

**日本地質学会
西日本支部 令和6年度総会
第175回例会**



2025年3月1日(土): 例会, 総会

会場: 北九州市立自然史・歴史博物館 ガイド館

後援: 北九州市立自然史・歴史博物館

会場案内(北九州市立自然史・歴史博物館)

住 所: 〒805-0071 福岡県北九州市八幡東区東田 2-4-1

開館時間: 9:00~17:00

TEL : 093-681-1011

駐車場: 併設駐車場(東田博物館ゾーン共同駐車場)あり。8:00 から利用可能

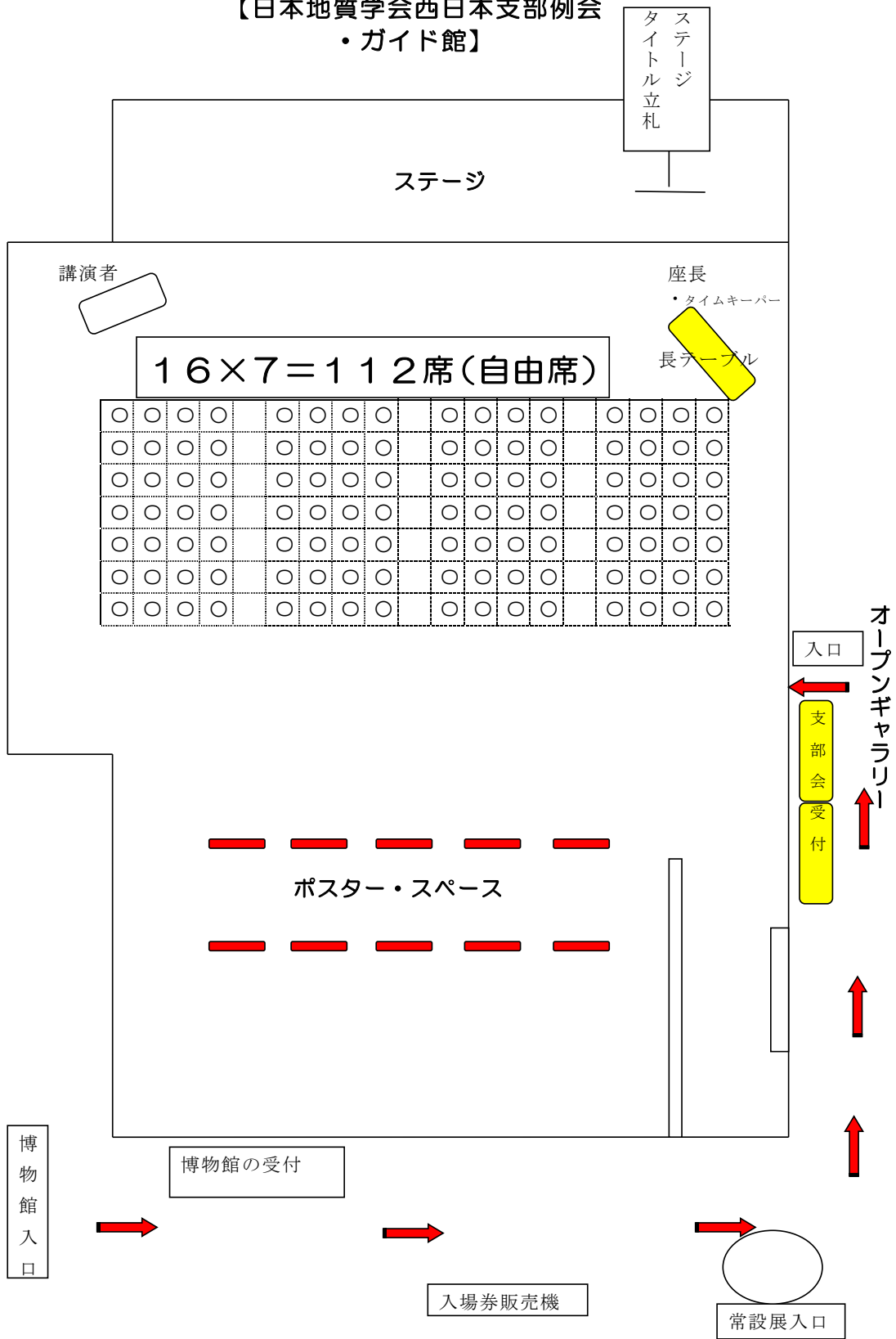
総会・例会会場: 口頭・ポスター発表ともに1F ガイド館
3F 講座室を休憩室として開放

*受付は、当日 9:00 からガイド館入口前で行います。



口頭・ポスター発表会場

【日本地質学会西日本支部例会
・ガイド館】



口頭発表

9:30-9:35

支部長挨拶

9:35-9:40

事務連絡

座長：尾上哲治（九州大）

通番	講演時間	タイトル	発表者
O1	9:45-10:00	地域博物館（Community Museum）と地域地質（Regional Geology）について～地質学系学芸員の視点から～	<u>太田泰弘</u> （北九州博物館）
O2	10:00-10:15	馬島における化石の研究	<u>宇田拓己</u> ・ <u>棟上俊二</u> （福岡教育大）・ <u>鈴木清一</u> （宗像市）
O3	10:15-10:30	八潮市陥没と2016年博多駅前陥没は断裂交差場で発生した	<u>吉村辰朗</u> （第一復建）

10:30-10:45

小休憩（15分）

座長：吉朝開（広島大）

O4	10:45-11:00	Origin, metamorphic history and classification of serpentinites in the Sangun-Renge Belt exposed at Sasaguri, Fukuoka Prefecture	<u>Swarna ANNADURAI</u> <u>MUNUSAMY</u> ・Jun-ichi ANDO・Kaushik DAS（広島大）・Dyuti Prakash SARKAR（山口大）・Seiichiro UEHARA（九州大）
O5	11:00-11:15	山口県中南部徳山湾周辺に分布する火山深成複合岩体の形成過程	<u>大河内砂恵</u> ・ <u>大和田正明</u> （山口大）
O6	11:15-11:30	鳥取県大山に産する片麻状花崗岩ゼノリスの起源とパイロ変成作用：山陰深成-変成コンプレックスの示唆	<u>高橋瑞季</u> ・ <u>遠藤俊祐</u> （島根大）・ <u>中野伸彦</u> ・ <u>足立達朗</u> （九州大）

11:30-11:35

小休憩（5分）

11:35-12:00

総会

12:00-13:10

昼休み

13:10-14:10

ポスター

14:10-14:15

小休憩（5分）

座長：大森翔太郎（九州大）

O7	14:15-14:30	水酸化ナトリウム溶液を用いたチャートからの微化石抽出法と実験のコツ	<u>尾上哲治</u> ・ <u>堀早紀子</u> （九州大）・ <u>富松由希</u> （福岡大）・ <u>Manuel Rigo</u> （パドバ大）
O8	14:30-14:45	上部ジュラ系～下部白亜系鳥巢式石灰岩の形成要因	<u>鬼頭岳大</u> （広島大）・ <u>中田亮一</u> （JAMSTEC）・ <u>狩野彰宏</u> （東京大）・ <u>白石史人</u> （広島大）
O9	14:45-15:00	宮崎県高千穂町の秩父帯上部三畳系上村石灰岩におけるカーニアン多雨事象の記録	<u>久常晃誠</u> ・ <u>元村健人</u> （九州大）・ <u>Manuel Rigo</u> （パドバ大）・ <u>尾上哲治</u> （九州大）

15:00-15:10

小休憩（10分）

座長：富松由希（福岡大）

O10	15:10-15:25	美濃帯の遠洋域深海堆積岩に記録された中期三畳紀ラディニアン期の湿潤化イベント	<u>塩原拓真</u> （九州大）・ <u>武藤俊</u> （産総研）・ <u>尾上哲治</u> （九州大）
-----	-------------	--	--

O11	15:25-15:40	インド中生界, 下部Vindhyan超層群Chitrakoot層の堆積学的・地球化学的特徴	<u>Abhishek K. Pandey</u> (広島大)・ <u>Partha P. Chakraborty</u> (デリー大)・中田亮一 (JAMSTEC)・狩野彰宏 (東京大)・白石史人 (広島大)
O12	15:40-15:55	プレート境界断層に沿った歪の解放に関する構造地質学的研究	<u>吉朝開</u> ・安東淳一・ <u>Kushik Das</u> (広島大)・ <u>Dyuti Prakash Sarkar</u> (山口大)

15:55-16:05

小休憩 (10分)

座長: 菅森義晃 (鳥取大)

O13	16:05-16:20	秩父帯津久見地域における上部三畳系カーニアン層状チャートの微化石層序と岩相変化	<u>富松由希</u> (福岡大)・尾上哲治 (九州大)
O14	16:20-16:35	メキシコ湾のオスミウム同位体比変動に記録されたチチュルブクレーター下の熱水活動	<u>佐藤峰南</u> (九州大)・石川晃 (東京科学大)・ほか8名
O15	16:35-16:50	cleavable olivineの形成過程とその重要性	<u>安東淳一</u> (広島大)・富岡尚敬 (JAMSTECコア研)・前川寛和 (大阪公立大)


16:50~


学生発表賞表彰式

ポスター発表

通番	タイトル	発表者
P1	鳥取県溝口町の「江尾花崗岩」の再検討	<u>磯山未遊</u> ・遠藤俊祐 (鳥根大)
P2	イタリア南部に分布する上部三畳系遠洋性堆積物を対象とした高解像度微化石層序および化学層序	<u>太森翔太郎</u> ・ <u>佐藤峰南</u> ・元村健人・尾上哲治 (九州大)・ <u>Manuel Rigo</u> (パドバ大)
P3	日本海溝アウターライズ域で採取された半遠洋性堆積物の摩擦特性に対する続成作用の影響	<u>井藤隼斗</u> ・ <u>上田瑞貴</u> ・ <u>岡崎啓史</u> (広島大)・濱田洋平 (JAMSTEC)・山口飛鳥 (東京大)
P4	長野県白骨温泉に発達するトラバーチンの分布と特徴	<u>清原愛</u> (広島大)・狩野彰宏 (東京大)・白石史人 (広島大)
P5	インド古原生界Jhamarkotra層に見られるリン酸塩ストロマタイトの産状	<u>佐藤久遠</u> ・ <u>パンディ アプヒシュク</u> (広島大)・ <u>チャクラボルティ パルタ</u> (デリー大)・白石史人 (広島大)
P6	鳥取層群中に新たに見つかった魚類化石産出層のジルコンU-Pb年代 (予報)	<u>菅森義晃</u> (鳥取大)・田邊佳紀 (鳥取県博)・羽地俊樹 (産総研)
P7	美濃帯犬山地域の後期三畳紀ノーリアンにおける放散虫・コノドント統合化石層序	<u>武村盛良</u> ・尾上哲治 (九州大)
P8	なぜいまだに中学校理科の教育現場で「鐘状火山」という言葉が用いられているのか?	<u>棟上俊二</u> (福岡教育大)
P9	長崎市東町の露頭における地質及び断層の関係について	<u>西川 正</u> (日本赤十字社)

P10	岡山県中央部久米南塩基性岩体の岩相ブロック差	<u>前圭一郎</u> ・能美洋介・土屋裕太（岡山理科大）
P11	地質調査における物理探査の適用事例 -2次元微動探査を用いた断層調査事例-	<u>前浜悠太</u> ・佐々木勝・山本圭人（基礎地盤コンサル）
P12	北九州市，高槻遺跡産高槻型石斧石材の多様性	<u>松永航汰</u> ・ <u>柚原雅樹</u> （福岡大）・ <u>梅崎恵司</u> （北九州市芸術文化振興財団）・ <u>森貴教</u> （新潟大）・ <u>角縁進</u> （佐賀大）
P13	岐阜県飛水峡セクションにおける美濃帯下部・中部三畳系珪質岩類の微化石層序と有機炭素同位体比変動	<u>宮岡隼陽</u> ・ <u>海江田蒼太</u> ・ <u>元村健人</u> ・ <u>尾上哲治</u> （九州大）
P14	九州南西部の芦北地域南部に散在する先古第三系砂岩のモード組成	<u>山本啓司</u> （鹿児島大）・ <u>佐藤良樹</u> （鉦研工業）
P15	平尾花崗閃緑岩に見出された同時性苦鉄質岩脈の産状と全岩化学組成	<u>柚原雅樹</u> （福岡大）・ <u>梅崎恵司</u> （北九州市芸術文化振興財団）・ <u>川野良信</u> （立正大）・ <u>安部和城</u> （北九州市芸術文化振興財団）
P16	宮崎県日之影町末市地域，床木層（三宝山帯）中の上部三畳系石灰岩の岩相と堆積環境	<u>星木勇作</u> ・ <u>星木美恵</u> （Geostack, 北九州自然史歴史博物館友の会）

 : 学生・PD口頭発表（優秀発表賞候補者）

 : 学生ポスター発表（優秀発表賞候補者）

発表時間の目安：1鈴（12分），2鈴（14分），3鈴（15分）

講演要旨（PDF）は地質学会西日本支部ホームページに掲載

<https://geosociety.jp/outline/content0025.html>



0-1 地域博物館 (Community Museum) と 地域地質 (Regional Geology) について ～地質学系学芸員の視点から～

太田泰弘 (北九州市立自然史・歴史博物館)

Community Museum and Regional Geology
-From the point of view of a geological curator-
Yasuhiro OTA (KMNH)

博物館は、各館の使命や役割を持続的に果たすため、資料の収集、調査・研究、保存・保管・整理、展示・教育普及といった普遍的な基本機能を堅持しながら、取り巻く社会の時々々の要請に応えることが求められる。今日的な博物館の役割や機能を思考する必要があり、博物館の機能強化をもたらす「持続的な好循環」を模索する必要もある。昨今、博物館の経営形態も多様化しており、博物館と社会のかかわり (貢献) や主体性の観点などから地域博物館の訳語として “Community Museum” も提案されている (武井, 2020)。

筆者は、これまで地方の (Regional) 博物館において、地域の (Local) “志縁” を得て、地質学系の学芸員として地域地質 (Regional Geology) に関連する博物館活動に従事してきた (太田・杉野, 2024 など)。

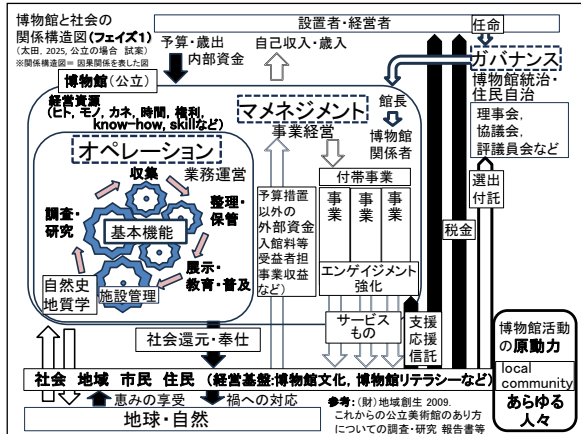
地質学を学術的視座とする博物館活動は、自然史系資料の収集方針 (柴田ほか, 1973 など) と同様に、地域 (Regional) (基礎の確立) からグローバル (応用) へ、定性的・概念的から定量的・分析的、時間的 (経過) ・総合的へと向かう指向性が高い。博物館活動の実践は、身近な“場”, 足元から始まり、「地球規模」の「自然のしくみの理解」に及ぶ。筆者は、この博物館活動の流れは、博物館活動のフェイズ (phase : 段階) として捉えることが可能と考える。

人類は、自然と関わりなしには存在せず、これまで恵みや禍をもたらす自然を理解し、働きかけ、心身ともに豊かな、文化的な生活を手に入れてきた。地質学系 (自然史系) の博物館活動は、この一助となるべく全ての「いのち」と、日々の暮らしや文化・芸術、知恵や知識などの根源である「自然そのもの」にポジティブに向かい合い、過去から現在、未来に至る有形・無形 (進化や法則性や鳴き声等) の博物館資料 (記録=もの十こと: 情報) の継承 (知の蓄積)

と、時代に即した活用 (知の解放) を試みている。

本発表では博物館活動の基礎的理解のため、博物館と社会 (local community) との関係構造図 (公立博物館の活動: フェイズ1) の試案を提示する。また持続的な博物館活動を可能とするためには、好循環を生み出す原動力としての地域コミュニティの形成が重要であることを述べる。加えて原動力維持の見地から、博物館活動参加者の主体性を養育することの重要性にふれ、活動参加を促す誘因としての、活動関与から得られる「知的好奇心」への充足感や「楽しみ」の欲求に対する満足感や社会との繋がりからもたらされる「自己実現」の成就 (達成感の獲得) など、取り巻く社会と個々の心身が良好な状態に保たれること (well-being) が重要であることを述べる。最後に地質や自然の広がりや念頭に置く点とする多様な博物館のフェイズを繋ぐ、地球規模の新たな広がりや有す新しいフェイズの構築も不可欠であることを付け加える。

引用文献. 太田泰弘・杉野広利 (2024) 日本地質学会第131年学術大会講演要旨, G8-0-2; 柴田敏隆・太田正道・日浦 勇編 (1973) 日本博物館協会, 293p.; 武井二葉 (2020) 博物館学雑誌, 第45巻, 第2号, 1-14.



0-2 馬島における化石の研究

宇田拓己¹・棟上俊二²・鈴木清一³

(¹福岡教育大学中等理科, ²福岡教育大学, ³福岡県宗像市)

Study of the Shell fossils on Umashima Island

¹Takumi UDA, ²Shunji TOJO, ³Seichi SUZUKI

(¹University of Teacher Education Fukuoka,²Fukuoka Kyoiku

Daigaku,³Munakata-city Fukuoka Pref.)

