッティング解析を行った結果、一部の観測点において地震前後に深部流体の関与を示唆する速いS波の偏向方向の変化を捉えることができた。

4. 地震・断層活動

4-1．活断層地形が不明瞭なせん断帯における活構造の分布や力学的影響範囲を把握する手法の検討

©日本地質学会

小断層解析を用いた解析手法の高度化を目的として、1984年長野県西部地震及び2016年鳥取県中部地震震源域を例に応力逆解析を行い、伏在する活断層近傍において現在の広域応力に近い応力で形成された小断層が多く存在する領域が確認された。

4-2．断層の活動性評価指標を提示するための分析・試験、年代測定による検討

断層粘土の化学組成データを用いた多変量解析に基づく機械学習による活断層と非活断層の分離評価手法について検討した。年代測定については、主にK-Ar法、FT法及びESR法を実施、新たな手法を整備するためK-Ca法の適用可能性に向けた分析システムを検討した。

5. 隆起・侵食

5-1．熱年代学的手法等を用いた隆起・侵食評価手法の整備

超低温領域の新しい熱年代学的手法として、モナザイトFT年代の実用化を目的とした実験的検討を進めた。また、熱年代データと応力場データとを組み合せた隆起・侵食過程の復元手法として、ヒールドマイクロクラックを用いた古応力解析法の整備も進めた。

5-2．離水地形のマルチ年代測定に基づく隆起・侵食速度推定技術の高度化

沿岸部におけるOSL法及びTCN法の信頼性向上を目的とし、年代既知の海成段丘を対象に手法の適用性を確認した。また、離水地形の編年に基づく河川下刻・隆起速度データを拡充し、沿岸部～内陸部にかけての体系的な隆起・侵食の三次元的変動傾向を検討した。

5-3．地質環境長期変遷のモデル化に反映するための地形解析・総合的調査技術の高度化

性能評価で用いられる河川による削剥シナリオの信頼性を向上するため、GISを用いた地形解析により河川の横断面形状や地形特徴量データを収集・整理し、河川下刻による上流から下流までの地形変化を明らかにした。

6. おわりに

以上により整備された調査・評価技術は、我が国の放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性を更に高め事業や安全規制への技術的基盤となると同時に、地質環境の長期安定性の評価について国民の理解に寄与するという観点で重要と考える。

【謝辞】本報告には経済産業省資源エネルギー庁委託事業「令和5～7年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（JPJ007597）（地質環境長期安定性総合評価技術開発）」の成果の一部を使用している。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T8 ［トピック］原子力と地質科学

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[2oral301-10] T8 ［トピック］原子力と地質科学

座長:竹内 真司(日本大学)、吉田 英一(名古屋大学)、梅田 浩司(弘前大学)

11:00 ~ 11:15

[T8-O-7] JAEA東濃地科学センター土岐地球年代学研究所における年代測定技術開発の現状

*花室 孝広[1] (1. 日本原子力研究開発機構)

キーワード：高レベル放射性廃棄物の地層処分、年代測定

日本原子力研究開発機構東濃地科学センター土岐地球年代学研究所では、高レベル放射性廃棄物等の地層処分技術に関する研究開発の一環として地質環境の長期安定性に関する研究を実施している。この中で、地質試料を対象とした年代測定技術の開発を進めており、加速器質量分析装置による年代測定など、各種の年代測定技術を整備してきた（たとえば、丹羽ほか，2024）。

地層処分では、将来数十万年程度にわたって地質環境を予測・評価することが求められることから、過去数百万年程度から現在までの地質環境の変化の傾向を将来に外挿することで予測する手法が考えられる。このため、過去数百万年程度までの年代を精度良く求める手法の整備が求められている。年代測定には様々な手法があるが、その原理に起因して対象となる試料や測定可能な年代幅に制約があることから、いくつかの手法を組み合わせて、得られるデータの信頼性を向上させる取り組みを進めるとともに、地層処分で必要とされる数百万年～数万年前の年代測定を行うための手法の適用性確認や高度化に重点的に取り組んできた。

これまで整備してきた年代測定技術については、地層処分事業において必要とされる断層の活動性評価手法や隆起・侵食速度の推定手法としての活用が期待されている。土壌や火砕流堆積物中の植物片のC-14年代測定による堆積年代の推定（たとえば、廣内ほか，2012）や、火山岩や断層破砕帯に含まれる粘土鉱物のK-Ar年代測定による生成年代の推定（たとえば、Zwingmann et al., 2024）など、試料の年代から断層活動や火成活動の時期を特定することができる。これにより、概要調査において、対象地域に分布する火山岩の噴出時期や断層の活動性を評価するためのデータを提供することができる。また、年代測定手法の特徴（ある温度条件において年代値がリセット・スタートする）を利用して、複数の年代測定手法の組み合わせにより得られる岩石試料の熱履歴の情報から岩石試料の隆起・削剥史を復元して隆起・侵食速度を推定する手法の開発（たとえば、梶田ほか，2020）も進めている。この手法により、対象地域の隆起・侵食速度を評価するためのデータを提供することができると考えられる。なお、この手法で実施しているフィッション・トラック年代測定については、国内初となるフィッション・トラックをカウントするための自動計測装置を導入して多数の分析を迅速に実施する環境を整備している（たとえば、末岡ほか，2020）。その他、海成段丘の対比などに適用可能な、長石を対象としたOSL年代測定（たとえば、Ogata et al., 2024）に係る技術開発なども進めている。

また、地層処分の分野にとどまらず、原子力施設の立地に係る活断層評価へも貢献してきている（たとえば、石丸ほか，2013）。さらに、加速器質量分析装置の技術開発において得られた知見をもとに超小型ＡＭＳの開発（たとえば、Jinno et al., 2024）を進めており、実用化されれば、C-14年代測定が安価に実施できるようになるなど、関連する分野への大きな波及効果が期待できる。本講演では、東濃地科学センター土岐地球年代学研究所における年代測定技術開発の現状とそれらの適用事例について報告する。

©日本地質学会

【謝辞】
本報告には経済産業省資源エネルギー庁委託事業「令和5～7年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に
関する技術開発事業（JPJ007597）（地質環境長期安定性総合評価技術開発）」の成果の一部を使用
している。

【参考文献】
丹羽ほか（2024）：JAEA-Research 2024-013, 65p.
廣内ほか（2012）：日本活断層学会2012年度秋季学術大会講演予稿集, pp.52-53.
Zwingmann, et al. (2024): Earth, Planets and Space, 76, pp.27_1-27_16.
梶田ほか（2020）：フィッション・トラックニュースレター, 33, pp.28-30.
石丸ほか（2013）：日本地質学会第120年学術大会講演要旨，R24-O-8.
末岡ほか（2020）：フィッション・トラックニュースレター, 33, pp.15-18.
Ogata et al. (2024): Earth, Planets and Space, 76, pp.123_1 - 123_11.
Jinno et al. (2024): Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions
with Materials and Atoms, 165545.

土岐地球年代学研究所で実施できる年代測定法

対象施設	年代測定法	年代測定範囲（年前） 10^9 10^8 10^7 10^6 10^5 10^4 10^3	主な反映先	対象物質	状況
加速器質量分析装置（JAEA-AMS-TONO-5MV&300kV）	^{14}C法		断層運動	地下水，有機物	実施中
	^{10}Be法		侵食速度	石英	実施中
	^{26}Al法		侵食速度	石英	実施中
	^{36}Cl法		地下水年代	地下水	開発中
	^{129}I法		地下水年代	地下水	実施中
希ガス質量分析装置	K-Ar法		断層運動	自生雲母粘土鉱物	再整備中
四重極型質量分析装置	(U-Th)/He法		侵食速度	アパタイト，ジルコン	実施中
光ルミネッセンス測定装置	OSL法		断層運動	石英	実施中
			隆起速度	長石	実施中
電子スピン共鳴装置	ESR法		断層運動	石英	実施中
高精度希ガス質量分析装置	希ガス法		地下水年代	地下水	実施中
電子プローブマイクロアナライザ	CHIME法		後背地解析	モナザイト，ジルコン	停止中
レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析装置	U-Pb法		後背地解析	ジルコン	実施中
			断層運動	炭酸塩鉱物	実施中
	U-Th法		火山活動	ジルコン	開発中
フィッショントラック自動計測装置	FT法		侵食速度	アパタイト，ジルコン	実施中
表面電離型質量分析装置	K-Ca法		断層運動	イライト	開発中

技術開発の対象年代範囲

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T8 ［トピック］原子力と地質科学

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[2oral301-10] T8 ［トピック］原子力と地質科学

座長:竹内 真司(日本大学)、吉田 英一(名古屋大学)、梅田 浩司(弘前大学)

11:15 ~ 11:30

[T8-O-8] 地下深部におけるマグマ等の高温流体の推定手法

*浅森 浩一[1]、雑賀 敦[1]、福田 将眞[1]、末岡 茂[1]、梅田 浩司[2] (1. 日本原子力研究開発機構、2. 弘前大学)

キーワード：地層処分、マグマ・高温流体

１．はじめに

地層処分システムに著しい影響を及ぼす可能性のある自然現象のうち，火山活動に伴うマグマの貫入・噴出は，地層の物理的な隔離機能を喪失させる恐れがある。このため，「特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項」（原子力規制員会, 2022）では，概要調査地区等の選定時において「第四紀に活動した火山が存在しない場所であっても，新たな火山が生じる可能性のある場所」を避けることとしている。

沈み込み帯である日本列島では，スラブから放出された水の働きによってマントルの一部が融けて上昇し，マグマが形成される。このような過程で形成されたマグマは，一旦地殻内のマグマ溜りに蓄えられる等した後，地表に噴出し，火山になると考えられている。そのため，新たな火山の発生に係る潜在的なリスクを排除するには，地下深部のマグマ等の高温流体の有無を予め把握することが重要となる。本発表では，それに有用と考えられる手法や適用事例について述べる。

２．地球物理学・地球化学的手法

マグマ等の高温流体の存在を確認するためには，温度や流体の存在に応じて変化する性質をもつ物性値の空間分布を把握することが肝要である。これに有用な地球物理学的情報として，地殻や上部マントルを対象として推定が可能な地震波速度構造，地震波減衰構造，比抵抗構造が挙げられる。このほか，地温勾配，地震発生層の深さ分布，S波反射面の分布もマグマや高温流体等の存在についての情報を与えることができる。また，温泉ガス等に含まれるヘリウム同位体比（$^{3}He/^{4}He$比）も，地下深部にマグマが存在する可能性を示唆する地球化学的な指標の一つに挙げられる。

しかしながら，これらの情報を得るための手法は，対象領域の様々な条件により適用性や分解能が異なるほか，推定された結果をボーリング掘削によって直接的に確認することは困難である。そのため，調査にあたっては，単独の手法のみならず複数の観測や解析による情報をもとに総合的に考察し，その信頼性を確保することが重要となる。

3．非火山地域における適用事例

東北日本の背弧域に位置する飯豊山地では，新第三紀の火山活動の痕跡が認められるものの，それ以降の火山活動が認められていない。その一方で，飯豊温泉（泉温55℃）や湯ノ平温泉（泉温56℃）といった高温の温泉が湧出している。Umeda et al.（2006）によるMT（magnetotelluric）法電磁探査の適用事例では，これらの高温泉を含む領域に観測点を配置し，深さ40 km までの二次元比抵抗構造を推定した。その結果，地殻からモホ面付近まで連続する顕著な低比抵抗体が存在することや，この低比抵抗体の上面の形状が地殻内地震発生

©日本地質学会

層の下面深度と調和的であることが示された。さらに，地震波トモグラフィによる三次元地震波速度構造の推定によって，この低比抵抗体の分布域と調和的な地震波低速度体が下部地殻に認められることを示した（Umeda et al., 2007）。この事例では，さらに温泉井で採取された地下水や遊離ガスのヘリウム同位体比といった地球化学的な情報も組み合わせることで，これらの地震波低速度・低比抵抗体はマントル起源のマグマ等の高温流体を示唆すると推定している。
最近では，飯豊山地の花崗岩試料に対して低温の閉鎖温度（<300℃）を持つ熱年代法（フィッション・トラック法，(U-Th)/He法）を適用した結果，この低比抵抗体の直上の領域を中心に有意な年代の減少が見られることが明らかになった（福田ほか, 印刷中）。この傾向は，奥羽脊梁山地のように，地下の高温領域が存在する地域に歪が集中し，結果として山地の隆起・削剥に関与している可能性を示唆する（例えば，深畑ほか, 2022）。すなわち，マグマ等の高温流体の存否を検討する上で，このような地表における山地スケールでの熱年代学的手法の適用も有用であることを示している。

謝　辞
本報告には経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成27～30年度地層処分技術調査等事業（沿岸部処分システム高度化開発）」及び「令和5～7年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（JPJ007597）（地質環境長期安定性総合評価技術開発）」の成果の一部を使用している。

参考文献
深畑ほか (2022) 地学雑, 131(5), 479-496. 福田ほか (印刷中) フィッション・トラックニュースレター. 原子力規制委員会 (2022) 令和4年8月24日 原規規発第2208241号. Umeda et al. (2006) G-Cubed, 7, 1–8. Umeda et al. (2007) J. Geophys. Res., 112, 1–9.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T8 ［トピック］原子力と地質科学

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[2oral301-10] T8 ［トピック］原子力と地質科学

座長:竹内 真司(日本大学)、吉田 英一(名古屋大学)、梅田 浩司(弘前大学)

11:30 ~ 11:45

[T8-O-9] 表計算ソフトを用いた断層のすべり方向のミスフィット角の計算

*島田 耕史[1] (1. 日本原子力研究開発機構)

キーワード：ミスフィット角、表計算ソフト

ミスフィット角とは，ある応力場においてWallace-Bott仮説から理論的に求められる断層すべり方向（以下，理論すべり方向）と，実際のすべり面に記録されている最新の断層すべり方向（以下，観察すべり方向）のなす角度である．高レベル放射性廃棄物の地層処分事業において概要調査以降の露頭調査やボーリング調査で遭遇する断層破砕帯の活動性評価，すなわち将来活動する可能性のある断層等か否かを評価していく上で，ミスフィット角の算出は，現在の応力場において活動している場合にはミスフィット角が小さいことが期待されることから（藤内ほか, 2011；酒井ほか, 2024など）重要である．理論すべり方向の確度は，応力逆解析手法の発展により，最大・最小主応力軸の方向および応力比（以下，応力場情報）の確度向上が継続的に図られることで（佐藤ほか, 2017； Uchide et al., 2022）向上している．応力場情報を仮定又は既知とし，ミスフィット角の計算過程を確認しつつ簡便に実施できるようにすることは，破砕帯の活動性評価や調査の迅速化にも寄与すると考えられる．ここで紹介する表計算ソフトを用いたミスフィット角の計算表は，ステレオ投影図での回転操作をともなう図式解法（Means, 1989）を参考にしつつ，回転操作を行わず，方向余弦を用いて図式解法と同じ理論すべり方向を得るものであり，この方向と観察すべり方向との挟角，すなわち，ミスフィット角を計算する．実際には表計算シート上の10列程度のセルに応力場情報と条線やすべり方向の情報を入力すると，表計算シート上の50列程度の数式群により計算が進みミスフィット角が出力される．計算式の分量は多く，本要旨に掲載することはできないが，概要を以下に示す．

右手系直角座標系と地理座標系との対応をx：北，y：東，z：鉛直下方をプラスとし，方位λは北から時計回りに，角度φは鉛直下方から測定する．応力比は，R =（σ2-σ3）/（σ1-σ3）から，中間主圧縮応力σ2を基準としたσ1およびσ3との偏差の比（σ2-σ3）/（σ1-σ2）＝-（1-（1/（1-R））） に換算する（この値をRDとする）．断層面に直交する線（面の極；P)，最大主圧縮応力の方向（S1），最小主圧縮応力の方向（S3），観察すべり方向（断層上盤側のブロックの移動方向；SD）の方向余弦を算出する．S1とPのなす角a，S3とPのなす角bを求める．断層面上でσ1，σ3により発揮されるせん断応力T1とT3の方向（D1，D3）を示す方向余弦を算出する．Means(1989)に基づき，T1とT3を算出し（この時、σ1とσ3は１とRDに規格化），せん断応力Tの方向余弦を求める．観察すべり方向の方向余弦と，せん断応力Tの方向余弦から，観察すべり方向とTの方向と挟角（ミスフィット角）を求める．この表を用いて，Means (1989)の例を計算し，図式解法と同様の理論すべり方向を得た．

続いて，活断層である木津川断層のボーリングコアの断層面で測定された2つの条線のミスフィット角を，歴史記録から推定される右ずれ逆断層センスを仮定して計算した．応力場情報は同断層を含む近畿地方の活断層の運動像から推定された値（Tsutsumi et al., 2012）を用いた．その結果，ボアホールカメラ観察に基づく巨視的断層面上の条線（断層面走向傾斜/条線プランジ→条線方向；N69E60N/23→263）のミスフィット角は11度，斜交するせん断面上の条線（N45E62N/57→279）では41度であった．この結果の解釈についても議論

©日本地質学会

する．

本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「令和6-7年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（JPJ007597）（地質環境長期安定性総合評価技術開発）」の成果の一部である．

[引用文献]

Means, W. D., 1989, J. Struct. Geol., 11, 625-627.酒井　亨ほか, 2024, 地質雑, 130, 89-109.佐藤活志ほか, 2017, 地質雑, 123, 391-402.藤内智士ほか, 2011, 活断層・古地震研究報告, 11, 139-150.Tsutsumi, H., et al., 2012, Geophys. Res. Lett., 39, L23303.Uchide, T., et al., 2022, J. Geophys. Res., Solid Earth, 127, e2022JB024036.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T8 ［トピック］原子力と地質科学

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[2oral301-10] T8 ［トピック］原子力と地質科学

座長:竹内 真司(日本大学)、吉田 英一(名古屋大学)、梅田 浩司(弘前大学)

11:45 ~ 12:00

[T8-O-10] 御前崎沖の島が1854年安政東海地震の地震断層で沈没した可能性

*石渡 明[1] (1. なし)

キーワード：沖御前島、御前岩灯標、暗礁、海岸の隆起と島の沈降、古地図と古絵図

日本には、大分県別府湾の瓜生島が1596年慶長豊後地震で沈没した等、島が地震で沈んだ伝説が複数ある。また、海溝型の大地震に伴って陸上に落差数mの断層が生じた近年の例も複数知られている（1923年関東地震M7.9：下浦・延命寺断層（地震と同時、海溝から25km）、1944年東南海地震M7.9：深溝断層（三河地震、37日後、130km）、2011年東北地方太平洋沖地震M9.0：湯ノ岳・井戸沢断層（福島県浜通地震、31日後、200km））。小論では1854年安政東海地震（M8.4）により駿河トラフから約30kmの静岡県御前崎沖で島が沈んだ可能性について述べる。

現在、この海域に島はないが、暗礁が多く、御前崎東方沖約2.5kmの暗礁に御前（ごぜん）岩灯標が設置されている。産総研の1/20万地質図「静岡及び御前崎」第2版（2010）によると、御前崎の下部や御前岩は後期中新世～鮮新世の前弧堆積物（相良層群）からなり、御前崎ではこれを後期更新世～完新世の段丘堆積物が覆う。

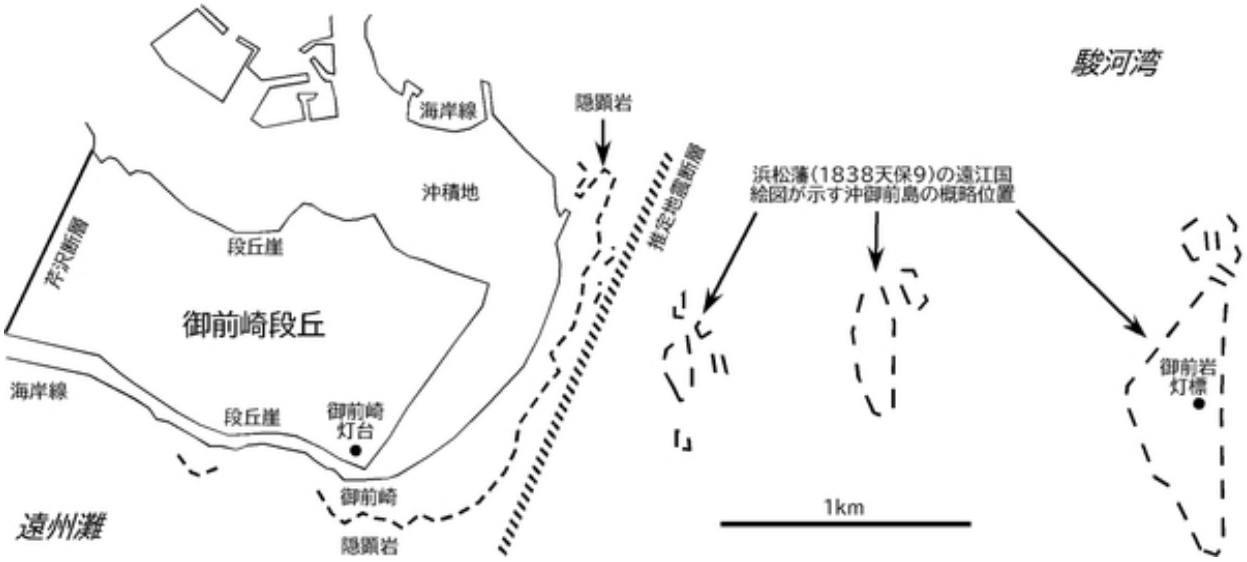
江戸時代の複数の地図や絵図は御前崎沖に島（岩）を描く。1728(享保13)年の「運上浜境図」（御前崎町史(1997), p. 308）は径約300mの沖御前岩を描く。1754(宝暦4)年の森幸安の「日本分野図」は御前崎沖に14の小島を描く。1791(寛政3)年の長久保赤水の「改正日本輿地路程全図第二版」は御前崎（ミマヤ（御厩）埼）沖に大きな沖御前島を描く。伊能忠敬の「大日本沿海輿地全図」は御前崎を1803 (享和3)年に測量したが（御前崎町史, p.393）、約4km沖まで東南東へ並ぶ20の小島に沖御前と記す。掛川の商人、兵頭庄右衛門が1803(享和3)年に完成した「遠江古蹟図絵」第三巻の「御﨑（見尾火）燈明堂」（御前崎に幕府が設置した灯台）の絵は、堂のある高台の海側に島を描く。1838 (天保9)年に浜松藩が幕府に提出した「遠江国絵図」は、約6km沖まで9つの島が東南東方向に並び、最も沖の最大の島に沖御前島と記す。1842(天保13)年の秋山永年の「富士見十三州輿地全図」も大きな沖御前岩と10の小島を描く。これらは1728-1842の115年間、御前崎沖に沖御前島が存在し続けたことを示す。

沖御前島はいつ沈没したのか。1875(明治8)年の卜部精一の「新撰日本全図」に沖御前島はない。1877(明治10)年の宮脇通赫の「大日本分国輿地全図」は小さい沖ノ御前岩を１つ示す。大日本帝国陸地測量部の1/20万「神子元嶋」（1892）及び1/5万「御前崎」（1895）も御前崎沖に径数10mの岩を１つ示す。即ち、明治時代に入ると沖御前島は岩礁１つを残して海面下になった。島が沈んだのは1854年12月23日の安政東海地震時または翌年11月7日の最大余震時の可能性が高い（グレゴリオ暦）。

しかし、安政東海地震では御前崎の海岸が0.9～1.2m隆起したとされる（石橋, 1984; 第四紀研究, 23, 105-110）。海岸が隆起し、沖御前島が沈没したなら、その間に落差2m以上の地震断層が生じた可能性がある。国土地理院の航空写真では、御前崎先端から約100m沖に暗礁が北北東―南南西に1.7kmにわたり並び、海の色の差から暗礁列の海側が下がる段差が示唆される。この段差は御前崎の既知の活断層（芹沢、広沢、白羽）と同走向であり、安政東海地震の地震断層の可能性がある。御前崎の活断層は相良層群の背斜軸に一致するの

©日本地質学会

で、水中ドローンで地層の傾斜の向きを観察すれば地震断層の位置を特定できるだろう。
　なお、安政東海地震で富士川河口の「蒲原地震山」が隆起したとされるが、最近は単なる川の中州だったとの説がある（田中圭ほか, 2018; 地学雑, 127(3), 305-323）。



©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第3会場(E201)

[2oral311-18] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、奥田 花也(海洋研究開発機構)、吉田 一貴(高エネルギー加速器研究機構)

15:00 ~ 15:15

[T4-O-1]

大西洋アトランティス岩体蛇紋岩化かんらん岩掘削孔中の物性変化についてーIODP第399次航海U1601C孔の結果

*阿部 なつ江[1,2] (1. 海洋研究開発機構、2. 金沢大学大学院)

学生優秀発表賞エントリー

15:15 ~ 15:30

[T4-O-2]

MgO水和膨張反応における反応ー変形ー流体流動のフィードバック：拘束条件の影響

*坂下 福馬[1]、岡本 敦[1]、ダンダル オトゴンバヤル[1]、吉田 一貴[2]、奥田 花也[3]、宇野 正起[4] (1. 東北大学 環境科学研究科、2. 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 、3. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、4. 東京大学 地球惑星科学専攻)

ECS

15:30 ~ 15:45

[T4-O-3]

東北沈み込み帯アウターライズ域から採取された堆積物試料について高温高圧環境の保持による続成作用の再現と摩擦特性への影響に関する研究

*井藤 隼斗[1]、岡崎 啓史[1,2]、上田 瑞貴[3]、濱田 洋平[2]、山口 飛鳥[4] (1. 広島大学、2. JAMSTEC、3. 筑波大学、4. 東京大学大気海洋研究所)

学生優秀発表賞エントリー ECS

15:45 ~ 16:00

[T4-O-4]

海山由来石灰岩の摩擦特性：沈み込み帯における地震活動との関係

*関川 真佑子[1]、奥田 花也[2]、北村 真奈美[3]、髙橋 美紀[3]、山口 飛鳥[4]、澤井 みち代[1] (1. 千葉大学、2. 海洋研究開発機構 高知コア研究所、3. 産業技術総合研究所、4. 東京大学大気海洋研究所)

16:00 ~ 16:15

[T4-O-5]

地震断層内部の静・動的物理化学プロセス解明に向けた回転式熱水摩擦試験機の開発

*廣瀬 丈洋[1]、奥田 花也[1]、谷川 亘[1]、濱田 洋平[1]、岡崎 啓史[2]、Bedford John [3] (1. 海洋研究開発機構、2. 広島大学、3. Univ. Liverpool)

16:15 ~ 16:30

[2oral311-18-6add]

休憩

学生優秀発表賞エントリー ECS

16:30 ~ 16:45

[T4-O-6]

Slow-to-Fast地震発生帯の温度条件下での流体圧降下による断層バルブモデルの実験的再現と鉱物脈形成

©日本地質学会

*戸田 涼斗[1]、宇野 正起[2]、岡本 敦[1] (1. 東北大学　環境科学研究科、2. 東京大学　理学系研究科)

学生優秀発表賞エントリー
16:45 ~ 17:00
[T4-O-7]
南海トラフ地震発生帯における泥質片岩のレオロジー特性に関する実験的研究
*八木 寿々歌[1]、岡崎 啓史[1] (1. 広島大学)

ハイライト講演
17:00 ~ 17:30
[T4-O-8]
［招待講演］スロー地震の地質学的痕跡を探る
*氏家 恒太郎[1]、矢部 優[2]、山﨑 悠翔[1]、Yeo Thomas[1]、駒木野 照太[1] (1. 筑波大学、2. 産業技術総合研究所)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第3会場(E201)

[2oral311-18] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、奥田 花也(海洋研究開発機構)、吉田 一貴(高エネルギー加速器研究機構)

15:00 ~ 15:15

[T4-O-1] 大西洋アトランティス岩体蛇紋岩化かんらん岩掘削孔中の物性変化についてーIODP第399次航海U1601C孔の結果

*阿部 なつ江[1,2] (1. 海洋研究開発機構、2. 金沢大学大学院)

キーワード：蛇紋岩化かんらん岩、アトランティス岩体、国際深海科学掘削計画第399次航海、岩石物性、孔内計測

IODP第399次航海（2023年4月12日～6月12日）は、海洋コアコンプレックス形成過程、海洋地殻～上部マントルにおける変成作用、地球上の生命発生時の太古のシステムを代表する水と岩石の無機反応、海底地下の生命活動の解明を目的として、ジョイデス･レゾリューション号によって実施された。蛇紋岩掘削サイトでは、新たに蛇紋岩化したかんらん岩と少量の斑れい岩の貫入岩で構成されるHole U1601Cが1267.8 mbsfまで掘削され、IODP史上5番目の深さのハードロック孔となった。船上および下船後の一次記載（岩石記載、化学組成分析）、物性計測、古地磁気学的計測の他、ワイヤーラインによる孔内測定と温度測定、流体サンプリングが行われた（Lissenberg et al., 2024, Science; Lang et al., 2025 Proceedings）。

一般的に、ハードロック掘削における岩石物性測定では、代表的なコア試料から2cm角のミニキューブ試料を切り出し、それを用いて密度･空隙率（MAD測定)および弾性波速度を測定するが、諸事情によりU1601C孔では、ミニキューブ試料は一部のコアからしか採取することができなかった。そこで、連続したデータセットを取得するために、船上での物性計測には次の2種類の異なる形状の試料を使用した。1) コアのMAD測定には、不規則な形状（不定形）の小片（微生物用試料；MBIOの残片）。2)弾性波速度と熱伝導率（TC）測定は共通で5～20cm程度の長さの半裁したコア片。これらの不規則な形のサンプルを用いた船上計測結果は、ミニキューブ試料を用いた船上のルーチン測定結果と比較して維持されているかどうかを確認するため、同じ区間または近辺の同じ岩相から採取した複数のミニキューブ試料を船外試料としてサンプリングし、測定を実施しました。また、船内での不定形なサンプルとミニキューブ試料には一部重複があったため、そのデータを解析した。これらの測定結果を比較したところ、いくつかの例外を除いて、誤差は約5%以内で一致することが判明した。MSCLによる連続物性計測データや孔内計測データ解析も含めて、不定形試料での物性計測について考察する。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第3会場(E201)

[2oral311-18] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、奥田 花也(海洋研究開発機構)、吉田 一貴(高エネルギー加速器研究機構)

学生優秀発表賞エントリー

15:15 ~ 15:30

[T4-O-2] MgO水和膨張反応における反応ー変形ー流体流動のフィードバック：拘束条件の影響

*坂下 福馬[1]、岡本 敦[1]、ダンダル オトゴンバヤル[1]、吉田 一貴[2]、奥田 花也[3]、宇野 正起[4] (1. 東北大学 環境科学研究科、2. 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 、3. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、4. 東京大学 地球惑星科学専攻)

キーワード：反応誘起応力、水和、反応誘起破壊

蛇紋石化や炭酸塩化反応は、地球内部の大規模物質循環やダイナミックな現象に大きな影響を与える。例えば、海洋リソスフェアの蛇紋石化は地球規模の水循環を制御する一方、反応に伴う物性変化は沈み込み帯での地震活動にも影響を与える。また、かんらん岩の炭酸塩化は、大気中のCO_2を鉱物に固定する有望な手段として注目されている。しかし、かんらん石から蛇紋石への反応 ($2Mg_2SiO_4 + 3H_2O \rightarrow Mg_3Si_2O_5(OH)_4 + Mg(OH)_2$) では+50.1%、かんらん石からマグネサイトへの反応 ($Mg_2SiO_4 + 2CO_2 \rightarrow 2MgCO_3 + SiO_2$) では+80.4% という顕著な固体体積の増加を伴う。この体積膨張は岩石内の流体経路である空隙や亀裂を閉塞し、反応を自己停止させると予想される 。一方、天然ではしばしば数kmスケールに及ぶ広域的な反応が進行しており、この矛盾を解決するメカニズムとして、体積膨張自体が岩石内に亀裂を発生させ（反応誘起破壊）、それが流体経路となり反応を自己促進させるというポジティブフィードバックが提唱されている[1][2]。本研究ではアナログ物質として、反応が速く、かつ体積膨張率が+119%と非常に大きいペリクレース（MgO）の水和反応に注目し、水熱反応実験を行った。

出発物質として、「高空隙試料」(空隙率: 14-16%)および「低空隙試料」(空隙率: 5-7%)の2種類のペリクレース焼結体試料を用いた。低封圧（20MPa）と高封圧（50MPa）の２つの条件で実験を行った。比較的低い封圧下（20 MPa）で行った実験では、反応経路が初期空隙率に強く依存することが明らかになった。高空隙試料では、反応初期に空隙閉塞により浸透率が一時的に低下するものの、その後は反応誘起破壊を伴わずに均一に膨張した 。この際、浸透率は高い値を維持、あるいは高い差応力下では軸方向に微小亀裂が形成され約1桁増加した。一方、空隙率が極めて低い低空隙試料の挙動は対照的に、1500〜2900分という非常に長い誘導期間を示し、その間は表面からの層状剥離による遅い反応が特徴であった 。この誘導期間の後、膨張反応に伴う応力蓄積が自発的な差応力を生み出し、軸方向に平行なき裂が生じ突発的かつ大規模な破壊が発生した。これが引き金となって破壊、流体浸透、反応が連鎖するカスケード反応が見られ、最終的にはき裂ネットワークの形成が観察された。このプロセスにより、浸透率は初期値から2桁増加し、反応速度はバッチ実験と比較して約18倍にまで加速した 。これらの結果は、たとえ初期応力が等方的であっても、反応による膨張が周囲の拘束条件の非等方性によって自己誘起的な差応力を生み出し、それが破壊様式と浸透率の変化を支配することを示す。反応場の応力状態の重要性を明確に示している。

Zhengらの研究[3]では、30 MPa以上の高封圧下では反応誘起破壊が抑制され、反応進行が著しく困難になる可能性が示唆されている。本研究においても、50MPaの高封圧下では流体の

©日本地質学会

流動が制限され、20MPaに比べて、反応速度が約1/2〜1/4に低下することが示された。しかし、Zhengらの研究[3]での低空隙試料の反応率が3.5%に留まったのに対し、本研究では反応率が50%を超える広範な反応が進行した。この結果は、高封圧下では大規模な破壊を介した反応は起きないものの、反応自体は必ずしも停止しない可能性を示唆する。これらの結果は、マントルウェッジなどの沈み込み帯や海洋プレート深部における応力状態、力学的、異方性においても反応誘起応力を伴う反応の進行を示唆する。

[1]Shimizu and Okamoto 2016, Contrib Mineral Petrol, 171, 1-18
[2]Uno et al., 2022 Proccedings of National Academy of Science, USA, 119.3
[3]Zheng et al., 2018 Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 19.8, 2661-2672

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第3会場(E201)

[2oral311-18] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、奥田 花也(海洋研究開発機構)、吉田 一貴(高エネルギー加速器研究機構)

ECS

15:30 ~ 15:45

[T4-O-3] 東北沈み込み帯アウターライズ域から採取された堆積物試料について高温高圧環境の保持による続成作用の再現と摩擦特性への影響に関する研究

*井藤 隼斗[1]、岡崎 啓史[1,2]、上田 瑞貴[3]、濱田 洋平[2]、山口 飛鳥[4] (1. 広島大学、2. JAMSTEC、3. 筑波大学、4. 東京大学大気海洋研究所)

キーワード：浅部スロー地震、東北沈み込み帯、続成作用、摩擦特性、岩石変形

沈み込み帯でのプレート境界断層は主にシリカ鉱物や粘度鉱物などから構成される堆積物・堆積岩で形成されるが、堆積物の摩擦特性の理解はプレート境界断層の多様な摩擦挙動（地震・スロー地震・津波地震）の詳細を解明する上で重要な役割を果たすことが考えられる。東北沈み込み帯のスロー地震や海溝型地震が発生する深さでは続成作用に伴う脱水が盛んであるほか、続成作用は堆積物の摩擦特性、断層の力学的特性に大きく影響する為、プレート境界断層の動きにも影響を及ぼすと考えられる。現在、沈み込み帯に存在する物質について温度依存の摩擦特性が数多く明らかにされているが、沈み込み帯浅部での比較的低温で発生する多様な摩擦挙動について説明できるような物質は明らかにされていない(Okazaki & Hamada 2022)。本研究では堆積物が経験する続成作用に着目し、実験室で続成作用を再現することで堆積物の比較的低温での続成作用による摩擦特性の変化を明らかにした。 実験試料は新青丸によりKS-15-3航海で東北沈み込み帯アウターライズ域から採取されたコア試料を用いており採取された堆積物試料は将来的に沈み込み帯での断層形成物質になる可能性がある。広島大学設置の高温高圧ガス圧式透水試験機を用いて封圧(Pc)150 MP、間隙水圧(Pp)58 MPaの環境下で温度(T)を 20℃から250℃、保持時間(t)を10分、１日、１週間、１カ月と変化させる事で続成作用の進行を段階的に再現した。また、続成作用の進行度を評価するため保持時間中の試料の圧縮量と浸透率を継続的に測定した。続成作用の再現後に軸変位速度0.1-1-10μm/sの速度ステップ摩擦試験を行うことで続成作用の進行が摩擦特性に及ぼす影響について調べた。摩擦特性の評価は主に速度･状態依存摩擦則（RSF則）[Dieterich,1979; Ruina,1983]より摩擦係数の速度依存性を示すパラメータの(a-b)の値により行った。(a-b)の値が正であるとき断層は速度強化挙動を示し安定滑りを示すが、負であるとき断層は速度弱化挙動を示し地震の核となり得ると言われている。 高圧高温熱水環境の保持中には時間経過に対して試料の対数的な圧縮と浸透率低下が観察され、試料内で圧密作用や鉱物の溶解などの反応が起こった事を示すと考えられる。また、採取された堆積物の摩擦係数は煮込み時間、温度の増加に伴い上昇する傾向を持っていた。一方(a-b)の値は煮込み時間と温度の増加に伴って減少傾向が見られた。速度弱化挙動は100℃で1週間保持した時と150℃より高温で低速度ステップを起こしたときに観察され、それらの環境は地震発生帯の浅部の環境に相当する。これらの結果から堆積物試料は煮込み時間と温度の増加、つまり続成作用の進行度に対して速度弱化挙動を示す事が分かり、速度強化挙動から速度弱化挙動の漸移が続成作用の進行により説明が出来る事を示唆している。(a-b)の値の漸移から、本実験では150℃以上であれば煮込まずとも速度弱化挙動を示し、100℃であれば1週間、60℃であれば数年、40℃であれば10万年の保持により速度弱化挙動を示すと考えられる。以上の

©日本地質学会

結果から低温での地質学的な時間スケールの続成作用は浅部での定常滑り、スロー地震、地震などの断層滑り挙動の遷移を引き起こす可能性がある事を示唆している。

[引用文献] Dieterich, J. H. (1978), Time-dependent friction and the mechanics of stick-slip, *Pure Appl. Geophys.*, **116**, 790–806.Ruina, A. (1983), Slip instability and state variable friction laws, *J. Geophys. Res.*, **88**, 10,359–10,370, doi:**10.1029/JB088iB12p10359**.Okazaki, K., & Hamada, Y. (2022), 熱水環境下での岩石変形実験に基づく沈み込み帯プレート境界の摩擦特性とすべり挙動の多様性に関する考察, 月刊地球, 518号, 582-590

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第3会場(E201)

[2oral311-18] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、奥田 花也(海洋研究開発機構)、吉田 一貴(高エネルギー加速器研究機構)

学生優秀発表賞エントリー ECS

15:45 ~ 16:00

[T4-O-4] 海山由来石灰岩の摩擦特性：沈み込み帯における地震活動との関係

*関川 真佑子[1]、奥田 花也[2]、北村 真奈美[3]、髙橋 美紀[3]、山口 飛鳥[4]、澤井 みち代[1] (1. 千葉大学、2. 海洋研究開発機構 高知コア研究所、3. 産業技術総合研究所、4. 東京大学大気海洋研究所)

キーワード：摩擦実験、沈み込み帯、海山、石灰岩

プレート境界型地震はアスペリティの破壊によって発生するとされており，その形成要因の一つとして沈み込んだ海底地形の凹凸が挙げられる．その最も代表的なものが海山である．これまで海山は，沈み込むとアスペリティとして作用し巨大地震を発生させる[1]と指摘されてきた．一方，バリアとして作用し破壊伝播を抑制する可能性[2]も提案されている．加えて，海山が地震を起こさずクリープを起こしている可能性も指摘されている[3]．また，地形的高まりだけではなく，海山表面の摩擦が海山周辺の複雑な構造形成に関わることが近年明らかになった[4]．このように，海山の沈み込みに関する多くの研究成果が報告されているが，それに関する系統的な摩擦実験は十分ではない．そこで本研究では，海山構成岩石を用いた摩擦実験を実施し，海山の力学的特性と地震活動の関係について検討することを試みた．

実験試料には，ジュラ紀付加体の美濃帯舟伏山ユニットに産出する海山由来の石灰岩を用いた．薄片観察及びXRD分析により，実験に使用した石灰岩は方解石(98.2 wt%)と石英(1.8 wt%)で構成されていることが判明した．

実験には，産業技術総合研究所設置のガス圧式高温高圧変形試験機を使用し，封圧150 MPa，間隙水圧100 MPa，温度(T)20-350℃，軸変位速度0.1—100 μm/sの条件下で行った．その結果，定常摩擦係数μ_{ss}は約0.70-0.83となり，高温条件の方が高い値を示した．すべりの安定性を示すパラメータa-b値は，T = 20—50℃では0.0023—0.0051の値を示し，a-b > 0の速度強化となった．a-b値は，温度が上昇するに伴い減少し，T = 100℃では0.0003の値をとりa-b ≈ 0の速度中性を，T = 150—200℃になると，-0.0044—-0.0021の値を示し，a-b < 0の速度弱化へと遷移した．しかし，さらに温度が上昇するとa-b値は増加傾向へと転じ，T = 250—300℃で-0.0031—0.0009の値をとる速度中性，T = 350℃で0.0053の値をとり再び速度強化を示すことが明らかとなった．

SEMを用いた微細構造観察の結果，T =20℃の場合，試料全体にリーデル剪断面が発達しており，それら剪断面近傍には破砕による細粒化が発達していた．一方，T =350℃の場合，破砕はより剪断面近傍に集中しつつも，ガウジ層全体で粒子間に圧力溶解による凝集と思われる構造が確認されるなど，延性的な変形の証拠が観察された．a-b値が最小値を示すT =190℃では細粒化と粒子の凝集がともに見られ，脆性と延性の両特性を併せ持つ中間的な変形様式が認められた．高温の条件ほど，ガウジ層全体の中でこの凝集構造が占める割合が増加していた．これらの観察結果は，温度上昇により脆性的な変形から延性的な変形へと変形機構が遷移したことを示唆している．

本研究で得られた石灰岩の摩擦強度(μ_{ss}：0.70—0.83)は，海山由来玄武岩の摩擦強度(μ_{ss}：0.39—0.55) (Sawai et al., 2024 JpGU)と比べると高く，断層帯において両岩相が共存するよ

©日本地質学会

うな環境では，玄武岩が優先的に変形を担う可能性があると考えられる．一方で，*a–b*値が負の値をとる100℃—250℃では，石灰岩はすべりが不安定となる．このような条件下で石灰岩に剪断応力が集中すると，破壊の核となって地震を引き起こす可能性があると推測される．変質玄武岩[5]および泥岩[6]を用いて行われた高温高圧摩擦実験の結果から，石灰岩は変質玄武岩や泥岩より相対的に低い温度で*a-b*値が負から正に転じるため，より高温の地震発生帯の深部では石灰岩が不安定すべりを抑制する可能性を示唆している．このことから，沈み込み帯において石灰岩は，浅部の低温域では高い摩擦強度により応力を支える，または断層強度を高め，100℃—250℃の温度帯まで沈み込むと震源核の形成原因となり，250℃以上の深部領域ではすべり挙動が安定しすべりを抑制するなど，深度(温度)の変化に応じて異なる役割を果たしている可能性がある．

引用文献

[1] Cloos, 1992, *Geology*, 20(7), 601-604.
[2] Kodaira, et al., 2000, *Science, 289(5476)*, 104-106.
[3] Mochizuki et al., 2008. *Science, 321(5893)*, 1194-1197.
[4] Okuma et al., 2022, *Tectonophysics, 845*, 229644.
[5] Okuda et al., 2023, *JGR Solid Earth, 128(1)*, e2022JB025072.
[6] den Hartog et al., 2012, *Earth Planet Sci Lett, 353–354*, 240-252

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第3会場(E201)

[2oral311-18] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、奥田 花也(海洋研究開発機構)、吉田 一貴(高エネルギー加速器研究機構)

16:00 ~ 16:15

[T4-O-5] 地震断層内部の静・動的物理化学プロセス解明に向けた回転式熱水摩擦試験機の開発

*廣瀬 丈洋[1]、奥田 花也[1]、谷川 亘[1]、濱田 洋平[1]、岡崎 啓史[2]、Bedford John [3] (1. 海洋研究開発機構、2. 広島大学、3. Univ. Liverpool)

キーワード：地震、断層、熱水、摩擦

大地震の発生時には、断層は秒速数メートルの高速で大きなすべりを起こす。この高速すべりに伴い、断層面では摩擦熱によって熔融や脱水反応などの熱活性反応が瞬時に励起され、断層の摩擦強度が劇的に低下することが明らかになってきた(e.g., Di Toro et al., 2011)。しかし、これらの知見の多くは常温・常圧下での高速摩擦実験に基づいており、震源域の高温・高圧かつ熱水を伴う環境下での地震性高速すべりの実態解明は、いまだ十分に進んでいない。この課題を克服するため、我々は過去10年間にわたり、熱水環境下での低〜高速摩擦試験機の開発に取り組んできた。本講演では、実用化の目途が立った新しい回転式熱水摩擦試験機の概要ついて報告する。

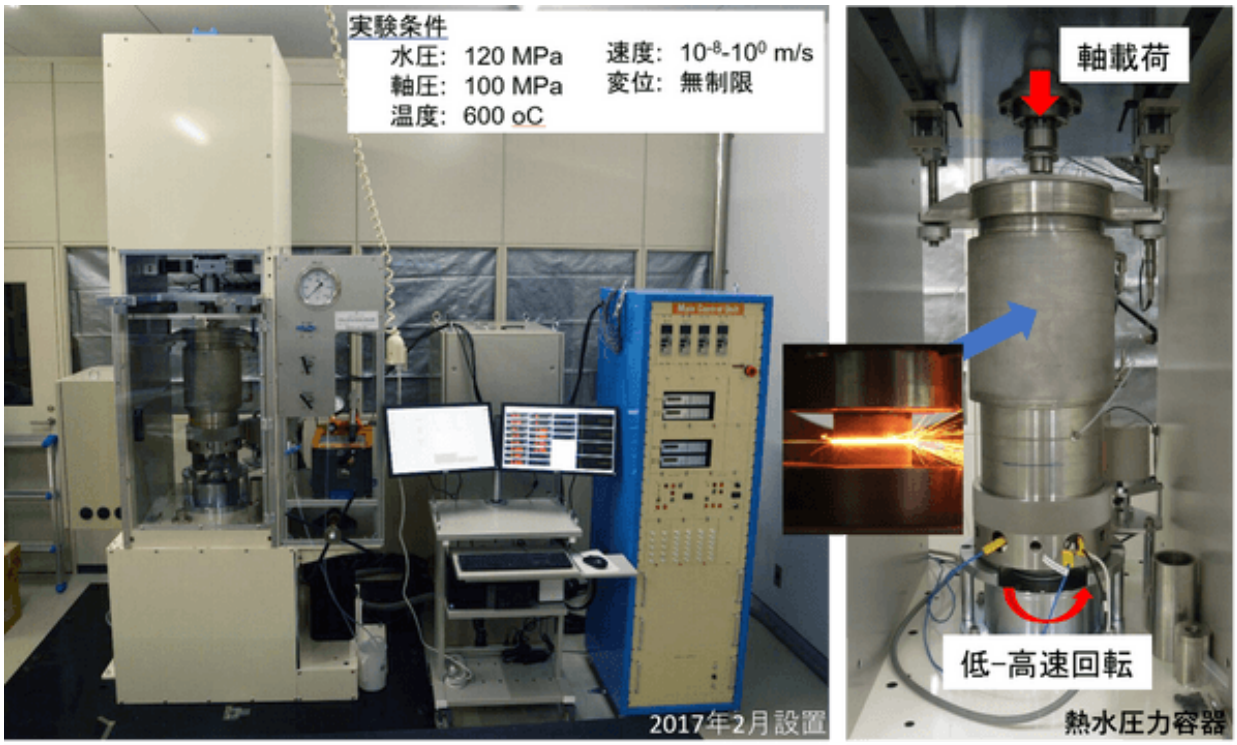
本試験機では、円筒状に成形した岩石試料（外径32 mm、内径22 mm）の端面を重ね合わせる、あるいは円筒状のメタル製ホルダーに粒状試料（外径34 mm、内径22 mm）を充填することで、模擬断層をつくる。片側の試料を固定し、垂直荷重（最大100 MPa）を載荷した状態で、もう片側の試料を最大等価変位速度2.0 m/sで回転させることにより、高速・大変位すべりを再現している。これらの試料アセンブリは水で満たされた圧力容器（最大水圧120 MPa）の中に封入され、内熱式シーズヒーターにより周囲を加熱することで、現在450℃（設計温度600℃）の熱水環境下での摩擦実験が可能となっている。

本試験機を用いた予察的な実験では、斑レイ岩および石英ガウジを対象に高速すべり実験（すべり速度1.4 m/s、垂直応力〜30 MPa、水圧〜20 MPa、温度20〜350℃、変位〜9 m）を実施した。斑レイ岩を用いた実験では、(1) 常温での結果と同様に、300℃の熱水環境下でも摩擦係数が0.8から0.2へと大きく低下する顕著なすべり軟化挙動が確認された。また、(2) すべり軟化に要するせん断エネルギーが温度上昇とともに減少する傾向も明らかとなり、震源域のような高温条件下では破壊の伝播がより容易になる可能性が示唆された。さらに、石英ガウジを用いた実験では、300℃以上の熱水環境下で石英粒の顕著な細粒化および溶解現象が観察された。摩擦発熱によって断層帯内の水が超臨界状態に達していることから、高速すべりに伴い動的な水–岩石反応が劇的に進行した可能性が高い。

本講演では、これらの予察的な実験結果を紹介するとともに、高温・高圧・熱水環境における地震性高速すべり、およびそれを支配する物理化学プロセスの理解に向けた今後の展望について議論する。

Di Toro et al., 2011, Fault lubrication during earthquakes, Nature, 471, 494-498.

©日本地質学会


実験条件
水圧: 120 MPa
軸圧: 100 MPa
温度: 600 oC
速度: 10^{-8}-10^{0} m/s
変位: 無制限
2017年2月設置
軸載荷
低–高速回転
熱水圧力容器

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第3会場(E201)

[2oral311-18] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、奥田 花也(海洋研究開発機構)、吉田 一貴(高エネルギー加速器研究機構)

学生優秀発表賞エントリー ECS

16:30 ~ 16:45

[T4-O-6] Slow-to-Fast地震発生帯の温度条件下での流体圧降下による断層バルブモデルの実験的再現と鉱物脈形成

*戸田 涼斗[1]、宇野 正起[2]、岡本 敦[1] (1. 東北大学　環境科学研究科、2. 東京大学　理学系研究科)
キーワード：フロースルー実験、流体圧降下、シリカ脈

沈み込み帯の地震発生帯では、流体と岩石の相互作用により鉱物脈が形成される。断層バルブモデル [1] では、鉱物沈殿によるき裂のシーリング、鉱物脈の形成は地殻の透水性を支配し、地震周期を決定づける一因とされる。鉱物脈形成の駆動力として流体圧降下が提案され[2]、実験的にもシリカ沈殿が示されている[3]一方、過飽和シリカ溶液の圧入に伴うシリカ鉱物の成長も実験的に示されている[4]。しかしながら、室内実験で岩石内に鉱物脈を形成し閉塞させた例はなく、そのシーリングの時間スケールや透水性の変化幅は不定である。そこで本研究では、Slow地震発生帯からFast地震発生帯に相当する200–400℃で、流体圧降下によりシリカを岩石内に沈殿させ、鉱物脈を形成するフロースルー実験を行った。

本実験には庵治花崗岩のコア試料（直径6mm、高さ12mm）を用いた。600℃から急冷し空隙率1.1–2.8%の試料を作成し、地震発生深度に相当する高封圧（P_c）（=100 MPa）下で密封した。シリンジポンプで蒸留水を定圧注入し、上流50 MPa・下流大気圧で50 MPaの流体圧勾配を与えた。したがって液相流体が気相に相変化し、シリカ溶解度が急減する。実験条件は、200℃、300℃、400℃、P_cが100 MPa、上流圧（P_{up}）が50 MPa、下流圧（P_{down}）が0.1 MPaとした。また対照実験として、200℃ではP_{down}=8 MPa、300℃ではP_c=75 MPaまたは P_{down}=20 MPaとした。実験中に試料の浸透率の経時変化を測定し、実験後、観察・分析した。

まず200℃実験では、両条件において上流で石英と長石が主に溶解した。P_{down} = 8 MPaでは、シリカの沈殿は確認されず、P_{down} = 0.1 MPaでは下流端面に網目状のアモルファスシリカ（AS）が沈殿し、浸透率は両条件で1-5×10^{-19} m^2と一定だった。次に300℃では、同様に上流で石英と長石が主に溶解した。P_{down} = 20 MPaではシリカの沈殿はなく、P_{down} = 0.1 MPaでは下流端面に煙突状ASが局所的に沈殿した。P_c = 100 MPa、P_c = 75 MPaでは、浸透率は10^{-18}-10^{-19}から10^{-22}-10^{-20} m^2に低下した。さらに、P_c =100 MPa、P_{down} = 0.1 MPaの実験では、下流端面付近の試料内部に流体流れ方向に垂直なAS脈が生成した。400℃では、下流側のSUS管内に析出物が観察された。16-17日目に、浸透率は10^{-21} m^2から10^{-23} m^2に低下し、その約4時間後に浸透率は10^{-21}-10^{-20} m^2に上昇した。さらにその1時間後には10^{-22} m^2に再び低下し、最終的に10^{-21} m^2でほぼ一定となった。

©日本地質学会

300℃で高P_c下では、AS脈は約10-20 μmの幅があり、両端が煙突状ASに接続していた。この実験の約2回の浸透率の増減は、次のAS脈形成プロセスに対応している可能性がある。上流で溶解後、流体圧降下で気相変化し、下流端面に煙突状沈殿物が形成され浸透率が低下した。その結果、下流端面付近の流体圧が上昇し、大きな差応力により流路に垂直なき裂が生じ、浸透率が再び上昇した。この繰り返しで浸透率の増減が生じた。

地震発生帯の条件に相当する100 MPa、300℃での流体圧降下により、断層バルブモデルの一部を再現できた。この実験では300℃の地震発生帯の天然と同様に、幅数十μmのシリカ脈が4日間で生成された。したがって、50 MPaの流体圧降下が生じる地震発生帯ではシリカ脈は短期間で生成され、これは西南日本の浅いプレート境界での低周波地震の発生間隔に匹敵し得る[5]。さらに、本研究の鉱物脈は、300℃未満での剪断運動によって生成される天然の鉱物脈と類似性があると考えられる[6]。したがって、本研究をもとに、その鉱物脈の形成プロセスと時間スケールを制限するモデルを提案する。

400℃実験では下流で沈殿が観察され、300℃実験と同様の周期的な浸透率の増減が示された。この挙動は岩石内部での新たなき裂や鉱物脈形成を示唆しており、スロー地震の時間スケールに関する知見をもたらす可能性がある。

[1]Sibson, 1992 Tectonophys., vol. 211, 283-293; [2]Weatherley and Henley, 2013 Nat. Geosci., vol. 6, 294-298; [3]Amagai et al., 2019 Sci. Rep., vol. 9, 1–9; [4]Okamoto and Vinis, 2025 Nat. Commun., vol. 19, 1791; [5]Sekine et al., 2010 J. Geophys. Res. 115, B00A27; [6] Fagereng et al., 2010 Nat. Geosci, vol. 38, 751-754;

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第3会場(E201)

[2oral311-18] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、奥田 花也(海洋研究開発機構)、吉田 一貴(高エネルギー加速器研究機構)

学生優秀発表賞エントリー

16:45 ~ 17:00

[T4-O-7] 南海トラフ地震発生帯における泥質片岩のレオロジー特性に関する実験的研究

*八木 寿々歌[1]、岡崎 啓史[1] (1. 広島大学)

キーワード：南海トラフ、泥質片岩、間隙水圧、ETS

南海トラフのプレート境界型地震発生帯の上限・下限付近では様々なスロー地震活動が観測されている。このような領域では高間隙水圧帯の存在が示唆されており(Shelly et al., Nature, 2006; Hirose et al., J. Geophys. Res.: Solid Earth, 2021)、高間隙水圧によって有効圧が低下し、岩石の強度が低下する可能性がある(Peterson and Wong, J. Geophys. Res.: Solid Earth, 2005)。また、南海トラフは付加体によって構成された沈み込み帯のため、地震発生帯およびスロー地震発生帯でのプレート境界断層の挙動は、この付加体の中でも特に強度の低い泥質岩によって支配されると予想される。
本研究では南海トラフを構成する泥質岩を用いて変形実験を行うことでそのレオロジー特性を観測し、南海トラフ地震発生帯との関連を探った。試料として三波川帯に属する高知県長岡郡本山町汗見川沿いにて採取した泥質片岩を用いた。XRD測定よりこの試料は石英と白雲母を主要鉱物とすることが確認された。変形実験には実験の温度圧力条件は、Kouketsu et al. (J. Metamorph. Geol., 2020)でのラマン分光法による測定結果と、Okuda et al. (Earth Planet. Sci. Lett., 2023)およびGao and Wang (Nature, 2017) で示された南海トラフの温度構造モデルから、温度は480℃、封圧は1250 MPaとした。この温度圧力条件は南海トラフのETS領域での環境に相当する。泥質片岩の変形に対する間隙水圧(P_p)の影響を調べるため、実験は乾燥条件、含水条件(非排水)、間隙水圧条件(排水)の3つで行った。間隙水圧条件では、排水環境下にて200 MPa、400 MPa、600 MPa、750 MPa、800 MPaの間隙水圧で実験を行った。すべての実験は0.23 μm/sの剪断速度で実施した。
実験結果より、泥質片岩は乾燥条件と比べ含水条件および間隙水圧条件にて強度が低下し、不安定なスロースリップ様挙動を示した。また、どの結果においても大きな応力降下の発生が観察された。モール円より計算された摩擦係数(μ)は、応力降下前で0.32、応力降下後で0.25であった。また、各実験より得られた各剪断応力と混合則の比較より、応力降下を境界として、石英が支配的な準脆性な変形から内部に発達した白雲母のレイヤーによる塑性な変形に移行したことが考えられる。各回収後実験試料の薄片のP面の角度から剪断ひずみを計算・比較した結果、有効圧の減少に伴って局所変形から分散変形への移行が起きていることが確認された。これらの結果より、流体や間隙水圧が泥質片岩の強度を低下させ、不安定な挙動を誘発することを示唆している。Tokle et al. (J. Struct. Geol., 2023)は白雲母が水と優先的に反応・変形することによってこのような強度低下が生じると提案している。
以上より、白雲母を含む泥質片岩は乾燥条件においても強度が低いが、含水条件および間隙水圧条件ではより強度が低下し、不安定な挙動を示す。有効圧の低下は岩石の強度低下だけでなく、変形の分散にも寄与することが確認された。
これらの知見は、南海トラフ地震発生帯における高間隙水圧下での泥質片岩のレオロジー特

©日本地質学会

性を理解するうえで重要であり、流体の存在や有効圧の変化が断層の強度や安定性、ひいてはスロー地震や巨大地震の発生メカニズムに与える影響を明らかにするための重要な手がかりとなる。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第3会場(E201)

[2oral311-18] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、奥田 花也(海洋研究開発機構)、吉田 一貴(高エネルギー加速器研究機構)

ハイライト講演

17:00 ~ 17:30

[T4-O-8] ［招待講演］スロー地震の地質学的痕跡を探る

*氏家 恒太郎[1]、矢部 優[2]、山﨑 悠翔[1]、Yeo Thomas[1]、駒木野 照太[1] (1. 筑波大学、2. 産業技術総合研究所)

【ハイライト講演】 近年、スロー地震の発生源を経験したと考えられる付加体および高圧変成岩露出域における露頭観察により、スロー地震の発生像解明に関する研究が行われている．本発表では、上記研究の先駆者である講演者らによって明らかとなった、地震学的に観測される低周波微動の地質学的痕跡や、測地観測で観測できない速度での変形の痕跡などについて紹介していただく。
※ハイライト講演とは．．．

キーワード：微動、スロースリップ、石英脈、緑泥石ーアクチノ閃石片岩、交代作用

Slow earthquakes, which occur downdip of the seismogenic zone, are commonly observed in subduction zones under warm-slab environments. Despite their significance, the source processes, mechanisms, and environmental conditions responsible for slow earthquakes remain poorly understood. Here, we investigate accretionary complexes and low-temperature, high-pressure metamorphic rocks exhumed from the source regions of slow earthquakes, focusing on areas analogous to the Nankai and Cascadia subduction zones.

We observed that quartz-filled shear and extension veins in subduction or mélange shear zones often form clusters or networks within viscously sheared argillaceous or blueschist matrix, typically tens to hundreds of meters thick (Ujiie et al., 2018; Ujiie et al., 2024). When preserved, these quartz veins exhibit crack-seal texture, indicating repeated brittle failure under near-lithostatic fluid pressure. Shear veins within the clustered quartz vein zones display low-angle thrusting, slip increments of 0.1–0.2 mm, and low stress drops on the order of tens to hundreds of kilopascals, which are consistent with the source properties of low-frequency earthquake (Fagereng et al, 2011; Ujiie et al., 2018). Using a probabilistic cell automaton model, we modeled seismic wave radiation from clustered quartz veins. The results indicate that synthesized seismic waves radiating from successive ruptures of clustered quartz veins can reproduce the seismologically observed tremor (Yabe and Ujiie, 2025).

We examined the deformation mechanisms and rheological properties of blueschist and chlorite-actinolite schist (CAS). Blueschist deforms through dissolution-precipitation creep (Ujiie et al., 2024) or diffusion creep. At the estimated shear stress in the source region of deep slow earthquakes (e.g., ~10–30 MPa in Nankai and Cascadia), blueschist deformed at strain rates of ~10^{-13} to 10^{-12} s^{-1}, consistent with aseismic creep. CAS, on the other hand, forms multiple shear localization zones in the subduction mélange. These zones are often

©日本地質学会

accompanied by metasomatic reaction zones that supply fluids to the CAS (Ujiie et al., 2022). In comparison to blueschist, CAS deformed at lower shear stresses but at one to two orders of magnitude higher strain rates. The lower shear stresses are consistent with shear localization along the CAS layers, while the higher strain rates are likely due to metasomatic dehydration-enhanced viscous shear. The lateral extent of high-strain rate zones is less than a few hundred meters, much smaller than the length scale of geodetically detected slow slip events. Our findings highlight the importance of considering increased slip rates associated with metasomatic reactions at a finer scale than detectable by geodetic methods, which may be referred to as “mini slow slip” or “dark slow slip”.

References

Fagereng et al., 2011, Tectonophysics 510, 381–386, doi:10.1016/j.tecto.2011.08.015
Ujiie et al., 2018, Geophysical Research Letters 45, 5371–5379, doi:10.1029/2018GL078374
Ujiie et al., 2022, Geochemistry, Geophysics, Geosystems 23, e2022GC010569, doi:10.1029/2022GC010569
Ujiie et al., 2024, Journal of Geophysical Research 129, e2023JB027901, doi:10.1029/2023JB027901
Yabe and Ujiie, 2025, Geophysical Research Letters 52, e2025GL115447, doi:10.1029/2025GL115447

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 10:15 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[2oral401-07] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:田村 嘉之(一般財団法人千葉県環境財団)、野々垣 進(産総研地質調査総合センター)

ハイライト講演 ECS

10:15 ~ 10:30

[T11-O-1]

都市域の3次元地質地盤図：「千葉県北部延長」地域における更新統下総層群の層序

*米岡 佳弥[1]、中澤 努[1]、野々垣 進[1]、中里 裕臣[1] (1. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

10:30 ~ 10:45

[T11-O-2]

中部更新統下総層群薮層の指標テフラに関する新知見

*中里 裕臣[1]、米岡 佳弥[1]、中澤 努[1]、田村 亨[1] (1. 産総研地質調査総合センター)

10:45 ~ 11:00

[T11-O-3]

横浜市中心街の低地の地質構成と地盤震動特性：極めて軟弱な沖積層とその基盤をなす固い上総層群

*中澤 努[1]、長 郁夫[1]、野々垣 進[1]、尾崎 正紀[1]、坂田 健太郎[1] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

11:00 ~ 11:15

[T11-O-4]

1923年関東地震時に臨海部で発生した地裂近傍の地質状況：館山市長須賀での地質調査から

*風岡 修[1]、小島 隆宏[2] (1. 千葉県環境研究センター地質環境研究室、2. 北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所)

11:15 ~ 11:30

[T11-O-5]

大阪ベイエリアにおける都市地盤状況についての検討

*北田 奈緒子[1]、三村 衛[1] (1. 一般財団法人　GRI財団)

11:30 ~ 11:45

[T11-O-6]

常時微動観測データによる微地形判別の可能性

*小松原 純子[1]、長 郁夫[1]、佐藤 善輝[1]、納谷 友規[1] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

11:45 ~ 12:00

[T11-O-7]

常時微動計測は活断層研究にどこまで適用可能か

*小荒井 衛[1]、金子 朋紀[2]、中島 展之[3]、先名 重樹[4] (1. 茨城大学理学部、2. 鉄道・運輸機構、3. 元　茨城大学大学院理工学研究科、4. 防災科学技術研究所)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 10:15 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[2oral401-07] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:田村 嘉之(一般財団法人千葉県環境財団)、野々垣 進(産総研地質調査総合センター)

ハイライト講演 ECS

10:15 ~ 10:30

[T11-O-1] 都市域の3次元地質地盤図：「千葉県北部延長」地域における更新統下総層群の層序

*米岡 佳弥[1]、中澤 努[1]、野々垣 進[1]、中里 裕臣[1] (1. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

【ハイライト講演】 演者らは3次元地質地盤図「千葉県北部延長」地域の調査において，更新統下総層群のテフラ層序を詳細化し，関東平野中央部の継続的な沈降運動とMIS 7c最大海進期の海陸境界付近の層相変化を明らかにした．地下浅部の地層の連続性や層相変化を正確に把握できたことにより，持続可能な地下水利用や地盤リスク評価への貢献が期待される． ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：都市域の地質地盤図、下総層群、千葉県、更新統

産総研地質調査総合センターでは，自治体などが公開している大量のボーリングデータを用いて地層の広域的な対比を行い，コンピュータ解析により地層の3次元的な分布を表現した「都市域の地質地盤図（3次元地質地盤図）」を作成・公開している．この地質地盤図はweb上で公開されており，3次元的に表現されることで非専門家でも直観的に地下地質を理解できる利点がある．経済産業省の知的基盤整備計画に基づき，2018年に「千葉県北部地域」，2021年に「東京都区部」，2025年に「埼玉県南東部」を公開した[1]．今年度は「千葉県北部延長」及び「千葉県中央部」の公開に向け準備を進めている．

本発表では「千葉県北部延長」地域の調査において，関東平野中央部の継続的な沈降運動を示唆する構造とMIS 7c最大海進期の古地理を明らかにしたので紹介する．本地域は野田市を中心とする地域で，利根川と江戸川に挟まれた下総台地が広く分布する．下総台地の下総層群は下位から地蔵堂層，薮層，上泉層，清川層，木下層，常総層に区分される．我々はこの地域の北から南へ，関宿GS-ND-3，東小金井GS-ND-1[2]，山崎GS-ND-2[3]の3地点でボーリング調査を実施した．これらのコアからはKy3（TB-8）テフラやKm2（TCu-1）テフラなどの特徴的なテフラが認められ，層序は明確に区分できる．

関宿GS-ND-3コアは，下総層群最下部の地蔵堂層（MIS 11）から最上部の常総層（MIS 5c）まで連続的に観察できる．関宿コアでは地蔵堂層にJ4（TE-5a）テフラ，上泉層下部にAta-Thテフラが認められた．また，薮層にBT72，上泉層下部にSgP.1及びSgP.2に類似のテフラが認められた．今後，化学分析を実施する予定であるが，SgP.2テフラは関東平野中央部で報告がなく，上泉層の新たな指標テフラとなる可能性がある．

本地域の下総層群は，広域的に見ると内陸側（北西側）に傾斜しており，この傾斜は下位の地層ほど大きくなる傾向を示す．つまり関東平野中央部（調査地域の北西側）の沈降は少なくともMIS 11（約40万年前）以降MIS 5c（約10万年前）まで継続的であったと言える．また，清川層（MIS 7c）は柏市より南～南東の地域では海成砂層主体で，その北の山崎GS-ND-2では一部海成層を含む泥層からなり，さらに北の東小金井GS-ND-1では泥層主体の陸成層のみからなる．これらのことからMIS 7cの最大海進期において，海域は調査地域の南～南東側から山崎GS-ND-2付近まで及んだと解釈された[3]．今回，地質地盤図の作成過程で大量の

©日本地質学会

ボーリングデータを確認したところ，山崎よりさらに北の野田市光葉町付近までMIS 7cの海成層が連続していることが明らかとなったものの，MIS 7cの海進はMIS 5eやMIS 7eに遥か及ばないことが明らかになった．なお，「千葉県北部地域」では成田から柏にかけて，台地の地下に谷埋め状に分布するMIS 5eの軟弱泥層（木下層下部）が確認され，地盤リスクとして注目されたが，本地域には同様の地層は認められなかった．
本研究では，「千葉県北部延長」地域に分布する下総層群の層序とテフラ対比が詳細化され，関東平野中央部の継続的な沈降運動とMIS 7c最大海進期の古地理が明らかになった．地質地盤図の整備により，地下浅部の地層の連続性や層相変化を正確に理解することが可能となり，持続可能な地下水利用や地盤リスク評価への貢献が期待される．

[1] 都市域の地質地盤図，URL: https://gbank.gsj.jp/urbangeol/
[2] 中澤・田辺（2011）5万分の1地質図幅「野田」．
[3] 米岡ほか（2024）地質学雑誌，**130**，223–238．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 10:15 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[2oral401-07] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:田村 嘉之(一般財団法人千葉県環境財団)、野々垣 進(産総研地質調査総合センター)

10:30 ~ 10:45

[T11-O-2] 中部更新統下総層群薮層の指標テフラに関する新知見

*中里 裕臣[1]、米岡 佳弥[1]、中澤 努[1]、田村 亨[1] (1. 産総研地質調査総合センター)
キーワード：中部更新統、下総層群、テフラ、MIS10、関東平野

関東平野に広く分布する中部更新統下総層群薮層（徳橋・遠藤，1984）では厚い海成の砂層が発達し，首都圏の重要な帯水層となっている（風岡ほか，2018）．最下部に河川成の砂礫層が発達する場合には，地下水流速が大きいことから地下水汚染の観点からも重要視されている（吉田ほか，2024）．また，武蔵野台地では「東京礫層」と呼ばれた礫層が構造物基礎の支持層として利用されてきたが，従来の「東京礫層」の形成時期は複数の層準にわたり，その多くは薮層基底の礫層であることが明らかにされている（納谷ほか，2021）．以上のことから薮層を的確に追跡することは，首都圏の地下水学・土木地質学の観点からも極めて重要である．

薮層の認定・追跡に有効な指標テフラとして，徳橋・遠藤(1984)はYb0～5を記載しており，Yb1はA_4Pm（鈴木，2003），Yb5はGoP_1に対比されている．Yb1は広域テフラKktと混在する（納谷ほか，2021など）．薮層下半部ではこれらに加え，Yb1.1（張ほか，2023），Yb1.5（納谷ほか，2021）が記載され，Yb2，3層準には，UR1-No.8（米岡ほか，2025），So-TN，So-OTが挟在する（中里ほか，2024）ことが明らかにされてきた．これらのテフラのうちYb0，Yb1.5，Yb3は直方輝石の屈折率が1.714前後の高いモード値を示す特徴がある．町田ほか(1974)において，大磯丘陵の多摩ロームで地蔵堂層のJ4に対比されるTE-5と上泉層のKm2の対比されるTCu-1の間で同様の特徴を持つテフラを探索すると，TDI-7があげられる．今回，相模原市立博物館所蔵のTDI-7試料について上記3テフラと火山ガラスの主成分化学組成を比較したところ，Yb0とほぼ同じ組成を示すことが明らかとなった（表1）．上杉ほか(1985)によればTDI-7(TII-49)の上位のTII-51層準が海退最末期とされており，この層準が地蔵堂層と薮層境界の低海面期(MIS10)に相当すると考えられる．

Yb1.1は市原市瀬又，成田コア（中里ほか，2004）などで薮層下部の泥層中でYb1の上位に認められる角閃石に富む軽石質テフラで，茨城県かすみがうら市におけるGS-KUR-1コアの薮層下部の陸成泥層でも認められた（張ほか，2023）．今回，成田コアとGU-KUR-1コアではYb1.1の上位の泥層に，黒雲母に富み低屈折率火山ガラスと高屈折率角閃石を含む大町APmテフラ群の特徴を示す層厚1-2cmのテフラが認められ，これはA_5Pmに対比される可能性が高い（表1）．A_5Pmは給源付近で分布が狭いとされ（鈴木ほか，2004），群馬県下までは追跡されるものの栃木県鬼怒川低地帯では確認されてこなかった．しかし，成田市及びかすみがうら市での検出により，従来よりも広い分布が推定される．

本報告では，薮層の指標テフラについて新たにYb0が大磯丘陵のTDI-7に対比されること，A_4Pmに対比されるYb1の上位にA_5Pmに対比可能なテフラがあることを示した．これらの指標テフラの検出により，薮層の基底層準が南関東から北関東にかけてより正確に把握され，薮層最下部の砂礫層の分布や連続性が詳細に評価可能になることが期待される．なお，相模原市立博物館河尻清和氏にはTDIテフラ試料をご提供いただいた．ここに謝意を表します．

©日本地質学会

引用文献：風岡ほか(2018)都市域の地質地盤図「千葉県北部地域」（説明書）,35–44；町田ほか(1974)地学雑誌,302-338；中里ほか(2004)日本第四紀学会講演要旨集,34,59-60；中里ほか(2024)日本地質学会第131年学術大会講演要旨,T8-O-1；納谷ほか(2021)都市域の地質地盤図「東京都区部」（説明書）,82p.；鈴木(2003)第四紀研究,42,157-163；鈴木ほか(2004)地学雑誌,113,38-61；徳橋・遠藤(1984)姉崎地域の地質，136p.；上杉ほか(1985)関東の四紀,11,3-15；米岡ほか(2025)都市域の地質地盤図「埼玉県南東部」（説明書）,74p.；吉田ほか(2024)日本地質学会第131年学術大会講演要旨,T8-P-2；張ほか(2023)日本第四紀学会2023年大会講演要旨集,60-60.

表1 EDXによる火山ガラスの主成分化学組成（上段：平均値wt%，下段：標準偏差）

Name/Loc.	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Total/N
Yb0	72.00	0.60	14.15	3.19	0.14	0.84	3.33	4.27	1.48	100.00
GS-FB-1_117.33-117.35m	1.55	0.08	0.49	0.56	0.07	0.23	0.46	0.17	0.10	15
TDI-7	72.89	0.56	13.79	3.25	0.13	0.59	2.90	4.36	1.53	100.00
相模原市立博物館試料	0.59	0.08	0.09	0.36	0.09	0.16	0.10	0.11	0.09	7
Yb1.5	78.46	0.23	12.07	1.52	0.09	0.21	1.64	3.76	2.02	100.00
木更津市宿	0.67	0.06	0.34	0.42	0.04	0.07	0.24	0.35	0.70	20
Yb3	78.18	0.27	12.13	1.53	0.08	0.27	1.87	3.82	1.86	100.00
市原市瀬又	0.44	0.05	0.26	0.11	0.07	0.05	0.12	0.09	0.08	30
A_9Pm	77.69	0.05	12.38	0.87	0.03	0.13	0.83	2.87	5.16	100.00
成田コア37.41-37.43m	0.19	0.04	0.05	0.07	0.04	0.06	0.05	0.12	0.16	20

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 10:15 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[2oral401-07] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:田村 嘉之(一般財団法人千葉県環境財団)、野々垣 進(産総研地質調査総合センター)

10:45 ~ 11:00

[T11-O-3] 横浜市中心街の低地の地質構成と地盤震動特性：極めて軟弱な沖積層とその基盤をなす固い上総層群

*中澤 努[1]、長 郁夫[1]、野々垣 進[1]、尾崎 正紀[1]、坂田 健太郎[1] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

キーワード：沖積層、地盤震動特性、横浜

沖積層は一般に軟弱な地層として扱われるが，特に台地を開析する小河川沿いの低地の沖積層は極めて軟弱な泥層からなることが多い（中澤ほか，2024；小松原・内田，2025）．また沖積層とその基盤をなす地層の関係を考えた場合，両者間の物性コントラストが大きいほど，揺れが大きく増幅されやすくなる（Konno and Ohmachi，1998；中澤ほか，2023）．以上の考えに基づけば，固結した地層を基盤とする小河川沿いの低地で，かつ沖積層が厚い地域は，地震動の災害リスクが極めて高いことになる．そこでこの条件にあてはまると思われる横浜市の大岡川低地においてボーリング調査と常時微動観測を実施し，低地地下浅部の地質構成と地盤震動特性を検討した．

今回，大岡川低地の上流側（横浜市南区蒔田）と下流側（横浜市中区尾上町）の計2箇所でボーリング調査を実施した．いずれも埋没谷の軸部に相当する．調査地域の沖積層の基盤は，固結した泥岩（Vs > 400 m/s）を主体とする上総層群からなる．沖積層の層厚は上流側ボーリング地点で層厚30 m，下流側ボーリング地点で層厚45 mである．沖積層の堆積相は下位より河川相，干潟相，内湾相，干潟相からなるが，このうち沖積層の主体をなす内湾相は含泥率ほぼ100%の泥層からなり，極めて軟弱な特性を示す．ボーリング孔で実施したPS検層の結果に基づけば，内湾相の平均S波速度は約100 m/sで，特に上半部は80 m/sを下回ることもある．また内湾相の上下の干潟相もS波速度は多くは200 m/s以下である．沖積層基底部の河川相の砂礫層は400 m/sを上回ることもあるが層厚が小さいため，工学的基盤（Vs > 400 m/s）の上面深度はほぼ上総層群の上面深度となることが多い．ボーリング地点を含む低地を横断する測線上で微動アレイ観測を実施した結果，沖積層に相当する低速度層が低地の地下に谷埋め状に分布するプロファイルを描き出すことができた．また揺れの共振周波数を示すとされるH/Vスペクトルには，上流側ボーリング地点で1.1 Hz付近，下流側ボーリング地点では0.8 Hz付近にいずれも極めて明瞭なピークが認められた．例えば東京低地では，今回の横浜地域と同様に1 Hz付近にピークが認められることがよくあるが，沖積層下部の七号地層がN値20〜30程度のあまり固くない砂泥互層からなる地域ではH/Vスペクトルの1 Hz付近が台状の低いピークとなる（中澤ほか，2023）．一方で，横浜地域では．低地の縁辺部を除けば，ボーリング地点以外の観測点でもH/Vスペクトルのピークが一様に明瞭であった．これは，この地域の沖積層が極めて軟弱なことと，基盤が固結した上総層群からなることが影響しているものと考えられる．大岡川低地に限らず，このようなセッティングの低地では，一般的な沖積低地よりも揺れが大きく増幅されやすいことが示唆される．

文献：

小松原・内田（2025）地質学雑誌，131，45-58．
Konno and Ohmachi (1998) Bull. Seismol. Soc. Am., 88, 228-241.

