

2025年9月15日(月)

セッション口頭発表 | T3 [トピック] 文化地質学

◆ EDI

■ 2025年9月15日(月) 9:00 ~ 12:00 **■** 口頭第1会場(E105)
[2oral101-10] T3 [トピック] 文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

9:00 ~ 9:15

[T3-O-1]

収束型・衝突型変動帯の地質と文化形成

*鈴木 寿志¹ (1. 大谷大学)

9:15 ~ 9:30

[T3-O-2]

高知県室戸地方で生産された硯（土佐石）の地質とその文化誌

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

9:30 ~ 9:45

[T3-O-3]

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

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

9:45 ~ 10:00

[T3-O-4]

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

*Abdelrahman Yasser^{1,2}、Serneels Vincent³ (1. Geology Department, Faculty of Science, Cairo University, Egypt、2. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, Japan、3. Department of Geosciences, University of Fribourg, Fribourg, Switzerland)

10:00 ~ 10:15

[T3-O-5]

「いけず石」に用いられる石製品から探る地域文化

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

10:15 ~ 10:30

[T3-O-6]

ダーウィンのサンゴ礁沈降説に反対したライン

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

10:30 ~ 10:45

[2oral101-10-7add]

休憩

◆ ハイライト講演

10:45 ~ 11:15

[T3-O-7]

[招待講演] 人々の暮らしから読み解く、阿蘇の文化的景観20年

*田中 尚人¹ (1. 熊本大学大学院先端科学研究部)

11:15 ~ 11:30

[T3-O-8]

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

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

11:30 ~ 11:45

[T3-O-9]

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

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

◆ ECS

11:45 ~ 12:00

[T3-O-10]

小豆島における自然災害伝承碑の立地と地形・地質のGIS的考察

*猪股 雅美¹ (1. 広島工業大学)

セッション口頭発表 | T3 [トピック] 文化地質学

◆ EDI

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

[2oral111-18] T3 [トピック] 文化地質学

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

◆ ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T3-O-11]

〔招待講演〕 たかが「石」 されど「石」

*一村 一博¹ (1. みさと町 石橋の館)

15:30 ~ 15:45

[T3-O-12]

岐阜県中津川市旭ヶ丘の句碑「六歌仙塚」の石材

*朝倉 顯爾¹ (1. 一般社団法人 地球科学社会教育機構)

15:45 ~ 16:00

[T3-O-13]

鴨長明の方丈跡とされてきた方丈石に関する検討

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

◆ ECS

16:00 ~ 16:15

[T3-O-14]

〔講演取消〕 大谷石を含む栃木県産凝灰岩質石材：その利用と質感について

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

16:15 ~ 16:30

[2oral111-18-5add]

休憩

16:30 ~ 16:45

[T3-O-15]

石材名としての御影石について

*先山 徹¹ (1. NPO法人地球年代学ネットワーク 地球史研究所)

16:45 ~ 17:00

[T3-O-16]

ポータブル型蛍光X線分光分析装置を用いた花崗岩建築石材の産地推定に向けて

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

17:00 ~ 17:15

[T3-O-17]

旧兵庫県農工銀行豊岡支店の外壁に使われている由良石の岩石学的同定

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

17:15 ~ 17:30

[T3-O-18]

丹後半島に分布する近世～近代石造物の石材と鮮新世経ヶ岬層溶岩の比較

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

セッション口頭発表 | T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

◆ EDI

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

[2oral201-12] T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

8:45 ~ 9:00

[T1-O-12]

Metamorphic History of Serpentinite and Amphibolite in the Sangun-Renge Belt exposed at Sasaguri, Fukuoka Prefecture*Swarnaa ANNADURAI MUNUSAMY¹, Jun-ichi ANDO^{1,2}, Kaushik DAS^{1,2}, Dyuti Prakash SARKAR³, Seiichiro UEHARA⁴ (1. Hiroshima University, 2. HiPeR, Hiroshima, 3. Yamaguchi University, 4. The Kyushu Univ. Museum)

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

9:00 ~ 9:15

[T1-O-13]

沖縄県慶良間諸島「阿嘉島剪断帯（新称）」にみる沈み込み帯深部プレート境界剪断帯の形成過程と歪分布*高橋 慧¹、山口 飛鳥¹、大坪 誠² (1. 東京大学大気海洋研究所、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

◆ ハイライト講演 ◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

9:15 ~ 9:30

[T1-O-14]

ドローン磁気探査による蛇紋岩分布の抽出：赤石山地北部・三波川帯の例*國谷 七海^{1,2}、森 宏¹、宿輪 隆太³、安井 悠人¹、延原 香穂¹、大熊 茂雄²、宮川 歩夢²、常盤 哲也¹、小澤 和浩⁴、山岡 健²、永治 方敬⁵、村上 大知^{1,2} (1. 信州大学、2. 産業技術総合研究所、地質情報研究部門、3. 五島鉱業株式会社、4. 精密林業計測株式会社、5. 早稲田大学)

◆ 学生優秀発表賞エントリー

9:30 ~ 9:45

[T1-O-15]

接触変成作用による超マフィック岩の微量元素組成変化：西南日本内帯，多里-三坂岩体の例*鳴海 慎人¹、市山 祐司¹、田村 明弘²、森下 知晃² (1. 千葉大、2. 金沢大)

9:45 ~ 10:00

[T1-O-16]

赤石山地北部・三波川帯における接触変成岩中炭質物のラマン分光分析を用いた石墨化度の不均質性検出*森 宏¹、早川 由帆^{1,2}、田口 知樹³、山岡 健⁴、小澤 和浩⁵、延原 香穂¹、中澤 明子¹、高木 大成¹、常盤 哲也¹ (1. 信州大学、2. 中央開発株式会社、3. 早稲田大学、4. 産業技術総合研究所、地質情報研究部門、5. 精密林業計測株式会社)

10:00 ~ 10:15

[T1-O-17]

ホルンフェルスの面構造・線構造解析：丹沢山地でのケーススタディー*増田 俊明¹、田阪 美樹²、松本 拓己²、大嶽 良太²、倉科 萌⁴、楠 賢司³、酒井 瑞帆³、山下 浩之⁴、中村 俊文⁴、谷圭司⁵、夏目 樹⁴ (1. 静岡大学防災総合センター、2. 静岡大学理学部、3. 静岡大学教育学部、4. 神奈川県立生命の星・地球博物館、5. 神奈川地学会)

10:15 ~ 10:30

[2oral201-12-7add]

休憩

◆ 学生優秀発表賞エントリー

10:30 ~ 10:45

[T1-O-18]

PXRDスペクトルの次元圧縮を用いた後退変成作用の定量評価と空間パターンの可視化：四国三波川変成帯の東五良津岩体周辺部の例

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

10:45 ~ 11:00

[T1-O-19]

三波川帯樋口蛇紋岩体のバデレライト集合体の記録するマントルウェッジの変質イベント時期

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

11:00 ~ 11:15

[T1-O-20]

沈み込み帯におけるスラブ-ウェッジマントル間カップリング深度の地質学的制約：ドラマイラ超高压変成岩ユニットの検討

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

11:15 ~ 11:30

[T1-O-21]

大分県佐賀関半島の高変成度岩ブロックを含む蛇紋岩メランジュの発見

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

11:30 ~ 11:45

[T1-O-22]

長崎変成岩西彼杵ユニットと野母ユニットの蛇紋岩メランジュの比較成因論

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

11:45 ~ 12:00

[T1-O-23]

蛇紋岩マトリックスの球状粒（スフェルール）とその実験的研究

*鳥海 光弘¹ (1. 海洋研究開発機構)

セッション口頭発表 | T10 [トピック] テクトニクス

◆ EDI

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

[2oral213-21] T10 [トピック] テクトニクス

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

◆ ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T10-O-1]

〔招待講演〕海洋底から造山帯へ：三波川変成帯の深部付加プロセス

*遠藤 俊祐¹、栗原 那知¹、崎 海斗¹ (1. 島根大学)

◆ ハイライト講演

15:30 ~ 15:45

[T10-O-2]

西南日本白亜紀地質進化に対する海嶺沈み込みモデルの再検討

*ウォリス サイモン¹ (1. 東京大学)

15:45 ~ 16:00

[T10-O-3]

室戸半島，暁新世～前期中新世四万十帯付加コンプレックスの後背地変遷

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

16:00 ~ 16:15

[T10-O-4]

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

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

16:15 ~ 16:30

[T10-O-5]

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

*吉本 剛瑠¹、山本 由弦¹ (1. 神戸大学)

16:30 ~ 16:45

[T10-O-6]

内陸断層の運動像からみた北信越地方の応力場とその空間変化

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

16:45 ~ 17:00

[T10-O-7]

熊本県 日奈久断層帯の完新世テクトニクス

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

17:00 ~ 17:15

[T10-O-8]

布田川断層帯における 2 種類の断裂帯での平均活動間隔の相違

*吉村 辰朗¹ (1. 第一復建株式会社)

17:15 ~ 17:30

[T10-O-9]

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

*新妻 信明¹ (1. 静岡大学地球科学教室)

セッション口頭発表 | T8 [トピック] 原子力と地質科学

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

[2oral301-10] T8 [トピック] 原子力と地質科学

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

8:45 ~ 9:15

[T8-O-1]

[招待講演] 沿岸部を対象とした地層処分研究の現状と課題

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

9:15 ~ 9:30

[T8-O-2]

地層処分の安全評価に向けた長期的な自然現象の確率論的評価手法の高度化

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

9:30 ~ 9:45

[T8-O-3]

地層処分の安全評価に向けた地下環境の状態変化を考慮した地質学的視点

*大坪 誠¹ (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

9:45 ~ 10:00

[T8-O-4]

花崗岩冷却過程と物質移行経路形成の関係

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

10:00 ~ 10:15

[T8-O-5]

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

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

10:15 ~ 10:30

[2oral301-10-6add]

休憩

10:30 ~ 11:00

[T8-O-6]

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

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

11:00 ~ 11:15

[T8-O-7]

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

*花室 孝広¹ (1. 日本原子力研究開発機構)

11:15 ~ 11:30

[T8-O-8]

地下深部におけるマグマ等の高温流体の推定手法

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

11:30 ~ 11:45

[T8-O-9]

表計算ソフトを用いた断層のすべり方向のミスフィット角の計算

*島田 耕史¹ (1. 日本原子力研究開発機構)

11:45 ~ 12:00

[T8-O-10]

御前崎沖の島が1854年安政東海地震の地震断層で沈没した可能性

*石渡 明¹ (1. なし)

セッション口頭発表 | T4 [トピック] 岩石・鉱物の変形と反応

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

[2oral311-18] T4 [トピック] 岩石・鉱物の変形と反応

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

15:00 ~ 15:15

[T4-O-1]

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

*阿部 なつ江^{1,2} (1. 海洋研究開発機構、2. 金沢大学大学院)

🎓 学生優秀発表賞エントリー

15:15 ~ 15:30

[T4-O-2]

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

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

🎓 ECS

15:30 ~ 15:45

[T4-O-3]

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

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

🎓 学生優秀発表賞エントリー 🎓 ECS

15:45 ~ 16:00

[T4-O-4]

海山由来石灰岩の摩擦特性：沈み込み帯における地震活動との関係

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

16:00 ~ 16:15

[T4-O-5]

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

*廣瀬 丈洋¹、奥田 花也¹、谷川 亘¹、濱田 洋平¹、岡崎 啓史²、Bedford John³ (1. 海洋研究開発機構、2. 広島大学、3. Univ. Liverpool)

16:15 ~ 16:30

[2oral311-18-6add]

休憩

🎓 学生優秀発表賞エントリー 🎓 ECS

16:30 ~ 16:45

[T4-O-6]

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

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー

16:45 ~ 17:00

[T4-O-7]

南海トラフ地震発生帯における泥質片岩のレオロジー特性に関する実験的研究

*八木 寿々歌¹、岡崎 啓史¹ (1. 広島大学)

◆ ハイライト講演

17:00 ~ 17:30

[T4-O-8]

〔招待講演〕 スロー地震の地質学的痕跡を探る

*氏家 恒太郎¹、矢部 優²、山崎 悠翔¹、Yeo Thomas¹、駒木野 照太¹ (1. 筑波大学、2. 産業技術総合研究所)

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

◆ EDI

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

[Zoral401-07] T11 [トピック] 都市地質学：自然と社会の融合領域

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

◆ ハイライト講演 ◆ ECS

10:15 ~ 10:30

[T11-O-1]

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

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

10:30 ~ 10:45

[T11-O-2]

中部更新統下総層群藪層の指標テフラに関する新知見

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

10:45 ~ 11:00

[T11-O-3]

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

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

11:00 ~ 11:15

[T11-O-4]

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

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

11:15 ~ 11:30

[T11-O-5]

大阪ベイエリアにおける都市地盤状況についての検討

*北田 奈緒子¹、三村 衛¹ (1. 一般財団法人 GRI財団)

11:30 ~ 11:45

[T11-O-6]

常時微動観測データによる微地形判別の可能性

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

11:45 ~ 12:00

[T11-O-7]

常時微動計測は活断層研究にどこまで適用可能か

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

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

📍 EDI

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

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

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

🎤 ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T11-O-8]

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

*石原 与四郎¹ (1. 福岡大学理学部)

15:30 ~ 15:45

[T11-O-9]

Web APIを活用した地層対比システムの開発

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

15:45 ~ 16:00

[T11-O-10]

堰き止め地形形成に関わる基盤地形

*高嶋 洋¹ (1. 第一工科大学 環境エンジニアリング学科)

16:00 ~ 16:15

[2oral408-14-4add]

休憩

16:15 ~ 16:30

[T11-O-11]

能登半島に分布する珪質泥岩の単位体積重量と地震時の地すべり移動量との関連性

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

16:30 ~ 16:45

[T11-O-12]

関東地下水盆のモニタリングと地盤沈下現況

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

16:45 ~ 17:00

[T11-O-13]

世界の地盤沈下の概況（その2）ヨーロッパ地域

*藤崎 克博¹ (1. なし)

17:00 ~ 17:15

[T11-O-14]

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

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

セッション口頭発表 | T12 [トピック] 地球史

◆ EDI

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

[2oral501-09] T12 [トピック] 地球史

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

◆ ECS

9:00 ~ 9:15

[T12-O-11]

北海道上ノ国町大安在川層より産出した中部中新統介形虫化石群とその意義

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

◆ ECS

9:15 ~ 9:30

[T12-O-12]

群馬県下仁田町鐮川沿いに分布する下仁田層の古環境復元（予察）

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

9:30 ~ 9:45

[T12-O-13]

シブマス地塊のペルム紀フズリナ群集とその古生物地理的解釈

*上野 勝美¹、Thasinee Charoentitirat² (1. 福岡大学理学部地球圏科学科、2. チュラロンコン大学理学部地質学科 (タイ王国))

9:45 ~ 10:00

[T12-O-14]

独立成分解析による海洋組成の経年変化

*小宮 剛¹ (1. 東京大学)

◆ ECS

10:00 ~ 10:15

[T12-O-15]

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

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

10:15 ~ 10:45

[2oral501-09-6add]

休憩

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

10:45 ~ 11:00

[T12-O-16]

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

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

11:00 ~ 11:15

[T12-O-17]

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

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

11:15 ~ 11:30

[T12-O-18]

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

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

◆ ハイライト講演

11:30 ~ 12:00

[T12-O-19]

〔招待講演〕白亜紀堆積岩を用いたオントンジャワ海台の噴出年代の制約

*松本 廣直¹ (1. 筑波大学生命環境系)

セッション口頭発表 | T7 [トピック] 堆積地質学の最新研究

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

[2oral510-18] T7 [トピック] 堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

15:00 ~ 15:15

[T7-O-1]

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

*高野 修¹ (1. 石油資源開発技術研究所)

15:15 ~ 15:30

[T7-O-2]

諏訪湖の表層コア試料から見た諏訪湖の堆積作用

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

15:30 ~ 15:45

[T7-O-3]

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

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

◆ ハイライト講演

15:45 ~ 16:15

[T7-O-4]

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

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

16:15 ~ 16:30

[2oral510-18-5add]

休憩

◆ ECS

16:30 ~ 16:45

[T7-O-5]

三浦半島に分布する葉山層群から産出した生痕化石*Tasselia ordamensis*のコンクリーション化過程*菊川 照英^{1,2}、高橋 聡²、阿部 理²、浅原 良浩²、古川 登³、吉田 英一²、勝田 長貴⁴、相田 吉昭⁵ (1. 千葉県立中央博物館、2. 名古屋大学、3. 千葉大学、4. 岐阜大学、5. 宇都宮大学)

16:45 ~ 17:00

[T7-O-6]

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

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

◆ ハイライト講演 ◆ 学生優秀発表賞エントリー

17:00 ~ 17:15

[T7-O-7]

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

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

17:15 ~ 17:30

[T7-O-8]

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

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

◆ ハイライト講演

17:30 ~ 17:45

[T7-O-9]

鹿児島県喜界島における上部更新統サンゴ礁複合体堆積物の堆積過程

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

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

◆ EDI

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

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

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

9:15 ~ 9:30

[T2-O-9]

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

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

9:30 ~ 9:45

[T2-O-10]

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

*礼満 ハフィーズ¹、中林 真梨萌^{1,3}、山下 大輔²、CHUNG Sun-Lin⁴、LEE Hao-Yang⁴、山本 啓司¹ (1. 鹿児島大学、2. 薩摩川内市甕ミュージアム、3. 三菱重工、4. Academia Sinica, Taiwan)

9:45 ~ 10:00

[T2-O-11]

近畿地方，後期白亜紀有馬層群のジルコンU-Pb年代

*佐藤 大介¹ (1. 産総研地質調査総合センター)

10:00 ~ 10:15

[T2-O-12]

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

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

10:15 ~ 10:30

[2oral601-10-5add]

休憩

◆ 学生優秀発表賞エントリー

10:30 ~ 10:45

[T2-O-13]

両白山地，白山火山の角閃石から推定するマグマプロセス

*山内 大樹¹、田村 明弘¹、森下 知晃¹ (1. 金沢大学)

10:45 ~ 11:00

[T2-O-14]

嶺岡帯の高Mg安山岩

*市山 祐司¹、加藤 紬¹ (1. 千葉大学)

11:00 ~ 11:15

[T2-O-15]

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

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

11:15 ~ 11:30

[T2-O-16]

非平衡溶融を被った花崗岩に見られる黒雲母の脱水・溶解反応

*川畑 博¹、山下 茂² (1. 高知大学、2. 岡山大学)

11:30 ~ 11:45

[T2-O-17]

山口県東部岩国－柳井地域に産する深成岩類の岩相変化

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

11:45 ~ 12:00

[T2-O-18]

白亜紀西南日本フレアアップの素過程解析：領家帯と山陽帯の花崗岩類

*中島 隆¹ (1. 神奈川県立生命の星・地球博物館)

セッション口頭発表 | T13 [トピック] 地域地質・層序学：経過と集大成

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

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

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

◆ ハイライト講演 ◆ 学生優秀発表賞エントリー

15:00 ~ 15:15

[T13-O-1]

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

*高橋 恒佑¹、高嶋 礼詩²、Walaszczyk Ireneusz³、山中 寿朗⁴、都丸 大河¹、黒柳 あずみ² (1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 東北大学学術資源研究公開センター 東北大学総合学術博物館、3. ワルシャワ大学、4. 東京海洋大学)

15:15 ~ 15:30

[T13-O-2]

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

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

15:30 ~ 15:45

[T13-O-3]

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

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

15:45 ~ 16:00

[T13-O-4]

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

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

16:00 ~ 16:15

[2oral611-19-5add]

休憩

16:15 ~ 16:30

[T13-O-5]

掛川層群堀之内層におけるガウス-松山古地磁気境界

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

16:30 ~ 16:45

[T13-O-6]

栗原市荒砥沢地滑り岩体を構成する凝灰岩の給源カルデラ

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

16:45 ~ 17:00

[T13-O-7]

秋田沖第四系の高精度微化石層序から探る第四紀古海洋変動

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

17:00 ~ 17:15

[T13-O-8]

古田沢湖層の年代と大型植物化石から見たMIS3期の環境変化

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

17:15 ~ 17:30

[T13-O-9]

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

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

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

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

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

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

8:45 ~ 9:00

[G-O-20]

(講演取消)

📍 ECS

9:00 ~ 9:15

[G-O-21]

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

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

9:15 ~ 9:30

[G-O-22]

白亜紀における西南日本の古地磁気極移動曲線の高精度化

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

9:30 ~ 9:45

[G-O-23]

紀伊水道德島沖の海底下撓曲構造と重力異常

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

9:45 ~ 10:00

[G-O-24]

伊豆半島西側斜面深海部域からの基盤岩類

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

10:00 ~ 10:15

[G-O-25]

関東山地北部跡倉ナップと秩父北帯との層序関係：3つの解釈

*竹内 圭史¹ (1. なし)

10:15 ~ 10:30

[2oral701-12-7add]

休憩

10:30 ~ 10:45

[G-O-26]

東シナ海大陸斜面域における表層堆積物中のヘリウムの起源

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

📍 学生優秀発表賞エントリー 📍 ECS

10:45 ~ 11:00

[G-O-27]

北海道苫小牧市に分布する黒ボク土の有機分子分析による形成過程の検討

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

11:00 ~ 11:15

[G-O-28]

オーストラリア北西大陸棚のブラウズ堆積盆地で産する天然ガスの起源と産状

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

🍷 学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

[G-O-29]

オーストラリア北西沖大陸棚に分布するドロマイトの形成過程

*葭井 功輔^{1,2}、高柳 栄子^{1,3}、若木 重行^{4,6}、REUNING Lars⁵、井龍 康文^{1,3} (1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構、3. 変動海洋エコシステム高等研究所、4. 国立歴史民俗博物館、5. Institute of Geosciences, CAU Kiel University、6. 海洋研究開発機構 高知コア研究所)

11:30 ~ 11:45

[G-O-30]

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

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

11:45 ~ 12:00

[G-O-31]

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

*Yasser Medhat Hassan Abdelrahman^{1,2}, Atsushi Okamoto¹, Abdel-Moneim EldougDoug², Mohamed Gobashy³ (1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, Japan, 2. Geology Department, Faculty of Science, Cairo University, Egypt, 3. Geophysics Department, Faculty of Science, Cairo University, Egypt)

セッション口頭発表 | T3 [トピック] 文化地質学

◆ EDI

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

[2oral101-10] T3 [トピック] 文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

9:00 ~ 9:15

[T3-O-1]

収束型・衝突型変動帯の地質と文化形成

*鈴木 寿志¹ (1. 大谷大学)

9:15 ~ 9:30

[T3-O-2]

高知県室戸地方で生産された硯（土佐石）の地質とその文化誌

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

9:30 ~ 9:45

[T3-O-3]

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

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

9:45 ~ 10:00

[T3-O-4]

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

*Abdelrahman Yasser^{1,2}、Serneels Vincent³ (1. Geology Department, Faculty of Science, Cairo University, Egypt、2. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, Japan、3. Department of Geosciences, University of Fribourg, Fribourg, Switzerland)

10:00 ~ 10:15

[T3-O-5]

「いけず石」に用いられる石製品から探る地域文化

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

10:15 ~ 10:30

[T3-O-6]

ダーウィンのサンゴ礁沈降説に反対したライン

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

10:30 ~ 10:45

[2oral101-10-7add]

休憩

◆ ハイライト講演

10:45 ~ 11:15

[T3-O-7]

[招待講演] 人々の暮らしから読み解く、阿蘇の文化的景観20年

*田中 尚人¹ (1. 熊本大学大学院先端科学研究部)

11:15 ~ 11:30

[T3-O-8]

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

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

11:30 ~ 11:45

[T3-O-9]

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

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

◆ ECS

11:45 ~ 12:00

[T3-O-10]

小豆島における自然災害伝承碑の立地と地形・地質のGIS的考察

*猪股 雅美¹ (1. 広島工業大学)

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

[2oral101-10] T3 [トピック] 文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

9:00 ~ 9:15

[T3-O-1] 収束型・衝突型変動帯の地質と文化形成

*鈴木 寿志¹ (1. 大谷大学)

キーワード：収束型変動帯、衝突型変動帯、地質環境、文化形成

日本および世界に分布する変動帯地域における文化形成について、1) 収束型変動帯と2) 衝突型変動帯の2つに区分して考察を試みる。1) の収束型変動帯は、日本列島のように海洋プレートが大陸プレートの下へ沈み込む場で、海岸沿いに急峻な山地を伴う変動帯である。堆積岩、火成岩、変成岩のすべてが産し、地質多様性が高いことで特徴づけられる。2) の衝突型変動帯は、アルプス山脈やヒマラヤ山脈のように2つの大陸が衝突し、急峻な山岳地形を形成した変動帯である。大陸と大陸の衝突により、山岳地帯は自ずと海から離れた内陸に位置することになる。2つの大陸に挟まれた海の堆積物が山地内へと隆起し堆積岩となるとともに、衝突に伴う変成岩や火成岩も伴われる。

収束型変動帯では海岸沿いに急峻な山地がそびえ立つ。それゆえ河川は急流となり山地に由来するミネラルが沿岸に供給されやすい。豊富なミネラル分が沿岸の生態系を豊かにするため、海草、魚介類を中心とした魚食文化が成立した。そして人々が利用する塩も海岸塩田で賄われることとなった。それに対し衝突型変動帯では山岳地帯が内陸に位置し、海からは遠く離れることになる。タンパク源を魚介類に求めることはできないし、寒冷な高山では農業も成立しない。そのため乳牛やヤクを利用した牧畜文化が成立した。アルプス山脈では谷ごとに違う種類のチーズが作られているというし、チベットのヤクのバターは貴重な栄養源になっている。そして塩は山地に産する岩塩に求められる。また独特の発声方法で歌うヨーデルは、そもそもアルプスの深い谷を隔てた対岸同士の意思疎通のために発達したという。

本講演ではさらに哲学者の和辻哲郎による風土論との対比を試みたい。和辻は気候特性から世界の風土を3つに分類した。東アジア・南アジアの「モンスーン」、アラビアの「沙漠」、ヨーロッパの「牧場」である(和辻 1935)。和辻によれば、日本列島を含む「モンスーン」の風土では、大雨・暴風・洪水・旱魃といった自然の暴威が著しく、人間の力では対抗できない。その結果、受容的・忍従的精神文化を生み出したという。アラビアの「沙漠」の風土では、自然は何も手助けはせず単なる死の表現に過ぎない。そのような過酷な条件下で生きていくためにイスラム教が生まれてきたという。一方、ヨーロッパの「牧場」の風土では、大雨・暴風・洪水は稀であり、河川も緩やかに流れる。全般に変化が少なく従順な自然は、理解しやすく法則性を見出しやすい。そのため自然科学の発展へつながったという。この和辻の風土論に地質は出てこないが、改めて地質学的視点で捉え直してみる。すなわち、日本列島のような「収束型変動帯」においては、地質の多様性が高く、狭い範囲にあらゆる種類の岩石が分布する。複雑な地質構成は従順な自然とは程遠く、「モンスーン」の風土と一致する。衝突型変動帯は急峻な山岳地帯で寒さが厳しく、農作物も育たない。厳しい自然の中で動物の力を借りて牧畜を生業とした。過酷で生を見出せない荒ぶる山容は、

「沙漠」の風土に近いといえよう。このように見ると、上述の変動帯の地質環境は、それぞれの地質特性が文化形成に大きくかかわっていると考えられる。

文献 和辻哲郎（1935）：『風土 人間學的考察』。407ページ，岩波書店，東京。

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

[2oral101-10] T3 [トピック] 文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

9:15 ~ 9:30

[T3-O-2] 高知県室戸地方で生産された硯（土佐石）の地質とその文化誌

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

キーワード：室戸、付加体、石硯、土佐石、空海、ジオツーリズム

高知県室戸地方で生産された硯（土佐石）の地質とその文化誌Geology and cultural history of the inkstone “Tosa-ishi” produced in the Muroto region, Kochi Prefecture, Japan. 中山健 (高知大学海洋コア国際研究所)・柿崎喜宏 (高知大学海洋コア国際研究所・室戸ジオパーク推進協議会)キーワード：室戸、付加体、石硯、土佐石、空海、ジオツーリズム 我国の文字文化を支えてきた硯は、古墳時代から平安時代後期にかけて普及した陶器製硯（円面硯や風字硯）に代わって、鎌倉時代になると石硯の生産が始まり、江戸時代中・後期から明治時代には市民の日常生活に不可欠な文具の一つとなった。全国で生産された石硯は、付加体やグリーンタフを構成する泥質岩や赤色頁岩といった我国特有の地質資源を活用したもので^{*1}、その利用は、それぞれの時代および地域の生活様式や文化と深く関わって発展してきた。江戸時代に室戸地方で石硯が生産されていたことは、歴史書や硯研究家によるテキストに散見されるが、現在地元では殆ど知られていない。今般、既存史料調査から、当地は江戸時代には、我国でも有数の硯生産地の一つであったことが明らかになった。当地で硯として利用された原石は、黒色粘板岩（衣滴石・西寺衣石・島石・羽根石・栗御岬石・行頭石・天漢石）と赤色頁岩（伊芝石・坂本石）で、いずれも始新世から中新世のプレート収束域で形成されたフリッシュ堆積物（奈半利川層・室戸層・津呂層）および佐喜浜メランジュ（始新世）の構成岩で、堆積および構造擾乱の少ない細粒均質なものを利用していたものと思われる。過去の産地であった羽根岬、行当岬および坂本海岸で採取した試料について室内試験を行った結果、石英・曹長石・（一部イライト）を鋒鋭（ほうぼう）とし、スレート劈開に沿うシート状イライトを基質の一部とする雨畑石（山梨県早川町）や蒼龍石（高知県土佐清水市）など付加体産の硯と共通する特徴を有することが判明した。平安時代初期、人口も希薄だった当地方に空海に関係した真言宗3寺院が創設され、仏教文化に根ざした生活様式が広がっていたことは想像に難くない。空海が唐から帰朝後の807年に室戸を再訪し、行当岬の岩石を摺合わせて硯としたことが伝承として記録されている^{*2}。これを端緒として、地元では寺院を中心とした硯の需要があったものと推定される。1500年(室町時代中期)に成立した七十一番職人尽歌合に「土佐石」の歌が残されており、この頃既に室戸地方で硯の生産があったことを示唆している。江戸時代中期には金剛頂寺（通称「西寺」）の僧侶が海中から原石を採取したことも知られている^{*3}。やがて八十八箇所遍路巡礼の普及とともに巡礼者への土産としても販売されるようになり^{*4}、全国に拡散していった。当地の硯および原石は大阪の硯・砥石専門問屋にも出荷された記録が残っている^{*2}が、明治時代になり生産は途絶えた。こうした地元の地質資源を活用した室戸地方の硯の文化誌は、「大地と密着してきた暮らしの営み」の歴史の一側面を見ており、今後、室戸ユネスコ世界ジオパークにおけるジオツーリズムへの展開が期待される。*1: 中山ほか (2022) 資源地質, *2: 武藤 (1813) 南路志, *3: 木内 (1773) 雲根志, *4: 伊予史談会 (1981) 四国遍礼名所図会

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

[2oral101-10] T3 [トピック] 文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

9:30 ~ 9:45

[T3-O-3] 伝統的な和紙製法における石灰利用の科学的評価：高知県の石灰岩地質と土佐和紙づくり*浦本 豪一郎¹、北岡 竜之、笹岡 美穂² (1. 高知大学、2. SASAMI-GEO-SERVICE)

キーワード：土佐和紙、石灰岩、伝統工芸、消石灰

日本では、古来から楮・三桠などの木材を原料として、和紙づくりの伝統文化が受け継がれてきた (Prestowitz and Katayama, 2018; 大川, 2024)。和紙は、原料の木材の樹皮を処理し、繊維を分散させることで作られる。これに対し、洋紙は、小片化した木材を処理して繊維を分散させて作られるため、和紙に比べて繊維が短い。和紙は長く絡み合った繊維の構造を有することで、強靱で保存性に優れた紙となる。文字や絵を描く用途に留まらず、建具（障子、襖）や防水和紙（雨傘）などの日常生活の様々な場面で用いられてきた。

著名な和紙産地の一つである高知県では、日本伝統工芸品に指定されている「土佐和紙」が生産されている（高知市, 2008）。歴史的に、高知県では当地に多産する石灰岩（産総研地質調査研究センター, 2023）から作られる消石灰（水酸化カルシウム）を水に溶かした石灰水で楮や三桠の樹皮を煮る（煮熟 [しゃじゅく]）和紙製法が根付いている。この製法では、アルカリ性の石灰水で原材料の樹皮を処理することで、樹皮に含まれ、繊維同士を接着させる有機物のリグニンやペクチンが溶解され、繊維を分散し、和紙作りに適した状態の繊維になるとされている。一方、アルカリ性水溶液で処理する点で、現代では工業的に塩基性物質を容易に作ることができる。ただし、工業的に作られた試薬のアルカリ性溶液で和紙の材料を処理すると、石灰水で処理した場合に比べて繊維が細かく分散し、和紙作りに適した状態の繊維にならないとされる。しかしながら、繊維の分散度合いに関する見解は土佐和紙職人の経験的・感覚的なものである。石灰水を用いた処理で和紙作りに適した状態の繊維が得られる具体的な作用や機構は分かっていない。これは製作された和紙の研究事例は多々あるものの（大川, 2024など）、和紙の個別の製作過程を具体的に検証した事例が限られているためと考えられる。そこで本研究では、石灰岩から作られる消石灰を、土佐和紙作りの煮熟に用いる効用を検証することを目的とした。研究では、土佐和紙の主要原料となる高知県産の楮について、以下の条件で煮熟し、繊維を分散させた：(1) 土佐和紙の製法に則って、高知県産の石灰岩から作った消石灰の石灰水で煮熟、(2) 石灰水にカルシウムイオンを除去するキレート剤のEDTA-4Naを添加して煮熟、(3) 工業的に製造された炭酸ナトリウムや水酸化ナトリウムの水溶液で煮熟。得られた繊維は洗浄後に自然乾燥させ、走査電子顕微鏡（SEM）による観察や、エネルギー分散形X線分析装置（EDS）による元素分析を実施した。SEMによる繊維の表面観察の結果、石灰水処理した繊維の表面は比較的滑らかであり、また、EDSでは微弱ながらカルシウムを検出した。一方、EDTA-4Naを添加した石灰水で煮熟した繊維の表面は細かな皺状の微細構造や裂け目が観察され、これは水酸化ナトリウムで処理した繊維も同様だった。また、炭酸ナトリウム水溶液で処理した繊維は、消石灰-EDTA-4Naや水酸化ナトリウム水溶液で処理した繊維ほどではないものの、微細な皺状構造が観察された。これらの繊維では、EDS分析にてカルシウムはもちろん、ナトリウムも検出されなかった。これらの結果から、石灰水による処理が和紙に適した繊維状態をもたらす理由とし

て、カルシウムが存在することで、“繊維構造の破壊を低減”して繊維分散させる効果があると推察される。EDTA-4Naによるカルシウムのキレート除去では、この効果が阻害され、繊維が劣化したことが確認された。工業的に作られた水酸化ナトリウムや炭酸ナトリウムの水溶液処理でも、繊維の劣化が確認された。これらの結果は、石灰水に含まれるカルシウムの効果で、楮の繊維の構造を保持しつつ、穏やかに解繊され、土佐和紙づくりに適した繊維の分散状態が得られたことを示唆する。今後、更なる検証は必要であるが、現時点の結果として、土佐和紙職人たちが高知の石灰岩地質を、経験や勘を頼りに活用して、和紙づくりをしてきたことに、科学的な意味があることを示すものと考えられる。

【文献】

高知市，2008，土佐和紙（土佐の手作り工芸品）。

<https://www.city.kochi.kochi.jp/site/tosa-kogei/>（閲覧日：2025年7月8日）

大川，2024，和紙を科学する. 勉誠社，東京，238頁

Prestowitz and Katayama, 2018, Washi. Book and Paper Group Annual, 37, 1-15

産総研地質調査総合研究センター，2023，20万分の1シームレス地質図V2，オリジナル版，<https://gbank.gsj.jp/seamless/>（閲覧日：2025年7月8日）

セッション口頭発表 | T3 [トピック] 文化地質学

◆ EDI

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

[2oral101-10] T3 [トピック] 文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

9:45 ~ 10:00

[T3-O-4] Abu Gerida - Hamama: a unique area of iron archaeometallurgy in Ancient (318-207 BC) Egypt

*Abdelrahman Yasser^{1,2}、Serneels Vincent³ (1. Geology Department, Faculty of Science, Cairo University, Egypt、2. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, Japan、3. Department of Geosciences, University of Fribourg, Fribourg, Switzerland)

キーワード : Archaeometallurgy、Ancient Egypt、Smelting、specular hematite、Iron

Ancient Egypt is well known for mining and metallurgy of gold and copper^I, but evidences of iron production in ancient Egypt is poorly documented. There was a general consensus that ancient Egyptian either used meteoritic iron^{II} from the Western Desert or imported iron ores, such as specular hematite, from Europe^{III}. However, evidences that specular hematite was mined and smelted in antiquity are recorded in the Abu Gerida - Hamama area, which is located in the Eastern Desert of Egypt^{IV}. These evidences are represented by burnt plant remains, slag fragments, and a furnace - like structure discovered in the Hamama area and by grinding tools and specular hematite fragments in the Abu Gerida area. Radiocarbon dating of the charred plant remains from the area suggests that the iron smelting activities took place in the early Ptolemaic era (318-207 BC). This age is consistent with the shape of the mills and the Ptolemaic pottery finds in the area^V.

The geochemistry of the Egyptian specularite is unique compared to the European specular hematite, which is controlled by its fine-grained phases such as scheelite and ferberite. The bloomery iron smelting process of the Egyptian specularite produced two types of slags: furnace slags and tapping slags. These two types show different petrographic features and whole-rock geochemical signatures, which are controlled by the composition of the smelted ore and the additives as well as by the smelting conditions. The slags plot close to the 1200°C isotherm on the FeO-Al₂O₃-SiO₂ system, which may represent the temperature of the bloomery process.

^I Ogden, J. (2000). Metals. In P. T. Nicholson & I. Shaw (Eds.), *Ancient Egyptian materials and technology* (pp. 148–176). Cambridge University Press.

^{II} Rehren, T., *et al.* (2013). 5,000 years old Egyptian iron beads made from hammered meteoritic iron. *Journal of Archaeological Science*, 40, 4785–4792.

^{III} Petrie, W. M. F. (1885). The finding of Naukratis. *The Monthly Meeting of the UCL Institute Nov. 5th, 1885*, pp. 43–51.

^{IV} Garland, M. H., & Bannister, C. O. (1927). *Ancient Egyptian metallurgy*. Charles Griffin

and Company, Limited.

^V Harrell, J. A. (2005). Porfido rosso laterizio and the discovery of its source in Wadi Abu Gerida. Egypt. Marmora, 1, 35–46.

セッション口頭発表 | T3 [トピック] 文化地質学

ED1

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

[2oral101-10] T3 [トピック] 文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

10:00 ~ 10:15

[T3-O-5] 「いけず石」に用いられる石製品から探る地域文化

*中条 武司¹、横山 康子²、いけず石 調査グループ (1. 大阪市立自然史博物館、2. 大阪市立自然史博物館友の会)
 キーワード：いけず石、石製品、地域文化、市民科学

京都や大阪の古い集落を歩くと、壁や軒に自動車がこすらないように路傍に置かれている人頭大程度の大きさの石をしばしば見かける。これらの石は、通称で「いけず石」と呼ばれている（杉村，2018など）。いけず石は川原から拾ってきただけのような未加工なものだけでなく、現在は用いられなくなったかつての建築石材や石製品が転用されていることがある（中条，2020）。杉本（2013）は大阪・京都の旧街道周辺に分布するいけず石（杉本（2013）では「置石」）を調べ、そのほとんどが初期の用途外の転用石か使用前歴を持つ再利用石であることを指摘している。いけず石がかつての建築石材や石製品が転用されているということは、いけず石には現在では失われつつある石材の地域文化の名残を残している可能性がある。本発表では、いけず石に用いられている石製品の元々の用途とその分布を検討し、地域文化との関わりについて考察する。

いけず石はそのほとんどが市街地にあり、その観察が容易であるため、大阪市立自然史博物館では市民科学（citizen science）の手法を用いて「いけず石調査」を行っている（調査方法などの詳細については、「いけず石を調べよう」HP参照）。調査は2022年10月から行っており、2025年7月1日時点で、情報提供者数は64個人・団体、提供データは青森県から沖縄県までの41都府県3,987地域（いけず石なし、重複データ含む）、そのうちいけず石がある地域は39都府県2,914地域、いけず石の個数は39,469個になる。いけず石には石製品が転用・再利用されたものが多く見られるが、今回の調査ではその個数調査までは行っておらず、その有無のみを調べているため、いけず石全体の中での石製品の割合は不明である。しかし、どの地域にどのような石製品がいけず石として用いられているかを明らかにすることで、ある程度の石製品の地域性がわかると考えられる。

いけず石があると報告された2,914地域のうち、少なくとも1,444地域（49.6%）では何らかの加工のされた岩石がいけず石として用いられている。元の用途が不明なものも多くあるが、元の用途が明らかなものでは、石垣に用いられる間知石から転用されたものが最も多く、836地域でいけず石として用いられている。他には、礎石として用いられたと考えられる棒状のもの（448地域）、直方体・立方体（281地域）、挽き臼（231地域）、つき臼（182地域）、円盤型（161地域）、唐臼の支点石（151地域）などがいけず石として多く転用されている。変わったものでは、漁錐（大阪府貝塚市、阪南市、兵庫県姫路市、香川県土庄町、広島県福山市など）、力石（大阪府堺市、八尾市、泉佐野市など）などもいけず石として転用されている。これら加工されたいけず石は大半が花こう岩からなるが、大阪府南部では砂岩が、兵庫県南西部では凝灰岩が多く見られ、かつての石製品が地域の地質を反映していたことがうかがえる。

地域性を色濃く反映しているものとしては、日本酒製造の盛んな広島県東広島市では、日本酒をもちみから絞る際に用いられる「かかり石」がいけず石に転用されているものが見られる。京都市山科区では、東海道を敷設された敷石に、牛車（荷車）の車輪の通った後が溝状に擦り減った「車石」がいけず石に転用されている。また、大阪府阪南市、香川県坂出市、土庄町などではサトウキビを絞るための円盤型の石製品がいけず石に転用されている。現在、大阪府ではサトウキビの栽培は行われていないが、江戸～明治期においては栽培が行われており（阪南市HPより）、その名残りがいけず石に残っているといえる。このように、現在では博物館や資料館に展示されるような石製品とその文化が、路傍に転がるいけず石にその痕跡を残していることがわかる。このことは、いけず石がかつての地域文化を伝える歴史資料となる可能性を秘めているといえる。

文献・URL

中条武司，2020，「いけず石」，種類を見るか？元の用途を見るか？Nature Study, 66, 162-163.

杉本 清，2013，置石考：プライベートとパブリックの境界領域に見る生活風景。デザイン理論，

62, 41-54.

杉村 啓, 2018, いけず石観察手帳. 私費出版, 24pp.

阪南市ホームページ「日根郡鳥取郷の製糖用具 (有形民俗文化財) :

https://www.city.hannan.lg.jp/kakuka/syogai/syogai_s/shitei/hannannshishitei/1522395966490.html

(2025年7月5日最終閲覧)

「いけず石を調べよう」ホームページ : <https://sites.google.com/view/ikezuishi-shirabe/> (2025年7月5日最終閲覧)

セッション口頭発表 | T3 [トピック] 文化地質学

◆ EDI

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

[2oral101-10] T3 [トピック] 文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

10:15 ~ 10:30

[T3-O-6] ダーウィンのサンゴ礁沈降説に反対したライン*矢島 道子¹、山田 直利² (1. 東京都立大学、2. 地質調査所 (現産業技術総合研究所地質情報調査総合センター) 元所員)

キーワード: ライン、ダーウィン、サンゴ礁、沈降説

チャールズ・ダーウィン (Charls Darwin, 1809-1883) はビーグル号航海の後、1842年、最初の著書『サンゴ礁の構造と分布』を著した。サンゴ礁の形成と発達を、島の沈降によって裾礁、堡礁、環礁と変化すると述べた。出版直後は反対説もいくつかあったが、ほとんど消え去っている。ヨハネス・ユストゥス・ライン (J.J.Rein, 1835-1918) は1873年~1875年にプロイセン王国商務省の委託により日本の産業・商業ならびに自然・民族を調査した。ラインの業績を調べてみると、ダーウィンのサンゴ礁沈降説に反対したことが明らかになっている。この反対説の詳細を調査してみた。ラインは1861年、ロストック大学から「エストニアの気候・土壌・植生」の論文によって学位を取得し、ロンドンのキュー王立植物園および大英博物館で研究した。1862~63年には、ババミューダ諸島に2年間滞在し、総督ハリー・オード卿の息子たちの家庭教師を務めて、バミューダのサンゴ礁の調査・研究をし、北米東部旅行もした。1869年には、フランクフルト実科高等学校で数学・自然科学を教えた。ゼンケンベルク自然研究者協会の顧問、会長、名誉会長を務めた。1870年および1873年にフランクフルト・アム・マインにあるゼンケンベルク自然研究協会の年報でダーウィンの沈降説に反対を公表したが、読まれていないようなので、1881年、1881年のドイツ地理学会議で講演し、出版した。ラインはバミューダで徹底的に調査研究したが、バミューダが沈降している証拠を発見できなかったと述べている。References Darwin, C. (1842) *The structure and distribution of coral reefs*. Smith Elder and Co., London, 227p. Rein, J. J. (1870) Beiträge zur physikalischen Geographie der Bermuda-Inseln. *Senkenbergischen Naturforschenden Gesellschaft zu Frankfurt am Mein, Jahresbericht, 1870*, 140-158. Rein, J. J. (1881) Die Bermuda-Inseln und ihre Korallenriffe, nebst einem Nachtrag gegen die Darwinische Senkengtheorie. *Verhandlungen des 1. Deutschen Geographentages*, Berlin, 29-46.

セッション口頭発表 | T3 [トピック] 文化地質学

◆ EDI

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

[2oral101-10] T3 [トピック] 文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

◆ ハイライト講演

10:45 ~ 11:15

[T3-O-7] [招待講演] 人々の暮らしから読み解く、阿蘇の文化的景観20年

*田中 尚人¹ (1. 熊本大学大学院先端科学研究部)

【ハイライト講演】 2004年の景観法運用を契機に、阿蘇では火山と共生する「耕地 - 集落 - 森林 - 草原」の土地利用が文化的景観として注目され、2017年以降は国の重要文化的景観に選定・拡大された。野焼きや放牧による草原維持、生物多様性の保全、農耕祭事や信仰の継承などが評価され、農耕の起源から水利整備、鉄道開通や観光発展、災害復興までの歴史を背景に、文化的景観は、持続可能な地域づくりに資する貴重な資産となっている。 [※ハイライト講演とは...](#)

キーワード：文化的景観、文化財、インフラ、社会エコシステム、生活・生業

1. はじめに

2004年6月に国土交通省が所管する景観法が公布された。この基本理念のなかで「良好な景観は、地域の固有の特性と密接に関連するものであることにかんがみ、地域住民の意向を踏まえ、それぞれの地域の個性及び特色の伸長に資するよう、その多様な形成が図られなくてはならない¹⁾」とある。景観法の成立とともに文化財法が一部改正され、5つめの文化財保護制度の類型として「文化的景観」が創設された。文化的景観制度成立から20年経った今、阿蘇の文化的景観の20年を振り返ることで、インフラと地域の持続可能なまちづくりの有益な連携について考える。

2. 阿蘇の文化的景観

文化的景観は、「地域における人々の生活又は生業及び当該地域の風土により形成された景観地で我が国民の生活又は生業の理解のため欠くことのできないもの（文化財保護法第二条第1項第五号より）²⁾」とされ、その中でも特に重要なものを、都道府県又は市区町村の申出に基づき、「重要文化的景観」として選定することができる。2017年（平成29年）10月13日に、阿蘇郡市7市町村の草原の一部がカルデラ火山との共生をテーマに「阿蘇の文化的景観」として国の重要文化的景観に選定された。

【各市町村の重要文化的景観】

阿蘇の文化的景観 阿蘇北外輪山及び中央火口丘群の草原景観（阿蘇市）

阿蘇の文化的景観 南小国町西部の草原及び森林景観（南小国町）

阿蘇の文化的景観 涌蓋山麓の草原景観（小国町）

阿蘇の文化的景観 産山村の農村景観（産山村）

阿蘇の文化的景観 根子岳南麓の草原景観（高森町）

阿蘇の文化的景観 阿蘇山南西部の草原及び森林景観（南阿蘇村）

阿蘇の文化的景観 阿蘇外輪山西部の草原景観（西原村）

その後も、2021年（令和3年）3月26日には阿蘇市の草原が、さらに2023年（令和5年）3月20日には阿蘇市と産山村の草原が追加選定され、その範囲が拡大している。

3. 20年という文化的景観の変化

阿蘇の文化的景観が重要文化的景観に選定されたのは以下の点が評価されたためであり、

この「変化」は、度重なる阿蘇の噴火や災害、農林業や近代に入って整備された鉄道や道路、国立公園などに支えられた観光業、などまさに人々の暮らしとともに成立してきた。

1) 巨大なカルデラ火山と共生する人々の営み：世界最大級のカルデラという特殊な地形の中で、人々が火山活動と向き合いながら、千年以上にもわたって築き上げてきた独特の土地利用形態（耕地-集落-森林-草原という垂直的な土地利用）が評価された。

2) 野焼き・採草・放牧による草原の維持：広大な草原が、単なる自然ではなく、野焼き、採草、放牧といった伝統的な農業活動によって維持管理されてきた「二次的自然」である点が重要視されている。これら人為的な営みがなければ、草原は森林へと遷移してしまう。

3) 生物多様性の保全：広大な草原は、多様な希少な動植物が生息・生育する生物多様性の宝庫であり、これも人々の営みによって維持されてきたものである。

4) 農耕祭事と文化の継承：阿蘇神社のおんだ祭りなど、火山信仰や農業と結びついた伝統的な祭事や文化が今も息づいており、それが景観と一体となって価値を形成している。

一方で、この20年間阿蘇の文化的景観を取り巻く社会や環境の変化にも大きなインパクトがあり、主な災厄だけでも以下の3つがあげられる。

①2012年（平成24年）7月：九州北部豪雨災害 未明からの記録的豪雨により、阿蘇市を中心に県内各所で河川の氾濫や土砂災害が発生し、死者・行方不明者25名をはじめ、住家、公共土木施設、ライフライン等に極めて甚大な被害が発生した。

②2016年（平成28年）4月：熊本地震 震度7の大地震が二度発生し、270名以上の方々が命を落とし、阿蘇地域においては阿蘇大橋の崩落や南阿蘇鉄道の寸断など、インフラに甚大な被害が生じた。激甚災害に指定され、「創造的復興」が掲げられた。

③2020年（令和2年）4月：covid-19（新型コロナウイルス感染症） 年明け頃から豪華客船ダイヤモンド・プリンセス号などの感染者問題が広がり、全国の学校が休校となり3密をさけ、様々な活動の自粛が要請された。

4. おわりに

文化的景観は、人々の暮らしを含めた地域の本質的価値を持続可能なかたちで継承していく概念である。単に文化財制度であるだけでなく、様々なステークホルダーがその価値を共有し、協働して創造していくために、その変化を不易流行として向き合う必要がある。本講演がそのきっかけになれば幸いである。

【参考文献】

1) 景観法の概要、国土交通省都市・地域整備局都市計画課、2005.9.

<https://www.mlit.go.jp/crd/townscape/keikan/pdf/keikanhou-gaiyou050901.pdf>

2) 文化的景観、文化庁

<https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/shokai/keikan/>

3) 阿蘇を世界遺産に！（ポータルサイト）より

<https://www.asosekaibunkaisan.com/property/landscapes/icl/>

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

[2oral101-10] T3 [トピック] 文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

11:15 ~ 11:30

[T3-O-8] 遺産影響評価（HIA）のためのアトリビュートの定義と特性の整理 — 世界文化遺産登録を目指す「阿蘇」での試み —

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

キーワード：阿蘇、世界文化遺産、アトリビュート、遺産影響評価、景観、火山地形

1. 背景と課題

熊本県は阿蘇の世界文化遺産登録へ向け国に提案書の改訂版を「阿蘇の文化的景観—カルデラ火山に展開した農業パノラマ」として提出した。この中で、OUV（顕著な普遍的な価値）を“世界最大級の規模と明瞭な円形陥没地形を備える迫力ある景観の火山カルデラのもとで、その地形条件を有効に利用しながら草地に特徴のある伝統的農業を維持し高い生産性をあげてきた人々の努力が作り上げた文化的景観”とし、これを説明するアトリビュート（遺産の価値を伝え、価値の理解を助ける要素）を以下の4つのグループに分けた。グループ1

（地形：外輪山・カルデラ壁・カルデラ床・中央火口丘群）、グループ2（土地利用形態：草地・森林・居住地・農地）、グループ3（農業システム：野焼き・放牧・採草・草肥・厩肥・茅の採取、取水・配水・灌漑）、グループ4（無形遺産と宗教関連施設：伝説・祭祀・信仰・伝承）である（熊本県ほか、2024）。

世界遺産の登録地内で開発行為が計画されると遺産影響評価の実施が求められる。このため遺産影響評価の実施に備えた調査及び予測評価の手法・手続きの流れ・各主体の役割等をあらかじめ整理しておく必要がある。特に「景観」は感覚的な要素だけにその評価のため、極力、客観的な手法を提案したい。

既に、アトリビュートグループ1（（火山）地形）と2（土地利用形態（土地被覆））について、評価のための17の視点場からの可視領域に占める比率を分析し、各視点場の眺望景観の特性及び景観区分地域の特性を客観的に定義できる可能性を示した。

一方、アトリビュートそれぞれの明確な定義となると、遺産影響評価のための観点からはやや曖昧な点も残されている。

そこで、遺産影響評価を客観的に進めることを念頭に、主にアトリビュートグループ1の定義を再整理し、必要に応じて細分したうえで、それぞれの地域特性を記載した。また、影響を受ける要素「景観」を“地域特性から想定される脆弱性（箇所・程度）”・“予測で考慮すべき事項”・“保全・緩和措置の考え方”に分けて整理した。

2. “崖錐”はカルデラ壁かカルデラ床か？

標記様々な見解が生じるのは、「阿蘇」の文化遺産としての所以であり様々なとらえ方が存在するためとみられる。ただ定義の曖昧さは、“影響を評価する”際やさらにこれを制度化する場合に不都合を生じ得る。

産総研シームレス地質図では、“崖錐”は“扇状地”・“河岸段丘”と集約されている。“崖錐”は堆積プロセスの端緒であって、地質学的な取り扱いとしてはこれらと集約されることに違和感はない。一方カルデラ壁は陥没地形の縁の壁面で火山体そのものと考え得る。これらの傾斜分布を比較すると、崖錐が10°前後、扇状地堆積物が数°~10°で、成因・傾斜分布とも連続的に見える。一方陥没地形の縁を構成する地質では、概ね20°~40°で崖錐とはやや不連続

に見える。今後検討の余地を残すが、遺産影響評価を“客観的”に執り行うことに限定し、アトリビュートグループ1（地形）は単純に「地形」（≡傾斜分布）と成因に着目し識別し得る。

3. 「外輪山上」のバリエーション

「カルデラ エッジ」の外側は「外輪山上」に一括されるが、遺産影響評価を執り行う上では、地質・地形や景観の観点から必ずしも均質ではない。これは、阿蘇市ほか（2020）などに詳しい。すなわち、波状台地（カルデラ周；阿蘇～波野）、波状台地（産山；九重裾）、小国郷（開析進む）、山東（外輪山・祖母山系間緩凹地）、西原（熊本市街地に面した斜面、大峯・高遊原台地）に区分できる。

これらは起伏・高度や斜面の向き等により景観特性上多様であり、遺産影響評価では別々に取り扱う必要がある。

4. 地域特性から想定される脆弱性・予測で考慮すべき事項・保全及び緩和措置の考え方

開発行為による影響要因は、火山山麓における面的開発の事例に基づき想定している。これを「阿蘇」に当てはめると、同種の行為であってもインパクトは地域特性によって全く違ったものになる可能性があることが想定された。例えば波状台地では、全体的に平坦な地形のため外輪山上での視認性は比較的低いが、少しの比高の丘でも視認範囲は広大となる。また隣接する斜面に開発がなされると広い範囲から視認可能となる。一方全体的に高標高の凹地で外部から視認しにくい地形もあって、この場合大景観を対象とした場合は比較的影響は軽微な傾向とみられる。これらのように、インパクトがプラス・マイナス両面から検討され、かつ事業実施前の計画段階に実施されることで、戦略的影響評価（SEA）に発展させることができる。

5. 文献

阿蘇市・南小国町・小国町・産山村・高森町・南阿蘇村・西原村，2020，阿蘇の文化的景観 保存活用計画【阿蘇市版】．110p．

熊本県・阿蘇市 南小国町 小国町 産山村 高森町 西原村 南阿蘇村，2024，世界遺産暫定一覧表追加資産に係る提案書 「阿蘇」の価値（OUV）について．10p．

セッション口頭発表 | T3 [トピック] 文化地質学

◆ EDI

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

[Zoral101-10] T3 [トピック] 文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

11:30 ~ 11:45

[T3-O-9] 石材の再発見は、地域の何を掘り起こすのか? : 文化地質学の視点から見た参加型調査の可能性

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

キーワード: 地域資源、市民参加、協働サイクル、ジオパーク

1. はじめに

近年、「地域資源」を活かした地域づくりが全国的に進められている。1970年代には、地域の歴史や風土に根ざし、住民が主体となる「内発的発展」の思想が提唱された(鶴見・川田, 1989)。これは、外部の価値に依存せず、地域に内在する資源を見直し、活用しようとする価値観の転換であった(宮崎, 2011)。

本研究では、名称すらなく記録も乏しい「マイナーな石材」、すなわち地域に埋もれた「地域地質資源」に注目する。これらは、地域住民にとって日常の風景の一部として見過ごされがちだが、地質と人間の営みの関係を探る「文化地質学」の視点から光を当てることで、地域のアイデンティティや歴史を掘り起こす鍵となりうる。また、こうした石材は世代交代とともに記憶から失われつつあり、保全の観点からも喫緊の課題である。

そこで本研究では、「市民とともに地域地質資源を発掘・再発見し、科学的に支援しながら地域に残すことは可能か」という問いのもと、地域博物館と市民の協働による実践的プログラムを展開している。本発表では、その進捗と成果を報告する。

2. 方法: 協働サイクルの構築と実践

本研究では、研究者による一方的な調査に限界があることから、「①普及講演会 → ②情報収集 → ③文理融合調査」の3段階を循環させる「協働サイクル」を構築し、箱根ジオパークの枠組みを活用して実践している。この手法の特徴は、地域住民・行政職員・外部専門家からなる混成チームによる複眼的な視点の導入にある。

フェーズ①: 普及・情報喚起

講演会や現地見学会を通じ、石材の魅力や価値を住民に伝え、当事者意識を醸成した。これらの場合は、一般市民から地域の潜在的な記憶や知見を引き出す「呼び水」として機能した。

フェーズ②: 情報収集と調査計画

講演会参加者や地域の歴史に詳しい住民から、「かつて石を採っていた」といった証言や未確認の石材情報が多数寄せられた。これらを検討し、信頼性や調査可能性を踏まえて調査計画を立案した。

フェーズ③: 文理融合による調査

人文科学的には、歴史博物館の学芸員や文化財担当者、元教職員らとともに、現地調査・聞き取り・文献・古写真・地図の解析を行った。自然科学的には、地質学を専門とする学芸員が地質調査・顕微鏡観察・岩石分析を実施し、石材の科学的特性を明らかにした。これらの成果は次の講演会で還元され、再びフェーズ①につながる循環構造を形成している。

3. 結果と考察：掘り起こされた3つの価値

この市民参加型の協働サイクルは、地質学における新たな実践モデルとなりうる。たとえば、『新編相模国風土記稿』に記載があるものの、実態が不明であった「萩野尾石」について、講演会参加者の証言をきっかけに、採石場跡の特定と利用実態に迫ることができた。

本研究は、以下の3つの価値を掘り起こしたと考える。

- ① **場所の価値（ジオヒストリーの復元）**：文献や個人の記憶と科学的データが結びつき、忘れられた場所の歴史・地質が再構築された。
- ② **人の価値（市民意識の変容）**：市民の記憶が公的な価値を持つ第一歩となり、情報の受け手から地域の探求者へと変化する契機となった。
- ③ **つながりの価値（コミュニティ形成）**：「石」を媒介に、博物館・行政・ジオパーク・市民がつながり、新たなコミュニティ・クラスターが生まれた。

4. 今後の展望

今後は、萩野尾石の詳細な岩石学的分析を進めるとともに、他地域への展開も視野に入れている。また、研究終了後も協働サイクルが地域に根付き、自立的に循環するための仕組みづくりが課題である。

市民参加型の協働サイクルは、単に石材を発見するにとどまらず、場所の歴史や人の記憶、そして未来へ続くコミュニティという、多層的な文化的価値を掘り起こす文化地質学の有効な実践であることを示している。

文献

鶴見和子・川田 侃(1989)内発的発展論, 268p. 東京大学出版会

宮崎 清 (2011) 地域資源活用に基づく地域づくり. デザイン学研究特集号, 19(1), 14-21.

本研究にはJSPS科研費（課題番号JP23K02805）を使用した。

セッション口頭発表 | T3 [トピック] 文化地質学

◆ EDI

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

[2oral101-10] T3 [トピック] 文化地質学

座長:猪股 雅美(広島工業大学)、坂本 昌弥(九州ルーテル学院大学)

◆ ECS

11:45 ~ 12:00

[T3-O-10] 小豆島における自然災害伝承碑の立地と地形・地質のGIS的考察*猪股 雅美¹ (1. 広島工業大学)

キーワード：自然災害伝承碑、GIS（地理情報システム）、小豆島

1はじめに

瀬戸内海に位置する小豆島は、岡山県に近接する土庄町と、香川県本土（高松市）に近接する小豆島町の二町から成る。小豆島には、6基の自然災害伝承碑が登録されており、6基全てが小豆島町に建立されている。そのうち5基は、1976（昭和51）年の台風17号災害を契機に建立された¹⁾。その年の台風17号では、死者41人、重軽傷者82人（不明含む）、全半壊家屋442戸、床上・床下浸水5,158戸という、島内全域が甚大な被害を受けた^{2) 3)}。しかしながら、この災害を契機に建立された碑はすべて小豆島町に立地しており、土庄町には1基もない。この立地の偏在に着目し、本稿ではGISを用いた地形・地質の分析と、災害史の検討を通じて小豆島町と土庄町を比較し、その背景要因を考察する。

2研究方法**2-1. GISを用いた地形・地質の分析**

GIS分析にはArcGIS Pro Ver.3.5.0を用いた。地形分析には国土地理院の基盤地図情報（数値標高モデル）5mDEM⁴⁾ からラスターを作成し、傾斜角分布を比較した。また、地質分析には産総研のシームレス地質図V2⁵⁾ のGISデータを基盤として「20万分の1地質図幅 徳島（第2版）」⁶⁾ を参照し、地質分布を比較した。

2-2. 災害史の検討

両町における災害の分布傾向や記録の偏りを明らかにするため、小豆島の近世から近代にかけての災害について、各町誌などの文献に記載された災害記録を整理し、災害種および件数に基づいて小豆島町と土庄町の間で比較を行った。

3結果**3-1. 小豆島における地形・地質の特徴と2町の比較**

小豆島の傾斜角分布について、30度以上の急勾配は、小豆島町で39.5%、土庄町では29.4%だった。このことから小豆島町の方が急勾配の地形が多いことが示された。また、地質分布について、白亜紀後期の花崗岩類は、小豆島町で52.7km² (57.8%)、土庄町で31.1km² (44.3%) 分布しており、小豆島町で表面積を占める割合が高いことが示された。新生代新第三紀のデイサイト流紋岩と讃岐岩質安山岩からなる讃岐層群と総称される火山岩類は、小豆島町が27.9km² (30.7%)、土庄町が22.2km² (31.6%) とほぼ同率だった。なお、土庄町には地すべり及び岩錐堆積物の分布地域があった。

3-2. 小豆島の災害史

小豆島では近世以降頻繁に自然災害に見舞われてきた。江戸時代以降に小豆島で発生した

災害のうち、現時点で町誌等の文献から確認された死者を伴う甚大な被害は、1976（昭和51）年の台風17号を含め43件にのぼる⁷⁾。なかでも、災害伝承碑の建立の契機となった1976（昭和51）年の台風17号による被害では、死者41人のうち35人が小豆島町に集中していた²⁾。前述の43件の災害のうち、小豆島町での発生が26件（60%）とやや多く、特に旧内海町では別当川水系での河川やため池の堤防決壊に起因する水害が繰り返し発生していた。一方、土庄町では地すべりをはじめとする土砂災害の発生が多く、地域ごとに異なる災害特性がみられた。

4考察

小豆島町では、急勾配地形や花崗岩類が土庄町より広範囲に分布しており、同一河川の繰り返し決壊や土石流を含む水害が頻発していた。このような災害の経験と記憶の共有への意識が、1976年の台風17号による甚大な被害によって、災害伝承碑建立の契機となったと考えられる。一方、土庄町で登録された碑がないのは、地すべり災害が多い地域性が考えられる。地すべりに関する災害伝承碑は全国で登録されている2,269基のうち39基と少ない¹⁾。このことから、建立数の偏りの要因が災害の種類であることも考えられる。

5まとめ

本稿では、GISを用いた地形・地質の分析と災害史の検討を通じて、小豆島町に自然災害伝承碑が集中する背景を探った。小豆島町では、急峻な地形や花崗岩類の分布により水害が頻発し、1976年の台風17号など甚大な被害が災害記憶継承の意識を高め、伝承碑の建立につながったと考えられる。一方、土庄町では地すべりが多く、災害種別の特性の違いが碑の立地偏在に影響している可能性が示唆された。

引用文献

- 1) 国土地理院（2025）「自然災害伝承碑」掲載市区町村一覧（2025年2月27日版）
- 2) 小豆島町(2014)小豆島災害の記憶，小豆島町，128頁
- 3) 土庄町〔編〕（1985）伝法川水系治水水利水史，土庄町，122頁
- 4) 国土地理院（2016）基盤地図情報（5mDEM 標高データ）
- 5) 産総研地質調査総合センター（2025）1/20万日本シームレス地質図V2，産総研地質調査総合センター
- 6) 牧本博ほか（1995）1/20万地質図幅徳島（第2版）
- 7) 土庄町〔編〕（1979）昭和51年台風17号による災害復旧を終えて，土庄町，96頁

セッション口頭発表 | T3 [トピック] 文化地質学

◆ EDI

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

[2oral111-18] T3 [トピック] 文化地質学

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

◆ ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T3-O-11]

[招待講演] たかが「石」 されど「石」

*一村 一博¹ (1. みさと町 石橋の館)

15:30 ~ 15:45

[T3-O-12]

岐阜県中津川市旭ヶ丘の句碑「六歌仙塚」の石材

*朝倉 顯爾¹ (1. 一般社団法人 地球科学社会教育機構)

15:45 ~ 16:00

[T3-O-13]

鴨長明の方丈跡とされてきた方丈石に関する検討

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

◆ ECS

16:00 ~ 16:15

[T3-O-14]

[講演取消] 大谷石を含む栃木県産凝灰岩質石材：その利用と質感について

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

16:15 ~ 16:30

[2oral111-18-5add]

休憩

16:30 ~ 16:45

[T3-O-15]

石材名としての御影石について

*先山 徹¹ (1. NPO法人地球年代学ネットワーク 地球史研究所)

16:45 ~ 17:00

[T3-O-16]

ポータブル型蛍光X線分光分析装置を用いた花崗岩建築石材の産地推定に向けて

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

17:00 ~ 17:15

[T3-O-17]

旧兵庫県農工銀行豊岡支店の外壁に使われている由良石の岩石学的同定

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

17:15 ~ 17:30

[T3-O-18]

丹後半島に分布する近世～近代石造物の石材と鮮新世経ヶ岬層溶岩の比較

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

セッション口頭発表 | T3 [トピック] 文化地質学

◆ EDI

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

[Zoral111-18] T3 [トピック] 文化地質学

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

◆ ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T3-O-11] [招待講演] たかが「石」 されど「石」

*一村 一博¹ (1. みさと町 石橋の館)

【ハイライト講演】 地球の営みが造った「石」は、私たち人類の発展になくてはならないものである。特に火山の大噴火が造った「石」の恩恵は、九州の文化形成に計り知れない影響を与え続けている。中でも「石橋」は、大噴火が造った難所を「石」の恩恵で克服した建造物であり、貴重な文化的土木遺産である。石橋の歴史、それを築造した石工集団、石橋の景観、保全活動などについて紹介していただく。 [※ハイライト講演とは...](#)

キーワード：石、石橋、溶結凝灰岩、火砕流堆積物、霊台橋

大規模な火山噴火は、人類に限らずあらゆる生物に対して、多大な影響を強いてきたが、同時に多大な恩恵も与えてきたとも考えることができる。

古（いにしえ）から都市の発展には、「石」が建築資材として多大な役割を果たしてきた。旧ローマ国家の繁栄は「石」を使ったアーチ工法がなかったらあり得なかったともいわれている。

現代のような多様な建築資材がなかった時代、「石」なくして多様な文化の成熟は成就しえなかったであろう。特に九州における「石」がもたらしたリスクと恩恵を以下に列挙しておく。

【リスク】九州には、世界最大級の火山「阿蘇」があり、これまで大きな活動を数多くしてきたが、中でも9万年前の破局的噴火では、地球規模の生態系に対して、多大な影響を与えた。そしてその時、九州の中北部から山口、愛媛まで到達した火砕流は、溶結凝灰岩となり、現在でも広範囲で確認することができる。また噴煙に至っては、北海道東部に15cmの火山灰堆積層を形成している。

【恩恵】「阿蘇は九州の母なる山」といわれるほど、多くの恵み（1～3）をもたらしている。

1. 水

(1)九州の大河の源流は、ほとんどが阿蘇エリア・・・筑後川、菊池川、白川、緑川、球磨川、大野川、五ヶ瀬川

(2)豊富な地下水・・・琵琶湖の1.6倍。熊本エリアの上水道は、100%地下水であり、大企業の進出にも貢献している。

2. 石・・・石垣、石段、堰、樋門、石畳、石棺、石碑、灯籠、石仏、岡城の石垣、熊本城の土台、推古天皇の石棺、臼杵のマガイ仏、八女の石灯籠、チブサン古墳

3. 石橋

全 国 約1,900基

大分県 約500基

鹿児島県 約450基

熊本県 約350基

(例) 霊台橋. 美里町, 1847年架橋, 日本の石橋のシンボル, 大型石橋のパイオニア
地球の営みが造った「石」は, 私たち人類の発展になくてはならないものである. 特に火山の大噴火が造った「石」の恩恵は, 九州の文化形成に計り知れない影響を与え続けている.
中でも「石橋」は, 大噴火が造った難所を「石」の恩恵で克服した建造物であり, たかが「石」, たかが「石橋」ではない, 貴重な文化的土木遺産である. 「石」は文化形成の立役者と言っても過言ではないだろう。

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

[2oral111-18] T3 [トピック] 文化地質学

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

15:30 ~ 15:45

[T3-O-12] 岐阜県中津川市旭ヶ丘の句碑「六歌仙塚」の石材

*朝倉 顯爾¹ (1. 一般社団法人 地球科学社会教育機構)

キーワード：中津川市、句碑、屏風山断層、防災

岐阜県中津川市において、江戸時代に建立された「六歌仙塚」とよばれる5つの句碑を調査したところ、市内を流れる中津川の転石を使用した可能性が高いことがわかった。転石を使用した句碑の存在は、当時の俳諧の文化を伝えるとともに、中津川市の地質背景を考える上でも重要だと考えられる。

中津川市には、江戸時代に流行した俳諧の記録がさまざまな形で残されている。市内の中川神社には享保十一（1726）年に作られた横3mにおよぶ奉納俳諧の額が存在し、出詠者65人におよぶ俳句が記されているなど、その熱狂ぶりをうかがい知ることができる。俳諧の記録としては金石文として石碑に残された例も存在し、たとえばかつての中山道の中津川宿から見て東に位置する旭ヶ丘には、江戸時代から明治時代にかけての句碑が多数残されている。

この旭ヶ丘の句碑のうち、天明三（1783）年建立の「六歌仙塚」といわれる句碑は、それぞれの句が刻まれた石の様子のおかしさを詠んだものになっており、石の種類も変化に富んでいる。『中津川市史 中巻』（1988）によると、句碑はもともと月石、雪石、涼石、木賊石、萩石、揃石の6つがあったとされるが、現存しているものは木賊石を除く5つである。長径30cmから40cm程度の円礫で作られた句碑は、おそらく川原の転石を使用したものであり、これまでにその石材に言及した調査は行われていなかった。

今回、句碑の石は近傍の河川から得られたものと考えて市内を流れる中津川の川原を調査したところ、句碑と同様の岩質の転石を見つけることができた。川原では句碑と同サイズの転石が多く見られ、こうした転石の中から姿のおもしろいものを選んで句碑を建立したと考えるのが最も合理的である。句碑に刻まれた句と作者、および特定した材質は以下のとおりである。なお、句の文と作者は句碑から読み取ることが困難であったために、『中津川市史 中巻』（1988）の記載を参照した。

月石	石いろいろ数さへふめるけさの月	相和房芦因	花崗岩中の暗色包有岩と石英脈
雪石	積る雪や猶もしらがの塚の石	鉄歌人囀三	花崗岩脈を含むホルンフェルス
涼石	石塚やとくさに渡る風涼し	松風軒藤朴	花崗岩中の暗色包有岩
萩石	千代積で石しとどなる萩の露	横井也有	片麻岩もしくはミグマタイト
揃石	面白ふ雪に揃ふや草履石	不詳	未変成ないし弱変成の砂岩

月石、涼石で使用されているものと同様の暗色包有岩を岩石薄片にして観察したところ、斜長石の累帯構造やミルメカイト様構造などのメルトからの晶出を示唆する組織が見られた。この石を句碑に使用するにあたって、花崗岩より色が濃く細粒緻密な岩質が好まれたのであろう。特に月石では白い鉢巻状の石英脈を月の姿にたとえており、この白い脈が映える黒い石であったことが重要だったと考えられる。揃石は砂岩の丸みを帯びたゆるやかな「く」の字の形を足（草履）に見立てている。また雪石では花崗岩脈を白い雪に、萩石では細い花崗岩脈が多数貫入している様子を萩の花の姿として詠んでいる。それぞれの句碑が石材の質を

見極めた上で使用され俳句に取り入れられていることは、六歌仙塚の最大の特徴である。中津川の河川で句碑に使用できるサイズの転石が多いのは、100万年ほど前から活動をはじめたとされる屏風山断層で持ち上げられた恵那山などの山塊から、河川を通じて絶えず土砂や礫が供給されるからである。同じく中津川市内を流れる四ツ目川では、昭和七（1932）年に土石流による被害が報告されているなど、市内で大きな転石が流されてくるイベントが歴史上多数あったことは間違いない（中津川市，1977）。句碑の成り立ちを知ることは、中津川市の防災啓発においても有用と考えられる。

【引用文献】

中津川市（1988）中津川市史 中巻，1510-1523.

