2022年9月6日(火)

口頭第2会場

セッション口頭発表 | T6.［トピック］日本列島の起源再訪

[3oral201-13] T6.［トピック］日本列島の起源再訪

座長:磯崎 行雄(東京大学)、佐藤 友彦(岡山理科大学)、澤木 佑介(東京大学)
08:45 ～ 12:00 口頭第2会場 (14号館101教室)

[T6-O-1] 地球化学データベースから見る、日本列島基盤岩組成の東西差、地域性と、日本列島形成モデルとの関係
*原口 悟[1]、上木 賢太[2]、岩森 光[1]（1. 東京大学地震研究所、2. 海洋研究開発機構）
08:45 ～ 09:00

[T6-O-2] 北海道東部の砕屑性ジルコン U-Pb年代研究から推定された古千島弧の起源と北東アジアの進化
*七山 太[1]、山崎 徹[2]、金松 敏也[3]、岩野 秀樹[4,5]、檀原 徹[4]、平田 岳史[5]（1. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka、2. Geological Survey of Japan, AIST、3. JAMSTEC、4. Kyoto Fission-Track Co., Ltd.、5. The University of Tokyo）
09:00 ～ 09:15

[T6-O-3] 日本列島弧海溝系の北方延長：サハリンにおける白亜紀前弧砂岩の後背地解析
*佐藤 友彦[1]、磯崎 行雄[2]、堤 之恭[3]、重田 康成[3]、小玉 一人[4]、長谷川 卓[5]（1. 岡山理科大学、2. 東京大学、3. 国立科学博物館、4. 高知大学、5. 金沢大学）
09:15 ～ 09:30

[T6-O-4] 白亜紀西南日本弧の前弧堆積盆地と後背地：熊本県天草に産する白亜系・古第三系砂岩の砕屑性ジルコン U– Pb年代測定
*吉田 聡[1]、磯崎 行雄[1]、中畑 浩基[1]、佐藤 友彦[2]、堤 之恭[3]（1. 東京大学大学院総合文化研究科、2. 岡山理科大学、3. 国立科学博物館地学研究部）
09:30 ～ 09:45

[T6-O-5] 北部九州の白亜紀花崗岩類のジルコン U-Pb年代
*堤 之恭[1]、谷 健一郎[1]（1. 国立科学博物館地学研究部）
09:45 ～ 10:00

[T6-O-6] 日本の白亜紀－古第三紀の火成活動の時空間変遷とテクトニクスとの関連
*山岡 健[1]、ウォリス サイモン[1]（1. 東京大学）
10:00 ～ 10:15

[T6-O-7] 飛騨帯の起源：二つの中国地塊間の未完の衝突帯
*磯崎 行雄[1]（1. 東京大学）
10:15 ～ 10:30

[T6-O-8] （招待講演）日本海花崗岩類の Zircon U-Pb年代と全岩化学組成から制約される、日本海拡大前の本州弧テクトニクス復元
*谷 健一郎[1]、堀江 憲路[2]、Dunkley Daniel[3]（1. 国立科学博物館、2. 国立極地研究所、3. Polish Academy of Sciences）
10:30 ～ 10:45

[T6-O-9] 根田茂帯・北部北上帯南縁部に散在する古生代の島弧性構造岩塊
*内野 隆之[1]（1. 産総研地質調査総合センター）
10:45 ～ 11:00

[T6-O-10] 山口県美祢市における常森層の地質構造及び堆積環境
*志原 早紀[1]、辻 智大[1]（1. 山口大学大学院創成科学研究科）
11:00 ～ 11:15

[T6-O-11] 前期石炭紀における古日本のテクトニックセッティングと古地理：飛騨外縁帯，苦鉄質火山岩類の地球化学的特徴からの制約
*志村 侑亮[1]、東田 和弘[2]、山本 鋼志[2]、ナドミド バヤルト[3]（1. 産総研地質調査総合センター、2. 名古屋大学博物館、3. 名古屋大学）
11:15 ～ 11:30

[T6-O-12] （招待講演）日本列島における古生代前期の動物化石群とその古地理学的特徴
*田中 源吾[1]（1. 熊本大学）
11:30 ～ 11:45

[T6-O-13] オルドビス紀以降の東北日本の地殻進化： U-Pb年代– Hf同位体比同時分析を駆使したジルコン学による新知見
*辻森 樹[1]、パストルガラン ダニエル[2,1]、ガンバット アリアンセッセグ[3,1]（1. 東北大学、2. グラナダ大学、3. 香港大学）
11:45 ～ 12:00

口頭第3会場

セッション口頭発表 | G1-6. ジェネラル　サブセッション岩石・鉱物・火山

[3oral301-04] G1-6. ジェネラル　サブセッション岩石・鉱物・火山

座長:遠藤 俊祐(島根大学)
08:45 ～ 09:45 口頭第3会場 (14号館102教室)

[G6-O-1] 風化度指標 W値を用いた江若花崗岩中の断層岩の諸特性
*岩森 暁如[1]、小北 康弘[2]、島田 耕史[2]、立石 良[3]、高木 秀雄[4]、太田 亨[4]、菅野 瑞穂[2]、和田 伸也[1]、大野 顕大[1]、大塚 良治[1]（1. 関西電力、2. 日本原子力研究開発機

構、3. 富山大学、4. 早稲田大学）

08:45 ～　09:00

[G6-O-2] 太古代超苦鉄質岩から産するジルコンの示す岩体変質履歴

*沢田 輝[1]、森下 知晃[2]、谷 健一郎[3]（1. 海洋研究開発機構、2. 金沢大学、3. 国立科学博物館）

09:00 ～　09:15

[G6-O-3] 酸化鉄バンドを伴う堆積岩中での無機的なプロセスによる白色スポットの形成

*河原 弘和[1,2]、吉田 英一[3]、西本 昌司[4]、纐纈 佑衣[1]、勝田 長貴[5]、梅村 綾子[3]（1. 名古屋大学大学院、2. JOGMEC、3. 名古屋大学博物館、4. 愛知大学、5. 岐阜大学）

09:15 ～　09:30

[G6-O-4] カルサイト合成実験における流体包有物の形成条件

*山内 彩華[1]、坂口 有人[1]（1. 山口大学大学院創成科学研究科）

09:30 ～　09:45

口頭第4会場

セッション口頭発表 | T13.［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

[3oral401-12] T13.［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)、小松原 純子(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、小荒井 衛(茨城大学理学部)

08:45 ～ 11:45 口頭第4会場 (14号館401教室)

[T13-O-1] 地盤情報に基づく北海道の地盤平均 S波速度分布の推定

*廣瀬 亘[1]、戸松 誠[1]、竹内 慎一[1]（1. 北海道立総合研究機構）

08:45 ～　09:00

[T13-O-2] 常時微動計測結果からみる水戸及び霞ヶ浦周辺の谷底平野の地形発達的特徴と地盤災害特性

*小荒井 衛[1]、川村 直輝[1]、中島 展之[1]、中野 早登[1]、先名 重樹[2]、中埜 貴元[3]（1. 茨城大学理学部、2. 防災科学技術研究所、3. 国土地理院）

09:00 ～　09:15

[T13-O-3] 小規模な開析谷内の沖積層に記録された海進と海退：埼玉県芝川低地の例

*小松原 純子[1]（1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター）

09:15 ～　09:30

[T13-O-4] 東京山の手に発達する谷底低地の S波速度構造と地盤震動特性

*中澤 努[1]、長 郁夫[1]、小松原 純子[1]、坂田 健太郎[1]（1. 産業技術総合研究所）

09:30 ～　09:45

[T13-O-5] 千葉県市原市町田（養老川下流域）の沖積層について（予報）

*小島 隆宏[1]、風岡 修[1]、中澤 努[2]、吉田 剛[1]（1. 千葉県環境研究センター、2. 産業技術総合研究所）

09:45 ～　10:00

[T13-O-6] 仁和洪水（西暦888年）砂層の堆積学的研究からみた千曲川洪水と土地利用の関係

*保柳 康一[1]、亀谷 兼人[1]（1. 信州大学）

10:00 ～　10:15

[T13-O-7] 帯水層蓄熱に関わる大都市圏下の中-上部更新統

*三田村 宗樹[1]（1. 大阪公立大学）

10:15 ～　10:30

[T13-O-8] 関東平野中央部野田地域における MIS 7e～5e相当層の層相とテフラ・花粉群集の層序関係の検討

*米岡 佳弥[1]、坂田 健太郎[1]、中澤 努[1]、本郷 美佐緒[2]、中里 裕臣[3]（1. 産総研地調、2. アルプス調査所、3. 農研機構農工研）

10:30 ～　10:45

[T13-O-9] 災害用井戸を利用した地下水流動方向の把握の精度向上

*吉田 剛[1]、伊藤 直人[1]、風岡 修[1]、香川 淳[1]、八武崎 寿史[1]、小島 隆宏[1]（1. 千葉県環境研究センター）

10:45 ～　11:00

[T13-O-10] 関西地域における地盤情報の利活用状況について

*北田 奈緒子[1]、濱田 晃之[1]、水谷 光太郎[1]、三村 衛[2]（1. 一般財団法人　地域地盤環境研究所、2. 京都大学大学院　）

11:00 ～　11:15

[T13-O-11] 断層条線から推定する断層すべりと破壊伝播方向：恵那山断層の例

*重松 紀生[1]、吾妻 崇[1]、中島 礼[2]、安江 健一[3]、立石 良[3]、廣内 大助[4]（1. 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、3. 富山大学都市デザイン学部、4. 信州大学教育学部）

11:15 ～　11:30

[T13-O-12] 人工改変によるローム層分布域の地震時流動性地すべりのリスク変化ー多摩ニュータウンを事例にー

*鈴木 毅彦[1]、千木良 雅弘[2]、松四 雄騎[3]、中山 大地[1]（1. 東京都立大学都市環境学部地理環境学科、2. 公益財団法人深田地質研究所、3. 京都大学防災研究所）

11:30 ～　11:45

口頭第5会場

セッション口頭発表 | T9. ［トピック］ カーボンゼロエミッションに貢献する石油天然ガス石炭地質学・有機地球化学

[3oral501-08] T9. ［トピック］ カーボンゼロエミッションに貢献する石油天然ガス石炭地質学・有機地球化学

座長:三瓶 良和(島根大学大学院自然科学研究科)、千代延 俊(秋田大学国際資源学研究科)、山口 悠哉(石油資源開発株式会社)
09:15 ～ 12:00 口頭第5会場 (14号館402教室)

[T9-O-1] （招待講演）カーボンニュートラルと CO_2地中貯留
*辻 健[1] （1. 東京大学）
09:15 ～　09:45

[T9-O-2] （招待講演）玄武岩を利用した CO_2の地中貯留および鉱物化
*徂徠 正夫[1] （1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所）
09:45 ～　10:15

[T9-O-3] 国内 CCSに向けた地質技術者の役割
島野 恭史[1]、瀬戸口 怜子[1]、*池 俊宏[1] （1. 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構）
10:15 ～　10:30

[3oral501-08-4add] 休憩
10:30 ～　10:45

[T9-O-4] 本邦中新世～鮮新世火山岩油ガス貯留層における CO_2鉱物固定ナチュラルアナログ
*八木 正彦[1] （1. 石油資源開発株式会社　技術本部）
10:45 ～　11:00

[T9-O-5] 長岡 CCS実証サイトの CO_2砂岩貯留岩と不均質性
*千代延 俊[1] （1. 秋田大学国際資源学研究科）
11:00 ～　11:15

[T9-O-6] 秋田県に分布する女川層珪質岩タイトオイルの開発にかかる低炭素社会への貢献
*玉川 哲也[1]、辻 隆司[1] （1. 石油資源開発（株）技術本部技術研究所）
11:15 ～　11:30

[T9-O-7] Methane hydrate formation process in the forearc basin of Southwest Japan: Methane was generated beneath the trench bottom.
*金子 信行[1] （1. 産業技術総合研究所）
11:30 ～　11:45

[T9-O-8] 本邦の石炭と現世陸源有機物の水素指数：斐伊川-宍道湖および飯梨川-中海水系を例として
*三瓶 良和[1]、内堀 奈美[2]、石田 貴博[2] （1. 島根大学大学院自然科学研究科、2. 島根大学総合理工学部）
11:45 ～　12:00

口頭第1会場

セッション口頭発表 | G1-7.　ジェネラル　サブセッション海洋地質

[3oral101-07] G1-7.　ジェネラル　サブセッション海洋地質

座長:三澤 文慶(産業技術総合研究所)
10:00 ～ 12:00 口頭第1会場 (14号館501教室)

[G7-O-1] 東京湾における海底近傍のガス層の分布と音響散乱現象との関連性について
*梶原 勘吉[1,2]、鶴 哲郎[1]、井上 卓彦[2] （1. 東京海洋大学、2. 産業技術総合研究所）
10:00 ～　10:15

[G7-O-2] 内湾から採取された海洋コアの人新世における重金属および有機物分析による底質環境変化の解析ー高知県浦ノ内湾を研究例としてー
*村山 雅史[1,2]、神徳 理紗[5]、新井 和乃[2]、原田 尚美[3,4] （1. 高知大学農林海洋科学部、2. 高知大学海洋コア総合研究センター、3. 海洋研究開発機構 地球環境部門、4. 東京大学大気海洋研究所、5. 高知大学総合人間自然科学研究科）
10:15 ～　10:30

[G7-O-3] 南海トラフにおけるタービダイトの堆積年代と堆積間隔 ー 非破壊物性・元素濃度と放射性炭素年代を用いた研究 ー
*芦 寿一郎[1]、中西 諒[1] （1. 東京大学）
10:30 ～　10:45

[G7-O-4] 浅部構造から紐解く東北沖上盤プレートの変動
*三澤 文慶[1]、高下 裕章[1]、冨士原 敏也[2]、荒井 晃作[1] （1. 産業技術総合研究所、2. 海洋研究開発機構）
10:45 ～　11:00

[3oral101-07-5add] 休憩
11:00 ～　11:15

[G7-O-5] 窒素ガス吸着法を用いた沈み込み帯断層の微小間隙構造分析
*中元 啓輔[1]、亀田 純[1]、濱田 洋平[2]、増本 広和[1] （1. 北海道大学、2. 海洋研究開発機構）
11:15 ～　11:30

[G7-O-6] プチスポットパイプを活用してのモホール計画ー一海洋マントル掘削の新たな提案
*石井 輝秋[1]、金子 誠[2]、平野 直人[3]、町田 嗣樹[4]、秋澤 紀克[5] （1. 静岡大学防災総合センター、2. 深田地質研究所、3. 東北大学、4. 千葉工業大学、5. 東京大学）
11:30 ～　11:45

[G7-O-7] 中部沖縄トラフ野甫熱水地帯で観測された温度潮

汐変動とその原因

*木下 正高[1]、北田 数也[2]、野崎 達生[3] （1. 東京大学地震研究所、2. 海洋研究開発機構超先鋭研究開発部門、3. 海洋研究開発機構海底資源センター）

11:45 ～ 12:00

口頭第3会場

セッション口頭発表 | T2.［トピック］新生界地質から読み解く西南日本弧の成立ー付加体形成から背弧拡大まで

[3oral305-10] T2.［トピック］新生界地質から読み解く西南日本弧の成立ー付加体形成から背弧拡大まで

座長:藤内 智士(高知大学)
10:00 ～ 11:45 口頭第3会場 (14号館102教室)

[T2-O-1] （招待講演）新生代グローバルテクトニクス論争と西南日本
-海嶺沈み込み、海盆拡大、島弧体系の成立-

*木村 学[1]、橋本 善孝[2]、山口 飛鳥[3] （1. 海洋研究開発機構、2. 高知大学、3. 東京大学大気海洋研究所）

10:00 ～ 10:30

[T2-O-2] 南関東の前弧海盆の分化と海底地すべり：鮮新世の指標テフラと生層序による年代制約

*宇都宮 正志[1]、田村 糸子[2]、野崎 篤[3]、中嶋 輝允 （1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、2. 中央大学、3. 平塚市博物館）

10:30 ～ 10:45

[T2-O-3] 巨摩山地桃の木亜層群の地質から制約する伊豆弧衝突開始年代

*箱守 貴[1]、谷 健一郎[2]、黒田 潤一郎[1]、山口 飛鳥[1] （1. 東京大学大気海洋研究所、2. 国立科学博物館）

10:45 ～ 11:00

[T2-O-4] 熊野灘南海トラフ海底地すべりと付加体テクトニクスの関連

*金松 敏也[1]、芦 寿一郎[2] （1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 東京大学大気海洋研究所）

11:00 ～ 11:15

[T2-O-5] 西南日本弧の前弧海盆に記録された中期中新世の応力

*安邊 啓明[1]、佐藤 活志[1] （1. 京都大学大学院理学研究科）

11:15 ～ 11:30

[T2-O-6] 山陰東部の前期中新世の伸長ひずみは小さかった？

*羽地 俊樹[1] （1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター）

11:30 ～ 11:45

セッション口頭発表 | T2.［トピック］新生界地質から読み解く西南日本弧の成立ー付加体形成から背弧拡大まで

[3oral311-21] T2.［トピック］新生界地質から読み解く西南日本弧の成立ー付加体形成から背弧拡大まで

座長:羽地 俊樹(産業技術総合研究所　地質調査総合センター)、新正 裕尚
13:30 ～ 16:30 口頭第3会場 (14号館102教室)

[T2-O-7] 紀伊半島東部の四万十付加体竜神コンプレックスに挟在する珪長質凝灰岩のジルコン U– Pb及び FT年代

*星 博幸[1]、川上 裕[2,3]、岩野 英樹[4,5]、檀原 徹[4] （1. 愛知教育大学自然科学系、2. 愛知教育大学大学院教育学研究科、3. 石油天然ガス・金属鉱物資源機構、4. 京都フィッション・トラック、5. 東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設）

13:30 ～ 13:45

[T2-O-8] 室戸半島，四万十帯菜生層群及び四十寺山層の珪長質凝灰岩ジルコン U– Pb年代

*原 英俊[1] （1. 産業技術総合研究所地質情報研究部門）

13:45 ～ 14:00

[T2-O-9] 高知県室戸半島に露出する古第三系室戸層に見られる乱堆積層

*松元 日向子[1]、藤内 智士[1] （1. 高知大学）

14:00 ～ 14:15

[T2-O-10] 四国白亜紀四万十付加体牟岐メランジュの基質頁岩およびユニット境界断層のイライト K– Ar年代

*藤内 智士[1]、西野 佑哉[1]、松島 雄飛[1]、橋本 善孝[1]、八木 公史[2]、富岡 尚敬[3] （1. 高知大学、2. 蒜山地質年代学研究所、3. 海洋研究開発機構高知コアセンター）

14:15 ～ 14:30

[T2-O-11] 西南日本内帯と外帯の接合様式と接合境界

*中島 隆[1,2] （1. 国立科学博物館、2. 神奈川県立生命の星地球博物館）

14:30 ～ 14:45

[T2-O-12] 中央構造線をこえて来たナップ：中新統久万層群の巨礫からの示唆

*山路 敦[1]、楠橋 直[2]、谷 健一郎[3] （1. 京都大学、2. 愛媛大学、3. 国立科学博物館）

14:45 ～ 15:00

[3oral311-21-7add] 休憩

15:00 ～ 15:15

[T2-O-13] 福岡県北西部における日本海拡大後の火山活動

*佐藤 大介[1] （1. 産総研地質調査総合センター）

15:15 ～ 15:30

[T2-O-14] 中期中新世後半の九州と西南日本の背弧における

島弧方向の応力勾配

*牛丸 健太郎[1]、山路 敦[1]（1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻）

15:30 ～　15:45

[T2-O-15] 放射年代と全岩化学組成に基づく九州西部天草地域の中新世貫入岩の起源の検討

*新正 裕尚[1]、赤坂 真奈[2]、折橋 裕二[2]、仁木 創太[3]、佐々木 実[2]、平田 岳史[3]（1. 東京経済大学全学共通教育センター、2. 弘前大学理工学部地球環境防災学科、3. 東京大学理学系研究科地殻化学実験施設）

15:45 ～　16:00

[T2-O-16] Great earthquake at 7.3 ka inferred from tsunami deposits, southwestern Japan

*七山 太[1]（1. ふじのくに地球環境史ミュージアム ）

16:00 ～　16:15

[T2-O-17] 海洋底拡大前夜の背弧海盆の中軸部は冷たいのか熱いのか？沖縄トラフ南部での科学掘削に向けた検討

*大坪 誠[1]、新井 隆太[2]、土岐 知弘[3]、木下 正高[4]、三澤 文慶[1]、大橋 聖和[5]、久保田 好美[6]、宮川 歩夢[1]、池上 郁彦[7]、Christine Regalla[8]、Chih-Chieh Su[9]（1. 産業技術総合研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 琉球大学、4. 東京大学地震研究所、5. 山口大学、6. 国立科学博物館、7. タスマニア大学、8. 北アリゾナ大学、9. 国立台湾大学）

16:15 ～　16:30

口頭第4会場

セッション口頭発表 | T13.［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

[3oral413-19] T13.［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)、小島 隆宏(千葉県環境研究センター)

13:30 ～ 15:30 口頭第4会場 (14号館401教室)

[T13-O-13] （招待講演）3次元地質モデルを用いた都市地下浅部の地質情報整備と今後の展開

*野々垣 進[1]（1. 産総研 地質調査総合センター）

13:30 ～　14:00

[T13-O-14] 複合現実（ MR）技術による3D地質地盤モデルへの活用事例

*宮城 康夫[1]、グエン ティ　タオ　バン[1]、尾高 潤一郎[1]（1. 基礎地盤コンサルタンツ株式会社）

14:00 ～　14:15

[T13-O-15] テキストマイニングを活用した地質情報の要約手法

*戸邉 勇人[1]、松川 剛一[1]、升元 一彦[1]（1. 鹿島建設株式会社）

14:15 ～　14:30

[T13-O-16] 2022年トンガ火山噴火で発生した「空振」による地下水位変動

*香川 淳[1]、吉田 剛[1]（1. 千葉県環境研究センター地質環境研究室）

14:30 ～　14:45

[T13-O-17] 房総半島九十九里平野中部における上ガスの分布と噴出状況について：2009～2022年の調査結果

*風岡 修[1]、小島 隆宏[1]、伊藤 直人[1]、八武崎 寿史[1]、吉田 剛[1]、香川 淳[1]（1. 千葉県環境研究センター地質環境研究室）

14:45 ～　15:00

[T13-O-18] 霧島市における湧水利用上水道の地質特性と持続可能性

*髙嶋 洋[1]（1. 第一工科大学）

15:00 ～　15:15

[T13-O-19] プラネタリー・バウンダリーと社会

*石川 正弘[1]（1. 横浜国立大学 大学院環境情報研究院/都市科学部）

15:15 ～　15:30

セッション口頭発表 | G1-8. ジェネラル　サブセッション応用地質・地質災害・技術

[3oral420-24] G1-8. ジェネラル　サブセッション応用地質・地質災害・技術

座長:西山 賢一(徳島大学大学院社会産業理工学研究部)、加瀬 善洋(北海道立総合研究機構)

15:45 ～ 17:00 口頭第4会場 (14号館401教室)

[G8-O-1] 道東地域におけるテフラ層すべりの成因の再検討と空中写真 SfM画像から判読した地すべり地形の意義

*加瀬 善洋[1]、小安 浩理[1]、仁科 健二[1]、石丸 聡[1]、奥水 健一[1]（1. 北海道立総合研究機構）

15:45 ～　16:00

[G8-O-2] 強震動に伴うテフラ層すべりの発生初期過程-北海道胆振東部地震を例として

*廣瀬 亘[1]（1. 北海道立総合研究機構）

16:00 ～　16:15

[G8-O-3] 崩壊・地すべりの発生可能性リスクモデルの構築

*菅原 宏[1]（1. ベルセッジ・インコーポレイテッド）

16:15 ～　16:30

[G8-O-4] 三次元地質モデルの逐次更新システムの開発と山岳トンネル現場での適用

*吉河 秀郎[1]、福田 毅[1]、青野 泰久[1]、齊藤 寛治[1]（1. 清水建設株式会社）

16:30 〜　16:45

[G8-O-5] 地盤情報データベースを用いた徳島平野・鳴門市周辺の地下地質

*西山 賢一[1]（1. 徳島大学大学院社会産業理工学研究部）

16:45 〜　17:00

口頭第1会場

ランチョン・夜間集会 | ［ランチョン］海洋地質部会

[3oral1-1230] ［ランチョン］海洋地質部会

座長:小原 泰彦(海上保安庁海洋情報部)、三澤 文慶(産業技術総合研究所)、松崎 賢史(東京大学　大気海洋研究所)

12:30 〜 13:30 口頭第1会場 (14号館501教室)

[3oral1-1230-1add] 海洋地質部会ランチョン

12:30 〜　13:30

セッション口頭発表 | T6.［トピック］日本列島の起源再訪

[3oral201-13] T6.［トピック］日本列島の起源再訪

座長:磯崎 行雄(東京大学)、佐藤 友彦(岡山理科大学)、澤木 佑介(東京大学)
2022年9月6日(火) 08:45 ～ 12:00 口頭第2会場 (14号館101教室)

[T6-O-1] 地球化学データベースから見る、日本列島基盤岩組成の東西差、地域性と、日本列島形成モデルとの関係

*原口 悟[1]、上木 賢太[2]、岩森 光[1] （1. 東京大学地震研究所、2. 海洋研究開発機構）

08:45 ～ 09:00

[T6-O-2] 北海道東部の砕屑性ジルコン U-Pb年代研究から推定された古千島弧の起源と北東アジアの進化

*七山 太[1]、山崎 徹[2]、金松 敏也[3]、岩野 秀樹[4,5]、檀原 徹[4]、平田 岳史[5] （1. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka、2. Geological Survey of Japan, AIST、3. JAMSTEC、4. Kyoto Fission-Track Co., Ltd.、5. The University of Tokyo）

09:00 ～ 09:15

[T6-O-3] 日本列島弧海溝系の北方延長：サハリンにおける白亜紀前弧砂岩の後背地解析

*佐藤 友彦[1]、磯崎 行雄[2]、堤 之恭[3]、重田 康成[3]、小玉 一人[4]、長谷川 卓[5] （1. 岡山理科大学、2. 東京大学、3. 国立科学博物館、4. 高知大学、5. 金沢大学）

09:15 ～ 09:30

[T6-O-4] 白亜紀西南日本弧の前弧堆積盆地と後背地：熊本県天草に産する白亜系・古第三系砂岩の砕屑性ジルコン U– Pb年代測定

*吉田 聡[1]、磯崎 行雄[1]、中畑 浩基[1]、佐藤 友彦[2]、堤 之恭[3] （1. 東京大学大学院総合文化研究科、2. 岡山理科大学、3. 国立科学博物館地学研究部）

09:30 ～ 09:45

[T6-O-5] 北部九州の白亜紀花崗岩類のジルコン U-Pb年代

*堤 之恭[1]、谷 健一郎[1] （1. 国立科学博物館地学研究部）

09:45 ～ 10:00

[T6-O-6] 日本の白亜紀ー古第三紀の火成活動の時空間変遷とテクトニクスとの関連

*山岡 健[1]、ウォリス サイモン[1] （1. 東京大学）

10:00 ～ 10:15

[T6-O-7] 飛騨帯の起源：二つの中国地塊間の未完の衝突帯

*磯崎 行雄[1] （1. 東京大学）

10:15 ～ 10:30

[T6-O-8] （招待講演）日本海花崗岩類の Zircon U-Pb年代と全岩化学組成から制約される、日本海拡大前の本州弧テクトニクス復元

*谷 健一郎[1]、堀江 憲路[2]、Dunkley Daniel[3] （1. 国立科学博物館、2. 国立極地研究所、3. Polish Academy of Sciences）

10:30 ～ 10:45

[T6-O-9] 根田茂帯・北部北上帯南縁部に散在する古生代の島弧性構造岩塊

*内野 隆之[1] （1. 産総研地質調査総合センター）

10:45 ～ 11:00

[T6-O-10] 山口県美祢市における常森層の地質構造及び堆積環境

*志原 早紀[1]、辻 智大[1] （1. 山口大学大学院創成科学研究科）

11:00 ～ 11:15

[T6-O-11] 前期石炭紀における古日本のテクトニックセッティングと古地理：飛騨外縁帯，苦鉄質火山岩類の地球化学的特徴からの制約

*志村 侑亮[1]、東田 和弘[2]、山本 鋼志[2]、ナドミド バヤルト[3] （1. 産総研地質調査総合センター、2. 名古屋大学博物館、3. 名古屋大学）

11:15 ～　11:30

[T6-O-12] （招待講演）日本列島における古生代前期の動物化石群とその古地理学的特徴

*田中 源吾[1] （1. 熊本大学）

11:30 ～　11:45

[T6-O-13] オルドビス紀以降の東北日本の地殻進化： U-Pb年代– Hf同位体比同時分析を駆使したジルコン学による新知見

*辻森 樹[1]、パストルガラン ダニエル[2,1]、ガンバット アリアンセッセグ[3,1] （1. 東北大学、2. グラナダ大学、3. 香港大学）

11:45 ～　12:00

地球化学データベースから見る、日本列島基盤岩組成の東西差、地域性と、日本列島形成モデルとの関係

The geochemical east-west difference and regional characteristics of the Japan arc basements from the geochemical database, and associated with the Japan arc development models

*原口 悟[1]、上木 賢太[2]、岩森 光[1]
*Satoru Harguchi[1], Kenta Ueki[2], Hikaru Iwamori[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 海洋研究開発機構
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, 2. JAMSTEC

日本海拡大前の日本列島の中国大陸縁辺における「原位置」は、日本海拡大モデルの構築に関連して、これまでに多くのモデルが提示されている。モデルを考えるに当たっては、日本海拡大前の地質を年代ごとに特徴をまとめ、地質形成過程の中での位置付けを明らかにするすることが重要となる。一方、日本列島の地質構造発達の地球化学分野からの検討も、各時代における化学分析の動向、および地質発達モデルの構築と改訂を反映しながら進められてきた。また、これらの検討に用いる化学データも、分析技術の進歩に伴い、質、量ともに急速に充実してきており、これらの研究を通した、日本列島の地球化学的な発達プロセスの解析は、今なお進行中の研究課題である。原口他（2019年地質学会秋季大会、JpGU-AGU Joint Meeting 2020）では、日本列島地殻構成要素の岩相ごとの「東西差」を、地球化学データベース「DODAI (Haraguchi et al., 2018)」に収録されたデータを基に、地殻の化学組成の形成過程を考察した（図１）。一方、同データベースの化学組成データと、地質調査所発行のシームレス地質図に基づく、岩相ごとの露出面積比との比較から、岩相ごとの化学組成データ数が大きく異なることが明らかになった。DODAI収録のデータでは、深成岩のデータ数が全体の約45%と、シームレス地質図での面積比の約11%に対して多く、深成岩への地球化学分野からの注目度が高いことが窺える。また、火山岩のデータも約30%を占めており、火成岩のデータ数が充実している。一方で変成岩、堆積岩は、面積比はそれぞれ約19%、25%に対して、DODAI収録データはそれぞれ約12%と少なく、化学方面からのアプローチの難しい分野であることが窺える。このような化学データ数の特徴は、国際的なデータベースのGEOROCの日本列島のデータでも同様に認められる。また、これらのデータ数の少ない岩相は、特定の研究によるデータ数が全体に対して大きな割合を占めることがあり、日本列島のような広域の化学的特徴を考えるに当たって強いバイアスをかけることがある。このため、日本列島地殻の形成モデルに火成岩以外の岩相の化学的特徴を導入するに当たっての大きな課題となっている。本報告では、これらの地質、地球化学データの特徴に基づく、日本列島の地球化学組成および形成モデルを考える上での現状と課題を紹介したい。

シームレス地質図に基づく岩質ごとの面積比算出にあたり、ご協力いただいた産総研・西岡芳晴氏に感謝いたします。

引用文献
Haraguchi, S., et al (2018) 地質学雑誌, 124, 1049-1054
原口他 (2019) 日本地質学会秋季大会, R18-P-4
原口他 (2020) JpGU-AGU Joint Meeting, MGI39-P03

キーワード：地球化学データベース、データ分布、シームレス地質図、日本列島の化学的特徴

Keywords: Geochemical database, Distribution of data, Seamless geological map, Geochemical characteristics of Japan Arc

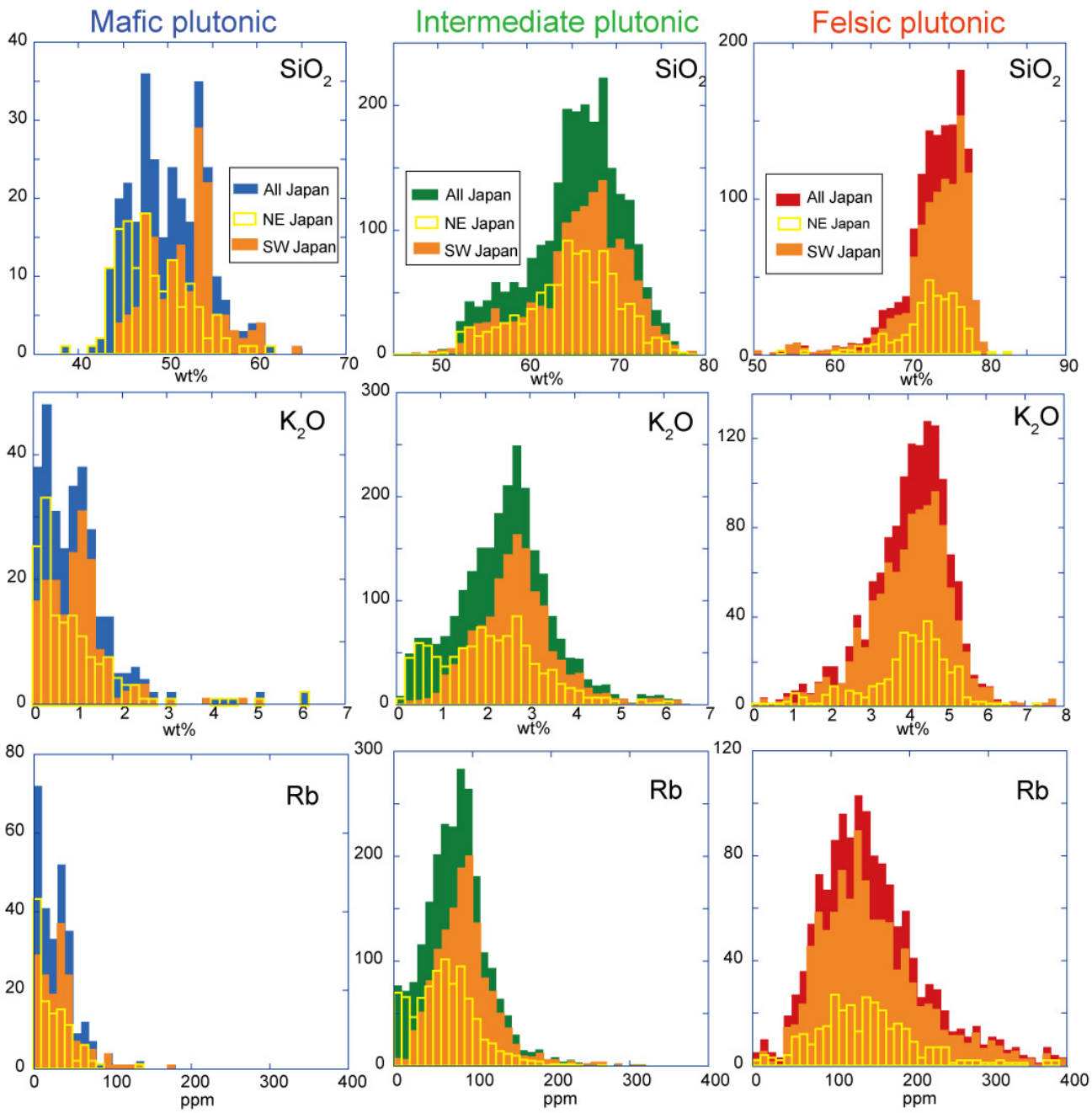


図 1 全日本、東北・西南日本の苦鉄質、中性、珪長質深成岩の SiO_2、K_2O、Rb の組成分布

北海道東部の砕屑性ジルコンU-Pb年代研究から推定された古千島弧の起源と北東アジアの進化

Origin and evolution of the Paleo-Kuril arc inferred from detrital zircon U-Pb chronology in eastern Hokkaido, NE Asia

*七山 太[1]、山崎 徹[2]、金松 敏也[3]、岩野 秀樹[4,5]、檀原 徹[4]、平田 岳史[5]
*Futoshi Nanayama Nanayama[1], Toru Yamasaki[2], Toshiya Kanamatsu[3], Hideki Iwano[4,5], Tohru Danhara[4], Takafumi Hirata[5]

1. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka、2. Geological Survey of Japan, AIST、3. JAMSTEC、4. Kyoto Fission-Track Co., Ltd.、5. The University of Tokyo
1. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka, 2. Geological Survey of Japan, AIST, 3. JAMSTEC, 4. Kyoto Fission-Track Co., Ltd., 5. The University of Tokyo

北海道東部に分布する根室・佐呂間両層群および幽仙境層は，後期白亜紀から中期始新世に堆積した古千島弧（PKA）の前弧または弧内海盆堆積物と考えられている（Nanayama et al., 1993）．北東アジアにおけるPKAの起源を明確にするために，これらを構成する火砕質砂岩層と酸性凝灰岩層からジルコン粒子を分離しU-Pb年代を調べた．その結果に基づいて，以下の結論を導き出した．
（1）PKAは，85 Ma付近の海洋イザナギプレート上の海洋性島弧に由来し，そこに仁頃層群の緑色岩コンプレックスが81～80 Maの間に付加した．佐呂間層群の最下位ユニットは，付加した仁頃層群の表面を不整合に覆っていた．
（2）その後PKAは，根室層群浜中層（～70 Ma）の堆積初期に北東アジアとの間に最初の衝突が発生し，北東アジアに隣接する陸弧に移行した．この衝突により，厚岸層の堆積中に巨大なスランプ層が発生した．また霧多布層の堆積中に根室半島全体が隆起し，人頭大の礫が大量に供給された．
（3）我々は北東アジアの端に北米プレートが発生した理由について，積極的に述べられる情報は持ち合わせてはいない．但し，PKAが北東アジア衝突した後，PKAは北米プレートに帰属し挙動してきた．一方，古日本弧（または東シホテ・アリン弧）とPKAは，日高帯（日高累層群）を介して前期始新世（55-46 Ma）に接合した（Nanayama et al., 2021）．
（4）浦幌層群を特徴づける陸成の粗粒な礫岩層の堆積年代は約40 Maであることが既に報告されている（Katagiri et al., 2019）．北東アジアでの2回目の衝突により，PKAの前弧域が隆起変形し，時計回りに折れ曲がった．
（5）現在の千島弧は36 Ma（始新世後期～漸新世初期）頃に成立し，さらに，千島背弧海盆は後期漸新世～初期中新世に開かれた．

参考文献

Katagiri, T. et al., 2019, Collisional bending of the western Paleo-Kuril Arc deduced from paleomagnetic analysis and age determination. Island Arc, 2019, e12329.
Nanayama, F. et al., 1993, Sedimentary petrology and paleotectonic analysis of the arc-arc junction: the Paleocene Nakanogawa Group in the Hidaka Belt, central Hoikkaido, Japan. Palaeogeography, Palaeoclinatology, Palaeoecology, 105, 53-69.
Nanayama, F. et al., 2021, The emplacement of in situ greenstones in the northern Hidaka belt: the tectonic relationship between subduction of the Izanagi–Pacific ridge and Hidaka magmatic activity. Island Arc, 30(1), e12403.

キーワード：古千島弧、後期白亜紀、ジルコンU-Pb年代、衝突、北東アジア
Keywords: Paleo-Kuril arc, Late Cretaceous, zircon U–Pb age, collision, NE Asia

日本列島弧海溝系の北方延長：サハリンにおける白亜紀前弧砂岩の後背地解析

Provenance analysis for Cretaceous fore-arc sandstones in Sakhalin: Northern connection of arc-trench system of Japan

*佐藤 友彦[1]、磯崎 行雄[2]、堤 之恭[3]、重田 康成[3]、小玉 一人[4]、長谷川 卓[5]
*Tomohiko Sato[1], Yukio Isozaki[2], Yukiyasu Tsutsumi[3], Yasunari Shigeta[3], Kazuto Kodama[4], Takashi Hasegawa[5]

1. 岡山理科大学、2. 東京大学、3. 国立科学博物館、4. 高知大学、5. 金沢大学
1. Okayama University of Science, 2. The University of Tokyo, 3. National Museum of Nature and Science, 4. Kochi University, 5. Kanazawa University

日本列島の構造発達史において、日本海拡大は最も大きな転換点である。その復元には、日本列島を構成する各地質体がその直前である白亜紀後期に何処に位置していたのかが鍵となる。日本の白亜系砂岩に含まれる砕屑性ジルコン粒子の年代データに基づき、後背地の推定が行われた結果、九州から北海道に至るまで、類似した年代ヒストグラムと経年変化を持つことが明らかになった [1,2] 。このことは、Greater South China [3] の大陸縁で堆積した前弧砂岩が約1,500kmに渡って分布することを意味する。日本列島の北方延長であるサハリンには、北海道の蝦夷層群の延長とされる白亜系砂岩が南北に分布する [4] 。本研究では、サハリンの白亜系砂岩の砕屑性ジルコン粒子の年代を測定し、その年代スペクトルから後背地解析を行った。サハリンの白亜系は、南北約700 kmに帯状に分布し、前弧海盆で堆積したと考えられる全層厚約5 kmの砂岩・泥岩層からなる。本研究では、最下位のアイ層（アルビアン）1層準、および最上位のクラスノヤルカ層（カンパニアン-マーストリヒチアン）4層準について, 複数の地域から採取された砂岩、計5試料を検討した。砕屑性ジルコンを分離し、国立科学博物館のLA-ICPMSを用いてU-Pb年代測定を行った。その結果、アイ層の砂岩は白亜紀初期の砕屑性ジルコン粒子が主体でわずかに先白亜系の粒子を含み、クラスノヤルカ層の砂岩はほぼ全て白亜紀後期の砕屑性ジルコン粒子からなることが明らかになった。これらのジルコンは、日本海（タタール海峡）拡大以前に極東ロシア沿海州に露出していた、先白亜系地質体およびそれに広域に貫入する白亜紀花崗岩類を起源とする砕屑粒子であると推定される。また、サハリンで得られた白亜系砂岩の砕屑性ジルコン年代スペクトルと、先行研究により報告された日本列島（九州から北海道まで）に産する白亜系砂岩とは、互いによく類似する。その共通するパタンは、白亜紀末の約4,000万年間にわたり浅海域へ砕屑物を供給した後背地が安定的に存在し続けたこと、また白亜紀中期～後期の珪長質火成岩類が露出していたことを示唆する。日本列島が島弧化する以前の白亜紀東アジアにおいて、約2,300 km以上に及ぶ長大な前弧堆積盆が存在していたことが、砕屑性ジルコン年代データから明らかになった。

文献：[1] 石坂ほか (2021) 地学雑誌，130，63-83. [2] 吉田ほか (2022) 地学雑誌，131，印刷中. [3] Isozaki (2019) Island Arc, 28, e12296. [4] 小玉ほか (2002) 地質学雑誌，108，366-384.

キーワード：砕屑性ジルコン、U-Pb年代、白亜紀、砂岩、サハリン
Keywords: detrital zircon, U-Pb age, Cretaceous, sandstone, Sakhalin

白亜紀西南日本弧の前弧堆積盆地と後背地：熊本県天草に産する白亜系・古第三系砂岩の砕屑性ジルコンU–Pb年代測定

Fore-arc basin and provenance in Cretaceous SW Japan: Detrital zircon U–Pb age of Cretaceous–Paleogene sandstones in Amakusa Islands, Kumamoto Prefecture

*吉田 聡[1]、磯崎 行雄[1]、中畑 浩基[1]、佐藤 友彦[2]、堤 之恭[3]
*Satoshi YOSHIDA[1], Yukio Isozaki[1], Hiroki Nakahata[1], Tomohiko Sato[2], Yukiyasu Tsutsumi[3]

1. 東京大学大学院総合文化研究科、2. 岡山理科大学、3. 国立科学博物館地学研究部
1. Department of Earth Science & Astronomy, Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo, 2. Okayama University of Science, 3. Department of Geology and Paleontology, National Museum of Nature and Science

西南日本の非変成浅海成白亜系砂岩の砕屑性ジルコンU–Pb年代が多数測定され，当時の日本列島の弧–海溝系における前弧堆積盆地の発達史が解明されつつある（例えば，中畑ほか，2015；長谷川ほか，2020）。これらの研究では，白亜紀末期から古第三紀の日本で，東は北関東（長谷川ほか，2020）から西は九州西部（吉田ほか，2022）まで，弧に沿って1,300 km以上にわたりほぼ共通の後背地を持った前弧堆積盆地が復元された。そこで本研究では，白亜紀–古第三紀における，西南日本の堆積盆地とその後背地の変遷をより正確に復元するため，岩相の類似性から前述の前弧堆積体の最西部に位置するとされた熊本県天草に産する非変成浅海成白亜系–古第三系砂岩中の砕屑性ジルコンのU–Pb年代を測定した。天草下島に分布する，姫浦層群上部亜層群下津深江層（FR3），古第三系の弥勒層群［赤崎層（FR2）と白岳層（BZ，ST）］，本渡層群砥石層（YK）,および坂瀬川層群［一町田層（MSD），二江層（FTE1），および鬼池層（OIK）］また，天草上島北部の前島に分布する，姫浦層群下部亜層群樋の島層（MS1）および弥勒層群赤崎層（MS1）の砂岩試料を採取した。

最も若い粒子に基づく，姫浦層群，弥勒層群，本渡層群，および坂瀬川層群の堆積年代はそれぞれ，白亜紀最末期マーストリヒチアン，始新世イプレシアン–ルテシアン，マーストリヒチアン，始新世ルテシアン–プリアボニアンと推定された。一方，前島の姫浦層群の堆積年代はカンパニアン，弥勒層群のそれはイプレシアンと推定された。これらの年代は石灰質ナンノ化石の年代（Okada, 1992），および凝灰岩の年代（Miyake et al., 2016）と整合的である。一方，一町田層からは，初めて砕屑性ジルコン年代に基づく年代根拠が得られた。測定した112粒の中で47.3 Maの粒子が最も若く，一町田層の堆積年代はルテシアンないしそれ以降であると判断される。

これらの砂岩の年代スペクトルは次の2パタンに分類される。すなわち，パタン1：白亜紀粒子を大量に含み，ジュラ紀–ペルム紀粒子やオルドビス紀–カンブリア紀の粒子を伴う（姫浦層群から本渡層群の7試料）。パタン2：白亜紀–ペルム紀の粒子が卓越し，明瞭なピークを持たない（坂瀬川層群の3試料）。
既報の西南日本の白亜系–古第三系浅海成砂岩の年代スペクトルと本研究の結果を比較すると，パタン1は長崎県西部の白亜紀最末期の三ツ瀬層、始新世の香焼層（吉田ほか，2022）および四国・紀伊半島の白亜紀最末期和泉層群（中畑ほか，2016；磯崎ほか2020）砂岩の年代スペクトルに酷似する。したがって，天草諸島の白亜系–古第三系砕屑岩が和泉層群などの白亜紀–古第三紀の前弧堆積体の最西端に相当することが、後背地の共通性からも再確認された。パタン1に顕著な古生代前期粒子は珪長質火成岩から供給されたと推定されるが，西南日本には相当する火成岩の分布は知られていない。古生代前期の砕屑粒子の起源は、構造浸食によりすでに消失した地質体か，あるいは日本海対岸の大陸塊（Greater South China）内であった可能性がある。一方，パタン2は250–70 Maの範囲になだらかに広がるピークを持ち，パタン1とは大きく異なることから，少なくともパタン２で最下位の一町田層（ルテシアン）の堆積以前に後背地の地殻構成に大きな改変があったことを示唆する。西南日本でのこの時期の地殻改変の候補として中央構造線（MTL）の出現が考えられ

る。天草下島ではMTL相当の低角度断層を介して、領家帯に属する砕屑岩類が三波川変成岩の構造的上位に産する。先行研究で低角度MTLの出現は暁新世サネティアン以降であったと推定されている（長谷川ほか，2019；磯﨑ほか，2020；中野ほか，2022）。本研究は，姫浦層群と弥勒層群（ルテシアン）が同じ後背地を持つ場で，約50 Maまで安定継続して堆積したことを確認した。低角度MTLの活動開始は，少なくとも九州西部では従来の推定よりも500万年以上遅かった可能性がある。

引用文献 中畑ほか（2015）地学雑，**124**，633–656；長谷川ほか（2020）地学雑，**129**，49–70；Okada (1992) *Jour. Geo. Soc. Japan*, **98**, 509–528； Miyake et al. (2016) *Paleont. Res.*, **20**, 302–311；吉田ほか（2022）地学雑，**131**，印刷中；中畑ほか（2016）地学雑，**125**，717–745；磯﨑ほか（2020）地質雑，**126**，639–644；長谷川ほか（2019）地学雑，128，391–417；中野ほか（2021）地学雑，**130**，707–728.

