

日本地質学会
西日本支部 令和4年度総会
第173回例会



2023年3月4日(土):例会, 総会

会場:島根大学



共催:島根大学

口頭発表

9:05-9:10

支部長挨拶

座長：遠藤俊祐（島根大）

通番	講演時間	タイトル	発表者
01	9:10-9:25	Paleoenvironmental changes of Lake Shinji and the Izumo Plain, Shimane Prefecture, during the Holocene: inferred from sediment grain size and ITRAX μ -XRF analyses for the HK19 core	Aan Dianto, Tetsuya Sakai, Kota Katsuki, Koji Seto (島根大), Toshimichi Nakanishi (ふじのくに地球環境史ミュージアム), Yoshiki Saito (島根大)
02	9:25-9:40	熊本県葦北郡田浦湾で採取したコア試料中の介形虫群集	小浦愛華・田中源吾・小松俊文・中田晴彦 (熊本大)
03	9:40-9:55	熊本県南部黒瀬川帯（日奈久帯）の上部ジュラ系～下部白亜系の層序と堆積環境	川上高平 (九州大)・池上直樹 (御船博)・尾上哲治 (九州大)
04	9:55-10:10	日本列島と韓半島におけるトリアス紀-ジュラ紀火成岩の多様性とその分布に基づく日韓の対比	川口健太 (九州大)・Oh Chang Whan (韓国全北大学)

10:10-10:15

小休憩 (5分)

座長：川口健太（九州大）

05	10:15-10:30	島根県奥出雲町高田付近に分布する花崗岩類の火成活動	中山瀬那・亀井淳志 (島根大)・谷健一郎 (科博)・岩田智加・薬師寺亜衣 (島根大)
06	10:30-10:45	高知県梶原町に産する含蛇紋岩砕屑岩とその意義	西川謙吾・辻 智大 (山口大)
07	10:45-11:00	島根県隠岐の島・島後から見出されたザクロ石を含む角閃岩とその意義	高橋瑞季・遠藤俊祐・亀井淳志 (島根大)
08	11:00-11:15	活動的プレート境界が震源断層に至るまでのプロセス：四国四万十帯興津メランジュにおける研究	向江知也・坂口有人 (山口大)
09	11:15-11:30	脆性-塑性遷移領域での断層形成メカニズム	安東淳一・樹神洗寿・Das Kaushik・Sarkar Dyuti Prakash (広島大)・Gautam Ghosh (Presidency Univ.)・富岡尚敬 (JAMSTEC)

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：菅森義晃（鳥取大）

010	14:15-14:30	ヒマラヤ主前縁断層における砂岩ガウジの摩擦特性：浅い地殻断層のすべり特性の解明	サルカール デュティ プラカシュ (広島大)・廣瀬文洋 (高知コア研)
011	14:30-14:45	令和2年7月豪雨に伴う天草市御所浦島古屋敷川流域の斜面災害	東沙莉衣・松田博貴 (熊本大)
012	14:45-15:00	鹿児島県甕島に分布する始新統中甕層の古地磁気層序と後背地の推定	山下大輔 (薩摩川内市甕ミュージアム準備室)
013	15:00-15:15	花崗岩資料の産地特定において、排他的同一性の認識はどこまで可能か	早坂康隆 (広島大)

15:15-15:20

小休憩 (5分)

座長：向吉秀樹（島根大）

014	15:20-15:35	北部ベトナムに分布するトックタット層の上部デボン系コノドント生層序とケルワッサー事変	小松俊文・川島大稀・山内一輝・田中源吾 (熊本大)・前川 匠 (大阪市立自然博)・高嶋礼詩 (東北大)・山田敏弘 (大阪公大)・グエンダックフォン (VIGMR)
015	15:35-15:50	宮崎県五ヶ瀬地域の祇園山層から産出したシルル紀放射虫化石	菅森義晃・垣内日菜子 (鳥取大)
016	15:50-16:05	福岡県平尾台に露出する石灰岩露頭 (凸部) の傾向と呼称について (予察的研究)	太田泰弘 (北九州博)
017	16:05-16:20	島根県東部中新統古浦層・成相寺層にみられる泥質インジェクタイトとその特徴	酒井哲弥・松尾由鈴 (島根大)

16:20-16:30


小休憩 (10分)


16:30～

学生発表賞表彰式

ポスター発表

通番	タイトル	発表者
P1	石垣島産シャコガイ殻のEPMAによるカソードルミネセンス・元素濃度マッピング	山本啓司・原田櫻子・岡本和明・牧門達哉（鹿児島大）
P2	漸新統杵島層群産骨質歯鳥類の下顎化石の元素分布解析	田上 響・市川慎太郎（福岡大）・大橋智之（北九州博）
P3	房総半島南部に分布する完新統沼層にみられる貝化石群の特徴	谷 康平・鎌滝孝信（岡山理大）
P4	簸川平野東部のポーリングコアにおける完新世貝形虫の高時間分解能分析	大植 和・入月俊明・中島 啓・瀬戸浩二・香月興太（島根大）・中西利典（ふじのくに博）・齋藤文紀（島根大）
P5	紀伊水道北東部における過去約1万年間の貝形虫化石群集と環境の変化	小林哉太・入月俊明（島根大）・天野敦子（産総研）・岩谷北斗（山口大）・竹内美優（山口大）・有元純（産総研）
P6	微化石とCNS元素分析に基づく岡山県中新統勝田層群下部の古環境	久常晃誠・入月俊明・瀬戸浩二・林 広樹（島根大）
P7	新潟県胎内市鮮新-更新統鍬江層上部の花化石群集に基づく古環境復元	鳥井夏希（島根大）・渡辺正巳（文化財調査コンサルタント）・入月俊明（島根大）・山田 桂（信州大）
P8	鳥取県東部周辺域の離水した付着生物化石の高度分布と年代	杉野竜太・太田悠造・菅森義晃（鳥取大）
P9	The complicated stratigraphic position of the Kasubuchi Pyroclastic Flow deposit, Sanbe Volcano	Andreas Auer・田外 雄紀（島根大）・山内靖喜（島根県土質技術研究セ）・酒井哲弥（島根大）
P10	Mechanical strength and textural characterization of rocks from the Taiheizan eruption, Mt Sanbe	藤井隆成・Andreas Auer・小暮哲也（島根大学）
P11	宮崎県中部で認められる征矢原断層の断層露頭調査および南海トラフ地震に伴うクローン応力変化の考察	榎本悠和・向吉秀樹（島根大）
P12	地形・地質情報からの過去の津和野川の河床縦断系の復元	米本景太郎・酒井哲弥（島根大）
P13	石灰岩洞窟における割れ目と崩壊の関係性	乾 智美・辻 智大（山口大）

 : 学生・PD口頭発表（表彰エントリー者）

 : 学生ポスター発表（表彰エントリー者）

1鈴（10分）、2鈴（12分）、3鈴（15分）

会場案内（松江キャンパス）

< JR 松江駅から >

* 松江市営バス(片道 210 円)

・北循環線内回り 島根大学前下車 ……所要時間約15分

https://matsue-bus.jp/wp-content/themes/matsuekk/pdf/rosen/tables_route_7-a.pdf

・島根大学・川津行 島根大学前下車 ……所要時間約20分

https://matsue-bus.jp/wp-content/themes/matsuekk/pdf/rosen/tables_route_1-a.pdf

* 一畑(いちばた)バス(片道 210 円)

・美保関(みほのせき)ターミナル行 島根大学前下車 ……所要時間約20分

https://www.ichibata.co.jp/bus/rosen/pdf/time_manbara_0.pdf?20221001

・マリンプラザしまね行 島根大学前下車 ……所要時間約20分

https://www.ichibata.co.jp/bus/rosen/pdf/time_marinplaza_0.pdf?20221001

* タクシー ……所要時間約10分

< 車でお越しの場合 >

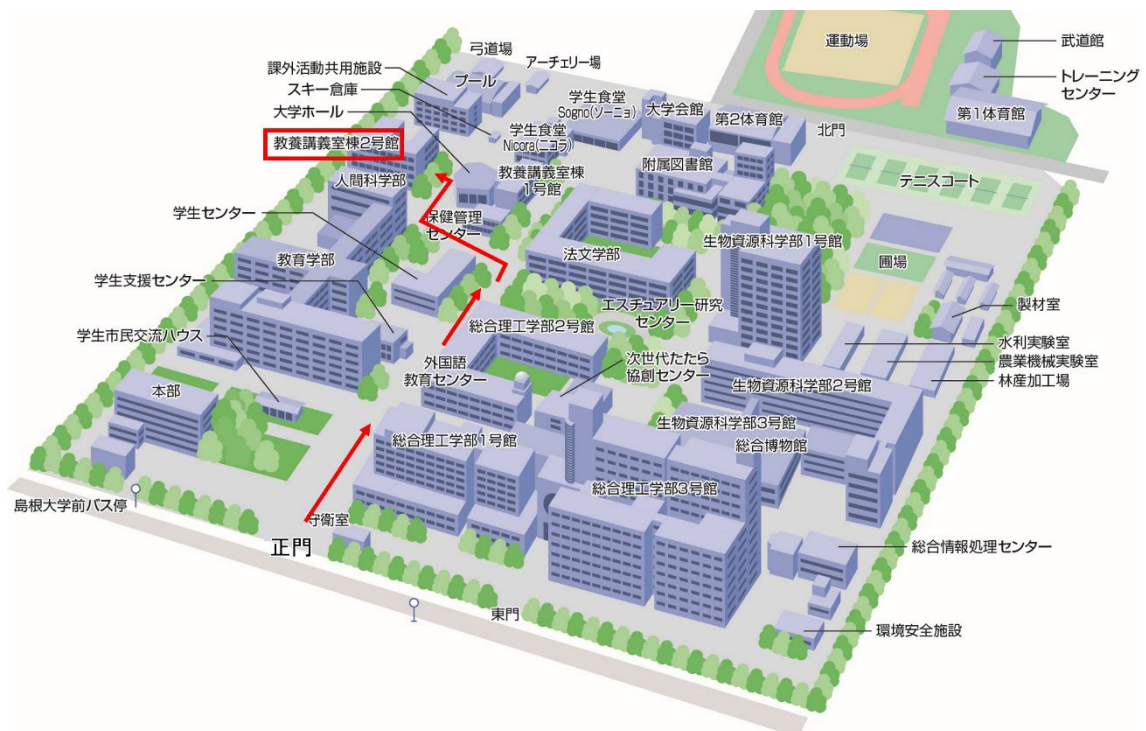
* 下図の山陰自動車道の最寄りの IC で下車して下さい。

島根大学キャンパス内は駐車スペースが非常に少ないため、
可能な限り公共交通機関でお越しください。



< 総会・例会会場案内図 >

総会・例会の会場：島根大学教養講義室棟 2号館 2階 504 教室



Paleoenvironmental changes of Lake Shinji and the Izumo Plain, Shimane Prefecture, during the Holocene inferred from sediment grain size and ITRAX μ -XRF analyses for the HK19 core

Aan Dianto¹, Tetsuya Sakai¹, Kota Katsuki¹, Koji Seto¹, Toshimichi Nakanishi², Yoshiki Saito¹ (¹ Shimane University, ² Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka)

Grain size analysis and Itrax μ -XRF analysis were performed on the Holocene succession of the 33.89 m long HK19 core. This core, taken from the eastern Izumo Plain (west of Lake Shinji), was used to study the paleogeography and paleoenvironmental changes of Lake Shinji and the Izumo Plain during the Holocene. The core site was a center of Paleo Shinji Bay during the early to middle Holocene. The Holocene interval consists of marine to brackish sediments and was divided into five units (Unit 1 to Unit 5 in ascending order) mainly based on changes in mean grain size, sorting, and sand content. Unit 1, below 32.1 m depth, from about 10 to 9.7 ka, is characterized by a fining upward succession from lower Holocene sandy silt to clayey silt with very little or no sand, formed in near intertidal environments. Units 2 through 4 consist of clayey silt sediment facies. Unit 2 is the interval from 31.4 m to 22.9 m depth, ca. 9.7 ka to 7.5 ka, and is characterized by a slightly upwardly coarsening succession with little or no sand content, deposited in response to the development of the paleo-bay. Unit 3 is the interval from 22.9 m to 15.7 m depth, ca. 7.5 ka to 3.8 ka. It is characterized by greater variations in grain size and degree of sorting; it also contains much more sand than the underlying and overlying units. This unit is characterized by the occurrence of fine-grained laminated sediments resulting from anoxic bottom water conditions. Unit 4 is the interval from 15.7 m to 11.4 m depth, ca. 3.8 ka to 0.7 ka, and is characterized by little or no sand content, similar to Unit 2. The loss of sand content indicates less influence from the main river and surrounding rivers. Lastly, Unit 5, from a depth of 11.4 m to the ground surface, is characterized by sandier sediments consisting of an upward coarsening succession

from clayey silt to medium sand with an overlying upward fining succession, caused by the inflow of the Hii River. These changes from units 1 to 5 are closely related to the paleogeography of the study area. Itrax μ -XRF data were available on laminated sediments or part of Unit 3 (22.9 m to 14.3 m). The Itrax μ -XRF time series were interpreted using a combination of principal component analysis (PCA) and k-means clustering. The PC-1 results allow the μ -XRF data to be classified into the group with a strong loading on the elements Ca, Sr, and Mn (positive axis) and the group with a strong loading on the detrital elements: Ti, K, Si, Zr, Rb, and Fe on the negative axis. The distribution of each group of elements along the core has been plotted as a depth series. This cluster is closely related to the boundary between units 3 and 4.

熊本県葦北郡田浦湾で採取したコア試料中の介形虫群集

小浦愛華・田中源吾・小松俊文・中田晴彦
(熊本大学)

Ostracode assemblages in subsurface cores in Tanoura Bay, Ashikita area, Kumamoto, Southwest Japan

Aika KOURA, Gengo TANAKA, Toshifumi KOMATSU, Haruhiko NAKATA
(Kumamoto Univ.)

熊本県葦北郡田浦湾の湾中央部南側 (St. 26') と湾外 (St. 40) の 2 地点で採取した表層コア試料からそれぞれ 12 属 18 種, 36 属 63 種の介形虫を確認した。Q-モードクラスター分析を用いて群集解析を実施した結果, St. 26' の介形虫群は介形虫相 A~E の 5 つに, St. 40 の介形虫群は介形虫相 F~I の 4 つに区分することができた。

St. 26' では, コア試料全体を通じて *Bicornucythere bisanensis* や *Spinileberis quadriculeata*, *Loxoconcha tosaensis* などの内湾泥底堆積物の表層に生息する種が多産した。コア試料の最下部にあたる介形虫相 A は, 最優占種である *S. quadriculeata* の産出頻度が高いことが特徴的である。コア試料上部は介形虫相 B~E が混在しており, 優占種は, 介形虫相 B~D で *B. bisanensis*, 介形虫相 E で *S. quadriculeata* であった。加えて, 介形虫相 B では, 汽水性の *Loxoconcha pulchra* が産出し, 介形虫相 C では *B. bisanensis* の産出頻度が 6 割以上と特に高いことが特徴的であった。介形虫相 D および E では, *Cytheromorpha acupunctata* が比較的多く産出した。

St. 40 では, *B. bisanensis* と *C. acupunctata* が優占し, 次いで湾口部に特徴的な *Nipponocythere bicarinata* や *Pistocythereis bradyformis* などが産出した。介形虫相 F は, コア試料の最深部にあたり, *S. quadriculeata* が優占的であった。介形虫相 F の上位にあたる介形虫相 H では *B. bisanensis* が, さらにその上位の介形虫相 G においては *C. acupunctata* が特徴的に産出した。表層のみで確認できた介形虫相 I は, 優占種である *B. bisanensis* の産出頻度が特に高

いことが特徴的であった。

乾燥重量 1g あたりの介形虫の産出個体数は, 2 つのコアともに上部に向かうにつれて全体的に減少傾向を示した。また, Q-モードクラスター分析により伊藤ほか (2022) で報告された田浦湾の現生介形虫群集と本研究で産出した介形虫群の比較を行った結果, St. 26' ではコア試料下部 (介形虫相 A および E) から上部 (介形虫相 B~D) にかけて介形虫群集が変化していることが明らかとなった。

田浦湾の表層堆積物には, 人口汚染物質である PAHs (多環芳香族炭化水素) が濃集しているエリアがあり (Nakata et al., 2014), St. 40 のコア試料でも表層から 15~18cm 付近から表層にかけて PAHs の濃集が確認されている。しかし, 介形虫相の変化はこの PAHs の濃集とは関係なく生じており, 介形虫の産出個体数の減少も, コア試料の最下部から始まっていた。近代~現代の田浦湾周辺について調べたところ, 田浦湾周辺や湾内の防波堤工事などによって, 田浦湾がより閉鎖的な環境に変化したことと養殖漁業の開始に伴い湾内で富栄養化が生じていた可能性があることが明らかとなった。St. 26' のコア試料では, 表層から 8~11cm あたりで介形虫群集に変化が見られ, 下部の群集においては *S. quadriculeata* が優占し, 上部の群集では *B. bisanensis* が優占する。両者とも産出個体数は減少傾向にあるが, 下部で優占的であった *S. quadriculeata* の産出個体数が *B. bisanensis* に比べて大きく減少していた。これら 2 種は日本周辺の内湾泥底に特徴的な種で, 似たような環境に生息しているが, *B. bisanensis* は有機物に富み酸素の少ない環境でも生息が可能な種であるのに対し, *S. quadriculeata* は低酸素環境に弱い種であることも知られている。田浦湾がより閉鎖的な内湾になり, 海水の循環が悪くなったうえ, 養殖漁業などによって富栄養化が進んで湾内がより還元的な環境に変化したことが介形虫の群集変化を引き起こした原因と考えられる。

引用文献:

伊藤ほか(2022) 日本地質学会西日本支部令和 3 年度総会第 172 回例会, 広島会場, O-16
Nakata et al. (2014) *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **99**, 61-68.