中津川市（1977）中津町ノ水害ト復興誌，5-10.



六歌仙塚とよばれる5つの句碑（赤矢印）
左から月石，涼石，揃石，雪石，萩石．

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

[2oral111-18] T3 [トピック] 文化地質学

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

15:45 ~ 16:00

[T3-O-13] 鴨長明の方丈跡とされてきた方丈石に関する検討*松田 法子¹、藤岡 換太郎²、京谷 友也³ (1. 京都府立大学、2. 静岡大学、3. 京谷建築設計室)

キーワード：方丈石、鴨長明、丹波層群

鴨長明（1153年頃～1216年）の方丈は、そこで書かれた『方丈記』（1212年）と共によく知られている。その立地は『方丈記』により、日野（現京都市伏見区）の山腹であったと考えられる。

組み立て式で移動可能な鴨長明の方丈の建築はこれまで多くの研究者らの関心を集めてきたが、方丈が日野の山中のどのような場所に建っていたのか、また建ち得るのかという点に関する考察はきわめて少ない。

その一方で、一般的には、日野船尾の山腹にある大岩「方丈石」が鴨長明の方丈跡とされ、道標や石碑も設置されるなどして親しまれてきた。これについて本報告では、しかし方丈石は果たして方丈の敷地たりうるのかを、地質学及び建築学の知見を統合して検討する。

主な論点の一つめは、一丈（約3メートル）四方の平面形状と大きさをもち、かつ東側に火床のある三尺（約90センチメートル）余りの底を差し出していた方丈（『方丈記』）が、そのまわりに生活上必要な動作空間も確保しつつ、現在の方丈石上に果たして設置可能なのかという点である。方丈石は上面が6×7メートルほどあるが、かなりの凹凸と勾配があり、また岩の両側面は切り立っている。この岩に対してどのように方丈の建築と周辺の動作空間を確保しうるかを現地及び3Dモデル上で検討し、結論としては設置困難であると思われることを指摘する。

論点の二つめは、『方丈記』からは、方丈が岩の上にあったか否かはまったくわからないにも関わらず、なぜ方丈石が鴨長明の方丈跡とみなされてきたのかということである。これについて、中近世の方丈跡訪問記などから検討する。

論点の三つめは、方丈石の西側上部に相対的に新しい剥離面が2面認められることから、方丈石はある時期に欠けた可能性があることと、方丈石の観察から、大岩ではあるが方丈石自体が転石（落石）である可能性を指摘する。

加えて、方丈石の地質（丹波層群チャートを主体とする可能性が高い）、方丈石底部を取り巻く複数回の土石流痕、方丈石上方の斜面にある断面が平滑な露頭の状況、方丈石の平板測量・3D測量の結果など、2024～25年にかけて行った現地での調査・観察結果についても報告する。



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

[2oral111-18] T3 [トピック] 文化地質学

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

16:30 ~ 16:45

[T3-O-15] 石材名としての御影石について

*先山 徹¹ (1. NPO法人地球年代学ネットワーク 地球史研究所)

キーワード: 花崗岩、岩石名、文化地質、考古学、歴史

花崗岩の石材名として「御影石」という用語がある。「御影石」は本来神戸市東灘区の御影にちなんでつけられたものであるが、一方で花崗岩全般に使用される用語でもあり、考古学の報告書などではしばしば混乱を招く場合がある。ここではその用語の使用実態を文化地質の観点から歴史的に概観する。

1. 「御影石」の由来

「御影石」の名称は古く、江戸時代初期(1645年)の俳諧論書である毛吹草に摂津地域の名産として「御影飛び石」があげられ、1797年の摂津名所図会および1799年の日本山海名産図会では「御影石」として石材運搬や採石の様子が絵図とともに記されている。御影石は本来六甲山地で採石された岩石であり、御影の浜(現在の住吉川河口付近～石屋川河口付近)から各地に搬出されたことから名付けられたものであるが、これらの図会が記された時期には、採石地の主体は海岸付近から六甲山地内へ移っていたとされる。

2. 「御影石」使用の実態

現在の石材業において花崗岩質の石材を「御影石」と呼ぶことは極めて一般的であり、特に各地の銘石を地名をつけて「〇〇みかげ」と呼ぶことが多い、また色合いによって「桜御影」「白御影」「青御影」「黒御影」のような呼び方も多い。石材業以外で頻繁に岩石名が使用される分野として考古学があげられる。国立奈良文化財研究所作成の全国文化財総覧(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja>)で「御影石」を検索すると275の刊行物と6編の論文が見つかる。その多くは発掘調査や文化財調査の報告書である。それらを見ると阪神間の文化財を対象とした報文において「御影石」とは六甲山地の花崗岩に限定して使用されている。一方、より遠方の地域での刊行物に記されている「御影石」の多くは花崗岩全般を指していることが、文面から判断される。しかし中には六甲山地域の石材が流通したことを明確に示した報告書もあり、そこでの「御影石」は六甲山地のものを指している。また中には文面だけではどちらの意味で使用されているのか読み取れないこともある。考古学研究者の中でも「御影石」という用語の使用法は、研究者によって異なるようである。

3. 「御影石」が花崗岩の石材名となった時期

それでは六甲山地以外の花崗岩類を「御影石」と呼ぶようになったのはいつからなのだろうか。その事例として広島県尾道と山梨県甲州市の花崗岩をあげる。尾道の花崗岩はアルカリ長石の斑晶を有する角閃石黒雲母花崗岩で、古くから「尾道石」として地域の名産品となっていたが、江戸時代末期に編纂された地誌「尾道志稿」の中で、享保6年(1721年)に献上した品物として「石細工」と「みかげ石」があげられ、「先年より当所の石の名をみかげ石と申し伝える」と記述されている。したがってこの頃に尾道の花崗岩をあえて「御影石」と呼ぶように決められたことになる。もう一つの事例「甲斐国誌」は文化11年

(1814年)に出版されたもので、甲斐(現在の山梨県)地域の名産品として「御影石」が記されている。そこでは「御影石」の例として「京戸山から産出するものが上質である」と述

べられている。京戸山は山梨県甲州市と笛吹市の境界に位置する山で、ここから北麓の甲斐大和にかけて現在も採石が行われている。この周辺にあるのは中新世の角閃石黒雲母花崗閃緑岩で、中世の宝篋印塔など多数の歴史的石造物もあることから、ここでいう「御影石」はこの花崗閃緑岩であると考えられる。この二例から、江戸時代には各地の花崗岩類を「御影石」と呼ぶようになっていたことがわかる。なお江戸時代末期の小豆嶋名所図会（香川県，1941）では、小豆島の石について「石は摂州の御影石を彷彿させる」と書かれており、両者の色合いは違うが似た部類の岩石であるという認識があったと考えられる。このことから六甲山地の花崗岩とはかなり見かけが異なる尾道の斑状角閃石黒雲母花崗岩や甲斐の角閃石黒雲母花崗閃緑岩も、類似の岩石であり、それらを同じ名称で呼ぼうとする意識はあったようである。

4. 考察

花崗岩の名称は特定の基準によって定められた学術用語であり、それらが石材であるか考古遺物であるかにかかわらず、学術書や公的文書のなかで「御影石」という用語の使用は極力避けるべきであろう。一方御影産の花崗岩という意味での「御影石」は歴史的に意味がある用語である。それでは花崗岩全般を「御影石」と呼ぶのは間違いと言って良いのだろうか？ 少なくとも江戸時代には「御影石」と呼ぶ風習ができ、現在まで引き継がれてきた用語の使用は、その時代の人々の石を見る眼を映し出すものであり、その歴史をたどることは文化地質的に意味のあることである。結局どの使用法も意味があるのであるが、「御影石」を使用する場合には必ずどの意味で使用しているかを明記することが重要である。

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

[2oral111-18] T3 [トピック] 文化地質学

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

16:45 ~ 17:00

[T3-O-16] ポータブル型蛍光X線分光分析装置を用いた花崗岩建築石材の産地推定に向けて

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

キーワード：花崗岩、石材、産地推定、ポータブルXRF、国産建築石材

明治時代以降の日本の近代建築物には国産石材も多く使われていると思われるが実態はまだ明らかではない。国産石材の使われ方は、日本の近代化における技術史としてだけでなく、建築物保存修理等の実用面でも重要な情報である。石材産地の推定は主に文献か目視推定に依るが、今では国産石材を同定できる関係者は少ない。そこでポータブル型蛍光X線分光分析装置（以下pXRF）を用いた石材産地推定を目指している。花崗岩は建築物に最も多く用いられる岩石のひとつで、例えば国会議事堂（1936）や迎賓館赤坂離宮（1909）等の歴史的建造物に国産花崗岩が使われている。花崗岩産地を化学的に推定できれば意義は大きい。今回はpXRFの精度等の確認と花崗岩の妥当な測定点数の見積もり、実際の近代建築物でのケーススタディの結果を報告する。

使用したpXRFはエビデント製 VANTA VMR-CCC-G3-J-JA（国土館大学）である。測定視野の直径は約9mm、測定時間は1点あたり50秒とした。使用した花崗岩標本は稲田、稲田（大郷戸）、真壁（中目）、真壁（小目）（以上茨城県産）、拳母（愛知県産）、庵治（中目）（香川県産）、万成、北木（以上岡山県産）、大島（愛媛県産）、議院石（広島県産）、徳山石（山口県産）の11種類である。

pXRFの精度（再現性）確認のため、花崗岩中の同一の点を10回ずつ、2点について測定し、相対標準誤差[%]（＝（標準偏差／平均値）×100）を求めた。その結果Siの相対標準誤差が0.30%と0.38%、Srが1.2%と1.5%等であり再現性は良好と言えた。次にpXRFの正確さ（真の値への近さ）を確認するため「稲田」と「万成」の標本をpXRFで各54点ずつ測定した後、粉末化して波長分散型蛍光X線分光分析装置（以下WDX）で分析し比較した。WDXはリガク製Rigaku ZSX Primus II（神奈川県立生命の星・地球博物館）である。WDXと比べるとpXRFの結果の平均値は元素によって0～30%程度低い傾向があったが相対値は信頼できることが分かった。

花崗岩は鉱物粒子が大きく直径約9mmでは全岩化学組成を得られない。そこで、複数点を測定して約3cm×3cm（測定点9個分）の範囲をカバーすることを目指し、必要な測定回数を見積もった。これは花崗岩を9個の異なる要素から成る無限に広い（ゲーム「数独」のような）面と考え、そこから無作為の復元抽出を行うという問題に近似できる。このモデルで無作為に20点抽出すると9個の要素のうち約8.1個抽出されることが確率的に期待できる。このことからひとつの石材あたり20点以上測定することが妥当と見積もった。

pXRFで各石材を20点以上ずつ測定した結果、ヒストグラムのモードの位置や分布範囲の広さなどに産地毎の違いが見て取れ、特にMn、Sr、Rbなどの微量元素で明瞭な差が認められた。簡便な判別図としてX軸にSr/(Sr+Ba)、Y軸にTi/(Ti+Mn)を用いたSrBa-TiMn図が11種の花崗岩の違いを表現しやすいことが分かった。ただし、ひとつの万能な判別図は存在せず、

判別したい石材毎にSr/Ca比やRb-Ba-Sr三角図などを併用することが有用と思われた。

大阪ガスビルディング（大阪市）は1933年に竣工したオフィスビルで、2003年に国の登録有形文化財（建造物）に指定されている。ハンレイ岩を多用した外壁の一部に白い花崗岩があり「稲田」との記録がある（日本建築学会, 1933）。この花崗岩をpXRFで無作為に20点測定しSrBa-TiMn判別図に重ねたところ「稲田」標本と分布が似ており文献記録が裏付けられた。

山形県旧県庁舎及び県会議事堂（山形市）は1916年に竣工し、1984年に国の重要文化財に指定された。現在は「山形県郷土館 文翔館」となっている。旧県庁舎の外壁は山形県南陽市釜渡戸産の花崗岩である（財団法人文化財建造物保存技術協会, 1995）が、玄関前敷石の記録に無い白色と淡紅色の花崗岩をpXRFで測定したところ「稲田」と「万成」の標本と分布が似ていた。目視と建設当時の流通状況も合わせ「稲田」と「万成」と判断できた。

以上のように、pXRFを用いて多点測定を行うことにより近代建築物に使われた花崗岩石材の産地を推定できる見込みが得られた。目視で産地候補を絞り、必要に応じて判別図を選ぶことでより確実な推定が期待できる。

本研究は学術研究助成基金助成金（課題番号23K22944）の支援を得て実施しています。

参考文献

日本建築学会（1933）『建築雑誌』571号 巻末付図説明 大阪瓦斯ビルディング新築工事概要 p.732.

財団法人文化財建造物保存技術協会編（1995）重要文化財 山形県旧庁舎及び県会議事堂 保存修理工事報告書 2旧県庁舎編．山形県

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

[2oral111-18] T3 [トピック] 文化地質学

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

17:00 ~ 17:15

[T3-O-17] 旧兵庫県農工銀行豊岡支店の外壁に使われている由良石の岩石学的同定

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

キーワード：石材、産地同定、デイスイト、瀬戸内火山岩類、ジオパーク、近代建築、ポータブル型蛍光X線分析装置、由良石

旧兵庫県農工銀行豊岡支店（現オーベルジュ豊岡1925）は建築家渡辺節の設計により1934年竣工した鉄筋コンクリート造の近代建築である（兵庫県教育委員会, 2006）。北但大震災(1925)後に建設されたいわゆる“復興建築”で国登録有形文化財に登録されているが、外壁と柱に貼られている石材については記録がなく分かっていなかった。山陰海岸ジオパーク内にある主要な歴史的建造物であることもあり、そこに使われている石材の地質学的背景を知ることが、ジオパークの科学的・文化的価値の向上を図る上でも重要である。そこで、この石材について、詳細に観察及びポータブル型蛍光X線分析(pXRF)による同定(西本ほか, 2024; 乾ほか, 2025)を試みるとともに、剥離片を提供いただき薄片観察と全岩化学分析を実施した。その結果、香川県高松市由良山産「由良石」と同定したので報告する。

由良石は、地質学的には瀬戸内火山岩類に属する。瀬戸内火山岩類は、ザクロ石を含むデイスイトや無斑晶質の古銅輝石安山岩（サヌキトイド）などで構成され(新正・齊藤, 2010)、由良石は前者に当たる。石材として使われている由良石にも下部地殻構成物と推定される捕獲岩が含まれていることもある。瀬戸内火山岩類の形成年代は10~17Maとされ、日本海拡大に伴い海溝寄りで起こったと考えられている(巽ほか, 2010)。

由良石の利用例としては、名古屋市役所の外壁として使われていることがすでに科学的に確認されていた(西本, 2018; 西本, 2020)が、今回、pXRFによる追加検証も行うことができた。そのほか、肉眼観察では、東京大学医学部、東京都目黒区立郷土歴史館(旧公衆衛生院)、大阪府庁舎などでも報告がある(西本, 2020)。また、郷土誌(川島郷土誌編集委員会, 1995)によれば、かつての東京帝国ホテルや歌舞伎座にも使われていたらしい。本研究は由良石の利用を山陰で確認できた初めての例であり、同石材が広範囲に普及していたことを示す重要な発見と言える。また、石材同定におけるpXRFの有効性についても改めて検証できた。

このように歴史的建造物に使われている石材を岩石学的方法により同定することは、建築石材の歴史学的研究への寄与にもつながり、その文化的価値向上やジオパーク振興等にも貢献できると考えられる。

謝辞

旧兵庫県農工銀行豊岡支店の現地調査にあたり、豊岡市観光文化部文化財室ならびに名古屋市総務局総務課の協力を得た。由良石の研磨見本については矢橋大理石株式会社より、未風化試料については香川大学の寺林優教授より、それぞれ提供いただいた。ここに記してお礼申し上げる。

文献

- 兵庫県教育委員会 (2006) 兵庫県の近代化遺産. 兵庫県近代化遺産(建造物等)総合調査報告書.
- 乾睦子・平賀あまな・西本昌司・中澤努・山下浩之 (2025) ポータブル型蛍光X線分光分析装置を用いた花崗岩石材の産地推定の試み. 日本建築学会技術報告集.
- 川島郷土誌編集委員会 (1995) 川島郷土誌. 川島校区地域おこし事業推進委員会.
- 西本昌司 (2018) 名古屋市庁舎外壁の石材. 名古屋市科学館紀要 44, 3-7.
- 西本昌司 (2020) 名古屋市役所外壁に使われている「由良石」について. 名古屋市科学館紀要 46, 12-16.
- 西本昌司 (2020) 東京「街角」地質学. イーストプレス 200p.
- 西本昌司・乾睦子・中澤努・平賀あまな・山下浩之 (2024) ハンドヘルド蛍光X線分析(XRF)による国産斑レイ岩石材の非破壊同定の可能性. 日本地質学会第131回学術大会講演要旨.
- 新正裕尚・齊藤 哲 (2010) 松山市周辺の瀬戸内火山岩類～高Mg安山岩から珪長質岩まで. 地質学雑誌123, 571-584.
- 巽 好幸・谷健一郎・佐藤佳子・檀原 徹・兵藤博信・川畑 博・羽生 毅・Daniel J. Dunkley (2010) マルチ年代測定による信頼性の高い火山活動年代の推定：小豆島に分布する瀬戸内火山岩類への適用. 地質学雑誌 116, 661-679.

セッション口頭発表 | T3 [トピック] 文化地質学

◆ EDI

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

[2oral111-18] T3 [トピック] 文化地質学

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

17:15 ~ 17:30

[T3-O-18] 丹後半島に分布する近世～近代石造物の石材と鮮新世経ヶ岬層溶岩の比較*川村 教一¹、崎山 正人¹ (1. 兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科)

キーワード：丹後半島、安山岩、石材、近世、近代

はじめに

京都府京丹後市経ヶ岬には明治時代に近くのと灯台を建設した際に採石された跡地があり、岬の先端部に露出する安山岩が近代には石材として活用されたことが知られている。しかし経ヶ岬灯台建設以前にこの石材を用いた石造物は、与謝野町の石仏1例（野田川町，1969）しか知られていなかった。

筆者らは、丹後半島周辺において江戸時代～大正時代の石造物に安山岩を用いた石造物を多数見出した。これらの石材は経ヶ岬付近から採石されたかもしれない。石材と採石地の岩石との対比のためには、双方の岩石学的な比較が直接的な根拠として必要である。そこで筆者らは、石造物の岩石の帯磁率測定を含めた岩石学的調査を行った。本稿ではその石材と経ヶ岬付近の岩石の比較結果を示し、近世～近代における採石地候補を検討する。

経ヶ岬周辺の地質

最近の地質図（中江ほか，2022）によると、経ヶ岬付近の地質は、鮮新統経ヶ岬層から構成される（辻野，2022）。岩石は角閃石の斑晶が目立つ紫蘇輝石角閃石安山岩の溶岩を主体とし一部に火砕岩を伴う（山元・星住，1988）。溶岩は塊状で、柱状節理や板状節理が発達（山元・星住，1988）。色調は灰色～灰白色で、斜長石および有色鉱物の明瞭な斑晶を多量に含む（広川・黒田，1960）。また、黒雲母、普通輝石斑晶を伴うものがある（山元・星住，1988）。

調査

(1)対象

石造物については地理院地図に掲載の神社に加え、現地移動中に見出した寺社の境内において見出した紀年された石造物を調査対象とした。露頭の岩石は、経ヶ岬の先端付近の灯台用採石地跡および、国道178号線沿いを京丹後市袖志の東部～与謝郡伊根町蒲入間で調査した。

(2)方法

川村・崎山（2021）と同様の方法で非破壊により、現地で岩石記載ならびに帯磁率測定を行った。測定機器には携帯型帯磁率計（Terraplus 社製 KT-10）を用意し、なるべく平坦な面を選び、20点ずつ測定し平均値と標準偏差を求めた。

調査結果

(1)石造物

紀年された安山岩の石造物は、燈籠・鳥居・耳石・宝篋印塔ほか石塔であった。岩石記載上

の特徴は、塊状緻密で、色調は主に淡灰色、斑状組織で、白色短柱状の斜長石（主に径1～5mm）、黒色針状～長柱状の角閃石（主に径1～10mm）が見られるほか、輝石類（径2～4mm）を認めることがある。

(2)露頭

岩石記載上の特徴は、塊状緻密で、色調は主に淡灰色ないし灰色、斑状組織で、白色短柱状の斜長石（主に径1～5mm）、黒色針状～長柱状の角閃石（主に径2～7mm）が見られる。

課題

石造物石材と露頭の岩石について岩石記載上の特徴はおおむね共通しているが、角閃石の長径の最大値が両者で異なる。また、径数mmの輝石類を含む岩石は露頭からはまだ見出していない。石造物の石材は経ヶ岬層の安山岩である可能性は高いと思われるが、採石地を確定するまでには至っていない。露頭の調査を追加することが必要である。

謝辞

本研究費用の一部にはJSPS科研費（基盤研究（B）21H00621，研究代表者 先山 徹）を使用した。お世話になった関係各位に謝意を表する。

文献

広川 治・黒田和男（1960）5萬分の1地質図幅説明書 宮津．地質調査所，23+6p．

川村教一・崎山正人（2021）兵庫県養父市関宮町及び大屋町とその周辺に分布する近世・近代の蛇紋岩石造物の石材産地と用途の変遷, 人と自然, 31, 41-54.

中江 訓・辻野 匠・小松原琢・高木哲一・宮川歩夢（2022）20萬分の1地質図幅「宮津」（第2版）．産総研地質調査総合センター．

野田川町（1969）野田川町誌．野田川町，976p．国立国会図書館デジタルコレクション
<https://dl.ndl.go.jp/pid/9572346>

辻野 匠（2022）3,7 山陰—北陸区（新第三系）．20萬分の1地質図幅「宮津」（第2版），産総研地質調査総合センター．

山元孝広・星住英夫（1988）丹後半島新第三系の層序と中期中新世の火山活動．地質学雑誌、94 (10), 769-781．

セッション口頭発表 | T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

◆ EDI

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

[2oral201-12] T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

8:45 ~ 9:00

[T1-O-12]

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

*Swarnaa ANNADURAI MUNUSAMY¹, Jun-ichi ANDO^{1,2}, Kaushik DAS^{1,2}, Dyuti Prakash SARKAR³, Seiichiro UEHARA⁴ (1. Hiroshima University, 2. HiPeR, Hiroshima, 3. Yamaguchi University, 4. The Kyushu Univ. Museum)

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

9:00 ~ 9:15

[T1-O-13]

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

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

◆ ハイライト講演 ◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

9:15 ~ 9:30

[T1-O-14]

ドローン磁気探査による蛇紋岩分布の抽出：赤石山地北部・三波川帯の例

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー

9:30 ~ 9:45

[T1-O-15]

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

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

9:45 ~ 10:00

[T1-O-16]

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

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

10:00 ~ 10:15

[T1-O-17]

ホルンフェルスの面構造・線構造解析：丹沢山地でのケーススタディー

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

10:15 ~ 10:30

[2oral201-12-7add]

休憩

◆ 学生優秀発表賞エントリー

10:30 ~ 10:45

[T1-O-18]

PXRDスペクトルの次元圧縮を用いた後退変成作用の定量評価と空間パターンの可視化：四国三波川変成帯の東五良津岩体周辺部の例

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

10:45 ~ 11:00

[T1-O-19]

三波川帯樋口蛇紋岩体のバデレライト集合体の記録するマントルウェッジの変質イベント時期

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

11:00 ~ 11:15

[T1-O-20]

沈み込み帯におけるスラブ-ウェッジマントル間カップリング深度の地質学的制約：ドラマイラ超高压変成岩ユニットの検討

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

11:15 ~ 11:30

[T1-O-21]

大分県佐賀関半島の高変成度岩ブロックを含む蛇紋岩メランジュの発見

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

11:30 ~ 11:45

[T1-O-22]

長崎変成岩西彼杵ユニットと野母ユニットの蛇紋岩メランジュの比較成因論

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

11:45 ~ 12:00

[T1-O-23]

蛇紋岩マトリックスの球状粒（スフェルール）とその実験的研究

*鳥海 光弘¹ (1. 海洋研究開発機構)

セッション口頭発表 | T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

◆ EDI

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

[2oral201-12] T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

8:45 ~ 9:00

[T1-O-12] Metamorphic History of Serpentinite and Amphibolite in the Sangun-Renge Belt exposed at Sasaguri, Fukuoka Prefecture

*Swarnaa ANNADURAI MUNUSAMY¹, Jun-ichi ANDO^{1,2}, Kaushik DAS^{1,2}, Dyuti Prakash SARKAR³, Seiichiro UEHARA⁴ (1. Hiroshima University, 2. HiPeR, Hiroshima, 3. Yamaguchi University, 4. The Kyushu Univ. Museum)

キーワード : Serpentinite、Cr-spinel、Amphibolite、Sangun-Renge Belt

The Sangun-Renge Belt is a high-pressure type metamorphic belt in southwestern Japan formed during the Late Paleozoic to Early Mesozoic. Around Narubuchi Dam in Sasaguri, Fukuoka Prefecture, serpentinites are exposed alongside high-pressure metamorphic rocks, including amphibolites. This study aims to constrain the metamorphic history of these rocks. The serpentinites in the study area can be classified into the following four types based on their mineral assemblages: (1) Lizardite-Chrysotile serpentinite, (2) Lizardite-Chrysotile-Antigorite serpentinite, (3) Lizardite-Antigorite serpentinite, and (4) Antigorite serpentinite. Their distribution varies across the study area. The northern region of the study area, is dominated by Type-4 serpentinite, characterized by coarse-grained antigorite with undulose extinction. A mylonitic zone formed by shear deformation is also present, where fine-grained antigorite formed through dynamic recrystallization. In contrast, all four types of serpentinite are exposed to the south of the above area. Type-1 serpentinite shows bastite and mesh texture. Type-2 serpentinite retains mesh textures with minor antigorite. Type-3 serpentinite features ribbon texture of antigorite. Type-4 serpentinite preserves pseudomorphic textures after pyroxene, including schiller structures and pyroxene replaced by magnesite and magnesio-anthophyllite. Accessory minerals such as Cr-spinel, magnetite, Cr-magnetite, chlorite, magnesio-anthophyllite, magnesite, and talc-chlorite are variably present among the different types. The composition of the accessory mineral Cr-spinel indicates the origin of the serpentinite as forearc peridotite. The presence of ferritchromite rim in the Cr-spinel grains suggests that the peridotite was re-equilibrated at greenschist to amphibolite temperatures (400-700 °C). A magnetite overgrowth around the ferritchromite rim indicates that the peridotite was serpentinitized after ferritchromitization, which suggests that the serpentinitization occurred at 250-400 °C. The bulk rock chemical analyses show that the serpentinites have very low Al₂O₃ (0.22-0.84 wt.%) and CaO (0.01-0.29 wt.%), and high MgO (34.75-39.63 wt.%). The very low abundances of Al₂O₃ and CaO are similar to the fore-arc peridotite composition. The high contents of Ni (2011-2949 ppm), Cr (1877-3637 ppm) and Co (82-105 ppm) and depletion in the incompatible elements indicate the depleted nature of the parent rock. Amphibolite bodies in the study area occur both as

lenses within serpentinite and as a larger mass in the southern region. Their lithological assemblage is dominated by amphiboles: magnesio-hornblende, tschermakite, ferropargasite, pargasite, actinolite, and tremolite, along with plagioclase. Minor constituents include ilmenite, sphene, zircon, chlorite, and carbonates. Bulk rock chemistry suggests a basaltic protolith with predominantly MORB-like geochemical signatures. The formation temperature of hornblende, interpreted from hornblende-plagioclase thermometry, ranges from 550 °C to 700 °C, while hornblende-only thermometry yields a comparable range of 550 °C to 750 °C. The hornblende grains in the amphibolite are deformed, forming kink bands within which hornblende has been metamorphosed to actinolite. This suggests that the amphibolite was affected by retrograde metamorphism in a greenschist facies condition (250 °C-400 °C). Chlorite observed in the amphibolite is classified as pycnochlorite and ripidolite, and chlorite thermometry suggests retrograde metamorphic temperatures between 230 °C and 430 °C at about 0.2 GPa. In summary, these results show a two-stage metamorphic evolution in the serpentinite: initial equilibration of forearc peridotite under amphibolite to greenschist facies, followed by serpentinization during exhumation. Amphibolites record amphibolitization of a MORB-type protolith during subduction, subsequent incorporation into the continental region, and retrograde metamorphism during exhumation. Future work will involve constructing pseudosections to better constrain the pressure-temperature evolution of the studied rocks.

セッション口頭発表 | T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

◆ EDI

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

[2oral201-12] T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

9:00 ~ 9:15

[T1-O-13] 沖縄県慶良間諸島「阿嘉島剪断帯（新称）」にみる沈み込み帯深部プレート境界剪断帯の形成過程と歪分布*高橋 慧¹、山口 飛鳥¹、大坪 誠² (1. 東京大学大気海洋研究所、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

キーワード：沈み込み帯、四万十帯、剪断帯、塑性変形

一般的な地震よりも遅い滑りにより引き起こされるスロー地震は、地震学および測地学的研究によって沈み込み帯のプレート境界沿いで観測されてきた。中でも、巨大地震の震源よりも深い場所で発生する深部スロー地震は、温度350°C以上に達する摩擦・延性遷移領域もしくは延性領域の剪断帯で発生すると考えられている (Behr and Burgmann, 2021; Kirkpatrick et al., 2021)。しかし、沈み込み帯深部において形成された岩石が露頭として現れるまでには、剪断帯での重複変形や、上昇時の変形など、複数の変形・変成作用を受けていることがほとんどである。そこで本研究では、上昇時の変形や変成の影響が少なく、深部スロー地震に対応する温度圧力条件下で形成されたと考えられる沖縄県慶良間諸島阿嘉島の変形岩を分析することによって、沈み込み帯深部で形成される剪断帯の変形過程の解明を目指した。

調査地域である慶良間諸島阿嘉島は沖縄本島の西方に位置し、四万十帯に帰属すると考えられている (鹿島・高橋, 1978; 知念ほか, 2004)。近年、座間味島・阿嘉島では温度圧力が最大530°C・1GPaに達する高い変成度の岩石の存在が報告されており (山本ほか, 2022)、特に阿嘉島では、緑色岩と砂岩の境界付近においてマイロナイト状の変形組織を示す剪断帯の存在が確認されている (山口ほか, 2022)。この剪断帯は阿嘉島の黒崎 (クルサキ) 西方と端崎 (ハンタヌサキ) の海岸に好露頭があり、北北西-南南東走向に水平距離2.5 km以上にわたり連続すると考えられることから、本研究では「阿嘉島剪断帯」と命名する。本研究では、阿嘉島剪断帯の模式地である端崎において、この剪断帯を構成する砂質変成岩を露頭での岩相の違いから6つに分類した。剪断帯の厚さは約160mであり、面構造は西に20-30°傾斜する。変形の強い箇所はtop to SSEの伸長線構造やσ型のクラストが発達し、それらは剪断帯の構造的上位に局在する。また、変形度の異なる層は明瞭な境界面をもって接しており、それらが繰り返し現れる。微細構造については、露頭および試料観察の両方で、石英や長石の集合体、白色および黒色のバンド状構造が確認される。なお、石英・長石の集合体について山口ほか (2022) は砂岩中の礫岩と推定したが、石英・長石以外の鉱物をほとんど含まないことから結晶成長によって形成されたポーフィロブラストと判断した。偏光顕微鏡観察の結果、石英ポーフィロブラストには波動消光が確認され、動的再結晶による転位クリープの可能性を示す。長石ポーフィロブラストには包有物が含まれていたが配列に規則性はなく、変形初期段階で結晶が成長したことを示唆する。レンズ状に延びた多結晶石英のポーフィロブラストや、主に細粒の石英と長石からなる白色のバンド状構造は、亜粒子回転による動的再結晶を示す粒界形態を呈する。黒色のバンド状構造は主に雲母により構成され、ときにキンクが観察される。

以上の観察および推定される変形機構から、阿嘉島剪断帯の形成過程を推定する。本研究では、剪断帯の変形過程を6つの段階（Stage 0～5）に分類した。これは露頭観察での6つの岩相分類と対応している。Stage 0では砂岩に層理面が見られる程度だが、Stage 1では圧力溶解により雲母が集まり面構造が形成された。Stage 2では温度上昇でポーフロブラストが生成され、周囲の物質を取り込んで包有物が形成された。Stage 3では転位クリープによる変形が始まり、Stage 4では動的再結晶により石英・長石が細粒化し、バンドが形成された。細粒バンドでは粒界すべりが起こり変形が集中、Stage 5でその変形がさらに進行した。露頭観察においても確認された剪断帯内部における変形の局所化は、この細粒バンドでの動的再結晶によるさらなる細粒化および粒界すべりの卓越が原因と考えられる。

文献：

Behr, W.M., Bürgmann, R. (2021) *Phil. Trans. R. Soc. A*, 379 (20200218)

知念正昭・新城竜一・加藤祐三 (2004) 岩鉱, 33, 208-220.

鹿島愛彦・高橋治郎 (1978) 琉球列島の地質学的研究, 3, 31-38.

Kirkpatrick, J.D., Fagereng, Å., Shelly, D.R. (2021) *Nat. Rev. Earth Environ.*, 2, 285-301.

山口飛鳥・山本一平・中村佳博・針金由美子・奥田花也(2022) JpGU2022年大会.

山本一平・山口飛鳥・谷健一郎・瀨瀬佑衣・中村佳博・針金由美子(2022) JpGU2022年大会.

セッション口頭発表 | T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

◆ EDI

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

[2oral201-12] T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

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

◆ ハイライト講演 ◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

9:15 ~ 9:30

[T1-O-14] ドローン磁気探査による蛇紋岩分布の抽出：赤石山地北部・三波川帯の例

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

【**ハイライト講演**】 近年、ドローンを使った地球物理学的観測により、広域な観測を簡単かつ低コストに実施できるようになった。本公演は、蛇紋岩岩体（長野県赤石山）のドローン磁気探査を行った結果を報告しており、次世代型の地質調査に関する展開が紹介される。 [※ハイライト講演とは...](#)

キーワード：ドローン（UAV）、磁気探査、蛇紋岩、三波川帯、岩石磁気

マントル起源の蛇紋岩は、地球深部の理解にとって重要な岩石である。特に、高圧変成帯に分布する蛇紋岩は、沈み込み帯での地震発生や深部流体の挙動と関わる。また、蛇紋岩分布域は地すべりのリスクが高い地質体として、加えて近年では天然水素の貯留層としての工学的な関心も高まっている。こうした背景から、蛇紋岩の正確な分布把握は学術的・実用的に極めて重要であるが、山岳地の急峻な地形や低地の植生により、従来の野外踏査では限界がある。蛇紋岩は形成過程で磁鉄鉱を多く含み、他の岩石に比べて顕著に高い磁性を有する（中塚、2012）。本研究では、この特性を活用し、ドローン搭載型磁力計による蛇紋岩分布の抽出を試みるとともに、地表で得られた地質情報との対応関係を検証することを目的とした。

調査対象は、赤石山地北部・三波川帯に分布する2地域（各約0.5 km²）で、一方は泥質片岩に挟まれた芝平地域の蛇紋岩体、もう一方は苦鉄質片岩に挟まれた鷹岩地域の蛇紋岩体である。両地域とも、蛇紋岩は幅300 m以下の南北に細長く分布し、岩相境界は高角傾斜を呈す。ドローン磁気測定（全磁力）には、DJI社製Matrice300RTK（マルチコプター型）を使用し、機体底部から長さ5 mのケーブルケーブルでGEM Systems社製の光ポンピング式磁力計（GSMP-35U）を吊り下げて計測を行った。飛行は対地高度60 m、測線間隔25 m、速度約6 m/sで自動航行させた。地質学的解析としては、野外踏査による岩相分布の把握、肉眼・鏡下での岩石組織観察、および岩石試料の自然残留磁化（NRM）・磁化率測定を行った。両地域の蛇紋岩は、いずれも磁鉄鉱を普遍的に含み、周囲の泥質片岩や苦鉄質片岩に比べて、NRM・磁化率は優位に高い値（NRMは約10²~10⁴倍；磁化率は10¹~10²倍）を示す。ドローン磁気測定により得られた全磁力値（補正なし）の平面分布は、両地域ともに、幅200 m以上の蛇紋岩体付近で高磁場の集中を示し、岩相分布とある程度の整合性が認められた。ただし、これら大規模岩体においても一部では対応しない領域が認められ、また、幅数十m以下の小規模岩体では明瞭な対応関係は得られなかった。一方、全磁力値の一次微分から求めた傾斜量分布については、小規模岩体を含めて、傾斜の急変域と岩相境界との良好な一致が確認された。このことから、補正を行わない全磁力値でも数百m規模の蛇紋岩体であ

ればドローン磁気測定により迅速かつ概略的な把握が可能であり、傾斜量を併用することで、より小規模な蛇紋岩体の抽出も可能であることが示唆される。

加えて、全磁力値を基に、産業技術総合研究所公開の空中磁気探査データ処理プログラム AMSS3 (Nakatsuka and Okuma, 2018) を用いて、地磁気日変化補正を行った後、IGRF残差磁気異常図、磁化強度分布図、極磁力異常図を作成した。これらを岩相分布と比較した結果、特に磁化強度分布図においては、小岩体を含めて明瞭な対応関係が得られた。このことは、本研究対象程度のスケールにおいて、磁化強度図が有効であることを示すとともに、適切なデータ処理を施すことで、数十m以下の小規模岩体の抽出・マッピングが可能であることを示唆する。

本研究は、ドローンによる空中磁気探査が、蛇紋岩体の迅速かつ効率的な抽出手段となり得ることを示す。また今後、より高精度な空中磁気データと地質学的観察を連携させることで、蛇紋岩体内部における磁鉄鉱含有量の空間不均質性をはじめとした、詳細かつ広域的な鉱物マッピングの実現にもつながることが期待できる。

【引用文献】

中塚, 2012, 物理探査ニュース, no.15, 1-3.

Nakatsuka and Okuma, 2018, GSJ Open-file-Report, no.648.

セッション口頭発表 | T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

◆ EDI

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

[2oral201-12] T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー

9:30 ~ 9:45

[T1-O-15] 接触変成作用による超マフィック岩の微量元素組成変化：西南日本内帯，多里-三坂岩体の例

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

キーワード：脱蛇紋岩化反応、接触変成作用、変成かんらん岩、独立成分分析

蛇紋岩化による蛇紋岩への元素固定 (特にH₂Oや流体移動元素(FME))と、脱蛇紋岩化による元素の放出は、特に沈み込み帯での元素循環において重要なプロセスである可能性が指摘されている (例えば, Scambelluri et al., 2019). 高圧～超高压変成岩に伴う変成かんらん岩の研究によって、脱蛇紋岩化の際の元素移動の理解は比較的進んでいるものの (例えば, Scambelluri et al., 2015), 研究対象となる試料の原岩組成は不明確であり、後退作用の影響も無視できない. その一方で、火成岩の貫入に起因した接触変成作用により、蛇紋岩から形成された変成かんらん岩の組成変化については、脱蛇紋岩化反応の進行度合いにあわせた、連続的な組成変化を読み取ることが可能である. そこで本研究では、接触変成作用を被っている多里-三坂地域の超マフィック岩について、原岩の初生的な地球化学的特徴を明らかにするとともに、変成かんらん岩の変成度に応じた連続的な全岩化学組成変化の評価を行った.

多里-三坂超マフィック岩体は、古生代のマントルウェッジを起源とする大江山オフィオライトに属しており、岩体の大部分が蛇紋岩化した融け残りハルツバーシャイトで構成されている (例えば, Nozaka, 2014). 白亜紀後期から古第三紀には、超マフィック岩体に火成岩類が貫入し、最高変成度で変成直方輝石が形成されている (例えば, Arai, 1980).

接触変成作用の影響が軽微な試料の全岩微量元素組成ではFMEを僅かに含み、希土類元素(REE)や価数の大きい元素 (HFSE)に枯渇していることから、先行研究と同様に、多里-三坂超マフィック岩体はマントルウェッジ起源の融け残りかんらん岩に由来すると考えられる. 接触変成作用以前の鉱物組合せや全岩組成からは、大江山オフィオライトの他の岩体から報告があるような、角閃岩相でのスラブ流体による交代作用の痕跡は認められなかった. 一方で, Khedr et al. (2010)が八方尾根から報告したような、細粒な単斜輝石に置き換えられた直方輝石仮像は、比較的Cs, Rb, B, Srに富んでおり、より低温でのスラブ流体による交代作用によって形成されたと考えられる.

変成度の異なる変成かんらん岩の全岩微量元素組成について、独立成分分析 (ICA)を行った結果、4つの独立成分 (IC)が分離された. 貫入岩体からの距離や変成鉱物のモード量、微量元素組成と対応するIC1は、接触変成作用に伴う組成変化と関連していると解釈される. IC1では、一部のFME (Cs, Rb, Li)や軽希土類元素 (LREE)の正の負荷量が大きく、概ね貫入岩体に近い試料ほどこれら元素に富む傾向を示す. 花こう岩質の含水メルトや水性流体が、これら元素を比較的多く含む (例えば, Sasaki et al., 2003)ことから、貫入岩から変成かんらん岩への元素流入があったことが示唆される. また、IC1におけるB, Srの弱い負の負荷量は、貫入岩体に近い試料でのこれら元素の放出を意味している. これらの貫入岩体からの距離に応じた組成変化は、アイソコン分析などからも同様の結果が得られている.

調査地域の初生的な蛇紋岩が微量元素に枯渇していた一方で、貫入岩体からの元素流入を経験した変成かんらん岩の微量元素組成は、堆積物成分に富むスラブ流体の影響を被った蛇紋岩や、そうした蛇紋岩を原岩とした広域変成作用由来の変成かんらん岩 (Cima di Gagnone; Scambelluri et al., 2015)の組成と類似している。沈み込み帯では、堆積物の後背地が大陸縁辺部であるため、貫入時の花こう岩や花こう岩流体は、それぞれ沈み込む堆積物由来の珪酸塩メルト、メルト起源流体あるいは脱水流体に近似できる可能性がある。特に、Cima di Gagnoneの変成かんらん岩とは全岩だけでなく、鉍物微量元素組成でもよい一致を示しており、地殻成分が十分に流入した超マフィック系では、脱蛇紋岩化時の微量元素の挙動が類似する可能性を示唆している。

文献:

- Arai, 1980, J. Petrol., 21, 141-165.
Khedr et al., 2010, Lithos, 119, 439-456.
Nozaka, 2014, Lithos, 184, 346-360.
Sasaki et al., 2003, Resour. Geol., 53, 127-142.
Scambelluri et al., 2015, Earth Planet. Sci. Lett., 429, 45-59.
Scambelluri et al., 2019, Eur. J. Mineral., 31, 405-428.

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

[2oral201-12] T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

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

9:45 ~ 10:00

[T1-O-16] 赤石山地北部・三波川帯における接触変成岩中炭質物のラマン分光分析を用いた石墨化度の不均質性検出

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

キーワード：接触変成作用、炭質物、ラマン分光分析、不均質性、泥質岩、熱水活動、三波川帯

貫入マグマの熱影響により形成された接触変成岩は、地下深部で発生する火成活動・流体活動の手掛かりになる。本研究対象の赤石山地北部・三波川帯に貫入する木舟深成岩体周辺では、超苦鉄質岩の変成反応解析に基づき活発な熱水活動の痕跡が検出されている (e.g., 延原ほか, 2025)。また、泥質岩では、高温での脱水反応により形成されたと考えられる堇青石やアルカリ長石が確認されている (e.g., Mori et al., 2025)。今回、泥質岩中の炭質物のラマン分光分析により、熱水の影響に起因すると考えられる石墨化度の不均質性を検出したので報告する。

木舟深成岩体周辺の泥質岩は、貫入境界から約4 km以内の範囲で、黒雲母が普遍的に認められるとともに、貫入境界近傍では、紅柱石、堇青石、アルカリ長石も出現する。また、非接触変成域では豊富に炭質物が観察される一方で、黒雲母出現域では炭質物量が急減する。本研究では、炭質物ラマン分光分析用に、貫入岩体周辺の東西約3 km、南北約10 km以内の範囲において泥質岩試料を採取した。これら試料は、鏡下での組織観察に基づけば、炭質物は、他の鉱物内に包有されたもの (inclusion carbonaceous material: ICM) と、鉱物粒間に存在するもの (grain boundary carbonaceous material: GBCM) の二つのタイプに大別できる。今回は、炭質物ラマン温度計 (Kaneki & Kouketsu, 2022; Kaneki et al., 2024) により得られる温度値を石墨化度の指標として、同一試料内においてICMとGBCMのそれぞれでデータ解析を行った。

非接触変成域では、GBCMおよびICMの平均値 (T_{GB-ave} および T_{I-ave}) とばらつきは、貫入境界からの距離もしくは炭質物のタイプによらず、類似する。一方、接触変成域では、 T_{GB-ave} および T_{I-ave} ともに貫入境界に近づくにつれて上昇するとともに、同一試料内では常に $T_{GB-ave} > T_{I-ave}$ を示す。また、接触変成域のばらつきは、非接触変成域に比べて顕著であるとともに、同一試料内では、GBCMの方がICMに比べて大きい。特に平均値が約450 °Cを超えるGBCMでは、最大値と最小値の温度差が200~300 °Cに達する場合もあり、顕著な不均質性が認められる。

上記、組織別の温度データの特徴は、GBCMがICMに比べて石墨化度が進行していることに加え、GBCMが示す高い不均質性は、定常状態に達する前に終息した短期間の高温熱イベントを反映している可能性 (e.g., Kouketsu et al., 2019) がある。また、接触変成域のGBCMが示す高温条件 (> 450 °C) は、黒雲母や堇青石といった脱水反応を伴う接触変成鉱物の出現と整合的である。これらを考慮すると、GBCMが示す高温条件と大きなばらつきは、比較的短時間で発生した熱水活動により、石墨化がある程度進行したことを示唆する。ただし、

定常状態には至らず、その結果として試料内に顕著な不均質性が生じたと考えられる。また、炭質物の急減は、これら接触変成鉱物の生成時に放出される高温流体の供給によるガス化反応 ($2C + 2H_2O = CH_4 + CO_2$) の促進 (Pattison, 2006) で説明可能である。一方、ICMの温度構造が貫入熱伝導モデル (Mori et al., 2025) に概ね対応することを考慮すると、ICMは外部とのやりとりが困難な包有環境下であったために、熱水活動の影響を免れ、伝導による熱履歴を保持したと推察される。

本研究は、同一試料内における炭質物の組織選別を伴うラマン分光分析および関連する石墨化の不均質性評価が、貫入熱影響（伝導）と熱水活動（移流）という二つの熱輸送プロセスを反映した複雑な熱履歴の解明に有効であることを示唆する。

【引用文献】 Kaneki & Kouketsu, 2022, *Island Arc*, 31, e12467 ; Kaneki et al., 2024, *PEPS*, 11, 35 ; Kouketsu et al., 2019, *Geology*, 47, 522–526 ; Mori et al., 2025, *Tectonophysics*, 907, 230759 ; 延原ほか, 2025, *JpGU2025*, SMP28-14 ; Pattison, 2006, *Lithos*, 88, 85–99.

セッション口頭発表 | T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

◆ EDI

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

[2oral201-12] T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

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

10:00 ~ 10:15

[T1-O-17] ホルンフェルスの面構造・線構造解析：丹沢山地でのケーススタディー

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

キーワード：丹沢山地、ホルンフェルス、結晶の選択配向、面構造、線構造

＜丹沢山地の変成岩＞

神奈川・山梨県境の丹沢山地では、中新世の酸性深成岩の周りにホルンフェルスや結晶片岩が分布することが知られている。本研究では、特にホルンフェルスと結晶片岩の面構造と線構造の強さに注目した。

＜面構造・線構造＞

深成岩体の南側に分布している結晶片岩には明瞭な面構造が発達している。一方、線構造に関しては際立って明瞭ではないが肉眼観察で確認は可能である。これに対して深成岩の東側に分布しているホルンフェルスについては、肉眼観察では面構造と線構造のどちらも確認できなかった。本研究ではEBSD (Oxford Symmetry S2)と解析ソフトMTEX (Mainprice et al., 2014の方法) を利用し、予想的に転石を使って、特に角閃石と雲母の格子配列を調べた。

＜選択配向データ（ポールフィギュア）の定量化＞

シュミットネット上のファブリックパターンを定量化するためにMasuda and Omori (2021) で提案した分布関数（これを蒲郡モデル（仮）と称する）を利用した。この分布関数は直交三方向の対称性を前提にフォン・ミーゼス分布を3次元に発展させたもので、元々は応力場での核形成の異方性を反応速度論で記述したものであるが、それを流用（目的外使用）した。このモデルでは方位の集中度を κ ($\kappa > 0$) で、また方位異方性を ψ ($0 \leq \psi \leq 1$) で表す。EBSDにより岩石試料中の雲母と角閃石のファブリックパターンを計測し、それと最も類似している蒲郡モデルパターンを選別する。選別されたパターンを生じた κ と ψ をその岩石試料の κ と ψ とする、という方法（基本的には絵合わせ）を用いた。

＜フィッティング＞

実際に計測されたファブリックパターンと、 κ と ψ をそれなりに選択したモデルパターンとの類似性（フィッティング）は満足できるレベルであり（“満足”の内容は講演で確認されたし）、計測したファブリックパターンから適切な κ と ψ を引き出すことができた。

＜シミュレーション＞

得られた κ と ψ が有意であるかどうか、のシミュレーションを2次元のフォン・ミーゼス分布を仮定して行い、測定粒子数が1,000個以上の場合には、 $\kappa > 0.2$ では5%の危険率で方向性が認定されることがわかった。

＜結果＞

丹沢のホルンフェルスで計測された角閃石の κ は ~ 0.9 、 ψ は ~ 0.5 だったので、このモデルに基けば面構造・線構造があることが確認できた。解析したサンプルは転石なので、面構造・

線構造と貫入岩体との実際の方位関係は不明である。

＜見通し＞

ホルンフェルスと言われている岩石にも格子定向配列が認められた。今後、ホルンフェルスの定方位サンプリングを行い、深成岩体の周囲の岩石の面構造・線構造解析を行えば、深成岩体の貫入に伴う変形現象を検討することが可能であると考ええる。丹沢山地は国定公園なので、露頭からのサンプリングには県の許可が必要である。しかるべく許可を得て研究を進める予定である。

＜教訓または拡大解釈＞

従来、構造岩石学的研究の対象になっていなかった岩石（ホルンフェルス）にも、面構造や線構造解析を試みる価値があると確信する。

＜補足＞

深成岩体に捕獲されたゼノリスにも格子定向配列が確認できた（ $k=0.3\sim0.7$ 程度）。ゼノリスの研究も深成岩体の貫入に伴うプロセスを理解する手がかりになると考えられる。

＜引用文献＞

Mainprice, D., Bachmann, F., Hielscher, R., Schaeben, H., 2014. Geological Society of London Special publications, 409, 251-271.

Masuda, T., Omori, Y., 2021. Journal of Structural Geology, 146, 104275.

セッション口頭発表 | T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

◆ EDI

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

[2oral201-12] T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー

10:30 ~ 10:45

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

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

キーワード：後退変成作用、加水反応、次元圧縮手法(PCA、UMAP)、PXRDリートベルト解析、東五良津岩体

沈み込み帯プレート境界における流体活動は、大規模な元素移動や地震活動などの動的プロセスを考える上で非常に重要であり、その直接的証拠として後退変成作用による加水反応が挙げられる。Okamoto and Toriumi (2005)では、四国三波川変成帯の塩基性片岩を採取し、加水して成長するアクチノ閃石の成長率を指標として加水の空間的不均質性を議論した。しかしこのようなEPMAによる分析は、多試料に対してコストが膨大となる。そこで松野 (2025)は試料の代表的データを効率的に得る手法として、多試料を粉末にしてX線回折するPXRD分析を行った。そして多数のPXRDスペクトルデータに教師なし機械学習手法である次元圧縮手法を適用し、データの主要変動要因や連続的変化の抽出を試みた。すると試料群に内在する変成作用ステージの連続的変化が可視化された。本研究では同様に、後退変成作用を受けた東五良津岩体周辺部を対象に、高精度PXRD分析を行い次元圧縮を適用することで、採取エリアの空間パターン及び特徴量の変化を検討した。

四国三波川変成帯別子地域の東五良津岩体はザクロ石含有変斑れい岩であり、周囲にはザクロ石含有塩基性片岩や泥質片岩が分布する(Ota et al., 2004)。この一帯はエクログャイト相まで沈み込んだ後、上昇期に複数段階の後退変成作用を受けており、特に岩体の境界部では後退変成作用を受けた組織が顕著に見られる。我々は岩体南東部の境界部を横断する2つのルートで計82試料を採取した。試料は粉末化し放射光施設SPring-8のビームラインBL19B2にて高精度にPXRD分析を行った。得られたスペクトルはリートベルト解析により全岩鉱物量比を求めた。同時にスペクトルデータに対して、教師なし次元圧縮手法であるUMAP (Uniform Manifold Approximation Projection)及びPCA(主成分分析)を適用し、類似性や特徴量を抽出、可視化した。UMAPは入力された多次元データを2次元上で表現する手法であり、類似したスペクトルほど近い位置にプロットされるため、スペクトル間の類似性を可視化できる。PCAはデータの分散が最大となる直線軸(主成分軸)を取ることで、データを最も説明する変数から捉える手法である。ここで、各主成分に対して元の変数(回折角)が寄与する割合を負荷量と、各軸の表現する情報量の割合を寄与率と、各軸上の値を得点と定義する。

結果について、PXRDのスペクトルからは主要なピークとして石英、角閃石、緑簾石、斜長石が確認された。次元圧縮の結果について、まずUMAPによって試料群は連続的にプロットされ、K-means法によって9つのクラスターに分かれた。ある程度原岩の種別が反映されており、地質学的知見がなくともPXRD分析のデータで原岩を判別できる可能性が示唆され

た。さらに各クラスターの試料群は、岩石の組織と全岩鉱物量比が比較的類似した。空間分布もクラスター毎に概ねまとまり、採取ルートに沿ってクラスターが滑らかに変化する分布を示した。よって粉試料のPXRDスペクトルは、岩石の組織や全岩鉱物量比、空間分布に対応した情報を持つことが示唆された。次にPCAの結果を示す。まず負荷量について、元の変数である回折角のうちピークの回折角は特定鉱物を示すため、各鉱物の代表ピーク(他鉱物と重ならない最大強度のピーク)に対する負荷量を以て、主成分と鉱物量比の関係として解釈することができる。つまり、ある鉱物の代表ピークにおける負荷量が正であれば、主成分はその鉱物量比が増加する方向、負であれば減少する方向の成分である。また、負荷量の絶対値が大きいほど量比の変化は大きい。PC1(寄与率29%)、PC2(寄与率17%)、PC3(寄与率11%)について、負荷量の絶対値から今回のデータを説明する主要鉱物は角閃石、緑簾石、石英、斜長石であることがわかった。続いて各主成分スコアの空間分布を考えると、東五良津岩体外部から内部に向かい、PC1~3の得点が正または負の相関関係を示した。主成分と各鉱物量比の関係も踏まえると、岩体内部に向かって角閃石、緑簾石、斜長石の量比が大きく、石英の量比が小さくなる連続的なトレンドが得られ、この変化が試料群の最も主要な特徴であることが示された。この地質学的な意味について、特に加水の影響をどのように反映しているかについては今後検討していく。

参考文献

- A. Okamoto and M. Toriumi (2005). *J. metamorphic Geol.*, 23, 335–356
- 松野哲士 (2025). *岩石鉱物科学*, 54, 1-5
- Ota et al. (2004). *Lithos*, 73, 95-126

セッション口頭発表 | T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

◆ EDI

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

[2oral201-12] T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

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

10:45 ~ 11:00

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

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

キーワード：沈み込み帯、変成岩、交代作用、ジルコニウム

低温高圧変成帯である三波川帯の変成岩中には数十cmから数kmスケールまで大小様々な岩塊で蛇紋岩が点在し、それらはかつての沈み込み帯深部におけるスラブとマントルウェッジの境界領域の地質記録である。この領域での変成・交代作用によって生じる鉱物種、岩石組織、地質構造はプレート沈み込み帯の地震活動に影響することから注目されている[1]。この領域の代表的な地質記録の一例として、埼玉県長瀬町の荒川河原に露出する三波川変成帯の樋口蛇紋岩体(HSB)がある。HSBは15 m× 8 mの小規模な岩体で、変形によりブロック-イン-マトリックス構造を持つアンチゴライト質の蛇紋岩からなり、周囲は泥質片岩に囲まれ、境界部分には厚さ数十cmの緑泥石岩と緑閃石岩の層がある。また、HSB内部には炭酸塩鉱物(苦灰石、方解石)と滑石からなる幅数十cmに至る脈が多数貫入している。この炭酸塩-滑石脈は、周囲の泥質片岩中の石墨の酸化で生じた二酸化炭素によって超苦鉄質岩の炭酸塩化が起こるとともに、放出されたシリカと蛇紋石との反応から滑石が生じて形成したと考えられている[2]。我々はHSBの蛇紋岩の中から長径2 mmに及ぶバデレイトの繊維状結晶の集合体を発見し、その年代値と微量元素組成を報告した[3]。バデレイト集合体はHSBの中の約50cm程度の1つの蛇紋岩ブロックのみから見出され、他に約50 kgほどの蛇紋岩試料を観察したが見つからなかった。バデレイト集合体の外形はやや角張った短柱状で、縁辺には多孔質のジルコンリムが20μm以下の幅で生じている。LA-ICPMSによるU-Pb年代測定の結果、これらバデレイト、ジルコンリムは共に約96±3 Maを示した。さらに、バデレイト・ジルコンリムは共に軽希土類元素と重希土類元素の両方に富み、またバデレイトの一部とジルコンリムはEuの正異常や10を超える極めて高いTh/Uを示すという特異な組成を持つ。これらの特徴から、以下のような過程をバデレイト集合体は経験したと推定される。まず、ヒスイ輝石岩や曹長岩、ロディン岩などの交代岩で生じたジルコン巨晶が、超苦鉄質岩の中に機械的に混入する。その後、ジルコンのシリカはかんらん石の蛇紋岩化に消費され、繊維状バデレイト集合体からなる仮晶に変化する。マントルウェッジの蛇紋岩がHSBとして断片化して泥質片岩の中に取り込まれると、炭酸塩化に伴ってシリカ活動度が上昇し、滑石の形成とともにバデレイト集合体に多孔質ジルコンリムを形成する。バデレイト・ジルコンリムが共に約96±3 Maの年代を示すが、これは炭酸塩化の際の年代値であり、バデレイトは鉛ロスによって上書きをされた年代を、ジルコンリムは形成年代を各々意味していると考えられる。これらの年代は、本地域の泥質片岩の白雲母K-Ar年代84-72 Ma[4]や四国から報告されているエクロジャイト変成年代90-88 Ma[5]よりも若干古い。泥質堆積物がスラブとともに沈み込んで変成し、マントルウェッジの蛇紋岩体を取り込んだ後、数Maほど滞留してから上昇が始まったというシナリオが想像される。バデレイト集合体の元のジルコン

巨晶や、その母岩であった変質岩は蛇紋岩化によって完全に消失しており手がかりは無いため、今回の発見物に対する来歴には謎が残るが、このようなアクセサリ鉱物の分析によって三波川変成帯での変成・変形イベントに年代値を与えられた意義は大きいだろう。

引用文献: [1] Oyanagi and Okamoto (2024). Nat. Commun. [2] Okamoto et al. (2022). Nat. Commun. [3] Sawada et al. (2025). Sci. Rep. [4] 平島ほか(1992). 地質雑. [5] Knittel et al. (2024) Elements.

セッション口頭発表 | T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

◆ EDI

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

[2oral201-12] T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

11:00 ~ 11:15

[T1-O-20] 沈み込み帯におけるスラブ-ウェッジマントル間カップリング深度の地質学的制約：ドラマイラ超高压変成岩ユニットの検討*星 輝¹、ウォリス サイモン¹ (1. 東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻)

キーワード：沈み込み帯、熱構造、スラブ-ウェッジマントル間カップリング深度、超高压変成岩、ドラマイラ岩体

沈み込み帯の熱構造は、そこで起きる物質循環や地震、火山活動などの様々な物理化学プロセスを考えるさいの境界条件として重要である。この熱構造を数値計算で再現する熱モデルでは、スラブとウェッジマントルが地質学的時間スケールでデカップリングした状態からカップリングした状態に移行する深度(Dc)が重要なパラメータである。Dcは従来、現在の沈み込み帯を対象に熱モデリングと地殻熱流量の観測データとを組み合わせで推定され、どの沈み込み帯でもほぼ共通して深さ約70-80 kmだと考えられている(Wada & Wang, 2009)。しかし、観測データが限られた地域では十分な制約ができないこともあるため、地質学的方面からの検証が必要である。

超高压変成岩は、プレート収束域において約100 km以深までの沈み込みを経験しているため、そのprograde P-TパスにはDcを含む深度域におけるスラブ上面付近での温度圧力変化が記録されている可能性が高い。熱モデルによれば、スラブ-ウェッジマントル間のカップリングにより誘起されるマントル流動の影響で、スラブ上面温度はDcの深さで急上昇する(例えば、van Keken et al., 2002)。この温度上昇をprograde P-Tパスから見出すことでDcを地質学的に制約できる。このような議論は一部の超高压変成岩体についてなされているものの(例えば、Xia et al., 2025)、他の多くの岩体では十分に検討されていない。

そこで本研究では、西アルプスに分布するドラマイラ岩体の超高压変成岩ユニット：Brossasco-Isasca Unit (BIU)に注目した。BIUは、変成プロセスや形成時のテクトニックセッティングに関する先行研究が豊富で、特にprograde P-Tパスが推定されていることからDcの制約に適している。加えて、BIUの沈み込み時期は大陸衝突より前であるため、現在の沈み込み帯との比較にも適している。

BIUでは、沈み込みから変成ピークにかけて推定された温度圧力条件について、圧力約2.8 GPaに150-200 °Cの温度ギャップが存在し(Groppo et al., 2019)、それ以浅でのprograde P-Tパスの外挿では変成ピーク時の温度圧力条件を説明できない。また、地質学的に推定された上昇速度や岩体規模をもとに熱モデリングによって上昇初期のP-Tパスを計算すると、剪断熱を考慮してもヘアピン型のP-Tパスが得られる。これらは、2.8 GPa付近で温度が急上昇する屈曲したprograde P-Tパスを想定することで同時に説明できる。このP-Tパスは、BIUと同時期に沈み込んだ周囲の(超) 高压変成岩ユニットから得られている温度圧力推定

(Groppo et al., 2019, 2025)とも整合的である。したがって、BIUの沈み込み時にはスラブ上面付近の温度が約2.8 GPa (深さ約90 km)で急上昇し、この深さでスラブ-ウェッジマントル間のカップリングが起きていたと考えられる。この結果と、世界の他の(超) 高压変成岩体や現在の沈み込み帯でのDc推定結果とを比較することで、異なる沈み込み帯でDcが共

通かどうかについて議論できる.

引用文献

Wada & Wang (2009) *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 10, Q10009.

van Keken et al. (2002) *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 3, 1056.

Xia et al. (2025) *J. Metamorph. Geol.*, 43, 161-190.

Groppo et al. (2019) *EJM*, 31, 665-683.

Groppo et al. (2025) *J. Metamorph. Geol.*, 43, 359-383.

セッション口頭発表 | T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

◆ EDI

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

[2oral201-12] T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

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

11:15 ~ 11:30

[T1-O-21] 大分県佐賀関半島の高変成度岩ブロックを含む蛇紋岩メランジュの発見*宮下 敦¹、村上 丈司²、笠木 明、辻森 樹³ (1. 放送大学、2. 福岡石の会、3. 東北大学)

キーワード：蛇紋岩メランジュ、三波川変成岩類、黒瀬川帯、ざくろ石藍閃石片岩、フェンジャイトK-Ar年代

佐賀関半島の三波川変成岩類は緑泥石帯からざくろ石帯低温部の低い変成条件を示すとされてきた(宮崎・吉岡, 1994). 園田(1985)は、佐賀関半島北縁部三波川変成岩類の構造上の最下位に、「ホルンブレンド砂質片岩」を含む種々の岩相が混在する部分を認め、「福水層」を定義した. そして、福水層は、それより構造上上位の岩体である「佐賀関ナップ」の基底となるテクトニック・メランジュの性質を持っていると考えた. また、福水層中の黒雲母帯に相当する粗粒な泥質片岩は「巨大な蛇紋岩体に含まれて存在する」とした. 一方、Kawaguchi et al., (2020)は、佐賀関半島・中の原付近の三波川変成岩類北縁部に、473MaのジルコンU-Pb年代を持つ閃緑岩-石英閃緑岩を発見し、黒瀬川帯が三波川帯に直接衝上していると考えた.