キーワード：砕屑性ジルコン、ウラン一鉛年代、白亜紀、古第三紀、砂岩
Keywords: detrital zircon, U-Pb age, Cretaceous, Paleogene, sandstone

北部九州の白亜紀花崗岩類のジルコンU-Pb年代

Zircon U-Pb ages of Cretaceous granitoids in northern Kyushu, southwest Japan

*堤 之恭[1]、谷 健一郎[1]
*Yukiyasu Tsutsumi[1], Kenichiro Tani[1]

1. 国立科学博物館地学研究部
1. Department of Geology and Paleontology, National Museum of Nature and Science

西南日本内帯には、白亜紀ー古第三紀花崗岩類が広く分布している（図A）．それらの年代は、東に向かって若くなるとする考えがあるものの、基本的には北に向かって若くなる傾向にある（Iida et al., 2015）．九州では臼杵ー八代構造線以北に白亜紀花崗岩が分布しており，その年代は北に向かって若くなる傾向が指摘されてきた（大和田ほか, 1999）．最近，ジルコンU-Pb年代測定においても，肥後帯から北部九州にかけて，大局的に花崗岩類の年代が若くなる傾向が改めて確認された（Tsutsumi, 2022）．

北部九州の花崗岩類は十数の岩体に区分されていたが，岩体の区分および名称は研究者毎に微妙に異なり，本研究では久保ほか (1993)を踏襲する．年代データ量は露出面積と比べると未だ十分とは言い難いため，新たに49地点51サンプルの花崗岩類のジルコンU-Pb年代測定を行った（図B）．

年代測定の結果から，以下の事柄が考察できる．

①小倉ー田川断層を境に年代分布が異なる

この断層の東西で花崗岩類の組成などが異なることが指摘されてきた（たとえば石原ほか, 1979）．花崗岩類の年代に関しては，東側でほぼ100～105 Maに集中する一方，西側は幅広い年代分布を示す．

②岩脈の年代は周囲の花崗岩類と変わらない

花崗岩類には，しばしばよりフェルシックな岩脈が複数回貫入しており，それらは海岸露頭においてよく観察できる．母岩と岩脈双方の年代を比較すると，誤差の範囲で一致することから，岩脈の年代は少なくとも「Ma」という単位では母岩とほぼ同時であると考えられる．

③岩体ごとの年代は概ね集中するが，糸島岩体および深江岩体は幅広い年代を示す

早良岩体が92～94 Maと最も若い年代を示した．次いで佐賀・朝倉・嘉穂・香春岩体は95～99 Maの範囲に収まる．小倉ー田川断層東側の諸岩体および鞍手岩体は概ね100～105 Maである．北端の北崎・志賀島岩体からは108～112 Maと，他と比較して古い年代が得られた．しかしながら糸島・深江岩体の年代サンプルごとに95～107 Maと集中が見られず，これらに関しては岩体区分を再考する必要があると考えられる．

④九州の白亜紀花崗岩類の年代分布の特徴

これらの年代を考慮すると，（小倉ー田川断層以西の）北部九州の花崗岩類の年代はむしろ北に向かって古くなる傾向が見て取れる．九州全体で考えると，肥後帯から北に向かって若くなるが，北部九州中央の早良岩体以北では，一転北に向かって古くなる．この年代傾向は，白亜紀のアジア大陸における火成活動の変遷を理解する上で重要な情報となる．また，九州と領家ー山陽ー山陰帯との関係や，日本海形成以前の日本「列島」と大陸との位置関係の解明にも寄与するであろう．

Adachi et al. (2012) *Jour. Geol. Soc. Japan* **118**, 39-52.; Iida et al. (2015) *Island Arc* **24**, 205-220.; 石原ほか (1979) *地質学雑誌* **85**, 47-50.; 久保ほか (1993) *20万分の1地質図幅「福岡」*.; Miyazaki et al. (2019) *International Geology Review* **61**. 649-674.; 大和田ほか (1999) *地質学論集* **53**, 349-363.; Tsutsumi (2022) *Island Arc* **31**, e12446.; 柚原ほか (2019a) *地質学雑誌* **125**, 405-420.; 柚原ほか (2019b) *地球科学* **73**, 163-178.; 柚原ほか (2020) *地球科学* **74**, 83-98.; 柚原ほか (2020) *地球科学* **76**, 87-104.

キーワード：福岡、佐賀、花崗岩類、ジルコン年代
Keywords: Fukuoka, Saga, granitic rocks, zircon age

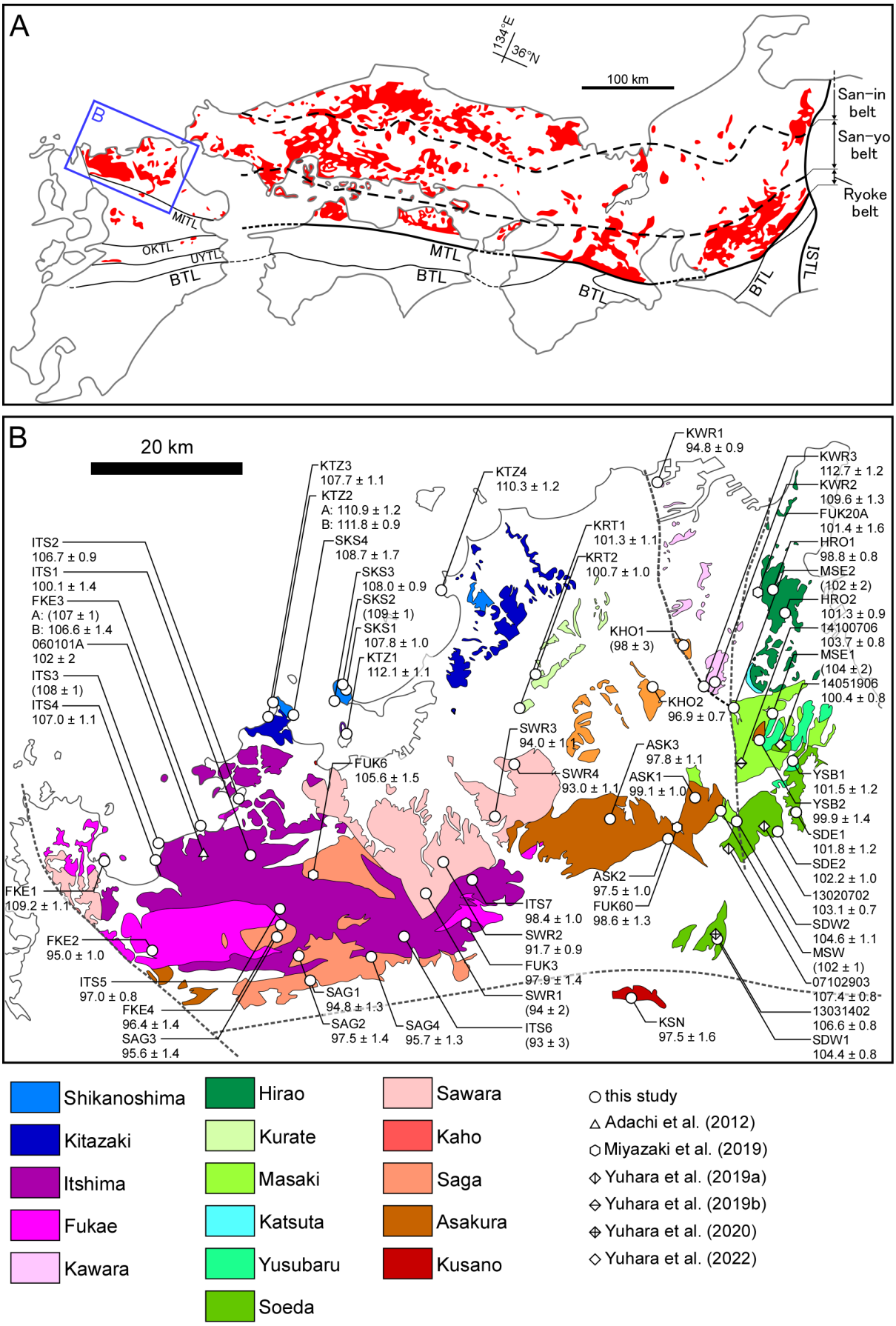


Figure. (A) Distribution map of Cretaceous-Paleogene granitoid in western than ISTL, southwest Japan. BTL: Butsuzo Tectonic Line (TL), ISTL: Itoigawa-Sizuoka TL, MITL: Matsuyama-Imari TL, MTL: Median TL, OKTL: Oita-Kumamoto TL, UYTL: Usuki-Yatsushiro TL. (B) Division map of rock bodies of Cretaceous granitoids in northern Kyushu with sample localities and weighted mean zircon U-Pb ages of this study and previous studies. Age errors are 95% confidence interval. Parenthesized age values are temporary ones because of their large MSWD.

日本の白亜紀ー古第三紀の火成活動の時空間変遷とテクトニクスとの関連

Spatiotemporal distribution of Cretaceous–Paleogene igneous activity in Japan and its tectonic relationship

*山岡 健[1]、ウォリス サイモン[1]
*Ken Yamaoka[1], Simon Richard Wallis[1]

1. 東京大学
1. The University of Tokyo

火山弧における火成活動の時空間変化はプレート運動と密接に関連し、テクトニクス復元に向けた重要な制約となる。白亜紀は環太平洋地域で海洋プレートの活発な生産と沈み込みに伴って火成活動が活発化した時期であり、各地に形成された火成岩区はプレート収束境界における大規模な火成活動の栄枯盛衰を知る上で重要な情報源である。日本には約130 Ma以降の島弧型の珪長質火成岩類が広く分布している。東北日本では約130–100 Maの範囲で単調な東から西への年代の若化が観察される[1]。一方、西南日本では約120 Ma以降の幅広い年代の火成岩がやや複雑に分布しており、それらを説明するために、主に海嶺の沈み込みに関連したテクトニックモデルが提案されている[2–5]。しかし、これらのモデルは、論文公表当時のプレート復元モデルに大きく影響を受け、海嶺の沈み込み時期や海溝との位置関係が一致していない。また、議論の基礎となる年代データにはRb–Srアイソクロン年代やモナズ石CHIME年代など、信頼性に疑問の余地がある[6]年代値も多く用いられている一方、ジルコンのU–Pb年代データの蓄積も進んでいるため、改めてデータセットを見直す必要がある。 本講演では、ジルコン晶出年代を中心に、閃ウラン鉱やトール石のU–Th–total Pb年代[7]も含めて、東北日本および西南日本における白亜紀ー古第三紀珪長質–中間質火成岩の年代データ約1200点を新規にコンパイルした結果を示す。K–ArおよびAr–Ar年代は冷却年代を示すが、適切に結晶化年代と比較することで、データ不足の地域を補完することが可能である。 まず、西南日本では、120–60 Maの範囲で、現在の緯度方向によく対応して北に向かう火山フロントの移動が明瞭に確認される。ただし、120–100 Maの火成活動は朝鮮半島も含めて、大陸側に広範囲に認められる。また、60–50 Maには明瞭な火成活動の停止が見られる。50 Ma以降は日本海沿岸に沿って現在の中央構造線や海溝とほぼ平行に火山フロントが位置している様子が確認され、西南日本における火山フロントは、火成活動の停止期を挟んで約20°斜交していることが明らかとなった。また、テクトニクス制約に有効と考えられる高Mg安山岩質マグマやアダカイト質マグマは、東北日本・西南日本に共通して、130–100 Ma(イベント1)、70–60 Ma(イベント2)、50–30 Ma(イベント3)に集中する。 これらの分布を説明するテクトニクスとして、イベント1は沈み込み開始[8]、イベント2は海嶺沈み込み直前、イベント3は海嶺沈み込み直後に対応付けられる可能性が高い[9]。 また、西南日本と同様の火成活動の停止は朝鮮半島からサハリンまで共通するため、海嶺は海溝とおおよそ平行に沈みこんだと考えられる[9,10]。130–60 Maの西南日本および東北日本の大陸側への火山フロントの移動は、沈み込むスラブの若化に伴う沈み込み角度の浅化によって説明可能である[4]。また、古地磁気学的データから示唆される西南日本における70から20 Maの間での約20°の時計回り回転[11]は、海嶺沈み込み前後の火山フロントの斜交と非常に整合的である。この回転は、海嶺沈み込みに誘発されるリフティングに対応付けられる可能性がある。以上より、現在観察される日本列島の主要な火成活動の時空間分布は、60–50 Maにかけての海嶺沈み込みによって大規模に改変された結果を反映している可能性が高い。

文献: [1] Tsuchiya et al., 2015, doi:10.2465/gkk.131228; [2] Kinoshita & Ito, 1986, doi:10.5575/geosoc.92.723;[3] Nakajima et al., 1990, doi:10.1007/BF01575616; [4] Iida et al., 2015, doi:10.1111/iar.12103; [5] Wu et al., 2022, doi:10.1016/j.epsl.2022.117445; [6] Skrzypek et al., 2016, doi:10.1016/j.lithos.2016.04.025; [7] Yokoyama et al., 2016, Mem. Natl. Mus. Nat. Sci., Tokyo, 51, 1–24; [8] Endo et al., 2012, doi:10.1016/j.lithos.2012.05.010; [9] Wu & Wu, 2019, doi:10.1130/G46778.1; [10] Liu et al., 2020, doi:10.1016/j.earscirev.2020.103317; [11] Uno et al., 2021,

doi:10.1186/s40623-021-01457-6.

キーワード：珪長質火成活動、白亜紀、古第三紀、テクトニクス、海嶺沈み込み
Keywords: Felsic magmatism, Cretaceous, Paleogene, Tectonics, Ridge subduction

飛騨帯の起源：二つの中国地塊間の未完の衝突帯

Origin of the Hida belt: a failed suture between the two China blocks

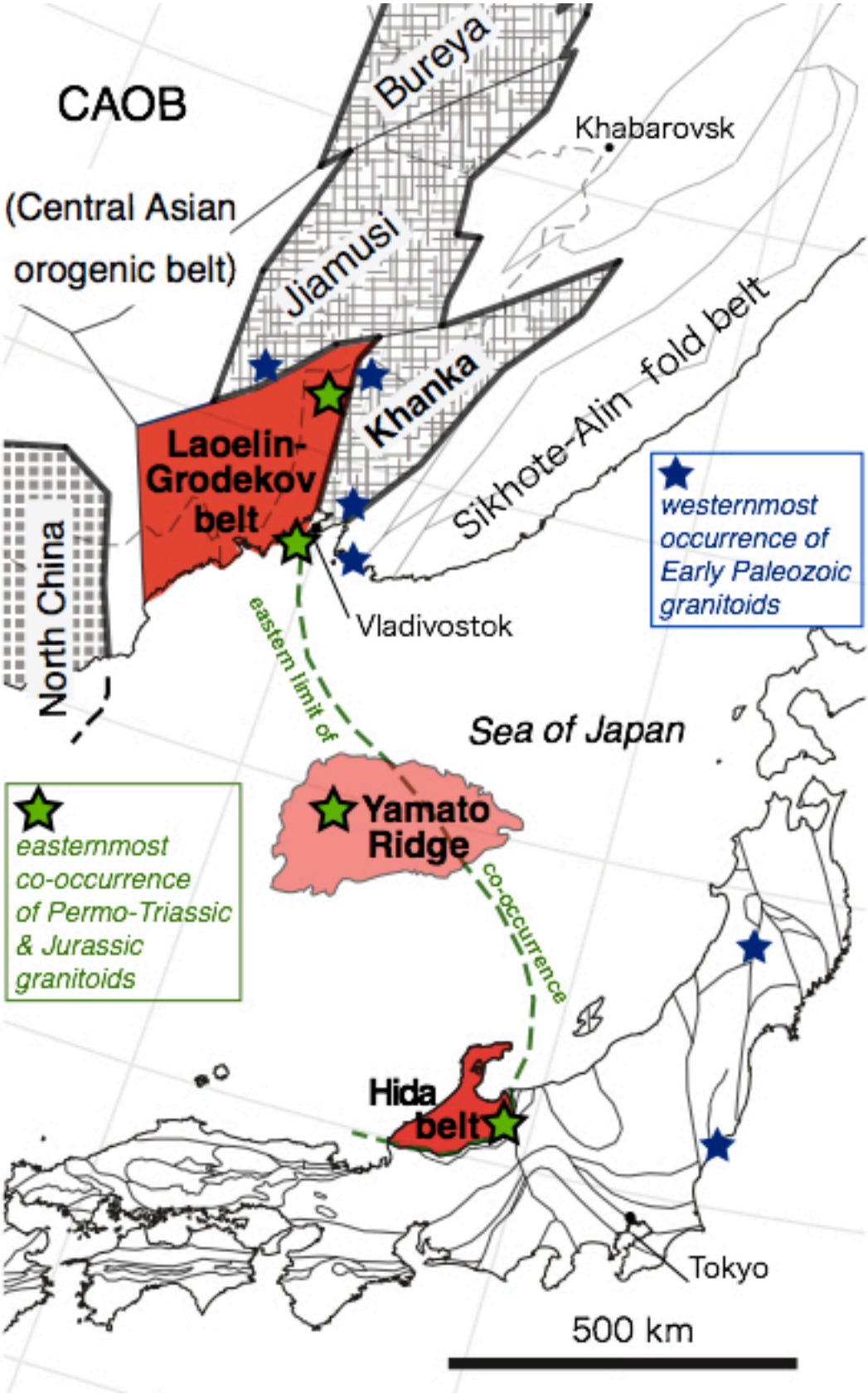
*磯崎 行雄[1]
*Yukio Isozaki[1]

1. 東京大学
1. University of Tokyo

日本列島のほぼ中央部に産する飛騨帯には、かつて先カンブリア時代基盤岩と想像された高度変成岩類や圧砕花崗岩類が産する。南側の美濃帯からの18億年前花崗岩礫の発見などもあって、先カンブリア時代基盤岩を持つアジア東部（特に朝鮮半島）と飛騨帯との対比がかつて盛んに試みられた。しかし、その後の岩石学的・年代学的研究は、飛騨帯の花崗岩や片麻岩がいずれも顕生代（大部分は中生代）の年代を持つ岩石であることをつきとめ、先カンブリア時代基盤の存在は否定された。一方、隣接する中国の主要な地体構造がプレートテクトニクスの視点から徐々に解明され、1980年代には中国主部が北中国（中朝）地塊と南中国（揚子）地塊からなること、また両者は超高圧変成岩を伴う約２億3000万年前の衝突型造山帯（秦嶺-大別山-蘇魯suture）で接することが判明した（Maruyama *et al.*, 1989）。このアジア東縁の地体構造の大枠の中で、両地塊間の境界通過位置が朝鮮半島内で未特定ゆえに、古生代日本がどちらの地塊に近縁なのかは長く自明ではなかった。その後2000年代になって砂岩中の砕屑性ジルコンのU-Pb年代測定が普及し、大量のデータが得られた結果、古生代の日本および極東ロシア沿海州主部は、北中国とは無縁であり、南中国地塊の太平洋側縁辺の弧-海溝系造山帯(Nipponides)として成長したことが判明した(Isozaki, 2019)。ただし、成長核であった古生代初頭の南中国地塊は揚子・カタイシア・東シナ海・日本主部・沿海州などの部分を含むGreater South China (GSC）を形成していたとみなされ、そのサイズは古典的な南中国地塊の２倍以上と見積もられる。 沿海州のハンカ（Khanka）地塊はGSCの北方延長とみなされるが、その西側の約100 km幅の領域（ロシア・中国・北朝鮮間の３国境界）の地体構造上の意味は長く不明であった。そこで、ウラジオストックの南西50-100 kmの海岸沿い、ハンカ地塊の西側に隣接するLaoelin-Grodekov（L-G）帯において、従来ジュラ紀花崗岩と一括されていた花崗岩類のジルコンU-Pb年代測定を行なった。その結果、新たに複数のペルム・三畳紀の年代が得られた（Isozaki *et al.*, 2021）。沿海州の西隣りの中国吉林省の花崗岩類から報告された多数のジルコンU-Pb年代に基づくと、朝鮮半島北部から沿海州までペルム・三畳紀花崗岩類とジュラ紀花崗岩類とが共存し、その分布東限はL-G帯・ハンカ帯境界の西沿海州断層(WPF）で画される。一方で、WPF以東の沿海州には前期古生代の花崗岩類が多産するが、ジュラ紀・三畳紀花崗岩は皆無である。WPFは明瞭に年代が異なる２つの花崗岩分布域を隔てる重要な地体構造境界にあたり、日本海中央部の大和堆をへて、飛騨帯東限まで追跡される（同上）。広大な先カンブリア時代の基盤岩を持たない飛騨帯・大和堆・L-G帯は、北中国地塊と南中国地塊のどちらにも属さず、大局的にはGSC西縁と北中国地塊東縁とに挟まれた大陸衝突域の周辺域だったと判断される。古生代末の両地塊は互いに接近しつつあったとはいえ、北中国の北方にまでGSC北端が伸びていたので、GSC北部の西側では大陸衝突は起きなかった。おそらく飛騨帯・大和堆・L-G帯は古アジア海の東縁で収束が凍結された”failed suture”の一部だったとみなされる。すなわち、GSCの太平洋側縁辺のNIpponides造山帯の一部をなす日本列島主部に対して、飛騨帯はGSCの古アジア海側に起源を持ち、前者に二次的に接合した異地性単元と理解される。

文献 Isozaki (2019) Island Arc, vol. 28, e12296; Isozaki et al. (2021) Bull. Nat. Mus. Nature Science, ser. C, vol. 47, 25-39; Maruyama et al. (1989) In Ben-Avraham, Z. ed. The evolution of Pacific ocean margins. Oxford Monog. Geol. Geophys., 75-99.

キーワード：飛騨帯、花崗岩類、GSC、ジュラ紀、大陸縫合帯、北中国地塊
Keywords: Hida belt, granitoids, Greater South China, Jurassic, continental suture, North China block



日本海花崗岩類のZircon U-Pb年代と全岩化学組成から制約される、日本海拡大前の本州弧テクトニクス復元

Tectonic reconstruction of the Honshu Arc: Constraints from zircon U-Pb ages and whole-rock geochemistry of the granitic rocks from the Sea of Japan

*谷 健一郎[1]、堀江 憲路[2]、Dunkley Daniel[3]
*Kenichiro TANI[1], Kenji Horie[2], Daniel J Dunkley[3]

1. 国立科学博物館、2. 国立極地研究所、3. Polish Academy of Sciences
1. National Museum of Nature and Science, 2. National Institute of Polar Research, 3. Polish Academy of Sciences

日本海は中期中新世にユーラシア大陸東縁の大陸リフト・背弧海盆として形成され、日本列島形成において最も重要なテクトニックイベントである。日本海の背弧海盆としての特徴は起伏に富んだ複雑な海底地形を示すことであり、Tamaki (1988)は海底地形・地質と地震波構造探査の検討から、日本海北部の平坦な水深3,000 m前後の日本海盆は背弧拡大で形成された海洋地殻から構成されているのに対し、大和堆に代表されるような中～南部に分布している地形的な高まりは、リフティングによって分断された大陸地殻である可能性を指摘している。実際にこれらの高まりからは、花崗岩・変成岩・流紋岩などの大陸・島弧的な岩石が採集されている（例えば新野, 1933）。

日本海拡大のタイミングについて、星（2018）は拡大に伴う西南日本の回転運動は18～16 Maの間に起こり、15 Maには回転が終了していたことを古地磁気と年代の再検討から示した。一方で海盆底から掘削された玄武岩の年代測定から、海盆は20 Ma頃あるいはそれ以前から拡大開始しており（Kaneoka et al., 1992）、回転運動を伴わない前駆的なリフティングが漸新世から起こっていたことも明らかになっている。

海盆内の高まりから採集された花崗岩類からは主にジュラ紀～白亜紀のK-Ar年代が報告されており（例えばLelikov and Pugachev, 2016）、朝鮮半島・沿海州や西南日本に分布する同時代の花崗岩類と一連の活動によって形成された可能性が示唆されているが、Kaneka and Yuasa (1988)は佐渡島北東沖の向瀬で採集された花崗岩から22 MaのAr-Ar年代を得ており、リフティングに伴う花崗岩質マグマ活動の存在も示唆されている。

日本列島に分布する地質帯の起源・成因解明には、日本海拡大以前の本州弧（西南日本・東北日本）と中国大陸・朝鮮半島との位置関係が鍵となる。日本海の拡大史を明らかにするためには海盆内の高まりの地殻構造と形成年代を制約することが重要であり、本研究では1970～1980年代に旧地質調査所が日本海において実施したドレッジ調査によって採取された花崗岩類について、記載岩石学・全岩化学組成分析に加えて国立極地研究所設置の高分解能二次イオン質量分析計（SHRIMP-II）を用いたジルコンU-Pb年代測定を実施した。

その結果、拓洋堆・北隠岐堆・朝鮮海台から採集された花崗岩類からは拓洋堆（270 Ma）・北隠岐堆（179 Ma）・朝鮮海台（177 Ma）のペルム紀～ジュラ紀の年代が得られた。これは飛騨帯における2回の花崗岩質マグマ活動時期（ペルム紀～三畳紀とジュラ紀）（例えばHorie et al., 2010）と対応しており、さらには最近Isozaki et al. (2021)が報告した沿海州のLaoelin-Grodekov帯の花崗岩類の活動時期（約250 Ma）とも一致することから、日本海拡大前にはこれらの地域が一連の地質帯であったことを強く示唆している。一方で大和堆南部から採取された花崗閃緑岩からは25 Maの年代が得られ、日本海拡大初期のリフティングに伴う花崗岩質マグマ活動が存在していることも明らかになった。この時期の花崗岩は本州弧あるいは大陸側においてもほとんど報告されておらず、リフティング初期において局所的に活動した可能性が高い。

本研究では日本海花崗岩類の岩石学・地球化学的特徴とその年代について、飛騨帯・ユーラシア大陸東縁部のものと対比を行い、その起源について検討する。

Horie et al. (2010) Precambrian Research, 183, 145–157.
星博幸 (2018) 地質学雑誌, 124, 675–691.
Isozaki et al. (2021) Bulletin of the National Museum of Nature and Science. Series C, 47, 25–39.
Kaneoka & Yuasa (1988) Geochemical Journal, 22, 195–204.
Kaneoka et al. (1992) Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, 127/128, 819-836.
Lelikov & Pugachev (2016) Petrology, 24, 196–213.
新野弘 (1933) 地質学雑誌, 40, 86–100.
Tamaki, K. (1988) Bulletin of the Geological Survey of Japan, 39, 269-365.

キーワード：日本海、花崗岩、ジルコン年代、背弧拡大
Keywords: Sea of Japan, Granites, Zircon age, Backarc spreading

根田茂帯・北部北上帯南縁部に散在する古生代の島弧性構造岩塊

Paleozoic island-arc tectonic blocks distributed sporadically in the Nedamo and southern North Kitakami belts, NE Japan

*内野 隆之[1]
*Takayuki Uchino[1]

1. 産総研地質調査総合センター
1. Geological Survey Of Japan, AIST

東北日本の北上山地には中古生代島弧陸棚堆積物からなる南部北上帯とジュラ紀付加体からなる北部北上帯が広く分布し，両帯の間に前期石炭紀および前期三畳紀付加体からなる根田茂帯が狭長に分布する．なかでも根田茂帯は単純に2つの時代の付加体から構成されているという訳ではなく，前期石炭紀付加体の北縁に約380 Ma（後期デボン紀）の変成年代を示す結晶片岩が産したり（Kawamura et al., 2007），更に最近，前期三畳紀付加体の北縁にも約290 Ma（前期ペルム紀）の結晶片岩が産することが判明するなど（内野・坂野，2022），母岩の付加体よりも古い高圧型変成岩が構造岩塊として産するという特徴を示している．加えて，両付加体中には頻繁に蛇紋岩の岩塊が産するほか，角閃石斑れい岩や石英閃緑岩の岩塊も散在する（例えば，内野ほか，2008）．この付加体中の深成岩岩塊は，1/5万地質図幅「早池峰山」（川村ほか，2013）では岩相的に南部北上帯の基盤をなすオルドビス紀の苦鉄質岩類相当（早池峰複合岩類）として扱われたが，その帰属については良く分かっていない．今回，石英閃緑岩に含まれるジルコンについてU–Pb年代を測定したところ，約480 Ma（前期オルドビス紀）の年代が得られた．南部北上帯基盤の早池峰複合岩類は，宮守地域のものと合わせ島弧オフィオライト（早池峰–宮守オフィオライト）とされ（例えば，Ozawa, 1984），Uchino and Kawamura（2016）でも化学組成からスープラサブダクション域起源が想定されている．年代も普通角閃石やジルコンからカンブリア紀～オルドビス紀が報告されている（小沢ほか，1988；下條ほか，2010；土谷・佐々木，2017）．従って，根田茂帯中の深成岩岩塊は早池峰複合岩類に対比できることが明らかになった．

北部北上帯の南縁部には幅150 m，長さ2 kmの巨斑晶質緑色流紋岩が産する．本岩は北上山地に頻出する前期白亜紀岩脈の一つと考えられていたが（内野・羽地，2021），比較的大規模なこと，1箇所でしか認められないこと，貫入方向が一般的なNE–SWではなく付加体に調和的なNW–SEであること，変形していることなど他の岩脈と異なる特徴も示していた．そこで今回，ジルコンのU–Pb年代を測定したところ，約280 Ma（前期ペルム紀）の年代が得られ，前期白亜紀岩脈ではないことが明らかになった．従って，本岩もジュラ紀付加体中の構造岩塊であると考えられる．対比できる地質体は北上山地には分布していないが，南部北上帯ペルム系薄衣型礫岩に含まれる花崗岩礫の年代（例えば，Li and Takeuchi, 2022）や北上山地の中生代砕屑岩中の砕屑性ジルコンが示す年代ピーク（例えば，Pastor-Galán et al., 2021）を考慮すると，本岩塊は前期～中期ペルム紀当時に存在していた島弧火成岩体の断片である可能性がある．

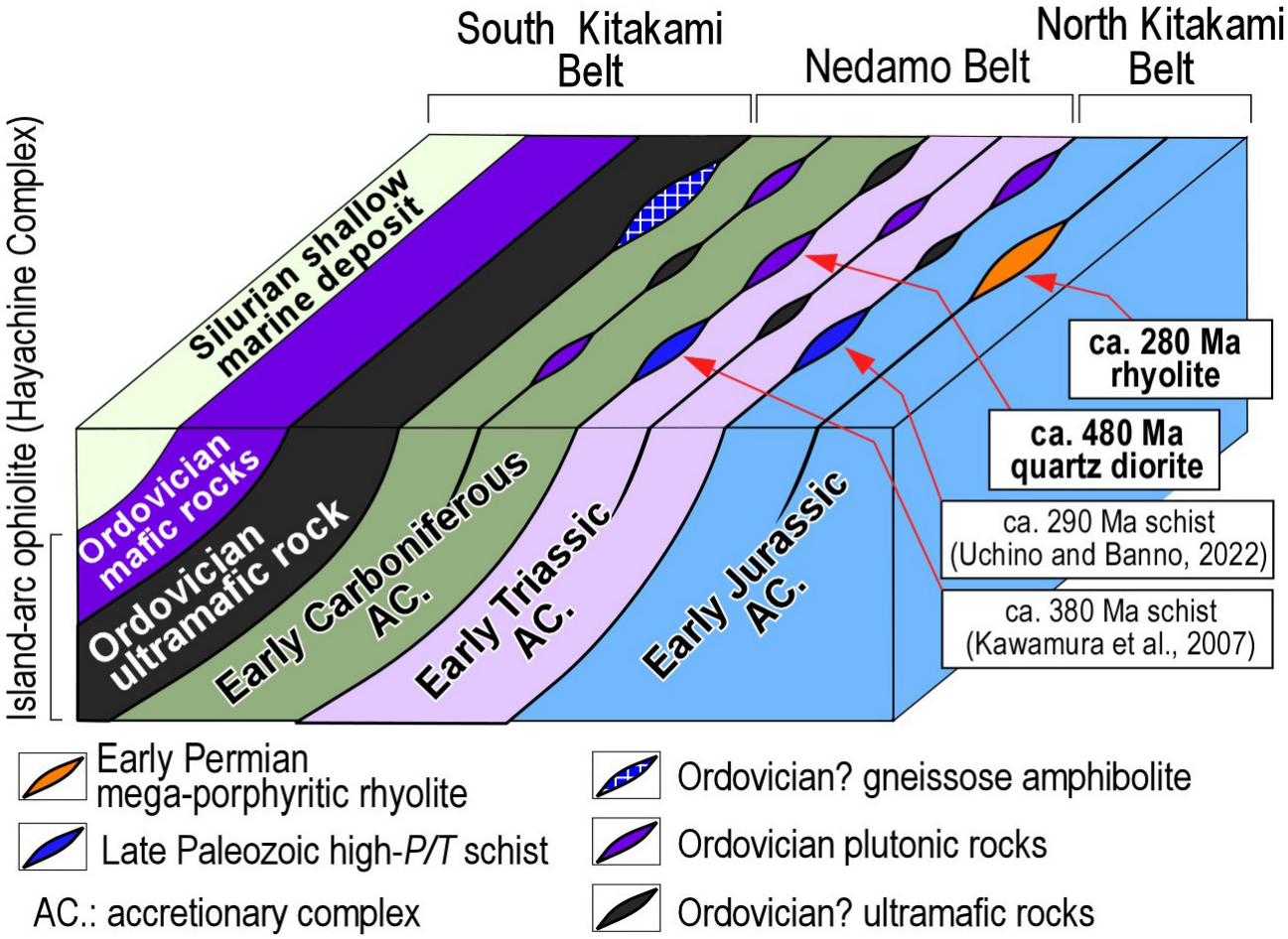
以上より，初生的には根田茂帯・北部北上帯の付加体群の構造的上位により古い古生代の島弧オフィオライト（早池峰–宮守オフィオライト），高圧型変成岩（母体・松ヶ平変成岩相当），島弧火成岩体（“古領家帯”岩石相当？）が位置しており，白亜紀以降の構造運動によってそれらの一部が現在の根田茂帯・北部北上帯南縁の付加体中へ移動・定置したと考えられる．

［引用文献］

川村ほか，2013，5万分の1地質図幅「早池峰山」．産総研地質調査総合センター．
Kawamura et al., 2007，*J. Geol. Soc. Japan*, **113**, 492–499.
Li and Takeuchi, 2022，*Isl. Arc,* **31**, e12435.
Ozawa, 1984, *J. Geol. Soc. Japan*, **90**, 697–716.
小沢ほか，1988, 岩鉱，**83**，150–159.

Pastor-Galán et al., 2021, *Earth Planet. Sci. Lett.*, **564**, 116893.
下條ほか，2010, 地学雑，**119**，257–269.
土谷・佐々木，2017, 岩手の地学，**47**，46–52.
内野・坂野，2022, 地質雑，**128**，1–6.
内野・羽地，2021, 地質雑，**127**，651–666.
Uchino and Kawamura, 2016, *Isl. Arc*, **25**, 274–286.
内野ほか，2008, 地質雑，**114**，S141–S157.

キーワード：根田茂帯、北部北上帯、石英閃緑岩、巨斑晶質流紋岩、構造岩塊、古生代、U-Pb年代、ジルコン
Keywords: Nedamo Belt, North Kitakami Belt, quartz diorite, mega-porphyritic rhyolite, tectonic block, Paleozoic, U-Pb age, zircon



山口県美祢市における常森層の地質構造及び堆積環境

Geological Structure and Sedimentary Environment of the Tsunemori Formation in Mine City, Yamaguchi Prefecture, Japan.

*志原 早紀[1]、辻 智大[1]
*Saki SHIHARA[1], Tomohiro TSUJI[1]

1. 山口大学大学院創成科学研究科
1. Graduate School of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University

【はじめに】山口県美祢市には秋吉石灰岩が分布し，その周辺にはペルム紀付加体である大田層，別府層，ペルム紀堆積岩の常森層が分布している．秋吉石灰岩は，その大部分が逆転していることが小澤（1923）によって発見されて以来，その逆転構造の解釈については多くの研究者によって研究がなされてきた（藤川ほか，2019）．Sano and Kanmera (1991)では，逆転構造の成因として海山の崩壊モデルが提唱され，画期的なモデルとなった．しかし，その堆積場や地質構造については異なる見解（Wakita et al. 2018，配川，2019）も報告されており，議論の余地がある．これまで，秋吉石灰岩に主眼を置いた研究は多くあるが非石灰岩相の詳細な研究は比較的少ない．そこで本研究では，非石灰岩相であり，秋吉石灰岩周辺に分布している常森層の地質構造および堆積環境について考察する．
【研究手法】 秋吉石灰岩と常森層の分布域において地質踏査を実施した．具体的には，岩相，分布の把握，堆積構造の観察，上下判定を行い，ルートマップ，地質図，地質断面図を作成した．
【結果】本研究では，常森層泥岩中に挟在する砂層の級化構造及び斜交葉理から，21か所において上下判定をおこなった．美祢市大嶺町に分布している常森層は変形構造が乏しく，変形はほとんど見られない．常森層の大局的な上位方向は北であり，砂岩主体相の上位に泥岩主体相が重なる．層理面は北及び南に傾斜しており，逆転層と正常層の両方が存在する．また，露頭において転倒向斜褶曲構造が観察される．秋吉石灰岩は常森層の構造とは非調和に，構造的上位に位置する．境界には変形した泥岩をともなう．一方で，石灰岩が角礫として泥岩中に存在する露頭も観察された．石灰岩の角礫には，シャープな泥岩の注入がみられる．秋吉石灰岩と常森層の接触関係は少なくとも2通りある．また，常森層の砂岩中からは最大1.8 cm程度の植物化石が産出する．
【考察】層序，産出化石，岩相の変形構造の乏しさから，常森層の堆積環境が海溝よりも陸に近い場所であると予察される．観察結果から，常森層は低角度の軸面を有する転倒褶曲構造をなすと考察される．常森層の転倒褶曲構造を切るように，秋吉石灰岩が構造的上位に累重する．両者の関係は断層関係であると考えられる．一方で，常森層中に石灰岩の礫を含むことから，崩壊によって常森層中に供給された石灰岩の存在も示唆される．常森層は秋吉石灰岩と近接した場所で堆積し，石灰岩の一部は崩壊によって常森層中に再堆積した．そのあとに，秋吉石灰岩体は断層運動を伴う形で常森層の構造的上位に移動したと考察される．
引用文献
配川 (2019) 秋吉台地下水系を調べ守る会 . 藤川ほか(2019) 地質学雑誌125, 609-631. 小澤 (1923) 地質学雑誌30, 227-243. Sano and Kanmera (1991) 地質学雑誌97,631-644. Wakita et al. (2018) Heliyon,4,e01084.

キーワード：常森層、秋吉帯、美祢市、秋吉石灰岩
Keywords: Tsunemori Formation, Akiyoshi Belt, Mine City, Akiyoshi Limestone

前期石炭紀における古日本のテクトニックセッティングと古地理：飛騨外縁帯，苦鉄質火山岩類の地球化学的特徴からの制約

Tectoic setting and paleogeography of proto-Japan during the Early Carboniferous: Constraints from the geochemical characteristics of mafic volcanic rocks in the Hida Gaien Belt

*志村 侑亮[1]、東田 和弘[2]、山本 鋼志[2]、ナドミド バヤルト[3]
*Yusuke SHIMURA[1], Kazuhiro TSUKADA[2], Koshi YAMAMOTO[2], Bayart NADMID[3]

1. 産総研地質調査総合センター、2. 名古屋大学博物館、3. 名古屋大学
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Nagoya University Museum, 3. Nagoya University

【はじめに】

日本列島は，カンブリア紀から現在に至るまで，東アジアのテクトニクスを断続的に記録し続けてきた（例えば，Isozaki et al., 2010）．それ故に，日本列島の地質体に関しては，東アジアのテクトニクス理解のため構造地質・年代・化石群集・地球化学組成・後背地など様々な手法から研究がされてきた（例えば，Wakita et al., 2021）．しかし一方で，日本列島の古生代の地質体は，古生代以降の横ずれ運動もしくはスラスト運動により限定的な分布をしているため，当時のテクトニクスに関する情報が乏しい．また，古生代における古日本の古地理に関しても未だ議論が続いている．

飛騨外縁帯は，オルドビス紀～トリアス紀の砕屑岩・石灰岩・珪長質～苦鉄質火山岩類を含む浅海成層とその変成相などで構成されており（東田ほか, 2004），東アジアにおける古日本のテクトニックな位置づけを理解する上で重要な役割を果たす．本研究は，飛騨外縁帯石炭系荒城川層の苦鉄質火山岩類に着目し，地球化学組成の検討を行った．本研究の目的は，前期石炭紀当時の古日本のテクトニックセッティングおよび古地理を復元することである．

【地質概説と分析試料】

飛騨外縁帯は，岩相層序に基づき，森部サクセッション・福地サクセッション・一重ケ根サクセッションの3つに区分でき（例えば，Tsukada et al., 2017），本研究が対象とする石炭系荒城川層は森部サクセッションに含まれる．荒城川層は，下部の苦鉄質火山岩類と上部の珪長質火山岩類からなる．苦鉄質火山岩類は，溶岩と火山砕屑岩からなり，少量の砕屑岩，石灰岩，および珪長質凝灰岩を伴う．これらの岩石からは，アンモナイト，サンゴ，三葉虫，腕足類，および有孔虫が産出しており，堆積年代は前期石炭紀のビゼーアン期とされている（例えば，Tazawa et al., 2021）．

本研究の地質調査の結果，岐阜県高山市丹生川町三ノ瀬周辺において玄武岩溶岩を，高山市国府町三川周辺において玄武岩質安山岩溶岩を確認した（以下，三ノ瀬玄武岩および三川玄武岩質安山岩とする）．上記2地域から地球化学組成分析のための試料採取を行った．分析は，主要元素組成および微量元素組成を対象とし，それぞれ名古屋大学設置のXRFおよびICP-MSを用いて実施した．

【地球化学組成】

三ノ瀬玄武岩および三川玄武岩質安山岩では，N-MORBで規格化したスパイダー図においてNbとTaの著しい枯渇を確認できるとともに，一般的なMORBと比較してTiとZrに乏しい特徴を有している．これは，沈み込み帯のマントルウェッジで部分溶融したマグマを由来とすることを示している．また，C1コンドライトで規格化したREEパターンや地球化学的判別図における特徴から，これらの岩石は島弧型ソレアイトを由来とすることが明らかになった．

【テクトニックセッティングと古地理】

飛騨外縁帯の荒城川層は，岩相層序・化石群集・火山岩の化学組成の特徴から，南部北上帯前期石炭系の加労沢層と大平層（川村・川村, 1989）に対比される．そのほか，日本列島の前期石炭紀の地質体としては根田

茂帯の付加体および三郡－蓮華帯の高圧変成岩類などが挙げられる一方，花崗岩類はほとんど確認できない．内野ほか（2008）は，根田茂帯の付加体から岩片質砂岩を報告していることに加え，Wakita et al. (2021)は，石炭紀以降の付加体中の砕屑岩は前期石炭紀の砕屑性ジルコンをほとんど含まないことを示している．以上のことから，前期石炭紀当時の古日本は未成熟な島弧に特徴づけられ，沈み込み帯プレート境界では付加体－高圧変成岩類（根田茂帯・三郡－蓮華帯）が，島弧側では島弧型ソレアイトを由来とする火成活動（飛騨外縁帯・南部北上帯）が生じていたことが示唆される．

また，本研究は東アジアにおけるプレート沈み込みに伴うマグマ由来の苦鉄質火山岩類，および腕足類やサンゴの化石群集を整理した．その結果，前期石炭紀当時の古日本は，中央アジア造山帯のジュンガル・天山・吉林と関連していることが推定できる．

【文献】

Isozaki et al. (2010) *Gondwana Res.*, **18**, 82–105; 川村・川村 (1989) 地球科学, **43**, 157–167; Tazawa et al. (2021) *J. Geol. Soc. Japan*, **127**, 79–90; 東田ほか (2004) 地質雑, **110**, 640–658; Tsukada et al. (2017) *Int. J. Earth Sci.*, **106**, 1429–1451; 内野ほか (2008) 地質雑, **114**, 141–157; Wakita et al. (2021) *Geol. Mag.*, **158**, 13–29.

キーワード：前期石炭紀、島弧型ソレアイト、飛騨外縁帯、西南日本、地球化学
Keywords: Early Carboniferous, island arc tholeiite, Hida Gaien Belt, SW Japan, geochemistry

日本列島における古生代前期の動物化石群とその古地理学的特徴

Early Palaeozoic faunal assemblages from Japan and their palaeo-geographical signature

*田中 源吾[1]
*Gengo TANAKA[1]

1. 熊本大学
1. Kumamoto University

日本列島には，古生代の化石群を豊富に産出する南部北上帯，飛騨外縁帯および黒瀬川帯が分布し，古くから分類学的・生物地理学的研究が行われてきた．しかし，多くの分類群では，その後の研究が滞っていたこともあり，分類学的再検討が行われないまま現在に至っている．近年，Kido & Sugiyama (2011)によって，四方サンゴ類の古生物地理学的検討が行われたほか，日英国際共同研究によって，三葉虫やコノドントの分類学的再検討に加えて介形虫化石群の発見が相次ぎ，古生代前期の日本列島の古生物地理学的情報が揃ってきた．本講演では，これらの分類群の古生物地理学的研究から推測される古生代前期（シルル紀）の日本列島の古地理学的位置について報告する．**四方サンゴ類**：Kido & Sugiyama (2011）によると，*Tryplasma*属や*Cystiphyllum*属は，黒瀬川帯，南部北上帯，オーストラリア，南中国，ツァイダム盆地に広く分布するものの，*Labechiellata*属や*Pseudamplexus*属は，黒瀬川帯，南部北上帯のほかは，オーストラリアと南中国に分布する．*Holmophyllum*属，*Pycnostylus*属，*Strombodes*属は，黒瀬川帯とオーストラリア，南中国に分布する．*Amsdenoides*属は，黒瀬川帯，南部北上帯および南中国に分布する．四方サンゴ類の古生物地理学的結果は，当時の日本が，南中国に近い位置にあったことを示している．**三葉虫**：Stocker et al. (2019a, 2019b) によると，*Ganinella*属は，飛騨外縁帯と北中国のほか，シベリアからも報告されている広域的に分布する属である．*Batocara*属および*Coronocephallus*属は，日本，オーストラリア，南中国に分布する．特筆すべきは，*Rhaxerox*属,*Borenoria*属，*Illaenoscutellum*属に加えて，*Bumastella spicula*および*Japonoscutellum japonicum*の2種が，黒瀬川帯とオーストラリアに分布することである．**コノドント**：Männik et al. (2018) は黒瀬川帯から産出したコノドントについて，検討している．*Ozarkodina waugoolaensis*は分布範囲が広く，黒瀬川帯，オーストラリア，南中国のほか，バルティカ北方でも報告されている．一方で，*Oulodus rectangulus*は黒瀬川帯とオーストラリアに分布している．*Panderodus* cf. *amplicostatus*は黒瀬川帯と南中国に分布している．コノドントの結果は，日本がオーストラリアや南中国に近い位置にあったことを示している．**介形虫**：Siveter et al. (2019) は，黒瀬川帯から*Hollinella orienta*を，飛騨外縁帯から，*Clintiella antifrigga*および*Pauproles supparata*を報告している．*Pauproles supparata*は新属新種，他の2種については，属レベルでは当時の熱帯域に広く分布するものの，種レベルでは固有種である．従って，介形虫群は日本固有の古生物地理区を構成していたと考えられる．飛騨外縁帯のデボン紀前期の浅海性介形虫群は，南中国と共通種を複数含む（Tanaka et al., 2019）ことから，シルル紀の日本は，南中国から幾分離れた場所に島弧（Williams et al., 2014）として存在していた可能性が高い．

引用文献 Erika KIDO & Tetsuo SUGIYAMA (2011), Bulletin of Geosciences, 86 (1), p.46–p.61; Christopher STOCKER et al. (2019a), Fossils and Strata, 64, p.205–p.232; Christopher STOCKER et al. (2019b), Island Arc, 28, e12287; Männik PEEP et al. (2018), Island Arc, 27, e12269; David SIVETER et al. (2019), Island Arc, 28, e12284; Gengo TANAKA et al. (2019), Island Arc, 28, e12283; Mark WILLIAMS et al. (2014), Island Arc, 23(2), p.76–p.101.

