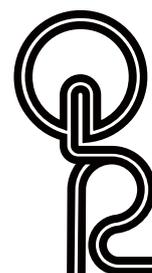


日本第四紀学会講演要旨集
PROGRAMME and ABSTRACTS



55

日本第四紀学会 2025 年大会

島根大学松江キャンパス

8月28日：専門巡検 1

8月29~30日：一般研究発表

8月31日：シンポジウム・普及講演会「出雲平野と宍道湖の歴史」

9月1日：専門巡検 2~3

日本第四紀学会

Japan Association for Quaternary Research

日本第四紀学会 2025 年大会概要

1. 全体概要

開催会場：島根大学松江キャンパス（〒690-8504 島根県松江市西川津町 1060、最寄バス停：島根大学前（JR 松江駅から 15-20 分））

https://www.shimane-u.ac.jp/nyushi/transport_access/campus_map/campus_map01.html

開催日程（全期間）：2025 年 8 月 28 日～ 9 月 1 日

8 月 28 日（木） 専門巡検 1（植生）、評議員会

8 月 29 日（金） 一般研究発表（口頭およびポスター）

8 月 30 日（土） 一般研究発表（口頭およびポスター）、総会・授賞式（ハイブリッド形式）、懇親会

8 月 31 日（日） シンポジウム（公開）、普及講演会

9 月 1 日（月） 専門巡検 2（大山）、専門巡検 3（三瓶とたたら）

共催：島根大学

エスチュアリー研究センター・総合博物館（シンポジウム・普及講演会）

日本植生史学会（専門巡検 1 植生のみ）

2. 大会参加について

大会専用サイト <https://sites.google.com/view/2025jaqua/> から申し込んでください。

申込方法の詳細については、大会専用サイトを通じてお知らせします。申込および支払い方法など詳細は、大会専用サイトをご確認ください。

※大会参加申込、懇親会申込の締切：8 月 22 日（金）

1) 大会参加費

会員（一般、70 歳未満）：1,000 円

会員（大学院生・学部生）：無料

非会員（一般、大学院生・学部生）：2,000 円

70 歳以上の会員、および、8 月 31 日のみ参加する方：無料

2) 懇親会

一般（8/1 までの早期割引）：5,000 円

大学院生・学部生（8/1 までの早期割引）：3,000 円

8/2 以降当日までの申込（一般、大学院生・学部生）：6,000 円

3) 専門巡検

専門巡検 1 プレ植生（会員のみ：日本植生史学会員を含む）：2,000 円

専門巡検 2 ポスト大山（会員のみ）：3,000 円

専門巡検 3 ポスト三瓶たたら（会員のみ）：6,000 円

※巡検参加費にはレクリエーション保険代が含まれます。

※日本第四紀学会は免税事業者のため、大会参加費は会員・非会員ともに不課税です。

※キャンセルポリシー（大会参加・懇親会）：申し込み後に大会参加および懇親会をキャンセルした場合、8 月 28 日までに連絡があった場合は全額返金しますが、それ以降は返金しません。

※キャンセルポリシー（専門巡検）：申し込み後に参加をキャンセルした場合、実施日の 1 週間前まで（専門巡検 1 は 8/20、専門巡検 2 と 3 は 8/24）は参加料金を全額返金しますが、それ以降は返金しません。

3. スケジュール・会場

8月28日(木)	9:00 ~ 17:00 (15:00 ~ 18:00 予定 評議員会)	専門巡検 1
8月29日(金)	9:00 ~ 9:30 ~ 11:45 11:45 ~ 12:15 13:15 ~ 14:30 14:30 ~ 17:30	受付 口頭発表 ポスターショー トーク ポスター発表 口頭発表
8月30日(土)	9:00 ~ 9:30 ~ 11:45 11:45 ~ 12:15 13:15 ~ 14:30 14:30 ~ 15:30 15:45 ~ 17:45 18:00 ~ 20:00	受付 口頭発表 ポスターショー トーク ポスター発表 口頭発表 総会・授賞式 (Zoom ハイブリッド) 懇親会
8月31日(日)	8:30 ~ 9:00 ~ 12:30 13:00 ~ 13:30 ~ 15:00	受付 シンポジウム (公開) 受付 普及講演会 (公開)
9月1日(月)	8:00 ~ 17:00	専門巡検 2、専門巡検 3

会場：島根大学松江キャンパス

- ・大学ホール：口頭発表、総会、シンポジウム、普及講演会
- ・教養講義棟 1号館 102 教室：休憩室・評議員会
- ・教養講義棟 1号館 101 教室：企業展示
- ・教養講義棟 1号館 201 教室：ポスター発表
- ・第二食堂 ニコラ 2階：懇親会

4. スケジュール・プログラム

JAQUA2025 Schedule

8月28日	8月29日	8月30日	8月31日	9月1日
木	金	土	日	月



日本第四紀学会2025年大会プログラム

8月29日(金)		発表者	発表タイトル
9:00-		受付	
9:25-9:30		開会挨拶(会長)	
9:30-10:30	口頭発表AM1	座長：西澤文勝	
9:30-9:45	O-01	奥野 充(大阪公立大)・石賀 敏(鳥取県地学会)・中岡礼奈(神戸大)・Auer Andreas(島根大)・小林哲夫(京都大)	大山火山の完新世噴火活動
9:45-10:00	O-02	宮録育夫(熊本大)・飯塚義之(中央研究院)・緒方裕也(テレビ熊本)	阿蘇火山中岳火口周辺域における最近約800年間のテフラ層序
10:00-10:15	O-03	中里裕田(産総研)・若本直哉(銚子ジオパーク推進協議会・銚子市教育委員会)・岡崎浩子(深田地質研究所)	千葉県北東部銚子市における浅間火山起源テフラの検出
10:15-10:30	O-04	鈴木毅彦・川畑美桜子(東京都立大)・段上清香(日本公営)・園分邦紀・川島真一・中山俊雄(東京都土木技術支援センター)	多摩川中流域、多摩市関戸における多摩コア中の前期更新世テフラとその対比
休憩			
10:45-11:45	口頭発表AM2	座長：高田裕行	
10:45-11:00	O-05	藤木利之(岡山理大)・山田和芳・岡野美郷・西野愛理(早稲田大)・瀬戸浩二・香月興太・鹿島 薫・辻本 彰(島根大)・田中陶子(大阪公立大)・中西利典(ふじみュー)	松江城四十間堀川から得られた堆積物の花粉分析による都市環境の変化
11:00-11:15	O-06	鹿島 薫(島根大/国立中正大)・福本 侑(島根大)	松江城堀コア試料から得られた珪藻遺骸群集; DAIPo(珪藻汚濁指数)の人の新環境変動史への応用
11:15-11:30	O-07	Aan DIANTO, Tetsuya SAKAI, Koji SETO, Kota KATSUKI (Shimane Univ.), Toshimichi NAKANISHI (Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka), Yoshiaki SAITO (Shimane Univ.)	Holocene coastal evolution and paleogeography of the Izumo Plain and Lake Shinji, Shimane Prefecture: A result from the NH23 core
11:30-11:45	O-08	Anjila Babu Malla, Toshihide Shibi and Tetsuya Sakai (Shimane Univ.)	Geotechnical and Stratigraphic Characteristics of Holocene Deltaic Sediments in the Izumo Plain, Japan
11:45-12:15	ポスターショールーム(P-1~14)	一人2分未満, 口頭で, PCは使用しない。	
昼休み			
13:15-14:30	現地 ポスターコアタイム (P-1~14)		
14:30-16:00	口頭発表PM1	座長：篠崎鉄哉	
14:30-14:45	O-09	山内一彦(山口県立徳山高)・白石健一郎(山口県立高森高)	中国山地西部、筒賀-宇佐断層帯と大原湖断層帯の間に分布する活断層
14:45-15:00	O-10	石村大輔(千葉大)	2016年熊本地震で出現した断層の古地震履歴とその同時性
15:00-15:15	O-11	★ 中野颯太・菅原大助(東北大)	粒度組成に着目した貞観津波堆積物形成時の津波外力推定
15:15-15:30	O-12	猪瀬大輝・菅原大助・石澤亮史・増田英敏(東北大)	青森県むつ市戸川沿岸低地における古津波堆積物調査と堆積環境の推定
15:30-15:45	O-13	北村晃寿(静岡大)・亀尾浩司(千葉大)・齊藤 毅(名城大)・河瀨俊吾(横浜国立大)・守屋和佳(早稲田大)	微化石層序学的研究に基づく熱海土石流堆積物に含まれる軟質泥岩礫の供給源
15:45-16:00	O-14	奥野淳一(極地研)	ハイドロアイスタシーの数値モデルによる第四紀後期以降の日本列島古地理変遷
休憩			
16:15-17:30	口頭発表PM2	座長：酒井恵祐	
16:15-16:30	O-15	入月俊明・猪谷ゆりあ・島井夏希(島根大)・田辺 晋・納谷玄規(産総研)	岡山平野南西部における完新世の貝形虫群集と相対的海水準の時系列変化
16:30-16:45	O-16	植村立(名古屋大)・三嶋 悟・中村光樹(琉球大)・浅海竜司(東北大)・加藤大和(東京科学大)・狩野彰宏(東京大)・Chen Jin-Ping・Shen Chuan-Chou(台湾大)	鍾乳石の同位体比分析に基づく東アジアモンスーン地域の離島における最終氷期の温暖化と降水同位体比の非同期的変化
16:45-17:00	O-17	瀬戸浩二・香月興太(島根大)・園田 武(東京農大)・安藤卓人(秋田大)・仲村康秀(島根大)	北海道藻琴湖における碎屑性年縞堆積物による過去100年の堆積環境の変化
17:00-17:15	O-18	香月興太・瀬戸浩二・仲村康秀・辻本 彰(島根大)・山田和芳(早稲田大)・園田 武(東京農大)	海跡湖の炭素貯蔵量の変遷におよぼす人為活動の影響
17:15-17:30	O-19	池原 実(高知大)	「スーパー間氷期」の初期の意味とその用法の変遷

★ 学生発表賞エントリー

☆ 若手発表賞エントリー

日本第四紀学会2025年大会プログラム

8月30日(土)		発表者	発表タイトル
9:00- 受付			
9:30-10:30	口頭発表AM1	座長：中西利典	
9:30-9:45	0-20	☆ 渡邊稜也・江口誠一(日本大)・藏本隆博(秋芳町地方文化研究会)	山口県秋吉台北西部の植物珪酸体分析からみた植生景観の変遷と地点間の比較
9:45-10:00	0-21	渡辺正巳(文化財調査コンサルタント/島根大)・田畑直彦(山口大)	山口県南東部、島田川中流域の古植生変遷
10:00-10:15	0-22	酒井和也・吉田明弘(鹿児島大)	北海道函館沖海底コアの花粉分析による最終氷期における北海道南西部沿岸の古植生復元
10:15-10:30	0-23	☆ 林尚輝(鹿児島大)・山岡拓也(静岡大)・池谷信之(明治大)・前嶋秀張(沼津市)・高倉純(札幌国際大)・小林淳(静岡県富士山世界遺産センター)・林竜馬(琵琶湖博物館)・山本正伸(北海道大)・佐瀬隆(北方ファイトリス研究室)・細野衛(東京自然史研究機構)	静岡県沼津市東大平遺跡の後期旧石器時代以降の植生と火事の歴史
休憩			
10:45-11:45	口頭発表AM2	座長：石村大輔	
10:45-11:00	0-24	★ 岩崎広大(大阪公立大)・河村愛(富山大)・河村善也(大阪市立自然史博)・齊藤毅(名城大)・百原新(千葉大)・張鈞翔(中華民国國立自然科學博)・三田村宗樹(川崎地質)	台湾南西部葉寮地域の完新世段丘堆積物に含まれる化石と考古遺物
11:00-11:15	0-25	河村善也(大阪市立自然史博)・河村愛(富山大)	沖縄県石垣島の白保芋根田原洞穴遺跡のイノシシ類遺体の追加標本の研究-これまでの研究の再検討も含めて-
11:15-11:30	0-26	★ 山田佑哉(山口大)・辻智大(山口大)・角野浩史(東京大)	青野山火山群、長者ヶ原の形成年代に基づく佐波川の地形発達
11:30-11:45	0-27	☆ 内田真緒・小形学・小松哲也・西山成哲・奈良郁子・木田福香・小北康弘(JAEA)・中西利典(ふじみュー)	大井川上流域の環流旧河谷に残された湖成堆積物の堆積環境の推定
11:45-12:15	ポスターショートトーク(P-15~28)	一人2分未満、口頭で、PCは使用しない。	
昼休み			
13:15-14:30 現地ポスターコアタイム(P-15~28)			
14:30-15:30	口頭発表PM1	座長：里口保文	
14:30-14:45	0-28	納谷友規・田辺晋・水野清秀(産総研)・本郷美佐緒(アルプス調査所)・小網晴男(岡山朝日高等学校)・鈴木茂之(岡山大)	ボーリングコアの解析による岡山平野地下更新統層序の予察的検討
14:45-15:00	0-29	廣田清治・木村 諒(愛媛大)	山林火災跡に見られた斜面保護工の効果-積苗工の事例
15:00-15:15	0-30	香川淳(千葉県環境研究センター)・古野邦雄(元地質環境研究室)	関東地下水盆南東部における観測井孔内地下水温度と地下水流動
15:15-15:30	0-31	小松原琢(琵琶湖博物館)	日本海東縁新生プレート境界説ふたたび
休憩			
15:45-17:45	総会・休憩(10分)・授賞式		
18:00-20:00 懇親会			

★ 学生発表賞エントリー

☆ 若手発表賞エントリー

ポスターショートトーク		発表者	発表タイトル
P-01	8/29 (金) 11:45-12:15	藤根 久 (パレオ・ラボ)・領塚正浩 (市立市川考古博物館)・森知磨依 (パレオ・ラボ)	遺跡から検出された漂着軽石群
P-02	8/29 (金) 11:45-12:15	河合貴之 (栗駒山麓ジオパーク推進協議会)	中期更新世後半に噴出した小僧テフラの栗原地域における追跡に基づく周辺地域の火山活動及び地形面編年に関する二、三の予察
P-03	8/29 (金) 11:45-12:15	☆ 吉田一希 (国土地理院)	0.5mDEM地形判読に基づく大山火山の鳥越峠付近における推定火口列の発見
P-04	8/29 (金) 11:45-12:15	佐々木俊法 (電力中央研究所)・上野龍之・後藤憲央 (阪神コンサルタンツ)・家島大輔・清木祥平・藤原在希 (中国電力)	兵庫県沖海底コアIODP U1427Aの約1Ma~0.2Maに記録された火山活動履歴の推定
P-05	8/29 (金) 11:45-12:15	西澤文勝 (神奈川県立生命の星・地球博物館)・鈴木毅彦 (東京都立大)・山田圭太郎 (山形大)	中部九州、阿蘇野層中に挟むする白まるバンドの広域対比の再検討
P-06	8/29 (金) 11:45-12:15	青木かおり (北海学園大)	現代日本語と古語の中の“かるいし”の比較—その使用方法と意味の変容—
P-07	8/29 (金) 11:45-12:15	★ 辻森律己 (東京都立大)・石村大輔 (千葉大)・平峰玲緒奈 (歴博)・渡辺 樹・本間海那 (東京都立大)	能登半島北東部、平床台地の海成段丘構成層から見出された三瓶木次テフラの降下火山灰層と漂着軽石
P-08	8/29 (金) 11:45-12:15	北村 繁 (新潟大)・村野正景 (静岡大)・市川 彰 (国立民族学博物館)	中米・エルサルバドルのウスルタン様式土器に含まれる火山ガラス
P-09	8/29 (金) 11:45-12:15	矢作健二・坂元秀平・松元美由紀 (パリノ・サーヴェイ)・長井大輔 (雲仙岳災害記念財団)・濱村一成・前田加美・新井実和・小川慶晴 (長崎県)・小林哲夫 (京大)・井上弦 (東海大)	雲仙火山北東麓における火山灰土層中のテフラ層序
P-10	8/29 (金) 11:45-12:15	山田和芳・岡野美郷・金子純也 (早稲田大)・藤木利之 (岡山理科大)・中西利典 (ふじみュー)・瀬戸浩二・香月興太・辻本彰・鹿島 薫 (島根大)・井上 淳 (大阪公立大)	人工水域堆積物を用いた都市環境史復元の可能性と課題
P-11	8/29 (金) 11:45-12:15	☆ 酒井恵祐・坂井正人 (山形大)	ペルー・ナスカ地域における現生植物 (乾季) の花粉形態の予察的研究
P-12	8/29 (金) 11:45-12:15	堀 和明・山本 誉・前田優樹 (東北大)・田村 亨・石井祐次 (産総研)・中西利典 (ふじみュー)・洪 完 (KIGAM)	保倉川下流低地の沖積層
P-13	8/29 (金) 11:45-12:15	白井正明・諸岡知足 (東京都立大)・河尻清和 (相模原市博)	猿橋近辺における富士-相模川ラハール堆積物の層相記載と年代測定の試み
P-14	8/29 (金) 11:45-12:15	★ 稲野邊健央 (秋田大)・Stephen Obrochta (秋田大)・久保田好美 (国立科学博物館)	浮遊性有孔虫G.ruberを用いた酸素同位体比分析に基づく東シナ海における気候変動の環境復元

P-15	8/30 (土) 11:45-12:15	福與直人 (法政大)・横山祐典 (東京大)	フィルター処理と水銀添加が奄美大島表層水の溶存無機炭素 (DIC) の放射性炭素濃度に与える影響評価: 予察
P-16	8/30 (土) 11:45-12:15	宮入陽介・阿瀬貴博・横山祐典 (東京大)	新規導入の正イオン質量分析計とシングルステージ加速器質量分析計を組み合わせた第四紀試料の放射性炭素年代測定システムの構築
P-17	8/30 (土) 11:45-12:15	大下智博・香月興太・瀬戸浩二・辻本 彰 (島根大)・藤木利之 (岡山理科大)・奥野充 (大阪公立大)・中西利典 (ふじみュー)・山田和芳 (早稲田大)	フィリピンルソン島中央平原のマル湖・バイタン湖の湖底堆積物中の珪藻群集を用いた過去数千年間の古環境復元
P-18	8/30 (土) 11:45-12:15	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)・岩谷北斗 (山口大)	花粉分析からみた鮮新-更新世境界付近における古気候変遷
P-19	8/30 (土) 11:45-12:15	横山佑典 (東京大)・渡辺泰士 (国環研)・平林頌子 (東大 大海研)・尾崎和海 (東科大)・オブラクタ スティーブン (秋田大)	ヒブシサーマルは存在したか?
P-20	8/30 (土) 11:45-12:15	岡田夏蓮・豊田 新 (岡山理科大)・高田将志 (奈良女子大)	火山灰土に含まれる石英粒子のESR信号からみた過去10万年間における風送塵堆積環境の変動
P-21	8/30 (土) 11:45-12:15	篠崎鉄哉 (東京大)・土山祐之 (歴博)・笠井克己 (東京大)・井口 亮・西島美由紀 (産総研)・佐野雅規 (歴博)・後藤和久 (東京大)	日本海側地震・津波履歴の解明に向けた地質学的検討: 福井県坂井市での例
P-22	8/30 (土) 11:45-12:15	目代邦康 (東北学院大)・八反地剛 (筑波大)・小岩直人 (弘前大)・手代木功基・丹羽孝仁・伊藤 悟 (金沢大)	令和6年能登半島地震によって発生した内灘砂丘-河北潟地域の液状化現象の特徴
P-23	8/30 (土) 11:45-12:15	中西利典 (ふじみュー)・石山達也 (東京大)・北村晃寿 (静岡大)・堤 浩之 (同志社大)・杉戸信彦 (法政大)・松多信尚 (岡山大)・廣内大助 (信州大)・安江健一・立石良 (富山大)・荒館佳子・越後智雄 (環境地質)・ソン キョク (CAL)・ホンワン (KIGAM)	堆積相解析と放射性炭素年代測定による森本断層の活動履歴の検討
P-24	8/30 (土) 11:45-12:15	須貝俊彦・館野宏彰・細井星也 (東京大)・丹羽雄一 (慶応大)・杉中佑輔 (計算力学セ)・野口真利江 (首都圏地盤解析ネットワーク)・小宮雪晴 (蓮田市)・小林美穂 (蓮田市)	埼玉県蓮田市高虫コアHS-TK1の分析と関東平野中部の中期更新世後期以降の古地理変遷
P-25	8/30 (土) 11:45-12:15	石村大輔 (千葉大)・石澤堯史・高橋直也・高橋尚志 (東北大)・渡部真史 (University of Southampton)・山田圭太郎 (山形大)・山田昌樹 (信州大)	礫質堆積物に対する形状 (円磨度) 計測とその応用
P-26	8/30 (土) 11:45-12:15	里口保文 (琵琶湖博)・加三千宣 (愛媛大)・山田圭太郎 (山形大)・林 竜馬・芳賀裕樹 (琵琶湖博)	琵琶湖南湖の泥質堆積物の約5000年間の堆積速度
P-27	8/30 (土) 11:45-12:15	渡邊隆広・木田福香 (原子力機構)・山崎慎一 (東北大)・落合伸也・松中哲也 (金沢大)・奈良郁子 (原子力機構)・土屋範芳 (東北大)	湖沼堆積物試料の臭素及びヨウ素分析: WDXRF 法による過去の海水浸入の評価
P-28	8/30 (土) 11:45-12:15	高原 光・池田りほ・谷田恭子 (京都府大)	島根県隠岐諸島島後における完新世の植生変遷-油井の池堆積物の花粉分析

★ 学生発表賞エントリー

☆ 若手発表賞エントリー

5. シンポジウム・普及講演会「出雲平野と宍道湖の歴史」

主催：日本第四紀学会

共催：島根大学エスチュアリー研究センター・総合博物館

後援：島根考古学会、島根半島・宍道湖中海（国引き）ジオパーク推進協議会、島根県地学会

日程：2025年8月31日（日）

会場：島根大学松江キャンパス 大学ホール（松江市西川津町1060）

※入場無料、事前予約不要

日本第四紀学会2025年大会プログラム

8月31日（日）シンポジウム・普及講演会「出雲平野と宍道湖の歴史」			
公開シンポジウム「後期完新世の気候変動と人間活動との関係をさぐる」			
8:30～		受付	
9:00-9:10		趣旨説明	齋藤文紀（島根大学）
9:10-9:50	S-01	平林頌子・横山祐典 （東京大学）	完新世の気候変動と人間社会への影響
9:50-10:30	S-02	中塚 武（名古屋大学）	後期完新世の年単位の気候復元から見えてくるもの
休憩			
10:50-11:30	S-03	若林邦彦（同志社大 学）	乾燥温暖/湿润寒冷傾向と弥生～古墳時代の文化変化・社会統合
11:30-12:10	S-04	岩本 崇（島根大学）	青銅器サブライチェーンからみた弥生・古墳時代の山陰
12:10-12:30		総合討論	
普及講演会「縄文時代から現在に至る出雲平野・宍道湖の移り変わり」			
13:00～		受付	
13:30-14:15	L-01	齋藤文紀（島根大学）	出雲平野のボーリング調査から得られた新知見
14:15-15:00	L-02	會下和宏（島根大学）	宍道湖・中海周辺地域の古環境変遷と遺跡の様相

6. 企業ブース展示

第四紀学に関連する企業やグループの展示をおこないます。

出展者（企業）：株式会社パレオ・ラボ、株式会社阪神コンサルタンツ、SGS-Beta(日本代理店 株式会社地球科学研究所)、ハーベスト出版

7. 専門巡検

すべての巡検は天候等によって変更・中止・延期の可能性があります。実施内容や申込方法の詳細などは、大会専用サイトを通じて最新の情報をお知らせします。

1) 専門巡検1「松江周辺の植生」（8月28日）日本植生史学会との共催

内容：松江市内、田和山（里山）と枕木山（暖温帯林：針広混交林）の植生見学

案内者：井上雅仁（三瓶自然館）、渡邊正巳（島根大学エスチュアリー研究センター）

日時：8月28日（木）9:00～17:00

方法：レンタカーで移動

行程：9:00 松江駅集合～田和山の里山～松江駅に帰って各自昼食、13:00 松江駅集合～枕木山～夕刻松江駅解散

定員：14名（先着順・日本第四紀学会、日本植生史学会会員限定）

参加料金：2,000円（レンタカー代、資料代、保険代込）

※昼食は松江駅周辺で各自お取り下さい。

※水筒やペットボトル飲料の持参、帽子着用などの熱中症対策を各自でお願いします。

※一部、登山道や足場が悪い場所を徒歩で移動します。長袖、長ズボン着用の上、登山靴などでご参加ください。

※集合場所まで、解散場所からの交通費は自己負担となります。

※最小催行人数：5名

2) 専門巡検2「大山東麓・南麓のテフラ」（9月1日）

内容：大山周辺に分布するテフラを見学する。見学する予定のテフラは以下の通りです。

bvs/cpm/dpm1/dvs/dpm2/evs/fpm1/fvs/fpm2/fpm3/gpm/hpm1/hpm2/DBP/DMP/DHP/SK/DAP1/DAP2/DNP/DSP/DKP/AT/SaA/Od/HgA/HgP/DKg（鏡ヶ成軽石）/Nz1（野添火山灰1）/Nz2（野添火山灰2）/KiA（キリン火山灰）

案内者：石賀 敏（鳥取地学会）、渡邊正巳（島根大学エスチュアリー研究センター）

日時：9月1日（月）8:00～17:00

方法：レンタカーで移動

行程：松江駅集合（8:00）→一伯耆町福岡原（DMP）→江府町笠良原（大山上部火山灰とNzA1/NzA2/KiA）→蒜山上井川（DOP/DBP/DHP）→倉吉市大山池（大山最下部火山灰～大山上部火山灰）→倉吉市般若西（大山最下部火山灰と大山上部火山灰）→米子空港→松江駅解散予定（17:00）

※天候等によってルートや行程は変更になる可能性があります。

定員：15名（先着順・会員限定）

参加料金：3,000円（レンタカー代、資料代、保険代込）

※昼食は各自事前にご準備ください。

※水筒やペットボトル飲料の持参、帽子着用などの熱中症対策を各自でお願いします。

※集合場所まで、解散場所からの交通費は自己負担となります。

※最小催行人数：5名

3) 専門巡検3「三瓶小豆原埋没林とたたら」（9月1日）

内容：三瓶山の4000年前の噴火によって埋没し、地底に保存された縄文の森ミュージアム、たたら製鉄のための鉄穴流しやそれによって形成された棚田や残丘地形を概観します。

案内者：中村唯史（三瓶自然館）、齋藤文紀（島根大学）

日時：9月1日（月）8:00～17:00

方法：中型バスで移動

行程：8:00 松江駅発、大田市さんべ縄文の森ミュージアム（三瓶小豆原埋没林）、奥出雲町の福頼棚田展望台、羽内谷鉦山鉄穴流し本場、安来市和鋼博物館を經由して松江駅着 17:00

定員：最大25名（先着順・会員限定）

参加料金：6,000円程度（バス代、ミュージアム・博物館入館料、保険代込）

※昼食は各自事前にご準備ください。

※水筒やペットボトル飲料の持参、帽子着用などの熱中症対策を各自でお願いします。

※集合場所まで、解散場所からの交通費は自己負担となります。

※最小催行人数：10名

8. 大会に参加する方への注意事項

1) 来場方法

公共交通機関をご利用ください。

https://www.shimane-u.ac.jp/nyushi/transport_access/campus_map/campus_map01.html

*松江市営バス

・北循環線内回り 島根大学前下車・・・所要時間約15分

・島根大学・川津行 島根大学前下車・・・所要時間約20分

※他に「東高校」もあります。 *一畑（いちばた）バス

・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

2) 昼食は各自でご準備ください。学内には食堂（日曜は休業）、大学前にはコンビニなどがあります。近隣にもわずかですが飲食店はあります。

3) 懇親会（8月30日18:00～20:00）

第二食堂 ニコラ2階にて実施します。事前予約（大会専用サイトにて、8月22日まで申込可）をお願いいたします。料金は6,000円となります。多くの方のご参加をお待ちしております。

9. 大会実行委員会および行事委員会

大会実行委員長：齋藤文紀（島根大）

実行委員：瀬戸浩二、香月興太、入月俊明、酒井哲弥、渡邊正巳（島根大）、中村唯史、井上雅仁（三瓶自然館）、石賀敏（鳥取地学会）

行事委員会：池原実（高知大・行事委員長）、宍倉正展（産業技術総合研究所）、西澤文勝（神奈川県立生命の星・地球博物館）、林竜馬（滋賀県立琵琶湖博物館）小荒井衛（茨城大学）

連絡先：2025年大会実行委員会事務局

〒690-8504 松江市西川津町1060 島根大学エスチュアリー研究センター 齋藤文紀

Tel：0852-32-6037

メール：ysaito (at) soc.shimane-u.ac.jp （(at)を@に変える）

一般研究発表

口頭発表

(31 件)

0-01~0-31

大山火山の完新世噴火活動

奥野 充 (大阪公立大)・石賀 敏 (鳥取県地学会)・中岡礼奈 (神戸大)・
Auer Andreas (鳥根大)・小林哲夫 (京都大)

Mitsuru OKUNO, Satoshi ISHIGA, Reina NAKAOKA, Andreas AUER, Tetsuo KOBAYASHI: Holocene eruption activity of Daisen volcano, SW Japan

1. はじめに

西南日本の大山火山は、大山倉吉軽石 (DKP) などの広域テフラの給源火山である。これまでの研究では、阿弥陀川噴火 (三鈷峰溶岩ドーム) が最新で約 20.8 cal ka BP と考えられている (福元・三宅, 1994; 山元, 2017)。奥野・井上 (2012) は、阿弥陀川噴火よりも若い完新世噴火の可能性を指摘した。また、石賀 (2023) は、東大山東壁のキリン沢にてクロボク土の上位に火砕サージ堆積物と火砕流堆積物 (ブロック・アンド・アッシュ・フロー: BAF) を報告している。しかし、その詳細は未解明のままであり、活火山にも認定されていない。演者らは山体域での火山地形・地質調査、岩石学、岩石磁気学、放射性炭素 (^{14}C) 年代学を統合して、完新世に溶岩ドームの形成やそれに伴う火砕流、さらには土石流の流下といった一連のマグマ噴火を確認した。本講演では、これらの結果を報告する。

2. 火山地形・地質・岩石、岩石磁気、 ^{14}C 年代

・火山地形・地質・岩石 キリン沢では、クロボク土上に火砕サージ堆積物と主に BAF とされる「岩塊層」が堆積している。岩塊層は、デイサイト質本質岩塊が含まれる。下位の火砕サージ堆積物にも炭化木片がある。また、BAF 中には未炭化の材もあり、一部は高温でないことを示す。キリン沢から南方の烏ヶ山周辺にかけては、クロボク土中に灰褐色降下火山灰が認められる。これらの給源の溶岩ドームは、地形から判断して、キリン峠付近であると考えられる。

・岩石磁気 キリン沢の岩塊層は、未炭化材が含まれるなど、高温で堆積したことを示さない部分がある。そこで定方位で採取した岩石試料を段階熱消磁して定置温度を推定した。岩塊層の下部では、磁化成分が 1 成分の試料と 2 成分の試料が混在し、いずれも常温に冷却後 (磁化した後) に定置したと推定される。一方、上部で採取した試料も 1 成分の試料と 2 成分の試料が混在するが、1 成分の試料は、直線成分の磁化方向が揃うため、 590°C 以上で定置したと推定される。また 2 成分の試料は、高温成分は異なる方向を示すが低温成分は揃うため、低温成分の消磁温度の最大温度 ($150\sim 450^{\circ}\text{C}$) で定置したと推定される。

・ ^{14}C 年代 炭化木片と直下の土壌 (クロボク) 層の ^{14}C 年代を東濃地科学センターと (株) 加速器分析研究所に依頼して測定した。キリン沢の火砕サージ直下の炭化木片は 3170 ± 20 BP (IAAA-210309) と 3090 ± 25 BP (IAAA-211988) が得ら

れた。御机で得られた炭化木片の ^{14}C 年代は 3100 ± 60 BP (JAT-8275) でほぼ一致する。一方、土壌の年代値は、 3290 ± 40 BP (JAT-8300), 3270 ± 25 BP (IAAA-222067), 3235 ± 25 BP (IAAA-222068), 3330 ± 25 BP (IAAA-211989) が得られ、ほぼ一致するが、炭化木片の年代値よりやや古い結果を示す。

3. 噴火推移と年代

・噴火推移 これらの結果から、この噴火の推移を復元すると、以下ようになる。まず、東大山のキリン峠付近で溶岩ドームの形成が始まり、ドーム崩壊による BAF 型火砕流がキリン沢などに流下した。キリン沢ではまず火砕サージ堆積物が到達し、下敷きとなった樹木が焼けて炭化木片ができた。さらに火砕流の到達距離が伸びると、火砕流本体がキリン沢まで達するようになり、その過程では土石流なども発生した。さらに周辺地域には火砕サージや BAF 型火砕流に伴う降下火山灰も堆積してクロボク中に挟在・保存された。

・年代 炭化木片と土壌試料は、それぞれ一致するが、炭化木片で約 $3.3\text{-}3.4$ cal ka BP、土壌試料で約 $3.4\text{-}3.5$ cal ka BP と両者でやや違いがある。これらは、土壌リザーバーの効果を示すと考えて、ここでは炭化木片の約 $3.3\text{-}3.4$ cal ka BP を噴火年代として採用する。

4. まとめ

この噴火では、キリン峠付近の溶岩ドームの形成とそれに伴う BAF 型火砕流ならびに降下火山灰を形成した。この噴火の年代は、 ^{14}C 年代測定の結果から約 $3.3\text{-}3.4$ cal ka BP と推定される。

溶岩ドームは、主に地形から判断されたが、キリン沢の岩塊層の一部が岩石磁気学的手法により高温で堆積した、すなわち BAF 型火砕流であることが確認できた。これらのことから、大山火山において完新世にマグマ噴火が発生したことは確実であり、「活火山」の条件を満たすことになる。

引用文献:

- 福元・三宅 (1994) 第四紀, 26, 45-50.
- 石賀 敏 (2023) 鳥取地学会誌, 27, 1-2.
- 奥野 充・井上 剛 (2012) 日本地球惑星科学連合大会予稿集 SVC53-03.
- 山元孝広 (2017) 地質調査研究報告 68, 1-16.