最近、筆者らは、園田(1985)が福水層模式地とした福水港東側の海岸で泥質片岩や珉質片岩をブロックとして包有する蛇紋岩メランジュを確認した. ブロックと蛇紋岩の接触部には反応縁は観察されない. この蛇紋岩メランジュの近傍で、ざくろ石藍閃石片岩、直径約1cmのざくろ石を含むざくろ石角閃岩、藍閃石緑れん石片岩などの高度変成岩類の転石を発見した. 転石の中には1辺が5m以上に達する巨礫が存在する. 陸域側に同様の岩石の露頭がないことや、海岸部の地質状況から判断して、これらの高変成度岩類の露頭は、蛇紋岩メランジュの海底延長部にあると推定される.

発見された高変成度岩類に共通に含まれる藍閃石は、Glaucophane~Ferro-glaucophaneの分類境界付近の化学組成を示す. ざくろ石藍閃石片岩中のざくろ石は、Mnに富む顕著なコアと、Feに富むマントル部分、およびCaに富むリムの部分を持つ組成累帯を示す. この特徴は、四国・眉山地域のざくろ石藍閃石片岩(Kabir and Takasu, 2016)と類似する.

佐賀関半島福水海岸の高変成度岩類は、地質構造上の位置や蛇紋岩メランジュの特徴を持つことから黒瀬川帯への帰属が推定されるが、黒瀬川帯の藍閃石片岩でざくろ石を含むものは知られていない. 逆に、岩相や変成鉱物組み合わせの特徴は四国中央部三波川変成岩類と共通点があるが、佐賀関を含む九州の三波川変成岩類相当岩体では、これまで報告例がない. 講演要旨投稿時点では、この岩体の帰属は黒瀬川帯と三波川帯の両方の可能性がある. 帰属を決定するため、ざくろ石藍閃石片岩中のフェンジャイトK-Ar年代を測定中である.

引用文献

Kawaguchi et. al., (2020), *Geoscience Frontiers*, 11, 1441-1459,
DOI:/10.1016/j.gsf.2020.01.001.

Kabir M. F. and Takasu A. (2016), *Metamorphic Geol.* 34, 893-916,
DOI:/10.1111/jmg.12198.

宮崎一博・吉岡敏和, (1994), 佐賀関地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 40頁.

園田研之, (1985), 吉田博直先生退官記念論文集. 371-385.



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

[2oral201-12] T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

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

11:30 ~ 11:45

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

*西山 忠男¹、重野 未来²、森 康²、宮崎 一博³ (1. 熊本大学、2. 北九州市自然史博物館、3. 産総研)
キーワード：蛇紋岩メランジュ、長崎変成岩、西彼杵ユニット、野母ユニット、沈み込み帯

九州西端の白亜紀沈み込み変成岩である長崎変成岩の西彼杵ユニットと野母ユニットには、特徴の異なる蛇紋岩メランジュ（それぞれ西彼杵メランジュ、野母メランジュと称する）が発達する^{1, 2}。それぞれの産状と構成岩種、変成度の違いから蛇紋岩メランジュの発達過程の相違について、フランススカン帯における蛇紋岩メランジュの最近の研究を参照しながら考察する。

＜産状＞ 西彼杵メランジュは厚さ最大350 m、長さ最長8 kmにおよぶ狭長な層状岩体として、coherent schistの中にほぼ調和的に（片理に平行に）産する。この産状はフランススカン帯のmélange within coherent nappes³に相当する。また小規模な（厚さ数10 m、長さ数100 m）蛇紋岩体の一部に塊状蛇紋岩から移化して発達するものも存在する⁴。野母メランジュは、coherent schistと塊状蛇紋岩の境界部に厚さ100 m程度の岩体として産するものと、塊状蛇紋岩の内部に、厚さ300~800 mの層状岩体として産するものがある。後者の産状の蛇紋岩メランジュはフランススカン帯からは報告例がないようである。

＜構成岩種＞ 西彼杵メランジュはアクチノ閃石片岩を基質とし、構造岩塊として変成塩基性岩類と種々の交代岩類（ヒスイ輝石岩、オンファス輝石岩、曹長岩、ロジン岩、ゾイサイト岩など）、ごくまれに単斜輝岩とその交代岩（緑簾石角閃石単斜輝石岩）、泥質片岩などを含む。変成塩基性岩類のうち、原岩が推定できるものは変成ハンレイ岩のみで、その他は原岩が不明である。構造岩塊の多くは顕著な延性変形（閉じた褶曲）を示す。野母メランジュの基質はアクチノ閃石片岩、滑石片岩、緑泥石片岩、アルカリ角閃石片岩などであり、構造岩塊として変成火山岩・火山碎屑岩類（変成された枕状溶岩、ハイアロクラスタイト、火山角礫岩など）、変成ハンレイ岩、角閃岩、曹長岩などが含まれる。メランジュは全体としてblock-in-matrix構造を示すが、構造岩塊自身もblock-in-matrix構造（マグマの冷却過程で生じた自破碎組織やカタクラスティックな破碎組織）を示すものが多く、延性変形を示すものは稀である。

＜変成度＞ 西彼杵メランジュの変成度は、400–500 °C、1–2 GPa程度¹であり、雪浦のものだけがマイクロダイヤモンドの産出により、2.8 GPa以上の超高压条件を示す⁴。また変成単斜輝岩由来の交代岩は例外的に高温（約800 °C）の条件を示し、これらの岩石がウェッジマントル由来であることを示唆する¹。野母メランジュは、温度圧力計に用いることのできる鉱物組み合わせが存在しないことにより、pseudosection法により、およそその変成条件を見積もった。その結果、藍閃石とカトフォル閃石を含む変成ハンレイ岩について、460–500 °C、0.8–0.9 GPaという結果を得た。これにより、野母メランジュの形成条件は西彼杵メランジュと比較して、温度はほぼ同じで、圧力は著しく低いことが示された。

＜成因に関する考察＞以上の岩種構成と変成条件から、西彼杵メランジュは、沈み込み帯の

ウェッジマントルに由来する超苦鉄質岩類と海洋地殻表層部の苦鉄質岩類が、深部で混合し、沈み込み帯の付加体堆積物の中に構造的に貫入したと考えられる。変成火山岩類が認められないのは、強い延性変形と再結晶作用により、原岩組織が失われたためと考えられる。一方、野母メランジュには角閃岩が特徴的に含まれる。これは大洋底変成作用の産物と考えられ、変成火山岩類とともにメランジュ中に産することは、野母メランジュの起源が、oceanic core complexまたはそれに類似した海洋リソスフェアの物質に由来し、沈み込み帯の比較的浅い場所で、沈み込む海洋プレート表層に露出していたこれらの岩石が混合し、変成作用を受けたものと推定される。

引用文献 1 Nishiyama et al., (2024) *Island Arc*, 33, e12527, 2 西山ほか (2024) 地質学会講演要旨 T1-O-4, 3 Wakabayashi (2011) *GSA Special Paper* 480, 4 Nishiyama et al., (2020) *Sci. Rept.*, 10: 11645

セッション口頭発表 | T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

◆ EDI

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

[2oral201-12] T1 [トピック] 変成岩とテクトニクス

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

11:45 ~ 12:00

[T1-O-23] 蛇紋岩マトリックスの球状粒（スフェルール）とその実験的研究*鳥海 光弘¹ (1. 海洋研究開発機構)

キーワード：蛇紋岩マトリックス、スフェルール、粉体振動実験

蛇紋岩はしばしば強く破碎され、粉体化されたマトリックスが顕著に発達している（1）（2）。粉体は蛇紋石や滑石、方解石の超微粒子からなり、しばしば球状のクラスタ、スフェルールとなっている。その大きさは約1mm程度であり、中央部にマグネタイトの超微粒子が見られることもある。このような球状粒の形成は、マトリックス粉体が、水あるいは水蒸気の下での流動凝集によって形成されたと考えられ、蛇紋岩の粉体に至る破碎過程と粉体運動の物理を理解する重要なプロセスである。そこで本報告では、極超微粒子の球状凝集とそのカイネティクスについてコランダム超微粒子を用いて振動実験を行った結果、次のような結論を得た。スフェルールは1-10 Hzの振動実験で普遍的に形成される。振動数が増加とともにスフェールの粒径増加速度は大きくなる。速度の時間変化は漸近的である。定速度実験では増加速度は振動実験に比して極めて小さい。これらの結果から、破碎蛇紋岩マトリックスのスフェールの形成は粉体マトリックスの不規則な流れ、あるいは乱流によるものであると結論される。参考文献（1）、Hirauchi K, Oyanagi R, Okamoto A, Nagata Y, Kataoka K, Michibayashi K, 2021, Earth Planet.Sci.Lett., 576;117232, doi.org:10.1016/j.epsl.2021.117232.（2）、Uno M, Kirby S, 2019, Lithos, 336-337, 15, 276-292.

セッション口頭発表 | T10 [トピック] テクトニクス

◆ EDI

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

[2oral213-21] T10 [トピック] テクトニクス

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

◆ ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T10-O-1]

[招待講演] 海洋底から造山帯へ：三波川変成帯の深部付加プロセス

*遠藤 俊祐¹、栗原 那知¹、崎 海斗¹ (1. 島根大学)

◆ ハイライト講演

15:30 ~ 15:45

[T10-O-2]

西南日本白亜紀地質進化に対する海嶺沈み込みモデルの再検討

*ウォリス サイモン¹ (1. 東京大学)

15:45 ~ 16:00

[T10-O-3]

室戸半島、暁新世～前期中新世四万十帯付加コンプレックスの後背地変遷

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

16:00 ~ 16:15

[T10-O-4]

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

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

16:15 ~ 16:30

[T10-O-5]

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

*吉本 剛瑠¹、山本 由弦¹ (1. 神戸大学)

16:30 ~ 16:45

[T10-O-6]

内陸断層の運動像からみた北信越地方の応力場とその空間変化

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

16:45 ~ 17:00

[T10-O-7]

熊本県 日奈久断層帯の完新世テクトニクス

*横山 祐典^{1,2,3,4}、タン エバン^{1,3}、宮入 陽介¹、白濱 吉起^{5,6}、宮下 由香里⁵ (1. 東京大学 大気海洋研究所、2. 東京大学 理学系研究科地球惑星科学専攻、3. 東京大学 総合文化研究科国際環境学教育研

究機構、4. オーストラリア国立大学 物理学研究所、5. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所、6. 東京大学 地震研究所)

17:00 ~ 17:15

[T10-O-8]

布田川断層帯における 2 種類の断裂帯での平均活動間隔の相違

*吉村 辰朗¹ (1. 第一復建株式会社)

17:15 ~ 17:30

[T10-O-9]

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

*新妻 信明¹ (1. 静岡大学地球科学教室)

セッション口頭発表 | T10 [トピック] テクトニクス

◆ EDI

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

[2oral213-21] T10 [トピック] テクトニクス

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

◆ ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T10-O-1] [招待講演] 海洋底から造山帯へ：三波川変成帯の深部付加プロセス*遠藤 俊祐¹、栗原 那知¹、崎 海斗¹ (1. 島根大学)

【**ハイライト講演**】 高圧型の広域変成岩帯は、沈み込み境界の深部で起こるさまざまな現象を理解するための「窓」として重要視されてきた。発表者らは、四国の三波川変成岩類を主な対象として、緻密な野外地質調査と岩石記載に基づく研究を展開し、それらの形成に関わる底付け付加作用の実態を明らかにしてきた。本招待講演では最新の研究成果に基づき、三波川変成岩帯からみた白亜紀の海洋プレートの特徴や付加テクトニクスについて紹介していただく。 [※ハイライト講演とは...](#)

キーワード：白亜紀、三波川変成帯

【はじめに】

三波川変成帯の形成と上昇のテクトニクスは、野外地質学・構造岩石学・相平衡岩石学の手法により、地質構造・温度構造・個々の岩石の変成変形履歴の関連づけを通じて議論されてきた。近年、海嶺（別子型銅鉱床のRe-Os年代：Nozaki et al., 2013）から海溝（碎屑性ジルコン年代による制約：例えばNagata et al., 2019）に至る海洋底層序の原岩形成年代および変成年代（マルチ年代学+岩石学による定量的な温度-圧力-時間経路）のデータが十分ではないにしても蓄積されてきたことで、過去の海洋プレート復元モデル（例えばWu et al., 2024）と具体的なリンクが可能になりつつある。また、白亜紀沈み込み境界において、浅部に付加した四万十付加体と深部に付加した三波川変成岩という理解が定着し、両者の比較を通じて、沈み込み境界の変形・続成～変成作用・流体-岩石反応などの深度変化の追跡の可能性が開けた。本講演では、発表者が地質図作成を行った高知県本山地域および愛媛県桜樹屈曲地域の白滝ユニット（呼称は研究者により異なる）に焦点を当て、三波川変成帯の形成に関与した海洋プレートの特徴や付加テクトニクスについて整理する。

【三波川変成帯の範囲】

三波川変成帯の低変成度部は、一般的な付加体と同様に、下位若化のナップ集積構造を基本とし、その構造的上位には御荷鉾緑色岩類を含む前期白亜紀付加体や秩父北帯のジュラ紀付加体が位置する。地域により地質構造の姿勢や剝離レベルに差異はあるが、四国では後期白亜紀に付加した白滝ユニットが広く露出し、南縁部は南傾斜の構造を示す。したがって、

「三波川変成帯」の範囲は、南限を画する断層に依存する。西南日本における中生代付加体～高圧型変成帯の海洋底層序を復元すると、白亜紀中頃に沈み込んだ海洋プレートの年齢が急変したことが示唆される。プレート復元モデルでは、白亜紀中頃からイザナギプレートの北東アジア縁への沈み込みが始まり、55 Ma頃にイザナギ-太平洋海嶺が到達する。これに先行する海洋プレートをWu et al. (2024)はMarginal Sea Plateと称している。前期白亜紀に付加した南縁部（御荷鉾緑色岩類を含む）と後期白亜紀の白滝ユニットとの境界は清水構造

線であり、これが北東アジア縁に沈み込む海洋プレートの切り替わりに対応する地質境界と考えられる。

【海洋地殻の大規模な底付け付加】

清水構造線以南の弱変成岩や秩父付加体は、ホットスポット海山起源の玄武岩類や石灰岩を多く含むのに対し、三波川変成帯主要部（白滝ユニット）や同時期の四万十付加体はそれらに乏しく、苦鉄質岩類の大部分は中央海嶺玄武岩（MORB）起源である。一方で、白滝ユニットの遠洋性～半遠洋性堆積物に貫入した小規模なアルカリ玄武岩起源の変成岩が広域に確認され、イザナギプレート上にはホットスポット海山は乏しかったものの、プチスポット的な小規模プレート内火成活動は普遍的であったことを示す。白滝ユニットは、側方連続性の良いMORB起源の苦鉄質片岩の厚層により特徴づけられ、その複雑な内部構造（横臥褶曲を多数含む）は、これら苦鉄質片岩層の詳細なマッピングにより明らかとなる。苦鉄質片岩の厚層が出現する層序位置から、深さ約20 kmで大規模な海洋地殻の底付け付加

（underplating）が生じたことが示されている（Endo et al., 2024）。そのメカニズムや現世の沈み込み帯での対応現象は、重要な検討課題である。四国西部の白滝ユニットは特に厚い苦鉄質片岩層を含むが、そこではMORBに貫入したとみられる粗粒な変成斑れい岩が確認されており、このような海洋地殻の不均質性が底付け付加において重要な役割を果たした可能性がある。変質玄武岩とは異なり、 Fe_2O_3 に乏しく単純系に近い変成斑れい岩は不連続脱水反応を起こす傾向があり、原岩の斜長石に富む部分は沈み込み初期の加水によりパンペリー石やローソン石を形成し、深さ20 kmで緑れん石族鉱物に分解する際に顕著な脱水を起こす。この反応は浸透率の低い海洋地殻内で流体圧上昇を伴い、剪断破壊に寄与すると考えられる。このような反応の痕跡は、桜樹屈曲地域南部の苦鉄質片岩の厚層の下底部に薄く広がる変成斑れい岩（流体起源の炭質物を含有）から確認された。

文献：

- Endo et al. (2024) *Elements*, 20, 77-82.
 Nagata et al. (2019) *Island Arc*, 28, e12306.
 Nozaki et al. (2013) *Scientific Reports*, 3, 1889.
 Wu et al. (2024) *Elements*, 20, 103-109.

セッション口頭発表 | T10 [トピック] テクトニクス

◆ EDI

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

[2oral213-21] T10 [トピック] テクトニクス

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

◆ ハイライト講演

15:30 ~ 15:45

[T10-O-2] 西南日本白亜紀地質進化に対する海嶺沈み込みモデルの再検討

*ウォリス サイモン¹ (1. 東京大学)

【ハイライト講演】 日本列島の形成過程を理解するうえで、海嶺の沈み込みはきわめて重要な地質イベントの一つである。特に白亜紀の海嶺沈み込みは、三波川・領家変成作用や大規模な火成活動と深く関連づけられて議論されてきた。しかし近年、従来の枠組みでは説明しきれない地質記録が相次いで報告され、海嶺沈み込みモデルの再検討が求められている。本発表では、この海嶺沈み込みモデルに関する最新の知見を整理し、従来の理解を踏まえつつ一歩進んだ新たな枠組みをご紹介いただく。 [※ハイライト講演とは...](#)

キーワード：海嶺沈み込み、白亜紀西南日本、三波川帯、領家帯、スラブの年齢

これまで西南日本の白亜紀地質史は、発散海嶺や若いリソスフェアは重要視されてきた。特に三波川帯および領家帯の形成は、イザナギプレートとクーラあるいは太平洋プレートの海嶺がアジア大陸東縁に沈み込んだ結果とされてきた(e.g. 1, 2, 3, 4)。しかし、以下の地質学的観察事実は、このモデルと整合しない点を示している。(i) 三波川帯における広域なメタチャートの分布は、放散虫軟泥の堆積速度から、沈み込んだ海洋プレートが必ずしも若くなかったことを示唆する⁽⁵⁾。(ii) 約150 Maの別子型硫化鉱床が、沈み込んだ海洋プレート起源の苦鉄質片岩中に存在し、プレートの年齢が150 Ma以前であったことを示す⁽⁶⁾。(iii) 変成したtrench-fill堆積物からは約100-80 Maの碎屑性ジルコン年代が得られ、プレート沈み込み時の堆積活動を反映している(e.g. 7)。(iv) エクロジャイト中の89 Maのガーネット Lu-Hf年代が、高圧変成作用の時期を示す。上記(ii)及び(iii)と(iv)の間には約60 Myr以上の年代差が存在し、沈み込んだ海洋プレートは熱的に十分に古かったと考えられる。さらに、スラブウィンドウ形成を考慮した熱モデルでは、沈み込みおよび海嶺の拡大速度が速度数センチ毎年の条件では、含水ソレライト質マグマの固相線を超える期間は数Myr未満とされている⁽⁸⁾。これは、領家帯における約30 Myr (100-70 Ma) にわたる連続的な火成活動とは整合しない。現代の地質例では、海嶺沈み込みに伴いマグマ活動が顕著に減少または停止することが知られており、これはスラブの消失に伴う上部マントルへの水供給の断絶に起因するとされる。実際、東アジア縁辺では50±10 Maに火成活動の空白期が認められており⁽⁹⁾、イザナギ-太平洋海嶺の沈み込み時期に対応する可能性があるが、これは三波川-領家帯の変成・造山作用の終了時期よりも大幅に遅れている。1980年代に提唱されたプレート復元モデル⁽¹⁰⁾は長年使われてきてきたが、その復元は白亜紀中期の海嶺沈み込みを支持する結果を示している。しかし、近年の古地磁気データおよび沈み込みによって地表から姿を消したスラブの量を推定するのに用いられるマントル地震波速度トモグラフィーの結果、そのプレート復元は大きく見直された(e.g. 11)。最新のものによると、三波川-領家帯変成作用当時のスラブ年齢が約60 Myrであったことが示唆し、岩石記録と調和的である。以上の地質学および地球物理学的証拠は、海嶺の沈み込みを主要因とする従来の西南日本の白亜紀地

質進化に関するモデルを見直し、新たな枠組みを考える必要があることを示す。

<参考文献> 1) Maruyama 1997, Island Arc; 2) Iwamori 2000, EPSL; 3) Aoya et al. 2003, Geology; 4) Wallis et al. 2009, Journal of Metamorphic Geology; 5) Aoya et al. 2013, Niihama 1:50,000 Geological Map, AIST; 6) Nozaki et al. 2013, Scientific Reports; 7) Knittel et al. 2024, Elements; 8) Okudaira & Yoshitake 2004, Island Arc; 9) Yamaoka & Wallis 2023, Progress in Earth and Planetary Science; 10) Engerbretson et al. 1985, Geological Society of America Special Publications; 11) Wu et al. 2024, Elements.

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

[2oral213-21] T10 [トピック] テクトニクス

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

15:45 ~ 16:00

[T10-O-3] 室戸半島、暁新世～前期中新世四万十帯付加コンプレックスの後背地変遷*原 英俊¹、藤内 智士²、松元 日向子³ (1. 産業技術総合研究所、2. 高知大学、3. 大日本ダイヤモンド)

キーワード：四万十帯、室戸半島層群、菜生層群、後背地、日本弧

四国東部の室戸半島では、四万十帯に属する暁新世～前期中新世の付加コンプレックスが広く分布する（平ほか、1980; Hibbard et al., 1992）。このうち暁新統～下部漸新統は室戸半島層群、上部漸新統～下部中新統は菜生層群と呼ばれている。原ほか（2024）は、両層群において砂岩組成及び砂岩と凝灰岩のジルコンU-Pb年代測定を行い、層序区分の見直しを行った。今回、両層群の後背地変遷を検討し、さらに日本弧の発達史との関係から、四万十帯付加コンプレックスの形成過程について考察する。層序区分の見直しでは、室戸半島層群は大山岬層・東川層・奈半利川層・佐喜浜メランジュ・室戸層・漸新統メランジュに区分される。菜生層群は日沖メランジュ・津呂層・坂本メランジュ・岬層に区分され、これらは海溝斜面堆積物の四十寺山層に覆われる。

室戸半島層群の砂岩は、石英・長石に富む長石質～石質アレナイトからなり、SiO₂含有量は約80wt%以上である。碎屑性ジルコンの年代分布では、室戸半島層群からは2つの傾向が見られる。暁新統～下部始新統の大山岬層・東川層は、白亜紀のジルコンから構成される単一の年代ピークを示す特徴をもち、原生代のジルコンをわずかに含む。一方、中部始新統～下部漸新統の奈半利川層・佐喜浜メランジュ・室戸層では、ペルム紀～白亜紀のジルコンを多く含み、これらが複数の年代ピークを示す。また前期古生代や原生代のジルコンも含む。菜生層群の砂岩は、室戸半島層群に比べ火山岩片を含み、石質ワッケ～アレナイトからなり、SiO₂含有量は約80wt%以下である。白亜紀と古第三紀のジルコンを多く含み、これらが2つの年代ピークを示す。またペルム紀～ジュラ紀と原生代のジルコンも含む。

砂岩組成及び碎屑性ジルコン年代より、四万十帯付加コンプレックスの形成と、後背地である日本弧の発達史（Imaoka et al., 2011; Kano et al., 2017; 中嶋, 2018）との関連について検討を行う。暁新世～前期始新世には、大山岬層で三波川変成岩類や領家・山陽深成岩類を起源とする特異的な礫岩が堆積する（平ほか、1980）。この礫岩は、イザナギー太平洋海嶺の沈み込みに伴う、日本弧の急激な上昇と剝削によって形成されたと考えられている

（Shimura et al., 2025）。またイザナギー太平洋海嶺の沈み込みの時期（60–40 Ma）は、日本弧側で火成活動のハイエタスが生じ、さらに130–60 Maに形成された白亜紀の火山弧が回転・剝削したことが議論されている（Yamaoka and Wallis, 2023）。大山岬層と東川層における大量の白亜紀ジルコンの供給は、海嶺沈み込みのイベントに関連していることを示唆する。中期始新世～前期漸新世は、海嶺の沈み込み後、引き続き若い太平洋プレートの沈み込みが起きた。そして、アジア大陸東縁で火山弧が形成されるとともに、背弧側ではリフティングも生じた。この時期には、主にペルム紀～白亜紀の基盤の上昇・剝削が起きジルコンが供給されている。一方、古第三紀の火山弧からの供給は非常に稀である。そのため、上

昇・削剥のイベントは前弧域に集中していたと考えられる。後期漸新世には、日本列島全域が広域不整合に覆われた。この時期、菜生層群の日沖メランジュが形成されている。日沖メランジュは、泥岩ないし泥質基質の多いメランジュからなる。不整合形成時には、海溝にも粗い堆積物の供給が生じていなかったことが示唆される。中期中新世になると、日本海拡大初期のリフティングが起き始めた。津呂層・坂本メランジュ・岬層では、奈半利川層群に比べ砂岩中に火山岩片を含むこと、さらに白亜紀と古第三紀のジルコンを多く含む特徴がある。また堆積年代に調和的な前期中新世のジルコンもわずかながらに含まれる。この時期は、前弧側の白亜紀の火山弧だけでなく、背弧側の古第三紀の火山弧も広く上昇・削剥したことが考えられる。菜生層群の形成後、四国海盆の沈み込みや本格的な日本海拡大へと日本弧のテクトニクスが劇的に変化する。室戸半島層群と菜生層群の後背地変遷から、暁新世から前期中新世にかけての日本弧の発達史に関連し、四万十帯の付加コンプレックスが連続的に形成されたことが復元できる。

文献：原ほか (2024) 日本地質学会第131年学術大会講演要旨。Hibbard et al. (1992) IAR 1, 133–147. Imaoka et al. (2011) JAES 40, 509–533. Kano et al. (2007) JAES 30, 20–32. 中嶋 (2018) 地質雑 124, 693–722. Shimura et al. (2025) Tectonics 44, e2024TC008497. 平ほか (1980) 四万十帯の地質学と古生物学, 319–389. Yamaoka and Wallis (2023) PEPS 10, 62.

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

[2oral213-21] T10 [トピック] テクトニクス

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

16:00 ~ 16:15

[T10-O-4] 秩父盆地と五日市盆地から得られたジルコンU-Pb年代と古地磁気方位：本州中部、関東山地の新第三紀テクトニクスの新展開

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

キーワード：関東山地、秩父盆地、五日市、新第三紀、伊豆弧、U-Pb、古地磁気、テクトニクス

はじめに 筆者らは関東山地北部の秩父盆地および関東山地東縁部の五日市盆地に分布する新第三系堆積岩から得られたジルコンU-Pb年代と古地磁気方位について報告する。関東山地は中新世以降にアジア大陸に対して約90°時計回りに回転したと考えられている[1]。その回転の半分は日本海拡大時に西南日本と一体となって起こった時計回り回転で、残りの半分は伊豆弧の本州への衝突・突入に伴う時計回り回転と解釈されている[2]。西南日本の時計回り回転は17.5~15.8 Maの間に起こったと考えられている[3]。これらの考えを統合すると、関東山地は17.5~15.8 Maの間に西南日本の一部としてアジア大陸に対して45°程度時計回りに回転し、15.8 Ma以降さらに45°程度時計回りに回転したことになる。しかし、今回得られたデータはこの推論と合わない。

秩父盆地 中新統赤平層群上部、秩父町層に挟在する珪長質軽石質凝灰岩についてLA-ICP-MS法でジルコンU-Pb年代を測定した。この凝灰岩は火山灰タービダイトと考えられ、ジルコン粒子年代値の分布から碎屑性ジルコンの混入が確認されたため、YC2σ(3+)法[4]を適用して最若年代クラスター判別とその年代決定を試みた。その結果、 15.2 ± 0.2 Ma (7粒子、MSWD = 1.3) の加重平均年代値が決定された。これは赤平層群上部から初となる放射年代値報告である。この年代値は最大堆積年代 (MDA) と判断されるが、軽石質凝灰岩であること、および粒子年代値が適度にまとまっていることから、ほぼ堆積年代を示す可能性が高い。先行研究の古地磁気データ[1]を信用すると、赤平層群上部は正極性であることからクロノゾーンC5Bn下部に対比され、年代は約15.1 Maと判断される。赤平層群の古地磁気方位は約90°の東偏を示すことから、秩父盆地における約90°の時計回り回転は15.1 Ma以降に起こったと考えられる。

五日市盆地 中新統秋川層群上部、横沢層の下部に挟在する珪長質細粒凝灰岩についてもLA-ICP-MS法でジルコンU-Pb年代を測定した。この凝灰岩も火山灰タービダイトであり、碎屑性ジルコンの混入も確認されたため、秩父盆地の場合と同様にYC2σ(3+)法で最若年代クラスター判別とその年代決定を試みた。その結果、 17.9 ± 0.2 Ma (11粒子、MSWD = 1.3) の加重平均年代値が決定された。これは秋川層群から初となる放射年代値報告である。この年代値はMDAと判断されるが、秩父盆地の場合と同様、ほぼ堆積年代を示す可能性が高い。横沢層の上部は浮遊性有孔虫化石層序のN8帯 (17.0~15.1 Ma) に対比されるため、横沢層の下部と上部との間に数10年以上の堆積年代ギャップ (堆積速度の著しい減少、または不整合) が存在する可能性がある。一方、秋川層群の合計23地点から採取した泥岩と凝灰岩の古地磁気を検討した結果、10地点から古地磁気褶曲テストと逆転テストに合格する信頼性の高

い方位が得られた。秋川層群下部の幸神層・小庄層・館谷層が正極性、横沢層下部が逆極性であり、上述のU-Pb年代を踏まえると正極性帯はC5Enに、横沢層下部の逆極性帯はC5Drにそれぞれ対比可能と判断される。10個の地点方位の平均は偏角が約98°、伏角が約57°で (α_{95} = 約10°)、アジア大陸の前期中新世参照方位と比較すると、五日市盆地では横沢層下部堆積後にアジア大陸に対して約90°の時計回り回転が起こったと考えられる。

示唆 秩父盆地と五日市盆地の古地磁気方位はほぼ同じで有意差がないため、今回得られた2個のU-Pb年代値が凝灰岩の堆積年代を示すと仮定すると、関東山地では 17.9 ± 0.2 Maから15.1 Maまでの間に回転運動がなかったことになる。関東山地は日本海拡大時にアジア大陸に対して平行移動し、日本海拡大後の15.1 Ma以降に伊豆弧衝突によって約90°時計回りに回転したと考えられる。今回の結果は、伊豆弧衝突が関東山地の地殻運動に与えた影響は従来の推測よりも大きいこと、本格的な衝突開始は15.1 Ma以降の可能性が高いこと、および本州中部の八の字型屈曲構造（関東対曲構造）の形成過程は見直しが必要であることを示唆する。

文献

[1] Hyodo & Niitsuma, 1986, J. Geomag. Geoelectr. 38, 335-; [2] Takahashi & Saito, 1997, Isl. Arc 6, 168-; [3] Hoshi et al., 2015, EPS 67, 92; [4] Dickinson & Gehrels, 2009, EPSL 288, 115-

セッション口頭発表 | T10 [トピック] テクトニクス

◆ EDI

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

[2oral213-21] T10 [トピック] テクトニクス

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

16:15 ~ 16:30

[T10-O-5] 前弧海盆の変形構造から明らかにする海山沈み込みテクトニクス～新第三系宮崎層群における局所的な側方圧縮応力～

*吉本 剛瑠¹、山本 由弦¹ (1. 神戸大学)

キーワード：海山沈み込み、前弧海盆、九州—パラオ海嶺、応力逆解析、宮崎層群

本研究は、新第三系宮崎層群における小断層解析から、沈み込む九州—パラオ海嶺の直上において海山列の沈み込み方向と平行する局所的な水平圧縮応力場をみいだした。また、堆積岩の鉛直有効応力とポアソン比、断層運動時の応力比から、局所的な主応力方向の変換に必要な水平応力の増加量を計算したので、報告する。

新第三系宮崎層群は、後期中新世—鮮新世の前弧海盆堆積物で構成される。砂泥互層の岩相とその固結度が側方に変化するため、宮崎層群は、固結度の高い砂岩優勢の南部（青島相）と、固結度の低い泥岩優勢の北部（宮崎相・妻相）に区分される（Shuto, 1961）。南北ブロックの境界は幅数百mの断層帯で隔てられ、南部は北部より約2000 m大きく隆起したと指摘されている（Yoshimoto et al., 2023）。この地域では、約500万年前以降から現在にかけて九州—パラオ海嶺が沈み込んでいる（Underwood, 2018）。宮崎層群の南北部境界と海山の沈み込み位置が一致することから、南部の局所的な隆起は、海山沈み込みと関連していると考えられている。したがって、宮崎層群、とくに南北ブロック境界付近の変形構造は、海山沈み込みに起因する変形を記録している可能性が高い。そこで本研究は、宮崎層群において小断層を用いた古応力解析を実施し、海山沈み込みが前弧海盆に与えた力学的影響を評価した。

宮崎層群南北部ともに、N-S、NE-SW、NW-SE方向の正断層が卓越している。一方で、南北部境界付近では左横ずれおよび斜めすべり正断層が優位に発達している。Hough変換による応力逆解析（Yamaji et al., 2006）を用いて、300条の断層スリップデータから古応力方向を推定した結果、二つの主要な独立した古応力状態が確認された。

第一の応力状態（応力 α ）は宮崎層群全域にわたって観察され、鉛直に近い最大主応力軸

（ σ_1 ）とNW-SE方向の最小主応力軸（ σ_3 ）をもち、応力比（ φ ）は約0.2（ $\sigma_1 > \sigma_2 \approx \sigma_3$ ）であった。この応力場は、九州全域で報告されている後期中新世—鮮新世のNW-SE引張応力と整合的である。一方、第二の応力状態（応力 β ）は南北部境界付近で卓越し、ほぼ鉛直かつWNW-ESE方向に大円分布する σ_1 およびNNE-SSW方向の σ_3 を示し、応力比は約0.7（ $\sigma_1 \approx \sigma_2 > \sigma_3$ ）と高かった。この応力状態は、最大水平応力軸がNE-SWからWNW-ESE方向に転換した結果と解釈される。海溝軸と直交する引張応力（応力 α ）は、沖縄トラフの背弧リフティングおよび九州南部に沈み込むスラブの後退によって引き起こされたと考えられている

（Tokushige and Fabbri, 1996）。一方で、海溝軸と直交する水平圧縮応力（応力 β ）は、九州—パラオ海嶺に沿った海山沈み込みに起因する局所的な圧縮応力場である可能性が高い。本研究では、古応力解析で得られた応力比、圧密試験から得られた泥岩の鉛直有効応力（ $\sigma_1 = 50$ MPa）、堆積岩のポアソン比（ $\nu \approx 0.3$ ）を用いて、断層が運動した際の主応力の絶対値

を計算した。その結果、応力 α ではNW-SE方向の最小主応力 ($\sigma_3 = 14.3$ MPa) だったものが、応力 β で中間主応力 ($\sigma_2 = 41.4$ MPa) に変化するためには、埋没深度5 kmにおいて27 MPaの水平圧縮応力の付加が必要であることが示された。このことは、海山の沈み込みが前弧海盆においても局所的な圧縮および横ずれ断層活動を引き起こすことを強く示唆する。

Reference

Shuto, T., 1961. Palaeontological Study of the Miyazaki Group: A General Account of Faunas. Kyushu University, Series D, Geology, 2, 73-206.

<https://doi.org/10.5109/1526109>

Tokushige, H., Fabbri, O., 1996. Mesofaults and associated stress field in the Late Miocene to Pliocene forearc deposits of the Miyazaki district, southeast Kyushu Japan. Journal of the Geological Society of Japan, 1, 622-634. <https://doi.org/10.5575/geosoc.102.622>

Underwood, M., B., 2018. The origin of strata within the inner accretionary prism of Nankai Trough: Evidence from clay mineral assemblages along the NanTroSEIZE transect. Island Arc, 27: e12252. <https://doi.org/10.1111/iar.12252>

Yamaji, A., Otsubo, M., Sato, K., 2006. Paleostress analysis using the Hough transform for separating stresses from heterogeneous fault-slip data. Journal of Structural Geology 28, 980e990. <https://doi.org/10.1016/j.jsg.2006.03.016>

Yoshimoto, T., Chiyonobu, S., Omori, Y., Zhang, F., Yamamoto, Y., 2023. Spatial variations in the consolidation of sediments in the Neogene Miyazaki forearc basin, Southwest Japan. Tectonophysics, 862, 229922. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2023.229922>

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

[2oral213-21] T10 [トピック] テクトニクス

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

16:30 ~ 16:45

[T10-O-6] 内陸断層の運動像からみた北信越地方の応力場とその空間変化

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

キーワード：小断層、多重逆解法、古応力、糸魚川-静岡構造線、新潟県、石川県

プレート内部の応力は、周囲のプレートとの相対運動などに起因し、ある範囲で共通なことが期待される。筆者らは、能登半島南部、糸魚川-静岡構造線 (ISTL)、長岡平野西縁断層帯などにおいて、地質図および露頭スケールの断層を解析し、応力とその変遷を求めてきた。その結果、引張から南北圧縮を経て、最新の東西圧縮へ至る変化が共通して認められた。一方、地域間の差異が無視できない箇所もある。今回、主にISTLの解析結果を紹介するとともに、差異が生じた原因を議論する。

ISTLの最北部は横川断層と称され、西側に先新第三系、東側に新第三系が分布する。糸魚川市フォッサマグナパーク (FMP) ,その南方2露頭 (横川・浦川露頭) を調査した (千葉ほか、印刷中)。FMPでは断層岩をFR1~18に区分した。多くは帯状に連続し、小断層が付随する。これら小断層を特にセンスに基づいて、4つの断層帯に取りまとめた。SF：北東-南西走向の左横ずれ断層、NF：北西-南東走向の左横ずれ正断層、DF2：北東-南西走向の右横ずれ逆断層、DF1：北東-南西走向の右横ずれ正断層、である。切断関係からこの順に形成されたと判断される。また、小断層と鉱物脈について、多重逆解法 (山路, 1999) と岩脈法 (Yamaji & Sato, 2011) を用いた古応力解析を行なった。FMPでは4つの応力が検出された。Stress FAはSF, FBはNF, FC2はDF2, FC1はDF1から得られ、この順に変遷したと考えられる。一方、横川露頭では4つ、浦川露頭では3つの応力が検出された。3つの露頭において、最後期の応力は共通して北東-南西ないし東西に σ_1 軸が向く特徴がある。

能登半島南部の宝達山北縁断層帯では、日本海拡大期以降の応力変遷が認められ、最新の応力は西北西-東南東圧縮を示す (高橋・小林, 2018)。長岡平野西縁断層帯 (鳥越断層) でも、西北西-東南東圧縮を示す逆断層や褶曲が形成されている (小林・菅, 2025)。ともにフィリピン海プレートの北西進で説明できるが、横川断層の σ_1 軸はこれとやや合わない。同様な応力方位の変化は、2014年長野県北部地震 (M6.7) とその余震活動でも認められた

(Panayotopoulos et al., 2016)。震源断層の東側 (上盤) では西北西-東南東にP軸を持つ逆断層型のメカニズム解が卓越し、周囲の褶曲構造とも調和的であるのに対し、下盤側では横ずれ型が多く、P軸方位は東西から北東-南西へ振る。ISTLに共通した現象であり、アムールプレートの東進に起因する可能性が高い。

文献：

千葉 響・高橋啓太・小林健太、印刷中、地質雑。

小林健太・菅 敦成、2025, JpGU演旨。

Panayotopoulos, Y., Hirata, N., Hashima, A., Iwasaki, T., Sakai, S., Sato, H. 2016, Tectonophysics.

高橋啓太・小林健太、2018, JpGU演旨。

山路 敦, 1999, 構造地質.
Yamaji, A. & Sato, K., 2011, JSG.

セッション口頭発表 | T10 [トピック] テクトニクス



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

[2oral213-21] T10 [トピック] テクトニクス

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

16:45 ~ 17:00

[T10-O-7] 熊本県 日奈久断層帯の完新世テクトニクス

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

キーワード：熊本地震、完新世、海水準

2016年4月14日にマグニチュード(M_j) 6.5、続く16日に M_j 7.3の巨大地震が熊本県で発生した。破壊したのは布田川断層帯と日奈久断層帯の一部であり、30 km以上にわたり地表地震断層が現れた [1]。日奈久断層帯は熊本平野から八代海にかけて連続する長さ約81 km以上の断層帯であり、北から高野—白旗区間、日奈久区間、八代海区間の3つに分けられている [2]。同断層帯は2016年の熊本地震の影響で地震活動が活発化し、次の地震発生が懸念されているが、現在まで日奈久区間から南において大きな地震は発生していない。これまで日奈久断層帯の高野—白旗区間及び日奈久区間では、複数のトレンチ調査が行われ、壁面から採取した地層の放射性炭素年代にもとづいて、活動履歴に関する検討が行われてきた。熊本地震後は、それまで年代測定に供されていなかったような有機物含有量の少ない堆積物についても放射性炭素年代測定が適用され、詳細な活動履歴が復元可能となってきた [3]。南西部の日奈久区間の2地点でもトレンチ調査が行われ、過去3回および5回の古地震履歴が復元されている [4]。一方、地盤の長期安定性評価については、過去の相対的海水準変動の情報が用いられる。第四紀の海水準変動が氷期—間氷期の繰り返しにより引き起こされており、最終間氷期と中期完新世の海水準高度について現在の海水準との相違に関する検討を行うことで長期的な隆起—沈降の傾向についての情報が取得可能である [5,6]。そこで今回、今後の更なる地震活動が懸念されている日奈久断層帯の日奈久区間南部の完新世を通じたテクトニクスについて評価するために、同区間において、複数のボーリング掘削を行い、放射性炭素年代測定や地球化学的な分析結果と固体地球の変形モデル (GIA: Glacio-hydro Isostatic Adjustment [7]) を併用し、相対的海水準変動の情報を得た。本発表ではそれらの結果について紹介するとともに、過去約6,000年間のテクトニクスについて議論を行う。

引用文献

- [1] Shirahama, Y., et al. (2016) E.P.S., 68:191, 1–12.
- [2] 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2013) 布田川断層帯・日奈久断層帯の評価 (一部改訂) . https://www.jishin.go.jp/main/chousa/13feb_chi_kyushu/k_11.pdf
- [3] Shirahama, Y., et al. (2020) Island Arc, 30:e12376, 1–17.
- [4] 岡村行信ほか, (2019) 平成28年熊本地震を踏まえた総合的な活断層調査 平成28～30年度成果報告書. 3.1
https://www.jishin.go.jp/main/chousakenkyuu/kumamoto_sogochousa/h28-h30/h28-h30kumamoto_sogochousa_3_1.pdf
- [5] Tam, E. and Yokoyama, Y. (2020) Earth System Science Data, 13, 1477–1497.

[6] Yokoyama, Y., et al (2021) Nuclear Instr. Meth. Phys. Res. B. 535, 255–260.

[7] Yokoyama, Y., and Purcell, A (2021) Geoscience Letter 8, 13.

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

[2oral213-21] T10 [トピック] テクトニクス

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

17:00 ~ 17:15

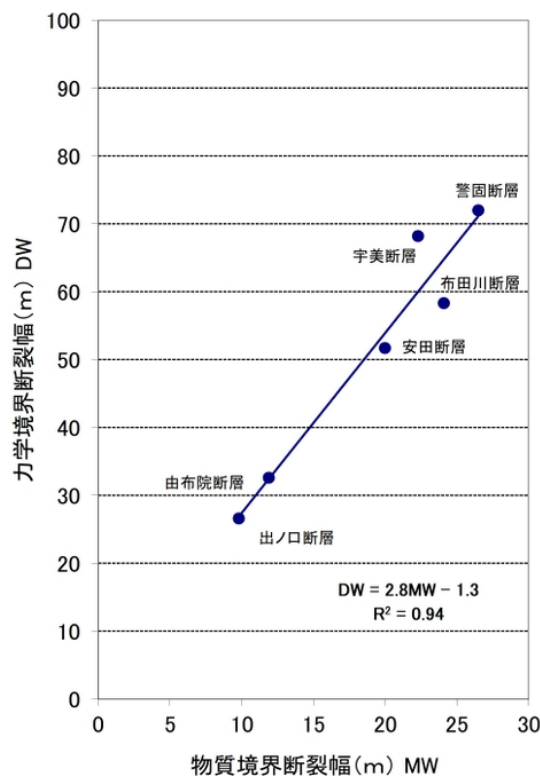
[T10-O-8] 布田川断層帯における2種類の断層帯での平均活動間隔の相違

*吉村 辰朗¹ (1. 第一復建株式会社)

キーワード：布田川断層帯、断層関連褶曲、平均活動間隔

断層は、広域応力場に支配されて、系統性をもつ断層系をともなって断層帯を形成することが多い。地層中には衝上断層や低角正断層の活動によって、その上盤側の地層中に断層運動に起因する褶曲が形成されることがある。このような断層運動と密接に関連して形成される褶曲は、断層関連褶曲と称される(天野・狩野, 2009)。日本海東縁海域では、2007年能登半島地震や2024年能登半島地震のような沿岸域でも地震が発生しており、海底活断層が海底地形や地質構造の特徴をもとに認定されてきた。日本海東縁・庄内沖の反射断面では地下浅部で断層構造やこれに伴う背斜構造的な変形構造が認められている(森木ほか, 2024)。九州北西部に分布する佐々川衝上断層では、断層関連褶曲の1つである「断層折れ曲がり褶曲」が観られる(沢田, 1958)。断層折れ曲がり褶曲部において、γ線探査を用いて2種類の断層帯を検出した。中村(1989)は、プレートの沈み込む境界を「物質境界」、プレート間のずれが実際に生じる場所を「力学境界」と称した。この観点から断層構造が「物質境界」、変形構造が「力学境界」に対応すると考え、本稿では、佐々川衝上断層近傍の断層SB(断層幅:150m)を「物質境界断層帯」、変形構造に該当する断層SA(断層幅:425m)を「力学境界断層帯」と称する。「力学境界断層帯」の断層幅は、「物質境界断層帯」の断層幅の約3倍である。曲げ褶曲構造(木村ほか, 1996)を、佐々川衝上断層で見られる事象と対応させた場合、「物質境界断層帯(断層SB)」は、圧縮応力によって形成され、「力学境界断層帯(断層SA)」は引張り応力によって形成される。佐々川衝上断層において認められた2種類の断層帯は、活断層分布地(警護断層・宇美断層・由布院断層・安田断層・出ノ口断層・布田川断層)でも認められる。「力学境界断層帯」(DW)と、「物質境界断層帯」(MW)の対応を図-1に示した。図-1より、「力学境界断層帯」(DW)と「物質境界断層帯」(MW)には、【 $DW \approx 3 \cdot MW$ ①式】の関係が認められる。断層幅は、地層の年代が古いほど広くなる傾向から累積性が推定され、断層幅[FW(m)]と地層が断層変位を受けた時間[T(万年)]には【 $FW = a \cdot T$ a:平均断層幅拡張速度(m/万年) ②式】の関係が認められる(吉村, 2006)。物質境界断層帯と力学境界断層帯は、同じ期間に応力を受けているため①式と②式から、力学境界断層帯(DW)は物質境界断層帯(MW)より約3倍の平均断層幅拡張速度で累積すると考えられる。この断層幅拡張速度の違いによって、「力学境界断層帯」の平均活動間隔の約3倍が「物質境界断層帯」の平均活動間隔になると推定される。布田川断層の平均活動間隔は、8,100~26,000年とされていた(地震推進本部, 2013)。岩佐ほか(2022)の布田川断層帯トレンチ調査では、平均活動間隔は2,400~3,800年と考えられている。熊本地震後の平均活動間隔(2,400~3,800年)の約3倍が、熊本地震前の平均活動間隔(8,100~26,000年)に相当する。このことは、熊本地震前は「物質境界断層帯」を調査し、熊本地震後は「力学境界断層帯」を調査した可能性があり、横ずれ断層においても「断層関連褶曲」が生じていると推定される。この事象は、警固断層においても認められる。文献 1)天野一男・狩野健一(2009):フィールド

ジオロジー6 構造地質学，共立出版株式会社，177p. 2) 岩佐佳哉・熊原康博・後藤秀昭・石村大輔・細矢卓志(2022)：熊本県西原村小森におけるトレンチ掘削調査に基づく布田川断層帯の活動履歴，活断層研究，56号，47-58. 3) 地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013，布田川断層帯・日奈久断層帯の評価（一部改訂）．4) 木村敏雄・佐藤 正・徳山明(1996)：小地質構造，鉱山地質，16(78)，192-203. 5) 森木ひかる・中田 高・後藤秀昭・杉戸信彦・徳山英一・隈本 崇(2025)：変動地形学的手法による海底活断層の認定と意義，活断層研究，61号，17-42. 5) 中村一明(1989)：火山とプレートテクトニクス，東京出版会，323p. 6) 沢田秀穂(1958)：日本炭田図Ⅱ 北松炭田地質図ならびに説明書，地質調査所．7) 吉村辰朗(2006)：破碎幅の成長過程から推定される活断層の発生数と発生時期－破碎幅の累積性とべき乗則－，活断層研究，**23**，7-14． キーワード：布田川断層帯，断層関連褶曲，物質境界断裂，力学境界断裂，平均活動間隔



図－1 物質境界断裂幅（MW）と力学境界断裂幅（DW）の関係

セッション口頭発表 | T10 [トピック] テクトニクス

◆ EDI

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

[2oral213-21] T10 [トピック] テクトニクス

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

17:15 ~ 17:30

[T10-O-9] 2025年6月開始の悪石島地震活動と琉球海溝域のPlate運動歪の蓄積と解放*新妻 信明¹ (1. 静岡大学地球科学教室)

キーワード：悪石島、地震活動、琉球海溝、沖縄Trough拡大、Plate運動歪蓄積面積、地震断層歪解放面積

琉球海溝域北西部吐噶喇列島悪石島では2025年6月21日から7月7日までの半月内に震度1以上の地震が1700回以上観測されている。その最大は震度5で、最大規模をM5.7とするCMT解も35個報告されている。この間に解放された総地震断層面積規模はM6.4に達しており、琉球海溝全域に沿う南華Plateに対するPhilippine海Plate運動面積を地震として解放していることになる。

火山列の載る吐噶喇列島の北方延長に位置する九州霧島の新燃岳では2018年6月27日以降休止してたが、2025年3月から山体膨張が観測され、2025年6月22日から噴火を開始し、2025年7月3日には噴煙が5000mにまで達している。火山の載る地殻・Mantleの上載荷重は液体のMagma圧力として地表の噴火活動として現れる。新燃岳の噴火と悪石島の過大な地震活動がほぼ同期していることは、両地域の地殻・Mantleに共通する歪に支配されていることが予想される。

沖縄海溝域のCMT解の地震断層面積を積算するBenioff曲線は、ほぼ一定の傾斜で増大している。ほぼ一様に増大している。しかし、同心円状屈曲して島弧地殻Mantleに載りあげられるPhilippine海洋底の琉球海溝震源帯TrPh, 同心円状屈曲した海洋底が平面化する平面化震源帯uBdPh・背弧海盆拡大に対応する沖縄海盆震源帯RifPhOkwの主要震源帯では、M7.0以上の地震による明確な段差が認められる。各震源帯の段差は同期せず順次起こり、全体としてほぼ一様な歪解放を実現させている。例えば、沖縄海盆拡大震源帯Okw最大の段差「2」を造っている2015年11月14日M7.1の前には平面化震源帯の2011年11月8日M7.0、その前には琉球海溝震源帯TrPhの2010年2月27日M7.2である。この関係を念頭に、段差「3」を加えたが、活発な海溝震源帯TrPhに対し、平面化震源帯uBdPhの活動と背弧拡大震源帯RifPhの活動は低調で対応に苦慮していたところに今回の悪石島の地震活動が突然発生した。ここで明らかになった海溝側から背弧側に震源帯を順次変換させてほぼ一定の歪解放を実現されてきたが、解放される地震断層面積のPlate運動面積に対する比が0.36と約3分の1のであり、残りの3分の2歪が何処かに蓄積していることになる。悪石島の地震活動が隠れていた蓄積歪が放出されているとも考えられる。1850年以降の琉球海溝域の歴史地震と比較すると、1920年から1940年までの地震断層面積のPlate運動面積に対する比は、ほぼ等しくなっており、現在が異常で、悪石島地震は正常に戻る先駆けとも考えられる。

セッション口頭発表 | T8 [トピック] 原子力と地質科学

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

[2oral301-10] T8 [トピック] 原子力と地質科学

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

8:45 ~ 9:15

[T8-O-1]

[招待講演] 沿岸部を対象とした地層処分研究の現状と課題

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

9:15 ~ 9:30

[T8-O-2]

地層処分の安全評価に向けた長期的な自然現象の確率論的評価手法の高度化

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

9:30 ~ 9:45

[T8-O-3]

地層処分の安全評価に向けた地下環境の状態変化を考慮した地質学的視点

*大坪 誠¹ (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

9:45 ~ 10:00

[T8-O-4]

花崗岩冷却過程と物質移行経路形成の関係

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

10:00 ~ 10:15

[T8-O-5]

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

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

10:15 ~ 10:30

[2oral301-10-6add]

休憩

10:30 ~ 11:00

[T8-O-6]

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

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

11:00 ~ 11:15

[T8-O-7]

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

*花室 孝広¹ (1. 日本原子力研究開発機構)

11:15 ~ 11:30

[T8-O-8]

地下深部におけるマグマ等の高温流体の推定手法

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

11:30 ~ 11:45

[T8-O-9]

表計算ソフトを用いた断層のすべり方向のミスフィット角の計算

*島田 耕史¹ (1. 日本原子力研究開発機構)

11:45 ~ 12:00

[T8-O-10]

御前崎沖の島が1854年安政東海地震の地震断層で沈没した可能性

*石渡 明¹ (1. なし)

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

[2oral301-10] T8 [トピック] 原子力と地質科学

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

8:45 ~ 9:15

[T8-O-1] [招待講演] 沿岸部を対象とした地層処分研究の現状と課題*井川 怜欧¹ (1. (国研) 産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

キーワード：地層処分、沿岸部、地下水、塩淡水境界、地質環境モデル

産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門地下水研究グループは2000年以降、経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業として、北海道の利尻島、千葉県の九十九里、茨城県の東海村などで沿岸部のおもに浅層地下水と塩淡水境界に関する研究を実施してきた。その後、より地層処分事業を意識した沿岸域深部における地質環境特性に関する知見の収集のため、2007年4月から研究開発事業「沿岸域塩淡水境界・断層評価技術高度化開発」を開始した。本事業は、現在までつづく沿岸部や海域を対象とした地層処分研究の基礎となった。本事業では海岸線から約300m内陸に位置する北海道幌延町浜里小学校跡地において深度1200mの調査孔を含む複数のオールコアボーリング掘削を行い、各種物理検層や地下水の採水を実施するとともに、コアから抽出した間隙水を用いて浅層から深層に至るまで連続的に地下水流動系を評価した。また、陸域における反射法探査ならびに、海陸連続の電磁探査を実施し、地下深部における塩水と淡水の空間分布を評価した。これらの成果の詳細については、本稿では割愛するが、国内において沿岸海底下の広範囲（当該地域においては、少なくとも海岸線から5km以上）にわたり、氷期の海退時に涵養された淡水性地下水が保存されている可能性が高いことを初めて実証した。また、これまで地下水の流動場だと考えられてきた第四紀堆積物内においても、過去の地層堆積時に貯留された化石海水が残存することを実証した貴重な研究となった。

本事業により、超長期の海水準変動による塩淡水境界の変遷が地層処分事業における沿岸部の地質環境特性の一つであることが示されたことから、2011年度以降も沿岸域深部の地質環境特性に着目したフィールド研究は加速されていくことになる。2013年度からは研究フィールドを静岡県富士市の沿岸部（駿河湾）へと移した。静岡県富士市沿岸部を選定した理由は、該当地域は、後背地に富士山を有し、おそらく国内において最も動水勾配が大きく、また火山性堆積物から構成される帯水層は非常に大きな透水性を有することから、地下水の視点からは、北海道幌延町沿岸部とは対極の地質環境特性を有していると考えられ、両地域の地下水流動特性を把握することで、国内における沿岸部地下水の流動に関する一般性と地域性を評価できると考えたためである。

2013年度以降は、静岡県の公設試である静岡県環境衛生科学研究所と連携し、国内の既存調査では、比較的狭い範囲かつ水深の浅い場所に限定されてきた海底湧出地下水の大規模な調査にも取り組んだ。海域は地下水の出口である一方で、陸域と比較してその情報量は非常に限定されていることから、海底湧出地下水を正確に評価することで、沿岸部における地下水流動をより正確に把握することが可能となると考えたからである。富士市の沿岸部を対象とした研究は2023年度まで継続され、地質構造モデルの不確実性低減にむけた課題整理や、地下水の数値解析手法の高度化、広範囲かつ大深度の海底湧出地下水調査手法の高度化など様々な成果を生み出すことができた。2024年度以降は、「沿岸部地質環境調査・処分システム評価統合化技術開発」の一環として令和5年に策定された地層処分研究開発に関する全体計画に沿う形で、処分サイトの対象母岩である新第三紀以前の地層を対象に、おもに沿

岸海底下の地質環境特性の把握を目的にNUMOが実施する概要調査段階で必要となる調査技術開発の高度化を，静岡県静岡市由比地区を対象に進めている．主な課題としては，低透水性の岩盤を対象とした孔内試験とそれに基づく地下水流動評価，浅海域における固結岩を対象とした地震探査ならび電磁探査技術の適用，課陸連続のシームレス地質断面図の作成などが挙げられる．

上記では主に産総研が主体となっている地質環境特性に関する研究をとりあげたが，2015年度以降，沿岸部事業は，複数の研究機関とのコンソーシアム方式で進められている．これは，地層処分事業が「地質環境の調査・評価」「処分場の設計」「安全評価」という3分野から成り立っており，それぞれの分野を担当する研究機関が連携することによって，より実事業において必要となる調査技術や知見が洗い出され，個々の研究成果が機能的に分野間で引き継がれることを意識しているためである．一方で，分野間連携を実施するためには，土台作りから始める必要があり，連携に向けた環境を醸成することも大きな課題の一つである．

本講演では，沿岸部研究の現状と課題についてより詳しく紹介する．

謝辞；本稿で紹介した成果は経済産業省資源エネルギー庁委託事業（「高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（JPJ007597）」等で得られたものです．

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

[2oral301-10] T8 [トピック] 原子力と地質科学

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

9:15 ~ 9:30

[T8-O-2] 地層処分の安全評価に向けた長期的な自然現象の確率論的評価手法の高度化

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

キーワード：地層処分、安全評価、火山・火成活動、断層活動、深部流体、隆起・沈降、確率論

背景・目的：

高レベル放射性廃棄物等の処分地は、文献調査や概要調査等により将来にわたり火山・火成活動や断層活動などの自然現象の著しい影響を回避し、好ましい地質環境特性を有する地区を選定する。このように選定した地区における将来10万年程度を超えるような長期の安全性は、評価期間が長期にわたることに伴う不確実性を考慮する。この際、自然現象の発生可能性が極めて低い場合でも、その現象が発生し処分場の安全機能に著しい影響を及ぼす可能性が想定される場合は、その地質環境への影響の程度を推定し、発生確率と影響程度を分離して評価する[1]。これまでNUMOでは、長期的な自然現象の発生とそれに伴う地質環境への影響を確率論的に評価する手法として、ITM-TOPAZ手法を開発してきた[2]。このうち、火山・火成活動に関しては、約100km四方の範囲における約5km四方の領域ごとに将来100万年間の発生確率をマップに示す手法を構築し一定の評価を得た[3]。一方、ITM-TOPAZ手法の適用性をさらに拡充していくうえでは、次のような課題が残されている。

- ・断層活動による岩盤変形や隆起・沈降に関して、将来10万年以降のプレート運動の変化に伴い生じる広域的な事象やそれらに伴い生じるサイト周辺の地域的な事象の変遷に関するシナリオ（変遷シナリオ）の設定根拠の整備
- ・火山・火成活動や断層活動、深部流体を含めた処分場周辺の地質環境への影響に関する基盤情報の拡充とそれらの時間変遷を含めたシナリオ（影響シナリオ）に設定方法の整備
- ・これらのシナリオの起こりやすさを専門家の意見集約により確率論的に評価する方法に対する合意形成

今後、概要調査及びそれ以降の段階においてITM-TOPAZ手法を安全評価に用いる際には、これらの課題の解決し高度化しておく必要があることから、2024年度より3カ年の検討に着手した。

結果概要：

2024年度は、従来の手法にベイジアンネットワーク（BN）やSSHACなどの手法を取り込み高度化する“ITM-TOPAZ-2手法”の評価の流れを検討した。

(1)評価スケールの設定：変遷シナリオのスケールとして、プレート運動に関する約100km四方の領域とサイト周辺の事象に関する約50 km四方の領域、影響シナリオのスケールとして約5km四方の領域を設定する。

(2)評価シナリオの設定：変遷シナリオについては、従来同様にロジックツリーを用いるが、その基となる現象モデルやパラメータは、国内専門家と議論しながら設定する。影響シナリオは影響伝播シナリオに改め、隆起・沈降、侵食・堆積、海水準変動などの緩慢なプロセスや、断層変位、マグマ貫入・噴火、火山性熱水・深部流体の流入などの突発事象の発生から

処分場の地質環境に影響が伝播するシナリオを，国内専門家と議論しながら設定する。これらの国内専門家との議論や意見集約に際しては，国内でのSSHAC手法の適用における知見[4]を反映する。

(3)発生確率の算出：変遷シナリオの起こりやすさは，専門家の意見集約によりロジックツリーの重みづけを行う方法で設定する。影響伝播シナリオの発生確率の算出には，BN手法の適用を試みる。BN手法は，評価対象に係る情報，確率を求める数式・モデル，専門家の意見集約結果等に関連付けたBNモデルにより，客観性・透明性の高い評価，独立でない複数の要因が関与する事象の評価，現象モデルやデータが不十分な場合にも科学的に説明性のある評価が可能である[5]。また，BNモデルへの入力情報となる火山・火成活動や断層活動の空間確率密度分布の推定には，ランダムフォレスト法の適用を試みる。ランダムフォレスト法は決定木を用いた機械学習法であり，カーネル法などによる推定結果，地震波速度構造，重力異常などの様々な情報を取り込んだ客観的・包括的な評価を可能にする [6]。

(4)総合評価：リスク論的な安全評価への反映に向けて，変遷シナリオと影響伝播シナリオの発生確率を統合し，地層処分システムの安全機能に影響を及ぼす自然現象の発生確率を提示する。

今後は，国内外の専門家の協力を得てITM-TOPAZ-2手法の高度化を進め，日本列島背弧側を対象にケーススタディを実施し適用性の確認及び改善を図る。

文献 [1]NUMO(2021)：NUMO-TR-20-03 [2]NUMO(2016)：NUMO-TR-16-04 [3]Jaquet et al. (2017)：J Volcan Geotherm Res,345,pp.58-66 [4]電中研(2023)：NR22002 [5]Aspinall et al. (2023): J Appl Volcano,12:5 [6]INL(2024)：INL/RPT-24-78997

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

[2oral301-10] T8 [トピック] 原子力と地質科学

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

9:30 ~ 9:45

[T8-O-3] 地層処分の安全評価に向けた地下環境の状態変化を考慮した地質学的視点*大坪 誠¹ (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

キーワード：放射性廃棄物処分、地下環境、影響評価、FEPリスト、不均質性

我が国における高レベル放射性廃棄物の地層処分は、10万年を超える長期間にわたって放射性物質を人間生活圏から安全に隔離することが求められている。このため、処分施設が立地する地下環境の「機能」（閉じ込め・隔離・遅延）と、それらが評価期間内に十分に発揮される「性能」の定量的把握が不可欠である。特に日本列島は、活断層や活火山の密集するプレート沈み込み帯に位置し、地質・地形・地下水環境の時間的・空間的な変化が顕著である。これにより、地下環境の初期状態や将来的な変化の不確実性をいかに扱うかが、処分の安全性を議論する上での鍵となる。本発表では、地層処分の安全性評価における地質学的な視点の重要性を、自然事象の影響評価と地下環境の状態変化という2つの観点から整理する。すなわち、「ある自然事象が生じた際に、地下環境が有する安全機能や性能にどのように作用し、どの程度影響を及ぼすのか（感度評価）」を出発点とし、それに対する科学的知見と評価手法の整備を図る。たとえば、隆起・侵食速度の地域差、断層活動と深部流体の移動経路、熱水活動による地下水組成の変化、地下水流動場の長期変化など、多様な自然現象と地下環境の相互作用に注目する。また、国際的なFEP（Features, Events, Processes）リストに準拠しつつ、日本列島固有の地質環境に即した「日本版FEPリスト」の構築と、それに基づく定量的影響評価の枠組みの必要性を論じる。地層処分においては、「閉じ込め」「隔離」「遅延」といった機能が個別に完璧である必要はなく、各機能が相補的に働くシステムとして設計・評価されることが前提となっている。このため、それぞれの機能が時系列的・地域的にどの程度発揮されるか、またそれを評価するための地質データの信頼性と不確実性もあわせて考慮する必要がある。立地選定段階においては、地質・構造・地下水などに関する多様なデータを収集・解析し、地下環境の機能と性能を支える根拠を積み上げていく必要がある。とくに日本のように地質の不均質性が高い地域では、処分場の立地点ごとに異なる「岩盤の初期状態」や「状態変化の履歴と将来予測」を適切に評価することが、安全性の確保に直結する。さらに、地質変動の時間スケールと処分施設の評価期間との整合性を踏まえたリスク判断の指針作成も重要である。

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

[2oral301-10] T8 [トピック] 原子力と地質科学

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

9:45 ~ 10:00

[T8-O-4] 花崗岩冷却過程と物質移行経路形成の関係*笹尾 英嗣¹、湯口 貴史² (1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 熊本大学)

キーワード：花崗岩、物質移行、冷却過程

花崗岩などの結晶質岩中の割れ目は地下水や物質の移行経路として機能する。日本学術会議（2014）は「地下水の通路である割れ目の少ない岩盤を処分場候補とすることが望まし」く、「地質履歴から割れ目の少ない領域を探す論理立てを確立することが必須」であるとした。

報告者は、中部日本に分布する土岐花崗岩体で花崗岩の構成鉱物の変質に伴って空隙が形成され、空隙には物質移行経路として機能するものがあることを明らかにした（Yuguchi et al.,2024）。土岐花崗岩体では、冷却速度と割れ目頻度との間に相関が認められているが（Yuguchi et al.,2019a）、鉱物の変質と割れ目頻度との間にも相関が認めれており

（Yuguchi et al.,2021b, 2022b）、冷却速度が割れ目頻度だけではなく変質も規制している可能性がある。本報告では、花崗岩冷却過程と物質移行経路（割れ目および鉱物中の空隙）の形成との関係を述べる。

土岐花崗岩では、ブロック試料の拡散試験の結果、斜長石中心部に空隙があり、トレーサの濃集が確認された（石橋ほか、2016）。斜長石は一般に中央部から縁辺部にアルバイト成分が増加する累帯構造を示すこと、アノサイト成分の多い斜長石ほど溶解しやすいことが実験的に確認されていることや空隙が変質領域において優位に分布する岩石学的特徴から、斜長石中心部の空隙は花崗岩冷却過程において広範囲で生じる熱水による初生変質によって形成されたと考えられた（石橋ほか、2016；Yuguchi et al.,2019b）。

変質については、緑泥石温度計や変質鉱物のカリ長石の年代測定（Yuguchi et al.,2015, 2021a）、近傍のDH-2号孔試料の冷却曲線に基づく、花崗岩体が水の臨界温度（374℃）にまで冷却された直後から黒雲母の緑泥石化が生じ、続いて斜長石の変質（空隙とイライト等の形成）が生じたと解釈できる。さらにはいくつかのステージで方解石の沈殿などが生じている（他にも角閃石やカリ長石の緑泥石化も認められるが、これらと黒雲母－斜長石の変質との関連はわからない）。

さらに、Yuguchi et al.（2021b）は、空隙の面積は黒雲母に対する緑泥石化の割合に相関すること、割れ目頻度と空隙の面積および緑泥石化の割合には正の相関が認められることを明らかにした。同様の関係は斜長石でも認められる（Yuguchi et al.,2022b）。物質移行の観点では、変質の強い場所ほど拡散に寄与する空隙が多く、物質の移行を遅延する機能が大きい。

Yuguchi et al.（2019a）によれば、800～300℃の冷却速度と割れ目発生頻度の間に相関があり、冷却速度が遅いと割れ目の発生頻度が高く、冷却時間が速いと割れ目の発生頻度が低い。冷却時間と割れ目頻度になぜ相関があるのかはわかっていないが、冷却速度が遅い領域は岩体中央部にあり、高温状態が比較的長期間、維持される領域にあり、熱水が高温状態を保持し得るため、鉱物の溶解および熱水中の元素移動が活発に生じ、鉱物の変質が促進された一方で、冷却速度が速い領域では熱水が比較的短時間で冷却されるため、鉱物の変質も弱かったと考えられる。

本報告では、岩体の冷却履歴を把握することによって割れ目や鉱物中の空隙といった物質移行経路の多寡を概括的に把握できることを示した。ただし、この結論は土岐花崗岩体のみの結果から導かれたものであり、他岩体での研究成果の蓄積が必要である。

【謝辞】本研究の一部には、経済産業省資源エネルギー庁から受託した「令和6・7年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分にに関する技術開発事業 (PJ007597) (核種移行総合評価技術開発)」の成果を使用した。

引用文献

- 石橋ほか (2016) 原子力バックエンド研究, 23, 121-129.
日本学術会議 (2014) 高レベル放射性廃棄物の暫定保管に関する技術的検討.
Yuguchi et al. (2015) Am. Mineral., 100, 1134-1152.
Yuguchi et al. (2019a) J. Asian Earth Sci., 169, 47-66.
Yuguchi et al. (2019b) Am. Mineral., 104, 536-556.
Yuguchi et al. (2021a) Heliyon, 7, e06750_1-e06750_9.
Yuguchi et al. (2021b) PLOS ONE, 16, e0251198_1-e0251198_17.
Yuguchi et al. (2022b) J. Mineral. Petrol. Sci., 117, 220415_1-220415_12.
Yuguchi et al. (2024) Heliyon, 10, e37417_1-e37417_17.

