

日本地質学会
西日本支部 令和5年度総会
第174回例会



2024年3月2日(土):例会, 総会

会場:薩摩川内市川内駅コンベンションセンター SS プラザせんだい



共催:薩摩川内市役所

口頭発表

9:30-9:35

支部長挨拶

9:35-9:45

薩摩川内市長挨拶

座長：前川匠（大阪市立自然史博物館）

通番	講演時間	タイトル	発表者
O1	9:50-10:05	鹿児島県薩摩川内市西部の久見崎地域に分布する下部白亜系久見崎層から産出した二枚貝化石群	小松俊文（熊本大）・渡辺正幸（渡辺技術士事務所）・岩切雅志（西日本技術開発）・三宅優佳・山下大輔（甌ミュージアム）
O2	10:05-10:20	鹿児島県甌島に分布する後期白亜紀～前期古第三紀堆積岩類の古地磁気・岩石磁気	山下大輔・三宅優佳（甌ミュージアム）・北原優・穴井知里（高知大コア研）
O3	10:20-10:35	鹿児島県薩摩川内市甌島の花崗岩類の地球科学と形成年代について	礼満ハフィーズ・中林真梨萌（鹿児島大）・山下大輔（甌ミュージアム）

10:35-10:45

小休憩（10分）

座長：山田玲菜（鹿児島大）

O4	10:45-11:00	島根県奥出雲町に分布する高田花崗閃緑岩の成因	中山瀨那・亀井淳志（島根大）
O5	11:00-11:15	土生花崗閃緑岩のジルコンU-Pb年代とHf同位体組成	秋本悠作・大和田正明・永島真理子（山口大）・中野伸彦・川口健太（九州大）
O6	11:15-11:30	愛媛県猿田川地域の三波川帯高変成度域にみられる深部断層と流体活動	安西剣太・遠藤俊祐（島根大）

11:30-11:40

小休憩（10分）

11:40-12:10

総会

12:10-13:10

昼休み

13:10-14:10

ポスター

14:10-14:15

小休憩（5分）

座長：塩原拓真（九州大）

O7	14:15-14:30	北東北日本海側における古津波研究の現状と展望：令和6年能登半島地震津波の調査から	鎌滝孝信・川田駿・石塚桃恵・角舩祥（岡山理科大）・松富英夫（中央大学研究開発機構）
O8	14:30-14:45	地震による地質災害発生メカニズム－令和6年能登半島地震の事象から－	吉村辰朗（第一復建）
O9	14:45-15:00	微細構造観察に基づく炭酸塩スフェルライトの起源推定	佐々木佑二郎（広島大）・藤田和彦（琉球大）・富岡尚敬（JAMSTEC）・高橋嘉夫（東京大）・白石史人（広島大）
O10	15:00-15:15	Origin, subduction, and exhumation process of rocks in the Sangun-Renge Belt exposed at Sasaguri, Fukuoka Prefecture	Swarnaa Annadurai Munusamy（広島大）, Jun-ichi Ando（広島大・HiPeR広島大）, Yuki Iwasaki（日本製鉄）, Dyuti Prakash Sarkar, Kaushik Das（広島大・HiPeR広島大）, Seiichiro Uehara（九州大博）

15:15-15:25

小休憩（10分）

座長：中山瀬那（島根大）

O11	15:25-15:40	北西ヒマラヤワジリスタン地域に産するポディフォームクロミタイトの岩石学および地球科学的特徴	大塚愛恵・礼満ハフィーズ（鹿児島大）・ヘイダルナグマ（パキスタン地質調査所）
O12	15:40-15:55	大分県日田市柚木金山から採取された岩石の金銀含有量について報告	山田玲菜・礼満ハフィーズ（鹿児島大）・有川博幸（鹿児島大・アリガット地域未来共創研究所）
O13	15:55-16:10	福井県大野市石徹白川地域の下部白亜系手取層群中に見られる古土壌を用いた古環境推定	黒島健介（広島大博・広島大）・長田充弘（富山大）・酒井佑輔（大野市教育委）・Stengel Hannes（広島大）

16:10-16:20

小休憩（10分）

座長：種子涼太（熊本大）

O14	16:20-16:35	美濃帯中部三畳系層状チャートにおける放散虫・コノドント化石層序及び化学層序の検討	塩原拓真・尾上哲治・曾田勝仁（九州大）
O15	16:35-16:50	干潟における微地形の形成と移動に関する研究	田島一樹・川村喜一郎（山口大）
O16	16:50-17:05	北琉球馬毛島の熊毛コンプレックスの年代	福田泰英（㈱三和地質コンサルタント）・坂井卓（元九州大）・林広樹（島根大学）

17:05～

学生発表賞表彰式

ポスター発表

通番	タイトル	発表者
P1	インド中生界, Vindhyan超層群Chitrakoot層の堆積相と真核生物微化石	Abhishek Pandey（広島大）・Partha P. Chakraborty（デリー大学）・中田亮一（JAMSTEC）・白石史人（広島大）
P2	宮崎県高千穂町に分布する三畳系上村層のインドゥアン階-オレネキアン階境界とオレネキアン階-アニシアン階境界	前川匠（大阪市博）・田中源吾（熊本大）
P3	美濃帯犬山地域の後期三畳紀ノーリアン/レーティアン境界における放散虫・コノドント化石層序	大島温志・尾上哲治（九州大）・富松由希（福岡大）・Rigo Manuel（パドヴァ大学）
P4	愛媛県西予市に分布する鳥巢式石灰岩の堆積環境と堆積年代	鬼頭岳大（広島大）・中田亮一（JAMSTEC）・白石史人（広島大）
P5	九州南西部甌島列島からの白亜紀後期アンモノイド <i>Eulophoceras</i> (Sphenodiscidae) の複数の追加標本	御前明洋（北九州市博）・三宅優佳（甌ミュージアム）・小松俊文（熊本大）

P6	北海道古丹別地域に分布する上部白亜系蝦夷層群羽幌川層の放散虫化石層序	黄木陽人・小松俊文（熊本大）・高橋 修（東京学芸大）・辻野泰之（徳島県立博）・穴井千里（高知大コア研）
P7	鹿児島県下甑島北部に分布する姫浦層群の層序と二枚貝化石の構成	三宅優佳（甑ミュージアム）・小松俊文（熊本大）・御前明洋（北九州市博）・高橋 修（東京学芸大）
P8	鹿児島県甑島列島中島の古第三系上甑島層群中甑層から産出した脊椎動物化石と堆積相解析による古環境の復元	浦田倫太郎・小松俊文（熊本大）・鏑本武久（愛媛大）・對比地孝亘（国立科博）・三宅優佳・山下大輔（甑ミュージアム）
P9	新しく開館する「御所浦恐竜の島博物館」の見どころと利用について	黒須弘美・早坂康隆・廣瀬浩司・鶴飼宏明（御所浦白亜紀資料館）
P10	ベトナム北部に分布するナーズン層最上部～リンチュア層最下部の花粉化石にもとづく古植生と古環境の変遷	種子涼太・小松俊文（熊本大）・ルグランジュリアン（静岡大）・山田敏弘（北海道大）・ザンディンフン（ベトナム自然博物館）
P11	石灰質構成要素から明らかにする備北層群“藻類石灰岩”の堆積環境	清水真音（広島大）・中田亮一（JAMSTEC）・白石史人（広島大）
P12	鳥取市西部酒津海岸に露出する中新統の岩相と年代	菅森義晃・大村崇滉・松本祐樹（鳥取大）
P13	八代海におけるKH-18-3次研究航海サイトPC03で採取された底生有孔虫化石から推定される堆積環境	白川花連・北村有迅（鹿児島大）
P14	国天然記念物「布田川断層帯」（谷川地区）におけるボーリングコア中の阿蘇火砕流堆積物の対比に基づく共役断層の活動履歴	若杉将太郎・鳥井真之・松田博貴（熊本大）
P15	四国中央部・三波川帯の権現エクログナイト岩体のシェードタキライト様岩	遠藤俊祐・岩本龍之介（島根大）
P16	パキスタン、パロチスタン州のワド・コズダー地域に産する花崗岩類の岩石学的及び地球科学的研究	フセーン モハマド・礼満ハフィーズ（鹿児島大）・カカル モハマド イスハーク（パロチスタン大）・ラシド メーブブウル（鹿児島大・パキスタン地質調査所）・アーメド ナセル（鹿児島大）
P17	福岡県朝倉市秋月に産する変斑れい岩体の岩相と全岩化学組成	柚原雅樹（福岡大）・川野良信（立正大）
P18	炭質物ラマン分析から推定した北西ヒマラヤに産する変成岩のpeak変成温度	アハマド ナセル（ベジャワル大・鹿児島大）・礼満ハフィーズ（鹿児島大）・ファイサル シャー（ベジャワル大）・カーン アサド（FATA大）・ラシド メーブブウル（鹿児島大・パキスタン地質調査所）・フセーン モハマド（鹿児島大）

P19	パキスタン、北西ヒマラヤのペシャワールプレーンアルカリ火成州に露出するカーボナタイトの地球科学的評価	ラシド・メープ・礼満ハフイーズ・山本啓司（鹿児島大）・ゼーブ・モハammadジャワド（パキスタン地質調査所）・アハメド・ナセル・フセイン・モハマド（鹿児島大）
P20	岡山県中央部福渡塩基性岩体を構成する岩石	前圭一郎・能美洋介・土屋裕太（岡山理科大）
P21	大隅花崗閃緑岩体の節理系形成に関する鉛直軸回転以前のテクトニクス	山本啓司（鹿児島大）・有留千博（鹿児島大・福岡県志免町役場）
P22	プレート境界断層での歪の解放に関する地質学的研究	吉朝 剛（広島大）・安東淳一・Das Kaushik・Sarkar Dyuti Prakash（広島大・HiPeR広島大）
P23	普通オパールおよび瑪瑙：鹿児島県始良市加治木に分布する湯湾岳安山岩類の空隙に産するシリカ鉱物	和田明香（全国通訳案内士）・礼満ハフイーズ（鹿児島大）・吉瀬毅（桜島・錦江湾ジオパーク）

 : 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>



会場案内 (SS プラザせんだい)

施設名：薩摩川内市川内駅コンベンションセンターSS プラザせんだい

住 所：〒895-0012

鹿児島県薩摩川内市平佐 1-18

電 話：0996-27-8455

駐車場：併設駐車場および提携駐車場あり



HP はこちら↑

SS プラザせんだい利用者は駐車券を1階総合受付に持参すると、入庫から3時間分が無料

ACCESS 交通のご案内

■川内駅平佐口(東口)から徒歩約1分

川内駅と隣接しており、アクセス便利。

九州新幹線
JR線
肥薩おれんじ鉄道
高速道路

※一部の道路、駅、ICは省略してあります。

提携駐車場

博多駅	約75分	川内駅	約1分	SSプラザせんだい
鹿児島中央駅	約12分	川内駅	約1分	SSプラザせんだい
鹿児島空港	約80分	川内駅	約1分	SSプラザせんだい
鹿児島市	約30分	薩摩川内都IC	約11分	SSプラザせんだい

南九州西回り自動車道

*鹿児島空港からは川内駅までシャトルバスあり

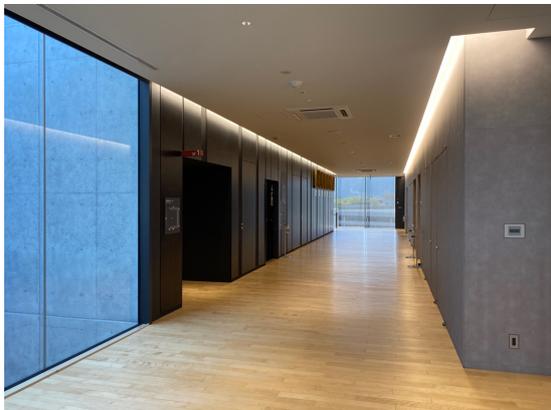
【総会・例会会場案内図】



最寄駅：JR 川内駅（東口）



会場外観：SS プラザせんだい



3階会場室前廊下（受付）



303 会場室：口頭発表会場
(当日は 303・302 を連結)

鹿児島県薩摩川内市西部の久見崎地域に分布する下部白亜系久見崎層から産出した二枚貝化石群

小松俊文¹・渡辺正幸²・岩切雅志³・三宅優佳⁴・山下大輔⁴
¹熊本大学, ²渡辺技術士事務所, ³西日本技術開発株式会社, ⁴薩摩川内市舘ミュージアム)

Bivalve assemblage of the Lower Cretaceous Gumizaki Formation in Gumizaki area, western part of Satsumasendai City, Kagoshima Prefecture

Toshifumi KOMATSU¹, Masayuki WATANABE², Masashi IWAKIRI³, Yuka MIYAKE⁴, Daisuke YAMASHITA⁴

¹Kumamoto Univ., ²Watanabe Professional Engineer Office, ³West Japan Engineering Consultants, Inc., ⁴Koshiki Mus.)

薩摩川内市西部の久見崎地域には、珪砂層性の海成層を主体とする久見崎層が分布している。久見崎層は、下位から礫岩、砂岩、泥岩からなるA部層と泥岩優勢のB部層、砂岩優勢のC部層に区分されており、B部層から産出する放射虫化石やアンモナイト、C部層から報告された三角貝の *Pterotrigonia hokkaidoana* によって、下部白亜系アプチアン階〜アルビアン階とされた（橋本ほか、1972など）。しかし、久見崎層の露頭状態や化石の保存状態は悪く、化石の産出量・産出層も限られていたため、詳しい岩相層序や地質時代、堆積環境、産出化石の全容などは明らかになっていなかった。

2020〜2023年にかけて久見崎層の分布地域で大規模な道路建設工事があり、特にC部層の連続露頭が現れ、多くの二枚貝化石に加えて、巻貝、アンモナイト、ウミウリ、ウニなどの大型化石が産出した。この報告では、久見崎層C部層の岩相層序や二枚貝化石にもとづいて、久見崎層最上部の地質時代や堆積環境について報告する。

地質調査は、主に久見崎層分布地域の西部（庵の池の南東約300m地点）と東部（諏訪神社周辺）で実施した。両セクションは、細粒砂岩が主体で厚さ数cm〜10cmほどの泥岩層や礫岩、礫質砂岩の薄層を伴う。砂岩層の多くは、塊状であるが、ハンモック状斜交層理（HCS）などの堆積構造が特徴的な層準や

生物攪乱が発達している層準もある。泥岩薄層には、平行葉理や生物攪乱が確認でき、厚さ数mm〜2cmほどの斜交葉理や平行葉理を伴う極細粒砂岩層を挟む。二枚貝化石は *Pt. hokkaidoana* が様々な層準から産出し、自生産状を示す個体も複数の層準で確認された。*Pt. hokkaidoana* 以外の二枚貝化石は、少なくとも8属7種が識別でき、*Nipponitrigonia sakamotoensis* や *Nipponitrigonia naumanni* が特徴的で、*Nuculopsis ishidoensis* や *Leptosolen amabilis*, *Linearia (Palaeoera) nankaiana* などを伴う。なお、これらの二枚貝は主に西部地域の細粒砂岩や礫質砂岩中でレンズ状の貝殻密集層を形成していた。二枚貝化石群は、*Pt. hokkaidoana* を優占種とするが、礫質砂岩や礫岩を伴う層準およびその上下の砂岩中からは、*N. sakamotoensis* も多産し、両種で80%以上を占める層準もある。

他地域の二枚貝化石群と比較すると、*Pt. hokkaidoana* は先外和泉層群および先外和泉層群相当層や宮古層群などから多産し、*Lep. amabilis* や *Line. nankaiana* は、南海層群に特徴的な種である。南海層群と先外和泉層群は、似通った帯状区分に属し、岩相に加えて、二枚貝化石や底生動物化石の群集構成も似ている。一方で *N. sakamotoensis* や *N. naumanni* は、物部川層群および物部川層群相当層に特徴的な種であり、先行研究では先外和泉層群および先外和泉層群相当層や宮古層群に特徴的な種と共産する例は無い。

【堆積環境と地質時代】*Pt. hokkaidoana* の生息環境は、下部外浜〜内側陸棚で、*N. sakamotoensis* は上部〜下部外浜に生息していたことが明らかになっている。久見崎層でもHCSや生物攪乱が発達した細粒砂岩からこれらの二枚貝化石が産出したことを考えると、C部層の堆積環境は底生動物に富んだ波浪卓越型の外浜であったことが伺える。C部層の地質時代は、アプチアン期〜アルビアン期を指示する *Pt. hokkaidoana* の産出によって議論されていたが、今回産出が確認された *N. sakamotoensis* は、西南日本外帯の各地から産出し、上部オーテリビアン階〜アプチアン階に特徴的な種でアルビアン階からの産出は知られていない。また、*Lep. amabilis* や *Line. nankaiana* はアプチアン階から報告されているため、C部層の地質時代はアプチアン期でアルビアン期には達していない可能性が高い。

引用文献 橋本ほか (1972) 九大教養地研報, 17, 43-50.

鹿児島県甌島に分布する後期白亜紀〜前期古第三紀堆積岩類の古地磁気・岩石磁気

山下大輔¹・三宅優佳¹・北原優²・穴井知里²

¹薩摩川内市舘ミュージアム, ²高知大学海洋コア国際研究所

Paleomagnetism and rock magnetism of late Cretaceous to early Paleogene sedimentary rocks in the Koshikishima Islands, Kagoshima prefecture.

Daisuke YAMASHITA, Yuka MIYAKE, Yu KITAHARA, Chisato ANAI
¹Koshiki Museum, ²Marine Core Research Institute, Kochi Univ.)

鹿児島県北西部に位置する甌島列島には、非海成〜海成の堆積岩類からなる上部白亜系姫浦層群と下部古第三系（始新統）上甌島層群が分布している。近年、姫浦層群からは恐竜やワニ、カメ類などの脊椎動物化石が、上甌島層群下部（中甌層）からは国内最古の古第三紀哺乳類化石群集が報告され、甌島は恐竜の絶滅期前後の生態系や古環境を知るための重要な調査地として注目されている。著者らは、両層群に対して国際対比が可能な年代軸を付与するために、古地磁気層序の検討を進めてきた。これまでの研究で、中甌層に関しては古地磁気層序を確立し、標準古地磁気タイムスケール C23r〜C23n に対比されることを明らかにした。本研究では、古地磁気記録を姫浦層群まで拡張するための足がかりとして、古地磁気測定に適した岩相および測定方法を検討するために、姫浦層群の古地磁気・岩石磁気分析を行った。また、中甌層の岩石磁気分析も併せて行ったので報告する。

調査地は、甌島列島の上甌島・中島・中甌島・下甌島北部である。姫浦層群は層厚約1300m以上で、河川成堆積物や潮汐堆積物、浅海相が繰り返す。二枚貝やアンモナイト化石などから下部カンパニアン階〜マーストリヒチアン階を主体とし、サントニアン階も含む可能性があることも指摘されている（小松ほか、2014）。姫浦層群を不整合で覆う上甌島層群中甌層は、層厚約700mの河川成堆積物からなり、赤色泥岩が特徴的である。年代決定に有効な化石をほとんど含まないが、中甌層上限付近の凝灰岩から 50.2 ± 0.5 Ma および 50.7 ± 0.8 Ma の年代値が報告されている（宮田ほか、2018）。本研究では、姫

浦層群の全体をカバーするように、11サイトにおいて主に黒色泥岩の定方位コア試料を採取した（1サイトのみ細粒砂岩）。また、中甌層についてもすでに採取した試料から11サイトを選び、測定を行った。古地磁気・岩石磁気測定は、高知大学海洋コア国際研究所の共同利用（23B066）により、パススルー型超伝導岩石磁力計、スピナー磁力計、磁気天秤、磁気特性特定装置（MPMS）、振動型磁力計（VSM）を用いて実施した。

姫浦層群の黒色泥岩および細粒砂岩の交流消磁の結果、11試料中5試料については2つの磁化成分を分離できたが、20mT以上の磁化成分において、消磁経路が原点に向かわない試料や経路が不規則になる試料が見られた。一方、段階熱消磁の結果では、全ての泥岩試料において480°C以上の加熱で磁化が大幅に増加した。このことから、熱消磁中に新たな磁性鉱物が生成されてしまい、古地磁気シグナルのノイズになってしまうようである。また、熱磁気分析の結果からは、硫化鉄（グレイジャイトなど）が含まれる可能性が示唆された。硫化鉄は堆積後の還元的な環境で生成される際に獲得する二次磁化を記録している場合があり、300°C程度の加熱で分解される。そのため、300°C以上の成分に含まれる磁化成分を選択的に抽出するために、300°C（または370°C）での熱消磁を行った後に交流消磁を行うハイブリッド消磁を行った。その結果、交流消磁で消磁経路が原点に向かわなかった6試料中3試料において、ほぼ原点に向かう成分を抽出することができた。

岩石磁気分析の結果、姫浦層群の黒色泥岩および細粒砂岩には、主に硫化鉄とマグネタイト、そして一部、ゲータイトが含まれ、中甌層の赤色泥岩には主にヘマタイトとマグネタイトが含まれることが明らかになった。交流消磁および熱消磁の結果と合わせると、姫浦層群の黒色泥岩および細粒砂岩はマグネタイトが、中甌層の赤色泥岩はヘマタイトが初生磁化方位を記録していると考えられる。今後は、姫浦層群の細粒砂岩を多くの層準から採取して交流消磁を行い、かつ砂岩が採取できない区間では黒色泥岩を採取し、ハイブリッド消磁を行うことで、古地磁気層序を確立できると期待される。

引用文献

小松ほか, 2014, 地質雑, 120, 19-39; 宮田ほか, 2018, 日本地質学会学術大会講演要旨, 80.