阿蘇火山中岳火口周辺域における最近約 800 年間のテフラ層序

宮縁育夫（熊本大）・飯塚義之（中央研究院）・緒方裕也（テレビ熊本）

Yasuo MIYABUCHI, Yoshiyuki IIZUKA, Yuya OGATA: Tephrostratigraphy near Nakadake crater, Aso Volcano during the last 800 years

1. はじめに

阿蘇カルデラのほぼ中央部に位置する中岳は、西暦 553 年以後の噴火記録が存在する（福岡管区気象台、1990）わが国で最も活発な火山の一つである。歴史時代の活動史の概要については、気象庁（2013）等によってまとめられているが、各活動期間の噴火様式や推移などの詳細は、近年の活動を除いてほとんどわかっていない。そこで、歴史時代の噴火堆積物が比較的良好な状態で保存されている中岳第 1 火口西方約 1 km 地点においてトレンチ調査を行い、噴出物層序の観察と試料採取を行った。本論では最近約 800 年間のテフラ層序の記載、¹⁴C 年代測定や火山灰構成物観察、化学分析の結果について報告する。

2. テフラ層序の概要

文部科学省次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトによって 2019 年 1 月に掘削されたトレンチ断面には、N1 期（渡辺、1991；宮縁・渡辺、1997）の噴出物が主に観察され、その総層厚は約 6 m で 336 層の薄い火山灰層が認められた。その断面における N1 期堆積物は色調などの違いにより、上位より Zone A~D という 4 つの部分に区分された。Zone A（0~158 cm 深）は黒褐色から黒色などの暗色火山灰層を主体とするが、Zone B（163~333 cm 深）は黄色や白色などの明色火山灰層が多数存在していた。また Zone C（343~416 cm 深）は全体的に褐色を呈しており、Zone D（416~595 cm 深）は黒褐色から黒色の比較的固結した火山灰層からなっていた。Zone A と B 間および Zone B と C 間には薄い土壌層が認められ、その年代はそれぞれ 18 世紀頃と 15 世紀頃であった。N1 期火山灰層の直下には層厚約 10 cm の腐植に富む黒ボク土層が存在しており、その最上部の年代は 12~13 世紀であった（いずれも ¹⁴C 年代の暦年較正結果）。

3. 火山灰構成物観察と化学分析結果

N1 期火山灰層のうち 125 層の火山灰粒子（2~3 φ）をデジタルマイクロスコープで観察した結果、黒褐色から黒色の火山灰層はガラス片に富む（30~50%）のに対し、明色の火山灰層は岩片が大半を占めること（40~80%）がわかった。そのことを反映して、黒褐色~黒色火山灰層が卓越する Zone A と D はガラス片の割合が高いのに対して、明色火山灰層が多く含まれる Zone B は岩片に富んでいた。

X 線回折分析の結果、黒褐色~黒色火山灰層では斜長石と普通輝石が、明色火山灰層ではソーダ明礬石、明礬石、鉄明礬石などの粘土鉱物が検出

された。さらに 57 層の火山灰層を対象に、EPMA による化学分析を行った。ガラス片の SiO₂ 含有量の平均値は 56~58 wt.% 程度で、斜長石斑晶の An 値は 0.55~0.80 の範囲にあり、いずれも顕著な鉛直変化は認められなかった。ただ、An 値は暗色火山灰層でやや高い傾向にあった。また、直方輝石を含む 26 層の火山灰層については輝石温度計によって 1030~1120°C というマグマ温度が見積もられ、暗色火山灰層でやや高い傾向にあった。

4. 最近約 800 年間に於ける噴火様式の推移

火山灰層の産状、構成物観察・化学分析結果から、暗色火山灰層は灰噴火（小野ほか、1995）やストロンボリ式噴火といったマグマ噴火による産物であり、明色火山灰層は水蒸気噴火あるいはマグマ水蒸気噴火に伴う噴出物と判断した。

N1 期直下の土壌層の ¹⁴C 年代と歴史記録から、今回観察した N1 期の火山灰層は西暦 1239 年から現在までの最近約 800 年間の中岳噴火による堆積物であると考えられる。西暦 1239 年から 1300 年代中期（Zone D）は暗色火山灰層が卓越することから、その時期には灰噴火やストロンボリ式噴火といったマグマ噴火が主体であったと推定される。その後、1300 年代中期~1400 年代中期（Zone C）にはマグマ噴火から水蒸気噴火主体の活動へ漸移し、1400 年代後期~1700 年代初期（Zone B）の噴出物には明色の火山灰層が多数存在することから、水蒸気噴火などの爆発的噴火が多発したものと考えられる。また、1700 年代中期~現在までの Zone A の時期は再びマグマ噴火が主体であったと判断されるが、この時期にも 15 年に 1 回程度の頻度で水蒸気噴火が起こっていたことが明らかとなった。

最近約 800 年間の N1 期における中岳からのテフラ総噴出量は 0.3 km³ 程度（0.1 km³/ky DRE）と見積もることができる。この値は阿蘇火山における最近 6.7 万年間のテフラ噴出率（Miyabuchi, 2011）とほぼ同じである。中岳では歴史時代に溶岩流出は起こっていないが、テフラ噴出量からみて、最近約 800 年間の活動は阿蘇火山の後カルデラ期の平均的活動に近いことがわかった。

引用文献：福岡管区気象台（1990）福岡管区気象台要報，45，1-46。気象庁（2013）日本活火山総覧（第 4 版）1498p。Miyabuchi（2011）*J. Volcanol. Geotherm. Res.*，205，94-113。宮縁・渡辺（1997）火山，42，403-408。小野ほか（1995）火山，40，133-151。渡辺（1991）熊本地学会誌，98，2-13。

千葉県北東部銚子市における浅間火山起源テフラの検出

中里裕臣（産総研）・岩本直哉（銚子ジオパーク推進協議会・銚子市教育委員会）・
岡崎浩子（深田地質研究所）

Hiroomi NAKAZATO, Naoya IWAMOTO, Hiroko OKAZAKI: Detection of tephra erupted from Mount Asama in Choshi City, northeastern Chiba Prefecture

1. はじめに

千葉県銚子市の小畑池^{こはたけいけ}では、1677年の延宝房総沖地震による津波が遡上したことが記録されており、銚子ジオパークのジオサイトのひとつとなっている。Yanagisawa et al. (2016) 及び Higaki et al. (2021) は小畑池の湖底堆積物から3層準の津波堆積物を認定し、放射性炭素年代測定などから最上位のものが延宝津波堆積物と明らかにされた。これらの研究ではボーリングコアに明瞭なテフラが確認されず、Yanagisawa et al. (2016) はクリプトテフラを検討した。その結果、延宝津波堆積物の上位でF-Ho(1707年)由来のスコリアとAs-A(1783年)由来の火山ガラスを検出し、延宝津波堆積物の下位からAs-B(1108年)以前と考えられる火山ガラスを検出した。その後、2021~2022年に東北大学・東京大学の研究グループが、現在農地となっているかつての小畑池の範囲で掘削調査を行い、そのうちのWP019試料から明瞭な白色軽石質テフラを検出した。本研究では、火山ガラスと直方輝石の屈折率と火山ガラスの主成分化学組成から、本テフラをAs-Aに対比した。また、屏風ヶ浦で関東ロームを覆う砂丘堆積物に挟まれる灰白色軽石質テフラについて同様に検討し、As-Bと対比したので合わせて報告する。

2. WP019試料のテフラ(WP019テフラ)

WP019はハンディジオスライサーで掘削された地質断面試料で、地表下182cmまでが剥ぎ取り試料として保存されている。地表から深度76.5cmまでが埋め土、深度103cmまでが礫混じり砂質シルト、深度162cmまでが泥炭質砂質シルト、以深が泥炭となっており、深度108-113cmにレンズ状の白色軽石質テフラ、深度120-123cmに粗粒砂層が挟在される。このWP019テフラは最大粒径が粗粒砂サイズの白色~灰白色の多孔質型火山ガラスからなり、屈折率 n は1.504-1.513を主とし、上限は1.530であった。直方輝石の屈折率 γ は1.701-1.713(1.708-1.710:モード値)を示した。町田・新井(2003)の屈折率特性及び群馬県下のAs-A試料の屈折率特性及び火山ガラスの主成分化学組成との類似から、本テフラはAs-Aに対比される(表1, 図1)。As-Aに年代に近いF-Hoは黒色スコリアを主とするが、基底部に白色軽石のユニットが知られている。この白色軽石は火山ガラス及び直方輝石の屈折率と火山ガラスの主成分化学組成で K_2O のトレンドが浅間起源テフラと異なり、区別できる(表1, 図1)。本テフラの下位の粗粒砂層は延宝津波堆積物に相当す

ると考えられる。

3. 砂丘堆積物中のテフラ

吉村ほか(2023)による屏風ヶ浦の風隙6の東側では斜面及び関東ロームを砂丘堆積物が覆っており、地表下2-3mに層厚5cmの範囲でパッチ状に灰白色軽石質テフラが挟まれる。本テフラは最大粒径が極粗粒砂サイズの灰白色多孔質型火山ガラスからなり、屈折率 n は1.520-1.530を主として1.504-1.520のガラスを含む。直方輝石の屈折率 γ は1.701-1.713(1.707-1.709)を示す。本テフラとWP019テフラは火山ガラスの屈折率と主成分化学組成の分散範囲が重複するが、本テフラはより苦鉄質な特徴を示す。この点と、群馬県下のAs-B試料の屈折率特性及び火山ガラスの主成分化学組成との類似から、本テフラはAs-Bに対比される(表1, 図1)。

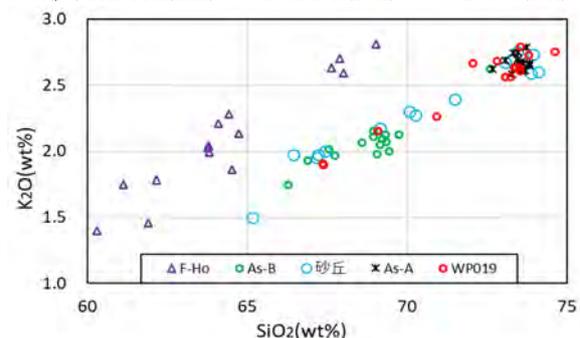
4. おわりに

千葉県銚子市において浅間火山起源のAs-AおよびAs-Bがテフラ層として検出されることを示した。これらの知見は関東地方の太平洋沿岸域の古津波研究や屏風ヶ浦の地形発達史の解明に寄与することが期待される。なお、東北大学災害科学国際研究所の菅原大助准教授にはWP019試料のテフラの研究機会を与えていただいた。箱根ジオパーク推進協議会の笠間友博氏にはF-Ho試料を提供いただいた。ここに謝意を表します。

引用文献: Higaki et al.(2021)PEPS, 8:28. 町田・新井(2003)新編火山灰アトラス,360p. Yanagisawa et al.(2016)J. Geophys. Res. 121, 3504-3516. 吉村ほか(2023)千葉中央博研報,16(2),73-87.

表1 テフラの屈折率特性

tephra	glass(n)	opx(γ)	採取地・文献
WP019	1.504-1.530(1.504-1.513)	1.701-1.713(1.708-1.710)	銚子市
As-A	1.505-1.523(1.505-1.512)	1.704-1.712(1.708-1.710)	高崎市
As-A	1.507-1.512	1.707-1.712(1.709)	町田・新井(2003)
砂丘	1.504-1.530(1.520-1.530)	1.701-1.713(1.707-1.709)	銚子市
As-B	1.506-1.532(1.520-1.526)	1.704-1.713(1.708-1.709)	高崎市
As-B	1.524-1.532	1.708-1.710(1.709)	町田・新井(2003)
F-Ho(pm)	1.516-1.540(1.518-1.525)	1.698-1.707(1.702-1.704)	静岡県小山町
F-Ho(pm)	1.518-1.538(1.525)	1.701-1.705(1.703)	町田・新井(2003)

図1 火山ガラス主成分 SiO_2 - K_2O 散布図

多摩川中流域，多摩市関戸における多摩コア中の前期更新世テフラとその対比

鈴木毅彦・川畑美桜子（東京都立大）・段上清香（日本公営）・

國分邦紀・川島眞一・中山俊雄（東京都土木技術支援センター）

Takehiko SUZUKI, Mioko KAWABATA, Sayaka DANJO, Kuniki KOKUBUN, Shinichi KAWASHIMA, Toshio NAKAYAMA: Early Pleistocene tephra and their correlation in the Kazusa Group of the Tama Core, along the middle reach of Tama River, Tokyo, NE Japan

1. はじめに

多摩川中流域，多摩市関戸において1985年に深度約400mの層序試錐（以下，多摩コア）が東京都土木技術研究所（現，東京都土木技術支援センター）によって実施された。同地点は多摩丘陵と武蔵野台地を隔てる多摩川低地，また，北西-南東方向に伸びる活断層の立川断層帯の南東延長に位置する。このような立地から，本コアは多摩丘陵表層に露出する上総層群の武蔵野台地地下への追跡，また立川断層帯南東端認定に役立つと考えられる。本研究では，同コアの岩相を記載し，含まれる上総層群中テフラの記載した。その上でテフラの同定を進め，周辺域とのテフラや累層対比を試みた。なお，本研究は「東急財団 多摩川の美しい未来づくり助成」により行った。

2. 多摩コアの概要

本コアは川合ほか（1986）により報告されている。掘削地点は多摩川関戸橋下流右岸（標高50.10m）で，掘削深度は403.8mである。川合ほか（1986）の区分によれば堆積物は沖積砂礫層のA層（深度0-10.1m），砂層・礫混じり砂層・礫層の互層からなる上総層群東久留米層（同上部・下部の一部）のB層（10.1-147.3m），砂質シルト層を主体とした東久留米層下部または北多摩層のC層（147.3-403.8m）に区分されている。多摩コアには多くの層準で軽石質火山礫（以下，軽石と表記）や火山灰からなるテフラが認められる。以下，5層準のテフラを取りあげる。

3. テフラの記載・対比

・**TAM053504** 深度53.45-53.50mにはガラス質火山灰層があり，軽石型火山ガラス（ $n=1.498-1.500$ ）と黒雲母を含む。火山ガラスの主成分化学組成と後述するテフラからみて本テフラは上総層群黄和田層中テフラのKd24に対比される。

・**TAM08650** 深度86.25-86.50mにわたり最大粒径25mmの白色軽石が集中する。軽石にはホルンブレンドが多く含まれ，火山ガラスの屈折率（ $n=1.505-1.506$ ）と主成分化学組成，また後述するテフラからみて本テフラは多摩丘陵の上総層群小山田層中テフラの第1堀之内テフラ（高野，1994）に対比される。

・**TAM08720** 深度87.10-87.20mに最大粒径3mmの粗粒ガラス質火山灰が濃集する。本層準は

軽石型火山ガラス（ $n=1.499-1.500$ ）と黒雲母を含む。火山ガラスの主成分化学組成と前述したテフラ層からみて本テフラは広域テフラであるOm-SK110（1.573Ma, Nozaki et al., 2014）に対比される。また多摩丘陵の上総層群小山田層中テフラの第2堀之内テフラ（高野，1994），黄和田層中テフラのKd25と同一のテフラである。

・**TAM19505** 深度194.80-195.05mのシルト中に最大粒径6mmの白色軽石が濃集する。軽石にはホルンブレンド（ $n_2=1.669-1.675$ ），斜方輝石（ $\gamma=1.705-1.709$ ）が含まれ，基質は軽石型火山ガラス（ $n=1.503-1.505$ ）からなる。これらの特徴は約45m下位のTAM23970とよく類似する。しかし火山ガラスの屈折率・主成分化学組成が異なり識別できる。TAM19505と対比可能なテフラは本地点の南約11kmの南町田コアでも深度239.73mで検出されている。

・**TAM22669** 深度226.63-226.69mのシルト中に最大粒径7mmの白～灰色軽石が濃集する。軽石は斜方輝石を含み，基質の軽石型火山ガラスの屈折率は $n=1.537-1.544$ （最頻値）であり特徴的である。上記特徴と火山ガラスの主成分化学組成をもとに，本テフラと対比可能なテフラが本地点東南東約5kmの稲城コアの深度432.40mで検出されている。

・**TAM23970** 深度239.7m付近に層厚1cm以上の白色粗粒火山灰～細粒軽石が認められる。軽石はホルンブレンド（ $n_2=1.670-1.676$ ），斜方輝石（ $\gamma=1.703-1.709$ ），軽石型火山ガラス（ $n=1.504-1.510$ ）からなる。これら特徴と火山ガラスの主成分化学組成から多摩丘陵の上総層群平山層中の鎌水テフラ（高野，1994）に対比される。

4. 多摩丘陵の上総層群との関係

上記のテフラ対比に基づくと，B層上部の（10.1-48.50m）は多摩丘陵の連光寺層，B層中部の48.50-106.80m（あるいは98.75m）は小山田層に，その上位の下位のB層下部からC層にかけての106.80-403.8mは平山層ないしは平山層およびその下位の矢部層に相当する。

引用文献：川合ほか（1986）都土木技研年報，317-325. Nozaki et al. (2014) *Isl. Arc*, 23, 157-179. 高野（1994）地質学雑誌，100，675-691.

松江城四十間堀川から得られた堆積物の花粉分析による都市環境の変化

藤木利之（岡山理大）・山田和芳・岡野美郷・西野愛理（早稲田大）・瀬戸浩二・香月興太・鹿島薫・辻本 彰（島根大）・田中陶子（大阪公立大）・中西利典（ふじみュー）

Toshiyuki FUJIKI, Kazuyoshi YAMADA, Misato OKANO, Airi NISHINO, Koji SETO, Kota KATSUKI, Kaoru KASHIMA, Akira TSUJIMOTO, Toko TANAKA, Toshimichi NAKANISHI: Reconstructing urban environmental changes by pollen analysis of sediments from the Shijukenbori-gawa Moat, Matsue Castle

1. はじめに

花粉分析は湿地や湖などの堆積物を用いて過去数千年～数万年の古環境を復元する研究が一般的であったが、過去 100 年程度の古環境を復元する研究は非常に少ない（北川ほか，2009）。日本の城は県庁所在地など都市中心部に位置していることが多い。城に堀が残存する場合、堀の堆積物には、近過去の都市部の人為的攪乱などの環境変化を高精度に復元することが可能であり、人類の影響による環境変化を議論する好都合の材料となっている。今回は、松江市の中心部に位置する松江城の城山内堀川および四十間東堀において柱状試料を採取し、花粉分析を行い、過去の都市環境の変化を復元した。

2. 試料

松江城は、1611（慶長 16）年に築城され、天守は創建された当時のまま残存し、堀も残存している。2024 年 7 月に松江城の内堀である城山内堀川および外堀である四十間東堀においてそれぞれ全長 48 の 24Mtcs-1C コアと全長 87 cm の 24Mtcs-2C コアを採取した。採取したコアは層相観察後、1 cm 間隔で分割した。今回は 24Mtcs-2C コアを 2 cm 間隔で花粉分析を行った。セシウム 137 年代測定を 24Mtcs-2C コアで行ったところ、最下部でピークが確認され、本コアは 1963 年以降に堆積したコアであることが分かった。

3. 結果と考察

42～46 cm と 62～64 cm で化石花粉が非常に少ない洪水層などのイベント層ではないかと推定した。粒度分析では、40 cm 付近に粗粒堆積物が確認されており、これが 2006 年（平成 18 年）の豪雨でないかと推定された。また、60 cm 付近のイベント層は、1972 年（昭和 47 年）の洪水層ではないかと推定された。しかし、粒度分析では大きな変化が確認できないため、今後検討を行う。

約 50 cm でマツ属花粉の減少と落葉広葉樹、常緑広葉樹花粉の増加が確認された。これは、アカマツ二次林から徐々に森林が遷移し、コナラ属やシイ属の森林へと変化したためではないかと思われる。また、同層準でスギ属花粉の増加も確認された。これは、1994 年以降スギの花粉飛散量が増加傾向にあることが影響していると推定された（岸川ほか，2001）。

イチヨウ花粉が 70cm から出現し始め、ヒマラヤスギ花粉が 12 cm から出現し始めた。また、ソ

メイヨシノ花粉は最下層から出現した。ソメイヨシノは松江城周辺では 1963 年以前にすでに植栽され、ヒマラヤスギは近年になって植栽されたとみられた。

引用文献：北川ほか（2009）日花粉誌，55，15-24。岸川ほか（2001）アレルギー 50（4），369-378。

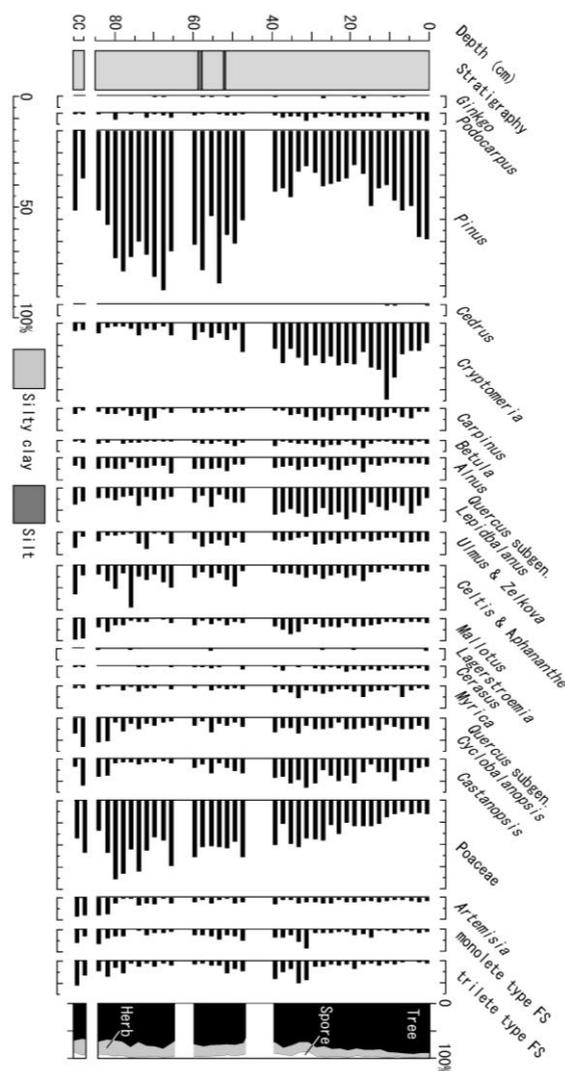


図 1. 松江城堀堆積物 24Mtcs-2C コアの花粉変遷図

松江堀コア試料から得られた珪藻遺骸群集； DAIpo(珪藻汚濁指数)の人新世環境変動史への応用

鹿島 薫(島根大/国立中正大)・福本侑(島根大)

Kaoru KASHIMA, Yu FUKUMOTO: Diatom Assemblages at the Moat Deposits at Matsue Castle; the Re-evaluation of DAIpo (the Diatom Pollution Index) and the Application to the Anthropocene Environmental Studies

1. DAIpo(珪藻汚濁指数)とは

DAIpo は付着珪藻群集に基づく有機汚濁指数であり、奈良女子大学名誉教授渡辺仁治名誉教授によって提案された指標である(Watanabe et al. 1990, 渡辺ほか編著, 2005)。淡水生珪藻を3種群、好清水性種、広適応性種、好汚濁性種に分け、それぞれの出現百分比から産出する。具体的には50を基礎として、それに好清水性種の出現百分比の半数を加え、好汚濁性種の出現百分比の半数を減らす。これによって、DAIpoは0から100間を変動し、汚濁が進行すると減少し、汚濁が減少すると増加する。生息範囲の大きい、広適応性種を設定したことが、珪藻とその環境対応を適切に反映しており、淡水域における汚濁評価に適している。さらに、日本産出の各珪藻種において、それぞれの環境種群情報と、種同定の基本事項がまとめられており(渡辺ほか編著, 2005)、きわめて利便性の高い指標となっている。しかし、残念なことに、渡辺教授ご逝去に伴い、最近では研究例がなくなりつつある。

2. DAIpo(珪藻汚濁指数)の再評価

台南市鹽水(Yanshui) 溪水域において、2024年4月から9月にかけて実施した水質環境モニタリング調査におけるDAIpo評価結果を行った。鹽水(Yanshui) 溪は『塩水』川を意味し、上流まで塩水遡上が見られた河川であるが、止水堰の建築と淡水化に伴い、急激な水質汚濁が生じている。

これらの観測の結果、DAIpoは、塩水流入低下に伴う汚濁の進行状況、下記における水質汚濁の増加、台風洪水に伴う一時的な水質改善など、汚濁環境の細部の変動まで、適切に示していることが分かった。

3. 松江城堀コア試料を用いた DAIpo(珪藻汚濁指数)の人新世環境変動史研究への応用

DAIpoによって示された、珪藻種群と環境への適応性は、ボーリングコア試料の珪藻遺骸群集を用いた古環境復元研究への応用が可能であると考えた。そこで2024年7月に掘削された松江城堀コア試料を用いて、宍道湖水流入に伴う堀水の浄化過程の復元を試みた。浄化事業は1970年代に開始され、1996年ごろまでに水質は大きく改善し、その後は水質を保持したまま、徐々に塩水流入量を減らし現在に至っている。DAIpoは、コア下部から情報に向かって増加し、汚濁低下を示している。その後、DAIpoは50前後を保持されている。

引用文献

Watanabe, T., Asai K., & Houki, A. 1990. Numerical simulation of organic pollution in flowing waters. In: Cheremisinoff, P.N. (ed.) Encyclopedia of Environmental Control Technology 4: 251-281.

渡辺仁治・浅井一視・大塚泰介・辻彰洋・伯耆晶子. 2005. 淡水珪藻生態図鑑. 784 pp.

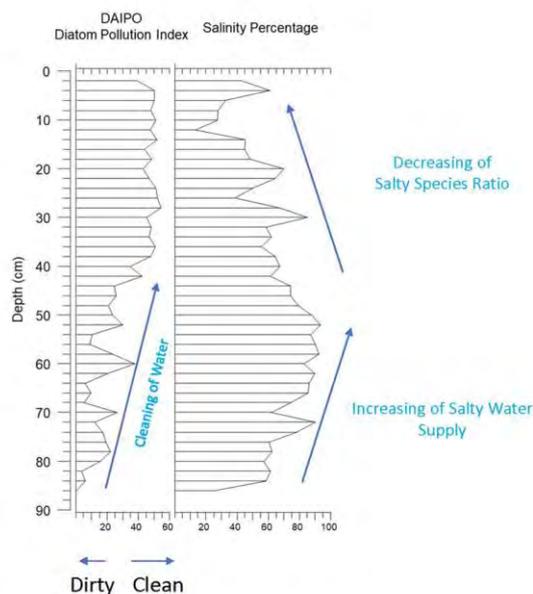
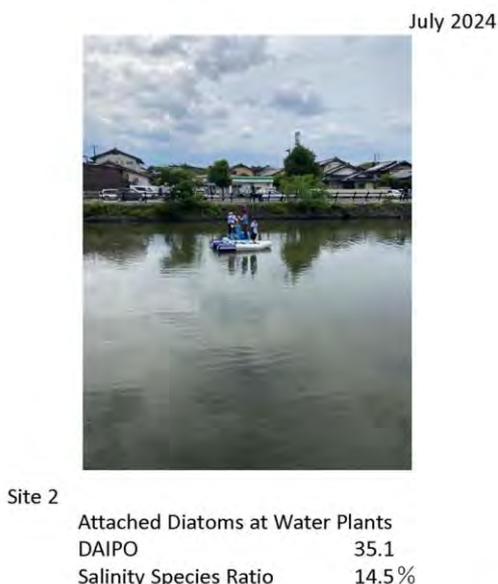


Fig.1 DAIPO Fluctuation at the Moat Deposit at Matsue Castle, Matsue, Japan

Holocene coastal evolution and paleogeography of the Izumo Plain and Lake Shinji, Shimane Prefecture: A result from the NH23 core

Aan DIANTO, Tetsuya SAKAI (Graduate School of Natural Science and Technology, Shimane Univ.), Koji SETO, Kota KATSUKI (EsReC, Shimane Univ.), Toshimichi NAKANISHI (Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka), Yoshiki SAITO (EsReC, Shimane Univ.)