キーワード：前期古生代、化石動物群、介形虫
Keywords: Early Palaeozoic, Fossil fauna, Ostracoda

オルドビス紀以降の東北日本の地殻進化：U-Pb年代–Hf同位体比同時分析を駆使したジルコン学による新知見

Crustal evolution of NE Japan since Ordovician times: since Ordovician: New insights from zirconology based on simultaneous U–Pb/Lu–Hf analyses

*辻森 樹[1]、パストルガラン ダニエル[2,1]、ガンバット アリアンセッセグ[3,1]
*Tatsuki Tsujimori[1], Pastor-Gálan Daniel[2,1], Ganbat Ariuntsetseg[3,1]

1. 東北大学、2. グラナダ大学、3. 香港大学
1. Tohoku University, 2. Universidad de Granada, 3. University of Hong Kong

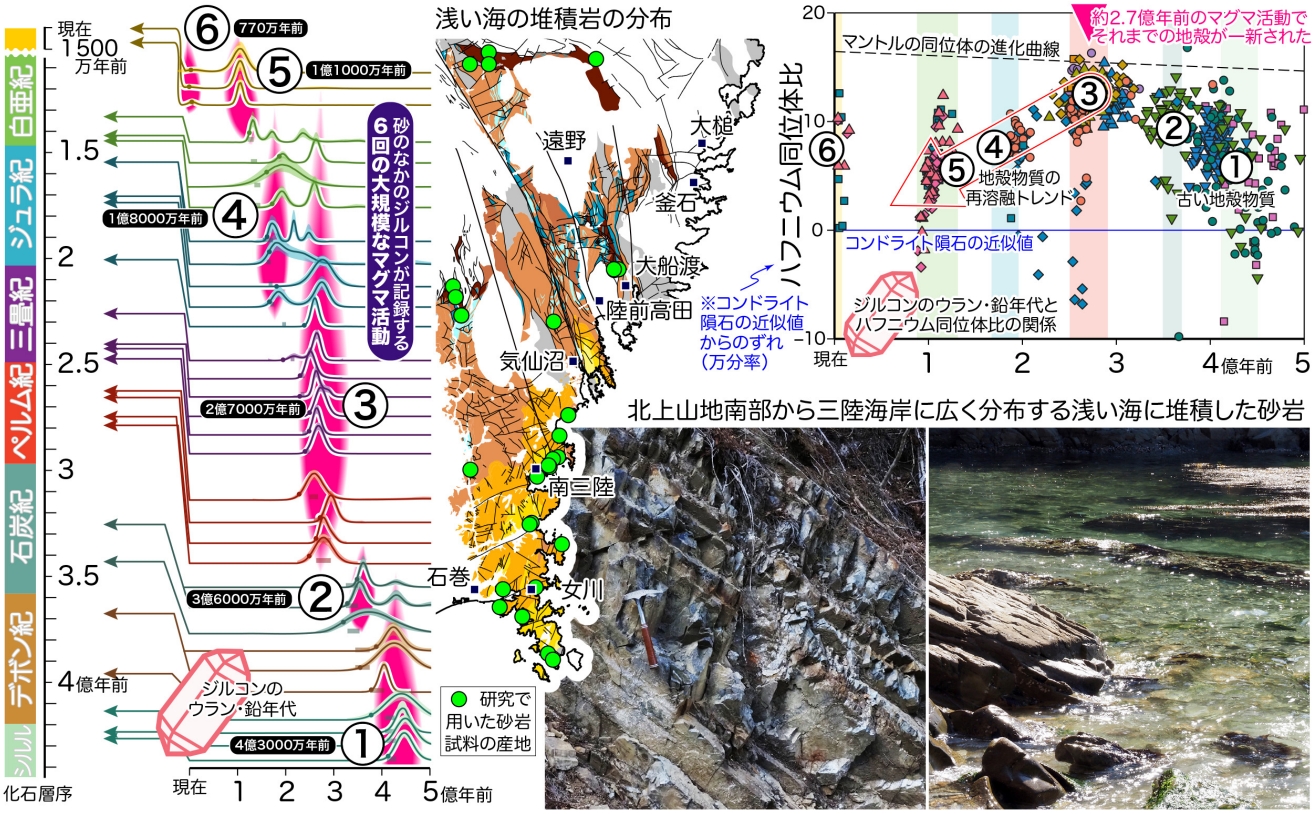
我々は古原生代と顕生代の大陸成長のパターンの体系化を目指し、前者の模式として東アフリカの中央アフリカ楯状地 (Ganbat *et al*. 2021a)を、後者の模式としてモンゴルの中央アジア造山帯 (Ganbat *et al*. 2021b)及び日本列島をターゲットに、U-Pb年代–Hf同位体比同時分析を駆使したジルコン学を進めてきた。日本列島の周辺は、少なくとも約5億年前から海洋プレート沈み込みによる地殻変動が非常に活発な地域で、長期にわたって浅い海に堆積した砂には、過去のマグマ活動が記録されている。東北地方（岩手県・宮城県）の北上山地南部から三陸海岸に至る地域には、雄勝石に代表されるシルル紀から白亜紀前期の浅い海に堆積した砂や泥の地層が広く分布している。最近、我々の研究チームは、三陸のシルル紀以降のさまざまな時代の古い砂岩と現世の砂浜海岸で採取した砂の中の砕屑性ジルコン約2000粒についてのジルコン学から、過去5億年間に６回（約4.3、3.6、2.7、1.8、1.1億年前、約770万年前）の大規模マグマ活動を確認し、約2.7億年前のマグマ活動が最も激しく、それまでに存在した古日本列島の地殻のほとんどが新しく生まれ変わったことを示した (Pastor-Galán *et al*. 2021) [画像を参照]。

本講演ではPastor-Galán *et al*. (2021)の公表後に得た、東北日本（一部、西南日本）の古生代深成岩類のジルコンのU-Pb年代–Hf同位体比が、先の砕屑性ジルコンが推定した東北日本の地殻進化にどのように対比できるかを紹介し、東北日本のオルドビス紀以降の地殻進化のパターンが顕生代の大陸成長のパターンとなり得るのか、中央アジア造山帯のそれと比較する。そして、東北日本と中央アジア造山帯の顕生代の太平洋型造山帯の地殻成長パターンが、古原生代の超大陸縁辺域の大規模地殻成長時期のそれとどのような違いがあるのか論じたい。

引用文献

• Pastor-Galán D., Spencer C. J., Furukawa T., Tsujimori T., 2021. Evidence for crustal removal, tectonic erosion and flare-ups from the Japanese evolving forearc sediment provenance. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 564, 116893, https://doi.org/10.1016/j.epsl.2021.116893
• Ganbat A., Tsujimori T., Boniface N., Pastor-Galán D., Aoki S., Aoki K., 2021a, Crustal evolution of the Paleoproterozoic Ubendian Belt (SW Tanzania) western margin: A Central African Shield amalgamation tale. *Gondwana Research*, v. 91, p. 286–306, https://doi.org/10.1016/j.gr.2020.12.009
• Ganbat A., Tsujimori T., Miao L.-C., Safonova I., Pastor-Galán D., Anaad C., Baatar M., Aoki S., Aoki K., Savinskiy L., 2021b, Late Paleozoic–Early Mesozoic granitoids in the Khangay–Khentey basin, Central Mongolia: Implication for the tectonic evolution of the Mongol–Okhotsk Ocean margin. *Lithos*, v. 404-405, 106455, https://doi.org/10.1016/j.lithos.2021.106455

キーワード：ジルコン学、U-Pb年代–Hf同位体比同時分析、顕生代砕屑岩、古生代深成岩、日本列島造山帯
Keywords: zirconology, simultaneous U–Pb/Lu–Hf analyses, Phanerozoic clastic rocks, Paleozoic plutonic rocks, Japanese orogen



セッション口頭発表 | G1-6. ジェネラル　サブセッション岩石・鉱物・火山

[3oral301-04] G1-6. ジェネラル　サブセッション岩石・鉱物・火山

座長:遠藤 俊祐(島根大学)

2022年9月6日(火) 08:45 〜 09:45 口頭第3会場 (14号館102教室)

[G6-O-1] 風化度指標 W値を用いた江若花崗岩中の断層岩の諸特性

*岩森 暁如[1]、小北 康弘[2]、島田 耕史[2]、立石 良[3]、高木 秀雄[4]、太田 亨[4]、菅野 瑞穂[2]、和田 伸也[1]、大野 顕大[1]、大塚 良治[1] （1. 関西電力、2. 日本原子力研究開発機構、3. 富山大学、4. 早稲田大学）

08:45 〜　09:00

[G6-O-2] 太古代超苦鉄質岩から産するジルコンの示す岩体変質履歴

*沢田 輝[1]、森下 知晃[2]、谷 健一郎[3] （1. 海洋研究開発機構、2. 金沢大学、3. 国立科学博物館）

09:00 〜　09:15

[G6-O-3] 酸化鉄バンドを伴う堆積岩中での無機的なプロセスによる白色スポットの形成

*河原 弘和[1,2]、吉田 英一[3]、西本 昌司[4]、纐纈 佑衣[1]、勝田 長貴[5]、梅村 綾子[3] （1. 名古屋大学大学院、2. JOGMEC、3. 名古屋大学博物館、4. 愛知大学、5. 岐阜大学）

09:15 〜　09:30

[G6-O-4] カルサイト合成実験における流体包有物の形成条件

*山内 彩華[1]、坂口 有人[1] （1. 山口大学大学院創成科学研究科）

09:30 〜　09:45

風化度指標W値を用いた江若花崗岩中の断層岩の諸特性

Characteristics of fault rocks in Koujaku granite using the weathering index W value

*岩森 暁如[1]、小北 康弘[2]、島田 耕史[2]、立石 良[3]、高木 秀雄[4]、太田 亨[4]、菅野 瑞穂[2]、和田 伸也[1]、大野 顕大[1]、大塚 良治[1]
*Akiyuki Iwamori[1], Yasuhiro OGITA[2], Koji SHIMADA[2], Ryo TATEISHI[3], Hideo Takagi[4], Tohru Ohta[4], Mizuho KANNO[2], Shinya WADA[1], Akihiro Oono[1], Yoshiharu Ootsuka[1]

1. 関西電力、2. 日本原子力研究開発機構、3. 富山大学、4. 早稲田大学
1. Kansai Electric Power. Co., 2. Japan Atomic Energy Agency, 3. Toyama Univ., 4. Waseda Univ.

はじめに：岩石の風化に関する研究はこれまで地質学，地形学，鉱物学等の多岐にわたる分野で進められてきた．風化作用とは，岩石が地表条件のもとで，気圏，水圏，あるいは生物圏の影響で変化していく現象であり，物理的風化作用，化学的風化作用，鉱物学的風化作用に大別される (木宮, 1991)．このうち，化学的風化作用は，岩石と水，酸素や二酸化炭素を主とするガスとの反応による岩石の化学変化であり(関, 1998)，その尺度をあらわす指標としてAl_2O_3, Na_2O, CaOなどの不安定な鉱物の分解に着目した多くの風化度指数がこれまで提案されている．Ohta and Arai (2007) は，単一鉱物の溶解過程ではなく，風化過程における平均的な地球化学的反応を把握することを目的とした風化度指標W値とMFWダイアグラム (M：苦鉄質源, F：珪長質源, W：風化物質) を提案した．本稿では，若狭湾東方陸域に分布する江若花崗岩中の断層岩を対象とし，断層岩のW値について検討し，風化の進行度等の諸特性についてMFWダイアグラムを用いて検討した．また，江若花崗岩と美濃丹波帯変玄武岩との地質境界の断層についても同様の検討を行い，江若花崗岩中の断層岩との特徴の相違について検討した．

断層岩試料およびXRF分析：今回の検討には江若花崗岩の断層岩試料 (n=33) および美濃丹波帯変玄武岩の断層岩試料 (n=8)，合計41試料を用いた．江若花崗岩の断層岩試料は，活断層の白木丹生断層，非活断層の高速増殖原型炉もんじゅおよび美浜発電所の各敷地内の破砕帯において採取した．一方，変玄武岩の断層岩試料は，活断層の敦賀断層において採取した．XRF分析は，日本原子力研究開発機構所有のZSX Primus II (X線管球フィラメント：Rh) (㈱リガク製) を使用し，ガラスビート法により行った． W値は，Ohta and Arai (2007) にしたがい，XRF分析で得られた10成分の酸化物の重量%データのうち，一般的に検出限界以下となる MnO, P_2O_5を除く8成分 (SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, CaO, Na_2O, K_2O) の総量が100wt.%になるよう設定した重量%データを用いて算出した．

結果：江若花崗岩：母岩 (No.33，転石) は，F値＝94.2%，W値=4.9%であり，珪長質でほとんど未風化である．断層岩試料は，活断層・非活断層にかかわらずM値が約3%でほぼ一定であり，風化が進展するとF値が減少し，W値が増加する．8成分の酸化物について，W値への影響度とW値の変動傾向との整合性の観点から検討した結果， 特にNa_2OとCaOがW値の増減に大きな影響を与えることが確認できた．また，母岩No.33の Al_2O_3を不変と仮定し，マスバランス法により母岩に対する各酸化物の絶対量変化率を算出した結果，Na_2OはW値の増加に伴い減少するのに対し，CaOはW値が40%程度までは母岩に比べて増加するものの，40%を超えると減少する傾向がみられた．さらに，別途実施したXRD分析の結果，W値が大きい断層ガウジでは斜長石のピークが減少する．以上より，江若花崗岩のW値は，F成分の斜長石の増減と関係すると考えられる．なお，白木丹生断層では，地下水位以下のボーリングコア試料 (No.5, 6, 7) のW値 (15.0%-18.4%) は，地下水位以浅の露頭試料 (No.1, 2, 3, 4) のW値 (29.2%-48.7%) に比べて小さい．これは，CaOの絶対量変化率の傾向の違い (露頭：-60～-86%，ボーリングコア：+45～+61%) が要因であり，W値およびCaOは地下水の影響 (斜長石の溶脱、方解石の沈殿等) を大きく受けると考えられる．なお，別途実施したTiO_2を不変とした場合の絶対量変化率の検討では，風化の進行に伴い酸化物の総重量%が増加する等，Al_2O_3と異なる結果が得られたが，これは元々のTiO_2含有量が少ないことによる誤差が要因と考えられる． 変玄武岩：母岩 (No.38，転石)

は，M値=88.2%，W値=6.6%であり，苦鉄質でほとんど未風化である．カタクレーサイト (No.36, 37) まではF値がほぼ一定であり，風化が進展するとM値が減少し，W値が増加するが，断層ガウジ (No.34, 35, 39, 40, 41) ではW値の増加に伴いF値の増加もみられた．これは，薄片観察において断層ガウジ中に石英のフラグメントの混在がみられたこと，XRD分析により石英とカリ長石の混在がみられたことから，断層活動による江若花崗岩の岩片の混入が要因と考えられる．

引用文献：木宮一邦, 1991,応用地質, **32**, 22-31． 関陽児, 1998,地質調査月報, **49**, 639-667． Ohta T, Arai H, 2007, *Chemical Geology*, **240**, 280-297.

キーワード：江若花崗岩、断層岩、W値、斜長石、地下水
Keywords: Koujaku granite, fault rocks, W value, Plagioclase, Groundwater

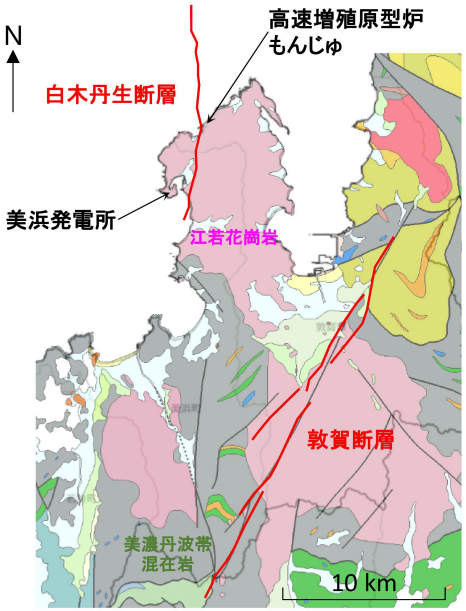


図1 若狭東部陸域の地質概要
(産総研地質図ナビを用いて作成)

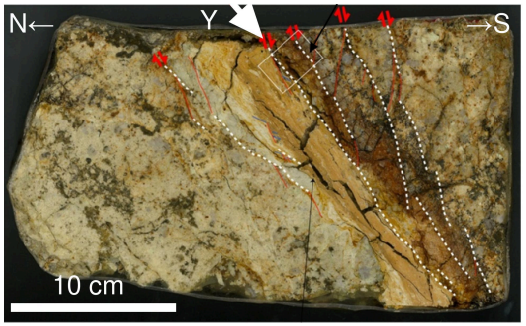
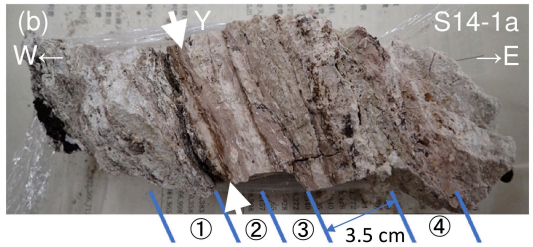
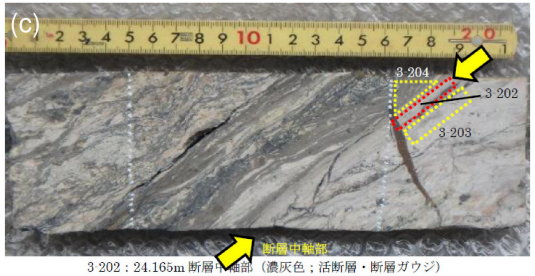


図3 美浜発電所敷地内破砕帯
露頭採取試料





3-202：24.165m 断層中軸部（濃灰色；活断層・断層ガウジ）
3-203：24.17m 断層下盤側（淡灰色；活断層・断層ガウジ）
3-204：24.175m 断層上盤側（暗褐色；活断層・断層ガウジ）

図2 白木丹生断層 (a) 露頭写真, (b) 露頭採取試料, (c) ボーリングコア採取試料

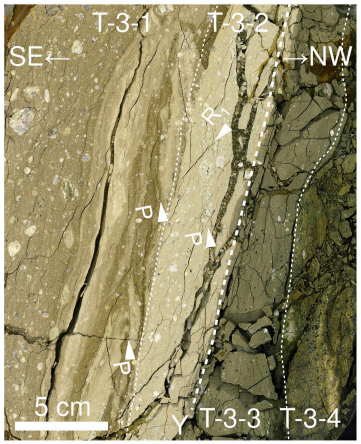
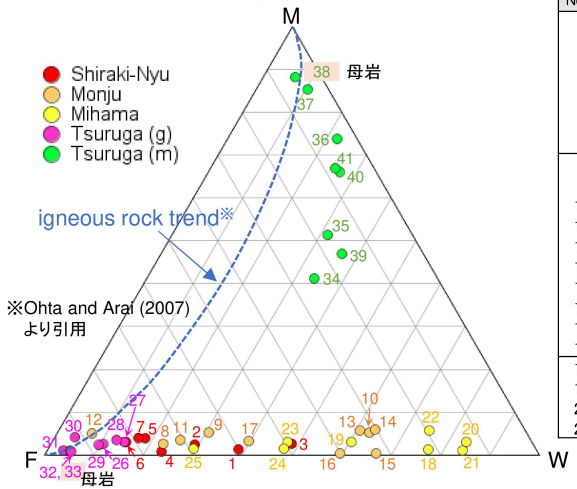


図4 敦賀断層 露頭採取試料



No.	Fault name	M	F	W
1	Shiraki-Nyu	0.014	0.601	0.385
2	Shiraki-Nyu	0.025	0.684	0.292
3	Shiraki-Nyu	0.026	0.487	0.487
4	Shiraki-Nyu	0.008	0.759	0.233
5	Shiraki-Nyu	0.039	0.776	0.184
6	Shiraki-Nyu	0.030	0.820	0.150
7	Shiraki-Nyu	0.040	0.790	0.170
8	β	0.026	0.747	0.227
9	MBC-16①	0.052	0.642	0.306
10	MBC-16②	0.052	0.318	0.630
11	MBC-23	0.034	0.708	0.258
12	MBC-25	0.050	0.878	0.072
13	MBC-26①	0.057	0.335	0.608
14	MBC-26②	0.060	0.302	0.638
15	Ko9-4	0.003	0.329	0.668
16	Ko9-4	0.003	0.401	0.596
17	Ko12-1	0.032	0.572	0.397
18	B	0.013	0.219	0.768
19	C	0.031	0.364	0.604
20	D	0.030	0.133	0.837
21	E	0.010	0.150	0.839

No.	Fault name	M	F	W
22	Ⅱ-S-3	0.058	0.195	0.747
23	Ⅱ-S-4	0.030	0.494	0.476
24	F-M1-1	0.015	0.509	0.475
25	F-M3-9	0.014	0.692	0.294
26	Tsuruga (g)	0.025	0.869	0.106
27	Tsuruga (g)	0.031	0.824	0.145
28	Tsuruga (g)	0.036	0.837	0.128
29	Tsuruga (g)	0.023	0.878	0.099
30	Tsuruga (g)	0.042	0.917	0.041
31	Tsuruga (g)	0.011	0.957	0.033
32	Tsuruga (g)	0.010	0.943	0.047
33	Tsuruga (g)	0.008	0.942	0.049
34	Tsuruga (m)	0.412	0.249	0.339
35	Tsuruga (m)	0.513	0.171	0.316
36	Tsuruga (m)	0.737	0.040	0.223
37	Tsuruga (m)	0.853	0.041	0.105
38	Tsuruga (m)	0.882	0.053	0.066
39	Tsuruga (m)	0.469	0.164	0.367
40	Tsuruga (m)	0.661	0.074	0.266
41	Tsuruga (m)	0.670	0.078	0.253

図5 MFWダイヤグラム

太古代超苦鉄質岩から産するジルコンの示す岩体変質履歴

Metasomatic record indicated by zircon from Archean ultramafic rocks

*沢田 輝[1]、森下 知晃[2]、谷 健一郎[3]
*Hikaru Sawada[1], Tomoaki Morishita[2], Kenichiro Tani[3]

1. 海洋研究開発機構、2. 金沢大学、3. 国立科学博物館
1. JAMSTEC, 2. Kanazawa Univ., 3. National Museum of Nature and Science, Tokyo

ジルコンは主に花崗岩質岩に含まれる鉱物だが、かんらん岩やクロミタイトなどの超苦鉄質岩からも稀に産出し、その起源については様々な議論がある。太古代超苦鉄質岩は、コマチアイトなどの噴出岩を除くと、緑色岩体の構成岩石として存在するものと、片麻岩体中の数mから数kmスケールのブロックとして点在するものとに大別できる。多くの場合、角閃岩相～グラニュライト相程度の強い変成作用や花崗岩質岩貫入などの影響を受けている。このような太古代超苦鉄質岩に含まれるジルコンの起源を分類すると、(1)火成起源ジルコンが変成・変質に耐えて初生的組成を保持しているもの、(2)火成起源ジルコンが変成・変質したもの、(3)変成起源ジルコンがさらに変成・変質したもの、となる。(1)の例として、グリーンランド南西部の約3.7 Gaイスア緑色岩体苦鉄質マグマからの沈積かんらん岩中に産するジルコンがある[1]。(2)の例として、インドDharwar地塊Chithradurga縫合帯[2]やグリーンランド南西部Itsaq片麻岩体中のUjaragssuit Nunat岩体[3]が挙げられる。これらの超苦鉄質岩中で変成・変質を受けたジルコンは、周辺地質情報や微量元素組成からウラン鉛年代が変成イベントの年代を示すと解釈される一方で、一部のジルコン粒子のHfモデル年代は火成イベントの時期を示す。(1)、(2)共に、超苦鉄質岩中の火成起源ジルコンは、約2.05 Ga Bushveld層状貫入岩体で見られるように沈積岩形成過程で分化の進んだメルトの影響で晶出したものであると考えられる[4]。一方で、(3)はZrを含む鉱物が変成によって分解して生じるジルコンであり、グリーンランド東海岸Rae地塊東端Ivnartivaq岩体に産する蛇紋岩の脱水で生じた変成かんらん岩中のジルコンが挙げられる[5]。超苦鉄質岩中ジルコンは火成起源であっても波動累帯構造が明瞭でないことも多く、(1)~(3)を区別するにはウラン鉛年代測定だけでなく、産状や微量元素組成、酸素・Hf同位体比等から総合的に判断する必要がある。太古代超苦鉄質岩中ジルコンは特にウラン鉛年代が変成イベントによってリセットされてしまうことが多い点は特筆される。蛇紋岩化作用に伴ってロディン岩やヒスイ輝石岩などに熱水ジルコンが生じることから類推すると、ジルコンは超苦鉄質岩中では珪長質岩中よりも変成・変質に弱い可能性がある。このことは、超苦鉄質岩中ジルコンは火成活動やマントル進化の解読に使うには不利であるが、変質履歴の解読には有用であることを示唆する。

参考文献

[1] D'Andres et al. (2019). Geochimica et Cosmochimica Acta, 262, 31-59.
[2] Santosh et al. (2020). Lithos, 376, 105772.
[3] Sawada et al. in prep.
[4] Yudovskaya et al. (2013). Mineralogy and Petrology, 107, 915-942.
[5] Peters et al. (2020). Earth and Planetary Science Letters, 544, 116331.

キーワード：太古代、超苦鉄質岩、クロミタイト、ジルコン、変質作用
Keywords: Archean, Ultramafic rock, chromitite, zircon, metasomatism

酸化鉄バンドを伴う堆積岩中での無機的なプロセスによる白色スポットの形成

Bleached-spot formation in a sedimentary rock with Fe-oxide bands by inorganic process

*河原 弘和[1,2]、吉田 英一[3]、西本 昌司[4]、纐纈 佑衣[1]、勝田 長貴[5]、梅村 綾子[3]
*Hirokazu KAWAHARA[1,2], Hidekazu YOSHIDA[3], Shoji NISHIMOTO[4], Yui KOUKETSU[1], Nagayoshi KATAUTA[5], Ayako UMEMURA[3]

1. 名古屋大学大学院、2. JOGMEC、3. 名古屋大学博物館、4. 愛知大学、5. 岐阜大学
1. Nagoya Univ., 2. JOGMEC, 3. Nagoya University Museum, 4. Aichi Univ., 5. Gifu Univ.

【背景】赤色砂岩などの酸化鉄を含んで赤色を呈する堆積岩において、酸化鉄が分解してできた数mm~数cm大の白色スポット（: Bleached spotあるいはReduction spot）が見られることがある。その局所的な白色化のプロセスについては様々な要因が考えられており、炭化水素を含む流体、先駆物質の有機物及び微生物活動によるものと説明されてきた。白色スポットの一部に、中心にウランやバナジウムといった重金属元素の濃集部を伴うタイプがある。近年、そのような重金属元素濃集を伴うスポットのウラン同位体比パターンにより、そのスポットが微生物活動によって形成したことが示された[1]。そのため、一部の先行研究では白色スポットをバイオマーカーとみなし、火星での生命探査に応用する提案がなされている[1][2]。しかし、ほとんどの白色スポットは上記のような重金属元素の濃集は伴わないため、白色スポットの存在だけで生命活動の痕跡として良いかは議論の余地があると考える。
【研究対象】本研究において、ゼブラロックと呼ばれる豪州北部に産する特徴的な酸化鉄からなるバンド模様を呈する堆積岩中に、中心に特徴的な多角形の結晶を伴う直径100 μmほどの微小な白色スポットを発見した。ゼブラロックの鉄バンド形成プロセスについては議論があるが、鉄を含む酸性流体と母岩との反応によって生じた可能性が提案されている[3][4]。スポットの産状から中心物質とスポット形成との関連が推測され、先駆物質の痕跡が残る白色化現象として注目した。
【結果】本研究では、偏光顕微鏡観察、XGT分析、ラマン分光分析、SEM-EDX分析及びEMPA分析の結果を基に、ゼブラロック中の白色スポットの形成プロセスについて検討を行った。中心結晶の形状及び元素マッピングの結果から、結晶は、自形で立方体及び八面体となる黄鉄鉱がディッカイト、ゲーサイト及びヘマタイトに置き換わったシュードモルフであると推測した。また、スポットは鉄バンドの縁あるいはバンドの外の鉄が薄く沈澱した箇所でのみ認められ、バンド内の鉄の濃度が大きい箇所では認められなかった。
【考察】スポットの分布から、鉄バンドの酸化鉄鉱物の沈澱とスポット形成が同じイベントで形成したと考えられる。従って、スポットの形成プロセスとして以下のステップが考えられる：(1) Fe^{2+}を含む酸性流体が母岩中の炭酸塩鉱物や長石類によって緩衝され、Feがゲーサイト（FeOOH）として沈澱する（：鉄バンド形成）(2) 母岩中の初生黄鉄鉱が酸性流体によって分解し、周囲にH^+イオンが拡散される。(3) H^+イオンが拡散した範囲では、局所的にpHが低下してゲーサイトが分解する(4) 初生黄鉄鉱の分解した箇所にはディッカイトが充填し、分解せず残った箇所はゲーサイト及びヘマタイトに変化する(5) その後、全体が酸化してゲーサイトがヘマタイトとなる。ゲーサイトが分解した範囲は酸化鉄フリーの白色スポットとして残るスポットの有無は、初生黄鉄鉱の分解に伴う酸化鉄の分解反応と周囲の酸化鉄の沈澱反応のどちらが優勢であったかによる違いであると考えられる。なお、ゼブラロック中では初生黄鉄鉱が残っていないため、微生物による硫酸還元で生じたものか、続成作用で生じたものかは現時点では断定できない。
【結論】本研究によって白色スポットが必ずしも微生物活動などの有機的な反応だけでなく、硫化鉱物が酸化分解による局所的なpH変化という無機的な反応によっても生じうることがわかった。このことから、全ての白色スポットが必ずしもバイオマーカーとなりうるわけではなく、スポットの起源はその中心物質を精査した上

で判断すべきであると考える。

【引用文献】[1] McMahon et al., 2018. *Nature Comm.* [2] Parnell et al., 2016. *Origins of Life and Evolution of Biospheres.* [3] Retallack, 2021. *Aust. J. Earth Sci.* [4] Kawahara et al., 2022. *Chem. Geol.*

キーワード：白色スポット、ゼブラロック、黄鉄鉱、酸化鉄、pH変化
Keywords: Bleached spot, Zebra rock, Pyrite, Fe-oxide, pH change

カルサイト合成実験における流体包有物の形成条件

Formation conditions of the fluid inclusion based on synthesis experiment of calcite

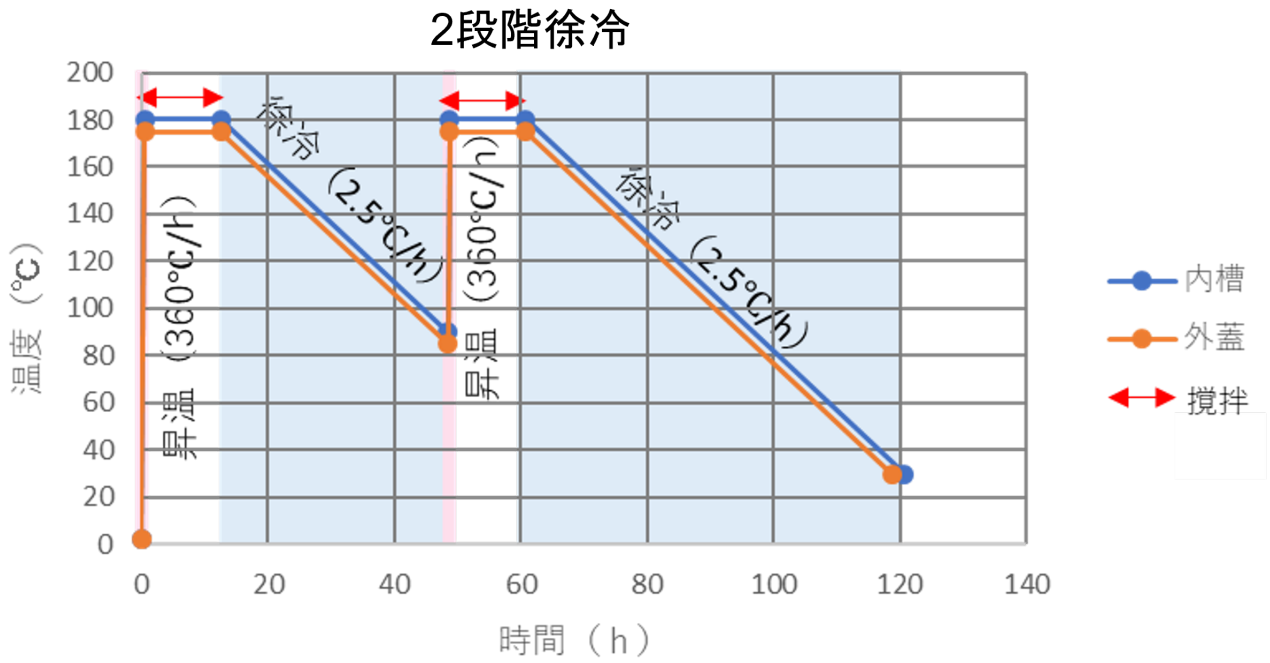
*山内 彩華[1]、坂口 有人[1]
*Ayaka YAMAUCHI[1], Arito SAKAGUCHI[1]

1. 山口大学大学院創成科学研究科
1. Graduate School of Sciences and Technology for Innovation

【はじめに】
結晶中に流体が閉じ込められているものを流体包有物とよぶ．流体包有物は結晶の格子欠陥よりもはるかに大きな欠陥である．Roedder（1984）では流体包有物の形成モデルとして6つの案を挙げているが，現在もどのようにしてこのような欠陥が結晶成長中に形成されるのかわかっていない．
一般的な結晶合成実験では流体包有物は形成されない．早川，南部（1974）は石英とカリミョウバンの合成において極端に過飽和な条件で包有物が形成されることを確認し，過飽和度が要因のひとつではないかと指摘した．柳澤，後藤田（2011）がカルサイトの育成実験において結晶を大きくするために一度徐冷した状態から再び昇温・徐冷する2段階徐冷実験を行ったところ，オーバーグロース層中に多数の流体包有物が存在することが確認された．
本研究ではオートクレーブを用いて2段階徐冷の実験条件を変えながらカルサイトを合成し観察を行うことにより，流体包有物の形成条件を明らかにすることを目的とする．
【研究手法】
実験条件として2段階徐冷時の昇温後の高温保持時間の有無や継続時間，その時の撹拌の有無の条件を変更しながら実験を行なった．
【結果】
2段階徐冷時の高温保持時間が短い場合，および強制撹拌を行わなかった場合には流体包有物は確認できなかった．一方で2段階徐冷時の高温保持時間が十分に長く，そしてその間に強制撹拌，もしくは自然対流によって溶液を循環させた場合には流体包有物を含んだカルサイト結晶が形成された．
これらの実験の各段階でクエンチし，走査型電子顕微鏡を用いてカルサイト結晶の表面の観察を行なった．2段階目の昇温の直後までは結晶表面はフラットであったが，溶液を撹拌しつつ12時間高温保持をしたあとには様々な深さをもつ凹部がみられるようになった．このあと2段階徐冷が進むにつれて凹部をもつ結晶は少なくなった．
【議論】
流体包有物の形成には結晶表面の融解によって深い溝や凹部が生じることが必要であると考えられる．撹拌や自然対流によって結晶表面に高温の溶液が触れ続けることで表面の融解が促進される．それによって結晶表面に凹部が生じる．その後，結晶成長が進むにつれて結晶表面の凹部が起点となって起点よりもはるかに大きな空洞に成長すると考えられる．最終的に空洞が閉じられて流体が捕獲されると考えられる．
【文献】
Edwin Roedder (1984) Fluid Inclusions, 13-19
早川典久，南部正光(1974)　人工結晶中の包有物の形状　一地質温度計としての液体包有物に関する研究(第3報)一. 日本鉱業会誌, 90, 479-485
国立大学法人高知大学. 柳澤和道・坂口有人・阪口秀. カルサイト単結晶の製造方法. WO2012/108473. 2014-7-3.
佐脇貴幸（2003）　流体包有物　一その基礎と最近の研究動向一. 岩石鉱物科学, 32, 23-41.
Sterner, S.Michael., Bodnar, Robert.J.(1984) Synthetic fluid inclusions in natural quartz I. Compositional

types synthesized and applications to experimental geochemistry. Geochimica et Cosmochimica Acta, 48, 2659-2668
柳澤和道・後藤田智美（2011）　科学研究費補助金基盤研究B　多鉱岩の弾性変形におけるカルサイト応力計の開発　分担研究「微細なカルサイト単結晶の水熱育成」　2010年度成果報告書

キーワード：カルサイト、流体包有物
Keywords: calcite, fluid inclusion



セッション口頭発表 | T13.［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

[3oral401-12] T13.［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)、小松原 純子(産業技術総合研究所地質調査総合センター)、小荒井 衛(茨城大学理学部)

2022年9月6日(火) 08:45 ～ 11:45 口頭第4会場 (14号館401教室)

[T13-O-1] 地盤情報に基づく北海道の地盤平均 S波速度分布の推定

*廣瀬 亘[1]、戸松 誠[1]、竹内 慎一[1] （1. 北海道立総合研究機構）

08:45 ～ 09:00

[T13-O-2] 常時微動計測結果からみる水戸及び霞ヶ浦周辺の谷底平野の地形発達的特徴と地盤災害特性

*小荒井 衛[1]、川村 直輝[1]、中島 展之[1]、中野 早登[1]、先名 重樹[2]、中埜 貴元[3] （1. 茨城大学理学部、2. 防災科学技術研究所、3. 国土地理院）

09:00 ～ 09:15

[T13-O-3] 小規模な開析谷内の沖積層に記録された海進と海退：埼玉県芝川低地の例

*小松原 純子[1] （1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター）

09:15 ～ 09:30

[T13-O-4] 東京山の手に発達する谷底低地の S波速度構造と地盤震動特性

*中澤 努[1]、長 郁夫[1]、小松原 純子[1]、坂田 健太郎[1] （1. 産業技術総合研究所）

09:30 ～ 09:45

[T13-O-5] 千葉県市原市町田（養老川下流域）の沖積層について（予報）

*小島 隆宏[1]、風岡 修[1]、中澤 努[2]、吉田 剛[1] （1. 千葉県環境研究センター、2. 産業技術総合研究所）

09:45 ～ 10:00

[T13-O-6] 仁和洪水（西暦888年）砂層の堆積学的研究からみた千曲川洪水と土地利用の関係

*保柳 康一[1]、亀谷 兼人[1] （1. 信州大学）

10:00 ～ 10:15

[T13-O-7] 帯水層蓄熱に関わる大都市圏下の中-上部更新統

*三田村 宗樹[1] （1. 大阪公立大学）

10:15 ～ 10:30

[T13-O-8] 関東平野中央部野田地域における MIS 7e～5e相当層の層相とテフラ・花粉群集の層序関係の検討

*米岡 佳弥[1]、坂田 健太郎[1]、中澤 努[1]、本郷 美佐緒[2]、中里 裕臣[3] （1. 産総研地調、2. アルプス調査所、3. 農研機構農工研）

10:30 ～ 10:45

[T13-O-9] 災害用井戸を利用した地下水流動方向の把握の精度向上

*吉田 剛[1]、伊藤 直人[1]、風岡 修[1]、香川 淳[1]、八武崎 寿史[1]、小島 隆宏[1] （1. 千葉県環境研究センター）

10:45 ～ 11:00

[T13-O-10] 関西地域における地盤情報の利活用状況について

*北田 奈緒子[1]、濱田 晃之[1]、水谷 光太郎[1]、三村 衛[2] （1. 一般財団法人　地域地盤環境研究所、2. 京都大学大学院　）

11:00 ～　11:15

[T13-O-11] 断層条線から推定する断層すべりと破壊伝播方向：恵那山断層の例

*重松 紀生[1]、吾妻 崇[1]、中島 礼[2]、安江 健一[3]、立石 良[3]、廣内 大助[4]（1. 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、3. 富山大学都市デザイン学部、4. 信州大学教育学部）

11:15 ～　11:30

[T13-O-12] 人工改変によるローム層分布域の地震時流動性地すべりのリスク変化ー多摩ニュータウンを事例にー

*鈴木 毅彦[1]、千木良 雅弘[2]、松四 雄騎[3]、中山 大地[1]（1. 東京都立大学都市環境学部地理環境学科、2. 公益財団法人深田地質研究所、3. 京都大学防災研究所）

11:30 ～　11:45

地盤情報に基づく北海道の地盤平均S波速度分布の推定

Average S-Wave Velocity mapping of Hokkaido based on Geological Information

*廣瀬 亘[1]、戸松 誠[1]、竹内 慎一[1]
*Wataru Hirose[1], Makoto Tomatsu[1], Shinichi Takeuchi[1]

1. 北海道立総合研究機構
1. Hokkaido Research Organization

【はじめに】

千島海溝周辺では，今後30年間以内においてM8.8以上の巨大地震の発生確率が7～40%と，地震に伴う強震動および津波リスクが極めて高い状態にある（地震調査研究推進本部，2017）．海溝型の大規模地震では被害が甚大かつ広域にわたるため、事前復興の考え方のもと，国や地方公共団体、関連機関、住民などが様々な対策を事前にとることが必要である．そのためには，建築物や道路等インフラを載せる地盤について，地質学的なデータに基づき強震動および液状化等の地盤災害の稠密な予測を行うことが重要となる．

【浅部地盤データセットの構築】

強震動予測の基礎となる，地表から30m深までの地盤平均S波速度分布（AVS30）の設定にあたっては，地盤データの豊富な地域を除き，微地形区分が用いられることが多い．しかし特に平野部では，第四紀の顕著な地殻変動により地下構造が複雑になっている場合が多い．本研究では，北海道および各自治体等で実施された地盤ボーリングデータに基づき北海道の低地部を対象に地盤断面解析を行い，地下30mまでの地盤モデルを作成することとした．

検討に用いたデータは北海道内で行われた地盤ボーリング調査データのうち，低地で行われた掘削深度10m以上の32,461本である．これらについて，世界測地系による位置情報（緯度・経度・標高（T.P.：東京湾平均海面））の付与，異常な地質データの修正を行った．地盤断面解析には，産業技術総合研究所・防災科学技術研究所が開発，公開している「ボーリング柱状図解析システム」を用いた．断面測線間隔は4分の1地域メッシュ（緯度間隔7.5秒，経度間隔11.25秒：250mメッシュに相当）とし，同サイズのグリッド中央に設定した仮想柱状図に断面測線を投影して，グリッドごとの地質断面図とした．

北海道は札幌・釧路など都市部を除き，関東地方など本州の大都市圏と比べ低地における市街地面積率が小さく，地盤ボーリング調査地点密度も低い傾向がある．そのため，岡崎（1960）など水井戸柱状図，田村ほか（2009）によるサロベツ原野の電気探査結果など物理探査資料も参照し，近傍の地盤ボーリング柱状図を投影・対比することにより解析精度の向上を図った．また，十勝平野断層帯など活断層の近傍では中～上部更新統以新の地層も断層，撓曲および傾動により変形を受けている可能性があるため，廣瀬ほか（2005）など北海道内の活断層調査結果も考慮した．これらの解析結果に基づき地盤モデルを作成，AVS30を算出した．地盤ボーリング資料や物理探査結果等が乏しい地域については，若松・松岡（2020）および松岡ほか（2005）の手法で，微地形と先第三系・第三系の山地・丘陵からの距離に基づきAVS30を算出した．

【解析結果】

AVS30値は，沖積層が厚く発達する石狩平野では後背湿地で15～20%，自然堤防で5～10%など，微地形区分による見積もりに比べ低く，豊平川扇状地周辺や由仁-安平低地など地下浅部に厚く砂礫層が発達する地域では，10～50%前後高く見積もられる傾向があった．これらはたとえば平成23年東北地方太平洋沖地震など北海道周辺での地震で観測された震度分布や地盤液状化被害の傾向とも整合的である．

【引用文献】

廣瀬 亘・大津 直・田近 淳・高見雅三・田村 慎・石丸 聡・垣原康之・野呂田晋（2005）北海道活断層図 No.5 十勝平野断層帯 活断層図とその解説．北海道，136p.
地震調査研究推進本部（2017）千島海溝沿いの地震活動の長期評価（第三版），130p.

松岡昌志・若松加寿江・藤本一雄・翠川三郎（2005）日本全国地形・地盤分類メッシュマップを利用した地盤の平均 S 波速度分布の推定．土木学会論文集，No.794／I-72，239-251．
岡崎由夫（1960）釧路平原とのその地形発達史．地理学評論，33，462-473．
田村慎・大津直・岡孝雄・秋田藤夫・若浜　洋・酒井利彰・石島洋二（2009）北海道北部,サロベツ原野における浅部地下構造．北海道大学地球物理学研究報告，72，51-77．
若松加寿江・松岡昌志（2020）地形・地盤分類250mメッシュマップの更新．日本地震工学会誌,40，24-27．

キーワード：平均S波速度、地盤データベース
Keywords: Average S-Wave Velocity, Geological Database

常時微動計測結果からみる水戸及び霞ヶ浦周辺の谷底平野の地形発達的特徴と地盤災害特性

Landform evolution and ground disaster characteristics of the valley bottom plain around Mito City and Lake Kasumigaura using micro tremor measurement results

*小荒井 衛[1]、川村 直輝[1]、中島 展之[1]、中野 早登[1]、先名 重樹[2]、中埜 貴元[3]
*Mamoru Koarai[1], Kawamura Naoki[1], Nakajima Nobuyuki[1], Nakano Hayato[1], Senna Shigeki[2], Nakano Takayuki[3]

1. 茨城大学理学部、2. 防災科学技術研究所、3. 国土地理院
1. College of Science, Ibaraki University, 2. NIED, 3. GSI of Japan

演者らは、地形分類から見た地盤災害リスク評価の細分化のため、谷底平野の勾配と堆積物の粒度との関係の解析を行ってきた。その一環として、水戸の東茨城台地を解析する谷底平野や霞ヶ浦沿岸の谷底平野において常時微動計測を行い、地下のS波速度構造の違いを検討してきた。その結果を報告する。
水戸周辺の東茨城台地を刻む谷底平野では、急勾配の箇所が中流域にあり、その場所が現在の侵食前線となっており、現在も後退が進んでいると考えられる。そのため、上流側の緩傾斜部分は沖積層の厚さは薄く、地盤災害のリスクは下流部の沖積層の厚い緩傾斜部と比べて、小さいものと判断される。水戸は谷底平野の都市化は進んでおらず、水田か耕作放棄の荒れ地となっているが、南関東では谷底平野の宅地化が急激に進んでおり、このような場所での地形発達過程を踏まえたリスク評価が重要と考える。
一方、霞ヶ浦沿岸の谷底平野では開析が水戸地区よりも進んでいて、谷底平野の源流部で急勾配となっていた。水戸地区との違いについては、更新統の地層の力学的特性の違いに起因する可能性が高いと考えるが、詳細は今後の課題である。また、幅の広い谷底平野では場所によって、沖積層の基盤深度が変化していたため、谷底平野内でも面的に多数の常時微動計測を行うようにし、場所による特性の違いを考察した。谷底平野や氾濫平野の中央部に自然堤防や砂州・砂堆等の砂地盤の微高地があったとしても、その下の軟弱な泥層が厚ければ地盤災害リスクは高くなり、単純に地形種だけでリスク評価をすることが難しいことを示している。同じ霞ヶ浦沿岸では、高浜の入りと土浦の入りでは、都市化や土地利用の状況が大きく異なっている。その理由が地盤環境の違いにあると推察して、園部川・恋瀬川・桜川の流域で常時微動計測を行っている。その結果の速報も可能ならば本発表で報告したい。

キーワード：谷底平野、常時微動計測、勾配、地形発達過程、地盤災害リスク
Keywords: valley bottom plain, micro tremor measurement, gradient, landform evolution process, ground disaster risk

小規模な開析谷内の沖積層に記録された海進と海退：埼玉県芝川低地の例

Transgression and regression recorded in Holocene postglacial deposits within a incised valley with a small catchment, the Shibakawa lowland, Saitama Prefecture, central Japan.

*小松原 純子[1]
*Junko Komatsubara[1]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター
1. Geological Survey of Japan, AIST

東京都東部から埼玉県東部にかけての低地下には，最終氷期以降に堆積した沖積層が分布する．東京都東部の東京低地，荒川沿いの荒川低地，中川沿いの中川低地については多数の層序ボーリングが掘削され，更新世末期から現在にかけての地史や物理特性等が明らかになってきた（Tanabe et al., 2015; Komatsubara et al., 2017; 小松原ほか, 2022）．これらの主要な埋没谷はかつての利根川や荒川が下刻した大規模な谷である．主要な埋没谷については理解が進む一方，比較的小規模な開析谷（枝谷）の沖積層に関する研究例は少ない．枝谷内の堆積相や物性は主要な埋没谷とはかなり異なることが知られている（遠藤ほか，1989；中澤ほか，2022など）．これは，枝谷が集水域が台地内にとどまるような小さい河川によって形成されたために掃流力がなく，更新統の礫層に阻まれて下刻が進行しなかったり（久保，1988），完新世の高海水準期に大規模河川の堆積物で谷口を塞がれて沼沢化したりという事情による．しかしこのような枝谷は河川や潮汐流の影響を受けにくいために地層の欠損が比較的少なく，完新世の海進海退など環境の記録がより完全な形で残っている可能性が高い．
このような枝谷の沖積層について堆積相および物性を調べることを目的に，埼玉県の大宮台地を開析する主要な谷の1つである芝川沿いの低地（芝川低地もしくは見沼低地）で2022年3月に2本のオールコアボーリングを実施した．
2022年の3月に埼玉県さいたま市の浦和くらしの博物館民家園敷地内（GS-SMS-1）と三崎公園（GS-SUM-1）でそれぞれ30 m，20 mのオールコアボーリングを行った．ボーリング孔でPS検層，温度検層を行い，コア試料については堆積相の記載，粒度分析を行った．またコア試料から得られた貝殻片と植物片について放射性炭素年代測定を依頼中である．層相の概要は下記の通りである．
GS-SMS-1：深度20 m（標高-16.63 m）以深は更新統（固結した泥層）である．沖積層は基底に中粒～極粗粒砂と泥炭を伴う以外はほとんど泥からなり，極細粒砂の薄層を希に挟む．標高-8.43～-3.73 mに貝化石を産し，標高-0.98 m以浅には根痕が顕著となる．表層の2.8 mは盛土からなる．
GS-SUM-1：深度9.05（標高-5.52）以深は更新統（固結した泥層）である．沖積層の基底から約2 mは中粒砂～granuleからなり，斜交層理や木片を伴う．その上位は泥が主体で一部細粒～粗粒砂の薄層を挟む．標高-3.47～-1.57 mにはパイプ状の生痕が見られる．標高-1.57から上位には根痕が顕著となる．地表の1.0 mは盛土である．
芝川低地では遺跡発掘調査に伴って地質調査が行われ，調査地点の上流側と下流側で海成層の上限下限および年代が得られている（堀口ほか，1982；安藤，1982；埼玉県埋蔵文化財調査事業団, 1992）．また，低地の出口付近にあたる埼玉県川口市でも産総研によるオールコアボーリングが行われている（小松原ほか，2010）．これらのデータも踏まえ芝川低地の堆積環境変遷と物性との関連および完新世の海面変動について議論する．

安藤, 1982, 寿能泥炭層遺跡発掘調査報告書 自然遺物編. 153-238.
遠藤ほか, 1989, 第四紀研究, **28**, 61-77.

堀口ほか, 1982, 寿能泥炭層遺跡発掘調査報告書自然遺物編. 59-136.
Komatsubara et al., 2017, *Quaternary International*, **455,** 56-69.
小松原ほか, 2010, 堆積学研究, **69**, 73-84.
小松原ほか, 2022,地質学雑誌, **128**, 29-42.
久保, 1988, 地理学評論, 61, 25-48.
中澤ほか, 2022,日本地質学会大129年学術大会講演要旨.
埼玉県埋蔵文化財調査事業団, 1992, 浦和市四本竹遺跡芝川見沼第1調整池関係埋蔵文化財発掘調査報告.
Tanabe et al., 2015, *Sedimentology*, **62,** 1837-1872.

キーワード：芝川低地、枝谷、開析谷、完新世、海進
Keywords: Shibakawa lowland, distributary valley, incised valley, Holocene, transgression

東京山の手に発達する谷底低地のS波速度構造と地盤震動特性

S-wave velocity structures and ground motion characteristics of the valley bottom lowlands in the Yamanote area, Tokyo, central Japan

*中澤 努[1]、長 郁夫[1]、小松原 純子[1]、坂田 健太郎[1]
*Tsutomu Nakazawa[1], Ikuo Cho[1], Junko Komatsubara[1], Kentaro Sakata[1]

1. 産業技術総合研究所
1. Geological Survey of Japan, AIST

台地を刻む谷の谷底低地には軟らかい泥層や腐植層などが分布することが多く，地震の際に揺れを大きく増幅させたり，不同沈下を引き起こしやすいとされる（安田，2017）．ただし谷底低地の軟らかい堆積物は上流部へ向け層厚を減ずることが予想され，その場合，基盤の地盤特性を反映して低地といえども堅固な特性を示すケースも考えられる．本研究では谷底低地の地盤特性が下流から上流に向けてどのように変化するかを知るために，東京山の手の武蔵野台地を開析する神田川（善福寺川）及び古川（渋谷川）沿いにおいて，谷底低地を横断する複数の測線を設定し，常時微動観測を実施した．
いずれの河川でも下流部にはS波速度が100 m/s程度の軟弱な泥層が比較的厚く分布するため，下流部の平均S波速度はかなり低い値を示した．特に泥層の層厚が10～15 mに達する地域では，地盤震動特性を示すH/Vスペクトルのやや低周波（1.5 Hz付近）にピークがみられた．この地域は，1923年関東地震で被害が著しかった地域（武村，2003）にほぼ一致する．
一方で神田川（善福寺川）の上流部の谷底低地は，深さ30 mまでの平均S波速度（AVS30）が300～400 m/sと高く，H/Vスペクトルには高周波にピークが認められるかあるいは高周波までフラットな特性を示した．これは，神田川（善福寺川）の上流部が「名残川」の流水により関東ローム層の母材となる風成物質が常に除去されることで形成された谷であり（久保，1988），段丘構成層である武蔵野礫層が谷底低地のごく浅部に分布するためと考えられる．この場合，周辺の台地には低地との比高とほぼ同じ厚さの軟らかい関東ローム層が分布するため，AVS30は谷底低地よりもむしろ周辺の台地でより低い値を示した．
同様に，古川（渋谷川）の中流部の谷底低地もAVS30は350 m/s前後と高く，H/Vスペクトルには高周波にピークが認められるかあるいは高周波までフラットな特性を示した．これは，河川の下刻が更新統の東京礫層の上面付近まで達したものの，谷底低地の堆積物はほとんど堆積せず，ごく浅部に東京礫層が分布するためと考えられる．周辺の台地は東京層の軟らかい泥層や関東ローム層で構成されるため，やはりAVS30は谷底低地よりもむしろ周辺の台地でより低い値を示した．
このように武蔵野台地を開析する小河川沿いでは，下流部には軟弱な泥層が比較的厚く分布するが，中・上流部では谷底の堆積物は薄いかあるいはほとんど分布しない．また河川の下刻は更新統の礫層上面で停止していることが多いため，中・上流部の谷底低地は比較的堅固な地盤からなり，むしろ関東ローム層や東京層の泥層が侵食されずに分布している周辺の台地のほうが軟らかい特性を示すことになる．つまり台地内の小河川沿いでは下流部と中・上流部で，台地地盤と低地地盤の相対的な脆弱性は逆転する．谷底低地は低地といえども地震災害リスクが必ずしも高いとは限らない．このように台地内の谷底低地においては，下流から上流にかけての谷底低地の堆積物の層厚変化と基盤となる更新統の礫層との位置関係を的確に捉えることが強震動予測・地震防災には重要と考えられる．

久保純子，1988，地理学評論Ser. A，**61**，25–48；武村雅之，2003，日本地震工学会論文集，**3** (1)，1–36；安田 進，2017，第四紀研究，**56**，217–225.