Geochemistry and emplacement age of the Koshiki-shima granitoids
Hafiz U. REHMAN¹, Marimo NAKABAYASHI¹, Daisuke YAMASHITA²
(¹Kagoshima Univ., ²Koshiki Museum)

Kagoshima prefecture is geologically important for hosting a number of active volcanoes along the north-south trending Ryukyu Arc, a regional rift called the Kagoshima Rift due to the subduction of the Philippine Sea Plate which triggered the magma generation in the area (Tatsumi, 1986; Kano and Wilson, 2013). Due to the Kagoshima Rift-related tectonic framework, five dominant volcanic calderas (namely the Kakuto, Aira, northern Ata, southern Ata, and Kikai calderas) have developed in Kagoshima area (Kano and Wilson, 2013). These volcanic eruptions produced huge amount of pyroclastic material that largely covers the Kagoshima area. The basement rocks, the Cretaceous sedimentary succession of the Shimanto supergroup, are intruded by several Miocene granitoids. The granitoids are the Osumi granitoids, Takakuma-yama pluton, Shibi-san granitoid, and those exposed in Koshiki Islands. This study presents petrological, geochemical, and geochronological characteristics of granitoids of the Koshiki Islands. Granitoids of the Koshiki Islands lie in the inner zone of Japan as compared with the other granitoids of the outer zone. These granitoids are intruded into the sedimentary successions of Upper Cretaceous Himenoura Group (sandstones and mudstones containing abundant fossils of marine and non-marine origin) (Komatsu et al. 2014).

The major granite pluton is exposed in Shimo-Koshiki-shima however smaller bodies occur in Kami-Koshiki-shima, Nojima, and Futago-jima. Some of the sedimentary rocks lying close to the granitoid have turned into hornfels due to the contact metamorphism. Numerous mafic and sedimentary-origin xenoliths can be observed in the study area, which suggest their mingling or trapping by the granitic

magma during emplacement.

Petrographic observations show common occurrence of k-felspar, plagioclase, quartz, biotite, and hornblende with accessory minerals. Some phenocrystic of plagioclase display growth zoning suggesting their progressive crystallization. Whole-rock geochemical data from the studied granitoids show SiO₂ in the range from 54.69 to 64.87 wt. %, relatively lower than the values obtained from other Miocene granitoids of Kagoshima prefecture. FeO and MgO values are relatively higher than other granitoids. Trace element discriminatory diagrams show them as syn-collisional and volcanic arc granitoids. Chemical data (EPMA analysis) of plagioclase show anorthite content decreasing from core to rim indicating fractional crystallization and normal growth. Amphibole shows no obvious zoning or chemical variation. Hornblende-plagioclase thermometry resulted temperature of crystallization from the studied granitoids of 878 °C from the core domains of plagioclase which decreased to 828 °C towards the rim domain. Well-developed crystals of zircon showed U-Pb isotope age of 8.8 ~ 12.1 Ma for the granite crystallization, consistent with the age data reported by Shinjoe et al. (2021). Zircons from hornfels sample yielded age values between 14 and 87 Ma. Ti-in-zircon thermometry from the analyzed zircon grains revealed temperature of crystallization from 895 ~ 609 °C. The magma which formed the Koshiki granitoids have been interpreted to relate with the Okinawa Trough activity. However, the Okinawa Trough is activated around 6 Ma-, therefore, magma that resulted Koshiki granitoids could possibly be related with subduction of Palau-Kyusyu Ridge.

References

Kano, K., & Wilson, T.H. (2013) The Kagoshima University Museum Report, 1-20; Komatsu, T., Miyake, Y., Makoto, M., Yabumoto, Y., Hirayama, R., & Tsuihiji, T. (2014) Journal of the Geological Society of Japan, 120, 19-39; Rehman, H.U., Nakabayashi, M. & Yamashita, D. (2021) Journal of the Association of Earth Sciences of Kagoshima, 117, 1-8; Shinjoe, H., Orihashi, Y., Niki, S., Sato, A., Sasaki, M., Sumii, T., & Hirata, T. (2021) The Island Arc, 30, e12383; Tatsumi, Y. (1986) Geophysical Research Letters, 13, 717-720.

Petrogenesis of the Takada granodiorite in Okuizumo town, Shimane
Prefecture, SW Japan
Sena NAKAYAMA¹, Atsushi KAMEI¹ (¹Shimane Univ.)

【はじめに】 西南日本内帯の山陰帯には、白亜紀〜古第三紀の花崗岩類が広く分布しており、山陰バソリスを形成している。花崗岩バソリスの理解は花崗岩質地殻の形成過程の理解に欠かせない。本研究ではバソリス中央部に産する高田花崗閃緑岩、およびこの岩体に付随する小木石英閃緑岩を研究対象として、希土類元素分析、およびSr・Nd 同位体比分析を行った。今回はこれらのデータに既存研究のデータも加えて高田花崗閃緑岩の成因や山陰バソリスの同位体比変遷について議論する。

【地質概説】 高田花崗閃緑岩は普通角閃石や黒雲母を含むトータル岩〜花崗岩で構成され、山陰バソリスの中では最も初期に活動したとされている(西田ほか, 2005; 中山ほか 2023)。その活動はジルコン U-Pb 年代により解析され、約 65 Ma に始まりつづ約 61 Ma に最盛期を迎える長期の活動が議論されている(中山ほか, 2023)。小木石英閃緑岩は細粒で普通角閃石や黒雲母を含む石英閃緑岩で構成され、高田花崗閃緑岩とミングリングしながら約 60 Ma の周辺岩体に貫かれている(薬師寺ほか, 2012; 中山ほか, 2023)。この産状から両岩体は同時期の貫入岩とされている(薬師寺ほか, 2012; 中山ほか, 2023)。

【分析結果】 高田花崗閃緑岩は小木石英閃緑岩に比べて希土類元素組成に富み、一般的な火山弧型花崗岩の特徴を示した。また Sr・Nd 同位体比組成は、中山ほか (2023) のジルコン U-Pb 年代の 61 Ma で計算した ϵ_{Nd} vs ϵ_{Sr} 図において、小木石英閃緑岩に重複する類似組成を示した。

【考察】 高田花崗閃緑岩はその化学組成から、高圧下で形成される酸性マグマ(例えば約 1 GPa 以上で生じるアダカイト)に由来しないと判断された。そ

こで、その成因に関して地殻内部での苦鉄質岩の融解を考え、Beard and Lofgren (1991) の融解実験と岩体組成とを比較した。彼らによると、水に不飽和な条件で融解すると斜長石が多く溶け残り、水に飽和した条件で融解すると角閃石が多く溶け残り。この違いは融解メルトに影響し、Beard and Lofgren (1991) の両実験メルトの組成を見ると、水に不飽和な条件では相対的に Al₂O₃ に乏しく、かつ MgO に富む。高田花崗閃緑岩の Al₂O₃ や MgO の組成を両実験メルトと比較すると、水に不飽和な条件の生成メルトに近い。

これらを踏まえながら、本地域で苦鉄質組成をもち、高田花崗閃緑岩と類似の Sr・Nd 同位体比初生値を示す小木石英閃緑岩を起源物質の代表組成としたバッチ融解モデルを検討した。上記の主成分組成の検討を基に、水に不飽和な条件の融解を想定して微量元素を用いた計算を行った。その結果、高田花崗閃緑岩の微量元素組成がこの計算によってよく再現されることが分かった。以上より高田花崗閃緑岩のマグマは、比較的に水に不飽和な条件で小木石英閃緑岩によく似た苦鉄質地殻岩石が融解して発生したことが示唆された。

山陰バソリスの花崗岩類の Sr・Nd 同位体比初生値は、時代が若くなるにつれて枯渇した組成へ変化する(西田ほか, 2013)。これは当時の下部地殻に枯渇した苦鉄質マグマが連続的に供給され、徐々に組成改変が起こったというモデルで説明された。本研究では、この議論を発展させるため、新しいデータを含めてメタルミナス型とパーアルミナス型に分類した検討を行った。一般に、前者は後者に比べて枯渇した特徴をもつ (Clarke, 1992)。しかし、山陰バソリスの花崗岩類はそのアルミナ飽和度(すなわちメタルミナスもしくはパーアルミナス)に関わらず、若い岩体のほうが枯渇した組成を示す。このことから地殻全体の組成改変が時代と共に進んだことが支持される。

【引用文献】 Clarke, D. B., (1992) Chapman and Hall, London, 283p.; 西田・今岡・飯泉 (2005) 地質雑, 111, 123-140.; 西田・今岡・飯泉 (2013) 地質雑, 119, 229-248.; 薬師寺・亀井 (2012) 地質雑, 118, 20-38.; Wedepohl, K. H., (1991) Geol. Rundsch, no. 80, p207-p223.; 中山・亀井・谷・薬師寺・岩田・松場 (2023) 日本地質学会第 130 年会講演要旨。

土生花崗閃緑岩のジルコン U-Pb 年代と Hf 同位体組成

秋本悠作¹・大和田正明¹・永瀧真理子¹・中野伸彦²・川口健太² (山口大学,²九州大学)

Zircon U Pb ages and Hf isotopic compositions of the Habu granodiorite
Yusaku AKIMOTO¹, Masaaki OWADA¹, Mariko NAGASHIMA¹, Nobuhiko NAKANO², Kenta KAWAGUCHI²
(¹Yamaguchi Univ.,²Kyushu Univ.)

【はじめに】山口県東部、岩国一柳井地域に産する花崗岩類のジルコン U-Pb 年代は、100 ± 5 Ma に収斂する (Mateen et al., 2019; Skrzypek et al., 2016)。岩国地域の花崗岩類は 105–103 Ma (下久原花崗岩)、107–105 Ma (滑花崗岩)、そして 96 Ma (岩国花崗岩) である。土生花崗閃緑岩は岩国花崗岩と下久原花崗岩に隣接して産するが、これまでジルコン U-Pb 年代値は報告されていない。土生花崗閃緑岩の年代値明らかになることで、岩国一柳井地域の火成活動の開始時期が明確になると考えられる。そこで、本発表では土生花崗閃緑岩のジルコン U-Pb 年代を報告すると同時にジルコン Hf 同位体組成も測定し、本地域の花崗岩類の活動時期とその起源について議論する。

【産状と岩石記載】土生花崗閃緑岩は東西 5 km、南北 4 km に分布し、角閃石を含む優黒質相と角閃石を欠き無色鉱物に富む優白質相に区分される。優黒質相は岩体の周縁部の幅数 10～数 100 m の範囲に分布する。一方、優白質相の分布は岩体の大部分を占める。また優黒質相にはしばしば、斜長石、角閃石、黒雲母からなる暗色包有物が含まれる。

優白質相は、自形～半自形の黒雲母、半自形の斜長石、他形の石英、アルカリ長石から構成される。一方、優黒質相は角閃石を含み苦鉄質鉱物に富むが、基本的な特徴は優白質相と類似する。優黒質相の角閃石は、しばしば黒雲母を包有する。優白質相と優黒質相は共通して汚濁帯を伴う斜長石を含む。

【ジルコン U-Pb 年代および Hf 同位体組成】優黒質相と優白質相の両岩相でジルコン U-Pb 年代と Hf 同位体組成を分析した。カソードルミネッセンス像による観察と分析結果を以下に述べる。両岩相ともにジルコン結晶は波動累

帯構造を示すが、優白質相の核部には、明るく累帯構造を示さないドメインが含まれる。これらのドメインから 1849 Ma, 180 Ma, 170 Ma の年代値が得られた。一方、累帯構造部のコンコードントなポイントの荷重平均年代は、優白質相で 105.1 ± 1.2 Ma, 優黒質相で 104.9 ± 0.9 Ma であった。両岩相から得られた年代は誤差範囲で一致するため、土生花崗閃緑岩の活動時期は約 105 Ma と考えられる。また、各ジルコンの年代値で補正した優白質相と優黒質相の Hf 同位体組成は、それぞれ εHf (t) = +0.1–+3.5 と εHf (t) = -1.9–+1.1 で、優黒質相がわずかに枯渇した組成を示す。優白質相のジルコンが原生代の inherited 年代を持つことから、優白質相のマグマは、先白亜系の地殻物質を溶かし込んだ可能性が示唆される。

岩国一柳井地域に産する花崗岩類のジルコン U-Pb 年代値は 100 ± 5 Ma で、本研究で得られた土生花崗閃緑岩の年代値は、岩国一柳井地域に産する花崗岩類の中でも古い年代を示す。したがって、土生花崗閃緑岩は岩国一柳井地域における初期に活動した岩体の一つで、この地域の火成活動は 105 Ma に始まったと考えられる。また、下久原花崗岩、滑花崗岩、蒲野花崗閃緑岩から報告されたジルコンの Hf 同位体組成も土生花崗閃緑岩の εHf (t) 値とおおよそ一致する (Mateen et al., 2019)。このことは、本地域の花崗岩マグマは類似の起源物質に由来することを示唆する。

引用文献

Mateen, T., Okamoto, K., Chung, S.-L., Wang, L.-L., Lee, H.-Y., Abe, S., Mita, Y., Rehman, H. U., Terabayashi, M. and Yamamoto, H. (2019) LA-ICP-MS zircon U-Pb age and Hf isotope data from the granitic rocks in the Iwakuni area, Southwest Japan re-evaluation of emplacement order and the source magma. *Geosci. Jour.*, 23, 917–931.
Skrzypek, E., Kawakami, T., Hirajima T., Sakata, S., Hirata, T. and Ikeda, T. (2016) Revisiting the high temperature metamorphic field gradient of the Ryoke Belt (SW Japan) New constraints from the Iwakuni-Yanai area. *Lithos*, 260, 9–27

愛媛県猿田川地域の三波川帯高変成度域にみられる深部断層と流体活動

安西剣太¹・遠藤俊祐¹
(¹島根大学)

Fluid activity along deep-seated faults in the high-grade part of the Sanbagawa belt, Sarutagawa area, SW Japan

Kenta ANZAI¹, Shunsuke ENDO¹
(¹Shimane Univ.)

【はじめに】三波川帯変成帯の地殻レベルでの上昇について、伸長テクトニクスの役割が重要視されている。すなわち、延性領域では変成帯の伸び方向とほぼ平行に引き伸ばされ、鉛直方向に薄化することで、脆性領域では正断層による上載岩石の除去により上昇に寄与した。また、Takeshita et al. (2015) は四国中央部・三波川帯に大規模な低角正断層による構造改変を提案している。四国中央部の猿田川沿いはこのような正断層による上昇テクトニクスが盛んに検討されてきた地域であるが (例えば Yagi and Takeshita, 2002)、断層そのものの記載は少ない。本研究では猿田川沿いの高変成度域 (アルバイト黒雲母) の詳細な構造層序を組み立てる過程で、比較的規模の大きな 2 条の低角断層 (F1, F2) を見出した。これら断層岩の観察にもとづいて断層の活動時期や断層沿いの流体活動に関する洞察を報告する。

【地質構造と変成作用】猿田川沿いのアルバイト黒雲母帯は、後生的な大規模鉛直褶曲により岩相境界および主片理は南傾斜となっている。断層 F1 は苦鉄質片岩を上盤、泥質片岩を下盤とし、F1 よりも北側 (構造的な下位) に位置する断層 F2 は苦鉄質片岩中の断層である。F1, F2 の姿勢はどちらも南傾斜の主片理にほぼ平行であり、Block-in-matrix 構造と複合面構造をもつ断層岩が見られた。それらは横ずれ成分の大きな見かけ逆断層センスを示すが、断層姿勢を褶曲前の北傾斜に戻すと、横ずれ成分の大きな正断層となる。

アルバイト黒雲母帯を F1 と F2 で境される 3 つの領域 (構造的な下位から上位に向かって領域 A, 領域 B, 領域 C) に区分し、各領域の苦鉄質片岩に含まれる角閃石の組成累帯構造を調べた。その結果、領域 A, B の角閃石はコアか

らリムに向かってパロア閃石→Na 角閃石→ウィンチ閃石、アクチノ閃石という変化を示したのに対し、領域 C はパロア閃石→タラマ閃石、パーガス閃石→エデン閃石→Na 角閃石→ウィンチ閃石、アクチノ閃石という変化を示しており、F1 を境とした定性的な P-T 経路の違いを示唆している。また領域 C の苦鉄質片岩にのみザクロ石斑状変晶が含まれ、F1 が重要な構造境界であることを支持する。

【断層形成条件と流体活動】F1 の断層岩は鏡下観察より自形・ランダムに成長した粗粒な角閃石 (パロア閃石) や白雲母の隙間をアルバイトが埋める組織が見られ、断層沿いに流入した流体からの析出物と解釈される。角閃石-斜長石温度計 (Holland and Blundy, 1994) を適用すると 532±10°C という結果が得られた。このことは、ピーク変成温度に近い深部で断層が活動したか、もしくは深部からの高温流体が流入したことを示唆する。

一方で F2 の断層岩のブロック部分はアルバイトに富む岩石であり、アルバイトは炭酸塩に大部分が置換された角閃石 (パロア閃石→Na 角閃石の累帯をもつ) を包有する。石英は剪断面に沿って著しく細粒化している。また断層岩の基質部は緑泥石が大部分を占め、少量の石英、ドロマイト、アパタイト、ルチル (チタナイト仮像) を含む。角閃石はアパタイト包有物としてのみ残存していた。ドロマイトや二次的なルチルの存在は断層活動の後期に CO₂ を含む流体が断層に流入したことを示す。断層岩の基質部に緑泥石温度計 (Bourdelle et al., 2013) を適用すると 352±48°C という結果が得られ、これは断層活動の最終期の温度と解釈される。

以上の結果から、三波川帯の上昇に寄与した低角正断層の一部は延性領域から活動を開始していた可能性が高いこと、断層沿いに選択的に流体が流れることで交代作用が起こっていたことが示された。

引用文献

Bourdelle et al. (2013) *Contrib. Mineral. Petrol.* 165, 723-735; Holland and Blundy (1994) *Contrib. Mineral. Petrol.* 116, 433-447; Takeshita et al. (2015) *Island Arc* 24, 245-262. Yagi and Takeshita (2002) *J. Metam. Geol.* 20, 633-647.

0-7

北東北日本海側における古津波研究の現状と展望：令和6年能登半島地震津波の調査から

鎌滝孝信¹・川田 駿¹・石塚桃恵¹・角舂 祥¹・松富英夫²
(¹岡山理科大学理学部, ²中央大学研究開発機構)

Current Progress and perspectives of the study on paleo-tsunami around Japan Sea side of Tohoku district: from survey of the 2024 Noto Peninsula earthquake

Takanobu KAMATAKI¹, Syun KAWATA¹, Momoe ISHIZUKA¹, Sho KADOMASU¹, Hideo MATSUTOMI² (¹Okayama Univ. Sci., ²Chuo Univ.)

【はじめに】北東北日本海側において比較的大きな津波を伴い、海域で発生したマグニチュード7.5を越えるような地震の記録は、1983年日本海中部地震や1833年内沖地震などが知られている(宇佐美ほか, 2013など)。また、それらよりも地震の規模は一回り程度小さいが、沿岸域に津波被害をもたらした海陸境界域に分布する活断層に関連した地震として、1793年西津軽地震や1804年象潟地震などが知られており、それらの地震では顕著な地盤の隆起もみられたとされる(羽島, 1986, 1987など)。しかしながら、どれも一回前やそれ以前の地震に関する記録はなく、北東北日本海側における地震、津波履歴に関する情報は不足しているのが現状である。そこで我々のグループは、2012年から秋田県や青森県沿岸部において津波堆積物に関する調査を開始し、いくつかの地域で津波堆積物を見だし、過去に発生した津波の履歴等を推定してきた(例えば、鎌滝ほか, 2019; Okada et al., 2022など)。

2024年1月1日16時10分に発生した令和6年能登半島地震(Mj 7.6)では、日本海沿岸域において津波が観測されるとともに、能登半島を中心に広い範囲で地殻変動が観測された(地震本部, 2024)。

【調査地域および調査方法】青森県から山形県の日本海沿岸部には海陸境界域に活断層が断続的に分布し、その活動に伴って隆起し段丘化した海岸線が続く。そのため、津波堆積物が保存されている可能性のある比較的閉塞された低平地は限られた分布のみである。その中で、古津波調査については、秋田県山本郡八峰町沼田、にかほ市三森、象潟、山形県飽海郡吹浦に広がる沖積低地などで実施してきた調査の結果について紹介する。ボーリング調査は、外

径116mmの機械ボーリング、小型ジオスライサー(高田ほか, 2002)およびハンドコアラーを用いて、深さ1~10m程度のコア試料を採取した。

令和6年能登半島地震に関する調査は、輪島市、珠洲市および能登町沿岸部にて、令和6年1月23~25日に津波の遡上高や地盤の隆起量の測定を、オートレベルを用いた水準測量によっておこなった。標高は平均海水面からの標高差を測定し、潮位補正によって求めた。

【調査結果とその解釈】古津波調査結果については以下のとおりである。各地で採取したボーリングコア試料からは、湿地等で堆積した泥炭や有機質シルトを主体とした細粒堆積物中に、砂を主体とした粗粒堆積物が複数枚挟まれるという特徴がみられる。それら粗粒堆積物のいくつかは、その堆積構造、分布様式、構成物質の特徴などから、津波によって形成されたものと解釈される。またそれらの形成年代については、津波堆積物の上下の地層に含まれる植物遺骸の¹⁴C年代により、秋田県北部の八峰町沼田では13~15世紀に1層、秋田県南部のにかほ市三森では12~13世紀および14~15世紀ないしそれ以降の2層が得られている。令和6年能登半島地震による津波遡上高および地殻変動の調査については、我々が調査をおこなった範囲で、津波遡上高が3.0~5.0m、地盤の隆起量が0.7~4.2m程度であった。

本講演では、北東北日本海側において現在までに明らかになってきたイベント堆積物の成因と形成年代、および令和6年能登半島地震による津波調査の概要について報告し、今後の展望について発表する。

謝辞:本研究には科学研究費(基盤研究(C), 課題番号17K01321, 20K05042, 代表:鎌滝孝信)を使用した。弘前大学大学院の梅田浩司教授、岡田里奈博士には現地調査等で協力いただいた。ここに記して深く感謝の意を表します。

引用文献:羽島, 1986, 地震研彙報, 61, 143-157;羽島, 1987, 地震研彙報, 62, 133-147;地震本部, 2024, 令和6年能登半島地震の評価;鎌滝ほか, 2019, 土木学会論文集B2, 75, 2, I_403-I_402;Okada et al., 2022, Marine Geology, 453, 1-12;高田ほか, 2002, 地質ニュース, 579, 12-18;宇佐美ほか, 2013, 日本地震被害総覧 599-2012, 東京大学出版会。

0-8

地震による地質災害発生メカニズム—令和6年能登半島地震の事象から—

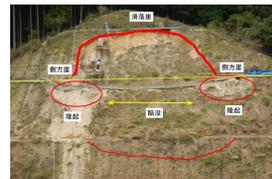
吉村辰朗¹
(¹第一復建株式会社)

Mechanisms of Geologic Hazards Caused by Earthquakes - The Noto Peninsula Earthquake of 2024-

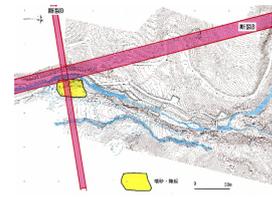
Tatsuro YOSHIMURA¹ (¹ Daiichi Fukken Consultant.)

