

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)、山崎 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. ジオパークサイエンス、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

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)

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 皿 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熔融と組成変化

*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

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 Kaushik¹、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 DANDAR¹, ATSUSHI OKAMOTO¹, MASAOKI UNO², 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)

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:高嶋 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 囁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]

宮崎県宮崎市曾井第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ス（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)

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:渡邊 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、ト部 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ー2020九州豪雨を例にー

*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碎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

*渡邊 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)

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

* ト部 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蛸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、ト部 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)

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 皿 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ジ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 GOWAN^{1,2}, 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

*尾崎 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. 国土館大学)

◆ 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)

◆ 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–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 Tejada²、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)

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の解釈

*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)

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单元：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单元：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碎屑性ジルコン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)

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)、山崎 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、齊藤 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. ジオパークサイエンス、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

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)

■ 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)、山崎 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、齊藤 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ュ溶岩や自破碎溶岩、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ヘリズミクに漸移し、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

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.

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)、山崎 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

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．

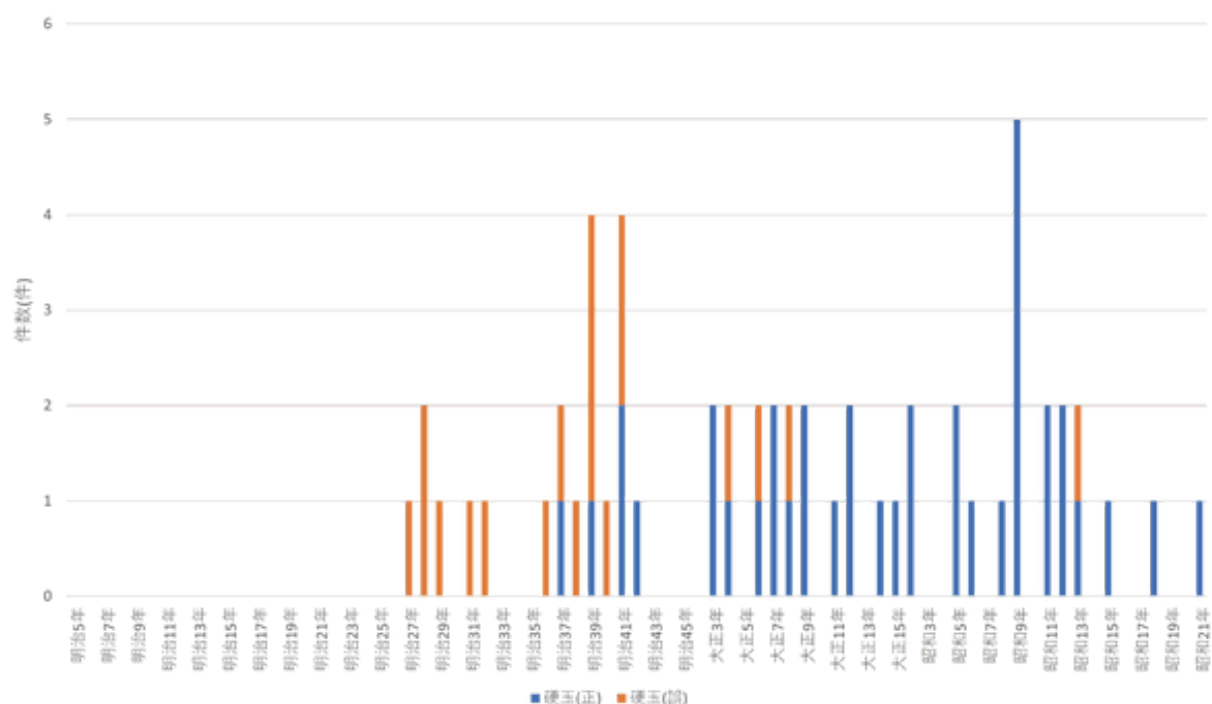


図1 鉱物教科書における硬玉（ヒスイ）表記の正誤件数

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)、山崎 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

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안의認定

博士の業績を過去の事実留めずに、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疊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．



Fig.1 特別展ポスター

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)、山崎 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 $9.17 \times 10^{-3} [\text{SI}]$ 、最大値は $39.5 \times 10^{-3} [\text{SI}]$ 、亀尻玄武岩の露頭の帯磁率平均値の最小値は $29.8 \times 10^{-3} [\text{SI}]$ 、最大値は $30.8 \times 10^{-3} [\text{SI}]$ 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

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) 一山陰地方の石材と石工一。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。

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)、山崎 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）」、生物学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

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。

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)、山崎 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を行い、その結果、文部科学省指定グローバ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バ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

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)、山崎 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

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・レブチェック, 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.