©日本地質学会

中澤ほか（2023）地質学雑誌，129，263-270．
中澤ほか（2024）地質学雑誌，130，17-33．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 10:15 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[2oral401-07] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:田村 嘉之(一般財団法人千葉県環境財団)、野々垣 進(産総研地質調査総合センター)

11:00 ~ 11:15

[T11-O-4] 1923年関東地震時に臨海部で発生した地裂近傍の地質状況：館山市長須賀での地質調査から

*風岡 修[1]、小島 隆宏[2] (1. 千葉県環境研究センター地質環境研究室、2. 北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所)

キーワード：液状化－流動化、沖積層、1923年関東地震、館山市、地裂

はじめに：

1923年関東地震の際，房総半島の南端に近い，当時の館山町・北条町（現在の館山市）では，家屋の全壊率が67%と93%と非常に高く，現在の気象庁震度階7に匹敵する非常に強い揺れであったことが推定される．この場所の海岸部では，砂丘上を海岸線に平行な北北東～北東方向に約3km延びる複数の「地裂」が見られ，この中の砂丘の海側の麓付近のものは海側に急崖を伴う「陥落地裂」となっており，これら地裂に沿って「砂泥土及び水の噴出」が見られた（地質調査所，1925）．これらのことから，この地裂は砂丘下の自然地層の液状化－流動化に伴って発生した可能性が高い．

そこで，自然地層の液状化－流動化と地裂といった地表変形の状況を調べるため，館山市長須賀の公共用地において，北東方向に延びる地裂に直行する方向に動的コーン簡易貫入試験を2～8m間隔に深度7.5～11mまで行い，地裂の位置を確認し，地裂の近傍において，その北西側と南東側の2か所で深度10mと11.55mのオールコアボーリングを行った．以下に調査結果を述べる．なお，この場所は関東地震によって約1m隆起していた．

調査の概要：

オールコアボーリングはB-1地点（北緯34度59分24.2秒，東経139度51分23.1秒，標高4.1m）では深度10mまで，B-2地点（北緯34度39分24.5秒，東経139度51分22.4秒，標高3.9m）では深度11.55mまで行った．

動的コーン貫入試験は，北西方向の測線上で斜面調査用簡易貫入試験機にて行った．

地層構成：

調査地周辺の既存の標準貫入試験データから，沖積層の厚さは約30mあり，今回得られたオールコアボーリング試料は，この内の上部にあたる．ここでの詳細な地層構成は以下のとおりである．

下位より，厚さ0.55m以上のフレーザー層理やウェービー層理が見られる薄い極細粒砂を挟むオリーブ灰色の軟らかいシルト層，厚さ約3mでオリーブ灰色の生物擾乱が著しい中位の硬さの極細粒砂～細粒砂層，厚さ約1.5mの泥勝ち砂泥互層（砂層はオリーブ黒色の中位の硬さで塊状の中粒砂主体，泥層はオリーブ黒色の生物擾乱が著しい中位の硬さの細粒砂質シルト層），厚さ約0.95m又は約1.45mのオリーブ黒色で中位の硬さの塊状の中粒砂を主体とする砂層，厚さ約1.7mのオリーブ黒色で斜交層理が明瞭なゆるい貝殻片混じりの砂礫層，厚さ約1.0m又は約0.9mのオリーブ黒色で斜交層理が明瞭で貝殻片を含むゆるい～中位の硬さの粗粒砂を主体とする砂層から構成される．また，この上位には厚さ約2.9m又は約2.3mの灰オリーブ～オリーブ黒色で礫混じり粗粒砂からなる盛土層が重なる．

動的コーン簡易貫入試験結果も合わせると，各地層は極ゆるく海側の北西方向へ傾き，ほぼ

©日本地質学会

平行に連続するものの，下から第4層目の塊状の中粒砂層の途中より上位で，地裂を境に層境界に段差が見られた．地震後の旧地表面と思われる盛土層下面は，0.4mの段差となり，内陸側の南東側が低くなっている．下から第4層面の塊状の中粒砂層は，地裂を境に南東側の方が北西側に比べて約0.5m薄く，この層の基底面は地裂の北西側と南東側で連続し，段差はほとんど見られない．

液状化－流動化に関して：

液状化－流動化の判定は，風岡ほか（1994）・風岡（2003）に基づき，初生的な堆積構造の状態より判断した．沖積層の，下から3層目の泥勝ち砂泥互層中の砂層と，下から4層目の砂層は，層相から本来は葉理が明瞭な浅海性の砂層であるにもかかわらず塊状であり，地層形成時の葉理が完全に消失したものと思われることから，この部分が地震時に液状化－流動化したものと考えられる．また，下から4層目の砂層は地裂の南東側の方が薄くなっており，これが南東側の地表の低下をもたらした主因と考えられる．

地震前に作成された陸地測量部による迅速測図を見ると，調査地は砂丘上に位置する可能性が高い．当初，この亀裂は従来の砂丘の海岸縁の陥落地裂と思われていた．しかし，調査の結果，内陸側の方が液状化により地表面が低下していることから，今回調べた地裂は，陥落地裂よりも内陸側の砂丘上に見られた地裂と推定される．また，この地裂は，下から4層目の砂層の液状化－流動化がその形成に大きく影響したものと考えられる．

一方，房総半島の南部では，関東地震よりも大きな元禄地震も発生しており，これら地層中に見られた液状化は二度の地震又はどちらかの地震による可能性もある．

引用文献：

地質調査所, 1925, 関東地震調査報告第二．地質調査所特別報告 第2号, 185p.
風岡 修ほか，1994，日本地質学会第101年総会･討論会 講演要旨，125-126．
風岡 修，2003，液状化・流動化の地層断面．アーバンクボタ40号，5-13．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 10:15 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[2oral401-07] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:田村 嘉之(一般財団法人千葉県環境財団)、野々垣 進(産総研地質調査総合センター)

11:15 ~ 11:30

[T11-O-5] 大阪ベイエリアにおける都市地盤状況についての検討

*北田 奈緒子[1]、三村 衛[1] (1. 一般財団法人　GRI財団)

キーワード：ベイエリア、埋立て、海成粘土、ボーリングデータ、都市地盤

大阪のベイエリアは，咲州，舞洲，夢洲は1967年～埋立てが開始され，その後，大阪港第4次改訂計画では咲州，舞洲，夢洲の地域を国際交易，高度情報通信，先端技術開発の機能集積を図るベイエリアとしての街づくり計画が立案された。夢洲では大阪関西万博が現在進行形で開催されており，将来的には統合型リゾートの用地としての利用が計画されている。夢洲は良質土で埋め立てられるような通常の埋立地と異なり，大阪港の航路確保のために浚渫された土砂の土捨て場として計画されたもので，埋立に用いられる材料が軟弱な粘性土であるという特徴を有している。このため，大阪湾内の建設工事で想定される自然堆積地盤の沈下に加え，埋立層の圧密沈下が生じるという特異性がある。当該地では埋立事業に伴って，多数のボーリング調査がなされており，ベイエリアの堆積環境のみではなく，開発に伴う地盤の変化も併せて検討することが可能である。
本発表では，ベイエリア地域の堆積環境の特徴と開発における地盤の変遷について，その特徴を示して発表する。　ベイエリアの北端は現淀川の河口である。旧淀川の流路は大川・堂島川・安治川からなり，さらに木津川，尻無川に分流することから，実際には，埋立地の地域は旧淀川の河口域に該当する。関西圏地盤情報ネットワーク（KG-NET）の地盤情報データベースに格納されるデータを用いて検討を行うと，大阪市内から港湾部に至っては，Ma12層の上面をDg1層が削剥しながら堆積する構造が観察される（北田[1)]，KG-NET・関西圏地盤研究会[2)]など）。このDg1層の削り込みの大きな部分は当時の河道と推定でされ，安治川河口域から西南西方向に，尻無川河口域から西に向かって旧河道が流下していることが読み取れる。また，夢洲地域では，埋立前に実施されたボーリングの海底面標高は約-10 mであり，これがMa13層の上面標高である。これに対して，2019～2020年のボーリング柱状図から読み取れる旧海底面の標高は約-18 m程度である。埋立に伴ってMa13層およびその下位の粘土層が圧密して沈下していると考えられる[3)]。　埋立前の夢洲周辺の地盤の特徴は，海底面（標高約-10 m）から沖積粘土層（Ma13層）が堆積しており，その下に第1洪積砂礫層（Dg1層）が標高-40 m付近に層厚6～8 m程度確認できる。その下位には洪積粘土層（Ma12層）が確認できる。いずれも海成粘土層であるが，Ma13層およびMa12層の下位には海進時期に形成された砂とシルト層が互層状含まれる，やや粗粒なシルト質粘土層も一連の海成粘土層の一部に含んだ。Ma13層の下部層はシルトや砂を含むため，自然含水比w_nや液性限界w_Lの値は比較的小さいが，海進が進んで海水面が上昇するとやがて安定した粘土層が堆積している（標高-30 m以浅）。すると，自然含水比w_nと液性限界w_Lが大きく変化し，50%程度であったものが100%を越え，自然含水比w_nも$w_n \fallingdotseq w_L$であることが特徴である。標高-30m～-15 m付近は海進最盛期で海が深い時期に相当し，この時期が最も液性限界w_Lが高い。Ma12層も下部の海進時の堆積物にw_nやw_Lが小さくなる区間があることが確認でき

©日本地質学会

る。海進が進むと海成粘土が堆積してw_n，w_Lが大きくなる傾向は同じであるが，海進最盛期 でもw_n＜w_Lである。Ma13層最上面は埋立前の海底面であるが，海底面から数mまでの区間は値がばらつく傾向がみられる。これは，最上部が浚渫によって攪乱あるいは人工埋め土の薄層が分布すると考えられる。Ma13層とMa12層の間に分布するDg1層は礫層からなり，上下粘土層が圧密する際の排水層となる。Ma12層の上面は海退の途中でDg2層に覆われていることから，Dg2層はMa12層の上端部を削剥して堆積している。削剥量は，河口に近い東側で多く，西側で少なくなる傾向が見られた。　このような地盤の特徴をモデル化することによって，今後の圧密変形に供する解析が可能となり[4)]，埋立地の開発と維持管理に利用する。

１）北田奈緒子：地盤情報の活用による地質地盤リスク評価，地盤工学会誌，70（55），p10‐13，2022.
２）KG-NET・関西圏地盤研究会：新関西地盤-大阪平野から大阪湾-，354p.，2007..
３）北田奈緒子・三村衛・濱田晃之：ボーリングデータベースを用いた夢洲および周辺の地質地盤の特徴，Kansai Geo-Symposium 2022，pp.126-131, 2022.
４）北田奈緒子・三村衛・林健二：埋立前の夢洲の地盤性状と埋立による地盤の変形解析，基礎工，vol.53，No.7,pp.32－34．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 10:15 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[2oral401-07] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:田村 嘉之(一般財団法人千葉県環境財団)、野々垣 進(産総研地質調査総合センター)

11:30 ~ 11:45

[T11-O-6] 常時微動観測データによる微地形判別の可能性

*小松原 純子[1]、長 郁夫[1]、佐藤 善輝[1]、納谷 友規[1] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)
キーワード：常時微動観測、Aso-4、自然堤防、微高地

沖積低地には河川流路周辺に形成される自然堤防に加え、残丘化した段丘が分布することがある。両者を識別することはその土地の形成史を考える上で重要であるのみならず、構成する地質の違いから地盤特性や液状化の起こりやすさが異なると考えられ、防災上も重要である。
標高や形態から両者の識別が困難な場合、掘削調査を行う必要があるが、時間や費用がかかり、面的なデータ収集には限界がある。そこで著者らは非破壊かつ簡便な方法として、常時微動データに基づく地盤特性の違いに注目した。昨年は埼玉県の加須低地で検証を行い、条件が揃えば常時微動観測データの位相速度と周波数から後期更新世の段丘と自然堤防の識別が可能なことを明らかにした（小松原ほか、2024）。
この手法が他地域や河川成の段丘以外でも適用可能かを確かめるため、福岡県の糸島低地において同様の常時微動観測を行った。糸島低地には不規則な形状の比高1-2mの微高地が点在し、自然堤防、段丘、Aso-4火砕流堆積物のいずれかから構成されている（福岡県、1985；久保ほか、1993）。今回の観測では1/5万地質図「前原」作成のために検土杖調査を行い地下地質が確認されている地点（佐藤・水野、2023）、もしくは地形判読から区分が明らかな地点を中心に、Aso-4堆積面、自然堤防、氾濫原、段丘面上を含む計8地点でデータを取得した。
その結果、地表から深度10mまでのS波速度の平均値（AVS10）は微高地のうち低位段丘面上でほぼ300 m/sを示したのに対し、自然堤防、Aso-4堆積面上では210 m/s以下とほぼ同程度の値を取ることが明らかとなった。すなわち、AVS10に基づけば低位段丘面は識別可能だが、自然堤防とAso-4堆積面の識別は難しい。一方、H/Vスペクトル比はAso-4堆積面でのみ2 Hz付近に特徴的なピークが見られたことから、Aso-4堆積面と自然堤防を識別する指標になる可能性がある。
この2Hzのピークがどのような地下構造に由来するものなのかは現時点で不明だが、同様のピークが中位段丘下位面にも見られることから、中位段丘下位面とAso-4堆積面は地下構造が共通する可能性がある。今後は観測点を増やして地下深部における地質・地盤構造を検討することにより、常時微動観測データに基づく糸島低地の微高地識別の可能性を評価したいと考えている。

文献
福岡県, 1985, 土地分類基本調査 前原 玄界島.
小松原純子ほか, 2024日本地球惑星科学連合2024年大会講演要旨HQR05-P06.
久保和也ほか, 1993, 20万分の1地質図幅. 地質調査所.
佐藤善輝・水野清秀, 2023,日本地球惑星科学連合2023年大会講演要旨 SGL23-P07.

©日本地質学会

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 10:15 ~ 12:00 口頭第4会場(E203)

[2oral401-07] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:田村 嘉之(一般財団法人千葉県環境財団)、野々垣 進(産総研地質調査総合センター)

11:45 ~ 12:00

[T11-O-7] 常時微動計測は活断層研究にどこまで適用可能か

*小荒井 衛[1]、金子 朋紀[2]、中島 展之[3]、先名 重樹[4] (1. 茨城大学理学部、2. 鉄道・運輸機構、3. 元茨城大学大学院理工学研究科、4. 防災科学技術研究所)

キーワード：常時微動計測、活断層、段丘礫層のずれ、軟弱地層の堆積

１．はじめに　演者らは常時微動を使って段丘礫層のずれ等の地下構造を求めて、活断層の位置や活動履歴を明らかにする研究を行っている。これらの成果を紹介して、常時微動計測が活断層研究にどこまで有効かについて考えていきたい。
２．塩ノ平断層の例（小荒井ほか，2025）　2011年福島県浜通りの地震でいわき市に地表地震断層が出現した。1.9mの垂直変位の地表地震断層が出現した塩ノ平地区で、断層線を挟んだ河床内2箇所で常時微動計測した結果、基盤到達S波速度を300m/s前後と設定すると、6m弱西側（河川上流側）が低下する基盤のズレが確認できた。過去の活動で2011年と同程度の変位が発生したと考えると、河川が形成されてから3回程度の変位の累積が考えられる。地震直後は断層の低下側で深さ1.9mの深い淵が形成されていたが、現在軟弱な堆積物が厚く堆積し深さは30cm程度に変化していた。断層低下側の常時微動計測結果は、100m/s程度の軟弱地盤が深度3m、200m/s程度の軟弱地盤が深度7m強まで確認されており、複数回の上流側の低下による軟弱層の厚い堆積が示唆される結果である。塩ノ平断層は2011年に活断層と知られていない範囲まで活動して、綱木で60cm西側低下の地表地震断層が出現した。その周辺での常時微動計測では、基盤到達S波速度を300m/sと仮定すると、断層を境に130cm程度の西落ちの基盤のズレが確認でき、2回分の変位を記録している可能性がある。塩ノ平と綱木の変位の累積の違いは、綱木までは変位が及ばず塩ノ平周辺のみ動いた変動があった可能性を示唆する。
３．双葉断層の例（金子ほか，2025）　双葉断層は福島県浜通り地方の南北約100km以上の断層であるが、相馬市・南相馬市の一部を除き推定活断層とされている。鈴木・小荒井（1989）では真野川沿いの南相馬市栃窪と上真野川沿いの南相馬市橲原で東側1.5m低下の活断層露頭のスケッチと低断層崖の測量結果が記載されており、栃窪では福島県（1999）によるトレンチ調査も行われている。段丘露頭や断層露頭直上で常時微動計測を行った結果、断層東側のジュラ系の基盤到達S波速度を300～400m/s、断層西側の新第三系堆積岩の基盤到達S波速度を200m/sとした。低断層崖を挟む測線で多数計測を行った結果、栃窪ではIII面で約150cmの東側低下、Ⅴ面で約70cmの東側低下、橲原ではⅡ面で約150cmの東側低下、III面で約70cmの東側低下が確認できた。2地区での段丘面区分の再検討が必要ではあるが、1回あたり70cm程度の東落ちの断層変位の累積性を示す。同様の調査を宇多川沿いの相馬市山上と請戸川沿いの浪江町室原で行っているが、山上では明瞭な基盤のずれが認められない結果、室原では地形・基盤双方にズレは確認できたが、詳細は不明である。
４．宮野原断層の例（小荒井ほか，2024）　新潟県津南町に位置する宮野原断層は、都市圏活断層図では推定活断層とされている。2011年長野県北部地震の震源断層では無かったが、建物被害は宮野原断層周辺に集中していた。産業技術総合研究所が断層線に直交する方向に群列ボーリングを実施しており、同じ場所でボーリングよりも高密度に常時微動計測を

©日本地質学会

実施した。段丘礫層に到達したボーリングと対比し、その深度がS波速度が300m/s付近でS波速度が急上昇する深度に一致した。河岸段丘上の計測結果を河岸の地質調査と比較しても同様の結果で、S波速度300m/sに達する深度を段丘礫層の上端と設定した。常時微動計測結果から段丘礫層上端の明らかな変位が2箇所で確認できた。北側の変位は約5mで低断層崖の位置と概ね一致し、南側の変位は約7mで周辺の地形には大きな変位は認められない。段丘面が約5万年前に形成されたと仮定して、北側が0.11m/千年、南側が0.14m/千年の平均変位速度であった。宮野原断層の南側（低下側）に全壊建物が複数認められたが、S波速度が200m/s以下の地層が深度10m以上も存在しており、断層の低下側に軟弱な堆積物が厚く堆積している。

５．まとめ　露頭やボーリングデータのある地点でS波速度構造を求め、段丘礫層や基盤岩の到達深度のS波速度が設定できると、面的に常時微動計測を展開することで、地下の活断層の位置を推定することが可能である。また、断層低下側の軟弱堆積層の厚さから変位の累積を見積もることも可能である。

引用文献

金子ほか（2025）日本地理学会春季大会要旨集
小荒井ほか（2024）JPGU要旨SSS11-07
小荒井ほか（2025）JPGU要旨SSS14-05
国土地理院　1/25,000都市圏活断層図「相馬」「南相馬」「津南」
鈴木・小荒井（1989）活断層研究, 6, 23-29.
福島県（1999）双葉断層に関する調査報告書

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:15 口頭第4会場(E203)

[2oral408-14] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:中澤 努(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、北田 奈緒子(一般財団法人　GRI財団)

ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T11-O-8]

［招待講演］九州地盤情報共有データベースを用いた浅層地質の三次元モデル構築の試み

*石原 与四郎[1] (1. 福岡大学理学部)

15:30 ~ 15:45

[T11-O-9]

Web APIを活用した地層対比システムの開発

*櫻井 健一[1,2]、米澤 剛[2]、根本 達也[2]、野々垣 進[3] (1. 産業技術短期大学、2. 大阪公立大学、3. 産総研 地質調査総合センター)

15:45 ~ 16:00

[T11-O-10]

堰き止め地形形成に関わる基盤地形

*高嶋 洋[1] (1. 第一工科大学　環境エンジニアリング学科)

16:00 ~ 16:15

[2oral408-14-4add]

休憩

16:15 ~ 16:30

[T11-O-11]

能登半島に分布する珪質泥岩の単位体積重量と地震時の地すべり移動量との関連性

*楠本 岳志[1]、酒井 俊典[2]、宮地 良典[3]、川畑 大作[3]、正田 大輔[1] (1. 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門、2. 三重大学、3. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

16:30 ~ 16:45

[T11-O-12]

関東地下水盆のモニタリングと地盤沈下現況

*香川 淳[1]、古野 邦雄[2] (1. 千葉県環境研究センター 地質環境研究室、2. 元地質環境研究室)

16:45 ~ 17:00

[T11-O-13]

世界の地盤沈下の概況（その2）ヨーロッパ地域

*藤崎 克博[1] (1. なし)

17:00 ~ 17:15

[T11-O-14]

ＰＦＡＳ指針値（暫定）超過現場で実施した井戸諸元調査等に基づく水文地質構造の推定（速報）

*田村 嘉之[1]、河野 里奈[1]、岩井 久美子[1]、木村 和也[2] (1. 一般財団法人千葉県環境財団、2. 株式会社医療地質研究所)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:15 口頭第4会場(E203)

[2oral408-14] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:中澤 努(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、北田 奈緒子(一般財団法人　GRI財団)

ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T11-O-8] ［招待講演］九州地盤情報共有データベースを用いた浅層地質の三次元モデル構築の試み

*石原 与四郎[1] (1. 福岡大学理学部)

【ハイライト講演】 都市域における浅層の地質・地盤特性の三次元的な分布の把握は，平野の形成過程の解明のみならず，地盤の強度や液状化ポテンシャルといった工学的観点からも極めて重要な課題である．本講演では地質・地盤の三次元モデルの構築手法の概要と，演者が行ってきた九州地盤情報共有ボーリングデータベースを用いた浅層地質・地盤モデルの事例を中心に紹介し，今後の高精度化の可能性について議論する． ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：沖積層、ボーリングデータベース、3次元地質モデル、九州地盤情報共有データベース、堆積相

都市域における浅層地質や地盤の実態の把握は，平野の形成過程を地質学的に明らかにするうえで重要であるだけでなく，地盤の強度や液状化の可能性といった工学的観点からも極めて重要な課題である．とりわけ，主要都市が立地する海岸沿いの平野部には，最終氷期に形成された谷地形を未固結かつ軟弱な粘土・シルト・砂層から成る沖積層が厚く埋積しており，基盤地形に加えてその内部構造の詳細な把握が重要である．

このような平野の地下地質やその形成過程の復元には，複数のオールコアボーリングが実施され，堆積相解析や年代測定などが行われている．これらと，既存のボーリングデータベースとの対比や物理探査との併用により，堆積体の連続性が検討され，より詳細な復元が可能となる．さらに，ボーリングデータを活用した三次元モデルは，地下地質や地盤特性の空間分布の可視化において有効な手法となっている．

本講演では，地質・地盤の三次元モデルの構築手法の概要と，筆者らが行ってきた九州地盤情報共有ボーリングデータベースを用いた浅層地質・地盤モデルの事例を中心に紹介し，今後の高精度化の可能性について議論する．

九州地盤情報共有データベース

浅層地質・地盤に関しては，標準貫入試験を含むボーリング調査が行われ，調査・記録・保存に関しては統一された基準が適用されている．得られた土質や地盤強度の指標（N値）は数値化され，ボーリングデータベースとして蓄積される．これらは地質調査会社や自治体によって収集・管理されており，複数のデータベースが統合された汎用的なデータセットも存在する．かつては独自形式で構築されていたが，近年ではXML形式に統一されつつある．

この中で，九州地盤情報共有システム協議会は，九州地盤情報共有データベース2006年に第1版を公開したあと，2012年に第2版，2019年に第3版を公開した．このデータベースでは，最初期から個別のボーリングデータのXML形式のファイルを格納し，閲覧システムを別途提供する形式で公開され，利活用が非常に容易であった．第1版では30,580のボーリングデータであったものが，第2版で32,560，第3版で18,480と追加され，九州の各県の合計が81,620となっている．このデータベースは，地質・地盤モデルの作成のほか，地質コンサル

©日本地質学会

タントや地盤工学を専門とする研究者によって，土壌汚染調査におけるGISの活用，地盤災害に関連した特殊性地盤の抽出・分析など，その使いやすさから様々に活用されてきている．

三次元モデルの構築

ボーリングデータベースを用いた三次元地質・地盤モデルの構築は比較的古くからさまざまな目的で行われており，モデル様式に応じてサーフェイスモデルやボクセルモデルなどに分類される．サーフェイスモデルは比較的初期から用いられており，ボーリングデータに基づく地層区分や層相区分に従って，地層ユニットの境界面を三次元的に構築する．地層境界の認定は専門家によって行われることで高精度化が可能であり，データの分布が不均一な領域でもモデルの構築が可能となる．ただし，地層境界の解釈には一定の労力が伴い，必要とするモデルに応じて境界を再定義が必要となる場合もある．一方，ボクセルモデルでは，対象領域を小さな直方体に区切り，各セルに土質やN値などの属性を付与する．ボクセルモデルは不連続な地質体の表現にも適しており，より複雑な地質構造を再現することが可能である．

モデルの高精度化に向けて

浅層地質の三次元モデルを高精度化するには，まずその根拠となるボーリングデータベースの充実が必要である．また，現状のデータベースを生かし，堆積過程を考慮したモデルを構築することが有効であると考えられる．筆者らは，オールコアボーリングによる詳細な解析に基づき，谷を埋積する地層の分布を検討する際にボクセルモデルを活用している．たとえば，東京―中川低地では，最終氷期以前に形成された谷底には基底礫層が分布し，最盛期以降に砂泥互層を伴う蛇行河川，潮汐チャネル，干潟，内湾へと変化しながら順次埋積されていった．内湾の埋積が進行すると再びデルタプレーンの砂層が累重する．このような海水準変動に伴う堆積環境の変遷は地層の分布を大きく制約すると予測される．こうした堆積過程を考慮することで，地層連続性を反映したより精度の高い三次元モデルの構築が可能となる．一方，ボーリングデータのみから分布を決定づける堆積相を検討するには，土質情報，地盤強度に加え，累重パターン，異方性や連続性などを数値化する必要がある．これらはある程度特徴的な堆積相の可視化に寄与するが，その堆積システム形成の背景にある海水準変動によって分布が規制される関連性が大きく，コストと求めたい結果とのバランスを考慮する必要がある．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:15 口頭第4会場(E203)

[2oral408-14] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:中澤 努(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、北田 奈緒子(一般財団法人　GRI財団)

15:30 ~ 15:45

[T11-O-9] Web APIを活用した地層対比システムの開発

*櫻井 健一[1,2]、米澤 剛[2]、根本 達也[2]、野々垣 進[3] (1. 産業技術短期大学、2. 大阪公立大学、3. 産総研 地質調査総合センター)

キーワード：ボーリングデータ、地層対比、3次元地質モデル

近年，建築業界や地質調査業界ではDX（デジタルトランスフォーメーション）の実現に向けて，さまざまな地質調査データのデジタル化が進められている．特に，公共工事におけるボーリング調査結果については，デジタル化されたボーリング交換用データ（国土交通省，2016）として自治体に納品された後，国土地盤情報サイト「KuniJiban」[URL1]や一般財団法人国土地盤情報センター[URL2]などを通じて，オープンデータとして広く一般に公開されている．このような公開データは，近隣地域での建設工事における事前調査や，地震時の被害想定を含む防災対策，さらには環境保全に関する施策など，さまざまな場面での二次利用が期待されている．一方で，公開データを有効に活用するための処理技術や，既存システムと連携する仕組み作りは途上段階にあり，今後の技術的進展や運用体制の構築が期待されている．

本研究では，オープンデータとして公開されているボーリング交換用データを，地質調査や地盤調査で二次利用するための技術開発を目的とする．ここではそのような技術開発の一例として，3次元地質モデルを作成する際に必要となる地層対比を，Webブラウザ上で実行できるシステムを開発した．本発表では，開発した地層対比システムの概要と，利用実例を紹介する．

本研究で開発したシステムは，バックエンド側とフロントエンド側の機能に大別される．バックエンド側は，ボーリング交換用データや地質構造に関する情報を蓄積・管理するデータベースサーバー，これらの情報を外部へ提供するAPIサーバー，およびWebブラウザ画面の表示を担うWebサーバーから構成される．

フロントエンド側では，Web-GIS上での地図表示をはじめ，APIサーバーから取得したデータの可視化や選択，地層対比の実行といったインタラクティブな機能を提供する．

クライアント（データ利用者）がAPIサーバーへリクエストを送信すると，その内容に基づき，GeoJSON形式で必要なデータを動的に取得できる仕組みとなっている．それゆえ，HTTPソケット通信に対応した任意の開発言語を用いるなら，Webブラウザに限らず，OSや実装環境に依存しない柔軟なシステム構築が可能となる．

地層対比画面では，データベースに保存された情報に基づき，対比対象エリア内のボーリングデータを柱状図として可視化することが可能である．各ボーリングコアの図模様および色分けは一般財団法人日本建設情報総合センター（2015）に準拠している．また，コア情報に加えて，標準貫入試験結果(N値)，孔内水位の測定年月日と孔口からの深度などの付帯情報も併せて表示可能である．さらに，地層対比において重要な判断材料となる観察記事も各コアに対応する形で対比画面上に表示できるよう設計している．加えて，文献資料や過去の調査結果などの画像を柱状図の背景に重ねて表示する機能を備えており，それらを参照しながら地層対比を行うことができる．

©日本地質学会

本研究では，Web APIの具体的な活用例として，Webブラウザ上で動作する地層対比システムを開発した．今後は本システムの運用を通じて，実運用を行う上での機能充実および操作性の向上等を図っていく予定である．

本研究を行うにあたり，一般財団法人国土地盤情報センターよりボーリングデータ(19万1717本)の提供を受けた．
本研究は，一般財団法人日本建設情報総合センター研究助成の助成を受けたものである(助成番号2023-7)．

文献

一般財団法人日本建設情報総合センター（2015）ボーリング柱状図作成及びボーリングコア取扱い・保管要領（案）・同解説．147p．
国土交通省（2016）地質・土質調査成果電子納品要領，50p．
[URL1]　国土地盤情報サイト「KuniJiban」．https://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/
[URL2]　一般財団法人地盤情報センター「NGIC」．https://ngic.or.jp/

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:15 口頭第4会場(E203)

[2oral408-14] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:中澤 努(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、北田 奈緒子(一般財団法人　GRI財団)

15:45 ~ 16:00

[T11-O-10] 堰き止め地形形成に関わる基盤地形

*高嶋 洋[1] (1. 第一工科大学　環境エンジニアリング学科)

キーワード：堰き止め地形、人工地層、浸水の危険性、人工地形

「人工地層」は人為の働きによって形成される地層と定義される（Nirei,et,al, 2012）．人の地質体への働きかけは拡大の一途をたどり，人為による土地改変と人工地層の発達は，都市の地形や水循環を大きく変容させている．Winkler, K. et al.(2021)は，1960年から2019年までの60年間に，地球規模の土地利用の変化が陸地面積の約32%に及ぶことを報告した．髙嶋・吉富（2021）は，こうした陸域において形成される盛土アソシエーション（楡井他，1995）の発達状況と都市地形の解析を行い，盛土等の土地改変箇所の地形的上流側や周辺の開発箇所との間において，開発が及ばない土地などがとり残され，プール状に地形的凹地が形成される現象を確認した．こうした人為的かつ非意図的に形成される地形的凹地は，流水の調整は行われているものの，近年の豪雨災害に対して地形的に排水不良土地となり，脆弱であることから，都市域における人工地形として「堰き止め地形」と定義された（髙嶋・吉富, 2021）．また，髙嶋（2022）は，「堰き止め地形」の形成過程を検証し，発達様式を試行的に分類したほか，当該開発に係る法的枠組みの適用条件を確認して，流水の調整に係る設計条件と実際の降雨の状況を比較し，内水氾濫の危険性について，検討を行った．

「堰き止め地形」は，日本各所の都市域等において，発達が確認されるが，その全体像については，全く検証が進んでいない．また，「堰き止め地形」が形成される地形的要因についても，検証が必要である．「堰き止め地形」が形成されやすい基盤地形の類型区分は，「堰き止め地形」形成に係る重要な要素のひとつと考えられることから，国土地理院の地形図上において，全国各所で確認された複数の凹み地形について，個別に検証を行い，「堰き止め地形」の認定と基盤地形の確認・分類を実施した．対象とした地域は，沖積低地を中心に，ランダムに抽出した北海道から九州までの全35か所である．

調査の結果，谷津や旧河道・海域の埋め立て地，自然堤防や砂丘地の後背湿地など，自然地形の段階で，排水不良となりやすい地形上に人為的改変が加わり，「堰き止め地形」が形成されていることが判明した．また，こうした排水不良となりやすい地形が発達する地域には，類似の地質構造と地形を有する地区が複数存在し，そうした地域には複数の「堰き止め地形」が確認された（Fig.1）．

引用文献

楡井　久, 鈴木喜計, 佐藤賢司, 古野邦雄, 1995, 地質環境における新しい単元の形成, URBAN KUBOTA 34, 2-9.
Nirei, H., Furuno, K., Osamu, K., Marker, B. & Satkunas, J. 2012. Classification of man made strata for assessment of geopollution. Episodes, 35, 333-336.
高嶋 洋・吉冨 邑弥, 2021, 人工地層による堰き止め地形, 第31回社会地質学シンポジウム論文集, 59-62.
髙嶋 洋, 2022, 堰き止め地形の排水能力に係る法的枠組み, 第32回社会地質学シンポジウム

©日本地質学会

論文集, 39-42.
Winkler, K., Fuchs, R., Rounsevell, M. et al.2021, Global land use change is four times greater than estimated. Nat Commun, 12, 2501.

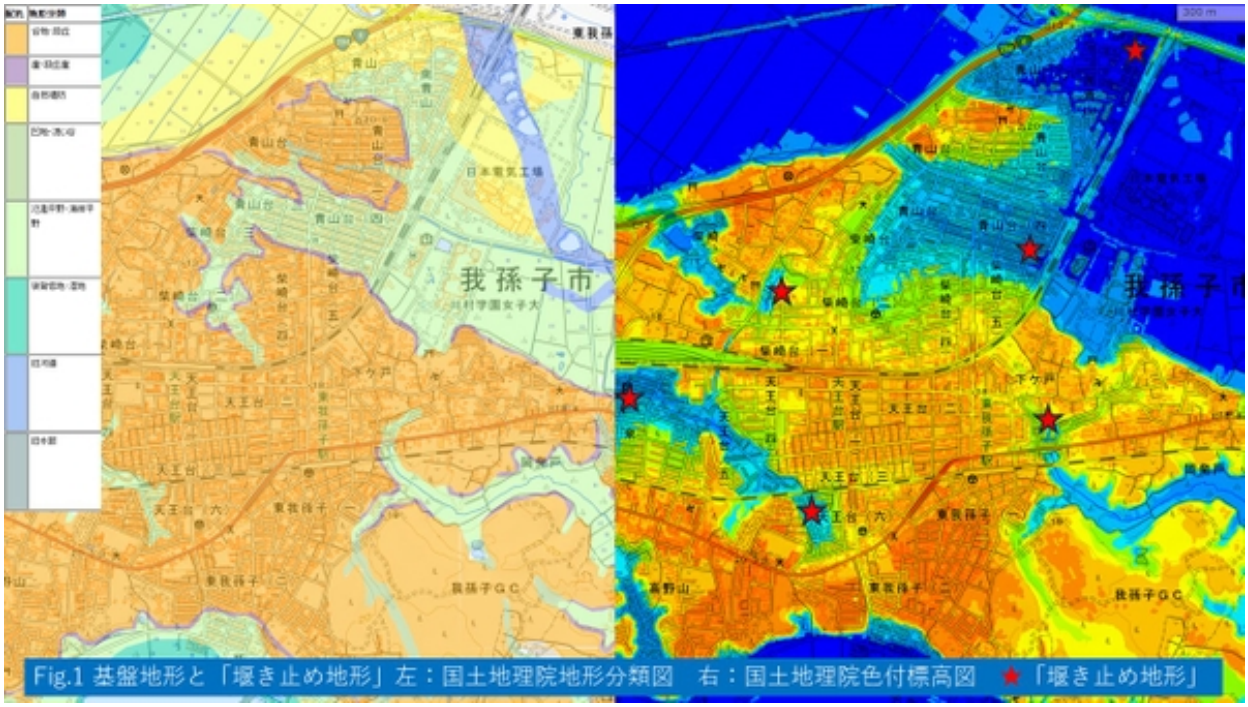


Fig.1 基盤地形と「堰き止め地形」左：国土地理院地形分類図　右：国土地理院色付標高図　★「堰き止め地形」

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:15 口頭第4会場(E203)

[2oral408-14] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:中澤 努(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、北田 奈緒子(一般財団法人　GRI財団)

16:15 ~ 16:30

[T11-O-11] 能登半島に分布する珪質泥岩の単位体積重量と地震時の地すべり移動量との関連性

*楠本 岳志[1]、酒井 俊典[2]、宮地 良典[3]、川畑 大作[3]、正田 大輔[1] (1. 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門、2. 三重大学、3. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

キーワード：能登半島、単位体積重量、珪質泥岩、地震、地すべり移動量

令和6年能登半島地震では，1,000galを超えるような加速度が発生して，多数の地すべり災害が生じた．そこで，著者らは，楠本ほか（2021）の手法を用いて，石川県輪島市稲舟地区の地すべりについて，上記地震の際の地すべり移動量の算定を行った．本手法は，一般的な地すべりの安定解析に用いられている二次元断面の標準スライス法（簡便法）（農林水産省，2022）をもとに，フィルダム堤体のすべり破壊に対する検討で用いられる円形すべり面スライス法（農林水産省，2003）に記されるように水平方向の地震慣性力を加味し，すべり面上に働く荷重合力の接線分力と垂直分力との差分を求め，これを地すべり土塊の質量で除した後，得られた加速度を二重積分することで，地すべりの移動量を求めるものである．

本地すべりの災害対応では，詳細な地質情報が入手できなかったことから，柳沢（2017）と小林ほか（2005）を用いて，まず地質断面図を作成した．柳沢（2017）によれば，本地すべり周辺の地質は，下位から，砂岩・泥岩・礫岩からなる縄又層，砂岩・砂質泥岩・礫岩・凝灰岩からなる輪島層，珪質泥岩からなる塚田層で構成され，地層が向斜軸に沿った走向で北西に緩く傾斜するとされる．この情報を用いると，地層境界の傾斜角は9°となり，本地すべりの移動土塊は，塚田層の珪質泥岩が主体であると考えられた．

楠本ほか（2021）の手法で必要とする情報は，地すべり安定解析断面図（地下水位を含む），内部摩擦角φ'，粘着力c'，単位体積重量，地震加速度である．このうち単位体積重量は，一般的な泥岩地帯の地すべりの安定計算では18kN/m^{3}が用いられている（山崎・山田，2008）．しかし，本地すべり周辺の珪質泥岩を筆者の所属機関で試験を行ったところ16.4kN/m^{3}が得られた．さらに，宮北・前川（1983）は，能登半島東端の珠洲市の試料について13.2kN/m^{3}と報告している．このため，楠本ほか（2021）の手法を用いて，これら3つの値を使った地すべり移動量の算定を行い，単位体積重量の影響について検討した．その結果，地下水位が高い場合に，単位体積重量が小さいほど地すべり移動量が大きくなるという結果が得られた．AMeDAS輪島観測地点においては，令和6年能登半島地震の10日程度前に60cmの積雪深を記録した後，地震発生前日までの9日間ですべて溶けたことが観測された。こうした気象現象によって地下水位が上昇したことが，令和6年能登半島地震による土砂災害の多発につながった可能性が指摘されている（松四，2024）が，地下水位とともに単位体積重量が地すべりの移動量に影響を与えることが示唆された．

今回の検討から，地震時の地すべり移動量を算定する場合，とくに詳細な地質調査が実施されていない地すべりについては，すべり面の設定に既往の文献に記された地質図が有効な情報となること，また，単位体積重量の差異が地すべり移動量に影響を与えることが明らかとなった．地層の走向・傾斜などのデータは，産総研地質調査総合センターによってデジタ

©日本地質学会

ル化され，シェープファイルで公開された（川畑・阪口，2024）ものの，5万分の1地質図幅が刊行済の地域に限定されている．今後も大規模地震の発生が想定されている中，地震による地すべり災害を防止するために，岩相のみならず走向・傾斜や単位体積重量など，地質図の情報が充実され，広く使用できるようになることを望みたい．

引用文献

川畑・阪口，2024，斜面災害リスク評価のための地質情報集－その1:全国走向傾斜データー．https://www.gsj.jp/data/openfile/no0747/gsj_openfile_report_747.pdf．

小林ほか，2005，能登半島輪島地域の中新統の層序・堆積環境・テクトニクス．地質学雑誌，111(5)，286-299．

楠本ほか，2021，地すべり土塊の簡便な耐震性能照査手法について．日本地すべり学会誌，58(1)，16-27．

松四，2024，2024年能登半島地震による斜面変動と連鎖複合災害－予察と展望－．京都大学防災研究所年報，67(A)，131-140．

宮北・前川，1983，能登地方における珪藻質軟岩（珪藻土）の工学的性質．土と基礎，31(1)，83-88．

農林水産省，2003，土地改良事業計画設計基準　設計「ダム」技術書〔フィルダム編〕．農業農村工学会，Ⅱ-102p．

農林水産省，2022，土地改良事業計画設計基準及び運用・解説　計画「農地地すべり防止対策」．農業農村工学会，282p．

山崎・山田，2008，講座　地すべり解析における有限要素法の利用第8回　2.FEMによる地すべり解析の基礎理論．日本地すべり学会誌，41(1)，47-77．

柳沢（2017）石川県輪島市（能登半島）に分布する中新統から産出した珪藻化石．地質調査研究報告，68(4)，141–153．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:15 口頭第4会場(E203)

[2oral408-14] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:中澤 努(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、北田 奈緒子(一般財団法人　GRI財団)

16:30 ~ 16:45

[T11-O-12] 関東地下水盆のモニタリングと地盤沈下現況

*香川 淳[1]、古野 邦雄[2] (1. 千葉県環境研究センター 地質環境研究室、2. 元地質環境研究室)
キーワード：関東地下水盆、地盤沈下、水準測量、観測井、地下水揚水量

はじめに

関東平野は厚い堆積層によって形成され豊富な地下水資源を含むことから「関東地下水盆」と呼ばれる一方で，過剰な地下水採取による深刻な地盤沈下も発生してきた．このため関東地方の各自治体では地盤沈下の監視や地下水の有効利用を目的とした精密水準測量，観測井による地下水位・地層収縮量の観測，地下水揚水量調査等が行われてきた．こうした関東地下水盆における地盤沈下とその監視の現況について紹介する．

水準測量

関東地区における精密水準測量は1893（明治25）年に開始されて以降徐々に拡充され，2023年現在，1都6県4政令市および国土地理院により水準点数3039点，測量距離4641km，調査面積7569.3km^{2}の規模で実施されている（図-1）．この成果によると大正期にはすでに東京都で地盤沈下が観測されており，昭和初期には神奈川県（川崎市）でも地盤沈下が進行していたことがわかる．その後1940年代後半から1950年頃までの戦中戦後期には地盤沈下は減少したが，1950年代後半の高度成長期以降，関東平野南部の広範囲で地盤沈下が急激に進行した．1970年代には関東平野南部の地盤沈下域は縮小した一方，1980年代以降，関東平野北部で地盤沈下が進行した．近年では多くの地域で地盤沈下は沈静化しつつあるが，沖積層が厚く分布する地域や水溶性天然ガスを採取している地域では地盤沈下が継続している．

観測井

関東地下水盆における地下水位の観測は1950年代に東京都で始まって以降，関東地区の各自治体で徐々に観測体制が整備され，2023年現在，総数485本の観測井によって地下水位が観測されている．これによると1960年代に東京都区部や神奈川県京浜地区で地下水位が大きく低下し，そのピーク時には江東区で標高-58m，川崎市で-27mに達した（図-2）．一方，この周縁部にあたる埼玉県南部や千葉県ではやや遅れて1970年代初めに地下水位低下がピークとなり，埼玉県川口市では標高-62mまで低下した．こうした関東地下水盆南部の地下水位低下も1970年代中盤以降は上昇に転じ，現在も回復が続いている（関東地方知事会，2010）．一方，関東地下水盆北部では1980年代以降も地下水位の低下が続き1990年代にピークとなったが，その低下量は南部と比べると小さく，その後は季節変動を伴いながら緩やかに水位上昇している．

地下水揚水量

関東地区の各自治体により調査対象となる用途や揚水機の吐出口径，時期による調査範囲等が異なるが総計15,000本を超える稼働井の地下水揚水量が調査されている（2023年現

©日本地質学会

在）．地下水揚水量は工業用，建築物用，水道用，農業用等の用途について調査され（南関東地方地盤沈下調査会，1974），南関東4都県において揚水量のピークとなる1973年には総量400万m^3/日に達していたが，2023年には146万m^3/日（約37%）まで減少している（図-3）．このうち工業用揚水量は1972年に約120万m^3/日だったものが，2023年には約24万m^3/日と約20%まで大きく減少している．水道用揚水量は1972年の約156万m^3/日から2023年の約75万m^3/日までおよそ半減している．

地盤沈下の現況

関東地下水盆南部（埼玉県・千葉県・東京都・神奈川県）では1950～1970年代に多量の地下水が揚水された結果，地下水位が大きく低下，地層収縮が進行し深刻な地盤沈下が発生した．この地盤沈下の進行は工業地域や都市の拡大と調和的であり，典型7公害の一つとして大きな社会的問題となった．その後，法令や条例による地下水採取の規制や工業用水道の普及，水利用の多様化，節水技術の向上や環境に対する意識の向上等により地下水揚水量の大幅な減少とそれに伴う地下水位の回復により地盤沈下は一部地域を除きおおむね沈静化しつつある．現在，関東地下水盆（更新統）において最も地下水位が低下しているのは千葉県松戸市付近および埼玉-茨城県境周辺で標高-10m台の地域が残っているが，これも徐々に縮小している（図-4）．一方，水循環基本法等による地下水利用の促進や地中熱利用等の新たな地下水資源の利用が始まっていることから，地下水盆のモニタリングはいっそう重要となっている．

文献

関東地方知事会環境対策推進本部地盤沈下部会，2010，関東地下水盆の地下水位分布調査報告書．
南関東地方地盤沈下調査会，1974，南関東地域地盤沈下調査対策誌．
※この他，各都県で公表している地盤沈下報告書，測量成果等を参考にした．

©日本地質学会

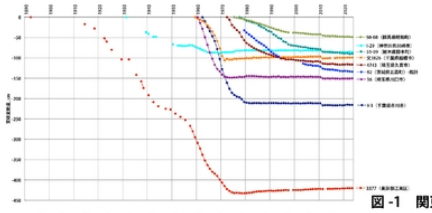


図 -1　関東地区の経年水準点変動（cm）

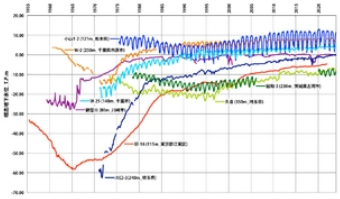


図 -2　関東地区の経年地下水位変動（T.P.m）

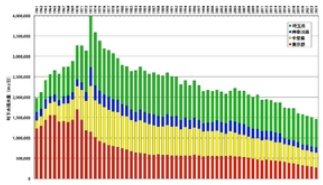


図 -3　南関東地区（東京都・千葉県・神奈川県・埼玉県）の経年地下水揚水量（m3/ 日）

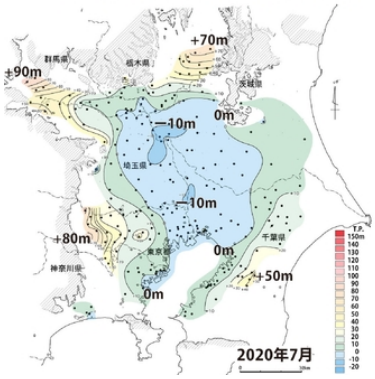


図 -4　関東地下水盆（更新統）の地下水位図（2020 年 7 月）

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:15 口頭第4会場(E203)

[2oral408-14] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:中澤 努(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、北田 奈緒子(一般財団法人　GRI財団)

16:45 ~ 17:00

[T11-O-13] 世界の地盤沈下の概況（その2）ヨーロッパ地域

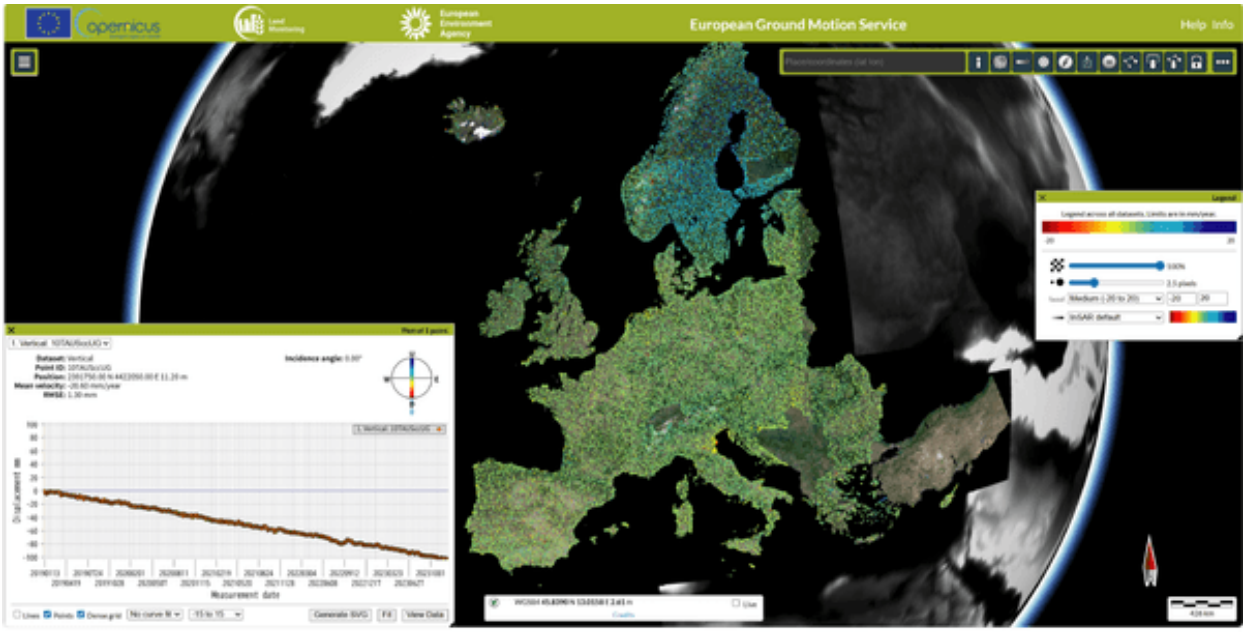
*藤崎 克博[1] (1. なし)

キーワード：地下水過剰揚水、地盤沈下、褐炭田、天然ガス採取、岩塩鉱山

昨年の講演では，アフリカ，西・南・東南アジア地域の地盤沈下の概況について報告した（藤崎，日本地質学会第131年学術大会講演要旨，T-8-O-7，2024）．別途，東アジア・オセアニア地域の沈下の現況について報告した（藤崎，第34回社会地質学シンポジウム論文・要旨集，2024）．今回は，ヨーロッパ地域の地盤沈下の概況を報告する．EU加盟27ヵ国＋英国・ノルウェーの範囲について，2016年からヨーロッパ地盤変動サービス（EGMS）が，合成開口レーダー衛星（InSAR）による直近5年間（2019-2023）の平均変動量マップと沈下表示点の変化時系列を公開している（https://egms.land.copernicus.eu）．以下，注釈のあるもの以外の沈下量はEGMSによるものである．スカンジナビア半島では，10-30mm/yの後氷期隆起が生じているが，泥炭地の5-10mm/yの沈下域が散在している．フィンランドのヘルシンキでは5-7mm/y（1992-2002）の構造物荷重による沈下が報告されている．スエーデンのウプサラでは，最大10mm/yの沈下が観測され，建物の抜け上がりが見られる．ポーランドの上シレジェン炭田では，採鉱のための地下水排水により500㎢以上の沈下域が広がり，最大では１m（1992-2012）に達した．レグニツァ・グヴォグフ銅山でも地下水排水による最大52mm/yの沈下が観測されている．コニン褐炭田では，地下水排水による最大31mm/yの沈下が生じている．岩塩鉱山では範囲が狭いが，シンクホールなどの地表面変形が見られる．ヴィエリチカ岩塩鉱では最大21mm/y（2015-2016），ボフニャ岩塩鉱では最大250mm（1997-2015），イノブロツクフ岩塩鉱では5mm/yの沈下が報告されている．ドイツのライン炭田では，褐炭の露天採掘が3ヵ所で行われていて，それぞれで最大26mm/y，35mm/y，14mm/yの沈下が観測されている．コットプス炭田では2015の閉山後，環境修復が進められていて10mm/yの隆起が生じている．オランダのグローニンゲン州では，天然ガス採取と泥炭の収縮・分解による最大8mm/yの沈下が見られる中に，岩塩の液化採取による沈下が3ヵ所見られ，沈下量は最大で30mm/yに達する．泥炭の圧密・分解による7-8mm/yの沈下を防ぐため，高地下水位農法が推進されている．ベルギーのアントワープでは，港湾の埋立地で16-20mm/yの沈下が観測されている．スペインのグアダレンティン盆地では，農業用地下水の過剰揚水で最大86mm/yの沈下が生じている．バルセロナでは，埋立地で最大30mm/yの沈下が観測されている．カルドナ岩塩鉱では，最大120mm/y以上の沈下が見られる． イタリア北部のポー平野では，農業・工業・水道用地下水揚水と天然ガス採取による広範囲の沈下が生じている．70年代までは100mm/y単位の沈下が観測されていたが，近年では減少している．ボローニャ市からモデナ市の北部には20mm/yに達する沈下域が広がっている．アドリア海沿岸のラベンナ市では，最大15mm/yの沈下が観測されている．トスカナ地方のピストイアでは17mm/y，ピサで17mm/y，リボルノで23mm/yに達する沈下が観測されている．ラルデレッロの地熱発電地帯では，最大24mm/yの沈下が発生している．ティベリ川デルタでは，埋立地で15mm/yに達する沈下が見られる．カンパニア地方のヴォルトゥルノ川海岸平野では，農業用地下水揚水による最大20㎜/yの沈下が観

©日本地質学会

測されている．セレ平野では10mm/yに達する沈下が見られる．フーリア州のタボリエレ平野では，最大20mm/yの沈下が，カラブリア州のシーバリでは最大13mm/y，ジョイア・タウロでは12mm/yの沈下が観測されている．ギリシャのテッサロニキ平野では16mm/y，アンテマウンタス盆地では26mm/yに達する沈下が観測されている．テッサリア平野では，農業用揚水による10-40mm/y程度の沈下域が広がっている．アナルギロイ褐炭田では，露天採掘の排水のため17mm/y程度の沈下が見られ，周辺の村落の建物被害が生じている．トルコのゲディーズ盆地では，農業用地下水揚水による最大64mm/y（2017-2021）の沈下が観測されている．コンヤ平野でも，農業用揚水による最大60mm/y（2014-2018）が生じており，石灰岩分布域ではシンクホールの発生も見られる．



from https://egms.land.copernicus.eu

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

EDI

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:15 口頭第4会場(E203)

[2oral408-14] T11 ［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

座長:中澤 努(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、北田 奈緒子(一般財団法人　GRI財団)

17:00 ~ 17:15

[T11-O-14] ＰＦＡＳ指針値（暫定）超過現場で実施した井戸諸元調査等に基づく水文地質構造の推定（速報）

*田村 嘉之[1]、河野 里奈[1]、岩井 久美子[1]、木村 和也[2] (1. 一般財団法人千葉県環境財団、2. 株式会社医療地質研究所)

キーワード：地質汚染、井戸諸元調査、有機ふっ素化合物、水文地質構造、ストレーナ検層

はじめに

土壌・地下水汚染にかかる調査については，土壌汚染対策法施行より，主に土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン（改訂第3.1版）（環境省，2022）にある方法で実施している．しかし，本ガイドラインの主目的は土壌汚染対策法に基づく措置等の区域指定を目的としており，必ずしも土壌・地下水汚染の浄化を目指してはいない．一方，千葉県では，平成元年に制定された「千葉県地下水汚染防止対策指導要綱(平成19年度末廃止)」や「千葉県地質汚染防止対策ガイドライン(平成20年制定，平成31年3月改正)」(千葉県，2019)により，事故時等の地質汚染防止対策や地質汚染判明時の対応のほか，自治体関係者(県，市町村)，県研究所を含めた体制の整備等を明記されている．また，「地質汚染現場における汚染機構解明調査の手順－地下水汚染の浄化対策として－」(千葉県,2023)で技術的な参考文書として一般公開されている．本発表では，VOCs汚染現場での培われてきた手法を用いて，現在全国的に話題となっているPFAS指針値（暫定）を超過した現場で実施した井戸諸元調査の結果及び既存ボーリング資料による水文地質構造の推定した結果を速報する．

井戸諸元調査

以下の通り，調査を実施した．なお，北側地区で24箇所，南側地区で10箇所，合計34箇所で実施した．

①対象とした井戸は，PFOS及びPFOA濃度値で，指針値（暫定）を超過した個所を中心に選定した．

なお，一部，指針値（暫定）未満の箇所も選定した．

②①で選定した井戸のうち，ジェット式ポンプが設置している井戸を対象とした．

③②で選定した井戸において，揚水管を引き上げずに，地下水位を計測した．

④③の実施後，抵抗値を計測できるテスターを用いたストレーナ検層（佐藤ほか,2000）を実施した．また，井戸深度も計測した（図-1）．

⑤井戸の管頭標高をGNSS測位で計測した．

また，上述の調査のほか，以下の調査も実施した．

⑥井戸の選定は①と同様に選定した．なお，ポンプ種別に関係なく選定した．

⑦揚水管をすべて引き上げた後，地下水位と井戸深度を計測した．

⑧井戸カメラを使用してストレーナ区間を計測した（図-2）．

⑨揚水管再設置時に水位測定管も設置した．

⑩井戸の管頭標高及び水位測定管の管頭標高をGNSS測位もしくはレベル測量で計測した．

なお、管頭標高の測定で使用したGNSS測位については，田村ほか（2024）で述べたとおり

©日本地質学会

である．

水文地質構造の推定と取水層

調査対象地及びその周辺で一般公開されている柱状図のほか，自治体で所有しているボーリング柱状図や許可対象となる事業用井戸の諸元情報を入手して，地層区分のほか，地質構造を推定した．その結果，対象地の標高-50mまでに第1透水層～第5透水層が分布していることが推定された．このうち，北側地区では第1透水層，第2透水層及び第3透水層から，南側地区では第1透水層と第2透水層からそれぞれ取水していることが判明した．なお，ＰＦＡＳ指針値（暫定）を超過した井戸の取水層は北側地区で第1透水層，第2透水層及び第3透水層，南側地区で第1透水層及び第2透水層であった．

また，調査対象地の北側地区での調査結果より，単一の透水層から取水している井戸の地下水位から，第1透水層，第2透水層及び第3透水層の地下水位分布及び流向を概ね把握することができた．一方，南側地区の地下水位分布及び流向は，調査した範囲が東西方向に細長いため，十分に把握することができなかった．

今後の調査について

これまでの調査により，大まかな水文地質構造は把握できた．今後の調査以下の内容を提案中である．

①四半期に１回以上の地下水位の測定，水位分布図の作成及び流向の把握．

②水文地質構造を把握するためのオールコアボーリングの実施．

なお，オールコアボーリング実施個所については，ＰＦＡＳ指針値（暫定）を下回っている地域を優先して選定する予定である．

引用文献

佐藤賢司ほか，2000，電気伝導度計を用いたストレーナ検層．日本地質学会第107年学術大会講演要旨，O-355．

田村嘉之ほか，2024，地質汚染機構解明調査における井戸諸元調査　－GNSS測位による位置及び管頭標高の測位（速報）－，第34回社会地質学シンポジウム論文・要旨集，15-16.

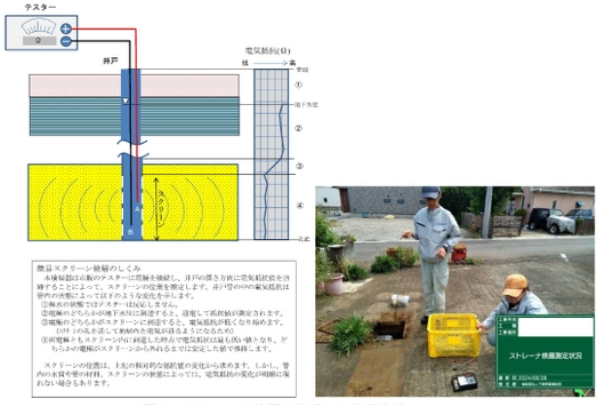


図-1　ストレーナ検層の仕組みと作業状況

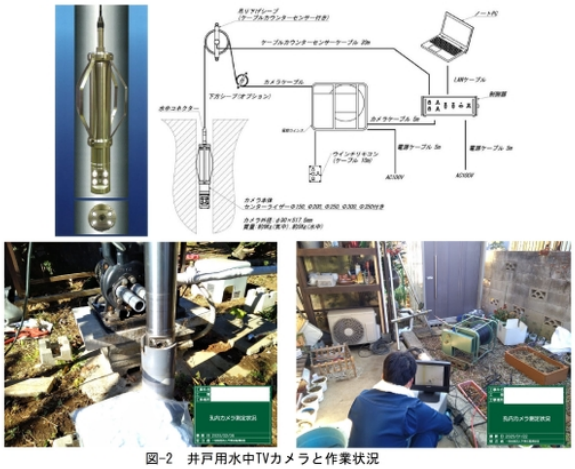


図-2　井戸用水中TVカメラと作業状況

©日本地質学会

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[2oral501-09] T12 ［トピック］地球史

座長:桑野 太輔(京都大学)、元村 健人(九州大学)、冨松 由希(福岡大学)

ECS

9:00 ~ 9:15

[T12-O-11]

北海道上ノ国町大安在川層より産出した中部中新統介形虫化石群とその意義

*向井 一勝[1]、山田 敏弘[2]、田中 源吾[3] (1. 北海道大学大学院理学院自然史科学専攻、2. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター　沿岸環境部門)

ECS

9:15 ~ 9:30

[T12-O-12]

群馬県下仁田町鏑川沿いに分布する下仁田層の古環境復元（予察）

*佐々木 聡史[1]、初谷 康佑[1]、菊川 照英[2]、高桒 祐司[3]、瀬戸 浩二[4] (1. 群馬大学、2. 千葉県立中央博物館、3. 群馬県立自然史博物館、4. 島根大学)

9:30 ~ 9:45

[T12-O-13]

シブマス地塊のペルム紀フズリナ群集とその古生物地理的解釈

*上野 勝美[1]、Thasinee Charoentitirat[2] (1. 福岡大学理学部地球圏科学科、2. チュラロンコン大学理学部地質学科（タイ王国）)

9:45 ~ 10:00

[T12-O-14]

独立成分解析による海洋組成の経年変化

*小宮 剛[1] (1. 東京大学)

ECS

10:00 ~ 10:15

[T12-O-15]

グリーンランド・イスア表成岩帯に産する原太古代炭酸塩岩から推定する原太古代海水中の生命必須微量元素組成

*吉田 聡[1,2]、小宮 剛[2] (1. 宇宙航空研究開発機構、2. 東京大学大学院　総合文化研究科)

10:15 ~ 10:45

[2oral501-09-6add]

休憩

学生優秀発表賞エントリー ECS

10:45 ~ 11:00

[T12-O-16]

美濃帯及び北部北上帯の層状チャートにおける中期三畳紀ラディニアン期湿潤化イベントの検討

*塩原 拓真[1,2]、武藤 俊[2]、尾上 哲治[3] (1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、3. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

©日本地質学会

学生優秀発表賞エントリー ECS
11:00 ~ 11:15
[T12-O-17]
根室層群（北海道東部）のバイオマーカー分析: 暁新世中期の気候変動に着目した陸上及び海洋生態系の復元

*吉田 達也[1]、中村 英人[2]、林 圭一[3]、池田 雅志[1]、安藤 卓人[4] (1. 北海道大学、2. 福井県立大学、3. 北海道立総合研究機構、4. 秋田大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS
11:15 ~ 11:30
[T12-O-18]
川砂ジルコンの微量元素組成に着目した後背地推定法の検討：三河地域の領家花崗岩類を例に

*平井 悠河[1]、浅沼 尚[1]、澤木 佑介[2]、小木曽 哲[1] (1. 京都大学 人間・環境学研究科、2. 東京大学 総合文化研究科)

ハイライト講演
11:30 ~ 12:00
[T12-O-19]
［招待講演］白亜紀堆積岩を用いたオントンジャワ海台の噴出年代の制約

*松本 廣直[1] (1. 筑波大学生命環境系)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[2oral501-09] T12 ［トピック］地球史

座長:桑野 太輔(京都大学)、元村 健人(九州大学)、冨松 由希(福岡大学)

ECS

9:00 ~ 9:15

[T12-O-11] 北海道上ノ国町大安在川層より産出した中部中新統介形虫化石群とその意義

*向井 一勝[1]、山田 敏弘[2]、田中 源吾[3] (1. 北海道大学大学院理学院自然史科学専攻、2. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター　沿岸環境部門)

キーワード：介形虫、中新統、MMCO、北海道

中期中新世は全球的に気候が温暖な時期で, 特に約16.9—14.7MaのMid-Miocene Climatic Optimum (MMCO)には, 現在よりも約6℃, 気温が高い気候であった(Zachos *et al*., 2008). 当時から中緯度に位置していた日本列島沿域には, 熱帯・亜熱帯に適応した生物群が広く分布していたことが知られている.

介形虫化石は古環境の推定や古生物地理を議論する上で, 重要な化石の一つである. 日本の中部中新統産介形虫化石群の研究は, これまで東北から山陰地方を対象に多く行われてきた. 一方で北海道からは, 中部中新統の介形虫化石群の報告は3例 (Mukai＆Tanaka, 2023, 2024; 向井ほか, 2025)のみであり, 当時の北日本の介形虫化石群の全容は明らかになっているとは言い難い.

今回, 北海道渡島半島上ノ国町大安在川流域に露出する約17—15Maの中部中新統大安在川層の大型有孔虫化石*Miogypsina—Operculina*密集層より, 浅海棲介形虫化石群を発見した.

本研究では, 大安在川層中の細粒砂岩~中粒砂岩から採取した10試料中2試料より, 9属19種112個体の介形虫化石を同定した. 産出頻度の高い種は*Pseudoaurila okumurai*, *P. ishizakii*, *Psudoaurila* sp. 1 であった. 構成種は, 温帯性種である*Pseudoaurila*属, *Cornucoquimba moniwensis*, *Paracytheridea neolongicaudata* に加えて, 冷温性種である*Elofsonella*属が産出し, 好冷性種は確認されなかった.

本研究によって確認された介形虫化石群の多様度指数と均衡度指数及およびIrizuki *et al*. (2004) により指摘された*Pseudoaurila*属の生息域の推定に基づくと, 暖流の影響を強く受ける湾央で, 海草や海藻が繁茂する浅海域であったことが示唆される. 日本から報告されている約18—14Maの中部中新統介形虫化石群について, 大安在川層と多様度指数と均衡度が近い介形虫化石群を調査した. その結果, Irizuki *et al*. (2004)の岩村層群(約18Ma)および瑞浪層群(約18Ma)の介形虫化石群と最も類似することが分かった.

約17—15Maの中部中新統大安在川層より産出した*Pseudoaurila*属を中心とする介形虫化石群には, 同時期の他の介形虫化石群よりもMMCO期以前の約18Maから産出した介形虫化石群に近い. MMCO期の北海道は, MMCO期以前の本州の介形虫化石群の避難場所として重要であった可能性がある.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[2oral501-09] T12 ［トピック］地球史

座長:桑野 太輔(京都大学)、元村 健人(九州大学)、冨松 由希(福岡大学)

ECS

9:15 ~ 9:30

[T12-O-12] 群馬県下仁田町鏑川沿いに分布する下仁田層の古環境復元（予察）

*佐々木 聡史[1]、初谷 康佑[1]、菊川 照英[2]、高桒 祐司[3]、瀬戸 浩二[4] (1. 群馬大学、2. 千葉県立中央博物館、3. 群馬県立自然史博物館、4. 島根大学)

キーワード：前期中新世、有孔虫化石、古環境

群馬県下仁田町には，新第三紀前期中新世の下仁田層が分布している（群馬県地質図作成委員会，1999ほか）．下仁田層は，下位より神農原礫岩部層，岩山礫岩部層，川井砂岩泥岩部層に区分され，各部層は，整合で一部指交関係である（Fujishiro & Kosaka, 1999）．下仁田層上部の川井砂岩泥岩部層は，二枚貝化石や浮遊性有孔虫を用いた古環境復元が行われている（栗原ほか, 2005; 高桒・栗原, 2008など）．Fujishiro & Kosaka (1999) によると，5つのルートから微化石試料として泥岩や砂岩を採取し，*Dentoglobigerina baroemoenensis*や*Globigerina falconensis*の浮遊性有孔虫産出より，浮遊性有孔虫化石帯N5およびN7以降であると推定され，内湾な浅海環境であったことを明らかにした．また，栗原ほか (2005) によると，川井砂岩泥岩部層の数地点から産出した貝化石群集から中間温～冷温帯の古海洋であったと推定された．しかし，先行研究では川井砂岩泥岩部層における数地点の化石分析結果しか得られておらず，下部の神農原礫岩部層や岩山礫岩部層を含めた連続的な微化石分析は行われていない．そこで，鏑川沿いにおける下仁田層に見られる岩相を報告し，岩石試料の微化石分析とCNS元素分析に基づき下仁田層の古環境復元を行った．

微化石試料の作成には，硫酸ナトリウム法，ナフサ法及びボロン法を併用によって処理を行った．その後，175 μmより粗粒な堆積物から有孔虫化石を抽出した．

結果として，5試料検討し，川井砂岩泥岩部層の合計1地点から有孔虫化石が確認された．また，微化石が確認できなかった堆積物試料は，石英を多く含んでいた．加えて，研究地域における堆積物に含まれる有機物炭素量は，全体的に少なかった．

本研究で採取した下仁田層の堆積岩は，下仁田町西部に分布する前期中新世の内山層の堆積岩と似ていると考えた．高桒・栗原 (2008) によると内山層の堆積岩が非常に硬く固結している理由は，厚く堆積した地層の荷重による強い圧力，あるいは地下深部への埋没による熱のためであり，埋没続成作用の進行によって珪質微化石もあまり産出しないと述べられている．実際に，下仁田町小屋場で採取された内山層の堆積岩からは微化石が確認できず，内山層と下仁田層の一部の岩石は非常に固結している．以上のことより，鏑川沿いにおけるこれらの堆積岩は，埋没続成作用を大きく受け，石灰質・珪質微化石や堆積物に含まれる有機物炭素量へ影響していると考えられる．

引用文献：Fujishiro & Kosaka (1999) Journal of Geological Society of Japan, 105, 122–139. 群馬県地質図作成委員会 (1999) 新井房夫 (監修), 内外地図, 114p．栗原ほか (2005) 地質学雑誌, 111, 498–507．高桒・栗原 (2008) 群馬県立自然史博物館研究報告, 12, 63–72.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[2oral501-09] T12 ［トピック］地球史

座長:桑野 太輔(京都大学)、元村 健人(九州大学)、冨松 由希(福岡大学)

9:30 ~ 9:45

[T12-O-13] シブマス地塊のペルム紀フズリナ群集とその古生物地理的解釈

*上野 勝美[1]、Thasinee Charoentitirat[2] (1. 福岡大学理学部地球圏科学科、2. チュラロンコン大学理学部地質学科（タイ王国）)

キーワード：ペルム紀、フズリナ群集、シブマス地塊、古生物地理、東南アジア

タイ王国およびその周辺の東南アジア主要部は，地体構造的にはデボン紀以降古赤道域にあったインドチャイナ地塊と，ペルム紀前期にゴンドワナ大陸北縁から分裂・北上し三畳紀末までにインドチャイナ地塊に衝突・合体したシブマス地塊から成る．両地塊の間にはデボン紀から三畳紀にかけてパレオテチス海が存在し，その遠洋域には海洋島が発達していた．シブマス地塊，インドチャイナ地塊，パレオテチス海洋島頂部にはそれぞれ，Ratburi石灰岩，Saraburi石灰岩，Doi Chiang Dao石灰岩とよばれる，フズリナ類を産するペルム系が形成された．この報告では，シブマス地塊Ratburi石灰岩のペルム系フズリナ類について現在までに知られている群集変遷の特徴をまとめ，さらにSaraburi石灰岩とDoi Chiang Dao石灰岩のペルム紀フズリナ群集との比較から，シブマス地塊のペルム紀における古地理変遷の解読を試みる．

シブマス地塊のペルム系は，砕屑岩を主体とする下位のKaeng Krachan層群と，それを整合的に覆うRatburi石灰岩から成る．前者はシブマス地塊がゴンドワナ大陸から分裂する以前の堆積物であり，そこにはLate Paleozoic Ice Age (LPIA)におけるゴンドワナ氷床の影響を強く受けた氷海成堆積物が見られる．腕足類を主体とする冷水型の海生動物群集やアンモノイド類が報告されており，それらの化石からKaeng Krachan層群の年代はアッセリアン－前期クングリアンとされている．一方Ratburi石灰岩は典型的なプラットフォーム炭酸塩岩で，産出するフズリナ類によりクングリアンからウーチャーピンジアンの年代が考えられる．これまでの報告（例えば，Ueno, 2003; Ueno and Charoentitirat, 2011）をまとめると，シブマス地塊のペルム系からは年代の異なる７つのフズリナ群集が，主にRatburi石灰岩を中心に報告されている．Ratburi石灰岩はシブマス地塊全体に広く発達する厚層厚（数百〜1000m）のペルム系炭酸塩サクセションであるが，その分布に比してフズリナの産出は極めて少ない．また群集の多様性も低く，そこには*Monodiexodina*や*Eopolydiexodina*等の非テチス的要素が含まれる．さらに，各フズリナ群集から産する種間には明瞭な系統関係を示す分類群がほとんど見られない．これらの特徴は，インドチャイナ地塊のSaraburi石灰岩やパレオテチス海洋島起源のDoi Chiang Dao石灰岩に見られる，産出頻度ならびに多様性が非常に高いペルム紀熱帯テチス型フズリナ群集とは著しく対照的である．

ゴンドワナ大陸から分裂する前のシブマス地塊の古地理的位置としては，層序の類似性や古地磁気等のデータから，オーストラリア北西縁の，当時の南半球中緯度（南緯45°付近）が推定されている（Metcalfe, 2013）．シブマス地塊はペルム紀前期のアーティンスキアン（285Ma頃）にゴンドワナ大陸から分離し，三畳紀末（約200Ma）までに当時赤道域にあったインドチャイナ地塊に衝突したと考えられている（Metcalfe, 2013）．ここで単純な推論を試みる．シブマス地塊の推定されるこのような古地理変遷から，この大陸地塊は約8000万年かけ4500km程度（緯度差で40°–45°），テチス海を北上したことになる．このと

©日本地質学会

きの平均的な移動速度はおよそ5-6cm/年となる．この値を適用すると，シブマス地塊はペルム紀後半でもゴンドワナ大陸北縁から緯度で10°–15°程度しか北上しておらず，未だ南半球の中緯度付近にあった可能性が高い．このような古地理的位置を鑑みると，ペルム紀のシブマス地塊は基本的に温帯〜亜熱帯環境にあったと考えるのがよいだろう．そこに見られるフズリナ群集は土着のものが少なく，むしろ比較的温暖な時期に熱帯テチス地域から一時的に移住してきた生物群集の可能性がある．シブマス地塊では特にペルム紀中期を通じて炭酸塩岩が良く発達することから，一見するとフズリナ類の生息に適した環境が続いていたように思える．それに反してフズリナ群集の多様性と産出頻度が低く，さらに群集変遷の中で分類群間に系統関係が認められるものが少ないのは，このような理由によるところが大きいと思われる．

文献：Metcalfe, I., 2013, *J. Asian Earth Sci*., **76**, 195–213; Ueno, K., 2003, *Palaeo3*, **193**, 1–24; Ueno, K. & Charoentitirat, T., 2011, Carboniferous and Permian. *In* Ridd, M.F. et al., eds., *Geology of Thailand*. Geol. Soc., London, 71–136.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[2oral501-09] T12 ［トピック］地球史

座長:桑野 太輔(京都大学)、元村 健人(九州大学)、冨松 由希(福岡大学)

9:45 ~ 10:00

[T12-O-14] 独立成分解析による海洋組成の経年変化

*小宮 剛[1] (1. 東京大学)

キーワード：生命と表層環境の共進化、独立成分分析、太古代、原生代、縞状鉄鉱層、炭酸塩岩

クロロフィルのMg，ニトロゲナーゼのMo，ヘモグロビンのFe, メタン生成補酵素 F430のNiやコバラミンのCo など，生命は代謝に金属元素を含むさまざまな酵素などの有機分子を用いている．一方で，ニトロゲナーゼの金属元素にはFeMo, FeFeおよびFeVの組み合わせ，SODの金属元素にはNi, FeMnおよびCuZn，そしてSを含むシステインとSeを含むセレノシステインのように同様の機能をもつ生体分子が生物種によって使い分けられていたりする．そのような，多様化の原因として，海洋組成など生命の生息環境の経年変化が挙げられている．しかし，地球史を通じてどのように海洋組成が変化してきたのかについては，いまだ議論も多い．一般に，過去の海洋組成を推定する方法としてモデル計算と地質試料を用いた研究が挙げられる．しかし，モデル計算で用いられる海洋の酸化還元状態，硫化物イオン濃度および大気酸素濃度については議論があるため，それに立脚した計算の妥当性は大いに問題がある．そこで，地質記録に基づく実証的な研究が必要である．

地質試料を用いた研究では化学沈殿岩が用いられるが，特に海洋組成を反映していると考えられている鉄酸化物を主体とする縞状鉄鉱層(BIF)がしばしば使われる．先行研究では38から27 億年前のBIFが高いNi/Fe比を持つことから，当時の海洋が現在に比べてNiに富んでいたことが示唆された（Konhauser et al., 2009）．しかし，BIFは鉄酸化物だけでなくNiに富む陸源や火砕性の砕屑物を多く含むが，その研究ではそれらの影響が十分に考慮されていない．Aoki et al.（2018）はZr濃度を砕屑物量の指標として，鉄酸化物端成分のNi/Fe比を推定する手法を提案した．しかし，混入成分が陸源や火山性砕屑物など複数であった場合，鉄酸化物端成分と混入成分の混合線が一意にならないため，この方法では鉄酸化物端成分の組成を定量的に決めることはできない．

本研究では太古代から新原生代のBIF，炭酸塩岩および砕屑性堆積岩を対象に独立成分分析（ICA）を適用し，鉄水酸化物と炭酸塩鉱物の端成分の化学組成の推定を試みた．また，先カンブリア時代では，海洋はSi鉱物に飽和し，化学沈殿岩中に普遍的にシリカ鉱物が存在していることから，本研究では，SiO_2量100%かつ他の元素を含まない仮想成分を追加することでベクトルの始点を補正した．その結果，各時代のデータセットからFeO，MgO+CaOおよびTiO_2+Al_2O_3に富む成分を抽出し，それぞれが鉄水酸化物，炭酸塩鉱物および砕屑物に対応すると解釈した．さらに砕屑物成分は化学的特徴によって5~7種の起源に分けられた．

鉄水酸化物成分のNiやCo量は，39から30億年前に高く，25億年前に一時的な増加が見られるが，30から22億年前の間に徐々に減少し，スターチアン全球凍結後に再び急激に増加した．また，Cu量は初期地球では少なく，新太古代から古原生代に高くなった．Znは新原生代に高い値を持った．地球史を通じてそれらの元素の鉄水酸化物に対する吸着率が大きく変化しなかったと仮定すると，鉄水酸化物成分のこれらの元素濃度の変動は海洋のこれらの元素濃度の経年変化であると解釈しうる．そのため，海水のNiやCo量は39〜30億年前に高く，25億年前に一時的に増加したが，30から22億年前の間に徐々に減少し，スターチアン

©日本地質学会

全球凍結時に再上昇したと考えられる．海水のCu量は初期地球では低く，新太古代以降に高くなり，Znは新原生代以降に高くなったと考えられる．本研究で得られた海洋組成の進化は，生物の微量元素の利用と調和的であることから，生物進化は海洋組成などの外的要因によって促進されたことが示唆される．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[2oral501-09] T12 ［トピック］地球史

座長:桑野 太輔(京都大学)、元村 健人(九州大学)、冨松 由希(福岡大学)

ECS

10:00 ~ 10:15

[T12-O-15] グリーンランド・イスア表成岩帯に産する原太古代炭酸塩岩から推定する原太古代海水中の生命必須微量元素組成

*吉田 聡[1,2]、小宮 剛[2] (1. 宇宙航空研究開発機構、2. 東京大学大学院　総合文化研究科)
キーワード：イスア表成岩帯、珪化作用、原太古代、生命必須微量元素、炭酸塩岩

地球は原太古代以来，液体の水と生命を育んできた特異な惑星である．そのため，原太古代の海洋組成の復元が生命進化史の理解に繋がる．特に，西グリーンランド南部のイスア表成岩帯（ISB；約38億年前）に産する堆積岩類は，最古の生命痕跡の発見以来（例えば，Schidlowski et al., 1979），生命進化に様々な知見を提供してきた．これまで，古海水組成と生命進化の関連を探るため，古海水中の生命必須微量元素濃度を推定した研究が多く行われてきた．例えば，Saito et al. (2003) は，酸素と硫化水素の濃度に基づく熱化学計算から，原太古代から現在にかけて海水中のZn濃度が8桁増加したと提案した．一方で，Robbins et al. (2013) は縞状鉄鉱層（BIF）の組成に基づき，原太古代から現在にかけてZn濃度が10倍に増加したと主張した．しかし，現在のBIFは専ら熱水環境で形成されており，全球的な海洋組成を反映しない可能性がある． 炭酸塩岩は地球史を通じて全球的に海洋で堆積してきたことから，古海水組成の有望なアーカイブの一つである．しかし，堆積時には砕屑物混入を受け，堆積後には複雑な珪化・変質作用を被ることが多く，それらの影響の定量化が困難とされる．そのため，古海水中の生命必須元素の経年変化推定には従来ほとんど用いられてこなかった．そこで本研究では，ISBの炭酸塩岩の主要元素および，Ni，Znなどの生命必須元素を含む微量元素を分析し，堆積当時の初生的炭酸塩岩組成の復元を試みた．ISBの炭酸塩岩は，チャートと互層するものと礫岩層と互層するものが確認されている．本研究では，地質学的産状と希土類元素組成に基づき，遠洋域で堆積したとされる前者に着目した（Friend et al., 2008; Nutman et al., 2010）．ISBの炭酸塩岩試料は主に，炭酸塩鉱物（方解石と苦灰石）や石英，透輝石からなる．一部試料において，細粒な透輝石が自形の苦灰石を囲う組織が確認された．炭酸塩岩試料中のCaO + MgOとSiO_2濃度は負相関を示し，SiO_2とAl_2O_3濃度は正相関を示した．CaO + MgOとSiO_2濃度の負相関は，炭酸塩岩が珪化作用を受けたことを示唆する．太古代の炭酸塩岩が受ける珪化作用は，(1) 炭酸塩岩中の粒子の粒間を石英が充填するもの（現在型珪化），(2) 変成作用時における脱炭酸塩作用によるもの（変成作用型），および (3)　炭酸塩鉱物自体が石英に置換されるもの (太古代型; Duchač and Hanor, 1987) の3種類に大別される．それぞれの珪化作用の進行に伴い想定されるCaO + MgOとSiO_2組成の変化傾向に基づくと，この炭酸塩岩試料は少なくとも変成作用型と太古代型の珪化作用を受けたことが示唆された．このことは，一部試料に確認された苦灰石と透輝石の鉱物学的産状からも支持される．また，SiO_2とAl_2O_3濃度の組成図において，ISBの砕屑岩の端成分（Bolhar et al., 2005）と珪化作用の端成分（SiO_2 = 100 wt.%）を想定することで，炭酸塩岩試料中のSiO_2の約90%が珪化作用に由来することが明らかになった．この珪化作用由来のSiO_2の割合を用いて計算された，珪化作用を被る前の初生炭酸塩岩のNiとZn濃度は，Al_2O_3とZr濃度と正相関を示した．炭酸塩鉱物はAlやZrをほぼ含まないため，この正相関は炭

©日本地質学会

酸塩端成分と砕屑物端成分の混合を示唆する．回帰直線から，炭酸塩端成分のNiとZn濃度はそれぞれ41.1–65.7 μg/gと19.1–45.3 μg/gと求められた．ISBの初生的炭酸塩岩のNiとZn濃度は，それぞれ現在のストロマトライトやウーイドのそれに比べて1桁および2桁ほど高い．炭酸塩岩を用いた海水中のNi濃度の変動は， Konhauserらの推定と概ね一致するが，Zn濃度の変動はRobbinsらの推定とは矛盾する．この不一致は，それぞれの元素の海洋での深度分布の違いや，現在のBIFが熱水近傍でのみ形成することに起因すると考えられる．Niは初期生命の候補であるメタン生成菌の必須元素であることから，本研究の結果は，メタン生成菌の元素要求性が海水組成と共進化してきた可能性を示した．また，真核生物は原核生物よりも高いZnの嗜好性を示すため，原核生物誕生場は低Zn濃度であった可能性が示唆されていた．しかし本研究は，原太古代海洋は顕生代海洋よりも高Zn環境だった可能性を示した．これらの知見は，生物の代謝で利用される元素が必ずしも環境要因のみによって制約されるわけではなく，生命の進化過程において代謝的要求に応じた元素選択が起きていた可能性を示す．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[2oral501-09] T12 ［トピック］地球史

座長:桑野 太輔(京都大学)、元村 健人(九州大学)、冨松 由希(福岡大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

10:45 ~ 11:00

[T12-O-16] 美濃帯及び北部北上帯の層状チャートにおける中期三畳紀ラディニアン期湿潤化イベントの検討

*塩原 拓真[1,2]、武藤 俊[2]、尾上 哲治[3] (1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、3. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