The Izumo Plain and Lake Shinji are part of the Paleo-Shinji Bay, an east-west incised valley that was formed during the Last Glacial Maximum and flooded by the early Holocene sea-level rise. This wave-dominated, narrow, incised valley estuary is fed primarily by the Hii and Kando rivers and forms a bay-side delta. However, the interaction between fluvial and marine sources from the latest Pleistocene to the early Holocene remains unclear, as does the evolution of the bay-side delta.

To investigate the history of estuarine infill, a 61-meter-long sediment core (NH23) was collected from Nishihayashigi-cho in Izumo City, located on the northern margin of the plain (see Fig. 1). A chronological framework was constructed using a Bayesian age-depth model based on thirty-three radiocarbon dates, one known tephra age, grain size analysis, and CNS elemental data. Sediment color was measured in $L^*a^*b^*$ space.

NH23 spans from ~12.2 to 3.8 ka (see Fig. 2), preserving the oldest post-Last Glacial Maximum (LGM) record in Paleo-Shinji Bay. In general, four depositional phases are identified: (1) floodplain deposits before ~12.2 ka, (2) a fluvial-marine transition zone with alternating silty and sandy sediments (~12.2–9.8 ka), (3) a muddy central basin (9.8–4.4 ka), and (4) sandier delta-front to delta plain deposits (4.4–~3.8 ka). TOC–TS plots show that, from ~12.2 to 9.8 ka, the sediments fall within the non-marine to transitional (freshwater–marine) zone. This likely reflects a marine-influenced fluvial environment. Between ~9.7 and 4.7 ka, the values shifted toward the brackish to normal marine range, suggesting a stronger marine influence. Around 5.5 cal. kyr BP, a sudden decrease in TS with high L^* values is observed. This coincides with a sharp increase in the accumulation rate associated with tephra deposition, which significantly enhanced the deltaic progradation of the Hii and Kando rivers.

This core record provides the most complete post-LGM estuarine sequence from Paleo-Shinji Bay, enhancing our understanding of Holocene coastal evolution in narrow-incised-valley settings.

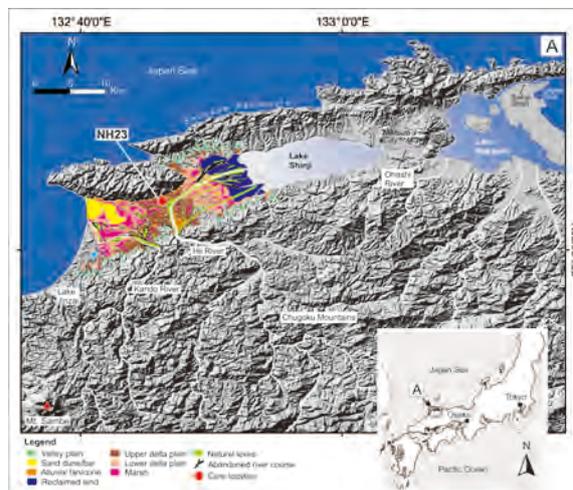


Figure 1. Map of the study area of the Izumo Plain and Lake Shinji. The location of core NH23 is marked with a dot. (elevation: +4.37m)

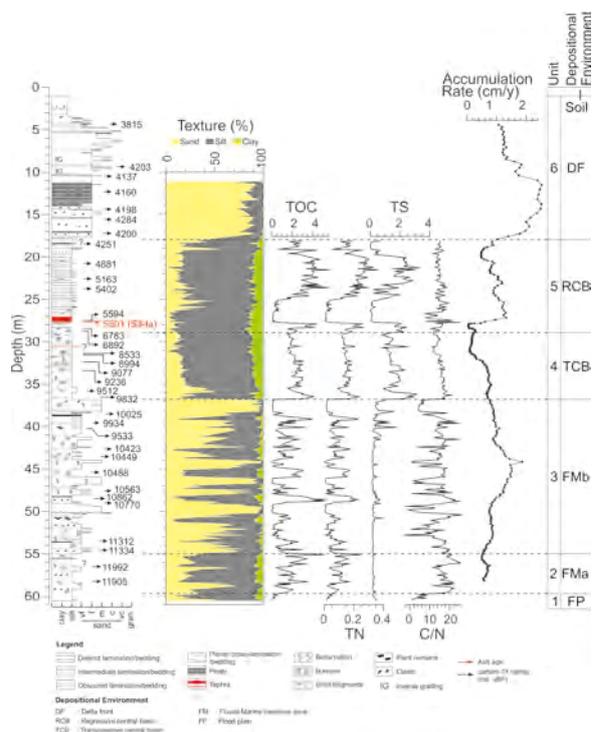


Figure 2: The core log of NH23 is divided into six units based on contrasting properties at different depths (horizontal dashed line).

Geotechnical and Stratigraphic Characteristics of Holocene Deltaic Sediments in the Izumo Plain, Japan
Anjila Babu Malla, Toshihide Shibi and Tetsuya Sakai (Department of Earth Science, Shimane University, Matsue, Japan)

Introduction

The eastern Izumo Plain in southwest Japan represents a Holocene deltaic environment shaped by alternating fluvial and marine processes. Like many low-lying coastal plains, the Izumo Plain is highly susceptible to ground subsidence due to the presence of thick, unconsolidated soft sediments. As urban development progresses in Izumo City, a comprehensive understanding of the subsurface geotechnical behavior becomes increasingly important. This study investigates the relationship between depositional facies and geotechnical properties of Holocene sediments in the Izumo Plain by integrating stratigraphic interpretation with laboratory testing. Special attention is given to compressibility, strength, and sensitivity parameters that are essential for evaluating settlement potential and construction suitability.

Methods

A continuous 20.7 m core (SJ-1) was extracted from the eastern margin of the Izumo Plain, near the shore of Lake Shinji. The core was subjected to detailed sedimentological analysis including visual core description and grain size analysis. Undisturbed samples were collected from each 0.9-m long core for geotechnical testing. The tests included basic index properties (water content, Atterberg limits, specific gravity and bulk density), grain size analysis (laser diffraction), consolidation tests (to determine compression index C_c , preconsolidation pressure P_c , and coefficient of consolidation C_v), and unconfined compressive strength (UCS) tests. These data were analyzed in conjunction with facies boundaries to assess how sedimentological transitions influence the mechanical behavior of soils.

Results

Detailed core description identified a precise stratigraphic boundary at 10.88 m, making two different sedimentary facies. Above 10.88 m, the sequence consists of an alternating bed of medium to fine sand and fine silt indicative of a delta front environment. Each sand bed shows an inversely graded trend with ripple and parallel lamination consistent with deposition from a hyperpycnal flow. Geotechnical data from this interval shows relatively lower water content and plasticity, higher P_c and C_v values, and moderate compressibility.

Below 10.88 m, the sequence is dominated by fine-grained, soft clay of a prodelta setting. These sediments exhibit significantly higher water content, liquid limit, and clay fraction. Consolidation tests yielded compression index C_c values exceeding 1.3, low preconsolidation pressure P_c , and low coefficient of consolidation C_v , indicating poor drainage and slow

consolidation behavior. On the other hand, UCS results showed high sensitivity. All of these indicate a high potential for long-term settlement under applied loads.

Discussion

The marked contrast in geotechnical properties at the 10.88 m depth corresponds closely to the sedimentological transition from a dynamic fluvially influence delta front to a more quiescent prodelta environment. The strong correlation between depositional facies and compressibility highlights that subsurface geotechnical variability cannot be adequately understood without considering depositional history. The deeper clay unit is particularly critical due to its extreme softness, high sensitivity, and high compressibility, making it a major concern for ground subsidence even under a moderate loading condition.

Conclusion

This study demonstrates the importance of integrating geotechnical and sedimentological analyses to identify critical subsurface boundaries and evaluate soil behavior in deltaic environments. The findings enhance facies interpretation and emphasize the importance of high-resolution core analysis, and detailed consolidation assessment in subsidence-prone coastal regions. Izumo Plain case study serves as a valuable reference for understanding the behavior of Holocene sediments in similar deltaic settings.

Keywords: Izumo Plain, Holocene sediment, Compressibility, Soft and sensitive clay

中国山地西部，筒賀一字佐郷断層帯と大原湖断層帯の間に分布する活断層

山内一彦（山口県立徳山高）・白石健一郎（山口県立高森高）

Kazuhiko YAMANOUCI, Ken-ichirou SHIRAIISHI: Active faults distributed between the Tsutsuga-Usago fault zone and the Oharako fault zone, Western part of the Chugoku Mountains

1. はじめに

中国地方は、近年まで活断層の分布が希薄であるとされていたが、最近、同地方の西部については活断層の分布密度が高い地域であることがわかってきた（田力ほか，2015a など）。また、筒賀断層や宇佐郷断層などは予想以上に変位速度が大きく、活動開始時期が古いことも判明しており（山内，2021；山内・白石，2021；山内・山中，2021 など），この地域には、実際の活動度がこれまで考えられていたよりもかなり高い活断層や、見落とされている活断層がさらに存在する可能性が十分にあると考えられ、より詳細な検討が必要である。そこで、島地川断層（牛見・金折，2014 など）などの推定活断層が分布する筒賀一字佐郷断層帯¹⁾と大原湖断層帯の間の地域を対象に、LiDARによる5mおよび1mメッシュDEMデータを用いて作成した地形アナグリフ画像と、大縮尺の空中写真を併用し、詳細な地形判読を行った。また、現地調査もあわせて行い変位地形や断層露頭を検討した結果、複数の活断層の存在が新たに確認されるとともに、それらの変位様式などについていくつかの新知見が得られたので報告する。

2. 対象地域の段丘面

対象地域の段丘面については、上下関係や開析度、構成層の風化度・色調などからH面・M面・L面に区分し、L面のうち沖積錐起源のものはLc面とした。段丘面の形成時期は、本調査では新たな年代試料は得られなかったが、筒賀一字佐郷断層帯周辺などに分布する段丘の地形・地質（山内・白石，2021；山内・山中，2021 など）を参考にすると、H面は中期更新世、M面は最終間氷期前後、L面およびLc面は最終氷期後期と推定される。

3. 活断層の記載

今回、小河谷の系統的な右屈曲や段丘・山麓緩斜面などの変位が確認された以下の断層を、新たに活断層と認定した。

(1) 島地川断層：今回、この断層は島根県益田市匹見町～山口県周南市の津浦ヶ埵付近（北北東～南南西走向で長さ約52km）が活断層であることがわかった。この区間においては、H面、M面、L面、Lc面および山麓緩斜面に段丘崖の右ずれ、開析谷の右屈曲、地形面上の低断層崖が多数認められ、断層ガウジを伴った断層露頭も複数箇所確認された。

(2) 筒賀断層南西延長部：今回、島根県鹿足（かのあし）郡吉賀（よしか）町～山口県岩国市錦町

（北東～南西走向で長さ約14km）においてL面、Lc面および山麓緩斜面に複数箇所が開析谷の右屈曲、地形面上の低断層崖が認められ、この区間は活断層であることがわかった。

(3) 大道理断層（新称）：周南市大道理周辺に分布する、北東～南西走向で全長約6kmの断層である。Lc面に開析谷の右屈曲、段丘面上の逆向き低断層崖が確認された。

(4) 富田（とんだ）川断層（新称）：周南市長穂～同市富田に分布する、北東～南西走向で全長約12kmの断層である。L面およびLc面に複数箇所段丘崖の右ずれ、開析谷の右屈曲、段丘面上の低断層崖が確認された。

4. 活断層の変位様式などについて

本地域の活断層は、いずれも右横ずれが卓越する。その中で島地川断層は、先行河川の屈曲量などから（右横ずれの）総変位量が1,000～1,300m程度と考えられ、断層活動は長期にわたって継続的に繰り返されてきたものと推定される。

また、本地域の活断層、および本地域周辺に分布する宇佐郷断層、大原湖断層、佐波川断層（安江，2021 など）の離隔距離はすべて5km以内である。横ずれ断層の場合、離隔距離が5km以内で連動の可能性があると考えられており（遠田，2016 など）、本地域周辺では、多数の活断層が長期にわたり連動して活動してきた可能性が考えられる。

本地域の活断層の鉛直変位の向きは、多くの地点で段丘面や山麓緩斜面に北～西上りの変位が確認されることなどから、全体的には北西側隆起が卓越すると推定される。本地域周辺では、連動の可能性が考えられる複数の活断層の長期にわたる北西側隆起の活動を伴って中国山地が隆起していると推定される。

注1：本報告では、田力ほか（2015b）が全長約100kmの一つの活断層帯とみなした筒賀断層・宇佐郷断層・栄谷断層の3断層を「筒賀一字佐郷断層帯」と呼ぶことにする。

引用文献：田力ほか（2015a）日本活断層学会2015年度秋季学術大会予稿集。田力ほか（2015b）日本地球惑星科学連合2015年大会予稿原稿。遠田（2016）講談社。牛見・金折（2014）日本応用地質学会中国四国支部2014年度研究発表会発表論文。山内（2021）エリア山口，50，17-23。山内・白石（2021）エリア山口，50，1-15。山内・山中（2021）活断層研究，54，1-21。安江（2021）国土地理院。

2016年熊本地震で出現した断層の古地震履歴とその同時性

石村 大輔 (千葉大)

Daisuke ISHIMURA: Paleoseismic history and simultaneity of faults that appeared in the 2016 Kumamoto earthquake

1. はじめに

2016年4月16日にMj7.3の熊本地震が発生した。本地震によって、布田川断層を主断層とする地表地震断層（以後、地震断層）が広範囲に出現した (Fujiwara et al., 2016)。布田川断層以外に活動した活断層として、水前寺断層、出ノ口断層、阿蘇カルデラ北西部の断層群などが挙げられる。このような断層は近年の宇宙測地技術の向上により他の地震でも見つかっている（例えば、2019年リッジクレスト地震）が扱いは様々である (Nurminen et al., 2020, 2022)。

遠田・石村 (2019) は、2016年熊本地震を例に地震断層の多様性に言及し、地震発生の視点で短い活断層や変位速度が小さい活断層を3つに分類した。結論として、短い活断層でも大地震を引き起こすという単純な解釈とならず、断層間相互作用も含めて複雑なふるまいが考えられることを指摘し、ハザード評価の観点から、起震断層は少なくなる反面、変位ハザードが増大することを述べた。このように、地殻変動の検出技術の向上やこの20年程度で生じた国内外の地震断層の情報が蓄積されたことで、短い活断層や地震時に出現する短く小変位の地震断層の多様性が議論されつつある。

本発表では、2017–2019年度に実施した3地点の断層トレンチ調査を中心に、2016年熊本地震以降に実施された古地震履歴調査についてまとめるとともに、布田川断層とそれ以外の断層の活動の同時性について報告する。

2. 研究方法

著者のグループでは、阿蘇カルデラ内の宮地断層上での宮地トレンチ (Ishimura et al., 2021)、布田川断層に並走する出ノ口断層上での小森トレンチ (Ishimura et al., under review)、布田川断層上での布田トレンチ (Ishimura et al., 2022)、の計3地点でトレンチ調査を実施した。いずれも2016年熊本地震時に地震断層が出現した地点である。布田トレンチでは5つのトレンチを、それ以外は各地点1つのトレンチを掘削した。長さは3~13 m、深さは2~3.5 mである。一部では、補助的な掘削調査をトレンチ底やトレンチ外で実施した。

トレンチ調査では、壁面の整形、モザイク画像作成、スケッチ、サンプリングを実施した。室内分析については、テフラ分析と放射性炭素年代測定を実施した。

3. 結果

布田トレンチでは、イベント認定の確実度を上げるために30 m四方の範囲内で5つのトレンチを掘削した。いずれのトレンチでも断層活動の繰り返しを確認し、ATテフラ (30 ka; Smith et al., 2013) 以降に8回のイベント (2016年を含む) を確認した。宮地トレンチでは、KsSテフラ (4 ka; Miyabuchi, 2009) 以降に2回のイベント (2016年を含む) を確認した。小森トレンチでは、15 ka以降に8回のイベント (2016年を含む) を確認した。

これら3つのトレンチのK-Ahテフラ (7.3 ka; Smith et al., 2013) 以降のイベントの年代はいずれも重なった。そこで、それらを同一イベントと仮定しOxCalにてイベント年代を求めたところ、1回前が2060–1760 cal BP、2回前が4420–4180 cal BP、3回前が6000–5370 cal BPという年代となった。また小森トレンチでは、15 ka以降に8回のイベントが認められ、平均的なイベントの年代間隔を求めたところ1990–2110年という値が得られた。

4. まとめ

これらの結果は、2016年熊本地震時に布田川断層から離れた場所に出現した断層は、過去にも同様に布田川断層と同時に活動していた可能性が高いことを示す。これらが同時に活動したと仮定すると、布田川断層以外の断層トレンチの結果を加えることで活動年代をより絞り込むことができ、その値から布田川断層の活動は比較的周期的であることが示唆される。一方で、そのイベント年代の不確実性が500年以上のものもある。本研究は、既に断層が出現した場所でのトレンチ調査である。したがって、通常、活断層評価のために実施される断層位置が明確でない古地震調査では、本研究以上の高精度化は難しいと思われる。同時性に関しても、年代に基づくこれ以上の議論は難しい。本研究結果は、複数断層の同時性の可能性を示すことができたと同時に、現状の古地震調査の限界も示しているものと思われる。

引用文献: Fujiwara et al. (2016) EPS. Ishimura et al. (2021) EPS. Ishimura et al. (2022) Geomorphology. Miyabuchi (2009) Sedi. Geo. Smith et al. (2013) QSR. Nurminen et al. (2020) Front. Earth Sci. Nurminen et al. (2022) Scientific DATA. 遠田・石村 (2019) 第四紀研究。

粒度組成に着目した貞観津波堆積物形成時の津波外力推定

中野颯太（東北大）・菅原大助（東北大）

Sota NAKANO, Daisuke SUGAWARA: Estimation of Hydrodynamic Parameters of the Jogan Tsunami based on Deposit Grain-Size Composition

1. はじめに

西暦 869 年（貞観 11 年）に発生した巨大地震に伴う津波は、古文書および地質記録から確認されており、仙台平野にはその堆積物が広範囲かつ良好に保存されている。Namegaya & Satake (2014) は、津波の伝播・遡上の順解析により、仙台平野の掘削調査で得られた堆積物分布を説明可能な断層パラメータを同定した。これは、2011 年の東北沖津波の解析に基づき砂の分布限界と浸水深の間に単純な関係が成り立つことを仮定したもので、貞観当時の仙台平野に一律に適用できるかは明らかでない。断層パラメータのより確かな推定のためには、津波堆積物からより多くの定量的な情報を得る必要がある。

TsuSedMod (Jaffe and Gelfenbaum, 2007) や FITTNUSS (Naruse and Abe, 2017) などの逆解析モデルは、堆積物の層厚や粒度分布といった地質情報を入力とし、津波流速や水深などの水理学的パラメータの定量的な推定を可能とする。また、順解析モデルである Delft3D (Deltares) は、複数の粒度クラスを設定した数値シミュレーションを通じて堆積過程を再現し、準 3 次元的可視化により粒度別堆積分布および堆積層形成メカニズムを詳細に解析できる。

本研究の目的は、貞観津波堆積物の粒度組成に着目し、上記の逆・順解析モデルを統合的に適用することで、粒度組成と津波の水理パラメータとの相関を定量的に検討し、震源パラメータを再評価することにある。

2. 結果

本研究では、仙台平野荒浜地区の Transect C (菅原ほか, 2010) 付近において合計 8 点でコアを新たに採取した。貞観津波堆積物（砂層）を 1 cm 間隔で分取し、有機物除去処理を施した後、沈降管法を用いて粒度分析を実施した。その結果、砂層は海側の 2 地点において砂層が異なる粒度特性を示す 2 つのユニットから構成されることが明らかとなった。一方、他の地点ではわずかな級化構造が認められたものの、顕著な粒度変化は観察されなかった。数値計算は、順解析において Delft3D を用い、菅原ほか (2010) で同定された貞観津波堆積物基底の標高を最小二乗法により簡易化した地形モデル上で断面二次元シミュレーションを実施した。波源モデルは、Namegaya and Satake (2014) が推定したパラメータを適用した。

逆解析では TsuSedMod を用いて取得した粒度組成データを入力し、堆積時の流速を推定した。

解析の結果、逆解析による流速推定値は順解析の結果よりも大きく見積もられた。

3. 考察と今後の展望

本研究の粒度分析により、海岸線近傍における貞観津波堆積物の一部は、異なる粒度特性を示す 2 つのユニットから構成されることが明らかとなった。これは、菅原ほか (2010) が提唱した「単一波による堆積」という従来解釈と異なり、仙台平野の貞観津波において、複数の波が遡上した可能性を示唆している。下位ユニットの粒度組成の鉛直変化から判断すると、第一波によって運搬された浮遊砂が完全に堆積する前に第二波の堆積が開始した可能性が考えられる。そのため、津波堆積物データを逆解析モデル TsuSedMod へそのまま適用することは不適切であり、各ユニットに対応した分割・補正が必要である。

また、TsuSedMod は津波流中の懸濁粒子の沈降堆積メカニズムを簡略化したモデルであるため、適用条件や再現精度に制約がある。今後は、より複雑な状況を考慮した逆解析モデルを適用し、粒度組成と主要水理パラメータとの関係を検討する予定である。さらに、地形の凹凸や平面二次元的地形変化を反映した地形モデル上で数値シミュレーションを実施し、逆解析で検討した水理パラメータを境界条件として震源パラメータを評価する予定である。

引用文献：菅原ほか (2010) 津波工学研究報告, 27, 103–132. Namegaya & Satake (2014) Geophysical Research Letters, 41(7), 2297–2303. Jaffe & Gelfenbaum (2007) Sedimentary Geology, 200(3–4), 347–361. Naruse & Abe (2017) Journal of Geophysical Research: Earth Surface, 122(11), 2159–2182.

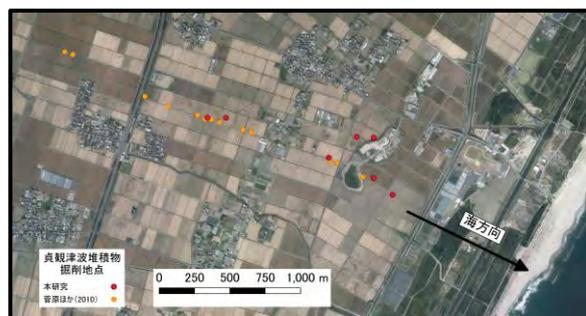


図 1：調査対象地域における津波堆積物掘削地点。国土地理院の空中写真（2023 年撮影）を使用。

青森県むつ市出戸川沿岸低地における古津波堆積物調査と堆積環境の推定

猪瀬大輝・菅原大助・石澤堯史・増田英敏（東北大）

Daiki INOSE, Daisuke SUGAWARA, Takashi ISHIZAWA, Hidetoshi MASUDA:
Paleotsunami survey and environmental reconstruction of the Deto lowland, Mutsu City,
Aomori Prefecture, Japan

1. はじめに

東北地方太平洋沿岸地域から北海道太平洋沿岸地域にかけては繰り返し津波が襲来しており、それに関連する津波堆積物の研究が多く行われてきた。特に1611年の慶長奥州地震津波と17世紀の千島海溝の地震津波についての研究は活発に議論されている。この2つの津波の波源や規模、ひいては地震のメカニズムは未だに解明されていない。Ishimura et al. (2022)では日本海溝と千島海溝の中間地点に位置する下北半島で津波堆積物調査を行い、過去6000年間で17世紀頃のイベント層をはじめ複数の津波堆積物の可能性があるイベント層の存在を報告した。その知見をもとにSato et al. (2022)で波源が検討され、千島海溝と日本海溝の既存の断層モデルでは津波堆積物の分布範囲を説明できないことが明らかになった。一方で、当時の堆積環境については詳細に議論されていない。本研究では、先行研究(Ishimura et al., 2022)の調査地から西に5 kmほど離れた地点において、掘削調査から特にこの時代の津波堆積物の識別を目的に研究を行った。また、掘削したコアから環境変化を読みとることで、当時の堆積環境の推定も試みた。本研究によって、巨大地震の発生メカニズムに資するデータを得られると考えられる。

2. 調査地域と研究手法

調査地域は青森県むつ市出戸川の沿岸低地である。標高は約2~3 mであり、現在海岸線から約400 m離れている。出戸川の左岸に位置する低地において、ジオスライサーおよび機械打撃式コアラーを用いてコア試料を計13本掘削した。掘削したコアに対しては肉眼観察、X線CT撮影を行い、一部のコアに対してはXRFコアスキャンを用いた化学分析を行った。また、粒度分析を行い、堆積構造の把握や供給源推定を試みた。堆積年代については、バルク試料を用い放射性炭素年代測定を行った。

3. 結果と考察

全体的な堆積相としては深度約2 mまでは泥炭層が卓越しており、深度2~4 mにかけては砂質シルトや中粒砂層が卓越していた。これらから繰り返し海洋から堆積物が供給され続け、砂が常時堆積物として堆積する環境から

徐々に海から遠ざかり、泥炭が堆積するような静穏環境に変化していったことが読み取れる。すなわち干潟から後背湿地へ変遷する堆積環境が推定された。年代測定の結果から干潟から静穏環境に変化した時期が約2000年前ごろと推定される。

掘削したコアからはイベント層と考えられる層を2層識別した。上位のイベント層は明瞭な基底侵食面を持つ淘汰の良い砂層であり、側方連続性がある。XRFコアスキャンの結果から、このイベント砂層で海起源の元素(CaやSrなど)の増加が認められたことから海由来のイベントによって運搬され堆積したものであると考えられる。粒度組成については海浜砂と類似性を示した。イベント層の下位の年代については16世紀から17世紀頃の年代を示した。以上の特徴からこのイベント砂層は現生の津波堆積物と類似した特徴を持ち、年代測定の結果から1611年の慶長津波によるイベントもしくは17世紀に千島海溝で発生した巨大津波によるイベントと対比できる可能性がある。下位のイベント層は層厚10 cmほどの有機質シルト層であり、側方連続性がある。XRFコアスキャンの結果から、海起源の元素(Ca, Sr, Sなど)の特段の変化は認められなかった。今後XRD分析を用いた粘土鉱物の同定を行い、洪水など地層の成因について詳細に検討する予定である。この地域ではイベント砂層を堆積させる大規模な海水氾濫は過去2000年間に1度しか発生しなかったと考えられる。イベントの周期性は確認できなかったことから、17世紀に発生したイベントは非常に特異なイベントであった可能性がある。

・引用文献 : Ishimura et al., (2022) *Progress in Earth and Planetary Science*. 9.1, 69

Sato et al., (2022) *Progress in Earth and Planetary Science*. 9.1, 72

微化石層序学的研究に基づく熱海土石流堆積物に含まれる軟質泥岩礫の供給源

北村晃寿(静岡大学)・亀尾浩司(千葉大学)・齊藤 毅(名城大学)・河瀧俊吾(横浜国立大学)・守屋和佳(早稲田大学) Akihisa KITAMURA (Shizuoka Univ.), Koji KAMEO (Chiba Univ.), Takeshi SAITO (Meijo Univ.), Shugo KAWAGATA (Yokohama National Univ.), Kazuyoshi MORIYA (Waseda Univ.) Source of soft mudstone gravel in the Atami debris flow deposits based on a paleontological study

1. はじめに

静岡県熱海市伊豆山地区の逢初(あいぞめ)川源頭部の標高約 390m 地点(海岸から約 2 km 上流)にあった盛土が崩壊し、土石流となって逢初川を流下し、相模湾に流出した。土石流は、死者 28 人、全・半壊家屋 64 棟の被害をもたらした。

この災害を踏まえ、2023 年 5 月 26 日から「盛土規制法」が施行され、そこには、「特定盛土等又は土石の堆積に伴う崖崩れ又は土砂の流出のおそれがある土地に関する地形、地質の状況その他主務省令で定める事項に関する調査を行うものとする」とある。だが、地形・地質の状況の評価基準は示されていない。そこで、第一著者は、逢初川源頭部の盛土崩壊の原因解明が、盛土規制法の実効に必須の情報を与えると考え、共同研究者と静岡県と熱海市の協力の下、崩壊した盛土の特徴と採集地の特定を行ない、次の知見を得た。

(1) 放射性セシウム濃度から、盛土と土石流堆積物は、 ^{134}Cs と ^{137}Cs が検出限界未満のタイプ I、 ^{137}Cs は検出されるが ^{134}Cs は検出限界未満のタイプ II、 ^{134}Cs と ^{137}Cs を含むタイプ III に区分できる。採取場所における堆積時期は、タイプ I は 1950 年代以前、タイプ II は 1950 年代～2011 年 3 月初旬、タイプ III は 2011 年 3 月中旬以降となる。土石流堆積物のほぼすべてがタイプ II なので、崩壊した黒色盛土層の大部分はタイプ II の土砂となる(北村ほか、2023)。

(2) 盛土には褐色土砂と黒色土砂があり、前者は熱海周辺の岩体由来と考えられる。後者は、古生代末期—中生代の放射虫化石を含むチャート岩片、1950 年以降の淡水生二枚貝、現世と前・中期完新世の沿岸性貝類化石、鮮新—更新世の海成層由来の軟質泥岩礫を産する(北村、2022; 北村ほか、2022)。チャート岩片は多摩川流域から搬入されたと推定される(北村ほか、2024)。

(3) 地山由来の火山岩礫のかさ密度は $2.1 \sim 3.2 \text{ g/cm}^3$ である。黒色盛土と土石流堆積物に含まれる軟質泥岩礫の乾燥かさ密度は約 $1.4 \sim 1.9 \text{ g/cm}^3$ 、湿潤かさ密度は $1.7 \sim 2.2 \text{ g/cm}^3$ である(北村、2025)。地下水の浮力の影響は、密度の小さい物質の方が大きいので、泥岩礫の混入は盛土の安定性を低下させる。また、一部の軟質泥岩礫はスレーキング現象を起こす。スレーキング現象の起きる泥岩を盛土材に用いた場合、その現象で長期的な圧縮沈下や強度低下が起き、盛土を不安定化させる。

(4) 土石流堆積物に含まれる軟質泥岩礫から海生二枚貝 *Portlandia* sp. の化石を検出した(北村、2025)。日本周辺海域では、*P. japonica* と *P. lischkei* が生息し、それらの生息深度はそれぞれ 20-200 m と 200-1400 m である。

2. 結果

本研究では、海生二枚貝を含む軟質泥岩礫について石灰質ナノプランクトン、有孔虫、花粉分析を行った。その結果、以下のことが判明した。

石灰質ナノプランクトンは *Gephyrocapsa parallela*、*Pseudoemiliania lacunosa*、*Reticulofenestra asanoi* が検出された。このことから、泥岩の堆積年代は *G. parallela* の出現層準(1.04Ma)から *R. asanoi* の消滅層準(0.91 Ma)までと解釈される。

底生有孔虫群集では、*Rotalinoides compressiuscula* (日本では *Pseudorotalia gaimardii* と報告されてきた種)が 60.4% を占める。この種の多産は深度 20-100 m の海域で見られ、*Portlandia* sp. との共産から、泥岩の堆積深度は 20-100 m と推定される。花粉化石はツガ属、マツ属を多産することが分かった。