キーワード：第四紀、谷底低地、地盤震動特性、東京
Keywords: Quaternary, valley bottom lowland, ground motion characteristics, Tokyo

千葉県市原市町田（養老川下流域）の沖積層について（予報）

The Post-LGM deposits in lower reaches of the Yoro River, Machida district of Ichihara City, Chiba Prefecture, central Japan

*小島 隆宏[1]、風岡 修[1]、中澤 努[2]、吉田 剛[1]
*Takahiro KOJIMA[1], Osamu KAZAOKA[1], Tsutomu NAKAZAWA[2], Takeshi YOSHIDA[1]

1. 千葉県環境研究センター、2. 産業技術総合研究所
1. Chiba Prefectural Environmental Research Center , 2. Geological Survey of Japan, AIST

はじめに　千葉県の東京湾岸地域（以下，千葉県湾岸地域とする）の低地や埋立地には，更新世末期～完新世に形成された沖積層が広く分布している．沖積層は一般に軟弱であり，地震動が増幅されやすいため，沖積層が厚く分布する地域の表層付近では，大地震時にしばしば液状化現象が生じる．たとえば，2011年東北地方太平洋沖地震時には，千葉県湾岸地域の埋立地において，沖積層埋没谷に沿って著しい液状化被害が見られた（風岡ほか, 2011）．

一方，1923年の関東地震時には，千葉県湾岸地域の養老川及び小櫃川流域の低地において，液状化に関連する思われる被害を受けたことが報告されている（地質調査所, 1925）．被害の大きかった地区の一つである市原市町田では，多数の亀裂と噴砂が確認された（地質調査所, 1925; 市原市教育委員会, 1982）．この地区において，沖積層の分布深度，層序および液状化が生じた層準について検討するため，オールコアボーリング等の地質調査を実施した．本発表では，現時点での予察的な検討結果を報告する．

調査地と研究手法　千葉県市原市町田は，養老川下流域の河口付近に位置する．関東地震時には，全ての家屋が全潰または半潰し，地面には亀裂が多く現れ砂と水が噴出し，さらに陥没も生じたことが報告されている（地質調査所, 1925; 市原市教育委員会, 1982）．当地区内の熊野神社にて，深度35 mまでのオールコアボーリング及び各種検層等を実施した．得られたオールコア試料（GS-IH-1コア）の層相を詳しく観察するため，コアを深度方向に二分割し，東邦化学工業株式会社製のハイセルSAC-100を分割面に染み込ませ剥ぎ取った．これら剥ぎ取り面やコアそのものを観察し，層相区分を行った．液状化層準については，風岡ほか (2003) に基づき，コアの層相に葉理等の初生的堆積構造が見られるかを基準として検討した．

調査結果と考察　コアの層相観察からは，調査地の沖積層は深度30.93–0.16 mに分布することが推定される．また，層相に基づき下位よりユニット１～５に細分できる．

ユニット１（深度30.93–28.45 m）はオリーブ灰色のシルト層とオリーブ黒色の砂礫層の互層から構成される．S波速度は181–265 m/sである．

ユニット２（深度28.45–25.54 m）は，黒色の泥炭層を主体とし，黒色～オリーブ黒色の有機質泥層を伴う．S波速度は120–160 m/sである．

ユニット３（深度25.54–14.87 m）は，しばしば生痕を伴うオリーブ黒色の泥層（一部有機質）を主体とするが，下端付近（深度25.54–24.34 m）及び上部（深度16.34–15.32 m）には砂層が発達する．S波速度は164–222 m/sである．

ユニット4（深度14.87–5.63 m）は，生物擾乱が強く発達した青黒～オリーブ黒色のシルト質砂層または砂質シルト層を主体とする．深度12.18–6.42 mには貝殻が含まれる．S波速度は140–204 m/sである．なお，深度5.63–5.58 mの区間はコアが欠如していたため，層相を確認できなかった．

ユニット５（深度5.58–0.16 m）は，青黒色やオリーブ褐色等の色調を呈する砂層および砂礫層から構成される．大局的には上方細粒化しており，深度5.58–3.31 mでは砂礫層が，深度3.31–0.16 mでは砂層がそれぞれ卓越する．S波速度は140–161 m/sである．

風岡ほか (2003) によれば，液状化しさらに流動化した地層では，葉理等の初生的堆積構造が消失する．ユ

ニット５の深度5–1 mの区間から，堆積構造がみられない塊状の砂層が複数の層準から見出された．関東地震時には，これらの砂層が液状化し，被害を生じた可能性がある．

講演では，追加で得られたデータや検討結果についても併せて報告する予定である．

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, 185 p.
市原市教育委員会, 1982, 市原市史 下巻, 市原市, 718p.
風岡 修・古野邦雄・香川 淳・楠田 隆・酒井 豊・吉田 剛・加藤晶子・山本真理・高梨祐司, 2011, 平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震とその余震による房総半島における液状化ー流動化現象 ー東京湾岸地域ー, 地質汚染-医療地質-社会地質学会誌, No. 7, 10–21.
風岡 修・楡井 久・香村一夫・楠田 隆・三田村宗樹, 2003, 液状化・流動化の地層断面ー千葉県東方沖地震からー, アーバンクボタ, No. 40, 4–17.

キーワード：沖積層、千葉県、液状化
Keywords: Post-LGM deposits, Chiba Prefecture, Liquefaction

仁和洪水（西暦888年）砂層の堆積学的研究からみた千曲川洪水と土地利用の関係

Relationship between Chikuma-gawa floods and land utilization, based on the sedimentological studies of the Ninna flood sand beds in A.D. 888

*保柳 康一[1]、亀谷 兼人[1]
*Koichi Hoyanagi[1], Kento Kametani[1]

1. 信州大学
1. Shinshu University

はじめに

千曲川は，長野，山梨，埼玉の三県境界の甲武信ヶ岳に源を発し，長野県内の佐久平（佐久盆地），塩田平（上田盆地），善光寺平（長野盆地）などの盆地を通り，新潟県境で信濃川と呼称を変えて日本海に達する全長367 kmの日本最長の河川である．2019年10月関東地方西部を通過した台風による豪雨によって，長野盆地で複数の堤防が決壊し，大きな被害をもたらした．千曲川の洪水は，数多く歴史記録に残されているが，最も古い記録は西暦888年の洪水である．河内（1983）は，『日本三代実録』『類聚三代格』『日本紀略』『扶桑略記』の記述に基づき西暦888年（仁和4年）に，千曲川上流の八ヶ岳山麓に形成された天然ダムが決壊して洪水が発生し，長野盆地まで達していたことを示した．このことから，上田盆地，長野盆地の平安期の遺跡や水田跡を覆う砂層は．その際の洪水によりもたらされたものであると解釈され，その発生前の状況についても考古学的に検討された（川崎，2000）． この発表では，この洪水砂層とその上位と下位の堆積物を堆積学的に検討して，洪水前の千曲川流域の土地利用と環境，仁和洪水の特徴，洪水後の環境と人間活動についてその概要を示す．

研究手法

長野県埋蔵文化財センターによって，発掘が進められている長野市南部の塩崎遺跡，石川条里遺跡，上田盆地北端に位置する坂城町の上五明遺跡，加えて千曲市によって発掘された屋代遺跡，本誓寺遺跡における平安期水田を埋積する砂層とその上下の泥層を数cmから10 cmの上下間隔で採取した．砂層については，レーザー回析法による粒度分析をおこない，岩相記載と合わせてその運搬・堆積機構を考察した．一方，泥層については，全有機炭素量（TOC），全窒素量（TN），全イオウ量（TS），安定炭素同位体比分析（δ^{13}C），珪藻分析によって堆積環境もしくは人為的影響を考察した．

洪水前の土地利用

仁和洪水の砂層下は，多くの遺跡において水田跡である．千曲川の氾濫原は，弥生時代以降現在まで水田として耕作されきた．洪水砂層直下の泥層はいずれの場所でも炭質物に富んでおり有機炭素量が1%程度とやや高い．一方，砂を含など淘汰が悪く，珪藻遺骸はほとんど産出しない．洪水砂層の下位20cm前後の炭質泥から求めた放射性炭素年代は4から5世紀の年代を示し，洪水以前は人為的に掘り返しながら，沢などから水を引くことによって水田を長く維持してきたことを示していると考えられる．

洪水の特徴

屋代遺跡の2 mに及ぶ砂層は，逆級化構造を基底に伴い，逆級化−正級化のサイクルが2回認められる．しかし，西側の山際に近い石川条里遺跡の洪水砂層は，20 cmの程度の厚さで正級化構造は認められが偽礫や逆級化構造は認められない．前者の例はこの洪水が2回のピークを持っていたことを示し，一方，後者は千曲川から離れた氾濫原に達した洪水はピーク以降にこの地点に達し水域を形成して正級化構造のみを形成したことを示す．さらに，洪水砂の直上の泥層には停滞水域を示す珪藻の遺骸が比較的保存良く産出することがあり，洪水後も長野盆地南部にはしばらく水域が残されたと考えられる．

洪水後の環境と人間活動

長野盆地南部の水域消失後，その上位の泥層のTOC値などから水田としての利用が再開されたと考えられる．珪藻化石の保存は極めて悪く，水田を耕作するような人的な撹乱があったと考えられる．また，考古学情報からも多くの遺跡で水田の復興を示す人的撹乱が認められている．ただ，２mの砂層が堆積した千曲市屋代では，砂層の堆積により相対的な高地が出来上がり，水田としての利用は難しくなったようで，最上部の人的撹乱はかなり新しいものと思われる．　2019年の台風豪雨の洪水と仁和洪水ではその発生要因が全く異なるが，千曲川上流域に発生原因があることでは一致している．このように，過去の事例は河川の近隣に住む人々に重要な情報をもたらしてくれる．

文献

河内晋平，1983，八ヶ岳大月川岩屑流，地質学雑誌，89，173-182.
川崎　保，2000，「仁和の洪水」砂層と大月川岩屑なだれ，長野県埋蔵文化財センター紀要，8，39-48.

研究協力：（財）長野県埋蔵文化財センター

キーワード：洪水堆積物、千曲川、平安時代、氾濫原
Keywords: flood deposits, Chikuma-gawa River, Heian period, flood plain

帯水層蓄熱に関わる大都市圏下の中-上部更新統

The Middle-Upper Pleistocene under metropolitan areas related to aquifer thermal energy storage

*三田村 宗樹[1]
*Muneki Mitamura[1]

1. 大阪公立大学
1. Osaka Metropolitan University

都市域の夏季・冬季の熱需要に対して，エネルギー緩和策技術の一つとして，地中熱利用がある．深度10mを超えると地中温度は，地上の季節変動を受けにくくなり，年中ほぼ一定で，冬季は大気より高く，夏季は低いので，温熱・冷熱として活用できる．また，地中の蓄熱特性を利用することで，季節間蓄熱によるエネルギーの循環的利用が行える．建物内での汎用性のある地中熱利用としては，ヒートポンプを介するシステムが一般的である．地中熱ヒートポンプシステムには，井戸内にヒートパイプを挿入し，熱媒体となる流体を循環さるクローズドループ方式と地下水をくみ上げ，その熱を直接利用するオープンループ方式がある．オープンループ方式には，熱交換後の地下水を地下に戻さない放流方式と地下に還元する還元方式に分かれ，帯水層に蓄熱して循環的な熱利用を行う帯水層蓄熱（ATES）も含まれる．イニシャルコストは，オープンループの方がクローズドループよりも低いとされる(環境省，2018)．しかし，オープンループ方式は，地下水揚水を伴うため，地下水揚水規制がなされる地域では，その実施が困難で，これまでの地中熱ヒートポンプシステム設置実績として，クローズドループ方式が圧倒的に多い(環境省，2018)．オープンループ方式の一つであるATESは，位置の離れた同じ帯水層に介在する地下水を，交互に揚水・注水し，その熱利用と熱貯留を行うもので，一方的な揚水による熱利用ではないため，地盤沈下への影響は抑えられる方式となっている．ATESは，ヨーロッパなどで実用化され，オランダでは，2015年には2500サイトを上回る導入が行われている(Heekeren & Bakema, 2015).
ATES活用のために地下水地盤に求められる基本的要件として，①地下水流動が小さく熱貯留に耐えられること，②地下水揚水・注水が容易に行えるための高い透水性を有すること，③地盤沈下・地下水汚染拡大などにつながらないこと，③帯水層分布が安定していることなどである．熱需要の盛んな大都市の多くが，日本では厚い第四紀層が伏在する沖積平野に位置し，環境省(2018)によると，地中熱ポテンシャルも高い地域となっている．これは，平野地下に存在する更新統が良好な帯水層となりえるためである．

東京・大阪・名古屋など熱需要の高い大都市圏が位置する沿岸部の沖積平野では，沖積層が分布し，完新世海進に伴ういわゆる沖積粘土層は，正規圧密状態にあり，地下水の水位変動で容易に地盤沈下を生じる．このため，沖積層直下にある帯水層のATES活用は，地盤沈下誘発や地下水汚染拡大の危惧から避けざるを得ない．ATESでは，構築する井戸の掘削は，イニシャルコストの面から通常100mの深さまでが一般的であるとされる．このような沿岸沖積平野下とその周辺地域では，帯水層を分ける粘土層が過圧密状態にあり，深度100m程度までに存在する帯水層として中-上部更新統がその対象となりえる．該当する帯水層は，関東平野では下総層群，濃尾平野では熱田層下位の更新統，大阪平野では田中層上部などに挟まれる砂礫層となる．

大都市圏は，かつて揚水過剰による地盤沈下が生じ，その対策として地下水揚水規制がなされている地域でもある．しかし，ATESでは，このような規制地域は，稼働する井戸施設が少なく，地下水停滞の状況が見込まれる地域で，むしろ好適地として位置づけられる．試験的運用での実証実験を進め，地盤沈下や周辺井戸への影響評価をもとに，行政の理解が得られれば，特例的に規制緩和への道が開かれるものと考える．
ATESの導入に関わる基本的資料として，中-上部更新統に関わる帯水層の上・下面深度（標高），層厚，上・下位層の状況，地下水規制の有無，既設井戸状況など，平野地下における帯水層の明確な区分や分布状況をまとめた水理地質図の充実が望まれる．今回は，大阪平野での例を紹介する．
引用文献

環境省 (2018) 地中熱利用にあたってのガイドライン 改訂増補版, 148p.
Heekeren & Bakema (2015) The Netherlands Country Update on Geothermal Energy, Proceedings World Geothermal Congress 2015, 1-6.

キーワード：帯水層蓄熱、更新統、帯水層、ATES、大都市圏
Keywords: aquifer thermal energy storage, Pleistocene, aquifer, ATES, metropolitan area

関東平野中央部野田地域におけるMIS 7e～5e相当層の層相とテフラ・花粉群集の層序関係の検討

Integrated litho-, tephro- and palyno-stratigraphy of the MIS 7e-5e strata beneath the Noda district, central Kanto Plain, Japan

*米岡 佳弥[1]、坂田 健太郎[1]、中澤 努[1]、本郷 美佐緒[2]、中里 裕臣[3]
*Keiya YONEOKA[1], Kentaro Sakata[1], Tsutomu Nakazawa[1], Misao Hongo[2], Hiroomi Nakazato[3]

1. 産総研地調、2. アルプス調査所、3. 農研機構農工研
1. GSJ, AIST, 2. Alps Tech. Res. Co., 3. NIRE, NARO

関東平野中央部に分布する更新統下総層群は，これまでにボーリングコア及び土質ボーリング柱状図資料を用いて詳細な分布形態や層序が検討されてきた[1],[2],[3]など．産総研では現在この地域において都市DXに対応した3次元地質地盤図の整備を進めている．今回は，3次元地質地盤図作成のための標準層序構築を目的とした，千葉県野田地域の更新統下総層群の上泉層（MIS 7e）から木下層（MIS 5e）の層序の再検討結果について報告する．

これまでの調査により，MIS 7c（清川層堆積期）の海域は，現在の千葉県野田市南部付近まで広がっていたことが推測されている．つまり下総台地北部に分布する清川層は，野田市南部付近を境に層相が大きく変化することが予想される．また既報によれば，この付近では清川層とその上位の横田層（MIS 7a？）や木下層（MIS 5e）との関係も不明である．以上のことから，下総台地北部に位置する千葉県野田市山崎でGS-ND-2コアを掘削採取し，MIS 7e～5e相当層の層相記載とテフラ・花粉群集の分析を行い層序関係の検討を行った．

GS-ND-2コアのMIS 7～5e相当層は大きく4つの堆積サイクル（下位より堆積サイクルA～D）に区分される．このうち最下部の堆積サイクルAは陸成の泥層から海成の砂層へと変化し，泥層の最上部付近に上泉層のKm2（TCu-1）テフラが挟在することから，下総層群上泉層に相当するMIS 7eを中心としたサイクルであることが分かる．堆積サイクルBは下位のサイクル最上部（海浜相）を覆う土壌から始まり河川チャネル成の礫混じり砂層，そして生物擾乱の著しい砂質泥層へと変化するサイクルである．ただしこのサイクルにテフラの挟在はない．堆積サイクルCは河川チャネル成の礫混じり砂層から氾濫原の泥層へと変化する．このサイクルには下部に清川層のKy3に類似するテフラが挟在する．堆積サイクルDは生物擾乱を受けた砂優勢の砂泥互層から植物根痕を含む砂質泥層へと変化する．

花粉化石群集に基づけば堆積サイクルDは*Cryptomeria*（スギ属）を多産することから木下層上部に相当するMIS 5e後期を中心としたサイクルであると推測される．また下位の堆積サイクルCは層相からは木下層下部の谷埋め堆積物の可能性も否定できないが，花粉化石群集に基づけば木下層下部に特徴的な*Hemiptelea*（ハリゲヤキ属）の多産がみられないことから木下層下部の可能性は低い．

ここで問題になるのは，清川層のKy3に類似するテフラと上泉層の間に，海水の影響を受けたと考えられる生物擾乱を強く受けた泥質が挟まることである．房総半島ではKy3テフラは清川層の下部に挟在する．清川層は上泉層の直上の層であるが，GS-ND-2の堆積サイクルC下部のテフラがKy3テフラならば清川層と上泉層の間にもうひとつ海進イベントがあったことになる．

本講演では以上のような関東平野中央部の下総層群の層序の問題点を整理したうえで，層相・テフラ・花粉化石群集の統合層序により改めてMIS 7e～5e相当層の層序の再構築を試みたい．

[1] 中澤・遠藤（2002）大宮地域の地質，5万分の1地質図幅; [2] 中澤・中里（2005）地質雑, **111**, 87-93;
[3] 中澤・田辺（2011）野田地域の地質，5万分の1地質図幅

災害用井戸を利用した地下水流動方向の把握の精度向上

The direction of groundwater flow using hydrogeological units and disaster emergency wells

*吉田 剛[1]、伊藤 直人[1]、風岡 修[1]、香川 淳[1]、八武崎 寿史[1]、小島 隆宏[1]
*Takeshi Yoshida[1], Naoto Ito[1], Osamu Kazaoka[1], Atsushi Kagawa[1], Hisashi Yabusaki[1], Takahiro Kojima[1]

1. 千葉県環境研究センター
1. Chiba Environmental Prefectural Reseach Center

はじめに

千葉県北西部の台地は中期更新世～後期更新世の下総層群から構成され，下位より地蔵堂層，藪層，上泉層，清川層，横田層，木下層の各累層がみられる．これらの累層は下部が主に泥層から，上部が主に厚い砂層から構成される．清川層以深の泥層及び砂層は側方によく連続している．地下水にとって，泥層は難透水層，砂層は透水層として機能するため，これらの側方への連続性の把握は地下水を持続的に利用するにあたり重要である．地盤沈下や地下水汚染等の環境問題では，地下水の流動方向・汚染物質の難透水層への浸透性を把握した上で，対策を行う必要がある．千葉県北西部において行った地質環境調査の結果をまとめ，この地域の水文地質構造を把握し，透水層単元に統一名を与え，上位よりYK-S1透水層・YK-S2透水層・YK-S3透水層とこれらを分けるYK-C1難透水層・YK-C2難透水層に区分することができた（風岡ほか，2013, 2018; 吉田ほか, 2017）．また，火山灰の同定より，区分した水文地質単元と上述の地層名との対比も行い，YK-S1透水層は清川層，横田層，木下層の砂層にあたり，YK-S2透水層は上泉層の砂層，YK-S3透水層は藪層の砂層として主に一致することがわかった（吉田ほか, 2017）．今回は，これら成果を持続的な地下水利用に活用するため，透水層（YK-S1,S2,S3）の地下水流動方向を求めることを目的とし，地下水環境調査用の観測井に加え，市が管理する災害用井戸も観測井として利用し，地下水流動方向の把握の精度向上を試みた結果を報告する．

手法

調査地域のオールコアボーリングの再検討と千葉県地質環境インフォメーションバンク内の柱状図から水文地質単元で区分した地質断面図を作成した（吉田ほか，2017）．地下水位を測定した井戸は， YK-S1, S2, S3透水層に対応するスクリーンを持つ観測井と災害用井戸である．災害用井戸は，井戸作成時の柱状図・電気検層図によりスクリーンがどの透水層に対応するかを判断した．水準測量により各井戸の管頭標高を求め，センチメートルオーダーで地下水位を測定し，地下水面図を作成し流動方向を求めた．

結果

千葉県北西部のYK-S3透水層を対象に，2020年9月の地下水面図を作成した．左図は観測井（赤色丸）の水位のみで地下水面図を作成し，右図は災害用井戸（黄色丸）の測定値も併せた地下水面図である．等量線の脇に書かれた数字は水面標高(m)を示し，水色の矢印は推定される地下水の流向を示す．左図・右図で地下水流向のスタート地点が同じ「左図の左側矢印」と「右図の中央の矢印」とを比較すると，左図は北から南西への流向を示すが，右図は北から南への流向となり，流向が約45度異なることが示された．

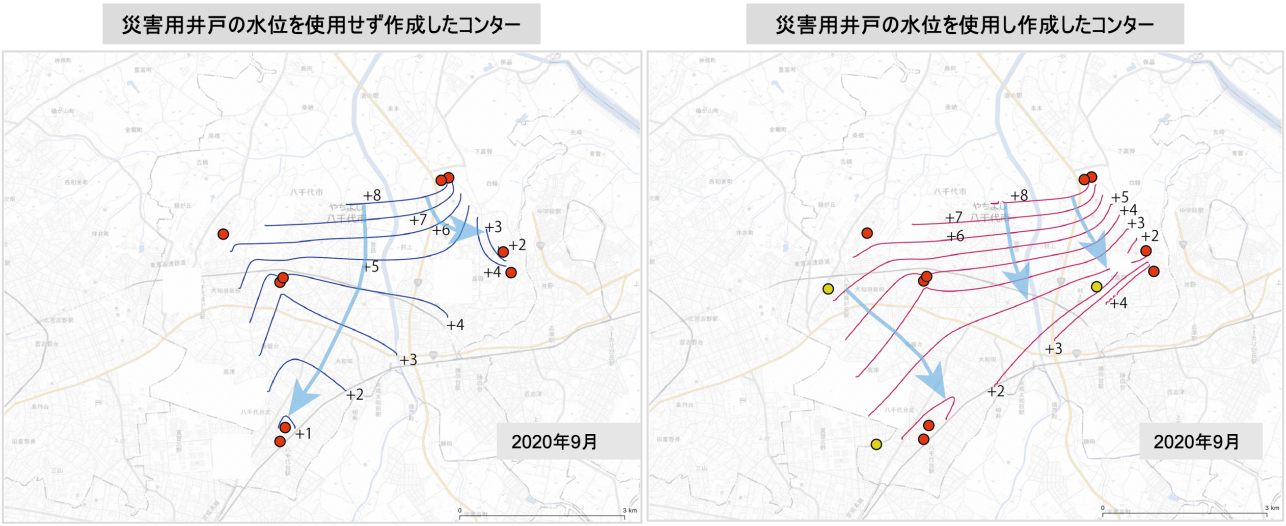
このように，災害用井戸などの既存の井戸も加え，より多くの井戸の水位データを加えることによって，より正確な地下水流動方向を知ることができ，地下水を含めた適切な水循環を検討できるようになる．

引用文献

風岡 修ほか，2013，下総台地中央部の更新統の透水層構造と地下水質の概要ー印西市～八千代市について

一.第 23 回環境地質学シンポジウム論文集，69-74.
風岡 修ほか，2018, 第6章　応用地質及び環境地質．都市域の地質地盤図「千葉県北部地域」(説明書)，35-44.
吉田 剛ほか, 2017, 千葉県北西部に広域に連続する難透水層(YK-C1,YK-C2)の分布.第 27 回環境地質学シンポジウム 論文集，125-130.

キーワード：水文地質単元、観測井、災害用井戸、地下水流動
Keywords: Hydrogeological unit, Monitoring well, Disaster emergency well, Groundwater flow



関西地域における地盤情報の利活用状況について

About the utilization status of ground information in the Kansai area

*北田 奈緒子[1]、濱田 晃之[1]、水谷 光太郎[1]、三村 衛[2]
*KITADA NAOKO[1], HAMADA TERUYUKI[1], MIZUTANI KOTARO[1], MIMURA MAMORU[2]

1. 一般財団法人　地域地盤環境研究所、2. 京都大学大学院
1. Geo-Research Institute, 2. Kyoto University

関西地域においては，過去３０年以上にわたり地盤情報の蓄積がなされており，土質工学会関西支部（現地盤工学会関西支部）の研究委員会を発端に“関西陸域”と“大阪湾海域”の地盤情報データベースベースの構築と地盤研究が始まった。この活動は２つの組織〔関西地盤情報活用協議会(1995～2003)，大阪湾地盤情報の研究協議会(1998～2003)〕に継承され，2003年に１つの組織〔関西圏地盤情報の活用協議会(2003～2005)〕に一体化された。この１つの組織に一体化された時点で２つの地盤情報データベースが統合され，現在の“関西圏地盤情報データベース”へと引き継がれている。その後，2005年からは，「関西圏地盤情報ネットワーク（KG-NET）」を形成し，“関西圏地盤情報データベース”を“関西圏の財産”と位置付けて活動を行っている。

地盤情報データベースは公共事業などで実施されたボーリングデータの柱状図や各種土質試験情報などをデジタル化しており，基本的には工学的な土質試験情報と土層（粒度の異なる堆積物を区分した情報）が示されている。この情報に同地域で実施された地質学的な調査ボーリングデータを加えることで，地質層序の情報明らかになり，側方対比や地層の同定を行うことが可能になる。 KG-NETの中には，これらのデータの利活用事例を示すことを目的に，地域ごとにスポットを当て検討を行った。その成果は書籍として新関西地盤シリーズとして，大阪平野，京都盆地，奈良盆地，近江盆地，和歌山平野などの地域が取りまとめられた。各地域での取りまとめでは，地域の代表的な表層地盤の断面図や地質学的な層序，堆積物の特徴，地質構造との関係などがとりまとめてあり，さらに工学的な特徴などもまとめてあるので該当地域での地質調査業務などの概要説明や調査時の対象地層の確認，調査計画などに利用されている。また，大阪平野など港湾部を含む地域は，基本的に海水準変動に伴った海成粘土層が特徴的に分布することから，地層の対比は比較的にスムーズであり，これに伴って中間砂層（Dg層）の特徴や分布は工学的基盤の分布状況を示すことが可能であり，杭基礎の深度の推定などの建設施工時の情報としても有効である。一方で，内陸地域では河川堆積物の特徴や基盤岩露出地域の岩石の特徴を反映した後背地の特徴などが明らかになり，地域ごとの地盤特性の取りまとめなどが可能となった。

ボーリングデータベースを用いた地層分布や堆積状況を把握することで，工事トラブルのリスクの高い地質がどのような堆積状況の場所に分布するのかが明らかになり，留意点も明らかになってきた。一例を挙げると，完新統の海成堆積物の中で陸地付近やある程度の流れのある地域で堆積する「砂」層は，注意が必要である。砂洲や砂堆の堆積物は中砂程度の粒径で分布し，スポット状に分布する事が多い。一方，湾奥の流れの少ない海岸付近では細粒砂が部分的に散見される。いずれも淘汰が良く，地下水位が比較的高い地域では液状化などのリスクが高いことが一般にも知られている。しかし，工事トラブルと合わせて検討すると，シールド工事などの地下掘削時にも掘削の振動に伴って流動化するなどの危険性がある事が判ってきている（地盤工学会関西支部（2013），北田・三村（2021），北田（2022））。さらに，河川デルタ地域で発見された旧河道部での地層の削り込みや断層変形に伴う撓曲構造の抽出などがボーリングデータを用いて広域的な地層分布を把握することによって解明することが可能となり，一般の工事などに伴う局所的な施工時ボーリングでは十分に把握しきれない地質・地盤リスクを抽出することが可能である。2018年からは木津川～淀川上流域における河川と周辺流域の特徴について検討を行っており，破堤にともなう堤内の堆積物の特徴などが明らかになりつつある。

以上のように，ボーリングデータベースなどを用いた理学的な検討と社会的なインフラ整備に関するリスク検

討を組み合わせることが可能になれば，都市域における地質学的な検討を社会活動に活かせるのではないかと考える。

引用文献：
地盤工学会関西支部：地下建設工事においてトラブルが発生しやすい地盤の特性とその対策技術に関する研究委員会　報告書，99p., 2013.
北田奈緒子・三村 衛：大阪平野を例とした地質地盤リスクの高い堆積構造の分布と特徴, 第56回地盤工学研究発表会講演集, CD-ROM, DS-3-11, 2021.
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（5），p10-13，2022.

キーワード：地質構造、ボーリングデータベース、表層地質、地質リスク
Keywords: geological structure, borehole database , subsurface geology, geologikal risk

断層条線から推定する断層すべりと破壊伝播方向：恵那山断層の例

Slip and rupture propagation directions during earthquake estimated from the fault slicken lines: An example of the Enasan-Fault in Gifu prefecture

*重松 紀生[1]、吾妻 崇[1]、中島 礼[2]、安江 健一[3]、立石 良[3]、廣内 大助[4]
*Norio Shigematsu[1], Takashi Azuma[1], Rei Nakashima[2], Ken-ichi YASUE[3], Ryo TATEISHI[3], Daisuke HIROUCHI[4]

1. 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、3. 富山大学都市デザイン学部、4. 信州大学教育学部
1. Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, AIST, 2. Research Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST, 3. School of Sustainable Design, the University of Toyama, 4. Faculty of Education, Shinshu University

活断層の過去のすべり方向は断層面上に見られる条線から知ることが可能である．しかし，多くの活断層においてすべり方向は地形等の特徴から推定されることが多く，断層条線が調べられている例は少ない．
恵那山断層は岐阜県中津川市から土岐市南部に至る北東–南西走向南東傾斜の活断層である．すべり方向は，地形などの特徴から断層の南東側が北西側に対して相対的に隆起する逆断層とされ，河川屈曲から右横ずれ成分を伴うとされているが，具体的には不明である．本研究では恵那山断層のすべり方向を，断層露頭の構造解析と条線の方位計測から明らかにした．
岐阜県恵那市山岡町に位置する原陶土産業の丸原鉱山内では，恵那山断層が 700 mに渡り連続露出し，岩村層群遠山層の礫岩-シルト岩互層もしくは領家帯の花崗岩類が瀬戸層群東原層の砂礫層の上にずり上がっている．調査では恵那山断層に沿う4 箇所において断層を横切るピットを掘削し，それぞれのピット内において露頭観察及び条線計測を行った．また露頭の全体像とピット内の詳細構造把握のため、露頭全体及びピットごとのデジタル露頭モデル (DOM) をフォトグラメトリ (例えば Bemis et al., 2014) により構築した．構築したDOMは全球測位衛星システムによる干渉測位とトータルステーションを用いた測量により地理座標の情報を付与した．
各ピットにおいて，恵那山断層の最新すべり面と岩村層群遠山層の礫岩-シルト岩互層もしくは領家帯の花崗岩類，瀬戸層群東原層，それらを覆う崖錐堆積物の関係が観察できた．恵那山断層の最新すべり面は必ずしも岩相境界断層とは一致しておらず，また最新すべり面は崖錐堆積物の一部を切断している．各ピットにおいて恵那山断層は，下部では北東–南西走向で60°～70°南東傾斜の断層面を持つが，上部では傾斜角が小さくなる．断層面に沿っては複数の断層ガウジによる層状構造が認められ，最新すべり面は平滑性の高い面として観察される．断層面は全体的には連続性は悪く，複数のすべり面が組み合わさる複雑な形状を持つ．
最新すべり面上では，北東方向から 20°から 80°のレーク角を持つ条線が観察され，その非対称構造は断層の上盤側が上昇，もしくは右横ずれで動いたことを示す．また詳細な観察からレーク角 70°の条線をレーク角20°の条線が上書きし，さらにすべり始めはレーク角 70°であったのがより小さなレーク角に曲がっている様子が観察された．以上のことから恵那山断層の最新すべり面では，高角のレーク角ですべりはじめ，すべりの途中でレーク角20°の方向に運動方向が変化したと考えられる．
地震の破壊数値計算では、モードⅡとⅢの混合モードにおけるすべり始め方向は，断層にかかる広域的な応力場による最大剪断応力方向とは異なる方向となる (Spudich et al., 1998)．さらにこのずれは地表付近で大きく，条線の大きな曲がりの原因となる一方，最終的すべり方向は広域的な応力場と一致する (Kearse et al., 2019; Kearse and Kaneko, 2020)．本研究の条線観察と破壊の数値計算を比較すると，恵那山断層の広域応力場によるすべり方向は北東方向からのレーク角 20°の方向と考えられる．また条線の曲がりから，最新すべり面上での破壊開始点は調査を行った丸原鉱山よりも北東に位置し，北東から南西に破壊が伝播したものと考え

られる．
恵那山断層の南西延長には，名古屋市をはじめとする都市が分布する．今回の恵那山断層における横ずれが卓越するという結果は，防災上重要な意味を持つ．また断層条線の曲がりからある程度の震央が推定できる可能性がある．本研究は，文部科学省の委託研究「屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯（恵那山ー猿投山北断層帯）における重点的な調査観測」（研究代表機関：名古屋大学，研究代表者：鈴木康弘）の成果の一部である．また調査にあたり原陶土産業株式会社に協力をいただいた．

Bemis et al. (2014) J. Struct. Geol., 69,163–178; Kears e et al. (2019) Geology, 47, 838–842. Kearse and Kaneko (2020) J. Geophys. Res., 125, e2020JB019863; Spudich et al. (1998) Bull. Seismol. Soc. Am., 88, 413–427.

キーワード：断層条線、恵那山断層、断層運動方向、破壊伝播方向
Keywords: Fault slicken lines, The Enasan Fault, Fault slip direction, Rupture propagation direction

人工改変によるローム層分布域の地震時流動性地すべりのリスク変化ー多摩ニュータウンを事例にー

Changes of the earthquake-induced landslides risk by artificial landform transformation: a case in the Tama New Town, west Tokyo

*鈴木 毅彦[1]、千木良 雅弘[2]、松四 雄騎[3]、中山 大地[1]
*Takehiko Suzuki[1], Masahiro Chigira[2], Yuki Matsushi[3], Daichi Nakayama[1]

1. 東京都立大学都市環境学部地理環境学科、2. 公益財団法人深田地質研究所、3. 京都大学防災研究所
1. Dept. of Geography, Tokyo Metropolitan University, 2. Fukada Geological Institute, Japan, 3. Disaster Prevention Research Institute Kyoto University

はじめに：日本列島各地にはローム層と呼ばれる降下テフラや火山灰土（鈴木，1995）からなる未固結な風成堆積物が分布する．これらは台地や丘陵などを被覆し不安定な斜面を構成する．このため，強い地震動発生時に流動性地すべりが生じ，場合により大規模な斜面災害が発生する．2018年北海道胆振東部地震，2016年熊本地震，2011年東北地方太平洋沖地震の際には各地域においてこのような流動性地すべりが発生し，被害が生じた．ローム層が分布する湿潤変動火山帯特有な斜面災害といえる．ところでローム層分布域の中には人工改変によりローム層が除去される場合がある．台地や丘陵を被覆するローム層の層厚は火山からの距離や方位，台地や丘陵の原面をなす地形面の形成年代により大きく変化する．ローム層がどの程度除去されるかは改変規模によると考えられるが，ローム層が完全に除去された斜面ではローム層崩壊の流動性地すべりは発生しない．人工改変地においてローム層の地震時流動性地すべりのリスクを検討する上で人工改変，すなわち切土によるローム層の除去の実態を把握する必要がある．このような観点にたち，ローム層への人工改変が進んだ東京西部の多摩ニュータウン（多摩丘陵）を事例に，人工改変前後の2時期を対象にローム層層厚分布図を作成し，人工改変によりローム層の流動性地すべりリスクがどのように変化したかを検討し，また切土のみならず盛土分布とその層厚をマップ化した（鈴木ほか，2021）．以下，その概要を述べるとともに今後の課題を記す．

手法：人工改変前の地形復元には1950 年代に刊行された 3,000 分の 1 地形図「御殿峠」「唐木田」（東京都，1958）の等高線よりDEMを作成した．改変後の地形は航空レーザーデータ（2 m メッシュ）と国土地理院基盤地図情報の数値標高モデル（5 m メッシュ）より復元した．ローム層分布は宇野沢ほか（1972・1989）による10,000 分の1「多摩丘陵北西部関東ローム地質図」を参照した．ローム層の残存層厚を求めるため，地形改変後標高からローム層基底（御殿峠礫層堆積面） 高度を差し引いた数値が正であればローム層が残存しており，負であればローム層は除去されたと解釈した．

結果：御殿峠礫層堆積面上のローム層について人工改変前後の層厚を把握するため，御殿峠礫層分布域のデータポイントでの改変前後でローム層層厚出現頻度の変化を検討した．改変前の御殿峠地域ではローム層層厚が30～20 mの地点がわずかに存在するのに対し，20 mから0 mにかけての地点数は0 mにむけて一方的に増加する．これに対して改変後では30～20 mの地点数には変化はあまり見られず，20～10 mにかけての地点数は多少の減少を示し，5～0 mにかけての地点数は大幅に減少する．これを補うようにローム層基底からさらに15 m程度切土された地点が目立つ．すなわち全体的にはローム層は切土のため除去された傾向にあり，ローム層が引き起こす地震時流動性地すべりリスクは低下したと考えられる．地点数の減少が認めにくいローム層層厚30～20 mの地点については，元々大規模な谷の分水界上の高まりに相当し，おそらく土地改変を進めながらも自然斜面を残存させるために意図的に地形改変がなされなかった地域と考えられる．その近傍には宅地も多くあり，地震時流動性地すべりのリスクは残されている．改変前の唐木田地域では，ローム層層

厚が27 mの地点数から0 mの地点数にかけてほぼ一方的に増加する．これに対し改変後の層厚出現頻度は，全体的に層厚が減少傾向にあり，その分ローム層基底以上に切土された地点の増大を予想していた．実際にローム層基底よりも切土された地点数は広範囲に認められる．しかしそれ以外で明確に減少したのは5～0 mにかけての地点であり，それ以外の範囲では10 m強と20 m付近で明らかに増大のピークが認められ，その前後もやや増大傾向にあり予想外の結果であった．増大傾向が見られた理由として「多摩丘陵北西部関東ローム地質図」で示された御殿峠礫層分布域の正確性に起因するものである．単純に新旧の地形の変化のみから切土・盛土を議論するのではなく，地質を加味する場合，参照とする地質図での描かれ方に細心の注意を払う必要が示唆される．

引用文献：鈴木（1995）火山，40，167-176．鈴木ほか（2021）京大防災研年報, 64B, 115-130.東京都建設局（1958）：3,000分の1地形図．宇野沢ほか（1972・1989）多摩丘陵北西部関東ローム地質図，地質調査所.

キーワード：地震時流動性地すべり、人工改変地形、多摩丘陵、火山灰土、多摩ニュータウン
Keywords: earthquake-induced landslide, artificial landform transformation, Tama Hills, tephric loess, Tama New Town

セッション口頭発表 | T9.［トピック］カーボンゼロエミッションに貢献する石油天然ガス石炭地質学・有機地球化学

[3oral501-08] T9.［トピック］カーボンゼロエミッションに貢献する石油天然ガス石炭地質学・有機地球化学

座長:三瓶 良和(島根大学大学院自然科学研究科)、千代延 俊(秋田大学国際資源学研究科)、山口 悠哉(石油資源開発株式会社)

2022年9月6日(火) 09:15 ～ 12:00 口頭第5会場 (14号館402教室)

[T9-O-1] （招待講演）カーボンニュートラルと CO_2地中貯留

*辻 健[1] （1. 東京大学）

09:15 ～ 09:45

[T9-O-2] （招待講演）玄武岩を利用した CO_2の地中貯留および鉱物化

*徂徠 正夫[1] （1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所）

09:45 ～ 10:15

[T9-O-3] 国内 CCSに向けた地質技術者の役割

島野 恭史[1]、瀬戸口 怜子[1]、*池 俊宏[1] （1. 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構）

10:15 ～ 10:30

[3oral501-08-4add] 休憩

10:30 ～ 10:45

[T9-O-4] 本邦中新世～鮮新世火山岩油ガス貯留層における CO_2鉱物固定ナチュラルアナログ

*八木 正彦[1] （1. 石油資源開発株式会社　技術本部）

10:45 ～ 11:00

[T9-O-5] 長岡 CCS実証サイトの CO_2砂岩貯留岩と不均質性

*千代延 俊[1] （1. 秋田大学国際資源学研究科）

11:00 ～ 11:15

[T9-O-6] 秋田県に分布する女川層珪質岩タイトオイルの開発にかかる低炭素社会への貢献

*玉川 哲也[1]、辻 隆司[1] （1. 石油資源開発（株）技術本部技術研究所）

11:15 ～ 11:30

[T9-O-7] Methane hydrate formation process in the forearc basin of Southwest Japan: Methane was generated beneath the trench bottom.

*金子 信行[1] （1. 産業技術総合研究所）

11:30 ～ 11:45

[T9-O-8] 本邦の石炭と現世陸源有機物の水素指数：斐伊川-宍道湖および飯梨川-中海水系を例として

*三瓶 良和[1]、内堀 奈美[2]、石田 貴博[2] （1. 島根大学大学院自然科学研究科、2. 島根大学総合理工学部）

11:45 ～ 12:00

カーボンニュートラルとCO_2地中貯留

CO_2 geological storage for carbon neutral world

*辻 健[1]
*Takeshi TSUJI[1]

1. 東京大学
1. The University of Tokyo

人間活動によるCO_2の排出によって、気候変動が引き起こされていることは間違いないとされている。大気中のCO_2濃度は産業革命前に比べて1.5倍にまで増えつつある。この急激なCO_2の増加は気温の上昇だけではなく、海水温の上昇など全地球システムに影響を与えている。地球システムは複雑なバランスの上で釣り合っているが、近年の急激なCO_2の増加は、この地球上のバランスを速いスピードで壊しつつある。また温度上昇に伴う極域のメタンハイドレートの溶解によって、温室効果の大きなメタンが大気中に放出され、温暖化が加速することも心配されている。このように地球システムのバランスが壊れることで、将来を予測することが難しくなっており、一刻も早いCO_2の排出削減が求められている。
近年、CO_2の削減のため太陽光発電や風力発電といった再生可能エネルギー技術が普及してきた。近い将来、太陽光や風力発電等がエネルギーの中心となり、火力発電はその不安定な電力を補うような仕組みになっていくと考えられる。例えば九州では太陽光発電が盛んに実施され、条件が良い時間帯は必要な電気を発電できるようになった。また風力発電も海洋上に設置されるようになり、その発電量も火力発電所に匹敵するとされている。つまり太陽光発電や風力発電は、発電ポテンシャルは大きいといえる。一方、再生可能エネルギーの割合を大幅に増やすには、蓄電技術の低コスト化等の技術開発が必要である。特に島国である日本では、他国から電気を持ってくることが難しく、安定した電力供給が求められる。電気を貯めると言う点ではバッテリーが一般的であるが、大量の電気を蓄電することは困難である。そこで重要になってくるのが「水素」である。
余剰電力を使って水の電気分解で水素と酸素を作ることができれば、電気が足りない時にその水素を使って電気を作ることができる。さらに水素は、石油や石炭に代わる物質と考えることもできる。しかし余剰電力からの水素の製造にはコストがかかり、商用化までには時間を要する。現状では、メタンや石炭などの炭化水素から水素を作っており、副産物として出てくるCO_2を大気放出していることが多い。このように大気中にCO_2を排出して生成した水素をグレーな水素という。このグレーな水素を使う限り、ほとんどCO_2削減には貢献していないことになる。一方、太陽光や風力で発電した電気を使ってグリーンな水素を作った場合、カーボンニュートラルな世界が近づいてくるが、先に述べた通り現状技術ではコストの面で現実的でない。そこで現在注目されているのが「ブルーな水素」である。この水素は、炭化水素から水素を作るところはグレーな水素と同じであるが、副産物として出てきたCO_2を地中貯留することで大気中へのCO_2の放出を低減したものである。例えばオーストラリアに豊富に存在する褐炭から水素とCO_2を作成し、CO_2を周辺の地層に貯留、水素を日本などに運ぶプロジェクトがある。現在、考えられている水素の多くが、このブルーな水素である。つまり、このコンセプトを実現するにはCO_2回収・地中貯留（CCS）が不可欠になる。
さらに日本は2030年のCO_2排出量50%削減、2050年のカーボンニュートラルの達成を打ち出した。2050年のCO_2排出ゼロを達成するには、人間活動に伴って何処かからCO_2が排出されるため、CO_2を大気中から回収するDirect Air Capture (DAC)とCO_2地中貯留を導入し、ネガティブエミッションを一部で実施する必要がある。このような状況において、CCSは水素社会とも強く関係し、CO_2を削減できる現実的な方法と考えられている。
CCSはCO_2排出施設や大気中からCO_2を回収し、地中に貯留する技術である。地中にCO_2を貯留するといっても、地下に巨大空間を建設する必要はなく、岩石の間隙に貯留する。良質な貯留層では、全体の20~30%くらいが間隙である。その間隙を有効に利用してCO_2を貯留する。日本周辺だけでも1000億トン以上のCO_2を貯留

できる地層があるという試算もある。この貯留可能量は、日本の総CO_2排出量の100年分以上に相当し、CCSプロジェクトは大きな可能性を持っていることが分かる。国際エネルギー機関（IEA）は、気温上昇を1.5度以内に抑えるためにCCSで約15%のCO_2を削減する必要があるとしている。しかしIEAのシナリオを実現するためには、世界中の数千箇所で大規模なCO_2貯留を行う必要があり、覚悟を持って取り組む必要がある。本発表では、カーボンニュートラルに向けた取り組みの中でのCCSの役割と概要、現在実施されているCCSプロジェクト、圧入したCO_2の挙動を調べるモニタリング手法、誘発地震への取り組みなどを紹介する。

キーワード：CO2回収・地中貯留 (CCS)、カーボンニュートラル、CO2モニタリング、誘発地震
Keywords: Carbon Dioxide Capture and Storage (CCS), Carbon Neutral, CO2 Monitoring, Induced Earthquake

玄武岩を利用したCO_2の地中貯留および鉱物化

Basalt application for geological storage and mineralization of CO_2

*徂徠 正夫[1]
*Masao SORAI[1]

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

1. はじめに

地球温暖化対策の一つとして二酸化炭素回収・貯留（CCS）への期待が高まっている。CCSは一部で商用化が進んでいるものの、貯留ポテンシャル、コスト、社会的受容性の面で課題も残されている。これに対して、玄武岩へのCO_2貯留は、早期の鉱物化の結果として、漏洩に対する懸念の払拭やモニタリングの終了による低コスト化、さらには貯留ポテンシャルの拡大にもつながる可能性がある。本講演では、玄武岩を粉砕して農地等に散布する風化促進技術も含め、玄武岩を利用したCO_2の地中貯留および鉱物化について課題と展望を紹介する。

2. CO_2固定としての玄武岩

CO_2を地下に貯留すると、その一部が地層水に溶解して炭酸となり周囲の岩石を溶かすが、溶出するイオンのうち、Mg、Fe、Ca等の2価の陽イオンと炭酸成分が結合することで、CO_2が炭酸塩鉱物として固定される。一般にCCSで対象となる砂岩は、これらの2価の陽イオンに乏しく、鉱物化はあまり期待できない。一方で、超苦鉄質岩や苦鉄質岩は2価の陽イオンに富むため、特に地殻での産出量の観点から玄武岩が注目されている。このメカニズムは風化促進についても同様である。

陸上の玄武岩は、アイスランドに加えて、米国・コロンビア川台地やインド・デカン高原など世界各地にみられるが、国内では主として山間部に偏在しており、CCSに適切な貯留層は必ずしも多くない。ところが、海底下の玄武岩を活用できれば、我が国の貯留ポテンシャルは飛躍的に増大し得る。産総研では、過去に海底で形成されその後地表に露出した火山体や、比較的新しい玄武岩火山を対象とし、玄武岩の地質学的性状を明らかにするとともに、採取した試料の分析結果に基づいて、国内玄武岩を利用したCO_2貯留および鉱物化の適用性について評価を進めている。

3. 玄武岩の適用性評価

玄武岩を利用した地中貯留、風化促進ともに、最終目標はCO_2の鉱物化である。しかしながら、鉱物化に至る時間スケールの違いから、両者における留意点の違いを認識しておく必要がある。すなわち、地中貯留では、貯留層の圧入性および遮蔽性能が重要な因子であるのに対して、風化促進では、反応の加速と岩石粉体の制御が不可欠となる。