キーワード：三畳紀、放散虫、コノドント、ラディニアン、アニシアン

中期三畳紀は安定した乾燥気候が低〜中緯度の大陸内陸部に広がっていたと考えられてきたが，テチス海沿岸の一部地域からは，後期ラディニアン(ロンゴバルディアン)に，湿潤化を示す地質記録が残されていることが明らかになってきた[1]．そして，これらの時代には，放散虫やコノドントといった海洋生物が多様化したことも報告されている．中期三畳紀の湿潤化と海洋生物の多様化は関連したイベントであった可能性があるが，これらの報告はテチス海の限られた陸棚堆積物を対象としており，当時の超海洋であるパンサラッサ海が同時期にどのような環境であったかは知られておらず，湿潤化イベントと生物の多様化の時空間的規模や関連性については明らかにされていない．

そこで本研究では，ロンゴバルディアンの湿潤化イベントにおける環境変動の広域性を検証するために，パンサラッサ海遠洋域の深海底堆積物における放散虫及びコノドント化石層序と化学層序を検討した．検討セクションは，岐阜県坂祝町に分布する美濃帯の中部三畳系層状チャート(セクションO)[2]及び，岩手県岩泉町に分布する北部北上帯の中部三畳系層状チャート(折壁川セクション)である．

美濃帯のセクションOは厚さ14 mの赤色層状チャートで構成されている．本研究の結果，先行研究[2][3][4]により認識されたTR 2B帯からTR 4A帯までの5つの放散虫化石帯を認識した．これらの放散虫化石帯は，暫定的に後期アニシアンから前期カーニアンに比較されていた．本研究では，先行研究[5]を基に*M. cochleata*の最終産出をカーニアンの基底に対比した．得られたコノドント化石とあわせて，セクション全体の年代は後期アニシアンから前期カーニアンとなる．一方, 近接する犬山市における同時代を対象とした先行研究[2]と対比すると，化石帯TR 4Bの定義である*Spongoserrulra dehli*の初産出が年代境界に対して斜交することが明らかになった．したがって，TR 4Bの地質年代との対比については再検討が必要である．

さらに，ファッサニアン–ロンゴバルディアン境界を含む1 mの区間で，ファッサニアンから産出する放散虫10種のうち3種が消え，新たに6種の放散虫が産出し，放散虫化石群集の変化が確認された．また，この1 m区間内において，放散虫である*Muelleritortis*属と*Tritortis*属で，spineが捻じれるという形態変化が見られた．強く捻じれた棘は中期から後期三畳紀に特徴的な形質であることが知られているが[6]，本研究で詳細な時期と形質の変化経過を確認することができた．

北部北上帯の折壁川セクションは，厚さ21 mの灰色層状チャートで構成されている．このセクションからは，前期アニシアンからラディニアンを示すコノドント化石が得られた．

©日本地質学会

なお, このセクションでは，放散虫化石は得られなかった．

セクションOにおいて蛍光X線分析により化学層序を検討した結果，調査区間では顕著な酸化還元状態の変化は見られなかった．CIA[7]やRW[8]などの大陸風化指標も，ラディニアンにおいて大きな変化を示さない．一方で，ファッサニアン－ロンゴバルディアン境界付近で，リンとカルシウムが顕著に増加している．この層準でコノドントやその他のリン酸塩で構成された化石の有意な増加は見られないため，これらの元素の増加は生物源アパタイトではなく自生アパタイトに由来すると考えられる．すなわち，パンサラッサ海遠洋域でリンとカルシウムの埋没の顕著な増加と，放散虫群集の変化と棘の形態変化が発生していることが明らかになった．これらは，ロンゴバルディアンの湿潤化イベントと関連した現象の可能性がある．

引用文献

[1]Preto, N. et al., 2010, *PPP*, **290**, 1-10
[2]Sugiyama, K., 1997, *Mizunami Fossil Mus.*, **24**, 79-193
[3]Nozaki, T. et al., 2019, *J. Asian Earth Sci.: X*, **1** , 1-9
[4]Tomimatsu, Y. et al., 2021, *Glob. Planet. Change*, **197**, 1-18
[5]Kozur, H., Mostler, H., 1994, *Geol. Paläont Mitt. Inns.*, **3**, 39-255.
[6]Guex, J. et al., 2012, *Geobios*, **45**, 541-554.
[7]Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1982, *Nature*, **299**, 715-717
[8]Cho, T., Ohta, T., 2022, *PPP*, **608** , 1-8

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[2oral501-09] T12 ［トピック］地球史

座長:桑野 太輔(京都大学)、元村 健人(九州大学)、冨松 由希(福岡大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:00 ~ 11:15

[T12-O-17] 根室層群（北海道東部）のバイオマーカー分析: 暁新世中期の気候変動に着目した陸上及び海洋生態系の復元

*吉田 達也[1]、中村 英人[2]、林 圭一[3]、池田 雅志[1]、安藤 卓人[4] (1. 北海道大学、2. 福井県立大学、3. 北海道立総合研究機構、4. 秋田大学)

キーワード：暁新世、古環境復元、バイオマーカー、根室層群

はじめに

古第三前期は、白亜紀から続く温暖な気候と、複数の環境撹乱イベントによって特徴づけられる。その中でも暁新世中期には、Mid-Paleocene Biotic Event（MPBE）と呼ばれる、生物相の急激な変化を伴う短期間の温暖化イベントが発生した。特に、海洋表層のプランクトンなどの海洋生態系の撹乱が示唆されているが（Gilen et al., 2007など）、東アジア地域における研究例は少ない。また、陸上における生態系の応答については、未だ十分な検討が行われていないのが現状である。

そのため本研究では、これらのイベント時の生態系変動の実態の解明や、地域間での対比を可能にするため、北海道東部に分布する上部白亜系-古第三系根室層群のバイオマーカー分析により、北西太平洋地域の当時の陸上古植生及び古海洋生態系の復元を試みた。これにより、他サイトで報告されているような、海洋表層の貧栄養化が東アジアでも起きていたかなどの検証を行いたい。

試料と分析方法

本研究では、林ら, 2023で得られた北海道白糠丘陵地域のピラウンナイ川及び左の沢沿いの露頭から採取された試料を用いた。これらの試料は、林ら, 2023により、渦鞭毛藻シスト化石-炭素同位体比統合層序が検討され、暁新世から始新世初期の各時代境界や、顕著な炭素同位体比変動を示す箇所が特定された。こうした岩石試料を粉末化し、有機溶媒を用いた有機物抽出を行った後、シリカゲルクロマトグラフィーによる分画、GC-MSを用いたバイオマーカー分析を行った。また、粉末試料のRock-Eval分析も行った。

結果

分析の結果、植物全般に由来するセスキテルペノイド、主に針葉樹に由来するジテルペノイド、被子植物に由来するトリテルペノイドなど、陸上植物に由来する芳香族テルペノイド類が検出された。このうち、芳香族セスキテルペノイドと芳香族ジテルペノイドの比を用いて、植物全般に占める針葉樹の寄与の大きさを示す指標であるHPP（van Aarssen et al., 2000）は、MPBE周辺の層準で顕著な針葉樹の寄与の低下を示した。また、主に渦鞭毛藻に由来する三芳香環ジノステロイドや、渦鞭毛藻や珪藻、ハプト藻などの多様な海洋基礎生産種に由来する三芳香環ステロイド、ステランなど藻類由来のバイオマーカーも検出された。藻類全般に対する渦鞭毛藻の寄与の大きさを示す指標であるTADS（Ando et al., 2015）は、暁新世中期に減少し、藻類群集の擾乱が示唆された。林ら, 2023の渦鞭毛藻シスト化石の結果とも比較し、海洋表層生態系についての詳細な検討や、地域間での生態系応答の比較についても議論したい。

©日本地質学会

引用文献

・Gilen Bernaola et al., 2007. Evidence of an Abrupt Environmental Disruption during the Mid-Paleocene Biotic Event (Zumaia Section, Western Pyrenees). GSA Bulletin, 119 (7–8), 785–795.
・林圭一ら, 2023. 北海道東部に分布する根室層群における暁新世〜始新世前期の渦鞭毛藻シスト化石ー炭素同位体比統合層序, 日本地球惑星科学連合 2023年大会, SGL22-06.
・Ben G.K van Aarssen et al., 2000. Higher plant biomarkers reflect palaeovegetation changes during Jurassic times. Geochimica et Cosmochimica Acta, 64, 1417-1424.
・Ando Takuto. et al., 2017. Marine primary producer community during the mid-Cretaceous oceanic anoxic events (OAEs) 1a, 1b and 1d in the Vocontian Basin (SE France) evaluated from triaromatic steroids in sediments. Organic Geochemistry 106, 13–24.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[2oral501-09] T12 ［トピック］地球史

座長:桑野 太輔(京都大学)、元村 健人(九州大学)、冨松 由希(福岡大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:15 ~ 11:30

[T12-O-18] 川砂ジルコンの微量元素組成に着目した後背地推定法の検討：三河地域の領家花崗岩類を例に

*平井 悠河[1]、浅沼 尚[1]、澤木 佑介[2]、小木曽 哲[1] (1. 京都大学 人間・環境学研究科、2. 東京大学 総合文化研究科)

キーワード：領家花崗岩類、川砂ジルコン、微量元素組成、後背地推定

花崗岩質地殻は岩石惑星中でも地球にのみ発見されており，地球史を通じた大陸（花崗岩）量の変遷は固体地球の進化過程を理解する上で重要な研究課題の一つといえる。ジルコン（$ZrSiO_4$）は，花崗岩質マグマに広く産出することから，U–Pb放射年代や同位体トレーサーと組み合わせて大陸地殻研究に活用されてきた（e.g. Condie, 1998; Valley, 2003）。2000年初頭は大陸地殻研究の転換点ともいえ，河川堆積物中に含まれる砕屑性ジルコン（以下，川砂ジルコン）を対象とした研究例が報告されている（Rino et al., 2004）。Rino et al. (2004)は主要河川で採取された川砂ジルコンのU–Pb年代値が後背地の年代頻度分布と相関し，川砂ジルコンが流域面積を網羅した地殻情報を一次近似的に反映することを示唆した。現在では，川砂ジルコンのO・Hf同位体比を組み合わせた花崗岩質地殻の起源物質の同定及び分化過程の制約が進められている。一方で，花崗岩質地殻は鉱物及び化学組成の違いに基づき，マントル・海洋地殻起源のI型花崗岩と，砕屑性堆積岩起源のS型花崗岩に大別される（Chappell & White, 1974）。しかし，従来の研究において，川砂ジルコンが後背地の地殻組成をどの程度反映しているかは十分に検討されておらず，古典的な花崗岩分類（I・S型）の形成過程との関係性は不明瞭なままといえる。

Burnham & Berry (2017)はジルコンの微量元素組成に着目し，起源となる花崗岩組成の違いがジルコンにも反映されることを示唆している。近年では，ジルコンの微量元素データの蓄積に伴い，P, Nb, Ce, Ta, Th, U濃度を用いて，起源となる花崗岩をI・S型に区別する組成判別図が提案されている（Sawaki et al., 2024; Roberts et al., 2024）。そこで，本研究は愛知県三河地域の領家花崗岩類を起源とする川砂ジルコンを対象に，微量元素に基づく組成判別図を適用し，後背地の花崗岩質地殻量及び花崗岩組成比の推定を行った。

研究対象地域は，後期白亜紀の領家花崗岩類が広く分布する愛知県三河である。この地域に露出する花崗岩類は，伊奈川花崗岩（約75–68Ma）・武節花崗岩（約71–69Ma）・神原トーナル岩（約99Ma）であり，ASI（アルミナ飽和指数）に基づき，伊奈川花崗岩・神原トーナル岩はI型，武節花崗岩はS型に分類される（Ishihara & Chappell, 2007）。これらの花崗岩類を起源とする川砂は矢作川（流路延長117km，流域面積1,830km^2）により下流へ運搬される。矢作川は上流域で伊奈川花崗岩体を貫流し，下流域では青木川支流を介して武節花崗岩由来の砕屑物を供給する。このような流路特性を踏まえ，本研究では，伊奈川花崗岩由来の鉱物供給が期待される矢作川上流，武節花崗岩（及び神原トーナル岩）由来の供給が期待される青木川支流，さらに両岩体の供給が期待される矢作川下流（合流地点）の計3ヶ所で川砂を採取した。また，川砂の供給源となる各花崗岩類の全岩試料も併せて採取した。各花崗岩類の全岩試料について化学組成分析，帯磁率測定，鉱物組成観察を行い，分離

©日本地質学会

したジルコンについてU–Pb放射年代及び微量元素測定を行った。

花崗岩類の全岩試料のASIは伊奈川で1.08，武節が1.18–1.25，神原が0.98–0.99であった。また，帯磁率は0.06–0.38 × 10^{-3} SIの範囲で，すべてがチタン鉄鉱系列に分類された。特に，伊奈川花崗岩ではFe_2O_3含有量が低く，鉱物組成観察では白雲母が含まれ，角閃石は認められなかった。先行研究では高いSr同位体比初生値や高いO同位体比が報告されることから（Ishihara & Matsuhisa, 2002; Tsuboi, 2005），伊奈川花崗岩はS型花崗岩に類似した特徴を有することが示唆された。また，川砂中の重鉱物比率は，矢作川上流地点ではジルコンが85.3%，合流地点で70.0%を占めるのに対し，青木側支流では19.5%であった。この差異から，武節花崗岩由来の供給地点ではモナズ石など他の重鉱物の割合が高く，S型花崗岩からのジルコン供給量が相対的に少ないことが示唆された。これらの結果に加え，ジルコンのU–Pb放射年代及び微量元素組成の分析結果を基に，川砂ジルコンが後背地の岩石学的・地球化学的特徴をどの程度保持しているかについて検討した。本講演では，母岩中のジルコンにより作成した組成判別図に基づき，川砂ジルコンのデータを帰属させた結果について紹介する。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T12 ［トピック］地球史

EDI

2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[2oral501-09] T12 ［トピック］地球史

座長:桑野 太輔(京都大学)、元村 健人(九州大学)、冨松 由希(福岡大学)

ハイライト講演

11:30 ~ 12:00

[T12-O-19] ［招待講演］白亜紀堆積岩を用いたオントンジャワ海台の噴出年代の制約

*松本 廣直[1] (1. 筑波大学生命環境系)

【ハイライト講演】 巨大火山噴火は気候や生態系に甚大な影響を及ぼし、地球史における主要な環境変動の要因となってきた。松本廣直氏は、白亜紀における世界最大級の火山活動の産物であるオントンジャワ海台の噴火史と、それに伴う地球表層環境変動との因果関係を同位体地球化学的に精査し、関係解明に大きく貢献してきた気鋭の若手研究者である。本講演では、堆積岩に刻まれた記録を通じて、大規模火山活動が環境に及ぼす影響の最新成果が示される。 ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：オントンジャワ海台、海洋無酸素事変1a

西太平洋に位置するオントンジャワ海台は、白亜紀中期のアプチアン(~120-113 Ma)に噴出した世界最大の火山である。これまで玄武岩の放射年代の値が、白亜紀最大規模の海洋無酸素事変であるOAE1a(~119 Ma)と整合的であったことから、両者の因果関係が議論されてきた。しかし近年、オントンジャワ海台の斜長石から得られた高精度放射年代の値が、OAE1aの値よりも著しく若い(~116-108 Ma)ことが判明し、両者の関連に疑問が持たれるようになった[1]。本発表ではこれまで報告されてきた堆積岩に記録された火山活動の指標として知られるオスミウム・炭素同位体比や、太平洋の堆積物に記録された火山灰といった火山活動を直接的に示唆する情報をまとめ、オントンジャワ海台の噴出年代を再評価し、この火山活動が地球環境に与えた影響を考察する。

オントンジャワ海台の周辺で堆積した、太平洋地域の掘削コア中（例えばDeep Sea Drilling Project Sites 167, 463）には、OAE1aの最下部に大量の火山灰が確認されている[2,3]。最近の鉛同位体比分析の結果から、これらの火山灰はオントンジャワ海台の噴火活動に由来することが示されており[2]、オントンジャワ海台において、降灰を伴う爆発的な噴火活動が発生したことを示唆している。また、この火山灰層の産出のタイミングで、世界中の堆積物から復元された古海水のオスミウム同位体比、炭素同位体比が大きく低下したことから、爆発的な噴火に伴いマントル起源の揮発性元素が放出されたことが判明している。その後、温暖化・大陸風化の活発化が起こり、少し遅れて有機物の埋没が全球的に広がりOAE1aが発生したと考えられる。堆積岩に記録されているこれらの情報は、オントンジャワ海台の噴火活動がOAE1aと同時期であったことを示すとともに、それらの詳細な時系列変化を示している。

文献: [1] Davidson, P. C. et al. *Science*, *380*(6650), 1185-1188. [2] Matsumoto, H.et al. (2024). *Communications Earth & Environment*, *5*(1), 155. [3] Matsumoto, H. et al. (2025). *Science Advances*, *11*(9), eadt0204.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:45 口頭第5会場(E205)

[2oral510-18] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

15:00 ~ 15:15

[T7-O-1]

前弧・背弧・前縁堆積盆の長周期・短周期テクトニックサイクルと堆積システムの変化

*高野 修[1] (1. 石油資源開発技術研究所)

15:15 ~ 15:30

[T7-O-2]

諏訪湖の表層コア試料から見た諏訪湖の堆積作用

*公文 富士夫[1]、葉田野 希[2] (1. 高知大学海洋コア国際研究所、2. 新潟大学)

15:30 ~ 15:45

[T7-O-3]

瀬戸内海沿岸域における津波堆積物の探索：香川県東かがわ市引田地区大池の湖底堆積物調査

*寺林 優[1]、卜部 厚志[2]、酒井 英男[3]、金田 義行[4]、松居 俊典[5] (1. 香川大学創造工学部、2. 新潟大学災害・復興科学研究所、3. 富山大学理学部、4. 香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構、5. 香川大学大学院創発科学研究科)

ハイライト講演

15:45 ~ 16:15

[T7-O-4]

［招待講演］海底のイベント堆積物を用いた地震履歴研究の現状と今後のチャレンジ：日本周辺海域の研究から

*池原 研[1,2,3] (1. 産業技術総合研究所、2. 国立科学博物館、3. 静岡大学)

16:15 ~ 16:30

[2oral510-18-5add]

休憩

ECS

16:30 ~ 16:45

[T7-O-5]

三浦半島に分布する葉山層群から産出した生痕化石*Tasselia ordamensis*のコンクリーション化過程

*菊川 照英[1,2]、高橋 聡[2]、阿部 理[2]、淺原 良浩[2]、古川 登[3]、吉田 英一[2]、勝田 長貴[4]、相田 吉昭[5] (1. 千葉県立中央博物館、2. 名古屋大学、3. 千葉大学、4. 岐阜大学、5. 宇都宮大学)

16:45 ~ 17:00

[T7-O-6]

小笠原沖産シロサンゴおよびモモイロサンゴ骨格の地球化学的解析による成長史の復元

*奥村 知世[1]、平川 史也[1]、ペピノ マリア マリヴィック[1]、松崎 琢也[1]、池原 実[1]、川合 達也[2]、石川 剛志[3,1] (1. 高知大学、2. マリンワークジャパン、3. 海洋研究開発機構)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

17:00 ~ 17:15

[T7-O-7]

©日本地質学会

長野県白骨温泉に分布する化石トラバーチンの堆積学的・地球化学的特徴と形成過程の解明

*清原 愛[1]、狩野 彰宏[2]、加藤 大和[3]、戸丸 仁[4]、白石 史人[1] (1. 広島大学、2. 東京大学、3. 帝京科学大学、4. 千葉大学)

17:15 ~ 17:30

[T7-O-8]

掛川層群から産する魚類耳石化石の炭酸凝集同位体記録を利用した前期更新世古水温復元と古汽水湖の存在の示唆

*加藤 大和[1]、仙田 量子[2]、狩野 彰宏[3] (1. 帝京科学大学教育人間科学部、2. 九州大学比較社会研究院、3. 東京大学大学院理学系研究科)

ハイライト講演

17:30 ~ 17:45

[T7-O-9]

鹿児島県喜界島における上部更新統サンゴ礁複合体堆積物の堆積過程

*松田 博貴[1]、佐々木 圭一[2]、得重 和希[3]、熊谷 優香[4]、林田 将英[4] (1. 深田地質研究所、2. 金沢学院大学基礎教育機構、3. 熊本大学大学院自然科学教育部、4. 熊本大学理学部)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:45 口頭第5会場(E205)

[2oral510-18] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

15:00 ~ 15:15

[T7-O-1] 前弧・背弧・前縁堆積盆の長周期・短周期テクトニックサイクルと堆積システムの変化

*高野 修[1] (1. 石油資源開発技術研究所)

キーワード：前弧堆積盆、背弧堆積盆、前縁堆積盆、堆積システム、テクトニックサイクル

＜はじめに＞　各種タイプ堆積盆の埋積過程および堆積システムはどのような規制要素によってコントロールされているのであろうか。高野（2023;日本地質学会(京都)講演要旨）では，堆積盆埋積履歴には長周期のテクトニックサイクルが存在し，その上に短周期の相対的海水準変動サイクルが累重することを指摘している。本講演では，前弧堆積盆，背弧反転リフト堆積盆，前縁堆積盆について，テクトニックサイクルの長〜短周期複合サイクルを例示し，これによって堆積システムがどのように変化するかを議論する。
＜前弧堆積盆のテクトニックサイクルと堆積システム変化＞前弧堆積盆については，石狩層群，三陸沖堆積盆，常磐沖堆積盆，房総堆積盆，東海沖堆積盆，熊野灘堆積盆(Takano and Waseda, 2003; 高野ほか, 2009, 2010; Takano et al., 2013; Takano, 2017; Takano et al., accepted)を事例として検討を行った。前弧堆積盆では，プレート沈み込みに伴う付加体の形成による外縁隆起帯(trench slope break：以下TSB)の成長(未発達斜面型→リッジ隆起埋積型；Dickinson, 1995)が形状や堆積システムに対する最も重要な規制要素であり，1億年オーダーの長周期のテクトニックサイクルを形成している。これに重なる形で，おもにプレート運動の変化に起因して形成される不整合面を境にした数100万年周期のテクトニックサイクルが形成されている。TSB未発達時には泥質斜面〜スロープエプロン〜海底扇状地システムを主体とし，TSBが発達してリッジを形成すると，閉鎖的内湾〜デルタ〜河川システムが主体となる。中周期の不整合に境されたテクトニックサイクルにおいては，海底扇状地のタイプ変化などが見られる。
＜背弧反転リフト堆積盆のテクトニックサイクルと堆積システム変化＞背弧反転リフト堆積盆については，新潟〜信越堆積盆，秋田堆積盆（Takano, 2002; Moreno et al., 2016）を事例として検討を行った。反転リフト堆積盆では，急速沈降のsyn-rift期→緩慢沈降のポストリフト期→構造反転期の変化をもって，ひとつの長周期テクトニックサイクルを形成している。堆積盆マスバランスにより，syn-rift期には深海システム，ポストリフト期は上方積層海底扇状地〜珪質岩システム，構造反転期には，砕屑物供給の増加と堆積空間減少に伴い，扇状地〜河川〜デルタ〜陸棚〜斜面〜トラフ充填タービダイトシステムがプログラデーションする。堆積盆の堆積空間と砕屑物供給のマスバランスにより，これらの堆積システムが深海傾向になるか非海成傾向になるか変化することになる。
＜前縁堆積盆のテクトニックサイクルと堆積システム変化＞前縁堆積盆については，北海道石狩天塩帯堆積盆群，メキシコチコンテペック堆積盆(山本ほか,2002; Takano et al., 2013; Takano, 2017; 加瀬ほか, 2018)を事例として検討を行った。前縁盆地では，スラストシートの活動が盛んになると，砕屑物供給が増えて海底扇状地システムが粗粒になるが，逆にスラスト帯が隆起してダムの役割を果たして沖合側foredeepへの砕屑物供給が止まる場合もある。
＜文献＞ Dickinson, W.R., 1995, In *Tectonics of Sedimentary Basins*, Blackwell, 221-261; 加

©日本地質学会

瀬善洋ほか, 2018, 地質雑, **124**, 627-642; Moreno et al., 2016, *The Geology of Japan*. Geol. Soc. London; Takano, O., 2002, *Sediment. Geol.*, **152**, 79-97; Takano, O. and Waseda, A., 2003, *Sediment. Geol*., **160**, 131-158; 高野　修ほか, 2009, 地学雑誌, **118**, 776-792; 高野修ほか, 2010, 石技誌, **75**, 30-41; Takano, O. et al., 2013, In *Mechanism of Sedimentary Basin Formation,* InTech, 3-25.; Takano, O., 2017, In *Dynamics of Arc Migration and Amalgamation*, InTech, 1-24; 高野　修, 2023, 日本地質学会学術大会(京都)講演要旨T6-O-23; Takano et al., accepted, *Basin Res*.; 山本浩士ほか, 2002, 石技誌, 67, 529-537.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:45 口頭第5会場(E205)

[2oral510-18] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

15:15 ~ 15:30

[T7-O-2] 諏訪湖の表層コア試料から見た諏訪湖の堆積作用

*公文 富士夫[1]、葉田野 希[2] (1. 高知大学海洋コア国際研究所、2. 新潟大学)

キーワード：諏訪湖、洪水堆積物、堆積速度、マケラス型柱状採泥器

諏訪湖には「御神渡り」と呼ばれる結氷の記録が室町時代から断続的に残されており，それは世界的にもまれな長期間にわたる気候記録の一つとなっている．「御神渡り」に反映した気候変動を堆積物のプロキシーから検証することを目的に，諏訪湖湖心部で表層の柱状試料を採取し，時間分解能の高い，かつ季節性まで踏み込んだ古気候解明を目指す研究を進めている．その基礎資料として2024年10月に採取したコア試料について，洪水堆積物（層）の認定に基づいて，堆積物の年代と堆積速度を検討した結果を報告する．併せて，既存の資料と統合して諏訪湖の堆積作用を論じる．

諏訪湖は岡谷市・下諏訪町・諏訪市にまたがり，湖面面積13.3 km^2，平均水深4.7mの浅い皿のような湖である．流域面積は531.8 km^2で，おもな流入河川は上川，宮川，横河川，砥川などであり，釜口水門を経て流れ出す天竜川が唯一の流出河川である．

2024年10月23日に諏訪湖の湖深部でマケラス型柱状採泥器をつかって292cmの長さのコア試料を採取した．同採泥器では最表層部が乱されるため，押し込み式の採泥器で99cm長の表層コア試料も採取した．これらのコア試料について深度0.5cm毎に分割して，含水率の測定を行った．古気候指標として用いる炭素・窒素量の測定も進めている．

諏訪湖の湖心部では，1974年に採取されたコア試料の含水率の記録がある．筆者は1999年には同じメケレス型採泥器をつかって296cmのコア試料を採取している．また，2003年にはダイバーによる潜水作業によって89cm長のコア試料が採取されている．これらのコア試料は，含水率や見かけ密度の層序的変動を指標として確実な対比ができる．2003年のコア試料については^{137}Csのγ線強度が測定されており，核実験が始まった1954年と放射性降下物のピークに当たる1961年の年代制約を入れることができる．また，2024年コア試料のXCT画像からは，規模の大きな洪水時に形成された堆積層をX線の難透過層として確認できた．これらの堆積物の情報と，諏訪気象台（観測点）の豪雨記録，釜口水門の水位変動記録などの資料を比較して，堆積物中に確認された洪水層と気象記録との対応を検討した．

その結果，2025年のコア試料におけるコアトップからの深度で，深度24cm付近に2006年７月19日の洪水（岡谷災害），深度32cm付近に1997年７月10日の洪水，深度47cm付近に1983年９月28日の洪水，深度68cm付近に1961年６月28日の洪水（三六災害），深度86cm付近に1950年６月11日の洪水に対応する堆積物を確認できた．深度120～130cm付近には複数の洪水層が連続的に重なっており，1900年前後の洪水の多発期に対応するものと推定している．深度150cmまでは洪水堆積物の比率が高い．一方，深度150cm以深の堆積物は密度的にほぼ均質で，明瞭な洪水層を示唆する層準は認められない．明治以降の殖産興業政策による諏訪湖周辺の開発が，洪水の多発をもたらした可能性が高い．

謝辞：本研究の経費には科学研究費補助金（代表者：長谷川直子，課題番号24H00118）を用いた．コア試料の採取に当たっては産総研地質調査総合センター主任研究員納谷友則博士，信州大学諏訪臨湖実験所宮原裕一教授の協力を得た．

©日本地質学会

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:45 口頭第5会場(E205)

[2oral510-18] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

15:30 ~ 15:45

[T7-O-3] 瀬戸内海沿岸域における津波堆積物の探索：香川県東かがわ市引田地区大池の湖底堆積物調査

*寺林 優[1]、卜部 厚志[2]、酒井 英男[3]、金田 義行[4]、松居 俊典[5] (1. 香川大学創造工学部、2. 新潟大学災害・復興科学研究所、3. 富山大学理学部、4. 香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構、5. 香川大学大学院創発科学研究科)

キーワード：津波堆積物、瀬戸内海沿岸域

播磨灘以西の瀬戸内海沿岸域においては，これまで津波堆積物は報告されていない．しかし，1707年宝永地震では，現在の香川県高松市および東かがわ市，愛媛県西条市で，高さ2メートル弱の津波による被害があったという古文書記録がある．また，香川県丸亀市の田潮八幡神社には，南北朝時代（1336〜1392年）に水田一面に潮が満ちたという伝承があり1361年正平地震による津波の可能性がある．30年以内に80%の確率での発生が予測されている南海トラフ巨大地震では，香川県内での最高津波水位は，5メートルに達すると想定されている．これらから，播磨灘以西の瀬戸内海沿岸域は，過去にもこれからも，津波災害の空白地帯であるとは言えない．播磨灘以西の瀬戸内海沿岸域の沿岸湖沼の湖底堆積物および海岸低地の湿原堆積物から津波痕跡を発見し，瀬戸内海沿岸域の津波履歴を明らかにすることを目的に調査研究を進めている．

播磨灘に面する香川県東かがわ市引田地区を調査地域に選定し，沿岸湖沼および海岸低地で調査を行ってきた．沿岸湖沼の大池において，2016年1月にグラビティコアラー（離合社製・湖沼型簡易コアサンプラー）を用いて，水深約3.5mの4地点（OS-3，4，5，6）で湖底堆積物を採取した．採泥管長30cmに対し，採取された底泥コアは長さ9〜25cmであった．層相観察と篩で200メッシュ以上の粗粒分の割合を求めた結果，シルト層中に最大4層の砂混じりシルト層の挟在が認められた．

2022年11月に大池の湖上からボーリングマシンによる打ち込み式コアリングによって，湖底堆積物を掘削した（口径66mm，一部86mm）．最深部の水深約4mのS-1地点，浜堤から陸域に向かう測線で水深約3.7mから3.5mのS-2〜4の3地点，計4地点である．各地点では湖底からの掘削に加え，コアの繋ぎ目を補うため別孔で深度約50cmから掘削し，最長6mのコアを計9本採取した．掘削したコアを半裁して写真撮影し，層相変化，粒度，色調，堆積構造，含有物などに注目した肉眼観察によって柱状図を作成した．さらに，高知大学海洋コア総合研究センターでX線CT画像撮影した．コアからポリカーボネート製キューブに試料を封入し，磁化率計（富山大学，MS2）で帯磁率を測定した．別途各コアから採取した試料に対し，新潟大学災害・復興科学研究所でレーザー回折式粒度分布測定装置（Malvern Panalytical社製・マスターサイザー3000）で粒度分析，新潟大学のイオウ濃度分析装置（堀場製作所製・EMIA-120）でTS分析を進めている．珪藻分析で珪藻の環境指標種群を同定し，湖水環境変化の解明を進めている．

S-1-Aコアのセクション1（深度0〜1m，深度0.65〜1mは欠損）では4層準でイベント堆積物が確認できた．最下位のイベント堆積物4（深度0.46〜0.52m）から採取した有機質泥（深度0.50m）の放射性炭素年代は，494−426 cal BP（西暦1456〜1524年）で，1498年明応地震に対応する．1498年明応地震は，東海・東南海地震とされているが，高知県四万十市の

©日本地質学会

アゾノ遺跡で15世紀末と推定されている噴砂痕が見つかっており，四国の太平洋側でも大きな揺れがあった可能性がある．イベント堆積物3（深度0.33〜0.4m），イベント堆積物2（深度0.14〜0.19m），イベント堆積物1（深度0.01〜0.04m）は，それぞれ1707年宝永地震，1854年安政地震，1946年昭和南海地震による津波堆積物の可能性がある．S-1-Aコアのセクション2（深度1〜2m，深度1.81〜2mは欠損）では，粗粒砂からなるイベント堆積物5（深度1.09〜1.1m），イベント堆積物6（深度1.22〜1.24m）貝殻濃集層からなるイベント堆積物7（深度1.36〜1.4m）が認められた．イベント堆積物5の直上（深度1.09m）から採取した植物片の放射性炭素年代は，1298−1247 cal BP（西暦652〜703年）で，648年天武地震に対応する．イベント堆積物7の直下（深度1.4m）から採取した植物片の放射性炭素年代は，3162−2993 cal BPで，岡村・松岡（2012）の約3000年前の津波に対応する．S-1-Aコアのセクション3（深度2〜3m，深度2.7〜3mは欠損）の深度2.13〜2.66mは年縞，S-1-Aコアのセクション4（深度3〜4m，深度3.79〜4mは欠損）では，イベント堆積物や年縞は認められない．S-1地点の他コア，S-2〜4地点の各コアに対しても分析を進め，イベント堆積物の対比を行っている．

引用文献：岡村 眞・松岡裕美, 津波堆積物からわかる南海地震の繰り返し．科学, Vol.82, No.2, pp.182-191, 2012

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:45 口頭第5会場(E205)

[2oral510-18] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

ハイライト講演

15:45 ~ 16:15

[T7-O-4] ［招待講演］海底のイベント堆積物を用いた地震履歴研究の現状と今後のチャレンジ：日本周辺海域の研究から

*池原 研[1,2,3] (1. 産業技術総合研究所、2. 国立科学博物館、3. 静岡大学)

【ハイライト講演】 海底に堆積するタービダイトは昔から堆積学者の興味を惹きつけてきており，数多くの研究がなされてきた．長年にわたる知見の蓄積や研究者の経験に基づいた深い洞察力に加え，最近の計測・測定機器の進歩が組み合わさることにより，精度の高い地震履歴の解明につながりつつある．タービダイト研究の将来的な展開に注目したい． ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：地震、タービダイト、混濁流、表層堆積物、環境変動

巨大地震時に形成されるイベント堆積物（タービダイトあるいはタービダイト／ホモジェナイトなど）を用いて、過去の巨大地震の発生履歴を知ろうとする研究は、世界各地の活動的縁辺域の海域や湖沼域で行われている。研究の初期は堆積物コア中に挟在するイベント堆積物の年代を推定することで巨大地震の平均的な発生間隔が求められたが、広域でのイベント堆積物の対比やイベント堆積物と歴史地震の対比、最近発生した巨大地震直後の調査結果の蓄積が増えるにしたがい、地震や地震動の規模や堆積プロセスの復元などの議論も可能となってきた。しかし、湖の一部を除いて、堆積物の給源である斜面域からイベント堆積物の堆積域である海盆／湖盆までを連続に検討することが進んでおらず、イベント時の堆積プロセスの理解の妨げとなっている。さらに、詳細な堆積相や生痕相の解析に基づく堆積プロセスや時間間隙の有無の検討も十分とはいえず、堆積学の面での課題も多く残されている。また、長尺のピストンコアや掘削コアを用いた研究も行われつつあるが、まだ研究例は限られており、例えば十分な数の発生間隔データを基にした間隔の周期性の議論や氷期－間氷期スケールでの地震性タービダイトの堆積現象の変化を議論できていない。
このような現状認識だけからは課題ばかりが目立ってしまうが、近年のコア計測／測定／観察技術の進歩は、私たちの理解を間違いなく向上させている。マイクロX線CT画像解析と高分解能蛍光X線化学分析の組み合わせは、イベント堆積物中の生痕の存在やそれを基にした時間間隙の認定、イベント堆積物と半遠洋性堆積物の区別を可能にしつつある（例えば、Hovikoski et al., 2025）。さらに、さまざまな年代測定技術の進歩は、より精度がよく、多数の年代コントロールを堆積物コア中に入れることを可能にした。この両者の結合はより確からしい深度－年代モデルの構築に貢献すると期待できる。これに、より信頼性の高いテフラなどを基準としたコア間対比を加えることで、イベント堆積物の確固たる対比とその特徴の時空間変化が捉えられるようになると期待できる。これに数値計算を取り入れれば、地震の規模や破壊領域などの情報を知ることができるようになるであろう。
一方で、より長期的な地震履歴の理解にはバックグラウンドの環境変動が地震性イベント堆積物の形成に与える影響を考える必要があるであろう。また、日本海溝の海溝充填堆積物には巨大地震が作るイベント堆積物の堆積間隔よりも長い時間間隔で繰り返す変形構造が確認されており、プレート境界浅部すべりの痕跡である可能性が指摘されている（Pizer et al., 2025）。高解像度の反射法地震探査と掘削の組み合わせは、イベント堆積物を使った過去

©日本地質学会

の巨大地震の見方に新たな展開を与える可能性がある。

Hovikoski, J. et al. (2025) Nature Communications, 16, 1401.
Pizer, C. et al. (2025) Geology, 53, 370–374.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:45 口頭第5会場(E205)

[2oral510-18] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

ECS

16:30 ~ 16:45

[T7-O-5] 三浦半島に分布する葉山層群から産出した生痕化石*Tasselia ordamensis*のコンクリーション化過程

*菊川 照英[1,2]、高橋 聡[2]、阿部 理[2]、淺原 良浩[2]、古川 登[3]、吉田 英一[2]、勝田 長貴[4]、相田 吉昭[5]
(1. 千葉県立中央博物館、2. 名古屋大学、3. 千葉大学、4. 岐阜大学、5. 宇都宮大学)

キーワード：炭酸塩コンクリーション、初期続成過程、微化石保存ポテンシャル、珪質微化石、中新世

生痕化石は，底生生物の摂食や排泄，巣穴といった活動の痕跡が堆積物に記録されたもので，顕生代の堆積層中で頻繁に見られる．生痕化石の一部は，その形成過程で化石内部に海底表層堆積物を保存するため，海底面の削剥等で失われる堆積物記録を保持することが知られている．また，一部の生痕化石は炭酸カルシウム（カルサイト）のセメンテーションによりコンクリーション化することが知られている．カルサイトを主成分とするコンクリーション化は，形成が非常に速く砕屑物粒子の間隙がカルサイトで充填されることで内包物を埋没続成作用による破壊・変質から保護することが知られている（吉田，2023）．つまり，コンクリーション化生痕化石は，削剥作用や埋没続成作用で失われる可能性のある初生的な堆積物記録を保持する特性を持つと考えらえる．

こうした特徴に着目し，筆者らは，*Tasselia ordamensis*と呼ばれる多毛類のコンクリーション化生痕化石（以後*Tasselia*コンクリーションと呼称）を対象とし，そのコンクリーション化過程や内部に観察される珪質微化石の保存過程を研究してきた（例えば，Kikukawa et al., 2024）．本研究では，三浦半島の中新統葉山層群から新規採取した*Tasselia*コンクリーションを用いた．この試料の内部には，周辺マトリクス（母岩）からの珪質微化石では確認できない微細構造が良く保持された個体が多数存在する．そこで，本試料のコンクリーション化過程を解明するため，コンクリーションと母岩に関して，薄片観察およびXRDによる鉱物組成分析，走査型X線分析顕微鏡による元素マッピング，ガラスビード法による蛍光X線分析装置による化学組成分析，安定同位体比質量分析計（IRMS）による炭酸塩鉱物の炭素・酸素同位体比（$\delta^{13}C_{carb}$, $\delta^{18}O_{carb}$）分析を行った．

*Tasselia*コンクリーション内部は，石英や斜長石を主体する砕屑物粒子と保存良好な微化石，そしてそれらの間を充填する微細なカルサイト（高Mgカルサイト）で構成される．コンクリーション内部はCaに富み，母岩はSiやAl, Ti, K, Feが分布する．そのCaO含有量は母岩に比べてコンクリーション内部が約20倍，MgO及びMnO量は約2~3倍，P_2O_5量は約4倍濃集する．また，LOIはコンクリーション内部が約4倍高い値を示す．一方，SiO_2やTiO_2, Al_2O_3, Na_2O, K_2Oは，母岩に比べてコンクリーション内部が約半分の含有量であった．コンクリーションの$\delta^{13}C_{carb}$値は–18.9 ‰から–16.8 ‰，$\delta^{18}O_{carb}$値は1.6 ‰から2.5 ‰であった．さらに，IRMS分析時に発生するCO_2ガス量から見積もった炭酸塩含有率はコンクリーション全体の約50%であった．

*Tasselia*コンクリーション$\delta^{13}C_{carb}$値は，堆積当時（中期中新世）の底生有孔虫化石殻の$\delta^{13}C$

©日本地質学会

値（1.0 ‰ ~ 2.0 ‰: Zachos et al., 2001）と比べて顕著に低い一方，$\delta^{18}O_{carb}$値はその$\delta^{18}O$値（1.5 ‰ ~ 2.5 ‰: Zachos et al., 2001）に近い．本試料の$\delta^{13}C_{carb}$値は，コンクリーションを構成する炭酸塩鉱物の起源の大半が生物由来の有機物に起因することを示す（Yoshida et al., 2015, 2018）．さらに，CaO及びMgO含有量とLOI量から算出される炭酸塩含有率は全体の約50%であり，上述した分析時に見積もられた炭酸塩含有率や元素マッピングによるCa分布と整合する．これらの整合性や炭酸塩含有量及び同位体比の均質性は，*Tasselia*コンクリーションが海底面下付近において，埋没後の初期段階に，初生的な孔隙を炭酸塩鉱物が極短期間に充填することで形成されたことを示唆する．したがって，*Tasselia ordamensis*形成者の活動の結果，堆積物中の初生的な孔隙を充填した有機物（おそらく粘液や排泄物）がコンクリーションを形成した炭酸塩鉱物の主要な炭素源であると考えられる．この初期埋没過程におけるコンクリーション化の結果，保存状態良好な微化石殻を含む堆積物が*Tasselia*コンクリーション内にシーリングされ保存されたと考えられる．

【参考文献】

Kikukawa et al., 2024, *Lethaia* **57**, 1-20.
吉田，2023，地質雑 **129**，1-16．
Yoshida et al., 2015, *Sci. Rep.* **5**, 14123.
Yoshida et al., 2018, *Sci. Rep.* **8**, 6308.
Zachos et al., 2001, *Science* **292**, 686-793.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:45 口頭第5会場(E205)

[2oral510-18] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

16:45 ~ 17:00

[T7-O-6] 小笠原沖産シロサンゴおよびモモイロサンゴ骨格の地球化学的解析による成長史の復元

*奥村 知世[1]、平川 史也[1]、ペピノ マリア マリヴィック[1]、松崎 琢也[1]、池原 実[1]、川合 達也[2]、石川 剛志[3,1] (1. 高知大学、2. マリンワークジャパン、3. 海洋研究開発機構)

キーワード：宝石サンゴ、シロサンゴ、モモイロサンゴ、炭素酸素安定同位体比、地球化学分析

生物の炭酸塩骨格には、生息域の環境変化や生理・生態的特性が記録されることが知られている。花虫綱八放サンゴ亜綱サンゴ科に属する日本近海の宝石サンゴは（Tu et al., 2015）、多くが水深70〜80 m以深に分布し（岩崎・鈴木, 2008）、メソフォティックゾーンにおける固着生物の生息場所となり、海洋生態系を支える重要な役割を担っていると考えられている。本研究では、宝石サンゴ骨格の地球化学的分析を通じて、骨格に刻まれた生理・生態および環境変化に関する情報の解読を試みた。対象とした試料は、2018年に小笠原諸島母島沖で採取されたシロサンゴ（*Pleurocorallium konojoi*）およびモモイロサンゴ（*P. elatius*）の各1群体の骨格断片である。これらの試料は、NPO法人宝石珊瑚保護育成協議会の支援のもと、漁業規則に則って漁獲されたものから、漁業者のご厚意により研究用として提供された。各試料はまず薄片化し、骨格に発達する年輪組織を顕微鏡観察およびEPMAによる元素マッピングにより確認した。その後、年輪組織に沿って、高精度マイクロミルシステムGeomill326（Izumo-web）を用いて平均0.55年の分解能で削り出し、Zhang et al.（2020）の過酸化水素水による前処理法を改良した手法で有機物を除去した。炭素・酸素の安定同位体比は、JCp-1を標準試料としてIsoprime PrecisION（Elementar社）により分析した。さらに、切片に対して、NIST612を標準試料とし、レーザーアブレーション質量分析法（LA-ICPMS：iCAP-Q（Thermo Fisher Scientific）、LSX-213 G2+レーザーアブレーションシステム（Teledyne CETAC））を用いた線分析を実施し、年輪組織に応じた元素組成を解析した。年輪組織の観察から、シロサンゴでは21本、モモイロサンゴでは22本の年輪が確認され、2018年以前の21〜22年間の成長記録が骨格に残されていると考えられた。本発表では、化学組成および同位体組成の変化を紹介し、それらから読み取れる生理・生態および生息環境に関する情報の解読の試みについて報告する。

<引用文献>Tu et al. (2015) Molecular Phylogenetics and Evolution 84, 173–184; 岩崎・鈴木(2008)珊瑚の文化誌-宝石サンゴをめぐる科学・文化・歴史, 東海大学出版; Zhang et al. (2020) Chemical Geology, 532(20) ,119352

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:45 口頭第5会場(E205)

[2oral510-18] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

17:00 ~ 17:15

[T7-O-7] 長野県白骨温泉に分布する化石トラバーチンの堆積学的・地球化学的特徴と形成過程の解明

*清原 愛[1]、狩野 彰宏[2]、加藤 大和[3]、戸丸 仁[4]、白石 史人[1] (1. 広島大学、2. 東京大学、3. 帝京科学大学、4. 千葉大学)

【ハイライト講演】 トラバーチンとは，温泉水から形成された炭酸カルシウム沈殿物である．トラバーチンは日本各地に存在するが，白骨温泉には日本最大規模の化石トラバーチンが分布しており，一部は国の特別天然記念物にも指定されている．本研究は白骨温泉において，かつてどのように温泉水が流れ，トラバーチンが形成されていたのか，堆積学と地球化学からその詳細を明らかにしている． ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：石灰華、化石トラバーチン、凝集同位体、安定同位体、微量元素

「化石トラバーチン」は過去の温泉活動によって形成された炭酸カルシウム沈殿物である．長野県白骨温泉には国内最大規模の化石トラバーチンが分布し，国の特別天然記念物に指定されているが，近年まで詳しい調査は行われてこなかった（松本市教育委員会，2020）．そこで本研究では，堆積学的・地球化学的アプローチから，化石トラバーチン形成過程の解明を試みた．

白骨温泉は2本の川が合流する峡谷付近に位置し，化石トラバーチンは北部と南部にそれぞれ分布する．分布面積は北部で10.3 ha，南部で5.3 haに及び，層厚は最大約30 mに達する．現在形成中のトラバーチンは源泉付近に局在する程度で，化石トラバーチンと比べて分布は限られる． 白骨温泉の温泉水は，酸化還元電位と鉄濃度が非常に低く，鉄を含まない白色のトラバーチンを特異的に形成する．温泉水のCa^{2+}と炭酸水素イオンの濃度比はおよそ1:2であり，水素酸素同位体比は天水の領域にプロットされることから，白骨温泉の温泉水は，基盤岩の一部であるペルム系石灰岩が天水に溶解したものと考えられる．

堆積相は，複数の先行研究を参考に，新たな堆積相を定義してCrystalline slope，Reed slope，Terrace，Marsh，Veinの5つに区分した（Guo and Riding, 1998,1999；Shiraishi et al., 2020）．枝や葉を含み低流速環境で堆積するMarshが広く分布し，川に面した峡谷斜面には，高角のReed slopeが分布する．北部には，かつての源泉であるfissure-ridgeという構造が認められ，その下方の峡谷斜面にはトラバーチンの滝地形が形成されていた．北部には，高流速環境を反映するCrystalline slopeがまとまって分布しているが，南部にはほとんど分布しない．

炭素酸素安定同位体比は，正の相関を示し，温泉水の流下に伴う同位体分別の進行を反映している．炭酸凝集同位体温度計から導かれた過去の泉温は，北部の3箇所で36.2～22.2℃，南部の3箇所で32.5～18.0℃であり，いずれも約±4℃の誤差で制約された．北部で得られた過去の最高泉温36.2℃は，現在形成中のトラバーチンから得られた炭酸凝集同位体温度36.2℃と一致する（実際の泉温は38.8℃）．トラバーチンの微量元素は，温泉水の元素組成を特徴的に反映している．ただし，温泉水にほとんど含まれないマンガンは続成による付加とみられる．これらのデータを地図にプロットすると，標高の高い地点から標高の低い

©日本地質学会

峡谷斜面に向かって，系統的な変化が見られた．化石トラバーチンの炭素・酸素安定同位体比は共に上昇し，炭酸凝集同位体温度 (泉温) と微量元素のマグネシウム濃度は低下した．このような傾向は，かつて温泉水が峡谷斜面を広範に流下していたことを示している．

以上のデータを統合して，白骨温泉における化石トラバーチンの堆積環境を考察した．北部ではfissure-ridgeを源泉として，温泉水が峡谷斜面へ流下する環境でトラバーチンが堆積していたと解釈される．化石トラバーチン形成当時は，滝地形の発達に十分な量の温泉水が流れていた．南部では最大標高地点付近に低湧出量の源泉があり，温泉水は峡谷斜面へ向けて緩やかに流下していたと考えられる．トラバーチンの堆積場は葉や枝が供給され，場所によって貝形虫や藻類が生息する環境にあった． 本研究で確立した堆積相の認定基準や同位体・微量元素に関する知見は，白骨温泉のみならず，他地域のトラバーチンなど，炭酸塩岩の堆積環境復元に広く有用であると期待される．

Guo, L., Riding, R. (1998) *Sedimentology* **45**(1), 163–180.
Guo, L., Riding, R. (1999) *Sedimentology* **46**(6), 1145–1158.
松本市教育委員会 (2020) 特別天然記念物白骨温泉の噴湯丘と球状石灰石保存活用計画. 133 p.
Shiraishi，F.，Morikawa，A.，Kuroshima，K.，Amekawa，S.，Yu，T. L.，Shen，C. C.，Kakizaki，Y.，Kano，A.，Asada，J.，Bahniuk，A. M. (2020) *Sedimentary Geology* **405**, 105706.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:45 口頭第5会場(E205)

[2oral510-18] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

17:15 ~ 17:30

[T7-O-8] 掛川層群から産する魚類耳石化石の炭酸凝集同位体記録を利用した前期更新世古水温復元と古汽水湖の存在の示唆

*加藤 大和[1]、仙田 量子[2]、狩野 彰宏[3] (1. 帝京科学大学教育人間科学部、2. 九州大学比較社会研究院、3. 東京大学大学院理学系研究科)

キーワード：魚類耳石、化石、炭酸凝集同位体、古温度、汽水湖

脊椎動物の三半規管内には，炭酸カルシウムを主成分とした鉱物質の組織が発達する。この組織は耳石と呼ばれ，平衡感覚に関与している。特に硬骨魚類では，他の動物群には見られないほど大きな耳石が発達する。魚類耳石は魚体の成長に伴って成長線を刻みながら付加成長を続ける。

発表者らは，静岡県南西部に分布する下部更新統掛川層群大日砂層から産出する魚類耳石化石と，それらに比較しうる現生魚類の耳石に，“凝集同位体温度計”の原理を適用し，古海洋沿岸部の温度復元を試みた。“凝集同位体温度計”は，重い同位体同士が結合して１つの分子内に存在しやすく，その凝集の強さが温度と逆相関するという原理（Urey, 1947）を用いた温度復元法である。耳石のような炭酸塩試料を対象とする場合には，試料からリン酸解離で生じた二酸化炭素の中での$^{47}CO_2$の存在度異常（Δ_{47}値）を測定し，その値から形成時の温度を求める。この手法の特色は，復元される温度が，炭酸塩鉱物を晶出させる水の同位体組成に依存しない点であり，酸素同位体組成が明らかでない海洋や，魚類体液中から析出した炭酸塩試料にも応用が可能である。しかし，魚類耳石の炭酸凝集同位体に関する研究例は乏しい。Ghosh et al. (2007) によれば，魚類耳石は人工カルサイト試料に比べてやや低いΔ_{47}値（高い沈殿温度を示す）を持つと言われているが，これはΔ_{47}データ補正の差異や，魚の生育温度の見積もりのずれが影響している可能性も指摘されている（Eiler, 2011）。

掛川層群大日砂層からは，多様な魚類耳石化石が産出する。その多くが，キス類やニベ類のような浅海に生息する種や，表層を回遊する種である。また，ハマギギやゴマニベと言った暖かい海域に生息する魚種も含まれるほか，ハダカイワシ類のような深海種も含まれることが知られる（大江，1977）。魚類耳石は，主にアラゴナイトからなる緻密な構造を持っているため，化石となっても初生的な成分や結晶構造を長期的に保存していることが期待される。また，炭酸カルシウムの骨格を持つ微化石試料に比べてサイズが大きく，１つの耳石化石から数ミリグラム以上の分析試料が得られることも利用のメリットである。

大日砂層から産出した耳石化石のΔ_{47}値を温度換算式（Kato et al., 2019）に当てはめると，ニベ属の2個体が14～15 ºC程度，キス属の３個体が13～17 ºC，ナンヨウマトイシモチ属の１個体が12 ºC程度と，現在の本州周辺の海洋温度と同じかやや低い温度を示した。さらに，環境水−魚類耳石の酸素同位体比の温度依存分別の式（Geffin, 2012)を用いて，耳石化石の酸素同位体比から古環境水の酸素同位体組成を求めると，いずれの魚種でも−1.0‰vsmow前後の値が復元された。これは現在の海洋や，日本近海で漁獲された現生キス類耳石から同様の方法で求められる環境水の酸素同位体より有意に低い値である。更新世から現在までの海水酸素同位体組成の変位を勘案しても，化石耳石から復元される古環境水の酸素同位体比には，陸水の影響が強く現れていると思われる。

©日本地質学会

そこで，汽水湖である現在の静岡県浜名湖から釣り上げたシロギスの耳石を用いて，同様に環境水の酸素同位体組成を求めると，大日砂層産耳石から推定される古環境水の酸素同位体組成と近しい値が得られた。このことから，大日砂層堆積時には，多様な魚種が生息する汽水湖の存在したことが示唆される。

引用文献

Urey (1947). The Thermodynamic properties of isotopic substances. J. Chem. Soc., 562–581.
Ghosh et al. (2007). Calibration of the carbonate ‘clumped isotope’ paleothermometer for otoliths. GCA 71, 2736–2744.
Eiler (2011). Paleoclimate reconstruction using carbonate clumped isotope thermometry. QSR 30, 3575–3588.
大江文雄 (1977). 鮮新統掛川層群大日砂層からの魚類耳石について（Ⅰ）. 化石の友, 16, 13–19.
Kato et al. (2019). Seasonal temperature changes obtained from carbonate clumped isotopes of annually laminated tufas from Japan: Discrepancy between natural and synthetic calcites. GCA 244, 548–564.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:45 口頭第5会場(E205)

[2oral510-18] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

ハイライト講演

17:30 ~ 17:45

[T7-O-9] 鹿児島県喜界島における上部更新統サンゴ礁複合体堆積物の堆積過程

*松田 博貴[1]、佐々木 圭一[2]、得重 和希[3]、熊谷 優香[4]、林田 将英[4] (1. 深田地質研究所、2. 金沢学院大学基礎教育機構、3. 熊本大学大学院自然科学教育部、4. 熊本大学理学部)

【ハイライト講演】 琉球列島には，約160万年前以降にサンゴ礁などによって形成された琉球層群が広く分布する．本研究は，喜界島に見られる琉球層群の垂直的・水平的な変化を詳細に調査することで，徐々に浅海化が起きたことや，同じ時代でも地形や海流の影響で異なる堆積物が形成されたことなどを明らかにしている． ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：喜界島、琉球層群、サンゴ礁複合体堆積物、堆積シーケンス、海水準変動

鹿児島県喜界島は，鮮新統～下部更新統島尻層群早町層を基盤として，下部更新統知念層，中・上部更新統琉球層群，上部更新統～完新統石灰質砂層，完新統隆起サンゴ礁（中川，1969；松田ほか，2023）からなる．本島は隆起速度が大きいため，他の島々と比較し，後期更新世のサンゴ礁性堆積物が広く分布する（大村ほか，2000）．そこで筆者らは，この上部更新統サンゴ礁複合体堆積物（琉球層群湾層）について，その分布，構成生物粒子，岩相，堆積構造に基づき堆積環境を推定（辻ほか，1993；Nakamori et al., 1995）し，各堆積相の鉛直・側方変化，ならびに年代値が既知の造礁サンゴ化石の分布（大村ほか，2000など）との対比により，最終間氷期（約125ka；MIS 5e）以降の汎世界的海水準変化と隆起運動による相対的海水準変動に伴って形成されたサンゴ礁複合体の発達過程を検討した．その結果，以下のことが明らかになった．

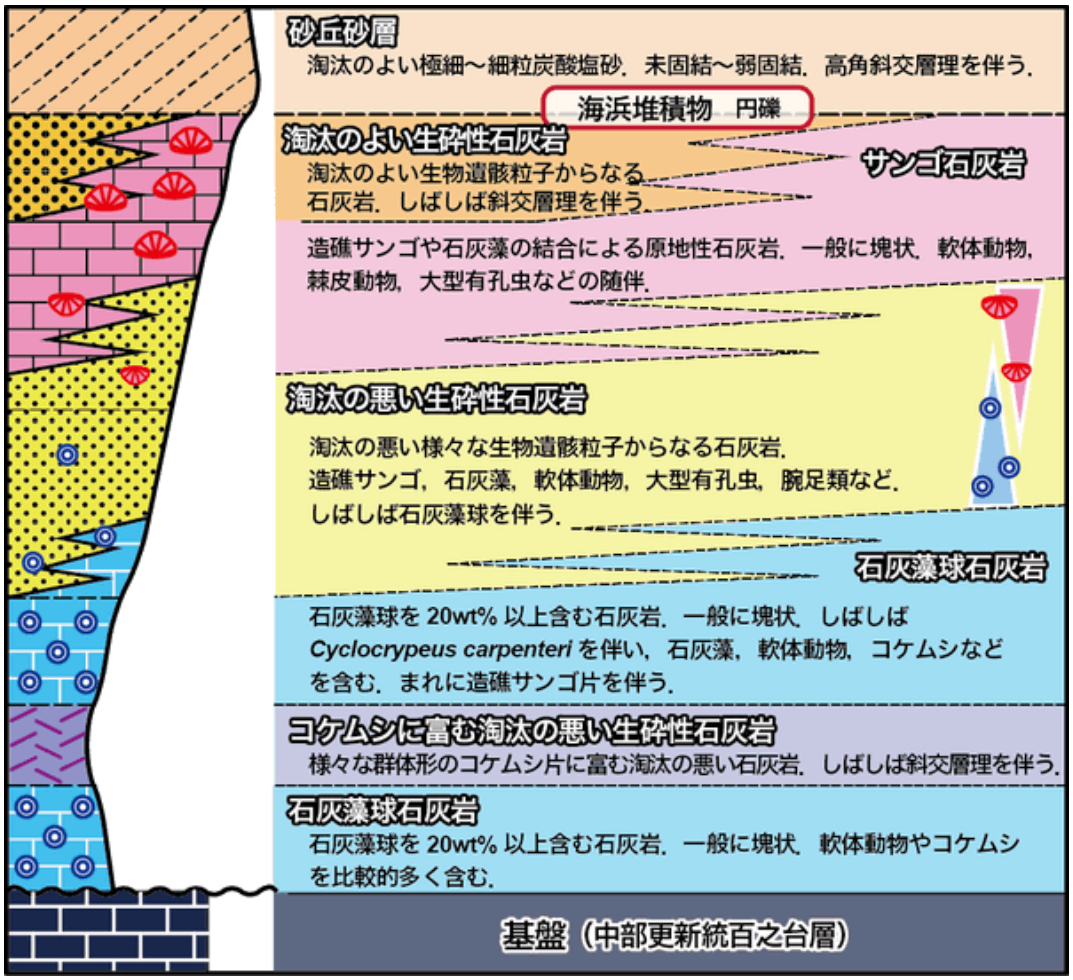
模式的な堆積シーケンス（図）は，①石灰藻球石灰岩（島棚域；水深50～150m）に始まり，②コケムシ質石灰岩（島棚外側～斜面上部；水深130～170m）→③石灰藻球石灰岩（島棚域；水深50～150m）→④石灰藻球を伴う淘汰の悪い生砕性石灰岩→⑤サンゴ礫を含む淘汰の悪い生砕性石灰岩→⑥サンゴ石灰岩（礁斜面～礁域；水深50m以浅）→⑦淘汰の良い生砕性石灰岩（浅礁湖；水深5m以浅），そして最上部は陸化し，⑧淘汰の良い細粒石灰砂層（風成砂丘；陸域）からなり，最終間氷期から最終氷期までの相対的海水準低下に伴う浅海化の過程で形成されたと推定される．また同時間面で見ると，上部更新統の基盤である中部更新統百之台層上面の地形と標高に応じて，岩相は側方に変化する．約80ka（MIS 5a）に注目すると，高位の中西台（現在の標高160m）には浅海域で堆積したサンゴ石灰岩と淘汰のよい生砕性石灰岩が，上嘉鉄北方（標高60～70m）には島棚域の石灰藻球を伴う淘汰の悪い生砕性石灰岩が，そして島西部や中部北西岸周辺（現在の標高10～35m）には，島棚上部～斜面上部域で堆積したコケムシ質石灰岩が分布している．さらにその後の相対的海面低下に伴って，サンゴ石灰岩の分布域は，次第に標高の低い地域へと前進し，約50～40kaには現在の標高20m前後の地域へとオフラッピングしている．

また同時期の同一水深であっても，基盤地形の形態（百之台層上面の形態）により堆積相は異なる．島南西部の比較的島棚が広い地域では石灰藻球石灰岩の発達がよいのに対し，島棚の広がりが乏しく，急な島棚からなる中部北西岸や北東岸では石灰藻球に乏しい．島棚斜面上部相であるコケムシ質石灰岩でも，北西岸や北東岸では斜交層理が顕著に発達するのに

©日本地質学会

対し，南西部ではこのような堆積構造は認められず塊状の見かけを呈する．このような堆積相の違いはおそらく島の伸長方向に流れる潮汐流の影響によるものと考えられる．

松田ほか，2023，地質学雑誌，129，153-164．
中川，1969，東北大学地質学古生物学教室研究邦文報告，no.68，1-17．
Nakamori et al., 1995, *Sediment. Geol*, **99**, 215-231.
大村ほか，2000，第四紀研究，39，55-68.
辻ほか，1993，石油公団石油開発センター研究報告，**24**，55-77．



©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月15日(月) 9:15 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[2oral601-10] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

9:15 ~ 9:30

[T2-O-9]

ジルコンとメルト包有物を用いた花崗岩質マグマのメルト含水量・温度圧力条件・酸化還元状態見積もり

*齊藤 哲[1]、居平 千穂[1]、川島 泰地[1]、谷脇 由華[1]、福山 繭子[2] (1. 愛媛大学、2. 秋田大学)

9:30 ~ 9:45

[T2-O-10]

西南日本中新世花崗岩中のジルコンのLu-Hf isotope data：マグマ起源とテクトニクスの手がかりを探る

*礼満 ハフィーズ[1]、中林 真梨萌[1,3]、山下 大輔[2]、CHUNG Sun-Lin[4]、LEE Hao-Yang[4]、山本 啓司[1] (1. 鹿児島大学、2. 薩摩川内市甑ミュージアム、3. 三菱重工、4. Academia Sinica, Taiwan)

9:45 ~ 10:00

[T2-O-11]

近畿地方，後期白亜紀有馬層群のジルコンU–Pb年代

*佐藤 大介[1] (1. 産総研地質調査総合センター)

10:00 ~ 10:15

[T2-O-12]

北上山地，遠野複合深成岩体に産出するジルコンの結晶化条件から推定されるマグマ溜りプロセス

*小北 康弘[1,2]、坂田 周平[3]、大野 剛[4]、横山 立憲[1]、湯口 貴史[5] (1. 原子力機構、2. 山形大学、3. 東京大学 地震研究所、4. 学習院大学、5. 熊本大学)

10:15 ~ 10:30

[2oral601-10-5add]

休憩

学生優秀発表賞エントリー

10:30 ~ 10:45

[T2-O-13]

両白山地，白山火山の角閃石から推定するマグマプロセス

*山内 大樹[1]、田村 明弘[1]、森下 知晃[1] (1. 金沢大学)

10:45 ~ 11:00

[T2-O-14]

嶺岡帯の高Mg安山岩

*市山 祐司[1]、加藤 紬[1] (1. 千葉大学)

11:00 ~ 11:15

[T2-O-15]

©日本地質学会

熊本県天草上島老嶽プルトン周辺の高Mg安山岩岩床：瀬戸内火山岩類の西方延長の可能性

*新正 裕尚[1]、牛丸 健太郎[2]、岩野 英樹[3]、平田 岳史[3]、折橋 裕二[4]、佐々木 実[4] (1. 東京経済大学、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター 、3. 東京大学附属地殻化学研究施設、4. 弘前大学大学院理工学研究科)

11:15 ~ 11:30

[T2-O-16]

非平衡溶融を被った花崗岩に見られる黒雲母の脱水・溶解反応

*川畑 博[1]、山下 茂[2] (1. 高知大学、2. 岡山大学)

11:30 ~ 11:45

[T2-O-17]

山口県東部岩国－柳井地域に産する深成岩類の岩相変化

*大和田 正明[1]、宮下 由香里[2]、亀井 淳志[3]、小山内 康人[4]、北野 一平[5] (1. 山口大学大学院創成科学研究科、2. 産総研地質調査総合センター、3. 島根大学、4. 九州大学、5. 北海道大学)

11:45 ~ 12:00

[T2-O-18]

白亜紀西南日本フレアアップの素過程解析：領家帯と山陽帯の花崗岩類

*中島 隆[1] (1. 神奈川県立生命の星・地球博物館)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月15日(月) 9:15 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[2oral601-10] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

9:15 ~ 9:30

[T2-O-9] ジルコンとメルト包有物を用いた花崗岩質マグマのメルト含水量・温度圧力条件・酸化還元状態見積もり

*齊藤 哲[1]、居平 千穂[1]、川島 泰地[1]、谷脇 由華[1]、福山 繭子[2] (1. 愛媛大学、2. 秋田大学)
キーワード：花崗岩類、ジルコン、メルト包有物、メルト含水量、温度圧力条件、酸化還元状態

Granites (*sensu lato*) represent unerupted products of felsic magmas in the crust. Melt water contents, pressure-temperature conditions, and redox state collectively control the fundamental properties of the magma by influencing the stability and crystallization of mineral phases as well as the viscosity and density of melts, all of which affect magma rheology. The processes that occur during the segregation of felsic melts in the deep crust and transport of granitic magma with dissolved volatiles from the source to the emplacement level are strongly dependent on the rheological properties of the melt and of the magma, leading to mass transfer and ultimately contributing to chemical differentiation of the continental crust. Therefore, estimating melt water contents, pressure-temperature conditions, and redox state of felsic melts can help to unravel the evolution of granitic magmas and the tectonic history of orogens. In this study, we estimate these conditions of granitic magma using zircon and melt inclusions, a ubiquitous accessory mineral in granites.

Homogenization experiments of polymineralic inclusions hosted in zircon have been conducted for granitoid samples from magnetite-bearing Neogene Kaikomagatake pluton, magnetite-free Neogene Miuchi pluton, magnetite-bearing Paleogene Daito pluton, and the magnetite-free late Cretaceous Gamano granodiorite. SEM–EDS analysis has revealed that the homogenized melt inclusions have high SiO_2 contents (76–79 wt% anhydrous basis) implying that they represent fractionated interstitial melts trapped in growing zircon crystals. A recently proposed machine learning-based melt–phase assemblage geothermobarometer (Weber and Blundy, 2024) yields 303–185 MPa and 731–702 °C from the Kaikomagatake pluton (Taniwaki et al., 2025), 235–92 MPa and 785–733 °C from the Miuchi pluton (Taniwaki et al., 2025), 265–161 MPa and 763–705 °C from the Daito pluton (this study), and 563–266 MPa and 708–731 °C from the Gamano granodirite (Kawashima et al., 2024; Taniwaki et al., 2025), interpreted as zircon crystallization pressure-temperature conditions. We also estimated water contents of melt inclusions from SEM-EDS analysis following the method described in Geshi et al. (2017) which resulted in 4.8–9.0 wt% and 2.4–6.0 wt% for the Kaikomagatake and Miuchi plutons, respectively (Taniwaki et al., 2025), 4.1–8.1 wt% for the Daito pluton (this study), and 6.4–11.3 wt% for the Gamano granodiorite (Kawashima et al.., 2024). The estimated pressures

©日本地質学会

and water contents are plotted along the H_2O solubility curve in the pressure–H_2O diagram, suggesting the high water activity of the fractionated interstitial melts within the magmas during zircon crystallization.

U-Pb zircon dating using LA-ICP-MS yields 12.67 ± 0.07 Ma and 14.47 ± 0.12 Ma for the Kaikomagatake and Miuchi plutons respectively (Taniwaki et al., 2025), 55.50 ± 0.32 Ma for the Daito pluton, and 92.41 ± 0.37 Ma for the Gamano granodiorite (this study). The absence of older inherited U-Pb ages in each sample precludes the possibility that the zircons were derived from the surrounding metasedimentary rocks. The zircon oxybarometer (Loucks et al., 2020) using LA-ICP-MS analyzed trace element compositions together with the U-Pb age yields ΔFMQ values of–2.8 — –0.3 for the Miuchi plutons, +0.1 — +1.7 for the Daito granodiorite, and –2.2 — –0.2 for the Gamano granodirite. The ΔFMQ values of the Daito plutons are comparable to the magnetite-series granitoid, whereas those of the Miuchi pluton and the Gamano diorite are comparable to the ilmenite-series granitoid (Wones, 1981), consistent with the presence or absence of the magnetite in the studied samples (Ishihara, 1977). The hygrothermobarometric and oxybarometric approach using zircons and melt inclusions presented here would be applicable to most granitoids, which could provide fundamental data to better understand granite petrogenesis and the tectonic evolution of orogenic belts.

REFERENCES

Geshi et al., 2017. Bulletin of the Volcanological Society of Japan 62, 13–22; Ishihara, S., 1977. Mining Geology 27, 293-305; Kawashima et al., 2024, Journal of Mineralogical and Petrological Sciences 119, 018; Loucks et al., 2020. Journal of Petrology 61, egaa034; Taniwaki et al., 2025. Lithos 504-505, 108029; Weber and Blundy, 2024. Journal of Petrology 65, egae020; Wones, 1981. Mining Geology 31, 191-212.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月15日(月) 9:15 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[2oral601-10] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

9:30 ~ 9:45

[T2-O-10] 西南日本中新世花崗岩中のジルコンのLu-Hf isotope data：マグマ起源とテクトニクスの手がかりを探る

*礼満 ハフィーズ[1]、中林 真梨萌[1,3]、山下 大輔[2]、CHUNG Sun-Lin[4]、LEE Hao-Yang[4]、山本 啓司[1]
(1. 鹿児島大学、2. 薩摩川内市甑ミュージアム、3. 三菱重工、4. Academia Sinica, Taiwan)

キーワード：花崗岩、ジルコン、Lu-Hf 同位体、マグマ起源

西南日本では、琉球海溝から南海トラフへ連なる北東–南西方向の地質構造に沿って、フィリピン海プレート（PSP）がユーラシアプレートの下に年間4〜5 cmの速度で沈み込んでいる（Zhao et al., 2021, Tectonophysics v. 802）。また、九州北部の別府–島原地溝帯および南部の鹿児島地溝帯に活発な地溝帯が存在し、この地域では沈み込みに伴うマグマ活動や地殻成長が顕著に観察できるため地質学的に重要な地質体である。さらに、九州東部の南海トラフ下に沈み込む北西–南東方向に斜交するKyushu-Palau Ridge (KPR)の存在は、九州が西南日本弧のテクトニクス、沈み込みダイナミクス、および地殻成長を理解する上で極めて重要な地域である。それらの一部を理解するため、南海トラフ沿いや西南日本での活発なテクトニクスおよびそれに伴う火山・地震活動に関する数多くの研究が行われてきた。特に鹿児島県に広く分布する第３期中新世代の花崗岩類（大隅花崗岩、高隈山岩、紫尾山花崗岩、金峰山花崗岩、甑島列島花崗岩、及び屋久島花崗岩など）は、中新世に活動した地殻内部分溶融による花崗岩生成過程と、それを引き起こした当時のテクトニクスを理解するうえで有用な情報を提供する。先行研究（Shinjoe et al. 2021, Island Arc 2021, 30e12383 とそれに引用される文献など）の解釈では甑島の花崗岩類は約10 Maの沖縄トラフ拡張に関連するマグマ活動から形成されたと述べている。一方で、大隅・高隈・紫尾山及び屋久島の花崗岩類については、約13〜15 Maのトラフ近傍マグマ活動に起因するとしている。後者の解釈は比較的妥当とされているが、前者については、沖縄トラフのリフティングがより若い時期に始まったことを踏まえると、未だ議論の余地が残っている。これらの解釈は相関的であり、間接的証拠は今まで報告されていない。本研究では、鹿児島県に産する花崗岩類の起源マグマやその発生時期、沈み込んだ物質の影響をより明確に把握するため、複数の花崗岩から採取した岩石試料から産出したジルコンのU-Pb年代測定および微量元素分析を実施した。さらに、科学的根拠を強化するため、U-Pb年代測定済みのジルコン粒上Lu-Hf同位体分析も実施した。その結果、大隅花崗岩（13〜18 Ma、平均15.16 Ma）、高隈山花崗岩（12〜19 Ma、平均15.06 Ma）、紫尾山花崗岩（11〜19 Ma、平均14.59 Ma）の年代値を示しており、いずれも外帯に位置し、堆積岩起源や砕屑性コアを持つジルコン（古い年代）を含む比較的felsic質な地殻物質から形成されたマグマに由来することが明らかとなった。これらのマグマ活動は、沈み込むPSPの上盤側で発生したトラフ近傍マグマ活動と関連すると考えられる。また、分析したzircon粒から得られたHf同位体比（εHf(t)）は、大隅花崗岩で-5.69〜+2.41、高隈山花崗岩で-4.53〜+0.63、紫尾山花崗岩で-1.99〜+0.92といずれも比較的ゼロの値に近い値を記録しており、マントル起源物質と大陸地殻物質の混合によるマグマ生成が示唆される。一方、やや若い（約10.82 Ma）、内帯に位置する甑島花崗岩類は、より苦鉄質

©日本地質学会

（マフィック）成分に富むマグマに由来し、εHf(t)値はやや高い値（+6.18〜+12.26）を示し、主に枯渇マントルに由来するjuvenile crust起源であることが強く示唆される。すなわち、甑島花崗岩類の起源はKPRやその上に存在していた（？）マフィック性質の海山の沈み込みによって引き起こされた部分溶融により生成されたマグマである可能性が高い。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月15日(月) 9:15 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[2oral601-10] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

9:45 ~ 10:00

[T2-O-11] 近畿地方，後期白亜紀有馬層群のジルコンU–Pb年代

*佐藤 大介[1] (1. 産総研地質調査総合センター)

キーワード：有馬、U–Pb年代、白亜紀、西南日本

日本を含む東アジア大陸縁辺部は，large silicic volcanic field（LSVF）の一例である．地殻内部では大量の花崗岩が形成され，地表ではカルデラ形成を伴うイグニンブライトの噴火が認められる（de Silva, 1989）．LSVFにおける火成活動係を検討する上で，火山活動と深成活動の両者の理解が重要である．西南日本内帯は，白亜紀後期から古第三紀にかけて活発な火成活動が行われた地域である．近年，花崗岩についてはU–Pb年代が多く報告されているが火山岩については限定的である．そこで，本発表では近畿地方有馬地域の白亜紀火山岩を対象にジルコンU–Pb年代測定を行い，有馬地域における火成岩の特徴を明らかにする．

有馬地域の上部白亜系地質概要　有馬地域には北西部から南東部に向かって，篠ヶ峰層・鴨川層・平木溶結凝灰岩及び佐曽利カルデラが分布する．これらは溶結した流紋岩火砕岩を主体とし，流紋岩溶岩・岩脈及び砕屑岩を伴う．佐曽利カルデラを構成する地層は下位より武田尾層・玉瀬層・境野層・佐曽利凝灰角礫岩に区分される（松浦ほか，1995）．武田尾層～境野層火砕岩のU–Pb年代は82～81 Maである（Sato et al., 2016）．鴨川層は篠ヶ峰層と平木溶結凝灰岩に不整合に覆われ，平木溶結凝灰岩と佐曽利カルデラ関連岩は断層で隔てられる．岩相の類似性から鴨川層は玉瀬層に，平木溶結凝灰岩に境野層に対比される（松浦ほか，1995）．

U–Pb年代　篠ヶ峰層・鴨川層・平木溶結凝灰岩の火砕岩を対象に，ジルコンU–Pb年代を依頼測定した．その結果，各最若年粒子集団から以下の層序関係と矛盾しない$^{206}Pb/^{238}U$年代の加重平均値（誤差2σ）が得られた．
鴨川層（流紋岩溶結火山礫凝灰岩）：76.4 ± 0.4 Ma
篠ヶ峰層（流紋岩溶結火山礫凝灰岩）：75.7 ± 0.3 Ma
平木溶結凝灰岩（流紋岩溶結凝灰岩）：74.1 ± 0.4 Ma
鴨川層・平木溶結凝灰岩は岩相の類似性からに佐曽利カルデラに関連する各層（82～81 Ma）に対比されていたが，明らかに若い年代が得られ，異なる火成イベントで形成されたことが明らかとなった．佐曽利カルデラに関連する地層（Sato et al. 2016）と合わせてジルコンU–Pb年代（約82～74 Ma）に基づくと，有馬地域の噴出・堆積時期はカンパニアン期に相当するが，およそ80 Maを境に大きく二分される．分布域は，80 Maより古い有馬層群が有馬地域東部に露出するのに対し，80 Ma以降ではより北西側（有馬地域西部）に分布する．本発表では有馬地域南部の六甲地域及び西南日本の火成活動についても合わせて検討・報告する予定である．

引用文献

©日本地質学会

De Silva (1989) Geology, 17, 1102–1106.
松浦ほか（1995）5万分の1地質図幅「広根」.
Sato et al. (2016) J. Volcanol. Geotherm. Res., 310, 89–97.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月15日(月) 9:15 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[2oral601-10] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

10:00 ~ 10:15

[T2-O-12] 北上山地，遠野複合深成岩体に産出するジルコンの結晶化条件から推定されるマグマ溜りプロセス

*小北 康弘[1,2]、坂田 周平[3]、大野 剛[4]、横山 立憲[1]、湯口 貴史[5] (1. 原子力機構、2. 山形大学、3. 東京大学 地震研究所、4. 学習院大学、5. 熊本大学)

キーワード：ジルコン、U-Pb年代、Ti濃度、Th/U、遠野複合深成岩体、マグマ溜りプロセス

沈み込み帯での火成活動において，地史の中で比較的大規模であった時期“フレアアップ”が存在する（Paterson and Ducea, 2015, Elements）．フレアアップで生じたマグマ溜りプロセスは，大陸地殻の成長に資する物質の活発な供給をもたらすため，大陸地殻の発達・進化を議論するうえで重要な知見となる．白亜紀のフレアアップを示す深成岩体のうち，東北日本の北上山地に分布する遠野複合深成岩体（遠野岩体）は，中心部にアダカイト質岩（中心相）を，その周縁に非アダカイト質岩（主岩相）を有する累帯深成岩体である．このような累帯構造は，別起源のマグマが立て続けに地殻へ貫入して形成されたと考えられているが（土谷ほか, 2015, 岩石鉱物科学），それぞれのマグマの貫入・定置や固化に至るプロセスの相違は明らかにされていない．そこで本研究では，遠野岩体のアダカイト質マグマと非アダカイト質マグマそれぞれの貫入・定置年代とその時の温度条件を明らかにし，岩相ごとの温度・時間履歴に制約を与えることを目的として，それぞれの岩相に含まれるジルコンの結晶化年代，結晶化温度の推定を行った．遠野岩体の空間的，時間的な変遷を追うために，中心相，主岩相からそれぞれ6地点のサンプルのジルコンを用いた．ジルコンのU-Pb同位体分析及びTi濃度分析には，ジルコンの結晶化開始時点の情報を得るために分離ジルコンを，ジルコンと周辺鉱物との晶出順序の情報を得るために薄片中のジルコンを用いた．分離ジルコン及び薄片中のジルコンに対して，カソードルミネッセンス（CL）像観察に基づく内部構造の把握を行い，レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析法によるU-Pb年代，Ti濃度の同時取得を実施した．遠野岩体の各岩相のジルコンに共通のCLパターンとして，高輝度と低輝度の領域を繰り返すオシラトリーゾーニング（OZ）と輝度が均質な領域（HR）の2パターンが主に認められた．また，1粒子の中に低輝度なコア（LLC）とそれを取り囲むOZを有する複合パターンの粒子も認められた．これらのCLパターンに関して，岩相ごとの産出頻度に明瞭な相違は無い．U-Pb年代は，粒子内での位置（コア/リム）やCLパターンに関わらず分布範囲が重なる（中心相：138.2±2.1 Ma-95.3±5.2 Ma，主岩相：138.7±5.0 Ma-96.1±4.5 Ma）．Ti濃度は，LLC領域において他のCLパターンの領域に比べて高い傾向が認められた．この傾向は，ジルコンのLLC領域が比較的高温で，つまり岩体形成の早期で形成されたことを示す．薄片中のジルコンでは，ジルコンを包有する鉱物種の違いによるU-Pb年代の明瞭な相違は認められなかった．マグマの分別結晶の指標となるジルコンのTh/U（Kirkland et al., 2015, LITHOS）は，一部のサンプルでTi濃度（∝結晶化温度）の低下にしたがって低下する傾向が認められた．また，中心相の一部のサンプルでは，ジルコンを包有する鉱物種毎にTi濃度やTh/Uが異なる．これは，分別結晶の複数のステージでジルコンが晶出したことを反映していると考えられる．このようなジルコンを包有する鉱物種の相

©日本地質学会

違に関連したTi濃度，Th/Uの傾向に基づき，遠野複合深成岩体を形成した各岩相の温度・時間履歴を議論する．本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「令和6年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（JPJ007597）（地質環境長期安定性総合評価技術開発）」の成果の一部を使用している．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月15日(月) 9:15 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[2oral601-10] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

学生優秀発表賞エントリー

10:30 ~ 10:45

[T2-O-13] 両白山地，白山火山の角閃石から推定するマグマプロセス

*山内 大樹[1]、田村 明弘[1]、森下 知晃[1] (1. 金沢大学)