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

[2oral301-10] T8 [トピック] 原子力と地質科学

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

10:00 ~ 10:15

[T8-O-5] 長期的な地形変化や海水準変動を考慮した四次元地質環境モデル構築と地下深部の水理場・化学場への影響評価に関する検討

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

キーワード：四次元地質環境モデル、地形変化、海水準変動、地下水流動、地層処分

NUMO（2021）では、日本の代表的な三岩種（深成岩類、新第三紀堆積岩類および先新第三紀堆積岩類）を対象に、地質構造の幾何学形状や水理特性などの三次元の空間分布を表現した地質環境モデルを構築するとともに、構築したモデルに基づき処分場の設計や安全評価を実施した。この検討を通して、数万年以上にわたる地層処分システムの長期安全性をより現実的に評価するためには、地質環境特性の長期変遷を考慮したモデル構築技術を整備することが課題として示された。

特に、地下深部の水理場・化学場に影響を及ぼす現象として、長期的な地形変化や海水準変動といった自然現象が挙げられる。これらの外的要因を従来の地質環境モデルに取り入れることで、地質環境特性の時空間的な変遷をより現実的に評価することが可能になると考える。

このような背景を踏まえ、NUMOでは将来100万年程度の長期にわたる自然現象を考慮した四次元地質環境モデル（三次元空間に時間軸を考慮した地質環境モデル）の構築技術の高度化を進めている。本発表では、この技術開発の成果のうち、地質環境モデルへの自然現象の統合手法と、これらの自然現象が地質環境特性に及ぼす影響の評価結果について報告する。

四次元地質環境モデルは、現在の地形・地質構造モデルに地形変化パラメータを適用して得られる地形・地質構造モデルと、これに基づく水理地質構造モデル、さらに水理地質構造モデルを用いた地下水流動・物質移行解析により構成される。

本検討では、全国規模で収集した地質環境特性データ（NUMO，2021）を用いて、三岩種が混在する地形・地質構造を考慮した仮想的な場を想定し、四次元地質環境モデルを構築した。

具体的には、まず、三岩種が分布する地域のDEMや対象岩種に特徴的な地域の地質図を用い、地形・地質構造の幾何学データを取得した。これらに基づいて、山地・平野・大陸棚や断層・割れ目などの地形・地質構造的要素を、統計値と整合させつつ、確率論と決定論を組み合わせて三次元で配置し、現在の地形・地質構造モデルを作成した。

このモデルに地形変化のパラメータを与え、約100万年間における海進・海退のピーク時の19断面に、地形変化に伴い河川争奪が発生した時点の3断面を加えた22の時間断面を設定し、それぞれの時点における地形・地質構造モデルを時系列的に構築した。地形変化には、地質学会（2011）に基づく長波長成分や断層運動に伴う山地形成といった短波長成分を考慮した隆起・沈降速度を設定し、藤原（1999）を削剥速度として適用した。堆積速度は、河川の滞留による瞬間的な堆積として与えた。海水準変動は、直近の最大海進は約6 ka、海退・海進の進行期間が8万年・2万年、最大高低差を現標高-140 m・+5 mとする、10万年

周期の単純化モデルを適用した。

上記の地形・地質構造モデルを基に、各地層や断層の水理特性の空間分布を表現した水理地質構造モデルを構築し、構築した複数の水理地質構造モデルを用いて、飽和・不飽和状態における非定常の地下水流動・物質移行解析を行った。これらの解析では、前の断面の水理地質構造モデルの解析結果を、次の断面のモデルの初期条件として受け渡すことを繰り返し行うことで、約100万年間の地形・地質構造の長期変遷や気候・海水準変動を連続的に考慮した。

長期的な地形変化および海水準変動が地質環境特性に与える影響として、塩水濃度分布、地下水流速分布、地下水の移行特性（移行時間・距離）に以下のような結果が得られた。

- ・塩水濃度分布について、海退期には淡水領域が沖側に拡大し、海進期には塩水領域が内陸へ進行した。

- ・地下水流速分布について、淡水域では主に岩盤の透水係数の空間分布に支配されるが、地形変化や海水準変動による水頭分布の変化で動水勾配が変動し、地下水流速も変動した。

- ・地下水の移行特性について、海域近傍を出発点とする粒子は海水準変動の影響を受け、海退期には汀線の後退により移行時間・距離が増加し、海進期には流出点が近づくことで移行時間・距離が短縮した。

- ・断層運動に伴う山地形成に起因した河川争奪が発生することで、山地周辺では地下水の主要な流出域の変化が認められた。

以上の結果より、長期的な地形変化や海水準変動は、地下水の水理場や化学場に有意な変化をもたらし、地質環境特性の長期変遷を評価するうえで重要な外的要因の一つであることが示された。また、それらが地下水の水理場や化学場に与える影響には空間的なばらつきがあることも確認された。このため、対象地点における支配的な外的要因を特定するうえで、本報告で示した四次元地質環境モデルに基づく評価は有効と考えられる。

地質学会（2011）地質リーフレット4.

藤原ほか（1999）サイクル機構技報，5，pp. 85-93.

NUMO（2021）TR-20-03.

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

[2oral301-10] T8 [トピック] 原子力と地質科学

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

10:30 ~ 11:00

[T8-O-6] [招待講演] JAEA東濃地科学センター 土岐地球年代学研究所における研究開発の現況

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

キーワード：地層処分、地質環境の長期安定性に関する研究、火山・火成活動、深部流体、地震・断層活動、隆起・侵食、年代測定技術開発

1. はじめに

JAEA東濃地科学センター土岐地球年代学研究所では、「火山・火成活動」、「深部流体」、「地震・断層活動」及び「隆起・侵食」の自然現象の影響に関する研究課題に対し電力中央研究所と協働し、事例研究と年代測定・分析技術開発を通じて課題の解決に必要な知見の蓄積や調査・評価技術の体系的整備を進めている。以下、JAEAの実施概要について紹介する。

2. 火山・火成活動

2-1. 第四紀に活動した火山の活動性に関する評価基盤の提示

九州・琉球弧を対象に、火山・火成活動の活動性評価に有用な情報となる火成岩の全岩化学組成について既往研究データや知見をコンパイルし、東北日本弧とは異なったマグマプロセスの特徴や火成活動を明らかにした。火山活動に関する編年技術の高度化を目的としてジルコンを対象としたU-Th非平衡年代測定法を整備、火山活動に関するマグマ供給源の把握の高度化を目的としてTIMSの導入及びSr同位体、Nd同位体やPb同位体分析に係る前処理手法を整備した。

2-2. 地下に熱源を持つ非火山における火山活動への発展性の検討

東北地方を事例に電磁探査による地下の熱源分布の把握、低温領域の熱年代法による山地横断方向の熱履歴の把握といった複数手法を適用し、将来的な火山活動への発展の蓋然性提示のための基盤的技術構築に資する知見が得られた。

3. 深部流体

3-1. 鉱物脈の微量元素、流体包有物解析による調査・評価技術の整備

深部流体流入時の温度・圧力条件、壁岩に与えた化学的・熱的影響推定の高度化を目的に、流体包有物分析や元素拡散プロファイル取得手法の適用性検討、鉱物脈の流体包有物分析による深部流体流入時の温度圧力条件の制約と、元素拡散プロファイルを用いた深部流体滞留時間の制約手法の開発を試みた。

3-2. 深部流体の移行経路と空間的広がりに関する調査・評価技術の整備

地表近傍での移行経路に関する検討の一環として複数地域の露頭において実施した割れ目解析では、露頭における割れ目間距離などが流体流出に係る割れ目の傾向把握に有効である可能性を示した。地下深部における移行経路の検討の一環として2024年1月1日の能登半島地震のデータを用いてS波スプリッティング解析を行った結果、一部の観測点において地震前後に深部流体の関与を示唆する速いS波の偏向方向の変化を捉えることができた。

4. 地震・断層活動

4-1. 活断層地形が不明瞭なせん断帯における活構造の分布や力学的影響範囲を把握する手法の検討

小断層解析を用いた解析手法の高度化を目的として、1984年長野県西部地震及び2016年鳥取県中部地震震源域を例に応力逆解析を行い、伏在する活断層近傍において現在の広域応力に近い応力で形成された小断層が多く存在する領域が確認された。

4-2. 断層の活動性評価指標を提示するための分析・試験、年代測定による検討

断層粘土の化学組成データを用いた多変量解析に基づく機械学習による活断層と非活断層の分離評価手法について検討した。年代測定については、主にK-Ar法、FT法及びESR法を実施、新たな手法を整備するためK-Ca法の適用可能性に向けた分析システムを検討した。

5. 隆起・侵食

5-1. 熱年代学的手法等を用いた隆起・侵食評価手法の整備

超低温領域の新しい熱年代学的手法として、モナザイトFT年代の実用化を目的とした実験的検討を進めた。また、熱年代データと応力場データとを組み合わせた隆起・侵食過程の復元手法として、ヒールドマイクロクラックを用いた古応力解析法の整備も進めた。

5-2. 離水地形のマルチ年代測定に基づく隆起・侵食速度推定技術の高度化

沿岸部におけるOSL法及びTCN法の信頼性向上を目的とし、年代既知の海成段丘を対象に手法の適用性を確認した。また、離水地形の編年に基づく河川下刻・隆起速度データを拡充し、沿岸部～内陸部にかけての体系的な隆起・侵食の三次元的変動傾向を検討した。

5-3. 地質環境長期変遷のモデル化に反映するための地形解析・総合的調査技術の高度化

性能評価で用いられる河川による削剥シナリオの信頼性を向上するため、GISを用いた地形解析により河川の横断面形状や地形特徴量データを収集・整理し、河川下刻による上流から下流までの地形変化を明らかにした。

6. おわりに

以上により整備された調査・評価技術は、我が国の放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性を更に高め事業や安全規制への技術的基盤となると同時に、地質環境の長期安定性の評価について国民の理解に寄与するという観点で重要と考える。

【謝辞】本報告には経済産業省資源エネルギー庁委託事業「令和5～7年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（JPJ007597）（地質環境長期安定性総合評価技術開発）」の成果の一部を使用している。

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

[2oral301-10] T8 [トピック] 原子力と地質科学

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

11:00 ~ 11:15

[T8-O-7] JAEA東濃地科学センター土岐地球年代学研究所における年代測定技術開発の現状*花室 孝広¹ (1. 日本原子力研究開発機構)

キーワード：高レベル放射性廃棄物の地層処分、年代測定

日本原子力研究開発機構東濃地科学センター土岐地球年代学研究所では、高レベル放射性廃棄物等の地層処分技術に関する研究開発の一環として地質環境の長期安定性に関する研究を実施している。この中で、地質試料を対象とした年代測定技術の開発を進めており、加速器質量分析装置による年代測定など、各種の年代測定技術を整備してきた（たとえば、丹羽ほか，2024）。

地層処分では、将来数十万年程度にわたって地質環境を予測・評価することが求められることから、過去数百万年程度から現在までの地質環境の変化の傾向を将来に外挿することで予測する手法が考えられる。このため、過去数百万年程度までの年代を精度良く求める手法の整備が求められている。年代測定には様々な手法があるが、その原理に起因して対象となる試料や測定可能な年代幅に制約があることから、いくつかの手法を組み合わせ、得られるデータの信頼性を向上させる取り組みを進めるとともに、地層処分が必要とされる数百万年～数千万年前の年代測定を行うための手法の適用性確認や高度化に重点的に取り組んできた。これまで整備してきた年代測定技術については、地層処分事業において必要とされる断層の活動性評価手法や隆起・侵食速度の推定手法としての活用が期待されている。土壌や火砕流堆積物中の植物片のC-14年代測定による堆積年代の推定（たとえば、廣内ほか，2012）や、火山岩や断層破碎帯に含まれる粘土鉱物のK-Ar年代測定による生成年代の推定（たとえば、Zwingmann et al., 2024）など、試料の年代から断層活動や火成活動の時期を特定することができる。これにより、概要調査において、対象地域に分布する火山岩の噴出時期や断層の活動性を評価するためのデータを提供することができる。また、年代測定手法の特徴（ある温度条件において年代値がリセット・スタートする）を利用して、複数の年代測定手法の組み合わせにより得られる岩石試料の熱履歴の情報から岩石試料の隆起・剝削史を復元して隆起・侵食速度を推定する手法の開発（たとえば、梶田ほか，2020）も進めている。この手法により、対象地域の隆起・侵食速度を評価するためのデータを提供することができると考えられる。なお、この手法で実施しているフィッシュン・トラック年代測定については、国内初となるフィッシュン・トラックをカウントするための自動計測装置を導入して多数の分析を迅速に実施する環境を整備している（たとえば、末岡ほか，2020）。その他、海成段丘の対比などに適用可能な、長石を対象としたOSL年代測定（たとえば、Ogata et al., 2024）に係る技術開発なども進めている。

また、地層処分の分野にとどまらず、原子力施設の立地に係る活断層評価へも貢献してきている（たとえば、石丸ほか，2013）。さらに、加速器質量分析装置の技術開発において得られた知見をもとに超小型AMSの開発（たとえば、Jinno et al., 2024）を進めており、実用化されれば、C-14年代測定が安価に実施できるようになるなど、関連する分野への大きな波及効果が期待できる。本講演では、東濃地科学センター土岐地球年代学研究所における年代測定技術開発の現状とそれらの適用事例について報告する。

【謝辞】

本報告には経済産業省資源エネルギー庁委託事業「令和5～7年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に

関する技術開発事業（JPJ007597）（地質環境長期安定性総合評価技術開発）」の成果の一部を使用している。

【参考文献】

丹羽ほか（2024）：JAEA-Research 2024-013, 65p.

廣内ほか（2012）：日本活断層学会2012年度秋季学術大会講演予稿集, pp.52-53.

Zwingmann, et al. (2024): Earth, Planets and Space, 76, pp.27_1-27_16.

梶田ほか（2020）：フィッション・トラックニュースレター, 33, pp.28-30.

石丸ほか（2013）：日本地質学会第120年学術大会講演要旨, R24-O-8.

末岡ほか（2020）：フィッション・トラックニュースレター, 33, pp.15-18.

Ogata et al. (2024): Earth, Planets and Space, 76, pp.123_1 - 123_11.

Jinno et al. (2024): Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions

with Materials and Atoms, 165545.

土岐地球年代学研究所で実施できる年代測定法

対象施設	年代測定法	年代測定範囲(年前)							主な反映先	対象物質	状況
		10 ⁹	10 ⁸	10 ⁷	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁴	10 ³			
加速器質量分析装置 (JAEA-AMS-TONO-5MV&300kV)	¹⁴ C法								断層運動	地下水, 有機物	実施中
	¹⁰ Be法								侵食速度	石英	実施中
	²⁶ Al法								侵食速度	石英	実施中
	³⁶ Cl法								地下水年代	地下水	開発中
	¹²⁹ I法								地下水年代	地下水	実施中
希ガス質量分析装置	K-Ar法	...	...	...	...	...	...	...	断層運動	自生雲母粘土鉱物	再整備中
四重極型質量分析装置	(U-Th)/He法			...	...	...	...	...	侵食速度	アパタイト, ジルコン	実施中
光ルミネッセンス測定装置	OSL法						...	...	断層運動	石英	実施中
						...	...	...	隆起速度	長石	実施中
電子スピン共鳴装置	ESR法			...	...	...	...	...	断層運動	石英	実施中
高精度希ガス質量分析装置	希ガス法								地下水年代	地下水	実施中
電子プローブマイクロアナライザ	CHIME法	...	...	...	...	...	...	...	後背地解析	モナザイト, ジルコン	停止中
レーザーアブレーション誘導 結合プラズマ質量分析装置	U-Pb法	...	...	...	...	...	...	...	後背地解析	ジルコン	実施中
	U-Th法								断層運動	炭酸塩鉱物	実施中
									火山活動	ジルコン	開発中
フィッショントラック自動計測装置	FT法	...	...	...	...	...	...	...	侵食速度	アパタイト, ジルコン	実施中
表面電離型質量分析装置	K-Ca法	...	...	...	...	...	...	...	断層運動	イライト	開発中

技術開発の対象年代範囲

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

[2oral301-10] T8 [トピック] 原子力と地質科学

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

11:15 ~ 11:30

[T8-O-8] 地下深部におけるマグマ等の高温流体の推定手法

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

キーワード：地層処分、マグマ・高温流体

1. はじめに

地層処分システムに著しい影響を及ぼす可能性のある自然現象のうち、火山活動に伴うマグマの貫入・噴出は、地層の物理的な隔離機能を喪失させる恐れがある。このため、「特定放射性廃棄物の最終処分における概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項」（原子力規制委員会, 2022）では、概要調査地区等の選定時において「第四紀に活動した火山が存在しない場所であっても、新たな火山が生じる可能性のある場所」を避けることとしている。

沈み込み帯である日本列島では、スラブから放出された水の働きによってマントルの一部が融けて上昇し、マグマが形成される。このような過程で形成されたマグマは、一旦地殻内のマグマ溜りに蓄えられる等した後、地表に噴出し、火山になると考えられている。そのため、新たな火山の発生に係る潜在的なリスクを排除するには、地下深部のマグマ等の高温流体の有無を予め把握することが重要となる。本発表では、それに有用と考えられる手法や適用事例について述べる。

2. 地球物理学・地球化学的手法

マグマ等の高温流体の存在を確認するためには、温度や流体の存在に応じて変化する性質をもつ物性値の空間分布を把握することが肝要である。これに有用な地球物理学的情報として、地殻や上部マントルを対象として推定が可能な地震波速度構造、地震波減衰構造、比抵抗構造が挙げられる。このほか、地温勾配、地震発生層の深さ分布、S波反射面の分布もマグマや高温流体等の存在についての情報を与えることができる。また、温泉ガス等に含まれるヘリウム同位体比 ($^3\text{He}/^4\text{He}$ 比) も、地下深部にマグマが存在する可能性を示唆する地球化学的な指標の一つに挙げられる。

しかしながら、これらの情報を得るための手法は、対象領域の様々な条件により適用性や分解能が異なるほか、推定された結果をボーリング掘削によって直接的に確認することは困難である。そのため、調査にあたっては、単独の手法のみならず複数の観測や解析による情報をもとに総合的に考察し、その信頼性を確保することが重要となる。

3. 非火山地域における適用事例

東北日本の背弧域に位置する飯豊山地では、新第三紀の火山活動の痕跡が認められるものの、それ以降の火山活動が認められていない。その一方で、飯豊温泉（泉温55℃）や湯ノ平温泉（泉温56℃）といった高温の温泉が湧出している。Umeda et al. (2006) によるMT（magnetotelluric）法電磁探査の適用事例では、これらの高温泉を含む領域に観測点を配置し、深さ40 km までの二次元比抵抗構造を推定した。その結果、地殻からモホ面付近まで連続する顕著な低比抵抗体が存在することや、この低比抵抗体の上面の形状が地殻内地震発生

層の下面深度と調和的であることが示された。さらに、地震波トモグラフィによる三次元地震波速度構造の推定によって、この低比抵抗体の分布域と調和的な地震波低速度体が下部地殻に認められることを示した (Umeda et al., 2007)。この事例では、さらに温泉井で採取された地下水や遊離ガスのヘリウム同位体比といった地球化学的な情報も組み合わせることで、これらの地震波低速度・低比抵抗体はマントル起源のマグマ等の高温流体を示唆すると推定している。

最近では、飯豊山地の花崗岩試料に対して低温の閉鎖温度 (<300°C) を持つ熱年代法

(フィッシュン・トラック法, (U-Th)/He法) を適用した結果、この低比抵抗体の直上の領域を中心に有意な年代の減少が見られることが明らかになった (福田ほか, 印刷中)。この傾向は、奥羽脊梁山地のように、地下の高温領域が存在する地域に歪が集中し、結果として山地の隆起・削剥に関与している可能性を示唆する (例えば、深畑ほか, 2022)。すなわち、マグマ等の高温流体の存否を検討する上で、このような地表における山地スケールでの熱年代学的手法の適用も有用であることを示している。

謝 辞

本報告には経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成27～30年度地層処分技術調査等事業 (沿岸部処分システム高度化開発)」及び「令和5～7年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業 (JPJ007597) (地質環境長期安定性総合評価技術開発)」の成果の一部を使用している。

参考文献

深畑ほか (2022) 地学雑, 131(5), 479-496. 福田ほか (印刷中) フィッシュン・トラックニュースレター. 原子力規制委員会 (2022) 令和4年8月24日 原規規発第2208241号. Umeda et al. (2006) G-Cubed, 7, 1-8. Umeda et al. (2007) J. Geophys. Res., 112, 1-9.

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

[2oral301-10] T8 [トピック] 原子力と地質科学

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

11:30 ~ 11:45

[T8-O-9] 表計算ソフトを用いた断層のすべり方向のミスフィット角の計算

*島田 耕史¹ (1. 日本原子力研究開発機構)

キーワード：ミスフィット角、表計算ソフト

ミスフィット角とは、ある応力場においてWallace-Bott仮説から理論的に求められる断層すべり方向（以下、理論すべり方向）と、実際のすべり面に記録されている最新の断層すべり方向（以下、観察すべり方向）のなす角度である。高レベル放射性廃棄物の地層処分事業において概要調査以降の露頭調査やボーリング調査で遭遇する断層破砕帯の活動性評価、すなわち将来活動する可能性のある断層等か否かを評価していく上で、ミスフィット角の算出は、現在の応力場において活動している場合にはミスフィット角が小さいことが期待されることから（藤内ほか, 2011；酒井ほか, 2024など）重要である。理論すべり方向の確度は、応力逆解析手法の発展により、最大・最小主応力軸の方向および応力比（以下、応力場情報）の確度向上が継続的に図られることで（佐藤ほか, 2017；Uchide et al., 2022）向上している。応力場情報を仮定又は既知とし、ミスフィット角の計算過程を確認しつつ簡便に実施できるようにすることは、破砕帯の活動性評価や調査の迅速化にも寄与すると考えられる。ここで紹介する表計算ソフトを用いたミスフィット角の計算表は、ステレオ投影図での回転操作をともなう図式解法（Means, 1989）を参考にしつつ、回転操作を行わず、方向余弦を用いて図式解法と同じ理論すべり方向を得るものであり、この方向と観察すべり方向との挟角、すなわち、ミスフィット角を計算する。実際には表計算シート上の10列程度のセルに応力場情報と条線やすべり方向の情報を入力すると、表計算シート上の50列程度の数式群により計算が進みミスフィット角が出力される。計算式の分量は多く、本要旨に掲載することはできないが、概要を以下に示す。

右手系直角座標系と地理座標系との対応をx：北、y：東、z：鉛直下方をプラスとし、方位角は北から時計回りに、角度φは鉛直下方から測定する。応力比は、 $R = (\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3)$ から、中間主圧縮応力 σ_2 を基準とした σ_1 および σ_3 との偏差の比 $(\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_2) = - (1 - (1 / (1 - R)))$ に換算する（この値をRDとする）。断層面に直交する線（面の極；P）、最大主圧縮応力の方向（S1）、最小主圧縮応力の方向（S3）、観察すべり方向（断層上盤側のブロックの移動方向；SD）の方向余弦を算出する。S1とPのなす角a、S3とPのなす角bを求める。断層面上で σ_1 、 σ_3 により発揮されるせん断応力T1とT3の方向（D1、D3）を示す方向余弦を算出する。Means(1989)に基づき、T1とT3を算出し（この時、 σ_1 と σ_3 は1とRDに規格化）、せん断応力Tの方向余弦を求める。観察すべり方向の方向余弦と、せん断応力Tの方向余弦から、観察すべり方向とTの方向と挟角（ミスフィット角）を求める。この表を用いて、Means(1989)の例を計算し、図式解法と同様の理論すべり方向を得た。

続いて、活断層である木津川断層のボーリングコアの断層面で測定された2つの条線のミスフィット角を、歴史記録から推定される右ずれ逆断層センスを仮定して計算した。応力場情報は同断層を含む近畿地方の活断層の運動像から推定された値（Tsutsumi et al., 2012）を用いた。その結果、ボアホールカメラ観察に基づく巨視的断層面上の条線（断層面走向傾斜/条線プランジ→条線方向；N69E60N/23→263）のミスフィット角は11度、斜交するせん断面上の条線（N45E62N/57→279）では41度であった。この結果の解釈についても議論

する。

本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「令和6-7年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（JPJ007597）（地質環境長期安定性総合評価技術開発）」の成果の一部である。

[引用文献]

Means, W. D., 1989, J. Struct. Geol., 11, 625-627. 酒井 亨ほか, 2024, 地質雑, 130, 89-109. 佐藤活志ほか, 2017, 地質雑, 123, 391-402. 藤内智士ほか, 2011, 活断層・古地震研究報告, 11, 139-150. Tsutsumi, H., et al., 2012, Geophys. Res. Lett., 39, L23303. Uchide, T., et al., 2022, J. Geophys. Res., Solid Earth, 127, e2022JB024036.

セッション口頭発表 | T8 [トピック] 原子力と地質科学

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

[2oral301-10] T8 [トピック] 原子力と地質科学

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

11:45 ~ 12:00

[T8-O-10] 御前崎沖の島が1854年安政東海地震の地震断層で沈没した可能性*石渡 明¹ (1. なし)

キーワード：沖御前島、御前岩灯標、暗礁、海岸の隆起と島の沈降、古地図と古絵図

日本には、大分県別府湾の瓜生島が1596年慶長豊後地震で沈没した等、島が地震で沈んだ伝説が複数ある。また、海溝型の大地震に伴って陸上に落差数mの断層が生じた近年の例も複数知られている（1923年関東地震M7.9：下浦・延命寺断層（地震と同時、海溝から25km）、1944年東南海地震M7.9：深溝断層（三河地震、37日後、130km）、2011年東北地方太平洋沖地震M9.0：湯ノ岳・井戸沢断層（福島県浜通地震、31日後、200km））。小論では1854年安政東海地震（M8.4）により駿河トラフから約30kmの静岡県御前崎沖で島が沈んだ可能性について述べる。

現在、この海域に島はないが、暗礁が多く、御前崎東方沖約2.5kmの暗礁に御前（ごぜん）岩灯標が設置されている。産総研の1/20万地質図「静岡及び御前崎」第2版（2010）によると、御前崎の下部や御前岩は後期中新世～鮮新世の前弧堆積物（相良層群）からなり、御前崎ではこれを後期更新世～完新世の段丘堆積物が覆う。

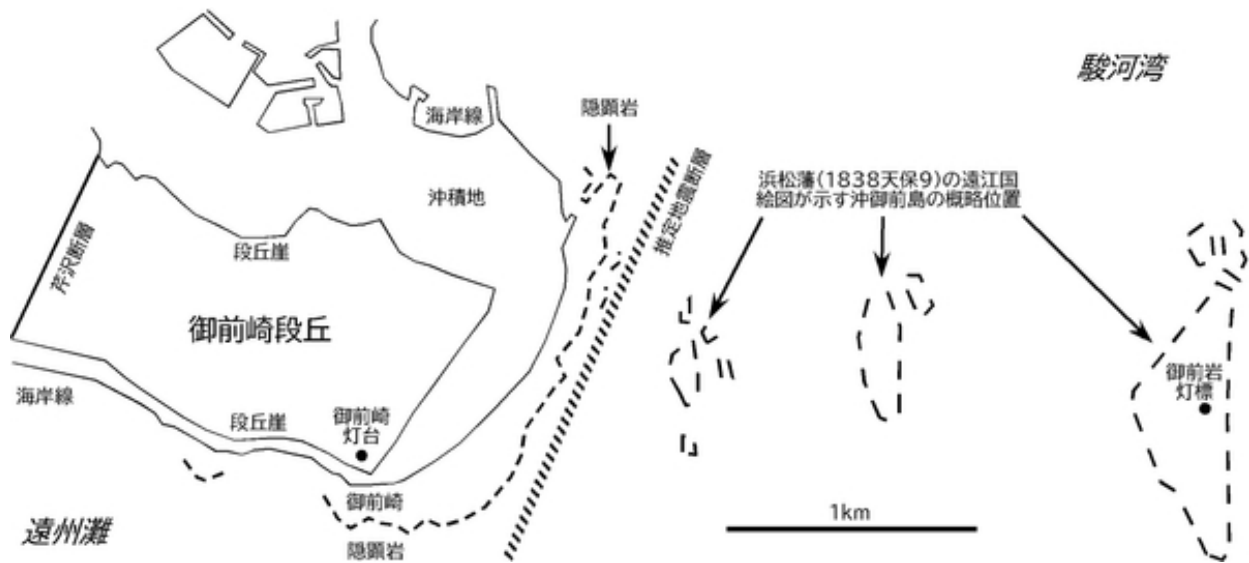
江戸時代の複数の地図や絵図は御前崎沖に島（岩）を描く。1728(享保13)年の「運上浜境図」（御前崎町史(1997), p. 308）は径約300mの沖御前岩を描く。1754(宝暦4)年の森幸安の「日本分野図」は御前崎沖に14の小島を描く。1791(寛政3)年の長久保赤水の「改正日本輿地路程全図第二版」は御前崎（ミマヤ（御厩）崎）沖に大きな沖御前島を描く。伊能忠敬の「大日本沿海輿地全図」は御前崎を1803(享和3)年に測量したが（御前崎町史, p.393）、約4km沖まで東南東へ並ぶ20の小島に沖御前と記す。掛川の商人、兵頭庄右衛門が1803(享和3)年に完成した「遠江古蹟図絵」第三巻の「御崎（見尾火）燈明堂」（御前崎に幕府が設置した灯台）の絵は、堂のある高台の海側に島を描く。1838(天保9)年に浜松藩が幕府に提出した「遠江国絵図」は、約6km沖まで9つの島が東南東方向に並び、最も沖の最大の島に沖御前島と記す。1842(天保13)年の秋山永年の「富士見十三州輿地全図」も大きな沖御前岩と10の小島を描く。これらは1728-1842の115年間、御前崎沖に沖御前島が存在し続けたことを示す。

沖御前島はいつ沈没したのか。1875(明治8)年の卜部精一の「新撰日本全図」に沖御前島はない。1877(明治10)年の宮脇通赫の「大日本分国輿地全図」は小さい沖ノ御前岩を1つ示す。大日本帝国陸地測量部の1/20万「神子元嶋」（1892）及び1/5万「御前崎」（1895）も御前崎沖に径数10mの岩を1つ示す。即ち、明治時代に入ると沖御前島は岩礁1つを残して海面下になった。島が沈んだのは1854年12月23日の安政東海地震時または翌年11月7日の最大余震時の可能性が高い（グレゴリオ暦）。

しかし、安政東海地震では御前崎の海岸が0.9~1.2m隆起したとされる（石橋, 1984; 第四紀研究, 23, 105-110）。海岸が隆起し、沖御前島が沈没したなら、その間に落差2m以上の地震断層が生じた可能性がある。国土地理院の航空写真では、御前崎先端から約100m沖に暗礁が北北東—南南西に1.7kmにわたり並び、海の色差から暗礁列の海側が下がる段差が示唆される。この段差は御前崎の既知の活断層（芹沢、広沢、白羽）と同走向であり、安政東海地震の地震断層の可能性もある。御前崎の活断層は相良層群の背斜軸に一致するの

で、水中ドローンで地層の傾斜の向きを観察すれば地震断層の位置を特定できるだろう。

なお、安政東海地震で富士川河口の「蒲原地震山」が隆起したとされるが、最近は単なる川の中州だったとの説がある（田中圭ほか, 2018; 地学雑, 127(3), 305-323）。



セッション口頭発表 | T4 [トピック] 岩石・鉱物の変形と反応

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

[2oral311-18] T4 [トピック] 岩石・鉱物の変形と反応

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

15:00 ~ 15:15

[T4-O-1]

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

*阿部 なつ江^{1,2} (1. 海洋研究開発機構、2. 金沢大学大学院)

◆ 学生優秀発表賞エントリー

15:15 ~ 15:30

[T4-O-2]

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

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

◆ ECS

15:30 ~ 15:45

[T4-O-3]

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

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

15:45 ~ 16:00

[T4-O-4]

海山由来石灰岩の摩擦特性：沈み込み帯における地震活動との関係

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

16:00 ~ 16:15

[T4-O-5]

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

*廣瀬 丈洋¹、奥田 花也¹、谷川 亘¹、濱田 洋平¹、岡崎 啓史²、Bedford John³ (1. 海洋研究開発機構、2. 広島大学、3. Univ. Liverpool)

16:15 ~ 16:30

[2oral311-18-6add]

休憩

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

16:30 ~ 16:45

[T4-O-6]

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

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー

16:45 ~ 17:00

[T4-O-7]

南海トラフ地震発生帯における泥質片岩のレオロジー特性に関する実験的研究

*八木 寿々歌¹、岡崎 啓史¹ (1. 広島大学)

◆ ハイライト講演

17:00 ~ 17:30

[T4-O-8]

〔招待講演〕 スロー地震の地質学的痕跡を探る

*氏家 恒太郎¹、矢部 優²、山崎 悠翔¹、Yeo Thomas¹、駒木野 照太¹ (1. 筑波大学、2. 産業技術総合研究所)

セッション口頭発表 | T4 [トピック] 岩石・鉱物の変形と反応

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

[2oral311-18] T4 [トピック] 岩石・鉱物の変形と反応

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

15:00 ~ 15:15

[T4-O-1] 大西洋アトランティス岩体蛇紋岩化かんらん岩掘削孔中の物性変化についてーIODP第399次航海U1601C孔の結果*阿部 なつ江^{1,2} (1. 海洋研究開発機構、2. 金沢大学大学院)

キーワード：蛇紋岩化かんらん岩、アトランティス岩体、国際深海科学掘削計画第399次航海、岩石物性、孔内計測

IODP第399次航海（2023年4月12日～6月12日）は、海洋コアコンプレックス形成過程、海洋地殻～上部マントルにおける変成作用、地球上の生命発生時の太古のシステムを代表する水と岩石の無機反応、海底地下の生命活動の解明を目的として、ジョイデス・レゾリューション号によって実施された。蛇紋岩掘削サイトでは、新たに蛇紋岩化したかんらん岩と少量の斑れい岩の貫入岩で構成されるHole U1601Cが1267.8 mbsfまで掘削され、IODP史上5番目の深さのハードロック孔となった。船上および下船後の一次記載（岩石記載、化学組成分析）、物性計測、古地磁気学的計測の他、ワイヤーラインによる孔内測定と温度測定、流体サンプリングが行われた（Lissenberg et al., 2024, Science; Lang et al., 2025 Proceedings）。

一般的に、ハードロック掘削における岩石物性測定では、代表的なコア試料から2cm角のミニキューブ試料を切り出し、それを用いて密度・空隙率（MAD測定）および弾性波速度を測定するが、諸事情によりU1601C孔では、ミニキューブ試料は一部のコアからしか採取することができなかった。そこで、連続したデータセットを取得するために、船上での物性計測には次の2種類の異なる形状の試料を使用した。1) コアのMAD測定には、不規則な形状（不定形）の小片（微生物用試料；MBIOの残片）。2) 弾性波速度と熱伝導率（TC）測定は共通で5～20cm程度の長さの半裁したコア片。これらの不規則な形のサンプルを用いた船上計測結果は、ミニキューブ試料を用いた船上のルーチン測定結果と比較して維持されているかどうかを確認するため、同じ区間または近辺の同じ岩相から採取した複数のミニキューブ試料を船外試料としてサンプリングし、測定を実施しました。また、船内での不定形なサンプルとミニキューブ試料には一部重複があったため、そのデータを解析した。これらの測定結果を比較したところ、いくつかの例外を除いて、誤差は約5%以内で一致することが判明した。MSCLによる連続物性計測データや孔内計測データ解析も含めて、不定形試料での物性計測について考察する。

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

[2oral311-18] T4 [トピック] 岩石・鉱物の変形と反応

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー

15:15 ~ 15:30

[T4-O-2] MgO水和膨張反応における反応－変形－流体流動のフィードバック：拘束条件の影響

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

キーワード：反応誘起応力、水和、反応誘起破壊

蛇紋石化や炭酸塩化反応は、地球内部の大規模物質循環やダイナミックな現象に大きな影響を与える。例えば、海洋リソスフェアの蛇紋石化は地球規模の水循環を制御する一方、反応に伴う物性変化は沈み込み帯での地震活動にも影響を与える。また、かんらん岩の炭酸塩化は、大気中のCO₂を鉱物に固定する有望な手段として注目されている。しかし、かんらん石から蛇紋石への反応 ($2\text{Mg}_2\text{SiO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 + \text{Mg}(\text{OH})_2$) では+50.1%、かんらん石からマグネサイトへの反応 ($\text{Mg}_2\text{SiO}_4 + 2\text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgCO}_3 + \text{SiO}_2$) では+80.4% という顕著な固体体積の増加を伴う。この体積膨張は岩石内の流体経路である空隙や亀裂を閉塞し、反応を自己停止させると予想される。一方、天然ではしばしば数kmスケールに及ぶ広域的な反応が進行しており、この矛盾を解決するメカニズムとして、体積膨張自体が岩石内に亀裂を発生させ（反応誘起破壊）、それが流体経路となり反応を自己促進させるというポジティブフィードバックが提唱されている^{[1][2]}。本研究ではアナログ物質として、反応が速く、かつ体積膨張率が+119%と非常に大きいペリクレーズ (MgO) の水和反応に注目し、水熱反応実験を行った。

出発物質として、「高空隙試料」(空隙率: 14-16%)および「低空隙試料」(空隙率: 5-7%)の2種類のペリクレーズ焼結体試料を用いた。低封圧 (20MPa) と高封圧 (50MPa) の2つの条件で実験を行った。比較的低い封圧下 (20 MPa) で行った実験では、反応経路が初期空隙率に強く依存することが明らかになった。高空隙試料では、反応初期に空隙閉塞により浸透率が一時的に低下するものの、その後は反応誘起破壊を伴わずに均一に膨張した。この際、浸透率は高い値を維持、あるいは高い差応力下では軸方向に微小亀裂が形成され約1桁増加した。一方、空隙率が極めて低い低空隙試料の挙動は対照的に、1500~2900分という非常に長い誘導期間を示し、その間は表面からの層状剥離による遅い反応が特徴であった。この誘導期間の後、膨張反応に伴う応力蓄積が自発的な差応力を生み出し、軸方向に平行なき裂が生じ突発的かつ大規模な破壊が発生した。これが引き金となって破壊、流体浸透、反応が連鎖するカスケード反応が見られ、最終的にはき裂ネットワークの形成が観察された。このプロセスにより、浸透率は初期値から2桁増加し、反応速度はバッチ実験と比較して約18倍にまで加速した。これらの結果は、たとえ初期応力が等方的であっても、反応による膨張が周囲の拘束条件の非等方性によって自己誘起的な差応力を生み出し、それが破壊様式と浸透率の変化を支配することを示す。反応場の応力状態の重要性を明確に示している。

Zhengらの研究^[3]では、30 MPa以上の高封圧下では反応誘起破壊が抑制され、反応進行が著しく困難になる可能性が示唆されている。本研究においても、50MPaの高封圧下では流体の

流動が制限され、20MPaに比べて、反応速度が約1/2～1/4に低下することが示された。しかし、Zhengらの研究^[3]での低空隙試料の反応率が3.5%に留まったのに対し、本研究では反応率が50%を超える広範な反応が進行した。この結果は、高封圧下では大規模な破壊を介した反応は起きないものの、反応自体は必ずしも停止しない可能性を示唆する。これらの結果は、マントルウェッジなどの沈み込み帯や海洋プレート深部における応力状態、力学的、異方性においても反応誘起応力を伴う反応の進行を示唆する。

[1]Shimizu and Okamoto 2016, Contrib Mineral Petrol, 171, 1-18

[2]Uno et al., 2022 Proceedings of National Academy of Science, USA, 119.3

[3]Zheng et al., 2018 Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 19.8, 2661-2672

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

[2oral311-18] T4 [トピック] 岩石・鉱物の変形と反応

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

◆ ECS

15:30 ~ 15:45

[T4-O-3] 東北沈み込み帯アウターライズ域から採取された堆積物試料について 高温高圧環境の保持による続成作用の再現と摩擦特性への影響に関する研究

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

キーワード：浅部スロー地震、東北沈み込み帯、続成作用、摩擦特性、岩石変形

沈み込み帯でのプレート境界断層は主にシリカ鉱物や粘度鉱物などから構成される堆積物・堆積岩で形成されるが、堆積物の摩擦特性の理解はプレート境界断層の多様な摩擦挙動（地震・スロー地震・津波地震）の詳細を解明する上で重要な役割を果たすことが考えられる。東北沈み込み帯のスロー地震や海溝型地震が発生する深さでは続成作用に伴う脱水が盛んであるほか、続成作用は堆積物の摩擦特性、断層の力学的特性に大きく影響する為、プレート境界断層の動きにも影響を及ぼすと考えられる。現在、沈み込み帯に存在する物質について温度依存の摩擦特性が数多く明らかにされているが、沈み込み帯浅部での比較的低温で発生する多様な摩擦挙動について説明できるような物質は明らかにされていない(Okazaki & Hamada 2022)。本研究では堆積物が経験する続成作用に着目し、実験室で続成作用を再現することで堆積物の比較的低温での続成作用による摩擦特性の変化を明らかにした。実験試料は新青丸によりKS-15-3航海で東北沈み込み帯アウターライズ域から採取されたコア試料を用いており採取された堆積物試料は将来的に沈み込み帯での断層形成物質になる可能性がある。広島大学設置の高温高圧ガス圧式透水試験機を用いて封圧(Pc)150 MPa、間隙水圧(Pp)58 MPaの環境下で温度(T)を 20°Cから250°C、保持時間(t)を10分、1日、1週間、1カ月と変化させる事で続成作用の進行を段階的に再現した。また、続成作用の進行度を評価するため保持時間中の試料の圧縮量と浸透率を継続的に測定した。続成作用の再現後に軸変位速度0.1-1-10 μ m/sの速度ステップ摩擦試験を行うことで続成作用の進行が摩擦特性に及ぼす影響について調べた。摩擦特性の評価は主に速度・状態依存摩擦則 (RSF則)

[Dieterich,1979; Ruina,1983]より摩擦係数の速度依存性を示すパラメータの(a-b)の値により行った。(a-b)の値が正であるとき断層は速度強化挙動を示し安定滑りを示すが、負であるとき断層は速度弱化学動を示し地震の核となり得ると言われている。高圧高温熱水環境の保持中には時間経過に対して試料の対数的な圧縮と浸透率低下が観察され、試料内で圧密作用や鉱物の溶解などの反応が起こった事を示すと考えられる。また、採取された堆積物の摩擦係数は煮込み時間、温度の増加に伴い上昇する傾向を持っていた。一方(a-b)の値は煮込み時間と温度の増加に伴って減少傾向が見られた。速度弱化学動は100°Cで1週間保持した時と150°Cより高温で低速度ステップを起こしたときに観察され、それらの環境は地震発生帯の浅部の環境に相当する。これらの結果から堆積物試料は煮込み時間と温度の増加、つまり続成作用の進行度に対して速度弱化学動を示す事が分かり、速度強化挙動から速度弱化学動の漸移が続成作用の進行により説明が出来る事を示唆している。(a-b)の値の漸移から、本実験では150°C以上であれば煮込まずとも速度弱化学動を示し、100°Cであれば1週間、60°Cであれば数年、40°Cであれば10万年の保持により速度弱化学動を示すと考えられる。以上の

結果から低温での地質学的な時間スケールの続成作用は浅部での定常滑り、スロー地震、地震などの断層滑り挙動の遷移を引き起こす可能性がある事を示唆している。

[引用文献] Dieterich, J. H. (1978), Time-dependent friction and the mechanics of stick-slip, *Pure Appl. Geophys.*, **116**, 790–806. Ruina, A. (1983), Slip instability and state variable friction laws, *J. Geophys. Res.*, **88**, 10,359–10,370,

doi:**10.1029/JB088iB12p10359**. Okazaki, K., & Hamada, Y. (2022), 熱水環境下での岩石変形実験に基づく沈み込み帯プレート境界の摩擦特性とすべり挙動の多様性に関する考察, 月刊地球, 518号, 582-590

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

[2oral311-18] T4 [トピック] 岩石・鉱物の変形と反応

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

15:45 ~ 16:00

[T4-O-4] 海山由来石灰岩の摩擦特性：沈み込み帯における地震活動との関係

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

キーワード：摩擦実験、沈み込み帯、海山、石灰岩

プレート境界型地震はアスペリティの破壊によって発生するとされており、その形成要因の一つとして沈み込んだ海底地形の凹凸が挙げられる。その最も代表的なものが海山である。これまで海山は、沈み込むとアスペリティとして作用し巨大地震を発生させる[1]と指摘されてきた。一方、バリアとして作用し破壊伝播を抑制する可能性[2]も提案されている。加えて、海山が地震を起こさずクリープを起こしている可能性も指摘されている[3]。また、地形的高まりだけではなく、海山表面の摩擦が海山周辺の複雑な構造形成に関わることが近年明らかになった[4]。このように、海山の沈み込みに関する多くの研究成果が報告されているが、それに関する系統的な摩擦実験は十分ではない。そこで本研究では、海山構成岩石を用いた摩擦実験を実施し、海山の力学的特性と地震活動の関係について検討することを試みた。

実験試料には、ジュラ紀付加体の美濃帯舟伏山ユニットに産出する海山由来の石灰岩を用いた。薄片観察及びXRD分析により、実験に使用した石灰岩は方解石(98.2 wt%)と石英(1.8 wt%)で構成されていることが判明した。

実験には、産業技術総合研究所設置のガス圧式高温高压変形試験機を使用し、封圧150 MPa、間隙水圧100 MPa、温度(T)20-350°C、軸変位速度0.1—100 $\mu\text{m/s}$ の条件下で行った。その結果、定常摩擦係数 μ_{ss} は約0.70-0.83となり、高温条件の方が高い値を示した。すべりの安定性を示すパラメータ a - b 値は、 $T = 20$ — 50°C では0.0023—0.0051の値を示し、 a - $b > 0$ の速度強化となった。 a - b 値は、温度が上昇するに伴い減少し、 $T = 100^\circ\text{C}$ では0.0003の値をとり a - $b \approx 0$ の速度中性を、 $T = 150$ — 200°C になると、-0.0044—-0.0021の値を示し、 a - $b < 0$ の速度弱化へと遷移した。しかし、さらに温度が上昇すると a - b 値は増加傾向へと転じ、 $T = 250$ — 300°C で-0.0031—-0.0009の値をとる速度中性、 $T = 350^\circ\text{C}$ で0.0053の値をとり再び速度強化を示すことが明らかとなった。

SEMを用いた微細構造観察の結果、 $T = 20^\circ\text{C}$ の場合、試料全体にリーデル剪断面が発達しており、それら剪断面近傍には破碎による細粒化が発達していた。一方、 $T = 350^\circ\text{C}$ の場合、破碎はより剪断面近傍に集中しつつも、ガウジ層全体で粒子間に圧力溶解による凝集と思われる構造が確認されるなど、延性的な変形の証拠が観察された。 a - b 値が最小値を示す $T = 190^\circ\text{C}$ では細粒化と粒子の凝集がともに見られ、脆性と延性の両特性を併せ持つ中間的な変形様式が認められた。高温の条件ほど、ガウジ層全体の中でこの凝集構造が占める割合が増加していた。これらの観察結果は、温度上昇により脆性的な変形から延性的な変形へと変形機構が遷移したことを示唆している。

本研究で得られた石灰岩の摩擦強度(μ_{ss} : 0.70—0.83)は、海山由来玄武岩の摩擦強度(μ_{ss} : 0.39—0.55) (Sawai et al., 2024 JpGU)と比べると高く、断層帯において両岩相が共存するよ

うな環境では、玄武岩が優先的に変形を担う可能性があると考えられる。一方で、 $a-b$ 値が負の値をとる100°C—250°Cでは、石灰岩はすべりが不安定となる。このような条件下で石灰岩に剪断応力が集中すると、破壊の核となって地震を引き起こす可能性があると考えられる。変質玄武岩[5]および泥岩[6]を用いて行われた高温高压摩擦実験の結果から、石灰岩は変質玄武岩や泥岩より相対的に低い温度で $a-b$ 値が負から正に転じるため、より高温の地震発生帯の深部では石灰岩が不安定すべりを抑制する可能性を示唆している。このことから、沈み込み帯において石灰岩は、浅部の低温域では高い摩擦強度により応力を支える、または断層強度を高め、100°C—250°Cの温度帯まで沈み込むと震源核の形成原因となり、250°C以上の深部領域ではすべり挙動が安定しすべりを抑制するなど、深度(温度)の変化に応じて異なる役割を果たしている可能性がある。

引用文献

- [1] Cloos, 1992, *Geology*, 20(7), 601-604.
- [2] Kodaira, et al., 2000, *Science*, 289(5476), 104-106.
- [3] Mochizuki et al., 2008. *Science*, 321(5893), 1194-1197.
- [4] Okuma et al., 2022, *Tectonophysics*, 845, 229644.
- [5] Okuda et al., 2023, *JGR Solid Earth*, 128(1), e2022JB025072.
- [6] den Hartog et al., 2012, *Earth Planet Sci Lett*, 353-354, 240-252

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

[2oral311-18] T4 [トピック] 岩石・鉱物の変形と反応

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

16:00 ~ 16:15

[T4-O-5] 地震断層内部の静・動的物理化学プロセス解明に向けた回転式熱水摩擦試験機の開発

*廣瀬 丈洋¹、奥田 花也¹、谷川 亘¹、濱田 洋平¹、岡崎 啓史²、Bedford John³ (1. 海洋研究開発機構、2. 広島大学、3. Univ. Liverpool)

キーワード：地震、断層、熱水、摩擦

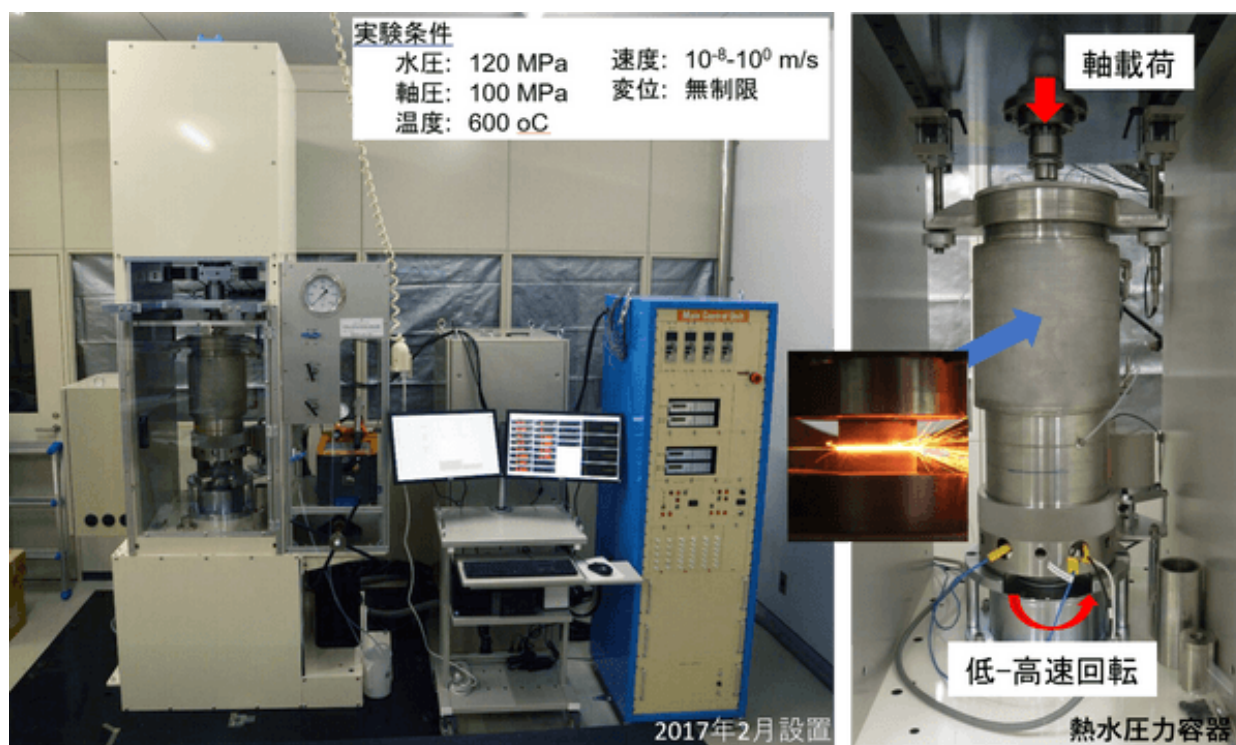
大地震の発生時には、断層は秒速数メートルの高速で大きなすべりを起こす。この高速すべりに伴い、断層面では摩擦熱によって熔融や脱水反応などの熱活性反応が瞬時に励起され、断層の摩擦強度が劇的に低下することが明らかになってきた(e.g., Di Toro et al., 2011)。しかし、これらの知見の多くは常温・常圧下での高速摩擦実験に基づいており、震源域の高温・高圧かつ熱水を伴う環境下での地震性高速すべりの実態解明は、いまだ十分に進んでいない。この課題を克服するため、我々は過去10年間にわたり、熱水環境下での低～高速摩擦試験機の開発に取り組んできた。本講演では、実用化の目途が立った新しい回転式熱水摩擦試験機の概要について報告する。

本試験機では、円筒状に成形した岩石試料（外径32 mm、内径22 mm）の端面を重ね合わせる、あるいは円筒状のメタル製ホルダーに粒状試料（外径34 mm、内径22 mm）を充填することで、模擬断層をつくる。片側の試料を固定し、垂直荷重（最大100 MPa）を载荷した状態で、もう片側の試料を最大等価変位速度2.0 m/sで回転させることにより、高速・大変位すべりを再現している。これらの試料アセンブリは水で満たされた圧力容器（最大水圧120 MPa）の中に封入され、内熱式シーズヒーターにより周囲を加熱することで、現在450℃（設計温度600℃）の熱水環境下での摩擦実験が可能となっている。

本試験機を用いた予察的な実験では、斑レイ岩および石英ガウジを対象に高速すべり実験（すべり速度1.4 m/s、垂直応力～30 MPa、水圧～20 MPa、温度20～350℃、変位～9 m）を実施した。斑レイ岩を用いた実験では、(1) 常温での結果と同様に、300℃の熱水環境下でも摩擦係数が0.8から0.2へと大きく低下する顕著なすべり軟化挙動が確認された。また、(2) すべり軟化に要するせん断エネルギーが温度上昇とともに減少する傾向も明らかとなり、震源域のような高温条件下では破壊の伝播がより容易になる可能性が示唆された。さらに、石英ガウジを用いた実験では、300℃以上の熱水環境下で石英粒の顕著な細粒化および溶解現象が観察された。摩擦発熱によって断層帯内の水が超臨界状態に達していることから、高速すべりに伴い動的な水-岩石反応が劇的に進行した可能性が高い。

本講演では、これらの予察的な実験結果を紹介するとともに、高温・高圧・熱水環境における地震性高速すべり、およびそれを支配する物理化学プロセスの理解に向けた今後の展望について議論する。

Di Toro et al., 2011, Fault lubrication during earthquakes, *Nature*, 471, 494-498.



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

[2oral311-18] T4 [トピック] 岩石・鉱物の変形と反応

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

16:30 ~ 16:45

[T4-O-6] Slow-to-Fast地震発生帯の温度条件下での流体圧降下による断層バルブモデルの実験的再現と鉱物脈形成

*戸田 涼斗¹、宇野 正起²、岡本 敦¹ (1. 東北大学 環境科学研究科、2. 東京大学 理学系研究科)
キーワード：フローズルー実験、流体圧降下、シリカ脈

沈み込み帯の地震発生帯では、流体と岩石の相互作用により鉱物脈が形成される。断層バルブモデル^[1]では、鉱物沈殿によるき裂のシーリング、鉱物脈の形成は地殻の透水性を支配し、地震周期を決定づける一因とされる。鉱物脈形成の駆動力として流体圧降下が提案され^[2]、実験的にもシリカ沈殿が示されている^[3]一方、過飽和シリカ溶液の圧入に伴うシリカ鉱物の成長も実験的に示されている^[4]。しかしながら、室内実験で岩石内に鉱物脈を形成し閉塞させた例はなく、そのシーリングの時間スケールや透水性の変化幅は不定である。そこで本研究では、Slow地震発生帯からFast地震発生帯に相当する200–400°Cで、流体圧降下によりシリカを岩石内に沈殿させ、鉱物脈を形成するフローズルー実験を行った。

本実験には庵治花崗岩のコア試料（直径6mm、高さ12mm）を用いた。600°Cから急冷し空隙率1.1–2.8%の試料を作成し、地震発生深度に相当する高封圧（ P_c ）（=100 MPa）下で密封した。シリンジポンプで蒸留水を定圧注入し、上流50 MPa・下流大気圧で50 MPaの流体圧勾配を与えた。したがって液相流体が気相に相変化し、シリカ溶解度が急減する。実験条件は、200°C、300°C、400°C、 P_c が100 MPa、上流圧（ P_{up} ）が50 MPa、下流圧

（ P_{down} ）が0.1 MPaとした。また対照実験として、200°Cでは $P_{down}=8$ MPa、300°Cでは $P_c=75$ MPaまたは $P_{down}=20$ MPaとした。実験中に試料の浸透率の経時変化を測定し、実験後、観察・分析した。

まず200°C実験では、両条件において上流で石英と長石が主に溶解した。 $P_{down}=8$ MPaでは、シリカの沈殿は確認されず、 $P_{down}=0.1$ MPaでは下流端面に網目状のアモルファスシリカ（AS）が沈殿し、浸透率は両条件で $1-5 \times 10^{-19} \text{ m}^2$ と一定だった。次に300°Cでは、同様に上流で石英と長石が主に溶解した。 $P_{down}=20$ MPaではシリカの沈殿はなく、 $P_{down}=0.1$ MPaでは下流端面に煙突状ASが局所的に沈殿した。 $P_c=100$ MPa、 $P_c=75$ MPaでは、浸透率は $10^{-18}-10^{-19}$ から $10^{-22}-10^{-20} \text{ m}^2$ に低下した。さらに、 $P_c=100$ MPa、 $P_{down}=0.1$ MPaの実験では、下流端面付近の試料内部に流体流れ方向に垂直なAS脈が生成した。400°Cでは、下流側のSUS管内に析出物が観察された。16-17日目に、浸透率は 10^{-21} m^2 から 10^{-23} m^2 に低下し、その約4時間後に浸透率は $10^{-21}-10^{-20} \text{ m}^2$ に上昇した。さらにその1時間後には 10^{-22} m^2 に再び低下し、最終的に 10^{-21} m^2 でほぼ一定となった。

300°Cで高 P_c 下では、AS脈は約10-20 μm の幅があり、両端が煙突状ASに接続していた。この実験の約2回の浸透率の増減は、次のAS脈形成プロセスに対応している可能性がある。上流で溶解後、流体圧降下で気相変化し、下流端面に煙突状沈殿物が形成され浸透率が低下した。その結果、下流端面付近の流体圧が上昇し、大きな差応力により流路に垂直なき裂が生じ、浸透率が再び上昇した。この繰り返して浸透率の増減が生じた。

地震発生帯の条件に相当する100 MPa、300°Cでの流体圧降下により、断層バルブモデルの一部を再現できた。この実験では300°Cの地震発生帯の天然と同様に、幅数十 μm のシリカ脈が4日間で生成された。したがって、50 MPaの流体圧降下が生じる地震発生帯ではシリカ脈は短期間で生成され、これは西南日本の浅いプレート境界での低周波地震の発生間隔に匹敵し得る^[5]。さらに、本研究の鉱物脈は、300°C未満での剪断運動によって生成される天然の鉱物脈と類似性があると考えられる^[6]。したがって、本研究をもとに、その鉱物脈の形成プロセスと時間スケールを制限するモデルを提案する。

400°C実験では下流で沈殿が観察され、300°C実験と同様の周期的な浸透率の増減が示された。この挙動は岩石内部での新たななき裂や鉱物脈形成を示唆しており、スロー地震の時間スケールに関する知見をもたらす可能性がある。

[1]Sibson, 1992 Tectonophys., vol. 211, 283-293; [2]Weatherley and Henley, 2013 Nat. Geosci., vol. 6, 294-298; [3]Amagai et al., 2019 Sci. Rep., vol. 9, 1-9; [4]Okamoto and Vinis, 2025 Nat. Commun., vol. 19, 1791; [5]Sekine et al., 2010 J. Geophys. Res. 115, B00A27; [6] Fagereng et al., 2010 Nat. Geosci, vol. 38, 751-754;

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

[2oral311-18] T4 [トピック] 岩石・鉱物の変形と反応

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー

16:45 ~ 17:00

[T4-O-7] 南海トラフ地震発生帯における泥質片岩のレオロジー特性に関する実験的研究*八木 寿々歌¹、岡崎 啓史¹ (1. 広島大学)

キーワード：南海トラフ、泥質片岩、間隙水圧、ETS

南海トラフのプレート境界型地震発生帯の上限・下限付近では様々なスロー地震活動が観測されている。このような領域では高間隙水圧帯の存在が示唆されており(Shelly et al., Nature, 2006; Hirose et al., J. Geophys. Res.: Solid Earth, 2021)、高間隙水圧によって有効圧が低下し、岩石の強度が低下する可能性がある(Peterson and Wong, J. Geophys. Res.: Solid Earth, 2005)。また、南海トラフは付加体によって構成された沈み込み帯のため、地震発生帯およびスロー地震発生帯でのプレート境界断層の挙動は、この付加体の中でも特に強度の低い泥質岩によって支配されると予想される。

本研究では南海トラフを構成する泥質岩を用いて変形実験を行うことでそのレオロジー特性を観測し、南海トラフ地震発生帯との関連を探った。試料として三波川帯に属する高知県長岡郡本山町汗見川沿いにて採取した泥質片岩を用いた。XRD測定よりこの試料は石英と白雲母を主要鉱物とすることが確認された。変形実験には実験の温度圧力条件は、Kouketsu et al. (J. Metamorph. Geol., 2020)でのラマン分光法による測定結果と、Okuda et al. (Earth Planet. Sci. Lett., 2023)およびGao and Wang (Nature, 2017)で示された南海トラフの温度構造モデルから、温度は480°C、封圧は1250 MPaとした。この温度圧力条件は南海トラフのETS領域での環境に相当する。泥質片岩の変形に対する間隙水圧(P_p)の影響を調べるため、実験は乾燥条件、含水条件(非排水)、間隙水圧条件(排水)の3つで行った。間隙水圧条件では、排水環境下にて200 MPa、400 MPa、600 MPa、750 MPa、800 MPaの間隙水圧で実験を行った。すべての実験は0.23 $\mu\text{m/s}$ の剪断速度で実施した。

実験結果より、泥質片岩は乾燥条件と比べ含水条件および間隙水圧条件にて強度が低下し、不安定なスロースリップ様挙動を示した。また、どの結果においても大きな応力降下の発生が観察された。モール円より計算された摩擦係数(μ)は、応力降下前で0.32、応力降下後で0.25であった。また、各実験より得られた各剪断応力と混合則の比較より、応力降下を境界として、石英が支配的な準脆性な変形から内部に発達した白雲母のレイヤーによる塑性な変形に移行したことが考えられる。各回収後実験試料の薄片のP面の角度から剪断ひずみを計算・比較した結果、有効圧の減少に伴って局所変形から分散変形への移行が起きていることが確認された。これらの結果より、流体や間隙水圧が泥質片岩の強度を低下させ、不安定な挙動を誘発することを示唆している。Tokle et al. (J. Struct. Geol., 2023)は白雲母が水と優先的に反応・変形することによってこのような強度低下が生じると提案している。

以上より、白雲母を含む泥質片岩は乾燥条件においても強度が低い、含水条件および間隙水圧条件ではより強度が低下し、不安定な挙動を示す。有効圧の低下は岩石の強度低下だけでなく、変形の分散にも寄与することが確認された。

これらの知見は、南海トラフ地震発生帯における高間隙水圧下での泥質片岩のレオロジー特

性を理解するうえで重要であり、流体の存在や有効圧の変化が断層の強度や安定性、ひいてはスロー地震や巨大地震の発生メカニズムに与える影響を明らかにするための重要な手がかりとなる。

セッション口頭発表 | T4 [トピック] 岩石・鉱物の変形と反応

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

[2oral311-18] T4 [トピック] 岩石・鉱物の変形と反応

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

◆ ハイライト講演

17:00 ~ 17:30

[T4-O-8] [招待講演] スロー地震の地質学的痕跡を探る

*氏家 恒太郎¹、矢部 優²、山崎 悠翔¹、Yeo Thomas¹、駒木野 照太¹ (1. 筑波大学、2. 産業技術総合研究所)

【ハイライト講演】 近年、スロー地震の発生源を経験したと考えられる付加体および高圧変成岩露出域における露頭観察により、スロー地震の発生像解明に関する研究が行われている。本発表では、上記研究の先駆者である講演者らによって明らかとなった、地震学的に観測される低周波微動の地質学的痕跡や、測地観測で観測できない速度での変形の痕跡などについて紹介していただく。

[※ハイライト講演とは...](#)

キーワード：微動、スロースリップ、石英脈、緑泥石ーアクチノ閃石片岩、交代作用

Slow earthquakes, which occur downdip of the seismogenic zone, are commonly observed in subduction zones under warm-slab environments. Despite their significance, the source processes, mechanisms, and environmental conditions responsible for slow earthquakes remain poorly understood. Here, we investigate accretionary complexes and low-temperature, high-pressure metamorphic rocks exhumed from the source regions of slow earthquakes, focusing on areas analogous to the Nankai and Cascadia subduction zones.

We observed that quartz-filled shear and extension veins in subduction or mélange shear zones often form clusters or networks within viscously sheared argillaceous or blueschist matrix, typically tens to hundreds of meters thick (Ujiie et al., 2018; Ujiie et al., 2024). When preserved, these quartz veins exhibit crack-seal texture, indicating repeated brittle failure under near-lithostatic fluid pressure. Shear veins within the clustered quartz vein zones display low-angle thrusting, slip increments of 0.1–0.2 mm, and low stress drops on the order of tens to hundreds of kilopascals, which are consistent with the source properties of low-frequency earthquake (Fagereng et al, 2011; Ujiie et al., 2018). Using a probabilistic cell automaton model, we modeled seismic wave radiation from clustered quartz veins. The results indicate that synthesized seismic waves radiating from successive ruptures of clustered quartz veins can reproduce the seismologically observed tremor (Yabe and Ujiie, 2025).

We examined the deformation mechanisms and rheological properties of blueschist and chlorite-actinolite schist (CAS). Blueschist deforms through dissolution-precipitation creep (Ujiie et al., 2024) or diffusion creep. At the estimated shear stress in the source region of deep slow earthquakes (e.g., ~10–30 MPa in Nankai and Cascadia), blueschist deformed at strain rates of $\sim 10^{-13}$ to 10^{-12} s^{-1} , consistent with aseismic creep. CAS, on the other hand, forms multiple shear localization zones in the subduction mélange. These zones are often

accompanied by metasomatic reaction zones that supply fluids to the CAS (Ujiie et al., 2022). In comparison to blueschist, CAS deformed at lower shear stresses but at one to two orders of magnitude higher strain rates. The lower shear stresses are consistent with shear localization along the CAS layers, while the higher strain rates are likely due to metasomatic dehydration-enhanced viscous shear. The lateral extent of high-strain rate zones is less than a few hundred meters, much smaller than the length scale of geodetically detected slow slip events. Our findings highlight the importance of considering increased slip rates associated with metasomatic reactions at a finer scale than detectable by geodetic methods, which may be referred to as “mini slow slip” or “dark slow slip”.