熊本県南部黒瀬川帯(日奈久帯)の上部ジュラ系～下部白亜系の層序と堆積環境

川上高平¹・池上直樹²・尾上哲治¹

(¹九州大学, ²御船町恐竜博物館)

Stratigraphy and sedimentary environment of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous in the Kurosegawa Belt (Hinagu Belt), Kumamoto, Japan

Kohei KAWAKAMI¹, Naoki Ikegami², Tetsuji Onoue¹

(¹Kyushu Univ., ²Mifune Dinosaur Museum.)

熊本県南部に分布する黒瀬川帯は、火成岩・変成岩類を境にして北から宮地帯、日奈久帯、洪利帯、坂本帯の4帯に細分されている(松本・勘米良, 1964)。宮地帯、日奈久帯には、主に白亜系堆積岩が分布しており、最近、日奈久帯から国内最古級の恐竜の体化石が発見された。そして、日奈久帯の層序については、二枚貝化石群集に基づいた研究が精力的におこなわれてきた(例えば、田代・池田, 1987; 田中ほか, 2008)。この結果、日奈久帯西部～中央部には、北東-南西方向の断層を境に、北側にはテチス北方型動物群を産出する物部川層群相当層(宮地層, 砥用層), 南側には、テチス型動物群を産出する先外和泉層群(黒崎層, 川口層, 八竜山層, 今泉川層)が分布していることが報告された。二枚貝化石群集に基づく、両層群の地理的堆積場は大きく離れていたと考えられ、上述した断層によって再配列したと推察されてきた(例えば、田代, 1985)。その後も日奈久帯下部白亜系の層序と分布については、調査・再検討が進められてきたが、報告の度に修正がなされており、正確な層序と構造については未だに報告がされていない。また、日奈久帯西部～中央部に分布する川口層の詳細な堆積年代や堆積環境についても十分に検討が進んでいない。

そこで、本研究では日奈久帯西部～中央部に分布する上部ジュラ系～下部白亜系の岩相層序について再検討を行い、川口層の堆積環境と詳細な地質年代を明らかにすることを目的として研究を行った。熊本県芦北町太田海岸～八代市琢磨川流域までを対象として地質調査を行い、ルートマップ、地質図、柱状図を作成した。さらに、泥岩、石灰岩、チャートから微化石を抽出することで、地質年代の決定を試みた。また、採取した泥岩試料のうち、16試料(物

部川層群相当層: 8試料, 先外和泉層群: 5試料, 小崎層(ペルム系): 3試料)について蛍光X線分析を行い、主要元素濃度分析結果に基づいて、日奈久帯下部白亜系の後背地について検討した。

本研究の結果、調査地域の岩相層序(ジュラ系～白亜系)は、下位より黒崎層, 川口層, 八竜山層, 日奈久層が累重していることが明らかになった。この中でも、川口層の岩相について、下部層ではHCS砂岩や炭質物を含む泥岩層が、上部層では上位になるにつれて、泥岩層が卓越することが確認された。岩相層序から、川口層の堆積環境は、下部層では波浪の影響が卓越する沿岸域の下部外浜～内側陸棚、上部層は内側陸棚～陸棚斜面であったと考えられる。地質年代については、川口層から採取してきた33試料について微化石処理を行ったが、年代決定に有効な放射虫化石の発見には至ることはできなかった。

調査地域西域～中域の地質構造については、先外和泉層群川口層の北側には断層を境にして、物部川層群相当層(宮地層, 砥用層)が分布していることが報告されている(例えば、田中ほか, 2008)。しかし、本研究の結果、両層の境界で、走向傾斜が変化することではなく、断層岩についても確認することができなかった。そして、調査地域東域で川口層の北側に整合で重なることが知られている八竜山層が、従来の研究では物部川層群相当層の分布域とされている調査地域西域～中域にも分布していることが本研究により明らかになった。また、後背地の化学風化指標であるCIAとWIP、古気候指標であるW値(Ohta et al., 2011)を、従来の先外和泉層群および物部川層群相当層について調べたところ、日奈久帯西部～中央部に分布する白亜系の後背地は同一であったことを示唆する結果(物部川層群相当層(宮地層, 砥用層): CIA(約73~77), WIP(約37~51), W値(約31~70), 先外和泉層群(八竜山層, 今泉川層): CIA(約74~79), WIP(約41~52), W値(約47~78))が得られた。

引用文献

松本達郎・勘米良亀齢(1964)日奈久5万分の1地質図幅説明書, p1-p147; Ohta et al. (2011) *Journal of Geology*, **119**, p81-p96; 田中均ほか(2008)熊本大学教育学部紀要自然科学, **57**, p7-p17; 田代正之(1985)化石, **38**, p23-p35; 田代正之・池田昌久(1987)高知大学学術研報告, **36**, p71-p91.

日本列島と韓半島におけるトリアス紀-ジュラ紀火成岩の多様性とその分布に基づく日韓の対比

川口健太¹・Oh Chang Whan²

(¹九州大学, ²韓国全北大学)

Spatial-temporal distribution of the Triassic-Jurassic igneous rocks in the Japanese Islands and Korean Peninsula: Implications for the tectonic correlation between Japan and Korea

¹Kenta KAWAGUCHI, ²Chang Whan OH

(¹Kyushu Univ., ²Jeonbuk Natl. Univ.)

中新世以前の原日本列島はアジア大陸の一部としてその東縁で成長した。しかし、原日本列島がアジア大陸東縁のどこで成長したのか不明点が多い。そこで、本講演では演者らが近年公表したデータ(Kawaguchi et al., 2023a, b)を総括し、トリアス紀(一部はペルム紀)からジュラ紀における日本列島と韓半島の火成活動の多様性とその分布に基づく日韓の対比についてまとめる。

トリアス紀: 韓半島は古生代の火成活動に極めて乏しく、283 Ma以降に火成活動が活発化した(Choi et al., 2021)。韓半島のトリアス紀(一部はペルム紀)火成活動は(1) 283-230 Maの火成弧型、(2) 235-225 MaのPost-collision型、(3) 230-215 MaのAタイプ花崗岩やデラミネートした下部地殻起源の深成岩の活動に三分される。(1)は韓半島南部のGyeongsang Basin (GB)、Yeongnam Massif (YM)、Ogcheon Belt (OB)と北東部のDumangang Belt (DB)、Kwanmo Massif (KM)、Machollyong Belt (MB)に認められる。一方、(2)は韓半島中央部のGyeonggi Massif (GM)の北部、Imjingang Belt (IB)、Nangrim Massif (NM)に限られ、その出現の南限ラインはGM内に定義できる。韓半島で唯一のエクログジャイト(Oh et al., 2005)とUHT変成岩(Lee et al., 2016)の分布はその南限ラインに一致することから、それは北中国-南中国地塊境界に対応すると考えられる。(3)は(2)の南限以南で限定的に認められる。原日本列島では約260-230 Maの火成弧型のみが知られており、韓半島の(1)に対応する。原日本列島の火成活動は約230 Maに停止する。韓半島における(1)の活動も原日本列島と同じく約230 Maに停止し、それ以降の火成活動(3)はSlab-roll backに起因し、それは約215 Maに停止する。このことは、原日本列島と韓半島は230 Maごろに圧縮場から引張

場に移行し、原日本列島の火成活動の停止(約230 Ma)は圧縮場の終焉に、韓半島のそれ(約215 Ma)は引張場の終焉に対応している可能性がある。

ジュラ紀: 原日本列島、韓半島共に火成弧型の火成活動が約200 Maに再開した。前者ではジュラ紀の飛騨・江尾花崗岩が、後者ではDaebo花崗岩が該当する。これらは、(A) 約200-180 Maの年代を示し、インヘリテッドジルコンに極めて乏しく、高いジルコンの $e_{\text{Hf}}(t)$ 値(-0.8から+13)を持ち、高い結晶化温度(750-830 °C)を示すものと、(B) 約180-160 Maの年代を示し、先カンブリア紀のインヘリテッドジルコンに富み、低いジルコンの $e_{\text{Hf}}(t)$ 値(-25.0から-13.9)を持ち、低い結晶化温度(680-750 °C)を示すものに明瞭に二分される。(A)の全岩化学組成は重希土類に中程度に過剰したパターンを示し、判別図では典型的な火成弧組成を示す。一方、(B)の多くは重希土類に極めて過剰した全岩化学組成を有し、ざくろ石やホルンブレンドを残渣に持つことが示唆され、厚い下部地殻の溶融により形成されたアダカイト質花崗岩類と高い類似性を持つ。(A)は原日本列島の飛騨・江尾花崗岩と韓半島南東部のGBと北東端のDBのDaebo花崗岩が該当する。これは、飛騨・江尾花崗岩が韓半島南東部から北東部へ続く一連の沈み込み帯で形成されたことを意味する。(A)は大陸縁辺の未成熟な地殻に貫入した。一方、(B)はGBとDBを除いた韓半島全体に広く分布する。これは沈み込み角度が低角度化することにより原日本列島とGB、DBで(A)の火成活動が180 Maごろ停止した一方、引き続き低角度-水平沈み込みによってより大陸側に位置する韓半島中央部で(B)の活動が広く生じたことを示す。(B)はペルム紀-トリアス紀の北中国-南中国地塊の衝突により厚化した先カンブリア紀の大陸クラトンの部分溶融により形成された。

引用文献

Choi, H.O., Choi, S.H., Kim, S.S., 2021. *Lithos* 382-383, 105930.
Kawaguchi, K., Oh, C.W., Jeong, J.W., 2023a. *Lithos* 436-437, 106955.
Kawaguchi, K., Oh, C.W., Jeong, J.W., Furusho, M., Shibata, S., Hayasaka, Y., 2023b. *Gondwana. Res.* 117, 56-85.
Lee, B.C., Oh, C.W., Kim, T.S., Yi, K., 2016. *Lithos* 256-257, 109-131.
Oh, C.W., Kim, S.W., Choi, S.G., Zhai, M., Guo, J., Krishnan, S., 2005. *J. Geol.* 113, 226-232.

島根県奥出雲町高田付近に分布する花崗岩類の火成活動

中山瀬那¹・亀井淳志¹・谷健一郎²・岩田智加¹・薬師寺亜衣¹

(¹島根大学,²国立科学博物館)

Igneous activity of granitoid in Okuizumo area, Shimane prefecture, SW Japan arc
Sena Nakayama, Atsushi Kamei, Kenichiro Tani, Chika Iwata, Ai akushiji
(¹Shimane Univ.,²National Museum of Nature and Science.)

【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の理解に欠かせないものである。特にメタルミナス質花崗岩類は苦鉄質な地殻に由来するため、その成長に重要である(例えば, Wedepohl, 1995)。山陰バソリスにもメタルミナス質の花崗岩類がいくつか産するが、その火成活動については不明な点が多い。本研究ではバソリス中央部の高田花崗閃緑岩を研究対象として、地質調査、全岩化学分析、およびジルコン U-Pb 年代測定を実施した。今回はこれらのデータに基づいて高田花崗閃緑岩の火成活動を議論する。

【地質概説】高田花崗閃緑岩は、その周囲を約 60～30 Ma の花崗岩類に囲まれて、本地域で最も古い白亜紀の岩体とされている(西田ほか, 2005)。本研究においても、岩体の南部は約 60 Ma の横田花崗岩に貫かれ、また、北部は約 61 Ma の下久野花崗岩に貫かれることを確認した。ただし、高田花崗閃緑岩の同位体年代については報告がない。

高田花崗閃緑岩は、石英閃緑岩・トーナル岩・花崗閃緑岩の幅広い岩石で構成されるとの報告がある(西田ほか, 2005)。しかし、松浦ほか(2005)や薬師寺ほか(2012)は、岩体西部に多産する石英閃緑岩相が高田岩体とは別岩体(小木石英閃緑岩体)であり、これが高田岩体を成すトーナル岩・花崗閃緑岩と混成しているとした。さらに、薬師寺ほか(2012)は岩体内に下久野花崗岩も散在し、高田岩体のトーナル岩・花崗閃緑岩と一部で混成しながら、基本的には貫入しているとした。本研究の野外観察や各岩石の全岩化学分析の結果

は、これら松浦ほか(2005)や薬師寺ほか(2012)の指摘を指示する。すなわち、高田花崗閃緑岩はトーナル岩・花崗閃緑岩を主体とし、その岩体内に小木石英閃緑岩や下久野花崗岩が頻りに認められて、これらと混成するか、もしくは貫かれる関係で接している。

【ジルコン U-Pb 年代】薬師寺ほか(2012)は、高田花崗閃緑岩を構成するトーナル岩、小木石英閃緑岩、および下久野花崗岩の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代を検討した。その結果、下久野花崗岩から約 61 Ma を得たものの、他の 2 岩体からは年代値が得られていない。そこで本論では、高田花崗閃緑岩および下久野花崗岩についてジルコン U-Pb 年代を測定した。その結果、両者ともに、ジルコン粒子から約 65～60 Ma の幅広い特異な結果が得られた。各ジルコン粒子の年代はコンコードント曲線上に連続的に配列し、収束していない。この原因として、1) 非常にゆっくりとした冷却、2) 年代の異なるマグマ・岩体の混成や同化が考えられる。ただし、本地域には両岩体を貫く顕著な新規岩体がないことから、岩体固化後にジルコン年代が二次改変される Pb-loss はなかったと仮定している。

地質学的な両岩体の産状は、上述のように、これらの活動時期が大差ないことを示す。今回の結果と合わせると、これらの活動時期は約 65～60 Ma と解釈される。したがって、高田花崗閃緑岩は以前の報告のような白亜紀の岩体ではなく、山陰バソリスの火成活動の最盛期とされる古第三紀(68～53 Ma: 西田ほか, 2005, 2013)の産物となる。このことから、山陰バソリスのメタルミナス花崗岩類は、バソリス形成時の明確な前駆の産物ではなく、バソリスの火成活動最盛期の早期の活動と解釈される。

引用文献

松浦・鹿野・石塚・高木(2005) 地質地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅), 13-29.; 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・柴田(2012) 地質雑, 118, 20-38.; Wedepohl, K. H., (1991) Geol. Rundsch, no. 80, p207-p223.

高知県梼原町に産する含蛇紋岩砕屑岩とその意義

西川謙吾¹・辻智大¹

(¹山口大学)

Serpentine-bearing detrital rock from Yusuhara, Kochi Prefecture, Japan and its significance

Kengo NISHIKAWA, Tomohiro TSUJI

(¹Yamaguchi Univ.)

【はじめに】蛇紋岩のテクトニックな背景を地質学的に制約することは重要であり、定置時期の制約は重要度の高い課題である。しかし、蛇紋岩(特に秩父帯)の定置時期に関しては、多様な見解があり、その統一性はないため地質学的なさらなる検討が必要であると考える。

また、含蛇紋岩堆積岩および砕屑性クロムスピネルは、蛇紋岩の貫入プロセス、構造帯の形成、堆積盆の形成における蛇紋岩体の役割などを論ずることが可能であると解釈されている(荒井, 1992; 吉田ほか, 2003)。そのため、本地域の地質構造形成史を解明するうえで欠かせない重要な情報源である。

【目的】本地域にみられる蛇紋岩体の定置時期を制約する可能性がある含蛇紋岩砕屑岩を多角的に分析し、本地域の蛇紋岩の定置時期および周辺地質との関係性を解明することを目的とする。

【地質概説】高知県梼原町越知面地域において、蛇紋岩層は、大野ヶ原ユニット(バーム紀付加体)の南限境界付近、四万川ユニット(トリアス紀変成岩類)の中央部、白亜紀堆積岩類(バレミアン～アルビアン)の境界部に位置する。

【結果】露頭位置は太田戸川中流域付近の白亜紀堆積岩類中に分布する。層理面は N38° W, 28° NE であり、NE から SW へ砕屑粒子の細粒化がみられた。鏡下観察では、砕屑粒子が未変形であることや、一部の蛇紋岩礫に蛇紋石特有の格子状組織を確認した。また、組成像ではコア～リム境界が明瞭なクロムスピネルが観察された。上記の格子状組織を持つ蛇紋岩片に対して EPMA による化学分析を行うと、蛇紋石の値と比較して Al₂O₃ が高く、蛇紋石が緑泥石化していることを確認した。クロムスピネルの化学組成分析においては、コア部は

高 Cr かつ低 Mg であった。リム部はコア部と比較して、より Fe³⁺が増加し、Al の値が減少する傾向であった。また、本砕屑岩中ビトリナイトの平均最大反射率(Rmax)は 1.08 %であった。

【考察】本砕屑岩は、堆積構造がみられることや砕屑粒子が未変形なことより、堆積岩であると考えられる。EPMA からの結果より、砕屑岩中蛇紋岩片のクロムスピネルのコア部が Ishii et al. (1992) で示される前弧域かんらん岩に特徴的な領域に近い位置にプロットされる。このことより、本岩石中蛇紋岩片の原岩テクトニックセッティングはウェッジマントル深部であると考えられる。また本砕屑岩中の蛇紋岩礫の一部は、フェリットクロマイト化とその周囲の蛇紋石の緑泥石化より、Kimball(1990)や Mellini et al. (2005) で示されている > 400°C の高温熱水変質を被った可能性が挙げられる。対して、本岩石中のビトリナイトの平均最大反射率値は、本地域より東域の白亜紀堆積岩類(物部川相当層)で測定されたビトリナイト平均最大反射率値(Sakaguchi, 1999)と整合的である。つまり、高温熱水を被ったのは蛇紋岩のみであり、本砕屑岩自体はより低温であると推定される白亜紀堆積岩類と同等の熱的影響のみを受けていると考えられる。これらのことより、本砕屑岩は白亜紀堆積岩類であると推測され、一部緑泥石化した蛇紋岩は白亜紀堆積岩類(バレミアン～アルビアン)堆積以前には地表露出していた可能性が挙げられる。

本岩石と秩父帯内で関東から九州にかけて断続的にみられる白亜紀堆積岩類中の含蛇紋岩礫岩(久田・荒井, 1986 など)は、蛇紋岩定置時期を白亜紀堆積岩類堆積以前に制約しているという点において調和的である。しかし、本地域では砕屑岩中蛇紋岩片の緑泥石化やクロムスピネルのフェリットクロマイト化などから蛇紋岩体の定置過程の履歴についても議論可能であるため、本岩石は特異的かつ意義高い岩石であるといえる。

引用文献

荒井(1992) 地質学論集, 38, 338-339.; 久田・荒井(1986) 地質学雑誌, 92, 391-394.; Ishii et al. (1992) Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, 125, 27, 445-485.; Kimball (1990) Contrib Mineral Petrol, 105, 337-346.; Mellini et al. (2005) Contrib Mineral Petrol, 149, 266-275.; Sakaguchi (1999) The Island Arc, 8, 359-372.; 吉田ほか(2003) 地質学雑誌, 109, 336-344.