近年、豪雨・地震によって土砂災害が発生し、これによる社会的損失は計り知れない。被災地の断裂分布を調べると、災害は不連続面(断裂、すべり面等)が交差する場所(交差場)で発生している。断裂と断裂の交差場では湧水・噴砂等のパイピングが発生し、断裂と不連続面(地層境界、すべり面等)の交差場ではパイプ流が発生している。断裂と不連続面の交差場で形成されるパイプ流が、中央断裂に沿うパイピング(噴砂)で目詰まりを起こすと揚圧力が発生し、土塊が持ち上げられて崩壊に至るメカニズムが考えられる(吉村・森山, 2023)。令和3年8月豪雨により、長大のり面の上部が崩壊した。分布する地質は、花崗岩である。崩壊箇所はのり面上位2段で、側方崖ではのり面が局所的に隆起した状況が認められた。γ線探査によりのり面崩壊箇所付近には北北東および西南西方向の断裂が検出され、両断裂が交差した場所で隆起(噴砂)が認められた。令和5年7月豪雨に発生した田主丸町竹野地区土流において、溪流内の断裂交差場では「天然ダム」が認められ、隆起(隆起量4.03m)と噴砂が観察された。田主丸土流の谷出口には、水縄断層(活断層)が分布している。水縄断層系の最後の活動は、天武7年筑紫地震(西暦679年)と考えられている。「天然ダム」(隆起量4.03m)は、筑紫地震(西暦679年)時に形成された可能性が高い。地震時に「断裂交差場」で隆起(噴砂)が発生した場合には、前述のメカニズムで地流れ(斜面崩壊・地すべり・土流等)が発生しやすくなると推定される。令和6年能登半島地震では、能登半島北西岸では最大4mの隆起が報告されている。当地の断裂構造を断裂構造自動抽出プログラムで解析した結果、断裂交差場付近で3m~4mで隆起していることが認められた。以上のように豪雨・地震時に隆起が発生する箇所は断裂交差場であり、

その原因は「断裂交差場の地下水流動発生」と考えられる。広域的に隆起を発生させる地質構造としては、メッシュ構造(Sibson, 1996)が考えられる。



切土のり面における「断裂交差場」での隆起



田主丸土流で見られる「天然ダム」(隆起)の形成

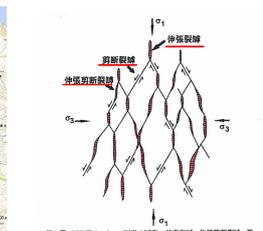


「断裂交差場」での隆起

(輪島市北西岸)



田主丸土流で見られる「天然ダム」(隆起)の形成



メッシュ構造(Sibson, 1996)

引用文献 吉村辰朗・森山秀馬(2023) 地盤工学会, 71(11), 39-41.

微細構造観察に基づく 炭酸塩スフェルライトの起源推定

佐々木佑二郎¹・藤田和彦²・富岡尚敏³・
高橋嘉夫⁴・白石史人¹

¹広島大学, ²琉球大学, ³JAMSTEC, ⁴東京大学

Estimating the origin of carbonate spherulites based on microstructural observations

Yujiro SASAKI, Kazuhiko FUJITA, Naotaka TOMIOKA, Yoshio TAKAHASHI, Fumito SHIRAIISHI

¹Hiroshima Univ., ²Ryuky Univ., ³JAMSTEC, ⁴The Univ. of Tokyo

炭酸塩スフェルライトは、微生物の影響で形成した堆積岩（微生物岩）にしばしば見られる、放射状配列した針状の炭酸塩鉱物から構成される球形から楕円形の微細粒子である。スフェルライトは南米沖で近年発見された巨大油田を内包する Pre-salt 炭酸塩岩で大量に報告されたことから、その起源が注目され、微生物由来の菌体や細胞外高分子（EPS）などの影響で炭酸塩鉱物が沈殿して形成したとする微生物起源説が提唱されている（Chafetz et al., 2018）。しかし、それらの解釈は主に走査型電子顕微鏡（SEM）などを用いた形態観察に基づいており、直接的な証拠を欠いている。また、スフェルライトの起源に関しては、顕生代の海成堆積物に含まれるウスボヤ科のホヤが骨片として形成したスフェルライトの区別が困難であるという問題もある。そこで本研究は、①現世のウスボヤ科が形成する骨片とサンゴ礁内部で形成される海成微生物岩（reefal microbial crusts: RMC）周辺に含まれるスフェルライトの微細構造を比較することによって、ホヤ骨片起源スフェルライトを区別すること、②骨片起源でなく、微生物起源と見られスフェルライトの局所化学種分析を行うことで、微生物のスフェルライト形成への寄与を立証することを目指した。

RMC 試料は、沖縄県久米島西銘崎の台風石（強風時の高波によって剥離したサンゴ礁岩塊）から採集し、現世ホヤ試料も久米島近海から採集した。これらの試料は、偏光顕微鏡と SEM を用いて微細構造観察や元素組成分析を行った。さらに、微生物起源の可能性があるスフェルライトは、薄片を集

束イオンビーム加工して薄膜試料を作成し、走査型透過 X 線顕微鏡（STXM）および透過型電子顕微鏡（TEM）を用いて、有機物・鉱物組成を分析した。

現世ホヤ骨片の形態観察の結果、骨片は球状または突起を持った金平糖状の外形を呈し、針状結晶が束状に集合した内部構造が観察され、偏光顕微鏡下でも束状構造を反映した消光パターンが観察された（Fig. 1 の現世ホヤ骨片）。同様の特徴を示す粒子は RMC 試料中にも散在しており、これらはホヤ骨片起源であると考えられる（Fig. 1 のタイプ①）。一方、RMC 直下の空隙中に見られるスフェルライト（Fig. 1 のタイプ②）は、緻密に放射状配列した針状結晶で構成され、隣接するスフェルライトと密接しているためにその外形は他形を示した。またその内部には、直径約 1 ミクロンのフィラメント状構造がしばしば認められ、中心部から放射状に配列する場合もあった。このような特徴はホヤ骨片とは明らかに異なり、微生物起源を示している可能性が高い。実際に STXM 分析では、フィラメント状構造周縁部に炭酸塩鉱物の前駆体となる非晶質炭酸カルシウム（ACC）、炭酸塩鉱物沈殿や不安定相である ACC の保存に寄与するカルボキシ基（一部の微生物の EPS に含まれている）を特徴付けるスペクトルが確認され、これは微生物の EPS を介した炭酸塩沈殿を示唆している。

種別	現世ホヤ骨片	タイプ①	タイプ②
スフェルライトの画像	 SEM画像 25 μm	 偏光顕微鏡写真	 偏光顕微鏡写真
産状	散在・自形 (円形に近い断面)	点在・自形 (円形に近い断面)	密集・他形 (不定形断面)
消光位の変化 (内部構造を反映)	束状 (束状構造を含む)	束状 (束状構造を含む)	連続的 (束状構造を含まない)
推定される起源		ホヤ骨片起源	微生物起源

Fig. 1. 現世ホヤ骨片と RMC 周辺に見られるスフェルライト。

引用文献

Chafetz, H., Barth, J., Cook, M., Guo, X., Zhou, J. (2018) Origins of carbonate spherulites: Implications for Brazilian Aptian. *Sedimentary Geology*, 365, 21–33.

Origin, subduction, and exhumation process of rocks in the Sangun-Renge Belt exposed at Sasaguri, Fukuoka Prefecture

Swamaa ANNADURAI MUNUSAMY¹, Jun-ichi ANDO^{1,2}, Yuki IWASAKI³, Dyuti Prakash SARKAR^{1,2}, Kaushik DAS^{1,2}, Seichiro UEHARA⁴

¹Hiroshima Univ., ²HiPeR, Hiroshima, ³NIPPON STEEL CORP., ⁴The Kyushu Univ. Museum

The Sangun-Renge belt is a high-pressure metamorphic belt exposed in the inner zone of southwest Japan. The objective of this study is to elucidate the origin, subduction, and exhumation process of antigorite serpentinite, amphibolite, and siliceous schist belonging to the Sangun-Renge belt, exposed around the Narubuchi Dam, Sasaguri area by examining their microstructures and chemical composition.

The research methods used were, polarizing light microscope, SEM, SEM-EBSD, SEM-EDS, and EPMA. Field survey revealed that all three rocks are structurally consistent with the strike of NE-SW to E-W and dip of about 80°N.

The origin of antigorite serpentinite is suggested as forearc peridotite by the chemical composition of accessory Cr-spinel. A two-stage evolution can be used to explain the exhumation process of antigorite serpentinite. The first stage is the metamorphism of 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 magnetite overgrowth. 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 chrome-spinel and magnetite. By microstructural analysis, the antigorite could be categorized into two types. Type 1 is the coarse-grained antigorite which is a few mm in size, showing developed undulose extinction and dynamic recrystallization, and type 2 is the mylonitic antigorite, which is less than 100 μm in size, showing B-type CPO.

The siliceous schist is predominantly composed of quartz with a minor amount of phyllosilicate layers suggesting chert as the source rock. It may be inferred that chert has transformed into siliceous schist under metamorphism during subduction. A peak metamorphic temperature constrained using garnet-biotite geothermometry suggests that the siliceous schist has been subducted to depths reaching upper amphibolite to lower granulite facies. The first deformation event must have occurred during the subduction, as suggested by the porphyroclasts. The active slip systems in the porphyroclasts determined by subgrain boundary trace analysis indicate Rhomb<a> and Prism<a>, which are known to form at 400–650°C. The CPO of recrystallized grains is Type-I crossed girdle, which forms at 400–500°C. The top-to-north sense of shear is deduced from the direction of the c-axis concentration of the crossed girdle indicates that the dynamic recrystallization occurred during exhumation.

The origin of amphibolite is reported as MORB (unpublished data). The kink bands in the hornblende indicate that the amphibolite has undergone deformation. The re-equilibration of hornblende to actinolite within the kink bands suggests a retrograde metamorphism at greenschist facies condition during the exhumation of the amphibolite. The hornblende thermometry suggested different formation temperatures for amphibolite from the north and south part of the study area as 550–650°C and 650–750°C respectively. The temperature difference is comparable with the average grain sizes of 100–400 μm and 900–1100 μm determined by grain size distribution analysis using ImageJ software. This implies that amphibolites from the south are subducted to more depth than amphibolites from the north.

To conclude, the origin of siliceous schist is chert, amphibolite is MORB, and serpentinite is forearc peridotite. The siliceous schist and amphibolite formed upon subduction moved from the oceanic plate to the continental region followed by exhumation. The peridotite from the upper mantle was exhumed and combined with these rocks. During further exhumation, the peridotite underwent metamorphism followed by serpentinization.

北西ヒマラヤワジリスタン地域に産するポディフォームクロミタイトの岩石学および地球科学的特徴

大塚 愛恵¹・礼満 ハフィーズ¹・ヘイダール ナグマ²
(¹ 鹿児島大学, ² パキスタン地質調査所)

Petrological and geochemical features of Podiform chromitites of Waziristan, NW Himalaya

Manae OTSUKA¹, Hafiz U. REHMAN¹, Nagma HAIDER²

(¹ Kagoshima University, ² Geosci. Adv. Res. Labs, GSP, Pakistan)

本研究は、ワジリスタンオフィオライトのクロミタイトの岩石学および地球科学的分析により、ポディフォームクロミタイトの形成過程について推測することを目的とする。また、成因を明らかにするためにクロミタイトにある包有物の特定を行った。

クロミタイトとは、主にクロムスピネルからなる岩石であり、中でもクロミタイトがポッド状を示すものはポディフォームクロミタイトと呼ばれる(荒井, 2012)。

ワジリスタンオフィオライトは、パキスタンとアフガニスタンの国境地域にあるパキスタン西部の山岳地帯の中央部分を構成しており、パキスタンで3番目に大きいオフィオライトである。インドプレートとアフガニスタンマイクロプレートの間の縫合帯の一部となっている (Jalil et al., 2023)。

本研究では、2つの岩石から7枚の薄片を作成し、以下の方法で分析をおこなった。薄片の表面を観察するためにデジタルマイクロスコープを使用し、ポディフォームクロミタイトの岩石記載の特徴、共存するその他の鉱物の同定およびポディフォームクロミタイトに産する包有物を確認した。包有物を特定するために RAMAN 分光装置と電子プローブマイクロアナライザーを使用した。また、岩石表面の化学組成を蛍光 X 線分析装置、薄片全体の元素分布を X 線分析顕微鏡、クロミタイトの化学組成を電子プローブマイクロアナライザーを用いて分析した。

包有物として、クロミタイト中には直方輝石や単斜輝石、オリビン、スピネルなどが確認できた。また、クロミタイトの周りにはオリビンや直方輝石、スピネルで構成されていた。一方で、基質のオリビンは蛇紋石や緑泥石に変質している箇所も確認された。

化学組成では、薄片7枚全てが同じような元素分布で、粒上のクロミタイトでは Cr が多く、それ以外の部分では Si および Mg が多く分布していた。クロミタイトは主に Cr₂O₃ (31.38 ~ 83.99 wt. %, 平均 54.05 wt. %) 構成され、MgO (0.50 ~ 39.62 wt. %) や FeO (4.66 ~ 23.94 wt. %)、Al₂O₃ (0.14 ~ 21.33 wt. %) も含まれていた。また、直方輝石と単斜輝石の両輝石温度計 (Wood & Banno, 1973) からクロミタイトの形成温度は 1100 ~ 1695 °C であった。

以上の結果から、クロミタイトの形成環境について以下のように考えられる。オフィオライトおよびオリビンが存在していることから、ボニナイト起源のマグマから形成されたと推測する。クロミタイトの化学的特性を以前報告されたトロードス (Greenbaum, 1977) やルオブサ (Zhou et al., 1996)、オマーン (Ahmed, 2024; Arai et al., 2020) などのオフィオライトのクロミタイトと比較した結果、本研究で使用したクロミタイトは中央海嶺起源とは異なる化学的特性をもっていることが分かった。

引用文献

- Ahmed, A. S. (2024) *Journal of Asian Earth Science*, 259, 105920.
Arai, S., Miura, M., Tamura, A., Akizawa, N., Ishikawa, A. (2020) *Minerals*, 10, 217-237.
荒井 章司 (2012) 岩石鉱物科学, 41巻, 247-256
Greenbaum (1977) *Economic Geology*, 72, 1175-1194
Jalil, R., Alard, O., Schaefer, B., Ali, L., Sajid, M., Khedr, M. Z., Shah, M. T., Anjum, M. N. (2023) *Minerals*, 13, 311-343
Wood, B., and Banno, S. (1973) *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 42, 109-124.
Zhou, M., Robinson, P. T., Malpas, J., Li, Z. (1996) *Journal of Petrology*, 37, 3-21.

大分県日田市柚木金山から採取された岩石の金銀含有量について報告

山田玲菜¹・礼満ハフィーズ¹・有川博幸^{2,3}

(¹ 鹿児島大学, ² 鹿児島大学産業・地域共創研究所, ³ 一般社団法人アリガット地域未来共創研究所)

Report on gold and silver content in rocks collected from Yuki Gold mine, Hita city, Oita prefecture

Rena YAMADA¹, Hafiz U. REHMAN¹, Hiroyuki ARIKAWA^{2,3}

(¹ Kagoshima University, ² (former) Kagoshima University Industrial and regional co-creation research institute, ³ Arigat, General Incorporated Association and Regional Future Co-creation Lab.)

本研究は、大分県日田市柚木金山で偵察的な調査を行い、金山から採取した岩石試料の岩石学的及び地球科学的研究を行った。また、該当金山の金・銀・銅鉱床の濃度や含有量を測定し、その結果をここで報告する。

大分県は九州の北東部に位置しており、地質学的構造において大分県の北部は西南日本内帯、南部は西南日本外帯と区分され、さらに西南日本外帯は北から三波川帯、秩父帯、四万十帯に分けられる。大分県の基盤岩は、カンブリア紀(約5億年前)の超苦鉄質岩類であるが、それらが第四紀の火山や沖積層に覆われている。また、石炭紀後期~ペルム紀の石灰岩及び白亜紀に貫入岩として花崗岩類が分布している。さらに、秩父帯中帯(黒瀬川帯)ではジュラ紀の付加体が広く分布している。大分県の南部地域には、古第三紀以前の基盤岩類を覆っている貫入岩類や更新世以降(2.8 ~ 2.4 Ma)の火山岩(主に安山岩やデイサイト)と堆積岩などの分布が見られる。その火山活動およびそれに伴う浅熱水の影響で金・銀・銅の鉱脈が形成されたと考えられている。九州の貴金属鉱床は北東部鉱床(Northern Kyushu epithermal Au province)と南西部鉱床(Southern Kyushu epithermal Au province)と区分されている。その中で、大分県に産する金銀銅鉱床は北東部鉱床に位置する。日田の代表的な金山は鯛生鉱山である。鯛生金銀銅鉱床の基盤岩は鯛生層群の礫岩・砂岩・シルト岩の層であり、上部には安山岩や火砕岩が分布し、小規模のひん岩及び石英岩

脈の貫入が見られる。鯛生鉱山と同様に、日田市も浅熱水の影響で金・銀・銅の鉱脈が形成している。それらの鉱床について、日田市のカラ谷鉱区の中心部に露天掘り調査(1912年に実施)を行った結果、金鉱脈の確認がされた。しかし1912年以降は詳細な調査が実施されていない。

本研究では以下の手順で研究を行った。初めに、現地で野外調査を行い石英鉱脈から8個の岩石試料を採取した。それぞれの岩石試料から複数の平面を持つチップを作成した。それぞれの岩石チップの研磨面上を Brucker 社の蛍光 X 線分析装置を用い、主要元素(含有量 weight %)及び微量元素(µg/g)にて化学組成分析を実施した。

大分県日田市柚木金山の野外調査において、5番抗口付近で幅 35 ~ 40 cm の石英鉱脈が確認された。この鉱脈は新第三紀前期鮮新世の安山岩と火山砕岩からなる火山岩をやや斜めに貫入していた。採取した8個の岩石試料は、大部分を石英で構成しており、一部は暗色の斑点や層が見られた。暗色の斑点及び層は、非石英質で金属質または金属層からなることが推測された。岩石試料薄片の顕微鏡観察では、鉱脈の外側から採取した試料には素粒の石英粒子が薄片の外側にランダムに形成されていることが判明した。また、中心側に連れて細粒に変化していた。さらに、一部の試料には、細粒の石英が見られ、中粒及び素粒の石英粒子による細い鉱脈の形成を確認した。

化学組成分析では、暗色領域において 80 wt. % 前後の SiO₂ が検出された。また、一部の試料では、Au が 10~13 µg/g (10~13 g/t)、Ag が 23~58 g/t の含有が見られた。

以上の結果から、柚木金山における金及び銀の高い含有率を示し、高い経済効果が得られると期待できる。また、この地域での更なる詳細な調査は、この地域における貴金属の潜在的な埋蔵量を推定するのに役立つと示唆される。

福井県大野市石徹白川地域の下部白亜系手取層群中に見られる古土壌を用いた古環境推定

黒島健介^{1,2}・長田充弘³・酒井佑輔⁴・Stengel Hannes²

¹広島大学総合博物館,²広島大学,³富山大学,⁴大野市教育委員会

Paleoenvironmental estimation using paleosols in the Lower Cretaceous Tetori Group in the Itoshirogawa area, Ono City, Fukui Prefecture, Japan

Kensuke Kuroshima^{1,2}, Mitsuhiro Nagata³, Yusuke Sakai⁴, Hannes Stengel²

¹Hiroshima University Museum,²Hiroshima University,³University of Toyama,⁴Ono City Board of Education.