産総研で実施している玄武岩の適用性評価の流れは、以下のとおりである。初めに、各種玄武岩質噴出物が採取可能な地域を抽出し、地質調査と岩石採取を実施する。次に、各岩石試料について、必要物性を明らかにする。ここでは、知りたい物性として、浸透率や貯留ポテンシャル、鉱物化ポテンシャル等が挙げられるが、前者2つについては空隙率、最後の1つについては化学組成や鉱物組成が定性的な評価の目安となる。これらの定性的な解析結果を踏まえて有望と判断された岩石は、浸透実験あるいは反応実験により定量的な評価が行われる。ここで浸透性については、超臨界CO_2シール圧測定システムから得られる岩石試料の浸透率とスレッショルド圧が適用される。また、反応性については、10MPa、40℃の超臨界CO_2－水系において、閉鎖系での最長1ヶ月間の反応実験を行う計画である。この際には、溶液組成の分析に加えて、岩石薄板の表面観察による反応速度や反応生成物の評価も実施する。続いて、個々の岩石物性に基づき、成因（中央海嶺玄武岩、海洋島玄武岩、アルカリ玄武岩等）や形態（溶岩、スコリア等）、年代等の観点から体系的な整理と分析

が行われ、最終的にCO_2削減に対する国内の陸上玄武岩のポテンシャルを提示する。
本講演では、鉱物化ポテンシャルの目安としての2価の陽イオン量の総和、および貯留ポテンシャルの目安としての孔隙率の評価結果等に基づいて、CO_2の地中貯留および鉱物化に適した玄武岩の性状についての考察を述べる予定である。

キーワード：CO2地中貯留、鉱物化、玄武岩、風化促進、炭酸塩鉱物
Keywords: Geological CO2 Storage, Mineralization, Basalt, Enhanced Weathering, Carbonate Minerals

国内CCSに向けた地質技術者の役割

Role of Geologists for CCS in Japan

島野 恭史[1]、瀬戸口 怜子[1]、*池 俊宏[1]
Yasushi SHIMANO[1], Ryoko SETOGUCHI[1], *Toshihiro IKE[1]

1. 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構
1. Japan Oil, Gas and Metals National Corporation

1. はじめに・背景

2020年10月、日本政府は、2050年までに日本国内で排出される温室効果ガスを実質ゼロにするカーボンニュートラル宣言を行った。温室効果ガス排出量の低減にあたっては、日本国内でのCCS（Carbon dioxide Capture and Storage）の実施が重要な役割を果たす。海外においては、ノルウェーのSleipnerやオーストラリアのGorgonなど、帯水層を貯留層とするCCS事業が先駆的に実施され、その実績は広く認知されている。

2. CCSの地質要件と貯留層の特徴

CO_2地中貯留場（以下、CCSサイト）の地質要件は、圧入予定のCO_2量以上の貯留容積が存在すること、圧入したCO_2を漏洩させない遮蔽層が存在することである。また、CO_2を超臨界状態で地層に圧入するため、貯留層深度は約1,000 m以深が適切とされる。これらの条件を充足させる地域を、堆積盆地規模で抽出することがCCSサイト選定の第一段階であり、Site Screeningと呼ばれる。我々は、Site Screeningにおける評価手順の構築や、各評価要素の検討に資する知見を得るために、東南アジア全域を対象とした Site Screeningのケーススタディを実施した。このスタディでは、広域地質情報データベースNeftex® Predictions（Halliburton社）を利用し、CCSの地質要件に関連する堆積層厚、貯留岩・シール層の分布、貯留層の深度などの各要素を地図上に重ねて表示・検討することで、CCSサイトのフェアウェイを視覚的に解釈・評価した。その結果は、現在、東南アジア地域で計画されているCCSプロジェクトの位置と整合的であり、本手法の有効性が示された。 次に、抽出された地域から複数のCCSサイト候補の順位付け・選定を行い（Site Selection）、選定されたCCSサイト候補のCO_2貯留ポテンシャルを定量的に評価する（Site Characterization）。評価にあたっては、世界で先駆的に稼働しているCCSプロジェクトの貯留層性状を理解することが有用である。先駆的プロジェクトの内、CO_2圧入レートが1万トン/日以上の規模を有する貯留層性状は、①高孔隙率（>30%）、高浸透率(>1,000 mD)（Sleipnerなど）[1]、②低孔隙率（10–20%）、高浸透率（~1,000 mD）（Questなど）[2]、③低孔隙率（10–20%）、低浸透率（<100 mD）（Gorgonなど）[1]の大きく3つのタイプに分類することができる。また、いずれの貯留層も厚く（100 mオーダー）、広域に分布するという共通の特徴がある。一方で、日本国内でCO_2貯留層として期待される地層は、日本列島という火山弧に特有の凝灰質砂岩である場合が多く、その貯留層性状は世界の例と比較して不均質で、層厚も数十m程度と薄く、また、地域によっては断層により分断されている可能性もあり、必ずしも、良好な貯留層条件であるとは言えない。

3. 国内でのCCS社会実装に向けて地質技術者に求められる役割

上述の通り、我々は難しい地層を相手に国内でのCO_2地中貯留が求められている。さらに、貯留層を評価するために必要な地下データの密度においても、日本特有の事情が存在する。日本国内において、石油・天然ガスの探鉱・開発が積極的に行われた地域は、主に新潟、秋田の陸上地域に限定され、それらの地下データは開発初期（1970～80年代）に取得されたために、現在の解析技術を利用した貯留層評価には情報量が不十分であることが多い。更に、日本周辺海域では広域に取得された地震探査データが存在するものの、坑井データは僅かに点在するのみで、地質的不確実性が高い。 国内でのCCS社会実装に向けて、地質技術者に求められる役割は、限られた地下データから的確に貯留層の分布と性状を予測することである。それは、石油・天然ガスの探鉱・開発に求められるものと同様であるが、新潟や秋田に限らず、日本全国で、貯留層となり得る地層の分布や性状を整理・集約することが求められる。そのためには、日本各地の堆積盆地の層序学、堆積学、構造地質

学、岩石・鉱物学といった各分野での研究成果の蓄積と、データの共有化により、分野・組織横断的な連携がより効率的にできるようにすることが重要である。

[1] K. Michael et al. (2010) *International Journal of Greenhouse Gas Control*, **4**, 659–667
[2] Quest Knowledge Sharing: http://www.energy.alberta.ca/CCS/3848.asp

キーワード：カーボンニュートラル、二酸化炭素地中貯留、CCS、国内、貯留層、地質技術者
Keywords: Carbon neutrality, Carbon dioxide Capture and Storage, CCS, Domestic, Reservoir, Geologist

10:30 〜 10:45 (2022年9月6日(火) 09:15 〜 12:00 口頭第5会場)

[3oral501-08-4add] 休憩

本邦中新世～鮮新世火山岩油ガス貯留層におけるCO_2鉱物固定ナチュラルアナログ

CO_2 mineral fixed natural analog in Miocene-Pliocene volcanic oil and gas reservoir in Japan

*八木 正彦[1]
*Masahiko Yagi[1]

1. 石油資源開発株式会社　技術本部
1. Japan Petroleum Exploration Co., Ltd

本邦の油ガス田の多くは東北本州日本海沿岸域に集中し，その貯留層は，前～中期中新世及び後期中新世～鮮新世に海底に噴出・堆積した火山岩やその砕屑岩からなることが多い．これらの貯留層は，熱水活動や背弧セッティングにおける高い地温勾配下での続成作用によって，炭酸塩鉱物や粘土鉱物等を伴う変質作用を被っている．変質作用によって生じた多くの炭酸塩鉱物の生成に関与したCO_2は，炭素酸素同位体比から火山ガス起源と推定されている（山田・内田, 1997）．一般的に水蒸気を除く火山ガスの中で最も多く含まれる成分はCO_2（残りの40～70%を占める）である．このことから，貯留層内で起きている変質は，天然でのCO_2鉱物固定の結果と見なすことができる．今回，実際の貯留層における過去の鉱物晶出を例に，CO_2注入に伴う貯留岩性状の変化を予察する．
CO_2鉱物固定を考える上で，溶解過程と沈殿過程の2つのステップを考慮する必要がある．溶解過程では，炭酸・重炭酸イオンの相手として2価元素に富む点で珪長質岩よりも苦鉄質岩が適している．通常玄武岩は，流紋岩に比較して5～8倍の2価元素を含有する．中でもソレアイト質玄武岩は特に鉄やカルシウムに富んでいることから溶解対象として有利である．本邦のグリーンタフ期の玄武岩をはじめとする多くの玄武岩がこれに該当する．これらの玄武岩は海底噴出することによる水冷クラック形成によって反応比表面積が大きくなることからも溶解に適している．沈殿過程をみると，新潟県片貝ガス田では，炭酸塩鉱物として，高温から低温側へシデライト，アンケライト，カルサイトが，つまり溶解度の低い順にこれらが累帯構造を示して晶出する（八木ほか，2020）．沈殿過程では炭酸塩鉱物として固定される以外に，珪酸(H_4SiO_4)の行方も重視する必要がある．片貝ガス田では，熱水上昇時にCO_2脱ガスが生じ，溶液がやや酸性に傾くことによって珪酸塩鉱物としてイライトがbyproductとして晶出する．現状，炭酸塩鉱物やイライトは貯留岩性状に大きな影響を及ぼしていない．但し残存した珪酸は，より低温側（＜70℃）では珪化帯を形成し，浸透性を阻害するケースも考えられる．秋田県由利原油ガス田の玄武岩貯留層では，9Maに熱水活動があり，火山性CO_2を起源に，炭酸塩鉱物としてカルサイトが，珪酸塩鉱物としてアデュラリア（カリ長石）が出現する（Yagi, 1993）．このことから，由利原では片貝に比べて，より高温でかつ中性の熱水の関与が示唆される．
アイスランドや米国において，フィールドでのCO_2鉱物固定が既に実証されているが，それらのノウハウを適用して，本邦にCO_2鉱物固定をビジネスとして成功させるにはまだ課題が多い．最大の課題として本邦の貯留層の規模や浸透性状が欧米に比較して小さいことがあげられる．海嶺玄武岩や洪水玄武岩に比して本邦の玄武岩は，規模や浸透率とも1/10～1/100程度である．また，本邦でCCSを行う場合，枯渇油ガス田を使用するケースが多いと考えられるが，貯留層内の岩石表面が”油濡れ“だと，水-岩石（鉱物）反応が起こり難くなり，溶解反応が遅延し，さらには鉱物固定にも影響が生じる可能性がある．また，仮にCO_2鉱物固定が成功しても，炭酸塩鉱物や珪酸塩鉱物の沈殿に起因するCO_2注入低下を考慮する必要もある．
現状，室内実験で解決できることは時間的制限も含め限られることから，直接フィールドにおいてCO_2鉱物固定を試すことを余儀なくされるであろう．本邦の油ガス田では苦鉄質火山岩やその砕屑岩の割合が多いことから，CO_2鉱物固定を積極的に行うか否かに係わらず，それは必ず考慮すべき対象となろう．鉱物固定によるCO_2注入障害リスクを極力避けるためにも，まずは十分な孔隙率-浸透率を有する貯留層を対象とし，さらには貯

留層の岩質や性状を熟知しておくことが重要であろう.

【参考文献】

Yagi, M. (1993): Regional metamorphism and hydrothermal alteration related to Miocene submarine volcanism ('green tuff') in the Yurihara oil and gas field, northeast Honshu island, Japan. Island Arc **2**, 240-261.

八木ほか(2020): 火山岩油ガス貯留岩に出現する炭酸塩鉱物の特徴. 令和２年石油技講演要旨.

山田・内田(1997): 片貝地域のグリーンタフ火山岩貯留層に認められる熱水変質と二次孔隙の性質，石技誌，62, 311-320.

キーワード：CO2鉱物固定、中新世～鮮新世火山岩、ソレアイト質玄武岩、熱水変質、炭酸塩鉱物

Keywords: CO2 mineral fixed, Miocene-Pliocene volcanic rock, Tholeiitic basalt, hydrothermal alteration, carbonate minerals

長岡CCS実証サイトのCO_2砂岩貯留岩と不均質性

Impact of lithofacies and reservoir heterogeneity on distribution of CO_2 at Nagaoka Pilot Site

*千代延 俊[1]
*Shun CHIYONOBU[1]

1. 秋田大学国際資源学研究科
1. Graduate School of International Resource Sciences, Akita University

【はじめに】
実現性および即効性の高い地球温暖化ガス削減対策のひとつとして二酸化炭素回収地下貯蔵（CCS）技術がある．我が国では，2004年に地球環境産業技術研究所（RITE）が中心となり，新潟県長岡市の岩野原サイトにおいてCCS実証試験が初めて実施された．この実証試験では圧入井1本と観測井3本の坑井が掘削され，約10,000トンのCO_2を地下1100 mの帯水層へ圧入し，4D地震探査，弾性波トモグラフィー，各種検層を用いて，地下へ圧入されたCO_2の挙動をモニタリングしている．本講演では，長岡CCS実証サイトの砂岩貯留岩の岩相や不均質性の検討結果を紹介するとともに，その不均質性が地下でのCO_2の挙動へ与える影響について発表する．
【地質概説】
長岡サイトの圧入対象となった帯水層は，層厚が約60 mの更新統砂岩シルト岩互層で地表に分布する灰爪層から西山層に相当する．地震探査断面の解析から，地層は南北方向の軸をもつ背斜構造の翼部に位置し，サイト内では東方向へ傾斜する．地層は整合に累重し，層厚の側方変化が顕著である（Chiyonobu et al., 2013）．そのうち，実際にCO_2が圧入された層準は層厚12 mで，孔隙率は23%，浸透率は平均7 mDである（伊藤ほか, 2016）．
【貯留岩の地質学的特徴】
CO_2が圧入された深度は，観測井の位置で1108～1120 mである（Mito et al., 2010）．その圧入区間の岩石コア観察から，全体を通じて砂岩優勢砂岩シルト岩互層で，しばしば小礫～中礫の亜円礫を含む．また，一部では礫岩層も認められた．堆積構造は，希に平行および斜交葉理を伴うものの，全体を通じて塊状で上方細粒化が認められる．CT画像を用いて堆積物の詳細を観察すると，塊状の砂岩では多数の生痕が観察できる．また，粒度分析からは総じて淘汰が不十分な層準が多く，希に淘汰度が良好な砂岩の存在が指摘できた．検層データを用いた浸透率および孔隙率からは，孔隙率の高い層準で浸透率が高くなるのは当然であるが，もっとも浸透率が高いのは密度が比較的高く，岩相としては淘汰度の良好な砂岩であった(Chiyonobu et al., 2013).

【CO_2の挙動と貯留層の不均質性について】
CO_2圧入層準では，圧入時のスピナー検層の結果から，顕著にCO_2が圧入された深度が認められている（君島ほか, 2008）．さらに，圧入後のCO_2挙動を比抵抗検層によりモニタリングしており，CO_2が多く圧入された深度では，圧入停止後もCO_2が遊離ガスとして存在している（Mito et al., 2010）．この層準は，深度1113～1117 mに位置し，上述の高浸透率かつ淘汰度が極めて良好な塊状細粒砂岩に対比される．また，この淘汰度良好な塊状砂岩の下位と上位には，粘土粒子を多く含む砂質シルト岩が存在しており，遊離ガスの移動を遮蔽する役割を果たしている．これは，粘土粒子を含む淘汰が不十分な層準が，淘汰度良好な地層と比較して低浸透率となり，遮蔽層をなすことを示す．これらの結果から，地下環境においては，CO_2が圧入され移動する経路としては，淘汰度が良好な砂岩層のみを選択していることが指摘できる．また，CO_2の挙動をシミュレーションする上で，この砂岩の淘汰が良好/不十分な層準を的確に反映したモデルを用いると，気・流体の挙動予測の正確性が格段に向上することも明らかとなった．
【我が国の貯留対象砂岩層とCCS】

我が国においてCCSの対象となる砂岩層としては，地質学的には新しい新第三系から第四系が多いことは既知であるが，その砂岩層は堆積盆の形成過程を踏まえると不均質性が高いことが想定される．今後のCCSの発展に対しては，不均質性など地質学的妥当性を踏まえた精度の高いCO_2挙動予測を通じた信頼性の向上が重要となる．

【引用文献】

Chiyonobu et al., 2013, EGYPRO., 37, 3546-3553., 伊藤ほか, 2016, 地質雑., 121, 311-323., 君島ほか, 2008, JMMIJ., 124, 61-67., Mito et al., 2010, IJGGC., 2, 309-318.

キーワード：CCS、砂岩貯留岩、地質モデル、不均質性
Keywords: CCS, Sandstone Reservoir, Geological modeling, Heterogeneity

秋田県に分布する女川層珪質岩タイトオイルの開発にかかる低炭素社会への貢献

Contribution to low carbon society through tight oil development for Onnagawa siliceous rock distributed in Akita prefecture

*玉川 哲也[1]、辻 隆司[1]
*Tetsuya Tamagawa[1], Takashi Tsuji[1]

1. 石油資源開発（株）技術本部技術研究所
1. JAPEX Research Center

1.はじめに

2017年度より石油天然ガス・金属鉱物資源機構と石油資源開発株式会社は浸透性が低く通常の手法では生産することが困難な油ガス資源であるタイトオイルの開発に関する共同研究を開始した。共同研究では，秋田県仁賀保堆積盆に分布する女川層珪質岩タイトオイルを対象とし，その効率的・効果的な開発手法として酸処理技術に着目した。酸処理技術は岩石の一部を酸で溶解することで浸透性を改善し，岩石中に含まれる油ガスの産出を促すものである。本講演では，共同研究でのこれまでの取り組みに触れると共に，実証試験に続く女川層珪質岩タイトオイル開発を通じての低炭素社会への貢献について述べる。

２．共同研究

女川層珪質岩は本邦で最も優秀な油ガス根源岩として知られており，由利原油ガス田などの根源岩とされている（早稲田・重川, 1990）。一方で本珪質岩からの油ガスの産出も知られており，貯留岩としても注目されてきた（荒木・加藤, 1993）。しかし，珪質岩は低浸透性で，油ガスを含んでいてもその産出が難しいタイトオイルをなす場合が一般的である。

女川層珪質岩は珪藻殻と泥質砕屑物の混合物からなり，その孔隙性状は埋没深度の増加に伴う圧密のほかに，珪藻殻を構成するシリカ鉱物の続成転移に大きく依存する（Tada and Iijima, 1983）。一方で女川層珪質岩には断層やドレライトの貫入に伴う炭酸塩鉱物脈が発達する場合が認められ，珪質岩に発達する鉱物脈を酸で溶解することができれば，浸透性が改善され，含まれた油ガスが産出する可能性がある。

共同研究での課題の一つは，酸による鉱物脈溶解のメカニズムを解明することにあった。そのため，酸による溶解シミュレーションを実施した。同シミュレーションでは，１m^3の領域に観測値に基づいて160枚/mの鉱物脈を離散フラクチャーとして発生させ，既存井の酸処理での流動マッチングパラメータを用いて，境界面から境界面へ酸を圧入したときの溶解パターンおよび酸圧入量を評価した。その結果，本モデルでのPore Volume Breakthrough (PVBT)は0.053となる。Furui et al. (2012)の報告によれば，炭酸塩岩貯留層におけるマトリックス酸処理のフィールド結果からフィールドスケールでのPVBTは0.047に達するとし，本モデルでのPVBTはこれに近い値を示し，炭酸塩岩貯留層のマトリックス酸処理と同様に効率的に貯留層を刺激できる可能性があると言える。

３．低炭素社会への貢献

低炭素/脱炭素社会の実現に向けた大きな潮流の中で，以下の３点での女川層珪質岩タイトオイルの開発おける低炭素社会への貢献が考えられる。

ゼロフレア（余剰ガス燃焼処理なし）遠隔地開発⇒圧縮天然ガス輸送
Direct Air Capture（DAC）技術活用⇒タイトオイルCO_2EOR
ブルー水素製造⇒タイトオイルCO_2EOR

圧縮天然ガス輸送は天然ガスを12.5MPa～25MPaに圧縮し高圧容器で輸送する手法で，別名Mobile

Pipelineとも呼ばれ，ゼロフレア・遠隔地開発における切り札となる可能性がある。
タイトオイル開発におけるCO_2EORは，本格的な適用例はほとんど見当たらないが，アメリカでは，年間50～100万tのCO_2を回収できる大規模DACプラント（West Texas DAC project）の建設を2022年に開始するとの報告がある。
　ブルー水素製造は，現時点では天然ガスを中心としたメタン改質が中心である。その中で，将来的なブルー水素製造とタイトオイル開発との連携の可能性に関して報告する。

謝辞：本共同研究は，独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構の支援を受けて実施された。

参考文献
荒木 直也, 加藤　進, 鮎川油・ガス田の発見, 1993, 石油技術協会誌, 第58巻, 第24号, 119-127.
Furui, K., et al., 2012, A Comprehensive Model for High-Rate Matrix-Acid Stimulation for Long Horizontal Wells in Carbonate Reservoirs: Part I –Scaling up Core-Level Acid Wormholing to Field Treatments, SPE134265.
Tada, R. and Iijima, A., 1983: Petrology and diagenetic changes of Neogene siliceous rocks in northern Japan. Journal of Sedimentary Petrology, 53, 911-930.
早稲田周，重川守，由利原油・ガス田における炭化水素の生成・移動・集積，1990, 石油技術協会誌、第55巻, 第4号, 233-244.

キーワード：タイトオイル、女川層珪質岩、低炭素社会
Keywords: Tight Oil, Onnagawa siliceous rock, low carbon society

Methane hydrate formation process in the forearc basin of Southwest Japan: Methane was generated beneath the trench bottom.

Methane hydrate formation process in the forearc basin of Southwest Japan: Methane was generated beneath the trench bottom.

*金子 信行[1]
*Nobuyuki KANEKO[1]

1. 産業技術総合研究所
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

Methane and iodine are accumulated in pore water of the forearc basins in southwest Japan. ^{129}I dating revealed that the pore water was much older than the host rock, explained to have been derived from an older accretionary prism[1)]. On the other hand, methane is microbial origin, generated in the shallow depth of sedimentary basins[2),3)]. There is no evidence whether methane was derived from the trench-fill sediments fabricating the accretionary prism or generated in the forearc basin. Kaneko[4),5)] explained methane was generated in the former, and pore water migrated from shallow depth of the younger accretionary prism to the forearc basin, that did not require large-scale advection of a huge amount of pore water. Based on this idea, the model is revised with considering the relationship between geothermal gradient of the basin and the optimum temperature of methanogen, the amount of free methane released by the development of the accretionary prism, and an interpretation of ^{129}I ages and iodine contents.

Main Process

a) Generation of a large amount of microbial methane beneath the trench bottom with a high geothermal gradient.
b) Decreasing of methane solubility by P/T condition changing at the deformation front, generation and migration of free methane, hydrate formation.
c) Continuous supply of free methane to the hydrate layer due to the development of the accretionary prism.
d) Recycling of hydrates and compaction flow of pore water from the accretionary prism to the slope and forearc basins with their development.
e) Formation of dissolved-in-water type natural gas deposit, such as Minami-Kanto gas field, after hydrate dissociation by uplift.

Subordinate process

Additional hydrate formation by supplying methane microbially generated in the forearc and slope basins.

Possibility

Injection of originally thermogenic gas with changed chemical and isotope compositions as microbial gas during migration[6)].

1) Tomaru and Fehn, 2015, Geochim. Cosmochim. Acta, 149, 64–78.
2) Kaneko et al., 2002, J. Jap. Assoc. Petrol. Technol, 67, 97-110.
3) Waseda and Uchida, 2004, Resource Geol., 54, 69-78.
4) Kaneko, 2008, AIST GREEN Rep., 63-64.
5) Kaneko, 2009, Soc. Iodine Sci. Rep. 12, 109-110.

6) Kaneko and Igari, 2020, J. Jap. Assoc. Petrol. Technol, 85, 62-73.

キーワード：微生物起源メタン、ハイドレート、海溝底堆積物、付加体、前弧海盆、ヨウ素、間隙水
Keywords: biogenic methane, hydrate, trench-fill sediment, accretionary prism, forearc basin, iodine, pore water

本邦の石炭と現世陸源有機物の水素指数：斐伊川-宍道湖および飯梨川-中海水系を例として

Hydrogen index of coal and terrestrial organic matter: case study on sedimentary system of Hii River-Lake Shinji and Iinashi River-Lake Nakaumi, southwest Japan

*三瓶 良和[1]、内堀 奈美[2]、石田 貴博[2]
*Yoshikazu SAMPEI[1], Nami UCHIBORI[2], Takahiro ISHIDA[2]

1. 島根大学大学院自然科学研究科、2. 島根大学総合理工学部
1. Graduate School of Natural Science and Technology, Shimane Univ., 2. Faculty of Science and Engineering, Shimane Univ.

【はじめに】
化石燃料は水素を取り出せる新たな資源物質として期待されている。天然ガスから水素が生成されるシステムは既に確立されており，また，これまで使われてこなかった低品位の石炭のうち褐炭は日本とオーストラリアの共同開発「褐炭水素プロジェクト」によって新たな水素資源になろうとしている。水素の原料となる炭化水素を多く発生させるケロジェンなどの起源有機物は，一般に単位有機炭素あたりの水素含有量が多い傾向がある。本講演では，本邦における褐炭を含む石炭の分布とその特徴について，旧来の元素組成（炭素・水素含有量）・発熱量と熱分解Rock Eval法で計測される水素指数（Hydrogen Index: HI値）との関係を考察し，褐炭や亜炭などの未熟成石炭の特質を再評価する。また，褐炭・亜炭よりも続成作用の進んでいない現世陸源有機物の陸上-河川-湖沼堆積システムにおける水素指数の変化の特徴について，斐伊川-宍道湖および飯梨川-中海水系を対象として考察する。

【本邦の石炭の水素指数：文献値によるまとめ】
本邦の石炭の分布および元素組成などの基本データについては，地質調査所（1960）「日本鉱産誌（BV-a）石炭」に詳しくまとめられておりその後の新しい炭田開発等はほとんどないため，この文献が日本の石炭資源に関する最も包括的で網羅的な資料と位置づけられる（この資料をもとに日本の炭田図が1973年に作られている）。この資料には日本のほぼ全ての石炭層が記載されており主要な炭田での石炭の水分，灰分，揮発分，TOC濃度，発熱量，イオウ濃度などの個々のデータが記録されている。褐炭は燃焼時の発熱量が低いためにこれまで石炭としては低品位とされてきた。しかし泥炭・褐炭の水素含有量は大きいため水素資源としての期待は高い。地質調査所（1960）では本邦の泥炭，褐炭，瀝青炭，無鉛炭の水素濃度をそれぞれ5.5%，約5%，4.5-5.5%，3-4%，TOC濃度をそれぞれ60%，65-75%，75-90%，92-94%，と総括している。一般に，水素濃度とHI値の間には正の相関関係が認められるため（例えば，HI = 691(H/C) −378: Tissot and Welte 1984に基づき算出；$HI=895.7(H/C)^2 -514.3(H/C) +77.6$: Lewan and Pawlewicz 2017），水素濃度の高い泥炭・褐炭・亜炭は水素資源としての価値は高いことが予想される。この関係式で計算される泥炭・褐炭のHI値は最大約400mgHC/gCとかなり高く，水素資源としてのポテンシャルの高さが伺われる。

【斐伊川-宍道湖および飯梨川-中海水系の陸源有機物のRock Eval等の分析結果】
両水系をまとめると，植物，腐植化植物（土壌と一体化していない表層の枯葉枯草等），その下の土壌，その直近の沢・河川の泥，宍道湖・中海の表層1cmの泥の分析結果は以下のとおりである。（TOC濃度）植物のTOC濃度は平均値42.2%（範囲33.4-50.4），腐植化植物は41.3%（22.7-52.2），土壌は4.9%（0.8-14.4），河川泥は4.2%（1.4-8.4），湖底泥は3.3%（1.9-3.9）であった。灰分は植物（0.05-17%）よりも腐植化植物（1.8-39 %）で多いので腐植化に伴った有機物分解の程度が分か

る。（C/N比）腐植化と土壌化に伴って窒素濃度は減少したがC/N比（重量比）も減少した。このことは，タンパク質分解速度よりもセルロース分解速度のほうが大きいことを示唆する。土壌・河川泥のC/N比は約15を示し，起源植物の数分の1に減少していた。（HI値）植物は平均値383mgHC/gC（範囲53-823），腐植化植物は440mgHC/gC（127-898），土壌は221mgHC/gC（62-453），河川泥は212mgHC/gC（90-425），湖底泥は286mgHC/gC（137-382）であった。陸上植物は腐植化に伴い水素指数が増加している。なお，湖沼泥には自生性の植物プランクトンが優勢に加わっている。

以上のことから，陸源有機物はこれまで考えられていたよりも潜在的に大きな水素指数を有するものと考えられる。

（文献）地質調査所（1960）日本鉱産誌（BV-a）石炭．775pp．東京地学協会．砧書房．　Lewan, M.D. and Pawlewicz, M.J. (2017) AAPG, 101 (12), 1945-1970.　Tissot, B.P. and Welte, D.K. (1984) Petroleum formation and occurrence. 699pp., Springer-Verlag.

キーワード：褐炭、陸源有機物、水素指数、TOC、宍道湖中海
Keywords: lignite, terrestrial organic matter, hydrogen index, total organic carbon, Shinjiko-Nakaumi

セッション口頭発表 | G1-7. ジェネラル サブセッション海洋地質

[3oral101-07] G1-7. ジェネラル サブセッション海洋地質

座長:三澤 文慶(産業技術総合研究所)

2022年9月6日(火) 10:00 ～ 12:00 口頭第1会場 (14号館501教室)

[G7-O-1] 東京湾における海底近傍のガス層の分布と音響散乱現象との関連性について

*梶原 勘吉[1,2]、鶴 哲郎[1]、井上 卓彦[2] （1. 東京海洋大学、2. 産業技術総合研究所）

10:00 ～ 10:15

[G7-O-2] 内湾から採取された海洋コアの人新世における重金属および有機物分析による底質環境変化の解析
ー高知県浦ノ内湾を研究例としてー

*村山 雅史[1,2]、神徳 理紗[5]、新井 和乃[2]、原田 尚美[3,4] （1. 高知大学農林海洋科学部、2. 高知大学海洋コア総合研究センター、3. 海洋研究開発機構 地球環境部門、4. 東京大学大気海洋研究所、5. 高知大学総合人間自然科学研究科）

10:15 ～ 10:30

[G7-O-3] 南海トラフにおけるタービダイトの堆積年代と堆積間隔 ー 非破壊物性・元素濃度と放射性炭素年代を用いた研究 ー

*芦 寿一郎[1]、中西 諒[1] （1. 東京大学）

10:30 ～ 10:45

[G7-O-4] 浅部構造から紐解く東北沖上盤プレートの変動

*三澤 文慶[1]、高下 裕章[1]、冨士原 敏也[2]、荒井 晃作[1] （1. 産業技術総合研究所、2. 海洋研究開発機構）

10:45 ～ 11:00

[3oral101-07-5add] 休憩

11:00 ～ 11:15

[G7-O-5] 窒素ガス吸着法を用いた沈み込み帯断層の微小間隙構造分析

*中元 啓輔[1]、亀田 純[1]、濱田 洋平[2]、増本 広和[1] （1. 北海道大学、2. 海洋研究開発機構）

11:15 ～ 11:30

[G7-O-6] プチスポットパイプを活用してのモホール計画ーー海洋マントル掘削の新たな提案

*石井 輝秋[1]、金子 誠[2]、平野 直人[3]、町田 嗣樹[4]、秋澤 紀克[5] （1. 静岡大学防災総合センター、2. 深田地質研究所、3. 東北大学、4. 千葉工業大学、5. 東京大学）

11:30 ～ 11:45

[G7-O-7] 中部沖縄トラフ野甫熱水地帯で観測された温度潮汐変動とその原因

*木下 正高[1]、北田 数也[2]、野崎 達生[3] （1. 東京大学地震研究所、2. 海洋研究開発機構超先鋭研究開発部門、3. 海洋研究開発機構海底資源センター）

11:45 ～ 12:00

東京湾における海底近傍のガス層の分布と音響散乱現象との関連性について

Distribution of gas layer near the seafloor in Tokyo Bay and its relation to acoustic scattering phenomena.

*梶原 勘吉[1,2]、鶴 哲郎[1]、井上 卓彦[2]
*Kankichi KAJIHARA[1,2], Tetsuro TSURU[1], Takahiko INOUE[2]

1. 東京海洋大学、2. 産業技術総合研究所
1. TAMSAT, 2. AIST

東京湾は世界でも有数の船舶輻輳地域であり，かつ漁業活動が盛んである．そのため，地震探査やボーリングなどの海洋調査の実施が困難で，首都圏に位置しながら，その地質情報は著しく少ない．1980年代から，海上保安庁水路部による反射法地震探査によって，海底下約100 mまでの詳細な地下構造が明らかにされてきたが，湾中央部から北部では，海底下約10 mおよびそれ以深に音響散乱が広範囲に確認され（加藤，1984），依然として地下構造の全貌は不明のままである．2000年代からは、海洋生態系への環境負荷の懸念から爆破型震源の使用が制限され，東京湾でも，地震探査がほとんど行われなくなった．すなわち，東京湾北部は，一部海域が地震探査の空白域となっている(鶴ほか，2021)． 本地域の音響散乱について、その要因は古東京川の礫層（中条，1962），沖積層や埋没谷を埋積する軟弱層（菊池・菊池，1991），あるいは堆積物中のガス（たとえば，岩淵ほか（1998））等の指摘があるが，明らかではない. そのような中，Tsuru et al（2019）では，2017年12月，東京湾北部において，環境配慮型震源の水中スピーカーを用いた地震探査が行われた．その結果，浦安沖の海底下約7～8 mにガス層の存在を示す極性が反転した強振幅の反射波が観測された．また，地震探査データの速度解析結果からは，その下位に，低速度層が存在することが示され，ガスの存在が指摘された．さらに採取されたガスの組成分析から，96.8 %がメタンであることが明らかとなっている．このメタンガスの成因は，堆積物中の微生物によるもの又は，南関東ガス田由来の水溶性天然ガスが深部から移動してきたものと考えられている． しかし現在も，東京湾北部のガス層の詳細や音響散乱との関連性及び，その層序は未解明のままである．そこで，本研究では2017年から2022年までの東京海洋大学による水中スピーカーを用いた地震探査のデータから，これらについて検証を行った， まず，最大で海底下約60 mまでの詳細な層序が明らかとなった．本研究において，最上位に位置し，海底面と平行な成層した反射面を持つ層をT1層と定義する．続けて，T1層の下位に位置し，起伏のある強い反射上面で特徴づけられる層をＴ2層と定義する．それ以下には地層境界を反映したような反射波は確認できなかった．T1層は湾中央部から北西部で厚く，最大25 m以上の層厚を持つ．一方で，湾中央部に向けて層厚を減じる傾向にある．比較的水平な成層構造が発達している点や，大きな河川の多い湾北西部で層厚が増すことからも，第四紀完新世の沖積層である有楽町層に相当する．T2層は湾中央部で最も浅くなるが，湾中央部から南方では，再び深度を増し，丘のような形態を呈している．その反射上面は，段丘堆積物の削剥された地形を特徴的に捉えており，第四紀後期更新世の埋没段丘堆積層に相当する． 次に，東京湾北部の広範囲で負の極性を示す反射波及び，その下位に低速度層が確認できた．これにより，ガス層の分布と，一部でその層厚が明らかとなった．その分布は湾北西部に偏っており，海上保安庁によって報告された音響散乱層の分布（菊池・菊池，1991）とも重なる．さらに，この反射波は，幾つかの特定の層で確認できることから，ガスの集積が複数の時代で行われている，または深部から上昇している可能性が示唆される． 本講演では，東京湾北部の浅部の層序とガス層の分布及び音響散乱との関連性ついて議論する． 引用文献 岩淵　洋・西川　公・野田直樹・田賀　傑・雪松隆雄，1998：東京湾北部の海底断層調査，水路部技報，16，85–88． 加藤　茂，1984：東京湾の海底地質構造，地学雑誌，93，119–132． 菊池真一・菊地隆男，1991：マルチチャンネル反射法音波探査記録からみた東京湾底浅層部の地質構造，水路部研 究報告，27，59–95. 中条純輔，1962：古東京川について 一音波探査による一，地球科

学，59，30-39 Tsuru T., K. Amakasu, J.-O. Park, J. Sakakibara and M. Takanashi, 2019: A new seismic survey technology using underwater speaker detected a low-velocity zone near the seafloor: an implication of methane gas accumulation in Tokyo Bay, Earth Planets Space, 71–31. 鶴　哲郎・竹内　賢太郎・板橋　哲也，2021：練習艇「ひよどり」によって発見された東京湾北部の海底ガス集積層，石油技術協会誌，86，105–111.

キーワード：東京湾、ガス層、反射法地震探査、第四紀堆積物、音響散乱層
Keywords: Tokyo Bay, Gas layer, Seismic survey, Quaternary Deposits, Acoustic scattering zone

内湾から採取された海洋コアの人新世における重金属および有機物分析による底質環境変化の解析
ー高知県浦ノ内湾を研究例としてー

Sediment environmental changes during the Anthropocene by heavy metal and organic matter analysis of marine cores collected from Uranouchi Bay, Kochi Prefecture, Japan.

*村山 雅史[1,2]、神徳 理紗[5]、新井 和乃[2]、原田 尚美[3,4]
*Masafumi Murayama[1,2], Risa Kotoku[5], Kazuno Arai[2], Naomi Harada[3,4]

1. 高知大学農林海洋科学部、2. 高知大学海洋コア総合研究センター、3. 海洋研究開発機構 地球環境部門、4. 東京大学大気海洋研究所、5. 高知大学総合人間自然科学研究科
1. Faculty of Agriculture and Marine Science, Kochi University, 2. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 3. Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 5. Graduate school of Integrated Arts and Science, Kochi Univ.

内湾は、自然による環境変化や人間活動による環境変化を詳細に記録している場所である。特に、産業革命以降、人間が地球環境に負荷を与えてきた記録が残されており、新たに「人新世（Anthropocene）」とよばれる地質年代が提唱されている（Crutzen and Stoermer, 2000）。海底堆積物から、東京湾（陶ほか, 1981）や大阪湾（陶ほか, 1983）、伊勢湾（陶ほか, 1982）などの大都市や工業地帯周辺での解析が報告され、その概要は報告されている。しかしながら、「人新世」付近の人為的な影響がある時代をより連続で分析している研究例は少ない。そこで、本研究では、工業地帯の影響が少ない、地方の高知県中央部に位置する浦ノ内湾の海底堆積物中に記録されている人新世を挟んだ時代の環境変動について検証することを目的とする。重金属の濃度と有機物の濃度や組成変化を調べた。浦ノ内湾は湾口が狭く、東西に12kmの細長い地形を持つ沈降性の内湾であり、連続的な海底コア試料が採取された。
浦ノ内湾の海底表層堆積物は、湾奥と湾央で、潜水士によって直接パイプを直接押し込み、各地点2本ずつコア試料を採取した。これらは、X-CT、MSCL測定を行い、半割後、digital image, XRF core scanner (ITRAX)をもちいて元素組成分析を行った。また、1㎝間隔で深さ方向に切りわけた後、冷凍保存し、凍結真空乾燥を行い、粉末状にして、EA-IRMSによる有機物分析とγ線スペクトル分析装置をもちいた年代測定をおこなった。
湾奥（U-1）と湾央（U-3）の堆積物は、シルト質軟泥であり貝化石を多く含む。コア上部には貝殻片が少なくヘドロが堆積していた。湾奥（U-1）では、重金属元素（Cu, Zn, Ni, Pb, Cd, Cr）が、コア表層より約18cm（1964年）付近から増加し、湾央（U-3）では、コア表層より約36.5cm（1954年以前）付近から増加が見られた。重金属元素は、第二次世界大戦以降、約2倍近く増加していた。また、酸化還元の指標となるMnは、湾奥では約14cm（推定1977年）から減少、湾央では約34cm（1954年）から減少しており、この頃から海底環境が還元的になったと考えられる。海起源有機炭素の指標となるBrは、湾奥では約25cm（1953年）から増加、湾央では約45cm（1922年以前）から増加しており、植物プランクトン由来のそれらが増加したことが推定できる。さらに、有機炭素量（TOC）とC/N比は、湾奥では約25cmから増加、湾央では約45cmから増加しており、それに伴い安定同位体比（δ13Corg., δ15Norg.）も変化した。この時期から養殖がおこなわれており、人為的な影響が大きいと考えられる。湾奥（U-1、水深9.7 m）と湾央（U-3、水深19 m）を比較すると、平均堆積速度は2倍異なるため、海底地形や海盆面積にともなう堆積量の違いから、重金属元素や有機物の変化の開始時期が異なったと考えられる。

引用文献：
陶正史，峯正之，岩本孝二，当重弘，東京湾海底堆積物の重金麗汚染，水路部研究報告第16号, 1981.
陶正史，柴山信行，峯 正之，岩本孝二，当重弘，松本敬三，稲積忍，伊勢湾海底堆積物の重金属汚染，水路部研究報告第17号, 1982.
陶正史，柴山信行，峯 正之，岩本孝二，当重弘，松本敬三，大阪湾海底堆積物の重金属汚染，水路部研究報告第18号, 1983.
Crutzen and Stoermer, The ‘Anthropocene’, A New Epoch in Earth’s History, edited by Paul J. Crutzen and the Anthropocene, pp 19–21, 2000.

キーワード：人新世、重金属、有機物、内湾、海洋コア
Keywords: Anthropocene, Heavy metal, Organic matter, Inlet bay, Marine Core

南海トラフにおけるタービダイトの堆積年代と堆積間隔 ー 非破壊物性・元素濃度と放射性炭素年代を用いた研究 ー

Age and frequency of turbidite deposition in the Nankai Trough - A study using nondestructive analyses of physical property and element composition, and radiocarbon dating -

*芦 寿一郎[1]、中西 諒[1]
*Juichiro ASHI[1], Ryo NAKANISHI[1]

1. 東京大学
1. UTokyo

南海トラフでは，古文書・遺跡・津波堆積物の研究から繰り返し発生する海溝型巨大地震が報告されているが，海域からの古地震の情報は限られる（Garrett et al., 2016, Earth-Science Reviews）．海底試料の分析が進めば，より長期にわたるセグメントごとの破壊の時空間分布が解明されると考えられる．最近では2020年に表層科学掘削プログラム（SCORE）が東海沖で行われ，平均して200年間隔のタービダイトの挟在の報告があるが（池原ほか，2020，GSJ地質ニュース），より広域にわたる試料を用いた研究が必要な状況にある．

本研究では，南海トラフの志摩半島沖から潮岬沖のコア試料において，X線CT画像・帯磁率等の非破壊物性測定，XRFコアスキャナーを用いた非破壊元素濃度分析を行い細粒タービダイトの認定を行った．また，浮遊性有孔虫に加えて全有機炭素（TOC）の放射性炭素年代を用いて堆積年代を求めた．X線CTスキャナは肉眼で識別が困難な細粒タービダイトも明瞭に捉えられるが，生物擾乱を受けた層ではその認定が困難である．そのような場合でも帯磁率や元素濃度（Fe, Ca, K, Mn, Br等）の増減の傾向からタービダイトの存在を推定することができる．さらに肉眼では判別困難なタービダイトの泥質部と半遠洋性泥の境界を後者の方が元素濃度の変動が小さいことから境界位置の推定ができる．ただし，タービダイトの元素濃度の増減の傾向は地点ごとで異なり，供給源の堆積物の違いを反映しているものとみられる．

年代決定ではタービダイト直下の半遠洋性泥中の浮遊性有孔虫殻の放射性炭素年代がよく用いられるが，測定に十分な量の有孔虫が得られないことが多い．そのため堆積物の全有機炭素（以下，TOC）の放射性炭素年代を本研究では用いたが，様々な起源の有機物に由来するため年代決定の信頼性に問題がある．そこで，多点での浮遊性有孔虫とTOCの放射性炭素年代を比較し両者の年代差を調べた．その結果，志摩半島沖では報告済みの新宮沖（中澤ほか，2018，地質学会要旨）や熊野沖（三浦ほか，2020，地震学会要旨）と同じくその差は1,000から1,600年ほどTOCの方が古い年代となり，潮岬沖ではその差が2,000年前後となった．しかし，各地点内では年代差に系統的な変化が認められないため，TOCの放射性炭素年代値から該当する年代差を引くことにより堆積年代が求められ，他の手法に比べて連続的な年代の推定が可能であることを示した．

各種分析で推定したタービダイトの枚数と堆積年代をまとめた結果，志摩半島沖では12,000～20,000年の期間において150～200年に1回程度のタービダイトの挟在が推定された．しかし，若い年代ではタービダイトの挟在がほとんど見られなかった．この地点の北20 kmの地点では，3,000～4,000年前の時期において最短170年，最長 680年間隔のタービダイトの堆積が報告されており（池原，1999，堆積学研究），タービダイトの堆積範囲が完新世以降に陸側へ縮小したことに起因していると考えられる．潮岬沖では現在から1万年前の期間において300年に1回程度のタービダイトの挟在が推定された．南海トラフ海域で報告されているプレート境界地震の発生間隔と比較すると少ない頻度となっている．これは，地震の規模と震源との距離（Usami et al., 2018, Geoscience Letters）や供給源となる地層の状態（堆積物が準備されているかどうか）などが影響するため，地震履歴を評価するためには多点の試料を用いた研究が必要である．

本研究は，令和3年度原子力施設等防災対策等委託費（海域の古地震履歴評価手法に関する検討）事業の受託研究の一部として実施された．

キーワード：タービダイト、南海トラフ、古地震
Keywords: turbidite, Nankai Trough, paleoearthquake

浅部構造から紐解く東北沖上盤プレートの変動

Crustal movements in the upper plate offshore Tohoku region to be elucidated from shallow subbottom structures

*三澤 文慶[1]、高下 裕章[1]、冨士原 敏也[2]、荒井 晃作[1]
*Ayanori Misawa[1], Hiroaki Koge[1], Toshiya Fujiwara[2], Kohsaku Arai[1]

1. 産業技術総合研究所、2. 海洋研究開発機構
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. JAMSTEC

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震（M_W 9.0）の発生に伴い、東北地方をはじめとする東日本の地域では活発な余震活動や地殻変動である余効変動が継続して発生していることが知られている（例えばYamagiwa et al., 2015）。Arai et al.（2014）による反射断面の研究から、東北沖の陸側プレート（以下、上盤プレート）で数10 kmのスケールの小規模な凹地状の堆積盆が見つかっている。前弧斜面域では2011年地震後の余効変動に起因する新たな地質変動が生じていることが予測される。ただし、当該海域を含めて、日本海溝での海底地形もしくは海底下浅部構造から現在発生している余効変動の影響を捉えた研究事例は未だにない。そのため、本研究では巨大地震に起因した地質変動と現在進行する前弧斜面域の変動を明らかにすることを目的に、前弧斜面域に点在するisolated basinの地質構造に着目して，2011年地震後の余効変動に起因する新たな変動の検出とisolated basinの構造的特徴の解明を試みた。
本研究では、2017年の新青丸KS-17-8次航海，2018年の白鳳丸KH-18-1次航海，および2020年の白鳳丸KH-20-10航海で取得した海底地形データ，反射法地震探査データ，及びサブボトムプロファイラー（SBP）探査を使用した。このうち，2017年の新青丸KS-17-8次航海でのSBP探査結果では北緯39度以南と以北の堆積盆にて高密度探査を行い、表層構造の比較を行った。また、反射法地震探査データは地震前後の地質構造変化を抽出するべく、2005年と2007年と同じ探査測線にて調査を行った。
Isolated basin における2011年地震前後での変動に関し、反射断面の比較の結果から、反射断面スケールの大きな構造変化は確認されなかった。ただし、堆積層の層厚と規模に関しては北緯39度周辺を境界として層厚の明瞭な違い及び不整合面の枚数の違いが確認できた。この結果は前弧斜面域の沈降が一様ではないことを示唆する。次にisolated basinにおける地震後の前弧斜面域の変動に関して、2017年および2020年にSBP探査の結果から、北緯39度以北に位置する堆積盆では部分的に海底まで到達した正断層が発達することが明らかになった。この結果は前弧斜面域での局所的な沈降運動の存在を指し示すものと考えられる。海溝軸部分・前弧斜面域の変動に関して、白鳳丸KH-20-10航海で行った海底地形観測結果とFujiwara et al. (2011)の結果を比較した。その結果、Fujiwara et al.(2011)測線においては地震後の余効変動は明瞭ではなかった。一方、これまで報告されていた地震前後の変動がより空間的な広がりを持つこと、更に前弧斜面域のMiddle slope terrace部分にてこれまで報告のない10 mを超える大きな沈降を確認した。 本発表では、複数航海で取得されたデータに基づく東北沖前弧斜面域での研究成果を紹介する。

＜引用文献＞
Arai, K. et al. (2014). Episodic subsidence and active deformation of the forearc slope along the Japan Trench near the epicenter of the 2011 Tohoku Earthquake. EPSL, 408, 9-15. Fujiwara, T. et al. (2011). The 2011 Tohoku-Oki earthquake: Displacement reaching the trench axis. Science, 334(6060), 1240-1240.
Yamagiwa, S. et al. (2015). Afterslip and viscoelastic relaxation following the 2011 Tohoku-oki earthquake (Mw9. 0) inferred from inland GPS and seafloor GPS/Acoustic data. GRL, 42(1), 66-73.

キーワード：日本海溝、前弧斜面域、反射法地震探査、サブボトムプロファイラー、海底地形調査
Keywords: Japan Trench, Forearc slope region, Seismic reflection survey, Subbottom profiler survey, Bathymetric survey

11:00 〜 11:15 (2022年9月6日(火) 10:00 〜 12:00 口頭第1会場)

[3oral101-07-5add] 休憩

窒素ガス吸着法を用いた沈み込み帯断層の微小間隙構造分析

Micro-pore structural analysis of subduction zone faults using nitrogen gas adsorption method

*中元 啓輔[1]、亀田 純[1]、濱田 洋平[2]、増本 広和[1]
*Keisuke Nakamoto[1], Jun Kameda[1], Yohei Hamada[2], Hirokazu Masumoto[1]

1. 北海道大学、2. 海洋研究開発機構
1. Hokkaido Univ., 2. JAMSTEC

沈み込み帯における断層運動は津波を伴う地震を発生させる可能性があり，地震性すべりのメカニズム解明はきわめて重要である．地震性すべりを引き起こす断層運動は間隙水圧の上昇などの流体による影響が考えられる (Sibson, 1973)．流体の挙動は透水性によって支配されており，透水性は間隙率との相関性がみられる．しかし，透水性は間隙率だけではなく，間隙構造の違いによっても変化すると考えられる．断層岩の間隙率推定は水銀圧入法や海洋掘削においてはMAD法などによって行われているが，本研究では間隙構造推定に窒素ガス吸着法を用いる．窒素ガス吸着法の岩石への適用はシェールガスなどの資源探査分野で行われており，頁岩のガス貯蔵量推定に用いられている．この手法は水銀圧入法よりも小さい細孔の分析に適しており，細孔容積，BET比表面積といったナノスケールでの岩石の構造を表すパラメータの解析が可能となる．本発表では断層岩の微小構造分析における窒素ガス吸着法の有用性について検討する．
今回用いた断層岩試料はIODP Exp. 316 (NanTroSEIZE)，IODP Exp. 343（JFAST），延岡衝上断層掘削プロジェクト（NOBELL）で採取されたボーリングコア試料と房総半島の白子断層である．試料は実験前に425μm以下に粉砕し，200℃で12時間真空脱気し試料表面の吸着分子を取り除いた．前処理した試料を窒素ガス吸着法で測定し吸脱着等温線 (isotherm)を得た．得られた吸脱着等温線からBET法によりBET比表面積，BJH法により細孔径分布を求めた．
測定した吸脱着等温線はすべての試料でヒステリシスがみられた．ヒステリシスの形状は細孔の形状を反映すると考えられており(Sing, 1985)，測定した試料内で産地・鉱物組成ごとの差だけではなく，断層と原岩の間にもその形状の違いがみられ，断層運動による細孔構造の変化が示唆された．
BET比表面積を比較すると，間隙率の高い浅部の断層では比較的高い値を示しているが，深部の断層では明確に低下している．また，白子断層のBET比表面積は断層において急激に増加している傾向がみられ，表面構造の変化においても断層運動の影響が示唆された．

引用文献
Sibson, R. H. (1973). Interactions between temperature and pore-fluid pressure during earthquake faulting and a mechanism for partial or total stress relief. Nature Physical Science, 243(126), 66-68.
Sing, K. S. (1985). Reporting physisorption data for gas/solid systems with special reference to the determination of surface area and porosity (Recommendations 1984). Pure and applied chemistry, 57(4), 603-619.