鳥根県隠岐の島・島後から見出されたザクロ石を含む角閃岩とその意義

高橋瑞季¹・遠藤祐祐²・亀井淳志²

(¹鳥根大学自然科学研究科, ²鳥根大学総合理工学部地球科学科)

Discovery of garnet-bearing amphibolite from the Oki-Dogo Island and its implications

Mizuki TAKAHASHI¹, Shunsuke ENDO², Atsushi KAMEI²

(¹Graduate School of Natural Science and Technology, Shimane Univ.,

²Department of Earth Science, Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane Univ.)

東アジアの大陸地殻進化において、古原生代とペルム・三疊紀の造山運動は重要なイベントである。日本の地質では、鳥根県隠岐島後の隠岐変成岩がこの二つの地殻内変成作用を記録しており (Cho et al., 2021; Kawabata et al., 2022), これらのイベントのテクトニック場の解明には詳しい変成履歴の検討が重要である。隠岐変成岩を主に構成する砂泥質片麻岩中では、苦鉄質グラニュライトや角閃岩などの苦鉄質変成岩がレンズ状に含まれる (Hoshino, 1979)。本研究では、苦鉄質グラニュライトに加え、角閃岩化したグラニュライト、新たに発見したザクロ石を含む角閃岩の詳細な微細組織観察と鉱物化学組成から変成履歴を検討する。

苦鉄質グラニュライト (単斜輝石+直方輝石+褐色 Ca 角閃石+斜長石+黒雲母) は、後退変成作用時に褐色 Ca 角閃石の周囲に淡緑色 Ca 角閃石が形成され、直方輝石が Fe-Mg 角閃石+淡緑色 Ca 角閃石+石英シンプレクタイトに、単斜輝石が淡緑色 Ca 角閃石+石英シンプレクタイトにそれぞれ置き換えられている。これらのシンプレクタイト周縁部にはさらに青緑色 Ca 角閃石が形成されている。一部の試料では苦鉄質鉱物 (Fe-Mg 角閃石が部分的に青緑色 Ca 角閃石+緑泥石に置換されている) と斜長石 (変質) の粒界に沿ってコロナ状ザクロ石が形成されている。また、ザクロ石は Fe-Mg 角閃石, Ca 角閃石, 斜長石 (An>90%) を包有する。Ca 角閃石の化学組成は、グラニュライト相の

褐色のものは Ti に富むパーガス閃石~ホルンブレンド, シンプレクタイトを構成する淡緑色のものはホルンブレンド~アクチノ閃石, 周縁部の青緑色のものやザクロ石の包有物はホルンブレンド~チェルマク閃石であった。

記載岩石学的特徴から苦鉄質グラニュライトの形成は、ザクロ石が安定ではなく部分溶解を伴う低圧高温条件で起こったと考えられ、地質温度圧力計およびシュードセクション解析からはおおよそ 800°C, 0.6 GPa 前後と推定される。一方、角閃岩中のザクロ石形成反応の候補は次の二つである。

Fe-Mg 角閃石+斜長石=ザクロ石+石英+H₂O (反応 1)

緑泥石+ホルンブレンド+斜長石=ザクロ石+石英+H₂O (反応 2)

反応 1 ではグラニュライト相からの等圧冷却, 反応 2 では低温低圧条件經由後の昇温によりザクロ石の形成が説明できる。コロナ状ザクロ石に緑泥石化が認められないことを加味すると、ザクロ石が囲んでいる苦鉄質鉱物はザクロ石形成前に Fe-Mg 角閃石が緑泥石+青緑色 Ca 角閃石に分解したことを示唆する。従って反応 2 よりザクロ石が形成されたと考えられ、シュードセクション解析からその条件は 0.56-0.57 GPa, 570-590°C と推定された。

以上の変成履歴は、1) 低圧グラニュライト相ステージとその後退変成作用 (角閃岩相~緑色片岩相), 2) ザクロ石を形成した角閃岩相の昇温変成作用にまとめられる。これらはそれぞれ古原生代とペルム・三疊紀のイベントに対応する可能性が高いが、Kawabata et al. (2022) が泥質片麻岩から推定した古原生代の高圧グラニュライト相条件 (> 1 GPa) は、苦鉄質変成岩からは確認できていない。そのため、低圧グラニュライト相ステージの年代学的研究とそれ以前の履歴についての慎重な検討が必要である。

引用文献

Cho et al. (2021) Lithos, 396-397, 106217.

Hoshino (1979) Petr. Econ Geol., 74, 87-99.

Kawabata et al. (2022) J. Metam. Geol., 40, 257-286.

活動的プレート境界が震源断層に至るまでのプロセス：四国四万十帯興津メランジュにおける研究

向江知也(山口大学)・坂口有人(山口大学)

Process of active plate boundary leading to seismic faults :

The Okitsu Melange in the Shikoku Shimanto Belt

Tomoya MUKAE(Yamaguchi Univ),

Arito SAKAGUCHI(Yamaguchi Univ)

【はじめに】沈み込みプレート境界では海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込むことにより、南海地震を例とする海溝型の巨大地震が繰り返し発生している (例えば Ando, 1975)。その発生メカニズムを明らかにするためにプレート境界断層をターゲットとした海洋調査が行われてきたが、いまだに沈み込み帯の震源領域の断層を確認するまでには至っていない (林ほか, 2014 など)。一方、南海トラフの陸上延長である四国四万十帯は震源温度領域を経験した付加体であることが明らかになった以降 (Sakaguchi, 1996), 陸上付加体を対象とした震源断層の研究が行われた。しかし発見された震源断層は付加プリズム内部の断層に限られ (Ikesawa et al., 2003 など), 付加プリズム底部とプレートの境界断層であるフロアスラストの陸上露頭は未発見であった。

本研究では高知県南部の四万十帯興津メランジュの下位地層境界とその付近において、活動的プレート境界断層であるフロアスラストの陸上露頭を発見した。これは沈み込み震源温度領域を経験したものとしては初の成果である。よって、フロアスラストの陸上断層露頭の地質構造記載と断層とその周辺部の歪解析を行い、活動的プレート境界断層が震源断層に至るまでのプロセスを明らかにすることを本研究の目的とする。

【境界断層】興津メランジュと中村層の地層境界にはフロアスラストの断層露頭が発達している。断層帯は厚さ約 15m であった。断層帯は構造的特徴から三帯に区分され、最も変形が著しい厚さ約 1.5m の変形帯では淡緑色のカタクレーサイトを産する。淡緑色カタクレーサイトを走査型電子顕微鏡下で観察した結果、外形が不規則に湾曲し、一部流動組織を有する石英粒子が存在する。これは淡緑色カタクレーサイト帯が断層の高速運動による摩擦熱により、

石英粒子が部分的に溶融したのかもしれない。よって、フロアスラストは地震性の高速剪断運動を経験したことが示唆される。

【フロアスラストの側方延長】興津メランジュと中村層の境界断層のから北に約 1500m 離れた地点には、フロアスラストの側方延長が存在する。断層帯の幅は数十 cm から 5m ほどで、断層露頭はデュープレックス構造を成す興津メランジュを切るように発達している。これはフロアスラストが地震性すべりを引き起こしたステージがデュープレックス構造が形成された後のステージであったと考えられる。また断層露頭周辺には厚さ 10m 以上にわたって、黒色頁岩中にランダムに砂岩ブロックを含む特異な変形組織を持つ岩相であるフラクチャー帯が分布する。フラクチャー帯には基質と構成鉱物粒子の両方を切断する微細剪断面が発達している。この微細剪断面が発達した岩石は四万十帯でも珍しく、フロアスラストが未固結ステージから固結ステージまで継続的に変形していたことによるものなのかもしれない。

【歪解析】歪解析の手法として、カルサイト双晶密度測定による歪解析 (Sakaguchi & Ando, 2021) を行った。断層中心部の双晶密度は 165 本/mm で最も高い値が得られた。断層中心部の局所的な領域で顕著に高い値を示すことから、地下深部における地震性すべりが生じる直前に断層破壊伝播の先端に高い応力が生じる応力集中による歪をみているものと解釈される。また、断層上盤側の興津メランジュ側では、断層から約 250m の地点まで約 100~140 本/mm という高いレベルの双晶密度が続いた。これは広域的な地殻内応力である 60 本/mm と比べて有意に高い値である。このように断層から十分に離れた場所において、100 本/mm 以上の高いレベルの双晶密度値が幅 250m にわたって連続するというのは、ほかの地域でも報告されておらず、フロアスラスト特有のもので、デュープレックスユニット全体に作用していた変形や剪断応力がプレート境界に集約されていく過程で形成されたものかもしれない。

引用文献 Ando, M., (1975) Tectonophysics, 27, 119-140.; 林為人・斎藤実篤・モリジュームズ・江口暢久・Sean TOCZKO (2014) 応用地質, 55, 241-250; Ikesawa, E., et al., (2003) Geology, 31, 637-640; Sakaguchi, A., (1996) Geology, 24, 795-798; Sakaguchi, A., Ando, K., (2021) PCT/JP2021/025807, WO/2022/009957.

Fault formation mechanism in brittle-plastic transition regime

Jun-ichi ANDO, Hiroto KOTAMA, Kaushik DAS, Dyuti Prakash SARKAR,
Gautam GHOSH, Naotaka TOMIOKA¹Hiroshima U., ²Presidency U., ³JAMSTEC

内陸地震は脆性-塑性遷移領域において発生することが知られている。花崗岩地殻において脆性-塑性遷移領域の深度では、石英は塑性変形する一方で長石が脆性変形する。本研究は、なぜ石英が塑性変形するような岩石強度が低下する深さにおいて断層が形成されるのかといった問題に対し、断層岩の微細組織のキャラクタリゼーションを基に考察を進めている。

本研究が対象とした断層岩は、インド北部 Uttarakhand州 Almora北部の北アルモラ衝上断層帯に属しており、北アルモラ衝上断層 (NAT) から南方約 15kmの範囲に露出する。NATはインド大陸がアジア大陸に衝突することで形成された大規模断層である主中央衝上断層の一部と考えられている。研究対象とした北アルモラ衝上断層帯はNATの上盤に位置し、マイロナイト化した花崗岩で構成されている。この断層岩は塑性変形した石英と黒雲母/白雲母といった層状珪酸塩鉱物、それと脆性変形した長石から構成されており、脆性-塑性遷移の深度でマイロナイト化が進行したことが分かる。またマイロナイト化の程度はNATに近づくほど、プロトマイロナイトからマイロナイト、そしてウルトラマイロナイトへと大きくなる傾向が認められる。マイロナイトの面構造とNATの走向はほぼ平行であることから、花崗岩のマイロナイト化とNATの運動は関係してことも分かる。

系統的に採集した断層岩に対し、偏光顕微鏡、SEM、SEM-EBSD、TEMといった機器、及びImageJやMATLABのオープンソースMTEXツールボックスを用いて微細組織のキャラクタリゼーションを行った。それによりマイロナイト化の①温度と応力値、②歪場、③剪断方向、そして④マイロナイト化に与えた層

状珪酸塩鉱物の影響を明らかにした。これらのデータを基に、花崗岩のマイロナイト化とNAT形成の関係を考察した。

微細組織のキャラクタリゼーションの結果、以下のことが明らかとなった。

- ① 石英は亜結晶回転による再結晶組織を示しており、塑性変形の歪速度を 10^{-12} から 10^{-14} と仮定した場合にマイロナイト化の温度は 450-550 °C となる。
- ② 再結晶石英は波動消光を示しており転位クリープによって塑性変形したことが分かる。再結晶石英の粒径から転位クリープの差応力計を用いて求めた応力値は、NAT 近傍では約 65 MPa、離れたと約 40 MPa と小さくなる。
- ③ 再結晶石英の形態から、変形は押しつぶしであったことが分かる。
- ④ 断層岩中に占める層状珪酸塩鉱物の量はNATに近づくにつれて増加する。
- ⑤ 層状珪酸塩鉱物の含有量が大きい断層岩中の石英と長石は圧力溶解を受けている。
- ⑥ NAT 近傍に露出する断層岩中の片理面には層状珪酸塩鉱物が濃集し、その(001)面が片理面に平行に配列する。この層状珪酸塩鉱物は転位クリープで変形した証拠と共に、(001)面に平行な方向に引っ張りを受け破壊した痕跡が確認できる。
- ⑦ 再結晶石英の c 軸の集中度はNATに近づくにつれて低下する。すなわち、c 軸の集中度は層状珪酸塩鉱物の含有量と負の相関を持つ。
- ⑧ 非対称組織と再結晶した石英の c 軸ファブリックから求めたマイロナイト形成時の剪断方向は、インド大陸の衝突・沈み込みに整合的な top-to-south である。しかし NAT 近傍に露出するマイロナイト中の層状珪酸塩鉱物が示す非対称組織は top-to-north を示す。

上記の観察結果は、北アルモラ衝上断層帯の断層岩は流体が強く関与してマイロナイト化し、NAT 近傍のみ変形のメカニズムが転位クリープから拡散クリープに変化したことを示唆する。その結果、NAT の近傍の断層岩の強度が小さくなることにより応力集中が生じ、NAT の近傍の断層岩のみ剪断方向が逆になり (チャンネルフローモデル)、断層 (NAT) が形成された可能性が高い。

ヒマラヤ主前縁断層における砂岩ガウジの摩擦特性：浅い地殻断層のすべり特性の解明

サルカル デュティ プラカシュ^{1,3}・廣瀬 丈洋^{2,3}¹広島大学, ²高知コア研究所, ³広島大学 プレート収束域の物質科学研究拠点

断層とは、岩石内に蓄積された応力とその解放に対応して、数センチから数キロメートルの範囲で生じる構造的な不連続面である。応力の解放は、地震のように瞬間的に起こることもあれば、地質学的な時間スケールで限りなく小さな速度で起こることもあり、これは地震クリープとも呼ばれる。そのため、地震発生や岩石体内でのクリープに影響を与える変形メカニズムを解明することは、断層のレオロジーやダイナミクスを理解するための必須条件である。

本研究では、ヒマラヤ地域の摩擦特性や地震発生に及ぼす構成鉱物の影響を解明することを目的としている。現在のヒマラヤの平均収束速度は約 15mm/年である。収束と応力蓄積に比べ、ヒマラヤ地域での M5+ 以上の地震に代表される応力解放現象はごく少数しか観測されていない。ヒマラヤ地域における応力緩和機構と地震活動を理解するためには、応力蓄積と応力解放の不均衡をもたらす制約を理解することが重要である。現在の活発な沈み込み境界はヒマラヤ主前縁断層によって示され、亜ヒマラヤ地域とガンゲティック沖積平原を分けている。主前縁断層内の岩石では、2 種類の主要な砂岩の原石と、破砕から葉状の微細構造の特徴を示すガウジが見られます。本研究では、主前縁断層内の砂岩の粉末試料を用いて回転剪断速度ステップ実験を行い、10MPa の有効法線応力条件下で低速 (クリープ、図 1) から高速 (地震動、図 2) までの摩擦特性を測定した。これらの結果とヒマラヤの主前縁断層における地震核生成への示唆について議論する。

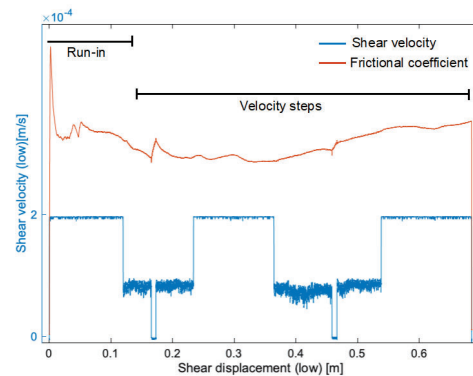


図 1 クリープ速度回転せん断実験における摩擦強度弱化

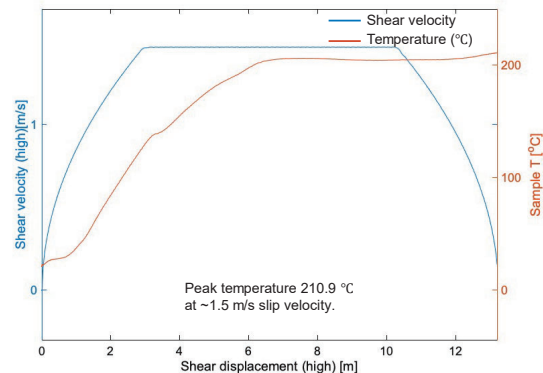


図 2 地震波速度回転せん断実験における低温弱化現象

0-11 「令和2年7月豪雨」に伴う天草市御所浦島古屋敷川流域の斜面災害

東沙莉衣¹・松田博貴²

(¹熊本大学大学院自然科学教育部, ²熊本大学大学院先端科学研究部)

Slope disaster in the Furuyashiki River area, Gosyoura-jima, Amakusa City, due to "The Heavy Rain Event of July 2020" Japan

¹Sarii HIGASHI and ²Hiroki MATSUDA (¹Grad. Sch. Sci. Tech, Kumamoto Univ., ²Fac. Advanced Sci. Tech, Kumamoto Univ.)