福井県大野市石徹白川地域に分布する手取層群後野層からは、多くの植物化石に加えて古土壌や炭酸塩ノジュールの存在が報告されている (Sakai et al., 2020)。後野層堆積時の気候は、乾季を伴う気候を好む頷石型植物群の要素が含まれていることから、気候の温暖化・乾燥化が示唆されており (Sakai et al., 2020)、手取層群堆積後期である前期白亜紀後期の地球規模での気候変動との関連性も考えられるため (Hasegawa et al., 2012)、後野層堆積時の気候を知ること、地球規模での環境変動の理解につながると考えられる。そこで本研究では古土壌を用いて古気候を推定し、先行研究との比較を行った。

後野層は手取層群模式地の最上部層であり、主に礫岩、砂岩、泥岩からなり、古土壌堆積物を含む。その堆積年代はアプチアンとされてきたが、近年では後野層最上部の細粒砂岩層からアルビアン・ジルコン U-Pb 年代 (YC2σ) が報告されている (110.0 ± 0.8 Ma; 長田ほか, 2020)。後野層中の古土壌は、露頭中に計 5 層 (P1~P5) 確認され、層厚は約 10 cm~50 cm であり、いずれの古土壌も赤色層、あるいは赤色の mottle を含んでいる。古土壌層中に炭酸塩ノジュールは確認されていないが、下位に炭酸塩ノジュールを多産する層準が確認された。今回は、古土壌を用いた古気候推定結果を報告する。なお古土壌試料は形態の観察に加えて、粉末にしたのちに鉱物組成・元素組成分析を行った。古土壌の元素組成からは、Sheldon et al. (2002) と Nordt and Driese (2010) で示された手法を用いて、年間降水量 (MAP) と年平均気温 (MAT) の推定を

試みた。

今回確認された古土壌は炭酸塩ノジュールや発達した Bt 層を含まないため、やや粗粒で土層分化が不明瞭な P1, P2, P5 は Ultisol、やや細粒で pedogenic slickenside を含む層準を持つ P3, P4 は Vertisol と考えられる (Soil Survey Staff, 2014)。元素分析による簡易定量結果から得られた古気候推定の結果、古土壌から推定される当時の MAP は、P1, P2, P5 では 1316~1364 mm ± 181 mm、P3, P4 では 1526~1580 mm ± 108 mm であり、MAT はすべての古土壌において 9~10 °C ± 4.4 °C と推定された。

本研究の結果、後野層中の古土壌からはやや低温・湿潤な環境が示された。この結果は、伊月層から後野層にかけて気候の温暖化と乾燥化が進行したとする Sakai et al. (2020) などの先行研究とは対照的に思われるが、P3, P4 は、地下水位の上下動に伴う赤色と灰色の mottle や、乾季・雨季の土壌の膨縮に伴う slickenside がみられる Vertisol と考えられることから、少なくとも P3, P4 形成時には乾季・雨季が明瞭な、季節性を持った気候条件であったと推定される。この気候の季節性を考慮すると、乾季を伴う気候を好む頷石型植物群の要素が存在することは、少なくとも MAP に関しては先行研究の推定と矛盾しない。しかし、古土壌の形成には過去の気候だけでなく埋没時の続成作用 (Retalack, 1991) や河川の主流からの距離などの堆積環境も影響を与えるため (Kraus, 1999)、気候以外の要因が古土壌形成に与えた影響も議論する必要がある。さらに古土壌層の下位に炭酸塩ノジュールが集中して産する層準が存在する要因の理解も、古環境を推定する上で重要になる。今後詳細な古環境復元のため、得られた結果を同時代・他地域の植物化石や安定同位体比を用いた古環境推定と比較し、炭酸塩ノジュールの形成メカニズムも含め検討していく。

【引用文献】

長田ほか (2020) 日本古生物学会第 169 回例会予稿集, C02; Kraus (1999) Earth-Science Reviews, 47, 41-70; Hasegawa et al. (2012) Clim. Past, 8, 1323-1337; Nordt and Driese (2010) Geology, 38, 407-410; Retalack (1991) Annu. Rev. Earth Planet. Sci., 19, 183-206; Sakai et al. (2020) Cretaceous Research, 105, 104066; Sheldon et al. (2002) The Journal of Geology, 110, 687-696; Soil Survey Staff (2014) Key to Soil Taxonomy, 12th Ed., pp. 341.

美濃帯中部三畳系層状チャートにおける放射虫・コノドント化石層序及び化学層序の検討

塩原拓真¹・尾上哲治¹・曾田勝仁¹

¹九州大学

Middle Triassic radiolarian and conodont biostratigraphy and chemostratigraphy in the bedded chert sequence from the Jurassic accretionary complex of Japan.

Takuma SHIOHARA, Tetsuji ONOUE, Katsuhito SODA

¹(Kyushu Univ.)

三畳紀の気候は総じて乾燥から半乾燥の時代と考えられているが、中期三畳紀の後期アニシアン(ベルソニアン)と後期ラディニアン(ロンゴバルディアン)では、それぞれ湿潤化イベントの存在が知られている。これら 2 回の湿潤化イベントは、同時代の放射虫やコノドントといった中期三畳紀の主要な遠洋性・外洋性生物の多様化につながった可能性が示唆されている。しかし、このような報告はテチス海西部の限られた陸棚堆積物を対象にしており、湿潤化イベントと遠洋性・外洋性生物の多様化が全球的なものであったかについては不明である。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湿潤化イベントの存在と、放射虫およびコノドントの群集組成の変化を調べるために、岐阜県坂祝町に分布する美濃帯の中部三畳系層状チャート(セクション 0)を対象に放射虫、コノドント化石層序と化学層序を検討した。

セクション 0 の層状チャートは、パンサラッサ海赤道域の深海底堆積物と考えられている。セクション全体の層厚は、約 21 m である。試料は、層状チャートの珪質部(チャート) 65 層準と、頁岩部の 40 層準から採取を行った。化学層序については、頁岩部の試料を用いて蛍光 X 線分析 (XRF) を行い、主要・微量元素濃度について測定した。

本研究の結果、セクション 0 で TR 2B 帯 (*Triassocampe coronata* 帯) から TR 5A 帯 (*Capnuchosphaera* 帯) までの 7 つの放射虫化石帯が認められた。これら

の放射虫化石帯が示す年代は、後期アニシアンから前期カーニアンに比較される。また、前期ラディニアン(ファッサニアン)から後期ラディニアン(ロンゴバルディアン)にかけて、顕著な放射虫化石群集の変化が確認された。岩相層序から、この放射虫群集の変化は、セクション 0 の基底から 10.5 m に位置する厚い頁岩層 (4 cm 厚) 付近で発生したと考えられる。この頁岩層を境にして、*Muelleritortis nobilis* から *Muelleritortis cochleata* への形態変化および、*Tritortis integritas* から *Tritortis kretaensis* への形態変化が特徴的にみられた。これらの形態変化は、直線的な棘が捻じれたものに交代するという共通点がある。コノドントは化石層序を構築するに至らなかったが、同定できたコノドントが示す年代は放射虫化石による年代と整合的であった。

化学層序を検討した結果、調査区間では、海洋酸化還元状態の顕著な変化は見られなかった。一方、コノドントや魚類などの海洋性脊椎動物に由来すると考えられる生物起源アパタイトの濃度 (P, Ca) が、前期ラディニアン(ファッサニアン)、後期ラディニアン(ロンゴバルディアン)境界を越えて増加し、この時期に生物活動が活発になったことを示す。さらに、W や CIA (Chemical Index of Alteration) などの大陸風化指標 (Nesbitt and Young, 1982; Ohta and Arai, 2007) は、後背地の化学風化が後期ラディニアンに強まったことを示す。これらの指標が示す化学風化の強化は、一般に降雨量の増加を意味するため、後期ラディニアンで湿潤化したことを示唆する。

以上の結果は、パンサラッサ海遠洋域においても、前期ラディニアン(ファッサニアン)と後期ラディニアン(ロンゴバルディアン)の境界付近で、顕著な放射虫の群集変化が起きたこと、後期ラディニアンに湿潤化イベントが存在することを示す。これらは、ロンゴバルディアンでの湿潤化イベントがパンサラッサ海の海洋性脊椎動物の生産性の増加と放射虫の群集変化のきっかけとなった可能性を示唆する。

引用文献

Nesbitt and Young. (1982) Nature, 299, 715-717; Ohta and Arai. (2007) Chemical Geology, 240, 280-297; Sugiyama. (1997) Bulletin of the Mizunami Fossil Mus., 24, 79-193.

0-15 干潟における微地形の形成と移動に関する研究

田島一樹¹・川村喜一郎¹ (山口大学)

A study of the formation and movement of microtopography in tidal flats
Kazuki TASHIMA, Kiichiro KAWAMURA (Yamaguchi University)

干潟には汀線にほぼ平行に連続したバー (bar; 砂州) があり、台風などの波浪条件下でも動かないとされる (Masselink et al., 2006)。バーの固定はサクシオンによるものとされている (佐々・渡部, 2008) が、沖向きに移動する例が報告されており (由比, 2013)、その固定・移動メカニズムは未解明である。そこで本研究では、バーの長期的・短期的なバーの変動メカニズムを地盤学的・堆積学的に明らかにすることを目的とした。変動メカニズムには、サクシオン効果などの内的要因と台風や季節風などの外的要因が複雑に関係していることが明らかとなった。

山口県宇部市キワ・ラ・ビーチを調査地とし、1ヶ月スケールでのバーの短期的・長期的な変動と台風などによる外的要因を調べる目的でA) 俯瞰写真を用いた時系列解析を行った。2022年8~2023年10月の期間で計11枚の俯瞰写真をキワ・ラ・ビーチの北東方向に位置する日の山千畳敷 (標高約60m) から撮影した。この期間には2022年9月6日に台風11号が9月19日に14号、2023年8月6日に台風6号が襲来した。内的要因を検討する目的で以下のB) C) D)を行った。B) キワ・ラ・ビーチでの各測定 (表面せん断強度の測定、サクシオンの測定、地下水位の測定、土砂のふるい分け試験)を行った。干潟の岸沖方向に10地点 (ふるい分け試験ではこの地点で採取した試料) でそれぞれ測定した。C) 室内実験による干潟環境の再現実験を行った。プラスチック製の透明円筒状装置に砂を詰め、土砂の粗さ、冠水時間、乾燥時間を変え、バーンせん断試験機を用い、それぞれの条件下で表面せん断強度を測定した。D) 堆積物コアの観察による内部構造の解明を行った。半割り塩ビパイプを用い、バー頂部、バー末端部でそ

れぞれ2本、計4本の堆積物コアを採取した。

その結果以下のことが明らかになった。外的要因によるバーの移動に関して、秋季から冬季にかけて1ヶ月あたり3m程度岸向きに移動すること。春季から夏季にかけて岸向き、沖向き、どちらにも移動すること。台風襲来期に特別大きく移動することはないこと。内的要因であるサクシオンに関して、サクシオンとせん断強度は正の相関関係があること。サクシオンと地下水位には負の相関すなわち地下水位が下がるとサクシオンが大きくなること。細粒砂以下の粒子が多いとサクシオンがよく働く可能性があること。内部構造に関してバーは細粒砂から中粒砂などの細かい粒子で構成されており、粗粒砂から小礫の層の上を移動している可能性があること。

上記をもとにバーの形成と移動について考える。キワ・ラ・ビーチではバーが岸向きに移動することが明らかとなったが、先行研究などではバーが沖向きに移動する例が多く報告されている。両者の大きな違いはバーが存在する水深と傾斜である。今回、調査した地域は潮間帯であり傾斜が1/1000と相対的に緩やかである。沖向きに移動する例は潮下帯であり傾斜が1/100と相対的に急である。また内的要因であるサクシオンに関して地下水位が低いすなわちバーの地形標高が高いと働きやすいことが結果により明らかになっている。つまりバーの移動はこのような地形的な要因によって影響を受けている可能性が示唆される。また細粒の粒子の供給量が増えるとサクシオンの働きやすくなり、バーの形成が促されていることが予想される。

引用文献

Masselink, G.A. Kroon & R.G.D. Davidson-Arnott (2006) *Geomorphology*, 73, 33-49.
佐々真志・渡部要一 (2008) *海岸工学論文集*, 55, 1176-1180. 由比政年 (2013) *海岸工学論文集*, 69 (2), 641-645.

0-16 北琉球馬毛島の熊毛コンプレックスの年代

福田泰英¹・坂井卓²・林広樹³

(¹ ㈱三和地質コンサルタント, ² 元九州大学, ³ 島根大学)

Age of the Kumage Complex of Mageshima, North Ryukyu.

Yasuhide FUKUDA¹, Takashi SAKAI², Hiroki HAYASHI³

(¹ Sanwa Geo. Engineering Co., Ltd., ² worked at Kyusyu Univ., ³ Shimane Univ.)

北琉球弧の種子島、屋久島および馬毛島には四万十帯南帯に属する熊毛層群が分布する (早坂ほか, 1983)。近年、種子島における同層群の岩相層序、地質構造および放射虫・浮遊性有孔虫による地質時代証拠が整理され、大局的には、比較的整然層からなる地層群と、混在岩層を主体とする2つの地層群に大別できることが明らかになってきた。前者は熊毛コンプレックス、後者は門倉崎コンプレックスとして再定義された (福田・坂井, 2009; 坂井, 2010)。そして、前者は南九州の四万十帯南帯の日向コンプレックスに、後者は日南コンプレックスに対応する (齋藤ほか, 2007; 坂井, 2010)。

今回調査を行った馬毛島 (図1) は種子島の西方約12kmに位置し、東西約2.5km、南北約4kmの小島で、ほぼ中心部に当たる最高地 (岳ノ腰) で標高71.1mと低平な島である。馬毛島の四万十帯南帯の岩相は、厚層理砂岩相が卓越し、頁岩・砂岩互層を挟む。一般に頁岩の発達性は弱い。東海岸の一部では淡緑灰色の頁岩が狭に分布している。北北東-南南西の走向で、西傾斜・西上位の構造を呈する。岩相および構造トレンドは、種子島の熊毛コンプレックスにほぼ調和している。また、大規模な混在岩相 (オリストストローム) は認められない。馬毛島の地層群は、整然層からなる熊毛コンプレックスに比較できる。馬毛島の東海岸ではS字型形態の褶曲構造が数箇所確認され、その幾何学的特徴からはスランブ褶曲とは区別できる。

本研究では地質時代を明らかにする目的で、6地点から砂泥互層中の泥質岩試料を採取し、浮遊性有孔虫の抽出を行った。その結果、中新世初期 (N.4帯) から出現する *Paragloborotalia continua* と *Globoquadrina dehiscens* が確認された。さらに同一試料の中でN.6帯の最終出現を示す *Catapsydrax dissimilis* および *C. univacvus* の産出も確認できた。このことから、少なくとも馬毛島の熊毛コンプレックスは中新世初期のN.4-N.6帯に対

比されることが明らかになった。なお、種子島西海岸の住吉地区では、N.4帯を示す *Globigerinoides cf. subquadratus* の産出と *Catapsydrax dissimilis* および *C. univacvus* が得られており (Fukuda, 2015)、中新世初期のN.4-N.6帯に対比できる。

熊毛コンプレックスの堆積時代は主に放射虫化石や石灰質ナノ化石の検討により中期始新世~前期漸新世とされてきた (岡田ほか, 1982; 桑水流・永津, 2007; 菊川ほか, 2018; 丹下・常盤, 2020) が、本研究によって種子島中部の住吉地区とさらに西方に位置する馬毛島まで中新世初期の地層が分布することが明らかになった。

一方、門倉崎コンプレックスは種子島の中部から南部にかけて広く分布する。種子島中部の海底地すべり性堆積物中の泥グダイアビルからは中新世初期の浮遊性有孔虫を産し、また南部の混在岩からなるオリストストロームの泥質マトリックス部からはやはり中新世初期 (N.4-N.6帯) の浮遊性有孔虫が見出されている (Fukuda, 2015)。これらの事実は、四国海盆拡大後のフィリピン海プレートの再沈み込みの時期を吟味する上で重要な糸口となる。

引用文献

福田・坂井 (2009) 種子島のオリストストローム帯。日本地質学会第116年学術大会講演要旨頁, 68.; Fukuda, Y. (2015) *Kyushu Univ. Ph.D. thesis*. 早坂ほか (1983) 種子島の地質。日本地質学会第90年学術大会巡検案内書, 113-134.; 菊川ほか (2018) 地質雑. 124, 313-329.; 桑水・永津 (2007) 鹿児島県立博物館研究報告. 26, 1-11.; 岡田ほか (1982) 大阪化石研究会誌特別号. 5, 409-413.; 齋藤ほか (2007) 地質雑. 113, 266-269.; 坂井 (2010) 日本地方地質誌 8九州・沖縄地方. 朝倉書店. 141-149.; 丹下・常盤 (2020) 地球科学, 74, 99-103.

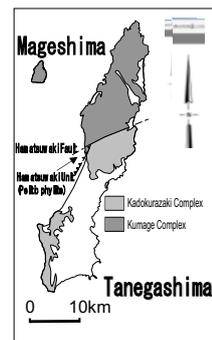


図1. 種子島・馬毛島における熊毛コンプレックスおよび門倉崎コンプレックスの分布図

インド中生代, Vindhyan 超層群 Chitrakoot 層の堆積相と真核生物微化石

Abhishek Pandey¹, Partha P. Chakraborty², 中田亮一³, 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)

Depositional features and eukaryotic microfossils of Mesoproterozoic Chitrakoot Formation, Vindhyan Supergroup, the central India
Abhishek Pandey¹, Partha P. Chakraborty², Ryoichi Nakada³, Fumito Shiraishi¹

(¹ Hiroshima University, ² Delhi University, ³ JAMSTEC)

The eukaryotic clade is composed of stem and crown groups, and the emergence of the latter is gathering particular attention because it diversified into all kinds of eukaryotes that we see today. Based on eukaryotic fossils reported worldwide, it is widely believed that they emerged in the early Mesoproterozoic. Among them, Mesoproterozoic Chitrakoot Formation, lower Vindhyan Supergroup, India, recently gained attention for its well preserved early eukaryotic fossils including red algae, i.e. crown group (Bengtson et al., 2017). However, there are still some uncertainties with Chitrakoot Formation: (1) the inhabiting environment of these eukaryotes is unclear, although it is important for understanding O₂ demand of the early eukaryotes, and (2) the depositional age is not well constrained because the upper part (1650 Ma; Bengtson et al., 2009) is older than the lower part (1406–1483 Ma; Kumar et al., 2001). In this presentation we will describe the lithological characteristics, depositional features, and eukaryotic microfossils from Chitrakoot Formation. In addition, we made an attempt to constrain the depositional age using Sr isotopic stratigraphy, and some data was conformable to the ages of the previous studies.

The lower part of Chitrakoot Formation is composed of granular

dolostone (it was called peloidal dolomite by previous studies), glauconitic sandstone and intraclastic dolostone. Some horizons of granular dolostone have chert matrix, which contains many microfossils including spherical with meshwork, smooth ornamented, and multicellular filamentous forms. The depositional setting of the lower part is tentatively considered as high energy and evaporitic environment.

The upper part of Chitrakoot Formation is composed of bedded dolostone with overlying stromatolite-bearing dolostone and phosphorite. The latter is partly deformed by slump folding. The stromatolitic/oncolitic phosphorite contains filamentous structures representing probable mold of filamentous microorganisms. The depositional setting of the upper part is tentatively considered as a relatively low energy environment with flourished microbial mats.

引用文献

Stefan Bengtson, Veneta Belivanova, Birger Rasmussen, Martin Whitehouse (2009) PNAS, **106**, 7729–7734; Stefan Bengtson, Therese Sallstedt, Veneta Belivanova, Martin Whitehouse (2017) PLoS Biology, **15**, e2000735; Anil Kumar, K. Gopalan, G. Rajagopalan (2001) Current Science, **81**, 806–809.

宮崎県高千穂町に分布する三畳系上村層のインドゥアン階-オレネキアン階境界とオレネキアン階-アニシアン階境界

前川 匠¹・田中源吾²

(¹ 大阪市立自然史博物館, ² 熊本大学)

The Induan-Olenekian and Olenekian-Anisian boundaries of the Triassic Kamura Formation, Takachiho Town, Miyazaki Prefecture

Takumi MAEKAWA¹, Gengo TANAKA²

(¹ Osaka Museum of Natural History, ² Kumamoto University)

宮崎県高千穂町上村には、南北方向に約 200m の幅を持つ中部ベルム系～三畳系の石灰岩体が、東北東-西南西方向に約 2 km にわたって帯状に分布している (渡辺ほか, 1979)。この石灰岩体は、岩相によって、下位より中部ベルム系岩戸層、上部ベルム系三田井層、三畳系上村層に区分されている。渡辺ほか (1979) は、高千穂町岩戸塩井の宇層集落の東側斜面に、層厚 35m の模式セクション (セクション III) を設定し、上村層において下部～上部三畳系のコノドント化石が連続的に産出することを報告した。その後、Koike (1996) や Zhang et al. (2019) によって、模式セクションから、ベルム紀-三畳紀境界や他地域と対比可能な安定炭素同位体比変動曲線が示された。一方で、模式セクションにはコノドント化石の産出が乏しい区間があり、上村層のインドゥアン階-オレネキアン階境界 (IOB) は、安定炭素同位体比の正偏位によって認識されている (Zhang et al., 2019)。また、オレネキアン階-アニシアン階境界 (OAB) は不整合とされているが、渡辺ほか (1979) は、より東側のセクション (セクション II) で後期オレネキアン階を示すコノドント化石を報告しており、特定の層準が側方延長部に見られる可能性がある。本研究では、渡辺ほか (1979) のセクション II に相当する範囲において、IOB と OAB を含むと考えられる層準の岩相と産出化石を詳しく調査した。以下にその結果について報告する。

調査セクションにおいて、層厚約 30m の柱状図を作成した。下位から約 13m の白色塊状結晶質石灰岩、層厚約 8m の貝化石に富む白色層状ドロマイト質石

灰岩、層厚約 10m の灰白色層状石灰岩からなる。結晶質石灰岩は、最上部からフズリナ化石が産出したことから、ベルム系三田井層と考えられ、ドロマイト質石灰岩から上位が、上村層と考えられる。ドロマイト質石灰岩は、下位ではジオベタル構造を示す癒着した貝殻密集層が顕著であるが、上位では基質の割合が増え、平行葉理や層理面が明瞭になる。灰白色層状石灰岩には、複数層準で明瞭な浸食面を伴う級化構造が見られるほか、1~2 mm の二枚貝化石の密集層 (～数 cm) が多数挟まれる。

調査セクションの 27 層準で石灰岩試料を採集し、微化石を抽出した。ドロマイト質石灰岩からは、インドゥアン期を示すコノドント化石である *Neospathodus dieneri*, *Ns. concavus*, *Ns. chaohuensis* などが産出した。また、最上部から *Novispathodus* cf. *waageni* が産出したことから、本セクションに IOB が含まれる可能性がある。灰白色層状石灰岩からは、前期オレネキアン期を示す *Novispathodus waageni* や *Discretella discreta* などが産出した。但し、前期オレネキアン期中期を示すコノドント化石が産出することから、下位のドロマイト質石灰岩とは、不整合関係にあると考えられる。ドロマイト質石灰岩との境界から約 6m 上位にある、明瞭な浸食面上に重なる石灰岩やチャートの礫を含む層準からは、後期オレネキアン期を示す *Triassospathodus* 属や、アニシアン期を示す *Chiosella* 属や *Gladygondolella* 属のコノドント化石が産出した。この不整合面は、先行研究でセクション III から報告された OAB に相当すると考えられるが、*Triassospathodus* 属のコノドント化石の産出はこれまで報告されていなかった。しかし、前期オレネキアン期のコノドント化石を含む層準を不整合に覆い、アニシアン期のコノドント化石が産出する事実から、本調査セクションにおいても、上部オレネキアン階は欠如していると考えられる。*Triassospathodus* 属の産出は、再堆積または地層中の石灰岩礫に由来する可能性が高いと考えられる。

引用文献

渡辺・勘米良・中島 (1979) 鹿沼茂三郎教授退官記念論文集, p. 127-137; Koike (1996) Tran. Proc. Palacont. Soc. Japan. N.S., **181**, p. 337-346; Zhang et al. (2019) Palaeo-3, **519**, p. 65-83.