キーワード：沈み込み帯、間隙構造、窒素ガス吸着法
Keywords: subduction zone, pore structure, nitrogen gas adsorption method

プチスポットパイプを活用してのモホール計画ーー海洋マントル掘削の新たな提案

Project Mohole utilizing petit-spot pipe----New idea for oceanic mantle drilling

*石井 輝秋[1]、金子 誠[2]、平野 直人[3]、町田 嗣樹[4]、秋澤 紀克[5]
*Teruaki ISHII[1], Makoto KANEKO[2], Naoto HIRANO[3], Shiki MACHIDA[4], Norikatsu AKIZAWA AKIZAWA[5]

1. 静岡大学防災総合センター、2. 深田地質研究所、3. 東北大学、4. 千葉工業大学、5. 東京大学
1. Sizuoka University, 2. Fukada Geological Institute, 3. Tohoku University, 4. Chiba Institute of Technology, 5. The University of Tokyo

マントルに至る地球深部の物質科学的研究には,構成物質であるマントル橄欖岩をはじめとする岩石・鉱物の入手が不可欠である.陸上ではダイアトリュームを伴う火山の母岩及び捕獲岩・捕獲結晶が研究に供されてきた.たとえば,島弧地殻をもつ日本列島では,アルカリ玄武岩マグマ活動による火山岩中の捕獲岩が,大陸地殻を持つアフリカ大陸ではキンバーライトマグマ活動による火山岩中の捕獲岩が研究対象として活用されてきた. 海洋プレート域では,ホットスポットマグマ活動による火山岩中の,マントル橄欖岩捕獲岩が知られているが,其の成因を一義的に決めるのは困難であろう.しかし,近年海洋プレートアスノスフェア由来のマグマ活動による単成火山であるプチスポット火山が発見(Hirano et al., 2006)され,海洋プレート域の汚染の少ない地球深部物質の入手が可能となった.とは言え,これら東北沖プチスポット火山は水深5000m以深にあるため,陸上火山調査に比べ困難が伴う. その後,それらのプチスポット火山の中に爆裂火口（マール=maar）を有する火山が発見され(石井他, 2019）その火山体の基部にはプチスポットパイプと称すべき火山角礫岩からなるダイアトリュームの存在が予想できる.ここではR/V「ちきゅう」によるノンライザー深海掘削を提案する.プチスポット火山産角礫岩は見かけの比重が約1.4と小さいので,緻密な溶岩に比べ格段に容易に掘削可能と考えられる．そこでプチスポット火山火口内にリエントリーコーンを設置しての，R/V「ちきゅう」による，ノンライザー,ノーコアリングの深海掘削を提案したい．水深約5500 m-6000 mの海底に散在している火口から，どの深度まで多孔質玄武岩からなるプチスポットパイプが連続するかは不明であるが，「ちきゅう」の能力を最大限活用すれば，検証可能であろう．海底下数千メートル（条件が良ければ約3000 m-5000 m）,否,マントルまでの掘削も夢ではないであろう．何故ならば,プチスポットパイプ及びその周囲はマグマの貫入や,焼き生しで安定している可能性もあり得るからです.ノンライザー深海掘削には不可欠だと思われる,上方掘削可能コアバレルの新規開発・運用をも提言する.ドリルストリングスが回転している限り，即ち上方掘削が可能な限りコアバレルを無事揚収できると考えられる（石井他,2021).更に,掘削孔壁を貫いての斜め掘装置を開発し，数百メートル毎に地質構成岩石採取が可能に成れば尚望ましい．これぞ“プチスポットパイプを活用してのモホール計画”と言っても過言ではない.

文献

Hirano, N., Takahashi, E., Yamamoto, J., Abe, N., Ingle, S. P., Kaneoka, I., Kimura, J.-I., Hirata, T., Ishii, T., Ogawa, Y., Machida, S. and Suyehiro, K. (2006): Science, 313, 1426-1428.
石井輝秋・金子誠・平野直人・町田嗣樹・秋澤紀克(2019)：「新青丸」KS-18-9航海，プチスポット火山ドレッジ研究速報と展望：ー歴史的大発見：東北沖太平洋超深海底の爆裂火口（マール）ー．深田地質研究所年報, 20, 105-128.
石井輝秋・金子誠・平野直人・町田嗣樹・秋澤紀克(2021):プチスポット溶岩及びマントル捕獲岩・捕獲結晶の地質学的・岩石学的研究 ー太平洋プレートのアセノスフェアに至る地質断面構築を目指してー. 深田地質研究所年報，22，99-118.

キーワード：モホール計画、プチスポットパイプ、海洋マントル掘削、マール、R/V「ちきゅう」
Keywords: Project Mohole, petit-spot pipe, oceanic mantle drilling, maar, R/V Chikyu

中部沖縄トラフ野甫熱水地帯で観測された温度潮汐変動とその原因

Tidally modulated temperature observed atop a drillsite at the Noho hydrothermal site, mid-Okinawa Trough

*木下 正高[1]、北田 数也[2]、野崎 達生[3]
*Masa Kinoshita[1], Kazuya Kitada[2], Tatuo Nozaki[3]

1. 東京大学地震研究所、2. 海洋研究開発機構超先鋭研究開発部門、3. 海洋研究開発機構海底資源センター
1. ERI/UTokyo, 2. X-star, JAMSTEC, 3. Submarine Resources Research Center, JAMSTEC

We observed temperature variations over 10 months within a Kuroko ore (hydrothermal sulfide) cultivation apparatus installed atop a 50-m-deep borehole drilled in the Noho hydrothermal system in the mid-Okinawa Trough, southwestern Japan, for monitoring of hydrothermal fluids and in situ mineral precipitation experiments. Temperature and pressure in the apparatus fluctuated with the tidal period immediately after its installation. Initially, the average temperature was 75–76 ˚C and the amplitude of the semi-diurnal tidal temperature modulation was ~0.3 ˚C. Four months later, the amplitude of tidal temperature modulation had gradually increased to 4 ˚C in synchrony with an average temperature decrease to ~40 ˚C. Numerical modeling showed that both the increase in tidal amplitude and the decrease in average temperature were attributable to a gradual decrease in inflow to the apparatus, which promoted conductive cooling through the pipe wall. The reduced inflow was probably caused by clogging inside the apparatus, but we cannot rule out a natural cause, because the drilling would have significantly decreased the volume of hot fluid in the reservoir. The temperature fluctuation phase lagged the pressure fluctuation phase by ~150˚. Assuming that the fluctuations originated from inflow from the reservoir, we conducted 2-D numerical hydrothermal modeling for a poroelastic medium. To generate the 150˚ phase lag, the permeability in the reservoir needed to exceed that in the ambient formation by ~3 orders of magnitude. The tidal variation phase can be a useful tool for assessing the hydrological state and response of a hydrothermal system.

キーワード：熱水循環、潮汐応答、浸透率、孔内観測
Keywords: hydrothermal circulation, tidal modulation, permeability, borehole observatory

セッション口頭発表 | T2.［トピック］新生界地質から読み解く西南日本弧の成立ー付加体形成から背弧拡大まで

[3oral305-10] T2.［トピック］新生界地質から読み解く西南日本弧の成立ー付加体形成から背弧拡大まで

座長:藤内 智士(高知大学)

2022年9月6日(火) 10:00 ～ 11:45 口頭第3会場 (14号館102教室)

[T2-O-1] （招待講演）新生代グローバルテクトニクス論争と西南日本 -海嶺沈み込み、海盆拡大、島弧体系の成立-

*木村 学[1]、橋本 善孝[2]、山口 飛鳥[3] （1. 海洋研究開発機構、2. 高知大学、3. 東京大学大気海洋研究所）

10:00 ～ 10:30

[T2-O-2] 南関東の前弧海盆の分化と海底地すべり：鮮新世の指標テフラと生層序による年代制約

*宇都宮 正志[1]、田村 糸子[2]、野崎 篤[3]、中嶋 輝允 （1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、2. 中央大学、3. 平塚市博物館）

10:30 ～ 10:45

[T2-O-3] 巨摩山地桃の木亜層群の地質から制約する伊豆弧衝突開始年代

*箱守 貴[1]、谷 健一郎[2]、黒田 潤一郎[1]、山口 飛鳥[1] （1. 東京大学大気海洋研究所、2. 国立科学博物館）

10:45 ～ 11:00

[T2-O-4] 熊野灘南海トラフ海底地すべりと付加体テクトニクスの関連

*金松 敏也[1]、芦 寿一郎[2] （1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 東京大学大気海洋研究所）

11:00 ～ 11:15

[T2-O-5] 西南日本弧の前弧海盆に記録された中期中新世の応力

*安邊 啓明[1]、佐藤 活志[1] （1. 京都大学大学院理学研究科）

11:15 ～ 11:30

[T2-O-6] 山陰東部の前期中新世の伸長ひずみは小さかった？

*羽地 俊樹[1] （1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター）

11:30 ～ 11:45

新生代グローバルテクトニクス論争と西南日本
-海嶺沈み込み、海盆拡大、島弧体系の成立-

Controversies of Cenozoic global dynamics and southwest Japan; The Izanagi-Pacific ridge subduction, the back-arc opening, and the onset of modern island arc framework.

*木村 学[1]、橋本 善孝[2]、山口 飛鳥[3]
*gaku kimura[1], Yoshitaka Hashimoto[2], Asuka Yamaguchi[3]

1. 海洋研究開発機構、2. 高知大学、3. 東京大学大気海洋研究所
1. Japan Agency of Marine Science and Technology, 2. Kochi University, 3. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

アジア大陸東縁、西太平洋縁辺に位置する日本列島の形成過程についてのプレートテクトニクスに基づく研究は、プレートテクトニクスの理論体系が成立して直ぐに始まった。その初期の俯瞰的描像は、Uyeda and Miyashiro (1974)に始まる。彼らは、白亜紀以降のテクトニクスの変遷を太平洋におけるプレートの変遷と結びつけ、列島形成を論じた。時系列的因果関係も示唆しつつ、①白亜紀末のクラ・太平洋海嶺の沈み込み、②同、日本海の拡大、③始新世の太平洋プレートの運動方向の変化、④同、伊豆小笠原マリアナ列島の成立、⑤中新世の古南海トラフにおける太平洋プレートからフィリピン海プレートへの転換と現在の島弧海溝系の成立が示された。
プレートテクトニクスの提案直後から、日本列島の新たな地質観察・観測や物理観測によってこれらを検証する研究と、グローバルな包括的テクトニクスを支配するダイナミクスの旺盛な研究が1990年代まで進行し、Maruyama et al. (1997)やTaira (2001)に代表される総括がされた。しかしポストプレートテクトニクスブルースとでも呼ばれた研究停滞期が日本でも訪れた。列島論も観測・実験・理論の大規模再蓄積を要する時期に入ったのである。
一方、この時期には1995年の阪神淡路大震災を契機に列島に設置された世界最稠密な広帯域地震計網、汎地球測位システムなど地球物理的観測網とスパコン計算技術の発達、超深度まで掘削可能な「ちきゅう」の就航と南海地震発生帯掘削計画(2007~)などの進展が見られた。その中で起こった2011年の東日本大震災は、現在のダイナミクス理解に飛躍をもたらしている。「斉一主義」の科学観に基づく列島の精緻な成立過程の議論が、列島論の持つグローバルな一般性と素過程の研究と結びつき、新たな展開の段階に入っていると言える。
1970年代に提案され、多くの議論がされた過去のテクトニックな事象は、①白亜紀末期ではなく、暁-始新世におけるイザナギ・太平洋海嶺の沈み込み、 ②ハワイホットスポット自体の移動も考慮した始新世における太平洋プレートの運動の変化、③ 始新世におけるフィリピン海プレートの成立とその後の拡大・回転移動、④漸新・中新世における日本海拡大と日本列島の回転、 ⑤中期中新世の古南海トラフにおける太平洋プレートからフィリピン海プレートへの沈み込むプレートの転換と前弧異常火成活動、⑥ 後期中新世におけるフィリピン海プレートの沈み込み再開と鮮新・更新世における側方圧縮テクトニクスの本格化、と整理・再構成されるように思われる。このそれぞれについて、新たなデータ発掘と議論が続いている。
これらの事象の原因は主に、太平洋側の海洋プレートと上盤に位置する日本列島との相互作用として議論されているが、始新世はインド大陸がアジア大陸と衝突を開始し、アジア北東縁に及ぶ大変形が開始された時期でもある。ユーラシア大陸のマイクロプレート化やリソスフェア下のアセノスフェアと下部マントルに及ぶダイナミクスの観点からも理解する必要があろう。

引用文献

Maruyama, S., et al. (1997). *Island arc*, *6*(1), 121-142; Taira, A. (2001). *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, *29*(1), 109-134; Uyeda, S., & Miyashiro, A. (1974). *Geological Society of America*

Bulletin, *85*(7), 1159-1170. **筆者らの関連する参考論文**：Kimura, G. Hashimoto, Y. et al. (2014) *Tectonics*, *33*(7), 1219-1238; Kimura, G., Koge, H., & Tsuji, T. (2018). *Progress in Earth and Planetary Science*, *5*(1), 1-12; Kimura, G., Yamaguchi, A., & Kinoshita, M. (2018). *Geol Soc Am Spec Paper*, *534*, 87-99. Kimura, G., et al. (2019). *Island Arc*, *28*(5), e12320. 木村学 他 (2018). *地質学雑誌*, *124*(1), 47-65.

キーワード：日本列島、島弧、沈み込み帯、イザナギ・太平洋海嶺、南海トラフ
Keywords: Japanese islands, island arc, subduction zone, Izanagi-Pacific ridge, Nankai Trough

南関東の前弧海盆の分化と海底地すべり：鮮新世の指標テフラと生層序による年代制約

Basin segmentation and submarine landslides in the southern Kanto forearc basin: Constraints from the Pliocene marker tephra beds and biostratigraphy

*宇都宮 正志[1]、田村 糸子[2]、野崎 篤[3]、中嶋 輝允
*Masayuki Utsunomiya[1], Itoko Tamura[2], Atsushi Nozaki[3], Terumasa Nakajima

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、2. 中央大学、3. 平塚市博物館
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Chuo University, 3. Hiratsuka City Museum

南関東の地下と地表には後期中新世から更新世の前弧海盆堆積物が分布し，特に房総半島と三浦半島で広く陸上に露出する．これらの前弧海盆堆積物は露頭の連続性の良さと，年代指標となるテフラと微化石を豊富に含むことなどから日本列島の同時代の模式層序を提供している．これらの地層はプレート沈み込みや島弧衝突テクトニクスの記録媒体としても重要であるが，不整合や海底地すべりといった堆積盆の発達史上重要なイベントの年代や形成様式は十分に明らかにされていない．特に前弧海盆の発達様式の変化として注目される房総半島のいわゆる黒滝不整合が三浦半島や東京湾西岸の地下では認められないなど，東京湾を隔てた東西の層序学的な関係は未だ不明である．著者らは房総半島と三浦半島の鮮新統に挟在するテフラ層の層序と火山ガラスの岩石学的特徴および化学組成，またテフラ対比の検証のため石灰質ナノ化石層序を検討した．その結果，逗子層最上部（三浦半島）のテフラ層が清澄層（房総半島）のKy25に対比可能であることが明らかとなり，それぞれの上位にあるテフラ層NtとKy26の対比が裏付けられた．また池子層（三浦半島）に挟在する2枚のテフラ層が安野層（房総半島）の2枚のテフラ層に対比されることが明らかになり，それらがいずれも先行研究で認定されているMammoth逆磁極亜帯上限（3.2 Ma）付近に挟在することと整合的である．テフラ対比と堆積物の特徴から，三浦半島や房総半島東部地域では3.2 Maの海底地すべりにより房総半島の清澄層最上部から安野層の大部分（4.5から3.2 Ma）に相当する層準が欠如していると考えられる．このイベントによる侵食面を覆う地層は層厚20から100 cm程度の不淘汰な砂礫層から最大層厚60 mの海底地すべり堆積物まで側方に著しく変化する．約3.2 Maの侵食イベント後に堆積した上総層群下部にはスランプスカーやチャネルによる局所的な侵食構造が認められる．約3.2 Maの海底地すべりによる侵食量は三浦半島や房総半島東部地域で大きく，上総層群はそれらの地域から房総半島中央部に向かって下位層にオンラップする（いわゆる黒滝不整合）．約3.2 Maの侵食イベントは房総半島中央部地域の相対的隆起により前弧海盆が東西に分化し始めるマーカーイベントとして位置づけられる．

キーワード：前弧海盆堆積物、上総層群、三浦層群、テフラ対比、海底地すべり
Keywords: forearc basin fill, Kazusa Group, Miura Group, tephra correlation, submarine landslide

巨摩山地桃の木亜層群の地質から制約する伊豆弧衝突開始年代

Geology of Momonoki Subgroup in the Koma Mountains: Constraints on the age of the Izu-Bonin arc collision starting

*箱守 貴[1]、谷 健一郎[2]、黒田 潤一郎[1]、山口 飛鳥[1]
*Takashi Hakomori[1], Kenichiro Tani[2], Junichiro Kuroda[1], Asuka Yamaguchi[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 国立科学博物館
1. Atmosphere and Ocean Reserch Institute, The University of Tokyo, 2. National Museum of Nature and Science

太平洋/フィリピン海プレート境界の変遷について、房総沖海溝三重点が約15 Maから現在と同じ位置にあったとする説(Kimura *et al.*, 2005など)と、フィリピン海プレートは5 Maまで時計回り回転を継続したとする古地磁気学的研究に基づく推定(Hall *et al.,* 1995など)があり、議論が続いている (Kimura *et al.*, 2014など)。本研究では、中新世の日本周辺のプレート配置復元のために、伊豆弧が本州弧に衝突を開始した年代を地質学的証拠から制約することを目的とする。そのために伊豆衝突帯で最初に衝突したとされる巨摩層群に着目して地質調査を行い、トラフ充填堆積物と考えられている桃の木亜層群の後背地と堆積年代を、薄片観察およびジルコンU-Pb年代測定から明らかにすることを試みた。貫入岩の影響が比較的少ないと考えられる地域で試料採取し、砂岩11試料・凝灰岩1試料・礫岩中の火山岩礫1試料に対して、ジルコンU-Pb年代測定を国立科学博物館つくば研究施設のLA-ICP-MSで行った。

巨摩層群は安山岩～玄武岩質の溶岩および火山砕屑岩を主とした櫛形山亜層群と、その上位に累重しほとんど砕屑岩類で構成される桃の木亜層群からなり(小山, 1993)、桃の木亜層群は堆積相および古流向の解析からトラフ充填堆積物と考えられている(青池, 1999)。本研究では桃の木亜層群の南部について地質調査を行い、下位から湯川層(砂岩優勢砂泥互層および泥岩)・丸山層(泥岩および泥岩優勢砂泥互層)・茂倉層(砂岩優勢砂泥互層)・仙城沢層(礫岩)に区分した。地層は北北東-南南西走向で、東または西に急傾斜し、層厚は約2600mと推定される。湯川沿いでは北北東-南南西の軸を持つ背斜が、仙城沢上流部では北東-南西方向の軸を持つ向斜が見られる。また石英閃緑岩質の複数の岩脈が褶曲形成後に貫入している。

湯川層に挟在する凝灰岩中のジルコンU-Pb年代の加重平均年代は23.46 ±0.46 Maを示した。砂岩11試料のジルコンからは共通して50-2300 Maに及ぶ年代が得られ、それらの相対的な頻度分布には大きな変化は見られなかった。一方で、50 Maより若いU-Pb年代をもつジルコン粒子の割合は、湯川層から茂倉層にかけて増加する傾向を示した。薄片観察の結果からは、砂岩は砕屑岩由来の岩片を多く含み、湯川層から茂倉層にかけて火山岩片の割合が増加することが判明した。本調査地域内で最上位に位置する、仙城沢層の礫岩に含まれる安山岩質礫は12.04 ±0.26 Maの加重平均年代を示した。

桃の木亜層群の砂岩が示した50-2300 MaのジルコンU-Pb年代頻度分布は、西南日本に分布するジュラ紀～白亜紀付加体のジルコン年代頻度分布 (Fujisaki *et al.*, 2014; Shimura *et al.*, 2019; 常盤ほか, 2018)と類似する。砂岩が砕屑岩片を多く含むことから、桃の木亜層群の主要な後背地は西南日本の付加体であったと考えられる。一方で、50 Maより若い年代を示す後背地の寄与は、火山岩片の割合と対応して上位ほど増加する。この後背地はジルコン年代および堆積場から伊豆弧の可能性が高く、伊豆弧からの堆積物流入が時代とともに増加したと考えられる。桃の木亜層群の堆積年代は微化石層序や貫入岩の冷却年代に基づいて15-13.5 Ma(青池, 1999)とされてきたが、最上部の礫の年代が12 Ma頃を示すことから、堆積は12 Ma頃まで続いたと推定される。変形構造に着目すると、仙城沢層で見られる向斜は軸の北西側の層厚が南東側に比してかなり薄く、褶曲が堆積同時的に形成されたことを示唆する。褶曲が伊豆弧の衝突に伴う圧縮場で形成されたとすると、桃の木亜層群の堆積終了とほぼ同時期に衝突が開始したと考えられ、伊豆弧の衝突開始年代は堆積年代の上限である

12 Ma頃と推定される。

【文献】青池(1999). 神奈川県博調研報, *自然科学*, 9, 113–151.Fujisaki et al. (2014). *Jour. of Asian Earth Sci.* , *88*, 62–73.Hall et al. (1995). *Tectonophysics*, *251*, 229–250.Kimura et al. (2014). *Tectonics,* 33, 1219–1238.Kimura et al. (2005). *Bull. Geol. Soc. Am.*, 117, 969–986.小山(1993). *地質学論集*, 42, 245–254.Shimura et al. (2019). *Island Arc*, *28*, 1–19.常盤ほか(2018). *地学雑*, 124, 539-544.

キーワード：伊豆衝突帯、中新世、ジルコン
Keywords: Izu collision zone, Miocene, zircon

熊野灘南海トラフ海底地すべりと付加体テクトニクスの関連

Linkage between Nankai Trough submarine landslide and accretionary tectonics

*金松 敏也[1]、芦 寿一郎[2]
*Toshiya Kanamatsu[1], Juichiro Ashi[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

大陸縁辺部において海底地すべりは，海底地形，3次元地震探査画像，掘削コアの岩相などから広い範囲で認識されており普遍的な地質現象と考えられる．一方，その発生を引き起こす原因は必ずしも明らかでない．熊野灘南海トラフでは大規模な海底地すべりが，レート境界断層から派生する分岐断層付近に認識されていた（Kimura et al., 2011など）．南海トラフでは海底地すべりのトリガーとして100～200年程度の周期で発生するM8クラスの地震が考えられた．実際，分岐断層上盤における表層堆積物の角礫化の発見（Sakaguchi et al., 2011）があり，地震荷重で表層堆積層が破砕，海底地すべりの発生といったプロセスが考えられる．高密度3次元地震探査で明らかにされた分岐断層帯下部斜面の海底下のイメージは海底地すべり層と解釈される音響的透明層が発達しており，この分布からも分岐断層付近の活動と斜面崩壊の関連性が考えられた．しかしIODP Exp.333の掘削の結果によると海底地すべりの再来周期は約30-350kaであり，南海地震の再来周期に比べると明らかに頻度が低い．このような長い再来周期を説明するために間氷期の斜面の不安定性の可能性などが提案された（Kremer et al., 2017)． 磁気ファブリックを用いた熊野灘南海トラフ海底地すべり層の流動方向の再構築（Kanamatsu et al., 2014）では， 1 Maからおよそ0.35Ma（Kremer et al., 2017の層序による）では北東から，0.35Maから0Maは北西へ崩壊地が遷移したとされ，流れの方向転換は，地表の傾斜条件の変化を反映していると考えられた．これを検証するため，現在の海底地すべり層の発生域である分岐断層帯付近の表層地質，地形を詳細にすることで現行の地質現象の把握を試みた．東京大学大気海洋研究所の「無人探査機NSS」を用いて採取された表層堆積物を解析し，コアの物性，年代，構造などを解析した．堆積物コアではX-CT画像で流動した構造を示す海底地すべり層が海底下150-300cmに認められた．これを覆う堆積物の年代は20kaであった．流動層そのものの年代は43.5kaより古い事がわかった．また流動層の下位の年代からは削剥はほとんどなかった事がうかがえる．磁気ファブリックと古地磁気方位から流動方向は北西から供給されたと考えられる．一方，詳細な海底地形の解析を行った結果，海底表層に数mの段差の北北西ー南南東と北西ー南西の２系統のリニエーションが認められた．このリニエーションは斜面の最大傾斜方向とゆるく斜交する．海底地形のリニエーションの一部は明らかに地すべり跡の冠頂から繋がる側方リッジと考えられる． 一方，高密度3次元地震探査では分岐断層帯下部斜面の海底下構造に共役断層が発達している事が報告されており（Shiraichi et al., 2020），その原因としてリッジの沈み込みによる水平圧縮が考えられた．共役断層の２系統の走向と海底地形に見られるリニエーションの走向は一致する．これらの事から海底地すべりは南海トラフ陸側斜面の付加体内の現在の応力場を関節的に反映している可能性が考えられる．その場合，先に述べた0.35Maの流動方向の変遷は熊野灘南海トラフ付加体内の応力場の移動が考えられる．

引用文献

Kanamatsu et al., 2014, G-Cubed, https://doi.org/10.1002/2014GC005409
Kimura et al., 2011, G-Cubed, https://doi.org/10.1029/2010GC003335
Kremer et al., 2017 PEPS, https://doi.org/10.1186/s40645-017-0134-9
Sakaguchi et al., 2011, Geology, https://doi.org/10.1130/G32043.1
Shiraichi et al., 2020, EPS, https://doi.org/10.1186/s40623-020-01204-3

キーワード：熊野灘南海トラフ、海底地すべり、磁気ファブリック
Keywords: Kumano-nada Nankai Trough, Submarine landslide, magnetic fabric

西南日本弧の前弧海盆に記録された中期中新世の応力

Middle Miocene paleo-stresses recorded in the Miocene forearc basins, southwest Japan

*安邊 啓明[1]、佐藤 活志[1]
*Noriaki ABE[1], Katsushi Sato[1]

1. 京都大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science, Kyoto University

中期中新世の西南日本弧の応力・変形様式は，15 Ma頃に伸張場から南北短縮場に変化したと考えられてきた．しかし近年，応力転換の時期の見直し[1]や15 Ma以降の東西走向の平行岩脈群の報告[2]により，応力転換の同時性や応力の空間的な一様性が疑問視されている．特に，前弧域では15 Ma以前の応力・変形様式に関する報告がなく，転換が起こったかどうかも確かではない．そこで本研究では，西南日本弧での応力の時空間変化をより詳細に解明することを目的として，紀伊半島南西部に分布する下部ー中部中新統田辺層群，および静岡県中部に分布する下部中新統倉真層群において露頭規模の変形構造を測定し，古応力解析[3, 4]を行った．
田辺層群では，1124枚の砕屑岩脈，402枚の方解石脈，426条の小断層の方位データを測定した．さらに，調査範囲を数km規模の10の区画に分け，各区画でそれぞれの構造に対し応力逆解析を行った．検出された応力は東西方向に σ_3 軸を持つ応力（応力群α），北西ー南東方向に σ_{Hmax} 軸を持つ応力（応力群β），北西ー南東引張の正断層型応力（応力群γ）に分類できる．応力群αは砕屑岩脈から検出された．砕屑岩脈は田辺層群上部白浜層の堆積と同時または直後に貫入したとされることから，応力群αは白浜層が堆積した約16-15 Ma頃の応力であると考えられる．応力群βは観察した全ての層準で検出されたことから，田辺層群堆積後に働いたと考えられる．構造どうしの切断関係からも，応力群βは応力群αより後に働いたことが示唆される．応力群γは白浜層最上部の分布する田辺層群分布域中部で検出されなかった．
静岡県に分布する倉真層群では229条の小断層の方位データを測定し，北東ー南西方向の軸性引張応力δを検出した．小断層の方位データを段階的に傾動補正したところ，35%補正したときに最適応力に対する適合度が最も高くなった．このことから，応力δは褶曲形成中である16 Ma以前の応力であると考えらる．
16 Ma頃の背弧域で貫入した火成岩脈は概ね東西走向に揃っている[5]．本研究で検出された応力群αおよび応力δは，16 Ma頃の応力が前弧域と背弧域で異なっていたことを示唆する．紀伊半島南部では14.5 Ma頃に貫入した火成岩脈から応力群αに似た応力が検出されており[6]，前弧域では応力転換がなかった，または背弧域より100万年ほど早く転換したと考えられる．

参考文献
[1] Haji and Yamaji, 2021, *Isl. Arc*, **30**.
[2] Tatsumi et al., 2001, *Geophys. J. Int.*, **144**, 625-631.
[3] Sato, 2006, *Tectonophysics*, **421**, 319-330.
[4] Yamaji and Sato, 2011, *J. Struct. Geol.*, **33**, 1148-1157.
[5] 山元，1991，地調月報，**42**, 131-148.
[6] Haji et al., 2022, *J. Asian Earth Sci.*, **235**.

キーワード：前弧海盆、応力逆解析、中新世、西南日本弧
Keywords: forearc basin, stress inversion, Miocene, southwest Japan arc

山陰東部の前期中新世の伸長ひずみは小さかった？

Small magnitude of extensional strain in the eastern San’in region, SW Japan

*羽地 俊樹[1]
*Toshiki Haji[1]

1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター
1. Geological Survey of Japan, AIST

日本海で起こったリフティングの影響で，中新世前半の東北・西南日本弧の両島弧は強い伸張テクトニクス場にあったと考えられてきた．東北日本には，厚さ数kmの下部中新統に埋積されたテクトニックなグラーベン群が現存し（Yamaji, 1990），また断層を境界として残留磁化方位が異なる地域がある（Mino et al., 2001）．以上の事実から，東北日本は前期中新世に強い伸張場にあり，伸長ひずみによって断層による差別的沈降とブロック回転が起こったと判断される．他方で，西南日本も東北日本と同様の強い伸長変形を被ったと考えられていたものの，その明確な証拠はなかった．
そこで以前に発表者は，山陰東部の北但層群の地質構造を例として，西南日本も伸長変形を被ってはいたものの，そのひずみ量は小さかったと指摘した（Haji and Yamaji, 2020）．北但層群は京都府北部から兵庫県北部にかけて広く分布する中新統である．Haji and Yamaji (2020) は，北但層群の分布域南縁（但馬妙見山地域）において地質調査を行い，2つの堆積同時性の正断層を見出した．しかし，それは鉛直方向の変位量が高々200 m程度の小規模なものであった．また西南日本の他地域にみられるグラーベンも埋積層の厚さが数百mと東北日本と比較して薄い．さらに，西南日本では東北日本のような断層によるブロック回転も認定されていない（星，2018）．これらのことから，西南日本も前期中新世に伸張場ではあったものの，そのひずみ量は東北日本と比較して１桁程度小さかったと主張した．
しかしながら最近，伊勢湾周辺で埋積層の厚さが2 km程度の比較的沈降量の大きいグラーベン群が推定された（Miyakawa et al., 2020; Kinoshita and Yamaji, 2021）．そして，Kinoshita and Yamaji (2021）は山陰東部との比較に基づいて前期中新世の西南日本の変形量には弧内差が存在したと主張した．
このような状況の下，本発表では北但層群の分布域北西縁（浜坂地域）の地質構造を紹介し，同地域にも北但層群堆積時に大規模な伸長変形の証拠がないことを報告する．浜坂地域は兵庫県の北西端に位置し，白亜系および古第三系の花崗岩類や火砕岩類を覆って北但層群が広く分布する．北但層群は下位から順に八鹿層・豊岡層・七釜層に区分される（羽地ほか，本大会ポスター）．このうち，本研究では下部中新統八鹿層と基盤の境界の構造に着目して調査を行った．公表された既存の地質図では両者の境界に推定断層が描かれており，それらは日本海拡大頃のテクトニックなグラーベンの境界断層と解釈されていた（山内・吉谷，1992）．地質調査の結果，両者の境界に堆積同時性の断層は認められず，八鹿層は地形的起伏のある基盤岩類をアバット不整合で覆って堆積したものと判断された．またその他にテクトニックな変形を示す地質図規模の構造は見いだされなかった．テクトニックなグラーベンが想定されていた地域でも，それを支持する地質情報は得られなかったわけである．他方で，北但層群と同時期の岩脈群の方位を利用した古応力解析の結果は，但馬妙見山地域と浜坂地域の両地域で酷似した引張応力状態を示した（Haji and Yamaji, 2021; 羽地ほか，投稿中）．すなわち，変形は微小だったものの，盆地内は広域的に引張応力場であった．
以上の調査結果から，やはり山陰東部は弱い引張場であり，伊勢湾周辺に見られる大規模な伸長変形の証拠はないと結論する．従来，前期中新世の変形様式の議論は「西南日本弧」の単位で行われていた．しかし，おそらく変形の規模には明確な弧内差があり，Kinoshita and Yamaji (2021)が主張するように中国地方と近畿トライアングルでは異なる変形史を辿ったのであろう．中新世の西南日本変動史を理解するためには，各地の中新統堆積盆地で構造発達史の精査が必要であるといえる．

＜引用文献＞
Haji and Yamaji, 2020, Isl. Arc, 29, e12366.; Haji and Yamaji, 2021, Isl. Arc, 30, e12412; 羽地ほか，投稿中，地質雑; 星，2018, 地質雑，124, 675-691; Kinoshita and Yamaji, 2021, Isl. Arc, 30, e12418; Mino et al., 2001, Earth Planets Space, 53, 805-815; Miyakawa et al., 2020, Prog. Earth Planet. Sci., 7, 63; Yamaji, 1990, Tectonics, 9, 365-378; 山内・吉谷, 1992．地質論集，37，311-326.

キーワード：グラーベン、日本海拡大、北但層群、古応力、リフティング
Keywords: Graben, Japan Sea opening, Hokutan Group, Paleostress, Rifting

セッション口頭発表 | T2.［トピック］新生界地質から読み解く西南日本弧の成立ー付加体形成から背弧拡大まで

[3oral311-21] T2.［トピック］新生界地質から読み解く西南日本弧の成立ー付加体形成から背弧拡大まで

座長:羽地 俊樹(産業技術総合研究所　地質調査総合センター)、新正 裕尚

2022年9月6日(火) 13:30 ～ 16:30 口頭第3会場 (14号館102教室)

[T2-O-7] 紀伊半島東部の四万十付加体竜神コンプレックスに挟在する珪長質凝灰岩のジルコン U– Pb及び FT年代

*星 博幸[1]、川上 裕[2,3]、岩野 英樹[4,5]、檀原 徹[4]（1. 愛知教育大学自然科学系、2. 愛知教育大学大学院教育学研究科、3. 石油天然ガス・金属鉱物資源機構、4. 京都フィッション・トラック、5. 東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設）

13:30 ～　13:45

[T2-O-8] 室戸半島，四万十帯菜生層群及び四十寺山層の珪長質凝灰岩ジルコン U– Pb年代

*原 英俊[1]（1. 産業技術総合研究所地質情報研究部門）

13:45 ～　14:00

[T2-O-9] 高知県室戸半島に露出する古第三系室戸層に見られる乱堆積層

*松元 日向子[1]、藤内 智士[1]（1. 高知大学）

14:00 ～　14:15

[T2-O-10] 四国白亜紀四万十付加体牟岐メランジュの基質頁岩およびユニット境界断層のイライト K– Ar年代

*藤内 智士[1]、西野 佑哉[1]、松島 雄飛[1]、橋本 善孝[1]、八木 公史[2]、富岡 尚敬[3]（1. 高知大学、2. 蒜山地質年代学研究所、3. 海洋研究開発機構高知コアセンター）

14:15 ～　14:30

[T2-O-11] 西南日本内帯と外帯の接合様式と接合境界

*中島 隆[1,2]（1. 国立科学博物館、2. 神奈川県立生命の星地球博物館）

14:30 ～　14:45

[T2-O-12] 中央構造線をこえて来たナップ：中新統久万層群の巨礫からの示唆

*山路 敦[1]、楠橋 直[2]、谷 健一郎[3]（1. 京都大学、2. 愛媛大学、3. 国立科学博物館）

14:45 ～　15:00

[3oral311-21-7add] 休憩

15:00 ～　15:15

[T2-O-13] 福岡県北西部における日本海拡大後の火山活動

*佐藤 大介[1]（1. 産総研地質調査総合センター）

15:15 ～　15:30

[T2-O-14] 中期中新世後半の九州と西南日本の背弧における島弧方向の応力勾配

*牛丸 健太郎[1]、山路 敦[1]（1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻）

15:30 ～　15:45

[T2-O-15] 放射年代と全岩化学組成に基づく九州西部天草地域の中新世貫入岩の起源の検討

*新正 裕尚[1]、赤坂 真奈[2]、折橋 裕二[2]、仁木 創太[3]、佐々木 実[2]、平田 岳史[3]（1. 東京

経済大学全学共通教育センター、2. 弘前大学理工学部地球環境防災学科、3. 東京大学理学系研究科地殻化学実験施設）

15:45 ～　16:00

[T2-O-16] Great earthquake at 7.3 ka inferred from tsunami deposits, southwestern Japan

*七山 太[1]（1. ふじのくに地球環境史ミュージアム ）

16:00 ～　16:15

[T2-O-17] 海洋底拡大前夜の背弧海盆の中軸部は冷たいのか熱いのか？沖縄トラフ南部での科学掘削に向けた検討

*大坪 誠[1]、新井 隆太[2]、土岐 知弘[3]、木下 正高[4]、三澤 文慶[1]、大橋 聖和[5]、久保田 好美[6]、宮川 歩夢[1]、池上 郁彦[7]、Christine Regalla[8]、Chih-Chieh Su[9]（1. 産業技術総合研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 琉球大学、4. 東京大学地震研究所、5. 山口大学、6. 国立科学博物館、7. タスマニア大学、8. 北アリゾナ大学、9. 国立台湾大学）

16:15 ～　16:30

紀伊半島東部の四万十付加体竜神コンプレックスに挟在する珪長質凝灰岩のジルコンU–Pb及びFT年代

Zircon U–Pb and FT ages of a felsic tuff from the Ryujin Complex of the Shimanto Accretionary Prism in the eastern part of the Kii Peninsula, Japan

*星 博幸[1]、川上 裕[2,3]、岩野 英樹[4,5]、檀原 徹[4]
*Hiroyuki Hoshi[1], Yuu Kawakami[2,3], Hideki Iwano[4,5], Tohru Danhara[4]

1. 愛知教育大学自然科学系、2. 愛知教育大学大学院教育学研究科、3. 石油天然ガス・金属鉱物資源機構、4. 京都フィッション・トラック、5. 東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設
1. Aichi University of Education, 2. Graduate School of Education, Aichi University of Education, 3. Japan Oil, Gas and Metals National Corporation (JOGMEC), 4. Kyoto Fission-Track Co., Ltd, 5. Geochemical Research Center, The University of Tokyo

紀伊半島の四万十付加体竜神コンプレックスの堆積年代はこれまで主に半島西部及び中央部で調査され、半島東部からは年代データの報告がなかった。筆者らは半島東部の竜神コンプレックス寒川ユニットに挟在する珪長質細粒凝灰岩からジルコンを分離し、68.1 ±0.4 MaのU–Pb年代と13.3 ±1.6 MaのFT年代を決定した（いずれもtwo-sigma error）。U–Pb年代は凝灰岩の堆積年代を近似またはその下限を制限するとみなすのが妥当と考えられる。この年代値はマーストリヒチアン期後期の堆積を示唆し、これは半島西部及び中央部で放射年代と放散虫化石から推定されている堆積年代と類似する。今回の結果から、竜神コンプレックスは紀伊半島の西部及び中央部だけでなく、東部でもマーストリヒチアン期の地層を含むことが強く示唆される。一方、同じ試料について決定されたFT年代は試料採取地周辺に分布する中期中新世火成岩類の放射年代と類似するため、中期中新世火成岩類の熱影響によってリセットされた年代と考えられる。ジルコンFTをリセットさせた熱源の候補として熊野花崗斑岩の可能性と大規模伏在深成岩体の可能性が考えられ、筆者らは後者の可能性が高いと考える。

キーワード：フィッション・トラック年代、紀伊半島、後期白亜紀、竜神コンプレックス、四万十付加体、U–Pb年代、ジルコン
Keywords: Fission-track age, Kii Peninsula, Late Cretaceous, Ryujin Complex, Shimanto Accretionary Prism, U–Pb age, Zircon

室戸半島，四万十帯菜生層群及び四十寺山層の珪長質凝灰岩ジルコンU–Pb年代

Zircon U–Pb age of felsic tuff estimated from the Nabae Group and the Shijujiyama Formation of the Shimanto Belt, Muroto Peninsula, Southwest Japan

*原 英俊[1]
*Hidetoshi HARA[1]

1. 産業技術総合研究所地質情報研究部門
1. Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST

室戸半島の南端では，前期漸新世～前期中新世の付加コンプレックスである菜生層群が広く分布する（平ほか，1980）．さらに前期中新世の海溝斜面堆積物として解釈される四十寺山層が，菜生層群の日沖メランジュに対して覆うことが知られている（Hibbard et al., 1992; 溝口ほか，2009）．この菜生層群と四十寺山層の形成は，前期中新世の西南日本島弧において前弧域における付加作用と堆積盆の発達過程との関連が示唆されるが，これらの堆積年代は，二枚貝ないし微化石年代に基づき幅があり詳細は不明である．今回，菜生層群と四十寺山層中に産する珪長質凝灰岩からジルコンを抽出し，そのU-Pb年代を得たので報告する．菜生層群は，構造的上位の北より，日沖メランジュ，津呂アッセンブレッジ，坂本メランジュ，さらに室戸岬先端部の岬アッセンブレッジに細分されている（Hibbard et al., 1992）．菜生層群の珪長質凝灰岩は，日沖メランジュ，津呂アッセンブレッジ，坂本メランジュの3つの層序構造ユニットより採取した．四十寺山層は，下部の泥岩（層厚約200 m以下）と上部の砂岩（層厚750 m以上）に分けられる（溝口ほか，2009；本調査）．また下部では，火山砕屑岩層（椎名火山岩類）を伴うことが知られている（溝口ほか，2009）．四十寺山層分布域の南西部の最下部には，厚さ10 cm程度の珪長質凝灰岩が泥岩と互層する層準が認められ，この互層より珪長質凝灰岩の試料採取を行った．いずれの珪長質凝灰岩も原生界や中古生界の砕屑性ジルコンを含むものの，約23～19 Maの顕著なピークを示すジルコン集団からなることで特徴づけられる．ピークを構成するジルコン年代から得られた加重平均値は，日沖メランジュが約22 Ma，津呂アッセンブレッジが約20 Ma，坂本メランジュが約21 Maを示し，いずれも前期中新世の最前期（アキタニアン期）を示す．また四十寺山層の珪長質凝灰岩のピーク年代は約20 Maを示し，菜生層群とほぼ同じ時期を示した．すなわち付加コンプレックス及び海溝斜面堆積物は，両者の珪長質凝灰岩のジルコン年代は，明らかな違いが認められず，ほぼ同時期に形成された可能性がある．近隣では，四国西部及び紀伊半島で，付加コンプレックスとその被覆層の関係が報告されている．四国西部では，付加コンプレックスである後期始新世～前期中新世の清水層に対し，浅海性堆積物の三崎層が不整合ないし断層関係で接する（木村，1985；Matsumaru et al., 1993）．三崎層は，下部層でN6ないしN7下部の浮遊性有孔虫化石が報告（木村，1985）され，また約13 Maの足摺花崗岩体の貫入（Shinjoe et al., 2010）以前に堆積が終了していると考えられている．そのため三崎層は，約17.5～13 Ma頃に堆積したと考えられる．紀伊半島では，付加コンプレックスである後期始新世～漸新世の牟婁層群に対し，前弧海盆堆積物の田辺層群が不整合で覆う（鈴木，2012）．田辺層群は，下部層で浮遊性有孔虫化石帯のN8上部が報告され，さらに上限はN9に達するとされ，約16～14 Ma頃に堆積したと考えられている（鈴木，2012）．四十寺山層の珪長質凝灰岩のジルコンU-Pb年代は，三崎層及び田辺層群の堆積年代より古い年代を示し，前弧域での堆積盆の発達過程について，形成場の違いとともに年代差も考慮する必要がある．一方，四十寺山層の珪長質凝灰岩は，凝灰岩泥岩互層として本層の最下部を構成し，また基盤となる菜生層群中の珪長質凝灰岩と岩相及びU-Pb年代が良く類似する．さらに珪長質凝灰岩は，四十寺山層分布域南東部の一ヶ所でしか確認されていないため，この帰属について再検討の余地もある．

（文献）Hibbard et al., 1992，Island Arc, 1, 133-147. 木村，1985，地質雑，91，815-831.Matsumaru et al., 1993. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, 169, 1-14. 溝口ほか，2009，地質雑，115，17-30. Shinjoe et al., 2010. Geochemi., J., 44, 275-283. 鈴木，2012，地団研専報，59，87-92. 平ほか，1980，四万十帯の地質学と古生物学-甲藤次郎教授還暦記念論文集，319-389.

キーワード：四万十帯、前期中新世、ジルコン年代、菜生層群、四十寺山層
Keywords: Shimanto Belt, Early Miocene, U-Pb age, Nabae Group, Shijujiyama Formation

高知県室戸半島に露出する古第三系室戸層に見られる乱堆積層

Chaotic beds in the Paleogene Muroto Formation at Muroto Peninsula, Kochi Prefecture, Japan

*松元 日向子[1]、藤内 智士[1]
*Hinako Matsumoto[1], Satoshi Tonai[1]

1. 高知大学
1. Kochi University

高知県室戸半島に露出する上部始新統-下部漸新統室戸層はプレート収束域で堆積したとされ，乱堆積層および砕屑注入岩が多く見られることを特徴とする（平ほか，1980；Taira, 1984）．これらは堆積物が海底面表層近くで変形してできたと考えられ，その形成過程や成因は，四国を含む西南日本弧における当時のプレート収束域の様子を描く上で制約を与える．そこで，層序と変形を連続して観察できる行当岬を対象地域として，室戸層の岩相分布図と柱状図の作成，乱堆積層および砕屑注入岩の特徴を記載した．

調査の結果，行当岬に露出する室戸層は，全層厚が約230 mで全体として北東-南西走向で60度以上の高角度に北西傾斜して北西上位であった．この範囲の地層を主に砂岩と泥岩の割合と変形の程度にもとづいて8つの岩相に分類した．そして，岩相のいくつかが，主に基底部に砂質泥岩層，下位に乱堆積層，上位に砕屑注入岩の発達を特徴とする一定の累重関係（シーケンス）を示すことを明らかにした．さらに，シーケンスの上位や下位で重なる砂岩層は，鉱物脈が多い，堆積構造が不明瞭，層厚の側方変化が激しい，などの特徴が見られた．上記のシーケンスを調査地域で9層準認めた．個々の層厚は約1－25 mで，調査地域の全層厚の40％を占める．

以下に示す特徴より，今回認定したシーケンスは海底地すべりによって形成されたと結論づけた．（１）層厚の薄いシーケンスは岩相の一部が欠如するが，内部変形が類似することから成因はいずれも同じと判断した．（２）シーケンスの内部変形は，下部では褶曲と断層からなる層平行短縮が発達する．墨流し状の褶曲や引きずり褶曲を伴う断層が発達し，一部は乱堆積層となっている．シーケンス上部は層平行伸張が発達しており，地層の乱れはあまり見られない．（３）シーケンス全体に含まれる砕屑注入岩は，上記の変形構造と互いに切りあう関係であり，かつ，複数のシーケンスには跨っていない．この特徴より，乱堆積層と砕屑注入岩の形成は同時期だったことを示す．したがって，砕屑注入岩が見られる砂岩泥岩互層部は海底地すべり体の上部だと考えた．（４）シーケンス内部の変形層は，調査地域全体に追跡できる断層によって切られている．

シーケンスの基底部は層厚5－67cmの砂質泥岩層からなる．斜面移動時にはこの砂質泥岩でせん断のほとんどが起こったと考えられる．シーケンス下部の乱堆積部は上部に向かってひずみ量が小さくなり，シーケンス上部の砂岩泥岩互層はほとんど変形せずに移動した．また，シーケンス内の変形構造から推定した剪断方向は周囲の砂岩の底痕から推定した古流向や室戸層全体に発達するマップスケールの褶曲の褶曲軸と平行である．この褶曲軸が当時の海溝と平行だと仮定すると，今回調査したシーケンスを作った海底地すべりは海溝と平行に移動したことになる．

参考文献

平ほか，1980，四万十帯の地質学と古生物学 －甲藤次郎教授還暦記念論文集－
Taira, 1984，高知大学学術研究報告，32，1-18

キーワード：室戸層、古第三紀、乱堆積層、砕屑注入岩、海底地すべり
Keywords: Muroto Formation, Paleogene, Chaotic bed, clastic injectite, Mass transport deposit

四国白亜紀四万十付加体牟岐メランジュの基質頁岩およびユニット境界断層のイライトK–Ar年代

Illite K–Ar ages of matrix shale and unit boundary faults in the Mugi Mélange of the Cretaceous Shimanto accretionary complex, southwest Japan

*藤内 智士[1]、西野 佑哉[1]、松島 雄飛[1]、橋本 善孝[1]、八木 公史[2]、富岡 尚敬[3]
*Satoshi Tonai[1], Yuya Nishino[1], Yuhi Matsushima[1], Yoshitaka Hashimoto[1], Koshi Yagi[2], Naotaka Tomioka[3]

1. 高知大学、2. 蒜山地質年代学研究所、3. 海洋研究開発機構高知コアセンター
1. Kochi Univ., 2. Hiruzen Institute for Geology & Chronology, 3. Kochi Inestitute for Core Sample Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

西南日本弧の太平洋側に露出する白亜紀四万十付加体は，白亜紀後期から新生代初期に付加作用が起こり，その後に上昇を経験して露出した．この構造発達過程をより詳しく描くために，特に変形が集中する構造性メランジュにおいて，その続成および変形の時期は強い制約を与える．そこで本研究では，徳島県牟岐町に露出する白亜紀四万十付加体の牟岐メランジュを対象として，メランジュ基質の頁岩とユニット境界断層についてイライトK–Ar年代を測定した．調査地域の牟岐メランジュは，構造的上限および下限がそれぞれ断層によって整然相と接しており，メランジュの内部は玄武岩を基底とする海洋プレート層序の繰り返しに基づいて5つの構造ユニット（ユニット1からユニット5）に分けることができる（例えば，Ikesawa et al., 2005）．各構造ユニットは断層によって接し，ユニット3–4境界では堆積年代と古地温に有意なギャップが認められる（Ikesawa et al., 2005; Shibata et al., 2008）．また，ユニット5のメランジュ基質頁岩およびメランジュ上限境界の断層岩からは先行研究によるイライトK–Ar年代の報告がある（Tonai et al., 2016）．本研究では，ユニット1から4のメランジュ基質頁岩およびユニット１–2境界とユニット3–4境界の断層岩について，それぞれX線回折解析（XRD），電子顕微鏡（TEM）観察，自生イライトのK–Ar年代測定を行った．
XRD解析から，いずれの試料も自生イライト（1M_dポリタイプ），砕屑性イライト（2M_1ポリタイプ），緑泥石，石英，が含まれていることがわかった．これらのうちカリウムを含む鉱物は自生イライトと砕屑性イライトである．そこで，イライト年代法と呼ばれる， XRDパターンから複数の測定試料ごとのイライトポリタイプ量比を求めて両者のK–Ar年代値を外挿する手法を用いた．その結果，自生イライトのK–Ar年代（以下，外挿年代とする）が，メランジュ基質頁岩（4岩石試料）については41.5–57.7 Ma，ユニット1–2境界断層岩（2岩石試料）について51.5–57.0 Ma，ユニット3–4境界断層（1岩石試料）について39.9 ±1.6 Maと外挿された．
メランジュ基質頁岩の外挿年代は幅を持つものの，古い値は先行研究が報告した母岩の砕屑性ジルコンのU–Pb年代の最も若い値（57.9 ±2.9 Ma；Shibata et al., 2008）と誤差の範囲で重なり，堆積からあまり時間をおかずに自生イライトができ始めたことを示唆する．メランジュ全体で見たときに外挿年代の変化の傾向は明瞭ではなく，外挿年代が幅を持つ理由については変形構造との関係やデータの増加など今後詳しい調査が必要である．ユニット1–2境界断層岩の外挿年代は，この断層が堆積からあまり時間をおかずに形成した底付け付加起源の断層とする先行研究の見解と整合的である．一方で，ユニット3–4境界断層の外挿年代は，他の試料の値と比べて有意に若い．境界を挟んで他の地質データにもギャップが存在することから，この断層はメランジュの主変形後にそれまでの構造を切るように活動したと考えられる．

参考文献

Ikesawa et al., 2005, Tectonophysics, 401, 217–230.