近年、日本では自然災害が多発し、これに対する防災・減災、復旧・復興等の方策が社会全体の喫緊の課題となっている。「令和2年7月豪雨」では、熊本県南部を中心に西日本の広い範囲が豪雨に見舞われ、球磨川流域では大規模な洪水により甚大な被害がもたらされた。天草市牛深町でも1時間に100 mm 余りの雨量により土石流災害が発生し、また天草市御所浦町でも最大71 mm の時間雨量を観測し、御所浦地区では林道の斜面崩壊や河川の越水が確認された。これら被災箇所のは多くはハザードマップに記載されておらず、これはハザードマップの危険箇所が特定の条件に基づいて指定されるため、人家の少ない地域であったり、地域の地形・地質特性に基づいた検討がなされていないことによる。また御所浦島に代表される天草諸島の離島の多くは、急峻な山地が海岸にまで迫り、人家は小河川沿いの限られた地域に密集している。さらに住民の高齢化も著しく、自然災害に対してきわめて脆弱な地域と言わざるを得ない。そこで本研究では、「令和2年7月豪雨」で御所浦地区古屋敷川流域において複数発生した斜面災害とその周辺の地質を調査すると共に、採取試料について構成鉱物分析を行い、災害発生の地形的・地質的要因を明らかにし、今後の災害危険箇所を地質的観点から予測することを目的とした。

調査対象の古屋敷川は、御所浦島東部の北東-南西方向の稜線上のウケ峠を源流として、西側斜面を流下する延長2km 弱の小河川である。河口部のわずかな平地に古屋敷集落が位置し、人家や公共施設が密集する。流域には、

上部白亜系御所浦層群江の口層と唐木崎層が分布し、上流部では概ね北東-南西方向の走向で30°内外で西傾斜、下流部では概ね北北西-南南東方向の走向で30°内外で東に傾斜し、北北東方向にブランジした軸を持つ斜構造を呈する(塚脇, 1995; Komatsu and Maeda, 2005)。「令和2年7月豪雨」では、この古屋敷川に沿って、海岸部の集落からウケ峠まで整備された古屋敷林道の標高120~170m 付近で路肩崩壊や路面変容などの斜面災害が多発した。調査の結果、これらの斜面災害は、御所浦層群唐木崎層の砂岩泥岩互層の分布域のうち、地層の傾斜と斜面の傾斜方向が一致する流れ盤地形でおきていることが明らかになった。特に大規模な斜面崩壊は、硬質砂岩厚層の直上の砂岩泥岩互層で起きており、この砂岩泥岩互層では顕著な風化がみられ、泥岩層はしばしば粘土化している。X線回折分析では、この泥岩層中にはパーミキュライトやカオリナイトなどの粘土鉱物が生成されていることが明らかにされた。また硬質砂岩厚層の上面からは、林道沿いでしばしば湧水が観察される。これらのことから、斜面崩壊は、硬質砂岩厚層が難透水層となり、その直上の砂岩泥岩互層の泥岩層が選択的に風化され、すべり面となって、上位層が地すべりを起こし滑落したと考えられる。一方、唐木崎層砂岩泥岩互層の分布域でも、古屋敷川下流部の地層の傾斜と斜面の傾斜方向が反対である受け盤地形では被害がみられず、また砂岩層を主体とする江ノ口層では、顕著な風化や斜面崩壊は見られなかった。

以上のことから、古屋敷川流域での斜面災害は、流れ盤地形の部分において唐木崎層の風化した砂岩泥岩互層の泥岩層がすべり面となって斜面が崩壊したと考えられ、さらにこのような地形・地質状況にある部分に斜面を横切る林道が敷設されたことが一つの要因と推測される。このことは同様の地形・地質特性を持つ他地域でも斜面災害が発生する危険性があり、特に稜線西側の標高100~250m の範囲の流れ盤地形にある30°内外の緩傾斜地は注意が必要である。

引用文献

Komatsu, T. and Maeda, H. (2005) Paleontological Research, vol. 9, 119-142.
塚脇真二 (2005) 金沢大学教養部論集, 32, 39-75.

0-12 鹿児島県甕島に分布する始新統中甕層の古地磁気層序と後背地の推定

山下大輔 (薩摩川内市甕ミュージアム準備室)

Magnetostratigraphy and provenance analysis of the Nakakoshiki Formation (Eocene), Kamikoshikijima island, Kagoshima Prefecture
Daisuke YAMASHITA (Satsumasendai City Koshiki Museum)

近年、鹿児島県上甕島に分布する上甕島層群中甕層と、熊本県天草地域に分布する弥勒層群赤崎層からは、国内最古の古第三紀哺乳類化石群集が報告されており(Miyata et al. 2011)、アジアの陸生哺乳類化石の動物相を知る上で重要な調査地となっている。これらの地層はいずれも河川堆積物と考えられ、年代決定に有効な化石をほとんど含まないため、堆積年代は、上位に位置する海成層の石炭質ナノ化石の年代と、赤崎層から報告された古地磁気層序によって、前期-中期始新世境界付近と推定された(Miki and Matsueda, 1985)。また近年では、宮田ほか(2018)が中甕層上限付近の凝灰岩から50.2 ± 0.5 Ma および50.7 ± 0.8 Ma のウラン鉛年代を報告し、宮田ほか(2019)はそれより下位の地層から見つかる哺乳類群集の年代を、哺乳類時代ブリッジアン前半であると推定した。しかしながら、中甕層全体の詳しい堆積年代はまだ明らかになっていない。

そこで本研究では、上甕島に分布する上甕島層群中甕層を対象に、古地磁気層序を確立することを目的として研究を行った。また、磁性鉱物の供給源である中甕層の後背地を推定するために礫岩組成と、砂岩の重鉱物組成について予察的な検討も行った。調査地は、鹿児島県北西部に位置する甕島列島北部の上甕島である。上甕島には、古第三系上甕層群の下部にあたる中甕層が広く分布している。中甕層は層厚約700 m で、赤色泥岩を特徴的に挟み、礫岩・砂岩・泥岩の互層からなる。本研究では、井上ほか(1982)によって報告された中甕層の柱状図とルートマップに従い、中甕層が連続的に観察できる海岸線に沿って、主に赤色泥岩を採取した。中甕層の赤色泥岩を全てカバーするように64 サイトにおいて試料採取を行い、高知大学海洋コア総合研究センターにおいて、139 試料に対して段階熱消磁および自然残留磁化の測定を行った。また、8 試料に対しては磁気天秤を用いた熱磁気分析も行った。礫岩組成は、

中甕層とその下位の姫浦層群(後期白亜紀)から礫岩を200 個採取し、肉眼と薄片観察により礫種の割合をもとめた。

熱磁気分析の結果、赤色泥岩が含む主要な磁性鉱物は赤鉄鉱であり、一部、磁鉄鉱や水酸化鉄鉱物を含むことがわかった。また、熱変質による影響は本研究の試料ではほとんど見られなかった。次に、段階熱消磁の結果をもとに主成分分析を行った結果、主に3つの独立した自然残留磁化成分が確認でき、低温成分から順にA~C 成分と名付けた。このうち最も高温の区間で消磁されるC 成分の方位は、傾動補正後におおよそ北東-南西方向の対蹠的な方位に分かれた。そのため、C 成分が赤色泥岩堆積時の初生磁化であると考えられる。

C 成分の方位と柱状図をもとに、古地磁気層序を作成した結果、中甕層下部が逆磁極期、上部が短い逆磁極期を含む正磁極期にあたることわかった。この結果を、宮田ほか(2018)のウラン鉛年代をもとに、前期始新世の磁気層序(Ogg et al. 2016) と対比を行うと、中甕層は磁極期C23 に対比される。これらの結果から、中甕層は約53~50 Ma の間に堆積したと推定される。

礫岩組成分析の結果では、中甕層で風化した砂岩が最も多く、次いで火山岩の礫や石英礫に富み、わずかに泥岩やチャート、変成岩類を含んでいた。また、砂岩の重鉱物組成の結果では、層準によって大量のジルコンを含むことがわかった。一方、姫浦層群では、火山岩の礫が最も多く、次いで砂岩や泥岩、石英礫が含まれていた。赤崎層の礫岩組成(三木・松枝, 1974) と比較すると、明らかに中甕層はチャートと変成岩類の量が少ない。これは後背地の違いを反映していると考えられるが、今後さらなる検討を要する。また、砂岩中から見つかったジルコンからウラン鉛年代を求められれば、古地磁気層序と合わせて、さらに詳しい堆積年代を明らかにできると期待される。

引用文献

Miyata et al. 2011, *Vert. Palasiat*, 49, 53-68; Miki and Matsueda, 1985, *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. (Geol.)*, 25, 399-415; 宮田ほか, 2018, 日本地質学会学術大会, 80; 井上ほか, 1982, 地域地質研究報告 5 万分の1 地質図幅「中甕」, p.103; 宮田ほか, 2019, 日本古生物学会予稿集, 17; Ogg et al. 2016, *A Concise Geologic TimeScale 2016*, p. 216; 三木・松枝, 1974, 九大理研報(地質), 12, 27-40.

花崗岩資料の産地特定において、排他的同一性の認識はどこまで可能か
早坂康隆 (広島大)

Precise production area of granite specimen - how far exclusive identification can be achieved?
Yasutaka HAYASAKA (Hiroshima University)

はじめに 考古資料や犯罪捜査にかかわる物的証拠としての地質資料の出所・産地の特定は、どの程度の厳密さをもって明言可能であろうか。ここでいう「排他的同一性の認識」とは、類似した岩系や属性を明らかにしたり、有力な候補の一つとして挙げたりすることではなく、岩体、採石場、露頭といった様々なレベルにおいて、「この他にはあり得ない」と断定することである。ここでは、演者が最近手がけた中から、建築石材としての花崗岩資料(略号:GrA)の産地を特定する試みを例に、現状と今後の課題を整理したい。

スクリーニング スクリーニングは、詳細な分析に供する試料を少数のものに絞り込むために行うので、それ自体簡単な手法でなければならない。第一段階としては、資料の由来等から産地を絞り込む作業が必要となる。本件のような建築石材であれば、採石場の始業年や同時代の建築物への採用実績などが参考になる。これによって、①~⑧の8箇所の採石場を可能な産地候補として絞り込み、それらの試料を入手した。非破壊で行うスクリーニングとして、まずは肉眼とルーペを用いた主要構成鉱物の同定と粒度等の特徴による記載を行った。幸い、GrAの新鮮な破断面を含む欠片が提供され、中~粗粒のホルンブレンド黒雲母花崗岩と判明した。カリ長石は白色であることから、ピンク色の石材のみを産出する④が候補から外れた。次に、指向性のあるGM管サーベイメータを用いたβ線の計測を行ったが、全ての試料で100~120 cpmの範囲のカウント率となり、有意な差はなかった。また、十分なサイズの平滑面が得られた試料については帯磁率の測定を行い、次の結果を得た(単位は 10^3 SI)。

GrA: 0.097 ± 0.003 ①: 0.062 ± 0.003 ②: 0.039 ± 0.002
③: 0.109 ± 0.012 ④: 0.040 ± 0.004 ⑤: 0.061 ± 0.004

これらの結果から、③が最有力候補として浮上したが、念の為、全ての対象

試料を次なる詳細分析に供することとした。

偏光顕微鏡を用いた薄片観察: 検鏡により、GrAは、ホルンブレンドより黒雲母がやや多い花崗岩と判明した。これと類似する試料は①と③のみであり、他は、ホルンブレンドを僅かに含むか全く含まない、黒雲母花崗岩(②, ④, ⑤, ⑧)か黒雲母花崗閃緑岩(⑥, ⑦)であった。詳しく観察すると、GrAと③のホルンブレンドは共通して緑褐色コアと緑色リムの累帯構造を特徴とするが、①のホルンブレンドは均質な緑色という点で異なることが判明した。さらに、GrAと③の薄片には共通して花崗岩としては異例なカンラン石の結晶を含んでいることも判明した。その成因は不明であるが、ほとんどの花崗岩はカンラン石を含まないので、この点は排他的な特徴と言える。

全岩化学分析 全岩の主要10元素と微量22元素のXRF分析を行った。GrAとの組成差が最も小さいのは③であり、⑥と⑦は組成差が大きく、候補から除外できるかと判断した。

XRF マッピングによる比較 試料スラブに0.5 mmφの一次X線を照射し、K-Kα二次X線のマッピングを行った。1試料につき865ポイントの測定強度を小さい順に並べた散点グラフは、鉱物のモード組成、化学組成、粒度、組織等の複合的な要因によって、試料毎に特有の形状を示す。これを比較した結果、GrAと③は良く一致する一方、④~⑧は著しく異なることがわかった。年代分析 LA-ICP-MSを用いてジルコンのU-Pb年代を測定した結果、GrAが91.6 ± 1.1 Ma、③が92.1 ± 1.4 Maと、誤差の範囲で一致する結果となった。

まとめ スクリーニング段階では帯磁率測定の分解能が高く、極めて有効であり、詳細分析では、薄片の顕微鏡観察により、かなりの精度で候補を絞り込めることがわかった。多様な分析から、ここに掲げた候補の中で③以外は却下され、GrAの産地は③の採石場であると結論された。「この他にはあり得ない」との断定は不在証明に他ならないが、それが可能であるためには、ここで示した例のように、対象となる候補の数が有限である必要がある。その限りにおいて、消去法が適用できるからであるが、花崗岩については、岩体の認識が不十分なために有限化されていないので、岩体や露頭を特定する作業は困難を極めるであろう。今後、花崗岩体のカタログを整備する必要がある。

キーワード: 花崗岩, 排他的同一性, 産地特定, 考古資料, 地質学

北部ベトナムに分布するトクタット層の上部デボン系コノドント生層序とケルワッサー事変

小松俊文¹・川島大稀¹・山内一輝¹・田中源吾¹・前川 匠²・高嶋礼詩³・山田敏弘⁴・グエン ダック フォン⁵(¹熊本大学,
²大阪市立自然史博,³東北大学,⁴大阪公大,⁵ベトナム地質科学鉱物資源研究所)

Upper Devonian conodont biostratigraphy and Kellwasser Event of the Toc Tat Formation in northern Vietnam

Toshifumi KOMATSU¹, Hiroki KAWASHIMA¹, Kazuki YAMAUCHI¹, Gengo TANAKA¹, Takumi MAEKAWA², Reishi TAKASHIMA³, Toshihiro YAMADA⁴, Phong Duc NGUYEN⁵

(¹Kumamoto Univ., ²Osaka City Mus., ³Tohoku Univ., ⁴Osaka Metro. Univ., ⁵VIGMR)

ベトナム北部ハーザン省(Ha Giang Province)のシーファイ峠(Si Phai Pass)やシャオホー(Seo Ho)およびマーピーレン(Ma Pi Len)地域には、上部デボン系を主体とするトクタット層(Toc Tat Fm.)が北西-南東走向に分布している。トクタット層の主体は、フラニアン階とファメニアン階からなり、フラニアン/ファメニアン境界(F/F境界)を挟んでいる。本研究では、主にマーピーレン地域におけるトクタット層について、コノドント化石を用いて詳細な地質年代を推定し、安定炭素同位体比層序を明らかにした上でケルワッサー事変層を特定することを目的とした。

副模式地に指定されているシーファイ峠地域のトクタット層は、層状の灰色石灰岩を主体としており、赤褐色や灰緑色のマールや珪質泥岩の薄層を挟む(Komatsu et al., 2018)。層状石灰岩の多くは、タービダイトと半遠洋性の堆積物からなり、厚さ数10 cm~3mほどの石灰角礫岩やスランプ層を伴う。これらの地層は、炭酸塩プラットフォームの斜面や海盆縁辺で堆積したと考えられ、コノドントや遠洋性のオストロコダ、テナクキュリトイドなどの微化石を多産する。シーファイ峠からは、5属29種のコノドントが、シャオホ

一地域では5属29種のコノドントが産出した。その中にはフラニアン階上部や最上部に特徴的な*Palmitolepis nasuta*や*Palmitolepis linguiformis*、ファメニアン階の最下部を特徴づける*Palmitolepis triangularis*、*Palmitolepis subperlobata*、*Palmitolepis delicatula*などが含まれていた。これらの指標種の初産出層準に基づいて、下位から*P. nasuta*帯、*P. linguiformis*帯、*P. triangularis*帯の3帯に区分できた(Komatsu et al., 2018)。マーピーレン地域では、*P. triangularis*を採取することはできなかったが、*P. triangularis*と初産出層準が概ね一致する*P. delicatula*を確認した。また、シャオホー地域では、*P. nasuta*帯の上部から*Palmitolepis rhenana*が比較的多産したため、*P. nasuta*帯を上部と下部に区分することが可能である。

シーファイ峠とマーピーレン地域で採取した石灰岩試料の安定炭素同位体比を測定したところ、F-F境界付近と*P. nasuta*帯で顕著な正のエクスカーションを確認することができた。マーピーレン地域における正のエクスカーションは、有機物に富む黒色泥岩や黒色石灰岩中にあり、世界各地で確認されている上部および下部ケルワッサー事変に相当する可能性が高い。これらの黒色泥岩・石灰岩には、平行葉理が発達しており、TOCは1~2 wt.%, 値の高い層準では3~8 wt.%に達する。F-F境界に相当する上部ケルワッサー事変の黒色泥岩は、石灰岩の岩脈が多く保存状態は悪かったが、下部ケルワッサー事変の黒色泥岩・石灰岩は、状態が良く、分析の結果、0.5~2 wt.%の高いTS値や低いPristane/Phytaneなどが得られ、これらの有機物に富む堆積物は嫌気的な環境下で形成されたことが明らかになった。なお、シャオホー地域では、保存状態の良いコノドント化石が多産し、F-F境界付近で有機物に富む黒色泥岩層が発達している事や中部デボン系からの連続性も良いため、今後の調査が重要になる。

引用文献 Komatsu et al. (2018) Island Arc, e12281.