3. 議論

神奈川県内の 1.04-0.91 Ma の海成層には、大磯丘陵に分布する前川層そして小田原市北部の塩沢層があるが、*Portlandia* sp. の報告はない。*R. compressiuscula* については二宮層から産出するものの 7.5% 以下である。東京都・千葉県では千葉県の梅ヶ瀬層があるが、*Portlandia* sp. も *R. compressiuscula* の産出報告はない。

以上の通り、泥岩礫に関する堆積年代と貝類と底生有孔虫群集のデータが得られたことで、泥岩礫の採取地は、先行研究で対象とされたような長期間にわたり保存されてきた自然露頭ではなく、人工的に一時的に出現した露頭に由来する可能性が示唆された。したがって、現時点では泥岩礫の採取地の特定は困難であることが判明した。

引用文献：北村、2022、第四紀研究、61、109-117; 北村、2025、第四紀研究、64、27-31。北村ほか、2022、第四紀研究、61、143-155; 北村ほか、2023、静大地研報、50、39-63; 北村ほか、2024、静大地研報、51、57-69。

ハイドロアイソスタシーの数値モデルによる第四紀後期以降の日本列島古地理変遷 奥野淳一（極地研）

Jun'ichi OKUNO: Late Quaternary paleo-topography of Japan from hydro-isostatic modeling

1. はじめに

最終氷期最盛期 (Last Glacial Maximum: LGM) 以降の約 2 万年間に、地球は氷床の急激な融解に伴って約 130 m の海水準上昇を経験した。この過程は、極域を中心とした大陸氷床の質量変化とそれに伴う海洋域への質量移動をもたらし、地球規模の荷重変化により地球内部の粘弾性応答を引き起こす。この固体地球の変形は氷河性地殻均衡調整 (Glacial Isostatic Adjustment: GIA) として理論化されてきたが、氷床から遠く離れた日本列島のような地域では、氷床融解により増加した海水そのものの荷重に起因するハイドロアイソスタシーが相対的海水準変動の地域性を特徴づける主要因となることが知られている (Okuno et al., 2014 など)。

日本列島における LGM 以降の相対的海水準変動の研究は、海成段丘や貝塚、砂丘・海浜および沖積平野の堆積物に残る海水準指標の標高と年代に基づく再現として現在においても精力的に進められている (Tanabe, 2022 など)。その中で、海水準データの年代の高精度化 (放射性炭素年代測定法の高度化) や高分解能の数値地形データの整備が進み、GIA モデリングの適用精度も飛躍的に向上している (Yokoyama et al., 2012 など)。

一方、全球規模の荷重変化による応答を理論的に評価する GIA モデリングの導入は 1990 年代以降に本格化し、日本においても先駆的研究がなされた (Nakada et al., 1991 など)。これらの研究では、完新世の相対的海水準の高さやそのタイミングといった特徴が、マントル粘性率など地球内部のレオロジー構造に影響されていることが強調された。特に縄文海進と呼ばれる海岸線の陸側への侵入とその後の沈降・隆起過程を記録する地形・堆積構造が報告されており、テクトニクスを含む局地的な地殻変動と海水準変動の分離が課題とされてきた。その上で、最終間氷期の海成段丘や検潮儀のデータを活用して、対象とする時間スケールの違いによって変化する地殻変動速度を GIA モデリングに基づいて推測するといった研究もなされた (Okuno et al., 2014)。

また、GIA による地殻応答が単なる背景変動ではなく、古地理・古環境の時空間構造を通じて先史時代の人類社会に大きな影響を及ぼしたという観点からも注目されている。このような背景のもと、本研究では日本列島における海水準変動と古地理変遷を GIA モデリングに基づいて高精度に再現し、特に氷期・間氷期における海峡・海峽部の地形変化が人類移動経路や遺跡分布に与える影響を定量的に検討することを最終的な目的とする。

2. 研究方法

本研究では、ハイドロアイソスタシーに着目し、GIA モデリングを用いて日本列島の第四紀後期における古地理変遷を高解像度で再現し、特に先史時代における人類移動経路や遺跡分布との地形的関係を解析した。使用したモデルは球対称の弾性リソスフェア・粘弾性マントル構造を採用し、氷床融解史として ICE-6G (Peltier et al., 2015) および修正 ANU モデル (Yokoyama et al., 2018) を基盤として実施した。計算対象領域として約 1 km 格子の高解像度 DEM を日本列島周辺に適用し、5 万年前から現在までを対象として 500 年間隔、特定時期には 100 年以下の分解能で海水準変動を計算した上で、過去の地形を逐次求めた。

3. 結果

津軽海峡・関門海峡・瀬戸内海といった重要な海峡部において、氷期における陸橋形成や完新世における水域拡張の時系列変化を定量的に復元することができた。特に津軽海峡では、LGM には北海道と本州の海峡が約 5km ほどまで狭まり、MWP-1a 以降に急速な海洋域の拡大を伴って現代のような海峡が形成された過程が明確に示された。同様に、関門海峡では九州と本州の接続域が大きく変動していたこと、瀬戸内海では島嶼形成と汽水環境の拡大が人類の定住様式に影響を与えていたことが示唆される結果となった。

4. 今後の展望

本研究の成果は、第四紀後期における自然環境変化と人類活動の関連を高解像度かつ動的な視点から解析するための重要な枠組みを提供するものである。特に、氷床変動や地殻変動といった地球物理的現象が、海峡狭窄や陸橋形成を介して人類の移動経路・文化传播に影響した可能性を定量的かつ再現的に評価できる点において、考古学・古環境学との学際的連携における有用性が高い。今後は、高解像度の古地理変遷データや遺跡分布データとの統合解析を進め、地球物理学と考古学を高度に連携させた基盤情報をオープンデータとして展開していく予定である。

引用文献: Okuno et al. (2014) *Quat. Sci. Rev.*, 91, 42–61. Tanabe (2022) *Quat. Sci. Rev.*, 295, 107769. Yokoyama et al. (2012) *Geophys. Res. Lett.*, 39, L13502. Nakada et al. (1991) *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.*, 85, 107–122. Peltier et al. (2015) *J. Geophys. Res.*, 120, 450–487. Yokoyama et al. (2018) *Nature*, 559, 603–607.

岡山平野南西部における完新世の貝形虫群集と相対的海水準の時系列変化

入月俊明 (島根大)・猪谷ゆりあ (島根大)・鳥井夏希 (島根大)・田辺 晋 (産総研)・
納谷友規 (産総研)

Toshiaki IRIZUKI, Yuria ITANI, Natsuki TORII, Susumu TANABE, Tomonori NAYA: Temporal changes of Holocene ostracod assemblages and relative sea level in the southwestern Okayama Plain, southwestern Japan

1. はじめに

岡山平野は、岡山県南部の岡山市と倉敷市に渡って広がり、約 25000 ha の面積を有する広大な沖積平野である。平野には高梁川の他、吉井川、旭川、倉敷川などの河川が流れ、これら 3 河川は児島湖あるいは児島湾に注いでいる。岡山平野は、近代に至るまで「吉備の穴海」と呼ばれる内湾を形成していた (近藤, 1987 など)。その後、河川の堆積作用と大規模な干拓により平野となった。岡山平野では、完新世の古環境に関する研究が数多く行われ、相対的海水準変動も復元されている (鈴木, 2004, 2012)。これらの研究は平野北縁部や中央部で掘削されたボーリングコアを用いて、年代測定と堆積学的検討に基づいて行われた (竹内ほか, 2014; 鈴木ほか, 2019)。しかしながら、古環境復元に有用な微化石に関する研究はほとんどない現状にある。

そこで、本研究では岡山平野南西部で掘削されたボーリングコア試料を用いて、産出した石灰質微化石のうち、微小甲殻類の貝形虫に焦点を当て、統計学的群集解析により、古環境と相対的海水準の復元を試みた。

2. 試料と方法

本研究で使用した柱状コア (GS-0Y-1) は、岡山平野南西部の岡山市南区に位置する倉敷川の倉敷川橋付近で、産業技術総合研究所により掘削された。掘削地点の標高は 0.37 m でコアの全長は 70.2 m である (納谷ほか, 2025)。そのうち、本研究では、コア深度 14 m から 1.645 m の暗灰色粘土を対象に、層厚 1 cm の堆積物試料を 10 cm ごとに採取し、合計 124 試料を用いて処理と分析を行った。試料は真空凍結乾燥機で乾燥後、重量測定を行い、水洗処理を行なった。処理後の乾燥試料を 115 メッシュ (開口径: 125 μ m) の篩で選別し、粗粒な堆積物から全ての貝形虫を抽出した。

3. 結果

結果として 124 試料中 107 試料から 67 種の貝形虫が産出した。主な種とその垂直変化は以下のようである。コア最下部では *Spinileberis furuyaensis* が多産し、この種は汽水域に生息する (入月ほか, 2003)。コア深度 13 m から 12 m では、下部で *Sinocythere impressa* が最多産種、上部で *Bicornucythere misumiensis* が最多産種となった。前者は有明海のような広大な干潟が広がる場所や塩分変動が激しく、濁度が高い中国沿岸域に多産し、後者は閉鎖的内湾の潮間帯に

多産する (例えば、岩崎, 1992; Irizuki et al., 2005)。コア深度 12 m から *Spinileberis quadriaculeata* が急増し、その上位からコア深度約 9 m まで、*Bicornucythere bisanensis* *Cytheromorpha acupunctata*, *Pistocythereis bradyi* のような日本全国の閉鎖的内湾奥から中央部泥底種 (池谷・塩崎, 1993) が産出した。その上位では再び、内湾潮間帯種の *B. misumiensis* が増加し、最多産種になり、コア深度約 3 m から上位では、ほぼ *S. impressa* が独占した。

以上のような群集を Q-モードクラスター分析と因子分析を行った結果、4 つのグループにまとめられた。また、単位重量当たりの貝形虫数については、コア深度 12 m とコア深度 4~3 m で高い値を示した。種多様度については、上位に向け増加したのち、コア深度 10~9 m で減少したが、再び増加したのち、上位へ向け徐々に減少した。

4. 考察

これらの貝形虫分析の結果と ^{14}C 年代データをもとに古環境の時系列変化を以下のように復元した。約 9000 年前では河口やエスチュアリーの環境で、塩分変動が激しかった。当時の海面は標高 14 m 付近にあった。その後、約 8200 年前まで広大な干潟が存在する潮間帯に変化し、さらに、約 7500 年前まで急激に相対的海水準が上昇し、貝形虫数も大幅に増加し、古水深は最大で 10 m 程度と推定された。約 7000~6500 年前では、汽水性種が増加したことから相対的海水準が停滞または低下し、古水深が減少した可能性がある。その後、古水深が再び増加し、約 6000 年前をピークに、約 5000 年前まで閉鎖的内湾中央部泥底環境が続いた。約 5000 年前以降では、古水深は変動を伴いながら減少し、閉鎖的内湾奥の潮下帯環境が続いた。約 1000 年前から塩分変動が激しく、濁度が高い干潟が広がる浅い湾奥環境に変化した。以上の結果は、鈴木ほか (2019) の研究結果と調和的であった。

引用文献: 池谷・塩崎 (1993) 地質論, 39, 15-32. 入月ほか (2003) 島根大地球研報, 22, 149-160. Irizuki et al. (2005) *Paleontol. Res.* 9, 37-54. 岩崎 (1992) 熊本大理紀要, 13, 1-12. 近藤 (1987) 岡山県の考古学. 納谷ほか (2025) 本大会講演要旨. 鈴木 (2004) 岡山大地球研報, 11, 33-37. 鈴木 (2012) 岡山大地球研報, 19, 1-4. 鈴木ほか (2019) 日本地質学会講演要旨. 竹内ほか (2014) 日本水文科学会誌, 44, 161-177.

鍾乳石の同位体比分析に基づく東アジアモンスーン地域の離島における 最終退氷期の温暖化と降水同位体比の非同期的変化

植村 立 (名古屋大)・三嶋 悟 (琉球大)・中村 光樹 (琉球大)・浅海 竜司 (東北大)・加藤大和 (帝京科学大)・狩野 彰宏 (東京大)・Chen Jin-Ping (台湾大)・Shen Chuan-Chou (台湾大)

Ryu UEMURA, Satoru MISHIMA, Koki NAKAMURA, Ryuji ASAMI, Hirokazu KATO, Akihiro KANO, Chuan-Chou SHEN, Chen JIN-PING: Deglacial Warming Weakly Coupled with Rainfall Isotopes on an East Asian Monsoon Island

1. はじめに

アジアモンスーン域は、最終退氷期において降水量、気温、水蒸気起源の変化が複雑に關与する顕著な気候変動を経験した地域のひとつである。特に中国大陸の鍾乳石に記録された炭酸塩の酸素同位体 ($\delta^{18}O_{ca}$) の変動データはモンスーン変動を反映する古気候データとして広く用いられている。一方で、 $\delta^{18}O_{ca}$ には、降水の同位体比と気温の 2 つの要因を分離できないという限界があった。

そこで、本研究では流体包有物の同位体分析を用いることで、両者を分離して評価する試みを行った。具体的には、最終退氷期における気温と降水同位体比の変動を独立に復元し、両者の関係を評価することを目的として、東アジアモンスーンの太平洋側の水蒸気供給源である亜熱帯北西太平洋に位置する南大東島の鍾乳石を対象とし、流体包有物水および炭酸塩の同位体比分析を行った。

近年、安定同位体比を含む古気候変動の再現を目的とした長期間の数値シミュレーションの研究が発展している。本研究の結果も、代表的な降水同位体気候シミュレーション (He et al., 2021) と比較し、東アジアモンスーン域における気候変動の解析を行った。

2. 試料と方法

鍾乳石試料は南大東島 (沖縄県) 星野洞の石筍 (HSN2) を使用した。15 層について、U-Th 法により高精度の年代測定を行った。

鍾乳石の炭酸塩の酸素同位体 ($\delta^{18}O_{ca}$) は、連続フロー型安定同位体比質量分析計を用いて分析した。鍾乳石の流体包有物の水の酸素水素同位体比 ($\delta^{18}O_{fi}$ および δD) は、自作の破碎・抽出装置 (Uemura et al., 2016) とレーザー分光式同位体比分析計を組み合わせて測定した。

生成気温は、 $\delta^{18}O_{ca}$ と $\delta^{18}O_{fi}$ のデータと同位体分別係数の温度依存性から計算した。また、検証として Clumped Isotope による温度推定 (Kato et al., 2019) も行った。

3. 結果と考察

HSN2 の下端と上部の U-Th 年代は、21.7 kyr BP から 13.4 kyr BP であった。これは、LGM から Bølling-Allerød 温暖期 (BA) を連続的にカバー

しており、北半球の最終氷期が終了し、温暖化が開始する最終退氷期の開始期に相当する。

HSN2 の $\delta^{18}O_{ca}$ は、他の東アジア地域の $\delta^{18}O_{ca}$ と同様に BA への移行期 (14.7 kyr BP) に 1.2‰ の急激な低下を示した。一方で、 $\delta^{18}O_{fi}$ は HS1 開始期 (18 kyr BP) から BA 緩やかに低下した。

$\delta^{18}O_{fi}$ は降水の同位体比を反映し、 $\delta^{18}O_{ca}$ は降水同位体比と気温が混合した記録である。すなわち、両者の乖離は、 $\delta^{18}O_{ca}$ が急激に低下した主因は気温上昇であったことを示している。実際に、復元された気温は、HS1 から BA への移行において $4.4 \pm 1.3^\circ\text{C}$ の急激な上昇を示した。また、流体包有物による気温復元は Clumped Isotope による復元とも整合的であった。すなわち、気温は短時間で急激に上昇したのに対し、降水の同位体比は穏やかな変動にとどまっており、両者の応答には明確な非同期性が認められる。

降水同位体気候シミュレーション (He et al., 2021) の南大東島における降水 $\delta^{18}O$ の変動傾向は、HSN2 鍾乳石の流体包有物の実測データと高い一致を示した。この結果は、モデルがこの地域の降水同位体比の長期的傾向を的確に再現していることを示しており、亜熱帯北西太平洋の降水 $\delta^{18}O$ の変動が小さかったことを示す直接的証拠であるといえる。

これらの結果は、東アジアモンスーン域の水蒸気循環理解においても重要である。例えば、中国鍾乳石の $\delta^{18}O_{ca}$ 変動の主な要因として、太平洋の水蒸気 $\delta^{18}O$ の可能性は否定され、これまでも指摘されてきたインド洋起源の水蒸気 $\delta^{18}O$ であるとする仮説を支持する結果であるといえる。

引用文献: He et al. (2021) *Sci. Adv.*, 7, eabe2611. Uemura et al. (2016) *Geochim Cosmochim Acta* 172, 159–176. Kato et al. (2019) *Geochim Cosmochim Acta* 244, 548–564.

北海道藻琴湖における碎屑性年縞堆積物による過去 100 年の堆積環境の変化

瀬戸浩二・香月興太（島根大）・園田武（東京農大）・安藤卓人（秋田大）・仲村康秀（島根大）

Taro TANAKA, Hanako KIMURA: The changes of sedimentary environment over the past 100 years by the clastic varve sediments in the Lake Mokoto, Hokkaido, Japan.

1. はじめに

生物擾乱の乏しい堆積環境では、ラミナを伴う堆積物が見られる。その中でも 1 年に 1 セット形成されるものは年縞堆積物と呼ばれている。年縞は季節的に堆積物の性質が異なることによって形成され、日本では降水量の季節性に起因するものが多く見られている。降水量が多い時期は、周囲から運搬される無機碎屑物が多く堆積し、降水量の少ない時期はプランクトンなどの有機質碎屑物が多く堆積する傾向にある。この違いは堆積物の密度に反映され、軟 X 線写真などで比較的容易に判定することができる。北海道東部の降水量のピークは、台風期であり、年によって異なるが概ね夏季に高降水量を示し、秋季～冬季に低降水量を示す傾向にある。したがって、夏季に高密度の堆積物が、冬季に低密度の堆積物が堆積し、そのセットによって年を判別することができる。ただし、堆積速度と年間の降水パターンによっては 1 年に複数のラミナが形成されることもあり、特徴的な降水イベントによって補正をする必要がある。しかし、このような年縞堆積物があれば、多少のずれがあるものの年代を明らかにした上で堆積環境を議論することができる。本発表では北海道藻琴湖の年縞堆積物の粒度分析と CNS 元素分析の結果から過去 100 年の堆積環境を検討する。

2. 調査地の特徴とコアリング

亜寒帯気候に属する北海道東部オホーツク海沿岸には、多くの汽水湖が分布する。藻琴湖は、網走市東部に位置する面積約 1.1 km²、最大水深 5.8m の小さな富栄養汽水湖である。この湖沼は流域からの汚濁負荷が相対的に高く、富栄養化の原因となっている。また、湖水には密度成層が認められ、夏季には底層に無酸素水塊が形成されている。そのため、藻琴湖では、有機質の碎屑性年縞堆積物で構成されている。このような年縞堆積物の存在する湖沼で年代と堆積環境を解明するために、藻琴湖の湖心において 2m 級の押し込み式コアラーによるコア（18Mk-8C コア、24Mk-9C コア）、リミノスコアラーによるコア（24Mk-1L コア）採取した。

3. コア分析結果と考察

18Mk-8C コアと 24Mk-9C コアは、ラミナレベルで対比可能で、年縞をカウントした結果、西暦 1930 年程度まで遡ることができた。

粒度分析の結果、平均粒径は 6~8φ の範囲で変化する。また、CNS 元素分析の結果、全有機炭

素 (TOC) 濃度は 2~7% の範囲で、全イオウ (TS) 濃度 0~6% の範囲で変化している。平均粒径は軟 X 線の高密度層では 6.5φ 前後を示し、低密度層では 7.5φ 前後を示す。また、TS 濃度は高密度層では 0% 近くを示し、低密度層では相対的に高い値を示している。これらの結果は高密度層が降雨期に堆積し、低密度層がそれ以外の時期に堆積したことを反映しているものと思われる。

24Mk-9C コアの 24~32cm の層準、80~85cm の層準に塊状の層が見られた。この層は含水率が低いにもかかわらず、粒度が相対的に細かく、全イオウ濃度も低い特徴がある。しかし、全有機炭素濃度は 24~32cm の層準は 4% と高く、80~85cm の層準は 2% 程度と低い傾向にあった。これらは通常年縞堆積物の特徴とも異なることから、人為的な堆積作用に起因していると推定した。

TOC 濃度は高密度層では相対的にやや低く、低密度層ではやや高い傾向はあるものの基本的にそれらとは関係なく変化している。1960 年代以降は、TOC 濃度が平均的に 4% (3.2~4.5%) を示しているが、それ以前は 6% (5.6~6.2%) と高い値を示している。しかし、フラックスに換算すると 1980 年代までは 20 mg/cm²/yr 前後と低い値を示しているが、それ以降は 30~40 mg/cm²/yr 程度と増加傾向にある。これらのことから、藻琴湖における有機炭素の供給は、湖沼における生産性より湖沼の周辺環境の環境を反映して変化している可能性を示唆している。

粒度分析の結果、およそ 40 年周期で 7.5φ 前後の層準と 6.5φ 前後の層準に区分することができる。これは相対的な降水量の変化を反映しているものかもしれない。これについては今後さらに検討をしていきたい。

海跡湖の炭素貯蔵量の変遷におよぼす人為活動の影響

香月興太・瀬戸浩二・仲村康秀・辻本 彰（島根大）・山田和芳（早稲田大）・園田 武（東京農大）
Kota KATSUKI, Koji SETO, Yasuhide NAKAMURA, Akira TSUJIMOTO, Kazuyoshi YAMADA, Takeshi Sonoda: Lagoonal carbon burial flux changes associated with human activity

1. はじめに

地球温暖化の緩和策として自然界の二酸化炭素吸収機能が注目されている。大気中に放出された二酸化炭素は生態系内に有機・無機炭素として貯蔵され、最終的に堆積物として大気圏-生物圏の炭素循環から除外される。湖沼の炭素貯蔵効率は海洋よりはるかに高く、地球表面積の2%未満にすぎない湖沼の堆積物に外洋における堆積物とほぼ同等の炭素が貯蔵されていると推測されている (Regnier et al., 2022 ほか)。一方で、人間活動に伴った急激なエスチュアリー域の縮小に伴って海跡湖を含むエスチュアリー域の炭素除外機能は急速に低下しつつあるとも推測されているが、エスチュアリー域の炭素貯蔵効率に関する知見は限定的であり、実際のエスチュアリー域の年間炭素貯蔵量の変遷は明らかではない。そこで本研究では日本国内の9つの海跡湖内の12水域と韓国の海跡湖1水域の計13水域で湖底堆積物内の有機炭素貯蔵効率を測定し、時代別および地域別の有機炭素貯蔵量変動を明らかにした。

2. 試料

本研究で使用した海跡湖の堆積物試料は2005年以降に各海跡湖において押し込み式あるいは投下型の採泥器を用いて採取した表層柱状堆積物である。堆積物を採取した海跡湖は次の通りである：北海道（サロマ湖・能取湖・網走湖・藻琴湖）、本州（伊豆明神池、浜名湖、日向湖、中海、宍道湖）、および韓国（花津浦）。採取した堆積物試料は0.5-1.0 cm間隔でスライスされ、炭素・窒素濃度が測定された。堆積物の試料の年代は、 ^{14}C 、 ^{210}Pb 、 ^{137}Cs 、火山灰およびラミナ計測を用いて決定され (Katsuki et al., 2008, 2012, 2016, 2019; 香月ほか, 2019; Seto et al., 2019, 2022; 瀬戸ほか, 2020)、各海跡湖における年代ごとの有機炭素貯蔵フラックスを算出した後、1850年以降における半世紀間隔の有機炭素貯蔵効率の平均値および国内の全海跡湖における総有機炭素貯蔵量を概算した。

3. 結果と考察

1850年以降の日韓の海跡湖における年間1平方メートルあたりの平均有機炭素貯蔵量（以下、炭素貯蔵効率）は約64.5gであった。地域別では北海道の海跡湖で高い傾向があり、特に海跡湖の湖沼面積に対して流域面積が広く、流域内での酪農や農作が盛んな藻琴湖で高い値を示した。年代別では19世紀後半から20世紀後半にかけて炭素貯蔵効率は急増し、その後21世紀にはいと

微減する傾向が見られた。特に20世紀前半と比較すると20世紀後半以降の炭素貯蔵効率は2倍以上となっており、これは20世紀後半において国内では経済成長に伴い海跡湖の汚濁が進行したことが主要な要因であると考えられる。また、本州の海跡湖である浜名湖、日向湖、中海本庄水域などでは20世紀後半以降のCN比の値が減少する傾向が見られており、水質の汚濁に伴い海跡湖における有機炭素の供給源が陸源・水生植物から植物プランクトンへと移行していることが伺える。

国内の海跡湖は人為的活動に伴って縮小し続けており、現在の海跡湖の面積は1945年と比較すると埋め立て等により約20%が減少している。しかしながら、残された海跡湖の炭素貯蔵効率は上述した通り2倍以上となっており、計算上は現在の国内海跡湖が貯蔵する年間総炭素貯蔵量は20世紀前半と比較して約65%増加していることになる。この傾向はおそらく海跡湖以外のエスチュアリー水域においても同様であり、炭素循環および堆積物中への炭素貯蔵の観点において、現存するエスチュアリー域の役割は大きくなっていることが推測される。

引用文献：Katsuki et al. (2008) *J. Paleolim.* 40, 1115-1125. Katsuki et al. (2012) *Mar. Env. Res.* 81, 83-89. Katsuki et al. (2016) *J. Paleolim.* 55, 35-48. Katsuki et al. (2019) *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 222, 205-213. 香月ほか (2019) *LAGUNA* 26, 73-83. Seto et al. (2019) *Reg. Stud. Mar. Sci.* 25, 100458. 瀬戸ほか (2020) *環境考古学と富士山* 4, 53-65. Seto et al. (2022) *J. Paleolim.* 68, 329-343. Regnier et al. (2022) *Nature* 603, 401-410.

「スーパー間氷期」の初期の意味とその用法の変遷

池原 実 (高知大)

Minoru IKEHARA: The initial meaning of “super interglacial” and changes in its usage

1. はじめに

第四紀は氷期と間氷期が繰り返している時代である。現代（完新世末）よりも温暖であった可能性が高い過去の間氷期は「スーパー間氷期（super-interglacial）」と表現されることがあり、将来の地球温暖化のアナロジーとして古気候・古海洋研究にとって重要な時代である。スーパー間氷期の一つは約 12.5 万年前の海洋酸素同位体ステージ (MIS) 5e である。また、約 40 万年前の MIS 11 や約 107 万年前の MIS 31 などともスーパー間氷期と呼ばれ、将来の温暖化地球の類型時代として集中して研究される傾向にあり、研究発表や論文でも多用される。

では、「スーパー間氷期」という言葉は、いつ頃、どのように使われ始めたのだろうか。昨今の論文等のデジタル化の進展により、古い文献もインターネット上で検索し入手することが容易になってきた。その恩恵を活かし、いわゆる「スーパー間氷期」という言葉の初期の意味とその言葉の用法の変遷を概観する。

2. Super-interglacial は誰が使い始めたか

2025 年 6 月末に文献検索サイト Scopus を利用して「super interglacial」もしくは「super-interglacial」を検索語として改めて調査した。これら 2 つの語がタイトル、要旨、キーワードに含まれる文献は 72 編であったが、それらを丹念に調べたところ、論文中に実際に検索語が含まれる文献はおよそ半数の 37 編であった。精査の結果、「super interglacial」という言葉が最初に使われていた論文は、André L. Berger 博士が 1979 年に発表した気候変動に関するレビュー論文 (Berger, 1979) である。「This carbon dioxide induced super-interglacial」という表現で将来の温暖化した気候を表現しており、当時自然変動として危惧されていた気候寒冷化の傾向に加えて、人為的な大気 CO₂ 濃度の増加によって起こる温暖化が重なって地球気候が変化していくことが議論された (Berger, 1979)。

次に「super interglacial」が認められたのは、バンコクのデルタ地形と海水準変動について論じた Somboon (1990) であった。この論文では、進行中の地球温暖化によって起こることが推測される海水準上昇がバンコクに与える様々な影響について論じている。注目すべきは、15 万年前から将来に亘る全球気温変化を示す図中で、将来の温暖化した部分を指して「Carbon dioxide induced “super-interglacial”」と説明している点である。つまり、Berger (1979) と同様に、super-interglacial という言葉を使って将来の

温暖気候を指しているのである。その図は Broecker (1975) および Mitchell (1977) を参照して作図したと記載されていたが、本稿執筆時点で Mitchell (1977) は入手できていない。Broecker (1975) では、グリーンランド氷床コア (Camp Century) の酸素同位体比変動記録を基に過去 800 年間ほどの間に温暖化と寒冷化が周期的に繰り返すこと、1900 年代の中頃をピークに地球気候は寒冷化傾向にあることを述べた上で、大気中の CO₂ 濃度の上昇に伴って 21 世紀に向けて温暖化する可能性があることを論じている (Broecker, 1975)。その際、「CO₂ induced warming」という表現で、人為起源の温室効果ガス増加による将来の温暖化について危惧しているが、「super-interglacial」という言葉は使っていない。これらの結果に基づくと、1970 年代に Broecker や Berger が展開した議論を参考に、Somboon (1990) では、人為的な要因によって引き起こされるであろう将来の温暖気候のことを指す言葉として「super interglacial」が使われていたと言える。

3. Super-interglacial の用法の変遷

その後、super-interglacial という言葉が学術界に再登場したのは 2003 年の David W. Lea らの論文である。彼らは、オントンジャワ海台の ODP 806B の海水温変動を復元し、過去 45 万年間の中で MIS 11 が最も水温が高く、他の間氷期に比べて特異的に長期間続くことを指摘し、「A super-interglacial in the tropical Pacific during MIS 11」という表現で MIS 11 の特異性を指摘した (Lea et al., 2003)。つまり、2003 年ごろまでには、super-interglacial は Broecker が議論したような将来の温暖気候のことを指す言葉ではなく、過去のより温暖な間氷期のことを指す言葉に変化していたようだ。

1990 年頃から 2003 年頃までの間の super-interglacial の使い方の変遷は正確には追跡しきれていないが、南大洋の深海掘削コア等の解析研究の進展によって、MIS 11 間氷期が将来の温暖地球のアナロジーとして注目されはじめたことと関連する可能性がある。用法の変遷については講演にて紹介する。

引用文献

Berger (1979) *Geophysical Surveys*, 3, 351–402.; Broecker (1975) *Science*, 189, 460–463.; Lea et al. (2003) In: *Earth’s Climate and Orbital Eccentricity: The Marine Isotope Stage 11 Question.*; Somboon (1990) *Southeast Asian Studies*, 28, 154–170.

山口県秋吉台北西部の植物珪酸体分析からみた植生景観の変遷と地点間の比較

渡邊稜也（日本大）・江口誠一（日本大）・藏本隆博（秋芳町地方文化研究会）

Takaya WATANABE, Sei-ichi EGUCHI, Takahiro KURAMOTO: Vegetation landscape changes reconstructed from phytolith analysis and comparing sites in northwestern area of Akiyoshi-dai Plateau, Japan.