P-3

美濃帯犬山地域の後期三畳紀ノーリアン/レーティアン境界における放散虫・コノドント化石層序

大島温志¹, 尾上哲治¹, 富松由希², Rigo Manuel³ (¹九州大学, ²福岡大学, ³パドヴァ大学)

Conodont and radiolarian biostratigraphy at the Norian/Rhaetian boundary (Late Triassic) in the Inuyama area, Mino Belt, central Japan
Atsushi Oshima¹, Tetsuji Onoue¹, Yuki Tomimatsu², Manuel Rigo³ (¹Kyushu University, ²Fukuoka University, ³Padova University)

後期三畳紀レーティアンは、中央大西洋火成岩石区 (CAMP) における大規模火山活動が引き金となって発生した三畳紀末大量絶滅に先行して、段階的な生物の絶滅が起こった時代として知られている。後期三畳紀ノーリアン/レーティアン境界では、炭素同位体比の負異常に伴い、代表的な海生生物 (例えば、放散虫やコノドント、アンモナイト) の絶滅および種数の減少が報告されてきた。このうち、炭素同位体比の負の異常は、当時のパンサラッサ海を超えてパンゲア大陸の東西両側及び、北半球、南半球の両方で記録されており、世界的な炭素循環の変動が起こったと考えられている (Rigo et al., 2020)。これらの後期三畳紀レーティアンの段階的な生物絶滅や環境変動は、当時のパンサラッサ海遠洋域で堆積した深海堆積物である日本のジュラ紀付加体中の層状チャートにも記録されていると推測される。しかし、ジュラ紀付加体中の層状チャートは主に放散虫化石層序に基づいて年代決定がなされており、大陸縁辺での層序復元に用いられる国際標準のアンモナイトやコノドント化石層序との対比が十分に行われていない。そのため、層状チャートと他地域のノーリアン/レーティアン境界付近における地質記録の厳密な対比を行うことはできなかった。また、現在レーティアンの基底を定義する化石種として *Misikella posthernsteini* というコノドントが用いられている。しかし、*Misikella posthernsteini* には中間的な形態が存在し、ノーリアン/レーティアン境界を定義する指標種としては問題となっている。そこで本研究では、岐阜県坂祝町の木曾川右岸露頭に露出する美濃帯上部三畳系ノーリアン〜レーティアン層状チャートから産出したコノドントおよび放散虫化石層序を検討

し、ノーリアン/レーティアン境界の層準および指標となる化石種 (コノドント、放散虫) を確定することを目的として研究を行った。

研究の結果、検討セクションから *Skirtf* や *Praemesosaturnalis heilongjiangensis*, *Livarella densiporata* などの中期〜後期ノーリアン、前期レーティアンを示す放散虫化石 13 属 24 種が産出した。これまで後期ノーリアンの指標種とされてきた *Betracium deweveri* は、検討セクション中部まで産出が確認された。またコノドントについては、後期ノーリアンを示す *Parvigondorella andrusovi* や *Misikella hernsteini* など 2 属 7 種が同定された。検討セクション中部の *B. deweveri* 最終産出層準付近では、*Misikella hernsteini* とレーティアンの基底に対比される *Misikella posthernsteini* の中間的な形態を持つ種 (*M. posthernsteini* s.l.) の産出が認められた。*M. posthernsteini* s.l. は本来記載された *M. posthernsteini* (*M. posthernsteini* s.s.) とは異なる形態的特徴を有しており、*M. hernsteini* から *M. posthernsteini* s.s. へと形態が変化する段階のものであると考えられている。また、*M. posthernsteini* s.s. は検討セクションの上部で産出が認められた。このことからノーリアン/レーティアン境界は、従来ノーリアン/レーティアン境界の指標とされてきた *B. deweveri* 最終産出層準よりさらに上位に位置することが明らかとなった。本研究においてノーリアン/レーティアン境界は *M. posthernsteini* s.s. を用いて決定したが、より正確な層準を決定するためにも *M. hernsteini* から *M. posthernsteini* s.l. および *M. posthernsteini* s.s. への進化的変化の過程について、層位分布、放散虫化石群集の変化と合わせて今後さらなる検討が必要である。

引用文献

Rigo, M. et al., 2020, The Late Triassic Extinction at the Norian/Rhaetian boundary: Biotic evidence and geochemical signature. *Earth-Science Reviews* **204**, 103180.

P-4

愛媛県西予市に分布する鳥巢式石灰岩の堆積環境と堆積年代

鬼頭岳大¹・中田亮一²・白石史人¹
(¹広島大学, ²海洋研究開発機構)

Depositional environment and age of the Torinosu-type limestone in Seiyō city, Ehime prefecture, SW Japan

Taketo KITO, Ryoichi NAKADA, Fumito SHIRAIISHI
(¹Hiroshima Univ., ²JAMSTEC)

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 (田村, 1960)、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。このことは、ジュラ紀後期〜白亜紀前期のある時期に、炭酸塩鉱物の供給量が陸源砕屑物の供給量を局地的に上回るイベントが、ユーラシア大陸東縁の比較的広い範囲で起こったことを意味する。先行研究では、その原因が汎世界的な海水準上昇や富栄養化などにあると推測しているが (Kakizaki et al., 2012)、鳥巢式石灰岩はしばしば下位の砕屑岩との境界露頭を欠いていることもあり、炭酸塩鉱物の供給量増加に至った原因は十分に理解されていない。また、このようなイベントが、ある時期に同時多発的に起きたのか、それともより長い期間に散発的に起きたのかという情報も、炭酸塩鉱物の供給量増加に至った原因を突き止めるうえで重要であり、そのためには石灰岩自体の堆積年代を高精度で決定する必要がある。

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砕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。本セクションにおいて、石灰岩・砕屑岩の構成要素を明らかにし、また石灰岩に対して Sr 同位体層序学を適用することで、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、下位から砂岩泥岩互層、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。薄片観察および XRD 分析によると、石灰岩層下位の砂岩中にも 50% 程度の方解石が主に生

砕物およびセメントとして含まれていた。一方の石灰岩では、方解石が主に造礁性生物、微生物岩、ウーイドとして含まれていたが、下部の約 70 m では石英・長石が約 5% 含まれていた。これらの結果は、本セクションにおいて、石灰岩の形成に至った炭酸塩鉱物の供給量増加が、相対的海水準の低下に伴って起きたことを示唆する。また、石灰岩体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。本発表では、これらの結果などについて詳述する。

引用文献

Kakizaki, Y., Ishikawa, T., Nagaishi, K., Tanimizu, M., Hasegawa, T., Kano, A. (2012) *Journal of Asian Earth Sciences*, **46**, 140–149; 白石史人, 早坂康隆, 高橋嘉夫, 谷水雅治, 石川剛志, 松岡淳, 村山雅史, 狩野彰宏 (2005) *地質学雑誌*. **111**(10), 610–623; 田村実 (1960) *熊本大教育紀要*, **8**, 1–40.

九州南西部甌島列島からの白亜紀後期アンモノイド *Eulophoceras* (Sphenodiscidae) の複数の追加標本

御前明洋¹・三宅優佳²・小松俊文³

(¹北九州市博, ²薩摩川内市甌ミュージアム, ³熊本・先端)

Additional specimens of the Late Cretaceous ammonoid *Eulophoceras* (Sphenodiscidae) from Koshikishima Islands, southwestern Kyushu, Japan
Akihiro MISAKE¹, Yuka MIYAKE², Toshifumi KOMATSU³
(¹Kitakyushu Mus. Nat. Hist., ²Koshiki Museum, ³Kumamoto Univ.)

白亜紀後期にテチス域や北米内陸海域などで栄えたスフェノディスクス科アンモノイドの北太平洋域からの産出は極めて少ないが、御前ほか(2016)は、鹿児島県薩摩川内市の下甌島に分布する上部白亜系姫浦層群より、本科に属する *Eulophoceras* の標本1点(標本a)の産出を報告した。それまで淡路島に分布する和泉層群からは本科のスフェノディスクス亜科に属する *Libyoceras* が1点見つかったが、下甌島から見つかった *Eulophoceras* は、本科のレンティセラス亜科に属するアンモノイドとしては北太平洋域で初めてであり、御前ほか(2016)ではその古生物地理学的意義について議論を行った。その後、下甌島でさらに野外調査を行った結果、本属の追加標本が3点得られたので報告する。

追加標本3点のうち2点(標本b, c)は、御前ほか(2016)で報告した標本aと同じ下甌島鹿島中山地域の西の海岸から、もう1点(標本d)は吹切浦付近の西側の海岸から産出した。いずれの地点も、周辺には姫浦層群のユニットU-IIbが分布する。本ユニットはしばしば砂岩薄層を挟む暗灰色泥岩から成り、外側陸棚で堆積したと考えられている。また、含まれるイノセラムス類やアンモノイド類、放散虫類からカンパニアン階下部〜中部に対比される。*Eulophoceras* はU-IIbの上部より産出し、この層準にはカンパニアン階中部を示す *Sphenoceras schmidtii* が含まれる。

以前報告を行った標本a(御前ほか, 2016)は、気房部も住房部も良く保存された直径約145mmの標本で、円盤状の殻を持ちへそが狭く、腹面が尖って

いる。表面装飾は、わずかに屈曲した非常に弱い肋と、へそのまわりと側面外側の肋方向に伸びる弱い突起からなる。縫合線は比較的単純である。

新たに中山地域の西の海岸から得られた標本bは、気房部も住房部も大きく変形しており、さらに気房部は風化により一部が失われている。殻口付近は保存されている部分の最大直径は125.1mmである。変形によりつぶれて分厚くなっているが、本来は薄い円盤状の殻であったと思われる。弱くて幅の広い肋を持ち、また、へそのまわりと側面外側に非常に弱い突起がある。縫合線は比較的単純である。

同じく新たに中山地域の西の海岸から得られた標本cは断片的な標本ではあるが、殻口は良く残され、直径は106.6mmである。殻は薄い円盤状で、弱い肋と、へそのまわりおよび側面外側の非常に弱い突起が確認できる。

吹切浦付近の西側の海岸から産出した標本dは、良く保存された気房部と、風化により一部が失われた住房部からなる。殻口は良く残され、直径は164.1mmである。気房部は円盤状で腹面が尖っているが、住房部は幅が広くなり、腹面が丸くなる。成長線以外、表面装飾はほとんど発達せず、縫合線は比較的複雑で細長い *foliole* や膨らんだ *foliole* が発達する。

以上の観察結果から、中山から得られた標本a, b, cは同種で、縫合線に細長い *foliole* が発達しない点や表面装飾の特徴などから *Eulophoceras* の未記載種であると考えられる。また、吹切浦付近から産出した標本dは、縫合線に細長い *foliole* や膨らんだ *foliole* が発達する点や、膨らんだ住房を持つ点、表面装飾がほとんど発達しない点などから、中山のものとは別種の未記載種と考えられる。

レンティセラス亜科の分布は、コニアシアン期には大西洋域のテチス海に限られていたが、サントニアン期〜カンパニアン期前期にはアフリカ東部やマダガスカルまで広がったことが示されている。甌島から2種の *Eulophoceras* が得られたことにより、カンパニアン期中期には、本亜科の分布が北西太平洋域にまで伸び、この海域で複数の種が栄えたことが明らかとなった。

引用文献

御前ほか(2016) 日本古生物学会2016年年会講演予稿集, 41.

北海道古丹別地域に分布する上部白亜系蝦夷層群羽幌川層の放散虫化石層序

黄木陽人¹・小松俊文¹・高橋修²・辻野泰之³・穴井千里⁴

(¹熊本大学, ²東京学芸大学, ³徳島県立博物館, ⁴高知コア研)

Radiolarians from the Haborogawa Formation of the Upper Cretaceous Yezo Group in Kotanbetsu area, Hokkaido

Haruto OHKI¹, Toshifumi KOMATSU¹, Osamu TAKAHASHI², Yasuyuki TSUJINO³, Chisato ANAI⁴

(¹Kumamoto Univ., ²Tokyo Gakuji Univ., ³Tokushima Prefectural Museum, ⁴Marin Core Reserch Institute, Kochi Univ.)

北海道北西部古丹別地域には、白亜系の蝦夷層群が分布している。特に古丹別地域を流れる古丹別川流域には泥岩層を主体とする蝦夷層群上部の羽幌川層がよく露出している。チューロニアン〜カンパニアン階を主体とする羽幌川層は、11つの岩相ユニット(Ua-Uk)に区分され、研究地域である古丹別川本流とその支流である幌立沢流域には、凝灰岩薄層を挟む塊状泥岩からなるUfユニットと砂岩互層を主体とするUgユニットが分布している(辻野, 2009)。

本研究では主に羽幌川層のUfユニットとUgユニットから石灰質ノジュールを採取して、塩酸処理により抽出した放散虫化石を分類学的に検討した。

古丹別川の岩泉橋〜熊追橋の間や幌立沢の河岸及び河床露頭から採取した石灰質ノジュールから *Amphipyndax* aff. *tylotus* や *A. stocki*, *A. mediocris*, *A. ellipticus*, *Amphipyndax* sp., *Dictyomitra multicostata*, *D. andersoni*, *Stichomitra campi*, *S. wallacheri*, *Stichomitra* sp., *Stichocapsa* sp., *Theocapsomma* sp., *Orbiculiforma monticelloensis*, *Orbiculiforma* sp., *Archaeospongoprimum stocktonensis*, *Archaeospongoprimum* sp., *Falsocromyodrymus* sp., *Cromyomma*(?) cf. *nodosa*, *Patulibracchium* sp. などの10属21種の放散虫化石と陸棚斜面に特徴的な *Silicosigmoilina* sp.

などの底生有孔虫を確認した。スプレマリア目を除く放散虫化石の中では、*Amphipyndax* と *Dictyomitra* が比較的多く産出した。模式的な *D. multicostata* や *D. andersoni* は、下部カンパニアン階〜マーストリヒチアン階から産出することが知られている。*A. tylotus* は、上部カンパニアン階〜マーストリヒチアン階を示す放散虫であるが、本研究の *A. aff. tylotus* は模式的な *A. tylotus* と比べて殻孔がやや規則的で *diagonal ridge* の発達も弱く、より大型ではあるものの同様の特徴を示す種は西南日本の和泉層群や姫浦層群の下部カンパニアン階〜マーストリヒチアン階から報告されている(山崎, 1987)。なお、羽幌川層産の個体は、西南日本の *A. aff. tylotus* よりも小型であり、このような形態の種は北海道丸瀬布の日高帯金山層から報告された *A. tylotus* と極めてよく似ている(Iwata and Tajika, 1989)。

羽幌川層のUf-Ugユニットの地質年代は大型化石に基づいて、従来サントニアン階とされてきたが、Ufユニットの上部から模式的な *D. multicostata* や *A. aff. tylotus* を含む放散虫化石群集が確認されたことから、Ugユニットはカンパニアン階に含まれ、サントニアン・カンパニアン階境界はUfユニットに含まれている可能性が考えられる。

引用文献

辻野泰之(2009) 地質学雑誌, 115, 122-129; 山崎哲司(1987) 地質学雑誌, 93, 403-417; Kenji Iwata and Jun Tajika. (1989) Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ., 22, 453-466.

P-7

鹿児島県下甕島北部に分布する姫浦層群の層序と二枚貝化石の構成

三宅優佳¹・小松俊文²・御前明洋³・高橋 修⁴

(¹薩摩川内市甕ミュージアム, ²熊本大学, ³北九州市博, ⁴東京学芸大学)

Stratigraphy and fossils of the Upper Cretaceous Himenoura Group in northern Shimokoshikishima Island, Kagoshima.

Yuka MIYAKE, Toshifumi KOMATSU, Akihiro MISAKI, Osamu TAKAHASHI

(¹Koshiki Museum, ²Kumamoto Univ., ³Kitakyushu Mus. Nat. Hist., ⁴Tokyo Gakugei Univ.)

下甕島の北部には、上部白亜系姫浦層群が分布しており、マガキ類やイノセラムス類、アンモノイド類などの非海生～海生の軟体動物化石を多産する。この地域の姫浦層群は、イノセラムスなどの二枚貝化石や天草地域に分布する姫浦層群との対比から、カンパニアン階～マーストリヒチアン階を主体とするとされてきた(加納ほか, 1989など)。しかし、大部分がマーストリヒチアン階とされていた中甕島の姫浦層群が放散虫化石によってカンパニアン階を主体とすることが示されたことや、模式地である天草諸島の上島や下島に分布する姫浦層群の地質時代が微化石を用いて見直されたことから、これまでの時代論に問題があることが指摘された。また、甕島列島からは近年になって、恐竜などを含む脊椎動物化石や陸成層が発見されており、白亜紀末期の生物相やアジア大陸の陸成層との関係を考える上で、正確な層序対比の重要性が増している(小松ほか, 2014など)。しかし、陸成層そのものの地質時代を決めることが難しいため、その上下に分布する海成層から産出する化石などによって、陸成層を対比する必要がある。さらに下甕島には、複数の断層で区切られたブロック間の対比が困難であるため、地質図や層序、層厚などが研究者間で大きく異なっている問題も残されている。

そこで本研究では、下甕島北部の鹿島地域で地質調査を行い、詳細な地質図を作成した上で、アンモノイドやイノセラムスなどの軟体動物化石と放散虫化石を同定し、下甕島北部に分布する姫浦層群の詳細な層序や地質時代を明

らかにすることを研究の目的とした。

下甕島北部の鹿島地域に分布する姫浦層群は、砂岩と泥岩が主体で礫岩や白色の酸性凝灰岩層を伴う。本研究では、姫浦層群を下位より暗灰色の泥岩を主体とする中山浦層(仮称)と斜交層理の発達した厚い砂岩層が特徴的な藪牟田層(Amano, 1957を改変)に区分した。藪牟田層は、寺家砂岩優勢部層(仮称)と熊ヶ瀬鼻砂岩泥岩部層(仮称)、平瀬崎砂岩優勢部層(仮称)の3部層に細分される。地質構造は、概ね北側上位の同斜構造で、走向は大局的にWNW方向で北に10~20°傾斜し、北部ほど上位の地層が分布するが、NW-SE走向の断層が複数あるため、断層を介して同じ層準が繰り返し露出する地域もある。中山浦層は主に、上部サントニアン階～下部カンパニアン階を示すアンモノイドの*Eupachydiscus haradai*や、イノセラムスで下部カンパニアン階の指標である*Sphenoceras orientalis*、中部カンパニアン階の*Sph. schmidtii*などを含む浅海成の砂岩や泥岩からなっている。さらに、上部白亜系の放散虫化石が中山浦層で比較的多産し、中部カンパニアン階に特徴的な*Amphipyndax pseudoconulus*に加えて、サントニアン階～“中部”カンパニアン階の放散虫化石群集が含まれている。それらの共産関係から、中山浦層下部に下部カンパニアン階と中部カンパニアン階の境界が挟まり、中山浦層上部と藪牟田層は、中部カンパニアン階であると考えられる。

調査地域から産出した二枚貝化石は、マガキ類の*Crassostrea* sp.や*Corbula ushibukensis*などの汽水生の種からなる化石群と、主に砂岩から産出する*Glycymeris amakusensis*や*Loxo japonica*を主体とするグループ、“*Eriphyla*” sp.や*Nanonavis*類、イノセラムス類などからなる泥岩から産出するグループに分けられる。産出する二枚貝化石の構成から、本調査地域では1回の海退～海進の大規模な相対的相水準の変動パターンが識別できた。

引用文献

Amano (1957) *Kumamoto Jour. Sci. B. Sect. 1, Geology*, 2, 51-75; 加納ほか(1989) 高知大学術研報, 38, 157-172; 小松ほか(2014) 地質雑, 120, 19-39.