菅森義晃・垣内日菜子

(鳥取大学農学部生命環境農学科)

Silurian radiolarian fossils from the Gionyama Formation in the Gokase area, Miyazaki Prefecture, Southwest Japan

SUGAMORI Yoshiaki, KAKIUCHI Hinako

(Dep. Life and Envi. Agricul. Sci., Fac. Agric., Tottori Univ.)

【はじめに】

宮崎県北部五ヶ瀬町には黒瀬川帯の祇園山層が分布し、その下部層および上部層(木戸, 枚山, 2007)からはシルル紀およびデボン紀の放散虫化石が産出している(Wakamatsu et al., 1990; 梅田, 1997)。ただし、これらの報告は散点的な産出報告であり、梅田(1997)の報告は講演要旨であるため、化石産出地点や化石写真の情報等の詳細が示されておらず、祇園山層、特に上部層の層序区分については対比される高知県の横倉山層群(梅田, 1998)に比べ層序学的な課題が多く残されている。今回、祇園山層上部層からシルル紀ラドロー世の放散虫化石が新たに得られたので、ここに報告する。

【地質概説】

祇園山層は宮崎県北部の五ヶ瀬町坂本から鞍岡に分布し、下部層(層厚 100 m 以上)、中部層(同 300 m)、上部層(同 450 m)からなる(木戸・枚山, 2007)。下部層は、主に凝灰質砂岩泥岩互層で構成され、シルル紀ランドベリー世後期以前を示す放散虫化石が産出し(Wakamatsu et al., 1990)、横倉山層群の五味層に対比される(梅田, 1997)。中部層は石灰岩礫岩を主体とし、ランドベリー世後期の可能性が高いサンゴ化石や腕足類、三葉虫等の化石を含み(浜田, 1959; 木戸, 枚山, 2005)、横倉山層群の深田層に対比される(梅田, 1997)。上部層は主に珪長質火砕岩や珪長質凝灰質火砕岩からなり、シルル紀ラドロー世前期、プリドリ世後期およびデ

太田泰弘(北九州市立自然史・歴史博物館)

The trends and the Japanese names of limestone outcrops, exposed on the Hiraodai Limestone Plateau, Fukuoka Prefecture (Preliminary study).

Yasuhiro OTA (Kitakyushu Museum of Natural History & Human History)

福岡県に所在する平尾台は、ペルム紀の付加体である秋吉帯を代表する大型の石灰岩体である。その石灰岩は山口県の秋吉台と同様に、海山上に形成された生物礁堆積物を含む、古生代後半の浅海性石灰岩から構成されると考えられる。また平尾台は、卓上のカルスト高原として知られ、古くより北東部の北平尾台、南東部の南平尾台に区分され、全体として被覆カルストの様相を呈す。石灰岩の露出が顕著な前者は、一部が土壌に覆われた半裸出カルスト(“半被覆カルスト”)で、その露出石灰岩の景観から“羊群台(ようぐんだい)”とも呼ばれる。土壌被覆が厚い後者は、被覆カルストと呼んで良い状態が“千草台(ちぐさだい)”とも呼ばれることがある。

平尾台や秋吉台に露出する石灰岩露頭(石灰岩の凸部)に対する呼称は、所謂、“紡錘虫の墓石や石灰岩柱、尖頭、円頂 Karren, limestone pillar, 石灰岩(カッレン)、溶食岩柱“形”, カレン, 円頂状カレン, 尖頂状カレン, 石塔, 円頂ピナクル, ピナクル”等々が、一般に知られており混沌とした印象がある(※カレンの語は、溶食の窪み(凹部)や石灰岩表面の溶食微地形を指す語として用いられるなど文脈の理解には注意が必要。例えば、羽田, 2008)。

この度、GIS ソフト地図太郎を用い、国土地理院・地理院地図及び同院の空中写真(2009 年度版)を重ね合わせ、加工するなどして、北平尾台に露出した石灰岩露頭の二次元的観察を試みた。結果、北平尾台に露出する石灰岩露頭の少なくとも一部は、不連続(火成岩脈方向に近似する北東-南西方向)の構造的断裂はあるものの、数十 m 規模で追跡可能であることが分かってきた。

ボン紀エムス世を示す放散虫化石が産出している(Wakamatsu et al., 1990; 梅田, 1997)。これら 3 つの年代を示す放散虫化石を含む地層はそれぞれ横倉山層群の市山層、上流層および中畑層に対比されている(梅田, 1997)。

【産出した放散虫化石と年代】

祇園山東方の大石には、凝灰質礫岩、凝灰質砂岩、凝灰質泥岩、チャート様珪長質凝灰岩からなる露頭がある。この露頭中の多数のチャート様珪長質凝灰岩から *Zadrappolus spinosus* Furutani, 1990, *Oriundogutta (?) kingi* Noble, 1994, *Praespongocoelia parva* (Furutani, 1990) などの放散虫化石が得られた。これらは飛騨外縁帯で設定されたシルル系ラドロー統下部から中部の *Z. spinosus*-*Pra. parva* 群集帯を構成するタクサである(栗原, 2004)。したがって、このチャート様珪長質凝灰岩は同群集帯に対比され、その年代はシルル紀ラドロー世前期~中期と判断される。

【考察】

梅田(1997)はラドロー統下部の *F. osobudaniensis*-*S. itoigawai* 群集(栗原, 2004)に相当する放散虫化石群集を祇園山層上部層から報告しており、このことから市山層相当層が祇園山層に存在することを示した。今回、*F. osobudaniensis*-*S. itoigawai* 群集の上位の *Z. spinosus*-*Pra. parva* 群集が得られたことは祇園山層に市山層相当層の存在を裏付けるとともに、黒瀬川帯のシルル系堆積岩の堆積年代が *F. osobudaniensis*-*S. itoigawai* 群集帯~*Z. spinosus*-*Pra. parva* 群集帯の示す年代(ラドロー世前期~中期)に渡ることを表している。

【文献】

浜田, 1959, 地質雑, 65, 688-700. 木戸・枚山, 2005, 福岡大学理学集報, 35, 11-29. 木戸・枚山, 2007, 日本地質学会西日本支部会報, 153. 栗原, 2004, 地質雑, 110, 620-639. 梅田, 1997, 日本地質学会第 104 年学術大会要旨, 380. 梅田, 1998, 地質雑, 104, 276-27. Wakamatsu et al., 1990, *Jour. Earth Sci. Nagoya Univ.*, 37, 157-192.

また石灰岩露頭の凸部は、畑で言うところの「畝(うね)」のごとく、あるいは、車の轍の溝と溝との間の「溝間」のように、石灰岩の畝【立体的には、峯(峰)〔山の頂、ピークの意〕と言うより、鶏冠(鳥冠)に似た石灰岩“稜”〔かど、うねの意 (limestone crest)〕や石灰岩“嶺”〔みね、やまなみ、連山の意 (limestone ridges)〕と呼べるような分布を示していることが分かってきた。

平尾台の石灰岩露頭は、これまで“羊群原”と呼ばれるような、羊の群れを想起させる“丸味を帯びた石灰岩露頭”の景観から、秋吉台で“犬牙”(山崎, 1906)や“孤峯”(佐藤, 1928)として表現されたような、所謂ピナクルのように孤立した石灰岩露頭の印象が強かったが、俯瞰的に見ると“鋸歯”(同じく山崎, 1906)や“連嶺”(同じく佐藤, 1928)に比較し得るような、連亘する丸味を帯びた石灰岩露頭が「石灰岩畝稜や石灰岩畝嶺」と呼ぶべき露出を示すことが分かってきた(※クリント (clint) の用語使用はさらなる検討が必要)。

加えて、本地域(特に大平山周辺)に露出する石灰岩露頭の延び(二次元的長軸)の方向は、北西-南東方向が卓越することも予察された。露出石灰岩の石灰岩畝(稜・嶺)の連なりは、直線的で台地の起伏など地形への依存が少ないことなどから、本地域の石灰岩露頭の露出傾向は、構造的に大きく支配されており、示す傾向はテクトニックな影響を強く反映していると推測される。

以上、本地域に露出する石灰岩露頭は、Fracture-controlled linear karren (Ford and Williams, 1989) の視点から、溶食前の節理や断層の割れ目に沿って、溶食“割れ目”や溶食の“窪み”(solution fissure, solutional clefts)が発達・拡大・“連担”した結果として、石灰岩の凸部(“軸部 (shaft)”)が形成され、「石灰岩畝稜や石灰岩畝嶺」と呼べる石灰岩の露出景観を呈していると考えられる。

引用文献

Ford, Derek and Williams, Paul. 1989, *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. John Wiley & Sons Ltd (2007), 562p.
羽田麻美, 2008, カルスト地形の中のカレン研究の動向と今後の課題. 地理誌叢, 50 (1), 30-35.
佐藤傳蔵, 1928, 秋吉臺のカルスト(石灰岩景観)(其一). 地質学雑誌, 40 (9), 532-542.
山崎直方, 1906, 秋吉臺のカルストに就いて. 地質学雑誌, 13 (157), 337-344.

島根県東部中新統古浦層・成相寺層に見られる泥質インジェクタイトとその特徴

酒井哲弥¹・松尾由鈴²

(¹ 島根大学総合理工学部地球科学科, ² 島根大学大学院自然科学研究科)

Muddy injectite in the Miocene Koura and Josoji formations in the eastern part of Shimane and its characteristics.

Tetsuya SAKAI¹, Yuzu MATSUO

(¹ Dept. Earth Science, Shimane Univ., ² Graduate School of Natural Science and Technology, Shimane Univ.)

インジェクタイトとは、砕屑性岩脈や岩床を構成する堆積物のことである。島根半島東部に分布する中新統古浦層・成相寺層に、砂質シルトを基質とする基質支持の礫岩からなるインジェクタイトが見つかった。ここではその特徴を紹介し、その成因、とくに流動化のメカニズムについて考察する。

ここで対象とするインジェクタイトは、古浦層の最上部・成相寺層の下部に見つかったものである。古浦層(20-18Ma)の上部は、河川や氾濫原堆積物などの陸成層・汽水湖の堆積物から構成される、日本海開裂に伴う本格的なリフティングの初期の堆積物である。その上位に重なる成相寺層(18-15Ma)の下部は、黒色頁岩や水中火山の噴出物・貫入岩を主体とした地層で、リフティングの最盛期に形成された地層である。この層準でのインジェクタイトは、古浦層に貫入し、成相寺層下部形成時に噴出したと思われる安山岩の分布域の周辺で見つかった。その安山岩は岩脈を埋めるが、一部は角礫岩化している。安山岩角礫には顕著な発泡構造が発達し、安山岩と同質の細粒物が基質を構成する。この特徴はハイアロクラスタイトのものに酷似する。

ここで扱うインジェクタイトはこれまでの研究では、土石流堆積物と扱われてきた。詳細な地質調査から、砕屑性の岩脈が複数箇所で見つかった。砕屑性岩床と判断されたものは、泥質な堆積物が上位層に注入したり、境界部が上位にめり込む産状を示す。今回、記載対象としたのは厚さ約5mの砕屑性岩床である。この地点の泥質なインジェクタイトの内部は必ずしも均質ではなく、

局所的に砂質になったり、楕円形をした砂礫の集中部が存在する。礫は細礫から、長径が5mを超える砂岩のブロックまで、さまざまなサイズのものが含まれる。インジェクタイトの一部には、条線のよく発達している面構造が見られた。その特徴は、土石流堆積物に見られ、流れが停止する際に形成される、衝上断層様の構造によく似る。これらの特徴から、インジェクタイトをもたらした流体は、土石流に類似する特徴を持つことが示された。

礫の多くは、角礫から亜角礫の砂岩(細礫から巨礫サイズ)で、それらは古浦層の砂岩に由来すると解釈される。これ以外に細礫から中礫サイズの黒色の安山岩の円礫が含まれ、一部の礫は内部に砂岩片を包有する。その安山岩部分には、砂サイズの岩片が多く含まれる。同じ特徴を持つ安山岩片の散在した、塊状の砂岩ブロックもインジェクタイトに含まれる。この砂岩ブロックには、円礫から角礫、複雑な形をしたもの、砂サイズから中礫サイズまでの多様な安山岩片が含まれる。これはペペライトに見られる特徴である。黒色の安山岩が調査地の古浦層上部に含まれないことを踏まえると、インジェクタイト中の安山岩礫は、安山岩質マグマと水を含む未固結の堆積物が接することによる、水蒸気爆発に由来すると判断される。礫の滑らかな形は、マグマと水を含む堆積物が接した際、堆積物に混合したマグマが十分に高温で、マグマ塊の表面に水蒸気膜が形成されたことで説明できる。

このインジェクタイトをもたらしたのは、安山岩質マグマの貫入に伴ったペペライト形成時の流動化であると解釈される。これまでのペペライトに関する報告では、貫入岩体の周囲の堆積物が均質化(ホモジェナイト化)されたり、局所的に周囲の堆積物が流動化した事例は報告されているが、大規模に流動化を起こした事例はほとんど知られていない。

古浦層の場合、堆積物に明瞭な古土壌が認められない。その堆積速度はかなり早かったことが推定される。早い堆積速度のもとで形成された地層では、埋没に伴う堆積物の空隙の減少が抑えられるケースがある。ここでは、間隙水圧も高くなっていたことが推定される。そうした層とマグマが接することで、水蒸気爆発に伴って液状化した砂層が高い圧力をもって流動化し、流体の移動の過程で、周囲の泥を取り込むことで、最終的には泥質な流体が形成されたと、現状では推定している。

石垣島産シャコガイ殻のEPMAによるカソードルミネッセンス・元素濃度マッピング

山本啓司¹・原田櫻子^{1,2}・岡本和明³・牧門達哉^{3,4}

(¹鹿児島大学, ²西日本シティ銀行, ³埼玉大学, ⁴与那原中学校)

EPMA mapping analyses on cathodoluminescence and element-concentration of a Tridacnidae shell from Ishigaki-jima, subtropical southwest Japan.)

Hiroshi YAMAMOTO, Sakurako HARADA, Kazuaki OKAMOTO, Tatsuya MAKIJO

(¹Kagoshima Univ.,²Nishi-Nippon City Bank, ³Saitama Univ., ⁴Yonabaru Junior High School)

海洋生物が形成する炭酸塩骨格に微量成分として含まれる元素は、水温や塩分濃度などの指標となり得る。シャコガイは一般に長寿で殻の成長が早い。殻には1日から1年周期の成長線が形成されている。大型のシャコガイ殻について、微量成分の変化を解析すれば、数10年以上に亘る環境変動を追跡できるはずである。その前提として、年単位の成長線を基準とする季節変動を把握しておく必要がある。本研究ではシャコガイ殻の断面について、背縁からできるだけ内側(軟体部側)に至るまでをカバーする分析を試み、一定の知見を得ることができた。

研究対象は、八重山諸島石垣島北東部の田中牧場の敷地(北緯24度28分52秒, 東経124度15分44秒)から出土したシャコガイ殻である。殻の最も厚い部位を放射筋に平行にスラブ状に切り出し、岩石用スライドガラスにマウントできる大きさに分けて4枚の研磨薄片を作成した。シャコガイは、アラレ石を合成して殻を形成する。アラレ石は地表付近の温度圧力条件では準安定であるため、時間の経過とともに方解石に変化する。試料の状態を確認するため、研磨した断面の数箇所についてラマン分光分析を行った。アラレ石に特徴的な波数207付近に鋭いピークがあり、方解石に特徴的な280付近と712付近のピークは認められなかったため、試料は十分に新鮮である。

漸新統杵島層群産骨質歯鳥類の下顎化石の元素分析

田上響¹・市川慎太郎¹・大橋智之²

(¹福岡大学, ²北九州市立自然史・歴史博物館)

Elemental distribution analysis of pelagornithid mandible from the Oligocene Kishima Group

Kyo TANOUÉ¹, Shintaro ICHIKAWA¹, Tomoyuki OHASHI²

(¹Fukuoka Univ.,²Kitakyushu Mus. Nat. Hist. and Hum. Hist.)