馬島は響灘上にある標高 20m ほどの丘陵が連なる有人島で、行政区分としては福岡県北九州市小倉北区馬島である。馬島及びその周辺は、芦屋層群が分布する。芦屋層群は新生代古第三紀漸新世、層厚 1200m 以上の浅海性堆積層群で、尾崎ほか(1993)によれば下位より、山鹿層、則松層、陣ノ原層、本城層、脇田層に区別されている。今回の調査地域である馬島には陣ノ原層が分布している。

調査地域は本島中央部北部及び南部(北方の沿岸を北部, 南方の沿岸を南部としている)、東部の露頭及び岩礁の調査では多量の生痕化石が観察された。中央部下部層での化石密集層の一部を採取し、クリーニングを行った。採取した化石の同定には富田・石橋(1990)及び小林(2004)の図版を参考にした。しかし、得られた 54 個の化石試料のうち 30 個の試料に関しては、風化が激しく、同定することができなかった。

母岩からは薄片を作成した。4 個の薄片試料は淘汰の良い砂岩で粒の大きさは 0.02~1.9mm, 球形度の平均は 0.748, 円磨度の平均は 0.445 であった。なお、球形度の計測には Rittenhouse(1943), 円磨度の計測には Krumbein(1941)の印象図を基準に、簡便的に数値化した。砂粒子には、石英、斜長石、岩片が観察され、基質中の一部分は方解石であった。どの試料も傾向として石英が多くを占めており、次に斜長石、岩片、方解石の順に多く観察された。方解石は貝殻のカルシウムがもととなった可能性が考えられる。同定できた 24 個の試料から *Glycymeris cisshuensis* MAKIYAMA, *Meretrix* sp., "*Felaniella*" *confuse* (NAGAO), *Anadara* sp., *Serripes* sp., *Euspira ashiyaensis* (NAGAO)を同定した。

本研究で得られた化石試料と同属の現生の貝の生態から、分布に多少の違いは見られるが、生息地はどの試料も浅海性で砂底～砂泥底であると考えられる。水野(1995)によると、芦屋層群陣ノ原層は相浦階に該当し、*Glycymeris cisshuensis* MAKIYAMA, *Euspira ashiyaensis* (NAGAO)が記載されており、*Meretrix* sp.については佐世保階に記載されている。その他の化石試料は記載がなかった。さらに、採取した化石試料の多くが *Glycymeris cisshuensis* MAKIYAMA で、二枚貝はすべて片殻のみで割出された。高橋・西田(1975)によると、対州層群から産出した化石試料はほとんどが *Glycymeris cisshuensis* の片殻からなっており、他の二枚貝類の個体数はきわめて少ない点から、対州層群の化石群と芦屋化石動物群との密接な関係が推測される。また、風化や変質などについてうまく種を同定できなかった試料もあるため、より多くの試料を採取し、検討を重ねていく必要がある。

引用文献

小林公成(2004)改訂新版世界文化生物大図鑑貝類, 株式会社世界文化社,

pp.400.

水野篤行(1995)西日本地域の漸新統 - 下部中新統の軟体動物群生層序, 日本地質学会学術大会講演要旨第 102 年学術大会(95'広島), p136.

中江訓ほか(1998)小倉地域の地質(5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, pp.252.

尾崎正紀・濱崎聡志・吉井守正 (1993) 折尾地域の地質(5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, pp.122.

高橋清・西田民雄(1975)対馬上県地域の対州層群下部層の軟体動物化石について, 長崎大学教養部紀要(自然科学), no.15, 15-21.

富田幸臣・石橋毅(1990)九大理研究報告地質学, 16(2), 99-142.

0-3

八潮市陥没と2016年博多駅前陥没は断裂交差場で発生した

吉村辰朗¹

(¹第一復建株式会社)

The Yashio City cave-in and the 2016 Hakata Station cave-in occurred at fracture crossing zone.

Tatsuro YOSHIMURA¹ (¹ Daiichi Fukken Consultant.)

諫早市の管敷設深度には沖積粘土層が分布し、当層を対象に透水試験を実施した結果は 10^{-8} cm/sec で粘土での通常値であったが、既存報告書の粘土の透水係数は 10^{-3} cm/sec \sim 10^{-1} cm/sec で「砂礫～粗砂」の値だったため、断裂線図を作成した結果、「高透水箇所は、断裂の交差する場所(断裂交差場と称す)である」ことが判明した(図-1)。沖積層においても「断裂交差場では極微割れ目が形成され、透水性が高くなる」と考えられる。断裂交差場では、パイピング(図-2)や湧水(図-3)が発生する。八潮市陥没においても湧水が認められたので(図-4)、断裂線図(図-6)を作成した。また、2016年に博多駅前陥没が発生した箇所付近の断裂線図(図-7)を作成した結果、両陥没は湧水ゾーン(図-5)において発生していることが判明した。以上の事象より、湧水により深部地盤が軟弱化し、上位の土圧に耐え切れず、地盤崩落によって「陥没」が発生するメカニズムが考えられる。

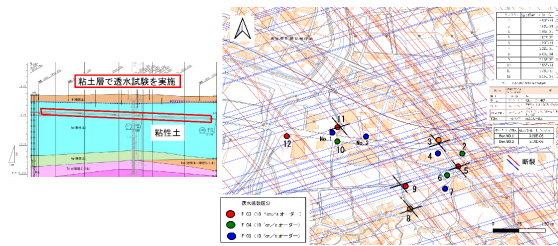


図-1 沖積粘土層での断裂交差場における高透水性形成



図-2 令和2年 筑後川のパイピング



図-3 橋梁基礎掘削時の湧水



図-4 八潮市陥没箇所での湧水

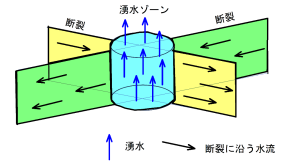


図-5 断裂交差場と湧水ゾーンの対応

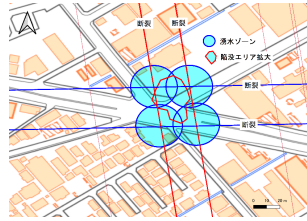


図-6 八潮市陥没付近の断裂線図

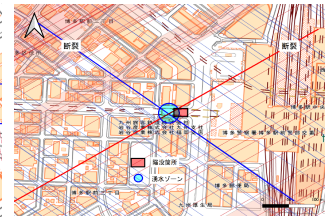


図-7 博多駅前陥没付近の断裂線図

引用文献

吉村辰朗・森山秀馬：不連続面の交差場で発生するパイピングとパイプ流，地盤工学会誌，Vol. 71，No.1，pp. 45-48, 2023.

0-4

Origin, metamorphic history and classification of serpentinites in the Sangun-Renge Belt exposed at Sasaguri, Fukuoka Prefecture

Swarna ANNADURAI MUNUSAMY¹, Jun-ichi ANDO^{1,2}, Kaushik DAS^{1,2}, Dyuti Prakash SARKAR³, Seiichiro UEHARA⁴

(¹Hiroshima Univ., ²HiPeR, Hiroshima, ³Yamaguchi Univ., ⁴The Kyushu Univ. Museum)

Serpentine of the Sangun-Renge Belt are exposed together with high-pressure metamorphic rocks around the Narubuchi dam in Sasaguri, Fukuoka Prefecture. The aim of this study is to elucidate the origin, metamorphic history, and classification of the serpentinites by studying their microstructures, geochemistry, and Raman spectroscopy.

The serpentinites in the Sasaguri area consist mainly of serpentine group minerals with minor amounts of Cr-spinel, magnetite, Cr-magnetite, chlorite, magnesio-anthophyllite, magnesite, talc-chlorite, tremolite, and hornblende, in varying abundances. Based on the combination of serpentine minerals they contain, the serpentinites in the study area can be classified into four types: (1) Lizardite-Chrysotile serpentinite, (2) Lizardite-Chrysotile-Antigorite serpentinite, (3) Lizardite-Antigorite serpentinite, and (4) Antigorite serpentinite.

In the northern region of the study area, only Type-4 serpentinite is observed. It is characterized by antigorite grains a few mm in size, showing undulose extinction. A mylonitized zone formed by shear deformation can be identified, where the grain sizes of the antigorite are much finer (<100 μ m) due to dynamic recrystallization.

All four types of serpentinites are exposed to the south of the above region. Mesh and bastite textures are seen in type-1 serpentinite. Mesh textures with minor antigorite are retained in type-2 serpentinite. The ribbon texture of antigorite, with lizardite and antigorite (both discrete grains and veins) is present in type-3 serpentinite. Pseudomorphic textures, such as schiller structures and pyroxene replaced by magnesite and magnesio-anthophyllite, are preserved by type-4 serpentinite. About

500 m south of Narubuchi dam (southernmost region of the current study), Type-4 serpentinite is exposed, which is dominated by fine-grained antigorite with crosscutting veins.

All serpentinites, except for those found in the southernmost region, contain Cr-spinel. As a petrogenetic indicator, Cr-spinel helps to reveal the protolith of the serpentinite. The Cr-spinel shows compositional zoning along grain boundaries, which is well-developed in Type-4 serpentinite in the northern area. Electron probe microanalysis (EPMA) of the Cr-spinel shows a progressive alteration sequence from pristine cores to ferritchromite rims, which are subsequently overgrown by magnetite. No reaction zone or ferritchromitization is observed along the boundaries of the magnetite-filled fractures within the Cr-spinel grain. This confirms that the ferritchromite rim is formed due to the metamorphism and not because of the interaction between Cr-spinel and magnetite. The Cr-spinel core has $Cr^{#}[Cr/(Cr + Al)] > 0.6$ and $Mg^{#}[Mg/(Mg + Fe^{2+})]$ varying between 0.1-0.7, which suggests a compositional affinity with fore-arc peridotites. The high $Cr^{#}$ and low TiO_2 (< 0.1 wt%) of spinel indicate the depleted nature of these serpentinites. The bulk rock chemical analyses show that the serpentinites (except in southernmost area) have very low abundances of Al_2O_3 (0.22-0.84 wt.%) and CaO (0.01-0.29 wt.%), which are similar to the fore-arc peridotite composition. The high contents of Ni (2011-2949 ppm), Cr (1877-3637 ppm) and Co (82-105 ppm) and depletion in the incompatible elements indicate the depleted nature of the parent rock.

In summary, the origin of the serpentinite is suggested as forearc peridotite based on the high $Cr^{#}$ and low TiO_2 in the spinel and the low Al_2O_3 and CaO of the bulk serpentinites. The presence of both mesh and bastite textures in the serpentinite suggests that the protolith contained both olivine and pyroxene, indicating that it could have been harzburgite or lherzolite. A two-stage evolution can be used to explain the metamorphic history of the serpentinite. The first stage is the metamorphism of the peridotite at greenschist to amphibolite facies condition (400-700°C), suggested by the ferritchromitization of chrome spinel rims. The second stage is the serpentinization of the peridotite at 250-400°C marked by the overgrowth of magnetite.

0-5

山口県中南部徳山湾周辺に分布する火山深成複合岩体の形成過程

大河内砂恵¹・大和田正明¹

(¹山口大学)

Geotectonic processes of volcano-plutonic complex from the Tokuyama Bay area in the south-central part of Yamaguchi prefecture

Sae OHKOUCHI, Masaaki OWADA

(¹Yamaguchi Univ.)

【はじめに】西南日本内帯には白亜紀の珪長質火山岩類が広く分布する。この火成活動は、活動的大陸縁における地殻形成の主要な過程とみなされてきた(今岡ほか, 2019)。また、西中国地域においては、およそ95–85Maにイグニンプライト・フレアアップと呼ばれる大規模珪長質火砕流が噴出した(今岡ほか, 2019)。一方で、周南層群の火山深成複合岩体は、珪長質岩だけでなく、中間質(安山岩)火山活動から始まることで特徴付けられる。しかし、それらは吉部カルデラと山口カルデラの2例が検討されているに過ぎない(武田・今岡, 1999; 岸ほか, 2007)。徳山湾に面した大島半島の太華山地域には、安山岩を含む周南層群の噴出岩と少量の貫入岩を伴う(村上・今岡, 1986)。こうした岩相組み合わせは、火山深成複合岩体として捉えることが可能である。そこで、本研究では太華山地域の噴出岩類と貫入岩類の特徴を詳細に記載し、形成史について検討する。

【地質概要】山口県中南部に位置する徳山湾を囲む地域は、変成岩類を基盤とし、噴出岩類と貫入岩類を伴う。噴出岩類の分布は太華山地域に限られるが、太華山地域の南西部、給島、大津島そして湾内の黒髪島・仙島では花崗岩が主に変成岩類を貫く。太華山地域には基盤岩である泥質片岩と珪質片岩、それを覆う安山岩質噴出岩およびデイサイト質噴出岩、それらをシル状に貫く花崗岩が分布し、噴出岩中に堆積岩(泥質ホルンフェルス)の薄層を挟む。また、安山岩岩脈は基盤岩のみを貫く。噴出岩の層序は下位が安山岩質、上位がデイサイト質で、それぞれ溶岩と火砕岩を含む。火砕岩はさらに火山礫凝灰岩と凝灰岩に区分できる。基盤岩と噴出岩類の境界は基本的にアバット不整合で、一

部でオーバーラップ不整合へ移り変わる。また、結晶片岩の角礫から構成される不淘汰角礫岩が3地点で確認された。これらの不淘汰角礫岩の基質部は結晶片岩の破砕物から構成され、少量の火砕岩角礫を伴う。

【形成史の検討】以上の岩相区分と地質構造の特徴をまとめ、形成史を検討した。まず結晶片岩中に発達した断層によって盆状構造を形成する。この断層で破砕・角礫化した結晶片岩が凹地に堆積する。その後安山岩質マグマが噴出し、結晶片岩を覆う。安山岩岩脈はこの時の火道と考えられる。安山岩質マグマの活動が終わる頃、泥岩層が形成され、引き続きデイサイト質マグマ活動へ移行した。最後に花崗岩が基盤岩と噴出岩に貫入する。断層運動によって徳山湾西部が差別的に上昇し、上部が剝削され現在に至る。

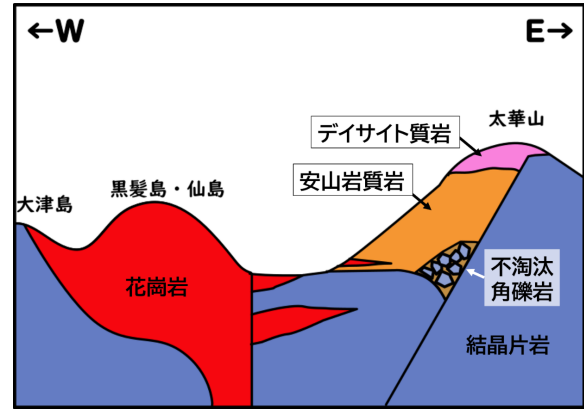


Fig. 1 徳山湾周辺の模式的な断面図

引用文献

今岡ほか(2019)地質学雑誌, 125, 529–553. 岸ほか(2007)地質学雑誌, 113, 479–491. 村上・今岡(1986)山口大学教養部紀要, 村上允英教授記念号, 67. 武田・今岡(1999)地質学論集, 53, 199–219.

0-6

鳥取県大山に産する片麻状花崗岩ゼノリスの起源とパイロ変成作用: 山陰深成-変成コンプレックスの示唆

高橋瑞季¹・遠藤俊祐¹・中野伸彦²・足立達朗²

(¹島根大学, ²九州大学)

Origin and pyrometamorphism of gneissose granitoid xenoliths from the Daisen volcano, SW Japan: indications of the San'in plutono-metamorphic complex
Mizuki TAKAHASHI, Shunsuke ENDO, Nobuhiko NAKANO, Tatsuro ADACHI
(¹Shimane Univ., ²Kyushu Univ.)

【はじめに】鳥取県西部に位置する大山は、主にデイサイトから構成される第四紀火山である。大山周辺の基盤岩として、白亜紀末から古第三紀にかけて形成された山陰花崗岩類が広く分布しており、さらに大山西麓に産するトリアス紀およびジュラ紀の花崗岩類(一部は片麻状構造が顕著)から古期・新期飛騨花崗岩類の分布が示唆されている(Tsutsumi et al., 2018; Kawaguchi et al., 2023)。大山北壁直下の元谷からは、デイサイト河床礫中に片麻状花崗岩ゼノリスが含まれることが知られており、三浦(1989)はこれらの花崗岩ゼノリスが輝石を含むことや飛騨帯構成岩類との関連を述べているが、詳細な研究は行われていない。本研究は、国立公園特別保護地域内の土石の採取許可を受け採集した片麻状花崗岩ゼノリスの岩石学的・年代学的検討を行った。

【岩石記載】片麻状花崗岩ゼノリスは、アルカリ長石を含まない石英閃緑岩〜トータル岩質の鉱物組成を有し、基質部はグラノプラスティック組織を示す。融食形を示す石英は、針状のトリディマイト、オリゴクレス〜アノーソクレス、サニディンからなる微晶質部に取り囲まれている。肉眼で観察可能な片麻状構造は単斜輝石(オージャイト)と直方輝石からなる集合体や黒雲母集合体の形態定向配列による。基質の斜長石に比べて、輝石集合体周辺の斜長石はCaに富む。黒雲母集合体周囲の斜長石はKに富むほか、少量のカリ長石も生じている。黒雲母はフッ素を含み(F=3.4–5.2 wt%)、特に結晶周縁部ではF>OHとなる。

【ジルコン U-Pb 年代】2 試料の片麻状花崗岩ゼノリスからジルコンを分離し LA-ICP-MS による U-Pb 年代測定を行った。コンコードントな ²³⁸U-²⁰⁶Pb 年代の加重平均 (2σ) として、77.6 ± 1.7 Ma と 78.3 ± 1.4 Ma が得られた。いずれの測定点も Th/U 比が高く、波動累帯を示すことから火成年代と判断される。

【議論】記載岩石学的特徴から、片麻状花崗岩ゼノリスは大山のマグマ供給系に取り込まれた際のパイロ変成作用を受けている。トリディマイトを含む微晶質部はパイロ変成作用時に生じたメルトの急冷組織と考えられる。メルトを生じる反応として、ホルンブレンドと黒雲母の局所的な脱水溶融反応が考えられる。特に輝石集合体とそれに伴う Ca に富む斜長石はホルンブレンドの脱水溶融組織と考えられ、メタルミナス花崗岩の低圧溶融実験 (Patino Douce, 1997) と整合的である。両輝石温度計や三長石温度計からパイロ変成作用の温度は 1000°C に達すると推定される。一方、黒雲母の脱水溶融反応の進行は限定的で、黒雲母は残存している。これは反応残留物の黒雲母にフッ素が濃集したことで、1000°C 付近でも黒雲母が安定化した可能性が考えられる。

片麻状花崗岩ゼノリスの片麻状構造と、基質のグラノプラスティック組織はパイロ変成作用以前の特徴であり、ゼノリスの起源が片麻状組織を示す変成花崗岩類であることを明確に示している。また 2 試料の片麻状花崗岩ゼノリスがともに約 78 Ma の後期白亜紀の火成年代を示したことから、これらゼノリスの起源は飛騨花崗岩類ではなく、山陰花崗岩類との関連が明らかとなった。しかし、片麻状花崗岩ゼノリスは、浅所貫入型の塊状岩相を主とする山陰花崗岩類の特徴とは大きく異なっている。このような岩石がゼノリスとしてのみ産することは、山陰花崗岩類の深部相として、後期白亜紀深成-変成コンプレックスが山陰地域の地下に伏在することを示唆している。

引用文献

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

0-7

水酸化ナトリウム溶液を用いたチャートからの微化石抽出法と実験のコツ

尾上哲治, 堀早紀子 (九州大), 富松由希 (福岡大), Manuel Rigo (パドバ大)

Tips and techniques for extracting microfossils from chert using sodium hydroxide solution

Tetsuji ONOUE, Sakiko HORI (Kyushu Univ.), Yuki TOMIMATSU (Fukuoka Univ.), Manuel RIGO (Padova Univ.)