P-8

鹿児島県甕島列島中島の古第三系上甕島層群中甕層から産出した脊椎動物化石と堆積相解析による古環境の復元

浦田倫太郎¹・小松俊文¹・鏑本武久²・對比地孝亘³・三宅優佳⁴・山下大輔⁴

(¹熊本大学, ²愛媛大学, ³国立科学博物館, ⁴薩摩川内市甕ミュージアム)

Vertebrate fossils and facies analysis of the Paleogene Nakakoshiki Formation, Kamikoshikishima Group, Nakashima, Koshikishima Islands, Kagoshima, Japan
Rintaro URATA¹, Toshifumi KOMATSU¹, Takehisa TSUBAMOTO², Takanobu TSUIHIIJI³, Yuka MIYAKE⁴, Daisuke YAMASHITA⁴

(¹Kumamoto Univ., ²Ehime Univ., ³National Museum of Nature and Science, ⁴Satsumasendai City Koshiki Museum)

鹿児島県甕島列島の北部には、古第三系上甕島層群の中甕層が分布している。上甕島に分布する中甕層からは、哺乳類化石が報告されている(Miyata et al., 2011)。上甕島と中甕島の間位置する中島の中甕層からも、小型哺乳類の歯や骨などが見つかっており、中島産の化石については薩摩川内市甕ミュージアムに保管されている。本研究では、中島産の脊椎動物化石のうち、小型の歯が産出する層準や化石の産状・保存状態などを報告し、その堆積環境について明らかにする。

中島は南北方向東西方向ともに1 kmほどの大きさで島全体に中甕層が分布している。中島の中甕層は、礫岩、砂岩、泥岩からなり、赤紫色や灰緑色の細粒砂岩や泥岩が特徴的で、河川の流路を埋積する礫岩や粗粒砂岩と主に氾濫原を形成していたと考えられる細粒砂岩や泥岩が繰り返している。調査地域の中甕層は、層厚が少なくとも140 mで、走向がN80°W~N70°E、傾斜は10°S~20°Sで同斜構造を示す。また、N90°E~N70°E走向の高角な断層が中島の北部と南部に発達している。

堆積相解析の結果、堆積相A~Iの9つの堆積相を識別した。堆積相A~Cの礫岩や砂岩は流路埋積堆積物と解釈され、大型の斜交層理を伴い、基底部

には明瞭な侵食面が観察されることがある。この流路埋積堆積物は上方細粒化を示し全体として淘汰が悪く、礫は最大5 cmほどの珪長質な歪角~歪円礫で、リップアップクラストや材化石も含まれる。堆積相D~Iは氾濫原堆積物と解釈され、自然堤防堆積物、クレバスチャネル~クレバスポレー堆積物、後背湿地堆積物からなっている。中甕層に特徴的な赤紫色や灰緑色の泥岩は堆積相Iに区別され、層準によりカーリーや乾裂痕、砂管が観察され、古土壌化が進んだ氾濫原堆積物と解釈される。また炭質物に富んだ黒色泥岩(堆積相H)も一部で観察され、後背湿地堆積物と考えられる。シート状もしくはレンズ状の砂岩層がこれらの堆積相H・Iの泥岩中に挟まれる形で発達している層準があり、これらの砂岩(堆積相D~G)は自然堤防堆積物やクレバスチャネル~クレバスポレー堆積物と解釈される。氾濫原堆積物がよく発達していることやクレバスチャネル~クレバスポレー堆積物も観察されることから、中島に分布する中甕層は蛇行河川で堆積したと考えられる。また堆積相Iに特徴的な赤紫色泥岩中のカーリーは、堆積当時高温で乾燥~半湿潤環境であったことを示す。

脊椎動物化石は、哺乳類化石2点のほか小型の骨片が多数見つかり、中島には少なくとも5層の脊椎動物化石含有層があることが明らかになった。哺乳類化石2点のうち、一つは双波歯型の食虫類やコウモリ類に近い形をした左下顎大白歯(M₁またはM₂)である。もう一つは左下顎骨の一部で第一小白歯~第一大臼歯(P₁-M₁)が保存されている。大白歯のパラコニッドがメタコニッドの方に押しつぶされ、ハイボコニッドがややエントコニッドに近いなどの特徴から、原始的な小型偶蹄類のものだと考えられる。なお、これらの小型の歯や顎の骨片は、堆積相G・Iに相当する赤紫色砂岩やその直上あるいは直下の泥岩から散在的に産出し、多くは遊離した状態や破片で産出する事が多い。これは上流より流されてきた小型の歯や骨(~3cm)を含む砂泥が、洪水時に流路から溢れ出し自然堤防や氾濫原に堆積して化石になったためと考えられる。

引用文献

Miyata et al. (2011) *Vertebrata Palasiatica*, 49, 53-68.

P-9

新しく開館する「御所浦恐竜の島博物館」の見どころと利用について

黒須弘美・早坂康隆・廣瀬浩司・鶴飼宏明
(天草市立御所浦白亜紀資料館)

The main part of exhibitions and usage for Amakusa Museum of Goshoura Dinosaur Museum

Hiroimi KUROSU, Yasutaka HAYASAKA, Koji HIROSE, Hiroaki UGAI
(Goshoura Cretaceous Museum)

2024年3月20日、熊本県天草市御所浦町(御所浦島)に「天草市立御所浦恐竜の島博物館」がオープンする。この博物館は、1997年に同町に開館した御所浦白亜紀資料館が全面リニューアルするもので、延べ床面積2,718㎡、展示面積749㎡となり、これまでに資料館で収集してきた約2,000点の標本などの資料が常設展示される。

御所浦白亜紀資料館は、天草の化石の展示を中心とした天草でも唯一の自然史系の資料館であり、開館以来、展示施設としてだけでなく、天草における地質学や古生物学の研究拠点としての役割を担ってきた。しかし資料館の用途としての建物はなく、御所浦島開発総合センター(後の御所浦地区コミュニティセンター)の一角約330㎡を20年以上利用する形で活動を行っており、展示スペースや展示方法、標本管理保管場所、作業場所などの課題・問題が多くあった。

新しい博物館は、御所浦白亜紀資料館の役割を引き継ぐと共に、上述した課題の解決を図り、「天草 1億年の大地の記録を学べる博物館」、「天草の自然教育活動の情報拠点」、「御所浦住民の交流の場」という基本理念のもと、古生物、地質、地形など、天草地域の大地の見どころを展示対象とするだけでなく、現代の天草の生物の展示も行うことで、より充実し拡大した展示および研究拠点として機能する施設となる。

展示は、「地球誕生から恐竜の時代へ」「白亜紀の天草」「研究を支える世界の化石」「新生代の天草」「現代の天草」と5つのエリアに別れている。「地球誕生から恐竜の時代へ」では、地球誕生から天草地域の地層の記録の始まりである白亜系までをイラストと標本を使い展示を行っている。「白亜紀の天草」では、近年発見された天草の恐竜化石をはじめ、古くより研究されてきたアンモナイト類や貝類化石などを展示し、恐竜時代の天草の生物に触れる

事が出来る。「研究を支える世界の化石」では、ティラノサウルスなどの獣脚類をはじめとする恐竜の全身複製骨格や複製頭骨などを展示している。これらは、天草地域から産出した恐竜などの化石(菊池ほか、1997、2000;黒須ほか、2014;など)と海外の恐竜を比較することで、天草の古生物を同定する研究のプロセスを辿ることができる。また、館内にある研究シートは、これら比較研究のプロセスをより詳細になぞり、天草の化石についての認識を深める教材として使用できる。「新生代の天草」は、恐竜絶滅後の古第三系(始新統)の哺乳類や貝などの化石、陶石をはじめとしたマグマ起源の岩石や鉱物など天草の地下資源の展示、天草諸島の形成についての映像展示である。その他にも貨幣石といった国内でも産地が限られる化石から、第四系の化石までが並ぶ。「現代の天草」では、天草を取り囲む島原湾(有明海)、八代海、東シナ海、天草下島の羊角湾を紹介する展示のほか、海域から陸上へ移り変わる生物を貝類や魚類の剥製などの標本と共に紹介している。館内の企画展示室や会議室は、特別展や企画展、講演会、体験教室など博物館の普及事業を行うスペースとして利用するだけでなく、地域住民の行う各種イベント会場としても利用でき、地域の振興拠点施設としての活用も見込まれる。エントランスにはミュージアムショップがあり、自然科学への興味・関心の向上を担うと共に、地域の特産品とのコラボ商品を扱うことで、購買者だけでなく、商品を生産する地域住民にも広く博物館の意義を伝えることができる。

また、展示スペースだけでなく、博物館を支える施設として、研究室、書庫、試料処理室、標本製作室、化石クリーニング室を設けた。設備としては、化石のプレパレーションや発掘に使用する機器や道具類、ドラフトチャンバー、岩石切断機などを備えている。これらの設備は、当博物館のスタッフだけでなく、地質学や古生物学をはじめとする天草地域の自然科学分野の研究を目的とする研究者や学生などが申請により利用可能となる予定である。

以上、天草市立御所浦恐竜の島博物館は、天草の地史を学び、更に天草地域の自然史を深く理解するための研究の拠点施設となることが期待される。

引用文献

菊池ほか(1997) 御所浦の地質, 116-118; 菊池ほか(2000) 御所浦白亜紀資料館報, 1, 23-27; 黒須ほか(2014) 御所浦白亜紀資料館報, 15, 5-7.

P-10

ベトナム北部に分布するナズン層最上部~リンチュア層最下部の花粉化石にもとづく古植生と古環境の変遷

種子 涼太(熊本大学大学院自然科学教育部), 小松 俊文(熊本大学先端科学研究部), ルグラン ジュリアン(静岡大学理学部), 山田 敏弘(北海道大学大学院理学研究院), ザン ディン フン(ベトナム自然博物館)

Paleovegetation and paleoenvironment changes from the uppermost Na Duong Formation to lowermost Rinh Chua Formation in northern Vietnam inferred from palynological investigation.

Ryota TANE (Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University), Toshifumi KOMATSU (Faculty of Advanced Science, Kumamoto University), Julien LEGRAND (Faculty of Science, Shizuoka University), Toshihiro YAMADA (Graduate School of Science, Hokkaido University), Doan Dinh Hung (Vietnam National Museum of Nature)

ベトナム北部のランソン省東部には、古第三系~新第三系のナズン層と新第三系のリンチュア層が分布しており、ナズン炭鉱の北東部で両層は連続的に露出している。ナズン層とリンチュア層については、古くから多くの研究者が花粉化石を用いて研究をおこなってきた(Trung, 2000)。しかしこれらの先行研究では、花粉化石試料の採取層準や採取地点が不明であることや、分析した試料数が少なく図版なども示されていないものが多い。本研究では、ナズン炭鉱内のナズン層最上部~リンチュア層最下部の柱状図を作成し、花粉化石の分析・同定を行い花粉化石の群集構成から古植生と古環境の変遷を明らかにすることを研究の目的とした。

花粉分析用の試料はナズン層の最上部から6試料、リンチュア層の最下

部から7試料採取し、比較試料としてナズン層の最上部から1試料を採取した。分析の結果、ナズン層の最上部から20属24種以上の花粉化石を確認した。ナズン層の優占種はシダ類の *Cyathidites minor* (ヘゴ科)で、次いで被子植物の *Liquidambarpollenites* sp. (フウ科)であることから、*Cyathidites minor* - *Liquidambarpollenites* sp. 花粉群集として識別した。この花粉群集では小葉類とシダ類の胞子の半数を占めている。また、小葉類とシダ類と被子植物の花粉の割合や構成により、ナズン層の堆積時は湿潤な熱帯~亜熱帯の気候であったと考えられる。

リンチュア層の最下部からは25属32種以上の花粉化石を確認した。リンチュア層の優占種は被子植物の *Quercoidites* spp. (ブナ科)で、次いで被子植物の *Liquidambarpollenites* sp. であることから *Quercoidites* spp. - *Liquidambarpollenites* sp. 花粉群集と識別した。被子植物と裸子植物の花粉の多様性が高く、個体数では被子植物の花粉が優先的であった。さらに被子植物の組成に加えて、マツ科の花粉や落葉性の *Fraxinopollenites* sp. (モクセイ科)の花粉などが新たに産出したことから、リンチュア層堆積時の植物相は現在の南中国から北部ベトナムの山岳地帯の植物相と類似していて、亜熱帯から暖温帯に属していたことが明らかになった。

なお、両層で多産した *Cyathidites minor* は木生シダであるヘゴ科の植物由来と考えられている。また、ナズン層からはゼンマイ科の根茎化石なども多産する。従って、両層の堆積時には被子植物や裸子植物、木生シダからなる森林が形成され、その林床にゼンマイ科が生育していたと推定される。また花粉群集の詳しい構成について見ると、同じ森林植生でもナズン層は小葉類とシダ類が優勢で高温多湿な環境、リンチュア層はナズン層に比べ、被子植物優勢で乾燥化と寒冷化が進んだ環境であったと考えられる。

引用文献

Trung P.Q., 2000, New documents about BTPH in HT Na Duong (1), 18-27.

P-11

石灰質構成要素から明らかにする備北層群“藻類石灰岩”の堆積環境

清水真音¹・中田亮一²・白石史人¹

(¹広島大学, ²海洋研究開発機構)

Depositional environment of “algal limestone” in Bihoku Group revealed from calcareous components

Manane SHIMIZU¹, Ryoichi NAKADA², Fumito SHIRAIISHI¹

(¹Hiroshima Univ., ²JAMSTEC)

中新世には日本各地に広く海が侵入したことが知られており、それに伴って広島県では三次・庄原地域に備北層群が堆積した。備北層群は主に礫岩、砂岩、泥岩など珪砂層性堆積岩を主体とするが、有孔虫や二枚貝類などの石灰質遺骸も多く含まれる。特に庄原市西城川河床の中原セクションでは、石灰質遺骸の濃集した“藻類石灰岩”が小規模に発達している(杉村ほか, 1990; 山本, 1999)。しかしながら、そのような石灰質堆積物がなぜ形成されたのかについては、十分に理解されていない。そこで本研究は、中原セクション周辺において石灰質構成要素に着目した岩相記載を行い、石灰岩の形成に至った古環境要因を推定した。また、そのような石灰岩がいつ形成されたのかという情報も成因を考えるうえで重要であるため、本セクションから産出するカキ化石に対し、白石ほか(2005)の手法に基づいてSr同位体層序の適用を試みた。

山本(1999)は西城川河床に露出する備北層群を5つのセクションに分けて記載したが、中原セクションはその北西部に当たる。本研究では、中原セクションの西方約200mから、隣接する甲代セクションの約50mまでの約500mを調査範囲とした。地層は調査範囲の中心付近で緩やかに向斜しており、向斜軸で最上位層が露出する。調査範囲の西側には最下部層の礫岩が露出しており、しばしば東向き古流向を示すインプリケーションが認められ、また平板型・トラフ型斜交層理を伴う砂岩層もしばしば存在することから、網状河川堆積物であると考えられる。XRD分析の結果、これらの砂岩層には石英・長石に加えて方解石も約7-33%含まれていたが、薄片観察の結果、方解石は砂岩のセメントとして存在しており、石灰質遺骸は含まれていなかった。この

礫岩の東側には、カキ殻や植物片を多く含む上位の砂岩層が露出しており、しばしばウニ棘を含むことから海水環境で堆積したと考えられる。この砂岩層にも方解石が約7-50%含まれており、それは石灰質遺骸やセメントとして存在していた。向斜軸付近では、この砂岩層の上位に泥岩層が見られ、原地性と思われる大型のカキが含まれることから、これも海水環境で堆積したと考えられる。この泥岩層には方解石が約0-11%含まれており、それは微小な石灰質遺骸や石灰泥として存在していた。向斜軸の東側では下位の礫岩層が露出しており、それは南北走向の高角小断層を介して、さらに東側の“藻類石灰岩”と接していることから、断層によって東側がやや沈降しているものと考えられる。この“藻類石灰岩”は、西側でカキ殻や有孔虫を含む細粒砂岩を、東側で礫岩を覆っていた。石灰岩は方解石が約96%であり、それは主に紅藻類の石灰質である無節サンゴモから構成されていたことから、海水環境を示している。石灰岩はグレインストーン〜ラドストーンに分類され、サンゴモ骨格は異地性の特徴を示すことから、比較的高エネルギー環境で運搬・堆積したことが推定される。これらの結果と調査地周辺の地理的特徴をふまえると、中新世の中原セクションでは、海進によって網状河川から海へと環境が変化し、潮流によってサンゴモが破断・運搬されて堆積することで“藻類石灰岩”が形成したと考えられる。

一方、Sr同位体層序に関しては、用いたカキ化石のFe・Mn濃度が高く、一部はドロマイト化も被っており、年代決定に適さないことが判明した。測定されたSr同位体比は、先行研究で推定された年代における海水の値よりもかなり低いことから、火成活動の影響を受けている可能性が考えられる。

引用文献

杉村昭弘・藤井厚志・橋本恭一・長井孝一・秋山哲男・木戸悟・岡本和夫(1990) 瑞浪市化石博物館研究報告, 17, 51-59; 山本裕雄(1999) 地球科学, 53, 202-216; 白石史人・早坂康隆・高橋嘉夫・谷水雅治・石川剛志・松岡淳・村山雅史・狩野彰宏(2005) 地質学雑誌, 111, 610-623.

P-12

鳥取市西部酒津海岸に露出する中新統の岩相と年代

菅森義晃¹・大村崇暉²・松本祐樹²

(¹鳥取大学農学部生命環境農学科・²鳥取大学地域学部地域環境学科)

Lithology and age of the Miocene in the Sakenotsu coast, western part of Tottori City, Tottori Prefecture, Southwest Japan

SUGAMORI Yoshiaki¹, OHMURA Takahiro², MATSUMOTO Yuki²

(¹Dep. Life and Envi. Agricul. Sci., Fac. Agric., Tottori Univ., ²Dept. Regional Env. Fac. Regional Sci., Tottori Univ.)

【はじめに】

鳥取県鳥取市西部の白兔海岸～酒津海岸には鳥取層群八頭層河原火山岩部層および三朝層群人形峠層白兔礫岩部層が露出している(村山, 1963; 菅森, 2023)。このうち白兔海岸の河原火山岩部層については、菅森ほか(2023)でその概要が明らかにされたが、それより西方の海岸の鳥取層群については詳細な記載がなく、年代もわかっていない状況にある。本研究では西端の酒津海岸の鳥取層群について岩相を記載するとともに、一部の岩石についてジルコンのU-Pb年代を測定したので、ここに報告し、若干の考察を加える。

【地質概説】

酒津海岸の河原火山岩部層は自破砕溶岩、凝灰質砂岩泥岩互層および安山岩～流紋岩質の貫入岩からなる。自破砕溶岩は様々な色の角ばった安山岩質溶岩の破片を含み、偽枕状溶岩が認められる。鏡下では、変質した斜長石が多く見られ、緑泥石などの変質鉱物によって充填された充填杏仁状の空隙が認められる。

凝灰質砂岩泥岩互層は、南ないし南南東方向に緩く傾斜し、単層の厚さが40cm以下で、砂岩部分は黒色、泥岩部分はやや緑色を呈し、砂岩層には級化や平行葉理が観察される。構成粒子は0.3~0.5mmの大きさで、角ばっており、斜長石や単斜輝石、中間質の火山岩片等からなる。本互層をハイアロクラスタイトからなる碎屑物が混濁流によ

って運搬された混濁流堆積物と解釈した。自破砕溶岩との関係については露頭欠如のため不明であるが、岩相分布の不連続に基づき、両者の境界には南北方向の断層の存在が推定される。

自破砕溶岩と凝灰質砂岩泥岩互層には、一部に流理構造を持つ安山岩～流紋岩質の火山岩が貫入している。前者との境界の貫入面は、西側の境界ではN24°W, 90°、東側の境界はN70°E, 90°であった。後者に貫入するものは岩脈とシルが見られる。貫入岩の斑晶は斜長石と不透明鉱物を含み、集斑状を示すことがある。一部の斜長石は累帯構造を示し、方解石、緑泥石に置換されている場合がある。基質は斜長石と不透明鉱物からなるハイアロピリティック組織を示す。

【貫入岩のU-Pb年代】

自破砕溶岩に貫入する安山岩～流紋岩質火山岩中のジルコンのU-Pb年代の測定を広島大学に依頼した。その結果、19.97 ± 0.38 Ma (2σ)の重み付け平均年代(MSWD = 0.86)を得た。

【考察】

海岸部を除く研究地域周辺の河原火山岩部層は水中で形成されたと解釈される地層を多く含んでおり(山名, 2007)、凝灰質砂岩泥岩互層を混濁流堆積物とした解釈はこれらと調和的である。自破砕溶岩および凝灰質砂岩泥岩互層の形成年代は前者に貫入する火山岩の年代以前と考えられる。河原火山岩部層は北但層群の八鹿層に対比されており(例えば、菅森ほか, 2023)、今回得た年代は八鹿層の年代範囲(21.5~19.4 Ma)内であるため(羽地・山路, 2019; 羽地ほか, 2019, 2023)、貫入岩は八鹿層と同時期に形成したと考えられる。

【文献】

村山ほか, 1963, 地域地質研究報告, 地質調査所, 66p. 羽地・山路, 2019, 地質雑, 125, 685-698.; 羽地ほか, 2019, 地質雑 125, 867-875.; 羽地ほか, 2023, 地質雑. 129, 341-354.; 菅森ほか, 2023, 地質雑, 129, 45-60.

P-13

八代海におけるKH-18-3次研究航海サイトPC03で採取された底生有孔虫化石から推定される堆積環境

白川花連¹・北村有迅¹
(¹鹿児島大学)

Sedimentary environment estimated from benthic foraminiferal fossils collected at KH-18-3 research expedition site PC03 in the Yatsushiro Sea
Karen SHIRAKAWA, Yujin KITAMURA
(¹Kagoshima Univ.)