Shibata et al., 2008, Island Arc, 17, 376–393.
Tonai et al., 2016, Jour. Struct. Geol., 89, 19–29.

キーワード：付加体、K–Ar年代、イライト、メランジュ
Keywords: accretionary complex, K–Ar age, illite, mélange

西南日本内帯と外帯の接合様式と接合境界

Juxtaposed process and real tectonic boundary between the geological units of the Inner/Outer zone of Southwest Japan

*中島 隆[1,2]
*Takashi Nakajima[1,2]

1. 国立科学博物館、2. 神奈川県立生命の星地球博物館
1. National Museumof Nature Science, 2. Kanagawa Prefectural Museum of Natural History

西南日本内帯の領家帯（＋和泉層群）と外帯の三波川帯は、現在は中央構造線を境にして隣接しているが、両帯がいつ頃どのようにして接合したのかは大きな問題であり、これらの形成時に両帯の間に存在していたはずの地質体が現在欠損していることとも関連してさまざまに議論されてきた。その理解としては大きく、①大規模な横ずれ変位（平、田沢など）②内帯スリバーのオブダクション（磯崎・丸山）の２つの立場があり、それぞれがお互いに距離を置いて独立に自らの議論を進めているように見える。
これらは両説共に唱えられてからすでに30年以上経っており、その間に見出され報告されてきた新知見により部分修正が必要になってきている。3年前の地質学会（山口）の日本海拡大シンポジウムでもこの問題は議論され、オブダクションの時期は従来の15Maでは説明がつかず20Ma以前に見直された。
近年三波川変成岩の原岩年代は主に四万十帯と同じ白亜紀の付加体であることが明らかになり、オブダクトした内帯スリバーの実体は領家変成岩およびその主な原岩である美濃丹波玖珂帯のジュラ紀付加体なので、その両者の境界が内帯/外帯の本来の構造境界となる。現在外帯に見られる地質体の中で、ジュラ紀付加体で構成される秩父帯が内帯スリバーに含まれることになる。
しかし四国地方では秩父帯北帯は弱変成岩で構成されており、三波川変成帯の低温部に相当すると考えられていた。実際Na-角閃石（遠藤・横山 2019; 村田ほか 2009）やあられ石（Suzuki 1995）など高圧型変成作用を特徴づける鉱物が存在し、鉱物共生から制約された高圧型変成作用のP, T条件範囲が各部層ごとに示されている (Endo & Wallis 2017)。
この秩父帯北帯の変成岩は細粒フェンジャイトのK-Ar年代が110-145Ma (河戸ほか 1991)と古いことから、三波川変成作用ではないと解釈された時期もあったが、その後砕屑性フェンジャイト混入の影響も検討され、現在ではやはり三波川帯本体から連続した一連の変成岩と考えられている（遠藤・横山 2019）。秩父帯北帯が三波川変成作用を受けているとすると、少なくともその部分は内帯スリバー起源ではあり得ないので、秩父帯を美濃丹波玖珂帯の外坐地質体とするならその内部に構造境界を設定するなど解釈に再検討が必要である。

＜文献＞

Endo, S. & Wallis, S.M. (2017) J.Meta.Geol. 35, 695-716.
遠藤俊佑・横山俊治 (2019) 5万分の１地質図幅「本山」説明書 100p.
河戸克志・磯崎行雄・板谷徹丸 (1991) 地質雑 97, 959-975.
村田明広・山崎亮輔・前川寛和 (2009) 自然科学研究 徳島大科学 23, 3, 61-72.
Suzuki, S. (1995) J.Geol.Soc.Japan 101, 1003-1006.

キーワード：内帯/外帯の接合、西南日本、秩父帯、三波川変成作用、構造境界
Keywords: juxtaposition of the Inner/Outer zone, Southwest Japan, Chichibu belt, Sanbagawa metamorphism, tectonic boundary

中央構造線をこえて来たナップ：中新統久万層群の巨礫からの示唆

Nappes came across the MTL: Implications from boulder conglomerate in the Miocene Kuma Group

*山路 敦[1]、楠橋 直[2]、谷 健一郎[3]
*Atsushi Yamaji[1], Nao Kusuhashi[2], Kenichiro Tani[3]

1. 京都大学、2. 愛媛大学、3. 国立科学博物館
1. Kyoto University, 2. Ehime University, 3. National Museumof Nature and Science

松山南方の久万層群明神層（下部中新統上部～中部中新統最下部）には，珪長質火成岩と非変成の砂岩・泥岩の巨礫・大礫が含まれていて，その供給源は和泉層群およびそれが非整合に覆う領家帯であろうと示唆されていた(e.g., 小林, 1950; 甲藤・平, 1979; 木原, 1985)．相田ほか(2021)は最近，そうした礫の岩石学的特徴・ジルコンのU-Pb年代・おおむね南に向かう古流向からこの示唆を検証し，火成岩に関して肯定的な結論を導いている．明神層堆積時には，内帯側が隆起してそれらの礫を供給したという，旧来の描像を相田らは肯定した．しかし，領家花崗岩まで15 km以上離れた場所まで，花崗岩質岩などの大礫・巨礫がいかに運ばれたかは未解決問題として残された．

ここでMTLの北側が隆起して巨礫を供給したというモデルの問題点を挙げる．久万堆積盆は現在残っている限りで南北15 km，東西45 kmの広がりを持ち，北限はMTLの2 kmほど北にある(永井, 1972)．花崗岩質岩の巨礫は久万層群分布域の南部までみられるが，そのあたりは領家花崗岩から25　km以上離れている．疑問の第一は，同じ層準で，巨礫が南に向かって減少するとか小さくなるといった傾向はない(相田ほか, 2021)．疑問の第二は，花崗岩質岩は亜角礫～亜円礫だが，まれには角礫もみられることである．これらのことは，隆起した内帯の巨大扇状地をつうじて，久万堆積盆に巨礫を供給したという描像に合わない．本研究ではこの問題に答えるため，相田らのデータを再解釈した．また，ジルコンのU-Pb年代により，堆積岩の巨礫が和泉層群起源であることについて，予察的ではあるが肯定的な結果をえた．

この問題にたいして，われわれは次のモデルを提案する．すなわち，起伏の大きな地形の相対的低地に明神層が堆積したことを前提として，(1) 和泉層群と領家帯火成岩からなるナップが明神層堆積前に久万地域に定置し，同層堆積時には複数のクリッペとして残っていたとするモデルである．これなら巨礫や角礫の運搬距離はたかだか数kmですみ，粒径などがMTLからの距離に依存しない．久万層群分布域の中部（久万市街付近＋嵯峨山地域）には問題の礫がみられないので，堆積盆の東部と西部にクリッペがあったらしい．(2) このナップは中部始新統ひわだ峠層堆積後に到来した．明神層に不整合で覆われる同層には，火成岩の礫が含まれない(楠橋ほか, 投稿中)からである．ひわだ峠層はデコルマの下盤側にあった．つまり，久万層群から推定されるナップテクトニクスの時期は，中期始新世から前期中新世初期までのいずれかの時期である．ひわだ峠層の固結度は高くなく(楠橋ほか, 投稿中)，明神層と同程度なので，ナップの厚さが数kmもあったとは思えない．久万層群堆積時に残っていたクリッペは，その後削剥されなくなった，しかし石鎚層群に覆われて残存するものはあるかもしれない．(3) 周辺地域の地質からみて，ナップの出発地は高縄半島付近だった可能性が高い．(4) 広域の地質を参照すると， ナップテクトニクスは漸新世後期～前期中新世初期におこったと考えられる．その後リフティングが始まった．(5)内帯側の上部白亜系～古第三系の残存状況から見て，ナップテクトニクスの時，MTLがthin-skin変形の主要なランプ断層ではなかった．ランプ断層は和泉層群分布域内とその北側に存在した．

これは長谷川ら(2019)のモデルと似ている．すなわち，漸新世後期～中新世初期に内帯からのナップがMTLを越え，そのとき領家帯と三波川帯のあいだにあった百km規模の地帯が外帯の上に乗り上げて隆起浸食で消失したというモデルである．その結果，両帯がMTLを介して接するようになったと彼らは主張する．ナップテクトニクスが両帯の接合より後の事象であると考える点に，彼らのモデルとの最大の違いがある．長谷川らが対象とした設楽付近とちがって，MTLの北側に和泉層群，南側に古第三系が残存するために，長谷川らとは

異なる結論になる.

【文献】長谷川ほか (2019) 地学雑, 128, 391–417；甲藤・平 (1979) 地質ニュース, 293, 12–21；木原 (1985) “スランプ相”の形成とテクトニクス, 133–144；小林 (1950) 四国地方, 朝倉書店; 楠橋ほか (投稿中) 地質雑；永井 (1972) 愛媛大紀要自然, 1, 1–7；相田ほか (2021) 地質雑, 127, 563–574.

キーワード：ナップ、クリッペ、古第三紀、中新世、中央構造線、久万層群、ひわだ峠層
Keywords: nappe, klippe, Paleogene, Miocene, Median Tectonic Line, Kuma Group, Hiwadatoge Formation

15:00 〜 15:15 (2022年9月6日(火) 13:30 〜 16:30 口頭第3会場)

[3oral311-21-7add] 休憩

福岡県北西部における日本海拡大後の火山活動

Volcanism after the Japan Sea opening in NW Fukuoka Prefecture, Kyushu

*佐藤 大介[1]
*Daisuke SATO[1]

1. 産総研地質調査総合センター
1. GSJ, AIST

北部九州には，日本海拡大以降の新生代アルカリ玄武岩類が広い地域に分布する．特に長崎県から佐賀県にかけて分布する北松浦玄武岩（8.5～6.0 Ma：Sakuyama et al., 2009）や東松浦玄武岩（3.01～2.92 Ma：Nakamura et al., 1986）ではまとまった量の玄武岩溶岩類が累重し，広大な溶岩台地を形成している．一方，その東方の佐賀県北部・福岡県北部・山口県下関市付近にも同時期のアルカリ玄武岩が分布するが，いずれもごく小規模な溶岩ないし岩頸として点在する．これら小規模なアルカリ玄武岩は，既存地質図では鮮新世ないし更新世のアルカリ玄武岩溶岩としてまとめられている．
今回，福岡県北西部の糸島半島及び小呂島を含む島嶼において，アルカリ玄武岩の岩相及び活動の時空変遷把握を目的に，小規模に分布するアルカリ玄武岩の調査を行った．その結果，これら玄武岩は大きく1）後期中新世（10 Ma），2）鮮新世（4.5～3 Ma），3）更新世（1 Ma）の活動時期に区分されることが明らかになった．本発表では，これらアルカリ玄武岩の岩相や年代など，現時点までに得られた知見を既存研究と併せて報告する．

1）後期中新世（10 Ma）：本調査範囲で後期中新世の火山岩は小呂島に露出する．小呂島は玄界島から北西方約27 kmに位置し，周囲約3.3 km，最高標高109.3 mである．海岸は大部分が高さ6～100 mほどの断崖となっている．基盤は露出しておらず，全島火山岩からなる．溶岩はクリンカーを挟んで少なくとも7枚あり，最下部と最上部の溶岩には石英が含まれる．最下部と最上部の岩石の組成は玄武岩質安山岩からなり，そのほかは玄武岩と見られる．今回，最下部の岩石についてK–Ar年代を依頼測定した結果，10.78 ±0.25 Maの年代を得た．
2）鮮新世（4.5～3 Ma）：糸島半島付近における鮮新世火山岩は，可也山（4.50 Ma），玄界島（3.70～3.59 Ma），姫島（3.43 Ma），芥屋の大門（3.19 Ma），毘沙門山（3.66 Ma），今山（3.71 Ma）に分布する（年代値はいずれもK–Ar年代：松本ほか，1992）．また，本調査で志摩西貝塚1地点，火山（志摩野北）北方と南東方の2地域で新たに玄武岩溶岩（岩頸）を確認した．これらはアルカリ玄武岩からなり，角閃石の有無から2つの岩相に区分できる．角閃石を含む岩相が認められるのは，可也山，玄界島，火山南東方の3地域である．3地域のうち，火山南東方の玄武岩中の角閃石はリムのみオパサイト化しているが，可也山及び玄界島の玄武岩中の角閃石は全体がオパサイト化しており，仮像として残っている．なお，可也山には角閃石を含む岩相と含まない岩相の両者が認められ，前者が後者を覆って分布する．
3）更新世（1 Ma）：更新世の火山岩は，玄界島北方に露出する岩礁で，黒瀬と呼ばれる．岩礁全体がアルカリ玄武岩からなり，K–Ar年代として1.13 Maが得られている（宇都ほか，1993）．捕獲岩を多量に含み，マントルかんらん岩～グラニュライトまでの各種が捕獲されている（例えば，Arai et al., 2001）．
今回，小呂島の玄武岩類は約10 Maに形成されたことが明らかになった．北部九州周辺において同時期のアルカリ玄武岩の活動は，長崎県壱岐島の火山岩類及び山口県北西部の角島や向津具半島に分布する大津玄武岩から報告がある．壱岐島の火山岩類は，年代・層序から4時期に区分され，最古期（10～8 Ma），古期（5.5～4.5 Ma），中期（4.5～2.5 Ma），新期（1.7～0.7 Ma）からなる（松井ほか，1997）．山口県北西部の大津玄武岩のK–Ar年代は，10.4～7.8 Ma（Uto, 1989）である．小呂島の玄武岩類は，壱岐島及び山口県北西部の火山岩類と合わせて，北部九州周辺における日本海拡大以降の比較的初期のアルカリ玄武岩活動に位

置付けられる.

引用文献

Arai, Abe, Hirai and Shimizu (2001) Sci. Rep. Kanazawa Univ., 46, 9–38.
松井・宇都・広島（1997）20万分の1地質図幅「唐津」（第2版）.
松本・山縣・板谷（1992）松本ゆき夫教授記念論文集，265–271.
Nakamura, McDougall and Campbell (1986) Geochemical Journal, 20, 91–99.
Sakuyama, Ozawa, Sumino and Nagao (2009) Journal of Petrology, 50, 725–779.
Uto (1989) Ph.D. Thesis. Univ. of Tokyo, 184p.
宇都・平井・荒井（1993）地質調査月報，44，693–698.

キーワード：北部九州、アルカリ玄武岩、K-Ar、新生代、糸島
Keywords: Kyushu, Alkali basalt, K-Ar, Cenozoic, Itoshima

中期中新世後半の九州と西南日本の背弧における島弧方向の応力勾配

Middle Miocene along-arc stress gradient in the backarc regions in Kyushu and SW Japan

*牛丸 健太郎[1]、山路 敦[1]
*Kentaro Ushimaru[1], Atsushi Yamaji[1]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University

九州北西部から山口県西部ではNW-SE方向の地質図規模の正断層群が古第三系を切っており，ハーフグラーベンも多い．松下(1951)はこれらを筑豊型構造と命名し，後年，古第三紀の堆積同時断層と考えた(e.g., 松下, 1971）．しかし，この解釈には次の問題がある．1) ハーフグラーベンでも地層のgrowthが見られない(尾崎, 2013)．2) 層厚の側方変化が大きいことと断層がリストリックであることを松下(1967)は堆積同時であることの根拠としているが，前者は何らかの堆積同時テクトニクスを示唆するものの，いずれもNW走向の正断層が堆積同時であることの証拠とはいえない．3) 山口県湯谷湾地域では，NW走向の正断層で下部～中部中新統が傾動している(尾崎ほか, 2006)．これは，筑豊型構造が古第三系の堆積後，中期中新世頃に形成したことを示唆する(尾崎, 2013).

天草地域にも始新統を切るNW-SE方向の断層群が多数存在し，それらを松下(1951)は筑豊型構造，すなわち正断層としているが，高井ほか(1997)は横ずれ断層としている．しかし，いずれも判断の根拠を示しておらず，活動時期も不明であった．そこで，本研究で新しく天草下島北西部の地質図を作成し，また，同断層群のすべり方向を検討した．さらにまた，断層の活動時期を制約するため，天草全域で中期中新世(14-16 Ma)の流紋岩～安山岩質の貫入岩類(永尾ほか, 1992; 濱崎ほか, 1996)を観察し，露頭規模の変形構造を調べた.

結果として，調査地域で約30条のNW-SE方向の地質図規模の断層を今回認定した．その中の14条で条線が観察でき，NW-SE方向の断層は正断層であることが分かった．また，貫入岩類の観察の結果，流紋岩～安山岩質の岩体がNW-SE方向の小断層に切られていることを見出した．反対に，貫入岩体が小断層を切っている露頭は無かった．貫入岩体を切る小断層のデータを解析したところ，応力比の低いNNE-SSW引張の正断層型応力が検出された．この応力は，地質図規模の断層群で観察されるすべり方向と整合的であった．以上の結果は，天草地域で14-16 Maの火成活動以降に筑豊型構造ができたことを示す.

湯谷湾地域では，筑豊型構造に参加する最上位層の堆積年代は約14 Maで，これが7.8～10.4 Maの玄武岩に覆われる(尾崎ほか, 2006)．宍道褶曲帯は12 Ma頃から成長を始めるので(e.g., Kim et al. 2020)，Langhian期末～Serravallian期に山口県付近から天草までのNWトレンドの正断層群が活動したのだろう．この時期，山陰東部もσ_3軸がNE-SW方向の伸張応力場にあったが，そこでは断層活動をおこすほど強い応力ではなかった(Haji & Yamaji, 2021)．NWトレンドの正断層は島根県浜田以西にできている(Okamura, 2016)．つまり山陰から九州中部にかけて応力勾配があったらしい．こうした勾配は，西南日本の外帯火成活動に続いて沖縄トラフをつくることになる伸張テクトニクスが，ローカライズしていったことの表現として理解できるのではなかろうか.

【引用文献】 Haji & Yamaji, 2021, Island Arc, 30, e12412; 濱崎ほか, 1996, 地調月報, 47, 201-207; Kim et al., 2020, Basin Res., 32, 613–635; 松下, 1949, 九大理研報(地質学), 3, 1-57; 松下, 1967, 九大理研報(地質学), 8, 181-189; 松下, 1971, 九大理研報(地質学), 11, 1-16; 永尾, 1992, 岩鉱, 87, 283-290; Okamura, 2016, Island Arc, 25, 287–297; 尾崎, 2013, 海域シームレス地質情報集「福岡沿岸域」，産総研地質調査総合セン

ター; 尾崎ほか, 2006, 仙崎地域の地質，5万分の1地質図幅，産総研地質調査総合センター; 斎藤ほか, 2010, 20万分の1地質図幅「八代および野母崎の一部」, 地質調査所; 高井ほか, 1997, 天草炭田地質図説明書，地質調査所.

キーワード：応力逆解析、筑豊型構造、沖縄トラフ
Keywords: stress inversion, Chikuho-type structure, Okinawa Trough

放射年代と全岩化学組成に基づく九州西部天草地域の中新世貫入岩の起源の検討

Investigation of the origin of Miocene intrusive rocks in the Amakusa area, western Kyushu, based on radiometric ages and whole-rock chemical compositions.

*新正 裕尚[1]、赤坂 真奈[2]、折橋 裕二[2]、仁木 創太[3]、佐々木 実[2]、平田 岳史[3]
*Hironao Shinjoe[1], Mana Akasaka[2], Yuji Orihashi[2], Sota Niki[3], Minoru Sasaki[2], Takafumi Hirata[3]

1. 東京経済大学全学共通教育センター、2. 弘前大学理工学部地球環境防災学科、3. 東京大学理学系研究科地殻化学実験施設
1. Center for General Education, Tokyo Keizai University, 2. Department of Global Environment and Disaster Prevention, Faculty of Science and Technology, Hirosaki University, 3. Geochemical Research Center, Graduate School of Science, The University of Tokyo

日本海拡大とそれに伴う西南日本弧の時計回り回転に関連して多様な火成活動が見られた．九州の西北部には前期～中期中新世の火成岩が分布し，それらの火成活動の一部は日本海拡大に伴うリフティングと関連して発生したと考えられている．さらに九州の海溝寄り地域においては主に珪長質火成岩類からなる外帯花こう岩類，九州東部の大野火山岩類のような高Mg安山岩を伴う珪長質～苦鉄質の瀬戸内火山岩類が見られる．近年主にジルコンU-Pb年代により再検討されている形成年代は外帯花こう岩類は紀伊半島から九州西部までおよそ15.5–13.5 Maの範囲に（Shinjoe et al., 2021a），瀬戸内火山岩類は三河地域の設楽から九州東部の大野火山岩類にかけて15.5–13 Maの範囲（星ほか，2006；巽ほか，2010；新正・折橋，2017）に多くが入り，西南日本弧の回転直後の高温の四国海盆スラブが沈み込みによる比較的短期間の活動時期であるとされる．また，九州西部に分布する後期中新世の火山岩類は，9 Maごろから始まった北西九州のプレート内玄武岩を主とする火成活動（Uto et al., 2004）や琉球弧の背弧海盆である沖縄トラフの初期のリフティングに関連づけられている（濱崎，1997；Shinjoe et al., 2021b）．九州西部の天草諸島は琉球弧の北端付近に位置し，多くは岩脈や岩株といった小規模なものであるが，中新世の活動とされる火成岩類が貫入している．既報の放射年代はおよそ19–13 Maにわたり，その活動の年代レンジの長さから対馬，五島などの背弧側に見られる日本海拡大に関連したリフティングに伴う火成活動との共通性が指摘されていた（濱崎，1997）．

今回，19.0 Maの黒雲母K-Ar年代（柴田・富樫, 1975）が報告されていた天草下島北西部の富岡半島の花こう閃緑岩に加え，富岡半島のひん岩岩脈，下島北部のデイサイト岩床，天草上島の倉岳石英斑岩についてジルコンU-Pb年代を東京大学地殻化学研究施設設置の機器を用いてレーザーアブレーションICP質量分析法によって求めた．4試料の年代は 先行研究と異なり14.8–14.5 Maの狭い範囲に分布した．これらの年代は下島の比較的規模の大きな陶石鉱床からえられたジルコンU-Pb年代（大平ほか, 2012）ともほぼ一致している．従来報告されていた広い年代範囲は，主にK-Ar法あるいはフィッション・トラック法によるものであった．今回報告したジルコンU-Pb年代は，精度が高く後期の変質などの影響を受けにくいため，より信頼度の高い火成年代を与えるものと考える．これらから天草地域の珪長質火成岩の活動は外帯花こう岩類・瀬戸内火山岩類と同時期のものであったと見られる．今回分析した試料の全岩化学組成はデイサイト質で，Eu負異常を欠き重希土にやや枯渇した希土類元素パターンを持つなど，瀬戸内火山岩類のデイサイトの微量元素組成と類似している．天草地域の中新世珪長質火成岩の岩脈・岩床の方位に基づく応力復元を行ったUshimaru and Yamaji (2022)は南北伸長場でこれらの岩脈群が形成されたことを示し，これらは瀬戸内地域と同様にフィリピン海プレートの沈み込み下でのマグマ活動であるとしている．また永尾ほか(1992)は天草下島の南部から見出した高Mg安山岩の岩脈について14.2 MaのK-Ar年代を報告し瀬戸内火山岩との類似性を指摘した．今回報告した珪長質火成岩の年代および全岩化学組成はこれらの先行研究の提案を支持するものであり，瀬戸内火山岩の活動の

西縁は大分県の大野火山岩類ではなく，少なくとも天草地域におよんでいたものと考える．

文献　濱崎 (1997) 資源地質47, 121–129, 星ほか (2006) 地質雑112, 153–165, 永尾ほか (1992) 岩鉱87, 283–290, 大平ほか (2012) 日本地質学会第119 年学術大会講演要旨, 196, 柴田・富樫 (1975) 地調月報, 26, 187–191, 新正・折橋 (2017) 地質雑, 123, 423–431, Shinjoe et al. (2021a) Geol Mag, 158, 47, Shinjoe et al. (2021b) Isl Arc, 30, e12383, 巽ほか(2010) 地質雑, 116, 661–679, Ushimaru & Yamaji (2022) J.Struct Geol, 154, 104485, Uto et al. (2004) Tectonophys, 393, 281–299.

キーワード：中新世、火成岩、ウラン・鉛年代、西南日本、瀬戸内火山岩
Keywords: Miocene, igneous rock, U-Pb age, southwest Japan, Setouchi Volcanic Rocks

Great earthquake at 7.3 ka inferred from tsunami deposits, southwestern Japan

Great earthquake at 7.3 ka inferred from tsunami deposits, southwestern Japan

*七山 太[1]
*Futoshi Nanayama Nanayama[1]

1. ふじのくに地球環境史ミュージアム
1. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka

Tsunami deposits in Kyushu Island, southwestern Japan, have been attributed to the 7.3 ka Kikai caldera eruption, but their origin has not been confirmed. We analyzed a 83-cm-thick Holocene event deposit in the SKM core, obtained from incised valley fill in the coastal lowlands near Sukumo Bay, southwestern Shikoku Island (Nanayama et al., 2021). We confirmed that the event deposit contains K-Ah volcanic ash from the 7.3 ka eruption. The base of the event deposit erodes the underlying inner-bay mud, and the deposit contains material from outside the local terrestrial and marine environment, including angular quartz porphyry from a small inland exposure, oyster shell debris, and a coral fragment. Benthic foraminifers and ostracods in the deposit indicate various habitats, some of which are outside Sukumo Bay. The sand matrix contains low-silica volcanic glass from the late stage of the Kikai caldera eruption. We also documented the same glass in an event deposit in the MIK1 core, from the incised Oyodo River valley in the Miyazaki Plain on southeastern Kyushu. These two 7.3 ka tsunami deposits join other documented examples that are widely distributed in southwestern Japan including the Bungo Channel and Beppu Bay in eastern Kyushu, Tachibana Bay in western Kyushu, and Zasa Pond on the Kii Peninsula as well as around the caldera itself. The tsunami deposits near the caldera have been divided into older and younger 7.3 ka tsunami deposits, the younger ones matching the set of widespread deposits. We attribute the younger 7.3 ka tsunami deposits to a large tsunami generated by a great interplate earthquake in the northern part of the Ryukyu Trench and (or) the western Nankai Trough just after the late stage of the Kikai caldera eruption and the older 7.3 ka tsunami deposits to a small tsunami generated by an interplate earthquake or Kikai caldera eruption (Nanayama and Maeno, 2019).

References

Nanayama, F. and Maeno, F., 2019, Evidence on the Koseda coast of Yakushima Island of a tsunami during the 7.3 ka Kikai caldera eruption. *Island Arc, 28(2)*, e12291.
Nanayama, F. et al., 2021, Great earthquake at 7.3 ka inferred from tsunami deposits in the Sukumo Bay area, southwestern Japan. *Island Arc, 30(1), e12422.*

キーワード：7.3 ka 津波堆積物、鬼界カルデラ噴火、プレート間地震、琉球海溝、南海トラフ
Keywords: 7.3 ka tsunami deposit, Kikai caldera eruption, interplate earthquake, Ryukyu Trench, Nankai Trough

海洋底拡大前夜の背弧海盆の中軸部は冷たいのか熱いのか？沖縄トラフ南部での科学掘削に向けた検討

Cold axis or Hot axis? Investigating the geothermal structure of a pre-break-up backarc basin, southern part of Okinawa Trough

*大坪 誠[1]、新井 隆太[2]、土岐 知弘[3]、木下 正高[4]、三澤 文慶[1]、大橋 聖和[5]、久保田 好美[6]、宮川 歩夢[1]、池上 郁彦[7]、Christine Regalla[8]、Chih-Chieh Su[9]
*Makoto Otsubo[1], Ryuta Arai[2], Tomohiro Toki[3], Masataka Kinoshita[4], Ayanori Misawa[1], Kiyokazu Oohashi[5], Yoshimi Kubota[6], Ayumu Miyakawa[1], Fumihiko Ikegami[7], Christine Regalla[8], Chih-Chieh Su[9]

1. 産業技術総合研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 琉球大学、4. 東京大学地震研究所、5. 山口大学、6. 国立科学博物館、7. タスマニア大学、8. 北アリゾナ大学、9. 国立台湾大学
1. Geological Survey of Japan/AIST, 2. JAMSTEC, 3. University of Ryukyus, 4. ERI, The University of Tokyo, 5. Yamaguchi University, 6. Kahaku, 7. University of Tasmania, 8. Northern Arizona University, 9. National Taiwan University

本発表では，IODP（International Ocean Discovery Program；国際深海科学掘削計画）での沖縄トラフ南部掘削計画の概要を紹介する．活動的な背弧海盆は，大陸の縁を分割して複雑な沈み込み形態を生成しながら，独特の鉱物生成と多様な生物群集を宿す多数の熱水系を持つ独特の構造的な特徴をもつ．背弧海盆の開始と進化を支配するメカニズムは地球規模のテクトニクスにおいて長年の問題である．例えば，リフト活動に注目すると，背弧海盆では$10^{5\text{-}6}$年オーダーで発達しており（例えば，Sibuet et al., 1995），アフリカ大地溝帯のような大陸リフトの時間スケール（10^7年オーダー；例えば，Naliboff et al., 2017）に比べて速い．
【沖縄トラフの概要】沖縄トラフは東シナ海の琉球弧と平行に存在する約1500 kmの長さを有する大陸リフトである．琉球海溝にてフィリピン海プレートがユーラシアプレートの下に沈み込んでおり，琉球海溝南部においてはフィリピン海プレートがユーラシアプレートに対して斜めに沈み込んでいる．沖縄トラフは6～4 Ma頃に現在の大枠の形が完成し，1.5 Ma頃に拡大を再開して現在も引き続き拡大している．沖縄トラフの中では南部において拡大プロセスが北部や中部よりも進行しており，0.1 Ma頃から現在の拡大運動となっている（Sibuet et al., 1998）．沖縄トラフは海洋底拡大によって地殻が薄くなりつつあるが（Arai et al., 2017; Nishizawa et al., 2019），現時点においてまだ海洋地殻を生成していない地球上で数少ない活動的な大陸縁辺の背弧海盆である（Sibuet et al.,1998）．
【沖縄トラフ掘削に向けた事前調査】沖縄トラフ南部における地震探査ではユーラシアプレートが地殻薄化の過程にあり，正断層が多数認められる（Arai et al., 2017）．測地観測では，沖縄トラフ南部で5～10 cm/年の速度でリフティングが進行していることが示された（Sagiya et al., 2000；Nishimura et al., 2004）．この速度はアフリカ大地溝帯におけるリフティング速度（例えば，Ebinger et al., 1989）よりも大きい．2021年1月に実施された白鳳丸KH-21-3航海（Otsubo et al., 2021）では八重山海底地溝の地殻熱流量が低い（約50 mW/m^2）ことが明らかになった（Kinoshita et al., 2021）．八重山海底地溝は沖縄トラフ全体で最も深い海底を有する．八重山海底地溝の地殻熱流量は地溝帯での地殻熱流量よりも明らかに低い（例えば，紅海：約300 mW/m^2; Martinez and Cochran, 1989）．
【沖縄トラフ掘削の目的】我々は「背弧拡大は断層沿いの流体移動と熱によって引き起こされる地殻の弱体化とリフトゾーンでの歪み集中によって加速する」と考え，沖縄トラフ南部（八重山海底地溝を中心に）に少なくとも3つの浅い掘削（海底下1000 m程度）によってそれらの仮説を検証する．この掘削では，堆積物，火山岩，および間隙流体を採取し，さらに掘削方向への物理検層として各種測定を行う．また，現在はSCOREによる100 mコアリングも申請中である．我々の沖縄トラフ南部での科学掘削の目的は次の2つである：[目的1]地

殻浅部内の正断層を介した流体循環プロセスを調べる．[目的2]トラフ軸（八重山海底地溝）の下に想定される海洋性玄武岩が海洋底に露出する前の火山岩を直接把握する．

引用文献：Arai, R. et al. (2017) J. Geophys. Res., 122, 622–641; Ebinger, J. et al. (1989) J. Geophys. Res., 94, 15585–15803; Kinoshita, M. et al. (2021) JpGU 2021 meeting Abstract SCG45-09; Martinez, F., Cochran, J.R. (1989) J. Geophys. Res., 94, 12239–12265; Naliboff, J.B. et al. (2017) Nat. Commun., 8, 1179; Nishimura, T. et al. (2004) Geophys. J. Int., 157, 901–916; Nishizawa, A. et al. (2019) Earth, Planets and Space, 71:21; Otsubo, M. et al. (2021) JpGU2021 meeting Abstract SCG45-07; Sagiya, T. et al. (2000) Pure Appl. Geophys., 157, 2003–2322; Sibuet, J.C. et al. (1998) J. Geophys. Res., 103, 30245–30267.

キーワード：沖縄トラフ、背弧海盆、正断層、琉球弧、科学掘削
Keywords: Okinawa Trough, Backarc basin, Normal fault, Ryukyu arc, Scientific drilling

セッション口頭発表 | T13.［トピック］都市地質学：自然と社会の融合領域

[3oral413-19] T13.［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)、小島 隆宏(千葉県環境研究センター)

2022年9月6日(火) 13:30 〜 15:30 口頭第4会場 (14号館401教室)

[T13-O-13] （招待講演）3次元地質モデルを用いた都市地下浅部の地質情報整備と今後の展開

*野々垣 進[1]（1. 産総研 地質調査総合センター）

13:30 〜 14:00

[T13-O-14] 複合現実（ MR）技術による3D地質地盤モデルへの活用事例

*宮城 康夫[1]、グエン ティ　タオ　バン[1]、尾高 潤一郎[1]（1. 基礎地盤コンサルタンツ株式会社）

14:00 〜 14:15

[T13-O-15] テキストマイニングを活用した地質情報の要約手法

*戸邉 勇人[1]、松川 剛一[1]、升元 一彦[1]（1. 鹿島建設株式会社）

14:15 〜 14:30

[T13-O-16] 2022年トンガ火山噴火で発生した「空振」による地下水位変動

*香川 淳[1]、吉田 剛[1]（1. 千葉県環境研究センター地質環境研究室）

14:30 〜 14:45

[T13-O-17] 房総半島九十九里平野中部における上ガスの分布と噴出状況について：2009〜2022年の調査結果

*風岡 修[1]、小島 隆宏[1]、伊藤 直人[1]、八武崎 寿史[1]、吉田 剛[1]、香川 淳[1]（1. 千葉県環境研究センター地質環境研究室）

14:45 〜 15:00

[T13-O-18] 霧島市における湧水利用上水道の地質特性と持続可能性

*髙嶋 洋[1]（1. 第一工科大学）

15:00 〜 15:15

[T13-O-19] プラネタリー・バウンダリーと社会

*石川 正弘[1]（1. 横浜国立大学 大学院環境情報研究院/都市科学部）

15:15 〜 15:30

3次元地質モデルを用いた都市地下浅部の地質情報整備と今後の展開

Development of Geological Information of Shallow Subsurface in Urban Area using Three-Dimensional Geological Model and Future Prospects

*野々垣 進[1]
*Susumu NONOGAKI[1]

1. 産総研 地質調査総合センター
1. Geological Survey of Japan, AIST

地下における地層や物性等の3次元的な広がりを仮想的に表現する3次元モデルは，持続可能な都市の実現に向けた諸活動，特にインフラ整備やハザードマップ作成などに必要不可欠な地下空間情報のひとつである．地層や物性等の広がりを表現する3次元モデルは，しばしば観点の違いから“3次元地質モデル”と”3次元地盤モデル”とに分類される．前者は地質学的観点から地下を分類したものを，後者は工学的観点から分類したものを指すことが多い（3次元地質解析技術コンソーシアム，2021）．また，このような3次元モデルは対象物の表現方法の違いから，サーフェスモデル，ソリッドモデル，ボクセルモデルの3種類に大別される．サーフェスモデルは“面”を基準として地下空間を表現するものであり，地下に存在する各地層の分布域を把握する際などに役立つ．ソリッドモデルはサーフェスモデルで定義される各領域に属性を付与したものであり，地質体の質量・体積計算やFEM解析によるシミュレーション等で利用される．ボクセルモデルは属性をもたせた立方体を敷き詰めることで地下空間を表現するものであり，地層や物性の分布の表現に利用されることが多い．このように3次元モデルは，その用途に応じて使い分けられるのが一般的である．

産業技術総合研究所地質調査総合センター（以下，GSJ）では，経済産業省による知的基盤整備の一環として，自治体と協力しながら”都市域の3次元地質地盤図”の作成に取り組んでいる．この取り組みは，ボーリングデータを利用して，都市域の地下数十メートルを対象としたサーフェスモデル型の3次元地質モデルを作成するものである．ボーリングデータには，学術研究のために作成されたものと，公共工事などの際に作成されたものを用いる．前者には数は限られるが層序学・堆積学的に詳細な情報を含んでいるという特徴が，後者には地質学的な情報は乏しいが数万本単位かつ広域的に存在するという特徴がある．ここでは，前者から得られた層序区分を基準として後者について地層の対比を行い，そこから得られる複数の地層基底面に関する大量の深度情報を基にサーフェスモデル型の3次元地質モデルを作成する．これにより地震防災施策などで重要となる軟弱層の分布など，都市地下浅部の詳細な地質構造を明らかにする．都市域の3次元地質地盤図は，これまでに千葉県北部地域（納谷ほか，2018）と東京都区部（納谷ほか，2021）についての整備が完了しており，これらはGSJのウェブサイト「都市域の地質地盤図」[URL1]から公開されている．本ウェブサイトでは，3次元地質モデルから作成した地質図（平面図）やモデルを構成する地層基底面の等高線図をWebマップとして閲覧できるほか、区画単位での立体図の表示や任意の測線に沿った地質断面図の作成などを行える．立体図の表示では，岩相やN値に従って配色したボーリングデータを地表面や地層基底面と合わせて表示できるため，軟らかい地層や固い地層が地下でどのように広がっているのか，どのように積み重なっているのかを簡単に捉えられる．今後GSJでは，物性の3次元モデル化なども検討しながら，3次元地質地盤図の整備範囲を埼玉県南東部や千葉県中央部などに拡大していく予定である．

地質構造を仮想的に表現する3次元地質モデルは，国が推進するデジタルトランスフォーメンションとの親和性が高い．土木分野で実施されているBIM/CIMに活用できるほか（国土交通省，2022），都市デジタルツインを用いた防災活動や地学・地理教育活動における活用も期待できる．しかし，地質構造などの3次元地質情報を扱う都市スケールのデジタルツインを作成した事例は国内外を問わず限られており，都市デジタルツインにおける3次元地質モデルの利用については，今後ユースケースの充実が望まれている．GSJにおいても地質

情報の社会実装を目指して，自治体などと協力しながら都市域の3次元地質地盤図を都市デジタルツインで利用することを検討し始めた．本発表では，GSJが整備を進める都市域の3次元地質地盤図について，その作成手法や公開ウェブサイトの詳細について述べるとともに，現在検討している都市デジタルツインでの利用や課題について話題提供する．

文献

国土交通省（2022）BIM/CIM活用ガイドライン（案）第1編共通編．136p.
納谷友規ほか（2018）都市域の地質地盤図「千葉県北部地域」（説明書）．55p.
納谷友規ほか（2021）都市域の地質地盤図「東京都区部」（説明書）．82p.
3次元地質解析技術コンソーシアム（2021）3次元地質解析マニュアルVer3.0，333p.
[URL1] 産総研地質調査総合センター，都市域の地質地盤図，https://gbank.gsj.jp/urbangeol/.

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
Keywords: Borehole data, Stratal correlation, Three-dimensional geological model

複合現実（MR）技術による3D地質地盤モデルへの活用事例

Application example of the mixed reality (MR) technologies used for the 3D Geological and Geotechnical models

*宮城 康夫[1]、グエン ティ　タオ　バン[1]、尾高 潤一郎[1]
*Yasuo MIYAGI[1], Thao Van Thi NGUYEN[1], Jun-ichiro ODAKA[1]

1. 基礎地盤コンサルタンツ株式会社
1. Kiso-Jiban Consultants Co., Ltd.

現在、国土交通省ではインフラ分野のDXを強力に推進し，インフラのデジタル化，BIM/CIM活用，3次元データやリアルデータを活用した新技術の開発等を掲げている[1]。本発表では，XR技術の一つである複合現実（Mixed Reality: MR）技術を使った3次元地質地盤モデルへの活用事例を紹介する。

複合現実（MR）技術とは，現実空間に対応する仮想3Dデータをホログラムとして映し，現実世界と仮想世界を融合させる技術であり，このような仮想現実技術（AR・MR・VR）を総称してXR技術とよばれている。今回，米国マイクロソフト社が開発したHoloLens2を用いて，3D地質地盤モデルへのMR技術の適用を試行した。

試行例①は，砂防堰堤とその地下地盤からなる3次元モデルに対して3Dホログラム表示を行った例である。本3Dモデルのホログラムでは，手指により3Dモデルの砂防堰堤や各地層を直接動かすことができ，地下地盤の地層構成を直感的に確認・観察することができる。
試行例②は，落石発生源の3D露頭モデルをホログラム表示した例である。本モデルは，実際の露頭付近で数十枚以上の写真撮影を行ったうえで，フォトグラメトリーソフトを用いて3Dデータとして作成した。本3D露頭モデルを用いることで，技術者や有識者が急峻で足元が危険な現場に行くことなく，室内で安全に落石源の露頭状況を確認・判断・評価することが可能である。
試行例③は，AISTの地質調査総合センターが公開している東京都区部の3次元地質地盤図[2]に対し、今回3Dホログラム表示を試行した。なお、3Dデータは現在のWebGL仕様となる前にダウンロードしたものを用いている。また，3Dデータの位置合わせは，AISTの3次元地質地盤図内のボーリングデータと東京都土木技術支援・人材育成センターで公表されている「東京の地盤（GIS版）」[3]と同一のボーリングデータの位置情報を用いて実施している。東京都江東区亀戸付近（地区番号1008）の3次元地質地盤図（立体図）モデルをホログラム表示した結果，ホログラム版はオリジナル版と同様に地表面と沖積層基底面のサーフェスと多数の3Dボーリングが表示されるが，岩相や深度情報等の属性情報が直接確認できない。一方で，本モデルのホログラム表示を行うことで，江東区東部の沖積層基底面が相対的に低いことが，よりリアルに体感できる。さらに，3D都市モデルを提供するPlateau[4]データをランドマークとして利用することで，東京都市部の地下地盤状況を3Dホログラムとしてリアルに体験することができる。

今回紹介したMR技術を使った3D地質地盤モデルは，地下の地質地盤状況を直感的に理解することが可能であるとともに，地質学分野の様々な研究領域（自然科学，応用地質，アウトリーチ等）に対して幅広く適用可能と考えられる。

文献
[1] 国土交通省「インフラ分野のDXに向けた取組紹介」
（URL: https://www.mlit.go.jp/tec/content/200729_03-2.pdf）　（2022年6月27日閲覧）
[2] 産総研地質調査総合センター・東京都土木技術支援・人材育成センター（2021）都市域の地質地盤図「東

京都区部」
（URL: https://gbank.gsj.jp/urbangeol/ja/map_tokyo/index.html）（2021年5月26日閲覧）
[3] 東京都土木技術支援・人材育成センター「東京の地盤（GIS版）」（2014.05.01一部更新）
（URL:
https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/jigyo/tech/start/03-jyouhou/geo-web/00-index.html）（2022年6月27日閲覧）
[4] 国土交通省「PLATEAU」
（URL: https://www.mlit.go.jp/plateau/）（2022年6月27日閲覧）

キーワード：3次元モデル、BIM/CIM、複合現実技術、都市地質学
Keywords: 3D model, BIM/CIM, Mixed Reality technology, Urban Geology

テキストマイニングを活用した地質情報の要約手法

Summarizing method of geological information by applying text mining technology

*戸邉 勇人[1]、松川 剛一[1]、升元 一彦[1]
*Hayato Tobe[1], Takekazu Matsukawa[1], Kazuhiko Masumoto[1]

1. 鹿島建設株式会社
1. Kajima Corporation

１．はじめに

都市基盤を整備する際には建築物や土木構造物（以後「構造物」）の建設が必要である．構造物を合理的に設計・施工し，持続可能な都市の発展に寄与するためには，構造物の施工予定地周辺の地質情報を，事前に迅速かつ網羅的に集約することが重要である．地質学者および地質技術者（以後「地質学者」）は地質情報を構造物の設計技術者や施工技術者に正確かつ詳細に伝達するために多くの時間を必要とする一方，地質学者の人的資源は慢性的に不足している．これらのことから，地質情報を短時間で自動的に集約する技術が望まれてきている．

文献情報の集約には人工知能技術の一つであるテキストマイニング技術の活用が有効だが，既存のテキストマイニングシステムを地質文献に適用することは，Webやクラウドの活用によるシステムの肥大化や情報漏洩のリスク対策を必要とすることなどから，最適な手段といえない．そこで本研究では，組織外のネットワークを介さないことにより情報漏洩のリスクなく文献から地質情報を集約可能な，コンパクトな手法の開発を試みたので，その概要について説明する．

２．手法の概要

本研究では，これまで行われていた構造物の設計・施工技術者への情報提供の手順をシステマティックに見直すことから始めた．地質学者は，まず地質文献からキーワードを選別している．次にこれらのキーワードと関連の強い，施工上発生しうる問題点を過去の施工資料から読み取っている．そして最後に，施工資料から抽出したキーワードと地質文献から抽出したキーワードとを組み合わせて施工に有用な地質情報を集約している．このことから，キーワード抽出作業を自動化することにより，地質学者の負担が軽減できると考えられる．

文献からキーワードを自動抽出するには，近年のAI技術の発達によりテキストマイニング技術が使われてきている．本手法の開発においても，この技術を取り入れ，下記の（１）～（４）の手順でキーワード抽出と文献を検索（逆引き）ができるようにした．

（１）形態素解析

日本語は単語ごとに区切った書き方（分かち書き）をしないため，文章を解析するには，文を単語（形態素）に分解する必要がある．形態素解析を行うソフトウェアには無償かつ高速なMeCabを使用した．初期状態のMeCabは専門用語を正確に認識できないため，地学辞典と土木用語辞典から約25,000語を抽出しMeCabの辞書に追加した．

（２）ベクトル化

文献から抽出された単語を，出現頻度の表にまとめた．この手順は，単語の種類を次元，出現頻度を要素とするベクトルを算出すること等価である．

（３）共起解析とキーワード抽出

文献中の単語の重要性は，出現頻度，位置，他の単語との関連性，および出現する文や単語の類似性などを基にして，多変量解析により算出した（共起解析）．そして重要性の高い単語は，キーワードとして抽出した．

（４）データベース化と文献検索

キーワードを文献のタイトルとともにデータベース化し，キーワードを検索キーとして文献の検索（逆引

き）を実行可能とした．また，逆引きにより得られた文献からキーワードを抽出し，さらなる逆引きを可能とした．これにより，関連性の高い多数の文献を即時に引用できた．

３．対話システムによる性能向上

データベースの検索性能を向上させるため，新語登録とアノテーション付与の機能を付加した．この機能の付加には対話システムを応用した．

新語登録は，形態素解析エンジンに未登録の専門用語を追加する仕組みである．新語登録は，たとえば「スレート」と「へき開」が別の単語として抽出された場合，これらを1つの専門用語「スレートへき開」として扱うための仕組みである．

アノテーション付与は，単語間の意味を付与する仕組みである．たとえば「花崗岩」と「マサ」が関連性の高い単語として抽出された際．両者の関係性（アノテーション）は「風化」とすることにより，データベースは「花崗岩が風化によりマサとなったことを記す文献」といった，より高度な検索が可能になる．

この2つの機能の付加は，データベースに対話機能をもたせ，地質学者とのチャットにより学習させることによって実現した．

４．おわりに

本手法により，組織外のネットワークを介することなく地質文献からキーワードを抽出し，さらに逆引きを迅速に行うことが可能となった．この手法は知見や経験の不足している初学者の教育や補助としても有用と考えられる．しかしながら，現状の手法では新語登録やアノテーションの付与に地質学者との対話による学習を必要とするなど，解決すべき課題が残されている．今後は，この解決に尽力し，より実用性の高い地質情報の集約手法を研究・開発していく予定である．

キーワード：テキストマイニング、地質文献、地質学者の不足、施工の合理化、持続可能な都市の発展
Keywords: Text Mining, Geological Literature, Lack of Geologists, Rationalization of Construction, Sustainable Development of City

2022年トンガ火山噴火で発生した「空振」による地下水位変動

Atmospheric vibration induced groundwater level change : Impact of the 2022 eruption of Tonga volcano

*香川 淳[1]、吉田 剛[1]
*Atsushi KAGAWA[1], Takeshi YOSHIDA[1]

1. 千葉県環境研究センター地質環境研究室
1. Research Institute of Environmental Geology, Chiba (RIEGC)

【はじめに】 2022年1月15日13:00過ぎ（日本時間），南太平洋トンガ王国のフンガトンガ-フンガハアパイ火山（以下，フンガ火山）が大規模に噴火し，この際に発生した「空振」（急激な気圧変動）や「津波」は約8000km離れた日本でも観測され，一部では漁業関連の被害を生じた．こうした噴火の影響が，千葉県内の観測井においても地下水位変動として観測されたことから報告する．
【気圧変動】 千葉県では，圧力式水位計の大気圧補正用として気圧計を県内各地に設置しており，その多くは，水位計の記録間隔に合わせて10分ごとの大気圧を記録している．唯一，千葉市美浜区稲毛海岸に設置している水位計に付属した気圧計（Onset社製 HOBO-MX2000型水位計）では，30秒間隔，0.01hPaの分解能で計測を行っている． フンガ火山が爆発的に噴火した1月15日，各地の気圧計では20:00過ぎに1hPa前後の急激な気圧の変化を記録した．特に稲毛海岸の30秒間隔記録の気圧計では，20:26頃に最大1.8hPaの気圧上昇の後，上昇直前よりも約0.5hPa低下し，その後は0.5hPa程度の振動をくり返す気圧変動が観測された（図）．この気圧変動は，フンガ火山で発生した「空振」（約300m/s）が，約7時間かけて約8000km離れた日本まで到達したとする計算とおおむね一致する．さらに，地球2周目の到着時刻にあたる1月17日09:00前にも約0.8hPaの気圧上昇が観測されている．こうした地球規模で伝播した気圧変動は，大規模噴火にともない発生した長周期大気音波の一種（大気Lamb波：大気境界波）と考えられている（東大震研，2022）．
【地下水位変動】 千葉県では約150本の観測井により地下水位を連続観測している．このうち下総台地の不圧地下水を対象とした観測井では，台風等の気圧変化と調和的に地下水位が変動することが知られている（香川，2021）．フンガ火山の「空振」到達時においても，いくつかの観測井で明瞭な地下水位変動が観測された． 成田市三里塚に設置されている「成田-3（深度50m・スクリーン深度18.1～29.1m）」では，1月15日20:00過ぎに地下水位が低下を始め，20:26前後に最大12mmの低下が観測された．その後地下水位は上昇し，20:47頃に低下直前よりも約5mm上昇した後は，数mmの振動が22:00頃まで継続した（図）． また稲毛海岸の気圧記録では，気圧上昇時にスパイク状の一時的な気圧低下が認められるが，これに呼応するように「成田-3」でも一時的な地下水位上昇が認められている． なお「成田-3」では，「空振」2周目に相当する1月17日09:00前にも7mm程度の地下水位低下が観測されている． また，八千代市村上に設置されている「八千代-1（深度60m・スクリーン深度28～45m）」においても，1月15日20:00過ぎに約10mmの地下水位低下が観測された． 市原市奈良に設置されている「Ic-4（深度100m・スクリーン深度52～80m）」では，1月15日20:00過ぎに約10mmの地下水位低下が観測された．
【大気圧と地下水位の相関】 「成田-3」において「空振」1周目に観測された約6.7mm/hPaの地下水位変動や，2周目の約8.8mm/hPaの地下水位変動は，台風通過時にみられる地下水位変動量（8～10mm/hPa）とおおむね一致することから，「空振」通過時の気圧変動により急激に地下水位が変化したものと推定される．なお，こうした急激な気圧変動に対し，台地上の不圧地下水が特に感度良く応答する原因については今後検討する必要がある．
【文献】
東京大学地震研究所（2022）【研究速報】 2022年1月15日13時頃（日本時間）のフンガ・トンガ-フンガ・ハアパイ火山の噴火（https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/news/15712/）．
香川 淳（2021）2019年台風第15号・第19号の影響による地下水位変動， 日本地質学会第128年学術大会講

演要旨集.