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 皿 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

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 Kaushik¹、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 DANDAR¹, ATSUSHI OKAMOTO¹, MASAOKI UNO², 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)

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 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 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）、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 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 Tectonophysics）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（ $242.6 \pm 1.8 \text{ Ma}$ 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 1 wt% と 5 wt% 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

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 $\text{Na}_2\text{O}/\text{CaO}$ 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。

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 km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・オーザイト・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堇青石斑晶が見られ、黒雲母や

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、 $\text{SiO}_2 = 66 \sim 69 \text{ wt\%}$ 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、 $\text{SiO}_2 = 69 \sim 73 \text{ wt\%}$ 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 $\text{Grt} + \text{Sil} + \text{Spl} + \text{Pl}$ の4相が共存しており、温度圧力条件は2-feldsper温度計(Whitney & Stormer, 1977)から $810 \sim 860 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 GASpP 圧力計(Shimura et al., 2023)から $515 \sim 573 \text{ MPa}$ 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、花崗閃緑斑岩が堇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

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關係も不明である。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～トータ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(オリゴクレス～アノーソクレス、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。コンコードアントな²³⁸U-²⁰⁶Pb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

イロ変成作用の温度は1000°C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°C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.

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・堇青石（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、堇青石-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ールで明緑色で、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、

スピネルが垂鉛に富むことから、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) 鉾山地質, **15**, 36–47.

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

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、時空間的広がりとは不明である[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-

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 $\alpha SiO_2=0.5$ 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

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

[10ral201-11] 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以上の超高压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°C, 4 GPa以上の超高温超高压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°C, 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°C, 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°C, 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°C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°C程度の温度しか算出されないという点である。

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。

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、 $\varepsilon_{\text{Hf}}(t)$ 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-トリ阿斯紀火成活動: "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-トリ阿斯紀の火成活動は(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 $\varepsilon_{\text{Hf}}(t)$ 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

代のインヘリテッドジルコンに富み、低いジルコンの $\varepsilon_{\text{Hf}}(t)$ 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。

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 Kaushik¹、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年代測定により碎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。

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 DANDAR¹, ATSUSHI OKAMOTO¹, MASAOKI UNO², 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.%>, Al₂O₃ <5 wt.%>, and H₂O <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.

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。碎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°C, 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°C, 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 °C, 5 kbar (中部)を経て、750 °C, 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タル岩が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°C以上ないしカリ長石堇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、

関門層群脇野垂層群と下関垂層群に、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)

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 radiolarian 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.

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).

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:高嶋 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]

宮崎県宮崎市曾井第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 真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～

*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)

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:高嶋 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；大崎ほか, 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」等と表記された花卉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「地層の成り方」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

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；大崎雄平ほか，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。

📅 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:高嶋 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。

📅 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:高嶋 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CO₂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期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、¹⁴C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事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d¹⁸O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*

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CO₂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

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:高嶋 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理して、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

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。

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:高嶋 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 ρ_s 、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。