1. はじめに

伊藤 (2020MS), 寺澤 (2021MS), 西 (2022MS) では, 有孔虫化石から最終氷期以降の海水準変動や八代海南部の堆積環境を考察しており, それぞれ1本のみのコア試料から採取された底生有孔虫化石で推定を行った。そこで本研究では, 八代海南部で行われた KH-18-3 次研究航海で採取された別のピストンコア試料を使用し, 海洋環境の示相化石として研究されてきた有孔虫化石から八代海南部の堆積環境を考察する。

2. 材料と方法

KH-18-3 次研究航海で採取されたピストンコア試料 PC01-PC11 の計 11 本のからは, 表層から約 50cm 間隔に 2cm の厚さで試料 DI001~DI110 として合計 110 試料が採取された。本研究では DI023~DI032 の 10 試料を使用した。10 試料を開口径 63 μm の篩上で水洗して泥成分を除去し, 乾燥させた。その後, 乾燥させた各試料を分割し, 1 つの試料から 200~300 個体の底生有孔虫化石を採取した。規定に達しない場合には, すべての個体を拾い出した。属までの同定を行い, そこから優占率が 5% を超えるものは種の同定までを行った。

3. 結果と考察

試料のうち, DI023(海底下 4 cm)~DI025(同 100 cm), DI027(同 200 cm), DI029(同 300 cm), DI032(同 445.5 cm) から底生有孔虫化石が採取された。しかし, DI027, DI029, DI032 においては有孔虫の個体数が規定に達しなかつた。

った。

DI023~DI025 までは, 優占率に違いはあるが群集を構成する種には変化はあまり見られず, 環境は大きく変化していないと推定した。塩分変動の大きい内湾奥部の特徴種である *Ammonia beccarii* や, 内湾汽水域の環境指定種である *Ammonia tepida* などの生息耐性が高い *Ammonia* 属, 潮下帯に生息する *Bolivina striatula* などの *Bolivina* 属は, 両者とも河川から影響を受ける環境下であることを示し, 当時 PC03 は沿岸の汽水域であったと推察される。海底表面に最も近い DI023・DI024 では, *Bulimina denudata* が圧倒的に多かった。しかし, 大木, (2004) によって, 八代海の水銀汚染以前は優勢ではなかったこの種が, 汚染以後は最優勢種となることが報告されており, 大木ほか, (2005); 北里, (1981) によると, *Bulimina* 属の中には底質中に潜る種も存在することがわかっている。これらをふまえると, この層準で採取された *Bulimina denudata* は堆積当時に生息していたものではなく, 水銀汚染以降に生息していたものの遺骸もしくは生体であった可能性がある。

有孔虫は採取されたが規定の数に満たない, もしくは採取されなかった DI026(同 150 cm)~DI032 の堆積当時は, 有孔虫の生存もしくは以外の保存に適さない環境であったと考えられる。

4. まとめ

DI023~DI025 の期間中大きな環境の変化はなく, PC03 は河川の影響を受ける内湾奥部の汽水域であったと考えられる。また, DI024 堆積当時は沿岸水の流入があった可能性がある。

コア試料に含まれる底生有孔虫化石群集から八代海南部の過去 10000 年近くの堆積環境が推定されたが, 本研究の結果は 1 本のコア試料のみから採取された底生有孔虫化石によるものである。今後他のサイトのコアからも有孔虫を採取し, 広域的にみる必要がある。海底下の底生有孔虫の生体殻の選別や, 試料処理・拾い出しの手法など, 調査済みの試料に関しても再調査を検討する余地がある。

P-14

国天然記念物「布田川断層帯」(谷川地区)におけるボーリングコア中の阿蘇火砕流堆積物の対比に基づく共役断層の活動履歴

若杉将太郎¹・鳥井真之²・松田博貴³

(¹熊本大学理学部, ²熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター, ³熊本大学大学院先端科学研究部)

Activity history of conjugate faults based on correlation of Aso Pyroclastic Flow Deposits in boring cores at the national natural monument “Futagawa Falt Zone (Tanigo area)”

Shotaro WAKASUGI¹, Masayuki TORII², Hiroki MATSUDA³

(¹Fac. Sci., Kumamoto Univ., ²CWMD, Kumamoto Univ., ³Fac. Advanced Sci. Tech., Kumamoto Univ.)

熊本県益城町谷川では, 「平成 28 年 (2016 年) 熊本地震」により民家敷地内に 2 本の共役断層が出現し, 地震地表断層の共役関係が観察できる貴重な例として, 国天然記念物「布田川断層帯」(谷川地区)として平成 30 年 2 月に指定された。本地区の共役断層は, 東西走向と北東-南西走向の 2 本の断層により, 北側・中央・南側の 3 つのブロックに分割され, 北側ブロックの地表は中央ブロックに対し, 鉛直方向に最大約 70cm 沈下し, 南側ブロックは最大約 40cm 沈下した。布田川断層帯に関する調査では, 益城町堂園でのトレンチ調査で「平成 28 年熊本地震」を含め少なくとも 4 回の断層運動の痕跡が確認され (岩佐ほか, 2020), また益城町寺中のトレンチ調査では, 地下での鉛直方向変位量は「平成 28 年熊本地震」に伴う変位より大きく, 変位の累積性が確認された (堤ほか, 2018)。そこで本研究では, 谷川地区で天然記念物保存活用に向けて覆屋建設のために採取された 5 本のボーリングコア試料を用いて, 2 本の断層を挟んでの累積変位量ならびに活動履歴を明らかにすることを目的として, コア試料の詳細な岩相記載を基にした柱状図の作成, また観察された火砕流堆積物の特定のために重鉱物分析と火山ガラスの主成分化学組成分析を行った。

その結果, 中央ならびに南側ブロックのコア試料 (Nos. 3, 4 and 5) では,

3 層準で火砕流堆積物が認められ, 岩相と構成物, ならびに重鉱物分析に基づき, 下位から, Aso-2A 火砕流堆積物または Aso-2B 火砕流堆積物, Aso-3A 火砕流堆積物, ならびに Aso-3B 火砕流堆積物に対比される。また Aso-3A 火砕流堆積物の基底面は, 中央ブロックに対し南側ブロックでは 5.58 m 低い位置にあり, また中央ブロックの No. 4 コアと No. 5 コアの間では, この Aso-3A 火砕流堆積物の基底面は, 西側の No. 5 コアの方が約 3m 低い位置にある。一方, 北側ブロックのコア試料 (Nos. 1 and 2) では, 中央・南側ブロックで観察される Aso-3A 火砕流堆積物は確認されない。そこで岩相, 構成物, 重鉱物分析に加え火山ガラスの主成分化学組成分析を実施した結果, 北側ブロックのコア試料の大部分は Aso-3B 火砕流堆積物と判断され, コア下底も Aso-3B 火砕流堆積物と考えられる。このことから, 北側ブロックは中央ブロックに対し相対的に沈降していると推定される。

以上の結果と Aso-3 の噴火イベントが約 120ka に起きたことから (松本ほか, 1991), 南側ブロックは中央ブロックに対し相対的に 0.05 m/ky で沈降したことが明らかになった。一方, 北側ブロックでは Aso-3A と Aso-3B 火砕流堆積物の境界は確認できないものの, 北側ブロックは中央ブロックに対し, 少なくとも 16.65 m 以上沈降しており, 鉛直方向の沈降速度は 0.14m/ky 以上であると推定される。また 2 本の共役断層では, 「平成 28 年熊本地震」発災時に確認された地表の変位よりも大きな変位が地下で確認されたことから, 変位が累積していることは確実であり, また 2 本の共役断層の変位速度に差がある推定される。

引用文献

岩佐ほか, 活断層研究, **52**, 1-8

松本ほか, 1991, 地球化学会講演要旨, p.111.

堤ほか, 2018, 活断層研究, **49**, 31-39.

P-15 四国中央部・三波川帯の権現エクロジャイト岩体のシュードタキライト様岩
遠藤俊祐¹・岩本龍之介¹
(¹島根大学)

Pseudotachylyte-like rock from the Gongen eclogite body in the Sanbagawa belt, SW Japan

Shunsuke ENDO¹, Ryunosuke IWAMOTO¹
(¹Shimane Univ.)

高圧変成帯に産する高圧シュードタキライトは沈み込み帯深部の稍深発地震の地質記録である。地下深部の大きな封圧下での断層運動を説明するため、脱水脆性化(脱水反応に伴う断層の有効垂直応力低下:例えば Hacker et al. 2003)や thermal runaway (延性剪断帯の歪み局在化と温度上昇の正のフィードバックにより溶解・地震性すべりに至る:例えば John et al. 2009)などのメカニズムが提案されている。高圧シュードタキライトは、これらの仮説を検討するうえで重要と考えられるが、上昇時の顕著な再結晶を免れて保存されることは稀であり報告例は少ない。よく保存されている高圧シュードタキライトの例として、コルシカ島の変成斑れい岩中のものが挙げられ、摩擦溶解メルトから晶出した Ca-Eskola 成分に富むオンファス輝石マイクロライトから 1700°C の高温が推定されている (Deseta et al. 2014)。

西南日本の代表的な高圧変成帯である三波川帯からは、現在までにシュードタキライトは報告されていない。権現エクロジャイト岩体は三波川帯の地殻物質起源の変成岩のなかでは、最も高温・高圧 (675-740°C, 2.3-2.4 GPa) の変成条件を記録している (Miyamoto et al. 2007)。他の三波川エクロジャイトとは異なり penetrative な変形構造を欠く。本岩体の石英エクロジャイト中に延長 1 m 程度的一条のシュードタキライト様黒色脈を確認した。露頭では、ザクロ石のモード変化により認識される石英エクロジャイトの縞状構造をシャープに切断する剪断面とそこから網目状に派生する黒色部が観察される(写真)。顕微鏡下では、S-C 構造をもつ延性剪断帯の中央部に幅 5 mm 以下の細粒部(高歪み帯:シュードタキライト様岩に対応)がみられる。S-C 構造

をもつ部分では、ザクロ石(圧力溶解?により扁平化)やオンファス輝石(シンプレクタイト化)、緑れん石(コアは Mg-rich allanite)、白色雲母の形態定向配列による S 面が発達する。高歪み帯には緑れん石やザクロ石のポーフィロクラストが認められ、それらの化学組成や組織は壁岩のものと同じである。高歪み帯の基質は粒径 10-20 μm 程度のポリゴナル状のアルバイト、緑れん石、パロア閃石、緑泥石に再結晶しており、極細粒の緑れん石多結晶体からなる領域(1 μm 程度のポアを含む)が流理のような構造を形成している。

本報告のシュードタキライト様岩は上記の特徴から明らかに断層岩である。断層脈から網目状に派生する注入脈とみられる構造や流理様構造から摩擦溶解した可能性はあるが、高温鉱物やマイクロライトは残存しておらず記載的にはウルトラマイクロライトである。その形成時期に関しては、エクロジャイト相の鉱物が破碎しており、高歪み帯が緑れん石角閃岩相の鉱物組合せに再結晶していることと、権現エクロジャイト岩体の変成履歴を考慮すると、エクロジャイト相(深さ 75 km 程度)から緑れん石角閃岩相(深さ 30-25 km 程度)への上昇時に延性剪断帯の歪みの局在化により形成されたと考えられる。



引用文献 Deseta et al. (2014) *Lithos* 206-207, 127-146. Hacker et al. (2003) *J. Geophys. Res., Solid Earth* 108, 2030. John et al. (2009) *Nature Geoscience* 2, 137-140. Miyamoto et al. (2007) *J. Mineral. Petrol. Sci.* 102, 352-367.

P-16 パキスタン、パロチスタン州のワド・コズダー地域に産する花崗岩類の岩石学的及び地球科学的研究
フセーン モハマド¹・礼満 ハフイーズ¹・カカル モハマド
イスハーク²・ラシド メーブブ ウル^{1,3}・アーメド ナセル¹
(¹鹿大, ²パロチスタン大, ³パキスタン地質調査所)

Petrology and geochemistry of granites from Wadh Khuzdar area, Balochistan, Pakistan

Muhammad HUSSAIN¹, Hafiz U. REHMAN¹, Muhammad Ishaq KAKAR², Mehboob ur RASHID^{1,3}, Nasir AHMED¹
(¹Kagoshima Univ, ²Balochistan Univ, ³Geosci. Adv. Res. Labs, GSP, Pakistan)

This study investigates the petrology and geochemistry of granites within the Wadh Khuzdar area of Balochistan, Pakistan. The region is characterized by a diverse geological setting comprising Indian Platform sediments, the ophiolite suture zone, and overlying sedimentary rocks. Field observations reveal the alkali granites are exposed approximately 15 km southeast of Wadh city, associated with basalts and serpentinized peridotites, and surrounded by Late Paleocene Wadh limestone from the Indian Platform sediments.

Petrographic analysis indicates a dominance of potash feldspar and quartz, with minor plagioclase and opaque minerals displaying various textures (Fig. 1a). XRF analysis of 13 samples indicate SiO₂ in the range of 62 to 76 wt. %, Al₂O₃ in the range of 11 to 14 wt. %, whereas K₂O contents show a narrow range between 1.4 to 6.6 wt. %. Based on SiO₂ versus FeO/(FeO+MgO) values, the studied granites fall in the ferroan field (Fig. 1b). On the basis of 1000*Ga/Al and K₂O/MgO ratio diagram, the rocks indicate A-type granites (Fig. 1c), suggesting their formation in a rift-related within-plate tectonic setting. Geochemical classification, based on Y+Nb vs. Rb plot (after Whalen et al., 1987), show the studied samples as within plate granites (Fig. 1d), further confirm their A-type origin. Zircon saturation thermometry (calculated from the Zr contents in whole-rock powdered samples) show a range of temperature of the magma crystallization from 780 to 969 °C.

The observed petrological and geochemical characteristics indicate a potential origin

of the granites as a fragment of the Indian continental shield, possibly obducted during the emplacement of the Bela Ophiolite Complex. Further research is needed to fully comprehend the geological evolution of the region.

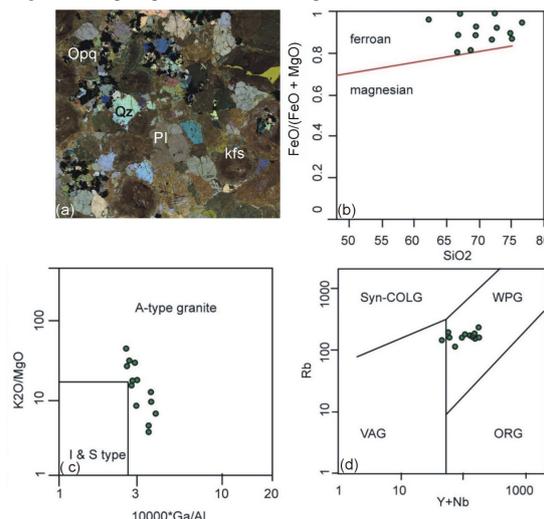


Fig. 1. Photomicrograph (a), and binary discriminatory plots (b-d) of the studied granites. Mineral abbreviations, kfs: alkali feldspar, pl: plagioclase, Qz: quartz, Opg: opaques.

References

- Whalen, J. B., Currie, K. L., & Chappell, B. W. (1987). *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 96, 407-419
Pearce, J. A., Harris, N. B., & Tindle, A. G. (1984). *Journal of Petrology* 25, 956-983
Frost et al. (2008) *Journal of Petrology* 49, 1955-1969.

P-17 福岡県朝倉市秋月に産する変斑れい岩体の岩相と全岩化学組成

柚原雅樹¹・川野良信²

(¹福岡大学, ²立正大学)

Lithology and whole-rock chemical composition of meta-gabbroic body at Akizuki, Asakura City, Fukuoka Prefecture

Masaki YUHARA, Yoshinobu KAWANO

(¹Fukuoka Univ., ²Rissho Univ.)

北部九州に広く分布する白亜紀花崗岩類のマグマ生成やマグマだまりにおける諸現象を考える上で、同時期に活動した苦鉄質岩は非常に重要である(柚原・眞崎, 2013 など)。我々は、白亜紀花崗岩類とそれに伴われる苦鉄質岩の野外調査を進める過程で、福岡県朝倉市秋月において周防変成岩中に新たに産する変斑れい岩の小岩体を見出した。本報告では、その岩体の岩相と全岩化学組成を報告する。

秋月地域は、北側に分布する朝倉花崗閃緑岩と南側に分布する周防変成岩の境界にあたり、今回新たに発見した変斑れい岩体は、周防変成岩中に認められる。幅約 100 m で、500 m ほど連続する。周囲の変成岩との関係は直接確認できないが、変成岩中に貫入した小岩体であると考えられる。朝倉花崗閃緑岩は、周防変成岩に貫入し、中粒の普通角閃石-黒雲母花崗閃緑岩からなる。弱い面構造が発達する。本地域の周防変成岩は、主に泥質片岩からなり、変成鉱物組み合わせは、堇青石-黒雲母である。北野・池田(2012)は堇青石を接触変成作用の生成鉱物であると考えたが、堇青石中の黒雲母の配列方向が黒雲母の形成する主要な面構造とは斜交することから、柚原ほか(2021)で考えられているような高温型広域変成作用の生成鉱物であると考えられる。

変斑れい岩は、中粒・塊状の単斜輝石-普通角閃石斑れい岩で、集積組織を呈する。主に、単斜輝石、普通角閃石、斜長石からなり、不透明鉱物や黒雲母、燐灰石を含む。普通角閃石は、緑褐色～青緑色を呈し、中心部に単斜輝石をともなう。単斜輝石は常に普通角閃石に包有される形で産する。斜長石は自形性が強い。本岩体はキュームレイトである可能性が高いと考えられる。より細粒

の普通角閃石やアクチノ閃石の集合体が認められるが、これらは単斜輝石を交代したものであると考えられる。変斑れい岩に新たな片理が形成されておらず、初生的な組織が残存していることから、広域変成作用を被ったとは考えにくく、これは白亜紀花崗岩類による接触変成作用の影響であり、その影響は岩体全体にはおよんでいないと考えられる。

変斑れい岩の SiO₂ 含有量は、45.1~46.1 wt.% である。深見・大和田(2017)は、朝倉花崗閃緑岩をはさんで北側に分布する苦鉄質変成岩類(細粒角閃岩、粗粒角閃岩)の化学組成を報告し、それらの地球化学的特徴を示した。変斑れい岩の化学組成は、細粒および粗粒角閃岩の化学組成に類似する。SiO₂/Al₂O₃-Mg#(100×MgO/(MgO+FeO*)) 図では、鉱物の集積効果が認められる粗粒角閃岩と類似した化学組成を示す。変斑れい岩は、苦鉄質鉱物や斜長石の集積効果を示す化学組成を持つことが示唆される。Ti/1000-V ppm 図では、集積効果が認められる試料も含めて粗粒角閃岩は火山弧玄武岩質マグマの組成的特徴を示すが、変斑れい岩は化学組成がばらつき、火山弧玄武岩質マグマ組成から中央海嶺玄武岩および背弧海盆玄武岩質マグマ組成におよぶ。C1 コンドライトで規格化した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。また、正の Eu 異常が認められる。このパターンは、斜長石の集積によって説明可能である。これらの化学組成の特徴は、変斑れい岩がキュームレイトであることを裏付けるものである。

以上のことから、本岩体は、白亜紀花崗岩類に先行して周防変成岩中に貫入した苦鉄質マグマの鉱物集積部であると考えられる。

引用文献

深見 潤・大和田正明(2017) 地質雑, **123**, 1055-1060; 北野一平・池田 剛(2012) 地質雑, **118**, 801-809; 柚原雅樹ほか(2021) 地質雑, **127**, 447-459; 柚原雅樹・眞崎求一(2013) 地球科学, **67**, 21-36.

P-18 炭質物ラマン分析から推定した北西ヒマラヤに産する変成岩の peak 変成温度

アハマト ナセル^{1,2}・礼満 ハフィーズ²・ファイサル シャー
1・カーン アサド³・ラシド メーブブ ウル^{2,4}・フセーン モ
ハマド²

(¹ベシワフル大学 地質学センター, ²鹿大, ³FATA 大学, ⁴パキスタン地質調査所)

RAMAN analysis of carbonaceous material and deduced peak metamorphic temperatures of metasediments from western Himalaya, NW Pakistan

Nasir AHMAD^{1,2}, Hafiz ur REHMAN², Shah FAISAL¹, Asad KHAN³, Mehboob ur RASHID^{2,4}, Muhammad HUSSAIN²

(¹NCEG, Univ. Peshawar, ²Kagoshima Univ., ³FATA Univ., ⁴Geosci. Adv. Res. Labs, GSP, Pakistan)

This study presents Raman spectroscopy of carbonaceous materials (RSCM) conducted on carbonaceous material (CM). The CM occur in rock samples of low- to medium-grade metasedimentary successions exposed in the Western Himalaya, Pakistan. The aim of the study was to assess the thermal evolution of the Himalayan region. Ten rock samples, affected by regional metamorphism, were investigated using the degree of graphitization of CM by means of RSCM thermometry.

The study area is characterized by low to medium grade metasedimentary sequence known as the Lower Himalayan Sequence (LHS) at the south and medium- to high-grade sequence termed as the Higher Himalayan Crystallines (HHC) in the north. Petrographic observations revealed two dominant morphological varieties of CM, referred hereafter as type-I and -II. Type-I CM represents low crystallinity or dust-like morphology and was the most common in LHS rocks. Type-II CM, corresponding to continuous (thick) fibers or layers, was dominant in medium to high-grade metamorphosed rocks of the HHC.