References

- Fagereng et al., 2011, *Tectonophysics* 510, 381–386, doi:10.1016/j.tecto.2011.08.015
Ujiie et al., 2018, *Geophysical Research Letters* 45, 5371–5379, doi:10.1029/2018GL078374
Ujiie et al., 2022, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 23, e2022GC010569, doi:10.1029/2022GC010569
Ujiie et al., 2024, *Journal of Geophysical Research* 129, e2023JB027901, doi:10.1029/2023JB027901
Yabe and Ujiie, 2025, *Geophysical Research Letters* 52, e2025GL115447, doi:10.1029/2025GL115447

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

◆ EDI

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

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

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

◆ ハイライト講演 ◆ ECS

10:15 ~ 10:30

[T11-O-1]

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

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

10:30 ~ 10:45

[T11-O-2]

中部更新統下総層群菰層の指標テフラに関する新知見

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

10:45 ~ 11:00

[T11-O-3]

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

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

11:00 ~ 11:15

[T11-O-4]

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

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

11:15 ~ 11:30

[T11-O-5]

大阪ベイエリアにおける都市地盤状況についての検討

*北田 奈緒子¹、三村 衛¹ (1. 一般財団法人 GRI財団)

11:30 ~ 11:45

[T11-O-6]

常時微動観測データによる微地形判別の可能性

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

11:45 ~ 12:00

[T11-O-7]

常時微動計測は活断層研究にどこまで適用可能か

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

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

◆ EDI

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

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

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

◆ ハイライト講演 ◆ ECS

10:15 ~ 10:30

[T11-O-1] 都市域の3次元地質地盤図：「千葉県北部延長」地域における更新統下総層群の層序*米岡 佳弥¹、中澤 努¹、野々垣 進¹、中里 裕臣¹ (1. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

【ハイライト講演】 演者らは3次元地質地盤図「千葉県北部延長」地域の調査において、更新統下総層群のテフラ層序を詳細化し、関東平野中央部の継続的な沈降運動とMIS 7c最大海進期の海陸境界付近の層相変化を明らかにした。地下浅部の地層の連続性や層相変化を正確に把握できたことにより、持続可能な地下水利用や地盤リスク評価への貢献が期待される。 [※ハイライト講演とは...](#)

キーワード：都市域の地質地盤図、下総層群、千葉県、更新統

産総研地質調査総合センターでは、自治体などが公開している大量のボーリングデータを用いて地層の広域的な対比を行い、コンピュータ解析により地層の3次元的な分布を表現した「都市域の地質地盤図（3次元地質地盤図）」を作成・公開している。この地質地盤図はweb上で公開されており、3次元的に表現されることで非専門家でも直観的に地下地質を理解できる利点がある。経済産業省の知的基盤整備計画に基づき、2018年に「千葉県北部地域」、2021年に「東京都区部」、2025年に「埼玉県南東部」を公開した^[1]。今年度は「千葉県北部延長」及び「千葉県中央部」の公開に向け準備を進めている。

本発表では「千葉県北部延長」地域の調査において、関東平野中央部の継続的な沈降運動を示唆する構造とMIS 7c最大海進期の古地理を明らかにしたので紹介する。本地域は野田市を中心とする地域で、利根川と江戸川に挟まれた下総台地が広く分布する。下総台地の下総層群は下位から地蔵堂層、藪層、上泉層、清川層、木下層、常総層に区分される。我々はこの地域の北から南へ、関宿GS-ND-3、東小金井GS-ND-1^[2]、山崎GS-ND-2^[3]の3地点でボーリング調査を実施した。これらのコアからはKy3 (TB-8) テフラやKm2 (TCu-1) テフラなどの特徴的なテフラが認められ、層序は明確に区分できる。

関宿GS-ND-3コアは、下総層群最下部の地蔵堂層 (MIS 11) から最上部の常総層 (MIS 5c) まで連続的に観察できる。関宿コアでは地蔵堂層にJ4 (TE-5a) テフラ、上泉層下部にAta-Th テフラが認められた。また、藪層にBT72、上泉層下部にSgP.1及びSgP.2に類似のテフラが認められた。今後、化学分析を実施する予定であるが、SgP.2テフラは関東平野中央部で報告がなく、上泉層の新たな指標テフラとなる可能性がある。

本地域の下総層群は、広域的に見ると内陸側（北西側）に傾斜しており、この傾斜は下位の地層ほど大きくなる傾向を示す。つまり関東平野中央部（調査地域の北西側）の沈降は少なくともMIS 11（約40万年前）以降MIS 5c（約10万年前）まで継続的であったと言える。また、清川層 (MIS 7c) は柏市より南～南東の地域では海成砂層主体で、その北の山崎GS-ND-2では一部海成層を含む泥層からなり、さらに北の東小金井GS-ND-1では泥層主体の陸成層のみからなる。これらのことからMIS 7cの最大海進期において、海域は調査地域の南～南東側から山崎GS-ND-2付近まで及んだと解釈された^[3]。今回、地質地盤図の作成過程で大量の

ボーリングデータを確認したところ、山崎よりさらに北の野田市光葉町付近までMIS 7cの海成層が連続していることが明らかとなったものの、MIS 7cの海進はMIS 5eやMIS 7eに遥か及ばないことが明らかになった。なお、「千葉県北部地域」では成田から柏にかけて、台地の地下に谷埋め状に分布するMIS 5eの軟弱泥層（木下層下部）が確認され、地盤リスクとして注目されたが、本地域には同様の地層は認められなかった。

本研究では、「千葉県北部延長」地域に分布する下総層群の層序とテフラ対比が詳細化され、関東平野中央部の継続的な沈降運動とMIS 7c最大海進期の古地理が明らかになった。地質地盤図の整備により、地下浅部の地層の連続性や層相変化を正確に理解することが可能となり、持続可能な地下水利用や地盤リスク評価への貢献が期待される。

[1] 都市域の地質地盤図，URL: <https://gbank.gsj.jp/urbangeol/>

[2] 中澤・田辺（2011）5万分の1地質図幅「野田」。

[3] 米岡ほか（2024）地質学雑誌，**130**，223-238。

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

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

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

10:30 ~ 10:45

[T11-O-2] 中部更新統下総層群藪層の指標テフラに関する新知見

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

キーワード：中部更新統、下総層群、テフラ、MIS10、関東平野

関東平野に広く分布する中部更新統下総層群藪層（徳橋・遠藤，1984）では厚い海成の砂層が発達し，首都圏の重要な帯水層となっている（風岡ほか，2018）．最下部に河川成の砂礫層が発達する場合には，地下水流速が大きいことから地下水汚染の観点からも重要視されている（吉田ほか，2024）．また，武蔵野台地では「東京礫層」と呼ばれた礫層が構造物基礎の支持層として利用されてきたが，従来の「東京礫層」の形成時期は複数の層準にわたり，その多くは藪層基底の礫層であることが明らかにされている（納谷ほか，2021）．以上のことから藪層を的確に追跡することは，首都圏の地下水学・土木地質学の観点からも極めて重要である．

藪層の認定・追跡に有効な指標テフラとして，徳橋・遠藤(1984)はYb0～5を記載しており，Yb1はA₄Pm（鈴木，2003），Yb5はGoP₁に対比されている．Yb1は広域テフラKktと混在する（納谷ほか，2021など）．藪層下半部ではこれらに加え，Yb1.1（張ほか，2023），Yb1.5（納谷ほか，2021）が記載され，Yb2，3層準には，UR1-No.8（米岡ほか，2025），So-TN，So-OTが挟在する（中里ほか，2024）ことが明らかにされてきた．これらのテフラのうちYb0，Yb1.5，Yb3は直方輝石の屈折率が1.714前後の高いモード値を示す特徴がある．町田ほか(1974)において，大磯丘陵の多摩ロームで地蔵堂層のJ4に対比されるTE-5と上泉層のKm2の対比されるTCu-1の間で同様の特徴を持つテフラを探索すると，TDI-7があげられる．今回，相模原市立博物館所蔵のTDI-7試料について上記3テフラと火山ガラスの主成分化学組成を比較したところ，Yb0とほぼ同じ組成を示すことが明らかとなった（表1）．上杉ほか(1985)によればTDI-7(TII-49)の上位のTII-51層準が海退最末期とされており，この層準が地蔵堂層と藪層境界の低海面期(MIS10)に相当すると考えられる．

Yb1.1は市原市瀬又，成田コア（中里ほか，2004）などで藪層下部の泥層中でYb1の上位に認められる角閃石に富む軽石質テフラで，茨城県かすみがうら市におけるGS-KUR-1コアの藪層下部の陸成泥層でも認められた（張ほか，2023）．今回，成田コアとGU-KUR-1コアではYb1.1の上位の泥層に，黒雲母に富み低屈折率火山ガラスと高屈折率角閃石を含む大町APmテフラ群の特徴を示す層厚1-2cmのテフラが認められ，これはA₅Pmに対比される可能性が高い（表1）．A₅Pmは給源付近で分布が狭いとされ（鈴木ほか，2004），群馬県下までは追跡されるものの栃木県鬼怒川低地帯では確認されてこなかった．しかし，成田市及びかすみがうら市での検出により，従来よりも広い分布が推定される．

本報告では，藪層の指標テフラについて新たにYb0が大磯丘陵のTDI-7に対比されること，A₄Pmに対比されるYb1の上位にA₅Pmに対比可能なテフラがあることを示した．これらの指標テフラの検出により，藪層の基底層準が南関東から北関東にかけてより正確に把握され，藪層最下部の砂礫層の分布や連続性が詳細に評価可能になることが期待される．なお，相模原市立博物館河尻清和氏にはTDIテフラ試料をご提供いただいた．ここに謝意を表します．

引用文献：風岡ほか(2018)都市域の地質地盤図「千葉県北部地域」(説明書),35-44；町田ほか(1974)地学雑誌,302-338；中里ほか(2004)日本第四紀学会講演要旨集,34,59-60；中里ほか(2024)日本地質学会第131年学術大会講演要旨,T8-O-1；納谷ほか(2021)都市域の地質地盤図「東京都区部」(説明書),82p.；鈴木(2003)第四紀研究,42,157-163；鈴木ほか(2004)地学雑誌,113,38-61；徳橋・遠藤(1984)姉崎地域の地質,136p.；上杉ほか(1985)関東の四紀,11,3-15；米岡ほか(2025)都市域の地質地盤図「埼玉県南東部」(説明書),74p.；吉田ほか(2024)日本地質学会第131年学術大会講演要旨,T8-P-2；張ほか(2023)日本第四紀学会2023年大会講演要旨集,60-60.

表1 EDXによる火山ガラスの主成分化学組成(上段：平均値wt%, 下段：標準偏差)

Name/Loc.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total/N
Yb0	72.00	0.60	14.15	3.19	0.14	0.84	3.33	4.27	1.48	100.00
GS-FB-1_117.33-117.35m	1.55	0.08	0.49	0.56	0.07	0.23	0.46	0.17	0.10	15
TDI-7	72.89	0.56	13.79	3.25	0.13	0.59	2.90	4.36	1.53	100.00
相模原市立博物館試料	0.59	0.08	0.09	0.36	0.09	0.16	0.10	0.11	0.09	7
Yb1.5	78.46	0.23	12.07	1.52	0.09	0.21	1.64	3.76	2.02	100.00
木更津市宿	0.67	0.06	0.34	0.42	0.04	0.07	0.24	0.35	0.70	20
Yb3	78.18	0.27	12.13	1.53	0.08	0.27	1.87	3.82	1.86	100.00
市原市瀬又	0.44	0.05	0.26	0.11	0.07	0.05	0.12	0.09	0.08	30
A ₃ Pm	77.69	0.05	12.38	0.87	0.03	0.13	0.83	2.87	5.16	100.00
成田コア37.41-37.43m	0.19	0.04	0.05	0.07	0.04	0.06	0.05	0.12	0.16	20

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

◆ EDI

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

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

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

10:45 ~ 11:00

[T11-O-3] 横浜市中心街の低地の地質構成と地盤震動特性：極めて軟弱な沖積層とその基盤をなす固い上総層群*中澤 努¹、長 郁夫¹、野々垣 進¹、尾崎 正紀¹、坂田 健太郎¹ (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

キーワード：沖積層、地盤震動特性、横浜

沖積層は一般に軟弱な地層として扱われるが、特に台地を開析する小河川沿いの低地の沖積層は極めて軟弱な泥層からなることが多い(中澤ほか, 2024; 小松原・内田, 2025)。また沖積層とその基盤をなす地層の関係を考えた場合、両者間の物性コントラストが大きいほど、揺れが大きく増幅されやすくなる(Konno and Ohmachi, 1998; 中澤ほか, 2023)。以上の考えに基づけば、固結した地層を基盤とする小河川沿いの低地で、かつ沖積層が厚い地域は、地震動の災害リスクが極めて高いことになる。そこでこの条件にあてはまるとされる横浜市の大岡川低地においてボーリング調査と常時微動観測を実施し、低地地下浅部の地質構成と地盤震動特性を検討した。

今回、大岡川低地の上流側(横浜市中区蒔田)と下流側(横浜市中区尾上町)の計2箇所ではボーリング調査を実施した。いずれも埋没谷の軸部に相当する。調査地域の沖積層の基盤は、固結した泥岩($V_s > 400$ m/s)を主体とする上総層群からなる。沖積層の層厚は上流側ボーリング地点で層厚30 m、下流側ボーリング地点で層厚45 mである。沖積層の堆積相は下位より河川相、干潟相、内湾相、干潟相からなるが、このうち沖積層の主体をなす内湾相は含泥率ほぼ100%の泥層からなり、極めて軟弱な特性を示す。ボーリング孔で実施したPS検層の結果に基づけば、内湾相の平均S波速度は約100 m/sで、特に上半部は80 m/sを下回ることもある。また内湾相の上下の干潟相もS波速度は多くは200 m/s以下である。沖積層基底部の河川相の砂礫層は400 m/sを上回ることもあるが層厚が小さいため、工学的基盤

($V_s > 400$ m/s)の上面深度はほぼ上総層群の上面深度となることが多い。ボーリング地点を含む低地を横断する測線上で微動アレイ観測を実施した結果、沖積層に相当する低速度層が低地の地下に谷埋め状に分布するプロファイルを描き出すことができた。また揺れの共振周波数を示すとされるH/Vスペクトルには、上流側ボーリング地点で1.1 Hz付近、下流側ボーリング地点では0.8 Hz付近にいずれも極めて明瞭なピークが認められた。例えば東京低地では、今回の横浜地域と同様に1 Hz付近にピークが認められることがよくあるが、沖積層下部の七号地層がN値20~30程度のあまり固くない砂泥互層からなる地域ではH/Vスペクトルの1 Hz付近が台状の低いピークとなる(中澤ほか, 2023)。一方で、横浜地域では、低地の縁辺部を除けば、ボーリング地点以外の観測点でもH/Vスペクトルのピークが一様に明瞭であった。これは、この地域の沖積層が極めて軟弱なことで、基盤が固結した上総層群からなることが影響しているものと考えられる。大岡川低地に限らず、このようなセッティングの低地では、一般的な沖積低地よりも揺れが大きく増幅されやすいことが示唆される。

文献：

小松原・内田(2025)地質学雑誌, 131, 45-58.

Konno and Ohmachi (1998) Bull. Seismol. Soc. Am., 88, 228-241.

中澤ほか（2023）地質学雑誌，129，263-270.

中澤ほか（2024）地質学雑誌，130，17-33.

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

◆ EDI

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

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

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

11:00 ~ 11:15

**[T11-O-4] 1923年関東地震時に臨海部で発生した地裂近傍の地質状況：館山市
長須賀での地質調査から***風岡 修¹、小島 隆宏² (1. 千葉県環境研究センター地質環境研究室、2. 北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所)

キーワード：液状化・流動化、沖積層、1923年関東地震、館山市、地裂

はじめに：

1923年関東地震の際、房総半島の南端に近い、当時の館山町・北条町（現在の館山市）では、家屋の全壊率が67%と93%と非常に高く、現在の気象庁震度階7に匹敵する非常に強い揺れであったことが推定される。この場所の海岸部では、砂丘上を海岸線に平行な北北東～北東方向に約3km延びる複数の「地裂」が見られ、この中の砂丘の海側の麓付近のものは海側に急崖を伴う「陥落地裂」となっており、これら地裂に沿って「砂泥土及び水の噴出」が見られた（地質調査所、1925）。これらのことから、この地裂は砂丘下の自然地層の液状化・流動化に伴って発生した可能性が高い。

そこで、自然地層の液状化・流動化と地裂といった地表変形の状況を調べるため、館山市長須賀の公共用地において、北東方向に延びる地裂に直行する方向に動的コーン簡易貫入試験を2～8m間隔に深度7.5～11mまで行い、地裂の位置を確認し、地裂の近傍において、その北西側と南東側の2か所で深度10mと11.55mのオールコアボーリングを行った。以下に調査結果を述べる。なお、この場所は関東地震によって約1m隆起していた。

調査の概要：

オールコアボーリングはB-1地点（北緯34度59分24.2秒，東経139度51分23.1秒，標高4.1m）では深度10mまで、B-2地点（北緯34度39分24.5秒，東経139度51分22.4秒，標高3.9m）では深度11.55mまで行った。

動的コーン貫入試験は、北西方向の測線上で斜面調査用簡易貫入試験機にて行った。

地層構成：

調査地周辺の既存の標準貫入試験データから、沖積層の厚さは約30mあり、今回得られたオールコアボーリング試料は、この内の上部にあたる。ここでの詳細な地層構成は以下のとおりである。

下位より、厚さ0.55m以上のフレーザ層理やウェビー層理が見られる薄い極細粒砂を挟むオリーブ灰色の軟らかいシルト層、厚さ約3mでオリーブ灰色の生物擾乱が著しい中位の硬さの極細粒砂～細粒砂層、厚さ約1.5mの泥勝ち砂泥互層（砂層はオリーブ黒色の中位の硬さで塊状の中粒砂主体、泥層はオリーブ黒色の生物擾乱が著しい中位の硬さの細粒砂質シルト層）、厚さ約0.95m又は約1.45mのオリーブ黒色で中位の硬さの塊状の中粒砂を主体とする砂層、厚さ約1.7mのオリーブ黒色で斜交層理が明瞭なゆるい貝殻片混じりの砂礫層、厚さ約1.0m又は約0.9mのオリーブ黒色で斜交層理が明瞭で貝殻片を含むゆるい～中位の硬さの粗粒砂を主体とする砂層から構成される。また、この上位には厚さ約2.9m又は約2.3mの灰オリーブ～オリーブ黒色で礫混じり粗粒砂からなる盛土層が重なる。

動的コーン簡易貫入試験結果も合わせると、各地層は極ゆるく海側の北西方向へ傾き、ほぼ

平行に連続するものの、下から第4層目の塊状の中粒砂層の途中より上位で、地裂を境に層境界に段差が見られた。地震後の旧地表面と思われる盛土層下面は、0.4mの段差となり、内陸側の南東側が低くなっている。下から第4層目の塊状の中粒砂層は、地裂を境に南東側の方が北西側に比べて約0.5m薄く、この層の基底面は地裂の北西側と南東側で連続し、段差はほとんど見られない。

液状化－流動化に関して：

液状化－流動化の判定は、風岡ほか（1994）・風岡（2003）に基づき、初生的な堆積構造の状態より判断した。沖積層の、下から3層目の泥勝ち砂泥互層中の砂層と、下から4層目の砂層は、層相から本来は葉理が明瞭な浅海性の砂層であるにもかかわらず塊状であり、地層形成時の葉理が完全に消失したものであることから、この部分が地震時に液状化－流動化したものと考えられる。また、下から4層目の砂層は地裂の南東側の方が薄くなっており、これが南東側の地表の低下をもたらした主因と考えられる。

地震前に作成された陸地測量部による迅速測図を見ると、調査地は砂丘上に位置する可能性が高い。当初、この亀裂は従来の砂丘の海岸縁の陥落地裂と思われていた。しかし、調査の結果、内陸側の方が液状化により地表面が低下していることから、今回調べた地裂は、陥落地裂よりも内陸側の砂丘上に見られた地裂と推定される。また、この地裂は、下から4層目の砂層の液状化－流動化がその形成に大きく影響したものと考えられる。

一方、房総半島の南部では、関東地震よりも大きな元禄地震も発生しており、これら地層中に見られた液状化は二度の地震又はどちらかの地震による可能性もある。

引用文献：

地質調査所, 1925, 関東地震調査報告第二. 地質調査所特別報告 第2号, 185p.

風岡 修ほか, 1994, 日本地質学会第101年総会・討論会 講演要旨, 125-126.

風岡 修, 2003, 液状化・流動化の地層断面. アーバンクボタ40号, 5-13.

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

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

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

11:15 ~ 11:30

[T11-O-5] 大阪ベイエリアにおける都市地盤状況についての検討

*北田 奈緒子¹、三村 衛¹ (1. 一般財団法人 GRI財団)

キーワード：ベイエリア、埋立て、海成粘土、ボーリングデータ、都市地盤

大阪のベイエリアは、咲洲、舞洲、夢洲は1967年～埋立てが開始され、その後、大阪港第4次改訂計画では咲洲、舞洲、夢洲の地域を国際交易、高度情報通信、先端技術開発の機能集積を図るベイエリアとしての街づくり計画が立案された。夢洲では大阪関西万博が現在進行形で開催されており、将来的には統合型リゾートの用地としての利用が計画されている。夢洲は良質土で埋め立てられるような通常の埋立地と異なり、大阪港の航路確保のために浚渫された土砂の土捨て場として計画されたもので、埋立に用いられる材料が軟弱な粘性土であるという特徴を有している。このため、大阪湾内の建設工事で想定される自然堆積地盤の沈下に加え、埋立層の圧密沈下が生じるという特異性がある。当該地では埋立事業に伴って、多数のボーリング調査がなされており、ベイエリアの堆積環境のみではなく、開発に伴う地盤の変化も併せて検討することが可能である。

本発表では、ベイエリア地域の堆積環境の特徴と開発における地盤の変遷について、その特徴を示して発表する。ベイエリアの北端は現淀川の河口である。旧淀川の流路は大川・堂島川・安治川からなり、さらに木津川、尻無川に分流することから、実際には、埋立地の地域は旧淀川の河口域に該当する。関西圏地盤情報ネットワーク (KG-NET) の地盤情報データベースに格納されるデータを用いて検討を行うと、大阪市内から港湾部に至っては、

Ma12層の上面をDg1層が削剥しながら堆積する構造が観察される(北田¹)、KG-NET・関西圏地盤研究会²)など)。このDg1層の削り込みの大きな部分は当時の河道と推定でき、安治川河口域から西南西方向に、尻無川河口域から西に向かって旧河道が流下していることが読み取れる。また、夢洲地域では、埋立前に実施されたボーリングの海底面標高は約-10 mであり、これがMa13層の上面標高である。これに対して、2019～2020年のボーリング柱状図から読み取れる旧海底面の標高は約-18 m程度である。埋立に伴ってMa13層およびその下位の粘土層が圧密して沈下していると考えられる³)。埋立前の夢洲周辺の地盤の特徴は、海底面(標高約-10 m)から沖積粘土層(Ma13層)が堆積しており、その下に第1洪積砂礫層(Dg1層)が標高-40 m付近に層厚6～8 m程度確認できる。その下位には洪積粘土層

(Ma12層)が確認できる。いずれも海成粘土層であるが、Ma13層およびMa12層の下位には海進時期に形成された砂とシルト層が互層状含まれる、やや粗粒なシルト質粘土層も一連の海成粘土層の一部に含んだ。Ma13層の下部層はシルトや砂を含むため、自然含水比 w_n や液性限界 w_L の値は比較的小さいが、海進が進んで海水面が上昇するとやがて安定した粘土層が堆積している(標高-30 m以浅)。すると、自然含水比 w_n と液性限界 w_L が大きく変化し、50%程度であったものが100%を越え、自然含水比 w_n も $w_n \approx w_L$ であることが特徴である。標高-30m～-15 m付近は海進最盛期で海が深い時期に相当し、この時期が最も液性限界 w_L が高い。Ma12層も下部の海進時の堆積物に w_n や w_L が小さくなる区間があることが確認でき

る。海進が進むと海成粘土が堆積して w_n , w_L が大きくなる傾向は同じであるが、海進最盛期でも $w_n < w_L$ である。Ma13層最上面は埋立前の海底面であるが、海底面から数mまでの区間は値がばらつく傾向がみられる。これは、最上部が浚渫によって攪乱あるいは人工埋め土の薄層が分布すると考えられる。Ma13層とMa12層の間に分布するDg1層は礫層からなり、上下粘土層が圧密する際の排水層となる。Ma12層の上面は海退の途中でDg2層に覆われていることから、Dg2層はMa12層の上端部を削剥して堆積している。削剥量は、河口に近い東側で多く、西側で少なくなる傾向が見られた。このような地盤の特徴をモデル化することによって、今後の圧密変形に供する解析が可能となり⁴⁾、埋立地の開発と維持管理に利用する。

- 1) 北田奈緒子：地盤情報の活用による地質地盤リスク評価，地盤工学会誌，70（55），p10 - 13，2022.
- 2) KG-NET・関西圏地盤研究会：新関西地盤-大阪平野から大阪湾-，354p.，2007..
- 3) 北田奈緒子・三村衛・濱田晃之：ボーリングデータベースを用いた夢洲および周辺の地質地盤の特徴，Kansai Geo-Symposium 2022，pp.126-131, 2022.
- 4) 北田奈緒子・三村衛・林健二：埋立前の夢洲の地盤性状と埋立による地盤の変形解析，基礎工，vol.53，No.7,pp.32－34.

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

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

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

11:30 ~ 11:45

[T11-O-6] 常時微動観測データによる微地形判別の可能性*小松原 純子¹、長 郁夫¹、佐藤 善輝¹、納谷 友規¹ (1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター)

キーワード：常時微動観測、Aso-4、自然堤防、微高地

沖積低地には河川流路周辺に形成される自然堤防に加え、残丘化した段丘が分布することがある。両者を識別することはその土地の形成史を考える上で重要であるのみならず、構成する地質の違いから地盤特性や液状化の起こりやすさが異なると考えられ、防災上も重要である。

標高や形態から両者の識別が困難な場合、掘削調査を行う必要があるが、時間や費用がかかり、面的なデータ収集には限界がある。そこで著者らは非破壊かつ簡便な方法として、常時微動データに基づく地盤特性の違いに注目した。昨年は埼玉県に加須低地で検証を行い、条件が揃えば常時微動観測データの位相速度と周波数から後期更新世の段丘と自然堤防の識別が可能なことを明らかにした（小松原ほか、2024）。

この手法が他地域や河川成の段丘以外でも適用可能かを確かめるため、福岡県の糸島低地において同様の常時微動観測を行った。糸島低地には不規則な形状の比高1-2mの微高地が点在し、自然堤防、段丘、Aso-4火砕流堆積物のいずれかから構成されている（福岡県、1985；久保ほか、1993）。今回の観測では1/5万地質図「前原」作成のために検土杖調査を行い地下地質が確認されている地点（佐藤・水野、2023）、もしくは地形判読から区分が明らかな地点を中心に、Aso-4堆積面、自然堤防、氾濫原、段丘面上を含む計8地点でデータを取得した。

その結果、地表から深度10mまでのS波速度の平均値（AVS10）は微高地のうち低位段丘面上でほぼ300 m/sを示したのに対し、自然堤防、Aso-4堆積面上では210 m/s以下とほぼ同程度の値を取ることが明らかとなった。すなわち、AVS10に基づけば低位段丘面は識別可能だが、自然堤防とAso-4堆積面の識別は難しい。一方、H/Vスペクトル比はAso-4堆積面でのみ2 Hz付近に特徴的なピークが見られたことから、Aso-4堆積面と自然堤防を識別する指標になる可能性がある。

この2Hzのピークがどのような地下構造に由来するものなのかは現時点で不明だが、同様のピークが中位段丘下位面にも見られることから、中位段丘下位面とAso-4堆積面は地下構造が共通する可能性がある。今後は観測点を増やして地下深部における地質・地盤構造を検討することにより、常時微動観測データに基づく糸島低地の微高地識別の可能性を評価したいと考えている。

文献

福岡県, 1985, 土地分類基本調査 前原 玄界島.

小松原純子ほか, 2024日本地球惑星科学連合2024年大会講演要旨HQR05-P06.

久保和也ほか, 1993, 20万分の1地質図幅. 地質調査所.

佐藤善輝・水野清秀, 2023,日本地球惑星科学連合2023年大会講演要旨 SGL23-P07.

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

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

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

11:45 ~ 12:00

[T11-O-7] 常時微動計測は活断層研究にどこまで適用可能か

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

キーワード：常時微動計測、活断層、段丘礫層のずれ、軟弱地層の堆積

1. はじめに 演者らは常時微動を使って段丘礫層のずれ等の地下構造を求めて、活断層の位置や活動履歴を明らかにする研究を行っている。これらの成果を紹介して、常時微動計測が活断層研究にどこまで有効かについて考えていきたい。

2. 塩ノ平断層の例 (小荒井ほか, 2025) 2011年福島県浜通りの地震でいわき市に地表地震断層が出現した。1.9mの垂直変位の地表地震断層が出現した塩ノ平地区で、断層線を挟んだ河床内2箇所で常時微動計測した結果、基盤到達S波速度を300m/s前後と設定すると、6m弱西側 (河川上流側) が低下する基盤のズレが確認できた。過去の活動で2011年と同程度の変位が発生したと考えると、河川が形成されてから3回程度の変位の累積が考えられる。地震直後は断層の低下側で深さ1.9mの深い淵が形成されていたが、現在軟弱な堆積物が厚く堆積し深さは30cm程度に変化していた。断層低下側の常時微動計測結果は、100m/s程度の軟弱地盤が深度3m、200m/s程度の軟弱地盤が深度7m強まで確認されており、複数回の上流側の低下による軟弱層の厚い堆積が示唆される結果である。塩ノ平断層は2011年に活断層と知られていない範囲まで活動して、綱木で60cm西側低下の地表地震断層が出現した。その周辺での常時微動計測では、基盤到達S波速度を300m/sと仮定すると、断層を境に130cm程度の西落ちの基盤のズレが確認でき、2回分の変位を記録している可能性がある。塩ノ平と綱木の変位の累積の違いは、綱木までは変位が及ばず塩ノ平周辺のみ動いた変動があった可能性を示唆する。

3. 双葉断層の例 (金子ほか, 2025) 双葉断層は福島県浜通り地方の南北約100km以上の断層であるが、相馬市・南相馬市の一部を除き推定活断層とされている。鈴木・小荒井 (1989) では真野川沿いの南相馬市栃窪と上真野川沿いの南相馬市榑原で東側1.5m低下の活断層露頭のスケッチと低断層崖の測量結果が記載されており、栃窪では福島県 (1999) によるトレンチ調査も行われている。段丘露頭や断層露頭直上で常時微動計測を行った結果、断層東側のジュラ系の基盤到達S波速度を300~400m/s、断層西側の新第三系堆積岩の基盤到達S波速度を200m/sとした。低断層崖を挟む測線で多数計測を行った結果、栃窪ではⅢ面で約150cmの東側低下、Ⅴ面で約70cmの東側低下、榑原ではⅡ面で約150cmの東側低下、Ⅲ面で約70cmの東側低下が確認できた。2地区での段丘面区分の再検討が必要ではあるが、1回あたり70cm程度の東落ちの断層変位の累積性を示す。同様の調査を宇多川沿いの相馬市山上と請戸川沿いの浪江町室原で行っているが、山上では明瞭な基盤のずれが認められない結果、室原では地形・基盤双方にズレは確認できたが、詳細は不明である。

4. 宮野原断層の例 (小荒井ほか, 2024) 新潟県津南町に位置する宮野原断層は、都市圏活断層図では推定活断層とされている。2011年長野県北部地震の震源断層では無かったが、建物被害は宮野原断層周辺に集中していた。産業技術総合研究所が断層線に直交する方向に群列ボーリングを実施しており、同じ場所でボーリングよりも高密度に常時微動計測を

実施した。段丘礫層に到達したボーリングと対比し、その深度がS波速度が300m/s付近でS波速度が急上昇する深度に一致した。河岸段丘上の計測結果を河岸の地質調査と比較しても同様の結果で、S波速度300m/sに達する深度を段丘礫層の上端と設定した。常時微動計測結果から段丘礫層上端の明らかな変位が2箇所を確認できた。北側の変位は約5mで低断層崖の位置と概ね一致し、南側の変位は約7mで周辺の地形には大きな変位は認められない。段丘面が約5万年前に形成されたと仮定して、北側が0.11m/千年、南側が0.14m/千年の平均変位速度であった。宮野原断層の南側（低下側）に全壊建物が複数認められたが、S波速度が200m/s以下の地層が深度10m以上も存在しており、断層の低下側に軟弱な堆積物が厚く堆積している。

5. まとめ 露頭やボーリングデータのある地点でS波速度構造を求め、段丘礫層や基盤岩の到達深度のS波速度が設定できると、面的に常時微動計測を展開することで、地下の活断層の位置を推定することが可能である。また、断層低下側の軟弱堆積層の厚さから変位の累積を見積もることも可能である。

引用文献

金子ほか（2025）日本地理学会春季大会要旨集

小荒井ほか（2024）JPGU要旨SSS11-07

小荒井ほか（2025）JPGU要旨SSS14-05

国土地理院 1/25,000都市圏活断層図「相馬」「南相馬」「津南」

鈴木・小荒井（1989）活断層研究, 6, 23-29.

福島県（1999）双葉断層に関する調査報告書

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

◆ EDI

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

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

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

◆ ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T11-O-8]

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

*石原 与四郎¹ (1. 福岡大学理学部)

15:30 ~ 15:45

[T11-O-9]

Web APIを活用した地層対比システムの開発

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

15:45 ~ 16:00

[T11-O-10]

堰き止め地形形成に関わる基盤地形

*高嶋 洋¹ (1. 第一工科大学 環境エンジニアリング学科)

16:00 ~ 16:15

[2oral408-14-4add]

休憩

16:15 ~ 16:30

[T11-O-11]

能登半島に分布する珪質泥岩の単位体積重量と地震時の地すべり移動量との関連性

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

16:30 ~ 16:45

[T11-O-12]

関東地下水盆のモニタリングと地盤沈下現況

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

16:45 ~ 17:00

[T11-O-13]

世界の地盤沈下の概況（その2）ヨーロッパ地域

*藤崎 克博¹ (1. なし)

17:00 ~ 17:15

[T11-O-14]

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

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

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

◆ EDI

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

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

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

◆ ハイライト講演

15:00 ~ 15:30

[T11-O-8] [招待講演] 九州地盤情報共有データベースを用いた浅層地質の三次元モデル構築の試み*石原 与四郎¹ (1. 福岡大学理学部)

【**ハイライト講演**】 都市域における浅層の地質・地盤特性の三次元的な分布の把握は、平野の形成過程の解明のみならず、地盤の強度や液状化ポテンシャルといった工学的観点からも極めて重要な課題である。本講演では地質・地盤の三次元モデルの構築手法の概要と、演者が行ってきた九州地盤情報共有ボーリングデータベースを用いた浅層地質・地盤モデルの事例を中心に紹介し、今後の高精度化の可能性について議論する。 [※ハイライト講演とは...](#)

キーワード：沖積層、ボーリングデータベース、3次元地質モデル、九州地盤情報共有データベース、堆積相

都市域における浅層地質や地盤の実態の把握は、平野の形成過程を地質学的に明らかにするうえで重要であるだけでなく、地盤の強度や液状化の可能性といった工学的観点からも極めて重要な課題である。とりわけ、主要都市が立地する海岸沿いの平野部には、最終氷期に形成された谷地形を未固結かつ軟弱な粘土・シルト・砂層から成る沖積層が厚く埋積しており、基盤地形に加えてその内部構造の詳細な把握が重要である。

このような平野の地下地質やその形成過程の復元には、複数のオールコアボーリングが実施され、堆積相解析や年代測定などが行われている。これらと、既存のボーリングデータベースとの対比や物理探査との併用により、堆積体の連続性が検討され、より詳細な復元が可能となる。さらに、ボーリングデータを活用した三次元モデルは、地下地質や地盤特性の空間分布の可視化において有効な手法となっている。

本講演では、地質・地盤の三次元モデルの構築手法の概要と、筆者らが行ってきた九州地盤情報共有ボーリングデータベースを用いた浅層地質・地盤モデルの事例を中心に紹介し、今後の高精度化の可能性について議論する。

九州地盤情報共有データベース

浅層地質・地盤に関しては、標準貫入試験を含むボーリング調査が行われ、調査・記録・保存に関しては統一された基準が適用されている。得られた土質や地盤強度の指標（N値）は数値化され、ボーリングデータベースとして蓄積される。これらは地質調査会社や自治体によって収集・管理されており、複数のデータベースが統合された汎用的なデータセットも存在する。かつては独自形式で構築されていたが、近年ではXML形式に統一されつつある。

この中で、九州地盤情報共有システム協議会は、九州地盤情報共有データベース2006年に第1版を公開したあと、2012年に第2版、2019年に第3版を公開した。このデータベースでは、最初期から個別のボーリングデータのXML形式のファイルを格納し、閲覧システムを別途提供する形式で公開され、利活用が非常に容易であった。第1版では30,580のボーリングデータであったものが、第2版で32,560、第3版で18,480と追加され、九州の各県の合計が81,620となっている。このデータベースは、地質・地盤モデルの作成のほか、地質コンサル

タントや地盤工学を専門とする研究者によって、土壤汚染調査におけるGISの活用、地盤災害に関連した特殊性地盤の抽出・分析など、その使いやすさから様々な活用されてきている。

三次元モデルの構築

ボーリングデータベースを用いた三次元地質・地盤モデルの構築は比較的古くからさまざまな目的で行われており、モデル様式に応じてサーフェイスモデルやボクセルモデルなどに分類される。サーフェイスモデルは比較的初期から用いられており、ボーリングデータに基づく地層区分や層相区分に従って、地層ユニットの境界面を三次元的に構築する。地層境界の認定は専門家によって行われることで高精度化が可能であり、データの分布が不均一な領域でもモデルの構築が可能となる。ただし、地層境界の解釈には一定の労力が伴い、必要とするモデルに応じて境界を再定義が必要となる場合もある。一方、ボクセルモデルでは、対象領域を小さな直方体に区切り、各セルに土質やN値などの属性を付与する。ボクセルモデルは不連続な地質体の表現にも適しており、より複雑な地質構造を再現することが可能である。

モデルの高精度化に向けて

浅層地質の三次元モデルを高精度化するには、まずその根拠となるボーリングデータベースの充実が必要である。また、現状のデータベースを生かし、堆積過程を考慮したモデルを構築することが有効であると考えられる。筆者らは、オールコアボーリングによる詳細な解析に基づき、谷を埋積する地層の分布を検討する際にボクセルモデルを活用している。たとえば、東京一中川低地では、最終氷期以前に形成された谷底には基底礫層が分布し、最盛期以降に砂泥互層を伴う蛇行河川、潮汐チャネル、干潟、内湾へと変化しながら順次埋積されていった。内湾の埋積が進行すると再びデルタプレーンの砂層が累重する。このような海水準変動に伴う堆積環境の変遷は地層の分布を大きく制約すると予測される。こうした堆積過程を考慮することで、地層連続性を反映したより精度の高い三次元モデルの構築が可能となる。一方、ボーリングデータのみから分布を決定づける堆積相を検討するには、土質情報、地盤強度に加え、累重パターン、異方性や連続性などを数値化する必要がある。これらはある程度特徴的な堆積相の可視化に寄与するが、その堆積システム形成の背景にある海水準変動によって分布が規制される関連性が大きく、コストと求めたい結果とのバランスを考慮する必要がある。

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

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

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

15:30 ~ 15:45

[T11-O-9] Web APIを活用した地層対比システムの開発*櫻井 健一^{1,2}、米澤 剛²、根本 達也²、野々垣 進³ (1. 産業技術短期大学、2. 大阪公立大学、3. 産総研 地質調査総合センター)

キーワード：ボーリングデータ、地層対比、3次元地質モデル

近年、建築業界や地質調査業界ではDX（デジタルトランスフォーメーション）の実現に向けて、さまざまな地質調査データのデジタル化が進められている。特に、公共工事におけるボーリング調査結果については、デジタル化されたボーリング交換用データ（国土交通省、2016）として自治体に納品された後、国土地盤情報サイト「Kunijiban」[URL1]や一般財団法人国土地盤情報センター[URL2]などを通じて、オープンデータとして広く一般に公開されている。このような公開データは、近隣地域での建設工事における事前調査や、地震時の被害想定を含む防災対策、さらには環境保全に関する施策など、さまざまな場面での二次利用が期待されている。一方で、公開データを有効に活用するための処理技術や、既存システムと連携する仕組み作りは途上段階にあり、今後の技術的進展や運用体制の構築が期待されている。

本研究では、オープンデータとして公開されているボーリング交換用データを、地質調査や地盤調査で二次利用するための技術開発を目的とする。ここではそのような技術開発の一例として、3次元地質モデルを作成する際に必要となる地層対比を、Webブラウザ上で実行できるシステムを開発した。本発表では、開発した地層対比システムの概要と、利用実例を紹介する。

本研究で開発したシステムは、バックエンド側とフロントエンド側の機能に大別される。バックエンド側は、ボーリング交換用データや地質構造に関する情報を蓄積・管理するデータベースサーバー、これらの情報を外部へ提供するAPIサーバー、およびWebブラウザ画面の表示を担うWebサーバーから構成される。

フロントエンド側では、Web-GIS上での地図表示をはじめ、APIサーバーから取得したデータの可視化や選択、地層対比の実行といったインタラクティブな機能を提供する。

クライアント（データ利用者）がAPIサーバーへリクエストを送信すると、その内容に基づき、GeoJSON形式で必要なデータを動的に取得できる仕組みとなっている。それゆえ、HTTPソケット通信に対応した任意の開発言語を用いるなら、Webブラウザに限らず、OSや実装環境に依存しない柔軟なシステム構築が可能となる。

地層対比画面では、データベースに保存された情報に基づき、対比対象エリア内のボーリングデータを柱状図として可視化することが可能である。各ボーリングコアの図模様および色分けは一般財団法人日本建設情報総合センター（2015）に準拠している。また、コア情報に加えて、標準貫入試験結果(N値)、孔内水位の測定年月日と孔口からの深度などの付帯情報も併せて表示可能である。さらに、地層対比において重要な判断材料となる観察記事も各コアに対応する形で対比画面上に表示できるよう設計している。加えて、文献資料や過去の調査結果などの画像を柱状図の背景に重ねて表示する機能を備えており、それらを参照しながら地層対比を行うことができる。

本研究では、Web APIの具体的な活用例として、Webブラウザ上で動作する地層対比システムを開発した。今後は本システムの運用を通じて、実運用を行う上での機能充実および操作性の向上等を図っていく予定である。

本研究を行うにあたり、一般財団法人国土地盤情報センターよりボーリングデータ(19万1717本)の提供を受けた。

本研究は、一般財団法人日本建設情報総合センター研究助成の助成を受けたものである(助成番号2023-7)。

文献

一般財団法人日本建設情報総合センター（2015）ボーリング柱状図作成及びボーリングコア取扱い・保管要領（案）・同解説．147p．

国土交通省（2016）地質・土質調査成果電子納品要領，50p．

[URL1] 国土地盤情報サイト「Kunijiban」．<https://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/>

[URL2] 一般財団法人地盤情報センター「NGIC」．<https://ngic.or.jp/>

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

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

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

15:45 ~ 16:00

[T11-O-10] 堰き止め地形形成に関わる基盤地形

*高嶋 洋¹ (1. 第一工科大学 環境エンジニアリング学科)

キーワード：堰き止め地形、人工地層、浸水の危険性、人工地形

「人工地層」は人為の働きによって形成される地層と定義される(Nirei, et al, 2012)。人の地質体への働きかけは拡大の一途をたどり、人為による土地改変と人工地層の発達は、都市の地形や水循環を大きく変容させている。Winkler, K. et al.(2021)は、1960年から2019年までの60年間に、地球規模の土地利用の変化が陸地面積の約32%に及ぶことを報告した。高嶋・吉富(2021)は、こうした陸域において形成される盛土アソシエーション(楡井他, 1995)の発達状況と都市地形の解析を行い、盛土等の土地改変箇所の地形的上流側や周辺の開発箇所との間において、開発が及ばない土地などがとり残され、プール状に地形的凹地が形成される現象を確認した。こうした人為的かつ非意図的に形成される地形的凹地は、流水の調整は行われているものの、近年の豪雨災害に対して地形的に排水不良土地となり、脆弱であることから、都市域における人工地形として「堰き止め地形」と定義された(高嶋・吉富, 2021)。また、高嶋(2022)は、「堰き止め地形」の形成過程を検証し、発達様式を試行的に分類したほか、当該開発に係る法的枠組みの適用条件を確認して、流水の調整に係る設計条件と実際の降雨の状況を比較し、内水氾濫の危険性について、検討を行った。

「堰き止め地形」は、日本各所の都市域等において、発達が確認されるが、その全体像については、全く検証が進んでいない。また、「堰き止め地形」が形成される地形的要因についても、検証が必要である。「堰き止め地形」が形成されやすい基盤地形の類型区分は、

「堰き止め地形」形成に係る重要な要素のひとつと考えられることから、国土地理院の地形図上において、全国各所で確認された複数の凹み地形について、個別に検証を行い、「堰き止め地形」の認定と基盤地形の確認・分類を実施した。対象とした地域は、沖積低地を中心に、ランダムに抽出した北海道から九州までの全35か所である。

調査の結果、谷津や旧河道・海域の埋め立て地、自然堤防や砂丘地の後背湿地など、自然地形の段階で、排水不良となりやすい地形上に人為的改変が加わり、「堰き止め地形」が形成されていることが判明した。また、こうした排水不良となりやすい地形が発達する地域には、類似の地質構造と地形を有する地区が複数存在し、そうした地域には複数の「堰き止め地形」が確認された(Fig.1)。

引用文献

楡井 久, 鈴木喜計, 佐藤賢司, 古野邦雄, 1995, 地質環境における新しい単元の形成, URBAN KUBOTA 34, 2-9.

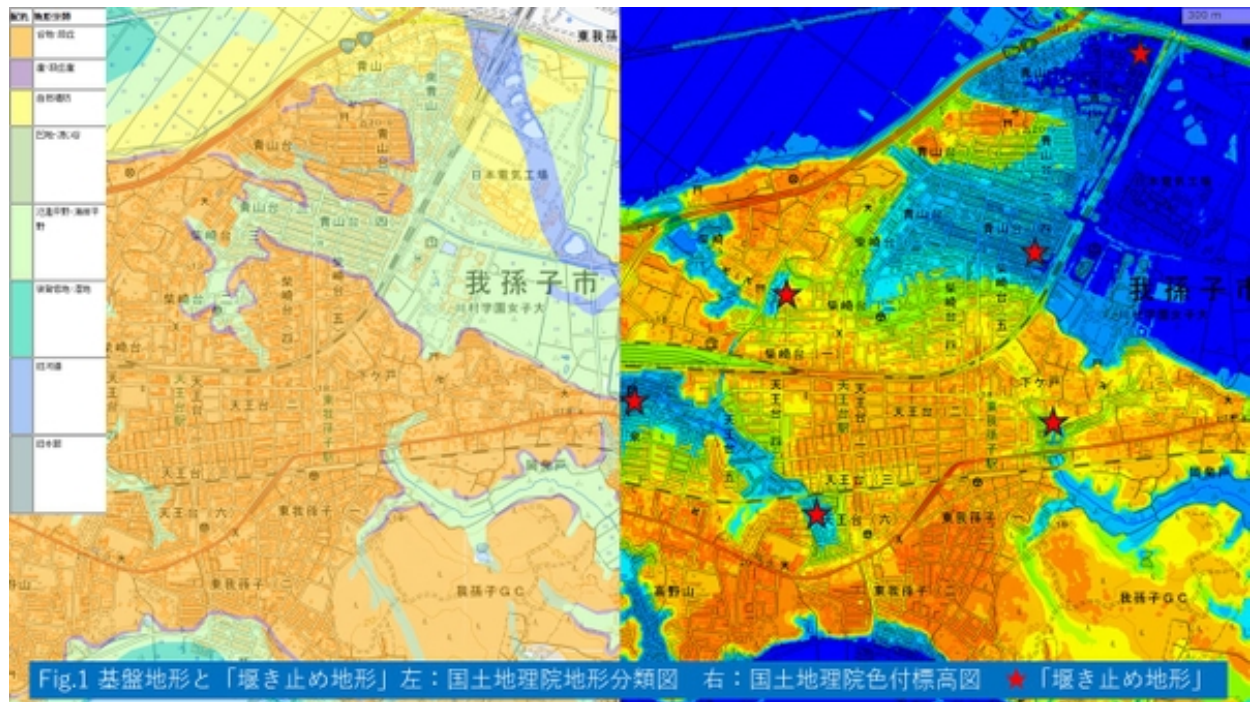
Nirei, H., Furuno, K., Osamu, K., Marker, B. & Satkunas, J. 2012. Classification of man made strata for assessment of geopollution. Episodes, 35, 333-336.

高嶋 洋・吉富 邑弥, 2021, 人工地層による堰き止め地形, 第31回社会地質学シンポジウム論文集, 59-62.

高嶋 洋, 2022, 堰き止め地形の排水能力に係る法的枠組み, 第32回社会地質学シンポジウム

論文集, 39-42.

Winkler, K., Fuchs, R., Rounsevell, M. et al.2021, Global land use change is four times greater than estimated. Nat Commun, 12, 2501.



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

[Zoral408-14] T11 [トピック] 都市地質学：自然と社会の融合領域

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

16:15 ~ 16:30

[T11-O-11] 能登半島に分布する珪質泥岩の単位体積重量と地震時の地すべり移動量との関連性

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

キーワード：能登半島、単位体積重量、珪質泥岩、地震、地すべり移動量

令和6年能登半島地震では、1,000galを超えるような加速度が発生して、多数の地すべり災害が生じた。そこで、著者らは、楠本ほか（2021）の手法を用いて、石川県輪島市稲舟地区の地すべりについて、上記地震の際の地すべり移動量の算定を行った。本手法は、一般的な地すべりの安定解析に用いられている二次元断面の標準スライス法（簡便法）（農林水産省，2022）をもとに、フィルダム堤体のすべり破壊に対する検討で用いられる円形すべり面スライス法（農林水産省，2003）に記されるように水平方向の地震慣性力を加味し，すべり面上に働く荷重合力の接線分力と垂直分力との差分を求め，これを地すべり土塊の質量で除した後，得られた加速度を二重積分することで，地すべりの移動量を求めるものである。

本地すべりの災害対応では，詳細な地質情報が入手できなかったことから，柳沢

（2017）と小林ほか（2005）を用いて，まず地質断面図を作成した。柳沢（2017）によれば，本地すべり周辺の地質は，下位から，砂岩・泥岩・礫岩からなる縄文層，砂岩・砂質泥岩・礫岩・凝灰岩からなる輪島層，珪質泥岩からなる塚田層で構成され，地層が向斜軸に沿った走向で北西に緩く傾斜するとされる。この情報を用いると，地層境界の傾斜角は9°となり，本地すべりの移動土塊は，塚田層の珪質泥岩が主体であると考えられた。

楠本ほか（2021）の手法で必要とする情報は，地すべり安定解析断面図（地下水位を含む），内部摩擦角 ϕ' ，粘着力 c' ，単位体積重量，地震加速度である。このうち単位体積重量は，一般的な泥岩地帯の地すべりの安定計算では 18kN/m^3 が用いられている（山崎・山田，2008）。しかし，本地すべり周辺の珪質泥岩を筆者の所属機関で試験を行ったところ 16.4kN/m^3 が得られた。さらに，宮北・前川（1983）は，能登半島東端の珠洲市の試料について 13.2kN/m^3 と報告している。このため，楠本ほか（2021）の手法を用いて，これら3つの値を使った地すべり移動量の算定を行い，単位体積重量の影響について検討した。その結果，地下水位が高い場合に，単位体積重量が小さいほど地すべり移動量が大きくなるという結果が得られた。AMeDAS輪島観測地点においては，令和6年能登半島地震の10日程度前に60cmの積雪深を記録した後，地震発生前日までの9日間ですべて溶けたことが観測された。こうした気象現象によって地下水位が上昇したことが，令和6年能登半島地震による土砂災害の多発につながった可能性が指摘されている（松四，2024）が，地下水位とともに単位体積重量が地すべりの移動量に影響を与えることが示唆された。

今回の検討から，地震時の地すべり移動量を算定する場合，とくに詳細な地質調査が実施されていない地すべりについては，すべり面の設定に既往の文献に記された地質図が有効な情報となること，また，単位体積重量の差異が地すべり移動量に影響を与えることが明らかとなった。地層の走向・傾斜などのデータは，産総研地質調査総合センターによってデジタ

ル化され、シェープファイルで公開された（川畑・阪口，2024）ものの，5万分の1地質図幅が刊行済の地域に限定されている．今後も大規模地震の発生が想定されている中，地震による地すべり災害を防止するために，岩相のみならず走向・傾斜や単位体積重量など，地質図の情報が充実され，広く使用できるようになることを望みたい．

引用文献

川畑・阪口，2024，斜面災害リスク評価のための地質情報集－その1:全国走向傾斜データ－．https://www.gsj.jp/data/openfile/no0747/gsj_openfile_report_747.pdf．

小林ほか，2005，能登半島輪島地域の中新統の層序・堆積環境・テクトニクス．地質学雑誌，111(5)，286-299．

楠本ほか，2021，地すべり土塊の簡便な耐震性能照査手法について．日本地すべり学会誌，58(1)，16-27．

松四，2024，2024年能登半島地震による斜面変動と連鎖複合災害－予察と展望－．京都大学防災研究所年報，67(A)，131-140．

宮北・前川，1983，能登地方における珪藻質軟岩（珪藻土）の工学的性質．土と基礎，31(1)，83-88．

農林水産省，2003，土地改良事業計画設計基準 設計「ダム」技術書〔フィルダム編〕．農業農村工学会，II-102p．

農林水産省，2022，土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 計画「農地地すべり防止対策」．農業農村工学会，282p．

山崎・山田，2008，講座 地すべり解析における有限要素法の利用第8回 2.FEMによる地すべり解析の基礎理論．日本地すべり学会誌，41(1)，47-77．

柳沢（2017）石川県輪島市（能登半島）に分布する中新統から産出した珪藻化石．地質調査研究報告，68(4)，141-153．

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

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

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

16:30 ~ 16:45

[T11-O-12] 関東地下水盆のモニタリングと地盤沈下現況*香川 淳¹、古野 邦雄² (1. 千葉県環境研究センター 地質環境研究室、2. 元地質環境研究室)

キーワード：関東地下水盆、地盤沈下、水準測量、観測井、地下水揚水量

はじめに

関東平野は厚い堆積層によって形成され豊富な地下水資源を含むことから「関東地下水盆」と呼ばれる一方で、過剰な地下水採取による深刻な地盤沈下も発生してきた。このため関東地方の各自治体では地盤沈下の監視や地下水の有効利用を目的とした精密水準測量、観測井による地下水位・地層収縮量の観測、地下水揚水量調査等が行われてきた。こうした関東地下水盆における地盤沈下とその監視の現況について紹介する。

水準測量

関東地区における精密水準測量は1893（明治25）年に開始されて以降徐々に拡充され、2023年現在、1都6県4政令市および国土地理院により水準点数3039点、測量距離4641km、調査面積7569.3km²の規模で実施されている（図-1）。この成果によると大正期にはすでに東京都で地盤沈下が観測されており、昭和初期には神奈川県（川崎市）でも地盤沈下が進行していたことがわかる。その後1940年代後半から1950年頃までの戦中戦後期には地盤沈下は減少したが、1950年代後半の高度成長期以降、関東平野南部の広範囲で地盤沈下が急激に進行した。1970年代には関東平野南部の地盤沈下域は縮小した一方、1980年代以降、関東平野北部で地盤沈下が進行した。近年では多くの地域で地盤沈下は沈静化しつつあるが、沖積層が厚く分布する地域や水溶性天然ガスを採取している地域では地盤沈下が継続している。

観測井

関東地下水盆における地下水位の観測は1950年代に東京都で始まって以降、関東地区の各自治体で徐々に観測体制が整備され、2023年現在、総数485本の観測井によって地下水位が観測されている。これによると1960年代に東京都区部や神奈川県京浜地区で地下水位が大きく低下し、そのピーク時には江東区で標高-58m、川崎市で-27mに達した（図-2）。一方、この周縁部にあたる埼玉県南部や千葉県ではやや遅れて1970年代初めに地下水位低下がピークとなり、埼玉県川口市では標高-62mまで低下した。こうした関東地下水盆南部の地下水位低下も1970年代中盤以降は上昇に転じ、現在も回復が続いている（関東地方知事会、2010）。一方、関東地下水盆北部では1980年代以降も地下水位の低下が続き1990年代にピークとなったが、その低下量は南部と比べると小さく、その後は季節変動を伴いながら緩やかに水位上昇している。

地下水揚水量

関東地区の各自治体により調査対象となる用途や揚水機の吐出口径、時期による調査範囲等が異なるが総計15,000本を超える稼働井の地下水揚水量が調査されている（2023年現

在)．地下水揚水量は工業用，建築物用，水道用，農業用等の用途について調査され（南関東地方地盤沈下調査会，1974），南関東4都県において揚水量のピークとなる1973年には総量400万 m^3 /日に達していたが，2023年には146万 m^3 /日（約37%）まで減少している

（図-3）．このうち工業用揚水量は1972年に約120万 m^3 /日だったものが，2023年には約24万 m^3 /日と約20%まで大きく減少している．水道用揚水量は1972年の約156万 m^3 /日から2023年の約75万 m^3 /日までおよそ半減している．

地盤沈下の現況

関東地下水盆南部（埼玉県・千葉県・東京都・神奈川県）では1950～1970年代に多量の地下水が揚水された結果，地下水位が大きく低下，地層収縮が進行し深刻な地盤沈下が発生した．この地盤沈下の進行は工業地域や都市の拡大と調和的であり，典型7公害の一つとして大きな社会的問題となった．その後，法令や条例による地下水採取の規制や工業用水道の普及，水利用の多様化，節水技術の向上や環境に対する意識の向上等により地下水揚水量の大幅な減少とそれに伴う地下水位の回復により地盤沈下は一部地域を除きおおむね沈静化しつつある．現在，関東地下水盆（更新統）において最も地下水位が低下しているのは千葉県松戸市付近および埼玉-茨城県境周辺で標高-10m台の地域が残っているが，これも徐々に縮小している（図-4）．一方，水循環基本法等による地下水利用の促進や地中熱利用等の新たな地下水資源の利用が始まっていることから，地下水盆のモニタリングはいっそう重要となっている．

文献

関東地方知事会環境対策推進本部地盤沈下部会，2010，関東地下水盆の地下水位分布調査報告書．

南関東地方地盤沈下調査会，1974，南関東地域地盤沈下調査対策誌．

※この他，各都県で公表している地盤沈下報告書，測量成果等を参考にした．

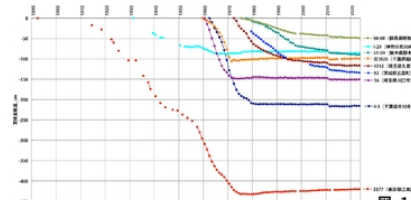


図-1 関東地区の経年水準点変動 (cm)

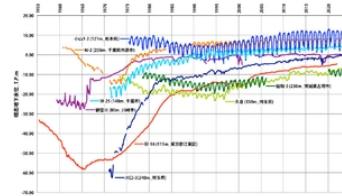


図-2 関東地区の経年地下水位変動 (T.P.m)

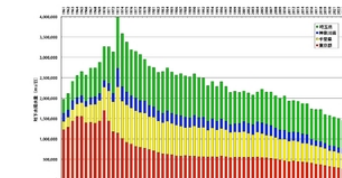


図-3 南関東地区(東京都・千葉県・神奈川県・埼玉県)の経年地下水揚水量 (m³/日)

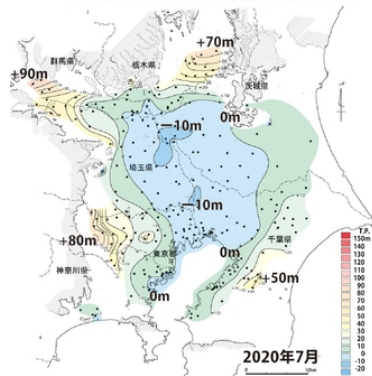


図-4 関東地下水盆(更新統)の地下水位図 (2020年7月)

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

◆ EDI

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

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

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

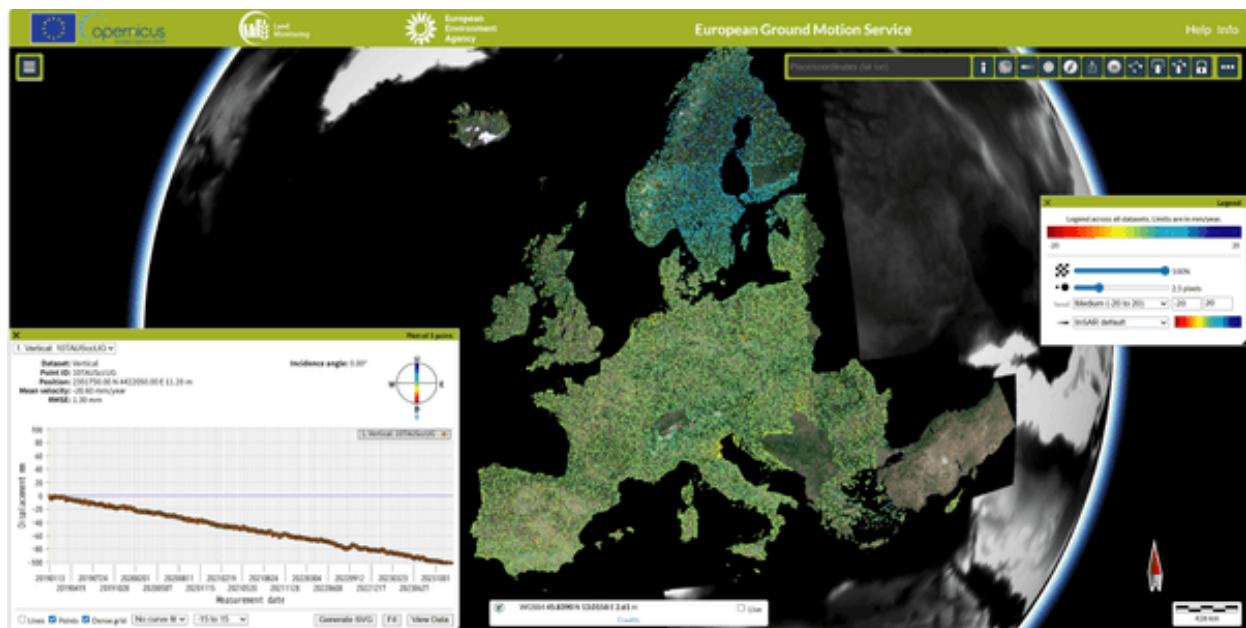
16:45 ~ 17:00

[T11-O-13] 世界の地盤沈下の概況（その2）ヨーロッパ地域*藤崎 克博¹ (1. なし)

キーワード：地下水過剰揚水、地盤沈下、褐炭田、天然ガス採取、岩塩鉱山

昨年の講演では、アフリカ、西・南・東南アジア地域の地盤沈下の概況について報告した（藤崎，日本地質学会第131年学術大会講演要旨，T-8-O-7，2024）。別途，東アジア・オセアニア地域の沈下の現況について報告した（藤崎，第34回社会地質学シンポジウム論文・要旨集，2024）。今回は，ヨーロッパ地域の地盤沈下の概況を報告する。EU加盟27カ国＋英国・ノルウェーの範囲について，2016年からヨーロッパ地盤変動サービス（EGMS）が，合成開口レーダー衛星（InSAR）による直近5年間（2019-2023）の平均変動量マップと沈下表示点の変化時系列を公開している（<https://egms.land.copernicus.eu>）。以下，注釈のあるもの以外の沈下量はEGMSによるものである。スカンジナビア半島では，10-30mm/yの後氷期隆起が生じているが，泥炭地の5-10mm/yの沈下域が散在している。フィンランドのヘルシンキでは5-7mm/y（1992-2002）の構造物荷重による沈下が報告されている。スエーデンのウプサラでは，最大10mm/yの沈下が観測され，建物の抜け上がりが見られる。ポーランドの上シレジェン炭田では，採鉱のための地下水排水により500km²以上の沈下域が広がり，最大では1m（1992-2012）に達した。レグニツァ・グヴォグフ銅山でも地下水排水による最大52mm/yの沈下が観測されている。コニン褐炭田では，地下水排水による最大31mm/yの沈下が生じている。岩塩鉱山では範囲が狭いが，シンクホールなどの地表面変形が見られる。ヴィエリチカ岩塩鉱では最大21mm/y（2015-2016），ボフニャ岩塩鉱では最大250mm（1997-2015），イノブロックフ岩塩鉱では5mm/yの沈下が報告されている。ドイツのライン炭田では，褐炭の露天採掘が3カ所で行われていて，それぞれで最大26mm/y，35mm/y，14mm/yの沈下が観測されている。コトプス炭田では2015の閉山後，環境修復が進められていて10mm/yの隆起が生じている。オランダのグローニンゲン州では，天然ガス採取と泥炭の収縮・分解による最大8mm/yの沈下が見られる中に，岩塩の液化採取による沈下が3カ所見られ，沈下量は最大で30mm/yに達する。泥炭の圧密・分解による7-8mm/yの沈下を防ぐため，高地下水位農法が推進されている。ベルギーのアントワープでは，港湾の埋立地で16-20mm/yの沈下が観測されている。スペインのグアダレンティン盆地では，農業用地下水の過剰揚水で最大86mm/yの沈下が生じている。バルセロナでは，埋立地で最大30mm/yの沈下が観測されている。カルドナ岩塩鉱では，最大120mm/y以上の沈下が見られる。イタリア北部のポー平野では，農業・工業・水道用地下水揚水と天然ガス採取による広範囲の沈下が生じている。70年代までは100mm/y単位の沈下が観測されていたが，近年では減少している。ボローニャ市からモデナ市の北部には20mm/yに達する沈下域が広がっている。アドリア海沿岸のラベンナ市では，最大15mm/yの沈下が観測されている。トスカナ地方のピストイアでは17mm/y，ピサで17mm/y，リボルノで23mm/yに達する沈下が観測されている。ラルデレッコの地熱発電地帯では，最大24mm/yの沈下が発生している。ティベリ川デルタでは，埋立地で15mm/yに達する沈下が見られる。カンパニア地方のヴォルトゥルノ川海岸平野では，農業用地下水揚水による最大20mm/yの沈下が観

測されている。セレ平野では10mm/yに達する沈下が見られる。フーリア州のタボリエレ平野では、最大20mm/yの沈下が、カラブリア州のシーバリでは最大13mm/y、ジョイア・タウロでは12mm/yの沈下が観測されている。ギリシャのテッサロニキ平野では16mm/y、アンテマuntas盆地では26mm/yに達する沈下が観測されている。テッサリア平野では、農業用揚水による10-40mm/y程度の沈下域が広がっている。アナルギロイ褐炭田では、露天採掘の排水のため17mm/y程度の沈下が見られ、周辺の村落の建物被害が生じている。トルコのゲディーズ盆地では、農業用地下水揚水による最大64mm/y（2017-2021）の沈下が観測されている。コンヤ平野でも、農業用揚水による最大60mm/y（2014-2018）が生じており、石灰岩分布域ではシンクホールの発生も見られる。



from <https://egms.land.copernicus.eu>



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

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

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

17:00 ~ 17:15

[T11-O-14] P F A S 指針値（暫定）超過現場で実施した井戸諸元調査等に基づく水文地質構造の推定（速報）*田村 嘉之¹、河野 里奈¹、岩井 久美子¹、木村 和也² (1. 一般財団法人千葉県環境財団、2. 株式会社医療地質研究所)

キーワード：地質汚染、井戸諸元調査、有機ふっ素化合物、水文地質構造、ストレーナ検層

はじめに

土壌・地下水汚染にかかる調査については、土壌汚染対策法施行より、主に土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン（改訂第3.1版）（環境省，2022）にある方法で実施している．しかし，本ガイドラインの主目的は土壌汚染対策法に基づく措置等の区域指定を目的としており，必ずしも土壌・地下水汚染の浄化を目指してはいない．一方，千葉県では，平成元年に制定された「千葉県地下水汚染防止対策指導要綱(平成19年度末廃止)」や「千葉県地質汚染防止対策ガイドライン(平成20年制定，平成31年3月改正)」(千葉県，2019)により，事故時等の地質汚染防止対策や地質汚染判明時の対応のほか，自治体関係者(県，市町村)，県研究所を含めた体制の整備等を明記されている．また，「地質汚染現場における汚染機構解明調査の手順ー地下水汚染の浄化対策としてー」(千葉県,2023)で技術的な参考文書として一般公開されている．本発表では，VOCs汚染現場での培われてきた手法を用いて，現在全国的に話題となっているPFAS指針値（暫定）を超過した現場で実施した井戸諸元調査の結果及び既存ボーリング資料による水文地質構造の推定した結果を速報する．

井戸諸元調査

以下の通り，調査を実施した．なお，北側地区で24箇所，南側地区で10箇所，合計34箇所で行った．

①対象とした井戸は，PFOS及びPFOA濃度値で，指針値（暫定）を超過した箇所を中心に選定した．

なお，一部，指針値（暫定）未達の箇所も選定した．

②①で選定した井戸のうち，ジェット式ポンプが設置している井戸を対象とした．

③②で選定した井戸において，揚水管を引き上げずに，地下水位を計測した．

④③の実施後，抵抗値を計測できるテスターを用いたストレーナ検層（佐藤ほか,2000）を実施した．また，井戸深度も計測した（図-1）．

⑤井戸の管頭標高をGNSS測位で計測した．

また，上述の調査のほか，以下の調査も実施した．

⑥井戸の選定は①と同様に選定した．なお，ポンプ種別に関係なく選定した．

⑦揚水管をすべて引き上げた後，地下水位と井戸深度を計測した．

⑧井戸カメラを使用してストレーナ区間を計測した（図-2）．

⑨揚水管再設置時に水位測定管も設置した．

⑩井戸の管頭標高及び水位測定管の管頭標高をGNSS測位もしくはレベル測量で計測した．

なお，管頭標高の測定で使用したGNSS測位については，田村ほか（2024）で述べたとおり

である。

水文地質構造の推定と取水層

調査対象地及びその周辺で一般公開されている柱状図のほか、自治体で所有しているボーリング柱状図や許可対象となる事業用井戸の諸元情報を入手して、地層区分のほか、地質構造を推定した。その結果、対象地の標高-50mまでに第1透水層～第5透水層が分布していることが推定された。このうち、北側地区では第1透水層、第2透水層及び第3透水層から、南側地区では第1透水層と第2透水層からそれぞれ取水していることが判明した。なお、P F A S 指針値（暫定）を超過した井戸の取水層は北側地区で第1透水層、第2透水層及び第3透水層、南側地区で第1透水層及び第2透水層であった。

また、調査対象地の北側地区での調査結果より、単一の透水層から取水している井戸の地下水位から、第1透水層、第2透水層及び第3透水層の地下水位分布及び流向を概ね把握することができた。一方、南側地区の地下水位分布及び流向は、調査した範囲が東西方向に細長いため、十分に把握することができなかった。

今後の調査について

これまでの調査により、大まかな水文地質構造は把握できた。今後の調査以下の内容を提案中である。

①四半期に1回以上の地下水位の測定、水位分布図の作成及び流向の把握。

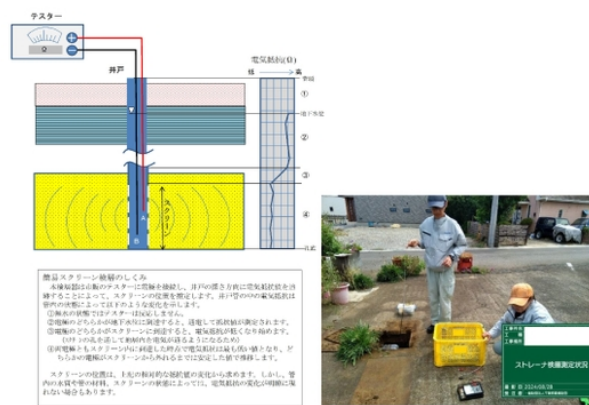
②水文地質構造を把握するためのオールコアボーリングの実施。

なお、オールコアボーリング実施個所については、P F A S 指針値（暫定）を下回っている地域を優先して選定する予定である。

引用文献

佐藤賢司ほか、2000、電気伝導度計を用いたストレーナ検層。日本地質学会第107年学術大会講演要旨、O-355。

田村嘉之ほか、2024、地質汚染機構解明調査における井戸諸元調査 ―GNSS測位による位置及び管頭標高の測位（速報）―、第34回社会地質学シンポジウム論文・要旨集、15-16。



セッション口頭発表 | T12 [トピック] 地球史

◆ EDI

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

[2oral501-09] T12 [トピック] 地球史

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

◆ ECS

9:00 ~ 9:15

[T12-O-11]

北海道上ノ国町大安在川層より産出した中部中新統介形虫化石群とその意義

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

◆ ECS

9:15 ~ 9:30

[T12-O-12]

群馬県下仁田町鐔川沿いに分布する下仁田層の古環境復元（予察）

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

9:30 ~ 9:45

[T12-O-13]

シブマス地塊のペルム紀フズリナ群集とその古生物地理的解釈

*上野 勝美¹、Thasinee Charoentitirat² (1. 福岡大学理学部地球圏科学科、2. チュラロンコン大学理学部地質学科（タイ王国）)

9:45 ~ 10:00

[T12-O-14]

独立成分解析による海洋組成の経年変化

*小宮 剛¹ (1. 東京大学)

◆ ECS

10:00 ~ 10:15

[T12-O-15]

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

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

10:15 ~ 10:45

[2oral501-09-6add]

休憩

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

10:45 ~ 11:00

[T12-O-16]

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

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

11:00 ~ 11:15

[T12-O-17]

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

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

11:15 ~ 11:30

[T12-O-18]

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

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

◆ ハイライト講演

11:30 ~ 12:00

[T12-O-19]

〔招待講演〕白亜紀堆積岩を用いたオントンジャワ海台の噴出年代の制約

*松本 廣直¹ (1. 筑波大学生命環境系)

セッション口頭発表 | T12 [トピック] 地球史

◆ EDI

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

[Zoral501-09] T12 [トピック] 地球史

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

◆ ECS

9:00 ~ 9:15

[T12-O-11] 北海道上ノ国町大安在川層より産出した中部中新統介形虫化石群とその意義

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

キーワード：介形虫、中新統、MMCO、北海道

中期中新世は全球的に気候が温暖な時期で、特に約16.9—14.7MaのMid-Miocene Climatic Optimum (MMCO)には、現在よりも約6°C、気温が高い気候であった(Zachos *et al.*, 2008). 当時から中緯度に位置していた日本列島沿域には、熱帯・亜熱帯に適応した生物群が広く分布していたことが知られている。

介形虫化石は古環境の推定や古生物地理を議論する上で、重要な化石の一つである。日本の中部中新統産介形虫化石群の研究は、これまで東北から山陰地方を対象に多く行われてきた。一方で北海道からは、中部中新統の介形虫化石群の報告は3例 (Mukai & Tanaka, 2023, 2024; 向井ほか, 2025)のみであり、当時の北日本の介形虫化石群の全容は明らかになっているとは言い難い。

今回、北海道渡島半島上ノ国町大安在川流域に露出する約17—15Maの中部中新統大安在川層の大型有孔虫化石*Miogypsina*—*Operculina*密集層より、浅海棲介形虫化石群を発見した。

本研究では、大安在川層中の細粒砂岩~中粒砂岩から採取した10試料中2試料より、9属19種112個体の介形虫化石を同定した。産出頻度の高い種は*Pseudoaurila okumurai*, *P. ishizakii*, *Pseudoaurila* sp. 1 であった。構成種は、温帯性種である*Pseudoaurila*属, *Cornucoquimba moniwiensis*, *Paracytheridea neolongicaudata*に加えて、冷温性種である*Elofsonella*属が産出し、好冷性種は確認されなかった。

本研究によって確認された介形虫化石群の多様度指数と均衡度指数及およびIrizuki *et al.* (2004) により指摘された*Pseudoaurila*属の生息域の推定に基づくと、暖流の影響を強く受ける湾央で、海草や海藻が繁茂する浅海域であったことが示唆される。日本から報告されている約18—14Maの中部中新統介形虫化石群について、大安在川層と多様度指数と均衡度が近い介形虫化石群を調査した。その結果、Irizuki *et al.* (2004)の岩村層群(約18Ma)および瑞浪層群(約18Ma)の介形虫化石群と最も類似することが分かった。

約17—15Maの中部中新統大安在川層より産出した*Pseudoaurila*属を中心とする介形虫化石群には、同時期の他の介形虫化石群よりもMMCO期以前の約18Maから産出した介形虫化石群に近い。MMCO期の北海道は、MMCO期以前の本州の介形虫化石群の避難場所として重要であった可能性がある。

セッション口頭発表 | T12 [トピック] 地球史

◆ EDI

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

[2oral501-09] T12 [トピック] 地球史

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

◆ ECS

9:15 ~ 9:30

[T12-O-12] 群馬県下仁田町鐮川沿いに分布する下仁田層の古環境復元（予察）

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

キーワード：前期中新世、有孔虫化石、古環境

群馬県下仁田町には、新第三紀前期中新世の下仁田層が分布している（群馬県地質図作成委員会, 1999ほか）。下仁田層は、下位より神農原礫岩部層、岩山礫岩部層、川井砂岩泥岩部層に区分され、各部層は、整合で一部指交関係である（Fujishiro & Kosaka, 1999）。下仁田層上部の川井砂岩泥岩部層は、二枚貝化石や浮遊性有孔虫を用いた古環境復元が行われている（栗原ほか, 2005; 高桑・栗原, 2008など）。Fujishiro & Kosaka (1999) によると、5つのルートから微化石試料として泥岩や砂岩を採取し、*Dentoglobigerina baroemoenensis* や *Globigerina falconensis* の浮遊性有孔虫産出より、浮遊性有孔虫化石帯N5およびN7以降であると推定され、内湾な浅海環境であったことを明らかにした。また、栗原ほか (2005) によると、川井砂岩泥岩部層の数地点から産出した貝化石群集から中間温～冷温帯の古海洋であったと推定された。しかし、先行研究では川井砂岩泥岩部層における数地点の化石分析結果しか得られておらず、下部の神農原礫岩部層や岩山礫岩部層を含めた連続的な微化石分析は行われていない。そこで、鐮川沿いにおける下仁田層に見られる岩相を報告し、岩石試料の微化石分析とCNS元素分析に基づき下仁田層の古環境復元を行った。

微化石試料の作成には、硫酸ナトリウム法、ナフサ法及びボロン法を併用によって処理を行った。その後、175 μmより粗粒な堆積物から有孔虫化石を抽出した。

結果として、5試料検討し、川井砂岩泥岩部層の合計1地点から有孔虫化石が確認された。また、微化石が確認できなかった堆積物試料は、石英を多く含んでいた。加えて、研究地域における堆積物に含まれる有機物炭素量は、全体的に少なかった。

本研究で採取した下仁田層の堆積岩は、下仁田町西部に分布する前期中新世の内山層の堆積岩と似ていると考えた。高桑・栗原 (2008) によると内山層の堆積岩が非常に硬く固結している理由は、厚く堆積した地層の荷重による強い圧力、あるいは地下深部への埋没による熱のためであり、埋没続成作用の進行によって珪質微化石もあまり産出しないと述べられている。実際に、下仁田町小屋場で採取された内山層の堆積岩からは微化石が確認できず、内山層と下仁田層の一部の岩石は非常に固結している。以上のことより、鐮川沿いにおけるこれらの堆積岩は、埋没続成作用を大きく受け、石灰質・珪質微化石や堆積物に含まれる有機物炭素量へ影響していると考えられる。

引用文献：Fujishiro & Kosaka (1999) Journal of Geological Society of Japan, 105, 122–139. 群馬県地質図作成委員会 (1999) 新井房夫 (監修), 内外地図, 114p. 栗原ほか (2005) 地質学雑誌, 111, 498–507. 高桑・栗原 (2008) 群馬県立自然史博物館研究報告, 12, 63–72.