1. はじめに

山口県の中央部に位置するカルスト台地である秋吉台は、台地上に半自然草地在り、現在も年に一度の一斉火入れにより景観が維持されている。近年、この草地の成立時期や、火や採草による植生攪乱と植生変遷の関係について植物珪酸体分析を含む多数の指標から明らかにされてきた（渡邊ほか、2025 など）。また、秋吉台地域では、斜面に薪炭林、低地（ポリエ）に水田が位置し、台地と周辺の地形条件に応じた植物資源の利用が行われていたことが知られる。しかし、このことを考慮し、地形ごとの古植生を検討した例は見受けられない。そこで本研究では、秋吉台北西部の台地上とポリエの双方において古植生を復原し、それらを比較することにより、植生景観の変遷とその背景としての土地利用との関係を議論した。

2. 試料と方法

秋吉台地域の地形に応じた古植生を復原するために、分析用の試料を台地上の1地点（IM-4地点）とポリエ内の2地点（S0-1地点、NT-1地点）で採取した。S0-1地点はポリエの上流部、NT-1地点は下流部に位置し、近隣に金属精錬に関わる遺跡または遺物包蔵地が分布する。得られた試料は層相を記載すると共に、産出した植物遺体に対して放射性炭素年代測定を行い、試料の堆積年代を決定した。イネ科草本および常緑広葉樹を中心としたローカルな古植生を復原するため、全地点において植物珪酸体分析を行った。これに加えて、IM-4地点では火による植生攪乱の影響を検討するため、微粒炭(macro-charcoal)分析を行った。

3. 各分析地点における結果と植生変遷

IM-4地点では、植物珪酸体の産出傾向を基に、下層からA-I帯、A-IIa帯、A-IIb帯に分帯した。A-I帯では、ササ属型やクスノキ科型が高い割合を示し、当地域の現在の植生を考慮すると、タブノキが優占する森林が広がっていたものと考えられる。A-IIa帯では、ススキ属型やネザサ節型といった草地構成種を給源とする植物珪酸体の割合が増加し、A-I帯とA-IIa帯の境界部にあたる深度80cmで微粒炭量も増加した。このことは、火による植生攪乱が関係し周囲が草地化したことを示唆している。炭化物の放射性炭素年代及び先行研究の成果を総合すると、この植生変化は約1,635 cal AD以降に生じた可能性が高い。A-IIb帯ではネザサ節型及び微粒炭が多量に産出し、近

年の刈り取りが行われず、火入れのみで維持された草地景観を反映しているとみられる。

S0-1地点はB-I帯とB-II帯に区分した。下位のB-I帯ではススキ属型、チガヤ属型、ササ属型が6割以上を占め、ヨシ属型が検出された。B-II帯はイネ型の割合が増加傾向に転じた。本分帯の下部では広葉樹樹皮から約1,664 cal AD以降の年代が得られ、その時期以降に本地点の周囲で水田が拡大したことが示唆された。この変化は近隣の銀山が稼働を終えた時期に対応して生じており、周辺において土地利用の転換が生じたと推察される。

NT-1地点は下層よりC-I帯とC-II帯に分帯した。C-I帯ではタケ亜科植物を給源とする珪酸体が優勢であり、ポリエにネザサ節、斜面部にササ属が分布していたものと考えられる。C-II帯では約1,300 cal AD以降にタケ亜科植物の割合が減少し、イネ型が増加した。同時期の金属精錬に係る弥生～中世期の遺物包蔵地が隣接しており、人間活動の活発化により稲作が拡大したものと考えられる。

S0-1地点、NT-1地点共に広葉樹型の珪酸体は低率ながら下層から上層にかけて連続的に産出したが、クスノキ科型は表層付近で欠落する傾向にあった。このことは、試料採取地点近隣の台地斜面における森林組成の変化を反映している可能性がある。

4. 秋吉台北西部における植生変遷の地点間比較

秋吉台北西部のポリエにおける水田の拡大は、下流側にあたるNT-1地点では中世以降であることが示された。S0-1地点及びIM-4地点の結果に基づくと、ポリエの上流部まで水田が拡大した時期は江戸時代中期以降で、同時期に台地上で草地が広がったことが明らかとなった。各地点の放射性炭素年代値を考慮すると、現在みられるような植生景観の配置はおおよそ1,650 cal AD以降に成立したものと推察され、ポリエにおける草資源の需要が高まったことが台地上の採草が拡大の背景の一つである可能性がある。各地点の植生変遷の時期と周辺の金属精錬遺跡との年代が対応することから、本地域の過去約1,000年間においては、社会条件の変化や人為的作用が関係して植生景観が変化してきたものと考えられる。

引用文献：渡邊ほか（2025）植生史研究，33，19-29.

山口県南東部，島田川中流域の古植生変遷

渡辺正巳（文化財調査コンサルタント株式会社・島根大学）・田畑直彦（山口大）

Masami WATANABE, Naohiko TABATA: Paleovegetation change in the midstream area of the Shimada River, Southeast Yamaguchi prefecture, Southwest Japan

はじめに

山口県南東部，周南市を流れる島田川中流域右岸（北岸）の丘陵上には，弥生時代中期～終末期の高地性集落跡である石光遺跡，天王遺跡，追迫遺跡，岡山遺跡が分布する（谷口編，1988 など）。

今回は、追迫遺跡，天王遺跡と岡山遺跡の間（安田地区）の低地で採取したボーリング試料（図1）を対象に実施した花粉分析及び 14C年代測定結果について報告する。併せて発掘調査により検出された弥生時代の種実化石（荒木（1953），宇都宮（1987））、及び江戸時代の文献資料に記された農産物と花粉分析結果（検出された花粉化石）と

の比較を行い両時期での植物利用（農産物）について述べる。

また本研究には，日本学術振興会 科学研究費補助金 基盤研究(C) 課題番号 20K01074(代表者 田畑直彦)を利用した。

引用文献：荒木（1953）『島田川 周防島田川流域の遺跡調査研究報告』，129-133，宇都宮（1987）『岡山遺跡』，101-107，谷口哲一編（1988）『天王遺跡』

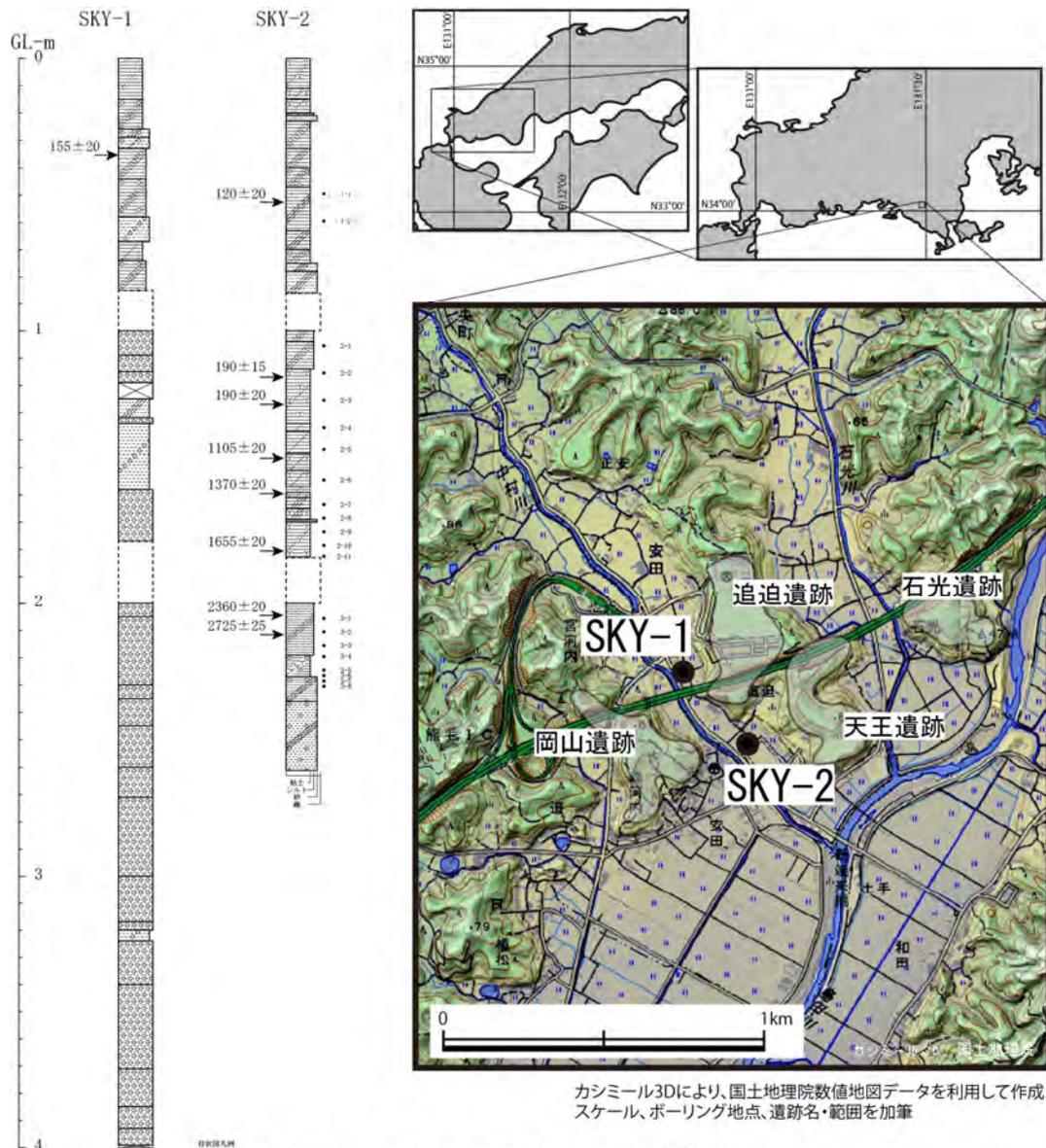


図1 調査地点及び、ボーリング柱状図

北海道函館沖海底コアの花粉分析による 最終氷期における北海道南西部沿岸の古植生復元

酒井和也 (鹿児島大・院)・吉田明弘 (鹿児島大)

Kazuya SAKAI, Akihiro YOSHIDA: Reconstruction of palaeovegetation during the Last Glacial period based on pollen assemblages from the sediment cores offshore Hakodate, northern Japan.

1. はじめに

日本列島の冷温帯域では、ブナやミズナラなどから構成される落葉広葉樹林が広がる。最終氷期以降の東北日本における冷温帯落葉広葉樹林の拡大過程については多くの研究がなされてきた。近年の花粉分析や DNA 分析の結果から最終氷期の東北地方以北にも落葉広葉樹が分布した可能性が示されるが (吉田・竹内, 2009; Hiraoka & Tomaru, 2009), その詳細な分布域は未解明である。最終氷期には海水準が低下しており, 当時の沿岸部は比較的温暖的な環境で, 落葉広葉樹の生育に適していた可能性がある。そこで本研究では, 最終氷期の落葉広葉樹の分布域を解明するため, 北海道函館沖で採取されたボーリングコア試料を用いて花粉分析を行い, 古植生復元を行う。また, 本調査地の花粉化石記録を周辺地域のものとは対比し, 最終氷期の津軽海峡周辺における落葉広葉樹の分布について考察する。

2. 試料と分析方法

本研究では楳原ほか (2012) により函館沖の-56m で採取されたバイプロコア GSH6_No. 4 を用いた。本研究では, コア試料の泥炭 4 点について AMS¹⁴C 年代測定を行い, これらの年代値は楳原ほか (2012) による 2 試料の年代値と共に IntCal20 の校正曲線に基づく OxCal v. 4. 2 を用いて 2σ の範囲で校正年代を計算した。花粉分析の試料は泥炭層から約 2cm 間隔, 約 1cm³ でキューブ状試料を 54 点採取した。試料処理は, KOH-ZnCl₂-アセトリシス法で行った。

3. 結果

花粉分析の結果から, H0-1 帯~H0-4 帯の 4 つの局地花粉帯を設定した。

H0-1 帯には, トウヒ属およびカバノキ属が優勢で, 次いでモミ属, ニレーケヤキ属が出現した。コナラ亜属, ブナは連続して出現した。H0-2 帯にはトウヒ属が増加し, ニレーケヤキ属が約 2% に減少した。コナラ亜属は連続的に出現するが, ブナは不連続的に出現する。H0-3 帯ではトウヒ属が 70% 前後に増加する。ニレーケヤキ属, コナラ亜属は低率で連続して出現し, ブナは上部で稀にしか出現しなくなる。H0-4 帯には約 10% にモミ属が増加した。ニレーケヤキ属, コナラ亜属は連続して出現し, ブナは 1 粒のみ出現した。

4. 考察

1) 函館沖周辺における最終氷期の古植生復元

本研究の結果および周辺域の大型植物化石データ (矢野ほか, 1985; 五十嵐・熊野, 1981) か

ら, 本地域の古植生は以下のように考えられる。H0-1 帯期から H0-4 帯期の函館沖周辺にはアカエゾマツ, ダケカンバ優勢の亜寒帯性針葉樹林が存在した。H0-1 帯期 (約 44.6~44.2 ka cal BP) は付近にハルニレなどの湿地林もあった。H0-2 帯 (約 44.2~43.9 ka cal BP) 以降にはハルニレが減少し, H0-3 帯期 (43.9~30.8 ka cal BP) には亜寒帯性針葉樹林はアカエゾマツが中心になった。H0-4 帯期 (約 30.8~29.5 ka cal BP) では亜寒帯性針葉樹林でややトドマツが増加した。

2) 最終氷期の津軽海峡周辺における落葉広葉樹の分布

最終氷期の津軽海峡周辺における落葉広葉樹の分布について各地の花粉化石記録を基に考察する。MIS3 後期には, ブナは H0-1 帯期で連続的に出現し, H0-3 帯期中部 (約 40 ka cal BP) まで不連続的に出現する。ほぼ同時期の青森県出来島では最大約 5% 程度出現し (藤木ほか, 2017), 青森県阿光坊の To-Of テフラ (約 36 ka cal BP; 小岩ほか, 2007) 直下でも約 5% 程度出現する (竹内, 1970)。このことから, MIS3 後期までは津軽海峡周辺でも局地的にブナが生育したと考えられる。ニレーケヤキ属, コナラ亜属は函館沖, 出来島で低率ながら連続して出現したことから, MIS3 後期には津軽海峡周辺の一部で安定して生育したと推測される。

MIS2 初頭を含む H0-4 帯期でニレーケヤキ属, コナラ亜属が連続して出現する。各地の MIS2 初頭の花粉化石記録では落葉広葉樹は稀に出現する程度になる (藤木, 2017 など)。この時期の津軽海峡周辺では, これらの樹種の生育数が大きく減少したと考えられる。しかし, 本調査地の結果から, わずかながらにニレーケヤキ属, コナラ亜属などの落葉広葉樹が沿岸部に生育した可能性がある。

引用文献

藤木ほか (2017) パレオアジア文化史学 計画研究 A03 平成 29 年度研究報告書, 10-14. Hiraoka & Tomaru (2009) *J. Plant Res.*, 122, 269-282. 五十嵐・熊野 (1981) 第四紀研究, 20, 129-141. 楳原ほか (2012) 活断層・古地震研究報告, 12, 1-43. 小岩ほか (2007) 第四紀研究, 46, 437-441. 竹内 (1970) 地質学雑誌, 76, 151-158. 矢野ほか (1975) 北海道開拓記念館調査報告, 9, 15-25. 吉田・竹内 (2009) 第四紀研究, 48, 417-426.

静岡県沼津市東大平遺跡の後期旧石器時代以降の植生と火事の歴史

林尚輝（鹿児島大）・山岡拓也（静岡大）・池谷信之（明治大）・前嶋秀張（沼津市）・高倉純（札幌国際大）・小林淳（静岡県富士山世界遺産センター）・林竜馬（琵琶湖博物館）・山本正伸（北海道大）・佐瀬隆（北方ファイトリス研究室）・細野衛（東京自然史研究機構）

Naoki HAYASHI, Takuya YAMAOKA, Nobuyuki IKEYA, Hideharu MAEJIMA, Jun TAKAKURA, Makoto KOBAYASHI, Ryoma HAYASHI, Masanobu YAMAMOTO, Takashi SASE, Mamoru HOSONO: Vegetation and fire history reconstructed from phytolith and macro-charcoal since the Upper Palaeolithic at Higashiohira site in Numazu City, Shizuoka Prefecture

1. はじめに

静岡県東部の愛鷹山麓は、後期旧石器時代の遺跡が集中し、日本列島に定着した現生人類の初期の活動痕跡が残されている地域である。また、後期旧石器時代の最初期から黒色帯（黒ボク土層）が認められる地域としても知られ、この黒色帯の生成には野火などによる人為的な植生変遷が深くかかわっている可能性が指摘されている（佐瀬ほか、2006）。そこで、本研究では黒ボク土層の生成時期の植生と火事史を明らかにする目的で、愛鷹山南麓の丘陵上に位置する東大平遺跡において、植物珪酸体と微粒炭（macro-charcoal）分析を行い、当遺跡周辺の植生と火事の変遷を復元した。

2. 研究地点

東大平遺跡は、静岡県沼津市東沢田に位置する。主な時代は弥生時代であるが、少量ながら縄文土器も出土している（静岡県埋蔵文化財センター、2025）。当遺跡のテストピットでは、中部ローム層を下限とし、黒色帯（BBVII～II）とスコリア層がほぼ交互に合計13の土層が堆積する。黒色帯（BBII層）の上位にはニセロームとよばれるATを含む黄褐色土層が存在する。ニセローム層の上位には再び黒色帯（BBI）とスコリア層が認められ、さらにその上に休場層とよばれる黄褐色風化土層が存在する。休場層の上位には縄文時代草創期～早期の富士黒土層、さらに縄文時代前期以降の栗色土層と通称される土層がある（静岡県埋蔵文化財センター、2025）。

3. 試料と方法

栗色土層（相当層）～中部ローム層までを鉛直方向に5cm間隔で採取した試料のうち、各土層で1～3試料を珪酸体および微粒炭分析に使用した。

植物珪酸体と微粒炭の抽出処理はOkunaka et al. (2012)の方法を参考に行った。珪酸体は生物顕微鏡下400倍で同定を、微粒炭は実体顕微鏡下20～50倍で125 μ m～1000 μ mの微粒炭の計数を行った。

4. 結果と考察

植物珪酸体分析の結果、中部ローム層から休場層の下部までは、メダケ属型の機動細胞珪酸体とタケ型の短細胞珪酸体で約50%を占めた。休場層

の上部から富士黒土層にかけては、ヒメアブラスキ連型の機動細胞珪酸体が増加し、20～35%を占めるようになった。また、ニセローム層から休場層にかけては、わずかながらササ属の機動細胞珪酸体も検出された。栗色土層（相当層）より上位では、タケ型の短細胞珪酸体が増加し、珪酸体の含有量が著しく大きくなった。微粒炭は、中部ローム層からは検出されなかったが、BBVII～BBIV層では比較的多く含まれた（163～496個/g）。休場層には、微粒炭はほとんどみられず、富士黒土層から上位に向かって増加した（262～2,306個/g）。

以上の結果から、東大平遺跡の周辺では約37,500年前以降、火事が起こっておりメダケ属が優占する環境が維持されたと考えられる。一般に、タケ・ササ類において、メダケ属は、暖温帯に、ササ属は冷温帯～亜寒帯で優占する（Numata, 1969）。当地域では、ササ属は最終氷期最寒冷期～晩氷期頃にやや増加したものの、メダケ属が優勢であったことから、最終氷期においても比較的温暖な気候下にあったと推定される。ただし、メダケ属はササ属より攪乱圧に強く、（嶋田ほか、1973）。愛鷹山麓は、後期旧石器時代から人類の活動の場であったことから、人為的な攪乱が継続してあったこともメダケ属が維持された要因として考えられる。その後、晩氷期から約7,000年前ごろまでは、何らかの要因でススキやチガヤに代表されるヒメアブラスキ連の植物が一時的に優占するようになり、7,000年前頃から再びメダケ属が卓越するようになったと考えられる。

謝辞

本研究は、三菱財団人文科学研究助成「後期更新世における黒ボク土層の生成と人間活動との関わりについての基礎的研究」（代表：山岡拓也）の助成の一部を使用し、実施された。

引用文献：Numata (1969) *Vegetatio* 19, 96–127. Okunaka et al. (2012) *The Holocene* 22, 793–800. 佐瀬ほか (2006) *地球科学* 60, 147–163. 嶋田ほか (1973) *草地の生態学*. 築地出版, 287pp. 静岡県埋蔵文化財センター (2025) *静岡県埋蔵文化財センター調査報告 73*. 静岡県埋蔵文化財センター, 30pp.

台湾南西部菜寮地域の完新世段丘堆積物に含まれる化石と考古遺物

岩寄広大 (大阪公立大)・河村愛 (富山大)・河村善也 (大阪市立自然史博)・齊藤毅 (名城大)・百原新 (千葉大)・張鈞翔 (中華民國國立自然科學博)・三田村宗樹 (川崎地質)

Kodai IWASAKI, Ai KAWAMURA, Yoshinari KAWAMURA, Takeshi SAITO, Arata MOMOHARA, Chun-Hsiang CHANG, Muneki MITAMURA: Fossils and artifacts in the Holocene terrace deposits of the Tsailiao area, southwestern Taiwan

1. はじめに

台南市左鎮区の菜寮とその周辺地域は、第四紀の哺乳類化石が多産することから、台湾の陸上で最も重要な哺乳類化石産出地域として、古くから古生物学的に注目されてきた。また、この地域では「左鎮人」と呼ばれる人類化石も産出し、人類学・考古学的にも注目されていた。この地域は、地形的には丘陵、段丘、沖積平野からなるが、そのうち丘陵をつくるのは海成の砂層や泥層からなる中・下部更新統で、崎頂層 (Chiting Fm., きちょうそう) と呼ばれている。段丘をつくるのは礫、砂、泥からなる河成の堆積物で、すべて完新世のものと考えられるようになった。このような段丘については、Hsieh and Knuepfer (2002), 何信昌ほか (2005), Kawamura *et al.* (2016) などに記載されているが、最近 Iwasaki *et al.*

(2025) はその詳細な研究を行い、段丘堆積物の岩相や堆積環境、年代、含まれる化石群集、ネオテクトニクスについての意義をまとめている。しかし、この論文では化石についての記述が必ずしも十分ではなく、含まれていた考古遺物についても触れられていない。そこで本講演では、段丘堆積物の化石と考古遺物について、演者らの研究でわかったことを報告する。

2. 段丘の区分と堆積物の年代

この地域の段丘は、Iwasaki *et al.* (2025) によって、段丘面の高度が高い方から T1 段丘、T2 段丘、T3 段丘に区分されている。この地域の中心を流れる菜寮溪の現河床と各段丘面との比高は、T1 段丘が主に 55-85 m、T2 段丘が主に 30-45 m、T3 段丘が 15-25 m である。一方、段丘堆積物に含まれる淡水貝や植物化石で測定された ^{14}C 年代は、T1 段丘堆積物のもものでは約 8.3-11.9 ka、T2 段丘堆積物のもものでは約 2.3-6.6 ka、T3 段丘堆積物のもものでは約 0.5-1.0 ka であることから、これらの段丘堆積物はすべて完新世のものと結論付けられている (Iwasaki *et al.*, 2025)。

3. 産出化石

T1 段丘堆積物からは、脊椎動物はゾウ類やシカ類などの歯片や骨片、底生有孔虫類、海生無脊椎動物はサンゴ類や軟体動物などの化石が産出しているが、そのほかに淡水生の軟体動物タイワンイシガイも産出している。大型植物化石は、ウラジオエノキ属、アカメガシワ、ソクズなどが産出している。花粉化石では、フウ属やイネ科の花

粉が多い。これらの化石のうち、脊椎動物や底生有孔虫類、海生無脊椎動物の化石は全般に保存状態が悪く、堆積物最下部にある不整合面直上の礫層から産出していることから、崎頂層からの誘導化石と考えられる。

T2 段丘堆積物からは、脊椎動物はゾウ類やシカ類の歯片、底生有孔虫類、海生無脊椎動物 (サンゴ類、軟体動物など)、それに淡水生軟体動物の化石も産出している。これらのうち、脊椎動物や海生のものは T1 段丘堆積物の場合と同様に、崎頂層からの誘導化石と考えられる。T3 段丘堆積物からは、花粉化石としてイネ科などが産出しているが、フウ属は含まれていない。

4. 考古遺物

T2 段丘堆積物から多くの土器片が出土した (図 1)。堆積物の観察から、それらは河川によって運搬されて堆積したのと考えられる。最近の研究で「左鎮人」は完新世のものとして (邱鴻霖・陳有貝, 2016)、これらの土器片はそれと関係があるのかもしれない。

5. あとがき

この地域の段丘堆積物については、Iwasaki *et al.*, (2025) で研究がほぼ完了したので、今後はその下位にある崎頂層から多産している哺乳類化石を中心に研究を進めたい。

引用文献: 邱鴻霖・陳有貝 (2016) 左鎮人再研究。國立臺灣博物館。何信昌ほか (2005) 五萬分之一臺灣地質圖説明書一新化。經濟部中央地質調査所, 77p. Hsieh, M. L. and Knuepfer, P. L. K. (2002) *Geological Society of America Special Paper*, 358, 55-74. Iwasaki *et al.* (2025) *Island Arc*, 34(1), e70016. Kawamura *et al.* (2016) *Quaternary International*, 397, 117-135.



図 1. a) 考古遺物が出土する段丘堆積物露頭。矢印は土器片の位置を示す。b) 出土した土器片。

沖縄県石垣島の白保竿根田原洞穴遺跡のイノシシ類遺体の追加標本の研究 —これまでの研究の再検討も含めて—

河村善也（大阪市立自然史博・外来研究員）・河村 愛（富山大・教育）

Ai KAWAMURA, Yoshinari KAWAMURA: Research into additional specimens of wild boar remains from the Shiraho-Saonetabaru cave site on Ishigaki Island, Okinawa Prefecture, Japan, including a revision of the previous research

1. はじめに

石垣島南東部にある白保竿根田原（しらほさおねたばる）洞穴遺跡は、日本では出土の少ない更新世人類化石が多産したことで、日本の人類学や考古学の分野で非常に重要な遺跡として知られる。この遺跡の遺物包含層は、多くの¹⁴C年代測定値や考古遺物から、後期更新世の後期から完新世のものであることが明らかにされている。遺物包含層の各層準には、大型のものから小型のものまでの非常に多くの哺乳類遺体が含まれており、その多くは2010年に行われた大規模な発掘調査で採取されている。2010年の調査で採取された遺体のうち、主に中・大型のものは波木（2013）が、小型のものは河村・河村（2013）がその研究結果を報告している。この遺跡では、中・大型哺乳類遺体の大部分をイノシシ類が占めているが、波木（2013）以後にまだ報告されていないイノシシ類遺体はかなりあることが明らかになった。ここでは、そのような未報告のものを追加標本と呼んで、その研究を行うとともに、波木（2013）が研究したものの再調査を行った結果、わかったことを報告したい。なお、ここで報告する内容と、種々の詳しいデータは河村・河村（2024）にまとめている。

2. 研究材料と方法

イノシシ類の追加標本は、小型哺乳類と同様に、この遺跡の堆積物の篩による水洗（フローテーション）で得られたもので、保存状態が良好な遊離歯が多かったが、四肢骨などの骨は小さな破片になっていて同定が困難であった。そのため、本研究では歯（歯の植立した上顎骨片を含む）を研究対象にしたが、その個数は377点であった。

研究対象とした歯では、近遠心径と頬舌径を測定したが、二葉性の歯では近遠心径に加えて前葉と後葉の頬舌径を、三葉性の歯では近遠心径に加えて前・中・後葉それぞれの頬舌径を測定した。また、波木（2013）が研究したイノシシ類遺体の歯についても、同様の方法で再計測を行った。

さらに、遺体の同定精度の向上とサイズの比較のために琉球列島産のリュウキュウイノシシ（*Sus scrofa riukiuanus*）と本州産のニホンイノシシ（*S. s. leucomystax*）の現生標本の歯の観察やそれらとの比較を行った。また、Anezaki et al. (2013) などにある現生のリュウキュウイノシシやニホンイノシシのデータとも比較した。

3. 結果

追加標本の計測結果と、波木（2013）が研究した遺体の再計測結果から、この遺跡出土のイノシシ類遺体の歯のサイズには大きな変異があることが示された。このような変異をもとに、この遺跡出土のイノシシ類を歯のサイズで、A, B, Cの3つのグループに分けた。グループAは、次のグループBとグループCの中間サイズのもので、現生のリュウキュウイノシシのサイズかそれよりやや大きいもので、出土数が最も多い。このグループは、種レベルでは*Sus scrofa*である。グループBは最小のサイズのもので、出土数は少ない。このグループは、沖縄県宮古島のツヅピスキアブ洞窟の完新世前期の堆積物から出土した多くのイノシシ類遺体のうち、Kawamura et al. (2017)などが*Sus sp.*とした非常に小型のイノシシ類に匹敵するサイズをもつ。グループCは最大のサイズのもので、やはり出土数は少ないが、現生のニホンイノシシに匹敵するサイズをもち、種レベルでは、*S. scrofa*である。

4. 考察

研究結果は、石垣島のような小さい島に、後期更新世の後期から完新世にかけて、サイズの異なる3つのグループのイノシシ類がいたことを示している。その説明として、この島のイノシシ類が自然分布ではなく、人類の活動によって他地域から持ち込まれたというシナリオが考えられる。現在の石垣島に生息するリュウキュウイノシシのサイズはグループAに含まれるので、それより小さいグループBやそれより大きいグループCのイノシシ類は、現在までにこの島からいなくなってしまったことになる。そのことから、①グループBやCは現在までに絶滅してしまった、②それらは他のグループとの混血で特徴が失われてしまったなどの可能性を考えられるが、今後さらに検討したい。

引用文献 : Anezaki et al. (2013) The Quat. Res. (Daiyonki-Kenkyu), 52, 255-264. 河村・河村 (2013) 「白保竿根田原洞穴遺跡」129-145, 沖縄県立埋蔵文化財センター. 河村・河村 (2024) 愛知教育大研報 (自然科学), 73, 27-33. Kawamura et al. (2017) Quaternary International, 455, 18-29. 波木 (2013) 「白保竿根田原洞穴遺跡」129-145, 沖縄県立埋蔵文化財センター.

青野山火山群，長者ヶ原の形成年代に基づく佐波川の地形発達

山田佑哉（山口大）・辻智大（山口大）・角野浩史（東京大）

Yuya YAMADA, Tomohiro TSUJI, Hirochika SUMINO: Geomorphic evolution of Saba River based on the formation age of Chojagahara, Aonoyama volcano group.