キーワード：角閃石、マグマ混合、アダカイト、白山火山、微量元素

はじめに

中部日本の両白山地に属する白山火山は，東北日本の火山フロントから離れた場所に位置する．白山火山下には太平洋プレートの沈み込みに加えて，フィリピン海プレートの沈み込みが影響している可能性が考えられる（Nakamura et al., 2008 *Nature Geosci*）．白山火山は，安山岩質からデイサイト質であり，複数のマグマ混合を記録している（茨木，2018 *金沢大学修士論文*）．混合前のマグマの組成や形成条件を解明することは，白山火山が噴火に至るマグマプロセスの理解に必要である．本研究では白山火山に普遍的に産する角閃石に着目し，角閃石を結晶化したメルトの化学的特徴，形成時の温度圧力条件の推定から白山火山におけるマグマプロセスを検討する．

地質概説と研究試料

白山火山における噴火期は，加賀室火山（40〜30万年前），古白山火山（14〜10万年前），新白山火山I（4〜3万年前），うぐいす平火山（2〜1万年前），新白山火山II（1.1万年前以降）に分けられる（山崎ほか, 1968 *火山*；東野ほか, 1984 *石川県白山自然保護センター研究報告書*; 長岡ほか, 1985 *石川県白山自然保護センター研究報告書*; 酒寄ほか, 1999 *石川県白山自然保護センター研究報告書*; Hasebe et al, 2016 *Island Arc*）．白山火山の噴出物は溶岩を主とし，火砕流堆積物として産する．白山火山の地下構造については，震源分布や地震波トモグラフィーの観点から，地下4〜5km地点と10〜14km地点にマグマの存在が推定されている（高橋ほか，2004 *火山*）.本研究では，Hasebe et al.（2016 *Island Arc*）にて年代測定された新白山火山IIの３試料について詳細な検討を行った．角閃石は斑晶を呈するものや，かんらん石とともに集斑晶を呈するもの，完晶質組織中にかんらん石とともに産するものが確認された．

角閃石の化学的特徴から推定されるメルト組成・温度圧力条件

角閃石をHawthorne et al.（2012 *Amer. Min.*）の分類に従ったExcelの計算シート（Locock, 2014 *Comput. Geosci*）を用いて分類し，粗粒な角閃石は比較的高いSi含有量を持つMagnesio-hornblend［Mg-Hbl］，カンラン石を伴う角閃石は低Si角閃石のPargasite［Prg］に分類される．それぞれの角閃石について，微量元素濃度をPrimitive mantle（McDonough and Sun, 1995 *Chem. Geol*）の値を使用して規格化したパターンは，Mg-Hblは，U，Th，Ta，Zr，Hf，TiなどのHigh-field strength elementsおよび，Pb，Sr，Euの負の異常が見られる．一方で，PrgはSr，Euにおける負の異常が見られない．角閃石の化学組成からZhang et al.（2017 *Amer. Mineral.*）の手法を用いて平衡メルトの主要元素組成を見積もり，Mg-Hbl平衡メルト（melt-Mg-Hbl）は流紋岩質，Prg平衡メルト（melt-Prg）は安山岩ーデイサイト質であるとした．微量元素組成の推定については，角閃石-メルト間の分配係

©日本地質学会

数をHumphreys et al.（2019 *Contrib. Mineral. Petrol.*）を用いて見積もった．melt-Prgについて組成を推定すると，Y，Sr量からPrg平衡メルトがアダカイト質メルトの組成の特徴を持つことが指摘される．アダカイトについては，両白山地の第四紀火山から報告がなされている（Ujike et al., 1999 *Jour. Min. Petrol. Econ. Geol.*; Nakamura et al., 2013 *Contrib. Mineral. Petrol.*）．Ridolfi（2021 *Minerals*）による経験的な角閃石単相温度圧力計を適用すると，Mg-Hblコアの晶出時の温度圧力条件は，743〜863℃，81〜223MPa（深度3〜8km），Prgコアは927〜960℃，393〜418MPa（深度13〜16km）であった．この結果は，地球物理学的手法で推定された白山地下の高温物質の深度（高橋ほか，2004 *火山*）とおおむね一致している．新白山火山はより深部で結晶化が進行したアダカイト質メルトとより浅部の珪長質マグマが混合して噴火に至ったことが示される．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月15日(月) 9:15 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[2oral601-10] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

10:45 ~ 11:00

[T2-O-14] 嶺岡帯の高Mg安山岩

*市山 祐司[1]、加藤 紬[1] (1. 千葉大学)

キーワード：嶺岡帯、高Mg安山岩、地殻同化作用

関東地方から中部地方にかけて伊豆弧を取り囲んで分布する古第三紀付加体の嶺岡–瀬戸川帯には、苦鉄質火山岩、苦鉄質～珪長質深成岩、超苦鉄質岩類などのオフィオライトを構成するような岩塊が断続的に分布する（例えば、荒井・石田，1987）。ハルツバージャイトを主とする超苦鉄質岩は、四国海盆下の上部マントル物質と考えられるが（Arai, 1991; 荒井，1994）、苦鉄質～珪長質深成岩は島弧的な特徴を示しており、古伊豆弧の断片である可能性が考えられている（Ichiyama et al., 2017, 2020）。また、瀬戸川帯からは、オフィオライト質岩類に伴ってCrディオプサイド斑晶を含む高Mg安山岩の産出が報告されている（大橋・白木，1981）。加藤ほか（2024）は，瀬戸川帯の超苦鉄質岩片を含む斑れい岩質角礫岩中から高Mg安山岩片を確認した。そして、高Mg安山岩を形成したマグマがMgに富む未分化な島弧玄武岩質マグマと珪長質マグマの混合によって形成されるモデルを提案し、海洋性島弧の地殻形成を理解する上で重要なメカニズムであることを指摘している。

嶺岡帯からは、Ogawa et al. (2009)が千葉県南房総市古畑付近から安山岩角礫岩中の礫として高Mg安山岩を報告し、同地域からは高橋ほか（2012）が斑れい岩質角礫岩中の礫としてCrディオプサイド斑晶を含む玄武岩を報告している。本研究では、南房総市古畑付近の斑れい岩質角礫岩露頭、段丘堆積物中の礫、沢の転石からCrディオプサイド斑晶を含む火山岩試料を採取した結果、複数の高Mg安山岩を見出した。採取した試料はいずれも完晶質の石基と変質したかんらん石と単斜輝石斑晶から構成される。石基には自形の斜長石、単斜輝石、不透明鉱物としばしば角閃石が含まれ、粒間に石英が形成される。かんらん石仮像にはクロムスピネルが含まれ、クロムスピネルはCr#で0.7–0.8、TiO_2で<0.3 wt%を示す。これらの岩石学的特徴は、瀬戸川帯の高Mg安山岩に類似することから、嶺岡帯の高Mg安山岩が瀬戸川帯のものと同等物であることが示唆される。また、嶺岡帯の高Mg安山岩中にトーナル岩の捕獲岩片を確認した。トーナル岩質捕獲岩片中の高Mg安山岩と接する斜長石は篩状組織を示し、斜長石の最外部で最もAn値に富むことから、高温のマグマによって捕獲されたことが示唆される。

嶺岡–瀬戸川帯の高Mg安山岩を含む斑れい岩質角礫岩には超苦鉄質岩も含まれ、この角礫岩の供給源は高Mg安山岩を含むオフィオライト層序をもった岩体であったことが示唆される。高Mg安山岩に含まれるトーナル岩質捕獲岩片の存在は、嶺岡–瀬戸川帯の高Mg安山岩を形成したマグマがMgに富む未分化な島弧玄武岩質マグマによるトーナル岩質島弧地殻の同化作用によって形成された可能性を示唆する。嶺岡帯に産するトーナル岩の分別溶融作用で形成されるメルトと高Mg安山岩中のCrディオプサイド斑晶と平衡な未分化なメルトを混合させて形成されるメルトの化学組成は、嶺岡–瀬戸川帯の高Mg安山岩の全岩化学組成と矛盾しない。Ichiyama et al. (2017, 2020）が示したように、嶺岡–瀬戸川帯のオフィオライト質岩類の一部が古伊豆弧の断片であるならば、高Mg安山岩も古伊豆弧で形成された可能性が

©日本地質学会

考えられる。現在の伊豆弧には、安山岩質中部地殻が存在すると考えられており（例えば、Suyehiro et al., 1996）、そのような海洋性島弧の安山岩質中部地殻の形成に未分化な島弧玄武岩と地殻の同化作用が重要な役割を果たしている可能性が考えられる。

【引用文献】Arai (1991) In: Peters, T. et al. (eds): Ophiolite Genesis and Evolution of the Oceanic Lithosphere, 807-822; 荒井（1994）静岡大学地球科学研究報告，20，175–185; 荒井・石田（1987）岩石鉱物鉱床学会誌，82，336–344; Ichiyama et al. (2017) Lithos, 82–283, 420–430; Ichiyama et al. (2020) Int. Geol. Rev., 62, 503–521; 加藤ほか（2024）日本岩鉱物科学会年会2024年会; Ogawa et al. (2009) Earth Evolution Siences，3，3–25; 大橋・白木（1981）岩石鉱物鉱床学会誌，76，69–79; Suyehiro et al. (1996) Science, 272, 390-392; 高橋ほか（2012）神奈川県博調査研報，14，25–56

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月15日(月) 9:15 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[2oral601-10] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

11:00 ~ 11:15

[T2-O-15] 熊本県天草上島老嶽プルトン周辺の高Mg安山岩岩床：瀬戸内火山岩類の西方延長の可能性

*新正 裕尚[1]、牛丸 健太郎[2]、岩野 英樹[3]、平田 岳史[3]、折橋 裕二[4]、佐々木 実[4] (1. 東京経済大学、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター 、3. 東京大学附属地殻化学研究施設、4. 弘前大学大学院理工学研究科)

キーワード：中期中新世、瀬戸内火山岩類、ウラン・鉛年代、高Mg安山岩

熊本県西部の天草諸島には中期中新世の貫入岩が小規模ではあるが広範囲にわたって分布する．それらの多くは岩脈あるいは岩床であり一部は幅数百mにも及ぶ規模のものがある（濱崎, 1996）．さらに岩株状の花こう閃緑岩体が，天草下島西北部の富岡半島と天草上島北部の老嶽付近に見られる．これらの貫入岩については，主にK-Ar法やジルコンフィッショントラック(FT)法により，13.2–16.7 Maの年代が報告されていたほか（濱崎, 1996; 三浦・大平，2012など），富岡プルトンからは19.0 Maの黒雲母K-Ar年代の報告があり(柴田・冨樫, 1975)，数百万年にわたる活動時期を想定する見方もあった（濱崎, 1997）．Shinjoe et al. (2024)は富岡プルトンの試料を含む４点のU-Pb年代測定を行ったところ14.45–14.76 Maの結果を得て，火成活動はほぼ中期中新世のものである可能性が高いことを示した．岩脈・岩床のなかには，岩株状の貫入岩体を中心として放射状をなすものがある（牛丸・山路，2020）．天草上島の老嶽プルトンの周辺にも多数の中間質－珪長質の岩脈・岩床が見られる．今回，天草上島の老嶽プルトンの周囲に分布する岩脈・岩床群の全岩組成分析を行ったところ高Mg安山岩組成の岩石を見出した．さらに新たに老嶽プルトンの角閃石黒雲母花こう閃緑岩について，ジルコンのU-Pb年代も測定した．それらの結果を踏まえ，これらのマグマ活動の位置付けについて考察する．

老嶽プルトン周辺の岩脈・岩床はSiO_2量が57.1–67.5%（酸化物のtotalを100%換算）の範囲にあり，おおむね安山岩からデイサイト組成である．そのうち老嶽南東方の複輝石安山岩岩床は高Mg安山岩組成のものであった（SiO_2 = 57.1%，MgO = 7.9%，FeO*/MgO = 0.91，Cr＝314 μg/g，Ni = 80 μg/g）．また，老嶽プルトンのジルコンU-Pb年代測定を行った結果，コンコーダントな分析点の^{238}U-^{206}Pb 年代の加重平均として14.62 ± 0.10 Maを得た．これらはShinjoe et al. (2024)による既報年代の範囲に入り天草諸島の他の貫入岩と同時期の活動である．

永尾ほか(1992)は天草下島から１本の高Mg安山岩岩脈を見出すとともに14.24 ± 0.34 Maの全岩K-Ar年代を報告し，全岩化学組成の類似性と放射年代にもとづき，瀬戸内区の火成活動に対比される可能性を示唆した，一方　Tatsumi et al. (2003; 2020)は瀬戸内火山岩類の西縁を九州東部の大野火山岩類に置いている．Ushimaru and Yamaji (2022)は，天草諸島の岩脈群の方向が富岡プルトンからの距離に応じて放射状から東西性の平行状に側方遷移することを示し，後者の方位から貫入時の広域応力を推定した．その結果，岩脈群が他の瀬戸内地域と同様の南北引張の広域応力場のもとで貫入したとし，天草の火成活動も四国海盆沈み込

©日本地質学会

み下でのものだと議論した． Shinjoe et al. (2024)は珪長質の貫入岩類のU-Pb年代と全岩化学組成の類似性からそれらが瀬戸内火山岩類の西方延長の火成活動である可能性を示唆するとともに，富岡プルトンとその周囲にある珪長質岩脈のジルコンU-Pb年代に差がないことも明らかにしている．今回測定した老嶽プルトンを含めて，天草の珪長質〜中間質の岩株・岩脈・岩床のU-Pb年代がどれも14.5~14.8 Maの範囲に集中することから，天草の貫入岩体は形体によらず中期中新世の同時期に形成されたと考えられる．これに加え，本研究で上島から新たに高Mg安山岩組成の岩床を見出したことは，天草諸島が中期中新世の四国海盆沈み込み下で活動した瀬戸内火山岩類の西方延長であるという主張を補強する所見である．

文献：濱崎(1996) 地調月報, 47, 201–207.；濱崎(1997) Resource Geology, 47, 121–129.；三浦・大平(2012)フィッション・トラックニュースレター, 25, 46–49.；永尾ほか(1992) 岩鉱, 87, 283–290.；柴田・冨樫(1975) 地調月報, 26, 187-191.；Shinjoe et al.(2024) Island Arc, 33, e12506.；Tatsumi et al. (2003) Journal of Petrology, 44, 1561–1578.；Tatsumi et al. (2020) Scientific Reports, 10, 15005.；牛丸・山路(2020) 地質雑, 126, 631–638.；Ushimaru & Yamaji. (2022) Journal of Structural Geology, 154, 104485.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月15日(月) 9:15 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[2oral601-10] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

11:15 ~ 11:30

[T2-O-16] 非平衡溶融を被った花崗岩に見られる黒雲母の脱水・溶解反応

*川畑 博[1]、山下 茂[2] (1. 高知大学、2. 岡山大学)

キーワード：黒雲母、非平衡溶融、花崗岩

火山岩には、部分溶融の証拠を示す捕獲岩がしばしば取り込まれている。これらのゼノリスでは、鉱物粒界に沿ってガラスのバンドが網目状に分布し、ガラスの組成は不均質であることが多い。こうした特徴は、ゼノリスがホストマグマによって急速に加熱されて非平衡溶融を被ったことを示唆している。岩石の非平衡溶融過程を理解するためには、鉱物—メルト界面で起こる現象を鉱物種ごとに把握することや、鉱物溶解の律速過程を特定することが不可欠である。本発表では、部分溶融を経験した花崗岩類ゼノリスの観察・解析を通して得られた、黒雲母の脱水・溶解過程に関する知見を報告する。

【試料】研究に用いた試料は、瀬戸内安山岩中に見いだされる花崗岩・花崗閃緑岩ゼノリスである。鉱物粒間に沿うガラスバンドの存在で特徴づけられる。ゼノリスはgranite minimumに近い全岩化学組成をもつ。また、ゼノリスから得たガラスの組成は不均質で、その組成不均質は、AlとSiの遅い拡散速度を強く反映している。

【仮像と反応帯の形成】組織観察と組成分析の結果、ゼノリス中の黒雲母は、まず脱水分解反応によって細粒鉱物集合体（仮像）へと変化したと考えられる。この仮像は磁鉄鉱、アルカリ長石、Mgに富む黒雲母から主に構成される。仮像はその後、周囲のメルトと反応することで、仮像周辺部から反応帯に覆われていく。反応帯の形成に伴って、仮像内の黒雲母モード量が減少する一方、斜方輝石のモード量は増加する。また、仮像を構成する長石の組成は大きく変化し、全体としてはアルカリ長石（Or 50–60程度）から斜長石（An 20–30程度）へ組成変化する。この長石の組成変化によって、仮像と反応帯のバルク組成の違いをほぼ説明できる。なお、こうした長石の組成変化は、反応帯周辺の局所バルク組成が、ノルムQz-Or-Ab-An四面体内のアルカリ長石—斜長石cotectic surfaceを横切るように変化したことに起因すると解釈できる（川畑・山下, 2023．日本鉱物科学会年会講演要旨）。

【黒雲母—メルト界面を、長石—メルト界面と捉える】本研究の結果から、黒雲母の溶解が実質的に仮像の溶解であることが分かった。また、仮像の溶解が、反応帯を構成する斜長石とメルトとの界面（斜長石消滅前線）の移動として捉えられることが明らかとなった。黒雲母そのものではなく、黒雲母の仮像がメルトと反応するという視点に立つことで、ゼノリス内に見られる特徴の理解が深まる。例えば、黒雲母と長石の粒界にガラスバンドが発達しないのは、黒雲母—長石粒子境界が異相鉱物境界でなく、長石同士（片方は黒雲母仮像・反応帯の長石）の同相鉱物境界として働き、メルトが効果的に発生しないためと解釈できる。また、黒雲母近傍と長石近傍のガラス組成が、FeOを除けば、類似した主成分組成を示すことについては、黒雲母—メルト界面が実質的に長石—メルト界面としてふるまうためと説明で

©日本地質学会

きる。
このような視点は、メルトバンドの厚さが時間とともにどのように増加するかという動的過程の検討においても有用である。例えば、花崗岩類ゼノリスの主要鉱物が石英、アルカリ長石、斜長石、黒雲母の4種で構成されていたとしても、鉱物—メルト界面が4種類存在するとは限らない。これは、溶解析出反応によって鉱物相が変化するためである。実際、本研究で扱ったゼノリスでは、アルカリ長石がメルトと反応して斜長石に置き換わっていくことが観察されている。このことは、外見上はアルカリ長石—メルト界面に見えても、実質的に斜長石—メルト界面として機能すること意味する。先述したように、黒雲母仮像についてもその溶解は、反応帯を形成する斜長石—メルト界面の移動によって進行する。本研究で対象としたゼノリスにおいて、鉱物—メルト界面の種類を整理すると、石英—メルト界面と斜長石—メルト界面の2種類に集約される。これら2種類の界面移動速度こそが、対象ゼノリス内に発達するメルトバンドの厚化速度を支配していると考えられる。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月15日(月) 9:15 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[2oral601-10] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

11:30 ~ 11:45

[T2-O-17] 山口県東部岩国－柳井地域に産する深成岩類の岩相変化

*大和田 正明[1]、宮下 由香里[2]、亀井 淳志[3]、小山内 康人[4]、北野 一平[5] (1. 山口大学大学院創成科学研究科、2. 産総研地質調査総合センター、3. 島根大学、4. 九州大学、5. 北海道大学)

キーワード：地殻—マントル相互作用、マグマフレアアップ、岩国—柳井地域、屋代島、花崗岩類

沈み込み帯では，マントルウェッジの対流，海洋プレートの年齢，沈み込み様式の変化によって，パルス的（magmatic flare-ups and lulls）な火成活動が起こり，マントル起源のマグマによる大陸地殻への物質的な付加や組成改変を促す（Chapman et al., 2021, Lithos 398–399, doi.org/10.1016/j.lithos.2021.106307）．こうした地殻－マントル相互作用が進行することで，多様な岩相の深成岩類を形成する．山口県南東部岩国－柳井地域の最南部の屋代島には，105－95 Maのmagmatic flare-up時に活動した深成岩類が分布する（宮下ほか，2018，日本地質学会第125年学術大会講演要旨，R5-P-26）．屋代島は東西30 km，南北10 km程度の広がりを持ち，その範囲内に多様な岩相が分布するため，岩相変化の要因を検討するのに適している．本発表では，屋代島での岩相変化を検討した後，岩国－柳井地域に産する深成岩類の岩石化学的特徴と比較する．ここでの検討結果は，屋代島に分布する深成岩類のマグマ過程を明らかにするだけでなく，火山弧深部で起こる地殻－マントル相互作用とテクトニクスの関連を示唆する．

屋代島に産する深成岩類は有色鉱物の鉱物組み合わせ，面構造やアルカリ長石斑晶の有無によって多様な岩相を示す．現在作成中の5万分の1地質図幅「久賀」では，鉱物組み合わせに基づき，花崗岩類を1) 角閃石-黒雲母花崗岩，2) 黒雲母花崗岩，3) 優白質黒雲母花崗岩に区分した（宮下ほか，2018前出）．本発表でもこの区分に従う．角閃石-黒雲母花崗岩は粗粒で，最大1 cmに達する自形の角閃石を含む．また，しばしば最大3 cmに達する斑晶状のアルカリ長石を含む．斜長石は，一般に汚濁帯を伴う累帯構造を示す．本岩相には，細粒の苦鉄質包有物（MME）が多産する．こうしたMMEや規模の大きな苦鉄質岩のストック状岩体には，未分化に近い組成を示す深成岩が含まれる．黒雲母花崗岩は特に岩相変化が著しい．一般に中～粗粒であるが，細粒な岩相もある．また，黒雲母の量比も場所によって異なり，優黒な岩相から優白な岩相まで多様である．しばしば最大5 cmに達する斑晶状アルカリ長石を含む．変成岩ブロックを伴う場合，変成岩の片理面と平行に貫入し，ザクロ石や白雲母を含む．また，ピナイト化した菫青石を含むこともある．ザクロ石は，しばしば中心部に珪線石や黒雲母を包有することがあり，変成岩由来の捕獲結晶と考えられる．優白質黒雲母花崗岩は，細粒～中粒で，しばしばザクロ石や白雲母を含む．変成岩を包有することは稀であるが，記載的特徴は，ザクロ石や白雲母を含む黒雲母花崗岩に類似する．以上から，角閃石-黒雲母花崗岩は，MMEを含むなど苦鉄質岩とマグマ同士で共存したほか，斑晶状のアルカリ長石を含むなど黒雲母花崗岩と共通の記載的特徴をもつ．優白質黒雲母花崗岩は，上述した通り黒雲母花崗岩と共通の記載的特徴を示すことから，黒雲母花崗岩マグマが変成岩類を同化することで生じた可能性が高い．

池田ほか（2019，地質学雑誌，125，167–182）は，屋代島に分布する深成岩類の産状と

©日本地質学会

記載的・岩石化学的特徴から，黒雲母花崗岩マグマが苦鉄質マグマや変成岩と混合あるいは同化することで角閃石-黒雲母花崗岩や優白質黒雲母花崗岩を形成すると述べた．また，同じ岩相内での組成変化は，主に結晶分化作用が卓越する（児玉ほか，2021，岩石鉱物科学，49，133–147）．屋代島での結果を検証するため，岩国－柳井地域に分布する多様な岩相の深成岩類も合わせて検討した．苦鉄質岩（主に閃緑岩）と花崗岩のトレンドは，ハーカー図上で連続しない．一方で，苦鉄質岩と花崗岩のSr同位体初生値とSiO_2 wt%の間には正の相関があり，両マグマは影響し合っていたと考えられる．このことは，屋代島での岩相変化が地殻とマントル起源の2系統のマグマによる相互作用の結果とした池田ほか（2019，前出）の結論を支持する．また，未分化に近い組成を示す苦鉄質岩のepsilon Nd初生値はマイナスを示す．すなわち，この時期（105－95 Ma）のマントルウェッジは地殻物質によって汚染されていた可能性がある．こうした汚染は，沈み込む海洋プレートと大陸プレート同士の結合が変化したことで構造侵食が進行し，地殻物質がマントルウェッジと反応したことよると推察される．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

EDI

2025年9月15日(月) 9:15 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[2oral601-10] T2 ［トピック］マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

座長:齊藤 哲(愛媛大学)、江島 圭祐(山口大学創成科学研究科)、草野 有紀(産総研地質調査総合センター)

11:45 ~ 12:00

[T2-O-18] 白亜紀西南日本フレアアップの素過程解析：領家帯と山陽帯の花崗岩類

*中島 隆[1] (1. 神奈川県立生命の星・地球博物館)

キーワード：白亜紀西南日本、領家帯、山陽帯、花崗岩類、フレアアップ

領家帯・山陽帯の珪長質火成岩類の活動は近年、白亜紀西南日本のフレアアップという言葉で表現されることが多い。しかしフレアアップは火成活動全体を指す言葉であり、その全体像はそれらを構成するいろいろな部分の詳細なケーススタディによって明らかになるものである。したがってこれらはいわばフレアアップの素過程とも言える。白亜紀西南日本は世界中のフレアアップの中でもこれまでの基礎的な調査研究の蓄積が豊富であり、かつ近年これまで遅れていたU-Pb年代の研究が精力的に行われていることにより、これら素過程についての研究が非常に進んだ地域となっている。

深成変成帯 (plutono-metamorphic belt)である領家帯と火山深成複合体 (volcano-plutonic complex) の集合体である山陽帯は地表では並列して帯状分布するが、両帯における火成活動が 70-110Ma と大まかには同時性であること、及び密接に伴う変成岩類の変成度から、大局的にはそれらを地殻深部と浅部をあらわす同時間断面とみなす概念図が描かれてきた (Nakajima, 1994; Nakajima et al., 2016)。しかしこの仮想地殻断面図は各地域での花崗岩類・変成岩類・火山岩類について得られた U-Pb年代によって近年大幅に詳細化され、それぞれの地域で変成岩から推定される地殻内の熱的状況とそれに伴う火成活動史がダイナミックに語られるようになってきた (Okudaira et al., 2024など)。それらによって描かれた地殻柱状図では花崗岩類は定置深度と年代のみで記述されるので、領家花崗岩や山陽帯花崗岩という記述はなく、この区分はもはや役目を終えたかのようにも見える。しかし実際は、最近特に詳しく研究されたのは領家帯の花崗岩類が主で、山陽帯の花崗岩類のU-Pb年代測定はそれに比べるとまだ限定的である。

そのような中でも、詳細な研究が広域的に行われた三河地域や柳井地域においては山陽帯花崗岩とされてきた塊状花崗岩のU-Pb年代はその地域の領家花崗岩のうち塊状でかつ最も若いU-Pb年代のものとほぼ同程度になる (Takatsuka et al., 2018; Skrzypek et al., 2016) ことは領家花崗岩/山陽帯花崗岩の区分に再考を促す意味を持つし、また火山深成複合体の産状が野外地質で確認されている山陽帯においては、花崗岩に伴う濃飛・高田流紋岩といった大規模珪長質火山岩類の活動が 1 - 3 m.y.というきわめて短期間に集中的に起こったことが近年発表されたU-Pb年代から明らかになり（星ほか, 2016; 早坂・田島, 2016）、かつそれが隣接する山陽帯花崗岩の年代と一致することから、大規模な火山深成複合体の形成は局所スケールではきわめて短時間のうちに起こったことが証明された。この火成活動が中部地方では約70Ma、中国地方では約90Maに起こっており、両地方の間には20Maの時間差があることも注目される。

これらの火成活動は巨視的には長期継続的に見えていたが高精度の年代データが集積してくるにつれて微視的にはパルス的であったことや、中部地方では75 - 90 Maの間活動停止期

©日本地質学会

があったが近畿地方や柳井地域ではそのような休止期が見られない (Takatsuka et al., 2018; Higashino et al., 2025; 竹内ほか, 2024; Skrzypek et al., 2016) などの地域的な特性も明らかになってきている。こういった観察事実の全てが領家帯と山陽帯に展開した白亜紀西南日本フレアアップの具体的な実相である。

文献：早坂康隆・田島詩織 (2016) 地質学会講演要旨, 61　Higashino, F. et al. (2025) Island Arc 34, e70022. 星博幸ほか (2016) 地質学会講演要旨, 81　Nakajima, T. (1994) Lithos 33, 51-66.　Nakajima, T. et al. (2016) “Geology of Japan” 251-257.　Okudaira,, T. et al. (2024) Elements 20, 96-102.　Skrzypek, E.T. et al. (2016) Lithos 260, 9-27.　Takatsuka, K. et al. (2018) Lithos 308-309, 428-445.　竹内誠ほか (2024) 5万分の１地質図幅「高見山」説明書.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第6会場(E305)

[2oral611-19] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:野崎 篤(平塚市博物館)、羽田 裕貴(国立研究法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

15:00 ~ 15:15

[T13-O-1]

北海道蝦夷層群のチューロニアン/コニアシアン境界における大型化石・炭素同位体比統合層序と高精度国際年代対比

*髙橋 恒佑[1]、髙嶋 礼詩[2]、Walaszczyk Ireneusz[3]、山中 寿朗[4]、都丸 大河[1]、黒柳 あずみ[2] (1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 東北大学学術資源研究公開センター 東北大学総合学術博物館、3. ワルシャワ大学、4. 東京海洋大学)

15:15 ~ 15:30

[T13-O-2]

房総半島南端に分布する海成鮮新−更新統を用いた磁気層序−海洋同位体層序の精密対比

*岡田 誠[1]、谷元 瞭太[1]、小塚 大輝[3]、小西 拓海[2]、柚原 涼花[2]、長友 大輝[2] (1. 茨城大学、2. 茨城大学大学院、3. 国土地理院)

15:30 ~ 15:45

[T13-O-3]

房総半島の下部更新統千倉層群と上総層群下部における古地磁気逆転境界の層位と広域テフラ

*小西 拓海[1,2]、岡田 誠[1]、宇都宮 正志[3] (1. 茨城大学、2. 八千代エンジニヤリング株式会社、3. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

15:45 ~ 16:00

[T13-O-4]

三浦半島南部に分布する上総層群林層（下部更新統）から見いだされた大峰ーSK110テフラ

*野崎 篤[1]、塩井 宏幸[2]、笠間 友博[3]、西澤 文勝[4]、柴田 健一郎[5] (1. 平塚市博物館、2. (有)国土プランニングデザイン、3. 箱根ジオパーク推進室、4. 神奈川県立生命の星・地球博物館、5. 横須賀市自然・人文博物館)

16:00 ~ 16:15

[2oral611-19-5add]

休憩

16:15 ~ 16:30

[T13-O-5]

掛川層群堀之内層におけるガウスー松山古地磁気境界

*羽田 裕貴[1]、中谷 是崇[1]、水野 清秀[1] (1. 国立研究法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

16:30 ~ 16:45

[T13-O-6]

栗原市荒砥沢地滑り岩体を構成する凝灰岩の給源カルデラ

*髙嶋 礼詩[1]、水戸 悠河[2]、岡本 正則[2]、原田 拓也[3] (1. 東北大学、2. 出光興産株式会社、3. 栗駒山麓ジオパーク推進協議会)

16:45 ~ 17:00

[T13-O-7]

©日本地質学会

秋田沖第四系の高精度微化石層序から探る第四紀古海洋変動

瀬戸口 怜子[1]、*今井 利矩[1]、佐藤 時幸[2] (1. 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構、2. 秋田大学名誉教授)

17:00 ~ 17:15

[T13-O-8]

古田沢湖層の年代と大型植物化石から見たMIS3期の環境変化

*矢部 淳[1]、植村 和彦[1]、植田 弥生[2]、五井 昭一[3]、百原 新[4] (1. 国立科学博物館生命史研究部、2. 滋賀県立琵琶湖博物館、3. 秋田まるごと地球博物館ネットワーク事務局、4. 千葉大学大学院園芸学研究院)

17:15 ~ 17:30

[T13-O-9]

ポットホールの節理による構造規制とその生成機構：和歌山県古座川町「滝の拝」の例

*木村 克己[1]、金子 誠[1]、山本 俊哉[2] (1. 深田地質研究所、2. 和歌山県立田辺高校)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第6会場(E305)

[2oral611-19] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:野崎 篤(平塚市博物館)、羽田 裕貴(国立研究法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

15:00 ~ 15:15

[T13-O-1] 北海道蝦夷層群のチューロニアン/コニアシアン境界における大型化石・炭素同位体比統合層序と高精度国際年代対比

*髙橋 恒佑[1]、髙嶋 礼詩[2]、Walaszczyk Ireneusz[3]、山中 寿朗[4]、都丸 大河[1]、黒柳 あずみ[2] (1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 東北大学学術資源研究公開センター 東北大学総合学術博物館、3. ワルシャワ大学、4. 東京海洋大学)

【ハイライト講演】 T/C境界のGSSPはドイツにあり，補助境界模式地も欧米にあるのみで，北西太平洋地域においてT/C境界がどこに対比されるかは重要な問題である．この研究は北海道の古丹別において凝灰岩のアパタイト微量元素組成を用いた柱状対比により露出欠如を補完し，その上で大型化石・炭素同位体比統合層序を作成し，T/C境界を数mの制度で特定するものである． ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：後期白亜紀、蝦夷層群、炭素同位体比層序、チューロニアン/コニアシアン境界

チューロニアン/コニアシアン境界（以降T/C境界）のGSSP(Global Boundary Stratotype Section and Point)は，2021年にドイツのSalzgitter-Salderセクションにおいてイノセラムス類の*Cremnoceramus deformis erectus*の初産出をPrimary markerとして，Grauweise Wechselfolge部層のBed番号46の泥灰岩層基底に設定された(Walaszczyk et al., 2021)．境界は炭素同位体比層序の顕著な負のシフトであるNavigation Eventや，二枚貝の一種である*Didymotis*等の生層序のマーカー種で補完されており，欧米地域に3カ所(Słupia Nadbrzeżna, central Poland; Střeleč railway cutting, Czech Republic; El Rosario, NE Mexico)の補助的境界模式層断面が設定されている．一方で，北西太平洋地域は境界を定義する化石の産出が乏しく，模式層序との正確な年代対比が困難である．炭素同位体比層序は国際対比に有効なツールとされており，特にT/C境界付近では従来*Inoceramus uwajimensis*の初産出層準がT/C境界と一致すると考えられていたのに対し(利光ほか, 1995)，近年の炭素同位体比層序に基づく年代対比は本種の初産出層準が上部チューロニアンであることを示唆している(Takashima et al., 2010; Hayakawa and Hirano, 2013)．しかし，北西太平洋地域のT/C境界付近における炭素同位体比層序の解像度は欧米地域と比較して低く，生層序による制約も不十分のため，年代対比に依然として不確実性が残されている．

北海道中軸部に分布する蝦夷層群は北西太平洋地域における白亜系の標準層序であり，保存良好な大型化石，微化石が多産する．白亜系層序の研究の中心である欧米地域と異なり活動的大陸縁辺に位置していたことから凝灰岩層を頻繁に挟むほか，主に陸源性砕屑物からなるため堆積速度が非常に速く，高解像度の研究が可能である．しかし，堆積速度の速さに伴い層厚が非常に厚いため大型化石の産出が散発的になりやすいほか，小規模な断層や褶曲により連続層序を得ることが困難である．蝦夷層群におけるT/C境界付近では先行研究において炭素同位体比層序，浮遊性有孔虫化石層序，凝灰岩層の放射年代測定により大まかな年代モデルが確立されている(Kuwabara et al., 2019; Takashima et al., 2019)．一方で，欧米地域と比較してステージ境界の位置に大きな誤差範囲が存在しており，堆積速度を十分に活かした高解像度の研究の障害となっている．

©日本地質学会

本研究では，北海道苫前地域の蝦夷層群羽幌川層が分布する古丹別セクションにおいて，より高解像度でT/C境界付近の大型化石，炭素同位体比統合層序を作成した．さらに，欠如区間の補完と断層の影響を評価するために，凝灰岩層に含まれるアパタイトの微量元素組成を用いた柱状図間の正確な対比を行った．この結果，調査区間に伏在していた断層の影響を補正することで，T/C境界の基準となるNavigation Event の他，従来確認できていなかった複数の炭素同位体比イベント(Beeding Event, Light Point Event, East Cliff Event等)を検出できる高解像度の炭素同位体比曲線が得られた．また，国際対比に有用な大型化石を複数得たことで，炭素同位体比曲線に厳密な生層序の制約を与えられるようになった．本研究の新たな統合層序により欧米地域と北西太平洋地域の年代対比精度は飛躍的に向上し，T/C境界及び下部/中部コニアシアン境界の位置を数m単位で特定することができた．これにより，古丹別セクションは北西太平洋地域におけるT/C境界の標準模式層序とできる可能性がある．また，調査区間には頻繁に凝灰岩層が挟まるため，今後これらの年代測定によりステージ境界や古環境イベント層準に絶対年代の数値を直接，高解像度で入れられると考えられる．

引用文献

Hayakawa and Hirano, 2013, Acta Geol. Pol., **63**, 239–263.
Kuwabara et al., 2019, Cretaceous Res., **103**, 104158.
利光ほか, 1995, 地質雑, **101**, 19–29.
Takashima et al., 2010, Earth Planet. Sci. Lett., **289**, 570–582.
Takashima et al., 2019, Newsl. Stratigr., **52(3)**, 341–376.
Walaszczyk et al., 2021, Episodes, **45(2)**, 181–220.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第6会場(E305)

[2oral611-19] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:野崎 篤(平塚市博物館)、羽田 裕貴(国立研究法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

15:15 ~ 15:30

[T13-O-2] 房総半島南端に分布する海成鮮新−更新統を用いた磁気層序−海洋同位体層序の精密対比

*岡田 誠[1]、谷元 瞭太[1]、小塚 大輝[3]、小西 拓海[2]、柚原 涼花[2]、長友 大輝[2] (1. 茨城大学、2. 茨城大学大学院、3. 国土地理院)

キーワード：鮮新−更新統、磁気層序、海洋同位体層序、房総半島

鮮新世から更新世にいたる時代は，地球の気候は大気中pCO2が350ppmを超えるような温暖な気候から，氷期−間氷期サイクルが支配する状態へと進化し，我々人類が誕生・進化した重要な時代である[1)]．この時期の出来事を理解する上で，天文年代較正が施された海洋同位体層序と磁気層序，各種生層序からなる複合年代層序の整備が必須となる．近年，磁気層序においては，地磁気極性反転だけではなく，地磁気強度（相対古地磁気強度ならびに$^{10}Be/^{9}Be$比による地磁気強度指標）の時系列変動記録の整備が進んでおり，より詳細な磁気層序対比が可能になりつつある[2)]．こうした中，海洋コアから復元された地磁気強度記録と海洋同位体記録との対比より，過去5Maの地磁気逆転の殆どが間氷期に起こっていたことが報告され，地磁気成因論に一石を投じた[3)]．ところが，海洋同位体と地磁気強度記録が同じ海洋コアから得られることは稀である．地磁気強度記録の多くは磁化率など海洋同位体の代替指標を基にした年代が用いられていることから，両者の対応関係が直接求められた事例は少ない．この問題を解決するためには，海洋同位体とRPIが同時に得られる堆積層を対象にした研究が必須である．

本講演では，強く安定した磁気シグナルを持ち，海洋微化石を豊富に産出する海成鮮新−更新統（ジェラシアン〜下部カラブリアン）の千倉層群を対象に，これまで著者らが行ってきた複合年代層序構築の様子を紹介する．下位層準から順に，布良層ではガウス正磁極帯中のマンモスおよびカエナ逆磁極亜帯が確認され[4)]，海洋同位体記録との対比が進んでいる．上部布良層〜南朝夷層にかけては，概略的な磁気−海洋同位体複合層序が構築され[5)]，更新統基底層準を貫く陸上ボーリング試料におけるガウス−松山地磁気逆転記録の解析が進んでいる[6)]．さらに畑層においてはフェ二およびオルドバイ正磁極亜帯が確認され[7)]，海洋同位体記録との対比が行われた[8)]．以上により，これまで約3.4Ma〜1.5Maの年代区間において８つの地磁気逆転境界と海洋同位体層序との直接対比が行われた．今後，地磁気強度記録の復元を進め，海洋同位体記録と詳細に対比することで，地磁気強度を用いたより詳細な磁気年代層序の構築や，地磁気成因論の発展への貢献も期待される．

References

1) Hansen et al. (2023) doi:10.1093/oxfclm/kgad008
2) Channell et al. (2020) doi:10.1016/j.quascirev.2019.106114
3) Valet et al. (2025) doi:10.1016/j-quascirev.2025.109367
4) Tanimoto et al. (2024) doi:10.1186/s40623-024-02114-4
5) 岡田ほか (2012) doi:10.5575/geosoc.2011.0025
6) 柚原ほか (2024) 地質学会山形大会講演要旨

©日本地質学会

7) Konishi and Okada (2020) doi:10.1186/s40645-020-00352-0
8) 小塚ほか(2023) 地質学会京都大会講演要旨

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第6会場(E305)

[2oral611-19] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:野崎 篤(平塚市博物館)、羽田 裕貴(国立研究法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

15:30 ~ 15:45

[T13-O-3] 房総半島の下部更新統千倉層群と上総層群下部における古地磁気逆転境界の層位と広域テフラ

*小西 拓海[1,2]、岡田 誠[1]、宇都宮 正志[3] (1. 茨城大学、2. 八千代エンジニヤリング株式会社、3. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

キーワード：古地磁気層序、上総層群、千倉層群、更新統、テフラ

房総半島中央部には，古第三紀以前の岩石や地層からなる嶺岡帯が前弧外縁隆起帯として位置し，その北側には前弧海盆で形成された下部～中部更新統の上総層群が，南側には海溝陸側斜面で形成された上部鮮新統～下部更新統の千倉層群がそれぞれ分布する．

千倉層群は堆積物の一部が伊豆弧の火山地帯から供給されており，磁性粒子が多量に含まれているため，信頼性の高い古地磁気記録の復元が可能である．また，上総層群は本州中央に位置し，南は九州，北は東北を噴出源とする広域テフラが多数分布している．そのため，房総半島に分布する地層群において高精度な古地磁気層序を構築することは，広域テフラの堆積年代制約にも寄与する．

これまで，千倉層群において約2.2 ～1.9 Maの連続的な古地磁気層序を構築し，テフラの化学分析を踏まえ房総半島中央部に分布する上総層群と対比した（Konishi and Okada, 2020; 小西ほか, 2022）．その結果，広域テフラ2枚を含む計8枚のテフラが対比され，Feni正磁極亜帯にIW2（Kr1）テフラが位置することやHSCとHASがそれぞれOlduvai正磁極亜帯下部境界の直下と直上に位置することが明らかになった．他方，さらに若い年代（1.9～1.8 Ma）については上総層群内にKd39，Kd38などの代表的な広域テフラが存在する．三浦半島北部ではOlduvai正磁極亜帯上部境界よりも上位にKd39と対比されるYH02テフラが位置することが明らかにされているが（楠ほか, 2014），房総半島では新妻（1976）による古地磁気層序以降，同境界周辺の古地磁気変動記録とテフラ層との層位関係を詳しく検討した例はない．

本発表では、上総層群において新たに復元した古地磁気変動記録と現地露頭で確認したテフラとの層位的関係の検討結果について報告する．

上総層群黄和田層において，Olduvai正磁極亜帯上部境界周辺と考えられる区間を対象にテフラの記載および古地磁気記録の復元を行った結果，黄和田層下部のKd39よりも下位でOlduvai正磁極亜帯上部境界を検出した．

また，千倉層群畑層においてOlduvai正磁極亜帯中に分布しているテフラの屈折率測定と化学組成分析を行った結果，水野・納谷（2011）が報告しているOlduvai正磁極亜帯中の広域テフラとして認識されているKd44の火山ガラスの屈折率と主要・微量元素組成が類似しており，対比できる可能性があることが分かった．

今後は，上総層群におけるOlduvai正磁極亜帯上部境界中の詳細な古地磁気変動記録を復元し，千倉層群との比較を行っていく予定である．

引用文献

Konishi and Okada (2020), *Prog. Earth Planet. Sci.*, **7**, 35.
小西ほか (2022), 地質雑, **129**, 469-487.
楠ほか (2014), 地質雑, **120**, 53-70.

©日本地質学会

新妻 (1976), 地質雑, **82**, 163–181.
水野・納谷 (2010), 沿岸域調査研報, **56**, 121-132.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第6会場(E305)

[2oral611-19] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:野崎 篤(平塚市博物館)、羽田 裕貴(国立研究法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

15:45 ~ 16:00

[T13-O-4] 三浦半島南部に分布する上総層群林層（下部更新統）から見いだされた大峰ーSK110テフラ

*野崎 篤[1]、塩井 宏幸[2]、笠間 友博[3]、西澤 文勝[4]、柴田 健一郎[5] (1. 平塚市博物館、2. (有)国土プランニングデザイン、3. 箱根ジオパーク推進室、4. 神奈川県立生命の星・地球博物館、5. 横須賀市自然・人文博物館)

キーワード：前期更新世、上総層群、広域テフラ、大峰ーSK110テフラ

三浦半島南部の横須賀市林地区とその周辺には、主に凝灰質砂岩層および礫岩層からなる海成層とされる林層が分布する。中新統葉山層群を不整合に覆い、中部更新統宮田層に不整合に覆われるとされる林層の堆積年代は多摩丘陵南部の下部更新統上総層群野島層に相当するとされているが、一露頭から産出した軟体動物化石の種構成から推定されたもの（江藤ほか, 1998）であり、直接的に年代が明らかにされた例はない。本研究では、林地区で2021年に実施された神奈川県道路公社三浦縦貫道路の延伸工事現場とその周辺に露出する林層について岩相層序を明らかにするとともに、挟在するテフラ層について広域テフラとの対比を検討した。

調査地域の林層は、南北に1 km、東西に0.5 kmの範囲に分布し、層厚は連続露頭として確認された限りでは12 m以上である。主に凝灰質細粒～粗粒砂岩層からなるが、調査地域北部では円礫層がみられる。軽石やスコリアを主体とし、しばしばトラフ型斜交層理や平行葉理が発達する、層厚60 cm以下の砂質テフラ層が多く挟まれるが、調査地域北部では見られない。走向傾斜は場所によって変化し、調査地域南部では北東-南西走向かつ南東に8～16°傾斜だが、北部ではほぼ水平もしくは東西走向かつ南に4°程度になる。調査地域南部では林層の上位に宮田層のD層（笠間・塩井, 2019）が分布するが、林層と宮田層D層の間には層厚7 m以上の、テフラ層に乏しく斜交層理が発達した軽石質粗粒砂岩層（X層）が浸食面を境に重なる。X層は北東-南西走向かつ南東に10°程度の傾斜と、林層もしくは宮田層D層の下位にみられる宮田層B層（笠間・塩井, 2019）に似る。また、X層の凝灰質砂礫層という岩相や大規模な平板状のフォアセット層理が発達する堆積構造もB層（笠間・塩井, 2019）に類似するが、B層はX層よりスコリア質である点でやや異なる。ここではX層の帰属は不明とする。

林層に挟在するテフラ層のうち7枚が、露頭間で肉眼観察および層序関係に基づき対比された。そのうちHGT-1は、レンズ状で最大層厚7 cmであり、細粒砂サイズのバブルウォール型ガラス（n=1.497-1.500）が主体で、多孔質型や低発泡～無発泡のその他型のガラスを含む。また重鉱物として黒雲母が全重鉱物の64～83%を占めるほか、緑色角閃石、直方輝石、単斜輝石、ジルコンを含む。また、2か所の露頭で採取したHGT-1のジルコンのU-Pb年代測定の結果、1.59±0.01 Ma、1.62±0.01 Maの年代が得られた。これらの鉱物組成、年代に類似する広域テフラとして、飛騨山脈を給源とする前期更新世の広域テフラである大峰-SK110（Om-SK110: 長橋ほか, 2000）、白沢天狗-SK100（Srt-SK100: Satoguchi and Nagahashi, 2012）が挙げられる。このためHGT-1と、多摩丘陵南部の横浜市栄区に露出する上総層群小柴層中に挟在しOm-SK110とSrt-SK100にそれぞれ対比されているテフラ層SKT-11とSKT-12（Nozaki et al., 2014）の火山ガラスについて、屈折率、主要元素および微

©日本地質学会

量元素を測定した結果、HGT-1とSKT-11（Om-SK110）はいずれの値もよく一致したことから、両者は対比される可能性が高い。SKT-11の堆積した時期について、Nozaki et al. (2014)は海洋同位体ステージ 54（157.3 ka）と推定しており、林層の堆積年代が前期更新世であることが明らかとなった。

引用文献　江藤ほか, 1998, 横須賀地域の地質. 地域地質研究報告（5 万分の1 地質図幅）, 地質調査所, 128pp.; 長橋ほか, 2000, 地質学雑誌, **106**, 51–69.; Nozaki et al., 2014, *Island Arc*, **23**, 157–179.; 笠間・塩井, 2019, 神奈川県立博物館研報（自然科学）, **48**, 1–12.; Satoguchi and Nagahashi, 2012, *Island Arc*, **21**: 149–169.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第6会場(E305)

[2oral611-19] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:野崎 篤(平塚市博物館)、羽田 裕貴(国立研究法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

16:15 ~ 16:30

[T13-O-5] 掛川層群堀之内層におけるガウスー松山古地磁気境界

*羽田 裕貴[1]、中谷 是崇[1]、水野 清秀[1] (1. 国立研究法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)
キーワード：古地磁気層序、東海地方、北半球氷河作用、鮮新世温暖期

掛川層群は本邦を代表する海成下部鮮新〜下部更新統であり，鮮新世温暖期から北半球氷河作用強化期における東海地域の古気候記録を保持していることが期待される．掛川層群の堆積年代は，主に石灰質ナンノ化石や浮遊性有孔虫化石による微化石層序によって制約されており，豊富に挟在するテフラ層は本邦における同時代の陸成層へその年代尺度を拡張することを可能にする．しかし，微化石層序主体の年代層序は時間分解能が粗く，別地域の海成層や深海底堆積物との精密な対比は難しい．そのため，別の年代制約を用いた複合的な年代層序の構築が必要である．そこで発表者らは，東海地域の古気候情報取得に向けて掛川層群の年代層序の高精度化を進めている．本発表では，鮮新ー更新世境界付近の層序区間における古地磁気層序について報告する．

静岡県菊川市高橋に露出する層厚約40 mの区間で調査を実施した．本調査区間は，泥勝ち砂岩泥岩互層からなり，中谷ほか（2024）によって，東海層群更新統最下部の鈴峰テフラに対比されるテフラ層が報告されている．本調査では34層準から定方位コア試料を1層準あたり3本採取し，古地磁気分析用試料とした．段階交流消磁では，ほとんどの試料でおおよそ10〜80 mTの消磁区間において直交投影面図上で原点に向かう成分が検出された．一方で，60 mT以上の段階交流消磁で，磁化ベクトルが原点から大きく逸れる挙動を示す試料も認められた．段階熱消磁では，約400〜600℃ないし300℃付近で自然残留磁化（NRM）が消磁される．そのため，試料には硫化鉄による化学残留磁化（CRM）がNRMの一部を担っていると考えられる．また，約400〜600℃で消磁される成分はチタン磁鉄鉱あるいはマグヘマイトが担っている可能性がある．

本調査区間では鈴峰テフラから約24 m下位で，ガウスー松山境界に相当する正極性から逆極性への極性反転が認められた．鈴峰テフラとガウスー松山境界の層位差は，東海層群で約30 m（星ほか，2014），関東平野の上総層群で約10 m（納谷ほか，2021）である．本調査区間最下部の堆積年代は不明だが，これら先行研究における層位差と大きく矛盾はしない．そのため，CRMの獲得は堆積直後であると考えられる．今後は，本調査層準の岩石磁気特性を明らかにする必要がある．

引用：星ほか，2014，地質学雑誌，120, 313–323. 納谷ほか，2021，地学雑誌, 130, 331-352. 中谷ほか，2024，日本地質学会第131年学術大会講演要旨，T15-O-13.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第6会場(E305)

[2oral611-19] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:野崎 篤(平塚市博物館)、羽田 裕貴(国立研究法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

16:30 ~ 16:45

[T13-O-6] 栗原市荒砥沢地滑り岩体を構成する凝灰岩の給源カルデラ

*髙嶋 礼詩[1]、水戸 悠河[2]、岡本 正則[2]、原田 拓也[3] (1. 東北大学、2. 出光興産株式会社、3. 栗駒山麓ジオパーク推進協議会)

キーワード：荒砥沢、地滑り、溶結凝灰岩、カルデラ、アパタイト

宮城県栗原市東部には，2008年6月の岩手・宮城内陸地震（マグニチュード7.2，最大震度6強）によって発生した日本最大級の地滑り岩体が分布する．この地滑り岩体の大きさは，長さ1,400m，幅810m，滑落崖の高さは148mに達し，4500万立方メートルの岩塊が300m以上移動したとされる．本地滑り岩体の層序は，基底部，下部～中部，上部に区分することができ，基底部は凝灰岩をしばしば挟むシルト岩から構成され，下部～中部は厚さ90mに達する軽石凝灰岩，上部は厚さ約30mの溶結凝灰岩で構成される．この地滑り岩体の発生メカニズムについてはこれまで応用地質学的な視点から盛んに研究がなされてきたが，地滑り岩体を構成する上述の凝灰岩の年代や給源についてはあまり明らかにされていなかった．近年，水戸ほか（2024）は荒砥沢地域の地層の層序学的研究により，中新世後期のカルデラに関連する堆積物と考えられてきた基底部のシルト岩やそれを覆う下～中部の軽石凝灰岩が1～1.3 Maの年代を示すことを明らかにし，これらは上部の溶結凝灰岩とほぼ同時期の堆積物であることを明らかにした．しかし，その一方，近隣に同年代のカルデラが報告されていないことから，これらの凝灰岩の給源となった火山については不明であった．　栗駒山南山麓には重力異常により，カルデラの存在が指摘されており，栗駒南麓カルデラと名づけられている（布原ほか，2008）．このカルデラは小野松沢層の湖成層に含まれる植物化石に基づいて，後期中新世のカルデラと考えられていた（吉田ほか，2020など）．近年、栗駒南麓カルデラ地域において地熱資源調査を目的としたボーリング調査が実施されており、この掘削コア・カッティングスの解析によると，深度410 m～2,770 mの区間は全てデイサイト質の凝灰岩から構成され，深度711 m～2,700 mの区間から得られたジルコンのU-Pb年代は１～1.5 Maを示すことが明らかとなった．このことは，従来，中新世後期と考えられてきた栗駒南麓カルデラの形成年代が第四紀カラブリアン期であり，荒砥沢の地滑り岩体を形成する凝灰岩とほぼ同時期であることを示唆する．　本研究ではデイサイト質凝灰岩の掘削コア・カッティングスからアパタイトを抽出し，その微量元素組成を測定して，荒砥沢の地滑り岩体を構成する凝灰岩類との対比を実施した．掘削コア・カッティングスの岩石を顕微鏡下で観察した結果，火山ガラスのほとんどは変質しているが，アパタイトは複数の層準で豊富に含まれていた．アパタイトの抽出方法および測定条件はTakashima et al. (2017)に準拠し，微量元素の測定は，東北大学金属材料研究所設置の波長分散型EPMA (JXA-8530F)を用いた．1試料あたり20粒子のアパタイトを分析した．　アパタイト微量元素組成はマグマの化学組成，酸素，ハロゲン分圧，温度によって大きく変化するため，近年，テフラの識別対比に広く用いられる（Sell and Samson, 2011; Takashima et al., 2017）．とりわけ，アパタイトに含まれるMg，Cl， Fe，Mn の含有量は各テフラの識別に極めて有効であることが示されていることから，ここではアパタイト中のCl, Mg, Mn, Feの含有量を基に，凝灰岩の比較を行った．その結果，掘削コアのデイサイト凝灰岩のアパタイトの微量元素組成は，Cl－Mg図およびMn－Fe図において，深度ごとに異なるクラスターにプロットされることが明らかに

©日本地質学会

なった．このうち，深度840mと深度480mのアパタイトは，荒砥沢の地滑り岩体の基底部のシルト岩に挟まる凝灰岩と，下部～中部の軽石凝灰岩のものとそれぞれ一致することが明らかになった．以上のことから，荒砥沢の地滑り岩体を構成する凝灰岩の給源は栗駒南麓カルデラである可能性が高く，その噴火は第四紀カラブリアン期に起きたと考えられる． 引用文献水戸悠河ほか，2024，地質学会第131年学術大会要旨．布原ほか，2008，月刊地球，**32**，356-366．吉田ほか, 2020, 地学雑誌, **129**, 529–563.Takashima et al., 2017, Quat. Geochronology, **41**, 151–162.Sell and Samson, 2011. Geology, **39**, 303-306.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第6会場(E305)

[2oral611-19] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:野崎 篤(平塚市博物館)、羽田 裕貴(国立研究法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

16:45 ~ 17:00

[T13-O-7] 秋田沖第四系の高精度微化石層序から探る第四紀古海洋変動

瀬戸口 怜子[1]、*今井 利矩[1]、佐藤 時幸[2] (1. 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構、2. 秋田大学名誉教授)

【発表者変更】　瀬戸口 怜子→今井 利矩（2025.9.12 変更）

キーワード：石灰質ナンノ化石、底生有孔虫化石

秋田地域では石油探鉱を目的として掘削された坑井に有孔虫化石層序に基づく地層区分が用いられており、かねてより岩相層序に基づく地表地質層序との対比に混乱が生じていることが指摘されてきた（佐藤ら, 1988；佐藤, 2012）。本研究では、秋田沖の基礎試錐「本荘沖」、「由利沖中部」、「子吉川沖」及び「西目沖」の新生界最上部の石灰質ナンノ化石の再鑑定を行い、石灰質ナンノ化石層序に基づく地質年代値を用いて地表地質層序との対比を行った。加えて、詳細な群集変化の考察が未実施である基礎試錐「本荘沖」の基礎試錐報告書既報の底生有孔虫化石データを再検討し、底生有孔虫化石の群集変化及び石灰質ナンノ化石の貧化石帯が氷期‐間氷期サイクルを反映している可能性を議論する。

秋田沖基礎試錐における石灰質ナンノ化石の再鑑定の結果、沖合に位置する基礎試錐「本荘沖」及び「由利沖中部」において0.85Maより新しい堆積物が層厚約1,500 m以上で分布すること、今回再鑑定を実施した全ての秋田沖基礎試錐において0.85〜1.18Maの間に時間間隙が存在することが示された。また、基礎試錐「本荘沖」において、0.85Maより新しい堆積物を対象とし、底生有孔虫化石をInner neritic、Outer neritic、Subtoxic、Dysoxicを示す群集に分け、各群集について底生有孔虫化石の総数に対する割合を算出した結果、Dysoxicを示す種はほぼ産出せず、Inner neritic、Outer neritic、Subtoxicを示す底生有孔虫化石群集の周期的な増減が認められた。さらに、石灰質ナンノ化石の貧化石区間は周期的に出現し、Inner neriticあるいはOuter neriticを示す底生有孔虫化石群集の割合が増加する区間に概ね一致した。

本研究により、一般的に秋田沖には笹岡層が厚く分布すると考えられてきたが，基礎試錐「本荘沖」及び「由利沖中部」では秋田平野の笹岡層が堆積した時代に対比される地層は薄く、それよりも新しい0.85Ma以降の海成層が厚く分布することが明らかになった。また、秋田沖基礎試錐で確認された時間間隙（0.85〜1.18Ma）はMid-Pleistocene climate transitionに対応し、氷床拡大に伴う海水準の低下によって不整合が形成されたことが原因であると考えられ、秋田沖が汎世界的な環境変動の影響を受けていたことを示す。0.85Ma以降の堆積物における周期的な底生有孔虫化石の群集変化及び石灰質ナンノ化石の貧化石区間の出現は、氷期‐間氷期サイクルの影響による海洋環境の変化が影響した可能性があることから、秋田沖基礎試錐位置では、不整合が形成された後も汎世界的な環境変動の影響を受け続けていたと考えられる。

引用文献

佐藤 時幸, 2012, 微化石研究の現状と石油地質学への応用—古海洋環境変化とは何かー,石油

©日本地質学会

技術協会誌；佐藤 時幸・高山 俊昭・加藤 道雄・工藤 哲朗, 1988, 日本海側に発達する最上部新生界の石灰質微化石層序その3：秋田地域および男鹿半島, 石油技術協会誌

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第6会場(E305)

[2oral611-19] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:野崎 篤(平塚市博物館)、羽田 裕貴(国立研究法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

17:00 ~ 17:15

[T13-O-8] 古田沢湖層の年代と大型植物化石から見たMIS3期の環境変化

*矢部 淳[1]、植村 和彦[1]、植田 弥生[2]、五井 昭一[3]、百原 新[4] (1. 国立科学博物館生命史研究部、2. 滋賀県立琵琶湖博物館、3. 秋田まるごと地球博物館ネットワーク事務局、4. 千葉大学大学院園芸学研究院)

キーワード：古田沢湖層、第四紀、MIS 3、D–O イベント、北東北地方

「古田沢湖層」は秋田県仙北市の田沢湖北東岸に分布する第四系で，植田房雄氏らによって1964年に非公式に提唱された．同層は大型植物化石や昆虫化石などを含み，植物では北東北に自生する寒冷要素と本州以西の温暖要素が混在する群集だと報告されていた．本研究では，植田氏らが収集した標本を含んで，同層から収集され国立科学博物館に収蔵されていた標本を分類学的に再検討するとともに，５地点の標本のAMS年代を測定した．その結果，AMS年代は補正年代で43,508~38,323 cal yBP（±1σ）の範囲で４つに分けられ，いずれも最終氷期の亜間氷期MIS3に含まれることが明らかとなった．植物化石群集の組成は時代ごとに異なり，現在の北東北を含む広域に分布するブナ*Fagus crenata*などの冷温帯要素を中心に，関東以西に分布する要素を僅かに含む群集と，後者を含まず，冷温帯要素と亜寒帯要素(チョウセンゴヨウ*Pinus koraiensis*，ハリモミ*Picea torano*，コメツガ*Tsuga diversifolia*)を含む群集に分けられることがわかった．各群集の年代は，それらの組成変化が，MIS3期に観測されているダンスカード・オシュガーイベント（D–O event）のIS-11と10の温暖化とその後の寒冷化に対応されることを示唆する．カルデラ湖である田沢湖は外輪山よりも外からの河川の流入がなかったため，湖面（海抜250m）から背後の山地（海抜約400m）という限られた範囲の植生が短期の環境変化に応じて動的に変化したことを示すと考えられる．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月15日(月) 15:00 ~ 17:30 口頭第6会場(E305)

[2oral611-19] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:野崎 篤(平塚市博物館)、羽田 裕貴(国立研究法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

17:15 ~ 17:30

[T13-O-9] ポットホールの節理による構造規制とその生成機構：和歌山県古座川町「滝の拝」の例

*木村 克己[1]、金子 誠[1]、山本 俊哉[2] (1. 深田地質研究所、2. 和歌山県立田辺高校)
キーワード：ポットホール、直交節理、熊野層群、プラッキング、古座川町滝の拝

はじめに

和歌山県古座川町の「滝の拝」にて，古座川の左支流（小川）の岩盤河床に発達するポットホールを対象に実施したドローン撮影と現地調査に基づいて，ポットホールの特徴を記載し，その地質構造規制と発達過程を考察した．現地調査は2024年3月と10月に合計3日間実施した．木村・金子(2024)で記載を中心にした内容を発表している．

本論では，伊藤（1979）にならって，ポットホールを河流による侵食穴の総称とし，その分類名称も伊藤（1979）にしたがう．河流による岩盤河床 の侵食様式としては，一般に摩耗，プラッキング（剥ぎ取り），打撃，溶食があるが，これらのうち節理が発達した岩盤河床ではプラッキングによる侵食が極めて効果的であると指摘されている（Whipple et al., 2000）．「滝の拝」のポットホールは，和歌山県の天然記念物に指定され，南紀熊野ジオパークのジオサイトにもあげられている．

地形・地質概要

小川は標高600-750mの開析の進んだ山地を流れる全長41㎞の穿入蛇行河川で，その中流部に「滝の拝」地区が位置する．「滝の拝」地区では，小川の河道は下流から上流に向けてN40E-S40WからN70E-S70Wへと湾曲し，右岸側に幅30-40mで500m以上にわたって平坦な岩盤河床が連続する（図1）．左岸側には狭長な流路が延び，橋の上流40-70m区間には落差8mの滑滝がある．滑滝より下流側は河床から比高8m以上のテラスとなっている．

小川の基盤岩の大半は中期中新世の熊野層群からなる（久富，1981）．「滝の拝」付近では熊野層群の成層砂岩・砂岩シルト岩互層から構成され，NNW-SSE走向，10-15°E傾斜をなす．岩石は熱水変質をうけて白色硬化し，層理面は新鮮な露頭では癒着し塊状を呈する．風化した露頭では層理面は開離し剥離面として機能している．岩盤河床・テラスには直交する2方向の垂直節理が発達し，その走向は河道方向とそれに直交する２方向であり，河道の湾曲に符合するように変化する（図2）．

「滝の拝」のポットホール

河道にかかる橋の手前，右岸の凹み（図1）を境にポットホールの特徴が急変する．下流側の「長」区では岩盤は段丘化し，岩盤表層は風化し，表層部の数10㎝にはシーティング節理が形成され幾層もの剥離層が形成されている．岩盤テラスは河道方向とそれに直交する開口した節理で刻まれ，テラスの縁は矩形をなす．テラスには円ないし楕円形のポットホールが散在し，下流ほどテラス面の平坦さがくずれ，河道との比高が低下する傾向が認められる．

「滝の拝」区では岩盤は新鮮でテラス表面は灰色ないし白色を呈し，河道方向に延びる溝穴型のポットホールが一面に発達する（図1）．溝穴の間隔は上流部では30-60㎝であるが，

©日本地質学会

下流部では60-120㎝と約2倍になり，深さは80-150㎝と3倍ほどになる．溝穴は一般に1つあるいはいくつかの長楕円形の輪郭でスプーン状に下に凸な穴（スプーン穴と呼ぶ）の縦列配列で表現できる．溝穴の底や側面は滑らかな湾曲面をなすが，一部の溝穴の側壁は垂直の壁面をなし，その壁沿いや底部に延びに平行する節理が認められる．スプーン穴の上流端は河道に直交する節理に沿うことが多い．また，風化した岩盤では，開離した同節理に沿って，下流側壁が削剥されて連続したステップが形成され，層理面を境界面として岩盤剥離が生じている．

まとめ

「滝の拝」の岩盤・河床テラスに発達するポットホールの産状から，洪水流によるプラッキング（岩盤剥離）が節理沿いに発生し，溝穴型ポットホールとブロック状の岩盤剥離が発生したことが推定できる．その際，河道方向の節理によって帯状配列をなす溝穴の方向を，河道に直交する節理によってプラッキングの始点がそれぞれ支配されたと考えることができる．また，風化し節理や層理面が開離した河床・テラスでは，直交する節理と層理面に画された岩盤の剥離侵食が発生していると考えられる．なお，アブレーションの侵食機構は，河床とテラスの平滑化と溝穴型ポットホールの伸展・スムーズ化において寄与したものと考えられる．

参考文献

・久富邦彦 (1981) 地質学雑誌,87,157-174.
・伊藤隆吉 (1979) 日本のポットホール，古今書院.
・木村克己・金子誠 (2024) 深田研年報，no.25, 137-149.
・Whipple et al. (2000) GSABull, 112(3), 490-503.



図1　古座川町「滝の拝」周辺の衛星画像（Google Earth Pro，2018年5月11日撮影）
出典：木村・金子(2024)

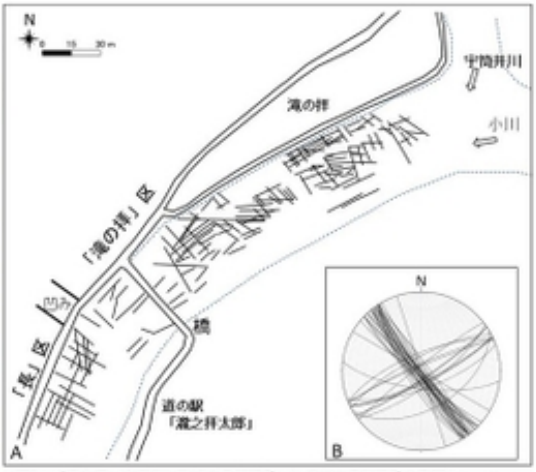


図2　「滝の拝」の河床に発達する節理系　A：卓越する節理系の平面トレース．
B：節理面のステレオネット（下半球投影）．「滝の拝」区の上流部で測定．
出典：木村・金子(2024)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[2oral701-12] G. ジェネラルサブセッション地球化学6・地域地質・層序6

座長:有元 純(産業技術総合研究所 地質調査総合センター)、宇野 康司(兵庫県立大学)、黒田 潤一郎(東京大学大気海洋研究所)

8:45 ~ 9:00

[G-O-20]

（講演取消）

ECS

9:00 ~ 9:15

[G-O-21]

島根県大田市の海岸に転がるチャート礫より産出したペルム紀からジュラ紀にかけての放散虫化石とその意義

*古谷 裕[1]、水上 隆、水上 恒子、半田 久美子[2] (1. まちなか石ころ研究会、2. 兵庫県立人と自然の博物館)

9:15 ~ 9:30

[G-O-22]

白亜紀における西南日本の古地磁気極移動曲線の高精度化

*宇野 康司[1]、菅 遥輝[1]、古川 邦之[2] (1. 兵庫県立大学、2. 愛知大学)

9:30 ~ 9:45

[G-O-23]

紀伊水道徳島沖の海底下撓曲構造と重力異常

*有元 純[1]、宮川 歩夢[1] (1. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

9:45 ~ 10:00

[G-O-24]

伊豆半島西側斜面深海部域からの基盤岩類

*坂本 泉[1]、長嶌 百花[1]、古橋 皇[1]、新井 仁奈[1]、渡邊 聡士[1]、柴尾 創士[1]、横山 由香[1]、森 光貴[2]、佐藤 悠介[3]、棚橋 道郎[4] (1. 東海大学海洋学部、2. 千葉大学理学研究科、3. (株)マリンワークジャパン、4. 海洋エンジニアリング(株))

10:00 ~ 10:15

[G-O-25]

関東山地北部跡倉ナップと秩父北帯との層序関係：３つの解釈

*竹内 圭史[1] (1. なし)

10:15 ~ 10:30

[2oral701-12-7add]

休憩

10:30 ~ 10:45

[G-O-26]

東シナ海大陸斜面域における表層堆積物中のヘリウムの起源

*土岐 知弘[1]、與那嶺 竜勢[1]、鹿児島 渉悟[2]、高畑 直人[3] (1. 琉球大学、2. 富山大学、3. 東京大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

©日本地質学会

10:45 ~ 11:00

[G-O-27]

北海道苫小牧市に分布する黒ボク土の有機分子分析による形成過程の検討

*福地 亮介[1]、沢田 健[1,2]、松井 昭[3] (1. 北海道大学理学院自然史科学専攻、2. 北海道大学理学研究院地球惑星科学部門、3. 日本工営(株))

11:00 ~ 11:15

[G-O-28]

オーストラリア北西大陸棚のブラウズ堆積盆地で産する天然ガスの起源と産状

*稲場 土誌典[1]、森田 宜史[2] (1. 株式会社INPEXソリューションズ、2. 株式会社INPEX)

学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

[G-O-29]

オーストラリア北西沖大陸棚に分布するドロマイトの形成過程

*葭井 功輔[1,2]、髙柳 栄子[1,3]、若木 重行[4,6]、REUNING Lars[5]、井龍 康文[1,3] (1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構、3. 変動海洋エコシステム高等研究所、4. 国立歴史民俗博物館、5. Institute of Geosciences, CAU Kiel University、6. 海洋研究開発機構高知コア研究所)

11:30 ~ 11:45

[G-O-30]

中部九州火山地域温泉水ストロンチウム同位体組成：マグマ経由火山性地殻流体とスラブ流体起源有馬型塩水の比較

*可児 智美[1]、森川 徳敏[2]、三澤 啓司[3]、中村 仁美[2] (1. 熊本大学、2. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター、3. 国立極地研究所)

11:45 ~ 12:00

[G-O-31]

Gold distribution in the Eastern Desert of Egypt and its relation to ophiolitic serpentinites from a Neoproterozoic accretionary complex

*Yasser Medhat Hassan Abdelrahman[1,2], Atsushi Okamoto[1], Abdel-Moneim Eldougdoug[2], Mohamed Gobashy[3] (1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, Japan, 2. Geology Department, Faculty of Science, Cairo University, Egypt , 3. Geophysics Department, Faclty of Science, Cairo University, Egypt)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[2oral701-12] G. ジェネラルサブセッション地球化学6・地域地質・層序6

座長:有元 純(産業技術総合研究所 地質調査総合センター)、宇野 康司(兵庫県立大学)、黒田 潤一郎(東京大学大気海洋研究所)

ECS

9:00 ~ 9:15

[G-O-21] 島根県大田市の海岸に転がるチャート礫より産出したペルム紀からジュラ紀にかけての放散虫化石とその意義

*古谷 裕[1]、水上 隆、水上 恒子、半田 久美子[2] (1. まちなか石ころ研究会、2. 兵庫県立人と自然の博物館)

キーワード：チャート、放散虫化石、久利層、中新世、ペルム紀

2023年8月，筆者らのうち水上 隆は，大田市の文化財にも指定されている珪化木の巨木が見られることでも知られる，大田市仁摩町の田尻海岸に転がる多数の礫の中に，チャートが存在するのではないかと考え，高校時代の同級生であった古谷 裕に確認を求めた．その後，水上 隆，水上恒子，古谷 裕の3名で2024年3月に田尻海岸を訪れ，海岸に転がる石ころの中から約20個のチャートを見いだした．そのチャートからフッ化水素酸処理により古生代ペルム紀から中生代ジュラ紀に及ぶ放散虫化石等が抽出された（図）．

田尻海岸は集落からの距離があるため，海岸に転がっているチャート礫が人によって持ち込まれた可能性は低いと考えられるが，海岸に露出する中新世久利層の礫岩に由来するものであることをより確からしくするために，2024年8月および11月に，海岸に露出する礫岩層からのチャート礫の探索を行った．しかし，その時は露頭から発見できなかったので，海岸に多数転がる礫岩の転石を持ち帰り，三田市立弥生小学校内にある石ころ研究室で，訪れた小学生の協力を得て，持ち帰った礫岩を割り，チャートを探した．さらに，この過程で発見されたチャートの円礫または亜円礫のうち，5個に対して放散虫化石の抽出処理を行ったところ２個から放散虫化石が得られた．

さらに，2023年8月に大田市にて古谷が個人的に実施した「石ころ標本づくり」を受講した小学3年生の奥村尚己さん（受講当時大田市立大田小学校2年生，現在は4年生）から，2024年に大田市久手町の海岸にてチャートを発見したとの知らせを受け，2024年6月にその石がチャートであることが確認されたので，本人とともにチャートの発見場所である大田市久手町の柳瀬海岸を訪れ，チャートの採集を行った．

一般に，日本海側には日本海の形成と拡大に伴って堆積した新生代新第三紀以降の地層が広く分布しているため，チャートを含む可能性のある中生代以前の地層の分布は限られている．地質図Naviを参照すれば，地層としてのチャートが太平洋または瀬戸内海側との分水界の日本海側に分布しているのは，本州においては福井県および島根県西端の高津川流域から山口県萩市にかけての地域に限られ，島根県大田市においても，地層としてのチャートや，チャートを含む可能性のある中生代以前の地層は存在しない．しかし，島根県大田市では，中新世大森層の砂岩層に礫種のうちチャートが多数を占める礫岩層が狭在することが知られ（井上，1992）．梅田ほか(1992)によって，三畳紀およびジュラ紀の放散虫化石の産出が報告されている．しかし，このチャートは多くの人の居住地からは隔絶された極めて狭い範囲でのみ，見られるものであった．

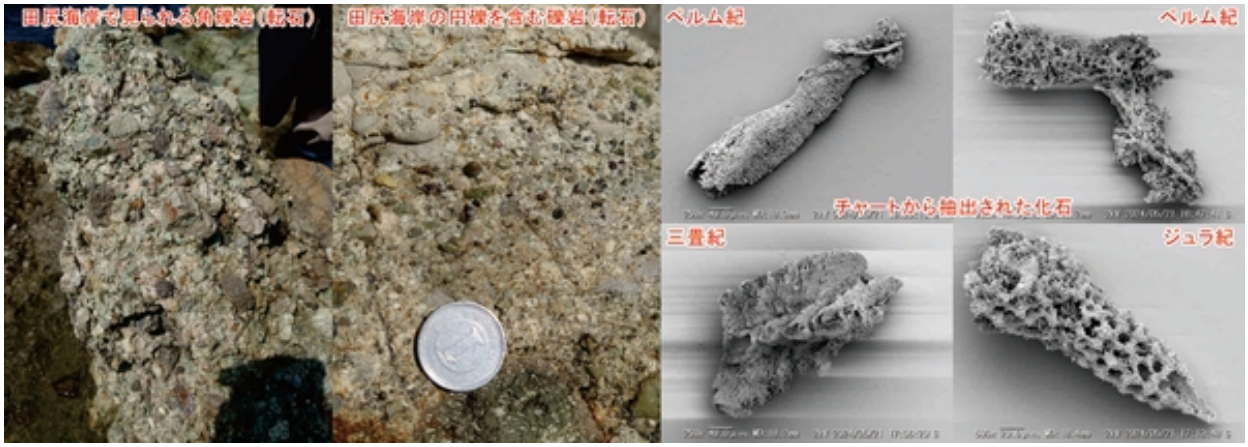
チャートは非常に硬い石であるため，河川によって遠方まで運ばれることで，地層中に占める割合以上に河床の礫に占める割合は高くなり，広い範囲に分布すると考えられる．その

©日本地質学会

事は地層としてのチャートが見られない地域であっても，石ころとしては存在する可能性があることを意味している．チャートは学校教育の中では中学1年で初めて学習する岩石であるが，石ころとして存在する場合，表面がツルツルで，非常に硬いため，他の石から識別しやすい．さらに遠い過去の放散虫の生息域から現在転がっている場所まで，そのチャートがたどった道筋について考察する中で，チャートとの出会いが，大昔にはるか遠くの海で生息していた小さな生き物との出会いと捉えることで，多くの人々に深い感慨を与える可能性を持った石である．そのため，初学者に石のもつ面白さを伝える材料としては有力な候補になり得る石でもある．今回の発見も小学生の協力があって可能となったものであるが，硬くてツルツルというチャートの特徴が，小学生にもしっかり理解されたことが発見につながったものと考えられる．

今後，島根県大田市において，２か所から化石を含むチャートが発見されたことで，仁摩保育園の園児たちと田尻海岸でチャート探しを実施し，仁摩小学校6年生を対象に，「石ころ標本づくり」を10月に実施することを計画しているが，今回の発見により，日本海側の他地域でもチャートの確認が期待できるので，地学教育の有力なツールとしてのチャートへの期待が高まったと言えそうである．

引用文献：井上多津男, （1982）, 地球科学, **36**, 47－50． 梅田真樹ほか,（1992），島根大学地質学研究報告, **11**, 71-76.