セッション口頭発表 | T12 [トピック] 地球史

◆ EDI

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

[2oral501-09] T12 [トピック] 地球史

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

9:30 ~ 9:45

[T12-O-13] シブマス地塊のペルム紀フズリナ群集とその古生物地理的解釈*上野 勝美¹、Thasinee Charoentitirat² (1. 福岡大学理学部地球圏科学科、2. チュラロンコン大学理学部地質学科 (タイ王国))

キーワード: ペルム紀、フズリナ群集、シブマス地塊、古生物地理、東南アジア

タイ王国およびその周辺の東南アジア主要部は、地体構造的にはデボン紀以降古赤道域にあったインドチャイナ地塊と、ペルム紀前期に Gondwana 大陸北縁から分裂・北上し三畳紀末までにインドチャイナ地塊に衝突・合体したシブマス地塊から成る。両地塊の間にはデボン紀から三畳紀にかけてパレオテチス海が存在し、その遠洋域には海洋島が発達していた。シブマス地塊、インドチャイナ地塊、パレオテチス海洋島頂部にはそれぞれ、Ratburi 石灰岩、Saraburi 石灰岩、Doi Chiang Dao 石灰岩とよばれる、フズリナ類を産するペルム系が形成された。この報告では、シブマス地塊 Ratburi 石灰岩のペルム系フズリナ類について現在までに知られている群集変遷の特徴をまとめ、さらに Saraburi 石灰岩と Doi Chiang Dao 石灰岩のペルム紀フズリナ群集との比較から、シブマス地塊のペルム紀における古地理変遷の解釈を試みる。

シブマス地塊のペルム系は、砕屑岩を主体とする下位の Kaeng Krachan 層群と、それを整合的に覆う Ratburi 石灰岩から成る。前者はシブマス地塊が Gondwana 大陸から分裂する以前の堆積物であり、そこには Late Paleozoic Ice Age (LPIA) における Gondwana 氷床の影響を強く受けた氷海成堆積物が見られる。腕足類を主体とする冷水型の海生動物群集やアンモノイド類が報告されており、それらの化石から Kaeng Krachan 層群の年代はアッセルリアン-前期クングリアンとされている。一方 Ratburi 石灰岩は典型的なプラットフォーム炭酸塩岩で、産出するフズリナ類によりクングリアンからウーチャーピンジアン年代が考えられる。これまでの報告（例えば、Ueno, 2003; Ueno and Charoentitirat, 2011）をまとめると、シブマス地塊のペルム系からは年代の異なる 7 つのフズリナ群集が、主に Ratburi 石灰岩を中心に報告されている。Ratburi 石灰岩はシブマス地塊全体に広く発達する厚層厚（数百～1000m）のペルム系炭酸塩サクセションであるが、その分布に比してフズリナの産出は極めて少ない。また群集の多様性も低く、そこには *Monodioxodina* や *Eopolydioxodina* 等の非テチス的要素が含まれる。さらに、各フズリナ群集から産する種間には明瞭な系統関係を示す分類群がほとんど見られない。これらの特徴は、インドチャイナ地塊の Saraburi 石灰岩やパレオテチス海洋島起源の Doi Chiang Dao 石灰岩に見られる、産出頻度ならびに多様性が非常に高いペルム紀熱帯テチス型フズリナ群集とは著しく対照的である。

Gondwana 大陸から分裂する前のシブマス地塊の古地理的位置としては、層序の類似性や古地磁気等のデータから、オーストラリア北西縁の、当時の南半球中緯度（南緯45°付近）が推定されている（Metcalf, 2013）。シブマス地塊はペルム紀前期のアーティンスキアン

（285Ma頃）に Gondwana 大陸から分離し、三畳紀末（約200Ma）までに当時赤道域にあったインドチャイナ地塊に衝突したと考えられている（Metcalf, 2013）。ここで単純な推論を試みる。シブマス地塊の推定されるこのような古地理変遷から、この大陸地塊は約8000万年かけ4500km程度（緯度差で40°-45°）、テチス海を北上したことになる。このと

きの平均的な移動速度はおよそ5-6cm/年となる．この値を適用すると、シブマス地塊はペルム紀後半でもゴンドワナ大陸北縁から緯度で10°-15°程度しか北上しておらず、未だ南半球の中緯度付近にあった可能性が高い．このような古地理的位置を鑑みると、ペルム紀のシブマス地塊は基本的に温帯～亜熱帯環境にあったと考えるのがよいだろう．そこに見られるフズリナ群集は土着のものが少なく、むしろ比較的温暖な時期に熱帯テチス地域から一時的に移住してきた生物群集の可能性がある．シブマス地塊では特にペルム紀中期を通じて炭酸塩岩が良く発達することから、一見するとフズリナ類の生息に適した環境が続いていたように思える．それに反してフズリナ群集の多様性と産出頻度が低く、さらに群集変遷の中で分類群間に系統関係が認められるものが少ないのは、このような理由によるところが大きいと思われる．

文献：Metcalf, I., 2013, *J. Asian Earth Sci.*, **76**, 195–213; Ueno, K., 2003, *Palaeo3*, **193**, 1–24; Ueno, K. & Charoentitirat, T., 2011, Carboniferous and Permian. *In* Ridd, M.F. et al., eds., *Geology of Thailand*. Geol. Soc., London, 71–136.

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

[2oral501-09] T12 [トピック] 地球史

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

9:45 ~ 10:00

[T12-O-14] 独立成分解析による海洋組成の経年変化

*小宮 剛¹ (1. 東京大学)

キーワード：生命と表層環境の共進化、独立成分分析、太古代、原生代、縞状鉄鉱層、炭酸塩岩

クロロフィルのMg, ニトロゲナーゼのMo, ヘモグロビンのFe, メタン生成補酵素 F430のNiやコバラミンのCo など, 生命は代謝に金属元素を含むさまざまな酵素などの有機分子を用いている. 一方で, ニトロゲナーゼの金属元素にはFeMo, FeFeおよびFeVの組み合わせ, SODの金属元素にはNi, FeMnおよびCuZn, そしてSを含むシステインとSeを含むセレノシステインのように同様の機能をもつ生体分子が生物種によって使い分けられていたりする. そのような, 多様化の原因として, 海洋組成など生命の生息環境の経年変化が挙げられている. しかし, 地球史を通じてどのように海洋組成が変化してきたのかについては, いまだ議論も多い. 一般に, 過去の海洋組成を推定する方法としてモデル計算と地質試料を用いた研究が挙げられる. しかし, モデル計算で用いられる海洋の酸化還元状態, 硫化物イオン濃度および大気酸素濃度については議論があるため, それに立脚した計算の妥当性は大いに問題がある. そこで, 地質記録に基づく実証的な研究が必要である.

地質試料を用いた研究では化学沈殿岩が用いられるが, 特に海洋組成を反映していると考えられている鉄酸化物を主体とする縞状鉄鉱層(BIF)がしばしば使われる. 先行研究では38から27 億年前のBIFが高いNi/Fe比を持つことから, 当時の海洋が現在に比べてNiに富んでいたことが示唆された (Konhauser et al., 2009). しかし, BIFは鉄酸化物だけでなくNiに富む陸源や火砕性の碎屑物を多く含むが, その研究ではそれらの影響が十分に考慮されていない. Aoki et al. (2018) はZr濃度を碎屑物量の指標として, 鉄酸化物端成分のNi/Fe比を推定する手法を提案した. しかし, 混入成分が陸源や火山性碎屑物など複数であった場合, 鉄酸化物端成分と混入成分の混合線が一意にならないため, この方法では鉄酸化物端成分の組成を定量的に決めることはできない.

本研究では太古代から新原生代のBIF, 炭酸塩岩および碎屑性堆積岩を対象に独立成分分析 (ICA) を適用し, 鉄水酸化物と炭酸塩鉱物の端成分の化学組成の推定を試みた. また, 先カンブリア時代では, 海洋はSi鉱物に飽和し, 化学沈殿岩中に普遍的にシリカ鉱物が存在していることから, 本研究では, SiO₂量100%かつ他の元素を含まない仮想成分を追加することでベクトルの始点を補正した. その結果, 各時代のデータセットからFeO, MgO+CaOおよびTiO₂+Al₂O₃に富む成分を抽出し, それぞれが鉄水酸化物, 炭酸塩鉱物および碎屑物に対応すると解釈した. さらに碎屑物成分は化学的特徴によって5~7種の起源に分けられた.

鉄水酸化物成分のNiやCo量は, 39から30億年前に高く, 25億年前に一時的な増加が見られるが, 30から22億年前の間に徐々に減少し, スターチアン全球凍結後に再び急激に増加した. また, Cu量は初期地球では少なく, 新太古代から古原生代に高くなった. Znは新原生代に高い値を持った. 地球史を通じてそれらの元素の鉄水酸化物に対する吸着率が大きく変化しなかったと仮定すると, 鉄水酸化物成分のこれらの元素濃度の変動は海洋のこれらの元素濃度の経年変化であると解釈しうる. そのため, 海水のNiやCo量は39~30億年前に高く, 25億年前に一時的に増加したが, 30から22億年前の間に徐々に減少し, スターチアン

全球凍結時に再上昇したと考えられる．海水のCu量は初期地球では低く，新太古代以降に高くなり，Znは新原生代以降に高くなったと考えられる．本研究で得られた海洋組成の進化は，生物の微量元素の利用と調和的であることから，生物進化は海洋組成などの外的要因によって促進されたことが示唆される．

セッション口頭発表 | T12 [トピック] 地球史

◆ EDI

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

[2oral501-09] T12 [トピック] 地球史

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

◆ ECS

10:00 ~ 10:15

[T12-O-15] グリーンランド・イスア表成岩帯に産する原太古代炭酸塩岩から推定する原太古代海水中の生命必須微量元素組成*吉田 聡^{1,2}、小宮 剛² (1. 宇宙航空研究開発機構、2. 東京大学大学院 総合文化研究科)

キーワード：イスア表成岩帯、珪化作用、原太古代、生命必須微量元素、炭酸塩岩

地球は原太古代以来、液体の水と生命を育んできた特異な惑星である。そのため、原太古代の海洋組成の復元が生命進化史の理解に繋がる。特に、西グリーンランド南部のイスア表成岩帯（ISB；約38億年前）に産する堆積岩類は、最古の生命痕跡の発見以来（例えば、Schidlowski et al., 1979）、生命進化に様々な知見を提供してきた。これまで、古海水組成と生命進化の関連を探るため、古海水中の生命必須微量元素濃度を推定した研究が多く行われてきた。例えば、Saito et al. (2003) は、酸素と硫化水素の濃度に基づく熱化学計算から、原太古代から現在にかけて海水中のZn濃度が8桁増加したと提案した。一方で、Robbins et al. (2013) は縞状鉄鉱層（BIF）の組成に基づき、原太古代から現在にかけてZn濃度が10倍に増加したと主張した。しかし、現在のBIFは専ら熱水環境で形成されており、全球的な海洋組成を反映しない可能性がある。炭酸塩岩は地球史を通じて全球的に海洋で堆積してきたことから、古海水組成の有望なアーカイブの一つである。しかし、堆積時には碎屑物混入を受け、堆積後には複雑な珪化・変質作用を被ることが多く、それらの影響の定量化が困難とされる。そのため、古海水中の生命必須元素の経年変化推定には従来ほとんど用いられてこなかった。そこで本研究では、ISBの炭酸塩岩の主要元素および、Ni, Znなどの生命必須元素を含む微量元素を分析し、堆積当時の初生的炭酸塩岩組成の復元を試みた。ISBの炭酸塩岩は、チャートと互層するものと礫岩層と互層するものが確認されている。本研究では、地質学的産状と希土類元素組成に基づき、遠洋域で堆積したとされる前者に着目した（Friend et al., 2008; Nutman et al., 2010）。ISBの炭酸塩岩試料は主に、炭酸塩鉱物（方解石と苦灰石）や石英、透輝石からなる。一部試料において、細粒な透輝石が自形の苦灰石を囲う組織が確認された。炭酸塩岩試料中のCaO + MgOとSiO₂濃度は負相関を示し、SiO₂とAl₂O₃濃度は正相関を示した。CaO + MgOとSiO₂濃度の負相関は、炭酸塩岩が珪化作用を受けたことを示唆する。太古代の炭酸塩岩が受ける珪化作用は、(1) 炭酸塩岩中の粒子の粒間を石英が充填するもの（現在型珪化）、(2) 変成作用時における脱炭酸塩作用によるもの（変成作用型）、および(3) 炭酸塩鉱物自体が石英に置換されるもの（太古代型; Duchač and Hanor, 1987）の3種類に大別される。それぞれの珪化作用の進行に伴い想定されるCaO + MgOとSiO₂組成の変化傾向に基づく、この炭酸塩岩試料は少なくとも変成作用型と太古代型の珪化作用を受けたことが示唆された。このことは、一部試料に確認された苦灰石と透輝石の鉱物学的産状からも支持される。また、SiO₂とAl₂O₃濃度の組成図において、ISBの碎屑岩の端成分（Bolhar et al., 2005）と珪化作用の端成分（SiO₂ = 100 wt.%）を想定することで、炭酸塩岩試料中のSiO₂の約90%が珪化作用に由来することが明らかになった。この珪化作用由来のSiO₂の割合を用いて計算された、珪化作用を被る前の初生炭酸塩岩のNiとZn濃度は、Al₂O₃とZr濃度と正相関を示した。炭酸塩鉱物はAlやZrをほぼ含まないため、この正相関は炭

炭酸塩端成分と碎屑物端成分の混合を示唆する。回帰直線から、炭酸塩端成分のNiとZn濃度はそれぞれ41.1–65.7 $\mu\text{g/g}$ と19.1–45.3 $\mu\text{g/g}$ と求められた。ISBの初生的炭酸塩岩のNiとZn濃度は、それぞれ現在のストロマトライトやウーイドのそれに比べて1桁および2桁ほど高い。炭酸塩岩を用いた海水中のNi濃度の変動は、Konhauserらの推定と概ね一致するが、Zn濃度の変動はRobbinsらの推定とは矛盾する。この不一致は、それぞれの元素の海洋での深度分布の違いや、現在のBIFが熱水近傍でのみ形成することに起因すると考えられる。Niは初期生命の候補であるメタン生成菌の必須元素であることから、本研究の結果は、メタン生成菌の元素要求性が海水組成と共進化してきた可能性を示した。また、真核生物は原核生物よりも高いZnの嗜好性を示すため、原核生物誕生場は低Zn濃度であった可能性が示唆されていた。しかし本研究は、原太古代海洋は顕生代海洋よりも高Zn環境だった可能性を示した。これらの知見は、生物の代謝で利用される元素が必ずしも環境要因のみによって制約されるわけではなく、生命の進化過程において代謝的要求に応じた元素選択が起きていた可能性を示す。

セッション口頭発表 | T12 [トピック] 地球史

◆ EDI

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

[Zoral501-09] T12 [トピック] 地球史

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

10:45 ~ 11:00

[T12-O-16] 美濃帯及び北部北上帯の層状チャートにおける中期三畳紀ラディニアン期湿潤化イベントの検討

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

キーワード：三畳紀、放散虫、コノドント、ラディニアン、アニシアン

中期三畳紀は安定した乾燥気候が低～中緯度の大陸内陸部に広がっていたと考えられてきたが、テチス海沿岸の一部地域からは、後期ラディニアン(ロンゴバルディアン)に、湿潤化を示す地質記録が残されていることが明らかになってきた^[1]。そして、これらの時代には、放散虫やコノドントといった海洋生物が多様化したことも報告されている。中期三畳紀の湿潤化と海洋生物の多様化は関連したイベントであった可能性があるが、これらの報告はテチス海の限られた陸棚堆積物を対象としており、当時の超海洋であるパンサラッサ海が同時期にどのような環境であったかは知られておらず、湿潤化イベントと生物の多様化の時空間的規模や関連性については明らかにされていない。

そこで本研究では、ロンゴバルディアンの湿潤化イベントにおける環境変動の広域性を検証するために、パンサラッサ海遠洋域の深海底堆積物における放散虫及びコノドント化石層序と化学層序を検討した。検討セクションは、岐阜県坂祝町に分布する美濃帯の中部三畳系層状チャート(セクションO)^[2]及び、岩手県岩泉町に分布する北部北上帯の中部三畳系層状チャート(折壁川セクション)である。

美濃帯のセクションOは厚さ14 mの赤色層状チャートで構成されている。本研究の結果、先行研究^{[2][3][4]}により認識されたTR 2B帯からTR 4A帯までの5つの放散虫化石帯を認識した。これらの放散虫化石帯は、暫定的に後期アニシアンから前期カーニアンに比較されていた。本研究では、先行研究^[5]を基に*M. cochleata*の最終産出をカーニアンの基底に対比した。得られたコノドント化石とあわせて、セクション全体の年代は後期アニシアンから前期カーニアンとなる。一方、近接する犬山市における同時代を対象とした先行研究^[2]と対比すると、化石帯TR 4Bの定義である*Spongoserrulra dehli*の初産出が年代境界に対して斜交することが明らかになった。したがって、TR 4Bの地質年代との対比については再検討が必要である。

さらに、ファッサニアン-ロンゴバルディアン境界を含む1 mの区間で、ファッサニアンから産出する放散虫10種のうち3種が消え、新たに6種の放散虫が産出し、放散虫化石群集の変化が確認された。また、この1 m区間内において、放散虫である*Muelleritortis*属と*Tritortis*属で、spineが捻じれるという形態変化が見られた。強く捻じれた棘は中期から後期三畳紀に特徴的な形質であることが知られているが^[6]、本研究で詳細な時期と形質の変化経過を確認することができた。

北部北上帯の折壁川セクションは、厚さ21 mの灰色層状チャートで構成されている。このセクションからは、前期アニシアンからラディニアンを示すコノドント化石が得られた。

なお、このセクションでは、放散虫化石は得られなかった。

セクションOにおいて蛍光X線分析により化学層序を検討した結果、調査区間では顕著な酸化還元状態の変化は見られなかった。CIA^[7]やRW^[8]などの大陸風化指標も、ラディニアンにおいて大きな変化を示さない。一方で、ファッサニアンーロンゴバルディアン境界付近で、リンとカルシウムが顕著に増加している。この層準でコノドントやその他のリン酸塩で構成された化石の有意な増加は見られないため、これらの元素の増加は生物源アパタイトではなく自生アパタイトに由来すると考えられる。すなわち、パンサラッサ海遠洋域でリンとカルシウムの埋没の顕著な増加と、放散虫群集の変化と棘の形態変化が発生していることが明らかになった。これらは、ロンゴバルディアンの湿潤化イベントと関連した現象の可能性がある。

引用文献

- [1] Preto, N. et al., 2010, *PPP*, **290**, 1-10
- [2] Sugiyama, K., 1997, *Mizunami Fossil Mus.*, **24**, 79-193
- [3] Nozaki, T. et al., 2019, *J. Asian Earth Sci.: X*, **1**, 1-9
- [4] Tomimatsu, Y. et al., 2021, *Glob. Planet. Change*, **197**, 1-18
- [5] Kozur, H., Mostler, H., 1994, *Geol. Paläont Mitt. Inns.*, **3**, 39-255.
- [6] Guex, J. et al., 2012, *Geobios*, **45**, 541-554.
- [7] Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1982, *Nature*, **299**, 715-717
- [8] Cho, T., Ohta, T., 2022, *PPP*, **608**, 1-8

セッション口頭発表 | T12 [トピック] 地球史

◆ EDI

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

[2oral501-09] T12 [トピック] 地球史

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

11:00 ~ 11:15

[T12-O-17] 根室層群（北海道東部）のバイオマーカー分析: 暁新世中期の気候変動に着目した陸上及び海洋生態系の復元*吉田 達也¹、中村 英人²、林 圭一³、池田 雅志¹、安藤 卓人⁴ (1. 北海道大学、2. 福井県立大学、3. 北海道立総合研究機構、4. 秋田大学)

キーワード：暁新世、古環境復元、バイオマーカー、根室層群

はじめに

古第三前期は、白亜紀から続く温暖な気候と、複数の環境攪乱イベントによって特徴づけられる。その中でも暁新世中期には、Mid-Paleocene Biotic Event (MPBE) と呼ばれる、生物相の急激な変化を伴う短期間の温暖化イベントが発生した。特に、海洋表層のプランクトンなどの海洋生態系の攪乱が示唆されているが (Gilen et al., 2007 など)、東アジア地域における研究例は少ない。また、陸上における生態系の応答については、未だ十分な検討が行われていないのが現状である。

そのため本研究では、これらのイベント時の生態系変動の実態の解明や、地域間での対比を可能にするため、北海道東部に分布する上部白亜系-古第三系根室層群のバイオマーカー分析により、北西太平洋地域の当時の陸上古植生及び古海洋生態系の復元を試みた。これにより、他サイトで報告されているような、海洋表層の貧栄養化が東アジアでも起きていたかなどの検証を行いたい。

試料と分析方法

本研究では、林ら, 2023 で得られた北海道白糠丘陵地域のピラウンナイ川及び左の沢沿いの露頭から採取された試料を用いた。これらの試料は、林ら, 2023 により、渦鞭毛藻シスト化石-炭素同位体比統合層序が検討され、暁新世から始新世初期の各時代境界や、顕著な炭素同位体比変動を示す箇所が特定された。こうした岩石試料を粉末化し、有機溶媒を用いた有機物抽出を行った後、シリカゲルクロマトグラフィーによる分画、GC-MSを用いたバイオマーカー分析を行った。また、粉末試料のRock-Eval分析も行った。

結果

分析の結果、植物全般に由来するセスキテルペノイド、主に針葉樹に由来するジテルペノイド、被子植物に由来するトリテルペノイドなど、陸上植物に由来する芳香族テルペノイド類が検出された。このうち、芳香族セスキテルペノイドと芳香族ジテルペノイドの比を用いて、植物全般に占める針葉樹の寄与の大きさを示す指標であるHPP (van Aarssen et al., 2000) は、MPBE周辺の層準で顕著な針葉樹の寄与の低下を示した。また、主に渦鞭毛藻に由来する三芳香環ジノステロイドや、渦鞭毛藻や珪藻、ハプト藻などの多様な海洋基礎生産種に由来する三芳香環ステロイド、ステランなど藻類由来のバイオマーカーも検出された。藻類全般に対する渦鞭毛藻の寄与の大きさを示す指標であるTADS (Ando et al., 2015) は、暁新世中期に減少し、藻類群集の擾乱が示唆された。林ら, 2023 の渦鞭毛藻シスト化石の結果とも比較し、海洋表層生態系についての詳細な検討や、地域間での生態系応答の比較についても議論したい。

引用文献

- Gilen Bernaola et al., 2007. Evidence of an Abrupt Environmental Disruption during the Mid-Paleocene Biotic Event (Zumaia Section, Western Pyrenees). *GSA Bulletin*, 119 (7–8), 785–795.
- 林圭一ら, 2023. 北海道東部に分布する根室層群における暁新世～始新世前期の渦鞭毛藻シスト化石－炭素同位体比統合層序, 日本地球惑星科学連合 2023年大会, SGL22-06.
- Ben G.K van Aarssen et al., 2000. Higher plant biomarkers reflect palaeovegetation changes during Jurassic times. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 64, 1417-1424.
- Ando Takuto. et al., 2017. Marine primary producer community during the mid-Cretaceous oceanic anoxic events (OAEs) 1a, 1b and 1d in the Vocontian Basin (SE France) evaluated from triaromatic steroids in sediments. *Organic Geochemistry* 106, 13–24.

セッション口頭発表 | T12 [トピック] 地球史

◆ EDI

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

[2oral501-09] T12 [トピック] 地球史

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

11:15 ~ 11:30

[T12-O-18] 川砂ジルコンの微量元素組成に着目した後背地推定法の検討：三河地域の領家花崗岩類を例に*平井 悠河¹、浅沼 尚¹、澤木 佑介²、小木曾 哲¹ (1. 京都大学 人間・環境学研究科、2. 東京大学 総合文化研究科)

キーワード：領家花崗岩類、川砂ジルコン、微量元素組成、後背地推定

花崗岩質地殻は岩石惑星中でも地球にのみ発見されており、地球史を通じた大陸（花崗岩）量の変遷は固体地球の進化過程を理解する上で重要な研究課題の一つといえる。ジルコン（ ZrSiO_4 ）は、花崗岩質マグマに広く産出することから、U-Pb放射年代や同位体トレーサーと組み合わせて大陸地殻研究に活用されてきた（e.g. Condie, 1998; Valley, 2003）。2000年初頭は大陸地殻研究の転換点ともいえ、河川堆積物中に含まれる碎屑性ジルコン（以下、川砂ジルコン）を対象とした研究例が報告されている（Rino et al., 2004）。Rino et al. (2004)は主要河川で採取された川砂ジルコンのU-Pb年代値が後背地の年代頻度分布と相関し、川砂ジルコンが流域面積を網羅した地殻情報を一次近似的に反映することを示唆した。現在では、川砂ジルコンのO・Hf同位体比を組み合わせた花崗岩質地殻の起源物質の同定及び分化過程の制約が進められている。一方で、花崗岩質地殻は鉍物及び化学組成の違いに基づき、マントル・海洋地殻起源のI型花崗岩と、碎屑性堆積岩起源のS型花崗岩に大別される（Chappell & White, 1974）。しかし、従来の研究において、川砂ジルコンが後背地の地殻組成をどの程度反映しているかは十分に検討されておらず、古典的な花崗岩分類（I・S型）の形成過程との関係性は不明瞭なままといえる。

Burnham & Berry (2017)はジルコンの微量元素組成に着目し、起源となる花崗岩組成の違いがジルコンにも反映されることを示唆している。近年では、ジルコンの微量元素データの蓄積に伴い、P, Nb, Ce, Ta, Th, U濃度を用いて、起源となる花崗岩をI・S型に区別する組成判別図が提案されている（Sawaki et al., 2024; Roberts et al., 2024）。そこで、本研究は愛知県三河地域の領家花崗岩類を起源とする川砂ジルコンを対象に、微量元素に基づく組成判別図を適用し、後背地の花崗岩質地殻量及び花崗岩組成比の推定を行った。

研究対象地域は、後期白亜紀の領家花崗岩類が広く分布する愛知県三河である。この地域に露出する花崗岩類は、伊奈川花崗岩（約75–68Ma）・武節花崗岩（約71–69Ma）・神原トータル岩（約99Ma）であり、ASI（アルミナ飽和指数）に基づき、伊奈川花崗岩・神原トータル岩はI型、武節花崗岩はS型に分類される（Ishihara & Chappell, 2007）。これらの花崗岩類を起源とする川砂は矢作川（流路延長117km、流域面積1,830km²）により下流へ運搬される。矢作川は上流域で伊奈川花崗岩体を貫流し、下流域では青木川支流を介して武節花崗岩由来の碎屑物を供給する。このような流路特性を踏まえ、本研究では、伊奈川花崗岩由来の鉍物供給が期待される矢作川上流、武節花崗岩（及び神原トータル岩）由来の供給が期待される青木川支流、さらに両岩体の供給が期待される矢作川下流（合流地点）の計3ヶ所で川砂を採取した。また、川砂の供給源となる各花崗岩類の全岩試料も併せて採取した。各花崗岩類の全岩試料について化学組成分析、帯磁率測定、鉍物組成観察を行い、分離

したジルコンについてU-Pb放射年代及び微量元素測定を行った。

花崗岩類の全岩試料のASIは伊奈川で1.08，武節が1.18-1.25，神原が0.98-0.99であった。また，帯磁率は $0.06-0.38 \times 10^{-3}$ SIの範囲で，すべてがチタン鉄鋳系列に分類された。特に，伊奈川花崗岩では Fe_2O_3 含有量が低く，鋳物組成観察では白雲母が含まれ，角閃石は認められなかった。先行研究では高いSr同位体比初生値や高いO同位体比が報告されることから（Ishihara & Matsuhisa, 2002; Tsuboi, 2005），伊奈川花崗岩はS型花崗岩に類似した特徴を有することが示唆された。また，川砂中の重鋳物比率は，矢作川上流地点ではジルコンが85.3%，合流地点で70.0%を占めるのに対し，青木側支流では19.5%であった。この差異から，武節花崗岩由来の供給地点ではモナズ石など他の重鋳物の割合が高く，S型花崗岩からのジルコン供給量が相対的に少ないことが示唆された。これらの結果に加え，ジルコンのU-Pb放射年代及び微量元素組成の分析結果を基に，川砂ジルコンが後背地の岩石学的・地球化学的特徴をどの程度保持しているかについて検討した。本講演では，母岩中のジルコンにより作成した組成判別図に基づき，川砂ジルコンのデータを帰属させた結果について紹介する。

セッション口頭発表 | T12 [トピック] 地球史

◆ EDI

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

[2oral501-09] T12 [トピック] 地球史

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

◆ ハイライト講演

11:30 ~ 12:00

[T12-O-19] [招待講演] 白亜紀堆積岩を用いたオントンジャワ海台の噴出年代の制約*松本 廣直¹ (1. 筑波大学生命環境系)

【ハイライト講演】 巨大火山噴火は気候や生態系に甚大な影響を及ぼし、地球史における主要な環境変動の要因となってきた。松本廣直氏は、白亜紀における世界最大級の火山活動の産物であるオントンジャワ海台の噴火史と、それに伴う地球表層環境変動との因果関係を同位体地球化学的に精査し、関係解明に大きく貢献してきた気鋭の若手研究者である。本講演では、堆積岩に刻まれた記録を通じて、大規模火山活動が環境に及ぼす影響の最新成果が示される。 [※ハイライト講演とは...](#)

キーワード：オントンジャワ海台、海洋無酸素事変1a

西太平洋に位置するオントンジャワ海台は、白亜紀中期のアプチアン(~120-113 Ma)に噴出した世界最大の火山である。これまで玄武岩の放射年代の値が、白亜紀最大規模の海洋無酸素事変であるOAE1a(~119 Ma)と整合的であったことから、両者の因果関係が議論されてきた。しかし近年、オントンジャワ海台の斜長石から得られた高精度放射年代の値が、OAE1aの値よりも著しく若い(~116-108 Ma)ことが判明し、両者の関連に疑問が持たれるようになった[1]。本発表ではこれまで報告されてきた堆積岩に記録された火山活動の指標として知られるオスミウム・炭素同位体比や、太平洋の堆積物に記録された火山灰といった火山活動を直接的に示唆する情報をまとめ、オントンジャワ海台の噴出年代を再評価し、この火山活動が地球環境に与えた影響を考察する。

オントンジャワ海台の周辺で堆積した、太平洋地域の掘削コア中（例えばDeep Sea Drilling Project Sites 167, 463）には、OAE1aの最下部に大量の火山灰が確認されている[2,3]。最近の鉛同位体比分析の結果から、これらの火山灰はオントンジャワ海台の噴火活動に由来することが示されており[2]、オントンジャワ海台において、降灰を伴う爆発的な噴火活動が発生したことを示唆している。また、この火山灰層の産出のタイミングで、世界中の堆積物から復元された古海水のオスミウム同位体比、炭素同位体比が大きく低下したことから、爆発的な噴火に伴いマントル起源の揮発性元素が放出されたことが判明している。その後、温暖化・大陸風化の活発化が起こり、少し遅れて有機物の埋没が全球的に広がりOAE1aが発生したと考えられる。堆積岩に記録されているこれらの情報は、オントンジャワ海台の噴火活動がOAE1aと同時期であったことを示すとともに、それらの詳細な時系列変化を示している。

文献: [1] Davidson, P. C. et al. *Science*, 380(6650), 1185-1188. [2] Matsumoto, H. et al. (2024). *Communications Earth & Environment*, 5(1), 155. [3] Matsumoto, H. et al. (2025). *Science Advances*, 11(9), eadt0204.

セッション口頭発表 | T7 [トピック] 堆積地質学の最新研究

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

[2oral510-18] T7 [トピック] 堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

15:00 ~ 15:15

[T7-O-1]

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

*高野 修¹ (1. 石油資源開発技術研究所)

15:15 ~ 15:30

[T7-O-2]

諏訪湖の表層コア試料から見た諏訪湖の堆積作用

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

15:30 ~ 15:45

[T7-O-3]

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

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

◆ ハイライト講演

15:45 ~ 16:15

[T7-O-4]

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

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

16:15 ~ 16:30

[2oral510-18-5add]

休憩

◆ ECS

16:30 ~ 16:45

[T7-O-5]

三浦半島に分布する葉山層群から産出した生痕化石*Tasselia ordamensis*のコンクリーション化過程*菊川 照英^{1,2}、高橋 聡²、阿部 理²、浅原 良浩²、古川 登³、吉田 英一²、勝田 長貴⁴、相田 吉昭⁵ (1. 千葉県立中央博物館、2. 名古屋大学、3. 千葉大学、4. 岐阜大学、5. 宇都宮大学)

16:45 ~ 17:00

[T7-O-6]

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

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

◆ ハイライト講演 ◆ 学生優秀発表賞エントリー

17:00 ~ 17:15

[T7-O-7]

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

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

17:15 ~ 17:30

[T7-O-8]

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

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

◆ ハイライト講演

17:30 ~ 17:45

[T7-O-9]

鹿児島県喜界島における上部更新統サンゴ礁複合体堆積物の堆積過程

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

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

[2oral510-18] T7 [トピック] 堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

15:00 ~ 15:15

[T7-O-1] 前弧・背弧・前縁堆積盆の長周期・短周期テクトニックサイクルと堆積システムの変化

*高野 修¹ (1. 石油資源開発技術研究所)

キーワード：前弧堆積盆、背弧堆積盆、前縁堆積盆、堆積システム、テクトニックサイクル

＜はじめに＞ 各種タイプ堆積盆の埋積過程および堆積システムはどのような規制要素によってコントロールされているのであろうか。高野（2023;日本地質学会(京都)講演要旨）では、堆積盆埋積履歴には長周期のテクトニックサイクルが存在し、その上に短周期の相対的海水準変動サイクルが累重することを指摘している。本講演では、前弧堆積盆、背弧反転リフト堆積盆、前縁堆積盆について、テクトニックサイクルの長～短周期複合サイクルを例示し、これによって堆積システムがどのように変化するかを議論する。

＜前弧堆積盆のテクトニックサイクルと堆積システム変化＞前弧堆積盆については、石狩層群、三陸沖堆積盆、常磐沖堆積盆、房総堆積盆、東海沖堆積盆、熊野灘堆積盆(Takano and Waseda, 2003; 高野ほか, 2009, 2010; Takano et al., 2013; Takano, 2017; Takano et al., accepted)を事例として検討を行った。前弧堆積盆では、プレート沈み込みに伴う付加体の形成による外縁隆起帯(trench slope break: 以下TSB)の成長(未発達斜面型→リッジ隆起埋積型; Dickinson, 1995)が形状や堆積システムに対する最も重要な規制要素であり、1億年オーダーの長周期のテクトニックサイクルを形成している。これに重なる形で、おもにプレート運動の変化に起因して形成される不整合面を境にした数100万年周期のテクトニックサイクルが形成されている。TSB未発達時には泥質斜面～スロープエプロン～海底扇状地システムを主体とし、TSBが発達してリッジを形成すると、閉鎖的内湾～デルタ～河川システムが主体となる。中周期の不整合に境されたテクトニックサイクルにおいては、海底扇状地のタイプ変化などが見られる。

＜背弧反転リフト堆積盆のテクトニックサイクルと堆積システム変化＞背弧反転リフト堆積盆については、新潟～信越堆積盆、秋田堆積盆 (Takano, 2002; Moreno et al., 2016) を事例として検討を行った。反転リフト堆積盆では、急速沈降のsyn-rift期→緩慢沈降のポストリフト期→構造反転期の変化をもって、ひとつの長周期テクトニックサイクルを形成している。堆積盆マスマバランスにより、syn-rift期には深海システム、ポストリフト期は上方積層海底扇状地～珪質岩システム、構造反転期には、碎屑物供給の増加と堆積空間減少に伴い、扇状地～河川～デルタ～陸棚～斜面～トラフ充填タービダイトシステムがプログラデーションする。堆積盆の堆積空間と碎屑物供給のマスマバランスにより、これらの堆積システムが深海傾向になるか非海成傾向になるか変化することになる。

＜前縁堆積盆のテクトニックサイクルと堆積システム変化＞前縁堆積盆については、北海道石狩天塩帯堆積盆群、メキシコチコンテペック堆積盆(山本ほか,2002; Takano et al., 2013; Takano, 2017; 加瀬ほか, 2018)を事例として検討を行った。前縁盆地では、スラストシートの活動が盛んになると、碎屑物供給が増えて海底扇状地システムが粗粒になるが、逆にスラスト帯が隆起してダム役を果たして沖合側foredeepへの碎屑物供給が止まる場合もある。

＜文献＞ Dickinson, W.R., 1995, In *Tectonics of Sedimentary Basins*, Blackwell, 221-261; 加

瀬善洋ほか, 2018, 地質雑, **124**, 627-642; Moreno et al., 2016, *The Geology of Japan*. Geol. Soc. London; Takano, O., 2002, *Sediment. Geol.*, **152**, 79-97; Takano, O. and Waseda, A., 2003, *Sediment. Geol.*, **160**, 131-158; 高野 修ほか, 2009, 地学雑誌, **118**, 776-792; 高野 修ほか, 2010, 石技誌, **75**, 30-41; Takano, O. et al., 2013, In *Mechanism of Sedimentary Basin Formation*, InTech, 3-25.; Takano, O., 2017, In *Dynamics of Arc Migration and Amalgamation*, InTech, 1-24; 高野 修, 2023, 日本地質学会学術大会(京都)講演要旨T6-O-23; Takano et al., accepted, *Basin Res.*; 山本浩士ほか, 2002, 石技誌, 67, 529-537.

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

[2oral510-18] T7 [トピック] 堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

15:15 ~ 15:30

[T7-O-2] 諏訪湖の表層コア試料から見た諏訪湖の堆積作用

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

キーワード：諏訪湖、洪水堆積物、堆積速度、マケラス型柱状採泥器

諏訪湖には「御神渡し」と呼ばれる結氷の記録が室町時代から断続的に残されており、それは世界的にもまれな長期間にわたる気候記録の一つとなっている。「御神渡し」に反映した気候変動を堆積物のプロキシから検証することを目的に、諏訪湖湖心部で表層の柱状試料を採取し、時間分解能の高い、かつ季節性まで踏み込んだ古気候解明を目指す研究を進めている。その基礎資料として2024年10月に採取したコア試料について、洪水堆積物（層）の認定に基づいて、堆積物の年代と堆積速度を検討した結果を報告する。併せて、既存の資料と統合して諏訪湖の堆積作用を論じる。

諏訪湖は岡谷市・下諏訪町・諏訪市にまたがり、湖面面積13.3 km²、平均水深4.7mの浅い皿のような湖である。流域面積は531.8 km²で、おもな流入河川は上川、宮川、横河川、砥川などであり、釜口水門を経て流れ出す天竜川が唯一の流出河川である。

2024年10月23日に諏訪湖の湖深部でマケラス型柱状採泥器をつかって292cmの長さのコア試料を採取した。同採泥器では最表層部が乱されるため、押し込み式の採泥器で99cm長の表層コア試料も採取した。これらのコア試料について深度0.5cm毎に分割して、含水率の測定を行った。古気候指標として用いる炭素・窒素量の測定も進めている。

諏訪湖の湖心部では、1974年に採取されたコア試料の含水率の記録がある。筆者は1999年には同じマケラス型採泥器をつかって296cmのコア試料を採取している。また、2003年にはダイバーによる潜水作業によって89cm長のコア試料が採取されている。これらのコア試料は、含水率や見かけ密度の層序的変動を指標として確実な対比ができる。2003年のコア試料については¹³⁷Csのγ線強度が測定されており、核実験が始まった1954年と放射性降下物のピークに当たる1961年の年代制約を入れることができる。また、2024年コア試料のXCT画像からは、規模の大きな洪水時に形成された堆積層をX線の難透過層として確認できた。これらの堆積物の情報と、諏訪気象台（観測点）の豪雨記録、釜口水門の水位変動記録などの資料を比較して、堆積物中に確認された洪水層と気象記録との対応を検討した。

その結果、2025年のコア試料におけるコアトップからの深度で、深度24cm付近に2006年7月19日の洪水（岡谷災害）、深度32cm付近に1997年7月10日の洪水、深度47cm付近に1983年9月28日の洪水、深度68cm付近に1961年6月28日の洪水（三六災害）、深度86cm付近に1950年6月11日の洪水に対応する堆積物を確認できた。深度120～130cm付近には複数の洪水層が連続的に重なっており、1900年前後の洪水の多発期に対応するものと推定している。深度150cmまでは洪水堆積物の比率が高い。一方、深度150cm以深の堆積物は密度的にほぼ均質で、明瞭な洪水層を示唆する層準は認められない。明治以降の殖産興業政策による諏訪湖周辺の開発が、洪水の多発をもたらした可能性が高い。

謝辞：本研究の経費には科学研究費補助金（代表者：長谷川直子、課題番号24H00118）を用いた。コア試料の採取に当たっては産総研地質調査総合センター主任研究員納谷友則博士、信州大学諏訪臨湖実験所宮原裕一教授の協力を得た。

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

[2oral510-18] T7 [トピック] 堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

15:30 ~ 15:45

[T7-O-3] 瀬戸内海沿岸域における津波堆積物の探索：香川県東かがわ市引田地区大池の湖底堆積物調査

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

キーワード：津波堆積物、瀬戸内海沿岸域

播磨灘以西の瀬戸内海沿岸域においては、これまで津波堆積物は報告されていない。しかし、1707年宝永地震では、現在の香川県高松市および東かがわ市、愛媛県西条市で、高さ2メートル弱の津波による被害があったという古文書記録がある。また、香川県丸亀市の田潮八幡神社には、南北朝時代（1336～1392年）に水田一面に潮が満ちたという伝承があり1361年正平地震による津波の可能性がある。30年以内に80%の確率での発生が予測されている南海トラフ巨大地震では、香川県内での最高津波水位は、5メートルに達すると想定されている。これらから、播磨灘以西の瀬戸内海沿岸域は、過去にもこれからも、津波災害の空白地帯であるとは言えない。播磨灘以西の瀬戸内海沿岸域の沿岸湖沼の湖底堆積物および海岸低地の湿原堆積物から津波痕跡を発見し、瀬戸内海沿岸域の津波履歴を明らかにすることを目的に調査研究を進めている。

播磨灘に面する香川県東かがわ市引田地区を調査地域に選定し、沿岸湖沼および海岸低地で調査を行ってきた。沿岸湖沼の大池において、2016年1月にグラビティコアラ（離合社製・湖沼型簡易コアサンプラー）を用いて、水深約3.5mの4地点（OS-3, 4, 5, 6）で湖底堆積物を採取した。採泥管長30cmに対し、採取された底泥コアは長さ9～25cmであった。層相観察と篩で200メッシュ以上の粗粒分の割合を求めた結果、シルト層中に最大4層の砂混じりシルト層の挟在が認められた。

2022年11月に大池の湖上からボーリングマシンによる打ち込み式コアリングによって、湖底堆積物を掘削した（口径66mm、一部86mm）。最深部の水深約4mのS-1地点、浜堤から陸域に向かう測線で水深約3.7mから3.5mのS-2～4の3地点、計4地点である。各地点では湖底からの掘削に加え、コアの繋ぎ目を補うため別孔で深度約50cmから掘削し、最長6mのコアを計9本採取した。掘削したコアを半裁して写真撮影し、層相変化、粒度、色調、堆積構造、含有物などに注目した肉眼観察によって柱状図を作成した。さらに、高知大学海洋コア総合研究センターでX線CT画像撮影した。コアからポリカーボネート製キューブに試料を封入し、磁化率計（富山大学、MS2）で帯磁率を測定した。別途各コアから採取した試料に対し、新潟大学災害・復興科学研究所でレーザー回折式粒度分布測定装置（Malvern Panalytical社製・マスターサイザー3000）で粒度分析、新潟大学のイオウ濃度分析装置（堀場製作所製・EMIA-120）でTS分析を進めている。珪藻分析で珪藻の環境指標種群を同定し、湖水環境変化の解明を進めている。

S-1-Aコアのセクション1（深度0～1m、深度0.65～1mは欠損）では4層準でイベント堆積物が確認できた。最下位のイベント堆積物4（深度0.46～0.52m）から採取した有機質泥（深度0.50m）の放射性炭素年代は、494-426 cal BP（西暦1456～1524年）で、1498年明応地震に対応する。1498年明応地震は、東海・東南海地震とされているが、高知県四万十市の

アゾノ遺跡で15世紀末と推定されている噴砂痕が見つかっており、四国の太平洋側でも大きな揺れがあった可能性がある。イベント堆積物3（深度0.33～0.4m）、イベント堆積物2（深度0.14～0.19m）、イベント堆積物1（深度0.01～0.04m）は、それぞれ1707年宝永地震、1854年安政地震、1946年昭和南海地震による津波堆積物の可能性がある。S-1-Aコアのセクション2（深度1～2m、深度1.81～2mは欠損）では、粗粒砂からなるイベント堆積物5（深度1.09～1.1m）、イベント堆積物6（深度1.22～1.24m）貝殻濃集層からなるイベント堆積物7（深度1.36～1.4m）が認められた。イベント堆積物5の直上（深度1.09m）から採取した植物片の放射性炭素年代は、1298–1247 cal BP（西暦652～703年）で、648年天武地震に対応する。イベント堆積物7の直下（深度1.4m）から採取した植物片の放射性炭素年代は、3162–2993 cal BPで、岡村・松岡（2012）の約3000年前の津波に対応する。S-1-Aコアのセクション3（深度2～3m、深度2.7～3mは欠損）の深度2.13～2.66mは年縞、S-1-Aコアのセクション4（深度3～4m、深度3.79～4mは欠損）では、イベント堆積物や年縞は認められない。S-1地点の他コア、S-2～4地点の各コアに対しても分析を進め、イベント堆積物の対比を行っている。

引用文献：岡村 眞・松岡裕美, 津波堆積物からわかる南海地震の繰り返し. 科学, Vol.82, No.2, pp.182-191, 2012

セッション口頭発表 | T7 [トピック] 堆積地質学の最新研究

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

[2oral510-18] T7 [トピック] 堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

◆ ハイライト講演

15:45 ~ 16:15

[T7-O-4] [招待講演] 海底のイベント堆積物を用いた地震履歴研究の現状と今後のチャレンジ：日本周辺海域の研究から*池原 研^{1,2,3} (1. 産業技術総合研究所、2. 国立科学博物館、3. 静岡大学)

【**ハイライト講演**】 海底に堆積するタービダイトは昔から堆積学者の興味を惹きつけてきており、数多くの研究がなされてきた。長年にわたる知見の蓄積や研究者の経験に基づいた深い洞察力に加え、最近の計測・測定機器の進歩が組み合わさることにより、精度の高い地震履歴の解明につながりつつある。タービダイト研究の将来的な展開に注目したい。 [※ハイライト講演とは...](#)

キーワード：地震、タービダイト、混濁流、表層堆積物、環境変動

巨大地震時に形成されるイベント堆積物（タービダイトあるいはタービダイト／ホモジェナイトなど）を用いて、過去の巨大地震の発生履歴を知ろうとする研究は、世界各地の活動的縁辺域の海域や湖沼域で行われている。研究の初期は堆積物コア中に挟在するイベント堆積物の年代を推定することで巨大地震の平均的な発生間隔が求められたが、広域でのイベント堆積物の対比やイベント堆積物と歴史地震の対比、最近発生した巨大地震直後の調査結果の蓄積が増えるにしたがい、地震や地震動の規模や堆積プロセスの復元などの議論も可能となってきた。しかし、湖の一部を除いて、堆積物の給源である斜面域からイベント堆積物の堆積域である海盆／湖盆までを連続に検討することが進んでおらず、イベント時の堆積プロセスの理解の妨げとなっている。さらに、詳細な堆積相や生痕相の解析に基づく堆積プロセスや時間間隙の有無の検討も十分とはいえず、堆積学の面での課題も多く残されている。また、長尺のピストンコアや掘削コアを用いた研究も行われつつあるが、まだ研究例は限られており、例えば十分な数の発生間隔データを基にした間隔の周期性の議論や氷期－間氷期スケールでの地震性タービダイトの堆積現象の変化を議論できていない。

このような現状認識だけからは課題ばかりが目立ってしまうが、近年のコア計測／測定／観察技術の進歩は、私たちの理解を間違いなく向上させている。マイクロX線CT画像解析と高分解能蛍光X線化学分析の組み合わせは、イベント堆積物中の生痕の存在やそれを基にした時間間隙の認定、イベント堆積物と半遠洋性堆積物の区別を可能にしつつある（例えば、Hovikoski et al., 2025）。さらに、さまざまな年代測定技術の進歩は、より精度がよく、多数の年代コントロールを堆積物コア中に入れることを可能にした。この両者の結合はより確からしい深度－年代モデルの構築に貢献すると期待できる。これに、より信頼性の高いテフラなどを基準としたコア間対比を加えることで、イベント堆積物の確固たる対比とその特徴の時空間変化が捉えられるようになると期待できる。これに数値計算を取り入れれば、地震の規模や破壊領域などの情報を知ることができるようになるであろう。

一方で、より長期的な地震履歴の理解にはバックグラウンドの環境変動が地震性イベント堆積物の形成に与える影響を考える必要があるであろう。また、日本海溝の海溝充填堆積物には巨大地震が作るイベント堆積物の堆積間隔よりも長い時間間隔で繰り返す変形構造が確認されており、プレート境界浅部すべりの痕跡である可能性が指摘されている（Pizer et al., 2025）。高解像度の反射法地震探査と掘削の組み合わせは、イベント堆積物を使った過去

の巨大地震の見方に新たな展開を与える可能性がある。

Hovikoski, J. et al. (2025) Nature Communications, 16, 1401.

Pizer, C. et al. (2025) Geology, 53, 370–374.

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

[2oral510-18] T7 [トピック] 堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

◆ ECS

16:30 ~ 16:45

[T7-O-5] 三浦半島に分布する葉山層群から産出した生痕化石 *Tasselia ordamensis* のコンクリーション化過程

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

キーワード：炭酸塩コンクリーション、初期続成過程、微化石保存ポテンシャル、珪質微化石、中新世

生痕化石は、底生生物の摂食や排泄、巣穴といった活動の痕跡が堆積物に記録されたもので、顕生代の堆積層中で頻繁に見られる。生痕化石の一部は、その形成過程で化石内部に海底表層堆積物を保存するため、海底面の削剥等で失われる堆積物記録を保持することが知られている。また、一部の生痕化石は炭酸カルシウム（カルサイト）のセメンテーションによりコンクリーション化することが知られている。カルサイトを主成分とするコンクリーション化は、形成が非常に速く碎屑物粒子の間隙がカルサイトで充填されることで内包物を埋没続成作用による破壊・変質から保護することが知られている（吉田，2023）。つまり、コンクリーション化生痕化石は、削剥作用や埋没続成作用で失われる可能性のある初生的な堆積物記録を保持する特性を持つと考えらえる。

こうした特徴に着目し、筆者らは、*Tasselia ordamensis* と呼ばれる多毛類のコンクリーション化生痕化石（以後 *Tasselia* コンクリーションと呼称）を対象とし、そのコンクリーション化過程や内部に観察される珪質微化石の保存過程を研究してきた（例えば、Kikukawa et al., 2024）。本研究では、三浦半島の中新統葉山層群から新規採取した *Tasselia* コンクリーションを用いた。この試料の内部には、周辺マトリクス（母岩）からの珪質微化石では確認できない微細構造が良く保持された個体が多数存在する。そこで、本試料のコンクリーション化過程を解明するため、コンクリーションと母岩に関して、薄片観察およびXRDによる鉱物組成分析、走査型X線分析顕微鏡による元素マッピング、ガラスビード法による蛍光X線分析装置による化学組成分析、安定同位体比質量分析計（IRMS）による炭酸塩鉱物の炭素・酸素同位体比（ $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$ ）分析を行った。

Tasselia コンクリーション内部は、石英や斜長石を主体する碎屑物粒子と保存良好な微化石、そしてそれらの間を充填する微細なカルサイト（高Mgカルサイト）で構成される。コンクリーション内部はCaに富み、母岩はSiやAl, Ti, K, Feが分布する。そのCaO含有量は母岩に比べてコンクリーション内部が約20倍、MgO及びMnO量は約2~3倍、 P_2O_5 量は約4倍濃集する。また、LOIはコンクリーション内部が約4倍高い値を示す。一方、 SiO_2 や TiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O は、母岩に比べてコンクリーション内部が約半分の含有量であった。コンクリーションの $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ 値は-18.9 ‰から-16.8 ‰、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$ 値は1.6 ‰から2.5 ‰であった。さらに、IRMS分析時に発生する CO_2 ガス量から見積もった炭酸塩含有率はコンクリーション全体の約50%であった。

Tasselia コンクリーション $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ 値は、堆積当時（中期中新世）の底生有孔虫化石殻の $\delta^{13}\text{C}$

値（1.0 ‰ ~ 2.0 ‰: Zachos et al., 2001）と比べて顕著に低い一方、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$ 値はその $\delta^{18}\text{O}$ 値（1.5 ‰ ~ 2.5 ‰: Zachos et al., 2001）に近い。本試料の $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ 値は、コンクリーションを構成する炭酸塩鉱物の起源の大半が生物由来の有機物に起因することを示す（Yoshida et al., 2015, 2018）。さらに、CaO及びMgO含有量とLOI量から算出される炭酸塩含有率は全体の約50%であり、上述した分析時に見積もられた炭酸塩含有率や元素マッピングによるCa分布と整合する。これらの整合性や炭酸塩含有量及び同位体比の均質性は、*Tasselia*コンクリーションが海底面下付近において、埋没後の初期段階に、初生的な孔隙を炭酸塩鉱物が極短期間に充填することで形成されたことを示唆する。したがって、*Tasselia ordamensis*形成者の活動の結果、堆積物中の初生的な孔隙を充填した有機物（おそらく粘液や排泄物）がコンクリーションを形成した炭酸塩鉱物の主要な炭素源であると考えられる。この初期埋没過程におけるコンクリーション化の結果、保存状態良好な微化石殻を含む堆積物が*Tasselia*コンクリーション内にシーリングされ保存されたと考えられる。

【参考文献】

- Kikukawa et al., 2024, *Lethaia* **57**, 1-20.
 吉田, 2023, 地質雑 **129**, 1-16.
 Yoshida et al., 2015, *Sci. Rep.* **5**, 14123.
 Yoshida et al., 2018, *Sci. Rep.* **8**, 6308.
 Zachos et al., 2001, *Science* **292**, 686-793.

セッション口頭発表 | T7 [トピック] 堆積地質学の最新研究

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

[2oral510-18] T7 [トピック] 堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

16:45 ~ 17:00

[T7-O-6] 小笠原沖産シロサンゴおよびモモイロサンゴ骨格の地球化学的解析による成長史の復元*奥村 知世¹、平川 史也¹、ペピノ マリア マリヴィック¹、松崎 琢也¹、池原 実¹、川合 達也²、石川 剛志^{3,1} (1. 高知大学、2. マリンワークジャパン、3. 海洋研究開発機構)

キーワード：宝石サンゴ、シロサンゴ、モモイロサンゴ、炭素酸素安定同位体比、地球化学分析

生物の炭酸塩骨格には、生息域の環境変化や生理・生態的特性が記録されることが知られている。花虫綱八放サンゴ亜綱サンゴ科に属する日本近海の宝石サンゴは (Tu et al., 2015)、多くが水深70~80 m以深に分布し (岩崎・鈴木, 2008)、メソフォティックゾーンにおける固着生物の生息場所となり、海洋生態系を支える重要な役割を担っていると考えられている。本研究では、宝石サンゴ骨格の地球化学的分析を通じて、骨格に刻まれた生理・生態および環境変化に関する情報の解読を試みた。対象とした試料は、2018年に小笠原諸島母島沖で採取されたシロサンゴ (*Pleurocorallium konjoi*) およびモモイロサンゴ (*P. elatius*) の各1群体の骨格断片である。これらの試料は、NPO法人宝石珊瑚保護育成協議会の支援のもと、漁業規則に則って漁獲されたものから、漁業者のご厚意により研究用として提供された。各試料はまず薄片化し、骨格に発達する年輪組織を顕微鏡観察およびEPMAによる元素マッピングにより確認した。その後、年輪組織に沿って、高精度マイクロミルシステムGeomill326 (Izumo-web) を用いて平均0.55年の分解能で削り出し、Zhang et al.

(2020) の過酸化水素水による前処理法を改良した手法で有機物を除去した。炭素・酸素の安定同位体比は、JCp-1を標準試料としてIsoprime PrecisiON (Elementar社) により分析した。さらに、切片に対して、NIST612を標準試料とし、レーザーアブレーション質量分析法 (LA-ICPMS: iCAP-Q (Thermo Fisher Scientific)、LSX-213 G2+レーザーアブレーションシステム (Teledyne CETAC)) を用いた線分析を実施し、年輪組織に応じた元素組成を解析した。年輪組織の観察から、シロサンゴでは21本、モモイロサンゴでは22本の年輪が確認され、2018年以前の21~22年間の成長記録が骨格に残されていると考えられた。本発表では、化学組成および同位体組成の変化を紹介し、それらから読み取れる生理・生態および生息環境に関する情報の解読の試みについて報告する。

<引用文献>Tu et al. (2015) Molecular Phylogenetics and Evolution 84, 173–184; 岩崎・鈴木(2008)珊瑚の文化誌-宝石サンゴをめぐる科学・文化・歴史, 東海大学出版; Zhang et al. (2020) Chemical Geology, 532(20), 119352

セッション口頭発表 | T7 [トピック] 堆積地質学の最新研究

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

[2oral510-18] T7 [トピック] 堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

◆ ハイライト講演 ◆ 学生優秀発表賞エントリー

17:00 ~ 17:15

[T7-O-7] 長野県白骨温泉に分布する化石トラバーチンの堆積学的・地球化学的特徴と形成過程の解明

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

【ハイライト講演】 トラバーチンとは、温泉水から形成された炭酸カルシウム沈殿物である。トラバーチンは日本各地に存在するが、白骨温泉には日本最大規模の化石トラバーチンが分布しており、一部は国の特別天然記念物にも指定されている。本研究は白骨温泉において、かつてどのように温泉水が流れ、トラバーチンが形成されていたのか、堆積学と地球化学からその詳細を明らかにしている。 [※ハイライト講演とは...](#)

キーワード：石灰華、化石トラバーチン、凝集同位体、安定同位体、微量元素

「化石トラバーチン」は過去の温泉活動によって形成された炭酸カルシウム沈殿物である。長野県白骨温泉には国内最大規模の化石トラバーチンが分布し、国の特別天然記念物に指定されているが、近年まで詳しい調査は行われてこなかった（松本市教育委員会，2020）。そこで本研究では、堆積学的・地球化学的アプローチから、化石トラバーチン形成過程の解明を試みた。

白骨温泉は2本の川が合流する峡谷付近に位置し、化石トラバーチンは北部と南部にそれぞれ分布する。分布面積は北部で10.3 ha、南部で5.3 haに及び、層厚は最大約30 mに達する。現在形成中のトラバーチンは源泉付近に局在する程度で、化石トラバーチンと比べて分布は限られる。白骨温泉の温泉水は、酸化還元電位と鉄濃度が非常に低く、鉄を含まない白色のトラバーチンを特異的に形成する。温泉水の Ca^{2+} と炭酸水素イオンの濃度比はおおよそ1:2であり、水素酸素同位体比は天水の領域にプロットされることから、白骨温泉の温泉水は、基盤岩の一部であるペルム系石灰岩が天水に溶解したものと考えられる。

堆積相は、複数の先行研究を参考に、新たな堆積相を定義してCrystalline slope, Reed slope, Terrace, Marsh, Veinの5つに区分した（Guo and Riding, 1998,1999；Shiraishi et al., 2020）。枝や葉を含み低流速環境で堆積するMarshが広く分布し、川に面した峡谷斜面には、高角のReed slopeが分布する。北部には、かつての源泉であるfissure-ridgeという構造が認められ、その下方の峡谷斜面にはトラバーチンの滝地形が形成されていた。北部には、高流速環境を反映するCrystalline slopeがまとまって分布しているが、南部にはほとんど分布しない。

炭素酸素安定同位体比は、正の相関を示し、温泉水の流下に伴う同位体分別の進行を反映している。炭酸凝集同位体温度計から導かれた過去の泉温は、北部の3箇所36.2～22.2℃、南部の3箇所32.5～18.0℃であり、いずれも約±4℃の誤差で制約された。北部で得られた過去の最高泉温36.2℃は、現在形成中のトラバーチンから得られた炭酸凝集同位体温度36.2℃と一致する（実際の泉温は38.8℃）。トラバーチンの微量元素は、温泉水の元素組成を特徴的に反映している。ただし、温泉水にほとんど含まれないマンガンは続成による付加とみられる。これらのデータを地図にプロットすると、標高の高い地点から標高の低い

峡谷斜面に向かって、系統的な変化が見られた。化石トラバーチンの炭素・酸素安定同位体比は共に上昇し、炭酸凝集同位体温度(泉温)と微量元素のマグネシウム濃度は低下した。このような傾向は、かつて温泉水が峡谷斜面を広範に流下していたことを示している。

以上のデータを統合して、白骨温泉における化石トラバーチンの堆積環境を考察した。北部ではfissure-ridgeを源泉として、温泉水が峡谷斜面へ流下する環境でトラバーチンが堆積していたと解釈される。化石トラバーチン形成当時は、滝地形の発達に十分な量の温泉水が流れていた。南部では最大標高地点付近に低湧出量の源泉があり、温泉水は峡谷斜面へ向けて緩やかに流下していたと考えられる。トラバーチンの堆積場は葉や枝が供給され、場所によって貝形虫や藻類が生息する環境にあった。本研究で確立した堆積相の認定基準や同位体・微量元素に関する知見は、白骨温泉のみならず、他地域のトラバーチンなど、炭酸塩岩の堆積環境復元に広く有用であると期待される。

Guo, L., Riding, R. (1998) *Sedimentology* **45**(1), 163–180.

Guo, L., Riding, R. (1999) *Sedimentology* **46**(6), 1145–1158.

松本市教育委員会 (2020) 特別天然記念物白骨温泉の噴湯丘と球状石灰石保存活用計画. 133 p.

Shiraishi, F., Morikawa, A., Kuroshima, K., Amekawa, S., Yu, T. L., Shen, C. C., Kakizaki, Y., Kano, A., Asada, J., Bahniuk, A. M. (2020) *Sedimentary Geology* **405**, 105706.