放散虫やコノドントといった微化石は、日本の中・古生代付加体中に含まれる層状チャートの時代決定において重視されてきた。従来、層状チャートからの微化石抽出には、フッ化水素酸 (HF) を用いた処理法が利用されてきた (林, 1968)。しかし HF は、毒物及び劇物取締法において毒物に定められた著しく反応性の高い薬品であり、健康上の問題も数多く報告されている。そのため、HF を用いた微化石抽出にあたっては、必ず高排気量のドラフト内で保護メガネ、防毒マスク、耐薬エプロン・手袋を装着して作業を行う必要があり、安全対策を十分にとることができる限られた機関でしか微化石研究は進められてこなかった。

しかし最近、HF を用いる方法と比べて安全かつ効率的に微化石を岩石から取り出す方法として、水酸化ナトリウム (NaOH) 溶液を用いる手法が提案された (Rigo et al., 2023)。さらに Onoue et al. (2024) は、チャートに対する NaOH 溶液の溶解度が、温度の上昇とともに著しく増加することを見出し、溶解温度、濃度、反応時間等を適切に設定することで、NaOH 溶液を用いてチャート中から放散虫・コノドント化石を大量に取り出せることを示した。そこで本研究では、この NaOH 溶液を用いた微化石抽出の手法について、最適な試料量、温度、濃度、反応時間の条件を検討したので報告する。

実験手順としては、Onoue et al. (2024) に従って、4-8 mm のチャート片 5 g を 100°C の NaOH 溶液 (濃度 1 mol/L) 80 mL を用いて溶解する

ことを基本とした。美濃帯大山地域の三疊系赤色層状チャートを用いた検討では、実験開始から 2-3 日間は溶解速度が大きく、この期間にチャートの基質部分と放散虫骨格の溶解速度の差が生じることで、放散虫個体が抽出されることを確認した。コノドントについては、NaOH 溶液による溶解作用を受けないことから、非常に保存状態のよい個体を得ることができた。上記の実験条件では、NaOH 溶液による溶解が 3 日を過ぎると、チャート表面の溶解速度が低下し、代わって残渣中に含まれる放散虫個体の溶解が優先的に進行することが分かった。そのため、NaOH 溶液を 2-3 日毎に交換し、その際は残渣も同時に回収する必要があることが示された。さらに本研究では、試料の溶解後は残渣から放散虫個体の分離を促進するために、超音波洗浄 (30 秒-1 分) を行うと効率的であることが明らかになった。超音波洗浄にあたっては、出力 120W 以下かつ 30 kHz 以下の周波数での洗浄であれば、放散虫の損傷を抑えることができる。さらに、走査型電子顕微鏡を用いた化石表面の観察から、従来の HF 法に比べて、NaOH 法には岩石中から得られる放散虫・コノドント個体の骨格が細部まで非常によく保存されることも明らかになった。

本研究の結果、適切な実験条件の設定により、低濃度 (1mol/L) の NaOH 溶液を用いてチャート中から微化石を取り出すことが可能であることが示された。1mol/L の NaOH 溶液は、毒物及び劇物取締法にも該当しないため、従来の HF に比べると格段に取り扱いが容易である。また低コストでもあることから、従来の HF を用いた方法よりも安全で効率的な微化石抽出法であると考えられる。

引用文献

林, 1968. 栃木県葛生町のあと山層から産出したコノドントについて. 地球科学, 22, 63-77; Rigo et al. 2023. A new method for extracting conodonts and radiolarians from chert with NaOH solution. *Palaentology*, 66, e12672; Onoue et al., 2024. A dilute sodium hydroxide technique for radiolarian extraction from cherts. *Sci. Rep.* 14, 12831.

0-8

上部ジュラ系~下部白亜系鳥巢式石灰岩の形成要因

鬼頭岳大¹・中田亮²・狩野彰宏³・白石史人¹

(¹広島大学, ²海洋研究開発機構, ³東京大学)

Formation factors of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Torinosu-type Limestone
Taketo KITO, Ryoichi NAKADA, Akihiro KANO, Fumito SHIRAIISHI

(¹Hiroshima University, ²JAMSTEC, ³The University of Tokyo)

上部ジュラ系~下部白亜系の鳥巢式石灰岩は、南は九州、北は北海道まで広く分布し、一般的に砂岩や泥岩などが卓越する地質体中に小規模岩体として産する (例えば、田村, 1960)。このことは、ジュラ紀後期~白亜紀前期のある時期に、炭酸塩鉱物の供給量が陸源碎屑物の供給量を局地的に上回るイベントが、ユーラシア大陸東縁の比較的広い範囲で起こったことを意味する。しかしながら、鳥巢式石灰岩はしばしば下位の碎屑岩との境界露頭を欠いていることに加えて、その年代が精度よく決定された石灰岩体がいまだに限られていることもあり、炭酸塩鉱物の相対的な供給量の増加に至った原因は十分に理解されていない。本研究において、愛媛県西予市城川町で詳細な地質調査を行ったところ、新たに鳥巢式石灰岩と下位の碎屑岩の連続露頭を発見し、これを中津川セクションとした。また、中津川セクションを含む石灰岩体に次いで規模の大きい石灰岩体に菊乃谷セクションを設定した。これらのセクションにおいて、石灰岩・碎屑岩の構成要素を明らかにする。また炭素・酸素同位体比測定により、石灰岩形成時の環境変化や続成作用の影響を評価する。さらには、石灰岩に対して Sr 同位体層序学を適用し、堆積年代を高精度で決定する。これらの結果を統合することで、鳥巢式石灰岩形成の開始・終了に至った要因について明らかにすることが本研究の目的である。

中津川セクション周辺では、岩相が下位からハンモック状斜交層理を伴う砂岩泥岩互層、平板型・トラフ型斜交層理を伴う砂岩、層状石灰岩、塊状石灰岩へと変化した。このことは、石灰岩が浅海化に伴って形成したことを示唆する。XRD 分析およびポイントカウンティングの結果、中津川セクションの岩相は下部から上位に向かって、主に陸源碎屑物とペロイドからなるグレ

インストーン、主に石灰泥と陸源碎屑物からなるワッケ・バックストーン、主に造礁性生物、微生物被殻、被覆微生物からなるフレームストーン、主に陸源碎屑物を含む基質、放散虫と思われる粒子を含むワッケストーンと変化した。炭素同位体比は、石灰岩体下部において上方への増加傾向を示しており、これは石灰岩形成の開始時に生物生産性が増加していた可能性を示している。一方で、菊乃谷セクションは塊状石灰岩のみからなり、XRD 分析に基づく全ての層準で方解石が 90%以上であり、陸源碎屑物は最大で 7.2%であった。このような、中津川セクションよりも低い陸源碎屑物含有量は、石灰岩体上下の碎屑岩との漸移部分が露出していないことに起因すると考えられる。これらの結果を踏まえると、石灰岩の形成は、浅海環境における流速の低下と石灰質骨格を持つ生物の生育により開始し、水深増大によって終了したことが示唆される。

また、中津川セクションの中部から発見した腕足動物の殻に対し、白石ほか (2005) の手法に基づいて Sr 同位体層序学を適用したところ、147.5 (± 0.5) Ma という堆積年代が得られた。これは、先行研究が Sr 同位体層序学によって推定した他の石灰岩体の堆積持続期間と同時期であることを意味する。

引用文献

白石ほか (2005) 地質学雑誌, 111 (10), 610-623; 田村 (1960) 熊本大教育紀要, 8, 1-40.

宮崎県高千穂町の秩父帯上部三畳系上村石灰岩
におけるカーニアン多雨事象の記録久常晃誠¹・元村健人¹・Manuel Rigo²・尾上哲治¹¹九州大学, ²パドヴァ大学)

Record of the Carnian Pluvial Episode in the Upper Triassic Kamimura Limestone of the Chichibu Belt, Takachiho Town, Miyazaki Prefecture

Kosei HISATSUNE, Kento MOTOMURA, Manuel RIGO, Tetsuji ONOUE

¹Kyushu Univ., ²Padova Univ.)

後期三畳紀カーニアン(約2億3200万年前)では、一時的な湿潤気候への移行が知られ、このイベントはカーニアン多雨事象(Carnian Pluvial Episode: CPE)と呼ばれている。CPEが発生した前期カーニアン末期~後期カーニアン初期においては、主にパンゲア大陸内陸の陸成層やテチス海周辺の陸棚堆積物の研究から、堆積相の明瞭な変化、海棲生物の絶滅、陸上生物の進化的変化が報告されている。その原因として、当時パンサラッサ海で発生したランゲリア巨大火成岩石区(LIPs)における大規模な火成活動が提案されている(Dal Corso et al., 2020)。一方、ランゲリアLIPs近傍で堆積したと考えられる、日本のジュラ紀付加体中の三畳系海山型石灰岩には、CPEとLIPsの両イベントに関連した浅海域の古環境情報が記録されていると推測される。しかし、日本の上部三畳系石灰岩を対象とした詳しい地質年代に関する研究は少なく、CPEの地質記録についても未報告である。そこで本研究では、三畳紀のパンサラッサ海遠洋域の海山頂部で堆積したと考えられる秩父帯の三畳系石灰岩を研究地域とし、コノドント化石層序および堆積相解析、有機炭素同位体比分析から、CPE期間におけるパンサラッサ海遠洋域の浅海環境の復元を目的として研究を行った。

研究対象は、宮崎県西臼杵郡高千穂町上村(かむら)に分布する三畳系石灰岩(上村石灰岩)である。本研究では上村石灰岩を対象に地質調査を行い、石灰岩体上部の約15mの区間の層序を検討した。検討した石灰岩は、層厚が30~200cm程度の暗灰色~明灰色の塊状石灰岩から構成される。

本研究の結果、検討したセクションの下部より、中期三畳紀アニシアン後期

に特徴的な *Paragonolella* ex gr. *excelsa* で特徴づけられる *Paragonolella* 属のコノドント化石が産出した。セクション中部からは、後期三畳紀カーニアンに特徴的な *Quadralella lobata* を含む *Quadralella* 属や、前期および後期カーニアンに特徴的な *P. cf. polygnathiformis* および *Carnepigonolella tuvalica* がそれぞれ産出した。検討セクションの上部からは、ノーリアンに特徴的な *Epigonolella* 属のコノドント化石のほか、最上部からは *Mockina bidentata* などの後期ノーリアンの年代を示すコノドント化石が得られた。薄片観察に基づく堆積相解析からは、セクション全体を通じて薄殻二枚貝に富む Thin-shelled bivalve wackestone-packstone から構成され、比較的静穏な環境で堆積したミクライト質石灰岩から構成されることが明らかになった。しかしCPEが発生したとされる前期カーニアンでは、石灰岩の再堆積を示す Lithoclastic wackestone-packstone の堆積相に変化し、さらに後期カーニアンになると生砕物粒子をほとんど含まない non-fossiliferous lime-mudstone で占められる生物多様性に乏しい堆積環境に推移したことが明らかになった。有機炭素同位体比分析からは、前期カーニアンにおいて2度の負の炭素同位体比異常が確認された。このうち特に顕著な炭素同位体比の低下と全有機炭素(TOC)の上昇が、前期/後期カーニアンの境界付近でみられた。

以上の結果より、本研究で検討した層序区間は、中期三畳紀ラディニアンから後期三畳紀ノーリアンの堆積年代を持つことが明らかになった。CPEが発生したとされる前期カーニアンでは、石灰岩の再堆積が頻繁に発生するような特異な堆積環境へと変化し、さらに前期/後期カーニアン境界付近ではNCIEを伴い急激に生物多様性が失われたことが確認された。しかし、比較的静穏な堆積環境と考えられる海山頂部において、なぜCPE期間に石灰岩の再堆積が頻繁に起こったのかについては、地震や津波等のイベントも含めて今後更なる検討を要する。

引用文献

Dal Corso et al. (2020) Extinction and dawn of the modern world in the Carnian (Late Triassic). *Sci. Adv.*, **6**, eaba0099.

美濃帯の遠洋域深海堆積岩に記録された
中期三畳紀ラディニアン期の湿潤化イベント塩原拓真^{1,2}・武藤俊²・尾上哲治¹¹九州大学, ²産総研地質調査総合センター)

Ladinian (Middle Triassic) humid event recorded in pelagic deep-sea sedimentary rocks in the Mino Belt, Japan

Takuma Shiohara^{1,2}, Shun MUTO², Tetsuji ONOUE¹¹Kyushu Univ., ²Geological Survey of Japan, AIST)

中期三畳紀は安定した乾燥気候が低~中緯度の大陸内陸部に広がっていたと考えられてきたが、テチス海沿岸の一部地域からは、ラディニアン後期(ロンゴバルディアン)に、湿潤化したことを示す地質記録が残されていることが明らかになってきた。そして、この時代には、中期三畳紀の主要な遠洋性生物である放散虫やコノドントの種数が増加したことも報告されている。中期三畳紀の湿潤化と生物の多様化は関連したイベントであった可能性があるが、これらの報告はヨーロッパの限られた陸棚堆積物を対象としており、両者の関連性については明らかにされていない。このような環境変動とそれに伴う生物の多様化の時空間的規模を判断するためには、当時の超海洋であるパンサラッサ海が同時期にどのような環境であったか知る必要がある。

そこで本研究では、中期三畳紀のパンサラッサ海遠洋域における古海洋環境を調べるために、美濃帯と北部北上帯の中部三畳系層状チャートを対象に放散虫・コノドント化石層序、化学層序を検討した。検討セクションは、岐阜県坂祝地域に分布する美濃帯の中部三畳系層状チャート(セクション0: Sugiyama, 1997)及び、岩手県安家地域に分布する北部北上帯の中部三畳系層状チャート(折壁川セクション: 本研究で新たに報告)である。

本研究の結果、美濃帯のセクション0からは先行研究(Sugiyama, 1997; Nozaki et al., 2019)により認識されたTR2C帯(*Triassicampe deweveri* 帯)からTR5A帯(*Capnuchoisphaera* 帯)までの6つの放散虫化石帯を再現し、化石帯境界の位置制約を高めた。これらの放散虫化石帯は、アニシアン後期からカ

ーニアン期前期に比較されていたが、本研究で得られたコノドント化石によりこれが支持され、正確な地質年代の対比が可能になった。また、ラディニアン期上部(ファッサニアン)から産出する8属10種と、ロンゴバルディアンから産出する7属10種の放散虫において、共通する種は3種のみであり、放散虫化石群集の変化が確認された。岩相層序においては、この放散虫群集の変化は、セクションの基底から10.5mに位置する厚い頁岩層(4cm厚)付近で発生した。この頁岩層を境にして、*Muelleritortis nobilis* から *Muelleritortis cochleata* への棘(spine)の形態変化および、*Tritortis integra* から *Tritortis kretaensis* への形態変化が特徴的にみられた。また、北部北上帯の折壁川セクションでは、*Chiosella timorensis* や *Paragonolella bulgarica* group といったコノドントが産出し、アニシアン期前期からラディニアン期までの層準が露出することが明らかになった。

セクション0において詳細な化学層序を検討した結果、調査区間では顕著な海洋酸化還元状態の変化は見られなかった。一方で、CIA(Nesbitt et al., 1982)やW値、RW値(Ohta and Arai, 2007; Cho and Ohta, 2022)などの大陸風化指標は、後背地の化学風化がロンゴバルディアンで減衰傾向から強化傾向に変化したことを示唆する。以上の結果は、ロンゴバルディアンに始まった湿潤化イベントが、放散虫の群集変化のきっかけとなった可能性を示唆する。

今後は、北部北上帯の折壁川セクションにおいて化石層序、化学層序の構築を進めることで、美濃帯の中部三畳系でみられた湿潤化や放散虫群集変化の層序記録の広域性を検証する予定である。

引用文献

Cho, T., Ohta, T., 2022, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **608**; Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1982, *Nature*, **299**, 715-717; Nozaki, T., Nikaido, T., Onoue, T., Takaya, Y., Sato, K., Kimura, J., Chang, Q., Yamashita, D., Sato, H., Suzuki, K., Kato, Y., Matsuoka, A., 2019, *Journal of Asian Earth Sciences: X*, **1**; Ohta, T., Arai, H., 2007, *Chemical Geology*, **240**, 280-297; Sugiyama, K., 1997, *Mizunami Fossil Mus.*, **24**, 79-193

インド中生界、下部 Vindhyan 超層群 Chitrakoot 層の堆積学的・地球化学的特徴

Abhishek K. Pandey¹, Partha P. Chakraborty², 中田亮一³, 狩野彰宏⁴, 白石史人¹

(¹広島大学, ²デリー大学, ³海洋研究開発機構, ⁴東京大学)

Sedimentological and geochemical characteristics of Mesoproterozoic Chitrakoot Formation, lower Vindhyan Supergroup, central India

Abhishek K. Pandey¹, Partha P. Chakraborty², Ryoichi Nakada³, Akihiro Kano⁴, Fumito Shiraishi¹

(¹Hiroshima University, ²Delhi University, ³JAMSTEC, ⁴University of Tokyo)

The Mesoproterozoic (1600-1000 Ma) era have significant importance for two distinct reasons: (i) delay in diversification of early eukaryotes causing evolutionary stasis and (ii) very low O₂ concentration in hydrosphere and atmosphere. Significant research highlighting evolution of early eukaryotes and redox condition of Earth's hydrosphere of that time is required. Recently, some workers reported well preserved early eukaryotic fossils including red algae, i.e. crown group from early Mesoproterozoic Chitrakoot Formation, lower Vindhyan Supergroup, India. However, more research is required to ascertain the paleoenvironmental condition along with redox condition of the Chitrakoot Formation, to know about the habitability of reported early eukaryotes. In this backdrop, this study attempts to decrypt the paleoenvironment (including redox condition) of Chitrakoot Formation using field investigation, REE geochemistry and C and O isotopes. Detailed field investigation is carried out in Chitrakoot Formation that exposed along isolated hillocks named Sangrampur, Bihara, Kamtanath, Lodhwara, Muradpur and Jankikund river section in Chitrakoot town. Petrographic and geochemical investigation a total of 35 samples (52 subsamples) have been conducted and the results are summarized here.