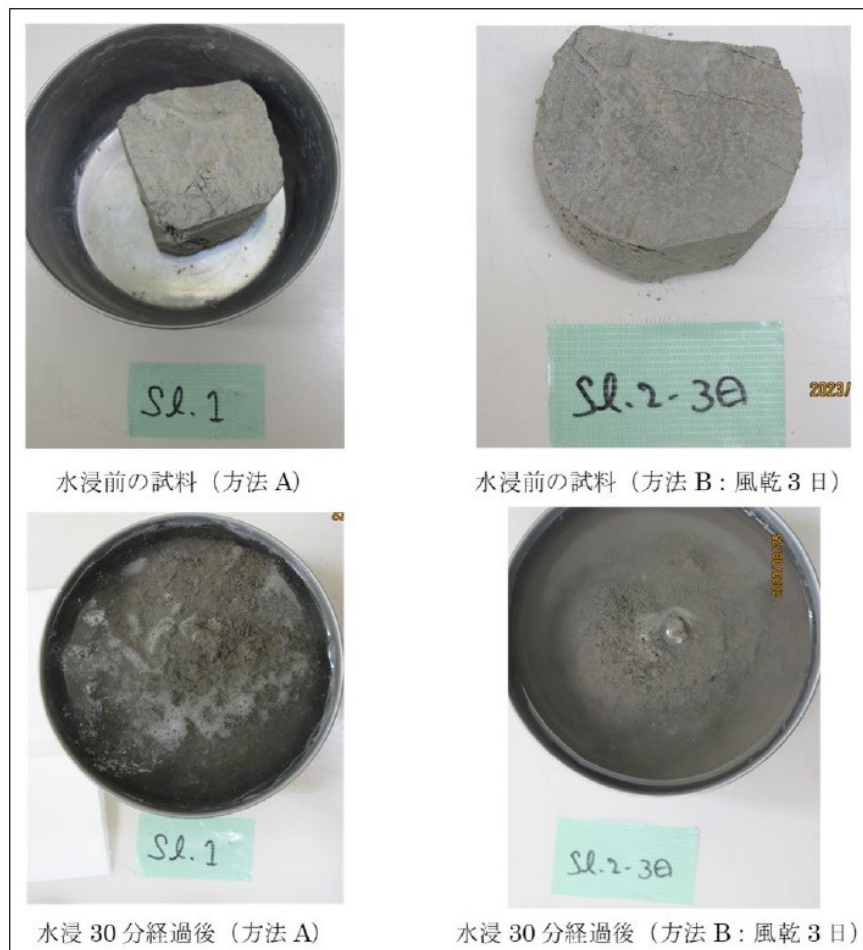
また、スレーキング特性（泥状化）から、膨潤性粘土鉱物はNa型スメクタイトを多く含んで

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）

📅 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:高嶋 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] 宮城県宮崎市曾井第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】

宮城県沖の日向灘では、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（loki 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、宮城県総合博物館の協力のもと、宮崎市にある曾井第2遺跡報告書（宮城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。曾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、浸水想定妥当性を検証する上で重要である。本講演では、曾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碎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。曾井第2遺跡報告書

（2008）に基づく、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

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、段丘からの碎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年津波は曾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）曾井第2遺跡。木野ほか（1984）宮崎図幅。

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:高嶋 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ないかを元に判別した。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

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.

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:高嶋 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スー (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、スリップテンデンスー、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 $0 \leq ST < 1$ 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