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

[2oral510-18] T7 [トピック] 堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

17:15 ~ 17:30

[T7-O-8] 掛川層群から産する魚類耳石化石の炭酸凝集同位体記録を利用した前期更新世古水温復元と古汽水湖の存在の示唆

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

キーワード：魚類耳石、化石、炭酸凝集同位体、古温度、汽水湖

脊椎動物の三半規管内には、炭酸カルシウムを主成分とした鉱物質の組織が発達する。この組織は耳石と呼ばれ、平衡感覚に関与している。特に硬骨魚類では、他の動物群には見られないほど大きな耳石が発達する。魚類耳石は魚体の成長に伴って成長線を刻みながら付加成長を続ける。

発表者らは、静岡県南西部に分布する下部更新統掛川層群大日砂層から産出する魚類耳石化石と、それらに比較する現生魚類の耳石に、“凝集同位体温度計”の原理を適用し、古海洋沿岸部の温度復元を試みた。“凝集同位体温度計”は、重い同位体同士が結合して1つの分子内に存在しやすく、その凝集の強さが温度と逆相関するという原理 (Urey, 1947) を用いた温度復元法である。耳石のような炭酸塩試料を対象とする場合には、試料からリン酸解離で生じた二酸化炭素の中での $^{47}\text{CO}_2$ の存在度異常 (Δ_{47} 値) を測定し、その値から形成時の温度を求める。この手法の特色は、復元される温度が、炭酸塩鉱物を晶出させる水の同位体組成に依存しない点であり、酸素同位体組成が明らかでない海洋や、魚類体液中から析出した炭酸塩試料にも応用が可能である。しかし、魚類耳石の炭酸凝集同位体に関する研究例は乏しい。Ghosh et al. (2007) によれば、魚類耳石は人工カルサイト試料に比べてやや低い Δ_{47} 値 (高い沈殿温度を示す) を持つと言われているが、これは Δ_{47} データ補正の差異や、魚の生育温度の見積りへのずれが影響している可能性も指摘されている (Eiler, 2011)。

掛川層群大日砂層からは、多様な魚類耳石化石が産出する。その多くが、キス類やニベ類のような浅海に生息する種や、表層を回遊する種である。また、ハマギギやゴマニベと言った暖かい海域に生息する魚種も含まれるほか、ハダカイワシ類のような深海種も含まれることが知られる (大江, 1977)。魚類耳石は、主にアラゴナイトからなる緻密な構造を持っているため、化石となっても初生的な成分や結晶構造を長期的に保存していることが期待される。また、炭酸カルシウムの骨格を持つ微化石試料に比べてサイズが大きく、1つの耳石化石から数ミリグラム以上の分析試料が得られることも利用のメリットである。

大日砂層から産出した耳石化石の Δ_{47} 値を温度換算式 (Kato et al., 2019) に当てはめると、ニベ属の2個体が14~15 °C程度、キス属の3個体が13~17 °C、ナンヨウマトイシモチ属の1個体が12 °C程度と、現在の本州周辺の海洋温度と同じかやや低い温度を示した。さらに、環境水-魚類耳石の酸素同位体比の温度依存分別の式 (Geffin, 2012)を用いて、耳石化石の酸素同位体比から古環境水の酸素同位体組成を求めると、いずれの魚種でも-1.0‰vsnow前後の値が復元された。これは現在の海洋や、日本近海で漁獲された現生キス類耳石から同様の方法で求められる環境水の酸素同位体より有意に低い値である。更新世から現在までの海水酸素同位体組成の変位を勘案しても、化石耳石から復元される古環境水の酸素同位体比には、陸水の影響が強く現れていると思われる。

そこで、汽水湖である現在の静岡県浜名湖から釣り上げたシロギスの耳石を用いて、同様に環境水の酸素同位体組成を求めると、大日砂層産耳石から推定される古環境水の酸素同位体組成と近い値が得られた。このことから、大日砂層堆積時には、多様な魚種が生息する汽水湖の存在したことが示唆される。

引用文献

Urey (1947). The Thermodynamic properties of isotopic substances. J. Chem. Soc., 562–581.

Ghosh et al. (2007). Calibration of the carbonate ‘clumped isotope’ paleothermometer for otoliths. GCA 71, 2736–2744.

Eiler (2011). Paleoclimate reconstruction using carbonate clumped isotope thermometry. QSR 30, 3575–3588.

大江文雄 (1977). 鮮新統掛川層群大日砂層からの魚類耳石について (I) . 化石の友, 16, 13–19.

Kato et al. (2019). Seasonal temperature changes obtained from carbonate clumped isotopes of annually laminated tufas from Japan: Discrepancy between natural and synthetic calcites. GCA 244, 548–564.

セッション口頭発表 | T7 [トピック] 堆積地質学の最新研究

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

[2oral510-18] T7 [トピック] 堆積地質学の最新研究

座長:松本 弾(産業技術総合研究所)、白石 史人(広島大学)

◆ ハイライト講演

17:30 ~ 17:45

[T7-O-9] 鹿児島県喜界島における上部更新統サンゴ礁複合体堆積物の堆積過程

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

【ハイライト講演】 琉球列島には、約160万年前以降にサンゴ礁などによって形成された琉球層群が広く分布する。本研究は、喜界島に見られる琉球層群の垂直的・水平的な変化を詳細に調査することで、徐々に浅海化が起きたことや、同じ時代でも地形や海流の影響で異なる堆積物が形成されたことなどを明らかにしている。 [※ハイライト講演とは...](#)

キーワード：喜界島、琉球層群、サンゴ礁複合体堆積物、堆積シーケンス、海水準変動

鹿児島県喜界島は、鮮新統～下部更新統島尻層群早町層を基盤として、下部更新統知念層、中・上部更新統琉球層群、上部更新統～完新統石灰質砂層、完新統隆起サンゴ礁（中川，1969；松田ほか，2023）からなる。本島は隆起速度が大きいため、他の島々と比較し、後期更新世のサンゴ礁性堆積物が広く分布する（大村ほか，2000）。そこで筆者らは、この上部更新統サンゴ礁複合体堆積物（琉球層群湾層）について、その分布、構成生物粒子、岩相、堆積構造に基づき堆積環境を推定（辻ほか，1993；Nakamori et al., 1995）し、各堆積相の鉛直・側方変化、ならびに年代値が既知の造礁サンゴ化石の分布（大村ほか，2000など）との対比により、最終間氷期（約125ka；MIS 5e）以降の汎世界的海水準変化と隆起運動による相対的海水準変動に伴って形成されたサンゴ礁複合体の発達過程を検討した。その結果、以下のことが明らかになった。

模式的な堆積シーケンス（図）は、①石灰藻球石灰岩（島棚域；水深50～150m）に始まり、②コケムシ質石灰岩（島棚外側～斜面上部；水深130～170m）→③石灰藻球石灰岩（島棚域；水深50～150m）→④石灰藻球を伴う淘汰の悪い生砕性石灰岩→⑤サンゴ礫を含む淘汰の悪い生砕性石灰岩→⑥サンゴ石灰岩（礁斜面～礁域；水深50m以浅）→⑦淘汰の良い生砕性石灰岩（浅礁湖；水深5m以浅），そして最上部は陸化し、⑧淘汰の良い細粒石灰砂層（風成砂丘；陸域）からなり、最終間氷期から最終氷期までの相対的海水準低下に伴う浅海化の過程で形成されたと推定される。また同時期面で見ると、上部更新統の基盤である中部更新統百之台層上面の地形と標高に応じて、岩相は側方に変化する。約80ka（MIS 5a）に注目すると、高位の中西台（現在の標高160m）には浅海域で堆積したサンゴ石灰岩と淘汰のよい生砕性石灰岩が、上嘉鉄北方（標高60～70m）には島棚域の石灰藻球を伴う淘汰の悪い生砕性石灰岩が、そして島西部や中部北西岸周辺（現在の標高10～35m）には、島棚上部～斜面上部域で堆積したコケムシ質石灰岩が分布している。さらにその後の相対的海面低下に伴って、サンゴ石灰岩の分布域は、次第に標高の低い地域へと前進し、約50～40kaには現在の標高20m前後の地域へとオフラッピングしている。

また同時期の同一水深であっても、基盤地形の形態（百之台層上面の形態）により堆積相は異なる。島南西部の比較的島棚が広い地域では石灰藻球石灰岩の発達が良いのに対し、島棚の広がり乏しく、急な島棚からなる中部北西岸や北東岸では石灰藻球に乏しい。島棚斜面上部相であるコケムシ質石灰岩でも、北西岸や北東岸では斜交層理が顕著に発達するのに

対し、南西部ではこのような堆積構造は認められず塊状の見かけを呈する。このような堆積相の違いはおそらく島の伸長方向に流れる潮汐流の影響によるものと考えられる。

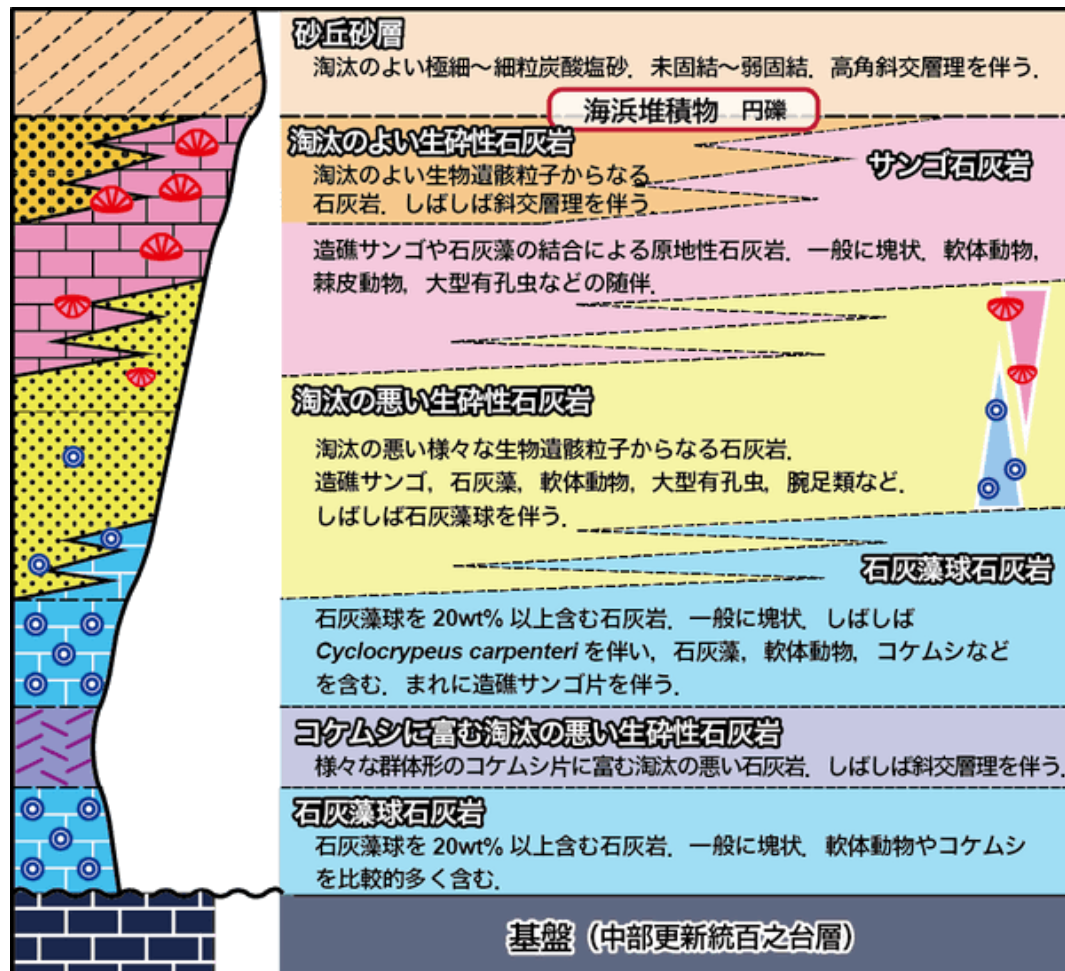
松田ほか, 2023, 地質学雑誌, 129, 153-164.

中川, 1969, 東北大学地質学古生物学教室研究邦文報告, no.68, 1-17.

Nakamori et al., 1995, *Sediment. Geol.*, **99**, 215-231.

大村ほか, 2000, 第四紀研究, 39, 55-68.

辻ほか, 1993, 石油公団石油開発センター研究報告, **24**, 55-77.



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

◆ EDI

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

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

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

9:15 ~ 9:30

[T2-O-9]

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

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

9:30 ~ 9:45

[T2-O-10]

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

* 礼満 ハフィーズ¹、中林 真梨萌^{1,3}、山下 大輔²、CHUNG Sun-Lin⁴、LEE Hao-Yang⁴、山本 啓司¹ (1. 鹿児島大学、2. 薩摩川内市甕ミュージアム、3. 三菱重工、4. Academia Sinica, Taiwan)

9:45 ~ 10:00

[T2-O-11]

近畿地方、後期白亜紀有馬層群のジルコンU-Pb年代

* 佐藤 大介¹ (1. 産総研地質調査総合センター)

10:00 ~ 10:15

[T2-O-12]

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

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

10:15 ~ 10:30

[2oral601-10-5add]

休憩

◆ 学生優秀発表賞エントリ

10:30 ~ 10:45

[T2-O-13]

両白山地、白山火山の角閃石から推定するマグマプロセス

* 山内 大樹¹、田村 明弘¹、森下 知晃¹ (1. 金沢大学)

10:45 ~ 11:00

[T2-O-14]

嶺岡帯の高Mg安山岩

* 市山 祐司¹、加藤 紬¹ (1. 千葉大学)

11:00 ~ 11:15

[T2-O-15]

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

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

11:15 ~ 11:30

[T2-O-16]

非平衡溶融を被った花崗岩に見られる黒雲母の脱水・溶解反応

*川畑 博¹、山下 茂² (1. 高知大学、2. 岡山大学)

11:30 ~ 11:45

[T2-O-17]

山口県東部岩国－柳井地域に産する深成岩類の岩相変化

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

11:45 ~ 12:00

[T2-O-18]

白亜紀西南日本フレアアップの素過程解析：領家帯と山陽帯の花崗岩類

*中島 隆¹ (1. 神奈川県立生命の星・地球博物館)

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

◆ EDI

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

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

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

9:15 ~ 9:30

[T2-O-9] ジルコンとメルト包有物を用いた花崗岩質マグマのメルト含水量・温度圧力条件・酸化還元状態見積もり* 齊藤 哲¹、居平 千穂¹、川島 泰地¹、谷脇 由華¹、福山 繭子² (1. 愛媛大学、2. 秋田大学)

キーワード: 花崗岩類、ジルコン、メルト包有物、メルト含水量、温度圧力条件、酸化還元状態

Granites (*sensu lato*) represent unerupted products of felsic magmas in the crust. Melt water contents, pressure-temperature conditions, and redox state collectively control the fundamental properties of the magma by influencing the stability and crystallization of mineral phases as well as the viscosity and density of melts, all of which affect magma rheology. The processes that occur during the segregation of felsic melts in the deep crust and transport of granitic magma with dissolved volatiles from the source to the emplacement level are strongly dependent on the rheological properties of the melt and of the magma, leading to mass transfer and ultimately contributing to chemical differentiation of the continental crust. Therefore, estimating melt water contents, pressure-temperature conditions, and redox state of felsic melts can help to unravel the evolution of granitic magmas and the tectonic history of orogens. In this study, we estimate these conditions of granitic magma using zircon and melt inclusions, a ubiquitous accessory mineral in granites.

Homogenization experiments of polymineralic inclusions hosted in zircon have been conducted for granitoid samples from magnetite-bearing Neogene Kaikomagatake pluton, magnetite-free Neogene Miuchi pluton, magnetite-bearing Paleogene Daito pluton, and the magnetite-free late Cretaceous Gamano granodiorite. SEM-EDS analysis has revealed that the homogenized melt inclusions have high SiO₂ contents (76–79 wt% anhydrous basis) implying that they represent fractionated interstitial melts trapped in growing zircon crystals. A recently proposed machine learning-based melt-phase assemblage geothermobarometer (Weber and Blundy, 2024) yields 303–185 MPa and 731–702 °C from the Kaikomagatake pluton (Taniwaki et al., 2025), 235–92 MPa and 785–733 °C from the Miuchi pluton (Taniwaki et al., 2025), 265–161 MPa and 763–705 °C from the Daito pluton (this study), and 563–266 MPa and 708–731 °C from the Gamano granodiorite (Kawashima et al., 2024; Taniwaki et al., 2025), interpreted as zircon crystallization pressure-temperature conditions. We also estimated water contents of melt inclusions from SEM-EDS analysis following the method described in Geschi et al. (2017) which resulted in 4.8–9.0 wt% and 2.4–6.0 wt% for the Kaikomagatake and Miuchi plutons, respectively (Taniwaki et al., 2025), 4.1–8.1 wt% for the Daito pluton (this study), and 6.4–11.3 wt% for the Gamano granodiorite (Kawashima et al., 2024). The estimated pressures

and water contents are plotted along the H₂O solubility curve in the pressure–H₂O diagram, suggesting the high water activity of the fractionated interstitial melts within the magmas during zircon crystallization.

U-Pb zircon dating using LA-ICP-MS yields 12.67 ± 0.07 Ma and 14.47 ± 0.12 Ma for the Kaikomagatake and Miuchi plutons respectively (Taniwaki et al., 2025), 55.50 ± 0.32 Ma for the Daito pluton, and 92.41 ± 0.37 Ma for the Gamano granodiorite (this study). The absence of older inherited U-Pb ages in each sample precludes the possibility that the zircons were derived from the surrounding metasedimentary rocks. The zircon oxybarometer (Loucks et al., 2020) using LA-ICP-MS analyzed trace element compositions together with the U-Pb age yields ΔFMQ values of -2.8 — -0.3 for the Miuchi plutons, $+0.1$ — $+1.7$ for the Daito granodiorite, and -2.2 — -0.2 for the Gamano granodiorite. The ΔFMQ values of the Daito plutons are comparable to the magnetite-series granitoid, whereas those of the Miuchi pluton and the Gamano diorite are comparable to the ilmenite-series granitoid (Wones, 1981), consistent with the presence or absence of the magnetite in the studied samples (Ishihara, 1977). The hygrothermobarometric and oxybarometric approach using zircons and melt inclusions presented here would be applicable to most granitoids, which could provide fundamental data to better understand granite petrogenesis and the tectonic evolution of orogenic belts.

REFERENCES

Geshi et al., 2017. Bulletin of the Volcanological Society of Japan 62, 13–22; Ishihara, S., 1977. Mining Geology 27, 293–305; Kawashima et al., 2024, Journal of Mineralogical and Petrological Sciences 119, 018; Loucks et al., 2020. Journal of Petrology 61, ega034; Taniwaki et al., 2025. Lithos 504–505, 108029; Weber and Blundy, 2024. Journal of Petrology 65, ega020; Wones, 1981. Mining Geology 31, 191–212.

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

◆ EDI

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

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

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

9:30 ~ 9:45

[T2-O-10] 西南日本中新世花崗岩中のジルコンのLu-Hf isotope data: マグマ起源とテクトニクスの手がかりを探る*礼満 ハフィーズ¹、中林 真梨萌^{1,3}、山下 大輔²、CHUNG Sun-Lin⁴、LEE Hao-Yang⁴、山本 啓司¹
(1. 鹿児島大学、2. 薩摩川内市甕ミュージアム、3. 三菱重工、4. Academia Sinica, Taiwan)

キーワード: 花崗岩、ジルコン、Lu-Hf 同位体、マグマ起源

西南日本では、琉球海溝から南海トラフへ連なる北東-南西方向の地質構造に沿って、フィリピン海プレート (PSP) がユーラシアプレートの下に年間4~5 cmの速度で沈み込んでいる (Zhao et al., 2021, Tectonophysics v. 802)。また、九州北部の別府-島原地溝帯および南部の鹿児島地溝帯に活発な地溝帯が存在し、この地域では沈み込みに伴うマグマ活動や地殻成長が顕著に観察できるため地質学的に重要な地質体である。さらに、九州東部の南海トラフ下に沈み込む北西-南東方向に斜交するKyushu-Palau Ridge (KPR)の存在は、九州が西南日本弧のテクトニクス、沈み込みダイナミクス、および地殻成長を理解する上で極めて重要な地域である。それらの一部を理解するため、南海トラフ沿いや西南日本での活発なテクトニクスおよびそれに伴う火山・地震活動に関する数多くの研究が行われてきた。特に鹿児島県に広く分布する第3期中新世代の花崗岩類 (大隅花崗岩、高隈山岩、紫尾山花崗岩、金峰山花崗岩、甕島列島花崗岩、及び屋久島花崗岩など) は、中新世に活動した地殻内部分溶融による花崗岩生成過程と、それを引き起こした当時のテクトニクスを理解するうえで有用な情報を提供する。先行研究 (Shinjoe et al. 2021, Island Arc 2021, 30e12383 とそれに引用される文献など) の解釈では甕島の花崗岩類は約10 Maの沖縄トラフ拡張に関連するマグマ活動から形成されたと述べている。一方で、大隅・高隈・紫尾山及び屋久島の花崗岩類については、約13~15 Maのトラフ近傍マグマ活動に起因するとしている。後者の解釈は比較的妥当とされているが、前者については、沖縄トラフのリフティングがより若い時期に始まったことを踏まえると、未だ議論の余地が残っている。これらの解釈は相関的であり、間接的証拠は今まで報告されていない。本研究では、鹿児島県に産する花崗岩類の起源マグマやその発生時期、沈み込んだ物質の影響をより明確に把握するため、複数の花崗岩から採取した岩石試料から産出したジルコンのU-Pb年代測定および微量元素分析を実施した。さらに、科学的根拠を強化するため、U-Pb年代測定済みのジルコン粒上Lu-Hf同位体分析も実施した。その結果、大隅花崗岩 (13~18 Ma、平均15.16 Ma)、高隈山花崗岩 (12~19 Ma、平均15.06 Ma)、紫尾山花崗岩 (11~19 Ma、平均14.59 Ma) の年代値を示しており、いずれも外帯に位置し、堆積岩起源や砕屑性コアを持つジルコン (古い年代) を含む比較的felsic質な地殻物質から形成されたマグマに由来することが明らかとなった。これらのマグマ活動は、沈み込むPSPの上盤側で発生したトラフ近傍マグマ活動と関連すると考えられる。また、分析したzircon粒から得られたHf同位体比 ($\epsilon_{\text{Hf}}(t)$) は、大隅花崗岩で-5.69~+2.41、高隈山花崗岩で-4.53~+0.63、紫尾山花崗岩で-1.99~+0.92といずれも比較的ゼロの値に近い値を記録しており、マントル起源物質と大陸地殻物質の混合によるマグマ生成が示唆される。一方、やや若い (約10.82 Ma)、内帯に位置する甕島花崗岩類は、より苦鉄質

(マフィック) 成分に富むマグマに由来し、 $\epsilon\text{Hf}(t)$ 値はやや高い値 (+6.18~+12.26) を示し、主に枯渇マントルに由来するjuvenile crust起源であることが強く示唆される。すなわち、甌島花崗岩類の起源はKPRやその上に存在していた (?) マフィック性質の海山の沈み込みによって引き起こされた部分溶融により生成されたマグマである可能性が高い。

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

◆ EDI

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

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

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

9:45 ~ 10:00

[T2-O-11] 近畿地方、後期白亜紀有馬層群のジルコンU-Pb年代*佐藤 大介¹ (1. 産総研地質調査総合センター)

キーワード: 有馬、U-Pb年代、白亜紀、西南日本

日本を含む東アジア大陸縁辺部は、large silicic volcanic field (LSVF) の一例である。地殻内部では大量の花崗岩が形成され、地表ではカルデラ形成を伴うイグニブライトの噴火が認められる (de Silva, 1989)。LSVFにおける火成活動係を検討する上で、火山活動と深成活動の両者の理解が重要である。西南日本内帯は、白亜紀後期から古第三紀にかけて活発な火成活動が行われた地域である。近年、花崗岩についてはU-Pb年代が多く報告されているが火山岩については限定的である。そこで、本発表では近畿地方有馬地域の白亜紀火山岩を対象にジルコンU-Pb年代測定を行い、有馬地域における火成岩の特徴を明らかにする。

有馬地域の上部白亜系地質概要 有馬地域には北西部から南東部に向かって、篠ヶ峰層・鴨川層・平木溶結凝灰岩及び佐曽利カルデラが分布する。これらは溶結した流紋岩火砕岩を主体とし、流紋岩溶岩・岩脈及び碎屑岩を伴う。佐曽利カルデラを構成する地層は下位より武田尾層・玉瀬層・境野層・佐曽利凝灰角礫岩に区分される (松浦ほか, 1995)。武田尾層〜境野層火砕岩のU-Pb年代は82~81 Maである (Sato et al., 2016)。鴨川層は篠ヶ峰層と平木溶結凝灰岩に不整合に覆われ、平木溶結凝灰岩と佐曽利カルデラ関連岩は断層で隔てられる。岩相の類似性から鴨川層は玉瀬層に、平木溶結凝灰岩に境野層に対比される (松浦ほか, 1995)。

U-Pb年代 篠ヶ峰層・鴨川層・平木溶結凝灰岩の火砕岩を対象に、ジルコンU-Pb年代を依頼測定した。その結果、各最若年粒子集団から以下の層序関係と矛盾しない²⁰⁶Pb/²³⁸U年代の加重平均値 (誤差2σ) が得られた。

鴨川層 (流紋岩溶結火山礫凝灰岩) : 76.4 ± 0.4 Ma篠ヶ峰層 (流紋岩溶結火山礫凝灰岩) : 75.7 ± 0.3 Ma平木溶結凝灰岩 (流紋岩溶結凝灰岩) : 74.1 ± 0.4 Ma

鴨川層・平木溶結凝灰岩は岩相の類似性から佐曽利カルデラに関連する各層 (82~81 Ma) に対比されていたが、明らかに若い年代が得られ、異なる火成イベントで形成されたことが明らかとなった。佐曽利カルデラに関連する地層 (Sato et al. 2016) と合わせてジルコンU-Pb年代 (約82~74 Ma) に基づくと、有馬地域の噴出・堆積時期はカンパニアン期に相当するが、およそ80 Maを境に大きく二分される。分布域は、80 Maより古い有馬層群が有馬地域東部に露出するのに対し、80 Ma以降ではより北西側 (有馬地域西部) に分布する。本発表では有馬地域南部の六甲地域及び西南日本の火成活動についても合わせて検討・報告する予定である。

引用文献

©日本地質学会

De Silva (1989) *Geology*, 17, 1102–1106.

松浦ほか（1995）5万分の1地質図幅「広根」.

Sato et al. (2016) *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 310, 89–97.

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

◆ EDI

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

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

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

10:00 ~ 10:15

[T2-O-12] 北上山地，遠野複合深成岩体に産出するジルコンの結晶化条件から推定されるマグマ溜りプロセス*小北 康弘^{1,2}、坂田 周平³、大野 剛⁴、横山 立憲¹、湯口 貴史⁵ (1. 原子力機構、2. 山形大学、3. 東京大学 地震研究所、4. 学習院大学、5. 熊本大学)

キーワード：ジルコン、U-Pb年代、Ti濃度、Th/U、遠野複合深成岩体、マグマ溜りプロセス

沈み込み帯での火成活動において、地史の中で比較的大規模であった時期“フレアアップ”が存在する (Paterson and Ducea, 2015, Elements) . フレアアップで生じたマグマ溜りプロセスは、大陸地殻の成長に資する物質の活発な供給をもたらすため、大陸地殻の発達・進化を議論するうえで重要な知見となる. 白亜紀のフレアアップを示す深成岩体のうち、東北日本の北上山地に分布する遠野複合深成岩体 (遠野岩体) は、中心部にアダカイト質岩 (中心相) を、その周縁に非アダカイト質岩 (主岩相) を有する累帯深成岩体である. このような累帯構造は、別起源のマグマが立て続けに地殻へ貫入して形成されたと考えられているが (土谷ほか, 2015, 岩石鉱物科学) , それぞれのマグマの貫入・定置や固化に至るプロセスの相違は明らかにされていない. そこで本研究では、遠野岩体のアダカイト質マグマと非アダカイト質マグマそれぞれの貫入・定置年代とその時の温度条件を明らかにし、岩相ごとの温度・時間履歴に制約を与えることを目的として、それぞれの岩相に含まれるジルコンの結晶化年代、結晶化温度の推定を行った. 遠野岩体の空間的、時間的な変遷を追うために、中心相、主岩相からそれぞれ6地点のサンプルのジルコンを用いた. ジルコンのU-Pb同位体分析及びTi濃度分析には、ジルコンの結晶化開始時点の情報を得るために分離ジルコンを、ジルコンと周辺鉱物との晶出順序の情報を得るために薄片中のジルコンを用いた. 分離ジルコン及び薄片中のジルコンに対して、カソードルミネッセンス (CL) 像観察に基づく内部構造の把握を行い、レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析法によるU-Pb年代、Ti濃度の同時取得を実施した. 遠野岩体の各岩相のジルコンに共通のCLパターンとして、高輝度と低輝度の領域を繰り返すオシラトリゼーニング (OZ) と輝度が均質な領域 (HR) の2パターンが主に認められた. また、1粒子の中に低輝度なコア (LLC) とそれを取り囲むOZを有する複合パターンの粒子も認められた. これらのCLパターンに関して、岩相ごとの産出頻度に明瞭な相違は無い. U-Pb年代は、粒子内での位置 (コア/リム) やCLパターンに関わらず分布範囲が重なる (中心相: 138.2 ± 2.1 Ma- 95.3 ± 5.2 Ma, 主岩相: 138.7 ± 5.0 Ma- 96.1 ± 4.5 Ma) . Ti濃度は、LLC領域において他のCLパターンの領域に比べて高い傾向が認められた. この傾向は、ジルコンのLLC領域が比較的高温で、つまり岩体形成の早期で形成されたことを示す. 薄片中のジルコンでは、ジルコンを包有する鉱物種の違いによるU-Pb年代の明瞭な相違は認められなかった. マグマの分別結晶の指標となるジルコンのTh/U (Kirkland et al., 2015, LITHOS) は、一部のサンプルでTi濃度 ($\propto$ 結晶化温度) の低下にしたがって低下する傾向が認められた. また、中心相の一部のサンプルでは、ジルコンを包有する鉱物種毎にTi濃度やTh/Uが異なる. これは、分別結晶の複数のステージでジルコンが晶出したことを反映していると考えられる. このようなジルコンを包有する鉱物種の相

違に関連したTi濃度，Th/Uの傾向に基づき，遠野複合深成岩体を形成した各岩相の温度・時間履歴を議論する．本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「令和6年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（JPJ007597）（地質環境長期安定性総合評価技術開発）」の成果の一部を使用している．

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

◆ EDI

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

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

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー

10:30 ~ 10:45

[T2-O-13] 両白山地、白山火山の角閃石から推定するマグマプロセス*山内 大樹¹、田村 明弘¹、森下 知晃¹ (1. 金沢大学)

キーワード: 角閃石、マグマ混合、アダカイト、白山火山、微量元素

はじめに

中部日本の両白山地に属する白山火山は、東北日本の火山フロントから離れた場所に位置する。白山火山下には太平洋プレートの沈み込みに加えて、フィリピン海プレートの沈み込みが影響している可能性が考えられる (Nakamura et al., 2008 *Nature Geosci*)。白山火山は、安山岩質からデイサイト質であり、複数のマグマ混合を記録している (茨木, 2018 金沢大学修士論文)。混合前のマグマの組成や形成条件を解明することは、白山火山が噴火に至るマグマプロセスの理解に必要である。本研究では白山火山に普遍的に産する角閃石に着目し、角閃石を結晶化したメルトの化学的特徴、形成時の温度圧力条件の推定から白山火山におけるマグマプロセスを検討する。

地質概説と研究試料

白山火山における噴火期は、加賀室火山 (40~30万年前)、古白山火山 (14~10万年前)、新白山火山I (4~3万年前)、うぐいす平火山 (2~1万年前)、新白山火山II (1.1万年前以降) に分けられる (山崎ほか, 1968 火山; 東野ほか, 1984 石川県白山自然保護センター研究報告書; 長岡ほか, 1985 石川県白山自然保護センター研究報告書; 酒寄ほか, 1999 石川県白山自然保護センター研究報告書; Hasebe et al, 2016 *Island Arc*)。白山火山の噴出物は溶岩を主とし、火砕流堆積物として産する。白山火山の地下構造については、震源分布や地震波トモグラフィの観点から、地下4~5km地点と10~14km地点にマグマの存在が推定されている (高橋ほか, 2004 火山)。本研究では、Hasebe et al. (2016 *Island Arc*) にて年代測定された新白山火山IIの3試料について詳細な検討を行った。角閃石は斑晶を呈するものや、かんらん石とともに集斑晶を呈するもの、完晶質組織中にかんらん石とともに産するものが確認された。

角閃石の化学的特徴から推定されるメルト組成・温度圧力条件

角閃石をHawthorne et al. (2012 *Amer. Min.*) の分類に従ったExcelの計算シート (Locock, 2014 *Comput. Geosci*) を用いて分類し、粗粒な角閃石は比較的高いSi含有量を持つMagnesio-hornblend [Mg-Hbl]、カンラン石を伴う角閃石は低Si角閃石のPargasite [Prg] に分類される。それぞれの角閃石について、微量元素濃度をPrimitive mantle (McDonough and Sun, 1995 *Chem. Geol.*) の値を使用して規格化したパターンは、Mg-Hblは、U, Th, Ta, Zr, Hf, TiなどのHigh-field strength elementsおよび、Pb, Sr, Euの負の異常が見られる。一方で、PrgはSr, Euにおける負の異常が見られない。角閃石の化学組成からZhang et al. (2017 *Amer. Mineral.*) の手法を用いて平衡メルトの主要元素組成を見積もり、Mg-Hbl平衡メルト (melt-Mg-Hbl) は流紋岩質、Prg平衡メルト (melt-Prg) は安山岩-デイサイト質であるとした。微量元素組成の推定については、角閃石-メルト間の分配係

数をHumphreys et al. (2019 *Contrib. Mineral. Petrol.*) を用いて見積もった。melt-Prgについて組成を推定すると、Y, Sr量からPrg平衡メルトがアダカイト質メルトの組成の特徴を持つことが指摘される。アダカイトについては、両白山地の第四紀火山から報告がなされている (Ujike et al., 1999 *Jour. Min. Petrol. Econ. Geol.*; Nakamura et al., 2013 *Contrib. Mineral. Petrol.*)。Ridolfi (2021 *Minerals*) による経験的な角閃石単相温度圧力計を適用すると、Mg-Hblコアの晶出時の温度圧力条件は、743~863°C, 81~223MPa (深度3~8km), Prgコアは927~960°C, 393~418MPa (深度13~16km) であった。この結果は、地球物理学的手法で推定された白山地下の高温物質の深度 (高橋ほか, 2004 火山) とおおむね一致している。新白山火山はより深部で結晶化が進行したアダカイト質メルトとより浅部の珪長質マグマが混合して噴火に至ったことが示される。

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

◆ EDI

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

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

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

10:45 ~ 11:00

[T2-O-14] 嶺岡帯の高Mg安山岩*市山 祐司¹、加藤 紬¹ (1. 千葉大学)

キーワード: 嶺岡帯、高Mg安山岩、地殻同化作用

関東地方から中部地方にかけて伊豆弧を取り囲んで分布する古第三紀付加体の嶺岡-瀬戸川帯には、苦鉄質火山岩、苦鉄質～珪長質深成岩、超苦鉄質岩類などのオフィオライトを構成するような岩塊が断続的に分布する(例えば、荒井・石田, 1987)。ハルツバーシャイトを主とする超苦鉄質岩は、四国海盆下の上部マントル物質と考えられるが(Arai, 1991; 荒井, 1994)、苦鉄質～珪長質深成岩は島弧的な特徴を示しており、古伊豆弧の断片である可能性が考えられている(Ichihama et al., 2017, 2020)。また、瀬戸川帯からは、オフィオライト質岩類に伴ってCrディオブサイド斑晶を含む高Mg安山岩の産出が報告されている

(大橋・白木, 1981)。加藤ほか(2024)は、瀬戸川帯の超苦鉄質岩片を含む斑れい岩質角礫岩中から高Mg安山岩片を確認した。そして、高Mg安山岩を形成したマグマがMgに富む未分化な島弧玄武岩質マグマと珪長質マグマの混合によって形成されるモデルを提案し、海洋性島弧の地殻形成を理解する上で重要なメカニズムであることを指摘している。

嶺岡帯からは、Ogawa et al. (2009)が千葉県南房総市古畑付近から安山岩角礫岩中の礫として高Mg安山岩を報告し、同地域からは高橋ほか(2012)が斑れい岩質角礫岩中の礫としてCrディオブサイド斑晶を含む玄武岩を報告している。本研究では、南房総市古畑付近の斑れい岩質角礫岩露頭、段丘堆積物中の礫、沢の転石からCrディオブサイド斑晶を含む火山岩試料を採取した結果、複数の高Mg安山岩を見出した。採取した試料はいずれも完晶質の石基と変質したかんらん石と単斜輝石斑晶から構成される。石基には自形の斜長石、単斜輝石、不透明鉱物としばしば角閃石が含まれ、粒間に石英が形成される。かんらん石仮像にはクロムスピネルが含まれ、クロムスピネルはCr#で0.7-0.8、TiO₂で<0.3 wt%を示す。これらの岩石学的特徴は、瀬戸川帯の高Mg安山岩に類似することから、嶺岡帯の高Mg安山岩が瀬戸川帯のものと同等物であることが示唆される。また、嶺岡帯の高Mg安山岩中にトータル岩の捕獲岩片を確認した。トータル岩質捕獲岩片中の高Mg安山岩と接する斜長石は篩状組織を示し、斜長石の最外部で最もAn値に富むことから、高温のマグマによって捕獲されたことが示唆される。

嶺岡-瀬戸川帯の高Mg安山岩を含む斑れい岩質角礫岩には超苦鉄質岩も含まれ、この角礫岩の供給源は高Mg安山岩を含むオフィオライト層序をもった岩体であったことが示唆される。高Mg安山岩に含まれるトータル岩質捕獲岩片の存在は、嶺岡-瀬戸川帯の高Mg安山岩を形成したマグマがMgに富む未分化な島弧玄武岩質マグマによるトータル岩質島弧地殻の同化作用によって形成された可能性を示唆する。嶺岡帯に産するトータル岩の分別熔融作用で形成されるメルトと高Mg安山岩中のCrディオブサイド斑晶と平衡な未分化なメルトを混合させて形成されるメルトの化学組成は、嶺岡-瀬戸川帯の高Mg安山岩の全岩化学組成と矛盾しない。Ichihama et al. (2017, 2020) が示したように、嶺岡-瀬戸川帯のオフィオライト質岩類の一部が古伊豆弧の断片であるならば、高Mg安山岩も古伊豆弧で形成された可能性が

考えられる。現在の伊豆弧には、安山岩質中部地殻が存在すると考えられており（例えば、Suyehiro et al., 1996）、そのような海洋性島弧の安山岩質中部地殻の形成に未分化な島弧玄武岩と地殻の同化作用が重要な役割を果たしている可能性が考えられる。

【引用文献】 Arai (1991) In: Peters, T. et al. (eds): *Ophiolite Genesis and Evolution of the Oceanic Lithosphere*, 807-822; 荒井（1994）静岡大学地球科学研究報告，20，175-185; 荒井・石田（1987）岩石鉱物鉱床学会誌，82，336-344; Ichiyama et al. (2017) *Lithos*, 82-283, 420-430; Ichiyama et al. (2020) *Int. Geol. Rev.*, 62, 503-521; 加藤ほか（2024）日本岩鉱物科学会年会2024年会; Ogawa et al. (2009) *Earth Evolution Sciences*, 3, 3-25; 大橋・白木（1981）岩石鉱物鉱床学会誌，76，69-79; Suyehiro et al. (1996) *Science*, 272, 390-392; 高橋ほか（2012）神奈川県博調査研報，14，25-56

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

◆ EDI

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

[Zoral601-10] T2 [トピック] マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

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

11:00 ~ 11:15

[T2-O-15] 熊本県天草上島老嶽プルトン周辺の高Mg安山岩岩床：瀬戸内火山岩類の西方延長の可能性

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

キーワード：中期中新世、瀬戸内火山岩類、ウラン・鉛年代、高Mg安山岩

熊本県西部の天草諸島には中期中新世の貫入岩が小規模ではあるが広範囲にわたって分布する。それらの多くは岩脈あるいは岩床であり一部は幅数百mにも及ぶ規模のものがある(濱崎, 1996)。さらに岩株状の花こう閃緑岩体が、天草下島西北部の富岡半島と天草上島北部の老嶽付近に見られる。これらの貫入岩については、主にK-Ar法やジルコンフィッシュョントラック(FT)法により、13.2–16.7 Maの年代が報告されていたほか(濱崎, 1996; 三浦・大平, 2012など)、富岡プルトンからは19.0 Maの黒雲母K-Ar年代の報告があり(柴田・富樫, 1975)、数百万年にわたる活動時期を想定する見方もあった(濱崎, 1997)。Shinjoe et al. (2024)は富岡プルトンの試料を含む4点のU-Pb年代測定を行ったところ14.45–14.76 Maの結果を得て、火成活動はほぼ中期中新世のものである可能性が高いことを示した。岩脈・岩床のなかには、岩株状の貫入岩体を中心として放射状をなすものがある(牛丸・山路, 2020)。天草上島の老嶽プルトンの周辺にも多数の中間質–珪長質の岩脈・岩床が見られる。今回、天草上島の老嶽プルトンの周囲に分布する岩脈・岩床群の全岩組成分析を行ったところ高Mg安山岩組成の岩石を見出した。さらに新たに老嶽プルトンの角閃石黒雲母花こう閃緑岩について、ジルコンのU-Pb年代も測定した。それらの結果を踏まえ、これらのマグマ活動の位置付けについて考察する。

老嶽プルトン周辺の岩脈・岩床はSiO₂量が57.1–67.5% (酸化物のtotalを100%換算)の範囲にあり、おおむね安山岩からデイサイト組成である。そのうち老嶽南東方の複輝石安山岩岩床は高Mg安山岩組成のものであった(SiO₂ = 57.1%, MgO = 7.9%, FeO*/MgO = 0.91, Cr = 314 µg/g, Ni = 80 µg/g)。また、老嶽プルトンのジルコンU-Pb年代測定を行った結果、コンコールドな分析点の²³⁸U-²⁰⁶Pb年代の加重平均として14.62 ± 0.10 Maを得た。これらはShinjoe et al. (2024)による既報年代の範囲に入り天草諸島の他の貫入岩と同時期の活動である。

永尾ほか(1992)は天草下島から1本の高Mg安山岩岩脈を見出すとともに14.24 ± 0.34 Maの全岩K-Ar年代を報告し、全岩化学組成の類似性と放射年代にもとづき、瀬戸内区の火成活動に対比される可能性を示唆した。一方 Tatsumi et al. (2003; 2020)は瀬戸内火山岩類の西縁を九州東部の大野火山岩類に置いている。Ushimaru and Yamaji (2022)は、天草諸島の岩脈群の方向が富岡プルトンからの距離に応じて放射状から東西性の平行状に側方遷移することを示し、後者の方位から貫入時の広域応力を推定した。その結果、岩脈群が他の瀬戸内地域と同様の南北引張の広域応力場のもとで貫入したとし、天草の火成活動も四国海盆沈み込

み下でのものだと議論した。Shinjoe et al. (2024)は珪長質の貫入岩類のU-Pb年代と全岩化学組成の類似性からそれらが瀬戸内火山岩類の西方延長の火成活動である可能性を示唆するとともに、富岡プルトンとその周囲にある珪長質岩脈のジルコンU-Pb年代に差がないことも明らかにしている。今回測定した老嶽プルトンを含めて、天草の珪長質～中間質の岩株・岩脈・岩床のU-Pb年代がどれも14.5~14.8 Maの範囲に集中することから、天草の貫入岩体は形体によらず中期中新世の同時期に形成されたと考えられる。これに加え、本研究で上島から新たに高Mg安山岩組成の岩床を見出したことは、天草諸島が中期中新世の四国海盆沈み込み下で活動した瀬戸内火山岩類の西方延長であるという主張を補強する所見である。

文献：濱崎(1996) 地調月報, 47, 201-207. ; 濱崎(1997) Resource Geology, 47, 121-129. ; 三浦・大平(2012)フィッシュン・トラックニュースレター, 25, 46-49. ; 永尾ほか(1992) 岩鉱, 87, 283-290. ; 柴田・富樫(1975) 地調月報, 26, 187-191. ; Shinjoe et al.(2024) Island Arc, 33, e12506. ; Tatsumi et al. (2003) Journal of Petrology, 44, 1561-1578. ; Tatsumi et al. (2020) Scientific Reports, 10, 15005. ; 牛丸・山路(2020) 地質雑, 126, 631-638. ; Ushimaru & Yamaji. (2022) Journal of Structural Geology, 154, 104485.

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

◆ EDI

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

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

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

11:15 ~ 11:30

[T2-O-16] 非平衡溶融を被った花崗岩に見られる黒雲母の脱水・溶解反応*川畑 博¹、山下 茂² (1. 高知大学、2. 岡山大学)

キーワード: 黒雲母、非平衡溶融、花崗岩

火山岩には、部分溶融の証拠を示す捕獲岩がしばしば取り込まれている。これらのゼノリスでは、鉱物粒界に沿ってガラスのバンドが網目状に分布し、ガラスの組成は不均質であることが多い。こうした特徴は、ゼノリスがホストマグマによって急速に加熱されて非平衡溶融を被ったことを示唆している。岩石の非平衡溶融過程を理解するためには、鉱物—メルト界面で起こる現象を鉱物種ごとに把握することや、鉱物溶解の律速過程を特定することが不可欠である。本発表では、部分溶融を経験した花崗岩類ゼノリスの観察・解析を通して得られた、黒雲母の脱水・溶解過程に関する知見を報告する。

【試料】研究に用いた試料は、瀬戸内安山岩中に見いだされる花崗岩・花崗閃緑岩ゼノリスである。鉱物粒間に沿うガラスバンドの存在で特徴づけられる。ゼノリスはgranite minimumに近い全岩化学組成をもつ。また、ゼノリスから得たガラスの組成は不均質で、その組成不均質は、AlとSiの遅い拡散速度を強く反映している。

【仮像と反応帯の形成】組織観察と組成分析の結果、ゼノリス中の黒雲母は、まず脱水分解反応によって細粒鉱物集合体（仮像）へと変化したと考えられる。この仮像は磁鉄鉱、アルカリ長石、Mgに富む黒雲母から主に構成される。仮像はその後、周囲のメルトと反応することで、仮像周辺部から反応帯に覆われていく。反応帯の形成に伴って、仮像内の黒雲母モード量が減少する一方、斜方輝石のモード量は増加する。また、仮像を構成する長石の組成は大きく変化し、全体としてはアルカリ長石（Or 50-60程度）から斜長石（An 20-30程度）へ組成変化する。この長石の組成変化によって、仮像と反応帯のバルク組成の違いをほぼ説明できる。なお、こうした長石の組成変化は、反応帯周辺の局所バルク組成が、ノルムQz-Or-Ab-An四面体内のアルカリ長石—斜長石cotectic surfaceを横切るように変化したことに起因すると解釈できる（川畑・山下, 2023. 日本鉱物科学会年会講演要旨）。

【黒雲母—メルト界面を、長石—メルト界面と捉える】本研究の結果から、黒雲母の溶解が実質的に仮像の溶解であることが分かった。また、仮像の溶解が、反応帯を構成する斜長石とメルトとの界面（斜長石消滅前線）の移動として捉えられることが明らかとなった。黒雲母そのものではなく、黒雲母の仮像がメルトと反応するという視点に立つことで、ゼノリス内に見られる特徴の理解が深まる。例えば、黒雲母と長石の粒界にガラスバンドが発達しないのは、黒雲母—長石粒子境界が異相鉱物境界でなく、長石同士（片方は黒雲母仮像・反応帯の長石）の同相鉱物境界として働き、メルトが効果的に発生しないためと解釈できる。また、黒雲母近傍と長石近傍のガラス組成が、FeOを除けば、類似した主成分組成を示すことについては、黒雲母—メルト界面が実質的に長石—メルト界面としてふるまうためと説明で

きる。

このような視点は、メルトバンドの厚さが時間とともにどのように増加するかという動的過程の検討においても有用である。例えば、花崗岩類ゼノリスの主要鉱物が石英、アルカリ長石、斜長石、黒雲母の4種で構成されていたとしても、鉱物—メルト界面が4種類存在するとは限らない。これは、溶解析出反応によって鉱物相が変化するためである。実際、本研究で扱ったゼノリスでは、アルカリ長石がメルトと反応して斜長石に置き換わっていくことが観察されている。このことは、外見上はアルカリ長石—メルト界面に見えても、実質的に斜長石—メルト界面として機能すること意味する。先述したように、黒雲母仮像についてもその溶解は、反応帯を形成する斜長石—メルト界面の移動によって進行する。本研究で対象としたゼノリスにおいて、鉱物—メルト界面の種類を整理すると、石英—メルト界面と斜長石—メルト界面の2種類に集約される。これら2種類の界面移動速度こそが、対象ゼノリス内に発達するメルトバンドの厚化速度を支配していると考えられる。

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

◆ EDI

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

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

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

11:30 ~ 11:45

[T2-O-17] 山口県東部岩国―柳井地域に産する深成岩類の岩相変化*大和田 正明¹、宮下 由香里²、亀井 淳志³、小山内 康人⁴、北野 一平⁵ (1. 山口大学大学院創成科学研究科、2. 産総研地質調査総合センター、3. 島根大学、4. 九州大学、5. 北海道大学)

キーワード: 地殻―マントル相互作用、マグマフレアアップ、岩国―柳井地域、屋代島、花崗岩類

沈み込み帯では、マントルウェッジの対流、海洋プレートの年齢、沈み込み様式の変化によって、パルス的 (magmatic flare-ups and lulls) な火成活動が起こり、マントル起源のマグマによる大陸地殻への物質的な付加や組成改変を促す (Chapman et al., 2021, *Lithos* 398-399, doi.org/10.1016/j.lithos.2021.106307)。こうした地殻―マントル相互作用が進行することで、多様な岩相の深成岩類を形成する。山口県南東部岩国―柳井地域の最南部の屋代島には、105–95 Maのmagmatic flare-up時に活動した深成岩類が分布する (宮下ほか, 2018, 日本地質学会第125年学術大会講演要旨, R5-P-26)。屋代島は東西30 km, 南北10 km程度の広がりを持ち、その範囲内に多様な岩相が分布するため、岩相変化の要因を検討するのに適している。本発表では、屋代島での岩相変化を検討した後、岩国―柳井地域に産する深成岩類の岩石化学的特徴と比較する。ここでの検討結果は、屋代島に分布する深成岩類のマグマ過程を明らかにするだけでなく、火山弧深部で起こる地殻―マントル相互作用とテクトニクスに関連を示唆する。

屋代島に産する深成岩類は有色鉱物の鉱物組み合わせ、面構造やアルカリ長石斑晶の有無によって多様な岩相を示す。現在作成中の5万分の1地質図幅「久賀」では、鉱物組み合わせに基づき、花崗岩類を1) 角閃石-黒雲母花崗岩、2) 黒雲母花崗岩、3) 優白質黒雲母花崗岩に区分した (宮下ほか, 2018前出)。本発表でもこの区分に従う。角閃石-黒雲母花崗岩は粗粒で、最大1 cmに達する自形の角閃石を含む。また、しばしば最大3 cmに達する斑晶状のアルカリ長石を含む。斜長石は、一般に汚濁帯を伴う累帯構造を示す。本岩相には、細粒の苦鉄質包有物 (MME) が多産する。こうしたMMEや規模の大きな苦鉄質岩のストック状岩体には、未分化に近い組成を示す深成岩が含まれる。黒雲母花崗岩は特に岩相変化が著しい。一般に中～粗粒であるが、細粒な岩相もある。また、黒雲母の量比も場所によって異なり、優黒な岩相から優白な岩相まで多様である。しばしば最大5 cmに達する斑晶状アルカリ長石を含む。変成岩ブロックを伴う場合、変成岩の片理面と平行に貫入し、ザクロ石や白雲母を含む。また、ピナイト化した堇青石を含むこともある。ザクロ石は、しばしば中心部に珪線石や黒雲母を包有することがあり、変成岩由来の捕獲結晶と考えられる。優白質黒雲母花崗岩は、細粒～中粒で、しばしばザクロ石や白雲母を含む。変成岩を包有することは稀であるが、記載的特徴は、ザクロ石や白雲母を含む黒雲母花崗岩に類似する。以上から、角閃石-黒雲母花崗岩は、MMEを含むなど苦鉄質岩とマグマ同士で共存したほか、斑晶状のアルカリ長石を含むなど黒雲母花崗岩と共通の記載的特徴をもつ。優白質黒雲母花崗岩は、上述した通り黒雲母花崗岩と共通の記載的特徴を示すことから、黒雲母花崗岩マグマが変成岩類を同化することで生じた可能性が高い。

池田ほか (2019, 地質学雑誌, 125, 167-182) は、屋代島に分布する深成岩類の産状と

記載的・岩石化学的特徴から、黒雲母花崗岩マグマが苦鉄質マグマや変成岩と混合あるいは同化することで角閃石-黒雲母花崗岩や優白質黒雲母花崗岩を形成すると述べた。また、同じ岩相内での組成変化は、主に結晶分化作用が卓越する（児玉ほか，2021，岩石鉱物科学，49，133-147）。屋代島での結果を検証するため、岩国－柳井地域に分布する多様な岩相の深成岩類も合わせて検討した。苦鉄質岩（主に閃緑岩）と花崗岩のトレンドは、ハーカー図上で連続しない。一方で、苦鉄質岩と花崗岩のSr同位体初生値とSiO₂ wt%の間には正の相関があり、両マグマは影響し合っていたと考えられる。このことは、屋代島での岩相変化が地殻とマントル起源の2系統のマグマによる相互作用の結果とした池田ほか（2019，前出）の結論を支持する。また、未分化に近い組成を示す苦鉄質岩のepsilon Nd初生値はマイナスを示す。すなわち、この時期（105－95 Ma）のマントルウェッジは地殻物質によって汚染されていた可能性がある。こうした汚染は、沈み込む海洋プレートと大陸プレート同士の結合が変化したことで構造侵食が進行し、地殻物質がマントルウェッジと反応したことよると推察される。

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

◆ EDI

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

[Zoral601-10] T2 [トピック] マグマソース・マグマ供給系から火山体形成・熱水変質まで

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

11:45 ~ 12:00

[T2-O-18] 白亜紀西南日本フレアアップの素過程解析：領家帯と山陽帯の花崗岩類*中島 隆¹ (1. 神奈川県立生命の星・地球博物館)

キーワード：白亜紀西南日本、領家帯、山陽帯、花崗岩類、フレアアップ

領家帯・山陽帯の珪長質火成岩類の活動は近年、白亜紀西南日本のフレアアップという言葉で表現されることが多い。しかしフレアアップは火成活動全体を指す言葉であり、その全体像はそれらを構成するいろいろな部分の詳細なケーススタディによって明らかになるものである。したがってこれらはいわばフレアアップの素過程とも言える。白亜紀西南日本は世界中のフレアアップの中でもこれまでの基礎的な調査研究の蓄積が豊富であり、かつ近年これまで遅れていたU-Pb年代の研究が精力的に行われていることにより、これら素過程についての研究が非常に進んだ地域となっている。

深成変成帯 (plutono-metamorphic belt)である領家帯と火山深成複合体 (volcano-plutonic complex) の集合体である山陽帯は地表では並列して帯状分布するが、両帯における火成活動が 70-110Ma と大まかには同時性であること、及び密接に伴う変成岩類の変成度から、大局的にはそれらを地殻深部と浅部をあらわす同時断面とみなす概念図が描かれてきた (Nakajima, 1994; Nakajima et al., 2016)。しかしこの仮想地殻断面図は各地域での花崗岩類・変成岩類・火山岩類について得られた U-Pb年代によって近年大幅に詳細化され、それぞれの地域で変成岩から推定される地殻内の熱的状況とそれに伴う火成活動史がダイナミックに語られるようになってきた (Okudaira et al., 2024など)。それらによって描かれた地殻柱状図では花崗岩類は定置深度と年代のみで記述されるので、領家花崗岩や山陽帯花崗岩という記述はなく、この区分はもはや役目を終えたかのようにも見える。しかし実際は、最近特に詳しく研究されたのは領家帯の花崗岩類が主で、山陽帯の花崗岩類のU-Pb年代測定はそれに比べるとまだ限定的である。

そのような中でも、詳細な研究が広域的に行われた三河地域や柳井地域においては山陽帯花崗岩とされてきた塊状花崗岩のU-Pb年代はその地域の領家花崗岩のうち塊状でかつ最も若いU-Pb年代のものとほぼ同程度になる (Takatsuka et al., 2018; Skrzypek et al., 2016) ことは領家花崗岩/山陽帯花崗岩の区分に再考を促す意味を持ち、また火山深成複合体の産状が野外地質で確認されている山陽帯においては、花崗岩に伴う濃飛・高田流紋岩といった大規模珪長質火山岩類の活動が 1 - 3 m.y.というきわめて短期間に集中的に起こったことが近年発表されたU-Pb年代から明らかになり (星ほか, 2016; 早坂・田島, 2016)、かつそれが隣接する山陽帯花崗岩の年代と一致することから、大規模な火山深成複合体の形成は局所スケールではきわめて短時間のうちに起こったことが証明された。この火成活動が中部地方では約70Ma、中国地方では約90Maに起こっており、両地方の間には20Maの時間差があることも注目される。

これらの火成活動は巨視的には長期継続的に見えていたが高精度の年代データが集積してくるにつれて微視的にはパルス的であったことや、中部地方では75 - 90 Maの間活動停止期

があったが近畿地方や柳井地域ではそのような休止期が見られない (Takatsuka et al., 2018; Higashino et al., 2025; 竹内ほか, 2024; Skrzypek et al., 2016) などの地域的な特性も明らかになってきている。こういった観察事実の全てが領家帯と山陽帯に展開した白亜紀西南日本フレアアップの具体的な実相である。

文献：早坂康隆・田島詩織 (2016) 地質学会講演要旨, 61 Higashino, F. et al. (2025) *Island Arc* 34, e70022. 星博幸ほか (2016) 地質学会講演要旨, 81 Nakajima, T. (1994) *Lithos* 33, 51-66. Nakajima, T. et al. (2016) “*Geology of Japan*” 251-257. Okudaira, T. et al. (2024) *Elements* 20, 96-102. Skrzypek, E.T. et al. (2016) *Lithos* 260, 9-27. Takatsuka, K. et al. (2018) *Lithos* 308-309, 428-445. 竹内誠ほか (2024) 5万分の1地質図幅「高見山」説明書.

セッション口頭発表 | T13 [トピック] 地域地質・層序学：経過と集大成

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

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

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

◆ ハイライト講演 ◆ 学生優秀発表賞エントリー

15:00 ~ 15:15

[T13-O-1]

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

*高橋 恒佑¹、高嶋 礼詩²、Walaszczyk Ireneusz³、山中 寿朗⁴、都丸 大河¹、黒柳 あずみ² (1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 東北大学学術資源研究公開センター 東北大学総合学術博物館、3. ワルシャワ大学、4. 東京海洋大学)

15:15 ~ 15:30

[T13-O-2]

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

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

15:30 ~ 15:45

[T13-O-3]

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

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

15:45 ~ 16:00

[T13-O-4]

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

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

16:00 ~ 16:15

[2oral611-19-5add]

休憩

16:15 ~ 16:30

[T13-O-5]

掛川層群堀之内層におけるガウス-松山古地磁気境界

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

16:30 ~ 16:45

[T13-O-6]

栗原市荒砥沢地滑り岩体を構成する凝灰岩の給源カルデラ

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

16:45 ~ 17:00

[T13-O-7]

秋田沖第四系の高精度微化石層序から探る第四紀古海洋変動

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

17:00 ~ 17:15

[T13-O-8]

古田沢湖層の年代と大型植物化石から見たMIS3期の環境変化

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

17:15 ~ 17:30

[T13-O-9]

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

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

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

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

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

◆ ハイライト講演 ◆ 学生優秀発表賞エントリ

15:00 ~ 15:15

[T13-O-1] 北海道蝦夷層群のチューロニアン/コニアシアン境界における大型化石・炭素同位体比統合層序と高精度国際年代対比

*高橋 恒佑¹、高嶋 礼詩²、Walaszczyk Ireneusz³、山中 寿朗⁴、都丸 大河¹、黒柳 あずみ² (1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 東北大学学術資源研究公開センター 東北大学総合学術博物館、3. ワルシャワ大学、4. 東京海洋大学)

【ハイライト講演】 T/C境界のGSSPはドイツにあり、補助境界模式地も欧米にあるのみで、北西太平洋地域においてT/C境界がどこに対比されるかは重要な問題である。この研究は北海道の古丹別において凝灰岩のアパタイト微量元素組成を用いた柱状対比により露出欠如を補完し、その上で大型化石・炭素同位体比統合層序を作成し、T/C境界を数mの精度で特定するものである。 [※ハイライト講演とは...](#)

キーワード：後期白亜紀、蝦夷層群、炭素同位体比層序、チューロニアン/コニアシアン境界

チューロニアン/コニアシアン境界（以降T/C境界）のGSSP(Global Boundary Stratotype Section and Point)は、2021年にドイツのSalzgitter-Salderセクションにおいてイノセラムス類の*Cremnoceramus deformis erectus*の初産出をPrimary markerとして、Grauweise Wechselfolge部層のBed番号46の泥灰岩層基底に設定された(Walaszczyk et al., 2021)。境界は炭素同位体比層序の顕著な負のシフトであるNavigation Eventや、二枚貝の一種である*Didymotis*等の生層序のマーカー種で補完されており、欧米地域に3カ所(Ślupia Nadbrzeżna, central Poland; Sřřeleč railway cutting, Czech Republic; El Rosario, NE Mexico)の補助的境界模式層断面が設定されている。一方で、北西太平洋地域は境界を定義する化石の産出が乏しく、模式層序との正確な年代対比が困難である。炭素同位体比層序は国際対比に有効なツールとされており、特にT/C境界付近では従来*Inoceramus uwajimensis*の初産出層準がT/C境界と一致すると考えられていたのに対し(利光ほか, 1995)、近年の炭素同位体比層序に基づく年代対比は本種の初産出層準が上部チューロニアンであることを示唆している(Takashima et al., 2010; Hayakawa and Hirano, 2013)。しかし、北西太平洋地域のT/C境界付近における炭素同位体比層序の解像度は欧米地域と比較して低く、生層序による制約も不十分のため、年代対比に依然として不確実性が残されている。

北海道中軸部に分布する蝦夷層群は北西太平洋地域における白亜系の標準層序であり、保存良好な大型化石、微化石が多産する。白亜系層序の研究の中心である欧米地域と異なり活動的大陸縁辺に位置していたことから凝灰岩層を頻繁に挟むほか、主に陸源性碎屑物からなるため堆積速度が非常に速く、高解像度の研究が可能である。しかし、堆積速度の速さに伴い層厚が非常に厚いため大型化石の産出が散発的になりやすいほか、小規模な断層や褶曲により連続層序を得ることが困難である。蝦夷層群におけるT/C境界付近では先行研究において炭素同位体比層序、浮遊性有孔虫化石層序、凝灰岩層の放射年代測定により大まかな年代モデルが確立されている(Kuwabara et al., 2019; Takashima et al., 2019)。一方で、欧米地域と比較してステージ境界の位置に大きな誤差範囲が存在しており、堆積速度を十分に活かした高解像度の研究の障害となっている。

本研究では、北海道苫前地域の蝦夷層群羽幌川層が分布する古丹別セクションにおいて、より高解像度でT/C境界付近の大型化石、炭素同位体比統合層序を作成した。さらに、欠如区間の補完と断層の影響を評価するために、凝灰岩層に含まれるアパタイトの微量元素組成を用いた柱状図間の正確な対比を行った。この結果、調査区間に伏在していた断層の影響を補正することで、T/C境界の基準となるNavigation Event の他、従来確認できていなかった複数の炭素同位体比イベント(Beeding Event, Light Point Event, East Cliff Event等)を検出できる高解像度の炭素同位体比曲線が得られた。また、国際対比に有用な大型化石を複数得たことで、炭素同位体比曲線に厳密な生層序の制約を与えられるようになった。本研究の新たな統合層序により欧米地域と北西太平洋地域の年代対比精度は飛躍的に向上し、T/C境界及び下部/中部コニアシアン境界の位置を数m単位で特定することができた。これにより、古丹別セクションは北西太平洋地域におけるT/C境界の標準模式層序とできる可能性がある。また、調査区間には頻繁に凝灰岩層が挟まるため、今後これらの年代測定によりステージ境界や古環境イベント層準に絶対年代の数値を直接、高解像度で入れられると考えられる。

引用文献

- Hayakawa and Hirano, 2013, *Acta Geol. Pol.*, **63**, 239–263.
 Kuwabara et al., 2019, *Cretaceous Res.*, **103**, 104158.
 利光ほか, 1995, *地質雑*, **101**, 19–29.
 Takashima et al., 2010, *Earth Planet. Sci. Lett.*, **289**, 570–582.
 Takashima et al., 2019, *Newsl. Stratigr.*, **52(3)**, 341–376.
 Walaszczyk et al., 2021, *Episodes*, **45(2)**, 181–220.

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

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

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

15:15 ~ 15:30

[T13-O-2] 房総半島南端に分布する海成鮮新-更新統を用いた磁気層序-海洋同位体層序の精密対比*岡田 誠¹、谷元 瞭太¹、小塚 大輝³、小西 拓海²、柚原 涼花²、長友 大輝² (1. 茨城大学、2. 茨城大学大学院、3. 国土地理院)

キーワード：鮮新-更新統、磁気層序、海洋同位体層序、房総半島

鮮新世から更新世にいたる時代は、地球の気候は大気中 $p\text{CO}_2$ が350ppmを超えるような温暖な気候から、氷期-間氷期サイクルが支配する状態へと進化し、我々人類が誕生・進化した重要な時代である¹⁾。この時期の出来事を理解する上で、天文年代較正が施された海洋同位体層序と磁気層序、各種生層序からなる複合年代層序の整備が必須となる。近年、磁気層序においては、地磁気極性反転だけではなく、地磁気強度（相対古地磁気強度ならびに $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ 比による地磁気強度指標）の時系列変動記録の整備が進んでおり、より詳細な磁気層序対比が可能になりつつある²⁾。こうした中、海洋コアから復元された地磁気強度記録と海洋同位体記録との対比より、過去5Maの地磁気逆転の殆どが間氷期に起こっていたことが報告され、地磁気成因論に一石を投じた³⁾。ところが、海洋同位体と地磁気強度記録が同じ海洋コアから得られることは稀である。地磁気強度記録の多くは磁化率など海洋同位体の代替指標を基にした年代が用いられていることから、両者の対応関係が直接求められた事例は少ない。この問題を解決するためには、海洋同位体とRPIが同時に得られる堆積層を対象にした研究が必須である。

本講演では、強く安定した磁気シグナルを持ち、海洋微化石を豊富に産出する海成鮮新-更新統（ジェラシアン～下部カラブリアン）の千倉層群を対象に、これまで著者らが行ってきた複合年代層序構築の様子を紹介する。下位層準から順に、布良層ではガウス正磁極帯中のマンモスおよびカエナ逆磁極帯が確認され⁴⁾、海洋同位体記録との対比が進んでいる。上部布良層～南朝夷層にかけては、概略的な磁気-海洋同位体複合層序が構築され⁵⁾、更新統基底層準を貫く陸上ボーリング試料におけるガウス-松山地磁気逆転記録の解析が進んでいる⁶⁾。さらに畑層においてはフェニおよびオルドバイ正磁極帯が確認され⁷⁾、海洋同位体記録との対比が行われた⁸⁾。以上により、これまで約3.4Ma～1.5Maの年代区間において8つの地磁気逆転境界と海洋同位体層序との直接対比が行われた。今後、地磁気強度記録の復元を進め、海洋同位体記録と詳細に対比することで、地磁気強度を用いたより詳細な磁気年代層序の構築や、地磁気成因論の発展への貢献も期待される。

References

- 1) Hansen et al. (2023) doi:10.1093/oxfclm/kgad008
- 2) Channell et al. (2020) doi:10.1016/j.quascirev.2019.106114
- 3) Valet et al. (2025) doi:10.1016/j-quascirev.2025.109367
- 4) Tanimoto et al. (2024) doi:10.1186/s40623-024-02114-4
- 5) 岡田ほか (2012) doi:10.5575/geosoc.2011.0025
- 6) 柚原ほか (2024) 地質学会山形大会講演要旨

7) Konishi and Okada (2020) doi:10.1186/s40645-020-00352-0

8) 小塚ほか(2023) 地質学会京都大会講演要旨

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

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

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

15:30 ~ 15:45

[T13-O-3] 房総半島の下部更新統千倉層群と上総層群下部における古地磁気逆転境界の層位と広域テフラ

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

キーワード：古地磁気層序、上総層群、千倉層群、更新統、テフラ

房総半島中央部には、古第三紀以前の岩石や地層からなる嶺岡帯が前弧外縁隆起帯として位置し、その北側には前弧海盆で形成された下部～中部更新統の上総層群が、南側には海溝陸側斜面で形成された上部鮮新統～下部更新統の千倉層群がそれぞれ分布する。

千倉層群は堆積物の一部が伊豆弧の火山地帯から供給されており、磁性粒子が多量に含まれているため、信頼性の高い古地磁気記録の復元が可能である。また、上総層群は本州中央に位置し、南は九州、北は東北を噴出源とする広域テフラが多数分布している。そのため、房総半島に分布する地層群において高精度な古地磁気層序を構築することは、広域テフラの堆積年代制約にも寄与する。

これまで、千倉層群において約2.2 ~ 1.9 Maの連続的な古地磁気層序を構築し、テフラの化学分析を踏まえ房総半島中央部に分布する上総層群と対比した (Konishi and Okada, 2020; 小西ほか, 2022)。その結果、広域テフラ2枚を含む計8枚のテフラが対比され、Feni正磁極帯にIW2 (Kr1) テフラが位置することやHSCとHASがそれぞれOlduvai正磁極帯下部境界の直下と直上に位置することが明らかになった。他方、さらに若い年代 (1.9 ~ 1.8 Ma) については上総層群内にKd39, Kd38などの代表的な広域テフラが存在する。三浦半島北部ではOlduvai正磁極帯上部境界よりも上位にKd39と対比されるYH02テフラが位置することが明らかにされているが (楠ほか, 2014)、房総半島では新妻 (1976) による古地磁気層序以降、同境界周辺の古地磁気変動記録とテフラ層との層位関係を詳しく検討した例はない。

本発表では、上総層群において新たに復元した古地磁気変動記録と現地露頭で確認したテフラとの層位的関係の検討結果について報告する。

上総層群黄和田層において、Olduvai正磁極帯上部境界周辺と考えられる区間を対象にテフラの記載および古地磁気記録の復元を行った結果、黄和田層下部のKd39よりも下位でOlduvai正磁極帯上部境界を検出した。

また、千倉層群畑層においてOlduvai正磁極帯中に分布しているテフラの屈折率測定と化学組成分析を行った結果、水野・納谷 (2011) が報告しているOlduvai正磁極帯中の広域テフラとして認識されているKd44の火山ガラスの屈折率と主要・微量元素組成が類似しており、対比できる可能性があることが分かった。

今後は、上総層群におけるOlduvai正磁極帯上部境界中の詳細な古地磁気変動記録を復元し、千倉層群との比較を行っていく予定である。

引用文献

Konishi and Okada (2020), *Prog. Earth Planet. Sci.*, **7**, 35.