Complete lithopackage of Chitrakoot Formation consists of Lower Glauconitic Sandstone (LGS), Stromatolitic Dolostone (SD), Pisolitic Dolostone (PD), Upper Glauconitic Sandstone (UGS), Massive Dolostone (MD) with sheet cracks and tepee

structure and Plane Bedded Dolostone (PBD). All the lithopackage are dipping in E-SE direction with a degree varying from 3° to 9°. Sangrampur hill (considered as type section) and Jankikund river section (presence of phosphatic oncolites and stromatolites) have been studied in detail. The Sangrampur section is composed of basement Bundelkhand Granite, PD, UGS, MD with sheet cracks, tepee structure and PBD. Depositional features (i.e. pisoids, herringbone cross bedding, wave and current ripple, HCS and sheet cracks) indicates deposition in a shallow and high energy environment above the storm wave base. Pisoids are composed of dolomite, silicious matrix and pendant cement in the lower part and dolomitic matrix and mosaic cement in the upper part. The Jankikund section consists of PBD and phosphatic stromatolites, indicates relatively deep and low energy and high nutrient condition. PBD showing mosaic dolomitic cement and remnants of marine radial fibrous cement. The phosphatic oncolites shows presence of filamentous microfossils and gas bubble features, indicating biological activity.

Geochemically, Sangrampur carbonates shows negative δ¹³C values varying from -3.59 to -0.04 and δ¹⁸O values from -8.42 to -5.65 and Jankikund carbonates shows δ¹³C values from -5.50 to +0.34 and δ¹⁸O values from -9.94 to -5.65, which falls within the anticipated Mesoproterozoic range. The PAAS normalized REE pattern of Sangrampur and Jankikund sections are almost flat with Y anomaly in latter. Mixed result of both positive and negative La anomaly, positive Gd anomaly, Y/Ho (≥27), except some, mostly (Pr/Yb)_{SN} value <1, enrichment of detrital components (Ti and Al) and positive Eu anomaly suggests probable marine origin with significant clastic contamination and possible hydrothermal influence(?). The absence of true Ce anomaly from carbonates of both sections indicates no dissolved O₂ was present to oxidize Ce (III) in shallow sea. Interestingly, pisoids from Sangrampur section shows positive Ce anomaly, which indicates reduced environment for their formation/diagenesis(?)

引用文献

Anbarasu, K., (2001) Jour. Geo. Soc. India, 58, 341-350; Bengtson, S., Sallstedt, T., Belivanova, V., & Whitehouse, M. (2017) PLoS Biology, 15(3), e2000735;

プレート境界断層に沿った歪の解放に関する構造地質学的研究

吉朝開¹・安東淳一¹・Kushik Das¹・Dyuti Prakash Sarkar²

(¹広島大学, ²山口大学)

Geological study of strain release along plate boundary faults

Haruki YOSHIIASA, Jun-ichi ANDO, Kaushik DAS, Dyuti Prakash SARKAR

(¹Hiroshima Univ., ²Yamaguchi Univ.)

ヒマラヤ地域は、インド亜大陸とアジア大陸の衝突に伴い形成され、3つの主要なプレート収束境界断層（主前縁衝上断層（MFT）・主境界衝上断層（MBT）・主中央衝上断層（MCT））が存在する。現在でもインド亜大陸は北上を続けており、その結果ヒマラヤ地域では地震が発生している。Bilham (2019)の研究では、沈み込みに伴って蓄積された歪は、地震によって完全に解放されておらず、いずれ Mg=8.6 レベルの地震が 1~2 回発生する可能性が強いと結論づけている。一方で、実際にプレートの沈み込みに際し、プレート境界でどのような地質現象が生じているのかということは明らかにされていない。そこで本研究では、このことを明らかにするために、地質調査および岩石の微細組織の観察を行った。特に、沈み込み過程の脆性変形領域に着目した。

研究対象地域は、インド・ヒマチャルプラデシュ州サバースー市に露出する MBT を挟む 3×2 km の範囲である。MBT は、約 10 Ma から約 0.5 Ma の間に活動した断層である。地表に露出する MBT の上盤は地下 220°C、下盤は 180°C で変形した岩石が露出すると考えられる (Sarkar et al., 2021)。MBT の上盤には、先カンブリア時代の砂岩層が主に分布する。砂岩単層の層厚は約 5 cm - 30 cm である。泥岩層（単層の層厚約 2 cm）との互層も確認できる。下盤には新第三期の石灰質砂岩が主に露出し、方解石の脈が広く確認できる。

野外調査から、以下のことが明らかになった。1) MBT の上盤側では、調査域全体にわたって、多数の層面滑りやそれに関連したキンクバンドとデュープレックス構造が確認できる。2) 褶曲や小断層が発達する領域（ダメージゾーン）と、見かけ上走向傾斜の連続性がよい領域（整然層）が複数確認できる。ダメージゾーンと整然層の走向はほぼ同一ながら、ダメージゾーンの傾斜方向は

最大で約 60° 整然層のものから回転している。3) 層面滑り面に発達するすべり線とキンクバンドから、すべりの方向と主圧縮軸の方向をそれぞれ求めた。その結果、それらは MBT の活動と整合的なものが多いことが明らかとなった。4) すべり面上に、すべり線と平行な 5 cm-10 cm の白い筋が確認された。

層面滑りを受けた砂岩の微細組織観察から以下のことが明らかとなった。5) 層面滑りの多くは、砂岩単層内部の層面に平行な層厚 1 mm-10 mm の複数の剪断面に沿って発達する。6) 各剪断面は小歪から大歪の状態を記録している。歪が大きくなるに従って、石英（あるいは長石）が流体と反応し細粒化するともに白雲母が晶出する。7) すべり面（剪断帯）の内部には、砂岩を構成する約 100 μm の石英粒子が剪断方向に伸長し、石英粒子は波動消光を示す。このような塑性変形した石英から石英脈が生じている。このことは、砂岩を構成する石英粒子が、剪断による摩擦熱によって塑性変形し形成されたことを強く示唆する。この石英脈は、4) の白い筋に対応する。8) 塑性変形した石英粒子の結晶方位を EBSD によって測定した。その結果、basal<a>すべりによる転位クリープによって形成された CP0 が確認できた。この CP0 は 300~400°C で卓越することが知られている。石英脈中の動的再結晶を受けた石英の粒径は約 2 μm である。再結晶粒径による地質差応力計を用いて差応力を見積もり、温度と差応力値から石英脈形成時の歪速度を推定した。その結果、差応力 925 MPa、歪速度 10⁻¹⁰~10⁻⁸ /s、すべり速度 10⁻¹²~10⁻¹⁰ m/s となった。このすべり速度は、Rowe et al., 2015 で示された SSE のすべり速度と対応する。これらの結果は、プレートの沈み込みを起因として生じる歪エネルギーの一部が、“層面滑りの運動”と“すべりによる摩擦発熱”によって解放されている可能性を示唆する。

引用文献

Bilham (2019) Geological Society, London, 483, 423-482; Sarkar et al. (2021) Progress in Earth and Planetary Science, 8; Rowe-Griffith (2015) Journal of Structural Geology, 78

秩父帯津久見地域における上部三畳系カーニアン層状チャートの微化石層序と岩相変化

富松由希¹・尾上哲治²¹福岡大学, ²九州大学

Conodont-radiolarian biostratigraphy and lithofacies changes of the Upper Triassic bedded chert succession from the Chichibu Belt, Tsukumi area, southwest Japan.

Yuki TOMIMATSU, Tetsuji ONOUE

¹Fukuoka Univ., ²Kyushu Univ.

今からおよそ 2 億 3200 万年前に起こったカーニアン多雨事象 (Carnian Pluvial Episode: CPE) により, それまで乾燥気候であった地球表面環境は一時的な湿潤気候へ移行したことが知られている (Simms et al., 1989). CPE は前期カーニアン (ユリアン) のパンサラッサ海で起こった, Wrangellia 巨大火成岩岩石区の噴出に伴う大規模な火成活動が引き金となって発生した説が提案されている (Dal colso et al., 2020). テチス海や大陸縁辺部で堆積した陸棚型石灰岩では, 炭酸塩プラットフォームの形成の停止や, 陸域からの碎屑物流入量の増加に伴う明瞭な堆積相の変化から CPE の存在が認識されてきた (Dal colso et al., 2020). このような堆積相の変化は, 日本列島に分布する複数のジュラ紀付加体中の上部三畳系カーニアン層状チャートでも観察されている. カーニアン層状チャート中では, 数 10 cm から数 m の規模で層状マンガン鉱床が胚胎することがあり, これらはユリアン末期の Wrangellia 火成活動最盛期における海洋酸化還元環境の変化によって, 当時の遠洋域において広域に形成された可能性が示唆されている (Tomimatsu et al., 2023). しかし, 上部三畳系カーニアン層状マンガン鉱床の産出する地域では褶曲や断層が発達し, 連続的な岩相層序が保存されているセクションは乏しく, CPE 期間を通じた岩相変化と海洋環境変動との関連性は十分に明らかでない. そこで本研究では, 九州東部秩父帯の津久見地域に分布する上部三畳系層状チャートの未検討セクションを対象として, 岩相記載, およびコノドント・放射虫化石層序に基づいた堆積年代の検討を行った.

検討したセクションは大分県津久見市四浦に位置し, 下位から灰緑色層

状チャート, 灰色層状チャート, 赤白珪石を含む赤色塊状チャート, マンガン鉱床相当層を挟む赤色層状チャート, 灰色層状チャートの順に累重し, 約 8.5 m にわたり連続して露出する. 本研究地域で見られる赤色塊状チャートは, 放射虫遺骸の他に円磨度の悪い黒色や灰色および赤褐色の微粒子, 黒色の球状粒子を含む. また, 塊状チャートの上位では, 厚さ 10~15 cm のマンガン鉱石と見られる金属光沢を伴う黒色の層 (マンガン鉱床相当層とする) が赤色チャート中に 2 層狭在する.

セクション下部の灰緑色層状チャートから赤白珪石を含む赤色塊状チャートの区間では, カーニアンを示す *Capnuchosphaera* 属や *Elbistanium* 属, *Xiphothecaella karpenissionensis* などが得られた. セクション中部ではマンガン鉱床相当層を挟む赤色層状チャートからユリアン~チュバリアンにかけて産出するコノドント化石 *Carnepigondolella tuvalica*, *Paragondolella praelindae* などが得られた. さらにチュバリアンに特徴的に産出する放射虫化石の *Poulpus* sp. cf. *P. carcharus* などが得られた. セクション上部の灰色層状チャートからは放射虫化石はほとんど産出しないが, チュバリアンに産出するコノドント化石 *Metapolygnathus praecommunisti* が得られた.

以上の結果から, 産出した微化石層序に基づくと, 本研究セクションがカーニアンを網羅する連続露頭である可能性が示された. この年代は, 秩父帯, 北部北上帯, 丹波-美濃帯から報告されている層状マンガン鉱床の堆積年代と調和的である. また本研究セクションにおいても, 先行研究から報告されていた層状チャート中の堆積相の変化を確認することができたことから, CPE 期間における海洋環境変動を連続して記録している可能性が示唆される.

引用文献

- Dal Corso, J. et al. 2020, Extinction and dawn of the modern world in the Carnian (Late Triassic). *Sci. Adv.* 6, 1-13.
 Simms, M.J., Ruffell, A.H., 1989, Synchronicity of climatic change and extinctions in the Late Triassic. *Geology* 17, 265-268.
 Tomimatsu, Y. et al., 2023, Pelagic responses to oceanic anoxia during the Carnian Pluvial Episode (Late Triassic) in Panthalassa Ocean, *Scientific Reports*, 13(1), 16316.

メキシコ湾のオスミウム同位体比変動に記録されたチチュルブクレーター下の熱水活動

佐藤峰南¹・石川晃²・Ignacio ARENILLAS³・José A. ARZ³・Vicente GILABERT⁴・Philippe CLAEYS⁵・Steven GODERIS⁵・Christopher M. LOWERY⁶・Sean P.S. GULICK⁶・Joanna V. MORGAN⁷¹九州大学, ²東京科学大学, ³サラゴサ大学, ⁴バルセロナ大学, ⁵ブリュッセル自由大学, ⁶テキサス大学, ⁷インペリアル・カレッジ・ロンドンHydrothermal activity within the Chicxulub structure recorded in ¹⁸⁷Os/¹⁸⁸Os in the Gulf of MexicoHonami SATO¹, Akira ISHIKAWA², I. ARENILLAS³, J.A. ARZ³, V. GILABERT⁴, P. CLAEYS⁵, S. GODERIS⁵, C.M. LOWERY⁶, S.P.S. GULICK⁶, J.V. MORGAN⁷¹Kyushu Univ., ²Inst. Sci. Tokyo, ³Univ. Zaragoza, ⁴Univ. Barcelona, ⁵Univ. Brussel, ⁶Univ. Texas, ⁷Imperial College London

約 6600 万年前の白亜紀/古第三紀 (K/Pg) 境界における巨大天体衝突イベントは, メキシコ・ユカタン半島沖に直径約 200 km のチチュルブ・クレーターを形成した (Gulick et al., 2008). 衝突した小惑星物質が標的物質と共にダストとして全球に散布されたことにより, 衝突直後の約 20 万年間に堆積した遠洋性石灰岩中には負のオスミウム同位体比 (¹⁸⁷Os/¹⁸⁸Os) 異常が記録されている (Ravizza and VonderHaar, 2012). 衝突後の ¹⁸⁷Os/¹⁸⁸Os 比の回復は, 時間スケールを制約する有用な指標となるが, K/Pg 境界における天体衝突後の ¹⁸⁷Os/¹⁸⁸Os 比変動を報告した例は遠洋域の 2 地点にとどまっている. そこで本研究では, IODP-ICDP 第 364 次研究航海により採取されたチチュルブクレーター内部掘削試料 (Morgan et al., 2017) およびメキシコ東部に露出する炭酸塩堆積物 (Arz et al., 2022) を対象に, 衝突起源堆積物の上位に累重する古第三紀の炭酸塩堆積物中に記録された強親鉄性元素 (HSE) 濃度および ¹⁸⁷Os/¹⁸⁸Os 比変動を報告する.

HSE 濃度分析の結果から, オスミウム濃度は K/Pg 境界の上位層準全体を通

して上方に向かって緩やかに減少する一方, イリジウム濃度は古第三紀の基底部で高い値を示し (0.3-2.2 ppb), 直上では急激に減少した後, ほぼ一定の低い値を示すことが明らかとなった. また対象試料の HSE パターンは, 古第三紀堆積物の基底部を除き, 全体としてイリジウムやルテニウムが著しく乏しい特徴を示すのに対し, 白金やパラジウムに関しては比較的富む傾向にあり, 地球起源の岩石と調和的である. このことは, 隕石物質の混入が衝突起源堆積物の最上部に限られることを示している.

オスミウム同位体分析の結果からは, 年代補正された ¹⁸⁷Os/¹⁸⁸Os 比が K/Pg 境界直上では低い値を示し (~0.19-0.31), 衝突後約 70 万年かけて徐々に増加し定常状態 (~0.4) へ回復することが明らかとなった. この結果は, 衝突後の低い同位体比 (~0.17-0.2) から定常状態 (~0.4) へと回復するという点で, 遠洋域の変動記録と一致する (Ravizza and VonderHaar, 2012). しかし, ¹⁸⁷Os/¹⁸⁸Os 比の回復時間は, 遠洋域 (20 万年) より著しく長いことが明らかとなった.

チチュルブクレーター内部では, HSE に富む衝突溶融岩が報告されている (Feignon et al., 2022). そのため, メキシコ湾内で ¹⁸⁷Os/¹⁸⁸Os 比の回復が遅れたメカニズムとして, チチュルブクレーター内部に打ち込まれた低い ¹⁸⁷Os/¹⁸⁸Os 比を持つ小惑星物質が, クレーター下で発生した熱水によって継続的にメキシコ湾内へ供給された可能性が第一に挙げられる. また K/Pg 境界では, 巨大な衝突イベントによりメキシコ湾周辺に厚さ数 100 m の津波堆積物が堆積したことが知られており (Scott et al., 2014), メキシコ湾周縁が衝突由来の堆積物で覆われたことで外洋からの海水流入量が著しく減少したことも示唆される. 古第三紀を通じたメキシコ湾の海洋環境の変遷は, 衝突地点周辺域における生態系の回復過程に大きく関わっており, 今後さらなるデータをもとに議論を深める必要がある.