1. はじめに

中国山地西部から発し、瀬戸内海に注ぐ佐波川について、その多くの流域は 130 ka 頃（山内・白石, 2023）から 86 ka 以前（山田・辻, 2023）に生じた河川争奪によってもたらされたと考えられている。標高 330 m に争奪の肘（中位段丘面）が残る一方で、その約 7 km 下流では、長者ヶ原（青野山火山群）が分布する（図）。本火山は、佐波川両岸に分布する西部岩体と、165±6 ka の K-Ar 年代値が報告されている（Furuyama et al., 2002）東部岩体に分けられる。西部岩体の基底は、標高約 170 m（左岸側、ダムの漏水口付近、現河床から +20 m 程度）であり、南西に傾斜することから、この標高は本岩体形成当時の河床標高に近いと考えられる。本岩体の形成年代について、河川争奪前（東部岩体と同時期）と仮定した場合には、争奪の肘と長者ヶ原の間に分水界をつくっていた極端な地形を考える必要があり、先述の河川争奪を考慮した地形発達モデルと矛盾する。そこで、本講演では、主に西部岩体の K-Ar 年代測定に基づき、長者ヶ原の形成年代と佐波川の地形発達を議論する。

2. 長者ヶ原溶岩の K-Ar 年代測定

西部・東部各岩体の年代測定試料をそれぞれ、CHO-W・CHO-E とした（図）。これらは角閃石安山岩で構成され、一部で捕獲岩が認められる。それぞれ、全岩試料と、捕獲岩・斑晶鉱物（角閃石・斜長石）を極力取り除いた石基濃集試料を作製し、実施した。Ar 同位体比の測定には、東京大学先端科学技術研究センター設置の希ガス質量分析装置（MS-IV）を使用した。試料の放射性起源 ^{40}Ar の含有量については、長尾ほか（1984）に従い、スパイクを用いない感度法を用いて測定した。 $^{38}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 比について、各岩体の石基濃集試料（試料 2, 5）は、分析誤差の範囲を含めると大気値（0.188, Nier, 1950）に一致した（表）。その一方で、全岩試料（試料 1, 4）と一部の石基濃集試料（試料 3）は、分析誤差の範囲を越えて大気値より低く、質量分別補正（Obase et al., 2022）を必要とした。CHO-W の石基濃集試料のうち、試料 3 は、試料 2 と比較して放射性起源 ^{40}Ar が多い。このことは、本試料に、古い年代値をもつ、もしくは過剰 ^{40}Ar が含まれる斑晶鉱物が残留している可能性が考えられ、今回は試料 2 で形成年代を議論する。K の含有量は、長尾・板谷（1988）に従い、(株) 蒜山地質年代学研究所において炎光分光法で測定された。以上から、西部岩体（石基、試料 2）において、2.1±10.2 ka が得られた。

3. 長者ヶ原の形成年代と佐波川の地形発達

西部岩体について、今回得られた K-Ar 年代値は、約 12 ka より若いことを示す。これは、130 ka 頃から 86 ka 以前に「争奪の肘付近から溢流して河川争奪が発生した」という地形発達モデル（山内・白石, 2014 など）と矛盾しない。また、両岩体の基底標高は、佐波川沿いでほとんど変わらないことから、東部岩体の形成年代について、西部岩体との差はさほどないことが推測される。今後、火山体と広域テフラの関係などを明らかにすることにより、長者ヶ原の形成年代について、より詳細に検討する必要がある。

引用文献: Furuyama et al (2002) *Bull. Volcano. Soc. Japan*, 47, 481-487. 長尾・板谷 (1988) 地質学論集, 29, 5-21. 長尾ほか (1984) 岡山理科大学蒜山研究所研究報告, 9, 19-38. Nier (1950) *Phys. Rev.* 77, 789-793. Obase et al (2022) *Scientific Reports*, 12: 17967. 山田・辻 (2023) 日本第四紀学会講演要旨集, 53, 64. 山内・白石 (2014) エリア山口, 43, 21-33. 山内・白石 (2023) 立命館地理学, 35, 71-88.

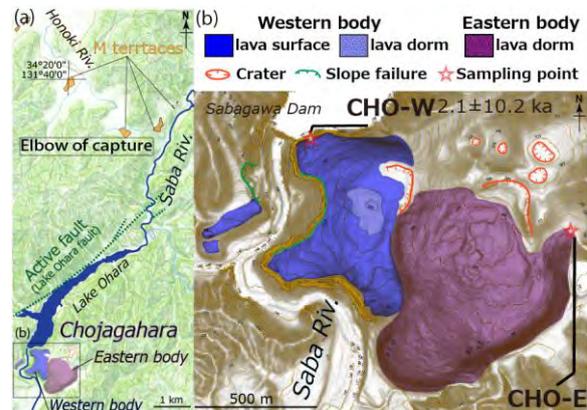


図. 長者ヶ原およびその周辺の地形区分と年代測定試料の採取地点。

表. 長者ヶ原の K-Ar 年代測定結果。

No	Sample name	K	^{39}Ar	$^{39}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	Initial	Rad. ^{40}Ar	Air fraction	K-Ar age
1	CHO-W	1.52	7.80 ±0.78	0.1846 ±0.0011	293.46 ±0.90	285.32 ±3.56	0.63 ±0.30	97.23	
				5.65 ±0.58	0.1879 ±0.0013	296.22 ±1.06	0.01 ±0.06	99.93	2.1±10.2
				4.30 ±0.44	0.1873 ±0.0012	298.68 ±0.98	293.85 ±3.74	0.21 ±0.16	98.38
4	CHO-E		6.58 ±0.66	0.18057 ±0.0014	294.26 ±2.00	272.60 ±2.14	1.42 ±0.34	92.64	
			14.04 ±1.42	0.1879 ±0.0018	295.77 ±0.86		-0.03 ±0.12	100.08	

All errors are expressed as 2 sigmas.

大井川上流域の環流旧河谷に残された湖成堆積物の堆積環境の推定

内田真緒・小形 学・小松哲也・西山成哲・奈良郁子・木田福香・小北康弘 (JAEA)・中西利典 (ふじみュー)

Mao UCHIDA, Manabu OGATA, Tetsuya KOMATSU, Nariaki NISHIYAMA, Fumiko NARA, Fukuka KIDA, Yasuhiro OGITA, Toshimichi NAKANISHI : Lacustrine sediments in circular abandoned channels of the upper Oi river: estimation of its depositional environment.

1. はじめに

山地を流れる穿入蛇行河川が短絡した後に残される半環状の地形を環流旧河谷と呼ぶ(安江ほか、2014)。通常、環流旧河谷に残る河川流路堆積物の上位には周辺の斜面や支流の堆積物が存在するが(中西ほか、2022、塚原ほか、2022等)、大井川上流域の環流旧河谷で掘削された堆積物試料(NSY-1)では、河川流路堆積物の上位に湖成堆積物および湖成デルタ堆積物が存在していた(内田ほか、2024)。これら湖成堆積物の堆積環境を理解することは、本地点の地形発達を解明する上で重要な知見となる。本研究では湖成堆積物の堆積環境の解明を目的とし、本堆積物試料の微化石(珪藻・花粉)同定、可搬型蛍光X線分析(p-XRF)および鉱物組成分析(XRD)を実施した。これらの分析結果から推定される湖成堆積物形成当時の気候および堆積環境について報告する。

2. 試料

大井川の上流部(静岡県静岡市井川)の環流旧河谷にて、ボーリング掘削により堆積物試料(NSY-1: 39.7 m)を取得した。本研究で対象とする湖成堆積物及び湖成デルタ堆積物はそれぞれ深度23.6~31.9 mおよび深度16.8~23.6 mに分布し、河川流路堆積物の上位に堆積する(内田ほか、2024)。前者は、数mm~数cm厚の明暗縞や生痕が認められる泥層で、炭質物や濃青色鉱物粒子を含む。後者は、炭質物を多く含む泥~細粒砂層と角~円礫層の互層である。本研究では、これら湖成堆積物について各種分析を行った。

3. 結果と考察

微化石(珪藻・花粉) : 湖沼浮遊性指標種(千葉・澤井、2014)である *Aulacoseira islandica* および *Cyclotella stelligera* が湖成デルタ堆積物中(深度19.5 m)から産出した。また、検出された全花粉化石中のほとんどは樹木花粉(79~99%)であり、その内53~94%が寒冷な環境を示唆する亜寒帯性針葉樹(モミ属、ツガ属、トウヒ属、マツ属)であった。これらの結果は、NSY-1 コア中の湖成堆積物が氷期の淡水湖沼で形成されたことを示唆する。

p-XRF : 湖成堆積物下部(深度31.6 m、31.8 m)においてCaおよびSが検出され、S濃度は数%程度と見積もられた。他の深度でも1%未満のSピークが検出された。淡水環境にも関わらず、堆積物中に高濃度のSが確認されたことは、湖の流域

に断続的に高濃度のSをもたらす供給源、または硫黄濃縮機構が存在していたことを示唆する。濃青色鉱物を含む深度(深度31.3 m、24.3 m)では、Sの他にPおよびFeが検出された。

XRD : 本研究で分析された堆積物は主に石英、曹長石、白雲母およびイライトで構成され(図1a、b)、深度24.3 mでは、これらに加えて黄鉄鉱(FeS_2)が確認された(図1b)。少なくともこの深度では硫酸還元を伴う強い還元環境であったことが示唆された。また、同深度の濃青色鉱物は藍鉄鉱($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$)と同定され(図1c)、同深度が還元環境であったことと整合的である(山田、2003)。

4. まとめと展望

各分析結果から、NSY-1 地点の環境変化について次のことが示唆される。①環流旧河谷の湖成および湖成デルタ堆積物は氷期に形成された。②湖成堆積物形成期は、断続的に高濃度の硫黄が供給あるいは濃縮される特殊な淡水環境であった。③黄鉄鉱が生成する強い還元環境が存在していた。今後は元素の定量分析や硫黄安定同位体分析を進めることで、硫黄の供給源等に関する湖の詳細な環境変化について検討予定である。

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

引用文献 : 千葉・澤井(2014) *Diatom*, 30, 17-30. 中西ほか(2022) *月刊地球*, 号外 71, 148-155. 塚原ほか(2022) *第四紀学会 2022*, P-04. 内田ほか(2024) *第四紀学会 2024*, P-08. 山田(2003) *堆積学研究*, 57, 1-12. 安江ほか(2014) *地質学雑誌*, 120, 435-445.

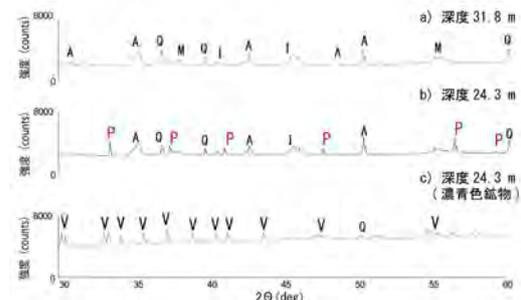


図1. XRD測定結果

Q: 石英、A: 曹長石、M: 白雲母、I: イライト、P: 黄鉄鉱、V: 藍鉄鉱

ボーリングコアの解析による岡山平野地下更新統層序の予察的検討

納谷友規・田辺 晋・水野清秀（産総研）・本郷美佐緒（アルプス調査所）・
小網晴男（岡山朝日高等学校）・鈴木茂之（岡山大学）

Tomonori NAYA, Susumu TANABE, Kiyohide MIZUNO, Misao HONGO, Haruo KOAMI, Shigeyuki SUZUKI:
A preliminary study of the Pleistocene stratigraphy beneath the Okayama Plain based on drilling core analysis.

1. はじめに

岡山平野は岡山県南部の瀬戸内海沿岸部に広がる中国地方最大の沖積平野である。日本各地の他の沿岸平野と同様に、岡山平野を形作る第四紀の堆積盆は更新世以降のテクトニクスと汎世界的海水準変動を反映して発達してきたと考えられる。更新世の段丘がほとんど分布しない岡山平野において、更新統は沖積層の下位に伏在している。そのため、更新世以降の堆積盆発達を検討するためにはボーリング調査によって地下地質を明らかにする必要がある。岡山平野地下の更新統の堆積環境については歌代ほか（1975）で報告されているが、年代については明らかにされていない。本研究は、岡山平野に伏在する更新統の層序を明らかにすることを目的として、2本の新規ボーリング調査を行うとともに、岡山県立岡山朝日高等学校で掘削された既存ボーリングコア（鈴木・小網, 2012）の再検討を行った。本発表では、これまでに明らかになった層序の概要について報告する。

2. コアの解析結果の概要

岡山朝日高等学校コア：岡山朝日高等学校敷地内の標高 7m 地点から掘削された掘削長 42 m のコアである。沖積層の基底は深度 9 m 付近にあり、以下深度 42m までが更新統で孔底は基盤岩に達していない。更新統の最上部は有機質泥層からなり、AT テフラを挟有する（鈴木・小網, 2012）。また、深度 25.7 m に挟在する細粒火山灰層（鈴木・小網, 2012）は宇和盆地などで Aso-1 テフラに対比されるテフラ（Matsu'ura & Ueno, 2022）に対比されることが明らかになった。珪藻化石の検鏡により、沖積層の深度 6 m 付近には汽水-海生珪藻が認められ、海水の影響下での堆積が示唆された。更新統からはほとんど珪藻化石が産出しなかったが、わずかに産出した珪藻化石は淡水生種のみであった。花粉分析の結果、深度 40 m 以深は *Cyclocarya* 属が少量産出することから、大阪層群の花粉化石群集（本郷, 2009）との対比により、中期更新世の MIS15 より古い年代が示唆される。

GS-0Y-1 コア：岡山市南区七区の標高 0.37 m 地点から掘削された掘削長 70.2 m のコアである。沖積層の基底は深度 13.9 m にあり、以下深度 65 m までが更新統で、深度 65 m 以深は古第三系と考えられる砂質泥岩からなる。更新統の最上部には AT テフラが混在するテフラ濃集層が認められ、

さらに深度 58 m 以深には複数の火山灰層が確認された。珪藻化石検鏡の結果、更新統の深度 18-23 m は海成層で、それ以外の深度は淡水成層であると推定された。花粉分析の結果、深度 58 m 以深は MIS15 よりも古い可能性がある。

GS-0Y-2 コア：倉敷市六間川緑地の標高 0.77m 地点から掘削された掘削長 58 m のコアである。沖積層の基底は深度 8.7 m にあり、以下深度 56.1 m までが更新統で、深度 56.1 m 以深から掘止め深度までは花崗岩からなる。更新統の最上部には複数の火山灰層が挟在しその中には AT テフラが含まれる。深度 28-37 m の区間には複数の火山灰層が挟在する。珪藻化石の検鏡結果から、更新統の深度 17-22 m は海成層で、それ以外の深度は淡水成層であると推定された。

3. 岡山平野の更新統層序の概要

以上の結果から、岡山平野の更新統層序に関するいくつかの特徴が明らかになった。更新統最上部は AT テフラを挟在する淡水成泥層や有機質泥層からなり、この地層を沖積層の海成層が不整合を介して覆う。そして、AT テフラを挟在する層準よりも下位に層厚 5-7 m の海成層があり、おそらくこの海成層は最終間氷期の海進によって堆積した地層と考えられる。この海成層よりも上位は上部更新統で、それよりも下位が中部更新統と考えられる。Aso-1 テフラが確認されたので、中部更新統に MIS8-7 の地層が挟在するのは確実である。また、地点によって深度は変わるが、岡山平野の深度 40 m 以深には、中期更新世前期の MIS15 よりも古い層準が挟まることが花粉化石群集から示唆される。中部更新統については、上記以外のどの海洋酸素同位体ステージに対応する地層が存在するのか、またそれらがどの程度連続して累重するのか、さらに、それよりも下位の下部更新統の存否については、現段階で明らかでない。今後、テフラの対比や花粉化石分析を進めることで詳しく検討する予定である。

引用文献：本郷（2009）地質学雑誌, 115, 64-79.
Matsu'ura & Ueno（2022）Quaternary Geochronology, 73, 101383. 鈴木・小網（2012）財団法人八雲環境科学振興財団研究レポート集, 13, 81-87. 歌代ほか（1975）第四紀研究, 14, 139-150.

山林火災跡に見られた斜面保護工の効果-積苗工の事例

廣田清治（愛媛大）・木村諱（愛媛大）

Kiyoharu HIROTA, Takashi KIMURA: Effect of Slope Protection Works Observed After Forest Fire: Case Study of "Sekibyoko" as Sodding Work.

1. はじめに

本講演では、治山事業で用いられてきた「積苗工（せきびょうこう）」が、山林火災の後、植生が無くなった状態でも斜面浸食を防ぐ効果が期待できるため、これについて述べる。

山林火災の調査地は、愛媛県今治市の笠松山から世田山を結ぶ峯の北東に位置する小集水域斜面である。

なお、積苗工は、1874年（明治7年）、市川義方氏が創案した工法である。西川作兵は、積苗工用にヒメヤシャブシ1万本の苗を採取した。1878年デレーケは市川氏の積苗工をはげ山の緑化に推奨した。なお、明治36年、六甲山地西部にある再度山（ふたたびさん）で始まった植林工事では、はげ山の斜面を階段状に切りつけ、積苗工を施工し、主にマツとヤシャブシを植栽した。この工事は、大正4年までの13年間で1,073ヘクタールの斜面に対し、森林への復旧工事を積苗工により実施された（飯塚・近藤, 2013から）。

2. 山林火災の状況

山林火災—2025年3月23日の午後4時前に今治市で起きた山林火災では隣接する西条市も含めて442ヘクタールが焼け、火災発生の日から9日目に今治市が火災を鎮圧した（今治市発表内容から）。

現地観察—山林火災ののち、同一の集水地形を呈する斜面において、積苗工が施工されていた斜面では浸食が認められないが、積苗工のない斜面では、表面浸食によりリル（rill）が生じている（図1）。

既設の積苗工—愛媛県の治山事業として今回の山林火災を起こした箇所より南約1km離れた永納山では、大正年代にはげ山を修復するため積苗工が施された（図2）。調査地の小集水域の斜面にある既設の積苗工は、同時期に施工されたものとする。

地質—領家帯の花崗岩が分布している。調査地では、表面は風化しておりマサとなる。植生がなくなっている箇所は部分的に浸食がすすむ。

3. おわりに

今回調査した箇所は、山林火災の広範囲での調査中に観察した既設の積苗工跡である。現況では、植生が無くなった後も工法の構造が残っており斜面保護工としての効果がある。

今後、台風等の降雨後に観察を行い積苗工施工斜面の安定性を確認したい。さらに、同一の集水域内斜面において、積苗工の施工の有無が、表面

浸食にどのように影響しているかについても継続観察を行いたい。

引用文献：

- 福田薫(2014) 林野庁四国森林管理局と愛媛大学との連携協定締結記念シンポジウム, 7p.
Kaoru Fukuda (2014) *Symposium commemorating the signing of a partnership agreement between the Forestry Agency's Shikoku Forest Office and Ehime University.* 7p.
飯塚・近藤(2013) 東京農大農業集報, 58(1), 42-47. Iizuka・Kondo(2013) *J. Agric. Sci., Tokyo Univ. Agric.*, 58(1), 42-47.



図1 山林火災後の積苗工跡(2025/4/24 廣田撮影)
Figure 1. Remains of sodding work after a forest fire (Photo by Hirota on April 24, 2025)



図2 永納山の積苗工の施工(福田, 2014から)
Figure 2. Sodding work at Eino-zan (from Fukuda, 2014)

関東地下水盆南東部における観測井内地下水温度と地下水流動

香川 淳・荻津 達・古野邦雄* (千葉県環境研究センター 地質環境研究室) *元研究員

Atsushi KAGAWA, Itaru OGITSU and Kunio FURUNO: The temperature profile of the groundwater in the monitoring wells in the south-east Kanto groundwater basin.

はじめに

関東地下水盆の南東部を構成する千葉県では、地盤沈下の監視や地下水の有効利用を目的とした 154 本の観測井を設置し地下水位や地層収縮量の連続観測を行っている。これら観測井の孔内地下水は滞留した状態にあることから、この地下水温度は井戸管周囲の地温との平衡状態を示していると考えられる(古野ほか, 2009)。これまで県内各地点における観測井の温度検層データを蓄積してきたが、地下水温度分布と地下水流動の関係が明らかになったので報告する。

測定方法と機材

地下水温度の測定には立山理化学(株)製の外部導線付きサーミスタ温度計(分解能 0.01°C)を使用し、孔内深度 1m 毎の値を記録した。得られた温度データは、標準温度計との差から作成された校正表より補正計算し温度校正を行った。また測定深度については一級水準測量によって測定された管頭標高から標高深度に換算した。

孔内地下水温度分布

多くの孔内温度プロファイルは、最上部の季節変動帯を経て標高-40~-100m までは温度が低下し、それ以深では深度が増すにつれて温度上昇するパターンが認められる。最高温度は地下水流動の上流に位置する南東部では標高-610m で 20°C 程度を示すが、下流側の北西部では標高-350m で 24°C に達している。地下水の垂直温度勾配(温度上昇の割合)も南東部で小さく、温度上昇域での平均は「市原-1」で約+0.9°C/100m を示す。一方、北西部の「関宿-1」の同垂直温度勾配は約+2.9°C/100m に達している。また南東部では更新統の帯水層を上下に二分する泉谷泥層相当の深度で温度勾配の変化が認められ、上部帯水層で約+0.74°C/100m、下部帯水層では約+1.26°C/100m となっている。水平方向の地下水温度分布は標高-100m では南東部から北西部にかけて 3~4°C の温度差が観測されるが、標高-200m 以深では温度差は 6°C を超えている。

関東地下水盆の地下水流動と温度分布

地下水流動と平行する北西-南東方向に並べた地下水温度柱状図を図-1 に示す。浅層部では比較的低温の 15°C 台の地下水塊が南東部から船橋市付近までクサビ状に分布している。一方、地下水温度が 20°C を超える深度は南東部では-600m 以深だが、北西部では-190~-150m 付近と浅くなっている。こうした地下水温度分布と地下水流動を参考に、関東地下水盆南東部(更新統)の模式的な地下水温度断面図を作成した(図-2)。涵養域にあたる南東部では平均気温と調和的な降水

が地下に浸透し北西方向に流下している。地下水流動の下流ほど地熱による加温効果が大きくなることから、北西部でより温度が上昇している。また揚水量の多い上部帯水層では地下水の流動速度も速く比較的低温だが、下部帯水層では流動速度が遅いため長時間加温され温度上昇が大きくなっていると推定される。

おわりに

近年、水循環基本法による地下水利用の促進や地中熱利用が拡大しつつある。一方、都市化や温暖化の影響により最上部の地下水温度の上昇が観測されていることから、今後、地下水盆の地下水温度変動についても監視していく必要がある。

引用文献

古野ほか(2009)千葉県観測井における孔内地下水の温度, 第 19 回環境地質学シンポジウム論文集, 159-162. 香川・古野(2023)千葉県の観測井における孔内地下水温度の上昇傾向, 日本地質学会第 130 年学術大会講演要旨集

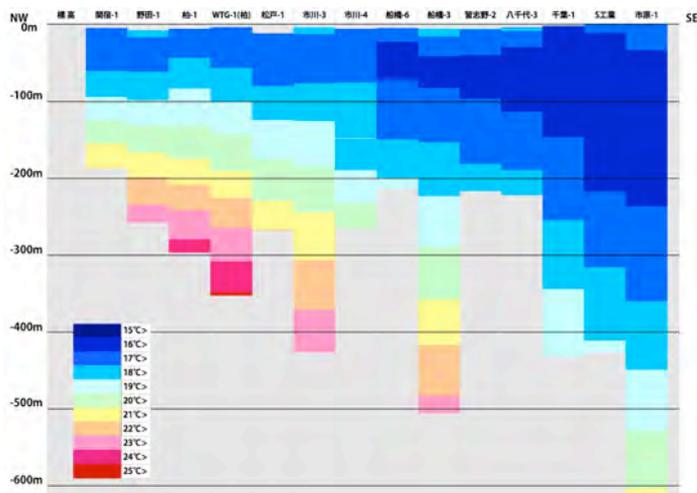


図. 1 観測井孔内地下水温度柱状図(北西-南東方向)

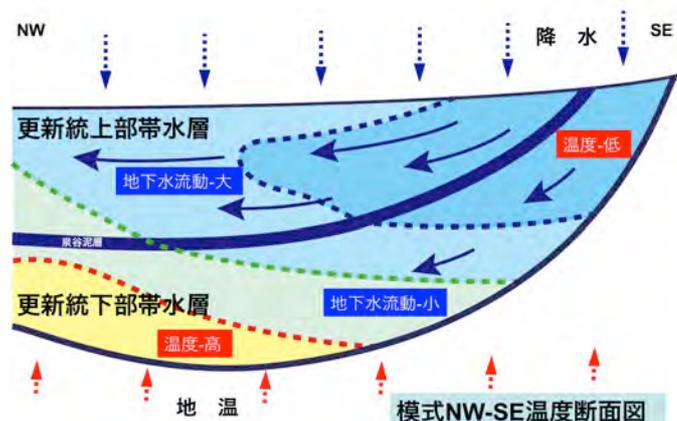


図. 2 関東地下水盆南東部の模式地下水温度断面図

日本海東縁新生プレート境界説ふたたび

小松原琢（琵琶湖博物館）

Taku KOMATSUBARA: Regain the hypothesis on the newly initiating plate boundary along the eastern margin of Japan Sea

1. はじめに

日本海東縁を北米プレートユーラシアプレートの収束境界とする説（小林, 1983; 中村, 1983）が提唱されてから 40 余り年経過した。その後、バイカルリフトの正断層運動が日本海周辺の活構造の逆断層運動開始期と同じ鮮新世後期～更新世前期に開始されたこと（たとえば Mats, 1993）や、東北日本内帯～日本海東縁（歪集中帯）の構造の実態解明が進んだこと（たとえば大竹ほか, 2002）から、この説の基本像は追認されてきた。ここでは、新生収束プレート境界としてみた歪集中帯の特徴について議論する。

2. 歪集中帯の構造の特徴

歪集中帯は、断層長 300km 以下（多くは 100km 以下）の、湾曲した断層群により構成され、特に変位量の大きな構造は断片的で（右下の図）、長大な一連の構造は認められない（岡村・加藤, 2002）。歪集中帯の逆断層運動による地殻短縮量は、Okada and Ikeda (2012)によると 10～15km、岡村 (2002)によると海域の構造全体で 10km 未満、陸域を含む全体で 30km 未満と推定され、いずれも上部地殻の厚さを大きく超えるものではない。これらは、当地域の構造の発達過程（たとえば佐藤ほか, 2004）バイカルリフトの正断層運動とも合わせて、鮮新世後期以降に始まるアムールプレートの東進によって誕生した、未成熟なプレート収束境界の変動様式を示すと考えることができるのではないかと？

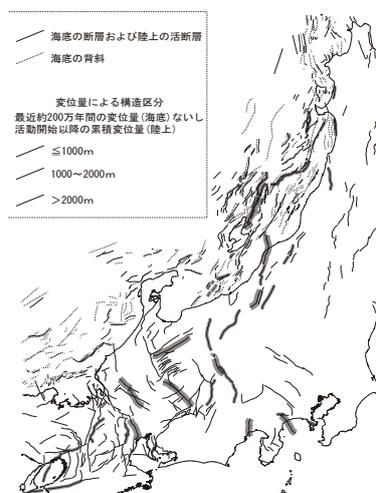
歪集中帯では近代以降数回の M7.5 以上の大地震が発生している。このうち 1983 年日本海中部地震 (Mw7.7-7.9) の震源は海洋地殻と大陸地殻の境界付近にある（野・小平, 2013）一方、新潟地震 (Mw7.6) の震源は大陸地殻内に位置する（佐藤ほか, 2015）。このように、大規模地震であっても震源断層の構造的位置は一定ではない。

2. 歪集中帯陸域の第四紀地殻変動と地震発生に先立つ諸現象の特徴

17 世紀以降の大規模歴史地震では、史料から定性的な地殻変動像が復元可能な例が少なくない。小松原 (2020) は、1694 年元禄能代地震では第四紀後期の累積地殻変動（海水準を基準として沈降成分が隆起成分を上回る）とは逆に地震時地殻変動では顕著な沈降が生じなかった一方顕著な隆起が生じたことを示し、同 (2024) は歪集中帯には沈降卓越逆断層が集中しており、そこでは非地震的な盆地の沈降運動が生じており、かつその沈降運動は、島弧規模の座屈褶曲や沈み込むス

ラブの引きずりといった「地殻の能動的な運動」に伴うものである可能性を示唆した。

また、歴史史料等にはしばしば、歪集中帯の大地震発生前における前兆的な地殻変動や顕著な前震活動が記録されている。これは、日本海の潮位差が小さく、地盤の上下変動が目視で確認されやすいことも一つの要因であろうが、「未成熟な」沈み込み帯の地震発生機構（前兆現象）としても研究するに値するのではないだろうか？



歪集中帯の活構造全体図（予想）

各構造の変位量については未解決問題が多く残されていることに注意

引用文献：

- 小林洋二 (1983) 月刊地球、5、510-514.
 Mats, V. D. (1993) Earth-Science Reviews, 34, 81-118.
 小松原琢 (2020) 歴史地震、35、5-14.
 小松原琢 (2024) 月刊地球、46、880-896.
 中村一明 (1983) 地震研彙報、58、711-722.
 Okada and Ikeda (2012) Jour. Geophys. Res. B1, 117.
 野徹雄・小平秀一 (2003) 予知連会報、90、521-524.
 岡村行信 (2002) 新第三紀以降の歪み集中帯。大竹ほか編「日本海東縁の活断層とテクトニクス」、111-121。
 岡村行信・加藤幸弘 (2002) 海域の変動地形および活断層。同上、47-69。
 大竹政和ほか編 (2002) 「日本海東縁の活断層とテクトニクス」。東京大学出版会。
 佐藤比呂志ほか (2004) 石油技術協会誌、69、145-154。
 佐藤壮ほか (2015) 日本船舶海洋工学会講演会論文集、21、181-184。
 野徹雄・小平秀一 (2003) 予知連会報、90、521-524。

一般研究発表

ポスター発表

(28 件)

P-01～P-28

遺跡から検出された漂着軽石群

藤根 久 (パレオ・ラボ)・領塚正浩 (市立市川考古博物館)・森知磨依 (パレオ・ラボ)

Hisashi FUJINE, Masahiro RYOZUKA, Mai MORICHI : Drifted pumice in Archaeological site

1. はじめに

2021年8月に噴火した小笠原福徳岡ノ場の海底噴火に伴う漂着軽石や2023年10月～2024年4月の小笠原硫黄島の海底噴火に伴う漂着軽石は、日本列島の各地の海岸に漂着した(産業技術総合研究所地質調査総合センターの第四紀火山-地質情報データベース)。また、多量の軽石の歴史的な漂着記録の詳細も分かってきた(及川ほか, 2023)。

軽石群の漂着現象は、遺跡調査においてしばしば見られる。千葉県市川市の雷下遺跡では、最大16×12×11cm(720g)を含む白色軽石群が検出された。雷下遺跡は、縄文時代早期後半の貝塚を主体とする低地遺跡であるが、これら軽石群は、堆積時の直前に噴火した軽石が漂流して堆積したことが推定される。

2. 分析試料と方法

雷下遺跡の漂着軽石27個について軽石ガラスのSEM-EDS分析(電子顕微鏡付属エネルギー分散型X線アナライザー分析)を行い、各軽石のガラス20ポイントを測定した。

また、伊豆大島の野増シッコハシ海岸で2020年5月に採取した漂着軽石200個についても調べた。

分析は、軽石の一部から採取・粉末化してエポキシ樹脂に包埋して研磨した後、軽石ガラスの化学組成を調べた。測定は、エネルギー分散型X線分析装置(日本電子株式会社製JSM-IT200(LV)+オックスフォード・インストゥルメンツ株式会社製AZtecOneシステム)を使用し、定量計算は、スタンダードレス定量(XPP定量補正法)を行った。測定元素は、Na₂O, MgO, Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅, K₂O, CaO, TiO₂, MnO, FeOの10元素である。

軽石の起源火山の推定は、同装置で測定した広域テフラなどと比較した。

3. 雷下遺跡および現漂着軽石の分析結果

雷下遺跡の漂着軽石27個を分析した結果、不明火山起源の軽石19個、鬼界カルデラ起源の軽石2個、始良カルデラ起源の軽石1個、その他5個で、同質軽石の占める割合は70.4%であった。

2021年8月の福徳岡ノ場の噴火以前に採取した伊豆大島の漂着軽石200個を分析した結果、不明火山起源の軽石群102個(51.0%)、始良カルデラ起源の軽石

群60個(30.0%)の2群が識別され、その他小笠原福徳岡ノ場起源の軽石2個、小笠原硫黄島起源の軽石5個、鬼界カルデラ起源の軽石1個、複数の不明火山起源(少なくとも6火山)の軽石30個であった。

4. 遺跡から検出された漂着軽石が示す意味

同質の軽石を示すには、軽石ガラスの化学組成などを分析することにより、科学的に示すことが必要である。

陸域における軽石(テフラ)は、テフラの肉眼的な特徴記載、分析学的な検討、年代学的検討によるテフロクロノロジーとしての手法を用いた検討が可能である。しかし、火山島や海底火山から噴出した軽石では、このテフロクロノロジーの手法が通用しないことが多く、給源火山の特定は非常に困難である。

伊豆大島における現在の漂着軽石の分析では、複数の火山起源の軽石群から構成されることが分かった。

一方、雷下遺跡から検出された同質の軽石は、その割合が70.4%に及んだ。これら同質の軽石群の漂着現象は、特定の火山噴火に伴う軽石群である可能性を示唆していると考えられる。

遺跡から出土した同質の軽石群は、出土した時期の直前に噴火した軽石群である可能性があり、漂着軽石による編年資料になり得ると考える。

謝辞

千葉県教育振興財団文化財センターには、文化財の対象外である雷下遺跡の軽石を分析試料として提供いただきました。また、伊豆大島在住の杉山貴彦氏には、野増シッコハシ海岸における漂着軽石の採取においてご協力いただきました。ここに感謝いたします。

引用文献：産業技術総合研究所地質調査総合センターの第四紀火山-地質情報データベース、及川ほか(2023)火山, 68, 171-187.