キーワード：地下水位変動、観測井、トンガ火山、空振、Lamb波
Keywords: groundwater level change, monitoring well, Tonga volcano, atmospheric vibration, Lamb wave

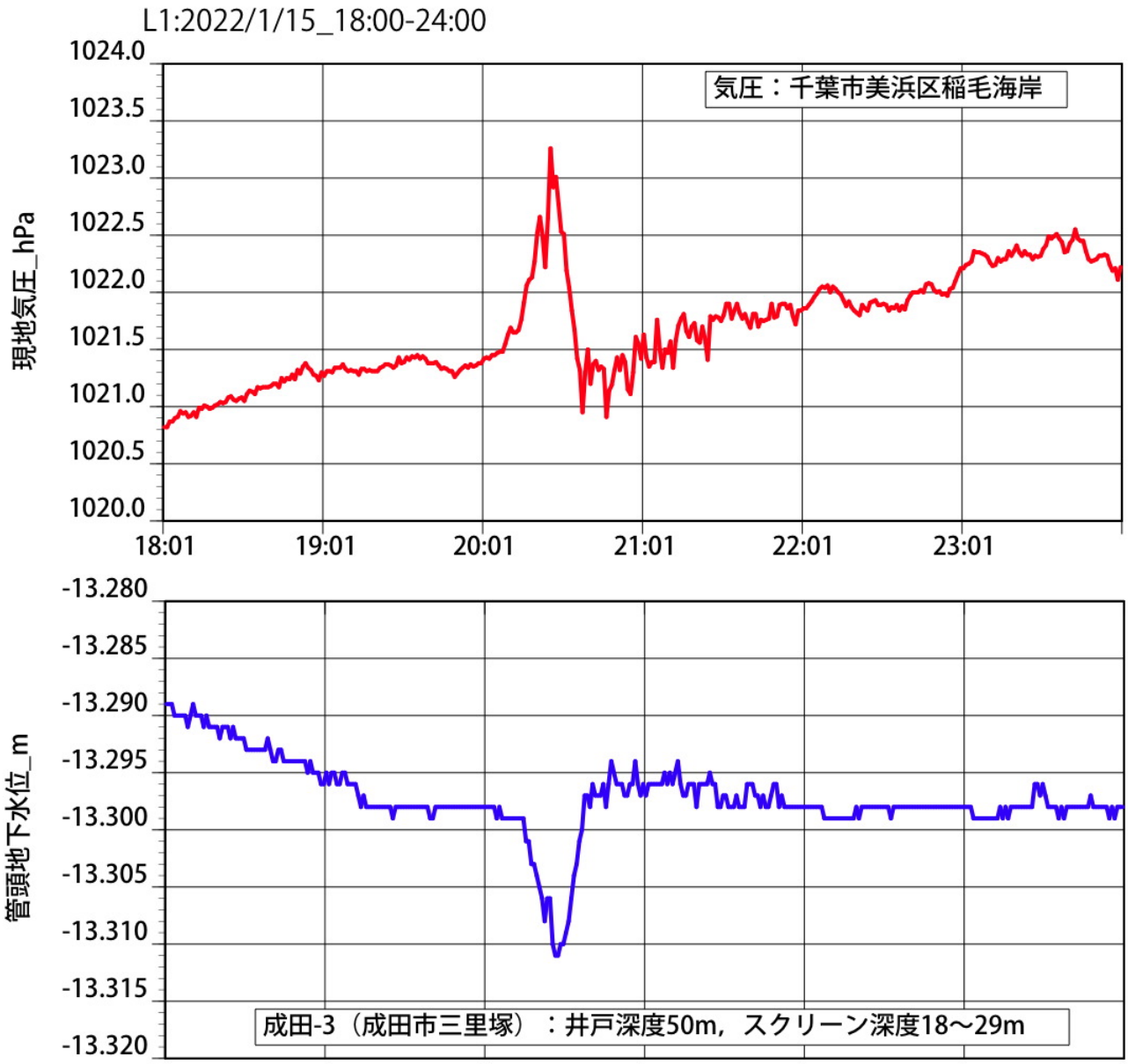


図　2022年1月15日 千葉市で観測されたフンガ火山噴火に伴う「空振」（上）および同時刻に成田市で観測された地下水位変動（下）

房総半島九十九里平野中部における上ガスの分布と噴出状況について：2009～2022年の調査結果

Distribution of spouting sites and conditions of methane gas on central part of Kujyukuri Plain, Boso peninsula, central Japan: Survey results from 2009 to 2022

*風岡 修[1]、小島 隆宏[1]、伊藤 直人[1]、八武崎 寿史[1]、吉田 剛[1]、香川 淳[1]
*Osamu Kazaoka[1], Takahiro Kojima[1], Naoto Ito[1], Hisashi Yabusaki[1], Takeshi Yoshida[1], Atsushi Kagawa[1]

1. 千葉県環境研究センター地質環境研究室
1. Chiba Prefectural Environmental Research Center

はじめに：

人間活動が営まれているアーバン地域では，自然現象と人為活動が相まって，さまざまな災害が発生することがある．国内の第四紀層が分布する地域の中には，天然ガスの噴出現象である「上ガス」（以下「上ガス」と呼ぶ）により，農作物被害や構造物での火災・爆発が生ずることが，新潟県，北海道，千葉県などで報告されている．これらの発生場所の多くは，水溶性天然ガス田上である．

上ガスの発生状況の調査から，戦後の復興のため水溶性天然ガス田の発見やその開発につながってきた（金原ほか，1949；品田ほか，1951）．

2000年代に入る頃より，房総半島の九十九里平野中央部の東金市，大網白里市，九十九里町を中心に，水田の農作物被害やガス爆発事故が報告されたため，この地域での上ガスの発生状況が調べられてきた（風岡ほか，2006；風岡ほか，2021など）．今回は，本格的に噴出量も含めて現地調査が行なわれた2009年から2022年春の調査までの対象地域全域の調査結果について，250 mの行政メッシュを利用しまとめた結果を報告する．

調査・集計方法：

毎年4月～6月初旬に水田や河川・池などの水域において，場所を変えながらガスの噴出地点と噴出量を観察した．水が張られた水田において，噴出ガスの泡1つが約1 mLであることを水上置換法の測定により確認した．これを利用して，1 m^2あたり1秒間に何個の気泡が噴出しているのかを観察し，噴出量を見積もっている．ガス噴出が見られた際には，10秒間に噴出する気泡の個数を同じ場所に対して3回調べ，ほぼ同数となることを確認し，その位置と噴出量を記録した．ガス噴出のタイプについては，次のように区分した．ガスが出ていないが噴出孔がみられるものをCタイプ，噴出孔から数秒または数分ごとに断続的に出るものをBタイプ，連続的にガスが噴出しているものをAタイプとした．さらに，Aタイプについては，1 m^2あたり1秒間にガスの気泡が1～2個噴出しているものをA1タイプ，3～7個噴出しているものをA2タイプ, 8～20個噴出しているものをA3タイプ, 21個以上噴出しているものをA4タイプとした（風岡ほか，2020）．集計にあたっては，1メッシュの中で1/4以上の面積の調査を行ったメッシュについて集計を行った．

調査結果：

1メッシュあたり0.5 L/sec以上のガス噴出量が多いメッシュが塊となっている部分が複数箇所にみられた．特に北西部において多数みられ，上総層群の大局的な走向方向である北東方向に連なっていることが明らかとなった．一番面積の大きな塊は，東金市福俵～大網白里市清名幸谷である．

調査地域全体で見つかった上ガスの総発生量は，418.104L/sec．日量に換算すると36,124m^3/day であった．これは，千葉県内での2018年度における水溶性天然ガスのガス採取量である1,126,485m^3/day（九十九里地域地盤沈下対策協議会，2020）の約3.2%である．また，調査対象の3市町における同年度のガス採取量である124,555m^3/dayの約29%にも達していることが明らかとなった．

引用文献：

風岡 修・風戸孝之・笠原 豊・楠田 隆，2006，地質汚染ー医療地質ー社会地質学会誌，2巻，82 - 91.
風岡 修・伊藤直人・潮崎翔一・吉田 剛・荻津 達，2020，千葉県環境研究センター年報，令和元年度版，6P. https://www.pref.chiba.lg.jp/wit/chishitsu/nenpou/ documents/ar2019chishitsu011.pdf
風岡　修・小島隆宏・伊藤直人・香川　淳・荻津　達・八武崎寿史・吉田　剛，2021，第31回環境地質学シンポジウム論文集，9-12.
金原均二・大山　桂・小野　暎・伊田一善・本島公司・石和田靖章・品田芳二郎・牧野登喜男・三梨　昂・安國　昇，1949，石油技誌，vol.14，245 - 274.
九十九里地域地盤沈下対策協議会，2020，天然ガス採取の現状と地盤沈下の防止対策　令和元年度版，九十九里地域地盤沈下対策協議会事務局，58P.
品田芳二郎・牧 真一・高田康秀・大森えい，1951，石油技誌，16巻，312-326.

キーワード：メタンガス、九十九里平野、上総層群、アーバン地域、災害
Keywords: methane gas, Kujyukuri plane, Kazusa Group, urban area, disaster

霧島市における湧水利用上水道の地質特性と持続可能性

Geological Characteristics and Sustainability of Spring use Water Supply in Kirishima City

*髙嶋 洋[1]
*Hiroshi TAKASHIMA[1]

1. 第一工科大学
1. Daiichi Insutitute of Technology

水は循環性資源であり，都市において上水道は重要な生活インフラである．近年，日本の人口減少に伴い，水道経営が厳しさを増す中，持続可能な水道システムの構築が喫緊の課題となっている．身近な上水道水源としては，地下水が注目されているが，とりわけ湧水は，地盤沈下など地下への負荷がなく，組み上げに係る電力を必要としないなど，環境面で低負荷な水源として期待される．一方，地表に接する地下水であるため，汚染や渇水，湧水停止などのリスクを有し，持続的に利用するためには，土地利用に係る脆弱性の検討や地下水の涵養・湧出機構の解明及び湧水のモニタリングなどが重要となると考えられる．
湧水を利用する上水道は，水道統計の水道水質データベースが公表されており，浄水場別，原水の種類別に１日平均浄水量が確認される(日本水道協会, 2021)．最新データは令和元年度のものであるが，原水の種別が湧水に限定される１日平均浄水量を集計し，水道事業体別に湧水利用量を調べた結果，日本最大の湧水利用量を誇る水道事業体は鹿児島県霧島市であることが判明した．人口125,000人を擁する霧島市は，浄水量の8割近くが湧水起源であり，極めて高い湧水ポテンシャルを有する地域と考えられる．また，2位は鹿児島市，4位は鹿屋市，5位が熊本県人吉市，9位が宮崎県小林市であり，南九州の自治体が10位以内に多くリストされることが判明した．一方，日本最大の柿田川湧水を有する静岡県は，3位に伊東市，8位に伊豆の国市，10位に富士宮市が確認された． 鹿児島県霧島市の主要な水源は，台明寺や奥新川などが認められ，いずれも日量1万トン以上を湧出する（日本水道協会, 2021)．このうち，奥新川水源地には，地区内に数多くの湧水が確認されるほか，日量30,000トンを湧出し，観光地となっている「大出水の湧水」が存在するなど，極めて湧水が豊富な地域である．当地区の湧水は，霧島市の国分平野を北北東から南南西に流下する天降川の中流域において，これに接続する久留味川沿いに分布する．奥新川水源地で最大の湧水量を誇る奥新川第3水源地や大出水の湧水は，いずれも加久藤火砕流堆積物の中から地下水が湧出している．当地区の加久藤火砕流堆積物は，概ね水平の堆積層で弱～中溶結を呈し，目が詰まった断裂が数ｍおきに発達するが，湧出口は1ｍ程度の孔となっている（霧島市上下水道部聞き取り）．当該地区は広く入戸火砕流堆積物に覆われ，加久藤火砕流堆積物は河床付近にのみ認められ（大木・湯浅, 2012），露出が少ない．また，入戸火砕流堆積物が100ｍ以上厚く堆積しており，観測可能な井戸も認められない．このため，地下水湧出機構の具体的な研究事例は確認できていない．
一方，当該地区は，露木（1969）が示した北北東-南南西方向に発達する鹿児島地溝帯内に存在し，数多くの温泉湧出箇所が天降川沿いに分布する．湧水が集中する奥新川周辺では，河川は北西-南東方向に流路を持つが，妙見温泉や安楽，日の出，新川温泉など河床から直接湧出する温泉が多数観察される．平面的には，久留味川が天降川に合流する地点付近を境に湧水地帯と温泉湧出地帯が明確に区分され，これより北西側には湧水のみが認められ，南東側には温泉湧出が分布する．温泉は炭酸泉で鉄分を含み，飲用には適さないため，これらを明確に区分する地質構造が，地域の湧水を保全しているものと考えられる．
本論では，都市を支える湧水の存在と，その地質状況および水文地質構造を概観し，持続可能な水道水源の特性と在り方を考察する．

(公社)日本水道協会, 2021, 水道水質データベース, http://www.jwwa.or.jp/mizu/（20220627閲覧）.
大木公彦・湯浅秀隆, 2012, 天降川中流・上流域の地形・地質に関する一考察. 鹿児島大学理学部紀要, 45,

19-29.
露木利貞, 1969, 九州地方における温泉の地質学的研究(第5報) 鹿児島地溝内の温泉-特に温泉貯留体について. 鹿児島大学理学部紀要, 2, 85-101.

キーワード：湧水利用上水道、湧水の持続可能性、温泉、加久藤および入戸火砕流堆積物、鹿児島県霧島市
Keywords: Spring use Water Supply, Sustainability of spring water use, Hot spring, Kakuto and Ito pyroclastic flow deposit, Kirishima city Kagoshima prefecture

プラネタリー・バウンダリーと社会

Planetary Boundaries and Society

*石川 正弘[1]
*Masahiro ISHIKAWA[1]

1. 横浜国立大学 大学院環境情報研究院/都市科学部
1. Yokohama National University

現代は都市が地球上で急激に拡大する時代であり、経済活動のグローバル化によってグローバルサウスにおける労働力と地球環境の搾取が急拡大する時代でもある。 Rockström et al. (2009）はプラネタリー・バウンダリーという概念を導入し、地球環境を9つの項目（気候変動、海洋酸性化、成層圏オゾンの破壊、窒素・リン循環、淡水利用、土地利用変化、生物多様性損失、大気エアロゾル負荷、化学物質汚染）に区分して、それぞれの臨界点の具体的な評価を行った。ミレニアム開発目標（MDGs）にロックストロームらの唱えたプラネタリー・バウンダリーの概念を取り込んだものが、持続可能な開発目標（SDGs：Sustainable Development Goals）である。人類が抱える都市・社会・環境に関する様々な問題やリスクは、グローバル・ローカルな問題でもあり、世代間格差の問題でもあり、多面的である。問題解決のためには分野の枠を超えて、都市・社会・環境などの複眼的に視点から思考することが求められている。 O’Neillほか（2018）は“A good life for all within planetary boundaries”という論文において社会的課題11項目（人生の満足度、平均余命、栄養、衛生、所得貧困、エネルギーへのアクセス、教育、ソーシャルサポート、民主的な品質、平等、雇用）と地球環境課題7項目（二酸化炭素の排出、リンによる環境負荷、窒素による環境負荷、淡水資源（水資源）、土地利用変化、エコロジカルフットプリント、マテリアルフットプリント）を国別に評価している。この評価についてはUniversity of LeedsのA Good Life For All Within Planetary Boundariesのホームページ（https://goodlife.leeds.ac.uk/）にて参照可能である。社会的課題11項目の達成数と地球環境課題7項目の違反項目をそれぞれ縦軸と横軸にプトットした結果は大変興味深い。社会的課題の解決項目が多く豊かな社会を築いている国々（米国、日本など）は地球環境課題の違反項目が多い。つまり、地球環境を過剰に搾取した国だけが、国民の人生の満足度が高く、健康的な生活を送り、栄養も十分摂取でき、衛生レベルも高く、所得が高く、電気エネルギーを簡単に利用でき、教育水準も高く、ソーシャルサポートも十分であり、民主的・平等な社会であり、雇用の機会が十分にあるような社会を構築できている。対照的に、社会的課題の解決項目が少ない国（例えば、フィリピン）は地球環境課題の違反項目が少ない（地球環境の搾取が非常に小さい）。地球環境課題の違反項目が多いにもかかわらず、社会的課題があまり解決されていない国も多く存在する（例えば、パラグアイ）。このタイプの国は地球環境の搾取で得られるはずのベネフィットが自国民に還元されておらず、他国のために地球環境を搾取していることになる。まさに、経済活動のグローバル化によってグローバルサウスにおける労働力と地球環境の搾取が行われている例であろう。持続可能性という視点から唯一希望的な国家がベトナムである。地球環境課題の違反項目が少ないにもかかわらず、国家として社会的課題の解決に積極的に取り組んでいる。社会的課題の解決項目が少ない国にとってベトナムはモデルケースとなると期待される。 人新世における人類の活動は急激に増大しており、経済活動のグローバル化に伴って、地球環境に及ぼす影響は広範囲かつ回復不可能な領域に達しいる可能性が高くなっている。地球環境のレジリエンス（回復力）の限界を超えることが危惧される。プラネタリー・バウンダリーを超えないように、つまり、人類にとっての壊滅的な環境リスクを回避しつつ、社会的課題を解決するためには、どうしたらよいであろうか？分野横断かつ文理融合の知の統合的研究を押しすすめる必要性を感じる。

引用文献

O’Neill, D.W., Fanning, A.L., Lamb, W.F. *et al.* A good life for all within planetary boundaries. *Nat Sustain* **1,** 88–95 (2018). https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K. *et al.* A safe operating space for humanity. *Nature* **461,** 472–475 (2009). https://doi.org/10.1038/461472a

キーワード：プラネタリー・バウンダリー、人新世
Keywords: planetary boundaries, Anthropocene

セッション口頭発表 | G1-8. ジェネラル　サブセッション応用地質・地質災害・技術

[3oral420-24] G1-8. ジェネラル　サブセッション応用地質・地質災害・技術

座長:西山 賢一(徳島大学大学院社会産業理工学研究部)、加瀬 善洋(北海道立総合研究機構)

2022年9月6日(火) 15:45 ～ 17:00 口頭第4会場 (14号館401教室)

[G8-O-1] 道東地域におけるテフラ層すべりの成因の再検討と空中写真 SfM画像から判読した地すべり地形の意義

*加瀬 善洋[1]、小安 浩理[1]、仁科 健二[1]、石丸 聡[1]、奥水 健一[1] （1. 北海道立総合研究機構）

15:45 ～　16:00

[G8-O-2] 強震動に伴うテフラ層すべりの発生初期過程-北海道胆振東部地震を例として

*廣瀬 亘[1] （1. 北海道立総合研究機構）

16:00 ～　16:15

[G8-O-3] 崩壊・地すべりの発生可能性リスクモデルの構築

*菅原 宏[1] （1. ベルセッジ・インコーポレイテッド）

16:15 ～　16:30

[G8-O-4] 三次元地質モデルの逐次更新システムの開発と山岳トンネル現場での適用

*吉河 秀郎[1]、福田 毅[1]、青野 泰久[1]、齊藤 寛治[1] （1. 清水建設株式会社）

16:30 ～　16:45

[G8-O-5] 地盤情報データベースを用いた徳島平野・鳴門市周辺の地下地質

*西山 賢一[1] （1. 徳島大学大学院社会産業理工学研究部）

16:45 ～　17:00

道東地域におけるテフラ層すべりの成因の再検討と空中写真SfM画像から判読した地すべり地形の意義

Revisit of origin of stratified tephra slides and implication of landslides interpreted by SfM aerial photography in eastern Hokkaido, Japan

*加瀬 善洋[1]、小安 浩理[1]、仁科 健二[1]、石丸 聡[1]、輿水 健一[1]
*Yoshihiro Kase[1], Hiromichi Koyasu[1], Kenji Nishina[1], Satoshi Ishimaru[1], Kenichi Koshimizu[1]

1. 北海道立総合研究機構
1. Hokkaido Research Organization

【はじめに】
北海道中標津町北武佐では，摩周I降下火砕堆積物（Ma-I; 14 ka）が層構造を保った状態で含まれる地すべり移動体（北武佐地すべり）が発見され，内部構造の特徴等から地震起源と推定されている（越谷ほか，2012）．しかし，道東での降下火砕堆積物のスライド（テフラ層すべり；石丸ほか，2020）の報告例は上記の1例に限られるため，地震地すべりの規模や発生年代の詳細は不明である．また北武佐地すべりの成因や特徴についても，平成30年北海道胆振東部地震で得られたテフラ層すべりに関する知見をもとに再検討する必要がある．著者らは，北武佐地すべりの成因を再検討するとともに，道東に分布する地震起源の可能性がある地すべりを対象に，地形・地質調査を行っている．ここでは，これまでに得られた調査結果を概説する．
【研究手法】
北武佐地すべりでは，地すべり範囲外の崖および移動体末端の縦断面の露頭が確認できたことから，非変動域の土層の層序および移動体の内部構造の記載を行った．次に移動体の内部構造を把握するためGPR探査を行った．さらに，すべり面とその上下層準を対象に，XRDおよび土質試験を行った．
一方，地すべりの広域的な分布を把握するため，地形判読を行った．2万5千分の1地形図や10mメッシュ標高データではテフラ層すべりの地形特徴である層厚が薄い地すべりの判読は困難であった．そこで空中写真（1978年撮影）を合成処理および点群処理し，SfM解析による数値表層モデルを作成して判読可能であることを確認した後，GIS上で地すべり地形を抽出した．解析範囲は摩周テフラの層厚分布を考慮し，中標津町養老牛～羅臼町幌萌の山麓とした．標津町古多糠～薫別では産総研（2019）のLiDARデータを併用した．
【結果】
北武佐地すべりの非変動域の露頭では，Ma-Iとそれを覆う摩周テフラを挟在する黒色土（層厚3 m程度）が認められた．Ma-Iの最下部には，粘土化した白色風化部（層厚5 cm）が発達する．一方，移動体末端の露頭では，層序を保ったMa-Iと白色風化部が黒色土（旧地表面）を覆うことから，白色風化部をすべり面層準と認定した．地形データから算出した等価摩擦係数（地すべりの高さ／同長さ）は0.1と小さい．GPRの結果，反射面は縦断・横断面ともに連続性が良く，移動体の中央部では正断層系，末端では逆断層系の構造が局所的に認められた．XRDの結果，白色風化部はその上下層準よりもハロイサイトを多く含むことが確認された．土質試験の結果は，白色風化部の強度がその上下層準よりも低いことを示す．Ma-Iの含水率は200%程度と高く，指で軽石を潰すと水が噴出する．
SfM解析による地形判読の結果，幅数10 m，長さ100～270 m程度の地すべり地形を複数抽出した．地すべりは分布密度が低く局所に偏在するような傾向は認められないが，解析範囲全域で認められ，傾斜30°以下に分布する．
【考察】
北武佐地すべりは，（1）白色風化部がハロイサイトを多く含み，その強度が低いこと，（2）Ma-Iが高含水率であること，（3）露頭およびGPRの結果より，移動体の大部分が成層して定置していると推定されること，（4）等価摩擦係数が小さいこと等から総合的に判断すると，従来の報告の地震起源のテフラ層すべりと

する解釈が支持される．Ma-lの高ハロイサイト・高含水率・降灰年代は，胆振東部地震のテフラ層すべりの主なすべり面層準であるTa-d（9 ka）の特徴と類似することが特筆される．GPRで確認された正断層系の反射面はホルストーグラーベン構造，逆断層系はデュープレックス構造（田近ほか，2020）に対応すると解釈される．

一方，これまでテフラ層すべりの可能性がある地すべりの分布は高精度の地形データが無かったため不明であったが，空中写真SfM画像により判読可能であることがわかった．地すべりの分布は低密度であるが，標津断層帯に沿う広い範囲で認められる一方，大半のテフラは斜面に残存していることになる．なお，薫別の地すべりを対象に予察的な掘削調査を行った結果，Ma-lがすべり面層準であることを確認した．これらの結果は，本地域が胆振東部地震発生前の厚真地域と同様のセッティングにあり，テフラ層すべりの発生ポテンシャルが高いことを示唆する．仮に判読した地すべりが地震起源であった場合，その要因は標津断層帯あるいは千島海溝型地震に求めることができる．判読した地すべりがテフラ層すべりであるかどうかや，地すべりの発生年代・同時性の検討により，誘因となったイベントの特定・再来周期に関する知見が得られることが期待される．

【文献】産総研，2019，活断層．石丸ほか，2020，地形．越谷ほか，2012，北海道の地すべり．田近ほか，2020，地すべり学会誌．

キーワード：地震地すべり、テフラ層すべり、標津断層帯、千島海溝、摩周テフラ、ハロイサイト、地中レーダー
Keywords: earthquake-induced landslides, stratified tephra slides, Shibetsu fault zone, Kuril subduction zone, Mashu tephra, halloysite, ground penetrating radar

強震動に伴うテフラ層すべりの発生初期過程-北海道胆振東部地震を例として

Early Processes of Stratified Tephra Slide induced by strong ground motion stratigraphic Sliding Associated with Strong Ground Motions: The Case of the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake

*廣瀬 亘[1]
*Wataru Hirose[1]

1. 北海道立総合研究機構
1. Hokkaido Research Organization

【はじめに】
　2018年9月6日午前3時6分に発生した平成30年（2018年）北海道胆振東部地震（以下，胆振東部地震：Mjma6.7）では，地震に伴い安平町，厚真町およびむかわ町にかけての丘陵～山地で広域的な土砂災害が発生した．土砂災害の大半はテフラ層すべりであり，岩盤すべりを伴う（石丸ほか，2020）．テフラ層すべりの大半では，斜面に堆積していた後期更新世～完新世テフラが成層構造を保ったまま滑落していることが多い．そのため，強震動でテフラ層中にすべり面が形成され，それより上位が移動体となって滑落したことが指摘されている（廣瀬，2018；田近ほか，2020など）．一方，地震が深夜に発生したために映像記録等により崩落過程が直接観察されておらず，特に崩落開始の初期過程については不明な点が多い．また，すべり面はTa-dテフラ中に形成されている事例が多いものの，安平町では層序的により下位のEn-aテフラ，Spfa1テフラ中にすべり面が形成されている場合もあった（千木良ほか，2019）．本研究では，崩壊に寄与した地質体の地域性，そして特に崩壊初期過程について地質学的アプローチにより解明することを目指している．
【崩壊に関与した地質】
　厚真町，安平町およびむかわ町で現地調査を実施した．テフラ層すべりの移動体を形成する地質から，崩壊発生域中～南部（厚真町中～南部）ではTa-dテフラ，崩壊発生域北部（安平町～厚真町北部）では，千木良ほか（2019）などで報告されているとおり，En-aテフラおよびSpfa1テフラ中にすべり面が形成されている．一方，崩壊発生域東部～南東部（厚真町東部～むかわ町）では，より上位のTa-cテフラ・Ta-bテフラ以浅が崩落しているケースが多く見られた．これらの地域では他の崩壊発生域よりも斜面勾配が急なため，アイソパックでは厚さ50cm以上とされているTa-dテフラがほぼ失われ，斜面表層を覆っていたルーズなTa-c以上のテフラ層が崩落したようである．
【崩壊の初期過程】
　テフラ層すべりが発生した斜面において，移動体が完全に滑り落ちきらず，斜面途中に残存している箇所について地質断面を観察した．下位から，Ta-dテフラ，Ta-cテフラ，Ta-bテフラとそれらに挟まれる有機質土（しばしば軽石混じり）で構成され，移動体内においてもその成層構造がよく保たれている．すべり面は，Ta-d下面～最下部に形成されている場合が多いが，Ta-c下面～下部に形成されている場合もある．滑落崖と比べ移動体で比高が約1m低くなっているケースが見られた．地震前のテフラ層厚が移動体部分と滑落崖部分で同じだったと仮定すると，Ta-d上面以上の層厚がほぼ同じであることから，移動体がほぼ水平方向に2～3m移動して停止する間に，Ta-dテフラ内で厚さ1m前後のテフラ層が失われた可能性がある．これは，地震発生直後にTa-dテフラ下部の水に富む粘土化軽石部分で劇的に破砕が進んだ可能性を示すものであり，引き続き検証が必要である．
　本研究で科学研究費補助金（基盤B一般：課題番号20H02404）を使用した．
【引用文献】
千木良雅弘・田近 淳・石丸 聡(2019)2018年胆振東部地震による降下火砕物の崩壊:特に火砕物の風化状況に

ついて．京都大学防災研究所年報,62B,348-356.
廣瀬 亘・川上源太郎・加瀬善洋・石丸 聡・輿水健一・小安浩理・高橋 良(2018)平成30年北海道胆振東部地震に伴う厚真町およびその周辺地域での斜面崩壊調査(速報)．北海道地質研究所報告,90,33-44.
石丸　聡・廣瀬　亘・川上源太郎・輿水健一・小安浩理・加瀬善洋・高橋　良・千木良雅弘・田近　淳（2020）北海道胆振東部地震により多発したテフラ層すべり：地形発達史的にみた崩壊発生場の特徴．地形，41，147-167.
田近 淳・雨宮和夫・乾 哲也・戸田英明・西野功人・高見智之（2020）地すべり末端隆起の多様な内部構造：2018年北海道胆振東部地震によるテフラ層すべりの例．日本地すべり学会誌，57，84-89.

キーワード：2018年北海道胆振東部地震、テフラ層すべり
Keywords: 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake, Stratified Tephra Slide

崩壊・地すべりの発生可能性リスクモデルの構築

Construction of a risk model for the possibility of collapse and landslide

*菅原 宏[1]
*Hiroshi Sugawara[1]

1. ベルセッジ・インコーポレイテッド
1. Bellsedge Incorporated

１．はじめに

広域に多数の斜面が分布する中で,どの斜面・地域で崩壊・地すべりが発生するのか,その発生可能性のポテンシャルを斜面がどの程度有しているのかを視覚化して明示することは直接的に社会貢献となりうる.

２．研究手法

対象地域を1区画の1辺が約1kmのメッシュ区画（80×80）のレイヤーをベースに,各区画における地形要素,地質要素の各レイヤーに対して,全6,400区画で数値化を行った.
地形要素は,現状斜面を基盤地図情報数値標高モデル10mメッシュから傾斜区分図を作成し摩擦係数を導いた.また,起伏量図（「長野県」「岐阜県」「愛知県」）から各区画に想定した仮想斜面の安定性を示す仮想摩擦係数を算出し,これらの大小によって安定性を評価する摩擦係数比を導入して数値化した.
地質要素は,岩盤の破壊を考慮して,岩種別の一軸圧縮強度を断層数,割れ目数で補正した補正強度を求め,それを単位体積重量と風化厚さで除して算出される地山強度比を適用して数値化した.岩種は地質調査総合センター(2017)20万分の１日本シームレス地質図,一軸圧縮強度は土木学会(1986)と小島(1992),断層は地質調査総合センター(2012)活断層データベース,割れ目数は瑞浪や幌延の超深地層研究成果（吉田(2013)他全13本）及び現地調査,単位体積重量は巖谷・鹿野(2005)他全12本,風化厚さは川崎・伊藤(2013)及び久慈ほか(2013)を参考とした.
これらの数値化したデータは,各レイヤーの区画に入力を行い,地形要素から求めた摩擦係数比と地質要素から求めた地山強度比の乗数を発生リスクポテンシャル指数として算出した.
最終的に発生リスクポテンシャル指数をA～Fの６段階にランク分けして発生可能性リスクモデルとした.

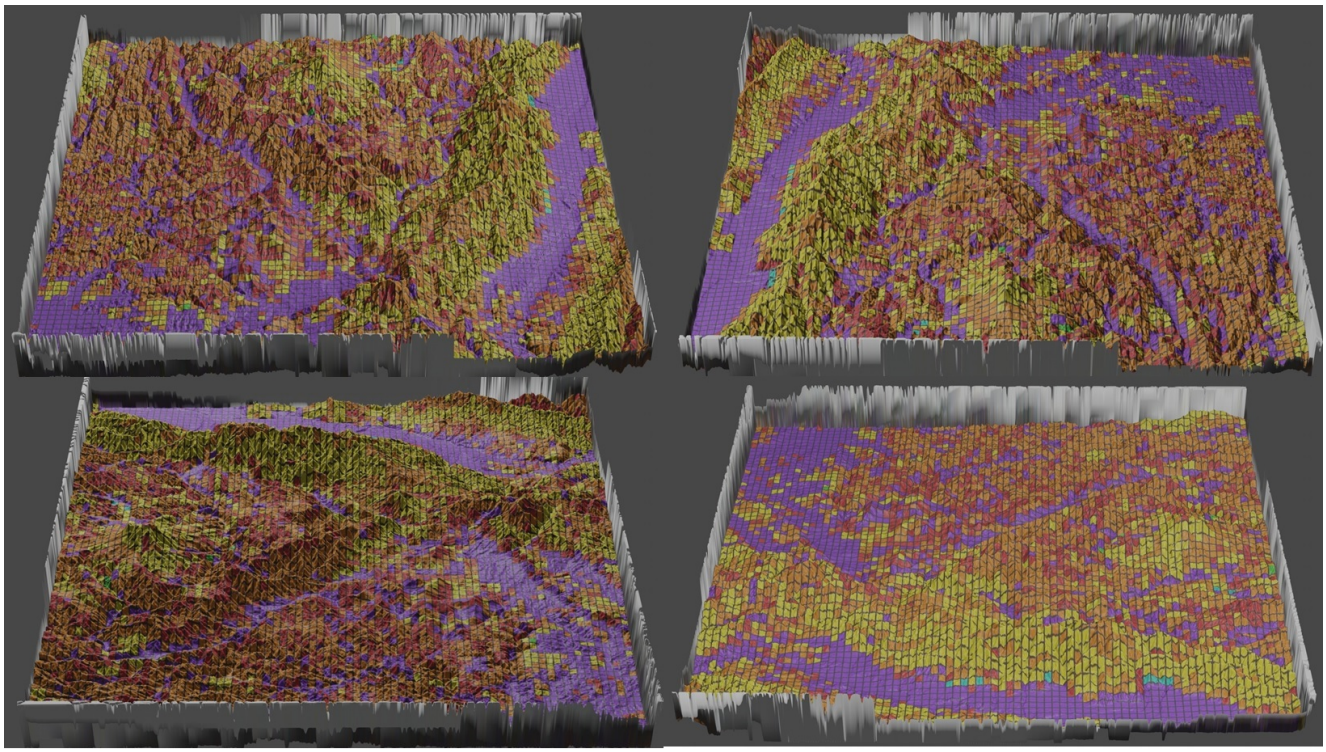
３．結果

2009年以降に発生した個別事例19例の検証では,すべてCランク以上で発生していた.このうち12例でランクの変更なし,3例でランク上昇,4例でランク下落であった.ランク上昇した事例の内,1例はランクＢで鉄道不通・田畑流出・家屋損壊,1例はランクＣで国道不通とそれぞれ甚大な災害であった.
今後,機械学習のアルゴリズムの検証方法を参考に,モデルのさらなる妥当性を検証し,改良する必要がある.

主な文献

国土庁土地局（1974）「長野県」.国土庁土地局（1975）「岐阜県」.国土庁土地局（1974）「愛知県」. 地質調査総合センター(2012)活断層データベース.地質調査総合センター(2017)20万分の１日本シームレス地質図. 土木学会(1986)ダムの地質調査.土木学会,219.小島圭二(1992),土木学会,1-8. 吉田(2013)日本原子力学会バックエンド部会,46p.巖谷・鹿野(2005) 地質雑,**111**,434-437. 川崎・伊藤(2013)国総研資料,**733**,2539. 久慈ほか(2013)JAEA-Technology,2013-022,72.
DEM10のURL: https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-G04-a.html

キーワード：崩壊、地すべり、摩擦係数、地山強度比、リスクポテンシャル
Keywords: Collapse, Landslide, Coefficient of friction ratio, Ground ratio, Risk potential



LEGEND

Rank	Range	Stability	Rank	Range	Stability	Rank	Range	Stability
A	PP ≦ 2.0	Remarkable	C	4.0 < PP ≦ 10	Medium instability	E	40 < PP ≦ 50	Generally stable
B	2.0 < PP ≦ 4.0	High instability	D	10 < PP ≦ 40	Low instability	F	50 < PP	Stable

三次元地質モデルの逐次更新システムの開発と山岳トンネル現場での適用

Development and application of sequential updating system of 3D Geological model for mountain tunnel construction

*吉河 秀郎[1]、福田 毅[1]、青野 泰久[1]、齊藤 寛治[1]
*Shuro Yoshikawa[1], Tsuyoshi Fukuda[1], Yasuhisa Aono[1], Kanji Saito[1]

1. 清水建設株式会社
1. Shimizu Corporation

■背景，目的

高速道路やバイパス，新幹線等に利用される山岳トンネルの建設工事では，対象となる地山地質を工事前に事前調査するために，一般的に，鉛直ボーリングや露頭調査，産業技術総合研究所による地質図等からの情報をとりまとめて，トンネルと平行に地質縦断図が描かれる．また地表からの反射法地震波探査による弾性波速度の分布図も重ねて描かれるケースも多い．それらの情報にもとづき，トンネルの支保構造等の設計が行われるが，実際に掘削が進むと，その地質縦断図と切羽（トンネルの掘削面）の地質変化が整合しない場合がある．その理由として，ボーリング調査は限られた本数であり，また露頭調査の範囲も限定されていること等があげられる．

この地質状況の変化，例えば，断層破砕帯の出現位置やその厚さ・走向傾斜を事前に予測することが，切羽での肌落ち（掘削面が崩れ落ちること）等の災害リスクを回避するために重要とされている．そのため，地山性状（地質だけでなく強度も含めた性質）や岩相変化の空間分布の把握を目的に，先進ボーリングや弾性波探査，削孔検層（削岩機による硬軟状況の探査）など，切羽前方数ｍから100ｍ程度までを対象とした前方探査が行われている．しかし，探査結果から地山状況の変化を明確にイメージすることは専門技術者でないと難しく，施工中の探査データが即座に施工計画の改善・変更に反映されたり，現場職員の注意喚起をうながしているとは言えない状況である．例えば，弾性波探査による反射面の分布を三次元的な地質構造に照らし合わせるには専門的な知識，経験，ノウハウを必要とする．

そこで本開発では，探査データを比較的簡易に短時間で三次元的に可視化する方法を検討した．従来からその可視化については，三次元地質モデルが資源探鉱，都市地盤評価など様々な分野で用いられている．山岳トンネルや地下発電所といった地下構造物建設の際，詳細な設計の検討が求められる場合には三次元地質モデルが用いられてきた．しかし，前述したように施工中に探査データが得られるたびに逐次的に地質モデルを更新するには，地質専門技術者が常時対応にあたる必要があり時間もコストもかかっていた．よって専門技術者でなくても，時間をかけずに評価対象となる範囲を簡易にモデル更新することできるシステムを構築することにした[1)]．

■開発システムの概要

本開発による地質モデルの逐次更新方法の骨子は，ソフト開発および，各種探査結果の入力・選択・使用方法等のルール化である．ルールを作ることにより，地質専門技術者でなくても比較的容易に地質モデルを逐次更新できるようにすることを目指している．初期モデルは，地質専門技術者により市販のソフトウェアを用いて施工前の事前調査による結果から作成する．その初期モデル（ソリッドモデル）から解析対象範囲，すなわち施工時の探査データを入力して逐次更新したい範囲を選択し，それをボクセルモデル化して，モデル更新部（開発中のソフト）に入力する．モデル更新部では，目的に応じてそのボクセルモデルを地質区分・硬軟区分などモードを切り替えることが可能である．そのため，初期モデル（ボクセルモデル）では，施工前の調査による弾性波速度分布，当初設計の支保パターンに相当する地山区分，ならびに岩相区分などを各ボクセルの属性値として使用する．ボクセルの属性値を逐次更新するための材料は，例えば，先進ボーリング（以下，Br）や発破弾性波探査による弾性波速度（Vp），Brによる岩相区分，Brの試験体を用いた強度試験結果による物性区分，また，油圧ブレーカによる切羽打撃を振動源とした弾性波探査[2)，3)]による弾性波の反射面な

どを用いる．

■現場への適用と今後の展開

現在，当社施工の山岳トンネル現場において，システム機能の検証を進めている．まだ複数課題を残しているものの，データの入力からモデルの更新まで，最短で10分程度で更新可能である．また，三次元モデルから地山の切断面を抽出できるため，数10ｍ先までの切羽の性状変化の把握が容易になり，施工リスクの検討や現場関係者への注意喚起をおよそタイムリーに実施できる．今後，このシステムで逐次更新した三次元地質モデルを山岳トンネルのデジタルツイン施工のプラットフォームとして活用し，掘削による岩盤力学的な挙動の予測や支保工に作用する応力の予測，トンネル坑内の湧水量予測の高精度化につなげて，山岳トンネル施工の合理化，安全性・生産性の向上につなげていく考えである．

参考文献

1　吉河ほか(2021)：土木学会第76回年次学術講演会，VI-199.
2　西・若林(2016)：応用地質, Vol.56, No.6, pp.343-349.
3　吉河ほか(2021)：第15回岩の力学国内シンポジウム講演集, pp.115-120.

キーワード：山岳トンネル、三次元地質モデル、可視化、探査データ、逐次更新
Keywords: Mountain tunnel, 3D geological model, Visualization, Exploration data, Sequential update

地盤情報データベースを用いた徳島平野・鳴門市周辺の地下地質

Subsurface geology of Naruto Area, Tokushima Plain using drilling database

*西山 賢一[1]
*ken-ichi NISHIYAMA[1]

1. 徳島大学大学院社会産業理工学研究部
1. Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University

徳島平野の一部を構成する徳島県鳴門市周辺は，四国最大の河川である吉野川河口域と，紀伊水道と播磨灘の間を流れる強い潮流で知られる鳴門海峡に隣接し，中央構造線活断層帯が通過する位置にある．この地域の沖積低地における地下地質の解明は，紀伊水道から播磨灘沿岸を含めた第四紀における地形・地質発達史の検討や，中央構造線活断層帯の活動履歴の検討に資するところが大きい．今回，四国地盤情報データベースを用いて，鳴門市周辺地域の地下地質を検討した．

四国地盤情報データベースは，四国地盤情報活用協議会が収集・作成したものであり，徳島県内ではおよそ5,000本のボーリングデータが電子化されて収録されている．今回はこのデータベースを用いるとともに，電子化されていない複数のボーリング資料も収集し，解析に用いた．

中央構造線活断層帯の鳴門南断層を境とし，南側と北側で地下地質が大きく異なる．鳴門南断層より南では，基盤岩の三波川変成岩まで到達したボーリングはなく，最大で厚さ150mに達する厚い沖積層～更新統が平野地下に伏在している．また，鳴門市板東では岩盤上面深度が－500mより深い（佃・佐藤，1996）．これらのことから，鳴門南断層は右横ずれ成分が卓越する活断層として認識されているが，鉛直変位量も極めて大きいことが示唆される．一方，鳴門南断層より北では，沖積面下の－10～－20m程度と比較的浅い深さで基盤の白亜系和泉層群に達する場所と，－40mより深い開析谷が形成された場所とがある．特に，紀伊水道と播磨灘をつなぐ小鳴門海峡地下では，和泉層群の岩盤上面深度が－60m程度と深い開析谷をなし，その上位を更新統と沖積層が埋積している．鳴門断層と鳴門南断層に挟まれた鳴門市街地の沖積低地地下には，深度－10～－20mと浅い深度で和泉層群に達し，かつ，その上面形状がほぼ平坦で，側部に急崖を有することから，埋没波食棚の存在が推定された．この埋没波食棚は上下2面に区分でき，いずれも縄文海進の進行に伴って，和泉層群が侵食を受けて形成されたと推定される．

徳島平野の沖積層は，基底礫層・下部砂層・中部シルト層・上部砂層に大きく分けられ，最大で厚さが40mに達する．中部シルト層中にはK-Ahテフラ（約7.300年前）が挟在する．一方，小鳴門海峡周辺では沖積層基底礫層を欠き，更新統の上位に中部シルト層が直接累積している．基底礫層を欠く理由は，約1万年前に連結したと推定される明石海峡・鳴門海峡の開通後に生じ始めた渦潮を伴う強い潮流が，最終氷期末期に堆積した基底礫層を侵食したことが考えうる（西山ほか，2017a）．

深度－40m以深には，砂・礫・シルトなどからなる更新統（北島層，川村・西山，2019）が厚く分布しており，最大層厚は少なくとも100m以上に達し，基盤に到達していない．北島層は，少なくとも数枚の海成シルト層を挟在している．北島層から得られたテフラはまだ少ないが，小鳴門海峡地下ではAT（姶良Tn，約3万年前）が，鳴門市の西隣に位置する徳島県板野町では，北島層最上部からSuk（三瓶浮布，約1.9万年）が，それぞれ見出されている（西山ほか，2017a, b）．

引用文献　佃・佐藤，1996，第11回地質調査所研究講演会資料，90-93．西山ほか，2017a，阿波学会紀要，61，1-10．西山ほか，2017b，日本地質学会四国支部第17回講演要旨，5．川村・西山（2019）地質学雑誌，125，87-105．

キーワード：徳島平野、地盤情報データベース、第四系

Keywords: Tokushima Plain, drilling database, Quaternary System

ランチョン・夜間集会 | ［ランチョン］海洋地質部会

[3oral1-1230] ［ランチョン］海洋地質部会

座長:小原 泰彦(海上保安庁海洋情報部)、三澤 文慶(産業技術総合研究所)、松崎 賢史(東京大学　大気海洋研究所)
2022年9月6日(火) 12:30 〜 13:30 口頭第1会場 (14号館501教室)

[3oral1-1230-1add] 海洋地質部会ランチョン

12:30 〜　13:30

12:30 〜 13:30 (2022年9月6日(火) 12:30 〜 13:30 口頭第1会場)

[3oral1-1230-1add] 海洋地質部会ランチョン

海洋地質部会を構成する主要機関の代表から近況の活動報告を行うとともに，情報交換を行う．