©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[2oral701-12] G. ジェネラルサブセッション地球化学6・地域地質・層序6

座長:有元 純(産業技術総合研究所 地質調査総合センター)、宇野 康司(兵庫県立大学)、黒田 潤一郎(東京大学大気海洋研究所)

9:15 ~ 9:30

[G-O-22] 白亜紀における西南日本の古地磁気極移動曲線の高精度化

*宇野 康司[1]、菅 遥輝[1]、古川 邦之[2] (1. 兵庫県立大学、2. 愛知大学)

キーワード：古地磁気極移動曲線、白亜紀、西南日本

古地磁気情報に基づく見かけの極移動曲線（Apparent Polar Wander Path, APWP）は、ある地質領域の運動史を復元するための基本的情報である。北米大陸やユーラシア大陸など、主要な大陸についてはこれまで数多くの研究が行われ、極移動経路が次第に更新・洗練されてきた。APWPを構成するそれぞれの磁極の信頼性については、Meert et al. (2020) によって提唱された、地質状況や磁化情報に関連する7項目からなる R criteria （R score） が利用される。
ユーラシア大陸東部（東アジア）と日本列島とのテクトニクス的関係を APWP から議論するためには、日本列島からの白亜紀以前の高精度な磁極の取得が必要である。西南日本ではこれまで白亜紀の磁極データの蓄積が行われてきたが、これらを R criteria の観点から評価したとき、特に 100 Ma の磁極に関しては、その精度の向上が不可欠である。
本研究では、西南日本内帯に分布する羽山層（101 ± 4 Ma；鈴木ほか, 2001）を対象に、古地磁気解析を実施した。4地点から採取された赤色泥岩試料に対して段階熱消磁を行い、高温磁化成分としてヘマタイトが担う残留磁化を分離した。高温磁化成分は褶曲テストに合格した。光学顕微鏡観察および化学分析の結果から、これが堆積時に獲得された初生磁化であると判断された。
これらの結果を既報の羽山層8地点のデータ（Uno et al., 2023）と統合し、西南日本の100 Maを代表する古地磁気極（33.7N, 210.1E, A95=4.5）を得た。この磁極は R score=4 の評価を得ており、また、西南日本における白亜紀の他の磁極と同等の信頼度を有している。これらの白亜紀の磁極は、信頼限界の範囲内において互いに区別できない位置関係にあることが示された。本研究で得られた新たな磁極データを加えることで、西南日本の白亜紀中頃における古地磁気極の位置づけがより明確となり、古地磁気極移動曲線の精度向上に寄与する成果が得られた。
Meert et al. (2020) Tectonophys. 790:228549鈴木ほか (2001) 地質学雑誌 107:541-556Uno et al. (2023) Geosci. Lett. 10:21

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[2oral701-12] G. ジェネラルサブセッション地球化学6・地域地質・層序6

座長:有元 純(産業技術総合研究所 地質調査総合センター)、宇野 康司(兵庫県立大学)、黒田 潤一郎(東京大学大気海洋研究所)

9:30 ~ 9:45

[G-O-23] 紀伊水道徳島沖の海底下撓曲構造と重力異常

*有元 純[1]、宮川 歩夢[1] (1. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

キーワード：紀伊水道、音響層序、重力異常、後期第四紀、活構造

紀伊水道は瀬戸内海東部に位置し，四国・淡路島・紀伊半島に囲まれる浅海域である．紀伊水道の北部には，中央構造線（以下，MTL）活断層系に属する西南西–東北東走向あるいは南西–北東走向の活断層が多数分布しており，紀淡海峡–鳴門海峡セグメントとして活動性が評価されている．産業技術総合研究所では，令和2年度から紀伊水道沿岸域の地質情報整備を実施しており，その一環として小型船舶を用いたマルチチャンネル反射法音波探査や海域重力探査が行われた．本講演では，徳島沖の海底下音響層序と地質構造，及び重力異常の分布について報告し，その地質学的意義について考察する．

調査海域に分布する往復走時約0.3秒以浅の海底下地質体は，海岸線付近に伏在する音響基盤と，それを覆う堆積層ユニットに区分される．さらに徳島沖MTL以南の堆積層ユニットは，侵食面を伴う不整合を境界として上位ユニットと下位ユニットに区分される．隣接する徳島平野のボーリングコアに基づく地下地質層序（羽田ほか，2025）との対比から，海域で認定される音響基盤，堆積層下位及び上位ユニットはそれぞれ，三波川変成岩類に代表される基盤岩類，MIS5e層準を含む上部更新統以下，及び最上部更新統–完新統の沖積層相当に位置付けられる．反射断面に認められるMTL活断層系は，沖積層ユニットの基底あるいは内部を変位させている．一方，MTL活断層系分布域より南方の，淡路島沖合に位置する沼島から徳島平野南部沖合にかけて，堆積層下位ユニットに撓曲構造の発達が認められる．この撓曲構造の分布は，沼島から徳島沖にかけて約20 km近く連続する，南西–北東走向の高重力異常南縁にほぼ一致している．重力異常の不連続パターンは，密度の異なる地質体の水平分布あるいは伏在断層による基盤の高度差を表す可能性があるが，撓曲変形帯の存在から，徳島沖では基盤岩類を切る伏在断層の存在が示唆される．この撓曲変形は，沖積層相当ユニットの基底以上にはほぼ及んでいないことから，最終氷期最盛期以降，現在にかけて非活動的であると推定される．また，これらの撓曲変形帯及び重力異常は，現在活動的であるMTL活断層系の西南西–東北東横ずれ断層群とは斜交する．従来より，フィリピン海プレートの斜め沈み込みに伴う前弧スリバーの西進運動を背景として，西南日本弧の地形や活構造が形成されてきたことが指摘されていた（佃，1992）．これに対して，本研究の結果は紀伊水道北部における断層活動の様式が後期更新世以降に変化した可能性を提示し，後期第四紀テクトニクスと地質構造発達に新たな示唆を与える．

参考文献：羽田裕貴ほか (2025) 地質学雑誌, 131, 11–30.；佃 栄吉 (1992) 地質学論集, 40, 235–250.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[2oral701-12] G. ジェネラルサブセッション地球化学6・地域地質・層序6

座長:有元 純(産業技術総合研究所 地質調査総合センター)、宇野 康司(兵庫県立大学)、黒田 潤一郎(東京大学大気海洋研究所)

9:45 ~ 10:00

[G-O-24] 伊豆半島西側斜面深海部域からの基盤岩類

*坂本 泉[1]、長嶌 百花[1]、古橋 皇[1]、新井 仁奈[1]、渡邊 聡士[1]、柴尾 創士[1]、横山 由香[1]、森 光貴[2]、佐藤 悠介[3]、棚橋 道郎[4] (1. 東海大学海洋学部、2. 千葉大学理学研究科、3. (株)マリンワークジャパン、4. 海洋エンジニアリング(株))

キーワード：伊豆半島、基盤岩

伊豆半島は,伊豆小笠原弧の北端に位置し,海底火山噴出物で特徴づけられる中期中新世の仁科層・湯ヶ島層群が基盤を構成し,その上部には後期中新世～鮮新世の白浜層群,最上部の第四紀熱海層群から構成されている.最上部を構成する熱海層群を除き,下位を構成している地層は,海底での火山活動により形成されている.駿河湾内における伊豆半島西側斜面上では,過去に幾つかの調査がされているが,その多くは音波探査による解釈である.これらによると,伊豆半島西側斜面には,白浜層下部相当の音響基盤が広く分布し,その上部には白浜層相当の賀茂沖層群下部層,さらに賀茂沖層群上部層が薄く分布している（岡村ほか,1999）． 2024年10月および2025年4月には,本学調査船望星丸（1700トン）にて，海洋理工学科海洋実習3が伊豆小笠原弧北部および駿河湾において実施された．この実習では，伊豆半島西側斜面より計4カ所（湾口付近,波勝崎沖,土肥沖,戸田-大瀬崎沖）にてワニ口式ドレッジャーを用いた採泥が行われた。採泥観測時には，海底カメラシステムを用いて海底ビデオ映像も同時に取得した． 伊豆半島湾口付近（BO24-12D04:水深2300-1600m）では大量の岩石（強変質～弱変質の凝灰角礫岩,玄武岩～流紋岩の多様な火山岩片）が採取された.坂本他（2025）は,この斜面を下位より玄武岩質火山砕屑岩,安山岩～流紋岩質塊状火山砕屑岩,層理の発達した安山岩～流紋岩質火山砕屑岩層,安山岩～流紋岩質塊状火山砕屑岩に区分した.このうち最下位の玄武岩質火山砕屑岩類は,海底で噴出した水中火山岩類であり,大量の緑泥石化した変質ガラスと不規則な形状を呈した同質火山岩片からなる無層理な火砕岩であった.またその上位に位置する安山岩～流紋岩質塊状火山砕屑岩は,最大数10cmの安山岩質角礫岩と大量の1cm以下の淡黄色～白色の基質部から構成されている.この基質部は,ほぼ同質から流紋岩質の火山砕屑岩からなり,全体的に流理は発達しない.流紋岩質火山砕屑岩は,数cmサイズの角礫質軽石と,1cm以下の白色軽石が,層理を呈し形成されていた.また,量は少ない物の,玄武岩質であるが,多様性に富んだ基質角礫（酸化礫：陸上噴出）を含んだ火砕岩も採取されている.
伊豆半島波勝崎沖付近（BO25-01D01:水深1600-1200m）からは,おもに安山岩質の角礫岩が採取（220kg）されている.岩質は両輝石安山岩質で,水中噴出を示す未発達状石基を観察する事が出来た.産状は表層堆積物が巻き上がり懸濁して,海底を視認することが出来なかった． 伊豆半島土肥沖（BO25-01D02：水深1470-1240m）では,未固結の泥に混じって角礫質の岩石（37kg）および灰白色の凝灰質シルト岩片(少量)が採取された.未固結の泥質堆積物は,黒色で嫌気的な条件で形成されたシルトである.同時にシロウリ貝やアブラキヌタレ貝が数固体採取されている.角礫岩は,黒色の玄武岩質であり,岩片は最大で15-20cmであり,石基中の岩片は数mm-数cmサイズで変化に富んでいた.石基と火山岩片は,高発泡の両輝石玄武岩で岩質的に同質であり,ガラス質であり固結度が弱く（ガサガサ）,水底か陸上噴出かは不明である． 伊豆半島戸田-大瀬崎沖（BO25-01D04：水深1000-800m）では,灰白色の凝灰質

©日本地質学会

砂〜シルト岩およびその岩片が採取された.これらの凝灰質堆積岩には,数mm-1cmの二枚貝の化石,円柱状生痕(内壁にはハイ跡)や,炭化木片が含まれていた.現在化石や炭化木片より,年代測定を試みている.　伊豆半島西側沖深海部からは,１）湾口付近では玄武岩〜流紋岩質火山砕屑岩および砕屑岩層が分布し,２）波勝崎沖では,安山岩質の火山岩が採取されており,岡村他(1990)の音響基盤がこれに相当する.３）土肥沖の玄武岩質の火山砕屑岩は,湾口の変質玄武岩とは岩相（変質・固結度）が異なる事から別の活動が推定され,４）北端の戸田〜大瀬崎沖での凝灰質シルト岩の分布は,岡村他(1990) の賀茂沖層群上部層に相当する.しかし,各採泥サイトにおける活動の変遷が,南北間における固有の活動変化を示すものか？時代を示しているのか？または活動環境（水深）を示すものかは現在は不明である.岡村他（1999）20万分の1海底地質図「駿河湾」.海底地質図,No.52,地質調査所.坂本他（2025）伊豆半島西側斜面深海部域から採取された水中火山岩類の意義,JPGU SVC36-09.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[2oral701-12] G. ジェネラルサブセッション地球化学6・地域地質・層序6

座長:有元 純(産業技術総合研究所 地質調査総合センター)、宇野 康司(兵庫県立大学)、黒田 潤一郎(東京大学大気海洋研究所)

10:00 ~ 10:15

[G-O-25] 関東山地北部跡倉ナップと秩父北帯との層序関係：３つの解釈

*竹内 圭史[1] (1. なし)

キーワード：跡倉ナップ、緑色岩メランジュ、秩父北帯

関東山地北部の群馬県下仁田町地域には，三波川帯御荷鉾緑色岩類の構造的上位に跡倉ナップが存在している（1/20万地質図幅「長野」，中野ほか1998；画像は産総研シームレス地質図V2)．跡倉ナップの基底は跡倉断層により境されている．跡倉ナップ南縁と秩父北帯との境界は，埼玉県小川地域・秩父盆地北方などでは中期中新世以降に活動したWNW走向の高角断層で境されており，ナップ形成当初の地質構造を残していない（1/5万地質図幅「寄居」，牧本・竹内1992)．

跡倉ナップの南縁は下仁田町地域南西の南牧村地域で秩父北帯に達しており，そこではTazaki (1966地球科学)が記載した蛇紋岩帯である緑色岩メランジュが分布する．そこでは低角北傾斜の構造境界を伴って，下位(南側)より秩父北帯の石灰岩体など非変成付加体，緑色岩メランジュ，さらに非変成付加体が構造的に累重している．この緑色岩メランジュのNW端は南牧村大塩沢で途絶え，以西には非変成付加体が分布する（藤本・北村1942地質雑）．演者は南牧村地域が本来の構造関係が残っている唯一の地域であると期待していた．

跡倉ナップ南縁部と秩父北帯との層序関係は，①緑色岩メランジュを境に上位を別の地質帯とする見解，②緑色岩メランジュの上位の付加体も秩父北帯であり，秩父北帯が断層・褶曲により構造的に繰り返しているとする見解がありうる．①では，跡倉ナップ基底を画する緑色岩メランジュが跡倉ナップと秩父北帯との構造境界となっている．この境界は全域で存在しなければならず西方へ延長していることが求められる．1/20万地質図幅「長野」において竹内は，この見解①に基づき西方の付加体中にWNW-ESE走向の断層を推定した．そして緑色岩メランジュの上位側(北側)の付加体を，跡倉ナップに属する未詳付加体に地層区分した．また②では，緑色岩メランジュの上位側の付加体が秩父北帯万場・上吉田ユニットに類似することを重視する．しかしどのような断層・褶曲構造により秩父北帯が繰り返すのかは明らかでなく，また緑色岩メランジュが繰り返して分布していない点も難点である．

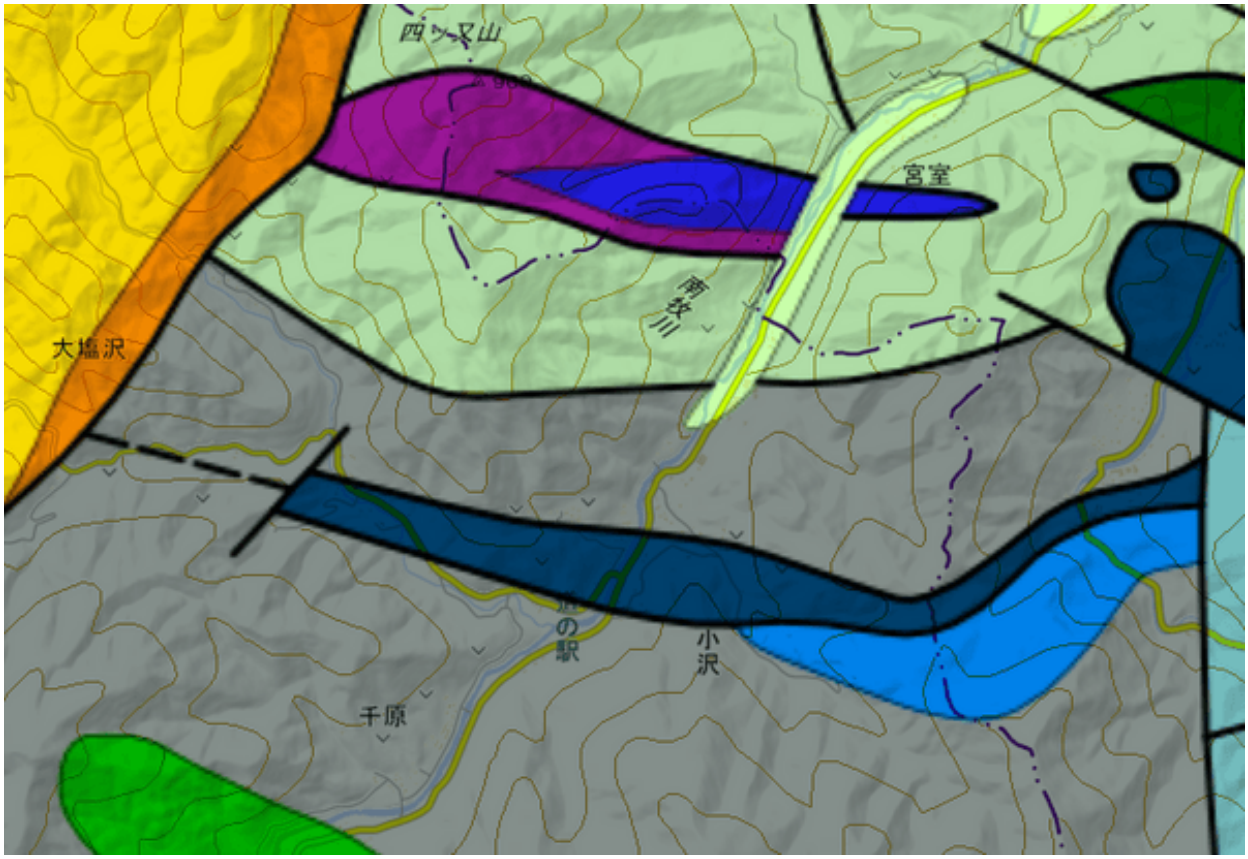
③緑色岩メランジュ構造性貫入岩体説　本要旨で新たに提唱する，緑色岩メランジュを秩父北帯の付加体中に調和的に固体貫入した岩床状の岩体とする見方である．この見方では，緑色岩メランジュの上位の付加体も秩父北帯の付加体であることになる．南牧村大塩沢で緑色岩メランジュNW端が途切れること(藤本・北村1942)は，貫入岩体の末端を見ているためであると解釈でき，①のようにNW方の秩父北帯中に未知の構造境界断層を仮定する必要がなくなり，②の秩父北帯付加体の繰り返し構造も不要となる．

緑色岩メランジュは周囲の地層とは本来的に構造性接触関係にあるので，露頭観察により断層境界か貫入境界かを判別することは困難である．南牧村大塩沢において緑色岩メランジュの延長断層が発見されれば③は否定されるが，藤本・北村(1942)・演者の調査結果からはその可能性は低い．

③の見方では，南牧村地域の緑色岩メランジュはおそらく跡倉ナップ形成時に秩父北帯付加体のユニット境界に貫入した岩床状岩体であり，その上下の秩父北帯の地層とは層序的な

©日本地質学会

上下関係はない．もしそうであれば，形成時の跡倉ナップと秩父北帯との本来の構造関係は現在ではどこにも保存されていないように思われる．



©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[2oral701-12] G. ジェネラルサブセッション地球化学6・地域地質・層序6

座長:有元 純(産業技術総合研究所 地質調査総合センター)、宇野 康司(兵庫県立大学)、黒田 潤一郎(東京大学大気海洋研究所)

10:30 ~ 10:45

[G-O-26] 東シナ海大陸斜面域における表層堆積物中のヘリウムの起源

*土岐 知弘[1]、與那嶺 竜勢[1]、鹿児島 渉悟[2]、高畑 直人[3] (1. 琉球大学、2. 富山大学、3. 東京大学)
キーワード：東シナ海、大陸斜面域、表層堆積物、ヘリウム同位体比

東シナ海大陸斜面では，これまで冷湧水や泥火山，メタン濃度異常などが報告されており，メタンが海底から海水中に放出されている。大気中のメタンは二酸化炭素の数十倍もの温室効果ガスであり，地球表面における物質循環の定量的な把握が極めて重要である。また，ヘリウム同位体の特性を利用して，海底堆積物中のガスの起源について検討する研究が数多くなされてきている。本研究では，奄美大島西方東シナ海大陸斜面域における表層堆積物中のヘリウム同位体比とガスの組成を調べ，ヘリウムの起源やメタンの有無を明らかにすることによって，冷湧水の海底下における海底熱水系とのつながりを検証することを目的としている。$^{3}He/^{4}He$ 値は 0.98 ± 0.04 〜1.09 ± 0.02 Ra の範囲の値を取り，海底下深くなるにつれてヘリウム同位体比が低くなる傾向が見られ，浅いところでは東シナ海の深層と同様の値を示しており，過去の研究と矛盾がないデータが得られた。また，ガスの組成分析では，今回の分析方法では感度が悪く存在量を定量できなかったため，冷湧水の目安とされる1 μM より高いかどうか確証が得られなかった。また，得られた二酸化炭素濃度は海水の10倍程度高く，熱水というよりも冷湧水の特徴に近いと考えられた。ヘリウムの起源は，マントル起源ヘリウムが15%程度含まれることが示された。世界中の海底熱水中のヘリウムの起源は，マントル起源ヘリウムが70%以上を示していることから，本研究地点周辺の海底は海底熱水系とのつながりは低いことが示唆された。^{4}Heフラックスを推定すると5.09×10^{4} atoms/cm^{2}/sと見積もられ，熱水や冷湧水と比べると低いことが明らかとなった。本研究では冷湧水の特徴が確認できなかったが，過去の研究では本研究地点周辺の海底において，パッチ状にメタンが噴出していることが報告されていることから，本研究地点周辺においても同様にパッチ状に冷湧水が分布していることが示唆された。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[2oral701-12] G. ジェネラルサブセッション地球化学6・地域地質・層序6

座長:有元 純(産業技術総合研究所 地質調査総合センター)、宇野 康司(兵庫県立大学)、黒田 潤一郎(東京大学大気海洋研究所)

学生優秀発表賞エントリー ECS

10:45 ~ 11:00

[G-O-27] 北海道苫小牧市に分布する黒ボク土の有機分子分析による形成過程の検討

*福地 亮介[1]、沢田 健[1,2]、松井 昭[3] (1. 北海道大学理学院自然史科学専攻、2. 北海道大学理学研究院地球惑星科学部門、3. 日本工営(株))

キーワード：バイオマーカー、黒ボク土、多環芳香族炭化水素、北海道、テフラ

[はじめに]　黒ボク土は火山砕屑物を母材とし腐植に富んだ黒色の土壌であり，国土面積の3割程度を占める。主に火山の周辺地域に分布しており，北日本においては完新世の開始と連動して褐色の土層から黒ボク土へと変化していることが多い。その形成においては緩慢なテフラの埋積と，土壌化による腐植の蓄積がともに進行することで，上位方向へ堆積していくとされる（細野・佐瀬，2015）。黒ボク土に含まれる多量の腐植は活性アルミニウムや微粒炭などにより集積したと考えられ（高橋，2019），植物珪酸体や花粉（河室・鳥居，1986），炭素同位体比（石塚ほか，1999）などの分析から草本植生が腐植の主な供給源として有力とされる。本研究では遊離態有機分子のうち特に燃焼起源分子や植物起源バイオマーカーに着目し，黒ボク土に含まれる有機物の起源や運搬過程を議論する。燃焼起源分子である多環芳香族炭化水素（PAH）は芳香環の数などによって燃焼有機物の運搬過程を検討できる。また、植物バイオマーカーを用い，黒ボク土に集積した有機物の起源について考察する。
[試料と方法] 本研究では2024年9月に北海道苫小牧市柏原にて採取した黒ボク土試料を用いた。最下層に恵庭テフラ（En-a）が露出しており，その上位から黒ボク土を3層含む。各黒ボク土はTa-d, c, bテフラによって埋積されており，Ta-bの上位に１mほどの火山砕屑物が堆積し，最上層は表層土に覆われていた。上位の黒ボク土から第1，第2，第3黒色土とし，およそ5㎝厚で各黒ボク土について2~5試料ずつ採取した。採取後，試料は冷凍保管し，分析前に鉄乳鉢で細かく粉砕した。有機溶媒により有機分子を抽出し，GC-MSを用いて分析を行った。
[結果と考察] 試料からは主に植物ワックスに由来する長鎖*n*-アルカン，被子植物由来のトリテルペノイド，PAHが検出された。有機分子濃度は上位の黒ボク土で高く，おそらく有機炭素全体の特徴を反映していると考えられる。*n*-アルカンの平均鎖長（ACL）はほとんどの試料で高く草本植生の優勢を示す値であった。黒ボク土中の植物珪酸体などから示唆される植生復元と調和的な結果であり，柏原地域の黒ボク土形成環境でも草原植生が広がっていたと考えられる。一方、キク科やカバノキ科がもつルペオールやベツリンなどの植物トリテルペノイドが検出され，上位に向けてそれらの割合が増加した。上位で黒ボク土の起源となる植物の種類が変化した可能性がある。検出されたPAHは2〜5環であった。PAHの主な起源として，燃焼または続成由来が考えられるが，本試料においては第3黒ボク土であってもEn-aテフラ（17ka）上にあり，埋没後に芳香族化が進むような熱熟成を受けたとは考えにくく，PAHの起源としては有機物の燃焼が有力である。2~4環の低分子PAHが卓越し，5環以上の高分子PAHは全体の2割程度であった。低分子PAHは燃焼時の煤に多く，高分子PAHは炭など

©日本地質学会

の燃焼残渣に多く含まれることが知られており，PAH全体に対する低分子PAHの割合を指標化したLMW/TotalはPAHの起源が煤か，燃焼残渣かを区別できる（Karp et al., 2020）。LMW/Totalは0.8以上の高い値をとっており，PAHは煤を起源とすることがわかり，さらに現地での燃焼ではなく，主に遠方からの飛来に由来すると推察した。また，3環性PAHのうちレテンは裸子植物の燃焼に由来し，レテンの割合（Ret/3-rings）により燃焼した植物が裸子植物であったかを評価できる（Simoneit, 1977; Miller et al., 2017）。Ret/3-ringsは第3，2黒色土では0.2以上であり，第1黒色土では0.1以下であった。第2黒色土の上位のTa-cの降下年代は2.5kaであり，2.5ka以降では針葉樹の燃焼が減少したと考えられる。

[引用文献]

細野衛・佐瀬隆（2015）*第四紀研究*, **54**, 323—339.
石塚成宏ほか（1999）*第四紀研究*, **38**, 85—92.
Karp, A.T. et al.（2020）*Geochim. Cosmochim. Acta*, **289**, 93—113.
河室公康・鳥居厚志（1986）*第四紀研究*, **25**, 81—93.
Miller, D. R. et al.（2017）*J. Paleolimnol.*, **58**, 455—466.
Simoneit, G.R.T.（1977）*Geochim. Cosmochim. Acta*, **41**, 463—476.
高橋正（2019）日本土壌肥料科学雑誌, **90**, 327—330.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[2oral701-12] G. ジェネラルサブセッション地球化学6・地域地質・層序6

座長:有元 純(産業技術総合研究所 地質調査総合センター)、宇野 康司(兵庫県立大学)、黒田 潤一郎(東京大学大気海洋研究所)

11:00 ~ 11:15

[G-O-28] オーストラリア北西大陸棚のブラウズ堆積盆地で産する天然ガスの起源と産状

*稲場 土誌典[1]、森田 宜史[2] (1. 株式会社INPEXソリューションズ、2. 株式会社INPEX)
キーワード：石油・天然ガス、二酸化炭素、ヘリウム、ブラウズ堆積盆地、オーストラリア

ブラウズ堆積盆地（Browse Basin）はオーストラリアの北西大陸棚に約14万平方キロメートルに渡って分布しており，層厚15,000mを超える古生界～新生界を堆積させている。ここでINPEXは，2000年にイクシスガス・コンデンセート田を発見した。中部ジュラ系と下部白亜系の砂岩貯留層から産出される可燃性天然ガスは，二酸化炭素を伴っている。可燃性の炭化水素から見ると，二酸化炭素は燃焼しない不用成分であり，温室効果ガスとして問題視もされている。もし探鉱に臨む時点で二酸化炭素の含有の程度を予測できるならば，二酸化炭素に乏しいことが期待できる候補のほうを優先させる選択も可能となる。
ブラウズ堆積盆地では実測値の数が十分とは言えないこともあり，実測された二酸化炭素の濃度のみからでは，その濃度の地域的特徴を議論することは困難であった。そこで，産出された二酸化炭素の起源を考察することから始めた。二酸化炭素は，有機起源（可燃性炭化水素と同じ有機物の熱分解に由来）と無機起源（炭酸塩鉱物の熱分解やマグマに由来）に大別される。このような二酸化炭素の起源は，その炭素同位体組成と，共存するヘリウムのような希ガスの同位体組成とを組み合わせることにより議論される。イクシスガス・コンデンセート田とその周辺で採取したガス11試料では，含まれる二酸化炭素の濃度はおよそ8%～16%，その炭素同位体組成$\delta^{13}C_{CO2}$は-2.8‰～+0.3‰であった。また，含まれるヘリウムの同位体組成R/Ra比は0.20～0.80であった。Huang et al. (2015) に従うと，分析した11試料に含まれる二酸化炭素は，主として炭酸塩鉱物の熱分解に由来すると結論された。
ブラウズ堆積盆地において，主要なガス・コンデンセート貯留層よりも下位の層準では，ペルム系と三畳系に炭酸塩岩の存在することが知られている。ある広域的な断面において，炭化水素成分と二酸化炭素の生成と移動の過程を考察した。白亜系根源岩に含まれる有機物の熱分解を起源とする炭化水素の生成と移動は，主として古第三紀から生じていた。ペルム系と三畳系に含まれる炭酸塩鉱物では，その熱分解に起因する二酸化炭素は現在までほとんど生成されていないと見られた。このことは，ブラウズ堆積盆地で集積している炭化水素に伴われる二酸化炭素がそれほどの高濃度には達していない産状と矛盾しない。その一方で，ペルム系や三畳系よりもさらに下位の層準にも炭酸塩岩が存在する可能性や，二酸化炭素を生成しやすい炭酸塩鉱物が含まれる可能性も残された。
集積した炭化水素成分が二酸化炭素によって置換を受けた事例は，既に報告されている。この点を考え合わせると，石油探鉱では炭化水素のみでなく，二酸化炭素のような非炭化水素成分においても生成や移動のプロセスを考察することが重要であると再認識された。
引用文献
Huang, B., Tian, H., Huang, H., Yang, J., Xiao, X., and Li, L., 2015: Origin and accumulation of CO_2 and its natural displacement of oils in the continental margin basins, northern

©日本地質学会

South China Sea. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, **99**(7), 1349-1369.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[2oral701-12] G. ジェネラルサブセッション地球化学6・地域地質・層序6

座長:有元 純(産業技術総合研究所 地質調査総合センター)、宇野 康司(兵庫県立大学)、黒田 潤一郎(東京大学大気海洋研究所)

学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

[G-O-29] オーストラリア北西沖大陸棚に分布するドロマイトの形成過程

*葭井 功輔[1,2]、髙柳 栄子[1,3]、若木 重行[4,6]、REUNING Lars[5]、井龍 康文[1,3] (1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構、3. 変動海洋エコシステム高等研究所、4. 国立歴史民俗博物館、5. Institute of Geosciences, CAU Kiel University、6. 海洋研究開発機構 高知コア研究所)

キーワード：炭酸塩堆積学、ドロマイト、炭酸塩プラットフォーム、オーストラリア北西沖大陸棚

本研究ではオーストラリア北西沖大陸棚（North West Shelf: NWS）に分布するドロマイトを対象に，鉱物学的・岩石学的・地球化学的手法を用いて，その起源と成因を考察した．
NWSは受動的な大陸縁辺部に位置する炭酸塩プラットフォームであり，中新世には浅海における炭酸塩の堆積と，乾燥・高塩分水環境下における蒸発岩および炭酸塩の堆積が繰り返されたことが知られている．
本研究で検討した試料は，NWSのRoebuck Basinで実施されたIODP第356次航海のU1464地点より得られたコア試料から採取した139試料である．
研究対象の中新統は岩相に基づいて6つのユニットに区分され，その中には3回の不整合が認められる．本研究の成果と先行研究の生層序データを統合することにより，U1464地点の堆積過程とドロマイトの形成過程を明らかにした．その概要は，以下の通りである．
ユニット6は浅海で堆積したbioclastic floatstone/packstone/wackestoneから構成され，その堆積年代はSr同位体比から，約19.5〜16.5 Maと推定される．この間，約18〜16.5 Maには当時の海水を母液として，本ユニットが部分的にドロマイト化した．
その後，約16.5〜15.5 Maには本地域一帯は乾燥化し，高塩分の極浅海で，ユニット5に含められるbioclastic mudstone/wackestone/packstoneが堆積した．本ユニットのドロマイトは，蒸発岩や蒸発環境を示す堆積構造を伴うことと酸素同位体比が大きいことより，蒸発性ドロマイト化作用によって形成されたと思われる．ドロマイトのSr同位体比年代は，ユニット6およびユニット5の堆積年代から推定される堆積年代より古い値を示す．これらより，本ユニットのドロマイトは，堆積場が外洋から隔離された状態下で，下位層に由来するSrを含む高塩水から析出したと想定される．
ユニット4はユニット5の上位に不整合関係で重なり，両者間には約200万年間の堆積間隙がある．ユニット4は部分的にドロマイト化したbioclastic wackestone/packstoneよりなり，その堆積年代は生層序より，約13.5〜11.5 Maである．本ユニットにおいても，Sr同位体比年代は堆積年代より古い値を示し，これは浸食により下位層由来のSrが当時の海水に供給されたことが原因と思われる．
続いて，11.5 Ma前後に本地域一帯は乾燥化し，堆積場は極浅海の高塩水環境となり，bioclastic mudstone/packstoneからなるユニット3が堆積した．本ユニットには蒸発岩や蒸発環境を示す堆積構造が認められることから，本ユニットのドロマイトは蒸発性ドロマイト化作用によって形成されたと考えられる．本ユニットのドロマイトは$^{87}Sr/^{86}Sr$は変動幅が広い．これは下位層由来の$^{87}Sr/^{86}Sr$が低いSrに加え，オーストラリア大陸由来の$^{87}Sr/^{86}Sr$が高

©日本地質学会

いSrも母液に取り込まれたためと推定される．
ユニット2は極浅海環境で堆積したbioclastic wackestone/rudstoneからなり，ユニット3とは不整合関係にある．本ユニットのドロマイトの大部分はSr同位体比年代が10〜8 Maであることから，本ユニットの堆積は11.5〜10 Maの範囲内であると思われる．本ユニットは部分的にドロマイト化しており，このドロマイトは当時の海水から析出したドロマイトの酸素同位体比の推定値より大きな酸素同位体比を有することから，母液は高塩分の海水であると思われる．また，Sr同位体年代が10〜8 Maという狭い範囲内にあることから，ユニット2に形成された高塩分水が約120 mに渡って浸潤して，ドロマイトが形成されたと推定される．
最上位のユニット1はユニット2に不整合関係で重なり，両者間の堆積間隙は最大で約150万年に及ぶ．ユニット1は浅海環境で堆積したbioclastic packstoneからなり，その生層序年代を外挿して求められる堆積年代は約8〜6 Maである．本ユニットは一部ドロマイト化しており，その年代は約7〜5 Maである．同様の年代および酸素同位体比を有するドロマイトはユニット2の下部にも認められるため，海水起源の母液が少なくとも海底下約200 mにまで浸潤してユニット1および2のドロマイト化作用を起こした可能性がある．
本研究により，NWSでは堆積環境の変化に伴い海水ドロマイト化作用と蒸発性ドロマイト化作用とが繰り返し発生したことが明らかになった．NWSは典型的な炭酸塩プラットフォームであることから，世界の他の炭酸塩プラットフォームでも同様のドロマイト化作用が生じたと想定される．この成果はドロマイトの成因に関する理解を深める新たな知見である．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[2oral701-12] G. ジェネラルサブセッション地球化学6・地域地質・層序6

座長:有元 純(産業技術総合研究所 地質調査総合センター)、宇野 康司(兵庫県立大学)、黒田 潤一郎(東京大学大気海洋研究所)

11:30 ~ 11:45

[G-O-30] 中部九州火山地域温泉水ストロンチウム同位体組成：マグマ経由火山性地殻流体とスラブ流体起源有馬型塩水の比較

*可児 智美[1]、森川 徳敏[2]、三澤 啓司[3]、中村 仁美[2] (1. 熊本大学、2. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター、3. 国立極地研究所)

キーワード：スラブ流体、ストロンチウム同位体、沈み込み、水

沈み込んだ海洋地殻と海洋堆積物の空隙からの放出あるいは含水鉱物の脱水で生成するスラブ流体は，沈み込み場の水／元素循環，地質現象で重要な役割を担う。スラブ流体の同位体化学組成，前弧域での生成過程，上昇移動経路や地殻付近での分布など，実態は明らかになっていない。沈み込み場深部で生成したスラブ流体は，一部はマントルを通過し表層へ再循環すると考えられている。西日本では非火山域にマグマを経由した流体に近い酸素—水素同位体比やマントル的な高いヘリウム同位体組成をもつ有馬型塩水が存在する[e.g.,1,2]。その特徴から地殻へ上昇した前弧スラブ流体起源と考えられる有馬型塩水は[e.g.,3,4,5,6]，マグマ経由火山性地殻流体（地殻付近でマグマから放出された水）と地球化学的特徴が類似するため，地殻付近のスラブ流体を捉えるには，マグマ経由地殻流体と有馬型塩水を区別できる新たな指標が必要である。有馬温泉と鹿塩鉱泉の分析結果から，有馬型塩水ストロンチウム安定同位体組成(δ88/86Sr)は，表層で循環する流体とは明瞭に区別できる軽い同位体組成であることから，新識別指標としての可能性が示された[7]。識別指標として確立するには，マグマ経由火山性地殻流体との比較検討が求められる。中部九州の火山域には，断層沿いに有馬塩水，マグマ経由火山性地殻流体，表層だけで循環し火山ガス成分が供給された水などが混在すると考えられる[e.g.,8]。本研究では，中部九州の火山域でマグマ経由火山性地殻流体のストロンチウム同位体組成分析結果報告，前弧スラブ流体起源有馬型塩水との比較，新指標としての有効性を議論する。

[1] Matsubaya et al., 1973. Geochemical Journal, 7(3), 123– 151. https://doi.org/10.2343/geochemj.7.123
[2] Masuda et al., 1986. Geochimica et Cosmochimica Acta, 50(1), 19– 28. https://doi.org/10.1016/0016-7037(86)90044-x
[3] Kazahaya et al., 2014. Journal of Japanese Association of Hydrological Sciences, 44(1), 3– 16. (in Japanese). https://doi.org/10.4145/jahs.44.3
[4] Kusuda et al., 2014. Earth Planets and Space, 66(1), 119. https://doi.org/10.1186/1880-5981-66-119
[5] Nakamura et al., 2014. Gondwana Research, 70, 36– 49. https://doi.org/10.1016/j.gr.2019.01.007
[6] Morikawa et al., 2016. Geochimica et Cosmochimica Acta, 182, 173– 196. https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.03.017
[7] Kani et al., 2023. Geophysical Research Letters, 50, e2022GL100309.
[8] Iwamori et al., 2023 J. Volcanol. Gotherm. Res., 433, doi: 10.1016/j.jvolgeores.2022.107739

©日本地質学会

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月15日(月) 8:45 ~ 12:00 口頭第7会場(E301)

[2oral701-12] G. ジェネラルサブセッション地球化学6・地域地質・層序6

座長:有元 純(産業技術総合研究所 地質調査総合センター)、宇野 康司(兵庫県立大学)、黒田 潤一郎(東京大学大気海洋研究所)

11:45 ~ 12:00

[G-O-31] Gold distribution in the Eastern Desert of Egypt and its relation to ophiolitic serpentinites from a Neoproterozoic accretionary complex

*Yasser Medhat Hassan Abdelrahman[1,2], Atsushi Okamoto[1], Abdel-Moneim Eldougdoug[2], Mohamed Gobashy[3] (1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, Japan, 2. Geology Department, Faculty of Science, Cairo University, Egypt , 3. Geophysics Department, Faclty of Science, Cairo University, Egypt)

キーワード：Serpentinite、Gold、Ophiolite、Egypt、Neoproterozoic

The Eastern Desert of Egypt, especially its central segment, hosts a high number of ancient gold production sites. Gold deposits in this area are mostly vein-type and many of them follow ophiolitic assemblages, which show forearc geochemical signatures. The ophiolitic serpentinites are variably carbonatized and are commonly altered to talc-carbonate assemblages along shear zones. The present work considers both the magnetic susceptibility and the geochemistry of the serpentinites and their associated rocks in relation to their gold contents. The serpentinites from the Eastern Desert shows variable magnetic susceptibility, which is highly controlled by their magnetite content and the size of the magnetite crystals. The susceptibility of talc-carbonate assemblages overlaps with the serpentinites. However, there is no clear relationship between the magnetic susceptibility and the gold content in the serpentinites and their associated rocks. Reconnaissance gold and whole-rock trace element analyses were conducted on 30 representative samples of serpentinites and their derivatives from four areas in the central segments of the Eastern Desert of Egypt. Gold was detected in 18 samples and it ranges from 0.001 to 0.022 ppm. One sample shows a relatively high gold content (0.202 ppm). This sample is composed essentially of coarse-grained antigorite and it is derived from the Fawakhir area, which is known historically for its gold mining. In addition to gold, the sample shows also the highest As (425 ppm), Sb (20 ppm), W (2.35 ppm) and U (1.96 ppm) contents compared to other serpentinites. The REE contents of the sample is higher than the other serpentinites in the area and its chondrite-normalized pattern is relatively flat with distinct negative Eu anomalies. Another quartz-carbonate sample from the Fawakhir area shows the highest Ag (0.582 ppm), Bi (0.252 ppm), Cd (0.428 ppm), Co (129 ppm), Cu (266 ppm), Mo (4.01 ppm), Pb (14.95 ppm), Se (2.68 ppm), Te (0.458 ppm), Tl (0.376 ppm) and Zn (775 ppm) contents among the analyzed samples, but its Au content is relatively low (0.005 ppm). Further work is still needed to understand the relationship between the distribution of gold and other precious and base metals and alteration processes in mantle rocks, which could be possible by the conducting further studies on the serpentinites and their derivative rocks in the Eastern Desert, especially from the Fawakhir area.

©日本地質学会

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

EDI

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[3oral101-10] T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

座長:辻 智大(山口大学)、大橋 聖和(産業技術総合研究所)、大坪 誠(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、辛島 康大(山口大学)

ハイライト講演

8:45 ~ 9:15

[T14-O-1]

［招待講演］地震波トモグラフィーから見た九州の地震火山活動と沈み込みダイナミクス

*趙 大鵬[1] (1. 東北大学)

9:15 ~ 9:30

[T14-O-2]

八重山海底地溝におけるマグマ貫入構造の空間変化：反射法地震探査による考察

*新井 隆太[1]、三澤 文慶[2]、大坪 誠[2]、木下 正高[3]、石野 沙季[2]、山本 朱音[4,2] (1. 海洋研究開発機構、2. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター、3. 東京大学地震研究所、4. 筑波大学)

ハイライト講演 ECS

9:30 ~ 9:45

[T14-O-3]

霧島山新燃岳2025年噴火の火山灰構成粒子の時間変化（速報）

*木尾 竜也[1]、宮城 磯治[1]、東宮 昭彦[1]、岩橋 くるみ[1]、及川 輝樹[1]、松本 恵子[1]、古川 竜太[1]、草野 有紀[1]、山﨑 誠子[1]、風早 竜之介[1]、篠原 宏志[1]、池永 有弥[1]、新谷 直己[1]、石塚 吉浩[1] (1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター)

9:45 ~ 10:00

[T14-O-4]

九州中部全体を横ずれ引張テクトニクスで説明する

*大橋 聖和[1] (1. 産業技術総合研究所)

学生優秀発表賞エントリー

10:00 ~ 10:15

[T14-O-5]

阿蘇カルデラ南西壁の地質から推定する大分ー熊本構造線の活動場の変遷

*辛島 康大[1]、辻 智大[1] (1. 山口大学)

10:15 ~ 10:30

[3oral101-10-6add]

休憩

ハイライト講演

10:30 ~ 11:00

[T14-O-6]

［招待講演］中部九州阿蘇地域におけるマグマ活動の時間変化とそのテクトニクス背景

*三好 雅也[1]、角野 浩史[2]、仙田 量子[3]、佐野 貴司[4]、新村 太郎[5]、古川 邦之[6]、川口 允孝[7]、長谷中 利昭[8] (1. 福岡大学理学部、2. 東京大学先端科学技術研究センター、3. 九州大学比較社会文化研究院、4. 国

©日本地質学会

立科学博物館理学研究部、5. 熊本学園大学経済学部、6. 愛知大学経営学部、7. 東京大学地震研究所、8. 熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター)

11:00 ~ 11:15

[T14-O-7]

布田川断層を貫通したボーリング孔における深度300m以深の断層破砕帯内の亀裂を充填する粘土

*澁谷 奨[1]、林 為人[2]、神谷 奈々[2] (1. 株式会社地圏総合コンサルタント、2. 京都大学大学院工学研究科)

学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

[T14-O-8]

布田川断層帯周辺の地質構造と阿蘇4火砕流堆積物の標高対比よる断層運動の検討

*改原 玲奈[1]、辻 智大[1]、大橋 聖和[2]、澁谷 奨[3] (1. 山口大学、2. 産業技術総合研究所、3. 株式会社地圏総合コンサルタント)

11:30 ~ 11:45

[T14-O-9]

更新統唐戸層のテフラ層序から制約される姫島火山群の活動時期

*納谷 友規[1]、水野 清秀[1]、堀内 悠[2] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、2. 姫島村役場企画振興課おおいた姫島ジオパーク推進協議会)

11:45 ~ 12:00

[T14-O-10]

琉球弧に沈み込むスラブ内応力の不均一性が支配する脱水経路と火山活動への影響

*大坪 誠[1]、宮川 歩夢[1] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

EDI

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[3oral101-10] T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

座長:辻 智大(山口大学)、大橋 聖和(産業技術総合研究所)、大坪 誠(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、辛島 康大(山口大学)

ハイライト講演

8:45 ~ 9:15

[T14-O-1] ［招待講演］地震波トモグラフィーから見た九州の地震火山活動と沈み込みダイナミクス

*趙 大鵬[1] (1. 東北大学)

【ハイライト講演】 九州地域はフィリピン海プレートが沈み込む成熟した島弧であり、沖縄トラフと中央構造線の会合部であり、火山弧と別府－島原地溝が交差する、世界でも特異な地域である。趙大鵬博士はこれまで、地震波トモグラフィーを用いて九州地域の地下構造、プレートや流体と地震火山活動の関係など数々の重要な指摘をしてきた。趙博士による九州の地震火山活動とフィリピン海プレートの沈み込ダイナミクスは必見である。 ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：九州、地震、火山、沈み込み帯、地震波トモグラフィ

Kyushu is a mature and typical subduction zone where the Philippine Sea (PHS) plate is subducting beneath the Eurasian plate along the Nankai Trough and the Ryukyu Trench at a rate of 4-5 cm/year, causing strong seismic and volcanic activities. In the past decade we have used seismological methods to study seismotectonics, volcanism and subduction dynamics of the Kyushu region. The main findings are summarized as follows.
Significant structural heterogeneities in the source zone of the 2016 Kumamoto earthquake (M7.3) are revealed by high-resolution seismic velocity and attenuation tomography (Wang et al. 2017, 2018; Zhao et al. 2018). Its mainshock and major foreshock and aftershocks took place in a high-velocity and high-Q zone in the upper crust, whereas low-velocity and low-Q anomalies exist in the lower crust and uppermost mantle, suggesting that fluids ascending from the mantle wedge affected the generation of the Kumamoto earthquake sequence.
Spatial and temporal variations of the stress field are revealed in the Kumamoto source zone (Yu et al. 2019). The friction coefficient of the seismogenic faults is estimated to be relatively small (~0.4), indicating that the active faults in northern-central Kyushu are weak. The fault weakening may be caused by fluids beneath the source area and arc magma under the nearby Aso active volcano.
The geometry of the subducting PHS slab beneath Kyushu is estimated by using local seismicity, local earthquake tomography, converted and reflected waves, and receiver functions. Teleseismic tomography has revealed that the PHS slab has subducted aseismically down to ~450 km depth beneath the Tsushima Strait (Zhao et al. 2021). The PHS slab exhibits significant lateral variations in its lithospheric age from 20 to 42 Myr in and around Kyushu (Hua et al. 2018).
The Beppu-Shimabara graben in northern-central Kyushu was produced by the joint effect of three factors: northward extension of the opening Okinawa Trough, westward

©日本地質学会

extension of the Median Tectonic Line, and hot and wet upwelling flows in the mantle wedge beneath active volcanoes (Zhao et al. 2018)
The generation of large crustal earthquakes in Kyushu is affected by structural heterogeneities in the crust and upper mantle, in particular, arc magma and fluids associated with dehydration reactions of the PHS slab. Large earthquakes do not strike anywhere randomly, but only anomalous areas that can be detected by geophysical imaging (Zhao et al. 2018, 2021).
References
Hua, Y., D. Zhao et al. (2018). Age of the subducting Philippine Sea slab and mechanism of low-frequency earthquakes. Geophys. Res. Lett., 45, 2303-2310.
Wang, H., D. Zhao et al. (2018). Crustal tomography of the 2016 Kumamoto earthquake area in West Japan using P and PmP data. Geophys. J. Int., 214, 1151-1163.
Wang, Z., D. Zhao et al. (2017). Seismic attenuation tomography of the source zone of the 2016 Kumamoto earthquake (M7.3). J. Geophys. Res., 122, 2988-3007.
Yu, Z., D. Zhao et al. (2019). Stress field in the 2016 Kumamoto earthquake (M7.3) area. J. Geophys. Res., 124, 2638-2652.
Zhao, D., K. Yamashita, G. Toyokuni (2018). Tomography of the 2016 Kumamoto earthquake area and the Beppu-Shimabara graben. Sci. Rep., 8, 15488.
Zhao, D., J. Wang, Z. Huang, X. Liu (2021). Seismic structure and subduction dynamics of the western Japan arc. Tectonophysics 802, 228743.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

EDI

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[3oral101-10] T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

座長:辻 智大(山口大学)、大橋 聖和(産業技術総合研究所)、大坪 誠(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、辛島 康大(山口大学)

9:15 ~ 9:30

[T14-O-2] 八重山海底地溝におけるマグマ貫入構造の空間変化：反射法地震探査による考察

*新井 隆太[1]、三澤 文慶[2]、大坪 誠[2]、木下 正高[3]、石野 沙季[2]、山本 朱音[4,2] (1. 海洋研究開発機構、2. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター、3. 東京大学地震研究所、4. 筑波大学)

キーワード：沖縄トラフ、反射法地震探査、マグマ貫入、熱水噴出、八重山海底地溝

琉球弧の背弧に位置する沖縄トラフでは、大陸地殻のリフティングに伴い、多様な地殻活動が進行している。特に沖縄トラフ南部において明瞭なリフト軸を形成している八重山海底地溝では、海底面を切る多数の正断層が発達し、その周囲には活動的な熱水噴出孔や海底火山の存在も報告されている(Ishibashi et al., 2015)。さらに、この地域では数年に一度の頻度で群発的な地震活動も繰り返し発生しており、ダイクの貫入との関連が示唆されている(Nakamura and Kinjo, 2018)。これらの現象は空間的に密接しており、リフティングに起因する相互に関連した地殻活動と考えられるが、背景にある地殻構造や岩石物性には未解明な点が多く、リフトシステムの総合的な理解には至っていない。こうした課題の解明を目的として、我々は沖縄トラフ南部において反射法地震探査をはじめとする複数の地球物理観測を実施してきた。本発表では、主に反射法データの解析結果に基づいて、八重山海底地溝におけるマグマ貫入構造の特徴について報告する。

反射法データは白鳳丸による2航海 (KH-21-3およびKH-23-11) において取得された。いずれの航海でも、容量710立方インチのGIガンを25m間隔で発振し、ケーブル長1.2km・48チャンネルのハイドロフォンストリーマーを用いてデータを記録した。収録されたデータを、Surface-related multiple eliminationや高分解能ラドンフィルター等のノイズ除去処理を含む標準的な処理フローに従って解析した。速度解析には、既存の屈折法地震探査に基づく速度モデル(Arai et al., 2017) を参照し、得られた速度モデルをもとにPrestack time migration断面を深度断面へ変換した上で、貫入構造および断層構造の解釈を行った。本研究では、八重山海底地溝に直交する7測線および平行な1測線の合計8測線を解析対象とし、リフトに沿う方向の構造変化に着目して検討を行った。その結果、八重山海底地溝直下のマグマ貫入構造はリフト軸に沿って大きく変化することが明らかとなった。

高温の熱水噴出が確認されている八重山海丘 (Miyazaki et al., 2017) を横切るYA3測線では、海丘直下に幅約3kmのマグマ貫入体が存在し、その上端は海底面近傍にまで達している。この貫入体は反射波振幅が周囲より著しく低く、散乱強度の高いダイク等から構成されていると考えられる。また、深度約4kmには、シルと解釈されるパッチ状の明瞭な反射面が貫入体に隣接して存在しており、これらの貫入構造が熱水活動と関係している可能性がある。

YA3測線からわずか12km東方に位置するYA2測線では、顕著に異なる構造が観察された。ここでも八重山海底地溝の直下に貫入構造が認められるが、厚い堆積層の下に埋没している。貫入体上部にはリング断層に沿って100m以上の変位を伴うグラーベン構造が発達しており、これは地下のマグマ溜まりの崩壊に起因する急激かつ局所的な沈降を示唆している。

©日本地質学会

また、貫入体の側方、深さ約4kmにおいて極性反転を示す反射波群が確認されており、流体または溶融体の集積による地震波速度の低下が示唆される

八重山海底地溝周辺では、全体的に70mW/m^{2}未満の低い熱流量が報告されており、火成活動は限定的と考えられているが、局所的には150mW/m^{2}を超える高熱流量も観測されている (Kinoshita et al., 1990, 1991)。今回の反射法探査の結果では、これらの高熱流量地点の近傍において、局所的な温度異常の要因となりうる幅の狭い貫入体や深部反射面の存在を確認した。さらに、八重山海底地溝の縁辺部やその外側にも同様の構造が認められており、熱構造への影響が示唆される。

引用文献

Arai et al. (2017) JGR-SE, 122, 622–641
Ishibashi et al. (2015) Subseafloor biosphere linked to hydrothermal systems: TAIGA concept, 337–359
Kinoshita et al. (1990) BERI, 65, 571–588
Kinoshita et al. (1991) BERI, 66, 211–228
Miyazaki et al. (2017) RSOS, 4, 171570
Nakamura and Kinjo (2018) EPS, 70, 154

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

EDI

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[3oral101-10] T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

座長:辻 智大(山口大学)、大橋 聖和(産業技術総合研究所)、大坪 誠(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、辛島 康大(山口大学)

ハイライト講演 ECS

9:30 ~ 9:45

[T14-O-3] 霧島山新燃岳2025年噴火の火山灰構成粒子の時間変化（速報）

*木尾 竜也[1]、宮城 磯治[1]、東宮 昭彦[1]、岩橋 くるみ[1]、及川 輝樹[1]、松本 恵子[1]、古川 竜太[1]、草野 有紀[1]、山﨑 誠子[1]、風早 竜之介[1]、篠原 宏志[1]、池永 有弥[1]、新谷 直己[1]、石塚 吉浩[1] (1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター)

【ハイライト講演】 霧島山新燃岳では2025年6月22日に約7年ぶりに噴火活動を再開し、8月22日現在も断続的な噴火が継続し、深部からのマグマ供給も示唆される。木尾竜也会員らは、刻々と変化する火山噴火に伴う火山灰構成粒子の時間変化を丹念に調査している。新燃岳のマグマ内や火口内で何が起こっていて、今後どう変化するのか、最新の研究成果に注目されたし。 ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：霧島火山、新燃岳、火山灰、構成物特性、噴火推移

霧島山新燃岳では2025年6月22日に約7年ぶりに噴火活動を再開し，その後も断続的な噴火が継続している（7月9日現在）．また，多量の二酸化硫黄ガスも放出していることから，深部からのマグマ供給が継続していることが示唆されている．これに伴って，火山灰の構成粒子が時間経過とともにどのように変化しているのかを把握することは，噴火活動やマグマの挙動を理解する上で基礎的かつ重要である．そこで本発表では，2025年6月22日～7月上旬にかけて採取した降下火山灰について，構成粒子の種類とその量比の時間変化を追跡したので，その結果について報告する．

火山灰は産総研または気象庁（宮崎地方気象台・鹿児島地方気象台）が採取したもので，これらを蒸留水で洗浄した後，篩い分けを行い粒径125～250 μmの粒子をキーエンス社のデジタルマイクロスコープ（VHX-8000）で観察・分類した．なお，この間の火山灰はいずれも礫サイズを含まず，中流砂サイズ以下（大半はシルトサイズ以下）であった．

6月22日から28日にかけては，噴煙高度数百～千数百m程度の連続噴火が断続的に発生していた．火山灰は主に，斜長石や輝石などの遊離結晶片（C）、黒色や灰色の不透明岩片（DL），しばしば黄鉄鉱を伴う白色不透明岩片（WL），赤色～橙色の酸化岩片（RL），緻密でやや透明感のある淡色粒子（LP），そして光沢を有し発泡痕のある黒色～暗褐色ガラス片（DG）を含んでいた．特にDGは6月22日～28日までの火山灰において1 %未満しか含まれておらず，気泡内が白色物質で充填されているものが多かった．時間経過とともにDLの割合は減少し，LPの割合が増加する傾向が見られた．このような特徴から，6月22日～28日の火山灰は，新燃岳火口内の2011年溶岩や2018年溶岩（一部熱水変質部）を破壊したものが主体であると考えられる．LPの増加は，破砕する溶岩の場所あるいは深度の違いを反映している可能性がある．

一方，7月2日の噴火はそれまでより明らかに大きく，噴煙高度が初めて2000 mを超え，噴煙量はやや多量，噴火中には傾斜計の動きも見られた．7月2日火山灰ではDGの割合が3 %と6月に比べて数倍に増加し，その多くは気泡内に白色物質を含まない新鮮な発泡ガラス片であった．これらDG粒子の形態は流動的で，地表付近で赤色酸化した岩片を包有している

©日本地質学会

ものも確認されたことから，新たに供給されたマグマの破片であることが強く示唆される．続く7月3日には噴煙高度5000 mの噴火が発生し，この火山灰ではDGが再び減少し，気泡内に白色物質が付着したものや発泡痕を有する不透明暗色岩片（DL）が多数観察された．これはDGが変質や結晶化を経てDLの一部を形成した可能性を示している．7月4日にはDGが再度増加したが，気泡内や隙間を白色物質が埋めたものが多かった．さらに7月4日から6日にかけて採取された火山灰には，従来の粒子に加えて，ガラス光沢を有する緻密な黒色〜暗褐色岩片（GL）が顕著に認められるようになった．このGL粒子は7月4日火山灰で約4 %，7月5日火山灰で約15 %，7月5〜6日火山灰で約18 %を占めていた．一方，同期間におけるDGの含有量は2〜6 %，DLは40 %前後で比較的安定していた．DGは，気泡内に白色物質を含まない新鮮なものが主体であった．

これらの特徴から，7月2日〜6日の噴火でも主に新燃岳火口内に既に存在する2011年や2018年溶岩の破片が主要構成物だったと推察されるが，DGのような流動的な形態を持つ新鮮なマグマ破片が継続的に噴出していることも明らかになった．特にGL粒子の出現は，今回新たに供給されたマグマが火口内や地下で脱ガスおよび結晶化を受けた後に噴出している可能性を示唆している．

霧島山新燃岳2025年噴火では，連続的な火山灰採取と観察によって，刻々と火山灰構成粒子の量比が変化していることが明らかとなった．今後は，構成粒子の組織や化学組成分析を行うなどして，より一層の噴火活動推移の理解に取り組んでいく必要がある．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

EDI

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[3oral101-10] T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

座長:辻 智大(山口大学)、大橋 聖和(産業技術総合研究所)、大坪 誠(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、辛島 康大(山口大学)

9:45 ~ 10:00

[T14-O-4] 九州中部全体を横ずれ引張テクトニクスで説明する

*大橋 聖和[1] (1. 産業技術総合研究所)

キーワード：別府―島原地溝、古応力解析、小断層、横ずれ引張テクトニクス、2016年熊本地震

九州中部には別府から島原にかけて地溝帯（「別府―島原地溝（帯）」）が存在することが提唱されている（松本，1979）が，本地域の中新世から現在に至るテクトニクスの解釈は単純ではない．1970年代以降，本地域の火山層序や地質構造，重力異常，地殻の水平ひずみ，さらに活断層の分布が精力的に調査される中で，「別府―島原地溝」を挟んで南北伸張の展張場であるという考えと，「別府―島原地溝」は右横ずれとそれに付随するプルアパート盆地であるという考えの主に2つが対立することとなった（長谷ほか編，1993 地質学論集）．九州中部の西側に右横ずれ主体の変位を生じさせた2016年熊本地震は，本地域のテクトニクスに再考の余地があることを改めて示し，「広域地溝」の概念に疑問を呈している（竹村，2019）．大橋ほか（2020）は，測地・地震・地質の各データに基づき，九州中部の第四紀～現在のテクトニクスをフィリピン海プレートの西進に伴う横ずれ引張テクトニクス（Transtension tectonics）で説明し，中新世から鮮新世まで断続的に起こった南北伸長とは区別した．そしてその上で，第四紀の変動場を「中部九州剪断帯」と呼ぶことを提案した．しかし，地質から得られた過去の応力場は時空間的に限定的であり，九州中部（特に西半分）における第四紀の応力・変形史の理解は依然として不十分であった．

本発表では，筑肥山地・耳納山地・日田盆地南方の小断層解析（応力多重逆解析）から得られた鮮新世以降の古応力場をまとめ，九州中部全体の第四紀テクトニクス像を描写する．調査の結果，いずれの地域からも多数の小断層を見出すことができ，筑肥山地の星原部層・相良部層（下部鮮新統）からは96条，耳納山地の下津江累層（下部鮮新統）からは46条，日田盆地南方の大山層（中部更新統）からは37条の良質な断層スリップデータを得た．いずれの断層も細粒物を伴わないか，伴ったとしても断層ガウジの幅は数mm～1 cm程度と薄い．応力多重逆解析の結果，星原部層・相良部層からは，σ1軸が鉛直，σ3軸がN-S方向の正断層型応力と，σ1軸がE-W方向，σ3軸がN-S方向の横ずれ断層型応力が得られた．下津江累層からも，これと類似するσ1軸がほぼ鉛直，σ3軸が低角なNNW-SSE方向の正断層型応力と，σ1軸が低角なWSWENE方向，σ2軸がN-S方向の横ずれ断層型応力が見出された．まとめると，検出された応力方位は，星原部層・相良部層，下津江累層では共通して南北引張の正断層型応力と東西圧縮・南北引張の横ずれ断層型応力であり，産状に違いが認められないことから同時期に異なる応力が共存したか，短期間で応力が転換した可能性がある．一方で，大山層で得られた斜めずれ型応力は，南北にσ3軸を持つ正断層型と，東西にσ1軸，南北にσ3軸を持つ横ずれ断層型応力の合算で説明可能であり，本地域が本質的に横ずれ引張テクトニクスの場であることを示していると考えられる．結論として，鮮新世以降の九州中西部は，右横ずれと正断層が混在する広域的な変動場（ひずみ集中帯）であったと考えられる．

©日本地質学会

【謝辞】本発表では，川口慶悟氏，佐藤友香氏（山口大学）の修士論文および卒業論文で得られたデータを使用しました．記して感謝申し上げます．

【引用】
長谷義隆ほか編, 1993. 地質学論集, 41, pp192.
松本征夫, 1979. 地質学論集, 16, 127–139.
大橋聖和ほか, 2020. 地学雑誌, 129, 565–589.
竹村恵二, 2019. 第四紀研究, 58, 91–99.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

EDI

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[3oral101-10] T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

座長:辻 智大(山口大学)、大橋 聖和(産業技術総合研究所)、大坪 誠(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、辛島 康大(山口大学)

学生優秀発表賞エントリー

10:00 ~ 10:15

[T14-O-5] 阿蘇カルデラ南西壁の地質から推定する大分－熊本構造線の活動場の変遷

*辛島 康大[1]、辻 智大[1] (1. 山口大学)

キーワード：大分－熊本構造線、阿蘇カルデラ、出ノ口断層、別府－島原地溝

【はじめに】　阿蘇カルデラなどにみられる「陥没カルデラ形成を伴う大規模火砕噴火」には，その火山地域のテクトニクスが深く関係することが分かっている（例えば，下司，2016）．阿蘇カルデラでは，カルデラを横断するように大分－熊本構造線（OKTL）が発達しており，それを南限として別府－島原地溝や中部九州剪断帯などの地質構造が発達する（例えば，大橋ほか，2020）が，阿蘇カルデラ形成とテクトニクスの関係は解明されていない．これは，九州中部が阿蘇カルデラ形成期の火砕流堆積物に厚く覆われており，カルデラ形成期以前のOKTLの運動像の詳細が分かっていないことに起因している．しかし，阿蘇カルデラ南西壁にはカルデラ形成期以前の噴出物が露出しており，OKTLの西端を担う布田川(ふたがわ)断層やその南方の出ノ口(いでのくち)断層が発達していること（Toda et al., 2016）から，先カルデラ期～現在のOKTLの断層変遷，つまり先カルデラ期以降の九州中部のテクトニクス像を考察できる可能性がある． そこで本研究では，阿蘇カルデラ南西壁に発達する断層の活動変遷を明らかにするため，出ノ口断層の東限周辺とその南域の護王峠および冠ヶ岳北東域にあたるカルデラ壁を対象に研究を行った．

【結果】出ノ口断層東限周辺のカルデラ壁では，下位より両輝石安山岩，溶結凝灰岩，安山岩質凝灰岩が露出している．最下位の両輝石安山岩は岩石学的特徴から下部，中部，上部の3つに大別され，出ノ口断層の東方延長を境として，下部両輝石安山岩のみ100 mほど北側露頭の分布標高が低くなっている．これは地質構造および出ノ口断層の東方延長にあたることに基づくと，断層によるものと推定される．

護王峠および冠ヶ岳北東のカルデラ壁では凝灰角礫岩（ラピリストーン），輝石安山岩，火山礫凝灰岩，輝石角閃石デイサイト，凝灰岩，溶結凝灰岩が露出している．最下位層の凝灰角礫岩上端は，西に緩やかに傾斜しているが，冠ヶ岳北東域にて北東－南西方向に大規模に発達する沢を境に，北域の凝灰角礫岩の上端面が約250 m低下していた．これは地質構造に基づくと，断層によるものと推定される．その沢より北域では東西走向高角北傾斜を示す右横ずれ正断層が火山岩類中に複数発達していた．

また，本調査地域では明瞭な活断層地形は認められなかった．

【考察】出ノ口断層東限周辺にて，下部両輝石安山岩には鉛直隔離が発達するのに対し，中部両輝石安山岩より上位の層には地質図スケールでの変位（隔離）は認められない．よって，中部両輝石安山岩の堆積以降では出ノ口断層の活動性が低下した可能性が示唆される．冠ヶ岳北東域の沢で観察された凝灰角礫岩の分布標高の北側低下に関して，地震波トモグラフィ解析（青柳・木村，2022）では，本沢の走向延長上に最も顕著なS波速度ギャップが発達し，本沢北側は低速度域に位置している．この結果は，本沢の推定断層により，断層北側

©日本地質学会

の凝灰角礫岩が低下したという解釈と調和的である．本沢に見られる岩相分布の変化は，本推定断層が正断層または右横ずれ，あるいはその両方である可能性が指摘される．これは，本沢の北域にて東西走向の右横ずれ正断層が複数発達することと類似する．

本研究で観察された出ノ口断層の北側低下の鉛直隔離，本沢に発達すると考えられる断層の北側低下の鉛直隔離，本沢北域にて発達する右横ずれ正断層は，布田川断層の活動から考えられるOKTLの活動像（例えば，大橋ほか，2020）と調和的な断層活動となっている．加えて，地震波トモグラフィ解析により，本沢の推定断層を境にして，本研究地域全体が低速度領域に位置することは，本調査地域で観察された断層がOKTLの活動に関連して発達した断層の可能性があることを示唆する．以上の結果と先行研究の結果を合わせると，布田川断層や出ノ口断層が発達する阿蘇カルデラ南西壁では，南北約10 kmにわたってOKTLの活動に関連した断層が発達し，相当量の変位が想定される．加えて，出ノ口断層は中部両輝石安山岩の堆積以降に活動性が低下した可能性があること，冠ヶ岳北東域に発達する断層は数100 mの総鉛直隔離量を持つにもかかわらず断層地形が発達しないことを考慮すると，本研究で観察された断層はある時期を境に活動性が低下している可能性がある． その場合，かつてOKTLは現在の阿蘇カルデラ南西壁を覆うほど広範囲で活動していたが，現在は布田川断層帯を含む北域を主な活動場として活動していることが考えられる．

【引用文献】青柳・木村（2022）日本活断層学会2022年度秋季学術大会講演予稿集, 下司（2016）火山, **61**, 101-118., 大橋ほか（2020）地学雑誌, **129**, 565-589., Toda et al.（2016） *EPS*, **68**:188.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

EDI

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[3oral101-10] T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

座長:辻 智大(山口大学)、大橋 聖和(産業技術総合研究所)、大坪 誠(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、辛島 康大(山口大学)

ハイライト講演

10:30 ~ 11:00

[T14-O-6] ［招待講演］中部九州阿蘇地域におけるマグマ活動の時間変化とそのテクトニクス背景

*三好 雅也[1]、角野 浩史[2]、仙田 量子[3]、佐野 貴司[4]、新村 太郎[5]、古川 邦之[6]、川口 允孝[7]、長谷中 利昭[8] (1. 福岡大学理学部、2. 東京大学先端科学技術研究センター、3. 九州大学比較社会文化研究院、4. 国立科学博物館理学研究部、5. 熊本学園大学経済学部、6. 愛知大学経営学部、7. 東京大学地震研究所、8. 熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター)

【ハイライト講演】 三好雅也会員らは中部九州の火山岩の岩石学学的研究に基づき、九州直下に沈み込んだスラブ起源流体のマントルへの関与を研究してきた。阿蘇地域の400万年間に及ぶ火山活動、マグマの劇的変化から、その背景となる沖縄トラフの拡大やフィリピン海プレートの関与までを論じる「阿蘇科学」の最先端を見逃すな。 ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：マグマ活動、テクトニクス、K-Ar年代、地球化学、阿蘇地域

中部九州阿蘇地域における火山活動様式は，カルデラ形成期とその前後で大きく異なり，各活動期におけるマグマの成因も異なることが明らかになってきている．本講演では，これらの活動期におけるマグマの特徴と成因について述べる．

先カルデラ期（Aso-1噴火，266 kaより前）の阿蘇地域における火山活動は，主に複数枚の分厚い溶岩の流出で特徴付けられる（先阿蘇火山岩類，小野・渡辺，1985）．先阿蘇火山岩類の岩質は玄武岩～流紋岩と幅広く，特に安山岩が卓越している．先阿蘇火山岩類のSr同位体比は幅広く（0.7036～0.7046），地殻同化作用が主たる分化プロセスであったと考えられる．先阿蘇火山岩類のK-Ar年代値は0.8～0.4 Ma に集中し，この年代は北部九州における引張応力場における大規模溶岩流の活動時期と一致する．阿蘇カルデラ西方に位置する権現山を構成する玄武岩質安山岩溶岩（高Mg安山岩）は，先阿蘇火山岩類には含まれないが，阿蘇地域周辺において最も古い溶岩のひとつである（3.9 Ma；新村ほか，2008）．

カルデラ形成期（266～89 ka，松本ほか，1991）の火山活動は，先カルデラ期とは対照的に4回の大規模火砕噴火（Aso-1～4）で特徴付けられ，それぞれの噴火の前には巨大なマグマ溜りが形成されていたとされる（小野・渡辺，1985）．カルデラ形成期の噴出物も玄武岩～流紋岩と幅広く，供給システムとしては化学的に成層したマグマ溜り（Kaneko et al., 2007，2015）や動的なマグマ循環モデル（Miyagi et al., 2023）が提案されている． Aso-1からAso-2～Aso-4噴出物へとSr同位体比は低く均質になる（0.7040～0.7041; Hunter, 1998）．これはマントル由来の玄武岩マグマの継続的な供給と，それに伴う巨大マグマ溜りの形成を示唆している．

後カルデラ期の火山活動（89 ka以降）は，カルデラ内において複数の成層火山および単成火山を形成する活動で特徴付けられる（小野・渡辺，1985）．後カルデラ期火山噴出物の化学組成も玄武岩～流紋岩と多様であるが，それらに系統的時間変化はみとめられない（Miyoshi et al., 2012）．後カルデラ期火山噴出物はAso-4噴出物よりも不均質なSr同位体

©日本地質学会

比を示すため，それらはAso-4マグマの残存物ではなく，後カルデラ期に新たに生成されたマグマであると考えられる（Miyoshi et al., 2011）．
上述のとおり，阿蘇地域における火山活動様式，マグマの化学組成および成因は，過去400万年間に劇的な変化を遂げてきた．特に苦鉄質マグマの時間変化は，テクトニクスの変動と密接に関連している可能性がある．3.9 Ma の高Mg安山岩の活動は，北部九州前弧域における高Mg安山岩の活動期（5.2〜3.6 Ma）と重複し，その成因の一つとして沖縄トラフの拡大の影響が考えられる（Miyoshi et al., 2008）．一方，0.8 Ma 以降の先カルデラ期〜後カルデラ期を通じて活動した玄武岩マグマは島弧ソレアイトである．スラブ起源流体のトレーサーである苦鉄質噴出物のホウ素含有量は，3.9 Maから後カルデラ期にかけて増加傾向を示し，これはフィリピン海プレートの沈み込みの影響が時間とともに強まったことを示唆している．

文献

Hunter (1998) Jour. Petrol., 39, 1255–1284.
Kaneko et al. (2007) Jour. Volcanol. Geotherm. Res., 167, 160–180.
Kaneko et al. (2015) Jour. Volcanol. Geotherm. Res., 303, 41–58.
松本ほか（1991）日本火山学会1991年秋季大会講演予稿集，73．
Miyagi et al. (2023) Jour. Petrol., 64, 1–25.
Miyoshi et al. (2008) Jour. Min. Petr. Sci., 103, 183–191.
Miyoshi et al. (2011) Jour. Min. Petr. Sci., 106, 114–119.
Miyoshi et al. (2012) Jour. Volcanol. Geotherm. Res., 229-230, 64–73.
小野・渡辺（1985）火山地質図4，地質調査所．
新村ほか（2008）熊本学園大学論集『総合科学』，14，23–37．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

EDI

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[3oral101-10] T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

座長:辻 智大(山口大学)、大橋 聖和(産業技術総合研究所)、大坪 誠(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、辛島 康大(山口大学)

11:00 ~ 11:15

[T14-O-7] 布田川断層を貫通したボーリング孔における深度300m以深の断層破砕帯内の亀裂を充填する粘土

*澁谷 奨[1]、林 為人[2]、神谷 奈々[2] (1. 株式会社地圏総合コンサルタント、2. 京都大学大学院工学研究科)

キーワード：布田川断層、断層破砕帯、流入粘土、亀裂、X線回折法

熊本県益城町では，2016年の熊本地震に際して活動した布田川断層を貫通した学術ボーリングFDB孔（掘削長692 m）の掘削が京都大学により実施された（京都大学, 2018）．FDB孔では深度約350～600 mの区間に布田川断層の破砕帯が確認されており，深度354～514 mの先阿蘇火山岩類の安山岩が分布する区間において，多くの開口亀裂に粘土が充填する（Shibutani et al., 2022）．本講演では，2016年熊本地震の際に活動したとされるFDB孔の深度461 mの断層周辺で確認される亀裂を充填する粘土を対象に肉眼観察とX線回折分析を行った結果を基に，粘土の特徴と成因について報告する．

亀裂を充填する粘土は，全体に淘汰の良い非常に細粒な粒子からなる半固結の粘土である．粘土は，均質なものと葉理のような層状構造がみられるものがある．粘土の色調は，黄褐色，赤褐色，暗褐～淡褐色を示す．赤褐色の粘土が色調の異なる粘土を割るように貫入する構造を持つこともある．また，粘土内には，少量の安山岩の岩片を含む場合がある．母岩である安山岩と粘土の境界面には，横ずれセンスの条線が確認されることがあり，粘土内では粘土の層状構造を切る亀裂がみられる．

X線回折分析は，深度460～500 mの区間で確認された亀裂を充填する粘土を対象に計5試料，粘土と接する母岩の安山岩を対象に計3試料で行った．分析の結果，定方位で分析を行った黄褐色と赤褐色の粘土は，スメクタイトをやや多く含み，雲母類，カオリナイト，ハロイサイトを僅かに含む．粘土鉱物以外では，石英，斜長石をやや多く含み，普通角閃石，赤鉄鉱，磁鉄鉱～磁赤鉄鉱を僅かに含む．不定方位で分析を行った暗褐～淡褐色の粘土は，黄褐色と赤褐色の粘土と類似した粘土鉱物を含むが，粘土鉱物以外で普通輝石，斜方輝石，石膏を僅かに含む．一方，母岩の安山岩は，粘土鉱物を含まず，斜長石を多く含み，普通輝石，斜方輝石，赤鉄鉱，磁鉄鉱～磁赤鉄鉱を僅かに含む．石英と普通角閃石は，母岩の安山岩には含まれず，粘土にのみ認められる．斜長石は，粘土と安山岩の両方に含まれるが，安山岩での相対的な含有率（石英指数QI）を粘土と比較すると2.5倍以上高いことも特徴である．

断層破砕帯内では，断層運動により形成される断層粘土や熱水変質粘土，流入粘土など，成因が異なる粘土が形成されることがあり，これらの粘土は，色調や粒度分布，粘土鉱物の種類，化学組成などが異なることが知られている（例えば，脇坂ほか, 2002）．流入粘土は，山根・荒谷（2017）の定義によれば，岩盤の開口亀裂を充填する未固結～半固結状の黄褐色粘土で，粘土が地下水流動に伴い開口亀裂に移動・堆積したものとされている．本研究で確認された粘土は，脇坂ほか（2002）の粘土を構成する粘土鉱物の組み合わせを参考にすると，風化粘土や流入粘土に特徴的に含まれるハロイサイト，流入粘土に含まれることが多

©日本地質学会

いスメクタイトが認められる．加えて，粘土に見られる層状構造や粒度特性は，先行研究で報告されている流入粘土に類似しており，母岩の安山岩に含まれない鉱物（石英，普通角閃石）が粘土内で認められたことから，布田川断層の破砕帯内に見られる多くの粘土は流入粘土であると考えられる．
断層破砕帯が地下水の流動経路としての役割があることは先行研究において知られている（例えば，Faulkner et al., 2010）．本研究の亀裂を充填する粘土が存在する区間は，母岩の間隙以外にき裂間隙が存在することがShibutani et al. (2024)により確認され，断層破砕帯内の岩盤において地下水流動の可能性があることが示唆されている．これらの先行研究は，布田川断層の破砕帯内に地下水流動の影響により形成される流入粘土が存在することと調和的である．

引用文献

京都大学（2018）平成29年度原子力施設等防災対策等委託費（追加ボーリングコアを用いた断層破砕物質の分析）事業_(2), https://www.nsr.go.jp/nra/chotatsu/yosanshikou/itaku_houkoku_h29.html.；Shibutani et al. (2022) Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 23(1), e2021GC009966.；脇坂ほか（2002）土木技術資料，44-3，34-39．；山根・荒谷（2017）応用地質技術年報，36，63-70．；Faulkner et al. (2010) J. Struct. Geol. 32, 1557-1575.；Shibutani et al. (2024) Materials Transactions, 65(8), 844-851.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

EDI

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[3oral101-10] T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

座長:辻 智大(山口大学)、大橋 聖和(産業技術総合研究所)、大坪 誠(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、辛島 康大(山口大学)

学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

[T14-O-8] 布田川断層帯周辺の地質構造と阿蘇4火砕流堆積物の標高対比よる断層運動の検討

*改原 玲奈[1]、辻 智大[1]、大橋 聖和[2]、澁谷 奨[3] (1. 山口大学、2. 産業技術総合研究所、3. 株式会社地圏総合コンサルタント)

キーワード：布田川断層帯、断層運動、火砕流堆積物、地質構造、火山テクトニクス

布田川断層帯の断層運動について，2016年の熊本地震では，右横ずれ主体の地表変位が断層に沿って出現した（Shirahama et al., 2016）．その一方で，中期更新世以降の200 m以上の累積鉛直隔離 (Shibutani et al., 2022) や約9万年前に噴出した高遊原溶岩が70～100 m北落ちする変位（渡辺・小野，1969）が確認されている．このことに関して，大橋ほか（2020）では約9万年前の大規模なマグマの放出に同期して正断層運動をした後，火山活動の停止とともに現在の右横ずれ主体の運動へと変化したと考えられている．一般的に活断層の運動方向や変位速度は第四紀を通して一様であるとされているため，縦ずれ主体の運動から横ずれ主体の運動へ変化したとされる布田川断層帯の運動履歴を解明することは重要である．

そこで本研究では，布田川断層帯周辺の地質構造と阿蘇4火砕流堆積物の標高対比に基づき，中期更新世以降の断層運動を議論する．今回，布田川断層帯の南側（下盤側）の地質構造を明らかにすべく，熊本県上益城郡益城町～熊本県阿蘇市西原村で地質調査を実施した．また，阿蘇火砕流堆積物の断定には鏡下観察や化学分析を用いた．布田川断層帯南側の杉堂地域（以降杉堂S）の地質調査より明らかになったことを以下に示す．1)阿蘇2火砕流堆積物上部は北向き緩傾斜と南向き緩傾斜が認められ，緩やかな凹部を形成しながら全体的にほぼ水平な構造をなす．2）阿蘇4火砕流堆積物のサブユニットである小谷軽石流，八女軽石流，鳥栖オレンジ軽石流が分布し，八女軽石流と鳥栖オレンジ軽石流の境界露頭および下位の小谷軽石流の分布標高から各サブユニットはほぼ水平に堆積する． 3）阿蘇4火砕流堆積物（小谷軽石流）の直下付近では阿蘇2もしくは阿蘇３火砕流堆積物の最上部が確認でき，阿蘇4火砕流堆積物の基底部は標高約150～160 m（標高対比には中間値155 mを用いる）に分布する．

これらの観察事実から，杉堂Ｓの阿蘇2～阿蘇4火砕流堆積物の地質構造は全体に概ね水平であると考えられる．布田川断層帯の北側（上盤側）に位置する堂園地域（以降堂園N）と杉堂地域（以降杉堂Ｎ）の2点の既存ボーリングコアデータを加えた計3地点で阿蘇4火砕流堆積物基底部を変位基準とした対比を行ったところ，以下の考察に至った。(1)杉堂Nでは阿蘇4火砕流堆積物の基底部が少なくとも標高70 m以深に存在する（渡辺・小野，1969）ことから，鉛直隔離は85 m以上（杉堂Sでの分布標高（155 m）–杉堂Nでの分布標高（<70 m））である．また，鉛直隔離の上限は高遊原溶岩のそれを超えることはないため，推定さ

©日本地質学会

れる鉛直隔離の範囲は約85〜100 mである．(2) 堂園Nでは阿蘇4火砕流堆積物基底部が標高約0 mに分布する（改原ほか，2024）ため，杉堂S－堂園N間の分布標高差は約155 mとなる．これは(1)で得られた杉堂S－杉堂N間の推定鉛直隔離より 55〜70 m大きな値である．これについては，布田川断層帯北側（杉堂N－堂園N間）の阿蘇4火砕流堆積物が南西に傾動していること，木山－嘉島地溝による堂園Nの沈降，阿蘇4火砕流堆積物の分布高度が西に向かって低くなることのいずれか（もしくは複合的な要因）が示唆される．

引用文献

大橋聖和・大坪誠・松本聡・小林健太・佐藤活志・西村卓也（2020）地学雑誌,129,565-589.
Shibutani, S. Lin, W. Sado, K. Aizawa, A. Koike, K. (2022) Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 23(1), e2021GC009966.
Shirahama, Y., Yoshimi, M., Maruyama, T., Azuma, T., Asahina, D. and Miyakawa, A.,（2016）Earth, Planets and Space, 68.
渡辺一徳・小野晃司（1969）地質学雑誌, 75, 365 - 374.
改原玲奈・大橋聖和・辻智大・澁谷奨（2024）日本地質学会講演要旨, T15-P-30．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

EDI

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[3oral101-10] T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

座長:辻 智大(山口大学)、大橋 聖和(産業技術総合研究所)、大坪 誠(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、辛島 康大(山口大学)

11:30 ~ 11:45

[T14-O-9] 更新統唐戸層のテフラ層序から制約される姫島火山群の活動時期

*納谷 友規[1]、水野 清秀[1]、堀内 悠[2] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、2. 姫島村役場企画振興課おおいた姫島ジオパーク推進協議会)

キーワード：大分県、火山、更新世、層序、テフラ、珪藻化石

国東半島の北方約4km沖合の周防灘と伊予灘の境界付近に位置する姫島には，流紋岩質およびデイサイト質 溶岩と火砕岩などからなる姫島火山群（伊藤ほか，1997）が分布する．姫島火山群は九州の火山フロントの 最北端に位置する火山である．従来，姫島火山群の年代はK–Ar年代やFT年代に基づき，中期更新世の 30〜20万年前と考えられてきた（Kaneoka and Suzuki, 1970；鎌田ほか, 1988）．また，近年ではK–Arと 40Ar/39Ar法によって，12〜7万年前という年代値も得られている（松本ほか，2010）．しかし，姫島に分布 する姫島火山群と唐戸層との層序関係には不明な点が多く，また，姫島火山群と島外を起源とするテフラの層 位関係の報告も無かったため，地層の累重関係に基づく姫島火山群の位置づけはよく分かっていなかった．

唐戸層は浅海成層と淡水成層の繰り返しからなり，姫島火山群よりも下位の下部〜中部更新統と考えられて きた．最近の筆者らの調査により，唐戸層には8.7万年前に噴出したとされるAso-4テフラが挟在することか ら，本層には上部更新統が含まれることがわかってきた（納谷ほか,2024）．本発表では，唐戸層に挟まる Aso-4テフラ前後の地層に挟まる姫島火山群起源のテフラの層序関係，唐戸層や姫島火山群を構成する火山砕 屑性堆積物の堆積環境に基づき姫島火山群の活動時期を検討する．

姫島北岸浮洲の干潟の波食棚に分布する唐戸層は，見かけの傾斜が30−80°と変化に富み，走向の変化も大 きく，変形構造がしばしば観察される．また，異なる層相・走向の地層が断層で接することもあり，極めて複 雑な地質構造を有する．その中に層厚約15mの地層が連続的に観察できる区間がある．この区間は下位より A–E層の5層に区分され，A，C，E層が湖沼を主体とする淡水成層，BとD層が海成層である．D層の最下部に Aso-4テフラが挟在されるため，海成層との層位関係からA層はMIS 5d，B層はMIS 5c，C層はMIS 5c-b，D層 は MIS 5a，E層はMIS 5a-4に堆積したと推定される（納谷ほか，2025）．

浮洲波食棚の唐戸層にはAso-4テフラ以外の4枚のテフラが確認された．A層とE層にそれぞれ挟まれるテフ ラ層は黒雲母を多く含み角閃石を伴い硬石膏をわずかに含むガラス質火山灰を主体とし，A層ではざくろ石が 確認されE層では基底部に火山灰と同じ岩質の流紋岩角礫が含まれる．両テフラの特徴は，姫島火山群の達磨 山火山と稲積火山噴出物と一致する．またB層とC層にはそれぞれ姫島火山群の城山火山と浮洲火山噴出物と一 致する特徴を有する，最大径10cmの灰白色流紋岩角礫が挟在する．したがって，浮洲波食棚の唐戸層に挟在される姫島火山群由来のテフラの層位から，約11万年前（MIS5d）から約7万年前（MIS4）に流紋岩質マグマ による火山活動があったと考えられる．

Aso-4テフラを挟在する一連の地層の見かけの傾斜は30°であるが地層の上下が逆転している．このこと は，この地点では湖底で姫島起源の流紋岩質テフラが堆積した後に大きな変形

©日本地質学会

を受け，さらに隆起したことを 示唆する．また，珪藻化石の分析から姫島火山群のほとんどの火山砕屑物は湖沼環境の淡水域で堆積したと推 定される。例えば，矢筈岳の北麓では標高70m地点に湖沼で堆積したデイサイト質火山砕屑物が確認されるこ とから，姫島火山群の火山砕屑物も水底で堆積した後に隆起したと考えられる．しかし，姫島火山群を構成す るいずれのデイサイト質火山砕屑物の層位は不明であり，隆起の時期を制約することはできない．伊藤 （1989）が考えたように，唐戸層に見られる地質構造が姫島火山群を形成したマグマの上昇により未固結の 地層が隆起したことにより形成されたとすると，E層の流紋岩を噴出させた火山活動の後，7万年前以降にもマ グマ活動が継続していたのかもしれない．今回検討した浮洲干潟のA〜E層以外の層準における姫島火山群起源 テフラの有無や，唐戸層や姫島火山群の火山砕屑物を隆起させる構造運動の時期と火山活動の有無について は，今後さらなる検討が必要である．

引用文献：伊藤（1989）火山第2集，34，1–17．伊藤ほか（1997）地域地質研究報告（1/5万地質図幅），産総研地質調査総合センター．鎌田ほか（1988）月刊地球，10，568–574．Kaneoka & Suzuki (1970) Jour. Geol. Soc. Jpn, 76, 309–313. 松本ほか（2010）日本火山学会講演要旨集，132．納谷ほか（2024）日本地 質学会131年学術大会講演要旨,T15-O-21．納谷ほか（2025）JpGU2025, HQR05-14

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

EDI

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第1会場(E105)

[3oral101-10] T14 ［トピック］九州の火山テクトニクス

座長:辻 智大(山口大学)、大橋 聖和(産業技術総合研究所)、大坪 誠(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、辛島 康大(山口大学)

11:45 ~ 12:00

[T14-O-10] 琉球弧に沈み込むスラブ内応力の不均一性が支配する脱水経路と火山活動への影響

*大坪 誠[1]、宮川 歩夢[1] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

キーワード：琉球列島、火山、地震、応力、流体移動

西南日本弧に沈み込むフィリピン海プレート内部では，深さ100〜200 kmの領域で多数のやや深発地震が発生しており，これらはスラブ内部の脱水過程を反映していると考えられる．しかしながら，火山前線の不連続性や火山分布の非対称性から，既存の蛇紋岩化モデル[1]やホットフィンガーモデル[2]では脱水起源の全容を説明するには不十分である．本研究では，琉球海溝沿いに沈み込むプレート内部で発生した地震の発震機構解を用いた応力逆解析[3]を用いて，スラブ内応力の空間的不均一性とそれによるスラブ内の透水率異方性の分布を評価した．発震機構解データは，九州島から台湾島の西にかけての東経122度から132度までの琉球海溝沿いの火山フロント下で発生した地震であり，1997年1月から2007年7月までのマグニチュード3.3以上で震源の深さが100 km以浅の170イベントを使用した．本研究では，中間圧縮応力σ_2軸の方向に着目し，Sibson [4] および Takahashi et al. [5] による岩石の透水実験結果を踏まえて，最大透水方向と最大応力との対応関係を検討した．その結果，σ_2軸がスラブ沈み込み方向に対して直交するような応力場では，スラブからの深部脱水が促進されることが示された．このようなスラブ内応力場の不均一性は，Christova [6] によって指摘されたように，琉球–九州弧のトカラ海峡を境に100 km以深で顕著な変化を示す．すなわち，北部（九州側）ではスラブ内に下向きの引張応力が卓越し，南部（沖縄側）では圧縮的応力が優勢である．これは，九州西方下のマントルウェッジに高温・低粘性の上部マントルが存在すること[7, 8]と整合的であり，スラブの沈み込み様式およびスラブ内応力構造に影響を及ぼしている可能性が高い．応力逆解析の結果はまた，火山活動や海底熱水系の分布と良い相関を示す．特にσ_2軸がスラブ沈み込み方向に垂直となる領域では，深部からマントルへの脱水経路が開かれ，それに伴うマグマ生成が促進されていると考えられる．一方で，σ_2軸がスラブの走向に平行な領域では，脱水がスラブ内部を側方に拡散する可能性があり，火山活動の発現には至らない可能性も示唆された．本研究は，プレート内部の応力場と岩石物性の関係が，地殻深部の流体移動や火成活動の空間分布を制御するという新たな視点を提供するものである．今後は，地震波トモグラフィ，深部流体化学，および熱構造解析と統合することで，脱水およびマグマ供給経路の三次元的理解を深め，火山発生ポテンシャル評価への応用が期待される．

引用文献：[1]Katayama, I. et al. (2012) Nature Geoscience 5, 731-734; [2]Tamura, Y. et al. (2002) Earth Planet. Sci. Lett., 197, 105-116; [3]Otsubo, M. et al.(2008) Tectonophysics, 457, 150-160; [4]Sibson, R. H.(1975) Geophys. J. R. Astron. Soc. 43, 775-789; [5]Takahashi, M. et al. (2002) J. Japan Soc. Eng. Geol. 43, 43-48; [6] Christova, C.(2004)

©日本地質学会

Tectonophysics, 384, 175-189; [7]Shinjo, R. et al. (2000) Contrib. Mineral. Petrol. 140, 263-282; [8]Zhao, D. et al. (2002) Phys. Earth Planet. Int. 132, 249-267.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:30 口頭第2会場(E107)

[3oral201-13] T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

座長:奥田 花也(海洋研究開発機構)、細野 日向子(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、細川 貴弘(高知大学)

ハイライト講演

8:45 ~ 9:15

[T5-O-1]

［招待講演］IODP Expedition 405 JTRACKの成果

*氏家 恒太郎[1]、小平 秀一[2]、Conin Marianne[3]、Fulton Patrick[4]、Kirkpatrick Jamie[5]、Regalla Christine[6]、奥津 なつみ[2]、前田 玲奈[2]、Toczko Sean[2]、江口 暢久[2]、IODP第405次航海 乗船研究者一同 (1. 筑波大学、2. 海洋研究開発機構、3. ロレーヌ大学、4. コーネル大学、5. ネバダ大学リノ校、6. 北アリゾナ大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

9:15 ~ 9:30

[T5-O-2]

IODP Exp. 405 JTRACK掘削地点の放散虫化石層序：日本海溝近傍の前縁プリズムおよび沈み込む海洋プレートについて

*萩野 穣[1]、岩井 雅夫[2]、CONIN Marianne[3]、FULTON Patrick[4]、KIRKPATRICK Jamie[5]、小平 秀一[6]、REGALLA Christine[7]、氏家 恒太郎[8]、江口 暢久[6]、前田 玲奈[6]、奥津 なつみ[6]、TOCZKO Sean[6]、IODP Exp.405 乗船研究者一同 (1. 山形大学 大学院理工学研究科、2. 高知大学 海洋コア国際研究所、3. ロレーヌ大学、4. コーネル大学、5. ネバダ州立大学リノ校、6. 海洋研究開発機構、7. ノーザンアリゾナ大学、8. 筑波大学)

9:30 ~ 9:45

[T5-O-3]

IODP Exp.405JTRACK掘削孔の珪藻化石層序：2011年東北沖地震浅部破壊領域の先端プリズム構造

*岩井 雅夫[1]、萩野 穣[2]、IODP Exp.405 乗船研究者一同[3] (1. 高知大学　海洋コア国際研究所、2. 山形大学、3. https://www.jamstec.go.jp/chikyu/e/exp405/crew_all.html)

9:45 ~ 10:00

[T5-O-4]

日本海溝に沈み込む太平洋プレート上のチャートと玄武岩：IODP第405次航海の新知見

*山口 飛鳥[1]、Bellanova Piero[2]、Brunet Morgane[3]、Chang Yu-Chun[4]、Pizer Charlotte[5]、福地 里菜[6]、Gough Amy[7]、Nicholson Uisdean[7]、奥田 花也[4]、Conin Marianne[8]、Kirkpatrick Jamie[9]、小平 秀一[4]、Fulton Patrick[10]、Regalla Christine[11]、氏家 恒太郎[12]、前田 玲奈[4]、奥津 なつみ[4]、 IODP第405次航海 乗船研究者 (1. 東京大学大気海洋研究所、2. RWTH Aachen Univ.、3. IFREMER、4. 海洋研究開発機構、5. Univ. Innsbruck、6. 鳴門教育大学、7. Heriot-Watt Univ.、8. Univ. Lorraine、9. Univ. Nevada, Reno、10. Cornell Univ.、11. Northern Arizona Univ.、12. 筑波大学)

10:00 ~ 10:15

[T5-O-5]

浅部沈み込み帯における巨大地震後の断層帯の強度回復過程
ーJTRACK・JFASTの水理特性に関する掘削データの比較ー

*細野 日向子[1,2]、濱田 洋平[3]、奥田 花也[3]、大坪 誠[1]、谷川 亘[3]、廣瀬 丈洋[3,2]、Conin Marianne[4]、Fulton Patrick[5]、Kirkpatrick Jamie[6]、小平 秀一[3]、Regalla Christine[7]、氏家 恒太郎[8]、江口 暢久[3]、前田 玲奈[3]、奥津 なつみ[3]、Sean Toczko[3] (1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、2. 広島大学、3.