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

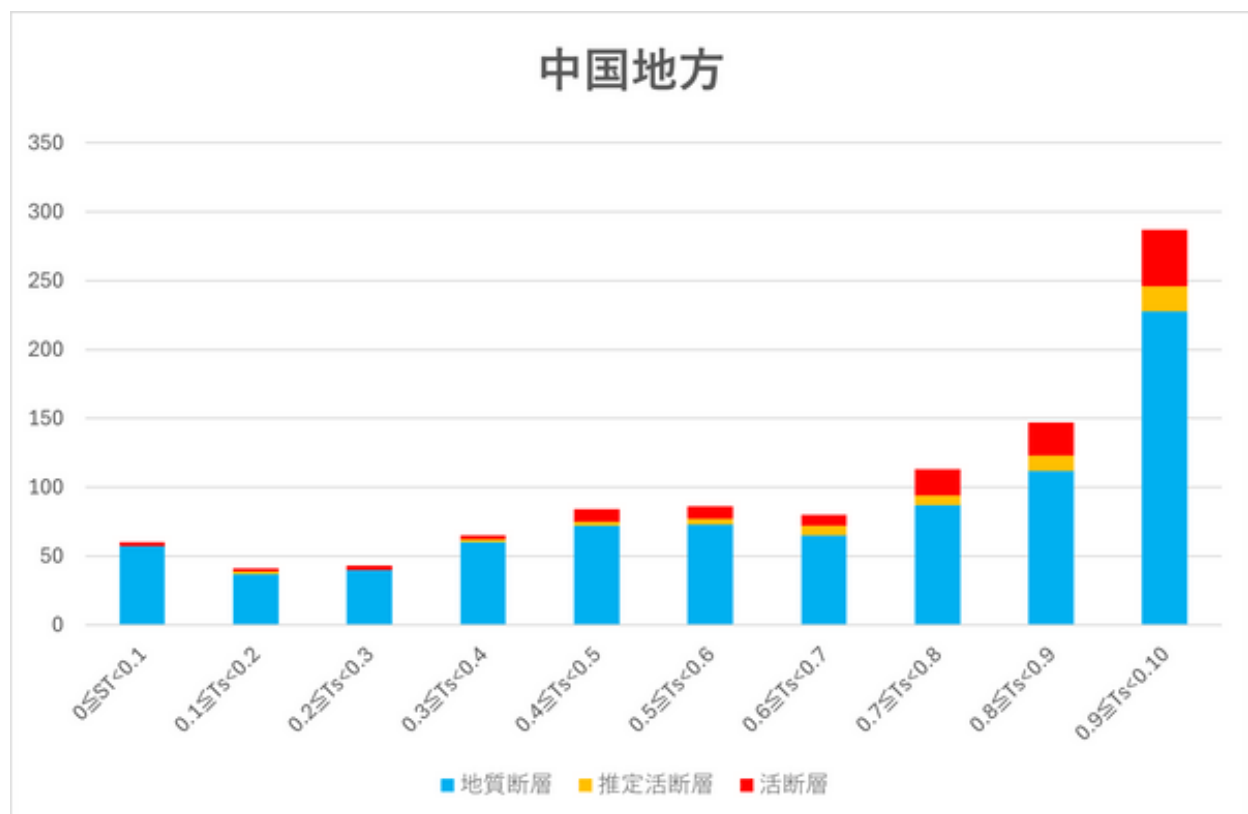
金折裕司・遠田晋次, 2007, 中国地方西部に認められるプレート内山 口-出雲地震帯の成因と地震活動. 自然災害科学, 25, 507-523.

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）



📅 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:高嶋 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的な断層=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程度の間隔において、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

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.pdf>Miyabuchi, 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.

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:高嶋 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 km²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も認められた。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

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．

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:渡邊 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、ト部 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ー2020九州豪雨を例にー

*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碎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

*渡邊 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)

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

*ト部 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蛸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、ト部 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)

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:渡邊 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] 輝石および鉄酸化鋳物の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・シルトの色や鋳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、その重鋳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、不透明鋳物も多く含まれている。不透明鋳物は顕微鏡での検査では鋳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）は鋳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鋳物の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（ $d \approx 2.85$ ）により重鋳物画分と軽鋳物画分に分離した。得られた重鋳物画分をエポキシ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ウルメンツ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、鋳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、鉄酸化鋳物と含チタン鉄酸化鋳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鋳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鋳物が他の鋳物の包有物として存在していることが原

困である．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.

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:渡邊 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、ト部 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ー2020九州豪雨を例にー

*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8km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。

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:渡邊 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、ト部 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 $5 \text{ m}^3/\text{min}^2$)に対して、2019年までは基底で約 $2 \text{ m}^3/\text{min}$ ～最大 $3 \text{ m}^3/\text{min}$ の流量、2020年以降は基底で約 $2 \text{ m}^3/\text{min}$ ～最大で $23.6 \text{ m}^3/\text{min}$ 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°C でほぼ変動なく推移しており、湧水の水温変動（ $15\sim 18^\circ\text{C}$ ）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⁾、

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

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:渡邊 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、ト部 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碎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、碎屑性年縞堆積物、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碎屑物が多く堆積し、降水量の少ない時期はプランクトンなどの有機質碎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1.1km²、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、有機質の碎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/cm²/yr前後と低いものの、それ以降は0.7 g/cm²/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/cm²/yr前後と低い値を示しているが、それ以降は30-40 mg/cm²/yr程度と増加

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。

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:渡邊 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、ト部 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。

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.