引用文献

- Gulick et al. (2008) *Nat. Geosci.*, 1, 131-135; Ravizza and VonderHaar (2012) *Paleoceanogr.*, 26, PA3219; Morgan et al. (2017) *Proc. the IODP*, 364; Arenillas et al. (2021) *Geosci.*, 11, 479; Feignon et al. (2022) *Geochim. Cosmochim. Acta*, 323, 74-101; Scott et al. (2014) *GCAGS Jour.*, 3, 41-50.

cleavable olivine の形成過程とその重要性

安東淳^{1,2}・富岡尚敏^{3,2}・前川寛和⁴¹広島大学, ²HiPeR 広島大学, ³海洋研究開発機構高知コア研究所, ⁴大阪公立大学

Formation Process and Significance of Cleavable Olivine

Jun-ichi ANDO, Naotaka Tomioka, Hirokazu Maekawa

¹Hiroshima Univ., ²HiPeR Hiroshima Univ., ³JAMSTEC, ⁴Osaka Metropolitan Univ.)

cleavable olivine と呼ばれるオリビンを残存する蛇紋岩体が存在する。cleavable olivine は、伊豆・小笠原-マリアナ海溝に沿って露出する蛇紋岩海山でも発見されている。cleavable olivine の特徴は、結晶面の(100)面に沿って、蛇紋石の一種であるアンチゴライトが直線的に存在することである。(100)面以外にも(010)面の場合もある。cleavable olivine 中に発達する、この様な結晶面を“裂開”と呼ぶ(相川, 1981; Nozaka and Ito, 2011)。オリビンは、結晶構造的に(100)面には劈開は発達しえないので、なぜ裂開が形成されるのかといった問題は、cleavable olivine の成因を明らかにすることと同時に、超塩基性岩体の含水化の過程と超塩基性岩体の上昇のテクトニクスを考えるうえで重要だと考えられる。本研究は cleavable olivine の形成過程を微細組織観察から明らかにすることを目的とした。

【観察試料と観察手法】

本研究で使用した試料は、マリアナ前弧北部の雷神海山を構成するアンチゴライト化が進んだ超塩基性岩(ダナイト)である。薄片を作成し1) 偏光顕微鏡、SEM、TEM を用いた微細組織観察、2) EBSD によるオリビンの裂開面と格子選択配向(CPO)の測定、3) ラマン分光分析による蛇紋石鉱物の同定を行った。

【観察結果と考察】

微細組織観察の結果、cleavable olivine は以下の特徴を持つ事が明らかとなった。1) オリビンは[100] {0k1} のすべり系によって形成された強いCPOを示す。また、オリビンは(100)面に平行な波動消光と(100)面に平行な亜結

晶粒界が発達する。これらの結果は、オリビンは[100] {0k1} のすべり系による転位クリープによって塑性変形を受けた事を示す。2) 裂開は(100)面の亜結晶粒界面上に形成されている。亜結晶粒界面は、結晶面に直線的に転位が配列することで形成されるため、この結果は、転位の存在と裂開の形成が強く関係している事を示す。3) 裂開に沿って形成されているアンチゴライトの(001)面は、近接するオリビンの(100)面とトポタキシャルな関係を持つ。この結果は、オリビンの結晶構造を利用してアンチゴライトが晶出した事を示す。4) 裂開に沿うアンチゴライト以外に、オリビンの粒界には、溶解し約1μmに細粒化したオリビン、マグネタイト、カルサイトと共にアンチゴライトとリザーダイトが晶出している。この事は、蛇紋岩化作用が2回あった事を示す。以上の結果1)~3)は、神居古潭帯鷹泊超苦鉄質岩体中の cleavable olivine でも確認することができた。

これらの観察結果から、cleavable olivine は次の様な形成過程で形成されたと結論できる。1) 上部マントルにおいて、オリビンが[100] {0k1} すべり系による転位クリープで塑性変形した。その結果CPOが形成され、また(100)面に転位が直線的に配列する事で亜結晶粒界が形成された。2) 亜結晶粒界に配列した転位に沿って水が拡散(パイプ拡散)し、アンチゴライトが晶出した。すなわち cleavable olivine の形成には、CPOが発達する様な転位クリープによる大塑性歪と、水のパイプ拡散が必要である事が明らかとなった。

本試料では、パイプ拡散によるアンチゴライトの晶出、すなわち裂開の形成時が最初の蛇紋岩化作用である。粒界に認められるリザーダイトは、裂開形成後に生じた二回目の蛇紋岩化作用と考えられる。

cleavable olivine の形成には、水のパイプ拡散が必要である事が理解できた。しかし一般的には、オリビンのアンチゴライト化は、粒界やクラックから水が拡散する現象(体拡散、或いは、粒界拡散)が必要である。なぜ水のパイプ拡散が卓越したのかという点を発表で議論する。

引用文献

相川(1981) 岩石鉱物鉱床学会誌, 76, 61-67. Nozaka and Ito (2011) Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 106, 36-50.

鳥取県溝口町の「江尾花崗岩」の再検討

磯山未遊¹・遠藤俊祐¹¹島根大学

Reevaluation of “Ebi Granite” in the Mizoguchi area, Tottori Prefecture, Japan

Myu ISOYAMA, Shunsuke ENDO

¹Shimane Univ.)

【はじめに】鳥取県西部の大山西麓、溝口町から江府町江尾にかけて分布する石英閃緑岩～花崗閃緑岩は「江尾花崗岩」と呼ばれ、前期ジュラ紀の火成年代をもつことから新期飛騨花崗岩類に対比された(例えば、石原ほか 2012)。しかし近年のジルコン U-Pb 年代データにより、「江尾花崗岩」とされた花崗岩類は、年代の大きく異なる三つの花崗岩類を含むことが明らかになった。最大の規模を持つ溝口地域の岩体からは、前期ジュラ紀に加えて、その北部ではトリアス紀の火成年代も報告された(Kawaguchi et al. 2023)。また、さらに北方の淀江地域からはトリアス紀の火成年代をもつ正片麻岩が報告されている(堤ほか 2018)。一方で、江尾地域に分布する花崗閃緑岩は後期白亜紀の山陰花崗岩類であることが明らかにされた(川口ほか 2023)。したがって、これらの分布と岩石学的特徴を整理したうえで、「江尾花崗岩」はその名称を含めて再定義される必要がある。本研究は、溝口地域の岩体の地質図の改訂に向けて地質調査を行った結果を報告する。また、角閃石の化学組成から上記の三つの花崗岩類が識別可能かどうかを検討する。

【溝口地域の地質】溝口地域の「江尾花崗岩体」(以降、溝口岩体)とされる岩相として、北東部に片麻状の石英閃緑岩、南西部に塊状の石英閃緑岩が確認された。両者の接触関係は未確認である。さらに全域に古第三紀初頭の山陰花崗岩類である根元花崗岩が貫入しているほか、南部に流紋岩火砕岩や片麻岩類が確認された。流紋岩火砕岩は根元花崗岩に貫入される産状を示すため、白亜紀火山岩類と位置付けられる。片麻岩類は「江尾花崗岩」に貫入された産状を示す。以上の岩石が溝口地域では複雑な分布を示すため、溝口岩体の形状

は既存の地質図から大きな変更が必要である。

【角閃石の化学組成と花崗岩類の定置深度】角閃石のAl量は含水ソリダス上で石英、斜長石、アルカリ長石、黒雲母、磁鉄鉱、チタン鉄鉱またはチタナイトと共存する場合に圧力計となる。また、上記の鉱物組合せの条件を満たさない場合でも、系統的な差が見いだせれば、岩体区分に有用である。淀江地域の正片麻岩、溝口岩体の片麻状および塊状の石英閃緑岩、江尾地域の花崗閃緑岩のサブソリダス期の変質体を除く角閃石の組成はいずれも magnesian-hornblende であったが、淀江地域の正片麻岩や溝口岩体の片麻状石英閃緑岩はAlに富んでいた($Al_{tot} = 1.36-2.24 \text{ apfu}$)。これらはアルカリ長石を含まないため圧力推定はできない。一方、溝口岩体の塊状石英閃緑岩や江尾地域の花崗閃緑岩の角閃石組成($Al_{tot} = 1 \text{ apfu}$ 前後)からは、それぞれ $1.83 \pm 0.10 \text{ kbar}$ ($7.1 \pm 0.4 \text{ km}$) と $1.68 \pm 0.10 \text{ kbar}$ ($6.5 \pm 0.4 \text{ km}$) の圧力(定置深度)が推定された。

【議論とまとめ】溝口岩体は、片麻状石英閃緑岩と塊状石英閃緑岩に区別され、Kawaguchi et al. (2023)の年代データを参考にすると、それぞれ古期飛騨花崗岩類と新期飛騨花崗岩類に対比される可能性が高い。これらの貫入母岩は片麻岩類であり、飛騨変成岩類に対比される可能性がある。角閃石組成から、片麻状石英閃緑岩と塊状石英閃緑岩では定置深度が大きく異なると考えられる。片麻状石英閃緑岩に塊状石英閃緑岩が貫入しているのであれば、トリアス紀から前期ジュラ紀までの間の削剥の進行を示す。一方、溝口地域の塊状石英閃緑岩(新期飛騨花崗岩類)と江尾地域の花崗閃緑岩(山陰花崗岩類)の定置深度の差は小さく、これらを角閃石組成から識別することは難しい。江尾地域には、現在までのところ飛騨花崗岩類の分布を示すデータは存在しない。

引用文献

石原ほか(2012) 地質調査研究報告, 63, 53-56.

Kawaguchi et al. (2023) Gondwana Research, 117, 56-85.

川口ほか(2023) 日本地質学会第130年学術大会講演要旨

堤ほか(2018) 日本地質学会第125年学術大会講演要旨。

イタリア南部に分布する上部三畳系遠洋性堆積物を対象とした高解像度微化石層序および化学層序

大森翔太郎¹・佐藤峰南¹・元村健人¹・尾上哲治¹・Manuel Rigo²

(¹九州大学, ²パドバ大学)

High-resolution biostratigraphy and chemostratigraphy of the Upper Triassic pelagic sediments, southern Italy

Shotaro OMORI¹, Honami SATO¹, Kento MOTOMURA¹, Tetsuji ONOUE¹, Manuel Rigo²

(¹Kyushu University, ²University of Padova)

後期三畳紀は、パンゲア大陸の分裂に伴う急激な気候変動や複数回の生物絶滅が起きたことが知られている (Tanner et al., 2004)。特に、ノーリアン/レーティアン境界 (NRB; ~205.7 Ma) では、アンモナイトやコノドント、放射虫などの遠洋性生物の絶滅および全球的な炭素同位体比の負異常が報告されている (Zaffani et al., 2017)。これらの原因として、後期三畳紀に活動した中央大西洋火成岩岩区や Angayucham 洪水玄武岩の大規模な噴火イベントに加え、Rochechouart クレーターを形成した天体衝突イベントとの関連性が指摘されてきたものの (Rigo et al., 2020)、各イベントの地球化学的証拠に乏しい。そこで本研究では、イタリア南部 Lagonegro 堆積盆の Sasso di Castalda セクションに露出する上部三畳系半遠洋性堆積物を対象として、高解像度での放射虫・コノドント化石層序の構築、主要・微量元素濃度分析、有機炭素同位体比分析を行い、後期三畳紀を通じた海洋環境変動およびその要因を明らかにすることを目的とした。

本研究の結果、対象セクション(層厚約 24 m)から *Betracium deweveri* Zone および *Proparvicungula miniliformis* Zone に含まれる放射虫種が産出し、それらの地質年代はノーリアン後期からレーティアンに対比されることが明らかとなった。またコノドントについては、対象セクション上部でレーティアンの基底に対比される *Misikella posthernsteini* s.s.の産出が認められた。

主要・微量元素濃度の変動について、Ti 濃度および上部大陸地殻の平均値

で規格化した濃縮係数 (Enrichment Factor: EF) を用いて検討した結果、ノーリアン後期に対比される赤色頁岩層中に親鉄元素 (Fe_{EF}, Ni_{EF}) が濃集していることが明らかとなった。親鉄元素濃集層は、先行研究により天体衝突イベントとの関連性が示唆されている白金族元素 (PGE) 濃集層 (Sato et al., 2021) の直上に位置する。また、コノドント化石層序および古地磁気層序による数値年代に基づくと (Maron et al., 2015)、親鉄元素濃集層はノーリアンの最後期 (約 205.7–207.8 Ma) に堆積したと推定される。この年代は、フランス南部に位置する直径約 23 km の Rochechouart クレーター (206.92 ± 0.32 Ma; Cohen et al., 2017) の形成年代とおおよそ一致する。これらの結果から、親鉄元素濃集層は Rochechouart クレーターを形成した天体衝突に関連して堆積した可能性がある。

さらに本研究では、NRB 直前に化学風化強度の指標である CIA*の上昇および WIP の低下が認められる層序区間を見出した。先行研究により同セクションから報告されているオスミウム同位体比 (¹⁸⁸Os/¹⁸⁷Os) は、同区間にて陸源性物質の流入量増加に特徴的な上昇を示しており (Sato et al., 2021)、大陸の風化強度が増加したことが示唆される。またレーティアン基底直上では、約 3.6 m の範囲において約 8%の幅をもつ有機炭素同位体比の正負の擾乱が記録されていることが明らかとなった。同区間では、火山活動に特徴的なオスミウム同位体比の低下および緩やかな回復が見られることから (Sato et al., 2021)、NRB 前後での大規模な火山活動に伴う環境変動が存在していた可能性がある。

引用文献

Cohen et al. (2017) Meteorit. Planet. Sci., **52**, 1600-1611; Maron et al. (2015) Geol. Soc. Am. Bull., **127**, 962-974; Rigo et al. (2020) Earth-Sci. Rev., **204**, 103180; Sato et al. (2021) Chem. Geol., **586**, 120506; Tanner et al. (2004) Earth-Sci. Rev., **65**, 103-139; Zaffani et al. (2017) Geosphere, **13**, 1133-1148.

日本海溝アウターライズ域で採取された半遠洋性堆積物の摩擦特性に対する続成作用の影響

井藤隼斗¹・上田瑞貴^{1,2}・岡崎啓史^{1,3}・濱田洋平³・山口飛鳥⁴

(¹広島大学, ²筑波大学, ³JAMSTEC, ⁴東京大学)

Effect of diagenetic reactions on frictional property of hemipelagic sediments sampled from the outer rise of the Japan Trench

Hayato ITO, Mizuki UEDA, Keishi OKAZAKI, Yohei HAMADA, Asuka YAMAGUCHI

(¹Hiroshima Univ., ²Univ. of Tsukuba, ³JAMSTEC, ⁴UTokyo)

近年 20 年の地震計や GPS などの地震・測地観測技術の向上により、世界各地の沈み込み帯プレート境界型断層などで地震 (~m/s) とプレート運動 (~nm/s) の中間速度の変形現象である多様なスロー地震 (μm/s-mm/s) が観測されている (Obara and Kato, 2016)。このような、地震-スロー地震-安定すべりへの連続的な断層レオロジーの遷移について、プレート境界に存在すると考えられる堆積岩中の粘土鉱物の相変化などと関連づけられて研究がおこなわれている (例えばスメクタイト-イライト-白雲母相転移; den Hartog et al., 2013)。しかし、地震発生域のような高温高圧下でなおかつ水-岩石反応が活発におこるような熱水条件での堆積物の摩擦特性については十分に理解されていない。特に、沈み込む堆積物のより低温の続成反応である生物遺骸起源のオパール A からオパール CT、石英への相転移と沈み込み帯での多様な断層運動との関連はよくわかっていない。

本発表では、新青丸 KS-15-3 航海において東北沖日本海溝のアウターライズ表層 (グラベン端) から採取された半遠洋性堆積物の高温高圧下における摩擦特性変化について報告する。実験には広島大学に設置されているガス圧式高温高圧変形透水試験機を用いた。実験は封圧 150 MPa、間隙水圧 58 MPa、温度が室温から 230°C、初期せん断速度 1.2 μm/s の条件下で摩擦速度ステップ実験をおこなった。

実験条件へ昇温昇圧直後に堆積物試料へせん断変形を加えたところ、100°C

以下では安定すべりを示し、摩擦係数の速度依存性は正であった。150°C での実験においても安定すべりを示したが、摩擦係数の速度依存性は負の傾向を示し、200°C においてははっきりとした負の速度依存性が確認された。230°C の条件での摩擦実験では不安定すべりが観測された。また、高温高圧下での続成作用が試料の摩擦特性にどのような影響を与えるかを調べるために、実験条件へ昇温昇圧後にそのまま温度圧力を数時間から 1 週間保持したのちに摩擦実験をおこなった。温度 40°C、61°C、100°C 下における一週間の“煮込み”によって、摩擦係数の正の速度依存性が小さくなり、100°C では正から負へと遷移した。また、煮込み中の試料の短縮からオパールの相転移に伴う圧力溶解などの熱活性化過程による圧密が促進されたことが示唆される。本研究の結果から、オパールに富む堆積物は 150°C 以上であれば煮込まずとも速度弱化学動を示し、100°C であれば約 1 週間、60°C であれば数年、40°C であれば数万年の保持により速度弱化学動を示すと考えられる。この速度強化から速度弱化学への遷移に至る時間スケールは、プレート運動などの地質学的なスケールと比べて優位に小さい。このような低温で起こる続成作用が浅部での定常滑り、スロー地震、地震などの断層滑り挙動の遷移を引き起こしている可能性がある。本発表では実験回収試料の微細組織についてもあわせて報告する予定である。

引用文献

den Hartog, S.A.M., Niemeijer, A., Spiers, C., 2013. Friction on subduction megathrust faults: beyond the illite-muscovite transition. Earth and Planetary Science Letters 373, 8-19.

Obara, K., Kato, A., 2016. Connecting slow earthquakes to huge earthquakes. Science 353, 253-257.