中期更新世後半に噴出した小僧テフラの栗原地域における追跡に基づく 周辺地域の火山活動及び地形面編年に関する二、三の予察

河合貴之（栗駒山麓ジオパーク推進協議会）

Takayuki KAWAI: Estimation of volcanic activity and chronology of geomorphic surface around Kurihara Area, Northeast Japan, based on correlation of Kozo Tephra erupted in the lately Middle Pleistocene.

1. 緒言

東北日本における地形発達の編年学的な研究の蓄積は、島弧系の山地と盆地の分化・火山活動やそれに伴う堆積物供給などの時空的変遷の解明において重要であり、テフラ層序や植物珪酸体組成変動等と合せて議論されてきた。しかし、本地域における中期更新世以前の火山灰編年については、陸域の地形面が失われがちで編年学的研究が少ない（早田, 1998; 松浦, 2003; Kawai, 2016, など）。

東北地方中部に位置する栗原地域の迫川流域には、気候変動や鬼首・鳴子カルデラから流下した火砕流の影響を受けて形成された河成段丘が分布し、中期更新世の温暖期に形成されたものも残存する（土谷ほか, 1997; 八木・早田, 2000）。本地域における地形発達の編年における時間指標の一つに、一迫川上流域で鬼首池月テフラ (0n-1k: 早田, 1989; MIS8/7 境界付近: 河合, 2024) の下位に層位をもつ小僧テフラ (Kzo) があり、軽鉱物が卓越し、重鉱物としてホルンブレンドや斜方輝石を含むことが特徴付けられ（松浦, 2003）、青葉山丘陵構成層や三陸沖 1151C コアにおける検出に基づいて海洋酸素同位体ステージ (MIS) 8 に層位をもつと推定されている（河合・青木, 2025）。本稿では、栗原地域における Kzo の追跡についての再検討を基に、分布域周辺の火山活動や地形面編年について予察する。

2. 小僧テフラの仙北地域における追跡

今回、栗原地域において Kzo を追跡し、関連するテフラと共に表に示す記載を行った。分析は(株)古澤地質に依頼し、1 試料あたり原則 15 点以上、複数のテフラが混在すると考えられる場合は 30 点以上の測定数とした。Ksk2～5 については既往研究 (Soda, 1996; 八木・早田, 2002) で記載されたいずれのテフラとも対比されず、従来知られていなかった火山活動があったことを示唆する。

表 小僧テフラ (Kzo) と関連するテフラの諸特性

記載地	仮称	層厚 (cm)	最大粒径 (mm)	堆積様式*	n	gl wt% : (mean) ± (std)					opx γ	ho n ₂	対比
						SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	K ₂ O			
						栗原市 花山字 草木沢 角間	Ksk5	240	50	pfl			
	Ksk4	90	20	pfa,pfl	1.498-1.524	76.57±3.12	13.03±1.44	1.88±0.90	2.18±1.09	1.51±0.89	1.709-1.720	-	
	Ksk3	1	0.5	afa	1.498-1.521	74.84±2.82	13.27±1.12	2.60±1.10	2.41±1.07	1.72±1.52	1.710-1.720	-	
	Ksk2	2	0.5	afa	1.496-1.506	72.87±2.70	14.45±2.11	2.89±0.72	3.34±1.12	0.95±0.48	1.711-1.719	-	
	Ksk1	9	0.5	afa	1.498-1.520	78.93±0.44	11.93±0.30	1.32±0.13	1.50±0.21	1.85±0.77	1.707-1.733	1.668-1.688	Kzo
仙台市 芋峠	-	50	0.5	afa	1.498-1.500	78.63±0.27	12.32±0.11	1.24±0.14	1.61±0.14	1.74±0.03	-	1.672-1.682	Kzo*2
栗原市 瀬峰 清水山	-	35	2	afa	1.494-1.503	78.31±0.17	12.23±0.23	1.07±0.16	1.11±0.24	3.21±0.37	1.711-1.714	1.670-1.683	Fy-9(*3)? (TKP下位)

*1 : pfa:降下軽石, afa:降下火山灰, pfl:火砕流 *2 : Kawai(2016)がMgAとの対比を報告し、河合(2024)がこれを却下した。 *3 : Soda(1996)

なお、新庄盆地及び仙北地域においては、0n-1k の上位で Kzo に類似する特性をもつ曲坂火山灰 (MgA) が報告されており (早田, 1989)、その給源は銅山川流域付近と推定される (河合, 2024)。Kzo と MgA で火山ガラスの主成分化学組成を比較すると、類似の傾向を示し、両者は給源を同じくする可能性がある。

3. 迫川下流域における瀬峰段丘形成前後の古地理

今回、迫川下流域において、0n-1k 噴出前の寒冷期に降下した高清水軽石 (TKP: 早田, 1989) に被われ、温暖期に形成された瀬峰段丘 (早田, 1998) 構成層から結晶質テフラが検出された。層位や記載岩石学的特性から、本層が古屋敷第 9 テフラ (Fy-9: Soda, 1996) に対比される可能性がある (表)。このことは、構成層中に Kzo が挟在される青葉山 I 面 (MIS9-8.5: 河合・青木, 2025) と近い時期に、仙台湾内で高い海水準の下で瀬峰段丘が形成されたことを示唆する。

空中写真等の判読から、迫川下流域に分布する段丘面群は主に、迫川本川に向かう東西ないし北東-南西方向に伸びているが、瀬峰段丘より新しいもので東西方向の伸びが顕著である。これについては、各段丘形成当時の海水準変動や、瀬峰段丘形成後に流下した 0n-1k 等の火砕流 (土谷ほか, 1997; 八木・早田, 2000, など) によって周辺の流路が変化したこと等の影響の要素が示唆され、今後の検討課題である。

引用文献 : Kawai (2016) *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*, 51, 93-100. 河合 (2024) 第四紀学会講演要旨集, 54, 56. 河合・青木 (2025) 地理学会発表要旨集, 107, 243. 松浦 (2003) 地理学評論, 76, 142-160. 早田 (1989) 第四紀研究, 28, 269-282. Soda (1996) 学位論文, 東京都立大学. 早田 (1998) 季刊地理学, 50, 234-235. 土谷ほか (1997) 岩ヶ崎地域の地質, 地質調査所. 八木・早田 (2000) 地理学会発表要旨集, 57, 452-453. 八木・早田 (2002) 第四紀研究, 41, 457-469.

0. 5mDEM 地形判読に基づく大山火山の鳥越峠付近における推定火口列の発見

吉田一希（国土地理院）

Kazuki YOSHIDA: Torigoe Pass Crater chain on the southeastern foot in Daisen volcano based on 0.5 m DEM geomorphological interpretation

1. はじめに

大山火山は、鳥取県西部にある第四紀の複成火山である（津久井，1984）。最新の活動は約2万年前の三鈷峰溶岩ドーム・阿弥陀川火砕流とされており（山元，2017）、活火山には認定されていない。一方で、近年になって南東麓の御机・鏡ヶ成付近で約3300-3500年前の火砕物が確認された（奥野・井上，2012）ほか、キリン沢でほぼ同時期の火砕流堆積物（石賀，2022；2023）が報告された。ただし、明瞭な火山地形が認められず、噴出地点の特定には至っていない（奥野ほか，2024）。

本発表では、鳥取県が計測した航空レーザ測量の地形データ等を用いたDEM地形判読により、御机・鏡ヶ成とキリン沢の間にあたる鳥越峠付近で火口列と推定される地形（鳥越峠火口列（仮称））を発見したので報告する。

2. 使用データ・地形判読手法

DEM地形判読には鳥取県「数値標高モデル（DEM）0.5m」を使用した。計測年度は大山町内（鳥越峠火口列の西半部）が2020年度、江府町内（同東半部）が2019年度である。

判読はQGIS上でDEMから傾斜量図・尾根谷図・等高線図を生成して行った。また、「全国Q地図」における赤色立体地図も併用した。

3. 推定火口列地形

鳥越峠の南西約100m地点で、総延長230m間に少なくとも大小8つの推定小火口（図1のA-H）が認められた。最大の小火口（C）は長径約60mを示した。小火口Eには登山道が通る。火口列の走向は約N60°Wを示し、大山-蒜山火山群の配列と調和的であった。周囲の山体斜面（古期大山火山（約102-27万年前（山元，2017））と比較して火山地形として明瞭で、とくに小火口Dは土石流（もしくは火砕流）と推定される堤防地形を切っており、谷部に位置するがその後の土砂埋積が進んでいないため、完新世の噴火で生じた地形の可能性はある。奥野ほか（2024）が示した約3300-3500年前の噴火における最初期の水蒸気噴火で生じたものかもしれない。大山火山で現存する明瞭な火口地形はこれまで知られておらず、形成年代や周囲の噴出物など今後の調査が期待される。

引用文献：石賀（2022）鳥取地学会第27回研究発表会。石賀（2023）鳥取地学会誌，27，1-2。奥野・井上（2012）日本地球惑星科学連合大会予稿集，SVC53-03。奥野・石賀・中岡・Andreas・小林（2024）国際火山噴火史情報研究集会講演要旨集2024-2，141-142。津久井（1984）地質学雑誌，90，643-658。山元（2017）地質調査研究報告，68，1-16。

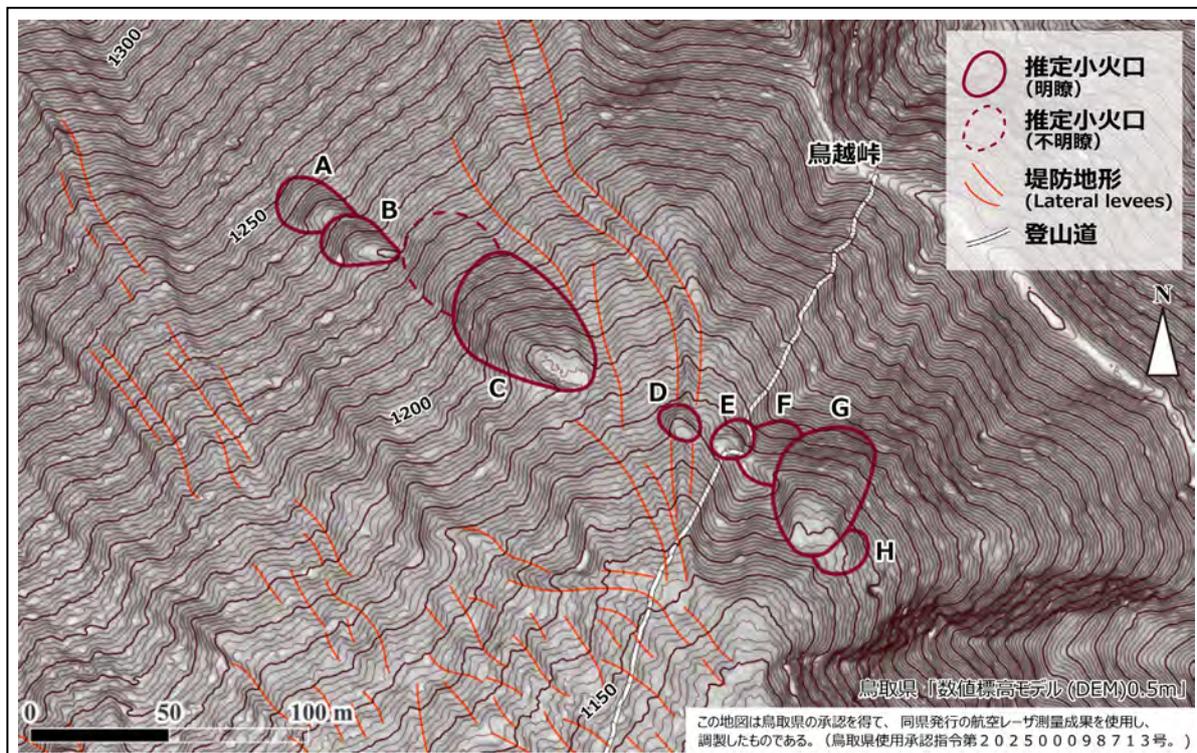


図1 鳥越峠火口列の分布図（等高線間隔は1m、数値は標高。）

兵庫県沖海底コア IODP U1427A の約 1Ma~0.2Ma に記録された火山活動履歴の推定

佐々木俊法 ((一財)電力中央研究所)・上野龍之・後藤憲央 ((株)阪神コンサルタンツ)・
家島大輔・清木祥平・藤原在希 (中国電力(株))

Toshinori SASAKI, Tatsuyuki UENO, Norihisa GOTO, Daisuke KASHIMA, Shohei SEIKI, Arika FUJIWARA:
Estimation of explosive volcanic history recorded in IODP U1427A, a seafloor core off the coast of Hyogo
Prefecture, Japan

1. はじめに

時間面の指標としてのテフラ知見の充足や、火山の活動様式や履歴の情報を整理することは、地震や火山噴火といった自然現象が社会活動やそのインフラに与える影響を評価するための基礎的な資料となる。兵庫県沖海底コア IODP U1427A(以下 U1427A コア)から報告されている前期更新世以降の約 40 枚弱のテフラ層の一部には、軽石型の火山ガラス片、斜方輝石、角閃石、黒雲母が含まれることから、サイト U1427 は山陰地方の火山の影響を大きく受けている可能性が指摘されている(Tada *et al.*, 2015)。Sagawa *et al.* (2018) は、過去約 100 万年間に計 8 層の広域テフラ層を特定しており、我々はさらにこれ以外のテフラの同定や給源火山の推定を進めることにより、約 1~0.2 Ma 間の噴火活動の記録を整理することを試みている。今回は、U1427A コアに見出されたテフラについて火山ガラスの化学成分分析結果を報告し、山陰地方などの火山活動史について若干の見解を示す。

2. 方法

Tada *et al.* (2015) で報告されているテフラ層に加え、クリプトテフラの検出を目的に同文献に示された深度方向の帯磁率変化を目安に採取層準を決定し、阿多鳥浜テフラ(0.24 Ma; 町田・新井, 2011) 以下の計 81 層準の試料を採取した。すべての試料について構成粒子分析をおこない、そのうち 56 試料に対し EPMA および LA-ICP-MS による火山ガラスの化学組成主成分および微量成分分析をおこなった。そのうえで、Sagawa *et al.* (2018) による堆積年代モデルを参考に、既知のテフラとの対比や給源地域の推定をおこなった。給源地域の推定は、北部九州および三瓶・大山地域において、陸上に堆積している中~後期更新世のテフラ試料を収集し、コアの試料と同様に火山ガラスの化学組成分析をおこない、その結果に基づいた。

3. 結果

(1) 陸上試料

●陸上試料の Sr/Y vs Y プロットを作成すると、高 Sr/Y のアダカイト質、一般の島弧火山岩組成、これらの中間的な組成の 3 グループが認められる。とくに、高 Sr/Y のアダカイト組成のグループには、大山と三瓶(池田以降)の噴出物が属する。三瓶(木次と大田)と九重や姫島等の噴出物は中間的なグループに属する。

●規格化したランタノイド元素存在比では、北部

九州の一部、大山と三瓶の噴出物には重希土類の存在比が 5 以下という特徴が見られた。

(2) U1427A コア

●U1427A コアには、先述の陸上試料との対比により、猪牟田-アズキ(今市火砕流)(約 0.85 Ma)、誓願寺-樺(約 0.62 Ma)に対比される北部九州地域起源のテフラが見出された。

●約 1.25~0.57 Ma の 11 層準にアダカイト質のテフラが見出された。これら全てに重希土類の規格化した存在比が 5 以下という特徴が見られた。また、これらのテフラの粒子は、砂~細礫サイズの軽石質や比較的粗粒な結晶のものがほとんどであった。

●約 1.25~0.45 Ma の 8 層準に直径数 mm~2 cm 程度の漂着軽石と考えられる円磨された単独の軽石粒子が認められ、これらは全て高アルカリ(Na₂O, K₂O)を示し、鬱陵島起源であると考えられる。約 0.93~0.45 Ma の 8 層準にも、同様に高アルカリを示す火山ガラス粒子が検出された。

4. 議論

●サイト U1427 近傍で、今回検討した年代範囲に活動した火山は大山(約 1 Ma 以降)と三瓶山(森田山: 約 1.3~1 Ma)が知られている。陸上試料の分析により、大山と三瓶(三瓶池田テフラ以降)のマagmaはアダカイト質かつ低重希土類の特徴を示す。これらの火山が過去にも同じような組成をもつマagma活動を行っていたと仮定すると、約 1.25~0.57 Ma の 11 層準に見つかったアダカイト質かつ低重希土類の特徴を示すテフラは、比較的粗粒であることから、近隣の大山と三瓶の噴火に由来すると考えられる。これまで、約 0.3Ma 以前の大山や、0.1 Ma 以前の三瓶山については、爆発的噴火ではなく、溶岩を流出させるような噴火が主体であると考えられてきたが、約 0.6Ma 以前にもコア採取地点に降下火砕物をもたらすような爆発的噴火も伴っていた可能性が高い。

●既知のテフラとの対比や給源地域の推定は、採取した陸上試料に基づいておこなった。今後、大阪層群や琵琶湖コアに含まれるテフラ(長橋ほか, 2015 など)との対比により、過去約 100 万年間における山陰・近畿地方に降下し影響を与えたテフラを整理することが今後の課題として考えられる。

引用文献: 長橋ほか(2015) 地球科学, 69(4), 205-222. Sagawa *et al.*, (2018) PEPS, 5: 18. Tada *et al.* (2015) Proceedings of the IODP, 346.

中部九州、阿蘇野層中に挟在する白まるバンドの広域対比の再検討

西澤文勝 (神奈川県立生命の星・地球博物館)・鈴木毅彦 (東京都立大)・山田圭太郎 (山形大)
Fumikatsu NISHIZAWA, Takehiko SUZUKI, Keitaro YAMADA: Reexamination of the Widespread Correlation of the Shiromaru Band in the Middle Pleistocene Ason Formation, Central Kyushu, Japan

1. はじめに

中期更新世における南九州起源の大規模火砕流噴火に伴う広域テフラには、火山ガラスの主成分化学組成を含む記載岩石学的特性が類似するものが複数知られている。そのようなテフラの一つである Ks18 および Ks10 テフラは、上総層群笠森層を模試地とし、四国・近畿・東海・関東各地の堆積層中に確認されている流紋岩質テフラである。笠森層中においては、南九州の小林カルデラから噴出した小林笠森テフラ (Kb-Ks) に対比される Ks11 火山灰層を介し、その上位に Ks10、下位に Ks18 が位置する関係にある。両テフラは近年、北西太平洋上の U1437B コア中においてクリプトテフラとして見出され、その降灰層準が検討されており、その Marine Isotope Stage (MIS) はそれぞれ Ks18 が MIS15、Ks10 が MIS13 とされる (Matsu'ura *et al.*, 2023)。

類似する Ks18、Ks10 テフラの広域対比を再検討し、給源火山地域における中期更新世テフラ層序を精緻化する目的で、従来両テフラとの類似性が指摘されてきた降下火山灰層である大分県阿蘇野層中の白まるバンド (長谷・岩内, 1985) について火山ガラスの主成分化学組成を明らかにした。本発表では、その記載岩石学的特性を既知テフラと比較し、既存の対比を再検討する。

2. Ks18 および Ks10 の給源近傍相について

給源である南九州の火山地域との広域対比については、Ks18、Ks10 テフラともに普通角閃石と高温型石英で特徴付けられる火砕流堆積物との対比が見込まれている。Ks18 テフラは鹿児島湾沿岸から人吉盆地に分布する下門火砕流 (Smkd) とそれに相当する火砕流堆積物に対比されており、町田・新井 (2003) はそれらをまとめ樋脇テフラとして定義した。近年、給源地域におけるテフラ層序の整理が進められつつあることから、本発表では Ks18 テフラの給源近傍相として Smkd を採用し、いわゆる樋脇テフラではなく Smkd-Ks18 (Nishizawa, 2017) と呼称する。Smkd はジルコンのフィッシュン・トラック年代 (Zr-FT) で 0.61 ± 0.08 Ma (井村ほか, 2001) が得られている。

一方、Ks10 テフラの給源火砕流堆積物の分布は詳細には明らかとなっていない。Nishizawa (2017) は、始良カルデラ北部～北西部の沿岸地域において竹山火砕流を定義し、Kb-Ks の上位に位置することを確認し、記載岩石学的特性を比較した上で Ks10 テフラと対比した。一方、町田・新井 (2003) は、火山ガラスの主成分化学組成に基づき、これらとは別の対比候補として、屋久島に分布する小瀬田火砕流 (Ksd) を挙げた。その

年代は 0.58 ± 0.08 Ma (Zr-FT; Moriwaki *et al.*, 2008) が得られている。ただし、屋久島においては Smkd-Ks18 を含め、同時代の火砕流堆積物の分布が確認されておらず、Ksd と九州本土の火砕流堆積物との層序関係は明らかではない。

3. 阿蘇野層における白まるバンド

中部九州、大分県の阿蘇野盆地における中部更新統阿蘇野層は、珪藻土質シルト岩からなり、しばしば凝灰質砂岩や火山灰薄層を挟む湖成堆積物である (長谷・岩内, 1985; 岩内・長谷, 1987)。阿蘇野層中には、白まるバンド (SMB) と呼ばれる、白色で明瞭な級化層理を示す直径 2~4 mm の火山豆石からなる薄層 (厚さ 2.5~3 cm) が知られる (長谷・岩内, 1985)。SMB は、玖珠盆地南部の野上層においても同様の岩相で確認されており (岩内・長谷, 1987)、同地域の湖成層をつなぐ鍵層として有効なテフラである。SMB は樋脇テフラに対比される九州本土内の降下火山灰層としては最北に位置するとされ (町田・新井, 2003)、その規模を検討する上で重要なテフラである。今回分析に用いた SMB の試料は、大分県由布市庄内町において採取した。

4. 火山ガラスの主成分化学組成

SMB の火山ガラスの主成分化学組成のうち、含有率の高い酸化物の重量%はそれぞれ、SiO₂: 77.4-78.6 wt.%, Al₂O₃: 12.5-12.8 wt.%, FeO: 1.0-1.2 wt.%, CaO: 1.2-1.3 wt.%, K₂O: 2.7-2.9 wt.%, Na₂O: 3.1-3.8 wt.% である。Ks18 および Ks10 テフラとの比較では、SMB は SiO₂ と Al₂O₃ と CaO の含有率が Ks18 と Ks10 に比較してやや富み、K₂O の含有率がやや低いことがわかった。この特徴は屋久島で採取した Ksd とよく類似する。Ksd の火山ガラスの主成分化学組成はそれぞれ、SiO₂: 77.9-78.8 wt.%, Al₂O₃: 12.5-12.8 wt.%, FeO: 0.9-1.3 wt.%, CaO: 1.1-1.3 wt.%, K₂O: 2.8-3.0 wt.%, Na₂O: 3.0-3.4 wt.% である。今後は、その他の記載岩石学的特性とともに、遠隔地で対比される各火山灰層と給源地域の火砕流堆積物との比較を行う予定である。

引用文献: 井村ほか (2001) 日本第四紀学会講演要旨集, 31, 118-119. 岩内・長谷 (1987) 地質学雑誌, 93, 469-489. 町田・新井 (2003) 『新編火山灰アトラス』, 191. Moriwaki *et al.* (2008) *Quat. Int.*, 178, 128-137. Nishizawa (2017), Doctoral Degree Thesis, Tokyo Metropolitan University. Matsu'ura *et al.* (2023) *Quat. Sci. Rev.*, 319, 10835.

現代日本語と古語の中の“かるいし”の比較—その使用方法と意味の変容—

青木かおり（北海学園大）

Kaori AOKI: Comparison of "Karuishi" in modern Japanese and archaic Japanese: its usage and changes in meaning

1. はじめに

火山地質学分野では、かつては軽石をさす専門用語として“浮石（フセキ）”という言葉が広く使われていた。この“浮石”という語は、3世紀後半～4世紀にかけて成立した「呉都賦」および「交州記」という漢籍に登場する（青木、2025a）。「呉都賦」に関しては上代日本に伝来しており、日本の平安時代中期の承平年間（AD931～AD938）に編纂された「倭名類聚抄（わみょうるいじゅうしょう）」では、“浮石、和名加留以之”、すなわち（漢語の）“浮石”の和名は“加留以之”であると万葉仮名で記載されている。つまり、平安時代には漢籍に登場する“浮石”が日本語で“かるいし”と呼んでいるものに相当するという認識があったということになる。一方で、現代日本語では“浮石（うきいし）”と訓読みする場合もある。そこで、“浮石（フセキ）”・“軽石（かるいし）”・“浮石（うきいし）”という語について、それぞれの語が古文書の中でいつごろから登場したか、さらにその意味と用法について整理した。

2. 現代日本語における語種と読みに基づく分類

“浮石（フセキ）”・“軽石（かるいし）”・“浮石（うきいし）”について、それぞれ現代日本語で定着している読み方を調べるために、日本語国語辞典として双璧をなす「広辞苑」（新村編、1955；1969；1983；1991；1998；2008；2018）と「大辞林」（松村編、1988；1995；2006；2019）における記載を確認した。その結果、“フセキ”と“かるいし”は、火山碎屑物である軽石を指すが、“うきいし”と訓読みする場合は、軽石を意味することに加えて、複数の意味を含んでおり、使用される場面も多様であることが分かった。“うきいし”の意味として広辞苑・大辞林双方に共通するのは、河床・山道・地下などで基盤地質から遊離して不安定になっている岩石のことを意味している点である。

3. 専門用語としての意味

次に、学術・技術等の特定分野における専門用語を採録した辞典や用語集における記載内容を調査した。例えば「土木用語大辞典」によると、“浮石（うきいし）”は「雨水、融雪水等が岩目に浸入しその強度が低下した岩塊、あるいは水の凍結によって岩目が拡大し、岩石斜面から剝離しかかって不安定な状態になっている岩塊や、石目が多く風化しやすい粘板岩や石灰岩などが浮石となりやすい」と説明され、英語では unsteady stone とされる。さらに、“浮石落とし（うきいしおとし）”という作業は、「地山の掘削面で自然に、あるいは軽い衝撃によって容易に地山から離れ

ようとしている岩石（浮石）を取り除く作業」を意味し、英語では scaling of loose rocks と表現される。また、「実用登山用語データブック」によると「不安定で崩れやすい（地面にしっかりと固定されていない）岩や石。転倒の要因になるので、歩行の際には注意が必要。また、傾斜面では落石になりやすく、危険」とされ、フレークという用語を参照するように指示がある。登山用語におけるフレークは「鱗のようになって、岸壁から剝がれて（剝がれかけて）不安定になっている岩。“flake”は薄片の意。」とある。このほかにも、河床の石で、全体が土砂に埋没せず石の下を水が流れている状態や、囲碁で盤面に孤立している石が存在している状態の場合にも“浮石（うきいし）”という語が使われる。総じて、基盤から離れて不安定な状態である事象に対して使われている語といえる。沖森ほか（2006；2011）によると、日本語で使われる語はその出自・由来から大きく和語、漢語、外来語、混種語の4つの語種に分類される。この分類に基づく“うきいし”という和語に対して、相当する意味の漢字をあてて使用されていると考えられる。

4. 古語の中の“かるいし”が意味するもの

日本語では軽石のことを古くから“かるいし”という呼称で読んでおり、万葉仮名、ひらがなで記載されている（「倭名類聚抄」、「山科家礼記」、「葉隠集」、「和漢三才図会」、「排風柳多留」）。江戸時代に多く書かれていた本草書でも、漢語で“浮石”と表記したうえで、“かるいし”という振り仮名、別称が添えられており、日本人にとって“かるいし”が一般的な語として使われていたと考えられる。古川柳「かる石も一ツまぢつて義をたてる」（山澤、1995）は初代川柳によって編まれた寛政元年（1789年）に発行の「排風柳多留」に掲載されており、“かる石”は痘痕面の「見立て」（比喩）として使われている。

ただし、18世紀までの日本人によってあらわされた本草書の記述内容では、“かるいし”は海辺の砂と波が混ざることによって生成するされており、中国の本草書の解説と同じ説明が踏襲されている。1803年に小野蘭山が「本草綱目啓蒙」の中で18世紀後半に相次いだ火山噴火（伊豆大島、桜島）に言及し、それ以降は“かるいし”が火山噴火によってもたらされたものであるという認識に転換したようである（青木、2025b）。

引用文献：青木（2025a, b）JpGU. 沖森ほか（2006；2011）三省堂. 新村編「広辞苑」岩波書店. 松村編「大辞林」三省堂. 山澤（1995）岩波書店.