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:渡邊 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、ト部 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：*Baculogypsinoidea*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

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．

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:渡邊 正巳(文化財調査コンサルタント株式会社)、ト部 厚志(新潟大学災害・復興科学研究所)、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

*ト部 厚志¹、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(清水ほか, 2022など)、小高区角部内地区(加藤ほか, 2020)、小高区蛭沢地区(河崎ほか, 2024)、小高区北原・浦尻地区(加藤ほか, 2020; ト部ほか, 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1.8km、南北約1.0km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しない、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

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.

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:渡邊 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)、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蛭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

*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ま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蛭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、陸成堆積物に挟み込まれる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。

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ジ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 GOWAN^{1,2}, 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

*尾崎 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

*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–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 Tejada²、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)

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)

[10ral501-10] 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ジ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、地磁気エクスカージョン、房総半島

地磁気エクスカージョンは、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個のエクスカージョンが報告
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、地磁気エクスカージ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ジ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、中期ピアセンジャ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
クスカージ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）。地磁気エクスカージ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エクスカージョンと命名した。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
クスカージョンの報告は、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つのエクスカージョン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エクスカージョン（Yamamoto et al. 2007）をL8と対比させたが、
L7やPorcupineエクスカージ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エクスカージ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

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.

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)

[10ral501-10] 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

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

[10ral501-10] 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

*尾崎 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

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。

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氣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氣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、このような嫌氣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、砂岩等の粗粒な碎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（ $\delta^{15}\text{N}_{\text{bulk}}$ ）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（ $\delta^{15}\text{N}_{\text{kerogen}}$ ）もCユニットにおいて+6‰程度の値を取るから、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、一般的な嫌氣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以降のような好氣的窒素循環によって窒素同位体比が高くなったこ

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, 307–315. Stüeken et al., 2016. *Earth-Sci. Rev.* 160, 220–239. Tice et al., 2004. *Geology* 32

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)

[10ral501-10] 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. 国土館大学)

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。

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)

[10ral501-10] 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 $U_{37}^{K'}$ を測定し、沿岸表層の古水温を推定した。 $U_{37}^{K'}$ 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 °C 低温側へシフトした。この寒冷化傾向は約 1.3 Ma 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 $U_{37}^{K'}$ が著しく低下する層準が見られたため、この $U_{37}^{K'}$ の著しい低下についても併せて検討を行う。

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)

[10ral501-10] 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鷺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な下位から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

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 Sediment. Research*, **56**, 558-559. [6] Wilkin et al., 1991. *Geochimi. et Cosmochimi. Acta*, **60**, 3897-3912.

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)

[10ral501-10] 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 ($^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$) 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碎後、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 $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ 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、 $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ 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。

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.

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)

[10ral501-10] 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 Tejada²、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($^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$)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 $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ 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、イタリアのグッピオ)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と求められる。

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 $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ 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 $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ 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。 $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ 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(Quilley 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 $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ 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 $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ 比が空間的・時間的にどのように応答するか議論する。

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)

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の解釈

*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)

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（岩鋳）、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 | 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.



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の解釈

* 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 $\leq$ 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

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.

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、脇野垂層群を母岩とし、それを貫く斑状細粒トータル岩体（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、脇野垂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、脇野垂層群との貫入境界部では、脇野垂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（脇野垂層群、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SiO₂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SiO₂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-SiO₂ groupとHigh-SiO₂ 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-SiO₂ groupには汚濁帯を伴う斜長石が一般的に産す

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。

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 ± 1.5 Ma)してから数百万年後(70.6 ± 3.1 Ma)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

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>

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-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

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 °C) 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°C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.

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 (V_p , V_s) 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 V_p , V_s , 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 V_p , V_s , 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

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 V_p , V_s , 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.

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ている（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H₂O-CO₂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。

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.

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单元：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单元：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碎屑性ジルコン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)

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单元：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单元：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 km² 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 km² 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

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)

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单元：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单元：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を超えるクリップ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°C、斜長石リム

—角閃石リムでは622–660°Cである。

一部の褐色角閃岩では、面構造を形成する褐色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°C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—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°C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°Cで加水反応を開始し角閃石を形成し、約660–620°C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°C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°C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—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°C付近での延性変形、600°C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°C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°C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.