P-4

長野県白骨温泉に発達するトラバーチンの分布と特徴

清原愛¹・狩野彰宏²・白石史人¹

(¹広島大学, ²東京大学)

Distribution and characteristics of travertine developed in Shirahone hot spring, Nagano Prefecture

Ai KIYOHARA, Akihiro KANO, Fumito SHIRAIISHI

(¹Hiroshima University, ²The University of Tokyo)

トラバーチンは温泉成の炭酸カルシウム沈殿物であり、石灰華とも称される。白骨温泉には過去の温泉活動によって形成された「化石トラバーチン」が大規模に分布しており、その規模は本邦最大と言われる。本研究では、白骨温泉の温泉水および現世・化石トラバーチンの堆積学的、地球化学的、鉱物学的、微生物学的特徴などを記載し、化石トラバーチン形成当時の環境や、その形成要因を検討した。

化石トラバーチンは、北部の重小屋原地区と竜神の滝周辺、および南部の小梨平地区の広い範囲に分布し、北部と南部でそれぞれ 8.9 ha, 5.8 ha と見積もられる。現世のトラバーチンは、局所的な分布に留まり小規模である。化石トラバーチンおよび現世のトラバーチンは方解石から構成され、白色を呈する。白骨温泉の温泉水は、火山ガス由来の溶存硫化水素による非常に低い酸化還元電位 (-282~-273 mV) と、非常に低い鉄濃度 (~1 μM) で特徴づけられる。トラバーチンの構成に関わる溶存成分の濃度比は HCO₃/Ca=2:1 であり、炭酸カルシウムの溶解で達成される値であることから、基盤岩の白骨コンプレックス中のベルム系石灰岩が温泉水に溶解したものと推定される。温泉水の溶存成分濃度は、Mn を除くと、南部の小梨平地区で有意に低い。

現在形成中のトラバーチンの共焦点レーザー走査顕微鏡観察および微小電極測定の結果から、酸素発生型光合成細菌 (シアノバクテリア)、酸素非発生型光合成細菌 (緑色硫黄細菌)、硫酸還元菌の関与が示唆された。ただし、Ca 微小電極の結果には、硫化水素が影響している可能性がある。白骨温泉のトラバーチンの炭素酸素同位体比は正の相関を示し、流下に伴う同位体分別を反

映していると考えられる。また、続成作用による二次的な同位体比変動も認められた。化石トラバーチンの δ¹³C と δ¹⁸O は、大きく外れる試料を除いて、それぞれ 0.25~5.15‰, -16.17~-9.79‰ の値を示す。流下を経験しない vein facies の banded travertine は現在形成中のトラバーチンとほぼ同じ値を示し、形成当時の低い同位体比を保存していると考えられる (δ¹³C が 0.25~1.97‰, δ¹⁸O が -16.17~-15.59‰)。南部の同位体比は北部よりも高く、流下に伴う同位体分別がより顕著であったことを示している。

調査の結果、北部の重小屋原地区に見られる化石トラバーチンは、化石トラバーチン分布域の北東端に形成された fissure-ridge (Guo and Riding, 1999) から多量の温泉水が湧出したことで形成されたと推定される。断層の亀裂 (fissure) から湧出した温泉は、その南側に流下し、crystalline crust からなる傾斜 40 度から 10 度へと変化する斜面 (marginal slope) (高さ約 10 m) を形成した。当時の温泉水は高流速を生み出すのに十分な量が湧出していたと推測される。fissure-ridge から離れた領域では、reed からなる marsh facies, paper-thin raft や coated bubble からなる crest facies の発達する lateral flat が広範囲に形成された。lateral flat を構成する岩相には、しばしば貝形虫が含まれる。湯川に面した渓谷斜面では crystalline crust や shrub からなる steep valley slope が形成され、fissure-ridge の近くでは、谷へせり出すように発達した滝地形 (高さ約 6-8 m, 幅約 15 m) も発達した。南部では高流速下で形成される岩相があまり顕著ではなく、炭素酸素同位体比が北部よりも高いことから、噴塔丘保存地区周辺に低湧出量の源泉があり、流速が遅い環境でトラバーチンが沈殿していたことが推察される。緩やかな傾斜地には reed からなる marsh facies が広範囲に形成され、湯川に面した渓谷斜面には shrub からなる slope facies が形成された。湯川の渓谷斜面の崩落地では、化石トラバーチンとその基底部の不整合が確認され、小梨平地区の化石トラバーチンの層厚は 13~15 m であることが確認された。今後はさらに詳細な調査・記載や、新たに年代測定を行い、白骨温泉の過去から現在に至るまでの、より詳細で包括的な理解の達成を目指したい。

引用文献

Guo, L., Riding, R. (1999) Rapid facies changes in Holocene fissure ridge hot spring travertines, Rapolano Terme, Italy. *Sedimentology* 46(6), 1145-1158.

P-5

インド古原生界 Jhamarkotra 層に見られるリン酸塩ストロマトライトの産状

佐藤久遠¹・バンディ アブヒシェク¹・チャクラボルティ パルタ²・白石史人¹

(¹広島大学, ²デリー大学)

Characteristics of phosphate stromatolites in the Paleoproterozoic Jhamarkotra Formation, India

Kuon SATO¹, Abhishek Kumar Pandey¹, Partha Pratim Chakraborty², Fumito Shiraishi¹

(¹Hiroshiam Univ., ²Delhi Univ.)

ストロマトライトは、底生微生物群集によって形成された葉理をもつ堆積物である。その大半は炭酸塩鉱物から構成されるが、まれにリン酸塩からなるものもある。よく研究されているリン酸塩ストロマトライトとしては、ブラジル新原生界 Salitre 層およびインド古原生界アラバリ超層群 Jhamarkotra 層の例が挙げられる。新原生代のリン酸塩ストロマトライトの形成には全球凍結が関係していると指摘されている一方で (Shiraishi et al., 2019), 古原生界アラバリ超層群の堆積年代は 2.1-1.7 Ga とあまり制約されていないことから (Deb and Thorpe, 2004; McKenzie et al., 2013), 全球凍結であるヒュロニアン氷河期 (2.3-2.2 Ga) と関係しているかは不明である。本研究では、Jhamarkotra 層のリン酸塩ストロマトライトについて記載を行い、新原生界の例と比較することで、リン酸塩ストロマトライトの形成過程、およびそれが地球環境変動とどのように関連するのか明らかにすることを目的とする。研究手法として、野外調査、薄片観察、粉末 X 線回折法による鉱物同定、EPMA による元素マッピングを用いた。

本研究では、主に Jhamarkotra 鉱山に見られるリン酸塩ストロマトライトを研究対象とした。ここでは長さ 10 km 以上にわたって層厚約 13-37 m のリン酸塩岩層が分布しており、しばしば褶曲によって分布が屈曲していた。変形・変成が顕著な部分ではリン酸塩岩は粉碎されていたり、柱状ストロマトライトが層理面に対して平行に引き延ばされていたりする一方で、変形・変成が

小さい部分も一部で見られた。リン酸塩岩の上位と下位は主に苦灰岩であり、一部では砂岩～砂質苦灰岩が見られた。ストロマトライトは野外で明灰色を呈し、主にフルオロアパタイトから構成される一方で、それらの間を充填する基質は野外で暗灰色を呈し、主にドロマイトで構成される。また、ストロマトライトには、酸素の気泡に由来すると考えられる球状構造がみられた。ドロマイトはしばしば粗粒であり、一部には石英脈も見られた。

新原生界のリン酸塩ストロマトライトと共通する点としては、主にフルオロアパタイトで構成されるストロマトライト部分と、主にドロマイトで構成される基質部分からなる点が挙げられる。また、ストロマトライト中に球状構造が見られることから、新原生界の例と同様に、リン酸塩ストロマトライトの形成にシアノバクテリアなどの酸素発生型光合成微生物が関与していた可能性が考えられる。以上の結果から、古原生界 Jhamarkotra 層のリン酸塩ストロマトライトの特徴は、全球凍結後に形成された新原生界 Salitre 層のそれと類似することが明らかとなった。今後は全球凍結との関連性を明確にするため、形成年代を制約することが必要であろう。

引用文献

Shiraishi et al. (2019) *Sedimentary Geology*, 380, 65-82; Deb and Thorpe. (2004) In: M. Deb and W.D. Goodfellow, eds., *Sediment-hosted Lead-Zinc Sulphide Deposits*, Narosa Publishing House, 246-263; McKenzie et al. (2013) *Precambrian Research*, 238, 120-128.

P-6

鳥取層群中に新たに見つかった魚類化石産出層のジルコン U-Pb 年代 (予報)

菅森義晃¹・田邊佳紀²・羽地俊樹³

(¹鳥取大学農学部、²鳥取県立博物館、³産総研)

Zircon U-Pb ages of newly discovered fish fossils-bearing strata of the Miocene Tottori Group, northeastern part of Tottori Prefecture, Southwest Japan (Preliminary report)

SUGAMORI Yoshiaki¹, TANABE Yoshiki², HAJI Toshiki³

(¹Agricul. Sci., Fac. Agric., Tottori Univ., ²Tottori Pref. Mus., ³AIST)

【はじめに】

鳥取県北東部の鳥取層群岩層からは保存状態が極めて良好な魚類化石が産出し、日本地質学会によって「中新世魚類化石群」の名称で鳥取県の石(化石)に認定されている。我々はその主要産地の1つの鳥取市国府町宮下において、これらの魚類化石産出層に挟まれる凝灰岩の年代を再検討し、 17.4 ± 0.2 Ma (誤差 2 σ) の U-Pb 年代を得た(羽地ほか, 2022)。さらに我々を含む研究グループは 2022 年 4 月に鳥取県内の山陰海岸ジオパーク内において保存良好の魚類化石を産出する泥岩層を発見している(田邊ほか, 2022)。これには珪長質凝灰岩が伴われており、この凝灰岩中のジルコンの U-Pb 年代を測定する機会を得たので、その結果をここに報告する。

【地質概説と魚類化石産出露頭】

鳥取層群は下部・中部中新統であり、八頭層(陸成層)とそれを覆う岩美層(陸成層~海成層)で構成されている。田邊ほか(2022)によって、鳥取県北東部某所の岩美層から保存良好な魚類化石の産出が報告された。この魚類化石を含む露頭は岩美層の栃本頁岩部層最下部に対比され(田邊ほか, 2022)、下位から、塊状泥岩(層厚約 20 cm)、凝灰岩(tuff 1, 同約 8 cm)、葉理質泥岩(同約 25 cm)、塊状泥岩(同約 80 cm)、葉理質泥岩(同約 35 cm)、凝灰岩(tuff 2, 同 15 cm)および葉理質泥岩(層厚約 22 cm)からなる。魚類化石は tuff 1 の上下の泥岩と tuff 2 の上位の葉理質泥岩によく含まれている。

P-7

美濃帯犬山地域の後期三畳紀ノーリアンにおける放射虫・コノドント統化石層序

武村盛良¹・尾上哲治¹

(¹九州大学)

Late Triassic (Norian) radiolarian and conodont biostratigraphy in the Inuyama area, Mino Belt, central Japan

Moriyoshi TAKEMURA¹, Tetsuji ONOUE¹

(¹Kyushu Univ.)

後期三畳紀ノーリアン階の後期にあたるセバチアン(亜階)では、複数の天体衝突やアラスカ Angayucham 巨大火成岩石区における大規模な火成活動が起こったことが知られている。また、同時代には Angayucham 火成活動が原因と考えられている複数の炭素同位体比の負異常が報告されており、当時の古気候や陸上・海洋生態系の変化との関連性が指摘されている(Zaffani et al., 2017; Rigo et al., 2020)。セバチアンの古環境復元には、従来放射虫やコノドントといった微化石が年代決定に利用されてきた。しかし、約 1000 万年にもおよぶセバチアンの期間について、これらの微化石層序を用いた詳しい年代決定の手法は十分に確立されていない。またこれらの化石層序学的研究は、主にパンサラッサ大陸西部の陸棚域やテチス海西部に限られており、パンサラッサ海遠洋域からの報告も限られている。そのため、セバチアンにおける全球的な環境変動を高い時代解像度で明らかにするためには、パンサラッサ海遠洋域を含めた新しい放射虫・コノドント化石層序を構築することが重要である。

そこで本研究では、西南日本のジュラ紀付加体である美濃帯の上部三畳系層状チャートを対象として、セバチアンにおけるパンサラッサ海遠洋域での放射虫、コノドント化石層序を検討した。美濃帯の上部三畳系層状チャートについては、これまで放射虫の化石層序は研究されているが、国際的な対比に広く使われるコノドントの化石層序は構築されていない。

研究地域である岐阜県犬山地域の木曾川沿いには中部三畳系~下部ジュラ系のパンサラッサ海遠洋域で堆積した層状チャートが連続して露出する。本研究で対象とした層状チャートは岐阜県坂祝町を流れる木曾川右岸に露出し

【凝灰岩のジルコン U-Pb 年代】

分析は(株)京都フィッション・トラックに依頼した。以下、コンコードな結果について記述する。tuff 1 では、1 粒子から中新世の年代値 (18.2 ± 0.5 Ma, 誤差 2 σ) が得られ、残りの 18 粒子からは古第三紀以前の年代値 (219–183 Ma, 64–86 Ma, 41.9 Ma) が得られた。tuff 2 では 25 粒子から 17.8–16.8 Ma の年代値が得られ、加重平均値は 17.3 ± 0.1 Ma (誤差 2 σ , MSWD = 0.70) であった。

【考察】

tuff 2 のジルコンが本質物であるとすれば、魚類化石を包含する地層は 17.3 Ma 頃に堆積したと判断される。これは tuff 1 の最若粒子の年代値とも矛盾ない。田邊ほか(2022)が報告した魚類化石産出層は葉理質泥岩層が卓越することから、岩相的に宮下の魚類化石産出層に対比されることが指摘されていた(田邊ほか, 2022; 羽地ほか, 2022)。今回、tuff 2 から得られた年代値は羽地ほか(2022)で報告された年代値と誤差範囲内で一致する。したがって、これらの地層は岩相的にも年代的にも対比され、同時期に同様の堆積環境で形成されたことがうかがえる。

一方、tuff 1 に含まれる先新第三紀以前のジルコンの起源は、現在の地質体の分布を考慮すると、219–183 Ma のものは智頭帯のジュラ紀付加体中の砂岩、86–64 Ma のものは白亜紀後期の火山岩類や用瀬期および因美期の火成岩類および 41.9 Ma 頃のもの田万川期の火成岩類からもたらされたと考えられる。これらのデータから推定される基盤岩は、鳥取県東部に分布する田万川期の 33 Ma 頃の火成岩由来と思われる粒子が検出されていないものの、岩美層の円通寺礫岩砂岩部層に含まれる礫種(松本, 1991)とも調和的である。

【文献】

松本 1991, 地質雑, 97, 817–833. 羽地ほか, 2022, 地質雑. 128, 295–306.

田邊ほか, 2022, 日本古生物学会 2022 年年会講演予稿集, 29.

ており、Sugiyama (1997)によって放射虫化石層序が検討されたセクション N、及びセクション K にあたる。本研究では厚さ約 7 m の層状チャートからチャート試料 27 個を採取し、それらを水酸化ナトリウム法(Onoue et al., 2024)で溶解して放射虫化石とコノドント化石を抽出した。

その結果、放射虫 13 属 20 種とコノドント 3 属 6 種が同定された。放射虫については Sugiyama (1997)で定義された放射虫の化石帯のうち、TR8A の指標となる *Praemososaturnalis multidentatus* group の *P. nobleae* がセクション基底から上部まで産出した。また TR8B の指標となる *P. pseudokahleri* の初産出がセクション中部の層準で確認されたため、TR8A と TR8B の境界を認定した。TR8B においては、棘(spine)が特徴的な *Praemososaturnalis* 属や属種不明の Skirt B、Skirt C (Sugiyama, 1997)が顕著に増加する放射虫群集の変化が見られた。コノドントについては、*Mockina bidentata* がセクションの下部から上部まで産出した。またセクション基底から約 1.8 m の層準から *Parvigondolella andrusovi* の初産出が確認され、さらにセクション上部(約 4.5–7 m)からは *Misikella hernsteini* が産出した。そのため本セクションからは、Rigo et al. (2018)で定義された *Mo. bidentata* 帯、*Pa. andrusovi* 帯、*Mi. hernsteini* 帯の 3 つの化石帯が区分された。

以上の結果をテチス海西部で構築された化石層序と比較したところ、本セクションはセバチアンの中期に対比されることが明らかとなった。この年代は先行研究において Angayucham 火成活動や炭素同位体比の変動が報告されている時代に相当する。そのため今後は、より詳細な化石層序の作成に加えて有機炭素炭素同位体比層序を作成することで、他地域との対比の精度を上げるとともに、環境変動と放射虫・コノドントの群集変化について考察を進めていく予定である。

引用文献

Onoue et al. (2024) Sci. Rep., 14, 12831; Rigo et al. (2018) The Late Triassic World: Earth in a Time of Transition. Topics in Geobiology 46, 189–235; Rigo et al. (2020) Earth Sci. Rev., 204, 103180; Sugiyama. (1997) Bull. Mizunami Fossil Mus., 24, 79–193; Zaffani et al. (2017) Geosphere, 13, No. 4, 1133–1148.

P-8 なぜいまだに中学校理科の教育現場で「鐘状火山」という言葉が用いられているのか？

棟上俊二¹⁾ (福岡教育大学)

Why are there still remains secondary school teachers who use a word “Tholoide” in their school classroom.

Shunji TOJO (Fukuoka Kyoiku Daigaku)

文部科学省学習指導要領「(2) 大地の成り立ちと変化 イ 大地の成り立ちと変化」では、火山の形として溶岩台地、盾状火山、成層火山、溶岩ドームが扱われる事が多い。福岡教育大学で行っている免許科目の講義「地学」におけるテストで溶岩ドームを解答させる問題に鐘状火山と記入する学部生がいまだにあとを絶たないので、学生に対して「鐘状火山」という語が残存しているかを調査する設問を含んだアンケートを行った。

調査対象としたのは棟上の講義科目「地学概論 I」の受講者 102 名である。授業からは完全に切り離されたものと宣言して行ったこのアンケートは 25 の設問からなり、回答は肯定から否定まで 5 段階 (3 が中立) から選択させている。本研究ではそのうちの 1 設問「北海道の有珠山や昭和火山は鐘状火山というタイプの火山である」を取り上げる。結果は、全否定: 4 (3.9%), 部分否定: 8 (7.9%), 中立: 50 (49.0%), 部分肯定 15 (14.7%), 全肯定 25 (24.5%) となった。従って鐘状火山の残存率は単純計算では部分肯定と全肯定の和である 39.2% と計算される。当然ながら本講義では鐘状火山は禁止で溶岩ドームと呼ばなくてはならないと教授しており、またアンケートはそういった火山の授業を行うよりも前に実施しているため、本講義での「鐘状火山」という発話の影響はない (再履修者を除く)。そこで、鐘状火山に対して肯定的回答を行った 40 名に追跡調査として、どこでその言葉を学んだか、回答を求めたところ、10 件の回答が得られ、その内訳は 6 件が中学校での理科授業、1 件は中学校塾、1 件は高等学校地理授業、残りは「わからない」であった。中学校段階で定着した知識はかなり強固である事が垣間見える。

そこで J-STAGE における文献数を調査した。鐘状火山で 65 件、tholoide で 54 件の検索結果を得たので、それらを総合して 93 件の資料の調査を行った。

P-9 長崎市東町の露頭における地質及び断層の関係について

西川 正

(日本赤十字社 長崎原爆病院)

Relation to the geology and the fault at outcrops of Higashi-machi, Nagasaki City

Tadashi NISHIKAWA

(Japanese Red Cross Nagasaki Genbaku Hospital)

長崎市を中心とする地域は現在地震活動が少なく、活断層と認定されるのは橋湾内に分布する雲仙断層帯くらいである。一方、同地域に分布する長崎火山岩類等の新第三紀後期の溶岩には小断層が発達し、火山活動中からその後何らかの断層運動が発生していたことが示唆される。また、このような小断層や火山活動に伴う貫入岩脈は当時の応力場とそれに伴うテクトニックな環境を知る手掛かりともなる。

今回、長崎市東町の西九州新幹線トンネル出口近傍の道路切割において、古第三系砂岩、貫入角閃石安山岩岩脈、第四紀段丘礫層からなる露頭 (地点 1) が出現したので、前述の観点を含め報告を行う。