九州北西部に分布する漸新統杵島層群からこれまで産出した脊椎動物化石は、骨質歯鳥類、プロトプレウム類鳥類、カメ類の標本数点のみである(岸川, 2005; 岡崎, 2006)。このうち、佐賀県武雄市に分布する杵島層最下部の杵島層のシルト岩層より、骨質歯鳥類の左下顎の一部の骨化石が、一部鉄質の沈着物に覆われた状態で海生軟体動物化石とともに産出した(岡崎, 2006)。骨質歯鳥類は晩新世から更新世にかけて生息していた海鳥である(Owen, 1873; Mourer-Chauviré and Geraads, 2008; Bourdon et al., 2010; Mayr and Rubilar-Rogers, 2010; Mayr and Zvonok, 2011)。その嘴の骨質部には棘状で中空の「骨質歯」が並んでおり、これらは歯槽に収まり歯冠がエナメルに覆われる歯とは異なるものである(Louchart et al., 2013)。北九州市立自然史・歴史博物館所蔵の杵島層産骨質歯鳥類標本(KMNH VP 000,021)は左下顎の吻側を成し、長さ86 mm、高さ22 mmである。基部のみ保存されたものも含め、背側縁に8つの骨質歯が並んでいる(岡崎, 2006)。

本研究では、杵島層群産脊椎動物化石の保存状態を解明するため、骨質歯鳥類標本の元素分布を蛍光X線分析により非破壊で解析した。合わせて杵島層の細粒砂岩ならびに現生鳥類の下顎の骨を、比較のため同様に解析した。

解析の結果、骨質歯鳥類標本は現生標本よりも主成分のアルミニウム、ケイ素、鉄、微量成分のストロンチウム、イットリウム、硫黄の割合が高く、亜鉛の割合が低かった。また、骨質歯鳥類標本の内部と表面では顕著な差が見られた。骨線維構造の認識できる内部では、リンとカルシウムの質量%の値が現生

電子プローブマイクロアナライザ(EPMA)を用いて、研磨薄片のカソードルミネッセンス(CL)像と元素(S, Na, F, P, Ca, K, Mn, Sr, Ba, Mg, Cl, Fe, C, Al, Si)の濃度マップを取得し、それらをフラットベッドスキャナーで取得した画像と比較して、成長線と殻の化学組成との関連性を検討した。研磨薄片には透明度が異なる成長線縞模様が見られる。ここではスキャナー画像上で白く不透明に見える筋を明帯、透明度が高く暗く見える筋を暗帯と呼ぶ。

若年期(背側縁)の殻は明帯と暗帯の間隔が不規則であり、CLの明暗の変化と殻に含まれる元素の濃度変化にも一貫した規則性は認め難い。殻の中央部から腹側縁では規則的な縞模様をなす明帯と暗帯が認識できる。CL像は明帯で明るく、暗帯では暗い。殻の中央部から腹側縁では、硫黄とナトリウムの濃度の変化がCLの変動周期と概ね一致し、CLが明るいところで濃度が高く暗いところで低い。これらは、明帯が冬季に、暗帯が夏季に成長したことを示す。

フッ素とマグネシウムの濃度の変動は部分的にCLと類似する傾向を示すものの、一貫した規則性を読み取れないので、季節変動があるかどうかは不明である。炭素の濃度は殻の中央部で低く、成長方向に緩やかに増加し、腹側縁で緩やかに減少している。CLの変動周期に相当する変化は認められない。アルミニウムの濃度は殻の腹側縁において、成長方向に向かって緩やかに上昇している。CLの変動周期に相当する変化は認められない。リンとカルシウムの濃度はCLの変動周期にかかわらず、数cmにわたって緩やかに変化していて、一方が増えるとは他方が減る逆相関の傾向が認められる。貝殻中の微量元素の変動を議論する際には、一般に微量元素濃度をCa濃度で規格化した値(Sr/Ca比など)が用いられる。しかし、大型の貝殻の離れた部位の微量元素組成を比較する場合には、Ca濃度による規格化は不適切かもしれない。K, Mn, Sr, Ba, Cl, およびFeは、カウント数、またはカウント数の変化が小さすぎて濃度の変動を検出できなかった。

標本よりわずかに低いのみであった。下顎体の表面が比較的平滑な領域では、内部より主成分のマグネシウム、アルミニウム、ケイ素、鉄の割合が高く、杵島層の細粒砂岩に類似する値を示した。さらに骨質歯の基部では、それら以外の領域よりも微量成分のニッケル、銅、ストロンチウムで高い値が得られた。

現生標本よりも骨質歯鳥類標本で高い値を示した成分は、特に表面において、化石化の過程で標本に取り込まれたと考えられる。対象的に内部では、非生物起源の元素への置換は表面ほど進まなかった。またカルシウムは部分的にストロンチウムとイットリウムに置換された。さらに岡崎(2006)にて報告されたように、杵島層群産骨質歯鳥類標本は表面での鉄の濃集が特徴的である。

引用文献

- Bourdon, E., Amaghaz, M., and Bouya, B. (2010) *American Museum Novitates*, **3704**, 1-71; 岸川昇 (2005) 佐賀県高等学校教育研究会理科部会地学部会, **1**: 173; Louchart, A., Sire, J.-Y., Mourer-Chauviré, C., Geraads, D., Viriot, L., de Buffrénil, V. (2013) *PLoS One*, **8**, e80372; Mayr, G. and Rubilar-Rogers, D. (2010) *Journal of Vertebrate Paleontology*, **30**, 1313-1330; Mourer-Chauviré, C. and Geraads, D. (2008) *Oryctos*, **7**, 169-194; 岡崎美彦 (2006) 北九州市立自然史博物館研究報告, **4**, 111-114; Owen, R. (1873) *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, **29**, 511-521.

P-3

房総半島に分布する完新統沼層における貝化石群の特徴

谷 康平・鎌滝孝信

(岡山理科大学大学院理学研究科)

Characteristics of molluscum fossil assemblages from the Holocene Numa Formation, Boso Peninsula, central Japan

Kohei TANI and Takano KAMATAKI (Graduate School of Science, Okayama University of Science)

房総半島南部は相模トラフに面しており、相模トラフを震源とする海溝型地震（例えば 1703 年および 1923 年関東地震など）の影響を繰り返し受けることで完新世を通じて地盤の隆起が累積し、海成段丘が発達する地域である（藤原ほか, 1997 など）。そこには、沼層と呼ばれる完新世の谷埋め浅海成堆積物が分布する。これまで、この地域では複数の津波堆積物が報告されており、その化石群に関する研究もなされてきた（藤原ほか, 2003 など）。しかし、静穏時に形成される「ノーマル層」と津波やストーム時に形成される「イベント層」の繰り返しに対応して形成された貝化石群の連続的な変化に着目した研究は公表されていない。本研究では、詳細な堆積相の観察や貝化石の産状観察および貝化石の種構成から、沼層にみられる貝化石群の特徴について述べ、その形成過程について議論したい。

本調査地域は後氷期の海進によって形成された溺れ谷で、調査地点は房総半島南部を流れる巴川の河岸で、現在の海岸線から東に約 2.5km 内陸に位置する（藤原ほか, 2003 の Loc.58 付近）。そこで、堆積相の観察および貝化石の産状観察を行い、試料を採取した。堆積相観察の際に、露頭における碎屑物の粒径や堆積構造の違いを基にノーマル層とイベント層を区別した。内湾性シルト層と比べて明らかに粒径の粗い粗粒堆積物（砂礫）からなる地層をイベント層とし 4 層を識別した。イベント層の基底部は侵食面を呈している、イベント層とノーマル層が繰り返しみられる。分析試料は、藤原ほか(2003)の Loc.58 付近で幅約 2m の露頭においてノーマル層から 5 層準、イベント層から 4 層準の全 9 層準から、1 層準当たり原則 7,000cm³ のブロック試料を採取した。

P-4

簸川平野東部のボーリングコアにおける完新世貝形虫の高時間分解能分析

大植 和・入月俊明・中島 啓・瀬戸浩二・香月興太(島根大)・中西利典(ふじのくに博)・齋藤文紀(島根大)

High-resolution analysis of Holocene ostracod assemblages from a borehole core in the eastern part of the Hikawa Plain, Southwest Japan.

Nagomi Oue, Toshiaki Irizuki, Hajime Nakashima, Koji Seto,

Kota Katsuki(Shimane Univ.), Toshimichi Nakanishi(Fujinokuni Mus),

Yoshiki Saito(Shimane Univ.)

簸川平野（出雲平野）は、島根県東部の出雲市に広がる沖積平野で、縄文海進期には古宍道湾と呼ばれる閉鎖的内湾が形成されていた。簸川平野の発達史に関する研究は多いが（山田・高安, 2006 など）、微化石を用いた研究は少ない現状にある。そこで、本研究では、微小甲殻類で石灰質の 2 枚の殻を持つ貝形虫を示相化石として用い、特に、縄文海進早期の古宍道湾の発達過程を詳細に復元することを目的とした。

本研究で使用したボーリングコア（HK-19 コア）は簸川平野東部の宍道湖西岸で掘削され、コア長は 34.8 m である。コアは厚さ 1 cm にスライスされ、本研究では中島ほか（2020）に基づき、貝形虫の連続的算出が見込まれるコア深度 27.40~23.83 m のシルト質粘土で構成された層準（AMS 放射性炭素年代測定に基づく、約 8600~7700 年前）を分析対象とした。試料は凍結乾燥後、250 メッシュの（開口径：63 μm）の篩上で水洗した。乾燥後、115 メッシュ（開口径：125 μm）の篩上の試料から双眼実体顕微鏡を用いて貝形虫を抽出・同定した。

結果として、分析した 294 試料中 264 試料から 15 属 20 種の貝形虫が同定され、群集の種多様度は全体を通して低かった。最多産種は *Bicornucythere bisanensis* で、ほぼ全ての試料から産出し、次いで、*Spinileberis quadriaculata* が高い割合で産出した。この 2 種は共に日本全国の閉鎖的内湾〜中央部の泥底環境に生息するが（池谷・塩崎, 1993）、前者は後者よりも貧酸素環境に

ノーマル層においてはウラカガミガイ (*Dosinella Penicillata*) などの内生二枚貝化石が自生でみられた。一方、イベント層では洗い出された内生二枚貝化石のほか、マガキ (*Crassostrea gigas*) などの表生二枚貝化石が他生で多くみられた。

次に採取した二枚貝化石について、各個体の種類を同定しその生活環境や生活様式に応じて分類した。その際、①食性と底質への定着の仕方、②生息する底質環境、③生息水深の 3 点に着目した。まず、食性と底質への定着の仕方では、1) 内生懸濁物食者、2) 内生堆積物食者、3) 表生懸濁物食者、4) 表性足糸付着懸濁物食者の 4 グループの生活型に分けた。ここで、各グループにおける種の産出頻度について述べる。ノーマル層から採取された貝化石はすべて内生懸濁物食者だったが、イベント層では表生懸濁物食者や内生堆積物食者が占める割合がほぼ半数に達した。二つ目の着目点として、産出した貝化石ごとに生息する底質環境について、泥底、砂底、砂礫底、礫底・岩礁などに分類した。各層準において産出した種の割合は、ノーマル層については採取できた種数が少ないため、一定の傾向は見出せなかった。一方、イベント層では礫底・岩礁や砂礫底および砂底に生息する種の占める割合が 7 割から 8 割に達する。しかしながら、最下部のイベント層のみは泥底及び砂泥底に生息する種の占める割合が 5 割で、他のイベント層と様相が多少異なる。この点については今後、試料の採取数を増やすなど更なる分析が必要と考える。最後に生息水深については、大山（1952）に基づき潮間帯を含む 7 つに分類した。こちらもノーマル層では底質環境で述べたことと同様の理由から、その特徴を掴むことができなかった。イベント層でみられた特徴は、潮間帯のみに生息する種はほとんどなく、潮間帯下部から水深 20-30m に生息する種の割合が最も多く、20-30m~50-60m に生息する種を合わせた大半を占めた。

本発表では、これらの調査結果からイベント層とノーマル層それぞれにみられる底生動物群の特徴とその形成過程について議論したい。

引用文献：藤原治ほか, 1997, 第四紀研究, 36, 73-86.; 藤原治ほか, 2003, 第四紀研究, 42, 389-412.; 大山桂, 1952, 貝類学雑誌, 17, 27-35.

対する耐性が強い（入月ほか, 2003）。

また、層準によっては、内湾砂泥底種の *Cytherois uranouchiensis*, *Cytheromorpha acupunctata*, *Loxoconcha bispinosa*, *L. uranouchiensis*, *L. viva* など（入月ほか, 2009）が付随した。このように縄文時代早期において、簸川平野東部は全体的に閉鎖的内湾〜中央部の環境であったことが推察される。さらに、これらの種の時系列的変化を検討した結果、HK-19 コア地点における古環境は以下のように復元された。

約 8600 年前以前：貝形虫の密度が低く、現在の中海の大橋川河口域に生息する *Cytherura mii* などの汽水生貝形虫（入月ほか, 2003）が断続的に産出しており（中島ほか, 2020）、汽水生の湖沼環境が推察される。約 8600~8290 年前：*B. bisanensis* が断続的に産出し始め、特に、約 8440 年前から貝形虫の密度が急激に高くなったことから、海水準の急激な上昇により、西側の大社湾から海水が本格的に流入し、水深 10 m 前後の閉鎖的内湾が形成された。約 8290~8060 年前：貝形虫の密度が低い状態が続いた。密度低下の要因は塩分低下や貧酸素化が考えられる。この時代には汎世界的寒冷化を示す 8.2ka イベント（Bond et al., 1997）が起きていたことから、この寒冷化に関連した降水量の変化などの影響も考えられる。約 8060~7760 年前：再び貝形虫の密度が高くなり、*L. viva* などの本研究で最も深い水深 15 m 以深を示す種が産出し始めることから、水深が深くなり、さらに、約 7920 年前から種多様度も高くなったことから、海水の循環が全層準を通じて最も良くなり、やや開放的な内湾環境へと変化した。同時代には古宍道湾最奥部においても最も水循環が良かったことが報告されている（川原ほか, 2022）。約 7760~7690 年前：再び、種多様度が減少し、*B. bisanensis* の占める割合が高く、密度が低くなったことから、古宍道湾の西側の入り口に砂州が発達することによって、閉鎖的になっていったことが示唆される。

引用文献：Bond et al.(1997)Science,278,1257-1266；池谷・塩崎（1993）地質論, 39, 15-23；入月ほか（2003）島根大地球資源環境学研報, 22, 152-158；入月ほか（2009）島根大地球資源環境学研報, 28, 3-8；川原ほか（2022）Laguna, 29, 115-132；中島ほか（2020）汽水域合同研究発表会 2020 講演要旨；山田・高安（2006）第四紀研究, 45, 391-405.

P-5

紀伊水道北東部における過去約1万年間の貝形虫化石群集と環境の変化

小林哉太¹・入月俊明¹・天野敦子²・岩谷北斗³・竹内美優³・有元 純²

(¹島根大学, ²産業技術総合研究所, ³山口大学)

Temporal changes of ostracod assemblages and paleoenvironments over the past 10,000 years in the northeastern part of the Kii Channel

Kanata KOBAYASHI¹, Toshiaki IRIZUKI¹, Atsuko AMANO², Hokuto IWATANI³, Miyu TAKEUCHI³, Jun ARIMOTO²

(¹Shimane Univ., ²AIST, ³Yamaguchi Univ.)

紀伊水道は大阪湾の南方、紀伊半島と四国の間に位置しており、水深は20～100 mである。紀伊水道には黒潮由来の複雑な潮流が流れ込み(藤原2012)、また、黒潮の大蛇行や構造運動の影響を受けてきた海域である。

そこで、本研究では、完新世における紀伊水道の古環境や相対的海水準変動を復元するために、示相化石として重要な微化石分類群である微小甲殻類貝形虫殻の群集解析を行った。

本研究で使用したコア試料は産業技術総合研究所の紀伊水道沿岸域プロジェクトの一環として、紀淡海峡に近い地点(水深約31.2 m)において大口径コアラーを用いて採取された。コア長は約3.5 m、コア径は10 cmで、岩相は下位よりおおそシルト質砂、砂質シルト、シルトから構成される。いくつかの層準で貝殻を用いた¹⁴C年代測定が行われた。コア試料は厚さ2.3 cmで連続的に採取され、真空凍結乾燥後、目開き63 μmの篩上で水洗された。乾燥後、目開き125 μmの篩を用いて選別し、篩上の堆積物から双眼実体顕微鏡下で貝形虫化石を抽出し分類した。

結果として、約80種の貝形虫が識別された。多産種は湾の泥底～砂泥底に生息する貝形虫種であった。得られた貝形虫群集を対象に、種々の多変量解析を行った。Qモードクラスター分析の結果、試料は4つの貝形虫相に分類された。因子分析の結果、上位4つの因子で累積寄与率が86%に達した。因子1は *Ambtonia obai* や *Cytheropteron kumaii* が高い正の因子得点を示した

P-6

微化石とCNS元素分析に基づく岡山県中新統勝田層群下部の古環境

久常晃誠¹・入月俊明¹・瀬戸浩二¹・林 広樹¹

(¹島根大学)

Paleoenvironment of the lower part of the Miocene Katsuta Group, Okayama Prefecture, Japan, based on analyses of microfossils and CNS elements

Kousei HISATSUNE¹, Toshiaki IRIZUKI¹, Koji SETO¹, Hiroki HAYASHI¹

(¹Shimane Univ.)