©日本地質学会

国立研究開発法人海洋研究開発機構、4. ロレーヌ大学、5. コーネル大学、6. ネバダ大学、7. ノーザンアリゾナ大学、8. 筑波大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

10:15 ~ 10:30

[T5-O-6]

微細構造観察に基づく地震サイクル間の動的な岩石-流体間反応：白亜系四万十帯牟岐メランジュ・南阿波断層

*細川 貴弘[1]、 橋本 善孝[1]、Rüdiger KILIAN[2]、Michael STIPP[2] (1. 高知大学、2. Martin Luther University Halle-Wittenberg)

学生優秀発表賞エントリー ECS

10:30 ~ 10:45

[T5-O-7]

海山沈み込み・付加に伴うプレート境界断層の変形：美濃帯舟伏山ユニットの例

*多久和 風花[1]、山口 飛鳥[1]、大坪 誠[2]、志村 侑亮[2]、奥田 花也[3] (1. 東京大学大気海洋研究所、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、3. 海洋研究開発機構)

10:45 ~ 11:00

[3oral201-13-8add]

休憩

11:00 ~ 11:15

[T5-O-8]

物性不均質ジオメトリが規定する応力・歪み分布の時空間変化とスケーリング

*橋本 善孝[1] (1. 高知大学)

学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

[T5-O-9]

沈み込み帯震源域における地殻の弾性率分布と地震発生帯への影響

*高 慎一郎[1]、濱田 洋平[2]、奥田 花也[2]、田村 芳彦[2]、坂口 有人[1] (1. 山口大学大学院創成科学研究科、2. 海洋研究開発機構)

ECS

11:30 ~ 11:45

[T5-O-10]

地震発生帯の岩石の弾性的性質：スケール依存性および地震発生プロセスへの影響

*奥田 花也[1]、赤松 祐哉[1]、北村 真奈美[2]、澤井 みち代[3] (1. 海洋研究開発機構、2. 産業技術総合研究所、3. 千葉大学)

11:45 ~ 12:00

[T5-O-11]

断層沿いの短時間発熱による硫黄の減少とその行方

*山本 由弦[1]、小林 唯乃[1]、福山 繭子[2]、Bowden Stephen[3]、濱田 洋平[4]、三村 匠海[2]、千代延 俊[2] (1. 神戸大学、2. 秋田大学、3. アバディーン大学、4. 海洋研究開発機構)

12:00 ~ 12:15

[T5-O-12]

四国沖外縁隆起帯のネオテクトニクス

*芦 寿一郎[1]、照井 孝之介[2] (1. 東京大学、2. ENEOS Xplora)

12:15 ~ 12:30

©日本地質学会

[T5-O-13]

日向灘の地形的・熱学的特徴　—KS-21-08およびKS-25-03航海報告—

*木下 正高[1]、土岐 知弘[2]、橋本 善孝[3]、濱田 洋平[4]、KS-21-08 航海研究者[1]、KS-25-03 航海研究者[1] (1. 東京大学地震研究所、2. 琉球大学理学部、3. 高知大学教育研究部、4. 海洋研究開発機構)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:30 口頭第2会場(E107)

[3oral201-13] T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

座長:奥田 花也(海洋研究開発機構)、細野 日向子(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、細川 貴弘(高知大学)

ハイライト講演

8:45 ~ 9:15

[T5-O-1] ［招待講演］IODP Expedition 405 JTRACKの成果

*氏家 恒太郎[1]、小平 秀一[2]、Conin Marianne[3]、Fulton Patrick[4]、Kirkpatrick Jamie[5]、Regalla Christine[6]、奥津 なつみ[2]、前田 玲奈[2]、Toczko Sean[2]、江口 暢久[2]、IODP第405次航海 乗船研究者一同 (1. 筑波大学、2. 海洋研究開発機構、3. ロレーヌ大学、4. コーネル大学、5. ネバダ大学リノ校、6. 北アリゾナ大学)

【ハイライト講演】 IODP第405次航海「JTRACK」は、昨年9月から12月にかけて東北地方太平洋沖地震震源域で実施されました。地震後13年を経た応力状態や沈み込み帯の断層構造を解明することが主な目的です。コア採取と検層を実施し、断層を貫く掘削孔に温度計を設置して水理学構造解明に挑みました。本講演では、この最新掘削で得られた成果を速報として紹介し、巨大地震発生要因の理解に新たな視点を提供します。他にも関連する講演が複数あります。 ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：東北地方太平洋沖地震、日本海溝沈み込み帯、国際深海科学掘削計画

国際深海科学掘削計画（IODP）第405次航海Tracking Tsunamigenic Slip Across the Japan Trench (JTRACK)は、IODP最後の航海として2024年9月6日から12月20日にかけて宮城県沖日本海溝沈み込み帯で実施された。JTRACKは、2012年に実施された第343次航海Japan Trench Fast Drilling Project (JFAST)以来12年ぶりの2011年東北地方太平洋沖地震震源域掘削である。JFASTでは、掘削孔内での温度計測によりプレート境界断層から摩擦熱をとらえることに成功し、掘削コア試料の採取によりプレート境界断層はスメクタイトを大量に含んだ遠洋性粘土で構成され、地震時の摩擦が約0.1と低かったため巨大すべりを引き起こしたことを明らかにした(Chester et al., 2013; Fulton et al., 2013; Kameda et al., 2015; Ujiie et al., 2013)。また、掘削同時検層により、地震時の断層における摩擦低下に伴い、逆断層応力場から正断層応力場に変化したことも明らかにした(Lin et al., 2013)。しかしJFASTでは、沈み込み帯における掘削コアの回収区間が限定されており、沈み込み帯で変形を受ける前のレファレンス物質も採取していなかった。そこでJTRACKでは、JFASTと同じ掘削地点および沈み込む前の太平洋プレート上の地点において、海底面から海洋地殻最上部までの掘削コア試料の連続採取と掘削同時検層を実施した。また、プレート境界断層を貫通した掘削孔内に温度計を新たに設置した。JTRACKの科学目標は（１）地震後13年経過した段階での応力状態の解明、（２）プレート境界断層上盤の前縁プリズム、プレート境界断層、下盤の沈み込む堆積物・海洋地殻の組成や構造の全貌解明、（３）プレート境界断層および前縁プリズムにおける水理学的構造の解明である。JTRACK実施の結果、科学目標（１）と（２）を達成するために必要なデータおよび掘削試料を採取することに成功した。また、掘削孔内への温度計設置により、（３）を検討することが可能となった。本講演ではJTRACKで明らかになった主な成果について紹介する。

引用文献

Chester et al., 2013, Science 342, 1208–1211, doi:10.1026/science.1243719
Fulton et al., 2013, Science 342, 1214–1217, doi:10.1026/science.1243641

©日本地質学会

Kameda et al., 2015, Geology 43, 155–158, doi:10.1130/G35948.1
Lin et al., 2013, Science 339, 687–690, doi:10.1026/science.1229379
Ujiie et al., 2013, Science 342, 1211–1214, doi:10.1026/science.1243485

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:30 口頭第2会場(E107)

[3oral201-13] T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

座長:奥田 花也(海洋研究開発機構)、細野 日向子(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、細川 貴弘(高知大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

9:15 ~ 9:30

[T5-O-2] IODP Exp. 405 JTRACK掘削地点の放散虫化石層序：日本海溝近傍の前縁プリズムおよび沈み込む海洋プレートについて

*萩野 穣[1]、岩井 雅夫[2]、CONIN Marianne[3]、FULTON Patrick[4]、KIRKPATRICK Jamie[5]、小平 秀一[6]、REGALLA Christine[7]、氏家 恒太郎[8]、江口 暢久[6]、前田 玲奈[6]、奥津 なつみ[6]、TOCZKO Sean[6]、IODP Exp.405 乗船研究者一同 (1. 山形大学 大学院理工学研究科、2. 高知大学 海洋コア国際研究所、3. ロレーヌ大学、4. コーネル大学、5. ネバダ州立大学リノ校、6. 海洋研究開発機構、7. ノーザンアリゾナ大学、8. 筑波大学)

キーワード：国際深海科学掘削計画、2011年東北沖地震、放散虫、生層序、日本海溝

国際深海科学掘削計画（IODP）第405次航海（JTRACK）は、日本海溝巨大地震および津波発生過程の時空間変化の追跡を目的とし，2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震の震源域周辺を掘削する航海であり，JAMSTECの地球深部探査船「ちきゅう」を用いて，2024年9月から12月にかけて，宮城県沖の日本海溝周辺で実施された．JTRACKでは，2012年に実施されたIODP 第343次航海（JFAST）の掘削地点（C0019地点）と，日本海溝に沈み込む太平洋プレート側（C0026地点）の2地点で掘削を行った（Kodaira et al., 2023）．筆頭著者は航海後半の約2ヶ月間乗船し，船上で放散虫化石分析にあたるとともに，航海前半に採取された試料については下船後に分析したので，その結果について報告する．なお，これらの結果は珪藻化石分析結果とおおむね整合的である．

JFASTで得られた試料の微化石分析によって，プレート境界断層直上に厚さ120–150 mほどの鮮新世—更新世の堆積物が存在すること，プレート境界断層下部に，後期中新世の堆積物が年代の逆転を伴って存在することが明らかになっている（Iwai et al., 2025）．しかし，JFASTでは前縁プリズム上部の大部分は掘り飛ばされてしまったため，詳細な構造については未解明であった．JTRACKでは，C0019地点の複数孔で掘削を行い，5つの孔（J孔，K孔，L孔，M孔，P孔）から，ほぼ連続的な試料の回収に成功した．

C0019地点の堆積物は，後期中新世，鮮新世，更新世の年代を示す放散虫化石を含んでいることが明らかになった．とくに，L孔およびM孔（0–107.485 mbsf）では，そのほとんどが第四系の堆積物からなる．放散虫化石層序から，~210 mbsf，~610 mbsf，~826 mbsfに年代ギャップが認定された．J孔最下部（~829 mbsf）およびK孔最下部（~873 mbsf）はともにチャートからなり，白亜紀と考えられる放散虫が含まれていた．またCCD以深にもかかわらず，M孔から採取された試料の一部（~43.1 mbsf，~81.8 mbsf）からは有孔虫化石が産出した．

C0026地点では，放散虫化石層序から，半遠洋性泥質堆積物が前期中新世から第四紀にかけて連続的に堆積したことが示唆された．B孔のコア20Kから25K（~244 mbsfから~266.2 mbsf）にかけての約20 mほどの区間では年代指標となる放散虫化石が全く産出せず，年代制約に至らなかった．B孔のコア26K（~267 mbsf）以深の遠洋性粘土の年代は放散虫化石

©日本地質学会

から，白亜紀またはそれ以前であることが示唆された．また，B孔のコア20K以深については，豊富に産出するイクチオリスを用いることで，年代決定できる可能性がある．

文献：
Iwai, M., et al., 2025, *Island Arc*. doi:10.1111/iar.70009
Kodaira, S., et al., 2023, *International Ocean Discovery Program*. doi:10.14379/iodp.sp.405.2023

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:30 口頭第2会場(E107)

[3oral201-13] T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

座長:奥田 花也(海洋研究開発機構)、細野 日向子(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、細川 貴弘(高知大学)

9:30 ~ 9:45

[T5-O-3] IODP Exp.405JTRACK掘削孔の珪藻化石層序：2011年東北沖地震浅部破壊領域の先端プリズム構造

*岩井 雅夫[1]、萩野 稼[2]、IODP Exp.405 乗船研究者一同[3] (1. 高知大学　海洋コア国際研究所、2. 山形大学、3. https://www.jamstec.go.jp/chikyu/e/exp405/crew_all.html)

キーワード：日本海溝、2011年東北沖地震、珪藻、生層序、Site C0019、Site C0026

国際深海科学掘削計画（IODP）Exp.405JTRACK航海（2024年9月～12月）は、日本海溝巨大地震・津波発生過程の時空間変化の追跡を目的に、2011年東北沖地震（Mw 9.0、2011年3月11日）プレート境界末端部付近Site C0019ならびに近傍アウターライズSite C0026の2地点で掘削が実施された（Kodaiara et al., 2023)。筆頭著者は前半２ヶ月は乗船し、後半２ヶ月は陸上で珪藻化石分析にあたったので、その結果について報告する。
地震発生直後に実施されたIODP Exp.343 Hole C0019Eで得られた試料の微化石分析では、プレート境界断層直上に、130ー150mほどの鮮新世ー更新世堆積物が存在すること、プレート境界断層下部には、後期中新世の堆積物が逆転を繰り返し存在することが明らかにされた（Iwai et al., 2025, Island Arc）が、先端プリズムの全容についてはコア回収率が悪く未解明であった。Exp.405後悔では複数孔の掘削により、ほぼ連続した堆積物が回収され、その全容が明らかになった。すなわち、先端プリズムC0019の堆積物は更新世、鮮新世、および後期中新世の年代を示す珪藻が含まれるユニットから形成され、珪藻化石層序から、～210 mbsf、～610 mbsf、に主要逆断層を、～826 mbsf にプレート境界断層帯が認定された。プリズム直上の鮮新世ー更新世堆積物 （610-826mbsf）はHole 343-COO19Eと厚さこそ多少異なるものの、再確認された。Hole 405-C0019Mの第四系にはところどころ石灰室微化石が検出され、炭酸塩補償深度（CCD）以浅より堆積物が供給され、溶解することなく埋没したことが示唆された。またHole 405-C0019M, Jで掘削された堆積物は固まり状のブロックと変形が激しいマトリックスや高角度の層裏面等が確認されており、さまざまなスケールの地滑り堆積物（MTD）や褶曲、小スラスト断層によるプリズム堆積物の厚層化などがくり返されていたことが推察された。プレート境界断層の下部は、Hole 405-C0019Jでは直接白亜紀のチャートに、C0019Kでは30mを超える遠洋堆積物が残っておろ、わずか数10mの区間で様相が異なることから、沈み込んだ地塁の微細地形の凹凸が影響していたことが示唆された。
一方インプットサイトのSite 405-C0026では、珪藻化石層序から、更新世と鮮新世の平均堆積速度は 33 m/m.y.であったのに対し、上部中新世の平均堆積速度は 5-15 m/m.y.と低く、下部中新世の堆積速度は 2 m/m.y.未満であった。C0026B-20K 以深の遠洋性褐色粘土から、珪藻が検出されることはなかった。

References:
Kodaira et al., 2023, IODP Exp.405 Scientific Prospectus. http://publications.iodp.org/scientific_prospectus/405/;
Iwai et al., 2025. Island Arc. https://doi.org/10.1111/iar.70009

©日本地質学会

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:30 口頭第2会場(E107)

[3oral201-13] T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

座長:奥田 花也(海洋研究開発機構)、細野 日向子(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、細川 貴弘(高知大学)

9:45 ~ 10:00

[T5-O-4] 日本海溝に沈み込む太平洋プレート上のチャートと玄武岩：IODP第405次航海の新知見

*山口 飛鳥[1]、Bellanova Piero[2]、Brunet Morgane[3]、Chang Yu-Chun[4]、Pizer Charlotte[5]、福地 里菜[6]、Gough Amy[7]、Nicholson Uisdean[7]、奥田 花也[4]、Conin Marianne[8]、Kirkpatrick Jamie[9]、小平 秀一[4]、Fulton Patrick[10]、Regalla Christine[11]、氏家 恒太郎[12]、前田 玲奈[4]、奥津 なつみ[4]、 IODP第405次航海 乗船研究者 (1. 東京大学大気海洋研究所、2. RWTH Aachen Univ.、3. IFREMER、4. 海洋研究開発機構、5. Univ. Innsbruck、6. 鳴門教育大学、7. Heriot-Watt Univ.、8. Univ. Lorraine、9. Univ. Nevada, Reno、10. Cornell Univ.、11. Northern Arizona Univ.、12. 筑波大学)

キーワード：日本海溝、掘削、IODP第405次航海、チャート、玄武岩

　沈み込む海洋プレートの最上部は、海洋地殻を構成する玄武岩の上にチャートなどの遠洋性物質が堆積し、その上に海溝充填堆積物が重なる。このような層序は陸上付加体の研究からもよく知られており、海洋プレート層序、または海洋底層序と呼ばれている（Matsuda and Isozaki, 1991, Tectonicsなど）。しかし、海溝軸付近において海洋プレートを玄武岩基盤に達するまで掘削した例は少なく、海溝において実際に沈み込んでいる海洋プレートの岩相や続成作用の実態については不明な点が多い。2024年9月-12月に実施されたIODP第405次航海では、宮城沖日本海溝において、海溝海側斜面のC0026地点およびその西側に位置する海溝陸側斜面先端のC0019地点で掘削が行われた。本講演では、これらの地点から得られた太平洋プレート上のチャートおよび玄武岩の岩相的特徴について報告する。

海溝海側斜面の掘削孔C0026Bでは海底下290 mまで掘削が行われた。この地点の岩相は、上位から順に、オリーブ黒色の珪質ガラス質泥、オリーブ灰色の珪質ガラス質泥、灰黄褐色の珪質泥、黒褐色の粘土、色調縞をもつ粘土およびチャートから構成される。244 mbsf（海底下深度）以深からは黒褐色粘土が産出し、278.6 mbsf 以深では、黒褐色粘土は黒色・暗褐色・褐色・橙色・薄黄色などの色調縞をもつ粘土へと漸移する。さらに深部では、この縞状粘土中に薄黄色のポーセラナイトや、薄黄色から暗赤色の塊状チャートが産出する。船上XRD分析の結果、ポーセラナイトはクリストバライトに富み、チャートは石英に富むことが判明した。粘土とポーセラナイト、ポーセラナイトとチャートはそれぞれcmスケール以下の縞模様を呈しながら漸移しており、色調縞粘土がシリカ続成に伴ってポーセラナイトやチャートへと変化しつつあることを示唆している。同様の岩相は、海溝陸側斜面の掘削孔C0019J (826 mbsf 以深)、および掘削孔C0019K (870.6 m 以深) でも、デコルマ直下から回収されたコアにおいて観察された。

海溝陸側斜面の掘削孔C0019Pでは、玄武岩の最表層にあたる930-946.6 mbsfからコアが回収された。玄武岩類は枕状溶岩、塊状溶岩、ドレライトからなり、枕状溶岩の枕の間には、褐色の結晶質インターピロー石灰岩が産出する。玄武岩類の斑晶は斜長石および単斜輝石からなり、緑色の粘土鉱物、沸石、橙色の鉄水酸化物による変質が認められる。さらに939.1-940.5 mbsfでは、赤褐色から暗赤色を呈する層状の石灰岩、チャート、珪質泥岩からなる堆

©日本地質学会

積岩が玄武岩中に挟在する。玄武岩と石灰岩の境界 (939.1 mbsf) では、上位の玄武岩側に急冷縁が認められ、下位の石灰岩も接触変成を受けていることから、両者の貫入関係が示唆される。堆積岩における石灰岩とチャートの共存は、これらの堆積物が炭酸塩補償深度 (CCD) 以浅の遠洋環境で堆積したことを示しており、そこに玄武岩が貫入していることは、中央海嶺近傍での石灰岩・チャート・珪質泥岩の堆積と玄武岩質マグマの噴出が繰り返された可能性を示唆する。

JTRACKの成果は、これまで不明な点が多かった海溝軸付近における太平洋プレートの実態を明らかにする重要な知見を提供する。今後、チャートおよび玄武岩の鉱物学的・地球化学的解析、物理検層データとの比較、反射断面との対比などを進めていく予定である。

文献：Matsuda, T. and Isozaki, Y. (1991) Tectonics, 10, 475-499.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:30 口頭第2会場(E107)

[3oral201-13] T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

座長:奥田 花也(海洋研究開発機構)、細野 日向子(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、細川 貴弘(高知大学)

10:00 ~ 10:15

[T5-O-5] 浅部沈み込み帯における巨大地震後の断層帯の強度回復過程 ーJTRACK・JFASTの水理特性に関する掘削データの比較ー

*細野 日向子[1,2]、濱田 洋平[3]、奥田 花也[3]、大坪 誠[1]、谷川 亘[3]、廣瀬 丈洋[3,2]、Conin Marianne[4]、Fulton Patrick[5]、Kirkpatrick Jamie[6]、小平 秀一[3]、Regalla Christine[7]、氏家 恒太郎[8]、江口 暢久[3]、前田 玲奈[3]、奥津 なつみ[3]、Sean Toczko[3] (1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、2. 広島大学、3. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、4. ロレーヌ大学、5. コーネル大学、6. ネバダ大学、7. ノーザンアリゾナ大学、8. 筑波大学)

キーワード：JTRACK、透水テンソル

地震の発生に伴い、震源断層の断層強度は大きく低下するが、すべりが停止した後、時間の経過とともに断層強度は回復（ヒーリング）する（e.g., Dieterich, 1972）。しかし、沈み込み帯で発生する海溝型巨大地震に伴う断層の強度回復が実際にどのように進行するのか、その実態は依然として明らかになっていない。自然界の内陸地震断層の調査では、断層面だけでなくより広範囲にわたる断層ダメージゾーンにおいて亀裂の閉口に伴う浸透率の低下が、地震後の断層面の強度回復と関連付けられている（e.g., Xue et al., 2013; Kitagawa & Kano, 2016）。そこで本研究では、2011年の東北地方太平洋沖地震（以下、東北沖地震）に着目し、プレート境界断層周辺の浸透率の時間変化を解析することで、海溝型巨大地震後の断層帯の強度回復過程の理解を試みた。 東北沖地震ののち、国際深海科学掘削計画（IODP）により2012年にJFAST、2024年にJTRACKが東北沖地震の最大すべりを起こした地点で実施された。本研究では、2つの航海で実施された掘削同時検層によって得られた孔壁の比抵抗画像から亀裂などの浸透率の高い構造を抽出し、透水テンソル理論を適用して3次元の浸透率（透水テンソル）を算出した。さらに、掘削孔深度方向に連続して得られた透水テンソルの時間変化に基づき、沈み込み帯浅部において、どの深度でどの向きの浸透率がどの程度変化したのかを評価した。 2012年と2024年の平均透水テンソルの深度プロファイルを比較したところ、海底下100〜700 mの範囲では、浸透率に大きな変化は認められず、深度方向にも顕著な変化は見られなかった。一方で、プレート境界断層直上に相当する海底下700〜800 mの領域では、2024年における浸透率が2012年と比較して約4分の1に低下していた。この浸透率の低下は、地震時に開口したプレート境界断層のダメージゾーンに位置する亀裂がプレートの沈み込みに伴う応力の変化により徐々に閉塞した結果と考えられる。すなわち、700〜800 mの深度域がプレート境界断層における地震間の運動によって歪みを蓄積する深度として機能する可能性が示唆される。

引用文献

Dieterich, J. H. (1972). Time‐dependent friction in rocks. *Journal of Geophysical Research*, *77*(20), 3690-3697.
Kitagawa, Y., & Kano, Y. (2016). Changes in permeability of the Nojima fault damage zone inferred from repeated water injection experiments. *Earth, Planets and Space*, *68*, 1-9.
Xue, L., Li, H. B., Brodsky, E. E., Xu, Z. Q., Kano, Y., Wang, H., ... & Huang, Y. (2013).

©日本地質学会

Continuous permeability measurements record healing inside the Wenchuan earthquake fault zone. Science, 340(6140), 1555-1559.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:30 口頭第2会場(E107)

[3oral201-13] T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

座長:奥田 花也(海洋研究開発機構)、細野 日向子(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、細川 貴弘(高知大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

10:15 ~ 10:30

[T5-O-6] 微細構造観察に基づく地震サイクル間の動的な岩石-流体間反応：白亜系四万十帯牟岐メランジュ・南阿波断層

*細川 貴弘[1]、 橋本 善孝[1]、Rüdiger KILIAN[2]、Michael STIPP[2] (1. 高知大学、2. Martin Luther University Halle-Wittenberg)

キーワード：四万十帯、微細構造、岩石-流体間反応、ウルトラカタクレーサイト、カソードルミネッセンス

沈み込みプレート境界において流体は、変形及び物質の再分配に大きな役割を果たすと考えられる（e.g., Fisher et al., 2021）。変形と石英のセメンテーションは、流体圧と断層強度に大きな影響を与える。そのため、過去の沈み込み帯における岩石-流体間反応を研究することは重要である。これまで、走査型電子顕微鏡-カソードルミネッセンス（SEM-CL）を用いて、岩石-流体間反応について研究されてきた（e.g., Knipe and Lloyd, 1994）。CL像は、他の手法では観察できない微細構造や微量元素（Ti、Alなど）の変化を検出でき、石英脈の複雑な形成履歴の復元に広く利用されてきた(e.g., Götze, 2012)。本研究では、白亜紀四万十帯の牟岐メランジュの北縁断層である南阿波断層のウルトラカタクレーサイトの微細構造を観察することで、地震サイクル間の岩石-流体間反応を明らかにする。

牟岐メランジュは、主に砂岩ブロックと頁岩マトリックスからなり、少量の玄武岩、チャート、凝灰岩、赤色頁岩を伴う構造性メランジュである。牟岐メランジュの最北端には、主に整然とした砂岩層からなる日和佐層との境界をなす南阿波断層があり、これは沈み込みプレート境界のルーフスラストと解釈されている。断層帯は、厚さ約1-2 mの葉状カタクレーサイトと、薄い（最大数 mm）ウルトラカタクレーサイトから構成される。また、この断層帯では、カタクレーサイト内からシュードタキライトが発見されている (e.g., Kitamura et al.,2005)。

本研究では、厚さ0.1〜0.2 mmのウルトラカタクレーサイト層を含む断層岩を、光学顕微鏡、走査型電子顕微鏡-カソードルミネッセンス（SEM-CL）を用いて分析した。ウルトラカタクレーサイトは、細粒で淘汰の悪い砕屑物で構成されている。ウルトラカタクレーサイト内及び近傍の石英粒子には微小亀裂、水圧破砕、伸長亀裂、成長帯を示すCLパターンが観察された。BSE像や偏光顕微鏡像で単一粒子に見える領域は、中程度から高いCL強度の石英粒子の集合体であり、低いCL強度の石英マトリックスに囲まれている。微小亀裂内の石英セメントも低いCL強度を示し、脆性変形による粒径の減少と微小亀裂の形成が石英の沈殿を伴っていることを示唆する。一方、水圧破砕や伸長亀裂内の石英セメントは高いCL強度を示し、急速な成長に伴う微量元素の取り込みと一致する（e.g., Landtwing and Pettke, 2005）。これらの特徴は、地震性すべりに伴う静岩圧を超える流体圧と、それに続く急減圧や移流による石英の急速な沈殿によって説明できる。

これらの観察結果は、ウルトラカタクレーサイトが脆性破壊と石英のセメンテーションのサ

©日本地質学会

イクルを記録しており、地震サイクル中の動的な岩石-流体間反応を反映していることを示唆してる。これらのプロセスは、断層強度の回復、そして地震発生間隔に影響を与える可能性がある。

引用文献

Fisher et al., 2021, *Geosphere*, 17(6), 1686–1703.
Knipe and Lloyd, 1994, Pure and Applied Geophysics, *143*(1), 229-254.
Götze, 2012, *Microscopy and microanalysis*, *18*(6), 1270-1284.
Kitamura et al., 2005, *Tectonics*, *24*(5).
Landtwing and Pettke, 2005, *American Mineralogist*, *90*(1), 122-131.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:30 口頭第2会場(E107)

[3oral201-13] T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

座長:奥田 花也(海洋研究開発機構)、細野 日向子(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、細川 貴弘(高知大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

10:30 ~ 10:45

[T5-O-7] 海山沈み込み・付加に伴うプレート境界断層の変形：美濃帯舟伏山ユニットの例

*多久和 風花[1]、山口 飛鳥[1]、大坪 誠[2]、志村 侑亮[2]、奥田 花也[3] (1. 東京大学大気海洋研究所、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、3. 海洋研究開発機構)

キーワード：沈み込み帯、海山、美濃帯

海山の沈み込みは沈み込み型プレート境界における地震発生プロセスに大きな影響を与える。これまでの測地学・地震学的観測では、沈み込むプレートの表面形状が平滑な領域ではプレート間のカップリングが強くなり大地震が発生しやすい一方で、凹凸のある領域では、プレート間のカップリングが弱くなりクリープやスロー地震が促進されることが示されている（Wang & Bilek, 2014）。数値モデル研究では、沈み込む海山が上盤プレートの塑性変形を引き起こし、複雑な亀裂ネットワークを形成して流体の動きを促進するモデルが提案されている（Sun et al., 2020; Chesley et al., 2021）。しかし、地球物理学的観測や数値モデリングに比べ地質学的な研究はまだ限られており、海山沈み込み・付加に伴う変成・変形プロセスや応力分布、それらが地震に与える影響については未解明の部分が多い。

そこで本研究は、岐阜県根尾地域に分布する美濃帯舟伏山ユニット（脇田, 1991）に着目した。本ユニットは海洋プレート内火成活動で形成された玄武岩とそれに伴う石灰岩を含んでおり（Ichiyama et al., 2008; Sano, 1988）、沈み込んだ海山の付加によって形成されたとみなされる。我々は、特に、玄武岩が卓越し、付加した海山本体に相当すると考えられる根尾川流域水鳥谷支流のヌクミ谷に着目し、ルートマップやスケッチを作成した。カタクレーサイトの試料から研磨片・薄片を作成し、μXRFで化学組成マッピングを行った。また、小断層（Yamaji, 2000; Yamaji et al., 2006）および鉱物脈の方位データ（Yamaji and Sato, 2011; Yamaji, 2016）を用いて応力逆解析を実施した。

ヌクミ谷では、厚さ約1.3 kmの玄武岩が川沿いや林道沿いに連続して露出していた。泥岩基質中の炭質物に対するラマン分光分析の結果、最高被熱温度は約270℃と推定された。連続した玄武岩の基底部には、チャート、石灰岩、玄武岩、泥岩が複雑に変形した厚さ48 mの剪断帯が存在した。この剪断帯では、チャートと石灰岩のブロックは比較的変形が弱い一方、玄武岩は顕著な変形を受け、泥岩と互層する面状カタクレーサイトを形成していた。玄武岩ブロック内部も強く破砕されている部分が確認された。研磨片および薄片のμXRF観察の結果、変形機構は圧力溶解と脆性破壊がともに起こっていると考えられる。これらの結果から、海山付加時の変形は巨視的には玄武岩と泥岩の境界に局所化するものの、その内部では変形は分散すること、メートル以下のスケールでは玄武岩および泥岩内部で剪断歪が大きく、チャートおよび石灰岩では比較的小さいことが明らかとなった。

また、応力逆解析の結果、予察的には、小断層は応力比が大きい、すなわち最大主応力（σ_1）と中間主応力（σ_2）が近い応力場のもとで形成された一方、鉱物脈は応力比が小さい、すなわち中間主応力（σ_2）と最小主応力（σ_3）が近い応力場のもとで形成された可能性が高いことが判明した。今後、小断層・鉱物脈の測定数を増やすとともに、切断関係から応力場とその変遷についても検討する予定である。

©日本地質学会

文献

Chesley et al. (2021) Nature, 595, 255–260.
Ichiyama et al. (2008) Lithos, 100, 127–146.
Sano (1988) J. Geol. Soc. Japan, 94, 963–976.
Sun et al. (2020) Nat. Geosci., 13, 249–255.
脇田(1991) 1/5万地質図幅「谷汲」
Wang & Bilek (2014) Tectonophysics, 610, 1–24.
Yamaji (2000) J. Struct. Geol., 22, 441–452.
Yamaji (2016) Island Arc, 25, 72–83.
Yamaji et al. (2006) J. Struct. Geol., 28, 980–990.
Yamaji & Sato (2011) J. Struct. Geol., 33, 1148–1157.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:30 口頭第2会場(E107)

[3oral201-13] T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

座長:奥田 花也(海洋研究開発機構)、細野 日向子(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、細川 貴弘(高知大学)

11:00 ~ 11:15

[T5-O-8] 物性不均質ジオメトリが規定する応力・歪み分布の時空間変化とスケーリング

*橋本 善孝[1] (1. 高知大学)

キーワード：メランジュ、ラフネス、レオロジー

はじめに断層帯の変形様式は、応力状態や物性条件だけでなく、不均質なジオメトリの影響も大きく受ける。特に、断層面の凹凸や、高粘性ブロックが低粘性の基質中に配置された構造は、応力集中や歪みの局在化を誘発し、剪断帯の形成やすべり様式の空間的不均一性に寄与することが近年注目されている。このような構造的凹凸や物性境界は、地震時および準静的な変形過程のいずれにおいても、局所的な力学環境を変化させる可能性があるが、その具体的な役割はまだ十分に解明されていない。本研究では、基質中に存在するブロック構造や断層の凹凸といったジオメトリが応力場および歪み分布に与える影響を整理し、断層変形様式におけるジオメトリ主導のダイナミクスを検討する。不均質ジオメトリが制約するすべりの時空間変化スロー地震と沈み込みプレート境界の構造との関連性は、これまでに多くの研究で報告されている。たとえば、日向灘では沈み込む海山周辺に微動が分布していること（Yamashita et al., 2021, EPS）、南海トラフ浅部においてデコルマ形状と超低周波地震との空間的対応関係がみられること（Hashimoto et al., 2022, Scientific Reports）などが挙げられる。これらの結果は、スロー地震の発生が単なる摩擦特性の違いによるものではなく、プレート境界面およびその周辺の構造的不均質――すなわち海山、凹凸、デコルマ形状といったジオメトリ――によって空間的に制御されていることを示唆している。また、構造性メランジュ中に観察されるブロック内部の引張クラックや小断層の形成も、不均質構造が有するレオロジカル挙動の時空間的変化を反映していると考えられる（Fagereng and Sibson, 2010, Geology; Hashimoto and Yamano, 2014, EPS）。応力・歪み速度の構造依存と変形モード有限要素法を用いたBlock-in-Matrix型のレオロジーモデルは、このような物性不均質構造に依存する変形様式のダイナミクスについて新たな知見を提供している。このモデルでは、安定な粘性変形と局所的な剪断変形の中間に、スロー地震に類似した中間的な変形状態が存在し、その発現は粘性比および境界条件の変形速度に依存することが示された。また、応力および歪み速度の集中は物性境界に生じ、局所化の前後における応力・歪みの再分布において構造が重要な役割を果たすことが明らかとなった。すなわち、応力が局所的に集中して粘性が低下すると、その領域に歪みが集中し、全体として応力と歪みの場が再構成される。この再配分の様式は、構造的不均質――すなわちジオメトリ――に強く依存している。さらに、これらの変形様式の転移は、境界条件速度と剪断帯厚さの比によって支配されるスケールレスな挙動として特徴づけられる。スケーリングと構造の階層性天然の断層帯に存在する不均質構造は、単一スケールで生じるものではなく、しばしばフラクタルな階層性を有している。たとえば断層面の凹凸は、一定のハースト指数に従うパワースペクトルで表現されることから、セルフアフィンな性質を持つとされる（Candela et al., 2011, BSSA）。また、脆性破砕によって生成された粒子の累積頻度もフラクタル分布を示すことが知られている(Otsuki,1998, GRL)。こうした階層的ジオメトリの存在は、スケールに依存しない局所化メカニズムと本質的に整合的であり、ミリメートルからキロメートルに至る多様な不均質ス

©日本地質学会

ケールにわたって、共通の変形集中プロセスが繰り返されることを意味する。すなわち、ジオメトリのスケーリング構造こそが、断層帯における時空間的なすべり様式の統一的理解を可能にする鍵である。たとえば、シュードタキライトを含む断層帯が構造性メランジュの北縁に位置する例は、物性不均質構造によって変形が空間的に制約されている一例と解釈される。まとめ本研究は、断層帯における変形様式が単なる物性の違いによってではなく、それらの空間的配置――すなわちジオメトリとスケーリング構造――によって動的に規定されることを、多スケールの観察および数値モデルを通じて示した。断層面の凹凸や高粘性ブロックなどの構造的不均質は、応力や歪み速度の集中帯を形成し、すべり挙動の時空間的な変化を支配する。また、これらの不均質構造はしばしば階層的かつフラクタルな特徴を持ち、変形の局所化をスケールに依存せず引き起こす。本研究の知見は、地震発生帯におけるすべり様式の多様性に対する物理的理解を深化させる枠組みを提供するものである。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:30 口頭第2会場(E107)

[3oral201-13] T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

座長:奥田 花也(海洋研究開発機構)、細野 日向子(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、細川 貴弘(高知大学)

学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

[T5-O-9] 沈み込み帯震源域における地殻の弾性率分布と地震発生帯への影響

*高 慎一郎[1]、濱田 洋平[2]、奥田 花也[2]、田村 芳彦[2]、坂口 有人[1] (1. 山口大学大学院創成科学研究科、2. 海洋研究開発機構)

キーワード：四万十帯、地震発生帯、沈み込み帯、三軸圧縮試験、弾性率

地震は断層の摩擦すべりによって発生し、その挙動はすべり面の速度弱化特性とシステム全体の弾性特性によって決められる（Dieterich, 1978）。従来、ある一定より深い領域が地震発生帯であり、それより浅部は未固結堆積物が速度強化特性を示すため、安定すべりが生じるとされてきた（Scholz, 1998; Ikari et al., 2007）。しかし、2011年東北地方太平洋沖地震では、非地震性とされていた浅部領域でも大規模な地震性すべりが発生した（Ide et al., 2011）。また、岩石の高速剪断試験により、様々な種類の岩石がその組成に関係なく速度弱化することが明らかとなった（Di Toro et al., 2011）。これらは速度弱化特性の有無だけでは地震発生帯の範囲を一義的に定義できない可能性を示唆する。そのため地震の周期や断層の変位量に影響を与える地殻の弾性特性についても、定量的に評価する必要がある。
西南日本の四万十帯は南海トラフ付加体の陸上延長であり、過去の震源深度の岩石が露出している。それは古地温約110〜320℃までの地質体であり、南海トラフにおける地震発生帯の温度領域と大きく重なる（Hyndman and Wang, 1995）。本研究では四国・九州の四万十帯に分布する岩石に加え、マリアナ島弧の海洋底の岩石に対し、封圧下で圧縮試験を行う。過去の沈み込み帯震源域を構成していた岩石の弾性率を定量的に評価し、地殻の弾性特性が沈み込み帯震源域の範囲を制限する可能性について検討する。本研究は震源域の物性構造に対する新たな制約を与えるものであり、沈み込み帯における地震発生メカニズムの理解に役立つことが期待される。
沈み込み帯の上盤を構成する堆積岩として砂岩と泥岩を、古地温約110〜140℃の四国東部日和佐地域から7試料、古地温約150〜250℃の四国中西部地域から13試料、古地温約320℃の九州東部延岡地域から5試料採取した。下盤の海洋地殻を構成する岩石として、四国中西部地域および九州東部延岡地域から3試料、マリアナ島弧の海洋底露頭から2試料を用いた。変位計で変形を測定し、簡易補正で弾性率を算出したが、発表では詳細補正した値を用いる。四国中西部・九州東部の堆積岩の弾性率は、55.12±5.26 GPaの範囲に集中した。これらの岩石は、地震発生深度の上限から下限に相当する深度のものであるが、弾性率は古地温に関係なくほぼ一定であった。一方、日和佐地域に分布する古地温約110℃の岩石の弾性率は42.76 GPa前後であり、他より顕著に低い値であった。海洋地殻の岩石として、マリアナ島弧の玄武岩質安山岩の弾性率は54 GPa以上であり、四国中西部や九州東部の四万十帯に分布する玄武岩も54〜74 GPaであった。下盤を構成する岩石の弾性率は、上盤の堆積岩よりも同等またはそれ以上の高い値を示した。
沈み込み帯においては上盤と下盤で異なる弾性構造を持つと考えられる。下盤の海洋地殻の玄武岩は、沈み込む前から54〜58 GPaの高い弾性率を示し、沈み込んだ後も地温210℃付近で約54 GPa、さらに深い領域ではより高い弾性率を示すが、一貫して高い値である。一方、上盤では浅部の未固結堆積物の弾性率はおそらく極めて低い。これが温度にして約110℃付

©日本地質学会

近で約43 GPaになり、地温約150℃付近で約55 GPaに到達して、地震発生帯である約150〜320℃の間ではこの高い弾性率が一定のまま保たれる。
上盤と下盤が非対称な弾性構造を成し、プレート境界が固着していた場合、下盤が一定速度で沈み込むと、浅部では弾性率の小さい上盤が選択的に歪む。ただし上盤浅部の弾性率は小さいため応力レベルはあまり上がらない。地温150℃以上の深部になると、上盤の弾性率が下盤と同等に高くなるため、両方の岩盤が大きく歪み、かつ高い応力レベルになると予想される。たとえ浅部からプレート境界が固着し始めたとしても、上盤の弾性率が上昇する地温150℃以上にならなければ大地震は起こせないと考えられる。以上より、地殻を構成する岩石の弾性特性の分布は、沈み込み帯における地震発生帯の範囲を決定づける要因となり得ることが示唆される。
Dieterich, J. 1978, Rock friction and Earthquake Prediction. Giulio Di Toro et al. 2011, Nature, **471**, 494-498. Hyndman, R. D. and Wang K. 1995, J Geophys Res, **100**, B8, 15373-15392. Ide, S. et al. 2011, Science, **332**, 1426-1429. Ikari M. J. et al. 2007, J Geophys Res, **112**, B06423. Scholz, C. 1998, Nature, **391** 37-42.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:30 口頭第2会場(E107)

[3oral201-13] T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

座長:奥田 花也(海洋研究開発機構)、細野 日向子(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、細川 貴弘(高知大学)

ECS

11:30 ~ 11:45

[T5-O-10] 地震発生帯の岩石の弾性的性質：スケール依存性および地震発生プロセスへの影響

*奥田 花也[1]、赤松 祐哉[1]、北村 真奈美[2]、澤井 みち代[3] (1. 海洋研究開発機構、2. 産業技術総合研究所、3. 千葉大学)

キーワード：四万十帯、コア、弾性波速度、スケール、地震

岩石の弾性的性質は地震発生プロセスを司るパラメータの一つである。弾性的性質は地震波速度から推定することができ、kmスケールでは1 Hzほどの低周波での地震波構造探査によって、cmスケールでは1 MHzほどの高周波の超音波によって、大構造や岩石サンプルの地震波速度の測定が行われてきた。とくに沈み込み帯においては、岩石サンプルの地震波速度の情報を用いて、断層強度に直接的に影響を及ぼす間隙水圧の推定が行われている。しかし異なる周波数での地震波速度は、空隙を移動する流体の効果によって含水条件では変化し、cmからkmまでの大きく異なるスケールを比較する場合には注意が必要である。
深海掘削では到達できない地震発生帯深度における岩石の弾性的性質とその解釈についてより理解を深めるため、本研究では高知県須崎市の四万十帯において、地震発生帯深度を経験したと解釈されている横浪メランジュの西方延長から採取された600 mにおよぶ陸上掘削コアを用い、その弾性的性質を測定した。まず浅部から深部までの全体をカバーするようにcmスケールの30サンプルを採取し、空隙率と乾燥・湿潤条件での1 MHzのP波およびS波速度を測定した。湿潤条件でのP波速度は5-6 km/s、空隙率は4%以下であった。これらのデータをDifferential Effective Medium theory (DEM)と比較することで、地震発生帯を構成する岩石のcmスケールでの弾性的性質は、代表的なアスペクト比が0.01程度の空隙で説明できることを明らかにした[1]。
次に600 mのコアから岩相の連続性の良い3か所を選択し、合計約130 mにわたって5 cm間隔で乾燥条件での1 MHzのP波速度を測定した。そして得られたP波速度を、上記で明らかにしたcmスケールでの空隙構造をもとに、DEMを用いて低周波極限における湿潤条件でのP波速度に変換した。この変換されたP波速度を、同じ深度でkHzオーダーの周波数によって坑内で計測されたmスケールのP波速度と比較すると、坑内計測のものが変換されたP波速度より1 km/sほど遅かった。この差はcmスケールのサンプルには含まれない、より大きなスケールの空隙構造、すなわちmスケールの亀裂の存在によってP波速度が下がったことを意味している[2]。
一般にkmスケールの大構造で見られる低いP波速度は異常間隙水圧と関連付けられることが多い。しかしmスケールの亀裂が空隙率にして数%入るだけでP波速度は急激に下がることがDEMから予想される。実際、上記のcmスケールとmスケールにおけるP波速度の差は、1%以下の空隙率に相当する亀裂の存在によって説明される。このような亀裂は高い透水率をもつため、異常間隙水圧をむしろ解消する方向に働く。よってこれまで地震波構造探査で見られる低P波速度領域は異常間隙水圧に相当するのではなく、大きな亀裂が多く存在する場所とも解釈することができる[2]。
ではこれらの弾性的性質は地震発生プロセスにどう影響するだろうか。cmスケールのサン

©日本地質学会

プルの弾性波速度から岩石のcmスケールでの剪断剛性率を計算し、そこから速度状態依存摩擦構成則から導かれる、地震の核形成のための臨界核サイズを求めると、3から38 cmの破壊から地震が始まることが明らかになった。もし異常間隙水圧がある場合にはこのサイズは数mまで大きくなりうる。このサイズは剪断剛性率（すなわちS波速度の２乗）に比例し、大きな亀裂がある場合には小さくなる。しかしmスケールの亀裂が少量存在することで弾性的性質は大きく変化するため、地震の核形成に伴って徐々に大きくなる亀裂に対して、変形に伴って臨界核サイズが動的に変化し、それに応じて断層すべりの加速および破壊の進展が加減速される可能性がある[1]。

[1] H. Okuda, Y. Akamatsu, M. Kitamura, M. Sawai (2025). Elastic properties of rocks from the seismogenic zone and minimum fault size to nucleate megathrust earthquakes. Prog. Earth Planet. Sci. 12, 47. doi: 10.1186/s40645-025-00723-5

[2] Y. Akamatsu, H. Okuda, M. Kitamura, M. Sawai (2025). Mesoscale fractures control the scale dependences of seismic velocity and fluid flow in subduction zones. Tectonophysics. 896, 230606. doi: 10.1016/j.tecto.2024.230606

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:30 口頭第2会場(E107)

[3oral201-13] T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

座長:奥田 花也(海洋研究開発機構)、細野 日向子(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、細川 貴弘(高知大学)

11:45 ~ 12:00

[T5-O-11] 断層沿いの短時間発熱による硫黄の減少とその行方

*山本 由弦[1]、小林 唯乃[1]、福山 繭子[2]、Bowden Stephen[3]、濱田 洋平[4]、三村 匠海[2]、千代延 俊[2]
(1. 神戸大学、2. 秋田大学、3. アバディーン大学、4. 海洋研究開発機構)

キーワード：地震、シュードタキライト、黄鉄鉱

地質学が貢献する地震防災・減災に向けて、ある断層が引き起こす地震の最大ポテンシャルを評価することが重要である。そのためには、過去の事象を記録している地震断層からも動力学パラメータを抽出することが求められる。近年注目されているのが、「断層に記録された温度異常」である。断層の摩擦発熱は、断層のすべり速度と量を示す。しかしながら、過去に活動した地震断層から発熱量を正確に抽出することは困難であり、短時間温度上昇を正確に記録する温度指標の確立と検証が求められている。本研究は、堆積物中に主に黄鉄鉱として存在する硫黄が、短時間被熱によって減少する様子を室内実験および天然の火成岩貫入と断層から確認したので、報告する。室内実験は、秋田県に分布する女川層1箇所と千葉県房総半島に分布する保田層群3箇所の泥質岩を加熱し、その試料中に含まれる硫黄全量を分析した。分析は、フランスVinci Technologies社製のRockEval7-Sと秋田大学のLeco社製628CHNSを使用した。実験は、銅管に窒素ガスとともに粉末試料を封入したものと銅の皿に粉末試料を置いたものをマッフル炉で加熱した。前者はpyrolysis（熱分解）、後者がOxidation（酸化）に相当する。加熱は、1）温度を300℃に固定して被熱時間を10^3、10^4、10^5、10^6秒に変化させた実験と、２）被熱時間を10^3秒固定して温度を200、300、400、500、600℃に変化させた実験を実施した。結果、4種類いずれの試料でもpyrolysis、Oxidationともに400℃以上で硫黄が明瞭に減少した（600℃で約30％にまで減少）。また300℃に固定して被熱時間を変化させた実験では、pyrolysis では10^5秒以上で明瞭な減少が見られたが（10^6秒で約40-60％にまで減少）、Oxidationでは変化が見られなかった。詳しく見ると、無酸素下の500-550℃付近で見られる硫黄の分解反応が明瞭に減少していることから、これらの変化は黄鉄鉱の熱分解によるものと判断される。酸素は黄鉄鉱の熱分解を妨げる働きがあるため、Oxidationで変化が認められないのはこれを反映していると考えられる。天然地質体への適用として、短時間発熱イベントを経験したであろう次の２つの例に注目した。①山梨県南部に分布する上部中新統の富士川層群において、小規模な閃緑岩脈（幅＜1.5 m）周辺の泥質岩、それに②房総半島の中部・上部中新統付加体の境界断層でOut-of-sequence thrustとして認定されている石堂断層である。それぞれイベント時に期待される被熱時間は、数十万秒（数日）、数秒であり、温度異常値は＜400℃、約1000℃である。①は、5枚の泥質岩単層を設定し、岩脈の伸びに対して直交方向に距離を測定しつつ連続的にサンプリングを行った。その結果硫黄量は、岩脈から離れたところでは若干の変動が認められるものの、岩脈近傍では例外なく極端に減少しゼロになった。また、岩脈とのコンタクト部分で若干の上昇が見られることも注目に値する。②は、秋田大学が所有しているBruker社製のマイクロXRFスキャナーM4 TORNADOを使用し、断層岩周辺の元素マッピングを実施した。その結果、シュードタキライトが認められる断層のコア部分では硫黄と鉄がイメージングされない一方で周辺の破砕・流動化部分と上盤側の保田層群のクラックに沿って特徴的に

©日本地質学会

両元素が分布していた。これらは、瞬間的に高温になった断層のコア部分で黄鉄鉱が急速に分解し、周辺の破砕帯およびクラックを通じて移動していったことを示す。断層を構成している岩石が多孔質であることから断層運動時にサーマルプレッシャリゼーションが起こったことが期待され、破砕帯とクラックに明瞭に硫黄と鉄が分布することから、これらの元素が高温流体に沿って断層コア外に運び去られた可能性が高い。①で確認された岩脈コンタクト部分の硫黄異常も、同様の可能性が考えられる。なお、すでに報告されている短時間被熱によるケロジェンからのS2および$S4CO_2$の減少について、今回の実験と計測でも再現性が認められた、発表では、これらを含めて短時間地質温度計の可能性についても現状を報告する。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:30 口頭第2会場(E107)

[3oral201-13] T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

座長:奥田 花也(海洋研究開発機構)、細野 日向子(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、細川 貴弘(高知大学)

12:00 ~ 12:15

[T5-O-12] 四国沖外縁隆起帯のネオテクトニクス

*芦 寿一郎[1]、照井 孝之介[2] (1. 東京大学、2. ENEOS Xplora)

キーワード：南海トラフ、活断層、活褶曲、横ずれ断層

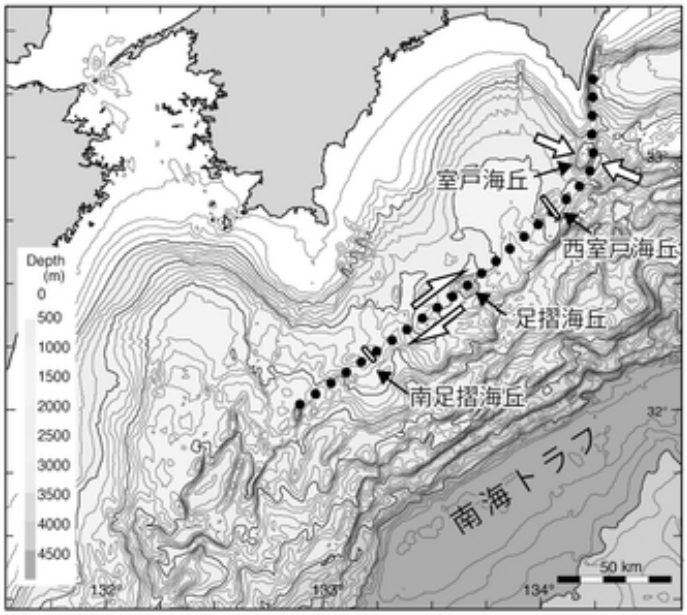
室戸岬から足摺岬沖には海丘が断続的に配列し外縁隆起帯を形成している（図）．音波探査記録では，室戸岬から南に伸びる背斜構造は東落ちの断層群で切られた東翼と緩やかに傾斜した西翼からなる（岡村, 1990, 地質雑など）．Matsu’ura（2015, Geomorphology）は段丘年代より隆起速度の見積もりを行い，室戸岬およびその南方海域に南北走向・西傾斜の断層による断層関連褶曲の存在を推定した．粟田・杉山（1989, 地震）は，南海トラフの各前弧域に逆L字型の隆起帯が発達しているとし，それらがプレートの斜め沈み込みに伴う右横ずれ逆断層運動で形成されたとしている．一方，前杢（2001, 地学雑誌）は室戸岬周辺の段丘の高度から隆起の履歴を調べ，残留隆起の大半は陸に近い断層の千年オーダーの間隔の活動による可能性を指摘した．本研究では海域の地形および地下構造から四国沖外縁隆起帯の発達に関する情報を得ることを目的とした．用いたデータはJAMSTECより提供を受けた海底地形データと反射法地震探査データ，および白鳳丸KH-15-2, KH-16-5次航海において深海曳航式サブボトムプロファイラー（SBP）で得られた海底浅部地下断面である．

室戸岬南方の室戸海丘から足摺岬沖には北東－南西方向に長さ約130 km，幅約20 kmの範囲に海丘が多数認められる．いずれも北東－南西方向に伸びた形状をしている．これらの海丘群を含めて海底地形には北西－南東方向の直線的なリニアメントが認められる．足摺海底谷がこのうちの1本のリニアメントを横断する地点では，海底谷の東側斜面は直線的であるのに対して，西側斜面は下流側において谷底が拡張している．また，リニアメントを境とした段差の下流側にはリニアメントと同じ方向に並んだplunge pool（滝壺）が発達し，リニアメントに沿った右横ずれによる海底谷の流路の変遷を示唆する（照井・芦，2024, 地質学会要旨）．室戸海丘南西の西室戸海丘と足摺岬南方約70 kmの無名の海丘（南足摺海丘と仮称）では，深海曳航式SBP探査の浅部地下構造断面において海底面まで達する高角の断層が認められる（Ashi et al., 2018, JpGU abstract）．西室戸海丘の小堆積盆では深部ほど北西への傾斜の増加が見られ，傾動の累積を示す堆積構造が確認できる．南足摺海丘では，高角の断層と撓曲に挟まれたホルスト状の地形が捉えられフラワー構造と解釈される．外縁隆起帯を横断する複数の反射法地震探査断面においては，これらの構造の深部への連続が確認できる．

以上の外縁隆起帯付近に認められる構造の，1）海底地形の凹凸によらず直線的なリニアメント，2）海底谷の右ずれを示唆するリニアメントを境とした谷底の非対称な拡張，3）フラワー構造を伴う海底面に達する断層とそれらに対応するリニアメントから，これらのリニアメントは高角の右横ずれ成分を持った活断層によるものであると解釈できる．リニアメントが左ステップのところには高まりが分布し，右横ずれの圧縮変形によるものと説明できる．外縁隆起帯は室戸海丘において北東－南西方向から南北方向へ走向が急変しており，足摺岬沖から北西方向へ連続する外縁隆起帯に沿った右横ずれ変形は，室戸海丘から室戸岬にかけて圧縮をもたらす．室戸岬における前杢（2001）の研究を考慮すると，室戸岬の残留隆

©日本地質学会

起に関わる主なイベントは，プレート境界型地震によるものではなく外縁隆起帯付近の千年オーダーの間隔の断層活動によるものと考えられる．



四国沖南海トラフ海域の海底地形

外縁隆起帯（黒点線）沿いにリニアメントと海丘が多数分布する．白抜き線は SBP の測線を示す．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:30 口頭第2会場(E107)

[3oral201-13] T5 ［トピック］沈み込み帯・陸上付加体

座長:奥田 花也(海洋研究開発機構)、細野 日向子(国立研究開発法人産業技術総合研究所)、細川 貴弘(高知大学)

12:15 ~ 12:30

[T5-O-13] 日向灘の地形的・熱学的特徴　—KS-21-08およびKS-25-03航海報告—

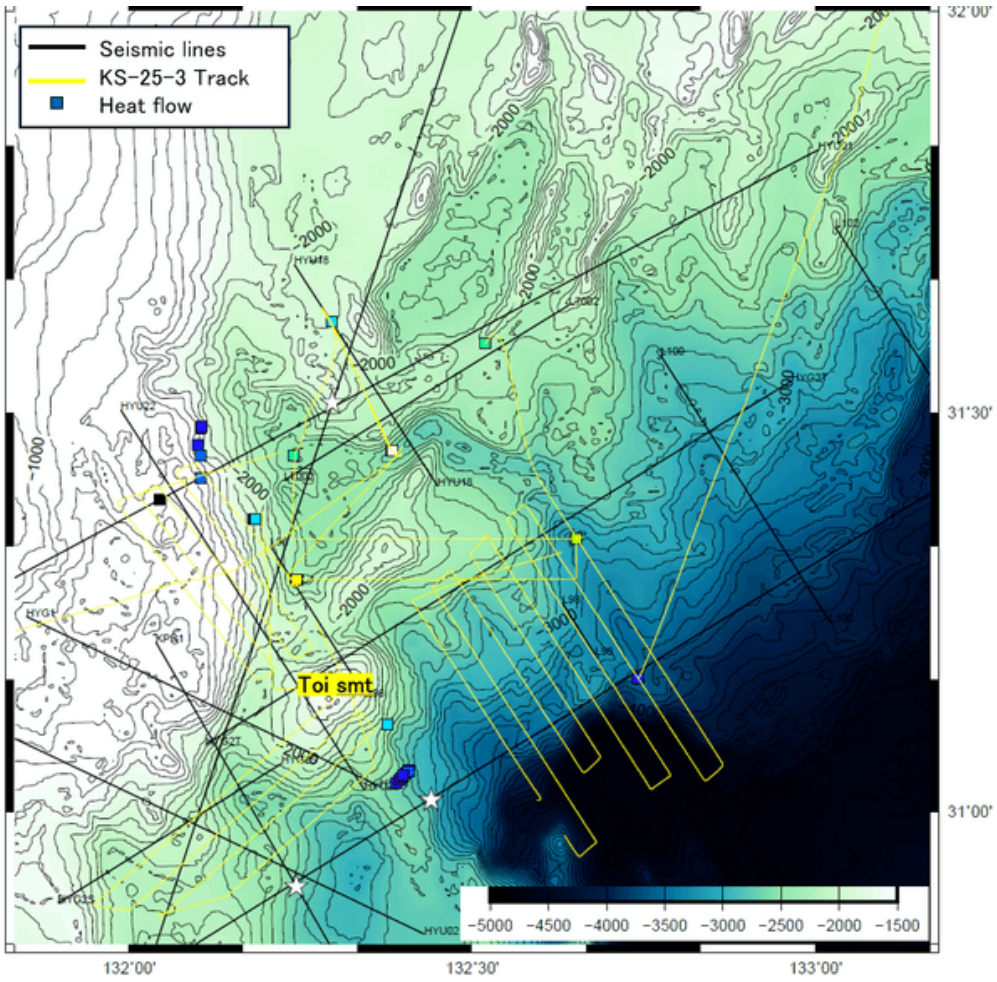
*木下 正高[1]、土岐 知弘[2]、橋本 善孝[3]、濱田 洋平[4]、KS-21-08 航海研究者[1]、KS-25-03 航海研究者[1]
(1. 東京大学地震研究所、2. 琉球大学理学部、3. 高知大学教育研究部、4. 海洋研究開発機構)

キーワード：日向灘、熱流量、海山沈み込み、スロー地震

　海山の沈み込みと上盤堆積物の相互作用により、両者とその境界面付近の応力場や有効強度は擾乱を受ける。それは巨大地震発生条件をmodifyし、おそらくは固着を弱めるであろう（Wang and Bilek, 2011など）。M8超の巨大地震発生が懸念される南海トラフの西端、日向灘周辺ではこれまでM8級の地震は発生していない。日向灘には、四国海盆と西フィリピン海盆の境界をなす、九州－パラオ海嶺（KPR）が沈み込んでいる。KPRとして沈み込んだ海山の周囲でスロー地震（微動・超低周波地震＝VLFE・スロースリップ＝SSE　を総称）が時折発生し，震源位置が数十 km/day 程度で移動することが知られている。スロー地震の発生原因の一つが間隙水圧異常と提案されている（Takemura et al., 2023EPS; Ozawa et al., 2024JGR）. 地下の流体（圧）異常を検出するためには、地震波解析から低速度層を検出し、かつ、科学掘削によりその場の間隙水圧を計測することが必要である。また上盤破砕帯などがあると、高圧の流体が破砕帯をつたって海底に湧出する可能性がある。　日向灘での反射法地震探査断面の解析により、BSR深度から熱流量が推定されている（Kinoshita et al., 2021 AGU）。海山の周辺では熱流量が40mW/m2を下回る低熱流量であり、特にLeading edgeでは20mW/m2といる超低熱流量が得られている。ただしこれらはBSR深度（海底下数百m）での熱流量であり、海底付近の局所的な水の流れや堆積等の擾乱は反映されないはずである。2021年8月（KS-21-18航海）および2025年4月（KS-25-3航海）に、日向灘での熱流量測定・コア採取・地形調査を行った（図）。プローブによる熱流量測定により33個の温度勾配が得られた。別途ピストンコアから得られた熱伝導率を用いて熱流量値を得ることができた。また沈み込んだ海山周辺の詳細な地形・表層構造が明らかになってきた。これまでに得られている反射法地震探査データから、日向灘沖で沈み込んだKPR（九州パラオ海嶺）上面の形状がある程度明らかになってきた。それを用いて海山上面でのSlip tendency (Ts)を推定し、前弧にあるToi smtのほぼ下にあるKPRの縁にそってTsが大きいことが示された（Kinoshita et al., 2025JpGU）。その場所のうち、特に北側（沈み込む前方側）でTremorなどが頻発している。地形およびSBPを精査した結果、Toi smtとその北側は、NNE-SSW走向のリッジやBasinが卓越している。おそらくは（海山沈み込みとは独立な）前弧付加体形成に伴うfrontal / imbricate thrustsであろうと推測する。そのような構造に対して、Toi smtの陸側（NW側）の地形がたかまっており、リッジが陸側にやや曲げられているように見える。SBPの記録と地形から、Toi smtの西の表層が圧縮性の構造が見て取れる。一方、海山のE～SE斜面には円弧滑りや地すべりと思われる地形が多数見受けられる。海山のNW側の地震構造でも逆断層的な構造がみえており、海山の沈み込みに伴う変形場が海底地形にも表れていると推測する。なお、海山の北(31°25-30’N)にある深海谷は、おそらく既存の断層性高まりを浸食していると考えられる。海底での熱流量計測の結果、限られた点数ながら、基本的には30-60 mW/m2 程度の低熱流量が観測された。一方、Toi smtの陸側、NE-SW方向に

©日本地質学会

沿って、70 mW/m2を超える高熱流量が存在することが分かった。特に海山NEの海底谷において、300mW/m2を超える高い熱流量が観測されたのは特筆すべきである。低熱流量は，BSRから推定された値とほぼ整合的である。海洋地殻基盤（あるいはKPR）の形成年代）が古いことが一因と考えられる。一方、Toi smt陸側の高熱流量はBSRからの推定値とは整合しない。その原因としては、地形効果や堆積・浸食効果がありうるが、海山沈み込みによる周囲の応力異常・水理擾乱に起因する流体循環、特に地下の断層破砕帯を通じた局所的な流体上昇の可能性があるが、今回はコア試料の間隙水化学分析から特に流体上昇を示す証拠は得られていない。本発表では、このほかコア試料のCTや物性、記載などについても提示する予定である。なお本研究は科研費（基盤S、24H00020, 2024-2028) による。また東京大学大気海洋研究所の共同利用公募航海により実現した。感謝いたします。



©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[3oral301-12] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:向吉 秀樹(島根大学)、宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、福田 惇一(大阪公立大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS
8:45 ~ 9:00
[T4-O-9]
カルシオカーボナタイト形成プロセスと酸化還元状態：パンダヒル産カーボナタイトの例
*梅宮 穂花[1]、辻森 樹[1]、ボニフェイス ネルソン[2] (1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. ダルエスサラーム大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS
9:00 ~ 9:15
[T4-O-10]
脆性-延性遷移領域における変形組織とスロー／ファスト地震の統計性との間の関係：ゲル粒子-粘性流体混合系の剪断アナログ実験
*佐々木 勇人[1]、桂木 洋光[1] (1. 大阪大学理学研究科宇宙地球科学専攻)

学生優秀発表賞エントリー ECS
9:15 ~ 9:30
[T4-O-11]
固体圧式変形試験機による高封圧条件下における精密応力決定：大理石の変形実験への適用
*永井 嵩也[1]、清水 以知子[1] (1. 京都大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS
9:30 ~ 9:45
[T4-O-12]
流通式水熱実験による斑れい岩の熱水変質に伴う元素移動と置換組織の発達
*鈴木 康平[1]、ダンダル オトゴンバヤール[1]、岡本 敦[1] (1. 東北大学大学院環境科学研究科)

9:45 ~ 10:00
[T4-O-13]
粒成長に伴う流体移動：樟脳-エタノールを用いた透視実験
*福田 惇一[1]、瀬戸 雄介[1] (1. 大阪公立大学)

ハイライト講演
10:00 ~ 10:15
[T4-O-14]
［招待講演］火星表層環境の再現を目指した実験装置の整備と今後の研究展望
*亀田 純[1]、Ruj Trishit[1] (1. 岡山大学惑星物質研究所)

10:15 ~ 10:30
[3oral301-12-7add]
休憩

学生優秀発表賞エントリー ECS
10:30 ~ 10:45
[T4-O-15]

©日本地質学会

三波川帯におけるマイクロブーディン構造を用いた応力・歪解析

*外山 和也[1]、道林 克禎[1] (1. 名古屋大学大学院環境学研究科（岩鉱）)

10:45 ~ 11:00

[T4-O-16]

低変成度泥質片岩の石英曹長石レイヤの変形組織：中部地方渋川地域三波川帯の例

*片桐 星来[1]、道林 克禎[2] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、2. 名古屋大学大学院 環境学研究科（岩鉱）)

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:00 ~ 11:15

[T4-O-17]

石英の変形再結晶組織におけるタイプ P/S 遷移の定量的指標とその要因

*中小路 一真[1]、清水 以知子[2]、道林 克禎[3] (1. 東京大学、2. 京都大学、3. 名古屋大学)

11:15 ~ 11:30

[T4-O-18]

Co-seismic ductile deformation in carbonate-hosted active faults

*Yeo Thomas[1]、Ujiie Kohtaro[1]、Inoue Kaoru[1]、Nagaya Takayoshi[2]、Ken-ichi Hirauchi[3] (1. University of Tsukuba、2. Waseda University、3. Shizuoka University)

11:30 ~ 11:45

[T4-O-19]

根尾谷断層極浅部における自形方解石、バライトと摩擦発熱

*大谷 具幸[1]、前田 剛志[2]、吉田 拓海[2] (1. 岐阜大学、2. 岐阜大学大学院)

11:45 ~ 12:00

[T4-O-20]

cleavable olivineからわかる地質学的に重要なこと

*安東 淳一[1]、富岡 尚敬[2]、前川 寛和[3] (1. 広島大学、2. JAMSTEC・高知コア研、3. 大阪公立大学)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[3oral301-12] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:向吉 秀樹(島根大学)、宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、福田 惇一(大阪公立大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

8:45 ~ 9:00

[T4-O-9] カルシオカーボナタイト形成プロセスと酸化還元状態：パンダヒル産カーボナタイトの例

*梅宮 穂花[1]、辻森 樹[1]、ボニフェイス ネルソン[2] (1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. ダルエスサラーム大学)

キーワード：カーボナタイト、Nb鉱床、酸化還元

カーボナタイトは、炭酸塩鉱物を主成分とする稀有な火成岩であり、しばしばニオブ（Nb）や希土類元素（REEs）に富むことから、経済的に重要な鉱床を構成する岩石として注目されている（Yaxley et al., 2022, Ann. Rev. Earth Planet. Sci.）。これらの元素の濃集機構を解明することは、資源探査や選鉱・精錬技術の高度化に貢献するだけでなく、マントル起源の揮発性成分の挙動や地球内部における酸化還元状態の変遷を復元する上でも、重要な手がかりを提供する。本研究では、タンザニア西部パンダヒル産の粗粒な方解石を主成分とするカーボナタイト（約116Maに貫入）を対象とした。本産地のパイロクロアは放射性元素をほとんど含まないことが先行研究により明らかにされており、環境リスクの低いニオブ鉱床としてのポテンシャルが期待されている。
我々は、本産地を例に、カルシオカーボナタイトの形成プロセスおよびそれに伴う酸化還元状態の変遷を読み解くことを目的として、鉱物学的検討を行ってきた。特に、記載岩石学的手法を駆使し、構成鉱物の晶出順序および酸素フガシティ（fO_2）の時間的変化に着目することで、ニオブ鉱床形成に与える影響の評価を試みた。パンダヒル産カーボナタイトは、主に方解石から構成され、少量のドロマイト、アンケライト、石英、磁鉄鉱、黄鉄鉱、さらにニオブ酸化物鉱物であるパイロクロアを含む。貫入後に変成作用による再結晶は受けていない。方解石およびアパタイトには複数の晶出世代が存在し、それぞれの結晶内部組織および化学組成の変化から晶出時期を判別することができる。また、黄鉄鉱、アンケライト、シデライト、マグネタイトなどの産状や組織、共生関係に基づき、マグマティックな岩石形成過程における酸化還元環境の変化を読み解くことができる。特に、黄鉄鉱に伴って鉄を含む炭酸塩鉱物（アンケライトやシデライト）が形成され、それらの内部に磁鉄鉱が析出している組織からは、より酸化的な状態への変化が示唆される。本発表では、カルシオカーボナタイトにおける酸素フガシティの変動とニオブ鉱床形成との関連性について議論する。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[3oral301-12] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:向吉 秀樹(島根大学)、宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、福田 惇一(大阪公立大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

9:00 ~ 9:15

[T4-O-10] 脆性-延性遷移領域における変形組織とスロー／ファスト地震の統計性との間の関係：ゲル粒子-粘性流体混合系の剪断アナログ実験

*佐々木 勇人[1]、桂木 洋光[1] (1. 大阪大学理学研究科宇宙地球科学専攻)

キーワード：スロー地震、脆性塑性遷移、岩石流体相互作用、ソフトマター、イベント統計、流動則

沈み込み帯におけるプレート境界面上では一般的に，スロー地震と通常の地震とがそれぞれ異なる領域で発生している．通常の地震性すべりによってシュードタキライトなどの地質学的痕跡が形成される一方で [1]，スロー地震の発生にはどのような岩石変形構造が伴うのだろうか．本研究では，降伏強度の大きい脆性粒子と低粘性流体とを混合したアナログ物質を用いて，剪断帯の変形挙動がスロー地震と似た統計性を再現することを実験的に示す．

スロー地震は通常の地震と比べて破壊伝播速度が遅いだけでなく，地震の規模ごとの発生頻度および継続時間それぞれについて特徴的な統計則が観測されている．スロー地震は通常の地震と比べて小規模の地震が極端に多く，グーテンベルグリヒター則がしばしば成り立たない [2]．また，スロー地震は通常の地震と比べて規模と継続時間の間に線形関係が見出され，断層の自己相似則が破れている [3]．こうした2つの統計性の違いは，スロー地震と通常の地震との間で本質的に発生メカニズムが異なることを示す主たる根拠となる．スロー地震の多くは，脆性-延性遷移領域に相当する温度圧力条件で発生しており，脆性破壊と粘性流動とが同時に生じていると考えられている．そのため，脆性-延性遷移を示す岩石組織中にスロー地震の起源を求める地質学的仮説が多く提案されている [4, 5, 6, 7]．しかし，こうした脆性-延性遷移挙動がスロー地震を特徴づける2つの統計則に従うか否かについての研究はほとんど無い．

そこで本研究では，粘性流体からなる基質中に粒子を分散させた断層モデル系 [6, 7] の剪断実験を行い，変形中の応力降下イベントの統計解析と変形組織のその場観察を行った．粘性流体として，透明な重液のポリタングステン酸ナトリウム水溶液（比重3）を用い，粒子としてガラスビーズや柔らかいハイドロゲル粒子（粒径 4 mm，最大4000粒子）を用いた．透明なアクリルの2重円筒容器内に重液を入れて粒子を浮遊分散させ，その中央に挿し入れた回転円柱で回転剪断を加えた．剪断速度 10^{-3}–10^{1} /s，空隙率 0.2–1（溶液のみ），粒子の降伏強度よりも十分小さい応力範囲で，室温大気圧下で実験を行った．

実験の結果は以下の3点にまとめられる：

1．粒子層を重液の液面に単層のみ浮遊分散させた場合は，応力降下イベントの規模別頻度分布はスロー地震に見られる指数分布を示した．この傾向は，他の実験条件によらず定性的には同様だった．一方で，浮遊分散させた粒子層が十分に厚い場合は，応力降下イベントの規模別頻度分布はべき分布（グーテンベルグリヒター則）を示した．この傾向は，流体なし

©日本地質学会

の乾燥状態でも定性的には同様だった．

2．粒子層を重液中に浮遊分散させた場合は，応力降下イベントの規模と継続時間との間に線形関係が見られ，スロー地震と似た統計性を示した．この傾向は，粒子層の厚さや流体の表面張力によるなど実験条件によって変化する場合があり，今後詳しく調べる必要がある．一方で，流体なしの乾燥状態では応力降下イベントの規模と継続時間との関係は非線形性を示した．これは通常の地震の自己相似則と似た統計性と言える．