The degree of crystallinity of CM and subsequent metamorphic temperatures were estimated through the intensity-based R1 and area-based R2 ratio parameters. The low-

grade samples from LHS, consisting mainly type-I CM, resulted RSCM peak temperatures between 353 to 420 °C, using the procedures stated in previous studies (Rahl et al., 2005; Aoya et al., 2010; Kouketsu et al., 2014). The medium- to high-grade samples from HHC, having type-II CM, yielded temperature values in the range from 461 to 561 °C. Petrographic evidence from the studied samples as well as the tectonic events recorded in the area show consistent results with the RSCM data following the regional S-N progressive path of metamorphism. The RSCM data demonstrate gradual northward metamorphic gradient, transitioning from (lower) greenschist facies in the south to lower amphibolite facies in the north. The extremely deformed faults proximal samples from the LHS, produced relatively higher peak temperatures, suggesting a dynamic metamorphism that was likely associated with the reactivation of the younger faults, resulting into CM recrystallization and elevated temperatures in the adjacent rock bodies.

The low-grade rock samples belonging to LHS exhibited transitional, whereas the medium- to high-grade rocks in the HHC had well-crystallized CM. The petrographic details as well as the level of crystallinity of CM, and subsequent RSCM thermometric results indicate a progressive metamorphic sequence, showing (lower) greenschist facies conditions in LHS, and greenschist to (lower) amphibolite facies in HHC, exhibiting a deformational Barrovian style metamorphism in the region. Our study also confirms the broader applicability of RSCM thermometry of Aoya et al. (2010) to regionally metamorphosed rocks, despite being formulated initially for rocks affected by contact metamorphism.

引用文献

Aoya, M., Kouketsu, Y., Endo, S., Shimizu, H., Mizukami, T., Nakamura, D., Wallis, S. (2010) *Journal of Metamorphic Geology*, **28**, 895-914; Kouketsu, Y., Mizukami, T., Mori, H., Endo, S., Aoya, M., Hara, H., Nakamura, D., Wallis, S. (2014) *Island Arc*, **23**, 33-50; Rahl, J. M., Anderson, K. M., Brandon, M. T., Fassoulas, C. (2005) *Earth Planetary Science Letters*, **240**, 339-354.

P-19

パキスタン、北西ヒマラヤのペシャワール平原アルカリ火成州に露出するカーボナタイトの地球科学的評価

ラシド・メーブ¹・礼満ハフィーズ¹・山本啓司¹・ゼーブ・モハムマド・ジャワド²・アハメド・ナセル¹・フセイン・モハマド¹

(¹ 鹿児島大, ² パキスタン地質調査所)

A review of the geochemical imprints of carbonatites exposed in Peshawar Plain Alkaline Igneous Province, northwestern Himalayas, Pakistan
Mehboob ur RASHID¹, Hafiz U. REHMAN¹, Hiroshi YAMAMOTO¹, Muhammad Jawad ZEB², Nasir AHMAD¹, Muhammad HUSSAIN¹
(¹ Kagoshima Univ., ² Geosci. Adv. Res. Labs, GSP, Pakistan)

Carbonatites are enigmatic rocks with a controversial origin concerning their formation and crystallisation. Scientists are eager to study them, predominantly focusing on their origin and the presence of Rare Earth Elements (REEs). This study presents a review of the geochemical variation of the four distinct carbonatite bodies (Jambil, Sillaipattai, Loe-Shilman and Warsak) exposed in the Peshawar Plain Alkaline Igneous Province (PPAIP), northwest Himalayas, Pakistan, using major and trace element geochemical data obtained from the studied samples and gathered from the published literature. The aim of this study is to differentiate the geochemical signatures that provide insights regarding the origin of the magma from which the carbonatites formed. The results indicate that the exposed carbonatites in Pakistan predominantly exhibit a calcitic type, with Loe-Shilman tending towards a dolomitic type, as revealed by the CaO-MgO-FeO ternary diagram. The CaO content in the investigated carbonatites ranges from a minimum of 25.50% to a maximum of 59.80%. Similarly, the MgO content varies from 0% to 20.95%, and the FeO content ranges between 0.02% and 14.50%. The binary plots of Sr vs Ba and Zr vs Nb reveal distinct variations in the data for each carbonatite, consistently falling within the carbonatite field. The average Sr values (in ppm) are 5184, 9470, 3228, and 2920, while Ba averages 928, 606, 1084,

and 265 for the respective carbonatites. In terms of Nb, the average values range from 186, 617, and 418, while Zr averages are 280, 202, and 94 for Sillaipattai, Loe-Shilman, and Jambil. The Zn/Pb vs Ba/Nb binary plot was created for Sillaipattai and Loe-Shilman, both falling within the domain of alkaline ultrabasic association of sodic types. The average range for Zn/Pb is 10 and 11, while Ba/Nb averages 31 and 17 for Sillaipattai and Loe-Shilman, respectively. The La/Yb vs ΣREEs binary plot illustrates the position of Sillaipattai, Loe-Shilman, and Jambil carbonatites within the carbonatite domain. The average values for La/Yb are 80, 124, and 95, while the ΣREEs average values are 2297, 2130, and 1817, respectively. The assessment of Rare Earth Elements (REEs) potential in the carbonatites involves plotting ΣREEs vs Ba and comparing them with the known mineralized REEs hosted carbonatites deposits of Bayan-Obo, Maoniuping, Lizhuang, Laiwa, Dulacao of China and Mountain Pass of USA (ref 1). The carbonatites in Pakistan demonstrate enrichment in REEs and align with the same trend as Maoniuping. This alignment suggests a proximity to the mineralized zone, highlighting the potential for significant REE deposits in the studied carbonatites. The geochemical data from past studies reveal a correlative comparison indicating a common magma source. This suggests that the carbonatite bodies underwent fractionation of magma and subsequent alteration by later vents, potentially complicating the determination of the true age of the carbonatites. The reported ages for carbonatites in Pakistan span from Silurian to Miocene. However, the overall alkaline magmatic activity in Pakistan is attributed to the Permo-Carboniferous period (ref 2). The carbonatites may likely have a probable origin in the Permo-Carboniferous era, aligned with the alkaline magmatic activity of that time. Nevertheless, to draw a definitive conclusion regarding this hypothesis, detailed and comprehensive studies are warranted.

References:

Ref 1. Hong et al. (2021) Ore Geology Review, 139, 1-21.

Ref. 2. Le Bas et al. (1987) Geologische Rundschau, 76, 317-323.

P-20

岡山県中央部福渡塩基性岩体を構成する岩石

前 圭一郎¹・能美 洋介¹・土屋 裕太¹

(¹ 岡山理科大学)

The composed rocks of Fukuwatari mafic rocks in the central, Okayama Prefecture

Keiichiro MAE, Yousuke NOUMI, Yuta TSUCHIYA

(¹ Okayama Univ. of Science.)

日本列島には、海洋プレートの一部が層序を保持または断片化した状態で付加された岩体が点在している。それらはオフィオライトと呼ばれ、主に超塩基性～塩基性岩類によって構成される。

西南日本内帯には、北側に古生代オルドビス紀の「大江山オフィオライト」、南側に古生代ペルム紀の「夜久野オフィオライト」の2列のオフィオライトの存在が知られている(KOIDE, 1986; 石渡, 1989; 辻森, 1998)。

石渡(2017)は、岡山県中央部の福渡岩体を夜久野オフィオライトの一部としているが、この岩体に関する詳細な報告は見あたらない。このため、本研究では、福渡岩体の岩石分布や特徴を明らかにするため、現地調査および薄片観察を行った。

現地調査と薄片観察の結果、福渡岩体中の塩基性岩類は変斑レイ岩、変花崗岩、ドレライト、玄武岩によって構成されていた。

変斑レイ岩は暗緑色、細粒～粗粒で等粒状組織を呈する。斜長石+角閃石±単斜輝石などが主要鉱物として認められた。これらの特徴から、原岩が斑レイ岩と考えられるものを変斑レイ岩とした。また、一部試料は明瞭な定向配列を示す。

変花崗岩は塩基性岩に付随して産し、その境界は漸移的かつ不明瞭だった。淡緑色～白色、中粒～粗粒で圧砕組織をもつ。石英+斜長石±角閃石±黒雲母が主要鉱物として認められる。それぞれの鉱物は圧砕によって波動消光を示し、多結晶細粒化を起し、破碎されている。主要鉱物の組み合わせから原岩が花崗岩と考えられるが、圧砕などで等粒状組織を示さないものもあるた

め変花崗岩とした。

ドレライトは黒色～灰色、完晶質斑状を呈する。斑晶鉱物は斜長石+単斜輝石+かんらん石があり、石基鉱物は斜長石+単斜輝石+緑泥石+不透明鉱物によって構成されていた。

玄武岩は柱状節理が明瞭にみられ、多くは斑晶質を示す。黒色～緑色、緻密で斑状組織を呈する。斑晶鉱物は斜長石±単斜輝石±かんらん石であり、一部のかんらん石はイデイングサイト化していた。

福渡岩体は、変斑レイ岩を主体とし、上記の岩石のほか、泥岩・火成岩の礫が含まれる礫岩が伴っていた。

石渡(1989)によると、大江山オフィオライトは超塩基性岩を主体とし、若干の斑レイ岩を伴うが、玄武岩はほぼみられないと記述している。一方、隅田ほか(2009)では、夜久野オフィオライトは超塩基性～変斑レイ岩を主体に、圧砕花崗岩類や玄武岩などを伴うことが特徴としてある。本研究による記載結果は、夜久野オフィオライト岩体と共通の特徴をもっていた。また、井原岩体と類似した岩相分布を示すため、その東方延長と考えられる。KOIDE(1986)は、井原岩体の成因を背弧型玄武岩としており、福渡岩体も同様の成因が示唆される。



西南日本内帯に分布するオフィオライト

P-21 大隅花崗閃緑岩体の節理系形成に関する鉛直軸回転以前のテクニクス

山本啓司¹・有留千博^{1,2}

¹鹿児島大学, ²福岡県志免町役場

Tectonic interpretation of the joint system in the Osumi granodiorite batholith before rotation in vertical axes, southeastern Kyushu, Southwest Japan.

Hiroshi YAMAMOTO¹, Chihiro ARIDOME^{1,2}

¹Kagoshima Univ., ²Shime Town Hall

西南日本の主に太平洋側の地域には、中期中新世の花崗岩類が点在している。それらの同位体年代は概ね 15–13 Ma の範囲である。九州南部の大隅半島南東部の中期中新世バソリス状花崗岩類は「大隅花崗閃緑岩体」と呼ばれている。大隅花崗閃緑岩体は、西南日本各地の中期中新世花崗岩体のなかで地表分布が最大である。

Fabbri et al. (1997) は大隅花崗閃緑岩体北東部（全体の 3 分の 1 程度）の節理と小断層を解析し、北東–南西系の断層は同方向の節理系が応力場の変化にともなって断層に転化したものであると結論した。それから 20 年以上後に、有留・山本 (2021) は大隅花崗閃緑岩体の全体に渡って節理の方位を測定した結果を報告したが、地質学雑誌の「報告」カテゴリの制約から結果についての解釈はなされていない。ここでは有留・山本 (2021) が提示した節理系のテクニクな意味について検討する。

大隅花崗閃緑岩体が発達する節理のうち、各露頭において 2 m 以上連続して追跡できるものを対象として、測定できるもの全てについて節理面の走向傾斜を測定した。方位データの密度に地域的偏りを生じないように、大隅花崗閃緑岩体の全域に渡って、可能な限り満遍無く測定している (96 箇所の露頭で、総数 916)。全ての測定値を一つのシュミットネット（下半球）に極投影してコンター図を作成すると、走向が北北西–南南東で傾斜が鉛直に近いものが卓越的である。この節理系にほぼ直交する投影点の集中（極大）も認められる（走向が東北東–西南西で高角傾斜）。これらの 2 系統よりも少数なが

ら傾斜 30°以下の節理面による極大が存在する。

大隅半島南部の地形は、大部分が急傾斜面である。地形の特徴から、北部、中央部、南部の三つの領域に区分できる。節理面方位の傾向に地域的な違いがあるかどうかを確認するため、測定値を北・中央・南部域の各領域別に集約してコンター図を作成すると、北・中部域に限定したプロットでは北北西及び東北東走向の高角傾斜の 2 系統の極大への集中が明瞭になる。南部域の節理面方位のコンター図は北・中央部とは少し異なり、南北及び東西走向の 2 系統の高角傾斜面に由来する極大が認められる。南部のコンター図を鉛直軸反時計回りに 15°程度回転させると、極大の配置は北・中央部の図と概ね一致する。

古地磁気の研究から、九州南部の太平洋側が鉛直軸反時計回りに動いていることが知られている。Kodama et al. (1995) は、九州南部の太平洋側が 3 つのマイクロプレート（北から南に A, B, C）に分かれていて、それぞれが 2 Ma 以降に反時計回りに回転したことを提唱した。B マイクロプレートの南限は本研究の中部域と南部域の境界に相当する位置にあり、南部域は C マイクロプレートに属している。北・中部域を含む B マイクロプレートの南部は西偏約 45°, C マイクロプレートは西偏約 30°である。B の方が C よりも約 15°大きく西偏している。節理の形成時期を 2 Ma 以前と仮定し、北部・中部域から得られた節理面方位に 45°, 南部域から得られたデータに 30°の鉛直軸時計回りの回転を与えると、高角傾斜の 2 系統への集中が明瞭になる。これらの方位は 2 Ma 以前のプレート運動 (Kamata and Kodama, 1999) と比較すると、PHS の「押し」による剪断節理を生じる方向と一致する。また、大隅半島の太平洋側と錦江湾側の海岸地形の違いは、鉛直軸ブロック回転の角度差を反映したものと説明できる。

有留千博・山本啓司, 2021, 地質学雑誌, 127, 489-495.

Fabbri, O., et al., 1997, J. Geol. Soc. Japan, 103, 141-151.

Kamata, H. and Kodama, K., 1999, Isl. Arc, 8, 393-403.

Kodama, K., et al., 1995, Geology, 23, 823-826.

P-22 プレート境界断層での歪の解放に関する地質学的研究

吉朝 開¹・安東淳一^{1,2}・DAS Kaushik^{1,2}・Sarkar Dyuti Prakash^{1,2}

¹広島大学, ²HiPeR 広島大学)

Geological study of strain release mechanism at plate boundary fault

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

¹Hiroshima Univ., ²HiPeR Hiroshima Univ.)

インド亜大陸は北上アジア大陸下に沈み込んでいる。このことを起因として、ヒマラヤ地域には地震が発生している。Bilham (2019) 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、将来 Mw=8.6 レベルの地震が 1~2 回発生する可能性が高いと結論づけている。このことを地質学的に判断するためにはプレートの沈み込みに際して、プレート境界でどのような現象が生じているのかを明らかにすることが必要である。本研究では、プレートの沈み込み過程における脆性変形領域において、プレート間境界で生じる地質現象の把握を目的に、地質調査および岩石の微細組織の観察を行った。

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市に露出する主境界衝上断層 (MBT) の上盤、約 1 Km の範囲である。地表に露出する MBT は、約 10 Ma から約 0.5 Ma の期間に活動したプレート収束境界断層であり、地下約 260°C の温度で変形した岩石が露出する (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。また泥岩層（単層の層厚約 2 cm）との互層も確認できる。

【野外調査の結果】、次のことが明らかとなった。1) 調査地域全域にわたり、多数の層面すべりやそれに関連したキンクバンド、層面に平行なデュープレックス構造が確認できる。また層面すべり面上には条線様のすべり線が発達し、すべり線に沿って微細な石英脈が認められる。2) キンクバンドから求めた主圧縮軸方向とすべり線から求めたすべり方向は、MBT の傾斜方向にほぼ平行なものが多い。以上の 1) と 2) の結果は、MBT の上盤では、プレートの

沈み込みに際して層面すべりが卓越することを強く示唆する。

【層面すべりを受けた砂岩の微細組織観察】次のことが明らかとなった。3) 層面すべりの多くは、砂岩単層内部に発達する、層面に平行な剪断面である。剪断面の層厚は 1 mm–10 mm である。4) この各剪断面は小歪から大歪の状態を記録している。歪の進行とともに、砂岩層を構成する基質支持の粒径 50 μ m–100 μ m の石英がその間隔を広げて行く。また歪の進行とともに、石英は流体と反応して細粒化し、かつ白雲母が晶出する。晶出した白雲母は (100) が剪断面に平行に配列し、大歪になると粒径が数 mm の白雲母のみから構成されるようになり、顕著なリーデル剪断面が発達する。5) 剪断帯の内部で確認できる特徴的な微細組織は、砂岩を構成する石英粒子から伸びる細粒な石英脈である。石英脈は剪断方向に伸長し波動消光を示す。この事は、石英脈は、剪断による摩擦熱によって砂岩粒子が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、野外において確認できたすべり線に沿って発達する石英脈と考えられる。6) 石英脈の結晶方位を EBSD によって測定した。その結果、basal<a>すべりと prism<c>すべりによる転位クリープで形成されたと考えられる。これらのすべり系はそれぞれ 300~400°C と、550°C 以上で形成されたことが知られている。動的再結晶を受けた石英の粒径は約 5 μ m 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ると 190 MPa となる。以上の温度と差応力値から石英脈形成時の歪速度を推定すると 10^{-10} ~ 10^{-13} /s 及び 10^{-9} ~ 10^{-7} /s となる。この値は、プレートの沈み込みに際して生じる層面すべりの歪速度と考えられる。

本研究の結果は、プレートの沈み込みを起因として生じる歪の一部は、層面すべりの運動、そしてすべりによる摩擦発熱によって開放されている可能性が高いことを示唆する。

引用文献

Bilham (2019) Geological Society, London, Special Publications, vol.483, p423-482;

Sarkar et al. (2021) Progress in Earth and Planetary Science, vol.8-42;

普通オパールおよび瑪瑙：鹿児島県始良市加治木に分布する湯湾岳安山岩類の空隙に産するシリカ鉱物

和田明香¹・礼満ハフィーズ²・吉瀬 毅³

(¹全国通訳案内士, ²鹿児島大学, ³桜島・錦江湾ジオパーク推進協議会)

Common opal and agate: Silica minerals in crevices of the Yuwandake andesite in Kajiki, Aira City, Kagoshima Prefecture, Japan.

Kaori WADA¹, Hafiz U. REHMAN², Tsuyoshi KICHISE³

(¹Japanese Government Licensed Guide, ²Kagoshima University ³Sakurajima-Kinkowan Geopark Promotion Council)

鹿児島県始良市加治木地域に分布するポストカルデラ期に活動した湯湾岳安山岩類の空隙に、非晶質のオパール A(蛋白石)が産することが報告された(楠本・吉瀬, 2022)。報告された場所は、網掛川水系宇曾木川の下流域にあたる瀬貫(うそぬき)の滝であり、今回の調査において、この滝つぼ周辺で最も多くオパールが産することが分かり、瑪瑙との共生も確認できた。オパール A は、一般に SiO₂ に飽和した熱水が冷却・蒸発過程を経て SiO₂ が沈殿し、生成された非晶質ケイ酸鉱物であると考えられている。また、この非晶質ケイ酸鉱物が結晶化すると、細粒の石英が集合体となり、瑪瑙となる。今回の調査は、瀬貫の滝上流(緯度経度: 31° 45' 55.65"N, 130° 39' 51.72"E)から下流(緯度経度: 31° 45' 24.192N, 130° 39' 45.078"E)にて実施した。空隙を持たない母岩となる安山岩についてはオパールおよび瑪瑙は確認できなかったが、1 m 以上の安山岩で空隙を有するものについては、オパールが確認できた。上流では、青色から赤みのかかったオパールが 1 - 2 mm 程度の厚みを持ち、表面にのみ分布しており、川中の安山岩に産出していたものは、粒径が 1 - 10 mm 程度で、乳白色から黄みのかかった色のオパールが充填されていた。また、滝上部では紺色のオパール、崖先には桃色および白色のオパールが観察できた。肉眼で確認できる瑪瑙は、今回、滝つぼ周辺でのみ確認ができた。滝つぼ周辺では、粒径が最大となるオパールが確認され、瑪瑙化している様子が見られた。

本研究では、滝つぼ周辺で採取したオパールおよび瑪瑙の薄片の観察を行い、X線回折を実施した。鏡下では、オパールと瑪瑙が帯状の縞状組織が見られた。この微細な石英の組織は石英集合体である瑪瑙(秋月, 1993)に類似すると推察できる。これは、オパールが生成されたのち、瑪瑙化していることを示唆している。また、母岩と瑪瑙が成長している境目が赤色変化していることから、熱水による酸化現象があったといえる。鉄成分を多量に含んだ熱水が流紋岩などの SiO₂ に富んだ岩石と反応し、SiO₂ が飽和した水溶液が生じ、その後の温度低下によって SiO₂ が過飽和になって析出する。その際、過冷却度が高く結晶化せずに非晶質になり、赤鉄鉱を含んだ非結晶ケイ酸(オパール)となって沈殿し、年代を経る間に結晶化が進み、細かい石英の集合体となったと考えられる。

岩石記載および化学組成の結果から、本研究で使用した試料は、水が十分に得られる場所でオパールがよく成長し、瑪瑙化しているため、オパールから瑪瑙の順で生成されていることが推察される。また、母岩と瑪瑙の境目が赤色変化していることから、熱水による化学反応(酸化)があったといえる。ゆえに、オパールから瑪瑙への変化が見られる場所では、ある程度、豊富な熱水の供給があったと推測される。特に、近隣には温泉もあり、同じ網掛川系にある龍門滝周辺では過去には温泉活動があった可能性も否定できない。さらに、粒状、花卉状、繊維状など、様々な形状の瑪瑙が確認されたことから、異なる条件下や時期での瑪瑙の形成が推察される。これは、宇曾木川周辺の環境が長い時間をかけて変化してきたことを示唆している。この研究結果は、地質学や地球科学分野において、地域のテクトニクスに関する変化や環境変動に関する理解を深める上で重要であると考えられる。

引用文献

楠元健一・吉瀬毅(2022) 鹿児島県地学雑誌, 119, 3-8.

秋月瑞彦(1993) 宝石学会誌, 1, 1-148.

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(甌ミュージアム)

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