岡山県北部の津山盆地には、前期中新世後期から中期中新世前期にかけて形成された勝田層群(河合, 1957)が分布している。勝田層群は下位より陸成の植月層、浅海成の吉野層、および深海成の高倉層からなり、瀬戸内区中新統の代表的な地層として、古くから地質層序・古環境・古生物学的研究が行われてきた(例えば, Taguchi, 2002)。しかしながら、日本海拡大に関わる構造運動や中期中新世最温暖期の汎世界的海進に伴う陸域から海域への環境変化とそのタイミングに関しては、未だ不明な点がある。

そこで、本研究では、津山盆地東部、勝田郡奈義町の高殿川河床とその周辺地域に分布する勝田層群植月層と吉野層下部を対象に地質調査を行い、その調査結果と採取した試料の微化石分析とCNS元素分析に基づいて古環境変化の復元を試みた。

微化石分析では、高殿川河床から採取された9試料、奈義町柿の露頭(柿露頭)から採取された21試料を用いて処理を行い、貝形虫化石と有孔虫化石を抽出・同定した。CNS元素分析では、泥質堆積物からなる高殿川河床の19試料と柿露頭の16試料を用いた。

地質調査の結果、高殿川では、下位より植月層高根夾炭部層、植月層池ヶ原夾炭部層、および吉野層出雲川砂岩部層が整合で重なり、局所的に変斑レイ岩や緑色岩などからなる基盤岩が露出する。植月層高根夾炭部層は、基盤岩を不整合に覆い、基盤岩の亜円礫～円礫からなる礫岩層、炭質物を頻繁に含む青灰色の砂岩層や泥岩層で構成され、一部でレンズ状あるいはチャンネル状の礫岩層が認められた。植月層池ヶ原夾炭部層は、植月層高根夾炭部層の上位に重な

ことから、本研究で水深が最も深い湾中央部泥底環境を示す。因子2は *Spinileberis quadriaculeata* や *Trachyleberis niitsumai* が高い負の因子得点を示したことより、水深の最も浅い閉鎖的内湾奥の泥底環境を示す。因子3は *Loxococoncha viva*, *Cytheropteron donghaiense*, *Krithe japonica*, *Bicornucythere* sp. Uが高い正の因子得点を示したことより、現在の紀伊水道や大阪湾の沖合のような湾泥底環境を示す。因子4は *Bicornucythere bisanensis*, *Loxococoncha viva*, *Pistocythereis bradyi* が高い負の因子得点を示したことより閉鎖的内湾中央部泥底環境を示す。

以上のような貝形虫相と各因子と試料との間の相関関係を示す因子負荷量の垂直変化に基づくと、以下のような古環境の時系列変化が復元された。

約5200年前以前: 閉鎖的内湾奥の泥底環境(因子2)から始まり、上位へ向け相対的海水準が上昇し、閉鎖的内湾中央部泥底環境(因子4)を経て、水深の深い湾中央部泥底環境(因子1)へと変化した。

約5200～約90年前: 因子1と因子4の因子負荷量に変動が見られたことから、水深あるいは陸からの距離が周期的に変化したことが示唆された。特に約4200年前の層準では水深の浅い閉鎖的内湾奥の泥底環境を示す因子2も比較的高い負の因子負荷量を示した。

約90年前以降: 現在の紀伊水道や大阪湾の沖合のような泥底環境を示す因子3の因子負荷量が正に高く、貝形虫相もこの層準から明確に変化することから、それまでと異なる貝形虫群集が優占するようになった。紀伊水道の北方にある大阪湾では20世紀に入ると、沿岸の人口増加、工業化、環境改変などによる人為的影響により、富栄養化・有機汚濁・重金属汚染などが顕著となり、貝形虫群集に多大な影響を与えたとされている(Yasuhara et al., 2007)。このような影響が紀伊水道にも及び、それまでと異なる貝形虫群集に変化したと推定される。

引用文献

藤原建紀, 2012, 紀伊水道・豊後水道・響灘と瀬戸内海. 瀬戸内の自然・社会. 人文の総合誌, 瀬戸内海, no. 64, 4-9.

Yasuhara, M., Yamazaki, H., Tsujimoto, A., Hirose, K., 2007. The effect of long-term spatiotemporal variations in urbanization-induced eutrophication on a benthic ecosystem, Osaka Bay, Japan. *Limnology and Oceanography*, 52, 1633-1644.

り、全体的に炭質物を豊富に含む淡灰色～褐色の砂岩層や泥岩層からなる。その上位の吉野層出雲川砂岩部層は、部分的に巻貝のビカリア(*Vicarya japonica*)や二枚貝のアツガキ(*Crassostrea gravitesta*)などの貝化石が多産する暗灰色の砂岩層や泥岩層からなる。一方、柿露頭は吉野層出雲川砂岩部層から構成され、主に上記のような貝化石を豊富に含む暗灰色～黒色泥岩層からなり、礫岩層や砂岩層を挟在する。

微化石分析の結果、高殿川と柿露頭に分布する吉野層出雲川砂岩部層から採取した全30試料中、19試料から初めて貝形虫化石2種(*Spinileberis* spp.)と底生有孔虫化石4種(*Ammonia tochiensis*, *Buccella tanaii*, *Quinqueloculina* sp., *Karreriella tanabensis*)が産出した。これらの微化石に基づくと、吉野層出雲川砂岩部層堆積時の古環境は塩分変動の激しい閉鎖的内湾奥～中央部泥底環境であったと推測された。また、殻の薄い貝形虫種が保存されていたことより、堆積当時の貝形虫と有孔虫の多様性と密度は低かったと推定された。

CNS元素分析の結果、高殿川の植月層高根夾炭部層では、全有機炭素(TOC)濃度が1 wt%未満で、全イオウ(TS)濃度もほぼ0に近い値を示したこと、および礫岩層がチャンネル構造を示し、炭質物を含むことから河川システムの環境が推定された。その上位の植月層池ヶ原夾炭部層では、TS濃度が0.5～1.1 wt%の値を示し、海水の影響のある汽水環境が示唆された。吉野層出雲川砂岩部層では、上位に向けTOC濃度とTS濃度が上昇し、上部では全有機炭素/全窒素(C/N)比が25～30程度で、全有機炭素/全イオウ(C/S)比は1以下の値を示したことより、陸上高等植物起源の有機物の供給が多い、非常に還元的な閉鎖的内湾環境に変化したと推定された。柿露頭の吉野層出雲川砂岩部層では、全体的に高殿川と比べてTOC濃度とTS濃度が高かったが、C/N比に関しては25～35程度でC/S比は0.5～1.0であったことから、高殿川と同様に有機物の供給が多い還元的な閉鎖的内湾環境であることが推定された。

以上のように、植月層上部(植月層池ヶ原夾炭部層)ですでに海水の流入があったと推定され、従来の植月層堆積時の堆積環境を湖沼環境とする考察と異なる結果を示した。

引用文献: 河井(1957)5万分の1地質図幅説明書「津山東部」、地質調査所, 1-63; Taguchi(2002) Bull. Mizunami Fossil Mus. no. 29, 95-133.

P-7

新潟県胎内市鮮新—更新統鉄江層上部の花粉化石群集に基づく古環境復元

島江夏希¹・渡辺正巳²・入月俊明¹・山田 桂³

(¹島根大学, ²文化財調査コンサルタント㈱, ³信州大学)

Paleoenvironmental reconstruction based on pollen assemblages from the upper part of the Plio-Pleistocene Kuwae Formation, Tainai City, Niigata Prefecture, Northeast Japan.

Natsuki TORII, Masami WATANABE, Toshiaki IRIZUKI, Katsura YAMADA

(¹Shimane Univ., ²Archaeol. Res. Consult. Inc., ³Shinshu Univ.)

新潟県胎内市の中心を流れる胎内川右岸に位置する夏井セクションには、鮮新統上部—更新統最下部鉄江層が連続して露出する。鉄江層は主にシルト岩からなる海成層で、軟体動物化石をはじめ、珪藻化石、石灰質ナノ化石、浮遊性有孔虫化石、貝形虫化石などの様々な海洋性微化石を豊富に含む(渡辺ほか, 2003; 三輪ほか, 2004; Yamada et al., 2005; Irizuki et al., 2007)。また、この地層の最上部には、鮮新/更新統境界であるガウス/松山境界が確認されている(井上ほか, 2003)。これらの先行研究により、当時の海洋環境が詳細に復元された。一方、夏井セクションにおける陸上の古気候や古植生については、既に山野井(1976)による研究があり、新第三紀の植生変遷が概略的に明らかにされている。しかしながら、この研究の時間分解能は高くなく、鉄江層全体で34試料のみである。そこで、本研究では、鉄江層上部を対象に、より詳細な花粉分析を行い、高時間分解能で古気候と古植生を明らかにし、海洋環境の変化との関連性について検討することを目的とした。

本研究では、鉄江層上部の約3.0~2.58 Maの層準から採取したシルト岩からなる57試料を用いて花粉分析を行った。結果として、保存良好な花粉化石が多数得られた。検出数の多かった分類群は、ギンサン属、ツガ属、イヌカラマツ属、スギ科型(スギ属、メタセコイア属、スギ科)、ハンノキ属、ブナ属、アカガシ亜属である。その中でも、ギンサン属、スギ科型、およびブナ属は特

微的な変動を示した。得られた花粉化石群集のデータをもとに統計解析を行った結果、全体的に試料間の類似性は高かったが、下部の花粉化石帯Iと上部の花粉化石帯IIに大別された。花粉化石帯Iでは、広葉樹花粉に比べて針葉樹花粉の割合が卓越し、スギ科型が多く検出された。また、スギ科型の割合が周期的に変化するとともに、ギンサン属が、スギ科型と負の相関を示した。花粉化石帯IIでは、花粉化石帯Iに比べてスギ科型などの温帯針葉樹花粉の割合が減少し、ブナ属などの冷温帯広葉樹花粉の割合が著しく増加した。

花粉化石帯IからIIへの変化は、約2.7 Maに生じており、Yamada et al. (2005) や入月・山田(2007)により指摘された汎世界的な北半球氷河作用の強化に関連した植生の変化であると推定される。また、花粉化石帯Iにおいて、スギ科型とギンサン属の周期的な増減は、古植生の変化あるいは海進・海退による陸域からの距離の違いを反映している可能性がある。この周期的変化は齊藤(2008)により指摘された新第三紀花粉化石帯NP-6における花粉化石群集の特徴と一致している。一方、従来の海洋性微化石の研究では、ミランコビッチサイクルに同調した顕著な群集変化が認められた。本研究の花粉化石群集は、一部を除き、それに同調した大きな変化は認められなかった。また、石灰質ナノ化石の研究(渡辺ほか, 2003)によって、石灰質ナノ層序 datum A (2.75 Ma)が確認された。この層序では、貝形虫化石の研究(入月・石田, 2007)で、貝形虫化石群集の寒冷化へシフトすることが指摘されているが、本研究において花粉化石群集には、顕著な変化は見られなかった。これらのことから、陸域の植生は海域の生物群集に比べて、穏やかな変化であったと考えられる。

引用文献

井上ほか(2003)石油技誌, 68, 570-580; 入月・石田(2007)化石, 82, 13-20; Irizuki et al. (2007) Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 245, 421-443; 三輪ほか(2004)石油技誌, 69, 272-283; 齊藤(2008)分類, 8, 31-37; 渡辺ほか(2003)石油技誌, 68, 561-569; Yamada et al. (2005) Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 220, 255-271; 山野井(1976)新潟大理学部地質鉱物学教室研報, 4, 197-206

P-8

鳥取県東部周辺域の離水した付着生物化石の高度分布と年代

杉野竜太¹・太田悠造²・菅森義晃¹

(¹鳥取大学農学部生命環境農学科・²鳥取県生活環境部山陰海岸ジオパーク海と大地の自然館)

Height distribution and ¹⁴C Ages of emerged sessile organism fossil assemblage in the eastern part of Tottori Prefecture

SUGINO Ryuta¹, Ota Yuzo², Sugamori Yoshiaki¹

(¹Dep. Life and Envi. Agric. Sci., Fac. Agric., Tottori Univ. ²San'in Kaigan Geopark Mus. Earth Sea, Tottori Pref. Govt.)

【はじめに】

鳥取県東部の浦富海岸の海食洞・海食洞門(以下、洞窟)には離水した付着生物化石群集(SOFA)がしばしば存在し、SOFAには、潮間帯上部の環境を好むイワフジツボ(*Chthamalus challengeri* Hoek, 1883)(金・山口, 1996)や、平均海面付近の環境を好むヤッコカンザシ(*Spirobranchus kraussii* Baird, 1864)(大野ほか, 2021)等の過去の海水面を示しうる化石を含んでいる。これらを利用すれば、この地域での相対的海水準変動曲線(RSLC)が復元できるものと期待される。そこで、鳥取県東部周辺域のSOFAの分布や海面からの高さおよびSOFAの¹⁴C年代をもとに、RSLCを描き、研究地域の相対的海水準変動を明らかにすることを目的として研究を行った。

【研究地域および方法】

鳥取県岩美町の浦富海岸、兵庫県新温泉町の居組海岸および兵庫県豊岡市の竹野海岸において、SOFAの分布状況を記載・確認した。採取した試料については構成する化石の同定を行った。9試料(浦富海岸7試料、居組海岸1試料、竹野海岸1試料)のSOFAについて、¹⁴C年代測定を依頼した。高度は研究地域内の田後験潮場の潮位データを用いて、同験潮場の年平均潮位(MSL)を0mとする基準(標高約+0.25m)からの高さに補正して表記している。

【SOFAの分布状況および¹⁴C年代の傾向】

研究地域の23ヶ所の洞窟でSOFAを確認した。SOFAは高度約2m以下の範囲で、パッチ状や連続性の良い帯状の状態が存在していた。採取できた59試料のうち、1試料のみヤッコカンザシが優占し、残りの試料はイワフジツボが優占していた。ヤッコカンザシが優占する1試料はMSL±0.15mの範囲で(大野ほか, 2021)、イワフジツボが優占する残りの試料は潮間帯上部~潮上帯で(MSL~MSL+0.55m:過去57年の月平均潮位の最大値と市橋, 1993のイワフジツボの垂直分布に基づく)、それぞれ形成されたものであるとみなした。測定した¹⁴C年代は高い位置のSOFA(高度1~1.8m:2,100~3,500 cal BP)が低い位置のSOFA(高度1m:800~1,600 cal BP)より¹⁴C年代が古くなるという傾向を示していた。

【考察】

山陰地域で報告されたRSLCと本研究のそれとを比較すると、沈降傾向にあった鳥取県東部の中海・宍道湖地域(中村, 2006)、兵庫県北部の豊岡盆地(Tanigawa et al., 2013)および京都府北部の久見浜湾(Yamada et al., 2015)とは対照的に研究地域は過去約3,000年において隆起傾向であった。研究地域の隆起速度はおよそ0.4 mm/年と見積もられた。ANUおよびANUrモデルに基づく過去6,000年の山陰海岸付近の相対的海水準変動はそれぞれ+2~+3 mおよび0~+1 mであり(Okuno et al., 2014)、本研究で得られた隆起速度に基づけば、過去約3,000年において鳥取県東部~兵庫県北部の海岸付近の隆起がハイドロアイソスタシー、もしくはこれと地域的なテクトニクスの組み合わせによって生じたことを示唆する。

【文献】

市橋, 1993, 新潟県立教育センター研究報告, 149, 37-44. 金・山口, 1996, 付着生物研究, 12, 1-23. 中村, 2006, 第四紀研究, 45, 407-420. 大野ほか, 2021, 日本ベントス学会誌, 76, 92-102. Okuno et al., 2014, *Quatern. Sci. Rev.*, 91, 42-61. Tanigawa et al., 2013, *The Holocene*, 23, 1039-1051. Yamada et al., 2018, *Quatern. Int.*, 471, 332-344.

P-9

The complicated stratigraphic position of the Kasubuchi Pyroclastic Flow deposit, Sanbe Volcano

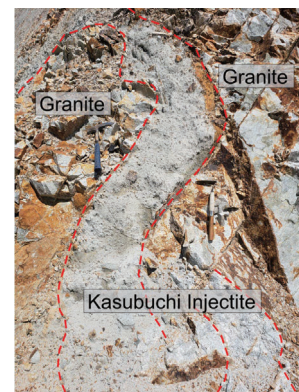
Andreas Auer¹·Yuki Täge¹·Yamauchi Seiki²·Tetsuya Sakai¹

(¹Department of Earth Science, Shimane University, Japan; ²島根県土質技術研究センター)

Mount Sanbe is the youngest active volcano in the SW Japan Arc and has produced several large Plinian Eruptions during the Pleistocene (Auer et al., 2022; Venzke, 2020). The initial phase (Stage I) of the volcanic activity is well known for the emplacement of the widespread Kisuki pumice fall deposit which is an important marker horizon throughout Honshu (Toyokura et al., 1991). Associated with this initial Plinian Fall deposits are also some local deposits emplaced from pyroclastic density currents known as the Kasubuchi Pyroclastic Flow (Fukuoka, 2014). The second large Plinian eruption (Stage II) produced the widespread Unnan tephra deposit (Sun et al., 2022), which was followed by the formation of a small caldera and the emplacement of the Ohda Pyroclastic flow deposits (Matsui, 1971).