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单元：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单元：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 $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-MgO-FeO-CaO-Na}_2\text{O-H}_2\text{O}$ 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 $0.3\text{ GPa}/100^\circ\text{C}$ 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、そのみでは説明できない。特に、前

進変成作用時における高温高压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熔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。

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单元：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

- 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

📅 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单元：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碎屑性ジルコン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、碎屑性ジルコン、U-Pb年代

西南日本の地体構造单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試料の砂質岩の碎屑性ジルコン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碎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）．

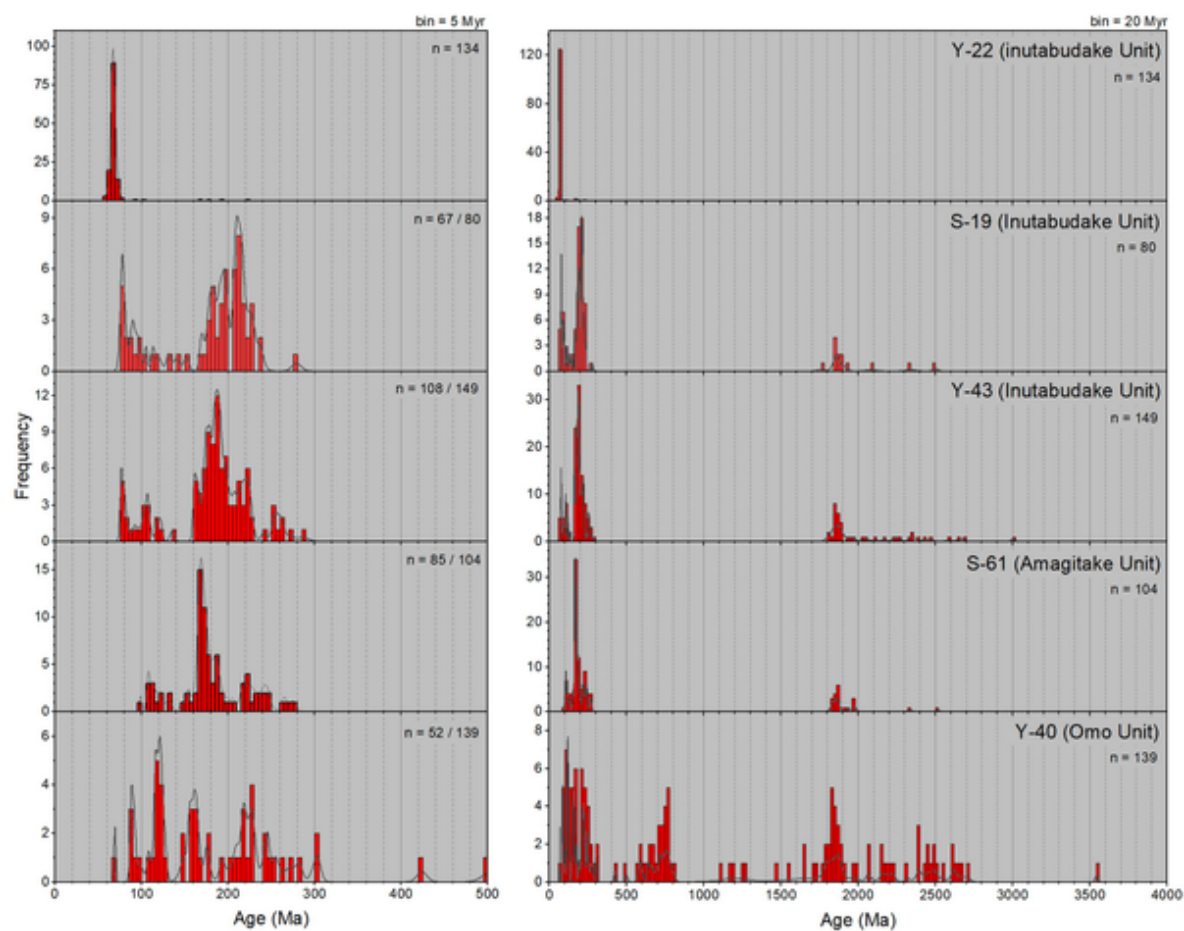


Figure 1. Probability distribution diagrams and histograms of concordant ages from the samples.

📅 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单元：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9 km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）砂岩の碎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碎屑性ジルコンの年代スペクトルは2パターンからなり、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 °C；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

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.