小西ほか (2022), 地質雑, **129**, 469-487.

楠ほか (2014), 地質雑, **120**, 53-70.

新妻 (1976), 地質雑, **82**, 163-181.

水野・納谷 (2010), 沿岸域調査研報, **56**, 121-132.

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

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

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

15:45 ~ 16:00

[T13-O-4] 三浦半島南部に分布する上総層群林層（下部更新統）から見いだされた大峰-SK110テフラ

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

キーワード：前期更新世、上総層群、広域テフラ、大峰-SK110テフラ

三浦半島南部の横須賀市林地区とその周辺には、主に凝灰質砂岩層および礫岩層からなる海成層とされる林層が分布する。中新統葉山層群を不整合に覆い、中部更新統宮田層に不整合に覆われるとされる林層の堆積年代は多摩丘陵南部の下部更新統上総層群野島層に相当するとされているが、一露頭から産出した軟体動物化石の種構成から推定されたもの（江藤ほか, 1998）であり、直接的に年代が明らかにされた例はない。本研究では、林地区で2021年に実施された神奈川県道路公社三浦縦貫道路の延伸工事現場とその周辺に露出する林層について岩相層序を明らかにするとともに、挟在するテフラ層について広域テフラとの対比を検討した。

調査地域の林層は、南北に1 km、東西に0.5 kmの範囲に分布し、層厚は連続露頭として確認された限りでは12 m以上である。主に凝灰質細粒～粗粒砂岩層からなるが、調査地域北部では円礫層がみられる。軽石やスコリアを主体とし、しばしばトラフ型斜交層理や平行葉理が発達する、層厚60 cm以下の砂質テフラ層が多く挟まれるが、調査地域北部では見られない。走向傾斜は場所によって変化し、調査地域南部では北東-南西走向かつ南東に8～16°傾斜だが、北部ではほぼ水平もしくは東西走向かつ南に4°程度になる。調査地域南部では林層の上位に宮田層のD層（笠間・塩井, 2019）が分布するが、林層と宮田層D層の間には層厚7 m以上の、テフラ層に乏しく斜交層理が発達した軽石質粗粒砂岩層（X層）が浸食面を境に重なる。X層は北東-南西走向かつ南東に10°程度の傾斜と、林層もしくは宮田層D層の下位にみられる宮田層B層（笠間・塩井, 2019）に似る。また、X層の凝灰質砂礫層という岩相や大規模な平板状のフォアセット層理が発達する堆積構造もB層（笠間・塩井, 2019）に類似するが、B層はX層よりスコリア質である点でやや異なる。ここではX層の帰属は不明とする。

林層に挟在するテフラ層のうち7枚が、露頭間で肉眼観察および層序関係に基づき対比された。そのうちHGT-1は、レンズ状で最大層厚7 cmであり、細粒砂サイズのバブルウォール型ガラス（ $n=1.497-1.500$ ）が主体で、多孔質型や低発泡～無発泡のその他型のガラスを含む。また重鉱物として黒雲母が全重鉱物の64～83%を占めるほか、緑色角閃石、直方輝石、単斜輝石、ジルコンを含む。また、2か所の露頭で採取したHGT-1のジルコンのU-Pb年代測定の結果、 1.59 ± 0.01 Ma、 1.62 ± 0.01 Maの年代が得られた。これらの鉱物組成、年代に類似する広域テフラとして、飛騨山脈を給源とする前期更新世の広域テフラである大峰-SK110（Om-SK110: 長橋ほか, 2000）、白沢天狗-SK100（Srt-SK100: Satoguchi and Nagahashi, 2012）が挙げられる。このためHGT-1と、多摩丘陵南部の横浜市栄区に露出する上総層群小柴層中に挟在しOm-SK110とSrt-SK100にそれぞれ対比されているテフラ層SKT-11とSKT-12（Nozaki et al., 2014）の火山ガラスについて、屈折率、主要元素および微

量元素を測定した結果、HGT-1とSKT-11（Om-SK110）はいずれの値もよく一致したことから、両者は対比される可能性が高い。SKT-11の堆積した時期について、Nozaki et al. (2014) は海洋同位体ステージ 54（157.3 ka）と推定しており、林層の堆積年代が前期更新世であることが明らかとなった。

引用文献 江藤ほか, 1998, 横須賀地域の地質. 地域地質研究報告（5 万分の1 地質図幅）, 地質調査所, 128pp.; 長橋ほか, 2000, 地質学雑誌, **106**, 51-69.; Nozaki et al., 2014, *Island Arc*, **23**, 157-179.; 笠間・塩井, 2019, 神奈川県立博物館研報（自然科学）, **48**, 1-12.; Satoguchi and Nagahashi, 2012, *Island Arc*, **21**: 149-169.

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

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

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

16:15 ~ 16:30

[T13-O-5] 掛川層群堀之内層におけるガウスー松山古地磁気境界*羽田 裕貴¹、中谷 是崇¹、水野 清秀¹ (1. 国立研究法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

キーワード：古地磁気層序、東海地方、北半球氷河作用、鮮新世温暖期

掛川層群は本邦を代表する海成下部鮮新～下部更新統であり、鮮新世温暖期から北半球氷河作用強化期における東海地域の古気候記録を保持していることが期待される。掛川層群の堆積年代は、主に石灰質ナノ化石や浮遊性有孔虫化石による微化石層序によって制約されており、豊富に挟在するテフラ層は本邦における同時代の陸成層へその年代尺度を拡張することを可能にする。しかし、微化石層序主体の年代層序は時間分解能が粗く、別地域の海成層や深海底堆積物との精密な対比は難しい。そのため、別の年代制約を用いた複合的な年代層序の構築が必要である。そこで発表者は、東海地域の古気候情報取得に向けて掛川層群の年代層序の高精度化を進めている。本発表では、鮮新－更新世境界付近の層序区間における古地磁気層序について報告する。

静岡県菊川市高橋に露出する層厚約40 mの区間で調査を実施した。本調査区間は、泥勝ち砂岩泥岩互層からなり、中谷ほか（2024）によって、東海層群更新統最下部の鈴峰テフラに対比されるテフラ層が報告されている。本調査では34層準から定方位コア試料を1層準あたり3本採取し、古地磁気分析用試料とした。段階交流消磁では、ほとんどの試料でおおよそ10～80 mTの消磁区間において直交投影面図上で原点に向かう成分が検出された。一方で、60 mT以上の段階交流消磁で、磁化ベクトルが原点から大きく逸れる挙動を示す試料も認められた。段階熱消磁では、約400～600℃ないし300℃付近で自然残留磁化（NRM）が消磁される。そのため、試料には硫化鉄による化学残留磁化（CRM）がNRMの一部を担っていると考えられる。また、約400～600℃で消磁される成分はチタン磁鉄鉱あるいはマグヘマイトが担っている可能性がある。

本調査区間では鈴峰テフラから約24 m下位で、ガウスー松山境界に相当する正極性から逆極性への極性反転が認められた。鈴峰テフラとガウスー松山境界の層位差は、東海層群で約30 m（星ほか，2014），関東平野の上総層群で約10 m（納谷ほか，2021）である。本調査区間最下部の堆積年代は不明だが、これら先行研究における層位差と大きく矛盾はしない。そのため、CRMの獲得は堆積直後であると考えられる。今後は、本調査層準の岩石磁気特性を明らかにする必要がある。

引用：星ほか，2014，地質学雑誌，120，313–323。納谷ほか，2021，地学雑誌，130，331–352。中谷ほか，2024，日本地質学会第131年学術大会講演要旨，T15-O-13。

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

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

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

16:30 ~ 16:45

[T13-O-6] 栗原市荒砥沢地滑り岩体を構成する凝灰岩の給源カルデラ

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

キーワード：荒砥沢、地滑り、溶結凝灰岩、カルデラ、アパタイト

宮城県栗原市東部には、2008年6月の岩手・宮城内陸地震（マグニチュード7.2，最大震度6強）によって発生した日本最大級の地滑り岩体が分布する．この地滑り岩体の大きさは、長さ1,400m，幅810m，滑落崖の高さは148mに達し，4500万立方メートルの岩塊が300m以上移動したとされる．本地滑り岩体の層序は，基底部，下部～中部，上部に区分することができ，基底部は凝灰岩をしばしば挟むシルト岩から構成され，下部～中部は厚さ90mに達する軽石凝灰岩，上部は厚さ約30mの溶結凝灰岩で構成される．この地滑り岩体の発生メカニズムについてはこれまで応用地質学的な視点から盛んに研究がなされてきたが，地滑り岩体を構成する上述の凝灰岩の年代や給源についてはあまり明らかにされていなかった．近年，水戸ほか（2024）は荒砥沢地域の地層の層序学的研究により，中新世後期のカルデラに関連する堆積物と考えられてきた基底部のシルト岩やそれを覆う下～中部の軽石凝灰岩が1～1.3 Maの年代を示すことを明らかにし，これらは上部の溶結凝灰岩とほぼ同時期の堆積物であることを明らかにした．しかし，その一方，近隣に同年代のカルデラが報告されていないことから，これらの凝灰岩の給源となった火山については不明であった．栗駒山南山麓には重力異常により，カルデラの存在が指摘されており，栗駒南麓カルデラと名づけられている（布原ほか，2008）．このカルデラは小野松沢層の湖成層に含まれる植物化石に基づいて，後期中新世のカルデラと考えられていた（吉田ほか，2020など）．近年，栗駒南麓カルデラ地域において地熱資源調査を目的としたボーリング調査が実施されており，この掘削コア・カッティングスの解析によると，深度410 m～2,770 mの区間は全てデイサイト質の凝灰岩から構成され，深度711 m～2,700 mの区間から得られたジルコンのU-Pb年代は1～1.5 Maを示すことが明らかとなった．このことは，従来，中新世後期と考えられてきた栗駒南麓カルデラの形成年代が第四紀カラブリアン期であり，荒砥沢の地滑り岩体を形成する凝灰岩とほぼ同時期であることを示唆する．本研究ではデイサイト質凝灰岩の掘削コア・カッティングスからアパタイトを抽出し，その微量元素組成を測定して，荒砥沢の地滑り岩体を構成する凝灰岩類との対比を実施した．掘削コア・カッティングスの岩石を顕微鏡下で観察した結果，火山ガラスのほとんどは変質しているが，アパタイトは複数の層準で豊富に含まれていた．アパタイトの抽出方法および測定条件はTakashima et al. (2017)に準拠し，微量元素の測定は，東北大学金属材料研究所設置の波長分散型EPMA (JXA-8530F)を用いた．1試料あたり20粒子のアパタイトを分析した．アパタイト微量元素組成はマグマの化学組成，酸素，ハロゲン分圧，温度によって大きく変化するため，近年，テフラの識別対比に広く用いられる（Sell and Samson, 2011; Takashima et al., 2017）．とりわけ，アパタイトに含まれるMg, Cl, Fe, Mnの含有量は各テフラの識別に極めて有効であることが示されていることから，ここではアパタイト中のCl, Mg, Mn, Feの含有量を基に，凝灰岩の比較を行った．その結果，掘削コアのデイサイト凝灰岩のアパタイトの微量元素組成は，Cl-Mg図およびMn-Fe図において，深度ごとに異なるクラスターにプロットされることが明らかに

なった．このうち，深度840mと深度480mのアパタイトは，荒砥沢の地滑り岩体の基底部のシルト岩に挟まる凝灰岩と，下部～中部の軽石凝灰岩のものとそれぞれ一致することが明らかになった．以上のことから，荒砥沢の地滑り岩体を構成する凝灰岩の給源は栗駒南麓カルデラである可能性が高く，その噴火は第四紀カラブリアン期に起きたと考えられる．引用文献水戸悠河ほか，2024，地質学会第131年学術大会要旨．布原ほか，2008，月刊地球，**32**，356-366．吉田ほか，2020，地学雑誌，**129**，529-563.Takashima et al., 2017, Quat. Geochronology, **41**, 151-162.Sell and Samson, 2011. Geology, **39**, 303-306.

セッション口頭発表 | T13 [トピック] 地域地質・層序学：経過と集大成

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

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

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

16:45 ~ 17:00

[T13-O-7] 秋田沖第四系の高精度微化石層序から探る第四紀古海洋変動瀬戸口 怜子¹、*今井 利矩¹、佐藤 時幸² (1. 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構、2. 秋田大学名誉教授)

【発表者変更】 瀬戸口 怜子→今井 利矩 (2025.9.12 変更)

キーワード：石灰質ナノ化石、底生有孔虫化石

秋田地域では石油探鉱を目的として掘削された坑井に有孔虫化石層序に基づく地層区分が用いられており、かねてより岩相層序に基づく地表地質層序との対比に混乱が生じていることが指摘されてきた(佐藤ら, 1988; 佐藤, 2012)。本研究では、秋田沖の基礎試錐「本荘沖」、「由利沖中部」、「子吉川沖」及び「西目沖」の新生界最上部の石灰質ナノ化石の再鑑定を行い、石灰質ナノ化石層序に基づく地質年代値を用いて地表地質層序との対比を行った。加えて、詳細な群集変化の考察が未実施である基礎試錐「本荘沖」の基礎試錐報告書既報の底生有孔虫化石データを再検討し、底生有孔虫化石の群集変化及び石灰質ナノ化石の貧化石帯が氷期 - 間氷期サイクルを反映している可能性を議論する。

秋田沖基礎試錐における石灰質ナノ化石の再鑑定の結果、沖合に位置する基礎試錐「本荘沖」及び「由利沖中部」において0.85Maより新しい堆積物が層厚約1,500 m以上で分布すること、今回再鑑定を実施した全ての秋田沖基礎試錐において0.85~1.18Maの間に時間間隙が存在することが示された。また、基礎試錐「本荘沖」において、0.85Maより新しい堆積物を対象とし、底生有孔虫化石をInner neritic、Outer neritic、Subtoxic、Dysoxicを示す群集に分け、各群集について底生有孔虫化石の総数に対する割合を算出した結果、Dysoxicを示す種はほぼ産出せず、Inner neritic、Outer neritic、Subtoxicを示す底生有孔虫化石群集の周期的な増減が認められた。さらに、石灰質ナノ化石の貧化石区間は周期的に出現し、Inner neriticあるいはOuter neriticを示す底生有孔虫化石群集の割合が増加する区間に概ね一致した。

本研究により、一般的に秋田沖には笹岡層が厚く分布すると考えられてきたが、基礎試錐「本荘沖」及び「由利沖中部」では秋田平野の笹岡層が堆積した時代に対比される地層は薄く、それよりも新しい0.85Ma以降の海成層が厚く分布することが明らかになった。また、秋田沖基礎試錐で確認された時間間隙(0.85~1.18Ma)はMid-Pleistocene climate transitionに対応し、氷床拡大に伴う海水準の低下によって不整合が形成されたことが原因であると考えられ、秋田沖が汎世界的な環境変動の影響を受けていたことを示す。0.85Ma以降の堆積物における周期的な底生有孔虫化石の群集変化及び石灰質ナノ化石の貧化石区間の出現は、氷期 - 間氷期サイクルの影響による海洋環境の変化が影響した可能性があることから、秋田沖基礎試錐位置では、不整合が形成された後も汎世界的な環境変動の影響を受け続けていたと考えられる。

引用文献

佐藤 時幸, 2012, 微化石研究の現状と石油地質学への応用—古海洋環境変化とは何か—, 石油

技術協会誌；佐藤 時幸・高山 俊昭・加藤 道雄・工藤 哲朗, 1988, 日本海側に発達する最上部新生界の石灰質微化石層序その3：秋田地域および男鹿半島, 石油技術協会誌

セッション口頭発表 | T13 [トピック] 地域地質・層序学：経過と集大成

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

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

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

17:00 ~ 17:15

[T13-O-8] 古田沢湖層の年代と大型植物化石から見たMIS3期の環境変化

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

キーワード：古田沢湖層、第四紀、MIS 3、D-O イベント、北東北地方

「古田沢湖層」は秋田県仙北市の田沢湖北東岸に分布する第四系で、植田房雄氏らによって1964年に非公式に提唱された。同層は大型植物化石や昆虫化石などを含み、植物では北東北に自生する寒冷要素と本州以西の温暖要素が混在する群集だと報告されていた。本研究では、植田氏らが収集した標本を含んで、同層から収集され国立科学博物館に収蔵されていた標本を分類学的に再検討するとともに、5地点の標本のAMS年代を測定した。その結果、AMS年代は補正年代で43,508~38,323 cal yBP ($\pm 1\sigma$) の範囲で4つに分けられ、いずれも最終氷期の亜間氷期MIS3に含まれることが明らかとなった。植物化石群集の組成は時代ごとに異なり、現在の北東北を含む広域に分布するブナ*Fagus crenata*などの冷温帯要素を中心に、関東以西に分布する要素を僅かに含む群集と、後者を含まず、冷温帯要素と亜寒帯要素(チョウセンゴヨウ*Pinus koraiensis*, ハリモミ*Picea torano*, コメツガ*Tsuga diversifolia*)を含む群集に分けられることがわかった。各群集の年代は、それらの組成変化が、MIS3期に観測されているダンスカード・オシュガーイベント(D-O event)のIS-11と10の温暖化とその後の寒冷化に対応されることを示唆する。カルデラ湖である田沢湖は外輪山よりも外からの河川の流入がなかったため、湖面(海拔250m)から背後の山地(海拔約400m)という限られた範囲の植生が短期の環境変化に応じて動的に変化したことを示すと考えられる。

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

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

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

17:15 ~ 17:30

[T13-O-9] ポットホールの節理による構造規制とその生成機構：和歌山県古座川町「滝の拝」の例*木村 克己¹、金子 誠¹、山本 俊哉² (1. 深田地質研究所、2. 和歌山県立田辺高校)

キーワード：ポットホール、直交節理、熊野層群、ブラッキング、古座川町滝の拝

はじめに

和歌山県古座川町の「滝の拝」にて、古座川の左支流（小川）の岩盤河床に発達するポットホールを対象に実施したドローン撮影と現地調査に基づいて、ポットホールの特徴を記載し、その地質構造規制と発達過程を考察した。現地調査は2024年3月と10月に合計3日間実施した。木村・金子(2024)で記載を中心にした内容を発表している。

本論では、伊藤（1979）にならって、ポットホールを河流による侵食穴の総称とし、その分類名称も伊藤（1979）にしたがう。河流による岩盤河床の侵食様式としては、一般に摩耗、ブラッキング（剥ぎ取り）、打撃、溶食があるが、これらのうち節理が発達した岩盤河床ではブラッキングによる侵食が極めて効果的であると指摘されている（Whipple et al., 2000）。「滝の拝」のポットホールは、和歌山県の天然記念物に指定され、南紀熊野ジオパークのジオサイトにもあげられている。

地形・地質概要

小川は標高600-750mの開析の進んだ山地を流れる全長41kmの穿入蛇行河川で、その中流部に「滝の拝」地区が位置する。「滝の拝」地区では、小川の河道は下流から上流に向けてN40E-S40WからN70E-S70Wへと湾曲し、右岸側に幅30-40mで500m以上にわたって平坦な岩盤河床が連続する（図1）。左岸側には狭長な流路が延び、橋の上流40-70m区間には落差8mの滑滝がある。滑滝より下流側は河床から比高8m以上のテラスとなっている。

小川の基盤岩の大半は中期中新世の熊野層群からなる（久富，1981）。「滝の拝」付近では熊野層群の成層砂岩・砂岩シルト岩互層から構成され、NNW-SSE走向，10-15°E傾斜をなす。岩石は熱水変質をうけて白色硬化し、層理面は新鮮な露頭では癒着し塊状を呈する。風化した露頭では層理面は開離し剥離面として機能している。岩盤河床・テラスには直交する2方向の垂直節理が発達し、その走向は河道方向とそれに直交する2方向であり、河道の湾曲に符合するように変化する（図2）。

「滝の拝」のポットホール

河道にかかる橋の手前、右岸の凹み（図1）を境にポットホールの特徴が急変する。下流側の「長」区では岩盤は段丘化し、岩盤表層は風化し、表層部の数10cmにはシーティング節理が形成され幾層もの剥離層が形成されている。岩盤テラスは河道方向とそれに直交する開口した節理で刻まれ、テラスの縁は矩形をなす。テラスには円ないし楕円形のポットホールが散在し、下流ほどテラス面の平坦さがぐずれ、河道との比高が低下する傾向が認められる。

「滝の拝」区では岩盤は新鮮でテラス表面は灰色ないし白色を呈し、河道方向に延びる溝穴型のポットホールが一面に発達する（図1）。溝穴の間隔は上流部では30-60cmであるが、

下流部では60-120cmと約2倍になり、深さは80-150cmと3倍ほどになる。溝穴は一般に1つあるいはいくつかの長楕円形の輪郭でスプーン状に下に凸な穴（スプーン穴と呼ぶ）の縦列配列で表現できる。溝穴の底や側面は滑らかな湾曲面をなすが、一部の溝穴の側壁は垂直の壁面をなし、その壁沿いや底部に延びに平行する節理が認められる。スプーン穴の上流端は河道に直交する節理に沿うことが多い。また、風化した岩盤では、開離した同節理に沿って、下流側壁が削剥されて連続したステップが形成され、層理面を境界面として岩盤剥離が生じている。

まとめ

「滝の坪」の岩盤・河床テラスに発達するポットホールの特徴から、洪水流によるブラッキング（岩盤剥離）が節理沿いに発生し、溝穴型ポットホールとブロック状の岩盤剥離が発生したことが推定できる。その際、河道方向の節理によって帯状配列をなす溝穴の方向を、河道に直交する節理によってブラッキングの始点がそれぞれ支配されたと考えることができる。また、風化し節理や層理面が開離した河床・テラスでは、直交する節理と層理面に画された岩盤の剥離侵食が発生していると考えられる。なお、アブレーションの侵食機構は、河床とテラスの平滑化と溝穴型ポットホールの伸展・スムーズ化において寄与したものと考えられる。

参考文献

- ・久富邦彦 (1981) 地質学雑誌, 87, 157-174.
- ・伊藤隆吉 (1979) 日本のポットホール, 古今書院.
- ・木村克己・金子誠 (2024) 深田研年報, no.25, 137-149.
- ・Whipple et al. (2000) GSABull, 112(3), 490-503.



図1 古座川町「滝の坪」周辺の衛星画像 (Google Earth Pro, 2018年5月11日撮影)
出典: 木村・金子(2024)

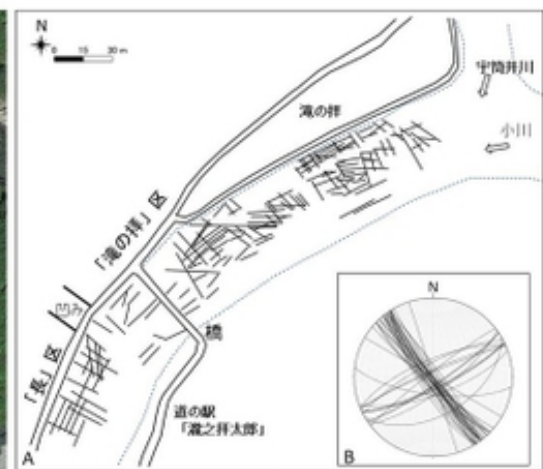


図2 「滝の坪」の河床に発達する節理系 A: 卓越する節理系の平面トレース。
B: 節理面のステレオネット (下半球投影)。「滝の坪」区の上流部で測定。
出典: 木村・金子(2024)

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

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

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

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

8:45 ~ 9:00

[G-O-20]

(講演取消)

◆ ECS

9:00 ~ 9:15

[G-O-21]

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

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

9:15 ~ 9:30

[G-O-22]

白亜紀における西南日本の古地磁気極移動曲線の高精度化

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

9:30 ~ 9:45

[G-O-23]

紀伊水道德島沖の海底下撓曲構造と重力異常

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

9:45 ~ 10:00

[G-O-24]

伊豆半島西側斜面深海部域からの基盤岩類

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

10:00 ~ 10:15

[G-O-25]

関東山地北部跡倉ナップと秩父北帯との層序関係：3つの解釈

*竹内 圭史¹ (1. なし)

10:15 ~ 10:30

[2oral701-12-7add]

休憩

10:30 ~ 10:45

[G-O-26]

東シナ海大陸斜面域における表層堆積物中のヘリウムの起源

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

10:45 ~ 11:00

[G-O-27]

北海道苫小牧市に分布する黒ボク土の有機分子分析による形成過程の検討

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

11:00 ~ 11:15

[G-O-28]

オーストラリア北西大陸棚のブラウズ堆積盆地で産する天然ガスの起源と産状

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

[G-O-29]

オーストラリア北西沖大陸棚に分布するドロマイトの形成過程

*葭井 功輔^{1,2}、高柳 栄子^{1,3}、若木 重行^{4,6}、REUNING Lars⁵、井龍 康文^{1,3} (1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構、3. 変動海洋エコシステム高等研究所、4. 国立歴史民俗博物館、5. Institute of Geosciences, CAU Kiel University、6. 海洋研究開発機構高知コア研究所)

11:30 ~ 11:45

[G-O-30]

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

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

11:45 ~ 12:00

[G-O-31]

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

*Yasser Medhat Hassan Abdelrahman^{1,2}, Atsushi Okamoto¹, Abdel-Moneim EldougDoug², Mohamed Gobashy³ (1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, Japan, 2. Geology Department, Faculty of Science, Cairo University, Egypt, 3. Geophysics Department, Faculty of Science, Cairo University, Egypt)

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

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

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

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

◆ ECS

9:00 ~ 9:15

[G-O-21] 島根県大田市の海岸に転がるチャート礫より産出したペルム紀からジュラ紀にかけての放散虫化石とその意義

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

キーワード：チャート、放散虫化石、久利層、中新世、ペルム紀

2023年8月、筆者らのうち水上 隆は、大田市の文化財にも指定されている珪化木の巨木が見られることでも知られる、大田市仁摩町の田尻海岸に転がる多数の礫の中に、チャートが存在するのではないかと考え、高校時代の同級生であった古谷 裕に確認を求めた。その後、水上 隆、水上恒子、古谷 裕の3名で2024年3月に田尻海岸を訪れ、海岸に転がる石ころの中から約20個のチャートを見いだした。そのチャートからフッ化水素酸処理により古生代ペルム紀から中生代ジュラ紀に及ぶ放散虫化石等が抽出された(図)。

田尻海岸は集落からの距離があるため、海岸に転がっているチャート礫が人によって持ち込まれた可能性は低いと考えられるが、海岸に露出する中新世久利層の礫岩に由来するものであることをより確かにするために、2024年8月および11月に、海岸に露出する礫岩層からのチャート礫の探索を行った。しかし、その時は露頭から発見できなかったため、海岸に多数転がる礫岩の転石を持ち帰り、三田市立弥生小学校内にある石ころ研究室で、訪れた小学生の協力を得て、持ち帰った礫岩を割り、チャートを探した。さらに、この過程で発見されたチャートの円礫または垂円礫のうち、5個に対して放散虫化石の抽出処理を行ったところ2個から放散虫化石が得られた。

さらに、2023年8月に大田市にて古谷が個人的に実施した「石ころ標本づくり」を受講した小学3年生の奥村尚己さん(受講当時大田市立大田小学校2年生、現在は4年生)から、2024年に大田市久手町の海岸にてチャートを発見したとの知らせを受け、2024年6月にその石がチャートであることが確認されたので、本人とともにチャートの発見場所である大田市久手町の柳瀬海岸を訪れ、チャートの採集を行った。

一般に、日本海側には日本海の形成と拡大に伴って堆積した新生代新第三紀以降の地層が広く分布しているため、チャートを含む可能性のある中生代以前の地層の分布は限られている。地質図Naviを参照すれば、地層としてのチャートが太平洋または瀬戸内海側との分水界の日本海側に分布しているのは、本州においては福井県および島根県西端の高津川流域から山口県萩市にかけての地域に限られ、島根県大田市においても、地層としてのチャートや、チャートを含む可能性のある中生代以前の地層は存在しない。しかし、島根県大田市では、中新世大森層の砂岩層に礫種のうちチャートが多数を占める礫岩層が狭在することが知られ(井上, 1992)。梅田ほか(1992)によって、三畳紀およびジュラ紀の放散虫化石の産出が報告されている。しかし、このチャートは多くの人の居住地からは隔絶された極めて狭い範囲でのみ、見られるものであった。

チャートは非常に硬い石であるため、河川によって遠方まで運ばれることで、地層中に占める割合以上に河床の礫に占める割合は高くなり、広い範囲に分布すると考えられる。その

事は地層としてのチャートが見られない地域であっても、石ころとしては存在する可能性があることを意味している。チャートは学校教育の中では中学1年で初めて学習する岩石であるが、石ころとして存在する場合、表面がツルツルで、非常に硬いため、他の石から識別しやすい。さらに遠い過去の放散虫の生息域から現在転がっている場所まで、そのチャートがたどった道筋について考察する中で、チャートとの出会いが、大昔にはるか遠くの海で生息していた小さな生き物との出会いと捉えることで、多くの人々に深い感慨を与える可能性を持った石である。そのため、初学者に石のもつ面白さを伝える材料としては有力な候補になり得る石でもある。今回の発見も小学生の協力があって可能となったものであるが、硬くてツルツルというチャートの特徴が、小学生にもしっかり理解されたことが発見につながったものと考えられる。

今後、島根県大田市において、2か所から化石を含むチャートが発見されたことで、仁摩保育園の園児たちと田尻海岸でチャート探しを実施し、仁摩小学校6年生を対象に、「石ころ標本づくり」を10月に実施することを計画しているが、今回の発見により、日本海側の他地域でもチャートの確認が期待できるので、地学教育の有力なツールとしてのチャートへの期待が高まったと言えそうである。

引用文献：井上多津男，（1982），地球科学，**36**，47－50． 梅田真樹ほか，（1992），島根大学地質学研究報告，**11**，71-76．



セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

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

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

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

9:15 ~ 9:30

[G-O-22] 白亜紀における西南日本の古地磁気極移動曲線の高精度化

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

キーワード：古地磁気極移動曲線、白亜紀、西南日本

古地磁気情報に基づく見かけの極移動曲線 (Apparent Polar Wander Path, APWP) は、ある地質領域の運動史を復元するための基本的情報である。北米大陸やユーラシア大陸など、主要な大陸についてはこれまで数多くの研究が行われ、極移動経路が次第に更新・洗練されてきた。APWPを構成するそれぞれの磁極の信頼性については、Meert et al. (2020) によって提唱された、地質状況や磁化情報に関連する7項目からなる R criteria (R score) が利用される。

ユーラシア大陸東部 (東アジア) と日本列島とのテクトニクス的關係を APWP から議論するためには、日本列島からの白亜紀以前の高精度な磁極の取得が必要である。西南日本ではこれまで白亜紀の磁極データの蓄積が行われてきたが、これらを R criteria の観点から評価したとき、特に 100 Ma の磁極に関しては、その精度の向上が不可欠である。

本研究では、西南日本内帯に分布する羽山層 (101 ± 4 Ma; 鈴木ほか, 2001) を対象に、古地磁気解析を実施した。4地点から採取された赤色泥岩試料に対して段階熱消磁を行い、高温磁化成分としてヘマタイトが担う残留磁化を分離した。高温磁化成分は褶曲テストに合格した。光学顕微鏡観察および化学分析の結果から、これが堆積時に獲得された初生磁化であると判断された。

これらの結果を既報の羽山層8地点のデータ (Uno et al., 2023) と統合し、西南日本の100 Maを代表する古地磁気極 (33.7N, 210.1E, A95=4.5) を得た。この磁極は R score=4 の評価を得ており、また、西南日本における白亜紀の他の磁極と同等の信頼度を有している。これらの白亜紀の磁極は、信頼限界の範囲内において互いに区別できない位置関係にあることが示された。本研究で得られた新たな磁極データを加えることで、西南日本の白亜紀中頃における古地磁気極の位置づけがより明確となり、古地磁気極移動曲線の精度向上に寄与する成果が得られた。

Meert et al. (2020) Tectonophys. 790:228549 鈴木ほか (2001) 地質学雑誌 107:541-556 Uno et al. (2023) Geosci. Lett. 10:21

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

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

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

9:30 ~ 9:45

[G-O-23] 紀伊水道徳島沖の海底下撓曲構造と重力異常*有元 純¹、宮川 歩夢¹ (1. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

キーワード：紀伊水道、音響層序、重力異常、後期第四紀、活構造

紀伊水道は瀬戸内海東部に位置し、四国・淡路島・紀伊半島に囲まれる浅海域である。紀伊水道の北部には、中央構造線（以下、MTL）活断層系に属する西南西-東北東走向あるいは南西-北東走向の活断層が多数分布しており、紀淡海峡-鳴門海峡セグメントとして活動性が評価されている。産業技術総合研究所では、令和2年度から紀伊水道沿岸域の地質情報整備を実施しており、その一環として小型船舶を用いたマルチチャンネル反射法音波探査や海域重力探査が行われた。本講演では、徳島沖の海底下音響層序と地質構造、及び重力異常の分布について報告し、その地質学的意義について考察する。

調査海域に分布する往復走時約0.3秒以浅の海底下地質体は、海岸線付近に伏在する音響基盤と、それを覆う堆積層ユニットに区分される。さらに徳島沖MTL以南の堆積層ユニットは、侵食面を伴う不整合を境界として上位ユニットと下位ユニットに区分される。隣接する徳島平野のボーリングコアに基づく地下地質層序（羽田ほか, 2025）との対比から、海域で認定される音響基盤、堆積層下位及び上位ユニットはそれぞれ、三波川変成岩類に代表される基盤岩類、MIS5e層準を含む上部更新統以下、及び最上部更新統-完新統の沖積層相当に位置付けられる。反射断面に認められるMTL活断層系は、沖積層ユニットの基底あるいは内部を変位させている。一方、MTL活断層系分布域より南方の、淡路島沖合に位置する沼島から徳島平野南部沖合にかけて、堆積層下位ユニットに撓曲構造の発達が認められる。この撓曲構造の分布は、沼島から徳島沖にかけて約20 km近く連続する、南西-北東走向の高重力異常南縁にほぼ一致している。重力異常の不連続パターンは、密度の異なる地質体の水平分布あるいは伏在断層による基盤の高度差を表す可能性があるが、撓曲変形帯の存在から、徳島沖では基盤岩類を切る伏在断層の存在が示唆される。この撓曲変形は、沖積層相当ユニットの基底以上にはほぼ及んでいないことから、最終氷期最盛期以降、現在にかけて非活動的であると推定される。また、これらの撓曲変形帯及び重力異常は、現在活動的であるMTL活断層系の西南西-東北東横ずれ断層群とは斜交する。従来より、フィリピン海プレートの斜め沈み込みに伴う前弧スリバーの西進運動を背景として、西南日本弧の地形や活構造が形成されてきたことが指摘されていた（佃, 1992）。これに対して、本研究の結果は紀伊水道北部における断層活動の様式が後期更新世以降に変化した可能性を提示し、後期第四紀テクトニクスと地質構造発達に新たな示唆を与える。

参考文献：羽田裕貴ほか (2025) 地質学雑誌, 131, 11-30.; 佃 栄吉 (1992) 地質学論集, 40, 235-250.

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

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

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

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

9:45 ~ 10:00

[G-O-24] 伊豆半島西側斜面深海部域からの基盤岩類

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

キーワード：伊豆半島、基盤岩

伊豆半島は、伊豆小笠原弧の北端に位置し、海底火山噴出物で特徴づけられる中期中新世の仁科層・湯ヶ島層群が基盤を構成し、その上部には後期中新世～鮮新世の白浜層群、最上部の第四紀熱海層群から構成されている。最上部を構成する熱海層群を除き、下位を構成している地層は、海底での火山活動により形成されている。駿河湾内における伊豆半島西側斜面上では、過去に幾つかの調査がされているが、その多くは音波探査による解釈である。これらによると、伊豆半島西側斜面には、白浜層下部相当の音響基盤が広く分布し、その上部には白浜層相当の賀茂沖層群下部層、さらに賀茂沖層群上部層が薄く分布している（岡村ほか、1999）。2024年10月および2025年4月には、本学調査船望星丸（1700トン）にて、海洋理工学科海洋実習3が伊豆小笠原弧北部および駿河湾において実施された。この実習では、伊豆半島西側斜面より計4カ所（湾口付近、波勝崎沖、土肥沖、戸田-大瀬崎沖）にてワニ口式ドレッジャーを用いた採泥が行われた。採泥観測時には、海底カメラシステムを用いて海底ビデオ映像も同時に取得した。伊豆半島湾口付近（BO24-12D04:水深2300-1600m）では大量の岩石（強変質～弱変質の凝灰角礫岩、玄武岩～流紋岩の多様な火山岩片）が採取された。坂本他（2025）は、この斜面を下位より玄武岩質火山碎屑岩、安山岩～流紋岩質塊状火山碎屑岩、層理の発達した安山岩～流紋岩質火山碎屑岩層、安山岩～流紋岩質塊状火山碎屑岩に区分した。このうち最下位の玄武岩質火山碎屑岩類は、海底で噴出した水中火山岩類であり、大量の緑泥石化した変質ガラスと不規則な形状を呈した同質火山岩片からなる無層理な火砕岩であった。またその上位に位置する安山岩～流紋岩質塊状火山碎屑岩は、最大数10cmの安山岩質角礫岩と大量の1cm以下の淡黄色～白色の基質部から構成されている。この基質部は、ほぼ同質から流紋岩質の火山碎屑岩からなり、全体的に流理は発達しない。流紋岩質火山碎屑岩は、数cmサイズの角礫質軽石と、1cm以下の白色軽石が、層理を呈し形成されていた。また、量は少ない物の、玄武岩質であるが、多様性に富んだ基質角礫（酸化礫：陸上噴出）を含んだ火砕岩も採取されている。伊豆半島波勝崎沖付近（BO25-01D01:水深1600-1200m）からは、おもに安山岩質の角礫岩が採取（220kg）されている。岩質は両輝石安山岩質で、水中噴出を示す未発達状石基を観察する事が出来た。産状は表層堆積物が巻き上がり懸濁して、海底を視認することが出来なかった。伊豆半島土肥沖（BO25-01D02：水深1470-1240m）では、未固結の泥に混じって角礫質の岩石（37kg）および灰白色の凝灰質シルト岩片(少量)が採取された。未固結の泥質堆積物は、黒色で嫌氣的な条件で形成されたシルトである。同時にシロウリ貝やアブラキヌタレ貝が数固体採取されている。角礫岩は、黒色の玄武岩質であり、岩片は最大で15-20cmであり、石基中の岩片は数mm-数cmサイズで変化に富んでいた。石基と火山岩片は、高発泡の両輝石玄武岩で岩質的に同質であり、ガラス質であり固結度が弱く（ガサガサ）、水底か陸上噴出かは不明である。伊豆半島戸田-大瀬崎沖（BO25-01D04：水深1000-800m）では、灰白色の凝灰質

砂～シルト岩およびその岩片が採取された。これらの凝灰質堆積岩には、数mm-1cmの二枚貝の化石、円柱状生痕(内壁にはハイ跡)や、炭化木片が含まれていた。現在化石や炭化木片より、年代測定を試みている。伊豆半島西側沖深海部からは、1) 湾口付近では玄武岩～流紋岩質火山碎屑岩および碎屑岩層が分布し、2) 波勝崎沖では、安山岩質の火山岩が採取されており、岡村他(1990)の音響基盤がこれに相当する。3) 土肥沖の玄武岩質の火山碎屑岩は、湾口の変質玄武岩とは岩相(変質・固結度)が異なることから別の活動が推定され、4) 北端の戸田～大瀬崎沖での凝灰質シルト岩の分布は、岡村他(1990)の賀茂沖層群上部層に相当する。しかし、各採泥サイトにおける活動の変遷が、南北間における固有の活動変化を示すものか？時代を示しているのか？または活動環境(水深)を示すものかは現在不明である。岡村他(1999) 20万分の1海底地質図「駿河湾」. 海底地質図, No.52, 地質調査所. 坂本他(2025) 伊豆半島西側斜面深海部域から採取された水中火山岩類の意義, JPGU SVC36-09.

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

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

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

10:00 ~ 10:15

[G-O-25] 関東山地北部跡倉ナップと秩父北帯との層序関係：3つの解釈

*竹内 圭史¹ (1. なし)

キーワード：跡倉ナップ、緑色岩メランジュ、秩父北帯

関東山地北部の群馬県下仁田町地域には、三波川帯御荷鉾緑色岩類の構造的上位に跡倉ナップが存在している（1/20万地質図幅「長野」、中野ほか1998；画像は産総研シームレス地質図V2）。跡倉ナップの基底は跡倉断層により境されている。跡倉ナップ南縁と秩父北帯との境界は、埼玉県小川地域・秩父盆地北方などでは中期中新世以降に活動したWNW走向の高角断層で境されており、ナップ形成当初の地質構造を残していない（1/5万地質図幅「寄居」、牧本・竹内1992）。

跡倉ナップの南縁は下仁田町地域南西の南牧村地域で秩父北帯に達しており、そこではTazaki (1966地球科学)が記載した蛇紋岩帯である緑色岩メランジュが分布する。そこでは低角北傾斜の構造境界を伴って、下位(南側)より秩父北帯の石灰岩体など非変成付加体、緑色岩メランジュ、さらに非変成付加体が構造的に累重している。この緑色岩メランジュのNW端は南牧村大塩沢で途絶え、以西には非変成付加体が分布する（藤本・北村1942地質雑）。演者は南牧村地域が本来の構造関係が残っている唯一の地域であると期待していた。

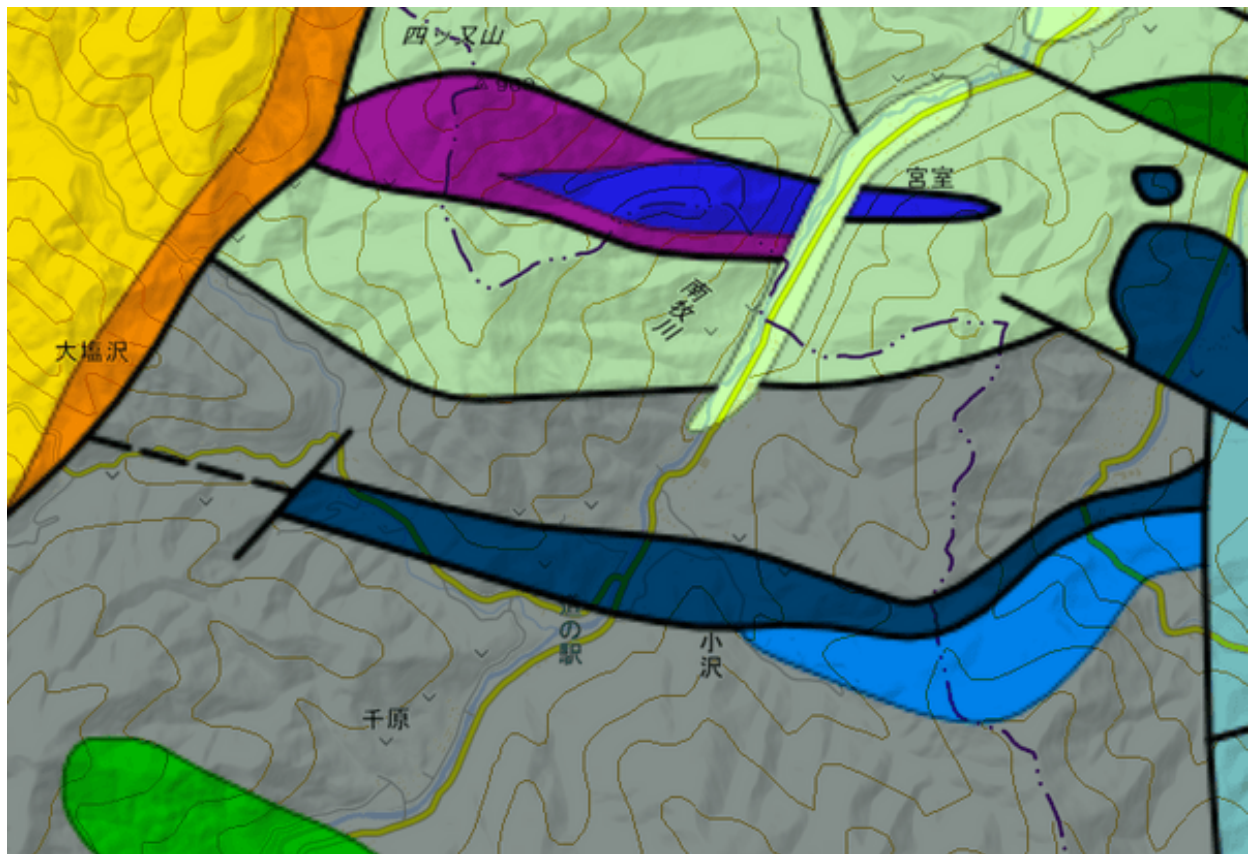
跡倉ナップ南縁部と秩父北帯との層序関係は、①緑色岩メランジュを境に上位を別の地質帯とする見解、②緑色岩メランジュの上位の付加体も秩父北帯であり、秩父北帯が断層・褶曲により構造的に繰り返しているとする見解がありうる。①では、跡倉ナップ基底を画する緑色岩メランジュが跡倉ナップと秩父北帯との構造境界となっている。この境界は全域で存在しなければならず西方へ延長していることが求められる。1/20万地質図幅「長野」において竹内は、この見解①に基づき西方の付加体中にWNW-ESE走向の断層を推定した。そして緑色岩メランジュの上位側(北側)の付加体を、跡倉ナップに属する未詳付加体に地層区分した。また②では、緑色岩メランジュの上位側の付加体が秩父北帯万場・上吉田ユニットに類似することを重視する。しかしどのような断層・褶曲構造により秩父北帯が繰り返すのかは明らかでなく、また緑色岩メランジュが繰り返して分布していない点も難点である。

③緑色岩メランジュ構造的貫入岩体説 本要旨で新たに提唱する、緑色岩メランジュを秩父北帯の付加体中に調和的に固体貫入した岩床状の岩体とする見方である。この見方では、緑色岩メランジュの上位の付加体も秩父北帯の付加体であることになる。南牧村大塩沢で緑色岩メランジュNW端が途切れること(藤本・北村1942)は、貫入岩体の末端を見ているためであると解釈でき、①のようにNW方の秩父北帯中に未知の構造境界断層を仮定する必要がなくなり、②の秩父北帯付加体の繰り返し構造も不要となる。

緑色岩メランジュは周囲の地層とは本来的に構造的接触関係にあるので、露頭観察により断層境界か貫入境界かを判別することは困難である。南牧村大塩沢において緑色岩メランジュの延長断層が発見されれば③は否定されるが、藤本・北村(1942)・演者の調査結果からはその可能性は低い。

③の見方では、南牧村地域の緑色岩メランジュはおそらく跡倉ナップ形成時に秩父北帯付加体のユニット境界に貫入した岩床状岩体であり、その上下の秩父北帯の地層とは層序的な

上下関係はない．もしそうであれば，形成時の跡倉ナップと秩父北帯との本来の構造関係は現在ではどこにも保存されていないように思われる．



セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

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

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

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

10:30 ~ 10:45

[G-O-26] 東シナ海大陸斜面域における表層堆積物中のヘリウムの起源

*土岐 知弘¹、與那嶺 竜勢¹、鹿児島 涉悟²、高畑 直人³ (1. 琉球大学、2. 富山大学、3. 東京大学)
キーワード：東シナ海、大陸斜面域、表層堆積物、ヘリウム同位体比

東シナ海大陸斜面では、これまで冷湧水や泥火山、メタン濃度異常などが報告されており、メタンが海底から海水中に放出されている。大気中のメタンは二酸化炭素の数十倍もの温室効果ガスであり、地球表面における物質循環の定量的な把握が極めて重要である。また、ヘリウム同位体の特性を利用して、海底堆積物中のガスの起源について検討する研究が数多くなされてきている。本研究では、奄美大島西方東シナ海大陸斜面域における表層堆積物中のヘリウム同位体比とガスの組成を調べ、ヘリウムの起源やメタンの有無を明らかにすることによって、冷湧水の海底下における海底熱水系とのつながりを検証することを目的としている。 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 値は $0.98 \pm 0.04 \sim 1.09 \pm 0.02 \text{ Ra}$ の範囲の値を取り、海底下深くなるにつれてヘリウム同位体比が低くなる傾向が見られ、浅いところでは東シナ海の深層と同様の値を示しており、過去の研究と矛盾がないデータが得られた。また、ガスの組成分析では、今回の分析方法では感度が悪く存在量を定量できなかったため、冷湧水の目安とされる $1 \mu\text{M}$ より高いかどうか確認が得られなかった。また、得られた二酸化炭素濃度は海水の10倍程度高く、熱水というよりも冷湧水の特徴に近いと考えられた。ヘリウムの起源は、マントル起源ヘリウムが15%程度含まれることが示された。世界中の海底熱水中のヘリウムの起源は、マントル起源ヘリウムが70%以上を示していることから、本研究地点周辺の海底は海底熱水系とのつながりは低いことが示唆された。 ^4He フラックスを推定すると $5.09 \times 10^4 \text{ atoms/cm}^2/\text{s}$ と見積もられ、熱水や冷湧水と比べると低いことが明らかとなった。本研究では冷湧水の特徴が確認できなかったが、過去の研究では本研究地点周辺の海底において、パッチ状にメタンが噴出していることが報告されていることから、本研究地点周辺においても同様にパッチ状に冷湧水が分布していることが示唆された。

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

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

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

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー ◆ ECS

10:45 ~ 11:00

[G-O-27] 北海道苫小牧市に分布する黒ボク土の有機分子分析による形成過程の検討

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

キーワード：バイオマーカー、黒ボク土、多環芳香族炭化水素、北海道、テフラ

[はじめに] 黒ボク土は火山砕屑物を母材とし腐植に富んだ黒色の土壌であり、国土面積の3割程度を占める。主に火山の周辺地域に分布しており、北日本においては完新世の開始と連動して褐色の土層から黒ボク土へと変化していることが多い。その形成においては緩慢なテフラの埋積と、土壌化による腐植の蓄積がともに進行することで、上位方向へ堆積していくとされる(細野・佐瀬, 2015)。黒ボク土に含まれる多量の腐植は活性アルミニウムや微粒炭などにより集積したと考えられ(高橋, 2019)、植物珪酸体や花粉(河室・鳥居, 1986)、炭素同位体比(石塚ほか, 1999)などの分析から草本植生が腐植の主な供給源として有力とされる。本研究では遊離態有機分子のうち特に燃焼起源分子や植物起源バイオマーカーに着目し、黒ボク土に含まれる有機物の起源や運搬過程を議論する。燃焼起源分子である多環芳香族炭化水素(PAH)は芳香環の数などによって燃焼有機物の運搬過程を検討できる。また、植物バイオマーカーを用い、黒ボク土に集積した有機物の起源について考察する。

[試料と方法] 本研究では2024年9月に北海道苫小牧市柏原にて採取した黒ボク土試料を用いた。最下層に恵庭テフラ(En-a)が露出しており、その上位から黒ボク土を3層含む。各黒ボク土はTa-d, c, bテフラによって埋積されており、Ta-bの上位に1 mほどの火山砕屑物が堆積し、最上層は表層土に覆われていた。上位の黒ボク土から第1, 第2, 第3黒色土とし、およそ5cm厚で各黒ボク土について2~5試料ずつ採取した。採取後、試料は冷凍保管し、分析前に鉄乳鉢で細かく粉碎した。有機溶媒により有機分子を抽出し、GC-MSを用いて分析を行った。

[結果と考察] 試料からは主に植物ワックスに由来する長鎖 n -アルカン、被子植物由来のトリテルペノイド、PAHが検出された。有機分子濃度は上位の黒ボク土で高く、おそらく有機炭素全体の特徴を反映していると考えられる。 n -アルカンの平均鎖長(ACL)はほとんどの試料で高く草本植生の優勢を示す値であった。黒ボク土中の植物珪酸体などから示唆される植生復元と調和的な結果であり、柏原地域の黒ボク土形成環境でも草原植生が広がっていたと考えられる。一方、キク科やカバノキ科がもつルペオールやベツリンなどの植物トリテルペノイドが検出され、上位に向けてそれらの割合が増加した。上位で黒ボク土の起源となる植物の種類が変化した可能性がある。検出されたPAHは2~5環であった。PAHの主な起源として、燃焼または続成由来が考えられるが、本試料においては第3黒ボク土であってもEn-aテフラ(17ka)上にあり、埋没後に芳香族化が進むような熱熟成を受けたとは考えにくく、PAHの起源としては有機物の燃焼が有力である。2~4環の低分子PAHが卓越し、5環以上の高分子PAHは全体の2割程度であった。低分子PAHは燃焼時の煤に多く、高分子PAHは炭など

の燃焼残渣に多く含まれることが知られており、PAH全体に対する低分子PAHの割合を指標化したLMW/TotalはPAHの起源が煤か、燃焼残渣かを区別できる（Karp et al., 2020）。LMW/Totalは0.8以上の高い値をとっており、PAHは煤を起源とすることがわかり、さらに現地での燃焼ではなく、主に遠方からの飛来に由来すると推察した。また、3環性PAHのうちレテンは裸子植物の燃焼に由来し、レテンの割合（Ret/3-rings）により燃焼した植物が裸子植物であったかを評価できる（Simoneit, 1977; Miller et al., 2017）。Ret/3-ringsは第3, 2黒色土では0.2以上であり、第1黒色土では0.1以下であった。第2黒色土の上位のTa-cの降下年代は2.5kaであり、2.5ka以降では針葉樹の燃焼が減少したと考えられる。

[引用文献]

- 細野衛・佐瀬隆（2015）*第四紀研究*, **54**, 323—339.
石塚成宏ほか（1999）*第四紀研究*, **38**, 85—92.
Karp, A.T. et al. (2020) *Geochim. Cosmochim. Acta*, **289**, 93—113.
河室公康・鳥居厚志（1986）*第四紀研究*, **25**, 81—93.
Miller, D. R. et al. (2017) *J. Paleolimnol.*, **58**, 455—466.
Simoneit, G.R.T. (1977) *Geochim. Cosmochim. Acta*, **41**, 463—476.
高橋正（2019）*日本土壌肥料科学雑誌*, **90**, 327—330.

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

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

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

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

11:00 ~ 11:15

[G-O-28] オーストラリア北西大陸棚のブラウズ堆積盆地で産する天然ガスの起源と産状

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

キーワード：石油・天然ガス、二酸化炭素、ヘリウム、ブラウズ堆積盆地、オーストラリア

ブラウズ堆積盆地 (Browse Basin) はオーストラリアの北西大陸棚に約14万平方キロメートルに渡って分布しており、層厚15,000mを超える古生界～新生界を堆積させている。ここでINPEXは、2000年にイクシスガス・コンデンセート田を発見した。中部ジュラ系と下部白亜系の砂岩貯留層から産出される可燃性天然ガスは、二酸化炭素を伴っている。可燃性の炭化水素から見ると、二酸化炭素は燃焼しない不燃成分であり、温室効果ガスとして問題視もされている。もし探鉱に臨む時点で二酸化炭素の含有の程度を予測できるならば、二酸化炭素に乏しいことが期待できる候補のほうを優先させる選択も可能となる。ブラウズ堆積盆地では実測値の数が十分とは言えないこともあり、実測された二酸化炭素の濃度のみからでは、その濃度の地域的特徴を議論することは困難であった。そこで、産出された二酸化炭素の起源を考察することから始めた。二酸化炭素は、有機起源 (可燃性炭化水素と同じ有機物の熱分解に由来) と無機起源 (炭酸塩鉱物の熱分解やマグマに由来) に大別される。このような二酸化炭素の起源は、その炭素同位体組成と、共存するヘリウムのような希ガスの同位体組成とを組み合わせることにより議論される。イクシスガス・コンデンセート田とその周辺で採取したガス11試料では、含まれる二酸化炭素の濃度はおよそ8%～16%、その炭素同位体組成 $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ は-2.8‰～+0.3‰であった。また、含まれるヘリウムの同位体組成R/Ra比は0.20～0.80であった。Huang et al. (2015) に従うと、分析した11試料に含まれる二酸化炭素は、主として炭酸塩鉱物の熱分解に由来すると結論された。ブラウズ堆積盆地において、主要なガス・コンデンセート貯留層よりも下位の層準では、ペルム系と三畳系に炭酸塩岩の存在することが知られている。ある広域的な断面において、炭化水素成分と二酸化炭素の生成と移動の過程を考察した。白亜系根源岩に含まれる有機物の熱分解を起源とする炭化水素の生成と移動は、主として古第三紀から生じていた。ペルム系と三畳系に含まれる炭酸塩鉱物では、その熱分解に起因する二酸化炭素は現在までほとんど生成されていないと見られた。このことは、ブラウズ堆積盆地で集積している炭化水素に伴われる二酸化炭素がそれほどの高濃度には達していない産状と矛盾しない。その一方で、ペルム系や三畳系よりもさらに下位の層準にも炭酸塩岩が存在する可能性や、二酸化炭素を生成しやすい炭酸塩鉱物が含まれる可能性も残された。集積した炭化水素成分が二酸化炭素によって置換を受けた事例は、既に報告されている。この点を考え合わせると、石油探鉱では炭化水素のみでなく、二酸化炭素のような非炭化水素成分においても生成や移動のプロセスを考察することが重要であると再認識された。

引用文献

Huang, B., Tian, H., Huang, H., Yang, J., Xiao, X., and Li, L., 2015: Origin and accumulation of CO₂ and its natural displacement of oils in the continental margin basins, northern

South China Sea. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, **99**(7), 1349-1369.

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

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

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

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

◆ 学生優秀発表賞エントリー

11:15 ~ 11:30

[G-O-29] オーストラリア北西沖大陸棚に分布するドロマイトの形成過程

*葭井 功輔^{1,2}、高柳 栄子^{1,3}、若木 重行^{4,6}、REUNING Lars⁵、井龍 康文^{1,3} (1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構、3. 変動海洋エコシステム高等研究所、4. 国立歴史民俗博物館、5. Institute of Geosciences, CAU Kiel University、6. 海洋研究開発機構 高知コア研究所)

キーワード：炭酸塩堆積学、ドロマイト、炭酸塩プラットフォーム、オーストラリア北西沖大陸棚

本研究ではオーストラリア北西沖大陸棚（North West Shelf: NWS）に分布するドロマイトを対象に、鉱物学的・岩石学的・地球化学的手法を用いて、その起源と成因を考察した。NWSは受動的な大陸縁辺部に位置する炭酸塩プラットフォームであり、中新世には浅海における炭酸塩の堆積と、乾燥・高塩分水環境下における蒸発岩および炭酸塩の堆積が繰り返されたことが知られている。

本研究で検討した試料は、NWSのRoebuck Basinで実施されたIODP第356次航海のU1464地点より得られたコア試料から採取した139試料である。

研究対象の中新統は岩相に基づいて6つのユニットに区分され、その中には3回の不整合が認められる。本研究の成果と先行研究の生層序データを統合することにより、U1464地点の堆積過程とドロマイトの形成過程を明らかにした。その概要は、以下の通りである。

ユニット6は浅海で堆積したbioclastic floatstone/packstone/wackestoneから構成され、その堆積年代はSr同位体比から、約19.5～16.5 Maと推定される。この間、約18～16.5 Maには当時の海水を母液として、本ユニットが部分的にドロマイト化した。

その後、約16.5～15.5 Maには本地域一帯は乾燥化し、高塩分の極浅海で、ユニット5に含められるbioclastic mudstone/wackestone/packstoneが堆積した。本ユニットのドロマイトは、蒸発岩や蒸発環境を示す堆積構造を伴うことと酸素同位体比が大きいことより、蒸発性ドロマイト化作用によって形成されたと思われる。ドロマイトのSr同位体比年代は、ユニット6およびユニット5の堆積年代から推定される堆積年代より古い値を示す。これらより、本ユニットのドロマイトは、堆積場が外洋から隔離された状態下で、下位層に由来するSrを含む高塩水から析出したと想定される。

ユニット4はユニット5の上位に不整合関係で重なり、両者間には約200万年間の堆積間隙がある。ユニット4は部分的にドロマイト化したbioclastic wackestone/packstoneよりなり、その堆積年代は生層序より、約13.5～11.5 Maである。本ユニットにおいても、Sr同位体比年代は堆積年代より古い値を示し、これは浸食により下位層由来のSrが当時の海水に供給されたことが原因と思われる。

続いて、11.5 Ma前後に本地域一帯は乾燥化し、堆積場は極浅海の高塩水環境となり、bioclastic mudstone/packstoneからなるユニット3が堆積した。本ユニットには蒸発岩や蒸発環境を示す堆積構造が認められることから、本ユニットのドロマイトは蒸発性ドロマイト化作用によって形成されたと考えられる。本ユニットのドロマイトは⁸⁷Sr/⁸⁶Srは変動幅が広い。これは下位層由来の⁸⁷Sr/⁸⁶Srが低いSrに加え、オーストラリア大陸由来の⁸⁷Sr/⁸⁶Srが高

いSrも母液に取り込まれたためと推定される。

ユニット2は極浅海環境で堆積したbioclastic wackestone/rudstoneからなり、ユニット3とは不整合関係にある。本ユニットのドロマイトの大部分はSr同位体比年代が10～8 Maであることから、本ユニットの堆積は11.5～10 Maの範囲内であると思われる。本ユニットは部分的にドロマイト化しており、このドロマイトは当時の海水から析出したドロマイトの酸素同位体比の推定値より大きな酸素同位体比を有することから、母液は高塩分の海水であると思われる。また、Sr同位体年代が10～8 Maという狭い範囲内にあることから、ユニット2に形成された高塩分水が約120 mに渡って浸潤して、ドロマイトが形成されたと推定される。最上位のユニット1はユニット2に不整合関係で重なり、両者間の堆積間隙は最大で約150万年に及ぶ。ユニット1は浅海環境で堆積したbioclastic packstoneからなり、その生層序年代を外挿して求められる堆積年代は約8～6 Maである。本ユニットは一部ドロマイト化しており、その年代は約7～5 Maである。同様の年代および酸素同位体比を有するドロマイトはユニット2の下部にも認められるため、海水起源の母液が少なくとも海底下約200 mにまで浸潤してユニット1および2のドロマイト化作用を起こした可能性がある。

本研究により、NWSでは堆積環境の変化に伴い海水ドロマイト化作用と蒸発性ドロマイト化作用とが繰り返し発生したことが明らかになった。NWSは典型的な炭酸塩プラットフォームであることから、世界の他の炭酸塩プラットフォームでも同様のドロマイト化作用が生じたと想定される。この成果はドロマイトの成因に関する理解を深める新たな知見である。

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

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

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

11:30 ~ 11:45

[G-O-30] 中部九州火山地域温泉水ストロンチウム同位体組成：マグマ経由火山性地殻流体とスラブ流体起源有馬型塩水の比較

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

キーワード：スラブ流体、ストロンチウム同位体、沈み込み、水

沈み込んだ海洋地殻と海洋堆積物の空隙からの放出あるいは含水鉱物の脱水で生成するスラブ流体は、沈み込み場の水／元素循環、地質現象で重要な役割を担う。スラブ流体の同位体化学組成、前弧域での生成過程、上昇移動経路や地殻付近での分布など、実態は明らかになっていない。沈み込み場深部で生成したスラブ流体は、一部はマントルを通過し表層へ再循環すると考えられている。西日本では非火山域にマグマを経由した流体に近い酸素－水素同位体比やマントル的な高いヘリウム同位体組成をもつ有馬型塩水が存在する[e.g.,1,2]。その特徴から地殻へ上昇した前弧スラブ流体起源と考えられる有馬型塩水は[e.g.,3,4,5,6]、マグマ経由火山性地殻流体（地殻付近でマグマから放出された水）と地球化学的特徴が類似するため、地殻付近のスラブ流体を捉えるには、マグマ経由地殻流体と有馬型塩水を区別できる新たな指標が必要である。有馬温泉と鹿塩鉱泉の分析結果から、有馬型塩水ストロンチウム安定同位体組成($\delta^{88}/86\text{Sr}$)は、表層で循環する流体とは明瞭に区別できる軽い同位体組成であることから、新識別指標としての可能性が示された[7]。識別指標として確立するには、マグマ経由火山性地殻流体との比較検討が求められる。中部九州の火山域には、断層沿いに有馬塩水、マグマ経由火山性地殻流体、表層だけで循環し火山ガス成分が供給された水などが混在すると考えられる[e.g.,8]。本研究では、中部九州の火山域でマグマ経由火山性地殻流体のストロンチウム同位体組成分析結果報告、前弧スラブ流体起源有馬型塩水との比較、新指標としての有効性を議論する。

[1] Matsubaya et al., 1973. *Geochemical Journal*, 7(3), 123– 151.

<https://doi.org/10.2343/geochemj.7.123>

[2] Masuda et al., 1986. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 50(1), 19– 28.

[https://doi.org/10.1016/0016-7037\(86\)90044-x](https://doi.org/10.1016/0016-7037(86)90044-x)

[3] Kazahaya et al., 2014. *Journal of Japanese Association of Hydrological Sciences*, 44(1), 3– 16. (in Japanese). <https://doi.org/10.4145/jahs.44.3>

[4] Kusuda et al., 2014. *Earth Planets and Space*, 66(1), 119.

<https://doi.org/10.1186/1880-5981-66-119>

[5] Nakamura et al., 2014. *Gondwana Research*, 70, 36– 49.

<https://doi.org/10.1016/j.gr.2019.01.007>

[6] Morikawa et al., 2016. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 182, 173– 196.

<https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.03.017>

[7] Kani et al., 2023. *Geophysical Research Letters*, 50, e2022GL100309.

[8] Iwamori et al., 2023 *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 433, doi:

[10.1016/j.jvolgeores.2022.107739](https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2022.107739)

セッション口頭発表 | G. ジェネラルセッション

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

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

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

11:45 ~ 12:00

[G-O-31] Gold distribution in the Eastern Desert of Egypt and its relation to ophiolitic serpentinites from a Neoproterozoic accretionary complex

*Yasser Medhat Hassan Abdelrahman^{1,2}, Atsushi Okamoto¹, Abdel-Moneim EldougDoug², Mohamed Gobashy³ (1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, Japan, 2. Geology Department, Faculty of Science, Cairo University, Egypt, 3. Geophysics Department, Faculty of Science, Cairo University, Egypt)

キーワード : Serpentine, Gold, Ophiolite, Egypt, Neoproterozoic

The Eastern Desert of Egypt, especially its central segment, hosts a high number of ancient gold production sites. Gold deposits in this area are mostly vein-type and many of them follow ophiolitic assemblages, which show forearc geochemical signatures. The ophiolitic serpentinites are variably carbonatized and are commonly altered to talc-carbonate assemblages along shear zones. The present work considers both the magnetic susceptibility and the geochemistry of the serpentinites and their associated rocks in relation to their gold contents. The serpentinites from the Eastern Desert shows variable magnetic susceptibility, which is highly controlled by their magnetite content and the size of the magnetite crystals. The susceptibility of talc-carbonate assemblages overlaps with the serpentinites. However, there is no clear relationship between the magnetic susceptibility and the gold content in the serpentinites and their associated rocks. Reconnaissance gold and whole-rock trace element analyses were conducted on 30 representative samples of serpentinites and their derivatives from four areas in the central segments of the Eastern Desert of Egypt. Gold was detected in 18 samples and it ranges from 0.001 to 0.022 ppm. One sample shows a relatively high gold content (0.202 ppm). This sample is composed essentially of coarse-grained antigorite and it is derived from the Fawakhir area, which is known historically for its gold mining. In addition to gold, the sample shows also the highest As (425 ppm), Sb (20 ppm), W (2.35 ppm) and U (1.96 ppm) contents compared to other serpentinites. The REE contents of the sample is higher than the other serpentinites in the area and its chondrite-normalized pattern is relatively flat with distinct negative Eu anomalies. Another quartz-carbonate sample from the Fawakhir area shows the highest Ag (0.582 ppm), Bi (0.252 ppm), Cd (0.428 ppm), Co (129 ppm), Cu (266 ppm), Mo (4.01 ppm), Pb (14.95 ppm), Se (2.68 ppm), Te (0.458 ppm), Tl (0.376 ppm) and Zn (775 ppm) contents among the analyzed samples, but its Au content is relatively low (0.005 ppm). Further work is still needed to understand the relationship between the distribution of gold and other precious and base metals and alteration processes in mantle rocks, which could be possible by the conducting further studies on the serpentinites and their derivative rocks in the Eastern Desert, especially from the Fawakhir area.