3．実験中の変形構造をその場観察したところ，回転円柱近傍に歪が集中した剪断帯が形成され，その部分で間欠的な粒子運動が生じていた．この時の粒子-重液混合系の流動則（応力-歪速度関係）はビンガム流体的な特徴を示した．これは固相と液相からなる混相流では比較的典型的な特徴だが，内部の局所的な流動則を調べてみると系全体のビンガム流体挙動から逸脱していた．低歪速度下で降伏強度を持つような条件下であっても，数粒子分の局所スケールでは粒子がゆらぎながら動いていることがわかった．この結果は，脆性-延性遷移挙動を示す剪断帯周辺では，変形組織内部で局所的に成り立つ流動則が必ずしも断層全体にわたる挙動を代表していないことを意味する．

今後は，流体粘性に対して降伏強度の小さい脆性粒子を用いて，地質学的に観察されているような脆性-延性遷移領域の粘性比条件下で実験を行う．高粘性流体からなる基質中で低降伏強度の粒子の剪断実験を行うと，図1に示すようなマイロナイトに似た変形組織を再現することができた．このような条件下でスロー地震の統計性が現れるかを調べていく．

[1] Rowe & Griffith (2015) JSG
[2] Chestler & Creager (2017) JGR
[3] Ide & Beroza (2023) PNAS
[4] Kirkpatrick et al (2021) Nat Rev
[5] Behr & Bürgmann (2021) PTRS A
[6] Sibson (2017) EPS
[7] Beall et al (2019) G^3

©日本地質学会

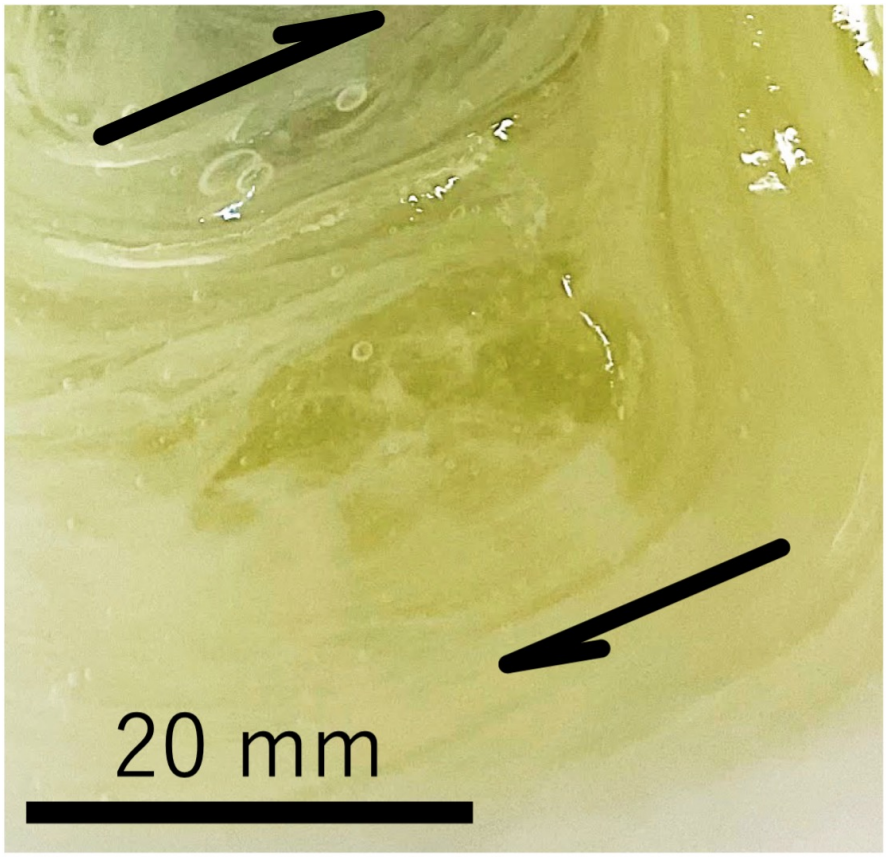


図1. 脆性-延性遷移の力学挙動を示す変形組織

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[3oral301-12] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:向吉 秀樹(島根大学)、宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、福田 惇一(大阪公立大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

9:15 ~ 9:30

[T4-O-11] 固体圧式変形試験機による高封圧条件下における精密応力決定：大理石の変形実験への適用

*永井 嵩也[1]、清水 以知子[1] (1. 京都大学)

キーワード：レオロジー、高温高圧変形実験、固体圧式試験機、差応力、大理石

地殻深部やマントルにおける岩石鉱物のレオロジー特性を明らかにするために、ガス圧式や固体圧式の変形試験機が高温高圧変形実験で広く使用されてきた。ガス圧試験機では常用で封圧が 300 MPa 程度に制限されるのに対し、 固体圧媒体を用いるGriggs 型の変形試験機では、1 GPa 超の封圧を発生できる利点がある一方、固体圧媒体との間に生じる摩擦の影響で応力測定精度が悪いことが長年の課題であった。そこで内部摩擦の低減のため、固体塩 (NaCl) をもちいたアセンブリのほか、高温で液体となる溶融塩セルも開発されてきた。Holyoke and Kronenberg (2010) はこれらの圧媒体をもちいて得られた実験データの精度を評価するために、高純度の金属（Ni, Mo）等を試料のかわりに用いて、封圧300 MPaにおいて校正試験を行い、応力精度の良いガス圧試験機で得られた結果と直接比較した。その結果、 溶融塩セルを用いていても差応力の過大評価が数100 MPaに及ぶことが明らかとなり、補正式が提案された。しかし、Griggs 試験機を用いた、より高封圧（〜1.5 GPa）での校正実験はわずかしか行われておらず (Kido and Muto, 2016)、石英や大理石(Gleason and Tullis, 1993) の実験に対しても同じ補正式が適用可能かどうかはよく明らかにされていなかった。 一方、熊澤型の固体圧変形試験機は、上下二対の荷重計で応力を測定し、軸上下の平均として内部摩擦をリアルタイムに補正する機構をそなえている（Shimizu and Michibayashi, 2022）。本研究では京都大学に設置されている改良型熊澤型試験機を用いて、内部摩擦の生じる内側スリーブに使用する圧媒体物質を様々に替えて校正試験を行った。実験は Holyoke and Kronenberg (2010) に従って、製造元も同じ高純度NiやMoを試料に使用し、温度600℃ または700℃、封圧300 MPa、歪速度1.6×10^{-4} sec^{-1}で行った。実験の結果、タルクやNaCl ではガス圧試験機で報告されている差応力値より大きく、内部摩擦の影響が除去できていなかったが、Griggs 試験機と比べるとその差は大きく低減されていた、また、低軟化点ガラス (軟化点415℃) を用いた「液体ガラスセル」の実験で600℃、700℃ともに、ガス圧試験機とほぼ同じ降伏応力を得ることができた。発表では、Moや大理石を用いた、より高圧 (〜1.5 GPa)での変形実験の結果についても報告する。

参考文献

Gleason, G. C. and Tulis, J. (1993), Geophysical Research Letters, 20, 2111-2114.
Holyoke, C. W. and Kronenberg, A. K. (2010), *Tectonophysics*, 494, 17–31.
Kido, M. and Muto, J. and Nagahama, H. (2016), *Tectonophysics*, 672-673, 170-176.
Shimizu, I. and Michibayashi, K. (2022), *Minerals*, 12, 329.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[3oral301-12] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:向吉 秀樹(島根大学)、宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、福田 惇一(大阪公立大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

9:30 ~ 9:45

[T4-O-12] 流通式水熱実験による斑れい岩の熱水変質に伴う元素移動と置換組織の発達

*鈴木 康平[1]、ダンダル オトゴンバヤール[1]、岡本 敦[1] (1. 東北大学大学院環境科学研究科)

キーワード：斑れい岩、鉱物置換反応

中央海嶺では海水由来の熱水が地殻内を循環している。熱水は周囲の岩石と反応し、Mg^{2+}やSO^{4-}の除去や、Cu^{2+}などの金属イオンの溶解のような元素移動が起こる[1]。有用金属を含んだ熱水は海底熱水噴出孔から放出され、海底熱水鉱床を形成するほか、海水組成にも影響を与えるため、岩石と海水の反応の詳細を知ることは将来の鉱物資源開発に貢献し得る。
多孔質な玄武岩に対し、緻密な組織を有し浸透率が低い斑れい岩においては熱水循環による変質がどの程度の規模で起きているかはわかっていない。既往の研究でも、海嶺翼部の深部での熱水循環に注目した研究は少なく[2]、実験的研究においても、玄武岩に対して斑れい岩と海水の反応実験はほとんどない[3]。本研究では、斑れい岩－塩水系の流通式水熱実験を行うことで、海水中の各成分が斑れい岩に対しどのように作用するのか、また緻密な組織において変質がどのように進行するのかについて考察する。
出発物質は細粒の斑れい岩で、主に斜長石と単斜輝石から成る。これを2.5×2.5×10mmの角柱状に切り出して岩石試料とした。反応溶液には NaCl溶液、NaCl-$MgCl_2$溶液、NaCl-$FeCl_2$溶液、NaCl-$CaCl_2$溶液の4種類を用い、300°C、25MPa の条件で岩石試料と反応させた。流量は 0.2mL/min 、実験期間は72時間とした。
NaCl溶液およびNaCl-$CaCl_2$溶液では、斜長石の溶解が見られたが析出物は確認されなかった。NaCl-$MgCl_2$溶液では斜長石が選択的に反応しMg緑泥石から成る網状の置換組織を形成した。NaCl-$FeCl_2$溶液では、斜長石と単斜輝石の双方が反応し、斜長石はFe緑泥石、単斜輝石はFe緑泥石とヘマタイトから成る網状の置換組織を形成した。反応後の溶液組成を比較すると、pHはNaCl溶液で8-9と最も高く、NaCl-$MgCl_2$溶液とNaCl-$FeCl_2$溶液ではそれぞれ5.5、 3.7と低い値であった。溶出元素に注目すると、NaCl-$MgCl_2$溶液ではSi、Caが溶出する一方で、Feは溶出しなかったが、NaCl-$FeCl_2$溶液ではSi 、Caに加えMgが溶出した。また、全ての実験に共通してAlはほとんど溶出しなかった。NaCl-$MgCl_2$溶液やNaCl-$FeCl_2$溶液で見られた置換反応に関して、反応前後の鉱物の密度、組成を用いてマスバランス計算を行うと、溶出元素と計算結果が一致するのは体積が30-50%減少するときであり、網状の置換組織は斑れい岩－塩水反応に伴う元素移動によるものであると確かめられた。さらに、溶液計算ソフトCHIM-xptを用いて今回の実験条件における各溶液と斑れい岩の反応を地化学モデリングした。それぞれの溶液で水－岩石比が1000以上の領域で緑泥石の析出が多くなり、NaCl-$MgCl_2$溶液ではMg緑泥石が、NaCl-$FeCl_2$溶液ではFe緑泥石が析出することが確かめられた。また、各溶液のpHが斑れい岩との反応によって変化することも確かめられた。NaCl

©日本地質学会

溶液ではpHが上昇するが、これは斜長石の溶解に伴いH^+が吸収されたためであると考えられる。斜長石の溶解に加えて緑泥石が生成する場合、反応全体としてH^+が放出されるため、NaCl-$MgCl_2$溶液及びNaCl-$FeCl_2$溶液ではpHが低下すると考えられる。このようなpHの変化は斜長石の溶解速度に影響し、酸性条件においては溶解は進みやすくなる。そのため、緑泥石化によるpHの低下が斜長石の溶解を加速させ、緑泥石化を促進させる可能性がある。
実験結果を天然試料と比較するため、中東・オマーン国にあるオフィオライトの岩石試料を分析した。オマーン・オフィオライトでは斑れい岩の一部が数十mスケールで緑泥石岩に変質している[4]。岩石境界部では単斜輝石のみが緑泥石化しており、緑泥石岩内部では斜長石も緑泥石に置換されていた。緑泥石は置換前の鉱物の外形を残しており、その組成は鉄に富むものであった(Mg# = 0.32-0.40)。実験結果より、オマーン・オフィオライトの緑泥石化は鉄に富む流体が関与したと考えられるが、変質における鉱物の選択性や反応後の組織に相違がある。
参考文献
[1] Alt, J. C. (1995). *Geophys. monogr. S.*, *91*, 85-114.
[2] Bosch, D., et al. (2004). *Jour. Petrol.*, *45*(6), 1181-1208.
[3] Currin, A., et al. (2018). *Lithos*, *323*, 91-102.[4] Yoshitake, N.,et al. (2009). *Jour. Mineral. and Petrol. Sci.*, *104*(3), 156-163.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[3oral301-12] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:向吉 秀樹(島根大学)、宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、福田 惇一(大阪公立大学)

9:45 ~ 10:00

[T4-O-13] 粒成長に伴う流体移動：樟脳-エタノールを用いた透視実験

*福田 惇一[1]、瀬戸 雄介[1] (1. 大阪公立大学)

キーワード：岩石模擬物質、樟脳、流体、粒成長

地殻内部において、流体（主として水）は普遍的に存在し、粒成長、変形、反応などを促進させ、岩石微細組織の変化に伴って流体分布も変化する。本研究では基本的な現象である粒成長に注目する。
これまでに地殻の主要構成鉱物である石英や長石集合体について粒成長実験が行われ、粒成長則や水の添加による粒成長促進機構が評価されてきた（例えばFukuda et al. 2019）。しかし、実際の地殻構成物質を用いた実験では、ピストンシリンダー試験機などの大掛かりな装置が用いられ、実験温度圧力条件は例えば1 GPa, 1000°Cなどと非常に高い。さらに各温度、圧力、保持時間の実験ごとに試料を回収し、実験回収試料の微細組織観察を行うことから、試料の組織は常に凍結されている。この凍結された微細組織と流体相分布の情報をもとに、実験時の粒成長と流体相の挙動を想像するしかない。
一方、有機物などの岩石模擬物質を用いれば、室温から100℃程度、かつ数分で有意な粒成長が起こり、光学顕微鏡下で微細組織発達のリアルタイム観察を行うことができる。Fukuda（2024）では岩石模擬物質として樟脳（$C_{10}H_{16}O$、密度0.99 g/cm^3）を用い、室温、偏光顕微鏡下で明瞭な粒成長過程を観察した。
本研究では、樟脳に加えて流体相としてエタノールを用いた。実験準備として、室温で乳鉢に樟脳約200 mgに10 vol%程度のエタノールを添加し、すりつぶした。次に樟脳-エタノール混合物約5 mgをスライドガラスに載せ、上から別のスライドガラスで押し付けた。上のスライドガラスを取り除くと、密な樟脳-エタノール混合物が得られる。この混合物の載ったスライドガラスを偏光顕微鏡下に移動させ、40倍または100倍の対物レンズを用いて、適度なエタノール分布領域を選定した。先のスライドガラス上での試料作成後から偏光顕微鏡下での観察領域の選定は、粒成長を最小限にするために1分以内で行った。そして、粒成長に伴う流体挙動を偏光顕微鏡に設置したカメラで録画した。
樟脳集合体の平均初期粒径は約7 μmで、室温で1時間観察すると粒径は約20 μmまで増加した。この粒成長に伴う流体挙動として、次の３種類の特徴的な過程が観察された。１．粒界に存在する流体が、粒成長による粒界移動により、近接する別の流体と合体して一つの大きな流体となる。２．粒界に存在し、粒界の形状に合うように伸長した流体が、粒成長による粒界移動により、粒界から樟脳結晶内部に移動する。その結果、流体の形状が球状になる。３．元々粒内になった球状の流体が、移動してきた粒界中に取り込まれる。
上記の３つの流体挙動のうち、１の合体により流体の平均サイズは大きくなり、視野内の流体数は減少した。一方、視野内の全流体の総面積は一定であった。このように、粒成長に伴い流体相の分布が変化することが観察され、実際に地下内部で行っている機構を推察することができる。
さらに本発表では50℃程度までの加熱その場観察実験方法について紹介する。フィルムヒータ上に上記の樟脳-エタノール混合物を準備したスライドガラスを設置し、偏光顕微鏡下で加熱しながら、粒成長を観察する手法を構築した。

©日本地質学会

Fukuda J. (2024) Grain growth of camphor as a rock analogue: microstructural development and grain growth law. Journal of Mineralogical and Petrological Sciences. Vol. 119:010
Fukuda J., Raimbourg H., Shimizu I., Neufeld K., Stünitz H. (2019) Experimental grain growth of quartz aggregates under wet conditions and its application to deformation in nature. Solid Earth, Vol. 10, pp. 621–636

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[3oral301-12] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:向吉 秀樹(島根大学)、宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、福田 惇一(大阪公立大学)

ハイライト講演

10:00 ~ 10:15

[T4-O-14] ［招待講演］火星表層環境の再現を目指した実験装置の整備と今後の研究展望

*亀田 純[1]、Ruj Trishit[1] (1. 岡山大学惑星物質研究所)

【ハイライト講演】 火星の温度・気圧・大気組成・湿度といった環境条件を再現できるスペースチャンバーや、低重力から過重力まで幅広い重力環境を再現可能な3軸クリノスタットなど、火星表層環境を地上で模擬可能な装置群の整備が講演者らによって進められている。本招待講演では、これらの設備の基本仕様や、今後これらの装置を活用して展開可能な研究の展望について紹介していただく。 ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：火星、水、スペースチャンバー

近年、探査機による観測や火星隕石の分析を通じて、火星の表層環境に関する理解が着実に進んいる。たとえば、かつて火星には液体の水が存在していたこと、さらに現在も氷や水蒸気といった形で水が存在している可能性が高いことが明らかとなっている。こうした火星表層環境の理解は、将来的な火星の居住可能性を評価するうえでも極めて重要な課題である。

岡山大学惑星物質研究所では現在、火星表層環境を地上で模擬可能な装置群の整備を進めている。具体的には、火星の温度・気圧・大気組成・湿度といった環境条件を再現できるスペースチャンバーや、低重力から過重力まで幅広い重力環境を再現可能な3軸クリノスタットが含まれる。スペースチャンバーにはハイパースペクトルカメラが上部に設置されており、火星環境下における物質の分光特性を評価することが可能である。本装置は2025年10月末に導入予定であり、テスト運転を経たのち、国内外の研究者を対象とした共同利用設備として公開される計画である。

またこれに先立ち、3軸クリノスタット（松尾製作所）を2025年2月に導入した。本発表では、これらの設備の基本仕様に加え、発表者らが現在計画している研究テーマを含め、今後これらの装置を活用して展開可能な研究の展望について紹介する。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[3oral301-12] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:向吉 秀樹(島根大学)、宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、福田 惇一(大阪公立大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

10:30 ~ 10:45

[T4-O-15] 三波川帯におけるマイクロブーディン構造を用いた応力・歪解析

*外山 和也[1]、道林 克禎[1] (1. 名古屋大学大学院環境学研究科（岩鉱）)
キーワード：マイクロブーディン、古差応力計、三波川帯、レオロジー、藍閃石

藍閃石や紅簾石のような柱状の変成鉱物には，変成作用を受けると差応力で破断して列車が連なったようなマイクロブーディン構造を示すことがある．この構造を有するメタチャート（珪質変成岩）中の紅簾石や断層岩中の電気石から差応力を推定するマイクロブーディン古差応力計が提案された．しかし，これらの古差応力計から算出される差応力は相対値にとどまっている．本研究では，三波川帯の結晶片岩類に着目し，マイクロブーディン古差応力計を再検討することで応力・歪履歴を求める方法を考案した．
三波川帯で採取された試料について研磨薄片を面構造（片理）に垂直で伸長線構造に平行な面（XZ面）で作成した．主要な構成鉱物は石英，曹長石，赤鉄鉱，白雲母，藍閃石，紅簾石であり，藍閃石，紅簾石は柱状であった．マイクロブーディン構造について，各柱状鉱物のアスペクト比（長軸/短軸）やブーディン間距離などの形状指標を計測した．研磨薄片内の数100個以上の柱状鉱物粒子を効率的に計測するため，Python v.3.12.4 (Spyder v.5.5.1.)を用いた画像解析プログラムを開発した．また，電子線後方散乱回折（EBSD）法による結晶方位測定から石英の結晶方位ファブリックと粒径を測定した．
和歌山県四邑川地域のサンプルについて，研磨薄片内の藍閃石の多くはマイクロブーディン構造を示しており，非ブーディン粒子に比べてアスペクト比が高い傾向にあった．ブーディン化した粒子は主に2〜3つに分割されていたが，中にはそれ以上に分割された粒子も確認された．一方，石英の平均粒径から動的再結晶粒径差応力計を用いることで差応力を約43 MPaと推定した．
測定したマイクロブーディンの形状パラメーターをLi & Ji (2020)のマイクロブーディン古差応力計（以下，LJ法）に適用した．しかし，LJ法ではブーディン間距離と柱状鉱物のアスペクト比の関係をうまく説明できないため，LJ法の一部を改良した新しい方法(LJ-T法)を導出した．加えて，動的再結晶粒径差応力計の結果とマイクロブーディン古差応力計を組み合わせることで，藍閃石の引張強度が639 MPaと算出された．さらに，ブーディン間距離と柱状鉱物の長軸の長さを用いて歪量，引張強度を用いて各マイクロブーティンが被った差応力を計算した．結果として歪量の小さいマイクロブーディンほど被った差応力が増大する傾向が確認された．以上の結果は，本研究で開発したマイクロブーディン古差応力計(LJ-T法)が，変成岩の応力・歪履歴を解明する強力なツールになることを示す．
文献：Masuda et al., 2004, *J. Metamor. Geol.,* 22; Li and Ji., 2020, *J. Struct. Geol.,* 130; Cross et al., 2017, *Geophys. Res. Lett.,* 44, 6667-6674.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[3oral301-12] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:向吉 秀樹(島根大学)、宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、福田 惇一(大阪公立大学)

10:45 ~ 11:00

[T4-O-16] 低変成度泥質片岩の石英曹長石レイヤの変形組織：中部地方渋川地域三波川帯の例

*片桐 星来[1]、道林 克禎[2] (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、2. 名古屋大学大学院 環境学研究科（岩鉱）)

キーワード：三波川変成帯、泥質片岩、石英、曹長石、結晶方位定向配列

低温高圧型の変成岩は沈み込み帯における変形を記録しており，沈み込み帯の構造発達を推定する上でこれらの岩石の変形記録を解析することは非常に重要である．特に，変成温度300℃から350℃にあたる緑泥石帯相当の低変成度変成岩の形成場は石英曹長石の脆性-塑性遷移領域(Stöckhert, et al., 1999, Papeschi et al., 2018)であり，地震発生領域の下限として注目されている．高圧型変成岩の変形組織は，これまで珪質片岩や変形石英脈など，石英の岩石に占める割合が非常に高い岩石で多くの研究例がある．それに対して本研究では，より普遍的な低変成度変成岩の沈み込み帯における変形記録を明らかにすることを目的として，三波川変成岩類においてより広域に分布する泥質片岩の石英曹長石レイヤについて解析を行った．研究地域の中部地方渋川地域には御荷鉾緑色岩類と三波川結晶片岩が分布する．渋川地域では緑泥石帯の泥質片岩が広く分布し，主要鉱物組み合わせは石英＋曹長石＋緑泥石＋白雲母＋炭質物であり，一部の試料ではローソン石が観察される．石英と曹長石は非常に細粒であるため顕微鏡下で両者の識別は困難であるが，石英は泥質片岩の白色レイヤに，曹長石は白色レイヤと主に白雲母，緑泥石，炭質物で構成される黒色レイヤの両方で観察された．本研究では，本地域の泥質片岩に対し炭質物ラマン温度計を適用し，SEM-EBSD分析を行い，石英と曹長石の粒径分布，結晶方位定向配列(CPO)に注目し変形組織の形成条件を考察した．炭質物ラマン温度計を用いて推定した変成温度は280℃～350℃程度だった．SEM-EBSD分析の結果から白色レイヤはさらに石英の割合が大きいレイヤ(石英リッチレイヤ)と曹長石の割合が大きいレイヤ(曹長石リッチレイヤ)に分かれて分布していた．多くの試料で，曹長石リッチレイヤは白色レイヤと黒色レイヤの境界部に観察された．石英の粒径は平均10μm，曹長石の粒径は平均10~16μmであり，どちらも変成温度との相関は示さないが，モード比と弱い正の相関を示した．石英のCPOパターンはクレフトガードル様を示すもの，タイプⅠクロスガードルを示すものの2パターンが観察された．曹長石は(100)[001]パターンを示す試料が多く，炭質物ラマン温度計から推定された変成温度が340℃以上の高温試料の一部では(010)[001]パターンが観察された．低温条件での曹長石のCPOパターンの報告は乏しく，曹長石の(100)[001]パターンはこれまで報告はないが，本地域の泥質片岩の変形組織は石英，曹長石両方の弱い塑性変形を示しており，低温条件下の遅い歪速度で変形が進行したことを示唆する．引用文献：Stöckhert et al. (1999), Journal of Structural Geology, 21, 351-369. Papeschi et al. (2018), Journal of Structural Geology, 113, 100-114.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[3oral301-12] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:向吉 秀樹(島根大学)、宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、福田 惇一(大阪公立大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

11:00 ~ 11:15

[T4-O-17] 石英の変形再結晶組織におけるタイプ P/S 遷移の定量的指標とその要因

*中小路 一真[1]、清水 以知子[2]、道林 克禎[3] (1. 東京大学、2. 京都大学、3. 名古屋大学)
キーワード：石英、高温高圧変形実験、動的再結晶、転位クリープ

高温下で流動変形をした天然の岩石中にみられる石英の再結晶組織は変形時の温度、歪速度などの条件を反映していると考えられる。石英組織から変形条件を推定するための根拠として、実験的手法が用いられてきた。Masuda & Fujimura (1981, *Tectonophysics*) は細粒の石岩メノウに対し封圧0.4 GPa で高温高圧変形実験を行い、高温低歪速度条件下で直線状の粒界と等粒状粒子をもつType-P (Polygonal) 、低温高歪速度条件下で鋸状の粒界と伸長状粒子をもつType-S (Serrated) の動的再結晶微細組織が形成されることを報告した。さらに、Takahashi et al. (1998, *JSG*) はこれらの条件でできた実験試料に対しより定量的な解析を行い、結晶粒界のギザギザ度合いを表す面積–周囲長のフラクタル次元 Dの値が変形時の温度・歪速度条件によって変化することを報告した。天然試料の石英においても、剪断帯からの距離によってフラクタル次元Dが結晶粒径に相関して変化する結果が得られている（Anderson et al., 2025, *JSG*）。しかしながら、これまでの研究の石英の薄片写真に対する画像解析では、マニュアルで結晶粒界のトレースが行われているため、結晶と亜結晶の判別の基準が人によって同一ではなく、人間の眼で粒界を判別できる粒子を選別する際にバイアスが生じる可能性がある。そこで本研究は、細粒の石英岩を用いて高温高圧変形実験を行うとともに、実験後の動的再結晶組織の偏光顕微鏡像に対し、新たな画像処理手法を用いて視野内ほぼすべての結晶粒界を特定した。そして、各条件の微細組織の特徴を数値化し、Type-P/S遷移と比較した。

実験には熊澤型固体圧式変形試験機を用いた。本試験機は上下のロードセルで応力を測定することにより、固体圧媒体による摩擦の影響を取り除き、正確な応力決定を行うことができる。出発物質には細粒の含水石英岩メノウを用いた。温度歪速度条件はMasuda & Fujimura (1981) のType-P/S 境界をカバーする800°C−1000°C, 10^{-4}−10^{-6}/secとした。封圧はType-P/S遷移の封圧依存性を調べるため、Masuda & Fujimura (1981) より高圧の1.5 GPaとした。実験回収試料の偏光顕微鏡観察によって、本実験でも、高温低歪速度条件から低温高歪速度条件にかけてType-P/S遷移が見られることが確認された。次に、波動消光の影響を低減するため、異なる偏光角で撮影した 6 枚の偏光顕微鏡写真を重ね、画像解析ソフトウェアを用いて、勾配フィルターおよび分割アルゴリズムwatershed法を適用し、粒界を半自動的に抽出した。それを用いて、アスペクト比、正規化周囲長（周囲長/同面積の楕円の周囲長）、フラクタル次元の三つの量を計算した。さらに、光学顕微鏡では正確に判別することが難しい薄片の厚さ (15 μm) 未満の粒子の影響も調べるため、走査型電子顕微鏡によるEBSD解析をあわせて行った。ステップ幅は1 μmとした。

偏光顕微鏡像に対する解析においては、アスペクト比の平均値が高温低歪速度条件から低

©日本地質学会

温高歪速度条件へと系統的に増加し、Type-P/S 遷移とよく対応していることが確認された。本解析結果において、Type-P/S境界はアスペクト比の2.30に対応する。一方、正規化周囲長やフラクタル次元には温度歪速度条件に応じた系統的な変化が見られなかった。EBSD像に対する解析においては、いずれの量においても、Type-P/S 遷移に対応する系統的な変化は見られなかった。また、典型的な粗粒のType-P組織が見られた最も高温で歪速度が小さい条件を除き、偏光顕微鏡像の解析から得られる値と比べ、EBSD像から計算されるアスペクト比と正規化周囲長の値は小さい値となった。このように、EBSDによって粒子を特定した場合に系統性が見られない理由としては、ピクセル解像度が1ミクロンであるため、結晶粒界の形を正確に描画できていないことが考えられる。

以上の結果から、石英微細構造のType-P/S遷移の特徴は偏光顕微鏡像におけるアスペクト比によってよく捉えられることが明らかになった。本発表では、その物理的理由の考察も試みる。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[3oral301-12] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:向吉 秀樹(島根大学)、宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、福田 惇一(大阪公立大学)

11:15 ~ 11:30

[T4-O-18] Co-seismic ductile deformation in carbonate-hosted active faults

*Yeo Thomas[1]、Ujiie Kohtaro[1]、Inoue Kaoru[1]、Nagaya Takayoshi[2]、Ken-ichi Hirauchi[3] (1. University of Tsukuba、2. Waseda University、3. Shizuoka University)

キーワード：Co-seismic ductile deformation、Frictional heating、Ryukyu Limestone、Yonabaru Fault、EBSD analysis

---

Identifying co-seismic deformation from faults at shallow depths is of paramount importance in assessing seismic hazards associated with surface rupture and ground shaking. However, while carbonate is a key lithology in seismically active areas, pseudotachylyte is rarely preserved because carbonate minerals thermally decompose at temperatures far below the extremely high temperatures required for frictional melting.

This study investigates the active Yonabaru Fault on Miyako Island, southern Ryukyu Arc, which offsets the Pleistocene Ryukyu Limestone and is capable of generating magnitude 6.9–7.2 class earthquakes. The ~50 m thick fault zone hosts multiple fractures and mirror-like polished, lineated slip surfaces associated with narrow (2 mm thick) slip zones. Kinematic indicators indicate normal faulting within a NE-SW extensional regime, consistent with present-day arc-parallel extension. The slip zones comprise fine-grained calcite matrix (<10 μm) and angular limestone clasts. Injection veins orthogonal to the slip surface are observed at the boundaries of the slip zones, suggesting fluidization during faulting.

Electron Backscatter Diffraction (EBSD) analyses reveal distinct deformation microstructures across the slip zone. Calcite grains adjacent to the slip surface exhibit strong shape preferred orientation, dominant (c) < a > slip and recrystallization, indicating deformation temperatures exceeding 400 ℃. In contrast, calcite within injection veins display only static recrystallization, suggesting temperatures above 150 ℃ . These contrasting microstructures imply the development of a thermal gradient during fault slip, likely driven by frictional heating at temperatures much higher than ambient temperatures of ~25 ℃.

The absence of e-twins suggests that co-seismic shear stress did not exceed 10 MPa. Thermal modelling constrains the conditions necessary to produce the observed microstructures, indicating that slip velocities must have exceeded 0.1 m/s. Our findings represent one of the first documented cases of co-seismic ductile deformation and recrystallization in carbonates at shallow crustal depths, offering new insights into the mechanical behaviour of carbonate faults during seismic events.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[3oral301-12] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:向吉 秀樹(島根大学)、宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、福田 惇一(大阪公立大学)

11:30 ~ 11:45

[T4-O-19] 根尾谷断層極浅部における自形方解石、バライトと摩擦発熱

*大谷 具幸[1]、前田 剛志[2]、吉田 拓海[2] (1. 岐阜大学、2. 岐阜大学大学院)
キーワード：根尾谷断層、極浅部、摩擦発熱

断層の極浅部における地震時の摩擦発熱を明らかにするために、1891年に濃尾地震を引き起こした根尾谷断層の地表から深度400 mまでを対象として、最新すべり面とその周囲における特徴を主にSEM-BSE像観察、EPMA分析により明らかにした。その結果、自形方解石とバライトが認められ、これらは摩擦発熱に起因して生じたと考えられる。根尾谷断層では、近年、岐阜県本巣市根尾水鳥と根尾長嶺においてボーリング掘削が原子力規制庁により行われた。各地点で複数のボーリング掘削が行われ、これらは根尾水鳥では深度85 mと382 m、根尾長嶺では深度17 mと68 mで分布の連続性と直線性から認定した最新すべり面を貫いている。他に最新すべり面の候補となる断層ガウジ帯が見あたらないことから、濃尾地震を含めて最近の地震ではここですべりを生じた可能性が高い。加えて根尾長嶺では地表露頭でも最新すべり面が認められる。いずれの地点でも原岩は美濃帯付加コンプレックスの泥岩基質メランジュであり、根尾水鳥ではチャートと玄武岩がブロックとして含まれている。最新すべり面及びその近傍の断層ガウジをSEMやEPMAにより詳細に観察・分析し、鉱物の分布と形状を確認した。その結果、根尾水鳥の深度382 mでは最新すべり面の近傍にCaの濃集が生じていることが明らかとなった。最新すべり面ではCaの分布は局所的であり、亜円形を示す。最新すべり面に隣接する断層ガウジでは、Caを含む鉱物脈が認められ、ここでは主として粒径数μmの多数の方解石とフラグメント化した石英等やガウジの基質を含んでいる。また、この方解石の一部は弱い自形性を示している。加えて、細粒方解石とフラグメント化した石英が最新すべり面から離れた側から最新すべり面近傍の断層ガウジに貫入するような産状を示す。根尾長嶺では最新すべり面の分布が不明瞭であるものの、最新すべり面かその近傍のいずれかでバライト（硫酸バリウム）が見いだされた。バライトの産状は亀裂内に分布、放射状、鉱物脈のいずれかである。これらの形成過程として、細粒の自形方解石、バライトともに溶解度の急激な変化に伴う形成が示唆される。この原因として、地震性すべりに伴ってthermal pressurizationによる温度と間隙水圧の上昇、その後の急激な低下が生じたと考えられる。観察対象の最新すべり面のうちもっとも深い深度382 mに分布する自形方解石は最新すべり面の西側に分布しており、根尾谷断層でこれまでに生じた変位が濃尾地震のときと常に同様であると仮定をすると相対的に沈降することとなり、断層変位に伴う深部からの上昇は生じない。また、現状の谷地形の形成を考えると、最大の浸食量として約1 kmが見積もられるため、ここで考えられる現象は1.4 kmより浅い深度で生じたと推定される。よって、これらの自形方解石とバライトが濃尾地震以前の地震に伴って生じた場合であっても、その形成深度は現在と大きく変わらないと推測され、根尾谷断層の極浅部においてthermal pressurization による温度と間隙水圧の上昇、さらには摩擦係数の低下が生じたと考えられる。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第3会場(E201)

[3oral301-12] T4 ［トピック］岩石・鉱物の変形と反応

座長:向吉 秀樹(島根大学)、宇野 正起(東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)、福田 惇一(大阪公立大学)

11:45 ~ 12:00

[T4-O-20] cleavable olivineからわかる地質学的に重要なこと

*安東 淳一[1]、富岡 尚敬[2]、前川 寛和[3] (1. 広島大学、2. JAMSTEC・高知コア研、3. 大阪公立大学)
キーワード：蛇紋岩化、パイプ拡散、粒界拡散

【はじめに】 cleavable olivineは“裂開”が発達するオリビンで、蛇紋岩化した超塩基性岩中に存在する。“裂開”とは、オリビンの(100)、(010)、(001)に平行に発達する劈開様の面に沿って蛇紋石の一種であるアンチゴライトが晶出する組織である。“裂開”は(100)に沿って発達するものが多い（相川、1981；Nozaka and Ito, 2011）。日本国内では、神居古潭帯鷹泊超苦鉄質岩体をはじめ約10の超塩基性岩体や、伊豆‐小笠原‐マリアナ海溝に沿って露出する蛇紋岩海山で確認されている。オリビンは、結晶構造的に(100)には劈開は発達しないので、なぜ裂開が形成されるのかといった問題は、オリビンの含水化過程を明らかにするうえで重要だと考えられる。本研究はcleavable olivineの成因を微細組織のキャラクタリゼーションによって明らかにすることを目的とした。
【試料と観察手法】 本研究で使用した試料は、マリアナ前弧北部の雷神海山を構成するアンチゴライト化が進んだ超塩基性岩（ダナイト）である。1) 偏光顕微鏡、SEM、TEMを用いた微細組織観察、2)SEM-EBSDによるオリビンの裂開面と格子選択配向（CPO）の測定、3)ラマン分光分析による蛇紋石鉱物の同定を行った。
【観察結果と考察】 観察の結果、cleavable olivineは以下の特徴を有することが明らかとなった。1）ダナイトを構成するオリビンは、[100]{0kl}のすべり系によって形成された強いCPOを示す。また、このすべり系によって形成されたと考えられる（100）に平行な亜結晶粒界と波動消光が顕著に発達する。以上のことから、オリビンは[100]{0kl}のすべり系による転位クリープによって塑性変形したことが分かる。2）裂開は、(100)に平行に発達した亜結晶粒界に沿って形成されていることが多い。亜結晶粒界は転位の配列によって形成されるため、転位の存在と裂開の形成は強く関係することが分かる。3) 裂開中にはアンチゴライトが晶出しており、ホストのオリビンの(100)とアンチゴライトの(001)はトポタキシャルな関係を持つ。この結果は、オリビンの結晶構造を利用してアンチゴライトが晶出した事を示す。4）ダナイトを構成する“オリビンの粒界”には、リザーダイトが晶出している。このリザーダイトは、ホストのオリビンとはトポタキシャルな関係を持たない。また粒界には、マグネタイト、カルサイトの晶出が確認できた。以上の結果は、本試料は二段階の蛇紋岩化作用受けていることが明らかとなった（アンチゴライト化の後にリザーダイト化が生じた）。上記した1）～3）の特徴は、神居古潭帯鷹泊超苦鉄質岩体中から採取したcleavable olivineでも確認することができた。　これらの観察結果から、cleavable olivineは次の様な形成過程で形成されたと結論できる。1) 上部マントルで、ダナイトを構成するオリビンが[100]{0kl}すべり系による転位クリープによって塑性変形した。その結果、CPOが形成され、かつ(100)に平行な面上に転位が配列し亜結晶粒界が形成された。2) 亜結晶粒界を構成する転位に沿って水が拡散（パイプ拡散）し、亜結晶粒界上にホストのオリビンとトポタキシャルな関係を持つアンチゴライトが晶出した。これにより裂開が形成された。その後ダナイトが上昇し、3）粒界にリザーダイト、マグネタイト、カルサイトが晶出した。本研究の重要な結論は、アンチゴライト化が転位に沿った水の拡散（パイプ拡散）によって進行し、その結果

©日本地質学会

としてcleavable olivineが生成される、ということである。一般的に、オリビンのアンチゴライト化は粒界（粒界拡散）やクラック面から進行する。「粒界拡散」と「パイプ拡散」を比較した場合、cleavable olivine は粒界が閉じた高圧下、すなわち粒界拡散が起こりにくい環境で形成されると考えられる。したがって、cleavable olivine の存在は、高圧下において元素拡散が主にパイプ拡散によって支配されていることを強く示唆する。

引用文献：相川 (1981) 岩石鉱物鉱床学会誌, 76, 61-67. Nozaka and Ito (2011) Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 106, 36-50.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[3oral501-11] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:足立 奈津子(大阪公立大学)、澤田 大毅(石油資源開発株式会社)

8:45 ~ 9:00

[T7-O-10]

微生物によるペロイド形成過程解明の試み

*白石 史人[1]、シュテンゲル ハネス[1]、田中 秀明[1]、柳川 勝紀[2]、富岡 尚敬[3]、高橋 嘉夫[4] (1. 広島大学、2. 北九州市立大学、3. 海洋研究開発機構、4. 東京大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

9:00 ~ 9:15

[T7-O-11]

上部ジュラ系〜下部白亜系鳥巣式石灰岩の形成要因

*鬼頭 岳大[1]、中田 亮一[2]、狩野 彰宏[3]、白石 史人[1] (1. 広島大学、2. 海洋研究開発機構、3. 東京大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

9:15 ~ 9:30

[T7-O-12]

インド中原生界，Vindhyan超層群Chitrakoot層の堆積学的・地球化学的特徴：古環境への示唆

*パンディ アブヒシェク[1]、チャクラボルティ パルタ[2]、中田 亮一[3]、狩野 彰宏[4]、白石 史人[1] (1. 広島大学、2. デリー大学、3. 海洋研究開発機構、4. 東京大学)

9:30 ~ 9:45

[T7-O-13]

スターチアン氷期シークエンスに含まれる炭酸塩岩と鉄質堆積物

野田 舜[1]、矢部 志織[1]、*狩野 彰宏[1] (1. 東京大学)

9:45 ~ 10:00

[3oral501-11-5add]

休憩

ハイライト講演

10:00 ~ 10:30

[T7-O-14]

［招待講演］九州地域の天然水素ポテンシャル評価について

*山田 泰広[1,2] (1. 九州大学、2. Royal Holloway Univ. of London)

ハイライト講演

10:30 ~ 10:45

[T7-O-15]

古気候変動，堆積・続成作用，および油田形成の相互作用により生じた下部白亜系干潟炭酸塩岩（Tidal flat carbonates）の孔隙率・浸透率の不均質性

*山本 和幸[1]、門谷 弘基[1]、Alsabeai Jawaher[2]、Alshamsi Suad[2]、Mosekiemang Goitse[3]、高柳 栄子[3]、井龍 康文[3] (1. 株式会社INPEX、2. ADNOC Offshore、3. 東北大学)

学生優秀発表賞エントリー ECS

10:45 ~ 11:00

[T7-O-16]

©日本地質学会

岩手県久慈層群における炭化水素資源ポテンシャルの堆積学・有機地球化学的再検討

*山岸 昇玄[1]、安藤 卓人[1]、千代延 俊[1] (1. 秋田大学　国際資源学研究科)

ECS

11:00 ~ 11:15

[T7-O-17]

化学堆積学シーケンスからみたベンガルファンの有機物堆積過程

*児玉 祐輔[1]、安藤 卓人[2]、沢田 健[1,3] (1. 北海道大学 理学院 自然史科学専攻、2. 秋田大学 国際資源学研究科 資源地球科学専攻、3. 北海道大学 理学研究院 地球惑星科学部門)

学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

[T7-O-18]

北海道幌向川に分布する中新統川端層の有機物に富むタービダイト層の堆積学的調査

*山田 陽翔[1]、沢田 健[2] (1. 北海道大学大学院理学院、2. 北海道大学理学研究院)

11:30 ~ 11:45

[T7-O-19]

蝦夷層群羽幌川層堆積岩のバイオマーカー分析によるコニアシアン-サントニアン期の堆積環境復元

*髙橋 温[1]、中村 英人[2]、池田 雅志[3]、安藤 卓人[4]、沢田 健[3]、髙嶋 礼詩[5]、西 弘嗣[2] (1. 北海道大学理学院、2. 福井県立大学恐竜学部、3. 北海道大学理学研究院、4. 秋田大学国際資源学部、5. 東北大学総合学術博物館)

11:45 ~ 12:00

[T7-O-20]

ベトナム北東部デボン紀-石炭紀境界堆積岩におけるバイオマーカーを用いた古環境復元

*四木 りさ[1]、沢田 健[1,2]、高嶋 礼詩[3]、小松 俊文[4] (1. 北海道大学理学院自然史科学専攻、2. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 東北大学学術資源研究公開センター総合学術博物館、4. 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[3oral501-11] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:足立 奈津子(大阪公立大学)、澤田 大毅(石油資源開発株式会社)

8:45 ~ 9:00

[T7-O-10] 微生物によるペロイド形成過程解明の試み

*白石 史人[1]、シュテンゲル ハネス[1]、田中 秀明[1]、柳川 勝紀[2]、富岡 尚敬[3]、高橋 嘉夫[4] (1. 広島大学、2. 北九州市立大学、3. 海洋研究開発機構、4. 東京大学)

ペロイドは炭酸塩岩中に一般的に含まれており，岩石薄片では微晶質（ミクライト質）で無構造の粒子として観察される．ペロイドには様々な起源があるが，微生物起源のものも多く，しばしばストロマトライトを構成するなど，地球表層の炭素循環に重要な役割を果たしてきた．しかしながら，微生物がどのようにペロイドを形成するのか，その詳細は未だ十分に理解されていない．いくつかの先行研究は，地質時代と現世の微生物性炭酸塩岩の検討から，球状シアノバクテリアなどのコロニーが$CaCO_3$に包埋されることでペロイドが形成した可能性を指摘している．そこで本研究は，実験およびトラバーチンでの検討も踏まえることで，微生物によるペロイド形成過程の解明を目指した．

実験による検討では，球状シアノバクテリアである*Synechocystis* sp.および*Stanieria* sp.の菌株を用いた．酸－塩基滴定および蛍光染色の結果から，*Synechocystis* sp.の方が細胞表面や細胞外高分子（EPS）にカルボキシ基を多く含んでいることが示された．これらの菌株を光合成誘導$CaCO_3$沈殿に適した実験水に浸し，光を照射して経過を観察した．その結果，*Synechocystis* sp.では周辺に球形鉱物などが観察された一方で，*Stanieria* sp.ではそのような鉱物は確認されなかった．これは，酸性EPSが炭酸塩鉱物の核形成に重要な働きを果たしていることを示唆している．透過型電子顕微鏡（TEM）および走査型透過X線顕微鏡（STXM）を用いた観察では，*Synechocystis* sp.の周辺で形成された鉱物は双晶を伴う単結晶方解石から構成されており，その内部に*Synechocystis* sp.の細胞は見られなかった．ペロイドが形成されなかった原因としては，シアノバクテリア細胞の密度が低かったことや，酸性EPSが薄かったことなどが考えられる．

一方，トラバーチンの検討は大分県長湯温泉で実施した．ここでは直径約20～50 μmのペロイドが扇状アラゴナイト間の凹部に集積しており，その周囲には石灰化していない糸状シアノバクテリアが分布していた．このペロイドの内部をTEMおよびSTXMで観察したところ，ペロイドの中心部は約200～500 nmの微粒状アラゴナイトから構成されており，その周囲を針状アラゴナイトが取り囲んでいることが明らかとなった．また，中心部では幅約100 nm，長さ約0.5～1.5 μmのフィラメント状アラゴナイトが見られ，その周囲ではカルボキシ基に由来する288.6 eVでのX線吸収が認められた．これらの観察結果から，何らかの微生物が放出した酸性EPSが核となって微粒状アラゴナイトが沈殿し，それが非酸性EPSを持つ糸状シアノバクテリアによって保持されることで，互いに連結しないペロイド粒子が形成されていることが示された．

以上の結果から，微生物によってペロイドが形成されるためには，1) 微晶質となるために必要な，酸性EPSなど結晶核形成場の供給，2) 沈殿を引き起こすために必要な，非生物的または生物的に十分高められた$CaCO_3$飽和度，3) ペロイドが互いに連結しない粒子として存続するために必要な，非酸性EPSなど結晶核形成に不適な周辺マトリックスが必要であると考えられる．

©日本地質学会

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[3oral501-11] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:足立 奈津子(大阪公立大学)、澤田 大毅(石油資源開発株式会社)

学生優秀発表賞エントリー ECS

9:00 ~ 9:15

[T7-O-11] 上部ジュラ系〜下部白亜系鳥巣式石灰岩の形成要因

*鬼頭 岳大[1]、中田 亮一[2]、狩野 彰宏[3]、白石 史人[1] (1. 広島大学、2. 海洋研究開発機構、3. 東京大学)

中生代のうち，三畳紀末と白亜紀末は大量絶滅があったことが知られている (Raup and Sepkoski, 1982)．近年，ジュラ紀末 (J/K境界) においても，隕石衝突による小規模な生物絶滅や (Rampino, 2019)，海洋無酸素事変 (Nozaki et al., 2013) などのイベントがあったことが示唆されている．J/K境界の前後で形成した鳥巣式石灰岩は，南は九州，北は北海道まで広く分布し，一般的に砂岩や泥岩などが卓越する地質体中に小規模岩体として産する (例えば，田村, 1960)．このことは，ジュラ紀後期〜白亜紀前期のある時期に，炭酸塩鉱物の供給量が陸源砕屑物の供給量を局地的に上回るイベントが，ユーラシア大陸東縁の比較的広い範囲で起こったことを意味する．しかしながら，鳥巣式石灰岩はしばしば上下の砕屑岩との境界露頭を欠いていることに加えて，その年代が精度よく決定された石灰岩体がいまだに限られていることもあり，炭酸塩鉱物の相対的な供給量増加に至った原因は十分に理解されていない．
本研究において，愛媛県西予市城川町で詳細な地質調査を行ったところ，新たに鳥巣式石灰岩と下位の砕屑岩の境界露頭を発見し，これを中津川セクションとした．中津川セクションにおいて，石灰岩・砕屑岩の構成要素を明らかにし，また炭素・酸素同位体比測定により，石灰岩形成時の環境変化や続成作用の影響を評価する．さらには，石灰岩に対してSr同位体層序学を適用し，堆積年代を高精度で決定する．これらの結果を統合することで，鳥巣式石灰岩形成の開始・終了に至った要因について明らかにすることが本研究の目的である．
中津川セクション周辺では，岩相が下位からハンモック状斜交層理を伴う砂岩泥岩互層，トラフ型斜交層理を伴う砂岩，石灰岩へと変化した．このことから，石灰岩は浅海化に伴って形成したと考えられる．中津川セクション最下部で見られた砂岩–石灰岩境界試料の観察によると，石灰岩の形成は主にペロイドと生砕物の供給により突如開始したが，依然として砕屑物の供給の供給も継続していたと考えられる．XRD分析およびポイントカウンティングの結果，中津川セクションは，下位からUnit 1〜Unit 6に区分された．Unit 1は主にグレイン/フロートストーンからなり，比較的高流速な環境を示す．Unit 2は主にパック/ワッケストーンからなり，流速が低下したことを示す．Unit 3は主にフレームストーンからなり生物礁が卓越したことを示す．Unit 4は主にグレイン/フレームストーンからなり，ウーイドの含有量が50%以上となる層準もみられた．このことから比較的高流速な環境になったといえる．Unit 5は主にフレームストーンからなり，再び生物礁が卓越したことを示す．Unit 6は放散虫を含むワッケストーンからなり，水深が増大し，低流速な環境になったことを示す．これらのことから，石灰岩の形成は，流速の比較的大きい浅海での生砕物集積によって開始し，水深増大によって終了したことが示唆された．
また，中津川セクションの中部から発見した腕足動物の殻に対し，白石ほか (2005) の手法に基づいてSr同位体層序学を適用したところ，Tithonian中期の147.5 (±0.5) Maという堆積年代が得られた．この年代を先行研究で求められた異なる石灰岩体のSr同位体年代と対比し

©日本地質学会

たところ，石灰岩形成を引き起こしたイベントは，地理的に狭い範囲で見ると同時多発的であったのに対して，広い範囲で見ると散発的であった可能性が示された．現在，異なる層準でも腕足動物化石と思われる試料が得られているため，今後は中津川セクション全体の堆積持続期間を見積もるために，追加でSr同位体年代を求める必要がある．

引用文献

Nozaki et al., 2013, *Scientific Reports*, **3(1)**, 1889.
Rampino et al., 2019, *Geol. Soc. Am. Spec. Pap*. **542**, 271–302.
Raup & Sepkoski, 1982, *Science*, **215(4539)**, 1501-1503.
白石ほか, 2005, *地質学雑誌*. **111(10)**, 610–623.
田村, 1960, *熊本大教育紀要*, **8**, 1–40.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[3oral501-11] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:足立 奈津子(大阪公立大学)、澤田 大毅(石油資源開発株式会社)

学生優秀発表賞エントリー ECS

9:15 ~ 9:30

[T7-O-12] インド中原生界，Vindhyan超層群Chitrakoot層の堆積学的・地球化学的特徴：古環境への示唆

*パンディ アブヒシェク[1]、チャクラボルティ パルタ[2]、中田 亮一[3]、狩野 彰宏[4]、白石 史人[1] (1. 広島大学、2. デリー大学、3. 海洋研究開発機構、4. 東京大学)

中原生代（16–10億年前）は，2つの理由から重要な意義を持っている：（i）初期真核生物の多様化が遅れたことで進化の停滞が生じたこと，および（ii）大気中の酸素濃度（0.1% PAL）がパスツール点（1% PAL）を下回っていたことである．両方の理由を結びつける共通の要因は，古環境と酸化還元状態である．したがって，中原生代における初期真核生物の生存可能性を解明するためには，古環境の解釈が不可欠である．近年，インドの下部Vindhyan超群に含まれる中原生界Chitrakoot層から，紅藻類（クラウングループ）を含む保存のよい初期真核生物の微化石が報告された．しかし先行研究では，これらの初期真核生物が生息していた古環境と酸化還元状態について議論されていなかった．ゆえに本研究では，地質調査，堆積岩岩石学，地球化学（希土類元素（REE）および炭素・酸素同位体）を用いることで，Chitrakoot層の古環境と酸化還元状態を解明することを目的とする．野外調査の結果，下位から3つの堆積相（ペロイド質苦灰岩，海緑石質砂岩，および層状苦灰岩）が調査地で一貫して見られた．ヘリングボーン斜交層理，トラフ型斜交層理，ウェーブリップル，平行層理などの堆積構造の存在は，潮汐と波が存在する沿岸環境であったことを示唆している．岩石学的特徴からは，ペロイド質苦灰岩は沿岸環境における通気帯のセメント化を経験したことが示された．本研究では，ペロイド質苦灰岩の珪化マトリックスから，保存の良い真核生物の微化石が発見さた．一部のペロイドは内部が珪化しており，球状シアノバクテリアが含まれている．上部の層状苦灰岩には，リン酸塩オンコライトが局所的に存在する．リン酸塩オンコライトには，リン酸塩沈殿時の生物活動を示す糸状微化石とガス泡が含まれている．PAASで規格化した希土類元素（REE）パターンはほぼ平坦で，外洋のようなパターンを欠いている．LaとGd異常の変動，Y/Ho比（≧27），Pr/Yb値の変動，および高い砕屑性成分（TiとAl）は，沿岸環境（例えば河口や沿岸のラグーン）において，淡水と海水を端成分とする混合が起きた可能性を示唆している．炭酸塩から真のCe負異常が検出されなかったことから，浅海（亜酸化・無酸素環境）においてCe（III）を酸化する溶存酸素が存在しなかったことを示している．興味深いことに，Sangrampurセクションのペロイドは強いCe正異常を示しており，これは形成時が還元的環境であったか，後の続成作用の影響を示唆している．しかし，ペロイド内部に酸素発生型原核生物（例えば球状シアノバクテリア）が存在することから，初期の真核生物が生存し進化するための小さな酸素オアシスが存在した可能性が考えられる．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[3oral501-11] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:足立 奈津子(大阪公立大学)、澤田 大毅(石油資源開発株式会社)

9:30 ~ 9:45

[T7-O-13] スターチアン氷期シークエンスに含まれる炭酸塩岩と鉄質堆積物

野田 舜[1]、矢部 志織[1]、*狩野 彰宏[1] (1. 東京大学)

キーワード：新原生代、炭酸塩、鉄堆積物、全球凍結

1960年代に提示された１次元エネルギーバランスモデルによると，1)氷が緯度40度程度に張り出すと，アイスアルベドフィードバックにより急速に寒冷化が進行し，地表全体が雪氷に覆われるようになる。2)地表が白い雪氷に覆われるため，太陽光の大半が宇宙空間へと反射され，3) 厚さ1000m程度に発達した長期間(数100〜1000万年間)安定する。その間，4)火成活動により放出されたCO2が風化作用と光合成が停止したため，大気−海洋系に蓄積する。5) 大気のCO2濃度が閾値(0.1気圧程度)に達すると氷が低緯度から一気に(2000年間程度で)融解する。そのため，6)第四紀のように太陽放射強制力の変動で氷期／間氷期を繰り返すことはない。この１次元モデルにより予測される全球凍結の過程は「氷期中の生命の存続」に関する大問題を含むが，60年後の現在も変更されていない。ところが，2010年代後半から，上記過程では説明できない地質学的証拠が新原生代のスターチアン氷期(717~660Ma)とマリノアン氷期(645?~635Ma)の堆積物から提示されてきた。それらは藻類化石(Ye et al., 2015)，黒色頁岩，鉄質堆積物(Johnson et al., 2017; Song et al., 2023)，炭酸塩岩(Hood et al., 2022; Zhu et al., 2024)などであり，氷期に光合成があり，酸素とアルカリ度を海洋に供給するプロセスが働いていたことになる。そこで，単純な１次元モデルの見直しに加え，接氷面沿いに起こる酸化的淡水の流入や，赤道域における氷の部分的融解が検討されている。本研究ではスターチアン氷期の堆積物を紹介し，その中に含まれる炭酸塩岩と鉄質堆積物について報告する。研究対象である南オーストラリアの地層が発達するアデレード地向斜は新原生代のリフト帯であり，クライオジェニア紀の短い間氷期(1500万年間)に約3000mの堆積シークエンスが発達した。その前のスターチアン氷期に発達した氷礫岩・砂岩・頁岩を主体とした氷期のシークエンスも総厚数100mに達する。氷期シークエンスに見られる鉄質堆積物は頁岩と共在することが多く，鉄に富む部分が葉理状に発達することが多く，炭酸塩に富む部分と数10cmのスケールで互層することもあり，ミランコビッチサイクルに関連した第四紀型の氷期／間氷期変動である可能性も指摘されている(Hood et al., 2022)。また，鉄質堆積物は氷礫岩中にも認められ，氷砕屑物のとともに酸素が海洋に供給したと考えられる。これを説明できるのは接氷面沿いに起こる淡水流入であり，氷床に含まれる酸素が火成活動で蓄積した鉄イオンと結合した。炭酸塩岩はミクライト質であり，炭素同位体比は−1〜−4‰であり，下位の炭酸塩岩よりも明らかに低いので，氷砕屑物に含まれる炭酸塩岩の破片ではない。ただし，上位のキャップカーボネートよりは低く，海水の溶存炭酸がマントルの値により十分緩衝されていない。あるいは，部分的な開氷域でのガス交換や光合成の影響かもしれない。酸素同位体比は比較的高く，水温がまだ低い時に沈殿したものと思われる。

引用文献Johnson et al., 2017, Communications, 8(1), 131; Hood et al., 2021, Geobiology, 20(2), 175-193; Song et al., 2023, Nature Communications, 14(1), 1564; Ye et al., 2015, Geology, 43(6), 507-510; Zhu et al., 2024, Geological Society of America Bulletin, 136(9-10), 4050-4058.

©日本地質学会

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[3oral501-11] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:足立 奈津子(大阪公立大学)、澤田 大毅(石油資源開発株式会社)

ハイライト講演

10:00 ~ 10:30

[T7-O-14] ［招待講演］九州地域の天然水素ポテンシャル評価について

*山田 泰広[1,2] (1. 九州大学、2. Royal Holloway Univ. of London)

【ハイライト講演】 水素は従来、石油や天然ガスのような天然資源として存在するとは考えられていなかったが、近年、世界各地で天然水素の発見が報告され、低コストなカーボンニュートラル燃料として、研究機関による調査や、ベンチャー企業による探鉱、開発が進められている。本研究は、これまでの天然水素に関する知見を踏まえ、九州地域の地質ポテンシャル評価スタディを進めているものあり、その成果が注目される。 ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：天然水素、九州、ポテンシャル評価

自然エネルギー資源として天然水素が注目されており、探鉱開発が世界中で進められている。 天然水素は水から生成されるが、放射性元素による改変や、蛇紋岩化など岩石水反応に伴うもの、そして地球深部起源のものが提唱されている。このうち研究開発が進んでいるのは岩石水反応に伴って生成される水素である。
本講演では、現在までに明らかになってきた天然水素に関する知見と、その探鉱開発の現状、そして九州地域を対象として進行中のポテンシャル評価スタディについて紹介する。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[3oral501-11] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:足立 奈津子(大阪公立大学)、澤田 大毅(石油資源開発株式会社)

ハイライト講演

10:30 ~ 10:45

[T7-O-15] 古気候変動，堆積・続成作用，および油田形成の相互作用により生じた下部白亜系干潟炭酸塩岩（Tidal flat carbonates）の孔隙率・浸透率の不均質性

*山本 和幸[1]、門谷 弘基[1]、Alsabeai Jawaher[2]、Alshamsi Suad[2]、Mosekiemang Goitse[3]、高柳 栄子[3]、井龍 康文[3] (1. 株式会社INPEX、2. ADNOC Offshore、3. 東北大学)

【ハイライト講演】 油田開発では、石油を貯留する地層の不均質性を理解することは、合理的な開発計画を考える上で最も重要な要素の一つである。本研究は、干潟炭酸塩岩の堆積環境による岩相変化と、その後の続成作用による各岩相の孔隙率、浸透率の増加、減少の両方の作用を詳細に検討し、地層の不均質性を包括的に解明しており、有益な洞察を与えるものである。 ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：干潟炭酸塩岩、下部白亜系、巨大油田、カルスト化、蒸発性ドロマイト

ジュラ紀～白亜紀のアラビアプレート上では，浅海性炭酸塩プラットフォーム堆積物が厚く堆積し，それらを貯留岩とする油田が多数形成されている．その中の一つであるアラブ首長国連邦の巨大油田では，下部白亜系ベリアシアン階干潟炭酸塩岩（Tidal flat carbonates）が貯留層の一部を構成している．本研究で検討した層位区間（層厚約140 m）では，数メートル以下の層厚で貯留層と非貯留層が互層する単純な構造にも関わらず，貯留岩の不均質性により油田内の流体挙動は非常に複雑で，その地質的要因の理解はあまり進んでいなかった．そこで本研究では，油田のコア試料，岩石薄片，孔隙率・浸透率データを用いて，貯留岩の不均質性の要因解明を試みた．その結果，干潟炭酸塩岩の岩相層序は，潮下帯～潮上帯の堆積物が上方浅海化を示す堆積サイクルで構成されることが分かった．層位区間下部はドロマイト化しており，ドロマイトの含有量は上位に向かって増減を繰り返しながら減少し，上部では石灰岩が主体となっている．石灰岩にはカルスト化による陸水続成作用が普遍的に認められる一方，苦灰岩は硬石膏ノジュールを伴い，蒸発性ドロマイト化作用を受けたことが示唆される．この岩相変化は，アラビアプレート上の古気候が，ジュラ紀に卓越していた乾燥気候から白亜紀に卓越する湿潤気候へ移行する過渡期を反映していると考えられる．貯留層石灰岩は，ワッケストーンやパックストーンを主体とし，一部にグレインストーンを伴う相対的に高エネルギーの潮下帯～潮間帯環境で堆積したと考えられる．一方，非貯留層石灰岩は，ワッケストーンやマッドストーンを主体とし，生砕物粒子に乏しい相対的に低エネルギーの潮間帯～潮上帯環境で堆積したと考えられ，化学圧密とセメンテーション（膠結作用）が進んでいる．しかしながら，これらの石灰岩の岩相と孔隙率・浸透率には必ずしも明瞭な関係が認められない．岩石組織の解析結果から，その原因は1）カルスト化に伴う溶解孔隙・フラクチャーの発達による孔隙率・浸透率の増加，2）生砕物粒子のモールド孔隙の発達による孔隙率の増加，3）化学圧密・セメンテーションによる孔隙率・浸透率の低下，の3つの続成作用により各岩相の孔隙率・浸透率が大きく改変されたためであることが分かった．石灰岩には陸上干出に伴うカルスト化が普遍的に認められるが，堆積サイクルを跨いで垂直方向に大規模に広がるカルスト化は認められない．これはオートサイクリックな堆

©日本地質学会

積プロセスや，温室期だったベリアシアン期における小振幅の海水準変動が要因となり，干潟炭酸塩岩は頻繁ではあるが，ごく短期間しか干出していないことを示している．このことから，カルスト化による溶解孔隙・フラクチャーの発達は，主に水平方向の貯留岩の不均質性を形成していると考えられる．貯留岩の孔隙率・浸透率を低下させている主要因は化学圧密・セメンテーションであり，これらは岩相と炭化水素効果の2つの要因に依存している．まず岩相に関しては，ミクライト質の基質に富むワッケストーンやマッドストーンで化学圧密・セメンテーションがより進行している傾向が認められる．炭化水素効果に関しては，油の胚胎が遅れた，あるいは胚胎していないドーム状油田構造の翼部で化学圧密・セメンテーションによる孔隙率・浸透率の低下が進んでいる．グレインストーンやカルスト化による溶解孔隙・フラクチャーが発達する岩相は構造翼部でも広く認められるものの，それらの孔隙率・浸透率はセメンテーションで大きく低下している．一方，層位区間下部で卓越する苦灰岩の孔隙率・浸透率のコントロール要因は，石灰岩のそれとは大きく異なり，古気候や局所的な水理条件による高塩分海水の形成と供給が主な要因である．石灰岩の基質のミクライトが粒径の大きなドロマイトの結晶で交代されることにより浸透率は改善される一方，高塩分海水の供給過剰でドロマイト化が進行しすぎると，ドロマイトのセメンテーションにより孔隙率・浸透率は大きく低下する．苦灰岩と石灰岩は数メートルの層厚で互層しており，蒸発性ドロマイト作用は地表面下で周期的に起きたことが示唆される．また，石灰岩とは異なり，ドロマイトはカルサイトよりも化学圧密を受けにくいため，油田構造の頂部と翼部で苦灰岩の孔隙率・浸透率に有意な差は認められない．本研究により，古気候変動を反映した堆積・続成作用が，表層環境で貯留岩の不均質性をどのように形成したのか，さらに埋没後の油田形成過程で，その不均質性がどのように変化したのかを包括的に解明した．この成果は，油田内の複雑な流体挙動を3次元貯留層モデルで表現する際に必要な地質的理解を深めただけでなく，干潟炭酸塩岩を貯留岩とする他の油ガス田の探鉱・開発や二酸化炭素の地下貯留にも有益な洞察を提供するものと期待される．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[3oral501-11] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:足立 奈津子(大阪公立大学)、澤田 大毅(石油資源開発株式会社)

学生優秀発表賞エントリー ECS

10:45 ~ 11:00

[T7-O-16] 岩手県久慈層群における炭化水素資源ポテンシャルの堆積学・有機地球化学的再検討

*山岸 昇玄[1]、安藤 卓人[1]、千代延 俊[1] (1. 秋田大学　国際資源学研究科)

キーワード：堆積環境、Rock-Eval分析、炭化水素資源、白亜紀、久慈層群

[はじめに]

岩手県北東部に分布する上部白亜系久慈層群は，蝦夷前弧堆積盆北上亜堆積盆の西縁を構成し（Ando, 1997），これまで主に堆積相解析や層序学的観点より研究がされてきた（島津・寺岡, 1962; 吉田ほか, 1987; 照井・長浜, 1995; Ando, 1997, 2003）．また，蝦夷前弧堆積盆における上部白亜系から古第三系は，炭化水素鉱床や天然ガス鉱床としても注目されており，特に非海成層における含炭層が根源岩として重要であること（大澤ほか, 2002）が指摘されている．さらに，木村ほか（2005）では，本層群の有機物は保存状態が良く未熟成であることが示唆されており，本層群の堆積岩中の有機物は堆積環境の情報を多く保持しており，蝦夷前弧堆積盆全体の炭化水素資源ポテンシャルを評価する際に重要である．しかし，本層群の堆積岩中の有機物を用いた研究事例は少なく，特に堆積環境の検討についての研究事例は日本国内においても非常に少ない．本研究では，上部白亜系久慈層群を対象とした地質調査による堆積相解析に加え，ケロジェンの顕微鏡観察（パリノファシス分析・パリノモルフ分析）および有機化学分析を行い，久慈層群における堆積環境と炭化水素資源としてのポテンシャルの再検討を行った．

[研究地域・手法]

岩手県久慈市および野田村に位置する夏井川，沢山川，枝成沢，玉川海岸の４つのセクションにて地質調査を行い，岩相記載及び主に泥岩・シルト岩の試料の採取を行った．採取した試料は，粉末化してRock-Eval分析と全硫黄（TS）分析，酸（HCl, HF）処理後にパリノファシス分析およびパリノモルフ分析を行った．

[結果・考察]

岩相記載より，河川から上部外浜のような広域な堆積環境であると考えられている玉川層は，パリノファシス分析によると上位に向かうにつれてAOM (Amorphous Organic Matter) の割合が上昇し，特に非蛍光性を示すNFA (non-fluorescent AOM) の割合がその中でも上昇することが分かった．また，全有機炭素（TOC） ,全硫黄（TS）はともに本層上部に向かって高くなる傾向がみられ，TOCは0.02 %から7.35 %の範囲で，TSは最大で約2.32 %であった．一方，T_{max}は前述の傾向と逆の傾向が見られ，上部に向かって低くなる．これらの結果より，玉川層の堆積環境は海水準変動によって河川～沿岸環境の中で変化するも，全体的に海進を反映して推移することが示唆された．さらに玉川層上部はラグーンのような有機物と硫黄が保存されやすい閉鎖的な環境であり，比較的低い温度で結合が切断される硫黄を含むケロジェンが保存されたことでT_{max}が局所的に低くなっていると考えた．そして，久慈層群内で最も有機物と硫黄の保存性が認められるこの堆積相は，蝦夷前弧堆積盆の上部白亜系に

©日本地質学会

おける炭化水素資源ポテンシャルを検討する上で重要であることがいえる．

国丹層は，岩相記載では上部外浜から内側陸棚の様な浅海環境であるとされ，パリノファシス分析においては久慈層群内で最もAOMが高い層となった．また，TOCやTSは国丹層下位の玉川層から大きく減少するが，層内での値は変化が少なく，TOCは0.02 %から2.22 %の範囲で，TSは最大で約1.03 %となった．これらの結果より国丹層の堆積環境は，浅海環境であるが有機物があまり保存されず，酸化的な環境であったことが示唆された．さらに，国丹層の大部分の岩相は砂岩であることから，貯留層としての有用性の検討も可能である．

沢山層は，岩相記載では河川及びその氾濫原のような堆積環境であるとされ，パリノファシス分析からは国丹層に次いでAOMの割合が高くなり，植物片の中でも不透明植物片と半透明植物片がおよそ半分の割合でそれぞれ存在していることが分かった．また，TOCは0.05 %から2.06 %の範囲で，TSは最大で約1.14 %となり，層内でのばらつきが玉川層・国丹層よりも大きかった．これらの結果より沢山層の堆積環境は，陸域の河川及び氾濫原で静穏で有機物が保存されやすい環境とされづらい環境が混在する酸化的な環境であったことが示唆された．沢山層の堆積岩は有機物をほとんど含まない凝灰質であり，植物化石や植物片の含まれる割合の変化によって，TOC及びTSのばらつきが生じているといえる．

[引用文献]

Ando, 1997, The Geological Society of Japan, 48
Ando, 2003, Journal of Asian Earth Sciences, 21
大澤ほか, 2002, 石油技術協会誌, 67(1)
木村ほか, 2005, 福岡大学理学集報, 35(1)
島津・寺岡, 1962, 陸中野田（青森第59号）, 5萬分の1地質図幅説明書
照井・長浜, 1995, 地質学論集, 45
吉田ほか, 1987, 陸中大野地域の地質（青森第49号）, 5万分の1地質図幅説明書

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[3oral501-11] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:足立 奈津子(大阪公立大学)、澤田 大毅(石油資源開発株式会社)

ECS

11:00 ~ 11:15

[T7-O-17] 化学堆積学シーケンスからみたベンガルファンの有機物堆積過程

*児玉 祐輔[1]、安藤 卓人[2]、沢田 健[1,3] (1. 北海道大学 理学院 自然史科学専攻、2. 秋田大学 国際資源学研究科 資源地球科学専攻、3. 北海道大学 理学研究院 地球惑星科学部門)

キーワード：ベンガルファン、植物テルペノイド、化学堆積学シーケンス、タービダイト、IODP

インド洋北東部のベンガル湾には、主にヒマラヤ山脈やチベット高原の隆起に伴う多量の砕屑物がガンジス川・ブラマプトラ川水系によって流入しており、地球上で最大の海底扇状地であるベンガルファンが形成されている(Curray et al., 2002)。海底扇状地は洪水流や地震等に起因するタービダイトによって主に構成されており、陸源有機物が濃集する例が知られている(Baudin et al., 2010; Biscara et al., 2011)。そのため、ベンガルファンには陸域から輸送された多量の陸上植物由来の有機物が貯蔵されていると考えられており、炭素を貯蔵する場として重要な役割を担っていることが示唆されている(Galy et al., 2007)。本研究では、ベンガルファン堆積物に含まれるバイオマーカー(生物指標分子)の深度プロファイルデータを用いて化学堆積学シーケンス解析を行い、混濁流による有機物の輸送・堆積過程を評価した。

本研究では、ベンガル湾にて実施された国際深海科学掘削計画(IODP) Exp. 353で掘削されたSite U1444のコア試料を用いた。微化石層序から、コアの最下部は約6Maと推定される。U1444Aコアは、大きく分けて4つの堆積相からなる。Unit 1は多様な層厚のタービダイトが含まれるシルト質砂とシルト質粘土、Unit 2は薄いタービダイトが含まれる粘土、Unit 3はコア回収率が悪いがシルト質砂と粘土質シルト、Unit 4は薄いタービダイトを含むシルト質粘土から構成される。本研究では、U1444Aコアのタービダイト層（シーケンス）を粗粒層とその直下・直上の細粒層（直下：半遠洋性泥層（Hemipelagite）、直上：基本的にタービダイト性泥層（Tmud））に分けて採取して分析した。堆積物コア試料のスメアスライドを作成し、顕微鏡観察によって構成粒子の粒度や組成を求めた。また、凍結乾燥・粉砕した堆積物試料をバイオマーカー分析した。

スメアスライド観察の結果、堆積物には石英や長石といった鉱物に加え、石灰質ナノ化石や有孔虫化石、木片がおもに含まれていることがわかった。微化石はHemipelagiteで多く、粗粒層とTmudでは鉱物の割合が高い傾向を示した。また、鉱物の粒度は粗粒層とHemipelagiteとの差が堆積シーケンスごとに多様であった。バイオマーカー分析の結果、堆積物試料からはステロイドや陸上植物由来のテルペノイドが検出された。C_{27}ステロイドは主に海生藻類由来であり、C_{29}ステロイドは主に陸上植物に由来するため、$C_{29}/(C_{29}+C_{27})$ステロイド比は陸源流入指標として用いられる。植物テルペノイドは、マングローブに由来するタラキセロール（Taraxerol）が特徴的に高い割合で検出された。ベンガルファンを構成する砕屑物の主要な供給源であるガンジス川・ブラマプトラ川水系は河口部に大規模なマングローブ林が形成されており、タラキセロールの検出は後背地植生を反映していると考えられる。Unit 1のタービダイトシーケンスにおいて植物テルペノイドの濃度・組成はほとんど変動しなかったが、$C_{29}/(C_{29}+C_{27})$ステロイド比は粗粒層でのみ高い値を示した。Unit 2とUnit 4のシーケンスでは、直下のHemipelagiteよりも粗粒層や直上のTmudで植物テルペノイド濃

©日本地質学会

度や$C_{29}/(C_{29}+C_{27})$ステロイド比が高い傾向が見られた。タービダイトシーケンスの粗粒層と直上のTmudにおける陸源流入指標の増加は、ベンガルファンにおいて混濁流により陸域や沿岸域から陸源物質が直接的・効率的に輸送されていたことを示唆するものである。一方、一部のシーケンスでは粗粒層の方が直下・直上の細粒層よりも低い植物テルペノイド濃度や$C_{29}/(C_{29}+C_{27})$ステロイド比を示した。加えて、粗粒層では被子植物の主に葉に由来するトリテルペノイドがかなり低い割合であったのに対し、針葉樹由来のジテルペノイドであるデヒドロアビエチン酸(DAA)が顕著に高い割合で検出された。この結果は、一度堆積した植物組織のうち、分解されにくい材（木片）に含まれるDAAが選択的に保存され、海底地すべり等によってU1444サイトに再堆積したことを示していると推察した。

参考文献

Baudin, F. et al. (2010) Marine and Petroleum Geology 27, 995–1010.
Biscara, L.et al. (2011) Marine and Petroleum Geology 28, 1061–1072.
Curray, J.R. et al. (2002) Marine and Petroleum Geology 19, 1191–1223.
Galy, V. et al. (2007) Nature 450, 407–410.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[3oral501-11] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:足立 奈津子(大阪公立大学)、澤田 大毅(石油資源開発株式会社)

学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

[T7-O-18] 北海道幌向川に分布する中新統川端層の有機物に富むタービダイト層の堆積学的調査

*山田 陽翔[1]、沢田 健[2] (1. 北海道大学大学院理学院、2. 北海道大学理学研究院)

キーワード：中新世、タービダイト、川端層、バイオマーカー、植物片濃集砂岩

[はじめに] 前期中新世末から中期中新世の北海道中央部では、島弧–島弧衝突により南北約400 km、幅数10 kmにわたる狭長な前縁堆積盆（foreland basins）が形成された。この南北に長いフォアランド堆積盆ではトラフ充填型タービダイトが厚く堆積し、陸上植物由来の有機物を多量に含んだタービダイト層が存在することから、断続的な混濁流の発生により陸源物質が海洋底へ直接かつ多量に輸送されてきたことが推察される（Furota et al., 2021）。石狩堆積盆のうち、中央部に位置する夕張地域に分布する中新統川端層において、有機物濃集砂岩層に着目し、タービダイト層についての詳細な堆積構造の記載や有機地球化学分析から陸源有機物の輸送経路/堆積プロセスの解明に向けて様々な研究が行われている（Okano and Sawada, 2007; Ismail et al., 2023; Asahi and Sawada, 2024）。本研究では、新たに石狩堆積盆の北部に位置する岩見沢地域幌向川セクションの中新統川端層に着目し、混濁流堆積物の堆積構造を明らかにした。加えてバイオマーカー分析により堆積岩試料の古海洋環境、陸源有機物の流入状態などの堆積環境評価を行い、陸源有機物の輸送プロセスを検討した。
[試料と方法] 本調査対象の幌向川セクションで分布する上部中新統川端層は約13.4Maから12.2Maであると推定され、タービダイトに分類されるような混濁流堆積物が広く分布する（久保田ほか、2010）。幌向川セクションで地質調査を実施し、泥岩層および砂岩層を採取した。採取した一部の試料は薄片を作成し、透過光顕微鏡下での粒度分析、蛍光顕微鏡下での有機物に富む葉理などの観察を行った。また、採取した試料は、全有機炭素含量（TOC）分析およびバイオマーカー分析を行った。
[結果と考察] 調査地域は主に砂岩泥岩互層で構成されており、堆積構造はBoumaシーケンスに類似したシーケンスが多い。また、特徴的に有機物が濃集して形成されたと考えられる有機物濃集砂岩層が観察された。この層の厚さは、いずれもおおよそ数10 cmであり、主に細粒-極細粒砂で構成されている。中程の部分には、有機物が数cmにわたって層状に発達している点が特徴的であった。蛍光顕微鏡下での観察の結果、有機物濃集砂岩層における有機物は、黒色かつ蛍光を発さない木片や白色から黄色の強い蛍光を発する植物の葉由来のクチクラが多数観察され、いずれも陸源物質に由来することが確認された。また、粒度分析からは、砂岩の下部は粒径約95μmから約110μmへと逆級化、中部が約110μmから約50μmへと正級化、上部が約50μmから約65μmへと再び逆級化する構造を持つことが明らかとなった。これらの特徴から、この有機物濃集砂岩層はハイパーピクナイトであることが示唆され、岩見沢地域では洪水に起因する陸源有機物輸送プロセスがあったことが推察される。全有機炭素含量（TOC）は、泥岩の試料において0.7%前後と低い値を示したが、砂岩の試料は1.0%を超える比較的高い値を示した。また、バイオマーカー分析の結果、試料からは植物の葉のワックス成分由来とされる*n*-アルカンや光合成色素由来であるプリスタン・フィタ

©日本地質学会

ン、真核生物の細胞膜などに由来するステラン、ジアステレンなどが検出された。プリスタン/フィタン比(Pr/Ph)と有機物の陸海比を示す$C_{27}/(C_{27}+C_{29})$ステラン比から、泥岩層形成時に比べて砂岩層形成時は酸化的かつより陸源有機物の流入が顕著であったことを示した。*n*-アルカン淡水生植物寄与指標(*P*aq) は、泥岩試料に比べて砂岩試料は約2倍以上高い値を示し、湿地帯に繁茂するような淡水生植物の流入が顕著であったことが考えられる。堆積構造の解釈や有機地球化学分析により石狩堆積盆北部での陸源有機物の輸送プロセスとして一つとして湿地帯などを巻き込んだ洪水流が考えられ、陸域から活発な輸送による深海環境への有機物の供給が推測できる。

［引用文献］

Okano, K., Sawada, K. (2007) *Geochemical Journal*, **42**.
Kawakami, G. (2013) *InTech*, pp. 131–152.
Furota, S. et al. (2021) *International Journal of Coal Geology*, **233**, 103643.
Ismail, M.A. et al. (2023) *Sedimentary Geology*, **454**., 106455.
Asahi, H., Sawada, K. (2024) *Organic Geochemistry*, **188**, 104671.
久保田資浩ほか (2010) *石油技術協会誌*，**75**.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[3oral501-11] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:足立 奈津子(大阪公立大学)、澤田 大毅(石油資源開発株式会社)

11:30 ~ 11:45

[T7-O-19] 蝦夷層群羽幌川層堆積岩のバイオマーカー分析によるコニアシアン-サントニアン期の堆積環境復元

*髙橋 温[1]、中村 英人[2]、池田 雅志[3]、安藤 卓人[4]、沢田 健[3]、髙嶋 礼詩[5]、西 弘嗣[2] (1. 北海道大学理学院、2. 福井県立大学恐竜学部、3. 北海道大学理学研究院、4. 秋田大学国際資源学部、5. 東北大学総合学術博物館)

キーワード：白亜紀、蝦夷層群、バイオマーカー、古環境

北海道中軸部を南北に貫くように分布する蝦夷層群は、前期白亜紀から古第三紀にかけてアジア大陸東縁部の前弧海盆で堆積した地層で、陸源砕屑物に富み、非常に早い堆積速度を誇ることから当時の北西太平洋の海洋環境だけでなくアジア大陸東部の陸域古環境の復元も行われてきた（Takashima et al., 2024）。蝦夷層群の大部分は大陸斜面で形成された半遠洋性堆積物である一方、一部は外側陸棚から河川にかけた、より浅海域での堆積物で構成されており、岩相の変化が激しい（Takashima et al., 2019）。本研究では、コニアシアンからサントニアン期に大陸斜面から外側陸棚にかけて堆積したとされる羽幌川層堆積岩試料を対象にバイオマーカー分析を行い、堆積環境の復元と堆積場の変化が有機物組成に与える影響を評価した。
試料には北海道苫前地域の古丹別川沿いに分布する蝦夷層群羽幌川層の堆積岩試料を用いた。有機溶媒抽出によりバイオマーカーを抽出し、シリカゲルカラムで分画した後、ガスクロマトグラフ質量分析計で測定し、脂肪族・芳香族炭化水素の成分を分析した。
検出されたステラン、ホパンの異性体比から本試料に含まれる有機物は熱による影響の小さい未熟成な試料（ビトリナイト反射率で約0.4%；褐炭～亜瀝青炭）であることを確認した。また堆積環境の酸化還元指標であるPr/Ph比、有機物の陸/海洋起源比を示すC27/C29ステラン比を用いた堆積環境の指標からは、Takashima et al. (2019)における岩相のサブユニットHa-1からHa-4にかけての岩相の違いとバイオマーカー指標における堆積環境の変化との関連性は見いだされず、概して酸化的で陸源有機物の寄与が高い堆積場であったことが示された。この結果は、セノマニアンからチューロニアン期における大陸斜面で堆積したとされる蝦夷層群佐久層における先行研究（Ando et al., 2017）の大曲沢セクションでの結果と似た傾向を示しており、蝦夷海盆における堆積場が中期白亜紀から後期白亜紀にかけて変化が少なかったことが推察される。一方で、砂質シルト～中粒砂岩で構成されるサブユニットHa-5においては下層と比較してバイオマーカー指標は還元的な値を示し、Ando et al. (2017)における厚いチャネル礫岩、粗粒砂岩が卓越する朱鞠内川セクションの結果と似た値を示した。この結果は堆積場が大陸斜面から外側陸棚へと遷移していく中で堆積場の酸化還元環境が変化したか、または堆積場に運搬される砕屑物の供給源が変化した可能性が考えられる。

[引用文献]
Ando et al., 2017. Island Arc, 26, e12178.
Takashima et al., 2019. Newsletters on Stratigraphy, 52(3), 341-376.
Takashima et al., 2024. Communnications Earth and Environment, 5, 85.