地点 1 の地質は、下位より海緑石を含む中～粗粒砂岩、葉理の発達した黒灰色泥岩ないし頁岩、褐色を帯びた風化した砂泥互層から成り、泥岩上部には石炭のノジュールが散見される。この特徴は、鎌田 (1957) の区分からすると、矢上層群の古賀層に相当する。本地域の地層は、周辺の古第三系である長与層群や伊王島層群などと比べ、地層の傾斜角が 80 度以上と高く、地層の走向 N20E 前後 (偏角補正值) となっている。

この傾斜角の理由として、行仙火山ドームの貫入による変形が従来指摘されているが (ちゅ、長与層群なども多くの溶岩が貫入しており、溶岩ドームの貫入とする根拠は低い。

ついで、行仙火山岩類の岩脈が貫入しており、その貫入走向は N80W 前後で東西方向に貫入している。また、安山岩の岩脈 (30 cm 近く南落ちにずらす) を切ってさらに上部の褐色砂岩層まで達する断層は N70W と北西-南東走

発行年順に 20 年毎に区切った件数を、さらに分野毎 (地質・地理・土木・生物・教育・他) に区分したものを図 1 に示す。地質系は 1900 年代初頭では大部分を占めていたがその後減少し続け、80 年代以降は殆ど無くなってしま (文献総数を考慮すればその差ははるかに大きい)。20 年区間での計数値も 1940-1959 年をピークとして減少する傾向であるが、2000-2019 年にアノマラスな小ピークが挟まれる。その原因として顕著であるのが教育系論文の突発的な出現である。そしてこの中には現職の教師に影響を及ぼす可能性があるような情報発信が含まれている事も、ここで指摘しておきたい。生物の分野では、フィールドでの研究で調査地域の地形的特徴の説明で使われる例が散見される。こういった事態を再現させないために、地球科学関係の学協会の関係者は、「鐘状火山」の語を用いた出版物の発行元に対して積極的にアピールすべきである。

■ 地質系 ■ 地理系 ■ 土木系 ■ 生物系 ■ 教育系 ■ その他

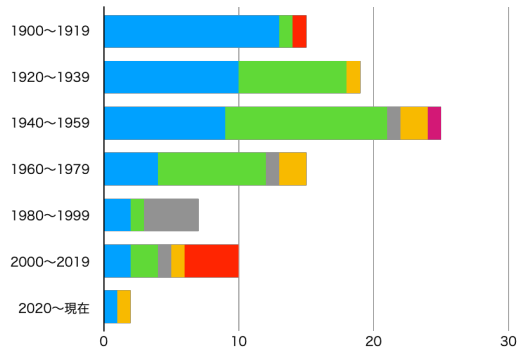


図 1 J-STAGE で「鐘状火山」を検索した結果の統計

向を示す。最も大きな断層は古賀層の泥岩部を著しく破碎し、安山岩岩脈を 1m 近く左ずれに変形させるもので N17W82S の走向傾斜をもち引く北北西-南南東傾斜を持つ。

一方、角閃石安山岩岩脈内に発達する小断層は N70-N80W 前後の走向と岩脈貫入走向に調和的である。

ちなみに本露頭の北 100m の地点に板状節理の発達した安山岩溶岩露頭があり、本地点の板状節理に直交する小断層も N50W-N70W と地点 1 と調和的である。

このことから、古賀層の変形と溶岩ドームの貫入及び断層形成では貫入や断層走向でより北西-南東方向に応力が移動している可能性がある。さらに、本地点より 3 km 程西南西の中尾ダムサイト (地点 3) でかつてはプロビライト化した安山岩に貫入する玄武岩の岩脈が観察されたが、N89W82N とほぼ東西方向であった。これは中尾川のリニアメント方向に一致し、長崎火山岩類後期は東西方向の押し (南北方向の引き) の場であったことが予想される。今回の結果は東西から北西-南東方向に応力場が変化したことを示しているのかもしれない。

一方、地点 1 では最上位に洪積世と思われる段丘礫層があり、その中には 30 cm 厚の火山灰層が挟まれる。周辺がくさり礫層から構成されていることから、これは ASO4 の火山灰と推察される。同火砕流は北東の諫早地域では 10 m 以上の層厚を有するが、本地点では当時の氾濫原としても薄い。このことは諫早平野で大半の火砕流流動が収束した可能性が高い。しかし、谷間は火砕流堆積物が薄く覆ったようで、それまで巨晶玄武岩や砂岩など多様だった礫が、ASO4 後には砂岩礫と土流流的な火山灰層が互層しており、覆われた火砕流の一部が基盤の砂岩礫とともに運ばれる環境であったらしい。また、海水準の低下とともに八郎川の下刻が進行したと考えられる。なお、ASO4 火砕流は小断層で切れ、変形している箇所がある。諫早地域の ASO4 中にもコンポリュートなど変形構造が発達することから、ASO4 噴火に伴い、長崎地域は地震に見舞われたことが予想される。

西南日本内帯には、古生代の地質帯が分布しており、これらには、いくつかの塩基性岩体が知られている。例えば、舞鶴帯の一部である夜久野オフィオライト岩体は、福井県おおい町から広島県福山市付近にかけて断続的かつ帯状に露出している(石渡, 1978 など)。岡山県内においては北東部に分布する大原岩体(石渡・斎藤, 1997)、福渡岩体(石渡, 2017) および南西部の井原岩体(Koide, 1986 など)が報告されている。中央部の塩基性岩体は、岩石分布などの記載はあるものの起源や形成プロセスなどの考察はほとんどされていない(原・佐々木, 1966; 前ほか, 2024a, b など)。これは、石渡(2017)によって「福渡岩体」と称されているが、塩基性岩類の大部分が久米南町を中心に分布することから、以後、この岩体を久米南岩体(新称)と呼ぶこととする。

久米南岩体は、変斑れい岩を主体とし、蛇紋岩、輝石岩、トータル岩、ドレライトおよび玄武岩が伴われるほか堆積岩類も分布する。岩体周辺部は、中生代白亜紀の安山岩質〜デイサイト質火山岩類によって被覆され、岩体内は同時期の安山岩脈やデイサイト岩脈により頻繁に貫入を受けている(原・佐々木, 1966; 西部技術コンサルタント, 2020)。また、本岩体はNE-SW方向の断層によって大きく3つにブロック化しており、各ブロックに岩相差がある。本研究ではそれらを、東部の全間ブロック、中央部の上粗ブロック、西部の栃原ブロックと呼び、本発表では、前ほか(2024a, b)以降に記載した露頭や地質情報に加え、各ブロックの記載結果を報告する。

【はじめに】

物理探査は弾性波・電流・電磁波・磁気・重力・放射能などのさまざまな物理現象を利用して、地表から地中を探査する技術である(物理探査学会編, 2008)。物理探査は直接的に地下構造を観察するものでない点に注意が必要があるが、広範囲の地下構造を面的に推定できる点において優れている。

物理探査で扱う物理現象の1つに、常時微動がある。常時微動は波浪等の自然の振動や交通振動等の人間活動により引き起こされた微小な揺れのことで、複数の微動計を決められた配列(アレイ)に並べて常時微動を観測し、地下におけるS波速度構造を推定する探査手法を微動(アレイ)探査と呼ぶ(物理探査学会編, 2008)。本講演では微動アレイ探査の1種である2次元微動探査を用いた断層調査を実施した事例について紹介する。

【2次元微動探査の概要】

2次元微動探査とは、微動アレイ探査における直線アレイ(直線配置)を多数の微動計を用いて観測することにより、2次元のS波速度断面を求める探査方法である。地表付近を伝播する表面波(レーリー波)は、波長の長い低周波ほど深部のS波速度を反映する。つまり、高周波領域は浅部のS波速度を反映し、低周波領域は深部のS波速度を反映している。2次元微動探査は自然の振動を受振するため、人工的な起振を必要としない。また、2次元微動探査では低周波領域の波を測定するため解析精度が浅所では低いが比較的深い深度まで探査可能である。2次元微動探査の測定は、数10個の独立式微動計を直線状に配置して、数10分〜数時間程度観測を実施してデータを取得する。解析

全間ブロック: 全間ブロックは、下弓削〜南畑まで分布する。変斑れい岩を主体とし、トータル岩や玄武岩・ドレライト、蛇紋岩および輝石岩がみられる。北側の変斑れい岩は完全な等粒状組織を有するが、南部の変斑れい岩は面構造が発達する。

上粗ブロック: 上粗ブロックは、北庄〜下粗付近にかけて分布する。主要な岩相として変斑れい岩とトータル岩がみられる。地質図上両者は東西方向に延び、幅数m〜数十mで交互に分布する。本岩体の変斑れい岩は等粒状組織を有し、塊状である。トータル岩は圧砕組織を呈する。一部では変斑れい岩とトータル岩が互いを取り込むような様相を示す。

栃原ブロック: 栃原ブロックは建部町角石祖母〜栃原にかけて分布する。主要な岩相は上粗ブロックとほぼ同様であるが、地質図上両者が交互に分布する共通点は見られない。南側では中生代白亜紀後期の火成岩類によってその分布が絶たれている。

全間ブロック北部・上粗ブロック・栃原ブロックでは等粒状かつ、面構造を示さない変斑れい岩が分布するのに対し、全間ブロック南部の変斑れい岩には面構造が発達する。加えて小規模な輝石岩体や蛇紋岩体が存在する。一般的にオフィオライトはその層序的下位に向かって変成度が上昇することが知られている(石塚・鈴木, 1995)。夜久野オフィオライト岩体中にも類似した岩相がみられ、朝来岩体の下位シート(隅田・早坂, 2009)や大原岩体(石渡・斎藤, 1997)などと同様の特徴を有する。

引用文献

石渡(1978)地球科学, 32, 301-310; 石渡・斎藤(1997)基礎研究(A)「付加体形成における緑色岩の意義」研究報告, no.2, 73-81; 石渡(2017)地質技術, 7, 11-16; 石塚・鈴木(1995)地学雑誌, 104, 350-360; Koide(1966)J. Geol. Soc. Japan, 92, 329-348; 隅田・早坂(2009)地質学雑誌, 6, 266-287; 西部技術コンサルタント(2020)5万分の1地質図幅12.「福渡」; 原・佐々木(1966)岡山大学地学研究報告, 82-89; 前ほか(2024a)日本地質学会西日本支部第174回例会要旨; 前ほか(2024b)日本地質学会第131年学術大会要旨。

では、仮定する初期S波速度構造モデルから得られる周波数毎の速度と、測定波形から求められる周波数毎の速度との誤差が小さくなるように逆解析を行う。

【調査対象および測線配置】

探査は広島県内で断層の分布が指摘されている、急峻な山地に挟まれた谷底低地において実施した。周辺には広島花崗岩類に属する白亜紀後期中・粗粒黒雲母花崗岩が広く分布している。

探査測線は想定される断層の走向に対して直交する方向を基本としたが、副測線として断層に斜交する測線を配置し、探査を実施した。

【探査結果および考察】

複数の測線から低速度帯が検出され、低速度帯から断層の方向を推定した。推定した断層のうち、当該地域において分布が指摘されている断層の走向と同方向に想定される低速度帯の1箇所においてボーリング調査を実施した。ボーリング調査の結果、周辺に広く見られる中・粗粒花崗岩とは異なる細粒花崗岩が確認されたが、低速度帯に相当する断層破砕帯等は確認されなかった。

2次元微動探査の結果とボーリング結果の不整合について明確な原因は不明であるが、考えられる原因を以下に述べる。①ボーリング調査では細粒花崗岩が確認されたことから、岩種の違いが速度の違いを反映し、低速度帯として検出された可能性がある。②2次元微動探査は平坦地での実施を前提とした調査であり、緩やかな傾斜地となっている測線において解析精度が低下した可能性がある。③測線が直線でないことに起因した可能性が考えられる。

結果として断層破砕帯は確認されなかったが、ボーリングを実施していない低速度帯では地質的な要因が存在する可能性がある。それは別の断層が存在する可能性や、周辺では花崗岩の他に流紋岩も確認されており、両者の接触面における熱水変質が低速度帯として現れた可能性も考えられる。2次元微動探査は事例が少ない探査であるため、今後様々な条件で探査を実施し、適用性の高い地形条件の確立や実際の地質状況と比較した探査精度の妥当性を確立することが必要である。

引用文献: 物理探査学会編(2008)新版物理探査適用の手引き。公益社団法人 物理探査学会, 539p.

P-12

北九州市、高槻遺跡産高機型石斧石材の多様性

松永航汰¹・柚原雅樹¹・梅崎恵司^{2,2}・森 貴教³・角縁 進⁴

¹(福岡大学, ²(公財)北九州市芸術文化振興財団, ³新潟大学, ⁴佐賀大学)

Variety of materials for the Takatsuki-type stone axes from the Takatsuki Site, Kitakyushu City

Kota MATSUNAGA¹, Masaki YUHARA¹, Keiji UMEZAKI², Takanori MORI³, Susumu KAKUBUCHI⁴

¹(Fukuoka Univ., ²Kitakyushu City Foundation for Promoting Arts and Culture, ³Niigata Univ., ⁴Saga Univ.)

高機型石斧は、北部九州における三大弥生石器の一つである今山系石斧(武末, 2001)に類似した太形蛤刃磨製石斧である。今山系石斧は福岡市西区今山産玄武岩が石材として使用され、主に西部に流通している。高機型石斧は北九州市域を中心に東部に流通している(土屋, 2004)。今山系石斧石材の地球科学的特徴が明らかにされている(足立ほか, 2015 ほか)のに対し、高機型石斧は、関門層群下関亜層群の安山岩質岩が用いられていると推定されているのみで(梅崎, 2000; 土屋, 2004 など)近年、柚原ほか(2023)によって4資料の岩石記載と化学分析がなされたにすぎない。両石斧の流通範囲の解析のためには、高機型石斧の石材を特定し、それらの地球科学的データを蓄積する必要がある。そこで今回、高槻遺跡で採取された高機型石斧の化学分析を行った。本報告ではそれらの岩石学的特徴を報告する。

高槻遺跡は北九州市八幡東区松尾町・清田 2 丁目ほかに位置する。高槻遺跡は弥生時代前期～後期の遺跡で、他の遺跡とともに高機型石斧の生産遺跡とされ、高槻遺跡群を構成している。高槻遺跡は下関亜層群分布域に位置し、多くの遺跡は貫入岩類分布内に位置する。

分析を行った石斧は、高槻遺跡で表面採取され、北九州市芸術文化振興財団に保管されていた資料である。採取資料の実測を行った結果、ほとんどが石斧未完成品であり、一部敲石に転用されていると考えられる。比較のため、高槻遺跡近傍の榎田川、南部の遺跡群近傍の紫川、合馬川で採取した河床礫も分析

した。

石斧は、変質安山岩、両輝石-黒雲母石英閃緑岩、安山岩質粗粒凝灰岩、粗粒砂岩からなる。粗粒砂岩製石斧には亀裂が発達し、内部まで風化が進んでいるが、それ以外の石斧は風化層が1 mm 以下であり、ほとんど風化していない。

変質安山岩は、透輝石と斜長石を斑晶に持つ安山岩である。透輝石を含む有色鉱物はアクチノ閃石化し、斜長石の多くはイライト化している。安山岩質凝灰岩は、斜長石、単斜輝石、石英の結晶粒と岩片を含む。両輝石-黒雲母石英閃緑岩は、単斜輝石、直方輝石、黒雲母および石英を含む。

石斧および河床礫の変質安山岩と凝灰岩は、 $0.4\sim 0.6\times 10^{-3}$ SIunit の低い帯磁率を示すのに対し、石英閃緑岩は $14\sim 23\times 10^{-3}$ SIunit のやや高い帯磁率を示す。

石斧および河床礫の変質安山岩は、SiO₂含有量が51.9~54.2 wt.%で、高いMgO含有量(7.1~9.6 wt.%)を示す。変質安山岩は変質しているものの、全岩化学組成および残存する透輝石の化学組成から、サヌカイト質高Mg安山岩である。これに対し、凝灰岩(SiO₂含有量: 55.08~62.83 wt.%)はソレアイト質安山岩組成を有する。石英閃緑岩は、SiO₂含有量が56.33~57.60 wt.%で、脇野亜層群に貫入する貫入岩類のうち、単斜輝石石英閃緑岩(江島, 2021)の組成範囲内にある。石英閃緑岩礫は、南部の合馬川および紫川でしか得られていない。

以上のことから、高機型石斧は、アルカリ玄武岩のみの今山系石斧とは異なり、変質安山岩、両輝石-黒雲母石英閃緑岩、安山岩質粗粒凝灰岩、粗粒砂岩といった多様な石材からなることが明らかとなった。それぞれ、高槻遺跡近傍の榎田川河床で採取されたと考えられるが、石英閃緑岩については、合馬川から紫川で採取された可能性がある。

引用文献

足立達朗ほか(2015)日本文化財科学会第32回大会研究発表要旨集, 236-237. 江島圭祐(2021)地質学雑誌, 127, 605-619. 森 貴教(2018)九州大学人文学叢書 13, 九州大学出版会, 238p. 武末純一(2001)筑紫野市史 資料編(上)考古資料, 528-555. 土屋みづほ(2004)考古学研究, 50, 34-54. 柚原雅樹ほか(2023)日本地質学会第130年学術大会, T-10-P-2.

P-13

岐阜県飛水峽セクションにおける美濃帯下部・中部三畳系珪質岩類の微化石層序と有機炭素同位体比変動

宮岡隼陽・海江田蒼太・元村健人・尾上哲治(九州大学)

Biostratigraphy and $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ of Lower to Middle Triassic chert and siliceous claystone in Hsiukyo section of Mino belt, Gifu, central Japan

Junyo MIYAOKA, Sota KAIEDA, Kento MOTOMURA, Tetsuji ONOUE (Kyushu Univ.)