Field occurrence and stratigraphic position of the Kasubuchi Pyroclastic flow deposit are complicated as this unit exclusively occurs in very complicated bedding relation with adjacent units. Most remarkable are large injectite bodies that have penetrated deep into the under and overlying strata. We investigated field relation, petrography, and geochemistry of the Kasubuchi Pyroclastic flow deposit in order to constrain its stratigraphic position as well as the mechanism of transport and deposition. Preliminary geochemical results show that the composition of fresh glass found in the Kasubuchi

Pyroclastic flow is more closely related to products of the 2nd stage. In addition, grainsize distribution as well as pyroclast morphology suggest, that pyroclastic products within the Kasubuchi Pyroclastic flow were formed by fragmentation due to external water. In this work, we discuss the possibility, that the Kasubuchi Pyroclastic flow was an initial, phreatomagmatic phase of the 2nd stage (Unnan tephra / Ohda Pyroclastic flow)



Spectacular pyroclastic injectites in Granite

Auer, A., Kamei, A., & Endo, D. (2022). Sanbe volcano: Long-term evolution of an arc magmatic system. *Island Arc*, 31(1), e12453.

Fukuoka, T. (2014). Database of Research Materials of Sanbe Volcano Collected by Seiji Matsui and Takashi Fukuoka. *Shimane Nature Museum of Mt. Sanbe*, 1–55.

Matsui, S. (1971). Pyroclastics and their stratigraphy from Volc. Sanbe. *Earth Science (Chikyu Kagaku)*, 25, 147–163.

Sun, C., Plunkett, G., Wang, L., Mingram, J., Han, J., Chu, G., & Liu, J. (2022). Four widespread East Asian tephra marker horizons during early MIS 3: 60–50 ka teprostratigraphy of Huguangyan Maar Lake southern China. *Quaternary Science Reviews*, 279, 107389.

Toyokura, I., Ohmura, K., Arai, F., Machida, H., Takase, N., Nakadaira, K., & Ito, T. (1991). Identification of the Sanbe Kisuki tephra found in marine terrace deposits along coastal areas of Hokuriku district, and its implications. *The Quaternary Research (Daiyonki-Kenkyu)*, 30(2), 79–90.

Venzke, E. (2020). *Global Volcanism Program | Sanbesan*. Smithsonian Institution | Global Volcanism Program. <https://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=283002>

P-10

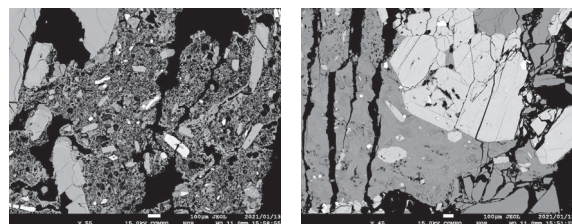
Mechanical strength and textural characterization of rocks from the Taiheizan eruption, Mt Sanbe.

Ryusei Fujii¹, Andreas Auer¹, Tetsuya Kogure¹

(¹Department of Earth Science, Shimane University, Japan)

Arc volcanism is often characterized by the eruption of highly viscous, volatile rich magmas. The respective arc volcanoes may either erupt explosively - often producing large Plinian or Sub-Plinian eruptions or effusively, often resulting in the formation of block lava flows or volcanic domes (Peléan eruption). Controls on whether an eruption will be effusive, or explosive are far from clear, but are partly controlled by crustal storage of the magma, pre-eruptive degassing or long term passive degassing of the magma and magma ascent dynamics. Lava domes, formed during effusive activity, are highly unstable structures, which are subject to intense gas flux and continuous variations in their state of stress. As a result, they are prone to gravitational collapse leading to the formation of block and ash flows which pose a substantial hazard to people and infrastructure tens of kilometres away from the volcano. The Taiheizan eruption (Stage VII) of Sanbe volcano (Fukuoka, 2014) produced extensive block and ash flows as well as pyroclastic fall deposits and had previously been related to a major dome-forming episode at Sanbe volcano (Auer et al., 2022; Kusano & Nakayama, 1999). All erupted products from the Taiheizan episode show a remarkable bimodal density distribution. Compressive and tensile rock strength was determined for a selected set of samples to evaluate how vesicularity and density affects stability of active lava domes. Subsequently, crystal size distribution (CSD) analysis was performed to further distinguish and evaluate magma vesiculation and

crystallization during lava dome growth. Remarkable, we found that all samples (low and high density) show CSD characteristics typical for enhanced amphibole crystallization. Such a feature is usually not characteristic for dome forming eruptions where hydrous minerals such as amphibole decompose during shallow storage under atmospheric conditions. These new results are calling it into question whether the Taiheizan eruption really was a Peléan eruption.



Low density (left side) and high-density sample from Taiheizan block and ash flow deposits after performing compressive stress testing. Notice the lack of any amphibole breakdown textures in both samples

Auer, A., Kamei, A., & Endo, D. (2022). Sanbe volcano: Long-term evolution of an arc magmatic system. *Island Arc*, 31(1), e12453.

Fukuoka, T. (2014). Database of Research Materials of Sanbe Volcano Collected by Seiji Matsui and Takashi Fukuoka. *Shimane Nature Museum of Mt. Sanbe*, 1–55.

Kusano, T., & Nakayama, K. (1999). Preliminary Report on Depositional Processes of Block-and-ash Flow Deposits: An Example from the Taiheizan Pyroclastic Flow Deposits at Sanbe Volcano, Southwest Japan. *BULLETIN OF THE VOLCANOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN*, 44(3), 143–156. https://doi.org/10.18940/kazan.44.3_143

宮崎県中部で認められる征矢原断層の断層露頭調査および南海トラフ地震に伴うクーロン応力変化の考察

榎本悠和¹・向吉秀樹¹ (¹ 島根大学)

Outcrop survey of the Soyabaru fault confirmed in central Miyazaki Prefecture and consideration on the Coulomb stress changes associated with the Nankai trough earthquakes

Yuka Enomoto¹, Hideki Mukoyoshi¹ (¹ Shimane Univ.)

1. はじめに

宮崎県中部には北東から南北走向、北西側隆起の正断層である征矢原断層が報告されている(活断層研究会編, 1991)。このリニアメントでは河川や谷の右屈曲や低断層崖の確認がされている(活断層研究会編, 1991; 今泉ほか編, 2018)。しかし、征矢原断層は地質の違いにより差別的に浸食されリニアメントの可能性があり(九州活構造研究会編, 1989)、断層露頭の報告もされていない。また、宮崎県は南海トラフ地震の想定震源域である日向灘に面しており、南海トラフ地震に加え、日向灘のみを震源域とする海溝型地震も発生することが知られている。過去には、海溝型巨大地震である東北地方太平洋沖地震(Mw 9.0)によって内陸活断層の地震が誘発された例がある(堤・遠田, 2012)。

本研究は、征矢原断層に沿った地形・地質調査を行い、征矢原断層が活断層か否かを判断すること、及び、太平洋沿岸に位置する征矢原断層への海溝型巨大地震による地震活動を予測するために、南海トラフ地震と日向灘地震に伴う征矢原断層におけるクーロン応力変化を算出することを目的とする。

2. 地質概説

征矢原断層周辺は四万十累層群を基盤とし、その上位を不整合に中期中新世の尾鈴山火山深成複合岩体が覆っている(木村ほか, 1991)。調査地域には、この複合岩体の主岩体である溶結凝灰岩層2、及びそれに貫入する美々津花崗閃緑斑岩が分布している(木村ほか, 1991)。

地形・地質情報からの過去の津和野川の河床縦断系の復元

米本景太郎¹・酒井哲弥¹

(¹ 島根大学総合理工学部地球科学科)

Reconstruction of the longitudinal profile of Paleo-Tsuwano River based on geographic and geological information

Tetsuya SAKAI¹, Yuzu MATSUO (¹ Dept. Earth Science, Shimane Univ.)

島根県西部を流れる津和野川は高津川の支流の1つである。現在、この川の起源は島根県と山口県との県境にある。この川のかつての源流は山口県山口市宮野の木戸山とされる(例えば、加藤ほか(1966))。更新世の青野山火山群の溶岩ドームの形成に伴って、かつての津和野川(古津和野川)の上流部に堰き止め湖が形成されたとされる。そして現在の山口市長門峡の南東端から北に向かって湖水が溢れ出ること、溶岩ドームより南の古津和野川は、萩市へと流れる阿武川に争奪されたとされる。湖のあった場所は比較的平坦な平野の広がる山間盆地(徳佐盆地)となった。徳佐盆地とその周辺で起きた河川争奪については山内(1990・2003)や加藤ほか(1966)で議論をされている。古津和野川上流部の争奪のきっかけとなった、湖水の他河川への「溢流」が長門峡で起きたとされているが、その地形的な証拠ははっきりと示されていない。その議論をより確かなものにするためにも、当時の津和野川がどの位置に流路があったか、どの標高に位置していたかを明らかにする必要がある。そこでこの研究では、河川争奪される以前の古津和野川の河川縦断形を復元することを試みた。

ここではまず、現在の阿武川—津和野川の河川縦断形を国土地理院地図上で、断面図の作成ツールを用いて作成した。古津和野川の河床に関する情報を次の2つの方法で収集した。(1)国土情報データベースで提供されているコアデータのうち、基盤岩と堆積物との境界が含まれるものを抽出した。とくに玉石混じり砂礫層と基盤岩の境界など、過去に河床があったことの記録を含むコア情報を選び、その境界の標高を、古津和野川の河床縦断形の復元に利用した。(2)地形図等を使い、徳佐盆地内での段丘の抽出を

3. 結果と議論

征矢原断層に沿った地質調査により、3つの断層露頭が確認できた。断層露頭1はリニアメント近傍に位置するものの、断層面の走向はNW、相対的に北東側隆起の変位センスを示す。リニアメントとは走向および変位センスが全く異なっていることから地質断層であると考えられる。断層露頭2は未固結の礫層を変位させている撓曲露頭であり、比較的新しい時代に断層が活動した可能性がある。断層露頭3では基盤である尾鈴山溶結凝灰岩が断層によって切られている。断層面の走向傾斜はN80°E62°S、条線のレイク角は70°SWであり、幅約1cmの断層ガウジが認められる。断層面に境に約1m北西側が相対的に隆起している。また、断層面の近傍では、傾斜方向に礫が再配列していることから、礫層の堆積後に断層が活動したと示唆される。

クーロン応力変化の解析は、南海トラフ地震のうち、震源域の異なる3ケース、及び日向灘地震2つの計5つの地震を対象に行った。その結果、ケース⑥「四国沖〜九州沖」に震源断層を設定した場合、及び1662年日向灘地震の場合に征矢原断層の断層運動が促進され、他3つの地震では征矢原断層の断層運動は抑制される。九州沖を確実な震源域に含む南海トラフ地震は観測史上発生しておらず、1662年日向灘地震は約360年前に発生していることから、南海トラフ地震と日向灘地震に伴って征矢原断層の断層運動が促進されることは非常に稀であると考えられる。これは断層露頭で確認できた変位量が約1mと非常に小さいことと調和的である。

引用文献

今泉俊文ほか 編 (2018) 活断層詳細デジタルマップ 新編, 東京大学出版会。
活断層研究会 編 (1991) 新編 日本の活断層—分布図と資料—, 東京大学出版会。

木村克己ほか (1991) 尾鈴山地域の地質, 地質調査所。

九州活構造研究会 編 (1989) 九州の活構造, 東京大学出版会。

堤浩之・遠田晋次 (2012) 地質学雑誌, 118, 559-570。

行った。現地において、穿入蛇行の痕跡の見つかった段丘や、これまでの研究で堆積物の存在が報告されている段丘を対象として、地質調査に基づいて古津和野川の河床の痕跡の有無を調べた。過去の河床の痕跡が見つかった場合にはその標高を古津和野川の標高とし、縦断形の作成に利用した。古津和野川の縦断形は現在の河川縦断形に重ねる形で作成した。

抽出された段丘の中に、半円形の帯状の凹地形が見つかった。それは、かつての穿入蛇行であると判断される。この穿入蛇行の発達した段丘面を次の理由から、青野山火山群により、古津和野川が分断される前の流路の痕跡と判断した:(1)段丘面上の基盤岩は、赤色風化を被っていた。この赤色風化は現在、進行しておらず、20-60万年前のものとして推定されている(山内, 2003)。(2)凹部には河床堆積物と推定される円礫が見つかった。さらに山麓緩斜面を削り込んだ場所から、表面付近の緩斜面の堆積物の下位に、基質が赤色泥の基質支持礫層と基盤岩が見つかった。赤色の基質支持礫層は、湖の崖錐の堆積物と解釈され、赤色土壌の広がる斜面の崩壊に伴って堆積した、湖形成初期の堆積物であると判断される。その直下の基盤岩は、赤色風化を受けていないため、湖ができる直前まで、侵食に晒されていたと判断して問題ない。よって、基盤と崖錐堆積物との境界の標高も過去の河床の標高に近似されると判断した。

阿武川流域で3か所、津和野川流域で2か所のコアデータを利用した。徳佐盆地のコアデータ(竹村ほか, 1991)は、基盤岩と堆積物との境界を含み、さらには重力探査で負のブーゲー異常のあるエリアに隣接し、かつ平野が狭まる所から得られた。この地点の基盤と堆積物との境界は古津和野川の河床の深度か、それとかなり近い深度に達していると判断される。

復元された河床縦断形は全体的には下に凸の形を示すが、徳佐盆地・青野山火山群では上に凸の形状を示した。その原因の1つとして、溶岩ドームの形成による隆起が考えられる。この縦断形をより信頼性の高いものとするためにも下流域を含めた地形・地質情報の蓄積が重要であろう。

引用文献

山内(1990) 立命館地理学, 2, 65-82; 山内一彦(2003) 立命館地理学, 15, 31-47; 加藤ほか(1966) 地理科学, 6, 65-77; 竹村ほか(1991) 地質雑, 97, 15-23。

P-13 石灰岩洞窟における割れ目と崩壊の関係性

乾智美¹・辻智大¹
(¹山口大学)

Relationship between crack and collapse in limestone caves

Tomomi INUI¹, Tomohiro TSUJI¹ (¹Yamaguchi Univ.)

【はじめに】石灰岩の崩壊は、地表においては石灰石鉱山の残壁の崩壊に関与したり、地下においては地表面に到達する陥没や、洞窟の形成に関与したりする。カルスト地域では鉱産資源や観光資源などカルスト資源の開発が進んでいるが、こういった開発により陥没孔が形成されるような事例が国内外で発生している (Waele,2011;美祢市議会, 2021)。

洞窟内の空間の拡大は崩落が形成要因の一つであり、崩落には断層が関与していることがわかっている (太田ほか, 1980)。しかし、洞窟内の全ての断層・亀裂が必ずしも崩壊に繋がるというわけではない。よって、本研究では崩落に関与する割れ目の特徴を明らかにすることを目的として、秋吉台にある景清洞及び大正洞の崩落箇所と割れ目の分布把握を行った。平尾台の牡鹿洞及び千仏鍾乳洞においても概査を行った。

【研究結果】本研究では、天井もしくは洞壁に崩落跡が認められ、ある程度広い空間を有する崩落部と、崩落跡の認められない非崩落部に分類した。

景清洞および大正洞で見られた崩落部の特徴として、連続性がよく破砕幅の大きな断層がある場所は必ず崩落が起こっていることが挙げられる。また、崩落礫は断層(礫径 2~3 m)量も多い傾向にあり、断層から離れると礫径は 30~40 cm 程になる。一方で、断層は未発見であるが、多量の崩落礫が堆積している崩落部も見受けられた。また、景清洞においては、洞床に堆積した河川堆

積物の上部に崩落礫を確認することができた。景清洞および大正洞で見られた非崩落部の特徴としては、断層が乏しい傾向が強いことと充填亀裂が発達すること、巨大な崩落礫が認められないことが挙げられる。また、洞幅が 5~6 m 以下の空間では崩落が発生していなかった。

牡鹿洞では崩落礫が観察されたが、断層は認められなかった。千仏鍾乳洞の崩落部では、30 cm 幅程の破砕帯も伴う断層が観察された。牡鹿洞及び千仏鍾乳洞は景清洞及び大正洞に比べて洞窟自体が小規模であり、崩落による空間の拡大より溶食による拡大が顕著であった。

【考察】以上より、以下の 5 点の考察を行った。

- ・連続性がよく破砕幅の大きな断層の存在が、崩落を引き起こす要因の一つと考えられる。
- ・複数の断層の存在も、崩落を引き起こす要因の一つと考えられる。
- ・洞窟の幅も崩壊の起こりやすさに影響すると考えられる。
- ・崩落礫の分布域や礫径から断層の存在及び位置を推定できると考えられる。
- ・堆積物の層序などから、崩落の前後関係を推察できると考えられる。

引用文献

- 河野通弘, 1980, 秋吉台の鍾乳洞—石灰洞の科学—, 9-24, 帰水会
- Jo De Waele, Francisco Gutiérrez, Mario Parise, Lukas Plan. (2011) Geomorphology, 134, 1-8, Geomorphology and natural hazards in karst areas: A review
- 議会だより編集委員会 (2021) みね議会だより, 美祢市議会, 40, 5

支部長
山本啓司(鹿児島大学)
事務局・世話人
小松俊文・田中源吾(熊本大学)

発行： 日本地質学会西日本支部
事務局：〒860-8555 熊本市黒髪 2-39-1
熊本大学大学院 先端科学研究部
基礎科学部門 地球環境科学