©日本地質学会

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

2025年9月16日(火) 8:45 ~ 12:00 口頭第5会場(E205)

[3oral501-11] T7 ［トピック］堆積地質学の最新研究

座長:足立 奈津子(大阪公立大学)、澤田 大毅(石油資源開発株式会社)

11:45 ~ 12:00

[T7-O-20] ベトナム北東部デボン紀-石炭紀境界堆積岩におけるバイオマーカーを用いた古環境復元

*四木 りさ[1]、沢田 健[1,2]、高嶋 礼詩[3]、小松 俊文[4] (1. 北海道大学理学院自然史科学専攻、2. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 東北大学学術資源研究公開センター総合学術博物館、4. 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門)

キーワード：バイオマーカー、デボン紀-石炭紀境界、ハンゲンベルグ事変、ベトナム

[はじめに] デボン紀-石炭紀（D-C）境界は、海洋無酸素事変（OAE）がおこり、それに関連して海洋生物や陸上植物の約45%が絶滅したされるハンゲンベルグ事変が起こったことが知られている。ハンゲンベルグ事変では、海水準変動が繰り返し発生していたことが推測されており、ヨーロッパや北米で無酸素・高硫黄な環境が有光層にまで広がる有光層ユーキシニア（PZE）が形成されていたと考えられている（Kaiser et al., 2016; Marynowski et al., 2012; Sahoo et al., 2023）。しかし、ハンゲンベルグ事変が発生した原因は未だ解明されていない。本研究では、ベトナム北東部デボン紀-石炭紀境界堆積岩のバイオマーカー分析から、堆積環境や古海洋環境を復元した。
[試料と方法] 分析試料はハンゲンベルグ事変の層準を含む、デボン紀ファメニアン後期から石炭紀トルネーシアン前期におけるベトナム北東部Cat Ba島のCat Co層群Pho Han層の黒色頁岩および灰色石灰岩を用いた。バイオマーカー分析では、有機溶媒抽出とシリカゲルカラム分けの後、尿素アダクト法により直鎖アルカンと分枝状・環状アルカンを分別し，GC-MSによる分析を行った。
[結果と考察] バイオマーカー分析の結果、酸化環境で生成されるプリスタン（Pr）、還元環境で生成されるフィタン（Ph）、真核生物に由来するステラン、高塩分環境において生成されるガンマセラン、バクテリアに由来するホパン、高硫黄環境を示すジベンゾチオフェン（DBT）が検出された。酸化還元指標であるPr/Ph比は、全層準を通して約0.5以下の値を取っており、還元的な環境であったことが示された。海/陸比を表すC_{27}/C_{29}ステラン比は、全層準を通して高い値をとっており、海起源の寄与が高いことが示された。DBTは、ハンゲンベルグ事変において高い値を示した。DBTは、その起源や生成経路が明らかにされていない一方で、有機物への硫黄の付加が、堆積場の硫黄の濃度と関係していて、堆積場の酸化還元指標となり得るとする研究例もある（Hughes et al., 1995）。したがって、ハンゲンベルグ事変では、DBTの生成に必要な硫黄が海洋中に多く存在する、より高硫黄環境であった可能性が示唆される。さらに、海洋の成層化の指標であるガンマセランインデックス（ガンマセランとC_{30}ホパンの比; Sinninghe Damsté et al., 1995）は、全層準を通して0.15以下という低い値を示した。この結果から、本研究の層準の堆積時には海洋が成層化していなかったことが推測された。

[引用文献]
Hughes et al. (1995) *Geochimica et Cosmochimica Acta* **59**, 3581-3598.
Kaiser et al. (2016) *Geological Society, London, Special Publications* **423**, 387-437.
Marynowski et al. (2012) *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **346–347**, 66–

©日本地質学会

86.
Sahoo et al. (2023) *Nature* **615**, 640-645.
Sinninghe Damsté et al. (1995) *Geochimica et Cosmochimica Acta* **59**, 1895-1900.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月16日(火) 9:00 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[3oral601-09] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:細井 淳(茨城大学理学部地球環境科学領域)、内野 隆之(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、金指 由維(弘前大学)、辻野 匠(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)

9:00 ~ 9:15

[T13-O-10]

南部北上帯，氷上花崗岩類中に分布する壺の沢変成岩のジルコンU-Pb年代と形成機構

*内野 隆之[1]、常盤 哲也[2] (1. 産総研地質調査総合センター、2. 信州大学)

9:15 ~ 9:30

[T13-O-11]

東アジア先ジュラ紀ニッポニデス造山帯の一部としての黒瀬川帯：銚子半島の三畳紀付加体の地体構造上の意義

*磯崎 行雄[1]、堤 之恭[2]、岩本 直哉[3]、上田 脩郎[3] (1. 東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学宇宙地球科学教室、2. 国立科学博物館理学研究グループ、3. 銚子市教育委員会銚子ジオパーク推進協議会事務局)

9:30 ~ 9:45

[T13-O-12]

高知県物部地域上部ジュラ〜下部白亜系美良布層の層序、年代および形成過程

*森野 善広[1] (1. パシフィックコンサルタンツ株式会社)

9:45 ~ 10:00

[T13-O-13]

丹沢・御坂山地の層序および衝突・付加の再検討（続報—凝灰岩層に含まれるジルコンの形成年代について—）

*西川 正[1]、白井 香奈江[1]、堀内 一利[1]、豊田 淳子[1]、千葉 達朗[1] (1. 丹沢T探究会)

10:00 ~ 10:15

[3oral601-09-5add]

休憩

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

10:15 ~ 10:30

[T13-O-14]

青森県下北半島西部，佐井地域に産する中新世火山岩類の産状とジルコンU-Pb年代

*金指 由維[1]、折橋 裕二[1]、竹森 瑞葉[1]、岩野 英樹[2,3]、仁木 創太[4]、佐々木 実[1]、盛合 秀[5]、淺原 良浩[4]、天野 格[6]、梅田 浩司[1]、平田 岳史[3] (1. 弘前大学、2. （株）京都フィッション・トラック、3. 東京大学、4. 名古屋大学、5. 三陸ジオパーク推進協議会、6. 電源開発株式会社)

10:30 ~ 10:45

[T13-O-15]

青森県下北半島東部上部中新統の地質と放射性年代

*中満 隆博[1]、須藤 浩一[2]、三和 公[3] (1. 東北電力、2. 阪神コンサルタンツ、3. 大日本ダイヤコンサルタント)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

10:45 ~ 11:00

©日本地質学会

[T13-O-16]

下北半島，鮮新世〜前期更新世大畑層分布域に新たに見出された複合カルデラの地質構造：産状， 岩石学的特徴，およびジルコンU-Pb年代からの制約

*吉田 颯[1]、折橋 裕二[1]、佐々木 実[1]、金指 由維[1]、岩野 英樹[2,3]、梅田 浩司[1]、天野 格[4]、平田 岳史[2] (1. 弘前大学、2. 東京大学、3. （株）京都フィッション・トラック、4. 電源開発株式会社)

11:00 ~ 11:15

[3oral601-09-9add]

休憩

11:15 ~ 11:30

[T13-O-17]

栃木県茂木町周辺に分布する中川層群山内層と茂木層の層序関係と年代

*細井 淳[1]、小坂 日奈子[1]、岩野 英樹[2,3]、檀原 徹[2]、平田 岳史[3] (1. 茨城大学理学部地球環境科学領域、2. 株式会社京都フィッション・トラック、3. 東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設)

ハイライト講演

11:30 ~ 12:00

[T13-O-18]

［招待講演］山陰東部，中新統北但層群における地域地質・層序学的基礎研究：最近10年の進展と残る課題

*羽地 俊樹[1] (1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月16日(火) 9:00 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[3oral601-09] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:細井 淳(茨城大学理学部地球環境科学領域)、内野 隆之(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、金指 由維(弘前大学)、辻野 匠(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)

9:00 ~ 9:15

[T13-O-10] 南部北上帯，氷上花崗岩類中に分布する壺の沢変成岩のジルコンU-Pb年代と形成機構

*内野 隆之[1]、常盤 哲也[2] (1. 産総研地質調査総合センター、2. 信州大学)

キーワード：南部北上帯、壺の沢変成岩、氷上花崗岩類、ジルコン、U-Pb年代

壺の沢変成岩は，南部北上帯の基盤の一つである氷上花崗岩類の西側に3 x 10㎞幅の2つのレンズ岩体として捕獲岩状に分布している．本変成岩は，陸源性砕屑岩を原岩とする黒雲母片麻岩とミグマタイトからなる．本変成岩について，今回，地質調査によって詳細な地質図を作成し，またジルコンのU-Pb年代を測定した．その結果，壺の沢変成岩は岩体の中央部から縁辺部にかけて，片麻岩からミグマタイトに漸移していることが明らかになった．ミグマタイト中のリューコゾームは花崗岩様を呈し，氷上花崗岩類に近づくにつれその割合は増加する．したがって，氷上花崗岩類と壺の沢変成岩の境界付近では，かつて氷上花崗岩類と判定された部分も，実際は薄い片麻岩層を含むミグマタイトであるケースがしばしば認められる．

壺の沢変成岩からは，これまでも幾つか放射年代値が報告されているが，変成年代が450～180 Maとばらついている（Shibata，1974；Suzuki and Adachi，1991；Watanabe et al.，1995；Yokoyama et al. 2016）．壺の沢変成岩のほとんどは西側に分布する前期白亜紀花崗岩類（気仙川岩体）によって接触変成作用を被っており，若い年代値の幾つかについてはそれが影響している可能性もある．本研究では，LA-ICP-MSを用いて，接触変成作用の弱い地域の黒雲母片麻岩及びミグマタイト中の花崗岩質リューコゾームに含まれる砕屑性ジルコンのコアとリムを注意深く年代測定した．その結果，最若クラスター年代は，片麻岩は約470 Ma，リューコゾームは約440 Maという値が得られた．特に，後者の若い年代は，再成長したジルコンリムから得られている．ミグマタイト中のリューコゾームは壺の沢変成岩の原岩が部分溶融したものと考えられ，約440 Maは同変成岩の形成年代を示していると考えられる．一方，片麻岩の約470 Maは原岩に含まれる砕屑性のジルコンが堆積した年代と捉えることができる．すなわち，壺の沢変成岩は，その原岩である陸源性砕屑岩が中期オルドビス紀頃に堆積・形成され，その後，最後期オルドビス紀～最前期シルル紀に上昇してきた氷上花崗岩類によって高温型の広域変成作用を被ったと結論できる．

【引用文献】Shibata (1974) Geochem. J., 8, 193-207. Suzuki and Adachi (1991) Geochem. J., 25, 357-376. Watanabe et al. (1995) Geochem. J., 30, 273-280. Yokoyama et al. (2016) *Mem. Nat. Mus. Nat. Sci.*, 51, 1-24.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月16日(火) 9:00 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[3oral601-09] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:細井 淳(茨城大学理学部地球環境科学領域)、内野 隆之(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、金指 由維(弘前大学)、辻野 匠(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)

9:15 ~ 9:30

[T13-O-11] 東アジア先ジュラ紀ニッポニデス造山帯の一部としての黒瀬川帯：銚子半島の三畳紀付加体の地体構造上の意義

*磯崎 行雄[1]、堤 之恭[2]、岩本 直哉[3]、上田 脩郎[3] (1. 東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学　宇宙地球科学教室、2. 国立科学博物館理学研究グループ、3. 銚子市教育委員会銚子ジオパーク推進協議会事務局)

キーワード：黒瀬川帯、西南日本、付加体、造山帯、砕屑性ジルコン、U-Pb 年代

　先ジュラ紀のプレート沈み込み型造山帯産物からなる西南日本の黒瀬川帯の分布は, 九州から関東まで1000 km以上に及ぶ. その東限はこれまで関東山地東縁とされた（坂ほか, 1989; 沢田ほか, 2020）が, 千葉県銚子半島には浅海相白亜系や三畳紀チャートなどの秩父帯要素に隣接して産する年代未詳の砕屑岩（愛宕山層群; 尾崎, 1959；千坂, 1967; 高橋, 1990など ）中のフズリナ化石が黒瀬川帯の特徴を持つ. この砂岩の帰属を特定するため, 砕屑性ジルコンU-Pb年代を測定した結果, 三畳紀前期-中期粒子の卓越と約237 Ma（同中期-後期境界頃）の最若粒子を検出した. この三畳紀砂岩のジルコン年代パタンは, 四国の黒瀬川帯のペルム紀-三畳紀付加体砂岩のそれ（Hara et al., 2018など）にほぼ一致する. 西南日本の秩父帯および黒瀬川帯の東西の帯状配列が, 従来より150 km東方の銚子半島まで連続することが確認された.

銚子半島で一旦海中に没する黒瀬川帯の東延長は, さらに北方の東北日本まで追跡される可能性が高い. 黒瀬川帯構成要素に比較可能な地質体として, 東北日本の南部北上・根田茂帯の古生代弧花崗岩類, 高圧変成岩, 前弧堆積岩および蛇紋岩, 阿武隈帯の竹貫変成岩の原岩や花崗岩類中の捕獲古生代岩石などの多様な古生代岩石群などが列挙される. さらに日本海対岸の極東ロシア沿海州のSergeevka帯の要素もよく類似する. これらの黒瀬川帯および沿海州まで追跡されるその延長部の構成岩石類は. いずれもカンブリア紀以降の古生代および三畳紀の弧-海溝系, すなわち大南中国（Greater South China）地塊の古太平洋側に発達したNIpponides造山帯（Sengor & Natal'in, 1996）の産物である. 中新世の日本海拡大で乱された古生代造山帯要素の初生配列を復元する上で, 西南日本と東北日本の要素とが折れ曲がって接続する銚子半島で検出された黒瀬川帯要素は貴重なチェック要素である.

黒瀬川帯およびその東北方延長部の地質体は, いずれも低角度で下位に向かって若くなる極性を持つ累重ナップ構造によって特徴付けられ, プレート沈み込み型造山帯の現地性産状を残している. 黒瀬川帯自体の分布幅は模式地の四国で10 km未満であるのに対して, 東北日本の南部北上帯・根田茂帯また阿武隈帯の相当地質体の分布幅は約100 kmに及ぶ. ただし西南日本でも黒瀬川帯と共通の岩石を産する長門構造帯と飛騨外縁帯は各々狭長だが、黒瀬川帯と合わせた広域での分布幅はほぼ同じオーダーである. 黒瀬川帯を含むNIpponides造山帯の古生代・三畳紀部分は, 少なくとも琉球弧西南端に近い石垣島・西表島からロシア沿海州まで南北方向に総延長3000 km以上に及び, 同造山帯はユーラシア中央部の中央アジア造山帯（CAOB）やヒマラヤ造山帯に並ぶアジア内の第一級の地質構造とみなされる. その中にあっ

©日本地質学会

て複雑な岩石組み合わせと地質構造を持つ黒瀬川帯相当地質体はNipponides検出の良いマーカーとなる.

ちなみにCAOBは, 古生代末にほぼ形成を終了した東西方向の造山帯だが、その東端部は南北配列のGSC地塊とNipponidesと接している. ロシア沿海・中国吉林省・北朝鮮国境のLaoelin-Grodekov帯, 日本海中部の大和堆, そして飛騨帯と西方延長が両造山帯の接合領域にあたり, 両造山帯は極東アジアでT字路交差点の形で接している. 特に両者間に位置するGSCの西縁が主たる接合境界（大和構造線; Isozaki et al., 2023; 磯﨑ほか, 2024）となる. 日本列島内において, 同構造線はGSC縁辺で形成された飛騨外縁帯およびそれより海洋側の日本のすべての帯（黒瀬川帯を含む）と, その大陸側の飛騨帯との間を画する断層（内帯中央線あるいは長門-飛騨外縁構造線と呼ばれた）は日本列島で最重要の地体構造境界である.

文献 ：千坂(1967) *淑徳大紀要*, **1**, 1-6; Hara et al. (2018) *J Asian Earth Sci*, **151**, 112-130; Isozaki et al. (2023) *IsArc*, **32**, e12475; 磯﨑ほか (2024) *地学雑*, **133**, 195-218; 尾崎 (1959) *国科博研報*, **4**, 188-201; 坂ほか (1989) *地質雑*, **95**, 339-342; 沢田ほか (2020) *地質雑*, **126**, 551-561; Sengor & Natal'in (1996) In Yin and Harrison eds. *The tectonic evolution of Asia*, Cambridge Univ. Press, 486-640; 高橋 (1990) *千葉中央博自然研報*, **1**, 1-13.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月16日(火) 9:00 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[3oral601-09] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:細井 淳(茨城大学理学部地球環境科学領域)、内野 隆之(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、金指 由維(弘前大学)、辻野 匠(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)

9:30 ~ 9:45

[T13-O-12] 高知県物部地域上部ジュラ〜下部白亜系美良布層の層序、年代および形成過程

*森野 善広[1] (1. パシフィックコンサルタンツ株式会社)

キーワード：美良布層、鳥巣式石灰岩、ジュラ紀白亜紀境界

１．はじめに

高知県物部地域（香美市土佐山田〜香北町にかけての物部川南方）に分布する美良布層（森野ほか，1989；香西ほか，2004：再定義）は，おもに砂岩，泥岩からなり礫岩や鳥巣式石灰岩を含んでいる．香西ほか（2004）では，砕屑岩（一部凝灰質）から産出した放散虫化石や二枚貝化石などをもとに，この地層の年代をOxfordian〜Berriasianとしたことから，ジュラ紀白亜紀境界の地層として注目されている．一方この地層に含まれる石灰岩について，森野（1993）は，当該地域の西の川左岸側斜面上において厚さ約20mの鳥巣式石灰岩を含む砕屑岩－石灰岩層序を記載し，下位の砕屑岩層からの産出化石（植物根，汽水生・浅海生二枚貝類，巻貝類）や石灰岩の岩相やサンゴ・海綿化石などの産出から，この層序は陸域から汽水域を経て浅海域への堆積環境の変化が読み取れ，当時の海進を反映して形成されたものとした．その後近年までの調査で，この西の川流域（河床，左岸側支沢斜面）及び西側に隣接する十字谷流域より，同様の層序をもつ，あるいは同一層準と推定される石灰岩体がいくつか確認されたことから，改めて美良布層の層序を確立し、その年代と形成過程について考察する．

２．美良布層の層序

美良布層の模式地は，香美市香北町小川の西の川沿いの河床で，層厚は約600mである．岩相より下部，中部，上部，最上部に区分し，層序と香西ほか（2004）で区分された6部層との関係を示す．

下部層：塊状泥岩主体で砂岩，礫岩を含む．礫岩は横方向に層厚が変化することからチャネル性堆積物と考えられる．香西ほか（2004）のA1,A2,A3部層に相当する．

中部層：塊状泥岩，砂岩泥岩互層が主体であるが，石灰岩を2層準挟むことが特徴である．香西ほか（2004）のB1部層に相当する．

上部層：泥岩主体（特に葉理の発達した泥岩，生物擾乱泥岩）で上位に向かって厚層のタービダイト性砂岩が重なり，その上位に砂岩，石灰岩の異地性岩体を含む．香西ほか（2004）のB2部層に相当する．

最上部層：泥岩主体で，香西ほか（2004）のC部層に相当する．

３．美良布層の堆積環境および形成過程

美良布層はおもに泥岩，砂岩で構成される．泥岩はその堆積構造から，塊状泥岩，葉理の発達した層状泥岩，生物擾乱の発達した泥岩からなる．砂岩はタービダイト性砂岩が主体で，底面には流痕（フルートキャスト）や水平方向の生痕が認められ，平行葉理の発達する部分もある．構成岩類や堆積構造などから陸棚（外側陸棚）あるいはそれ以深の堆積環境と推定される．

一方で西の川流域の美良布層中には石灰岩を含む地層が3層準認められる．上部層のそれ

©日本地質学会

は，産状から異地性岩体とみなされる．これに対し中部層では石灰岩体が2層準認められ，いずれの岩体も下位の砕屑岩と漸移関係にあり，植物片に富む砕屑岩からは，汽水生および浅海生の二枚貝，巻貝を多産する（香西ほか，2004）．森野（1993）の砕屑岩－石灰岩層序における，砕屑岩の岩相変化は，下位より礫岩層，粘土層や炭層，植物根化石を含む砂岩層，汽水生・浅海生二枚貝・巻貝化石を含む砂質泥岩層，そして石灰岩が重なる．さらにこれまでの調査により，この層序の最下部の礫岩は塊状泥岩の上に直接重なることが観察されたことから，その堆積環境の変化は，陸棚域からの急激な海退とそれに続く海進期の陸域（河川），汽水域そして浅海成石灰岩の形成であると推定される．このことは美良布層形成期間内に大規模な海退－海進が少なくとも2回あったものと位置づけられる．

４．美良布層の年代

香西ほか（2004）では，本層中の泥岩や酸性凝灰岩などから産出する放散虫化石から，*Kilinora spiralis* 群集帯，*Loopus primitivus* 群集帯，*Pseudodictyomitra carpatica* 群集帯の存在が確認され，下部層をOxfordian～Tithonian,中部層～上部層をBerriasianとし，その上限については最上部層の年代はValanginian後期には及ばないとしている．また，近年砕屑性ジルコンのＵ-Ｐｂ年代測定が行われており（Ikeda et al,2016,　長谷川ほか，2020），得られた年代についても新たに確立した層序をもとに整理する．

参考文献

長谷川遼ほか，2020，地学雑誌，129，397-421.
Ikeda,T.,et al,2016, Mem. Fukui Prefectural Dinosaur Museum 15,33-84.
香西武ほか，2004，大阪微化石研究会誌，no.13，149－165．
森野善広，1993，地質雑，99，173－183．
森野善広ほか，1989，高知大学学術研究報告，38，73－83．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月16日(火) 9:00 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[3oral601-09] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:細井 淳(茨城大学理学部地球環境科学領域)、内野 隆之(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、金指 由維(弘前大学)、辻野 匠(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)

9:45 ~ 10:00

[T13-O-13] 丹沢・御坂山地の層序および衝突・付加の再検討（続報—凝灰岩層に含まれるジルコンの形成年代について—）

*西川 正[1]、白井 香奈江[1]、堀内 一利[1]、豊田 淳子[1]、千葉 達朗[1] (1. 丹沢T探究会)

キーワード：丹沢層群、御坂層群、凝灰岩、ジルコン、U-Pb年代

南部フォッサマグナ地域は本州弧と伊豆－小笠原弧の衝突帯であり，フィリピン海プレートの北上に伴い，同プレート上の伊豆－小笠原弧を構成していた巨摩，御坂，丹沢，伊豆地塊が本州弧に衝突・付加した過程を陸上で観察される貴重な場と考えられている．その衝突・付加過程にはいくつかのモデルが提唱されており，そのうち代表的なものとして，天野（1986），Amano(1991)における各地塊の多重衝突説やそれに懐疑的な松田（1989）などがある．

筆者らは長年，主に丹沢山地の層序や構造解析を目的として，丹沢層群中に含まれる凝灰岩層を鍵層に調査を行ってきた.（水上ほか，1991；西川ほか，2016）

今回，丹沢層群中の珪長質凝灰岩層のほか，隣接する御坂層群中の珪長質凝灰岩層についても露頭調査や記載のほか，内部に含まれるジルコン結晶のU-Pb年代測定を行ったので，その報告と既知の年代測定結果や地質報告と比較し，同地域の地質史の一部の考察を行う．

本要旨では，現在測定を進めている凝灰岩層中のジルコン結晶のU-Pb年代について判明している内容を取りまとめる．

凝灰岩層および溶岩でジルコンを検出し，U-Pb年代の結果を得た．今回，調査した御坂層群中のうち，大石凝灰岩層で約14Ｍａ，白滝粗粒凝灰岩層で約13Ｍａの値を得た．従来の研究においても，約15-11Maにおいて御坂地域の背弧拡大活動によりバイモーダルな火山活動が生じた（和平凝灰岩等）とされ，その値と調和的である．

丹沢層群については，丹沢地塊がプレート境界に接近時に形成されたと考えるトラフ充填堆積物に，地質層序的に近接すると推測される猿橋凝灰岩層で7.33±0.24Ma（西川ほか, 2016；白井, 2017），東部寺家層中の凝灰岩ではジルコンのフィッショントラック年代から7.46±0.51Ma（水上ほか, 1991）が認められており，丹沢地域北部においては8-7Ma頃には本州弧近隣に存在したと考えられる．

なお，丹沢地域には，本州弧への衝突に伴う引張場に複数のハーフグラーベンが発達したことが認められ，その一つの堆積物である長者舎累層は，従来から周囲の地層より若い層準とされてきた．今回，同累層中に堆積構造から水中火砕流と考えられる凝灰岩溶岩層が発見され，ジルコンが認められたことからU-Pb年代を測定したところ，年代決定粒子数は少ないものの約5Maの値が認められた．この値は同地域に分布するトーナル岩の年代の範囲でもあり，従来，丹沢地域におけるトーナル岩に近い火山岩年代は地蔵平併入岩体など限られていたが，地表に噴出した火山岩からも認められた．

一方で，ジルコンによるU-Pb年代は30-2000Maの外来性ジルコンが含まれる．今回の結果では，①凝灰岩の噴出年代のピークとより幅広い年代の古いジルコンが散在する，②噴出中心に近いほど，分析結果が噴出年代に集中し，遠方に行くほど①に近似する，③噴出年代と古い年代二つにピークが集中する，④噴出年代と古い年代がそれほど散在しない，の4タイ

©日本地質学会

プに分かれた．これらのことから、衝突前後の堆積場・後背地および火山活動についての過程を検討した。
本講演では，これらの結果や地質調査の情報をまとめて発表を行う．
[参考文献]
天野一男，1986.　多重衝突帯としての南部フォッサマグナ，月刊地球，8（10），581-585.
Amano.K, 1991. Multiple collision tectonics of the South Fossa Magna in　Central Japan. Modern Geol., 15, 315-329.
西川正・堀内一利・千葉達朗・豊田淳子・水上香奈江・下村庸三・水谷のぞみ,2016. 丹沢山地全体の層序および衝突・付加の再検討，日本地質学会第123年学術大会, R5-P13.
松田時彦,1989. 南部フォッサマグナ多重衝突説の吟味. 月刊地球，11(9), 522-525.水上香奈江・木沢庸三・水谷のぞみ，1991. 丹沢山地東部の中新世凝灰岩のK-Ar及びFT年代. 地質雑, 97, 931-934.
白井（水上）香奈江, 2017. 鍵層酸性凝灰岩年代による丹沢衝突史の考察. フィッショントラックニュースレター, 28, 14-16.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月16日(火) 9:00 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[3oral601-09] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:細井 淳(茨城大学理学部地球環境科学領域)、内野 隆之(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、金指 由維(弘前大学)、辻野 匠(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

10:15 ~ 10:30

[T13-O-14] 青森県下北半島西部，佐井地域に産する中新世火山岩類の産状とジルコンU-Pb年代

*金指 由維[1]、折橋 裕二[1]、竹森 瑞葉[1]、岩野 英樹[2,3]、仁木 創太[4]、佐々木 実[1]、盛合 秀[5]、淺原 良浩[4]、天野 格[6]、梅田 浩司[1]、平田 岳史[3] (1. 弘前大学、2. （株）京都フィッション・トラック、3. 東京大学、4. 名古屋大学、5. 三陸ジオパーク推進協議会、6. 電源開発株式会社)

【ハイライト講演】 東北日本の中期中新世は引張場と圧縮場が共存したリフト・ポストリフト遷移期であり，背弧海盆火山活動から島弧火山活動へ移行した時期でもある．この研究では佐井地域の地質踏査にもとづく地質図をベースに，火山岩の年代測定・全岩化学分析結果に基づいて引張テクトニクスの継続時期やマグマ成因について議論する． ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：下北半島、中新世、金八沢層、桧川層、U-Pb年代、水中火山岩類

はじめに 青森県は中部～上部中新統がほぼ連続的に産し，火山岩・火砕岩を伴うことから，日本海拡大以降の火山フロントにおけるマグマ変遷を考える上で最も適した地域である（例えば，周藤ほか，1988）．本研究では下北半島西部，佐井地域において地質踏査を行い，新たに地質図を作成した．また，同域に産する流紋岩質火山岩類，貫入岩についてジルコンU-Pb年代測定および全岩化学組成分析を行い年代層序の再検討を行った．

地質概要 下北半島西部の中新統は西岸域中央部に産する先第三系長浜層を取り囲むように分布し，その北部と南部の層序区分について見解が異なっていた（上村，1962；1975；箕浦ほか，1998）．その後，伝法谷ほか（1998）や河野ほか（1998）は放射年代値を加えた中新統の年代層序の再検討を行い，北部の佐井層（上村，1962）とされた中新統を南部の金八沢層と桧川層（上村，1975）にまとめ，下位から金八沢層（Kp)・桧川層(Hg)・大間層(Om)および易国間層(Ik)に区分した．また， Kp・Omは頁岩・泥岩主体で流紋岩質火山岩・火砕岩主体のHgと安山岩質火山岩・火砕岩主体のIkがこれらと指交あるいは漸移関係にあることから，中新統は頁岩・泥岩の堆積場に流紋岩質—安山岩質火山岩・火砕岩の順に堆積したと考えた（伝法谷ほか，1998）．しかしながら，Kp上部は玄武岩質溶岩および玄武岩質貫入岩が卓越しており（例えば，上村，1975），同域の中新世における火山岩類は玄武岩質—流紋岩質—安山岩質へと変化する．この火山岩類について，テクトニクスの変遷と合わせたマグマ成因の構築はこれまで行われていない．また，Kp・Hgの凝灰岩について約20～15 Maの既報FT年代（伝法谷ほか，1998）があるが，最近，南部のHg中流紋岩質溶岩から有意に若い13.3 MaのジルコンU-Pb年代が報告された（盛合ほか，2024）．このことから，北部のHgについても年代層序の再検討が必要である．

結果と考察 佐井地域におけるHgは北西-南東に流れる古佐井川流域より以北約6 km^2の陥没構造内に分布し，全体的に南西に緩傾斜している．下位のKpとは古佐井川流域を境に高角度不整合または正断層関係で接しており，分布域北東部では不整合の関係にある．分布域北西部では上位のIkに不整合に覆われている．Hgの産状は大部分が流紋岩質水中火山岩類からなり，稀に薄層の酸性凝灰岩を狭有する．流紋岩質ハイアロクラスタイトから13.318±0.072

©日本地質学会

Ma（2σ）のU-Pb年代値が得られ，盛合ほか（2024）が報告した南部HgのU-Pb年代と不確かさの範囲で一致した．Kpの産状は上村（1975）のいう南部の同層上部の産状と類似しており，玄武岩質の溶岩および貫入岩が卓越し，局所的に珪質泥岩が産する．また，本研究では佐井漁港南東部において珪質泥岩の上位に流紋岩質溶岩が産することを新たに見出し，14.63 ± 0.15 Ma（2σ）のジルコンU-Pb年代値を得た．本研究で作成した地質図において同流紋岩質溶岩はKp上部に属することから，これがKpの堆積年代の上限を示すと考えられる．Hg, Kp両層には斑晶鉱物組み合わせや斑晶量の異なる流紋岩質貫入岩脈が多数貫入しており，Hgでは玄武岩質貫入岩を伴わない．流紋岩質貫入岩は岩石学的特徴から磯谷型と願掛岩型に大別され，それぞれから13.440±0.087 Ma（2σ），11.635±0.082 Ma（2σ）のU-Pb年代値を得た．このことから流紋岩質貫入岩はHgの火成活動期の他に少なくともう1つの活動期があったことが示唆される．

東北日本の中期中新世は引張場と圧縮場が共存したリフト・ポストリフト遷移期であり（中嶋，2018），この時期の火成活動は背弧海盆火山活動から島弧火山活動へ移行したとされる（例えば，吉田ほか，2020）．佐井地域における中期中新世のテクトニクスは，本研究で得られた堆積構造や層序から少なくともHgの火成活動期まで引張場に置かれ，北西-南東方向の正断層を境に北東-南西方向伸張のハーフグラーベンが形成されたと考えられる．

本講演では更なる全岩化学組成データを加え，上述したテクトニクスの変遷に伴うマグマ成因についても考察する予定である．

引用文献 伝法谷ほか,1998,日本地質学会第**105**年学術大会講演要旨/河野ほか,1998,日本地質学会第**105**年学術大会講演要旨/箕浦ほか,1998,青森県の地質/盛合ほか,2024,地質雑,**130**,169-187./中嶋,2018,地質雑,**124**,693-722./周藤ほか,1988,地質雑,**94**,155-172./上村,1962,5万分の1図幅　佐井/上村1975,5万分の1図幅　陸奥川内/吉田ほか,2020,地学雑,**129**,529-563.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月16日(火) 9:00 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[3oral601-09] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:細井 淳(茨城大学理学部地球環境科学領域)、内野 隆之(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、金指 由維(弘前大学)、辻野 匠(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)

10:30 ~ 10:45

[T13-O-15] 青森県下北半島東部上部中新統の地質と放射性年代

*中満 隆博[1]、須藤 浩一[2]、三和 公[3] (1. 東北電力、2. 阪神コンサルタンツ、3. 大日本ダイヤコンサルタント)

キーワード：中新世、下北半島、K–Ar年代測定、FT年代測定

１．はじめに

青森県下北半島周辺には原子力関連施設が点在し，事業者が地質調査を行っている。このうち，下北半島東部において，中部中新統～上部中新統最下部の蒲野沢層を不整合に覆い，上部鮮新統～下部更新統の砂子又層（浜田層：工藤ほか,2021）に不整合で覆われる地層の存在が認識されている。この地層の下部および中部において*Rouxia californica* 帯の下半部（7.6～6.8Ma；Yanagisawa･Akiba,1998）の珪藻化石群集が産出することが報告されており，事業者は目名層と仮称している（東京電力,2010など）。本稿では目名層の堆積年代データを拡充する目的で放射性年代測定を行ったことからその結果について報告する。

２．調査地および地質概要

調査地は，目名層が広く分布する青森県下北郡東通村目名周辺とし，目名層の最下部から最上部まで比較的良く露出する目名川ルートおよび目名川南林道ルートにおいて，地層観察および試料採取を行った。目名層は，最下部・中部・上部・最上部に厚い火山砕屑岩やその再堆積物（以下，厚い火砕岩類という）を含み，それらの間にはシルト質細粒砂岩，細粒～中粒砂岩，泥岩，薄い火山砕屑岩が分布し，生物擾乱や生痕化石が認められる。年代測定用の試料は，厚い火砕岩類から採取した（6試料）。年代測定用の試料は，下位の蒲野沢層および上位の砂子又層（浜田層）の「軽石凝灰岩」からも採取した（蒲野沢層2試料，砂子又層（浜田層）1試料）。

３．年代測定

火砕岩類に含まれるジルコン粒子を対象に，フィッション・トラック（FT）法およびウラン-鉛（U-Pb）法によるダブル年代測定を実施した。年代測定は，㈱京都フィッション・トラックに依頼し，同位体濃度の測定にはレーザーアブレーションICP質量分析装置を用いた。年代測定の結果を以下に示す。蒲野沢層の最上部からは，9.5±0.7Ma（FT；1σ）および9.4±0.1Ma（U-Pb；2σ）が得られ，誤差1σの範囲で一致しており，その堆積年代は約9.4Maと考えられる。目名層の最下部からは，6.4±0.6Ma（FT；1σ）および7.7±0.1Ma（U-Pb；2σ）が得られ，両年代値は誤差2σで考えると7.6Maで重なり，その堆積年代は約7.6Maと考えられる。この年代値は珪藻化石分析結果と矛盾しない。最下部の最上位からは，5.7±0.5Ma（FT；1σ）および7.3±0.1Ma（U-Pb；2σ）が得られ，誤差2σの範囲で重ならないが，上下の層準から*R. californica* 帯の下半部（7.6～6.8Ma）に対比される珪藻化石群集が報告されており，U-Pb年代が妥当と考えられる。目名層の中部からは，6.0±1.2Ma（FT；1σ）および8.5±0.4Ma（U-Pb；2σ）が得られ，両年代値は誤差2σで考えると8.4～8.1Maで重なるが，下位層準で得られた年代値よりも古く，珪藻化石分析結果とも矛盾する。一方，工藤(2020)は，北方の石上山地域に露出している同一層準から，7.3±0.9Ma（FT年代；1σ）および7.5±0.2Ma（U-Pb；2σ）の年代値を報告しており，これらは誤差1σの範囲で一致し

©日本地質学会

ており，下位層準の年代を考慮すると，その堆積年代は約7.3Maと考えられる。目名層の上部からは，10.4±1.4Ma（FT；1σ）および6.8±0.3Ma（U-Pb；2σ）が得られ，誤差2σの範囲で重ならないが，下位層準の年代を考慮するとU-Pb年代が妥当であり，後述の上位層準の年代を考慮すると，その堆積年代は約7.1Maと考えられる。目名層の最上部からは，6.6±1.8Ma（FT；1σ）および7.3±0.3Ma（U-Pb；2σ）が得られ，誤差1σの範囲で一致しており，下位層準の年代を考慮すると，その堆積年代は約7.0Maと考えられる。砂子又層（浜田層）下部の軽石凝灰岩からは，3.3±0.5Ma（FT；1σ）および3.1±0.1Ma（U-Pb；2σ）が得られ，誤差1σの範囲で一致しており，その堆積年代は約3.1Maと考えられる。

４．まとめ

既往の珪藻化石分析結果と今回の年代測定結果から，目名層の堆積年代は約7.6～7.0Maと判断される。下位の蒲野沢層との間には200万年程度，上位の砂子又層（浜田層）との間には400万年程度の時間間隙があり，地表踏査で認識されていた不整合関係がより明確なものとなった。

[引用文献]

工藤　崇 (2020) 20万分の1「野辺地」地域に分布する中新統のジルコンU–Pb及びフィッショントラック年代．地質調査研究報告，71，481–507.

Yanagisawa, Y. and Akiba, F. (1998) Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. Jour. Geol.Soc. Japan, 104, 395-414.

東京電力株式会社（2010）：東通原子力発電所原子炉設置許可申請書

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月16日(火) 9:00 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[3oral601-09] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:細井 淳(茨城大学理学部地球環境科学領域)、内野 隆之(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、金指 由維(弘前大学)、辻野 匠(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)

ハイライト講演 学生優秀発表賞エントリー

10:45 ~ 11:00

[T13-O-16] 下北半島，鮮新世〜前期更新世大畑層分布域に新たに見出された複合カルデラの地質構造：産状， 岩石学的特徴，およびジルコンU-Pb年代からの制約

*吉田 颯[1]、折橋 裕二[1]、佐々木 実[1]、金指 由維[1]、岩野 英樹[2,3]、梅田 浩司[1]、天野 格[4]、平田 岳史[2]
(1. 弘前大学、2. 東京大学、3. （株）京都フィッション・トラック、4. 電源開発株式会社)

【ハイライト講演】 東北日本弧は島弧火山活動期（13.5 Ma以降）のカルデラの宝庫である．この研究は下北カルデラ群を例に地質踏査による産状観察，岩石学的記載・年代測定にもとづいて，複合カルデラの複雑な層序関係の実態・形成史を明らかにするものである ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：新第三系、下北半島、薬研、大畑カルデラ、複合カルデラ、軽石凝灰岩

東北日本弧には島弧火山活動期（13.5 Ma以降）に多数のカルデラ群が形成され（吉田ほか，2020)，青森県下北半島では鮮新世〜前期更新世にかけて5つのカルデラからなる下北カルデラ群が形成された（盛合ほか，印刷中）．その中で薬研地域には根本・箕浦 (1999)により鮮新世の大畑カルデラが想定されており，周辺域にはカルデラ噴出物とされる大畑層（OH）(上村･斉藤，1957；上村，1962)が分布している．河野ほか（1998）と伝法谷ほか（1998）は岩相の類似性と得られた放射年代の結果から，OH下位の薬研層(YA)の一部と上位の小目名沢デイサイト（KD）をOHに一括することを提案した(以下，再定義されたものをOH，以前のものを旧OHと表記)(図1)．しかしOHから得られた放射年代値は約5〜2 Maと年代幅を持ち，また全域を網羅する詳細な産状記載はまだ行われていない．そこで，本研究では大畑カルデラの地質構造とOHの産状について再検討することを目的とし，大畑〜奥薬研地域において地質踏査を行うとともに，採取した火砕岩のジルコンU-Pb年代測定を行った．YA最下部は柱状節理が発達した強溶結のデイサイト質溶結凝灰岩から構成され，その上位を緑色に変質した軽石凝灰岩が覆う．さらに上位にはデイサイト質凝灰岩〜溶岩が覆っている．またYAとされるデイサイト溶岩のうち，赤滝周辺と三太郎川下流に産するものは2.2〜1.9 MaのK-Ar年代の報告があり（電源開発，2019），大西股沢に産するデイサイト溶岩はYAとされる軽石凝灰岩を覆う．旧OHは乳白色の軽石凝灰岩を主体とし，稀にシルト質〜粗粒凝灰岩からなる．大畑川上流，長次郎沢の軽石凝灰岩最下部では黒色ガラス化し冷却クラックが発達した産状が見られ，ゴネ沢の最下部では軽石凝灰岩が基底礫層を挟んで下位の易国間安山岩類を不整合に覆う．葉色沢では平行ラミナが発達した軽石凝灰岩が主体であるが，その上部には最大２mの巨大軽石の濃集層が見られる．KDは大畑川下流の小目名周辺に産し，主に溶結凝灰岩からなる．本研究では新たにKDから3.24±0.08 Ma，旧OHから3.05 ± 0.11 Maと3.01 ± 0.18 MaのジルコンU-Pb年代値を得た．KDと旧OHの分布域と本放射年代の結果から旧OHはKDにアバットしていると考えられる．
本研究による産状記載からも旧OHの一部は浅水域に流入・堆積したことが示唆され，戸田ほか（2011）が報告したように既に形成されていた陥没構造に旧OHが充填したと考えられ

©日本地質学会

る．このことは旧OH噴出時には大畑カルデラが形成されていたことになり，新たに旧OHの供給源を見出す必要がある．前述のようにKDは溶結凝灰岩からなり，大畑川左岸では旧OHのラミナが発達した軽石凝灰岩が見られ，その最下部は基底礫層からなる．このことから，小目名地域はKD噴出時（約3.2 Ma）に陸化しており，旧OH噴出時（3.2～2.6 Ma）には少なくとも大畑川左岸が陥没し水面下にあったことになる．広島ほか（1998）による重力異常図では大畑川に沿って東北東－西南西伸長の楕円状を呈する負の重力異常が見られることから，同地域には直径約9 kmの陥没カルデラ（新称：小目名カルデラ）の存在が示唆される(図２a)．大畑川左岸には巨大軽石濃集層が堆積していることから，旧OHの供給源は小目名カルデラ付近と考えられる．
本研究と先行研究（例えば，梅田・檀原，2008）の結果をまとめると，YAは最下部に溶結凝灰岩を伴う緑色の軽石凝灰岩からなり，噴出年代は4.8～3.6 Maである．これに対し旧OHは乳白色の軽石凝灰岩主体で噴出年代はKDを含めて3.4～2.6 Maである．このことから，YAは大畑カルデラ起源，旧OHとKDは小目名カルデラ起源と考えられ，本研究ではOHを4.8～3.6 Maの薬研部層と3.4～2.6 Maの小目名部層に区分することを新たに提案する(図2b)．上述した産状から，大畑カルデラの活動期には陸域であったが，小目名カルデラの活動期には大畑川左岸が陥没し大畑カルデラ西部では湖水域となっていたと考えられる．約2 Maには小規模なデイサイト溶岩が後カルデラ期噴出物として流出した．

引用文献：伝法谷ほか（1998）日本地質学会学術大会講演要旨，電源開発株式会社（2019）大間原発　敷地の地質・地質構造，広島ほか(1989)青森県域重力異常図，河野ほか(1998)日本地質学会学術大会講演要旨，小林・水上(2012)日本第四紀学会講演要旨集，根本・箕浦(1999)月刊地球，盛合ほか(印刷中)地質雑，戸田ほか(2011)日本地質学会学術大会合同学術大会講演要旨，上村(1962)図幅，上村・斉藤(1957)図幅，梅田・檀原(2008)岩石鉱物科学，吉田ほか(2020)地学雑誌

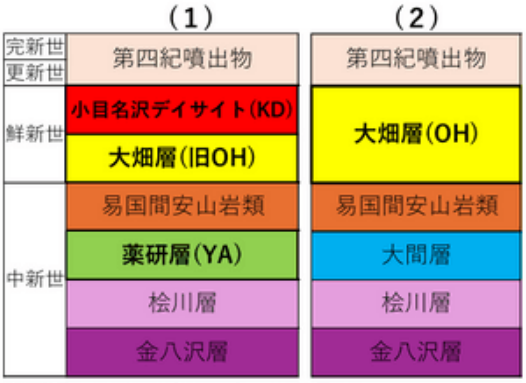


図１　下北半島西部における新第三系の年代層序
(１)上村・斉藤（1957）；上村（1962)を一部改変，(２)伝法谷ほか（1998)を簡略化

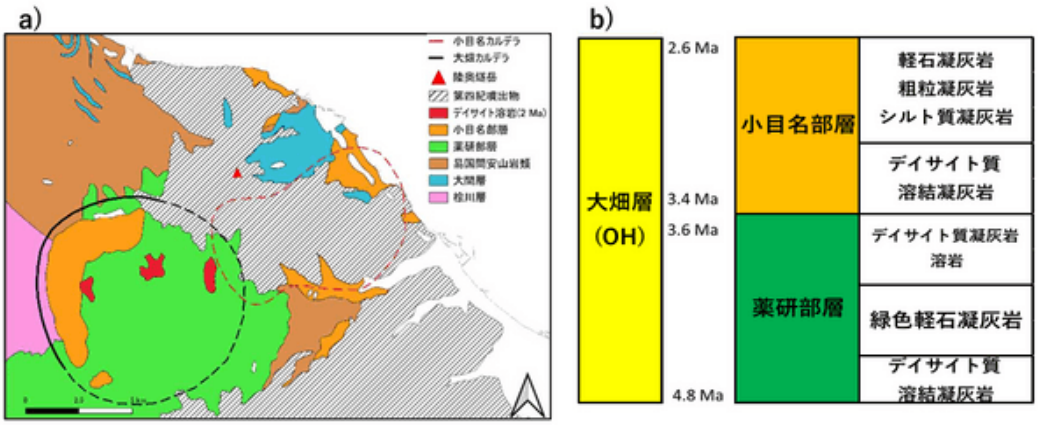


図２　a)推定される複合カルデラと地質分布図，b)新たに定義した大畑層の年代層序図

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月16日(火) 9:00 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[3oral601-09] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:細井 淳(茨城大学理学部地球環境科学領域)、内野 隆之(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、金指 由維(弘前大学)、辻野 匠(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)

11:15 ~ 11:30

[T13-O-17] 栃木県茂木町周辺に分布する中川層群山内層と茂木層の層序関係と年代

*細井 淳[1]、小坂 日奈子[1]、岩野 英樹[2,3]、檀原 徹[2]、平田 岳史[3] (1. 茨城大学理学部地球環境科学領域、2. 株式会社京都フィッション・トラック、3. 東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設)

キーワード：中新世、U-Pb、ジルコン、棚倉断層帯、日本海拡大

栃木県茂木町周辺に分布する中川層群山内層と茂木層については，その層序関係と年代が明確になっていない．しかし，両層の年代層序の解明は栃木〜茨城県にかけての前弧側地域における日本海拡大時のテクトニクスの議論に重要なデータとなる．本研究では野外地質調査及びジルコンU–Pb年代測定によって，山内層と茂木層の境界年代とその層序関係について検討した．野外地質調査の結果からは，山内層と茂木層は時間ギャップがないことが考えられた．また，茂木層下部の珪長質火山砕屑岩から約17 MaのジルコンU–Pb年代値が得られた．これらの結果から，山内層と茂木層の境界に地質学的な時間ギャップはほとんど無いものと考えられ，その境界年代は17 Ma頃であったと考えられる．茂木層の珪長質火山砕屑岩の年代は，調査地東方の棚倉断層帯沿いに分布する珪長質火砕岩と一致する．両者が同一起源ならば，17 Ma頃に棚倉断層帯西側の足尾帯分布地域で大規模な珪長質火山活動が生じた可能性を示唆する．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

2025年9月16日(火) 9:00 ~ 12:00 口頭第6会場(E305)

[3oral601-09] T13 ［トピック］地域地質・層序学：経過と集大成

座長:細井 淳(茨城大学理学部地球環境科学領域)、内野 隆之(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)、金指 由維(弘前大学)、辻野 匠(産業技術総合研究所・地質調査総合センター)

ハイライト講演

11:30 ~ 12:00

[T13-O-18] ［招待講演］山陰東部，中新統北但層群における地域地質・層序学的基礎研究：最近10年の進展と残る課題

*羽地 俊樹[1] (1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター)

【ハイライト講演】 山陰地域は前世紀後半以降，研究の進展が乏しい典型的な日本のフィールド事情を示す地域である．羽地氏は同地域において約10年間にわたり稠密な野外調査を実施し，小地域の研究成果を着実に積み重ねるとともに，それらの成果を基に前世紀末に提示された堆積盆発達史の精緻化を目指している．本講演では，今後のフィールド研究のモデルとなることを期待し，羽地氏の山陰地域における研究事例を紹介いただく． ※ハイライト講演とは．．．

キーワード：堆積盆発達史、地質図作成、日本海拡大、テクトニクス、鳥取層群

本発表では，山陰東部（鳥取県東部～兵庫県北部）に分布する中新統北但層群において，発表者がこれまで約10年間実施してきた地域地質・層序学的研究事例の紹介と残る課題の整理を行う．

北但層群は，1960年頃に層序の全体像が提案され，1990年頃に日本海拡大時のグラーベン埋積層とみなされた地質体である．この層序と構造発達史は長らく踏襲されてきたが，いずれも広域概要を示したもので，岩相層序と地質構造の詳細は未解明であった．2000年頃以降，日本海周辺の中新統堆積盆では年代測定や構造解析，古地磁気測定などの研究が実施され，日本海拡大のテクトニクス論に一定の進展があった．しかし北但層群では，基礎的な地質情報の理解が遅れているために発展的研究はほとんど行われていなかった．

北但層群の理解に向けて，発表者は地質図作成を主とした研究を展開してきた．研究地域は同層群の分布域南部及び西部である．これまでの主要な成果として，岩相層序の整理・堆積年代の制約・堆積盆縁辺部の構造把握・応力史の見直しが挙げられる．

岩相層序の整理では，北但層群と区別されていた鳥取層群を北但層群の基本層序に組み込んだ．

堆積年代の制約では，ジルコン年代測定により岩相層序に強い年代制約を与えた．既存研究の見解と比べ，各層の堆積年代が100万年程度古いことと，堆積盆北部と南部における海進時期に数10万年の差があることが明らかとなった．鮮新統と考えられていた陸成層が中部中新統と判明した例もある．

堆積盆縁辺部の構造把握では，主要な砕屑岩分布域の縁辺に正断層が実在し，一部が堆積同時性断層であることを示した．断層の卓越方向や傾斜方向には地域的な傾向が認められ，一連のグラーベンを構成していた可能性が高い．一方で，既存研究で断層関係と想定された境界が不整合関係と判明した例もあり，従来の堆積盆発達史論の危うさが指摘された．

応力史の見直しでは，詳細な露頭調査と３次元応力解析法の導入により応力史が改められた．北但層群の岩脈は日本海拡大に関連した引張応力場とその後の圧縮場を示すとされていたが，これが支持されないことを示した．

残る課題のうち堆積盆発達史の鍵を握るのは，北但層群北部の層序と地質構造である．こ

©日本地質学会

れもまた緻密な地域地質・層序学的研究を実施する他なく労力のかかる課題であるが，これがなされれば堆積盆の形成及び埋積過程の全容が明らかになり，発展的研究の礎となると期待される．

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月16日(火) 10:00 ~ 11:30 口頭第7会場(E301)

[3oral701-06] G. ジェネラルサブセッション海洋地質6

座長:松崎 賢史(東京大学　大気海洋研究所)、三澤 文慶(産業技術総合研究所)

10:00 ~ 10:15

[G-O-32]

古環境指標としての磁性細菌起源マグネタイト

*山崎 俊嗣[1,2] (1. 東京大学大気海洋研究所、2. 高知大学海洋コア国際研究所)

10:15 ~ 10:30

[G-O-33]

海域を震源とする地震イベント直後の海域調査はなぜ重要なのか？

*池原 研[1,2,3]、佐川 拓也[4]、ジェンキンス ロバート[4] (1. 産業技術総合研究所、2. 国立科学博物館、3. 静岡大学、4. 金沢大学)

10:30 ~ 10:45

[G-O-34]

「しんかい６５００」による黒島海丘の地質学的成果とその意義—黒島海丘は泥火山か？

*川村 喜一郎[1]、川口 昂大[1]、堤 桃子[1]、三澤 文慶[2]、浅田 美穂[2]、高井 研[3] (1. 山口大学、2. 産業技術総合研究所、3. 海洋研究開発機構)

10:45 ~ 11:00

[G-O-35]

海洋天然水素ポテンシャルの考察　—東北沖アウターライズの例—

*倉本 真一[1] (1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構)

学生優秀発表賞エントリー

11:00 ~ 11:15

[G-O-36]

千島海溝アウターライズにおける底層流と地形効果によって形成されたコンターライト・ドリフト

*池田 尚史[1]、川村 喜一郎[1] (1. 山口大学大学院創成科学研究科)

11:15 ~ 11:30

[G-O-37]

駿河湾奥部富士川—田子の浦沖にかけての海底地形・地質特徴

*新井 仁菜[1]、佐藤 悠介[2]、柴尾 創士[1]、山本 玄珠[5]、石塚 治[3]、岡村 聡[4]、横山 由香[5]、平 朝彦[5]、坂本 泉[5] (1. 東海大学大学院海洋学研究科、2. 株式会社マリン・ワーク・ジャパン、3. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、4. 北海道土質試験協同組合、5. 東海大学海洋学部)

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月16日(火) 10:00 ~ 11:30 口頭第7会場(E301)

[3oral701-06] G. ジェネラルサブセッション海洋地質6

座長:松崎 賢史(東京大学　大気海洋研究所)、三澤 文慶(産業技術総合研究所)

10:00 ~ 10:15

[G-O-32] 古環境指標としての磁性細菌起源マグネタイト

*山崎 俊嗣[1,2] (1. 東京大学大気海洋研究所、2. 高知大学海洋コア国際研究所)

キーワード：磁石化石、海底堆積物、岩石磁気学

海底堆積物中に磁性細菌起源のマグネタイト(magnetofossil)が存在することは、1980年代から知られていたが、2000年代以降の岩石磁気学の進歩により、海底堆積物中のmagnetofossilを（半）定量することが可能となり、主要な磁性鉱物成分の一つであることが明らかとなった。Magnetofossilは特徴的な粒径と形態を持つ。粒径は岩石磁気学上の単磁区サイズ（~100 nm）であり、形態としては正八面体状、六角柱状、涙滴状が知られている。磁性細菌の生態学的研究からは、堆積物中の鉄還元境界付近が好適な生息環境であるとされ、鉄還元境界付近に留まるために地磁気伏角を利用しているのではないかと推定されている。古環境研究への応用としては、まず、magnetofossilの量が生物生産性の指標となる可能性が指摘された。また、magnetofossilの形態に関する研究からは、涙滴状形態のマグネタイトを形成する磁性細菌は鉄還元境界付近に多く生息しているであろうことが結論された。これは、微生物生態学的な考え方と調和的である。一方、正八面体状のmagnetofossilは、酸化的環境、例えば鉄還元境界の存在しない赤色粘土や堆積物最表層の酸化層にも大量に含まれている。このことは、生態学的な考え方を必ずしも支持しない一方、海底堆積物中のmagnetofossilの形態が、堆積物の過去の酸化還元状態を知る手がかりとなる可能性を示していて、そのような応用研究が報告されるようになった。さらに、PETMのmagnetofossil記録から、同じ形態のmagnetofossilであっても酸化還元状態の微妙な違いにより粒径がわずかに変化していることが報告されている。これが正しければ、magnetofossilが底層水溶存酸素量の指標となり得ることになる。本講演では、このようなmagnetofossilの古環境指標に関する研究の最近の進歩を紹介する。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月16日(火) 10:00 ~ 11:30 口頭第7会場(E301)

[3oral701-06] G. ジェネラルサブセッション海洋地質6

座長:松崎 賢史(東京大学　大気海洋研究所)、三澤 文慶(産業技術総合研究所)

10:15 ~ 10:30

[G-O-33] 海域を震源とする地震イベント直後の海域調査はなぜ重要なのか？

*池原 研[1,2,3]、佐川 拓也[4]、ジェンキンス ロバート[4] (1. 産業技術総合研究所、2. 国立科学博物館、3. 静岡大学、4. 金沢大学)

キーワード：地震、イベント堆積物、保存ポテンシャル、堆積プロセス、古地震

海域を震源とする大地震の際には、しばしばイベント堆積物と呼ばれる通常時とは異なる粒度・粒子組成、堆積構造を持つ堆積物が海底に形成され、その一部は地層として保存されるので、過去の大地震発生の証拠として使われる。このため近年では、大地震後に海底堆積物として残された地震の痕跡を調べるための調査航海が行われることも多い。このような海底堆積物の調査は緊急に行われるがゆえに、さまざまな制約も多く、計画立った組織的かつ効率的な調査ができない場合もある。しかし、イベント直後の調査は、イベント発生から時間が経つにつれて消えていく小さな痕跡を捉えられる数少ないチャンスであり、重要であるのに間違いはない。ここでは、いくつかの地震後の海域調査の結果を概観し、どのような調査が求められ、過去の地震発生の理解にどう重要であるのかを考える。

地震直後の海底調査で多く行われるのは、海底地形調査、地震探査、表層堆積物調査、堆積物コア採取、深層／底層水採取、海底観察などである。海底地形調査はイベント前の地形データとの比較から地形変化を抽出し、構造運動や海底斜面崩壊などを議論できる。堆積物コアの解析と合わせることで、地すべり体の移動様式を推定できる場合もある。表層堆積物の採取からはイベント堆積物の粒度・粒子組成、層厚、堆積構造などが把握でき、それらの特徴や地理的分布から給源や輸送・堆積プロセスとその多様性を知ることができる場合があり、地震時にどこの海底でどのようなことが起こったかを理解するのに役立つ。地震後の底層水が高懸濁状態にあったという報告もあるので、海水の観測結果が堆積プロセスの理解に役立つ場合もある。また、海底地形変化と表層堆積物データを合わせることで、その地域の堆積システムを理解できると、地震履歴のための試料採取場所の検討に有効である。表層堆積物の採取地点のイベント前の堆積物データがあれば、それとの比較によって、より詳細な議論が可能となる場合もある。一方で、調査海域の現世環境下での平常時も含めた堆積物移動や堆積物分布の複雑性を可能な限り理解し、最表層の堆積層の粒度・粒子組成だけでなく、堆積構造も含めた比較や議論を目指さないと対象とする地震によってその変化が生じたのかどうかの議論ができなくなる場合もある。さらに、時間をおいた繰り返し採泥が可能であれば、平常時あるいは地震後の他のイベントよる記録の改変や追加、そして地層としての保存ポテンシャルの評価が可能となり、過去の履歴を検討する際の参考となり得る。

以上のすべてを一つあるいは一グループの調査航海で実施するのは困難であるので、広い範囲の研究者が参加でき、情報を共有できる仕組みづくりが重要である。

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月16日(火) 10:00 ~ 11:30 口頭第7会場(E301)

[3oral701-06] G. ジェネラルサブセッション海洋地質6

座長:松崎 賢史(東京大学　大気海洋研究所)、三澤 文慶(産業技術総合研究所)

10:30 ~ 10:45

[G-O-34] 「しんかい６５００」による黒島海丘の地質学的成果とその意義—黒島海丘は泥火山か？

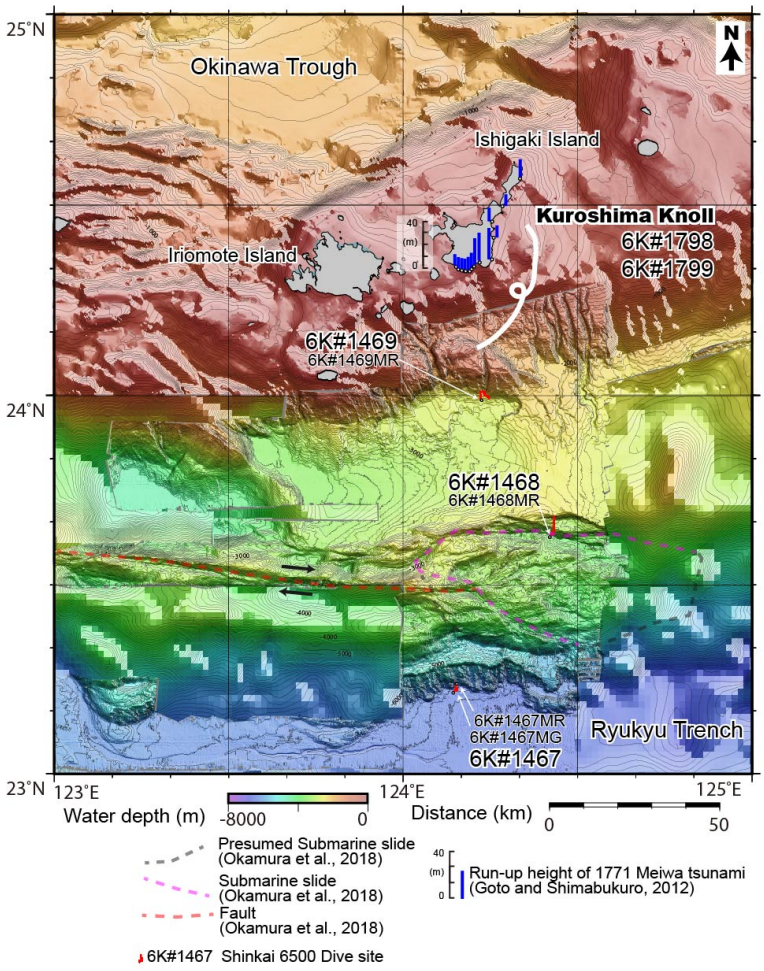
*川村 喜一郎[1]、川口 昂大[1]、堤 桃子[1]、三澤 文慶[2]、浅田 美穂[2]、高井 研[3] (1. 山口大学、2. 産業技術総合研究所、3. 海洋研究開発機構)

キーワード：化学合成生物群集、地震探査記録、ガス湧出

２０２４年７月２３日から８月１日に実施された「よこすか」—「しんかい６５００」によるYK24-12次Leg2研究航海は、初日から荒れ模様であった。天候不良のため、当初出港予定であった石垣港から急遽奄美大島の古仁屋港へ出港地が変更されたばかりでなく、乗船後３日間は古仁屋湾に荒天待機であった。その後、計画を大幅に変更し、下記の２潜航のみが実施された。１潜航目（潜航調査番号６K#1798）は、潜航研究者：高井研博士・Chong Chen博士（JAMSTEC）による黒島海丘の頂上付近での潜航調査であり、潜航調査された水深はおおよそ６００－８００m、２潜航目（６K#1799）は、長谷川万純博士（JAMSTEC）による黒島海丘の南麓斜面での潜航調査であり、潜航調査された水深はおおよそ２３００－２５００mであった（図１；Kawamura et al. (2022）を改変）。この研究航海の目的は、深海ナマコが持っている抗ウイルス作用を明らかにすることであり、深海ナマコの採取が潜航調査の主目的となっていた。これらの２潜航調査において、多くの地質学的に重要な映像資料や岩石・堆積物試料が採取された。特質すべきものについて、ここでは列挙する。 ６K#1798では、化学合成生物群集や岩石露頭が観察された。潜航後半には、バブルも確認された。黒島海丘頂部には多数の亀裂が見られ、西北西—東南東方向が見られた。この方向は、黒島海丘周辺など広域な海底地形においても直線性の急崖として明瞭に観察される。 岩石試料としては、Takeuchi et al. (2007)で報告されているドロマイト・チムニーが採取された。内部に心棒のような固い部分とそれを覆うように外側が未固結の泥があり、全体的に細長い形状をしている。船上では、「ちくわ」とその内部に「シャウエッセン」などと呼んでおり、形状をうまく表現できている。これ以外にもコンクリーション砂岩が採取された。 ２潜航で併せて、５本の堆積物試料が採取された。基本的に泥質であるが、有孔虫層が見られるものもある。現在、ドロマイト・チムニーについて、X-CTを終えており、その内部構造について詳しく報告するとともに、両潜航調査で得られた地質学的な知見について報告する予定である。この調査だけでは、黒島海丘の表面的な情報しか得られないが、生物の生息位置、海底面に見られる亀裂パタン、チムニーの成因などから、黒島海丘の形成プロセスを示すことがこの研究目的である。黒島海丘は、石垣島の南方沖おおよそ２５ｋmの位置にあり、いわゆる大陸斜面に位置する。このような位置にメタン湧水やそれに伴う化学合成生物群集が存在している例はめずらしく、メタンハイドレート分解説（南、2011など）が示唆されているが、未解明な点が多い。このような海丘が形成されるためには、継続的な地下物質の供給が不可欠である。また、大規模崩壊も示唆されており（松本ほか、1998）、それらの現象がどのようにして生じていたかについて、地震探査記録などを交えて、議論する。寄港に向けてイルカの歓迎も受けたが、８月１日の下船は、当初の予定から大幅に変更され、佐世保港になった。「よこすか」の不具合のためであった。今後、海洋国家日本の継続的な発展のためにも、「しんかい６５００」や母船と言った深海調査の「手立て」が維持さ

©日本地質学会

れることが国益につながるだろう。
Kawamura, K., Oguri, K., Inoue, M, Hsiung, K.-H., Kudaka, T., Takai, K. (2022) Prog. Landslide Res. Tech., 1, 63-74.
松本剛、上地千春、木村政昭（1998）JAMSTEC深海研究, 13, 535-561.
南宏樹（2011）海洋情報部研究報告, 43, 66-71.
Takeuchi, R., Matsumoto, R., Ogihara, S., Machiyama, H. (2007) J.Geochem.Expl., 95, 16-28.



©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月16日(火) 10:00 ~ 11:30 口頭第7会場(E301)

[3oral701-06] G. ジェネラルサブセッション海洋地質6

座長:松崎 賢史(東京大学　大気海洋研究所)、三澤 文慶(産業技術総合研究所)

10:45 ~ 11:00

[G-O-35] 海洋天然水素ポテンシャルの考察　—東北沖アウターライズの例—

*倉本 真一[1] (1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構)

キーワード：天然水素、アウターライズ、蛇紋岩化作用、メタンハイドレート、しんかい6500

将来の地球環境に配慮した新たなエネルギー資源の1つとして、温暖化ガス排出ゼロの天然水素が世界的に注目されている（例えばHand, 2023）。基本的かつ主要な天然水素発生のメカニズムは、鉄分を多く含んだ岩石と水が比較的高温（数百℃程度）での反応であり、一般的には蛇紋岩化作用として古くから知られている天然現象である（野坂, 2021）。これまで主に陸域で天然水素鉱床探査が行われているが、海洋における天然水素の研究は、まだ報告例が少ない。その中でも、海洋地殻やその下部のマントルと水の反応による天然水素の発生場として、大西洋のLost Cityと呼ばれる中央海嶺から少々離れた場所で天然水素の湧出が発見されている(Kelly et al., 2001)ことは良く知られている。日本周辺海域では、今回検討した東北沖のアウターライズや、マントル物質が海底に露出するフィリピン海プレート上のOCC (Ocean Core Complex)などで天然水素ポテンシャルの可能性があるが、そのほかに、蛇紋岩ダイヤピルの存在が指摘されている伊豆—マリアナ弧の前弧海盆や南海トラフ付加体での断層沿いの冷湧水などでは天然水素が観測されている。本発表では、東北沖のアウターライズに関する既存データからの天然水素ポテンシャルについて検討した結果を報告する。

東北沖のアウターライズは、日本海溝軸から海側（東側）にかけての海溝海側斜面のやや地形的に盛り上がった部分を指し、海溝軸からおよそ100km程度の広がりがあり、水深は7,500~5,300m程度である。日本海溝軸では、120~130Maの太平洋プレートが沈み込み、凸地形の表面は正断層の形成によって地溝—地塁地形が形成されている。弾性波探査結果によると、この正断層群には少なくとも海底下5kmまではVp/Vs値の変化から地下に水が侵入していることが示されている（Fujie et al., 2018）。近傍での地殻熱流量測定では、100mW/m2以上の高熱流量が部分的に測定されており（Kawada et al., 2014）、熱伝導率を考慮すると海底下5km付近の地温は数100℃にはなっている可能性がある。したがって、海洋地殻下部および上部マントルでの蛇紋岩化作用による天然水素の発生が十分期待される。蛇紋岩化作用そのものは発熱反応であり、また体積も膨張するため（20~50%）、地下で蛇紋岩化作用が始めると、自ら断層面を押し広げ（self-fracking）、さらに蛇紋岩化作用を加速させる可能性もある。

東北沖アウターライズ周辺での天然水素はこれまでに報告されていないが、湧水等の可能性を検証するため、改めてJAMSTECの「しんかい6500」による潜航調査データ（ビデオ、スチール写真、潜航記録など）を再検討した。今回使用した潜航データは、「深海映像・画像アーカイブス（https://www.godac.jamstec.go.jp/jedi/j/index.html）」で公開されている。東北沖アウターライズに直接関係する潜航調査は12潜航ある。このうち第373潜航調査（観察者：加藤千明）の映像には、正断層でできた溝の中に黒い流体のようなものが存在することを新たに発見した（未報告）。この流体のようなものは採取されておらず、また観察者も気づいていないので、現在のところ、全く正体不明であるが、1つの可能性としては、正断層の発達によって地下深くまで水が浸透し、周辺岩石の蛇紋岩化作用により天然水素を発生させ、海底付近の二酸化炭素がその水素によって還元されメタンを生成し、それがメタンハ

©日本地質学会

イドレートとして存在している可能性を指摘したい。もし蛇紋岩化作用による低温熱水（高pH）が東北沖アウターライズに存在するならば、大西洋のLost Cityで発見されたような炭酸塩チムニーも存在する可能性がある。今後東北沖アウターライズでの蛇紋岩化作用に因る水素湧出の可能性を具体的に検証していく。同時に海洋における様々な天然水素ポテンシャル、特に資源利用としての可能性についても今後検討していく。

引用文献

Fujie G. et al.(2018) Nature Communications, 9, 1-7.
Hand E. (2023) Science, 379, 630-637.
Kawada Y., et al.(2014) G3, 15, 1580-1599.
Kelly, D.S., et al. (2001) Nature, 412, 145-149.
野坂俊夫(2012) 岩石鉱物科学, 41, 174-184.

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月16日(火) 10:00 ~ 11:30 口頭第7会場(E301)

[3oral701-06] G. ジェネラルサブセッション海洋地質6

座長:松崎 賢史(東京大学　大気海洋研究所)、三澤 文慶(産業技術総合研究所)

学生優秀発表賞エントリー

11:00 ~ 11:15

[G-O-36] 千島海溝アウターライズにおける底層流と地形効果によって形成されたコンターライト・ドリフト

*池田 尚史[1]、川村 喜一郎[1] (1. 山口大学大学院創成科学研究科)

キーワード：コンターライト・ドリフト、下部周極深層水、活動的縁辺域、アウターライズ

深海底における堆積作用の一端を担うコンターライトは、底層流による持続的な粒子輸送と選別によって形成されるマウンド状堆積体であり、その内部には古気候・海洋変動履歴が高解像度で保存される（Rebesco et al., 2014）。大西洋や南極海などの非活動的縁辺域では、コンターライトの存在が多数報告され、古海洋学的な情報源としての重要性が確立されてきた。一方、変動地形が卓越する活動的縁辺域では、断層活動や地震・噴火イベント層の堆積により、堆積記録の連続性が損なわれやすく、コンターライトの分布や形成プロセスに関する知見は限られている。

本研究では、プレート沈み込み帯外縁に位置する千島海溝アウターライズを対象に、活動的縁辺域におけるコンターライト・ドリフトの分布とその形成プロセスを明らかにすることを目的とした。本地域は、南極起源の下部周極深層水が西部深層境界流の一部として北上する、北太平洋の主要な深層水供給経路にあたる（Kawabe and Fujio, 2010）。さらに、襟裳海山などの突出地形との接触により流向の屈曲や流速の増強といった局所的な流体–地形相互作用が生じている（Ueno et al., 2024）。こうした作用は、底層流の流路とエネルギー分布に空間的不均質をもたらし、局所的な堆積・選別・浸食環境の形成に寄与すると考えられる。

本研究では、マルチビーム測深データ、マルチチャンネル反射法地震探査（MCS）、サブボトムプロファイラ（SBP）、および表層堆積物コアを統合的に用いて、コンターライト・ドリフトの形状・内部構造・物性・堆積速度を解析した（JAMSTEC, 2004）。その結果、凌風第二海山を挟んで北東側に舌状のドリフト（約2000 km^2）、南西側にドーム状のドリフト（約12,000 km^2）が、いずれも凹地地形（Moat; モート）と隣接して発達していることが明らかとなった。両者はMCS断面によっていずれも5つのユニットに区分された。各ユニットにはダウンラップ、トランケーションなどの特徴的な反射構造が記録されていた。この内、舌状ドリフトでは、頂部が南西から北西へと時間とともに移動しており、底層流の強度や流向の変化を反映している可能性がある。また、南東側のモートでは流速の増加により、選別作用が強まり、堆積物の浸食や非堆積が顕著だったと解釈される（Hernández-Molina et al., 2006）。一方、ドーム状ドリフトは北部でモートに接するマウンド形状を呈し、南部ではシート状に移行していた。ドリフト表面には、波長約4〜6 km、振幅約20〜50 mのセディメントウェーブが等深線と直交する方向に伸長し、SBP断面では反射面の漸進やトランケーションが観察された。これは、現在も継続する底層流による選別・浸食の痕跡と考えられる。さらに、表層堆積物コアの解析では、北西部（底層流の低エネルギー域と考えられる）で約11.9 cm/kyr、南東部（高エネルギー域）で約4.3 cm/kyrという顕著な堆積速度差があった。これは、地形や流速に応じた堆積環境の空間的な不均質性を示している。

これらの結果を総合すると、千島海溝アウターライズにおけるコンターライト・ドリフトの

©日本地質学会

発達は、活動的縁辺域に特有の地形と、それに伴う水理的な流路の変化によって規定されていると言える。本地域では、斜面の直下に深海平原が存在しない。そのため、底層流が海溝によって流下経路を遮られ、流れはアウターライズの浅部地形に沿って側方に回り込むことが推測される。その結果、海山や起伏に富んだ地形によって進路を強制的に屈曲・集中させられる。これにより、局所的な堆積物トラップが形成され、そこにコンターライト・ドリフトが発達する。このようなメカニズムは、非活動的縁辺域に見られるような、底層流が斜面から深海平原へ連続的に流下し、流軸上に広くドリフトが発達するモデルとは根本的に異なる。これらの特徴は、地震や火山活動に伴って形成される短期的なイベント層とは異なり、活動的縁辺域においても、連続的かつ高解像度の古気候・海洋変動履歴が形成・保存されることを示している。

引用文献：Rebesco et al. (2014). *Mar. Geol.*; Kawabe and Fujio (2010). *J. Oceanogr.*; Ueno (2024). *J. Oceanogr.*; Hernández-Molina et al. (2006). *Mar. Geol.*; JAMSTEC Seismic Survey Database (2004). *Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology.*

©日本地質学会

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

2025年9月16日(火) 10:00 ~ 11:30 口頭第7会場(E301)

[3oral701-06] G. ジェネラルサブセッション海洋地質6

座長:松崎 賢史(東京大学　大気海洋研究所)、三澤 文慶(産業技術総合研究所)

11:15 ~ 11:30

[G-O-37] 駿河湾奥部富士川—田子の浦沖にかけての海底地形・地質特徴

*新井 仁菜[1]、佐藤 悠介[2]、柴尾 創士[1]、山本 玄珠[5]、石塚 治[3]、岡村 聡[4]、横山 由香[5]、平 朝彦[5]、坂本 泉[5] (1. 東海大学大学院海洋学研究科、2. 株式会社マリン・ワーク・ジャパン、3. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、4. 北海道土質試験協同組合、5. 東海大学海洋学部)

キーワード：溶岩、海脚、駿河湾

　駿河湾は静岡県に位置する日本一深い湾である．石廊崎と御前崎を結ぶ湾口は約56 km，奥行き約60 km，表面積は約2,300 ㎢および，最深部の水深は約2,500 mに達する．また，駿河湾奥部に流入する富士川は大量の土砂を供給し，沖合に広大な海底扇状地を形成している．
本研究では，富士川沖—田子の浦沖海底に存在する海脚状リッジ地形の成因を明らかにすることを目的に海洋地質調査（海底地形・海底観察および採泥）を実施した．海底地形調査にはマルチビーム音響測深器（KONGSBERG社製EM2040P MKⅡ）を用い，水深約10 m～300 m，東西方向約7.25 kmの範囲で測量を行った．海底観察は海脚状リッジ地形を対象に水中カメラを用い，計9回撮影を行った．
海底地形調査の結果，南北方向に軸を持つ海脚状リッジ地形を16本確認した．その海脚の形状特徴は，1)西部より東部の方が海脚の分布密度が高くなる，2)東部に向かい海岸から海脚の始点までの距離が短くなる，3)西部の海脚の表面には，樹枝状に発達したガリー状微細地形が確認できる，4)調査海域の東部で水深約110 m～150 m地点から始まる比高約10 m～50 mの崖状地形が発達することが明らかになった．また，海底観察調査で得られた映像では崖地形部に表面が凹凸に富む黒い岩盤が露出し，その表面に海綿などの生物が付着している様子が確認された．先行研究の反射法音波探査の結果，調査海域の海脚は富士川沖層群(中部—上部更新統)を基盤とし，その上を完新統が覆っている(佐藤・荒井,2016)．今回の海底地形データや海底映像，先行研究の地形データや反射法音波探査結果から，調査海域西部における海脚基盤の形成要因は明確ではないが，海脚上部の形状には富士川扇状地内での度重なる流路変遷が寄与したと考えられる．また，東海大学の望星丸で取得された反射強度マップからも堆積物移動の痕跡が認められる．
さらに，崖地形の成因を把握するため，小型ドレッジャーを用いた採泥調査を調査海域東側の崖斜面（水深約50 m～170 m）を対象に計14回（D1～D14）実施した．得られた試料は，肉眼観察および岩石薄片試料の鏡下観察を行った．その結果，採取された岩石は赤色～暗灰色を示し，その大きさは1 cmに満たないスコリア質小片から10 cmを超える大きな岩片まで多様であった．また，その多くは表面に数mmの凹凸を伴う玄武岩質の角礫で，斜長石の斑晶（最大約7 mm，平均約5 mm）が顕著に発達しており，磁性を帯びているものも確認された．特にD14では，シャープな面が発達した大きさ約12 cmの淡赤色塊状岩片と多量の高発泡スコリア片が採取された．岩石薄片の鏡下観察では，斜長石の斑晶に加え，カンラン石，輝石も確認できた．多くの試料では，斜長石斑晶の周囲をガラス質が充填する石基組織を示したが，D14で得られた塊状岩片のみは斜長石斑晶間を輝石の微細結晶が埋める完晶質石基を呈した．また，一部の試料では異質岩類がアメーバ状に混入する様子が認められ，ペペライト状の特徴を示したことから，得られた試料は高温を保持しながら移動したことが

©日本地質学会

示唆される．なお，得られた岩片の年代は現在測定中である．
撮影した地点の崖地形（水深約130 m～165 m）は，黒色の岩盤から構成されており，採取された岩石試料の性質からそれらは溶岩であることが確認された．また，先行研究で得られている富士川河口東側における陸上ボーリング調査では，深度110 m付近まで14C年代測定が行われ，完新世／更新世（約1.2万年前）の境界はおおよそ100 m～110 m付近に対応すると推定されている．このため，同コアの深度145 m～150.7 m地点に分布する富士火山噴出物の安山岩～玄武岩溶岩層は約1.2万年以上前の堆積物である可能性が高いと考えられる(尾崎ほか,2016)．さらに，本研究で作成した崖地形の断面図と先行研究の陸上ボーリング調査の結果から，崖地形が形成されている水深は溶岩が分布する深度と一致していた．以上を踏まえ，調査海域の東側に存在する崖地形の形成要因について検討した結果，調査海域の東部に存在する崖地形の形に沿って富士火山起源の溶岩が分布していると考えられる．
今回の調査により，富士川沖—田子の浦沖海底の海脚状リッジ地形および崖地形の詳細な分布と特徴を把握した．特に東部における崖地形は富士火山溶岩の分布が形成要因として示唆される．今後は，採取した岩石試料の年代測定結果を含め，崖地形に分布する溶岩のさらなる解析を進めていく．

参考文献：佐藤・荒井(2016)海陸シームレス地質情報集，駿河湾北部沿岸域，海陸シームレス地質図S-5．尾崎ほか(2016)海陸シームレス地質情報集，駿河湾北部沿岸域，海陸シームレス地質図S-5．

©日本地質学会