超海洋パンサラッサの遠洋域深海底で堆積した中・古生代の層状チャートは、放射虫やコノドントの微化石層序により地質年代が決定されてきた。しかし、ペルム紀末から前期三畳紀(251.9~247 Ma)にかけての約500万年間は、層状チャートの堆積が停止し、代わって珪質粘土岩が堆積するチャートギャップ(Chert gap)とよばれる現象が報告されている(Isozaki, 1997)。このチャートギャップが起こった原因については不明な点が多い。原因解明が進まない理由として、前期三畳紀の微化石層序に関する研究が進展しておらず、チャートギャップの期間や年代を正確に決められないといった問題がある。

岐阜県上麻生地域の美濃帯飛水峽セクションには、チャートギャップの地質記録と考えられる前期～中期三畳紀の珪質粘土岩が分布する。本セクションの珪質粘土岩は断層や褶曲といった構造変形の影響を受けておらず、上位の層状チャートへの連続した層序が確認されている。そのため、本セクションの微化石層序や有機炭素同位体比などの科学層序を詳しく検討することで、チャートギャップの原因解明のための新たな知見が得られる可能性がある。

そこで本研究では、飛水峽セクションに分布する珪質粘土岩および層状チャートを対象に、主に前期～中期三畳紀の微化石層序の構築を目的として研究を行った。層状チャートについて、採取したチャート試料は低濃度水酸化ナトリウム法(Onoue et al., 2024)を使用して溶解させ、微化石(放射虫、コノドント)を回収した。回収した微化石は乾燥させたのちSEMを用いて撮像を行い、属種の同定を行った。有機炭素同位体比分析は採取した黒色珪質粘土岩を粉末化・酸処理したのち、質量分析計を用いて $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 値の測定を行った。

研究の結果、採取した試料から放射虫20属25種、コノドント3属5種が同定された。約21 mのセクションのうち、下部の約10 mの層序区間からは*Cryptostephanidium japonicum*や*Zevius yaoi*などの前期三畳紀に特徴的な放射虫化石が産出した。セクション中部から上部にかけての層序区間(約13~21 m)からは*Parasepsagon antiquum*や*Hozmadia gifuensis*などの放射虫化石が産出した。以上の放射虫化石の検討から、セクション基底から約13~16 mの層序区間にSugiyama(1997)放射虫化石帯TR1とTR2Aの境界が認定された。コノドント化石については、セクション中部の約12 mの層序区間から*Chiosella timorensis*が産出した。この種の初産出は、前期(Olenekian)/中期(Anisian)三畳紀境界(以下OAB)に一致するとされているため(Kozur, 2003)、検討セクションの中部付近にOABがあると考えられる。従来の研究では、TR1/TR2A境界にOABが比較されると考えられてきたが、本研究の結果、これらの化石帯境界とOABは一致しないことが明らかになった。チャートおよび珪質粘土岩の層厚変動の解析からは、OABを挟んでチャート優勢の層序へと変化することが明らかになった。また、有機炭素同位体比変動について、分析からはOABが位置するセクション中部において正の $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 変動が確認された。このようなOAB付近の正の $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 変動は、汎世界的に確認されている(Payne et al., 2004)。

以上の検討から、チャートギャップの上限年代は、前期/中期三畳紀境界とほぼ一致することが示された。同時代のパンサラッサ遠洋域深海底堆積物をもつ足尾帯大釜セクションでも同様の研究が行われている(Muto et al., 2018)。大釜セクションとの比較を行うと、微化石層序や有機炭素同位体比変動に関してはおおむね一致するが、チャートギャップの期間については大釜セクションでより長く続いており、異なる結果となった。今後は境界周辺の試料をより細かく採取し、チャートギャップ終焉期における堆積環境の変化についても地球化学的検討を進めていく予定である。

引用文献

Isozaki(1997) *Science*, 276, 235.; Kozur(2003) *Hallesch. Jahrb. Geowiss.*, 25, 49.; Muto et al.(2018) *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 490, 687.; Onoue et al.(2024) *Sci. Rep.*, 14, 12831.; Payne et al.(2004) *Science*, 305, 506.; Sugiyama(1997) *Bull. Mizutani Fossil Mus.*, 24, 79.

P-14 九州南西部の芦北地域南部に散在する先古第三系砂岩のモード組成

山本啓司¹・佐藤良樹^{1,2}

¹鹿児島大学, ²鉦研工業株式会社

Modal composition of pre-Paleogene sandstones scattered in the southern Ashikita region, southwestern Kyushu, Southwest Japan.

Hiroshi YAMAMOTO¹, Yoshiki SATO^{1,2}

¹Kagoshima Univ., ²KOKEN Boring Machine Co., Ltd)

西南日本外帯の主要な構造区分である秩父帯と四万十帯の境界を含む地域に分布する砂岩について、薄片のポイントカウントによって測定した碎屑粒子組成について報告する(山本・佐藤, 投稿中)。九州南部の芦北地方南西部には、多様な岩石からなるジュラ紀付加体を主とし、一部に前期白亜紀の付加体を含むユニット(尾前ユニット, 仁田尾ユニットなど)と、白亜紀の下部四万十層群(または諸塚層群)の佐伯亜層群が分布することが知られている(たとえば, 斎藤ほか, 1996; 2010; 寺岡, 2004 など)。同地域のジュラ紀付加体は秩父帯, 佐伯亜層群は四万十帯に属する。両帯の境界が仏像構造線である。芦北地方南西部は新第三紀以降の火山岩類に広く覆われているため, 先古第三系の分布域は孤立した状態になっている。芦北地方南西部の先古第三系は砂岩を普遍的に含んでいる。

粒子組成の測定方法は次のとおりである。デジタル顕微鏡(キーエンス VHX-8000)を用いて砂岩薄片の画像(平行ボーラー)を取得し, それを Adobe Illustrator CS6に取り込んで画像の上に30列×30行の格子を設置し, 格子を配置した画像をパソコンのモニターに映示した状態で, 格子点下にある物を十字動装置付の偏光顕微鏡で観察・判別して, 所定のオブジェクト(たとえば, 斜長石ならオレンジ色の丸)を, 画像上の当該格子点の上に置いていくという方式で行なった。一般に鏡下では判別困難なカリ長石については, micro-XRF装置(HORIBA XGT-5000)を用いて薄片のカリウムと鉄の濃度マップを取得し, カリウムのカウント値から鉄のカウント値を減算して生成したグレースケール画像を前述の薄片画像に重ね合わせてカリ長石である可能性が高い

領域を抽出した。カウント用の格子点がグレースケール画像の高輝度領域にあるときに, その場所を顕微鏡で観察してカリ長石として差し支えない場合(白雲母などではない)にカリ長石としてカウントした(伊地知・山本, 2022の手法を一部改変)。

カウント結果を石英, 長石, 岩片の三成分に集約した三角図(Q-F-Rプロット)では, 17試料中の8試料が長石質ワック, 7試料が長石質アレナイト, 2試料が石質アレナイトである(岡田, 1971)。測定値の分布範囲は, ほぼ同じ地域の砂岩を測定した福山ほか(1977)のFig. 3のQ-F-Rプロットと概ね重なる。Gazzi-Dickinson method (Gazzi, 1966; Dickinson, 1970など)に準じて, 深成岩片を岩片に含めずに格子点直下の鉱物種でカウントしてQm(単結晶石英と深成岩片中の石英の合計)とF(カリ長石と斜長石, および深成岩片中のカリ長石と斜長石の合計)に配分するとQm-F-Ltプロットが得られる。Qm-F-LtプロットではQ-F-Rプロットと比べて岩片を表すLtの値が小さくなり, 測定値はQm-Fの辺の近傍にまとまる。砂岩の後背地造構場区分(Dickinson et al., 1983)によると, 測定値の分布域は大陸性ブロックの上昇基盤の領域に含まれる。この領域の後背地造構場は, 活発な変動によって基盤の上昇と削剥が進んでいる大陸地殻であるとされている。一般に秩父帯に属するジュラ紀ないし前期白亜紀初期の砂岩は石英に富み, 下部四万十層群の白亜系砂岩は長石に富むことが知られている(たとえば, 福山ほか, 1977; 斎藤ほか, 1996など)。QmとFの比率(Qm/F値)は, 調査地域北半部の試料では高く(0.69以上), 南半部の試料は低い(0.50以下)。このQm/F値の傾向は, 調査地域北半部がジュラ紀付加体分布域であり, 南半部が佐伯亜層群の領域であることと調和する。この地域の既知の仏像構造線(斎藤ほか, 2010)は, Qm/F値が大きく変わる地点の間を通過している。

Dickinson, 1970, *J. Sediment. Res.*, **40**, 695-707.; 福山ほか, 1977, 鹿児島大地理学(地学・生物学), **10**, 17-28.; Gazzi, 1966, *Petrog. Acta*, **12**, 69-97.; 伊地知・山本, 2022, 鹿児島大地理学, **55**, 8-15.; 岡田, 1971, 地質雑, **77**, 395-396.; 斎藤ほか, 1996, 椎葉村地域の地質, 地質調査所; 斎藤ほか2010, 20万分の1地質図幅「八代及び野母崎の一部」, 産総研.; 寺岡, 2004, 地質ニュース, **599**, 40-48.; 山本・佐藤, 投稿中, 地質雑

P-15 平尾花崗閃緑岩に見出された同時性苦鉄質岩脈の産状と全岩化学組成

柚原雅樹¹・梅崎恵司²・川野良信³・安部和城²

¹福岡大学, ²(公財)北九州市芸術文化振興財団, ³立正大学)

Field occurrence and whole-rock chemical composition of syn-plutonic dyke in the Hirao Granodiorite

Masaki YUHARA¹, Keiji UMEZAKI², Yoshinobu KAWANO³, Kazuki ABE²

¹Fukuoka Univ., ²Kitakyushu City Foundation for Promoting Arts and Culture, ³Rissho Univ.)

北九州市南部, 平尾台の北東から南西にかけて分布する平尾花崗閃緑岩(主岩体と呼ぶ)は, 苦鉄質火成包有岩(MME)を散点的に包有するが, その量は非常にわずかである。このため, 苦鉄質マグマと花崗岩質マグマの混交・混合を示す積極的な証拠は得られない(村岡ほか, 2020)とされた。しかし, 主岩体は自形の普通角閃石の大型結晶を含む(村岡ほか, 2020)ことから, 両マグマの混交・混合を経験している可能性が高い。今回, 小倉城関連石切丁場の岩石の地球科学的データ蓄積のために野外調査を行った。その過程で, 小倉南区の間島において平尾花崗閃緑岩中に同時性苦鉄質岩脈である包有岩岩脈を見出した。

間島の北半部には平尾花崗閃緑岩が分布し, 南半部に分布する泥岩および砂岩からなる呼野層群の層理を切って貫入する。平尾花崗閃緑岩は全体的に風化が進んでいるが, 最大径10mの風化核が点在し, そこから石材が切り出されている。主に黒雲母の定向配列による弱い面構造が認められる。最大長径55cmに達する球状~レンズ状の苦鉄質火成包有岩が包有される。最大幅2.6mで南-北方向に最大12m以上連続する包有岩岩脈が3岩脈認められる。本岩脈は, 最大長径30cmに達するレンズ状~不定形の多量の苦鉄質火成包有岩からなり, その間を周囲の平尾花崗閃緑岩と優黒質で普通角閃石に富む花崗閃緑岩(優黒質花崗閃緑岩と呼ぶ)が充填する。両者は混在し, 互いに漸移する。優黒質花崗閃緑岩は, 包有岩岩脈から平尾花崗閃緑岩に延びている。さら

に, 平尾花崗閃緑岩中には不定形の優黒質花崗閃緑岩の岩脈やレンズが認められる。

間島の平尾花崗閃緑岩と優黒質花崗閃緑岩は, 中粒の普通角閃石-黒雲母花崗閃緑岩からなる。いずれも主岩体のモード組成の範囲内にあるが, 優黒質花崗閃緑岩は苦鉄質鉱物に富む。また, 間島の平尾花崗閃緑岩と優黒質花崗閃緑岩は, 主岩体とは異なり, 多くの普通角閃石が同じ方向を向く多量の黒雲母を包有する。そのような普通角閃石の産状は, 中江ほか(1998)によって報告されている。苦鉄質火成包有岩は, 主に斑状組織を呈する黒雲母-普通角閃石石英閃緑岩からなる。

間島の平尾花崗閃緑岩, 優黒質花崗閃緑岩および苦鉄質火成包有岩のSiO₂含有量は, それぞれ63.3~66.9, 58.8~60.2, 53.6~57.0 wt.%である。主成分ならびに微量成分元素の変化図では, 間島の平尾花崗閃緑岩は, 主岩体の組成範囲内にある。優黒質花崗閃緑岩は平尾花崗閃緑岩と苦鉄質火成包有岩の中間的なSiO₂含有量を示し, その組成変化傾向の延長上に平尾花崗閃緑岩の組成範囲は存在するが, 苦鉄質火成包有岩の組成範囲が存在することはまれである。C1コンドライトで規格化した間島の平尾花崗閃緑岩の希土類元素パターンは, 軽希土類元素に富み, 重希土類元素に乏しい右下がりのパターンを示し, 主岩体のパターンに類似する。優黒質花崗閃緑岩と苦鉄質火成包有岩も右下がりのパターンを示すが, 平尾花崗閃緑岩よりも重希土類元素に富み, 負のEuおよびCe異常を示す。

間島の平尾花崗閃緑岩には主岩体とは異なり, 苦鉄質火成包有岩が普遍的に包有されるが, これは花崗閃緑岩マグマに貫入し包有岩岩脈を形成した苦鉄質マグマ起源であると考えられる。しかし, 産状や岩石記載, 全岩化学組成から, 間島の平尾花崗閃緑岩ではこの苦鉄質マグマとの混合よりも, 苦鉄質マグマと同様な経路で貫入した優黒質花崗閃緑岩マグマとの混合が主に生じた可能性が高い。

詳細については, 柚原ほか(印刷中)を参照されたい。

引用文献

村岡やよいほか(2020)地質雑, **126**, 679-695; 中江 訓ほか(1998)小倉地域の地質; 柚原雅樹ほか(印刷中)研究紀要, **39**.

宮崎県日之影町末市地域、床木層（三宝山帯）中の
上部三畳系石灰岩の岩相と堆積環境

星木勇作^{1, 2}・星木美恵^{1, 2}

¹株式会社 Geostack, ²北九州市立自然史・歴史博物館自然史友の会

Lithofacies and depositional setting of the Upper Triassic carbonates from the Yukagi Formation (the Sambosan Accretionary Complex) in the Sueichi area, Hinokage-cho, Miyazaki prefecture, Kyushu, Japan
Yusaku HOSHIKI^{1, 2}, Mie HOSHIKI^{1, 2}

¹ Geostack Co., Ltd., ² Natural History Society of Kitakyushu Museum of Natural History and Human History)

三宝山帯の南縁部を構成する床木層（後期ジュラ紀～前期白亜紀付加体）は、石灰岩、チャート、玄武岩類、陸源性砕屑岩などの海洋性岩石からなり、南側で仏像構造線を介して四万十帯（白亜紀付加体）と接する。最近、20 万分の 1 地質図幅「大分」（星住ほか、2015）の全面的な改訂がなされたことで、大分県四浦半島から宮崎県高千穂地域周辺にかけて床木層の詳細な分布が明らかとなった。本層は上部三畳系石灰岩を特徴的に産することが知られている（尾上、2010）が、現在のところ、あまり研究は進んでいない。今回筆者らは、宮崎県日之影町の床木層において比較的規模の大きな石灰岩体を見出したので、その岩相の特徴と推察される堆積環境について予察的な報告を行う。

今回検討を行った石灰岩体は、宮崎県日之影町の末市地域に位置し、南北に延びる道路沿いに約 70m に渡って好露出している。本岩体は一般に塊状石灰岩からなり、色調や岩相の特徴などに基づいて、油臭を伴う有機質の暗灰色石灰岩からなる北部岩体と稀に薄く成層する層準を伴う灰白色石灰岩からなる南部岩体に区分される。両岩体は厚さ 1 cm 程度の緑灰色の凝灰岩層によって境されており、これは野外において両岩体を識別する上でよい指標となる。また、北部岩体はその北端部において基質と思われる剥離性のある黒色泥岩と接する一方で、検討岩体の南限はコンクリートによって被覆されており、他の地層との接触関係などは不明である。

本研究では約 1m 間隔で 33 個の試料を採集し、室内にてスラブ（研磨試料）の作製・観察を行った。また、大型薄片数枚を含む 300 枚以上の岩石薄片を作製し、鏡下にて微岩相の検討を行った。その結果、北部岩体を構成する暗灰色石灰岩は、ペロイドとウミユリ片を主体とする peloidal-bioclastic grainstone からなり、部分的に bioclastic packstone が伴われることが明らかとなった。各構成粒子は極細粒～細粒砂サイズで、淘汰良好かつ円磨度も比較的高い。一方で、南部岩体を構成する灰白色石灰岩は、主に中粒～粗粒砂サイズのウミユリ片を主体とする bioclastic packstone-wackestone を主体とし、これに礫質なウミユリ片や緻密な石灰泥からなる石灰岩の礫が伴われる場合がある。ウミユリ片と石灰泥の礫は淘汰度・円磨度ともに不良である。また、両岩体の境界をなす凝灰岩層とその周辺の石灰岩試料からは、鏡下においてブーディン状の変形構造が観察されるなど、比較的強い変成作用を受けた形跡が認められる。

Chablais et al. (2010) は、熊本県南部の球磨村と五木村において三宝山帯の上部三畳系石灰岩の岩相を詳細に検討し、その堆積環境について議論した。この研究によると、本地域に分布する上部三畳系石灰岩は 17 の岩相タイプ（MF1～17）に区分され、ラグーン相を中心に海山斜面～堆積盆地相などの環境で形成されたことが示されている。

今回検討を行った末市地域の石灰岩体のうち北部岩体は、主にペロイドとウミユリ片からなる grainstone または packstone が主体的であり、これは Chablais et al. (2010) の示した岩相タイプ 13 (Peloidal-bioclastic packstone-grainstone) に対比され、ラグーン環境で堆積したことが推定されている。一方、南部岩体の特徴付ける bioclastic packstone-wackestone および部分的に認められる礫質なウミユリ片や石灰泥の礫を含む石灰岩は、それぞれ同研究の岩相タイプ 2 (Crinoidal-algal packstone-grainstone) とタイプ 1 (Limestone microbreccia) に類似した特徴を示し、これらは海山前礁部～斜面環境で形成されたことが推察される。

引用文献：Chablais, J. et al., 2010, *Facies*, **56**, 249-278；星住英夫ほか、2015, 20 万分の 1 地質図幅「大分」（第 2 版）；尾上哲治、2010, 九州島内の秩父・三宝山帯ジュラ紀付加体、佐野弘好ほか（編著）、日本地方地質誌 **8**, 190-201。

支部長
山本啓司(鹿児島大学)
事務局・世話人
尾上哲治(九州大学)・山下大輔(甕ミュージアム)

発行： 日本地質学会西日本支部
事務局：〒819-0395 福岡市西区元岡 744
九州大学 理学研究院
地球惑星科学部門