能登半島北東部，平床台地の海成段丘構成層から見出された 三瓶木次テフラの降下火山灰層と漂着軽石

辻森律己 (都立大)・石村大輔 (千葉大)・平峰玲緒奈 (歴博)・渡辺樹 (都立大)・本間海那 (都立大)
Ritsuki TSUJIMORI, Daisuke ISHIMURA, Reona HIRAMINE, Tatsuki WATANABE, Hirona HOMMA: Drift
pumice and fall-out ash layer of Sambek-Kisuki tephra found within the marine terrace deposits of Hiratoko upland
in the northeastern Noto Peninsula

1. はじめに

長期的な地殻変動の推定には、海成段丘が広く利用されてきた(小池・町田, 2001)。近年、火山灰編年の進展や高精度地形データの整備が進み、これらを用いた地殻変動量の再検討が行われている(例えば、宮崎・石村, 2018)。一方、このような再検討の事例は限られており、地形発達やテクトニクス理解には、より確度の高い段丘面の編年と地殻変動量の推定が求められている。

令和6年能登半島地震では、海底活断層の活動に伴って能登半島北岸で数mの隆起が発生し、新たな海成段丘が出現した(穴倉ほか, 2024)。本研究で対象とする能登半島北東部の平床台地でも、約0.7mの隆起が報告されている(Fukushima et al., 2024)。本地域にはM1～M3面と区分された海成段丘が広く分布し、それぞれMIS 5e, 5c, 5aに形成されたとされている(小池・町田, 2001)。このうちMIS 5cに形成されたとされるM2面からは、豊蔵ほか(1991)がMIS 5cに噴出した三瓶木次テフラ(SK; 町田・新井, 2003)の火山灰を報告している。

本研究では、令和6年奥能登豪雨によって新たに出現したM2面の露頭調査を行い、段丘構成層と被覆層の記載とテフラ分析を行った。

2. 手法

地形判読には、令和6年能登半島地震発生後の0.5m DEM(林野庁公表)から作成したMPI赤色立体地図(Kaneda and Chiba, 2019)を用いた。現地調査では、露頭整形後、段丘構成層と被覆層の記載とテフラ試料の採取を行った。加えて、レーザー距離計による測量により、段丘面からの各地層の比高を正確に把握した。

テフラ分析については、超音波洗浄機で洗浄後、62 μ mの使い捨てメッシュ上で水洗した。乾燥後、120 μ mの使い捨てメッシュでふるい分けし、62-120 μ mの粒子を光硬化剤で封入し薄片を作成した。この薄片を用いて偏光顕微鏡下で鉱物組成、ガラスの形態を明らかにした。その後、都立大所有の温度変化型屈折率測定装置RIMS2000(京都フィッシュントラック製)を用いて、火山ガラスの屈折率を測定した。

3. 結果と考察

地形判読の結果、平床台地における海成段丘の分布は、小池・町田(2001)とほぼ一致した。露頭地点はM2面に相当し、段丘面の標高は20.5mである。

露頭では、下位から基盤岩(珪質泥岩)、段丘構成層、被覆層を確認した。段丘構成層は、層厚約250cmの円礫混じりの細～中粒砂層である。構成層下部は円礫層と塊状の砂層からなる。中部は砂鉄の濃集した平行葉理が発達する砂層であり、この中に厚さ最大約5cmの黄灰色の細粒火山灰層がレンズ状に挟在する。火山灰層の上位約20cmの範囲に平均長径1.9cmで円磨された黄灰色軽石が散在し、一部では濃集する。構成層上部は塊状の細粒砂層である。被覆層は層厚約100cmの粘土混じりシルト層であり、地表面まで分布する。

テフラ分析の結果、細粒火山灰、軽石はともに、軽石型の火山ガラスを主体とし、黒雲母を含んでいた。火山ガラスの屈折率はそれぞれ $n = 1.495-1.497$ (細粒火山灰)、 $n = 1.496-1.497$ (軽石)であった。この特徴は、町田・新井(2003)におけるSKの特徴と一致しており、細粒火山灰は豊蔵ほか(1991)によって付近で報告されているSKの降下火山灰と考えられる。また、軽石は降下物としては粒径が大きく、円磨されているという特徴(平峰ほか, 2023)からSK由来の漂着軽石であると考えられる。SKの漂着軽石は、福井県越前海岸や秋田県男鹿半島の海成段丘構成層からも報告されており(豊蔵ほか, 1991; 白石ほか, 1992)、本研究では新たに能登半島の海成段丘構成層中から見出されたことになる。SKを挟在する砂層の堆積相は、前浜～後浜の堆積環境を示した。よって、露頭地点では離水前後にSK降下火山灰が堆積し、その後に漂着軽石が堆積したと考えられる。M2面の構成層中にSKが認められることから、M2面はMIS 5cの海成段丘であるといえる。本発表では、さらに火山ガラスの化学組成分析結果を踏まえ、より正確なテフラ対比について報告する予定である。

引用文献: 小池・町田(2001)日本の海成段丘アトラス。町田・新井(2003)新編火山灰アトラス。豊蔵ほか(1991)第四紀研究, 30, 79-90。白石ほか(1992)第四紀研究, 31, 21-27。宮崎・石村(2018)地学雑誌, 127, 735-757。平峰ほか(2023)第四紀研究, 62, 61-69。穴倉ほか(2024)第四紀研究, 63, 169-174。Fukushima et al.(2024), *Sci. Adv.*, 10, 42。Kaneda and Chiba(2019), *BSSA*, 109, 99-109。

中米・エルサルバドルのウスルタン様式土器に含まれる火山ガラス

北村繁（新潟大）・村野正景（静岡大・情報）・市川彰（国立民族学博物館）

Shigeru Kitamura, Masakage Murano and Akira Ichikawa: Volcanic glass contained in the paste of the Usulután-style earthenware in El Salvador, Central America.

1. はじめに

火山地域で製作される土器は、坏土に含まれている火山灰や土器製作の過程で添加された火山灰の粒子を含む場合が少なくない。このため、土器胎土中の火山ガラスの分析から土器に含まれる火山灰を特定できれば、土器の生産地や製作方法など、考古学的に極めて重要な知見を得られる可能性が高い。波長分散型X線マイクロアナライザー（WDS）は、粒子内の微小領域の化学組成を分析できるため、火山ガラスの化学組成から火山灰を同定する最も有効な手法として広く利用されてきた。

日本では、北日本の縄文土器について、胎土中の火山ガラスをこうした方法で分析し、土器の製作地や土器の移動を明らかにした研究がある（柴, 2014；関根ほか, 2018）。

また、中米エルサルバドル西部のチャルチュアパ遺跡で出土したウスルタン様式土器については、同様の方法で胎土中の火山ガラスを化学組成分析から、アルセーテフラ下部の軽石を砕いたものを坏土に加えて土器が製作されたと推定された（北村・村野, 2025）。

一方、上記と同じ土器の一つには、表面に薄い化粧土が施されており、これにもわずかながら火山ガラスが含まれる。また、エルサルバドルの他の地域で出土した土器も火山性の粒子を含有する（Ichikawa, *et al.*, 2021）。そのため、こうした土器中の火山ガラスの化学組成分析により、新たな考古学的知見を得られる可能性がある。

2. ウスルタン様式土器とアルセーテフラ

ウスルタン様式土器は、メソアメリカ考古学における先古典期（B. C. 2500～A. D. 250）に製作され、現在の中米を中心にメソアメリカに広く出土することから、当地の考古学においては極めて重要な土器である。名称は、最初に見出されたエルサルバドル東部のウスルタン県に由来する。

アルセー（Arce）テフラは、エルサルバドル西部のコアテペケカルデラの72kaの噴火により生じた降下軽石と火砕流堆積物で、エルサルバドルの中部・西部に分布するほか、グアテマラ盆地でも細粒火山灰層として見出されているが、エルサルバドル東部では見出されない。

そのため、北村・村野（2025）が分析したチャルチュアパで出土した土器は、ウスルタン地域で製作されたものではなく、出土地点近隣で製作された可能性が指摘される。

3. 分析試料と分析方法

顕微鏡観察およびWDSのSEM画像から、チャルチュアパ遺跡ラ・クチャーヤ地区で出土した土器には、表層に最大0.4mm程度の厚さの化粧土が施され、その中に少量の火山ガラスが見出された。

一方、ウスルタン県の海岸に近いヌエバ・エスペランサで出土した土器胎土中にも少量ながら火山性の粒子が含まれることが知られていた（Ichikawa, *et al.* (2021)）

本研究では、チャルチュアパの土器の化粧土とウスルタンの土器2片の土器胎土に含まれる火山ガラスの化学組成をWDSで分析した。

なお、分析は北村・村野（2025）と同じく弘前大学理工学部共用機器基盤センターのWDSを用いた。分析条件を、加速電圧15keV、試料電流 3×10^{-9} A、ビーム径 $10 \mu\text{m}$ とすることにより、Naなどの揮発成分の損傷を極力抑えている。

3. 分析結果

チャルチュアパ遺跡で出土した土器の化粧土中の火山ガラスは、アルセーテフラ上部の火山ガラスの分析値に最も近いが、Naの値が低く、地表での風化・溶脱作用を受けた可能性がある。そのため、この火山ガラスは、製作過程で加えられたものではなく、アルセーテフラより上位の土層が地表や水底、湧水地点などで風化・溶脱を受けたものを坏土として利用した可能性が指摘できる。

一方、ウスルタンで出土した土器2片の胎土中の火山ガラスの化学組成も、概括的には、上記の土器の化粧土中の火山ガラスと類似する。そのため、アルセーテフラが分布せず、また、より上位に多数の軽石の堆積が見られるウスルタンで坏土が採取されたとは考えにくい。アルセーテフラがより厚く、より地表近くにみられるエルサルバドル中部以西では、アルセーテフラの火山ガラスが、再堆積や生物攪乱などにより、地表近くの土層にまで混じりこんで、風化・溶脱を受ける可能性が高い。そのため、これらの土器は、出土地より西方から持ち込まれたか、または、出土地に坏土を持ち込んで製作された可能性が指摘できる。

引用文献

- 柴（2014）：第四紀研究，53(5)，249-257。
 関根ほか（2018）：釧路市立博物館館，422，3-8。
 Ichikawa, *et al.* (2021)：STAR，7(1)，49-61
 北村・村野（2025）：日本地球惑星科学連合2025年大会（幕張メッセ・千葉市）

人工水域堆積物を用いた都市環境史復元の可能性と課題

山田和芳・岡野美郷・金子純也（早稲田大）・藤木利之（岡山理科大）・中西利典（ふじみュー）・
瀬戸浩二・香月興太・辻本 彰・鹿島 薫（島根大）・井上 淳（大阪公立大）

Kazuyoshi YAMADA, Misato OKANO, Junya KANEKO, Toshiyuki FUJIKI, Toshimichi NAKANISHI, Koji SETO, Kota KATSUKI, Akira TSUJIMOTO, Kaoru KASHIMA and Jun INOUE: Possibilities and Challenges of Urban Environmental History Reconstruction Research Using Artificial Water-area Sediments.

湖沼掘削科学研究は、1990年代に入ると海洋掘削科学研究とは一線を画すようになった。堆積物コアが得られる地理的条件、復元できる時間解像度の高さ、環境情報の多様性などにより、第四紀学や年代学の分野でその存在価値を高めていった。結果的に地質年代基準としては否認されたが、新しい地質時代「人新世（Anthropocene）」の基準として、カナダの小さな湖沼の年縞堆積物がGSSP（国際境界模式層断面とポイント）候補地となったこともその一つの表れであり、記憶に新しい。

「人新世」に代表されるような近代の自然環境と人間活動の関係性を議論するには、人類活動が活発な場所での検証が不可欠である。それは地球環境が社会や生活に直結する場所、すなわち都市である。都市の環境は、私たちが居住しやすい空間にするため、私たち自身が意図的に作り上げてきたとも考えることができる。そこには歴史・環境・政策的側面を考慮しながら都市計画に沿って自然環境を改変してきた経緯がある。地質時代として「人新世」を議論した際にも、都市化石（テクノフォッシル）を用いた研究がノミネートされていたが、アーカイブ（堆積物）の連続性に乏しい点が課題とされた。一般的に、都市が形成される人口稠密地域にある水域は地理的制約を受けることが多いのが現状である。沿岸都市でない限り自然水域の存在そのものが少ない。そこで、発表者は、都市環境を通史的に復元できるアーカイブとして、日本列島の都市に分布する城や古墳を囲むお堀（水堀）といった人工水域に着目した。

日本では古くから城が築かれてきた。時代が下り山城から平城へと場所が移行するにつれて、要塞化のために城の周囲に堀が設けられた。平城を築いた場所の多くは、現在では官公庁街や公園へと姿を変えたものの、依然として都市の中心部に位置している。現在、全国で約20か所が水堀として残り、「都心のオアシス」となっている。

2001年には吉川周作博士（当時の大阪市立大学）らの研究グループによって大阪城水堀での掘削科学研究が進められた。一連の研究では近過去の植生変遷や大気汚染史などが堆積物記録として保存されていることが明らかとなった。一方で、掘削地点は自然湖沼に匹敵するほどの水深（約3m）を持ち、水流がない閉鎖的な地点を選定していた。

本研究では、これら先行研究が示す人工水域を用いた古環境研究の可能性を探るため、以下の3

点の挑戦的視点を掲げて共同研究を進めている。本発表ではこれまでの掘削科学研究によって得られた現状の知見および整理した課題について概観報告する。

1. 堆積物は安定的に過去の環境を記録しているのか
2. これまでの地球科学アプローチが援用できるのか
3. 堆積物には都市の何が記録されているのか

発表者らの研究グループでは、これまで岡山城水堀（2021年）、駿府（静岡）城水堀（2021年）、松江（島根）城水堀（2024年）で調査研究を実施し、2025年度中には皇居外苑濠（東京）、名古屋城水堀（愛知）で掘削調査を予定している。

1. 堆積物の安定性について

鉛／セシウム年代測定の結果、掘削水深1mより浅い地点においても、閉鎖的かつ明らかに水の流れがない場合は、安定的にシルト～粘土が堆積していることが明らかとなった。その堆積速度は年1～10ミリ程度と見積もられ、一般的な天然水域よりも埋積速度が大きいことが示された。ただし、鯉などの魚が水域に存在する場合は水底表層部で大きな擾乱が生じていることも明らかとなった。

2. 地球科学アプローチの適用について

花粉分析、珪藻分析などの微古生物学的アプローチや、元素分析・粒度分析などの機器分析によって、天然水域の堆積物分析と同様に古環境復元が可能であることが示された。人工水域の掘削地点の特性によってはプラスチック片やコンクリート片などの混入も一部認められるため、今後は人工物分析の実施も視野に入れることができる。

3. 都市の記録について

これまでの研究により、都市を襲った空襲イベント、洪水イベントを明瞭な地層記録として捉えられている。また、戦後の交通・水道インフラの整備状況から、堀の水環境を含めた都市公園の保全状況の通史的变化も捉えられている。一方で、江戸期～明治・大正期以前の堆積物の採取は技術的な課題がある。

ペルー・ナスカ地域における現生植物（乾季）の花粉形態の予察的研究

酒井恵祐（山形大）・坂井正人（山形大）

Keisuke SAKAI, Masato SAKAI: Preliminary study on the pollen morphology of modern plants during the dry season in the Nasca region, Peru

はじめに

南米ペルー共和国のナスカ地域は世界遺産である「ナスカの地上絵」で広く知られており、その考古学的研究は近年、AI 技術の導入により急速に進展している (Sakai et al., 2024)。

ナスカの地上絵が描かれているのは標高 400~500 m のナスカ台地である。ナスカ地域は、海流の影響などを受け、年間降水量が極めて少ない乾燥地である。このような過酷な環境にもかかわらず、ナスカ社会は紀元前 100 年頃から紀元後 650 年頃にかけて繁栄した。しかし、ナスカ社会の盛衰が気候変動とどのように関係していたのかについては、いまだ十分に解明されていない。環境の乾燥化がナスカ社会の変容に関与していた可能性も指摘されており、Beresford-Jones *et al.* (2009, 2011) の研究では、河岸林を構成していたマメ科樹木「ワランゴ」の過伐採が乾燥化を促進した可能性も指摘されている。しかし、これらの研究はサンプル数や分析の時間的・空間的なカバー範囲に限りがある。そこで、本研究では、ナスカ地域で花粉分析によって古環境復元を行うために基礎データとなる現生花粉形態の把握を目的とする。今回は 2024 年 7-8 月の調査で得た現生花粉の形態について報告する。

調査地点および試料

調査は、ペルー・ナスカ地域周辺において 2024 年 7 月から 8 月に実施し、開花中の花を採取し、乾燥させた (図 1)。

採取した現生植物の試料は、水酸化カリウム処理、アセトリシス処理を行い、エタノールで脱水

し、キシレンに置換後、オイキットで封入した。

形態観察と今後の展望

本調査では、ナスカ地域の乾季に当たる時期に採取した現生植物約 50 種を対象に、花粉の形態記録を進めている。採取した植物は、野生種、栽培植物、植栽植物に分類し、それぞれの種における花粉の形態的特徴の整理を目的として、現在、光学顕微鏡による観察と記録作業を進めている段階である。

今回得られた現生花粉の形態記録は、ナスカ地域における花粉の形態と同定の基礎データとして活用できる。特にマメ科植物や栽培植物については、将来的な花粉分析において人間活動の関係を明らかにする指標種となる可能性があると考えられる。今後は、現生植物の調査対象種の拡大や、化石花粉分析を進めていく予定である。

引用文献

- Beresford-Jones *et al.* (2009) *Latin American Antiquity*, 20, 303-332.
 Beresford-Jones *et al.* (2011) *Veget Hist Archaeobot*, 20, 273-292.
 Sakai *et al.* (2024) *PNAS*, 121, e2407652121.

謝辞

本研究は山形大学ナスカ研究所、パンテオン・ソルボンヌ大学 Jorge Olano 氏の協力の下で実施された。本研究は科研費 (24K22552)、山形大学 YU-COE (S) 公募研究から支援を受けた。



図 1. ナスカ地域の現生花粉試料の採取地点 (●)

保倉川下流低地の沖積層

堀 和明・山本 蒼・前田優樹（東北大）・田村 亨・石井祐次（産総研）・
中西利典（ふじミュウ）・洪 完（KIGAM）

Kazuaki HORI, Homare YAMAMOTO, Yuki MAEDA, Toru TAMURA, Yuji ISHII, Toshimichi NAKANISHI, Wan HONG: Late Pleistocene to Holocene deposits of the Hokura River lowland, central Japan

1. はじめに

北海道や本州の日本海沿岸は、潮差が0.5 m以下と小さく、波浪の影響が強いため、海岸線は平滑で、海岸線に平行に砂丘や浜堤が形成されることが多い。また、信濃川下流域に広がる越後平野のように、沈降の影響で厚い沖積層がみられる地域もある。本研究では、新潟県西部を流れる保倉川に着目し、保倉川下流低地（高田平野）の沖積層の特徴を調査した。

保倉川は流路長約48 kmで、源流付近の標高は約1100 mである。保倉川は東頸城丘陵を流下した後、高田平野に入り、河口付近で一級河川である関川に合流する。保倉川の流路はかつて大きく蛇行していたが、河川改修により直線化されてきた。また、現河道の北東側には著しい屈曲を呈する旧河道が残されている。流域の地質は主に新第三紀の砂岩、泥岩、砂岩泥岩互層からなり、閃緑岩や流紋岩といった火成岩が一部に分布する。

2. 方法

既存ボーリング柱状図の解析にもとづいて、沖積層の層序を検討した。また、保倉川下流低地で採取されたコア堆積物試料を用いて礫・砂・泥比を測定した。さらに堆積物に含まれていた有機物や貝殻片を対象にAMSを用いた放射性炭素年代測定を実施し、得られた年代値を暦年補正した。

3. 結果と考察

現海岸線付近では標高-70 m前後に砂礫層や礫まじり砂層が分布する。砂礫層はN値50以上を示すことが多く、礫は亜円～亜角礫で構成される。この砂礫層は陸側に向かって標高が上昇し、海岸線から約2.5 km内陸では標高-55 m付近にみられる。砂礫層の厚さは5 m未満となっている地点もある。この砂礫層は沖積層基底礫層に相当すると考えられる。

砂礫層の上位には、貝殻片をほとんど含んでいない泥層が堆積しており、場所によっては厚さ50 m以上に達する。泥層には、ときおり砂層が挟まれている。N値は最下部付近で10以上を示すことが多いものの、上方に向かって小さくなる傾向がある。とくに標高-10 m以浅では5以下の値が卓越し、標高-5~-10 m付近に有機質な泥層が認められる地点が多い。また、現海岸線付近では、この厚い泥層を覆って、内陸に薄層化する厚さ5~20 m程度の砂層が堆積して地表面を形成する。

放射性炭素年代値は、この厚い泥層の堆積が

12.8 ka以降に始まり、海水準上昇速度に近い速度で急速に累重してきたことを示す（図1）。また、堆積速度は完新世中期以降に低下しており、海水準上昇速度の低下時期とも調和的である。有機質な泥層の堆積は、約7 kaに集中しており、この頃、湿地の環境が低地に広がったと考えられる。

厚い泥層はいくつかの堆積相に細分できると考えられる。上部はラグーンや氾濫原で堆積した可能性が高いものの、下部については今後詳細な検討が必要である。また、沖積層の層厚が海岸付近で70 mに達していることや、標高-5~-10 m付近に分布する有機質泥層が7 ka前後に堆積していることから、平野の長期的な沈降が示唆される。

引用文献：Lambeck et al. (2014) *PNAS* 111, 15296-15303.

謝辞：高田河川国道事務所からは既存ボーリング柱状図および堆積物試料を提供していただいた。記して謝意を表す。

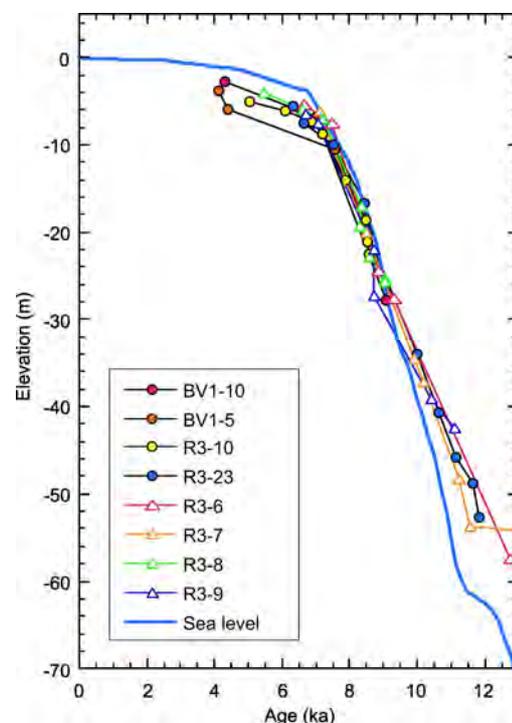


図1 コア堆積物の深度・年代プロットと氷河性海水準変動曲線 (Lambeck et al., 2014).

猿橋近辺における富士—相模川ラハール堆積物の層相記載と年代測定の試み

白井正明（都立大）・諸岡知足（都立大）・河尻清和（相模原市博）

Masaaki SHIRAI, Chitaru MOROOKA, Kiyokazu KAWAJIRI: Lithofacies and dating of the Fuji-Sagamigawa Lahar deposit around the Saruhashi area

1. はじめに

山梨県東部から神奈川県中央部にかけて流れる相模川（上流では桂川）沿いでは、MIS2 頃に発生した富士相模川泥流（富士相模川ラハール：FSL）の流下が下流域まで確認されている（例えば、町田，2009）。FSL 堆積物については、相模原市教育委員会（1990）によって詳細な調査がなされているが、大月より上流の相模川（桂川）上流域では、詳細な記載はなされていない。発表者らは東京都立大学火山災害研究センター（現・島嶼火山・都市災害研究センター）の業務を契機として、相模川上流域における FSL 堆積物を再検討し、従来無構造の中礫層と認識されていた FSL 堆積物が、中礫層およびその直下に存在する巨礫層から成ると考え、少なくとも大月市街より上流側の桂川上流域においては、巨礫層の層厚が 10 m に及び、桂川の谷全体を埋積していることを報告した（例えば、白井ほか，2024）。この巨礫層が大月の下流側どのあたりまで分布しているかを明らかにすることは、火山防災を考える上でも意義が大きい。白井ほか（2023）は JR 中央本線の猿橋駅と鳥沢駅間の小向付近で巨礫層が観察できることを報告したが、巨礫層の下限まで観察できる露頭は、大月市街より上流側の都留市と大月市の境界部分の露頭だけであった。最近、JR 中央本線の猿橋駅と鳥沢駅間において FSL 巨礫層全体を観察できる露頭を確認したので報告する。

2. 露頭の記載

今回報告する露頭は、桂川北岸の支流、宮谷川西岸の急斜面に位置する。巨礫層は全体が無構造であり、岩相やレンズ状の砂層の挟在から 6 つのユニット（下位から B1～B6）に分けられ、全体の厚さは 12 m に達する。最下部のユニット B1 は厚さ 1～4 m であり、下限不明のシルト層を削りつつ宮谷川に向かって厚さを増す。巨礫～大礫を主体とし、河床での取り込みを反映してか玄武岩礫よりむしろ凝灰岩が多く、深成岩円礫も目立つ。このユニットのみ中礫をほとんど含まず、基質は細粒砂から成る。ユニット B2～B5 は玄武岩および凝灰岩の巨礫～大礫から成り、基質は径 1 cm 以下の中礫～泥である。ユニット B2（厚さ 1.1 m）、ユニット B3（厚さ 0.8 m）は上方ほど巨礫が少なく緩やかな正級化を示す。ユニット B4（厚さ 1.2 m）は中央部に巨礫が見られず、かつ基質支持となっており、従って下半部が緩やかな正級化を、上半部が緩やかな逆級化を示す。宮谷川の露頭ではユニット B5（厚さ 1.5 m）より上位を間近で観察することは難しいが、南東に約 300 m 離れた小

向の露頭では、巨礫はユニット B5 上部に濃集し、逆級化となっていることが観察できる。最上部のユニット B6（厚さ 1.5 m）には巨礫は含まれず、玄武岩、凝灰岩、頁岩の大礫から成るが、礫種組成などを考慮して巨礫層に属すると判断した。巨礫層の上位に位置する中礫層は、やはり小向で観察され、径 3 cm 前後の中礫を主体とし、基質は径 1 cm 以下の中礫～泥である。厚さ 10 m に達するが、大月より上流側に分布する中礫層と異なり、降下スコリア薄層の挟在が認められず、現状では複数のユニットに分割できない。

3. 放射性炭素同位体年代

巨礫層直下のシルト層に含まれる木片 2 点と有機質シルト試料 1 点から放射性炭素同位体年代値を得た。測定は（株）パレオ・ラボに依頼し、AMS 測定にて放射性炭素年代および較正年代を得た。暦年較正の計算には Intcal20 データベース（Reimer et al., 2020）を用い、OxCal4.4 較正プログラム（Ramsey, 2021）が使用されている。較正年代（cal. yBP）は木片 2 点で 3 万年前前後、有機質シルトで 4 万年前を超えており、シルト層の年代は約 3 万年前と思われる。これは従来の FSL 堆積物の年代見積もり約 2.2 万年前（町田，2009）よりだいぶ古い。この差異が生じた要因としては、(i) FSL の発生年代は従来の推定より古い、(ii) 巨礫層の堆積時に下位の地層を削剥した、(iii) 巨礫層は FSL より古いラハールである。などが考えられるが、本露頭より上流側ではほとんどの露頭で FSL 中礫層の直下に巨礫層が見られるため、(iii) のように巨礫層と中礫層を分離する必然性は低い。一方でシルト層は実際に巨礫層により削剥されているので、(ii) の可能性が高いと思われる。また (i) に関しては、従来の年代値の見積もりも今回の見積もりも、FSL 堆積物内から直接得られたものでないため、今後 FSL 中礫層、巨礫層から年代測定用試料が見出され、直接的な年代値が得られることが望まれる。

謝辞：本研究の一部には科研費（課題番号 24K07158）を使用した。

引用文献：

町田（2009）：相模原市史第 5・6 章，139-173。
Ramsey（2021）：<https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal.html>。
Reimer et al.（2020）：Radio-carbon, 62, 725-757。
相模原市教育委員会（1990）：相模原市教育委員会：63p。
白井ほか（2023）：JpGU2023 年大会 HQR03-P07。
白井ほか（2024）：日本堆積学会 2024 年大会要旨集，40。

浮遊性有孔虫 *G. ruber* を用いた酸素同位体比分析に基づく 東シナ海における気候変動の環境復元

稲野邊健央 (秋田大)・Stephen Obrochta (秋田大)・久保田好美 (国立科学博物館)

Takahiro INANOBE, Stephen Obrochta, Yoshimi KUBOTA: Environmental reconstruction of climate change in the East China Sea based on oxygen isotope ratio analysis of planktonic foraminifera *G. ruber*

1. はじめに

黒潮は東シナ海を通りトカラ海峡から太平洋へ出る、北太平洋亜熱帯循環の西岸海洋流の暖流である。大量の熱と物質を運ぶことから、日本の気候や水産資源などに密接に関連する。このように、黒潮は学術的に重要な研究テーマである。

最終氷期の黒潮の流れは現在までに様々な議論がある。当初は最終氷期最盛期 (Last Glacial Maximum: LGM) に琉球-台湾陸橋の存在によって、黒潮は東シナ海に流れておらず東に大きく転向していたと推測された。しかし現在では、最終氷期に東シナ海に流れ込んでいたと考えられている。

最終氷期以降の黒潮変動を再構築するため、KS-22-4 次航海において、沖縄トラフの東側と西側で 5 本のピストンコアが採取された。定量的な水温記録により、時間経過に伴う水温勾配を再構築し、過去における黒潮の流量を復元することができる。

本研究では、沖縄トラフ大陸棚斜面にて採取された Piston Core 02 (28°53.4202' N, 127°19.8133' E) から拾い出した浮遊性有孔虫 *Globigerinoides ruber albus* を用いて酸素同位体比測定を行い、東シナ海における最終氷期以降の気候変動の環境復元を行った。

酸素同位体比分析の結果、PC02 は 26.3-2.1ka BP の範囲を示した。PC02 の堆積速度は大きく分けて 26.3-18.7ka BP, 18.6-5.4ka BP, 5.3-2.1ka BP の 3 段階に変化していたことが示された。PC02 でみられた堆積速度の変化は、過去の世界的な海水準の動きとほとんど整合的であった。

Site609 (Obrochta et al., 2014) との比較によって、約 24ka BP にハインリッヒ・イベント 2 (H2) を捉えていることが示された。一方で PC02 コアの酸素同位体比からはハインリッヒ・イベント 1 (H1) を明確に捉えることはできなかった。H1 が反映されなかった原因を今後、Mg/Ca 分析や底生有孔虫を用いた研究によって明らかにする必要がある。堆積速度や含砂率、酸素同位体比、実体顕微鏡観察など複数の指標から、セクション 9, 10 (713.4-910.1cmbsf) の期間は最終氷期中で、海水準は低下しており、沖縄トラフにおいて陸源粒子が多く流入していたことが推測される。またこのセクションではパイライトを含む有孔虫が多く観察されており、堆積後に還元的な堆積環境になっていた可能性がある。

近隣のコアである MD012404 (26°38.84' N,

125°48.75' E) (Chen et al., 2010) と Core A7 (27°49.2' N, 126°58.7' E) (Sun et al., 2005) を比較すると、大部分は整合的であったが、11-6ka BP の期間において、酸素同位体比の値が最大 1.5 ‰程度差が生じ、MD012404, Core A7, PC02 の順で現世の値に近づくことが示された。

これはタービダイトといった寒冷化以外のローカルな現象が起きた可能性がある。PC02 における当該期間である 11-6ka BP では年代モデルのデータが非常に少なくタービダイトの可能性を排除できない。本コアの放射性炭素年代による年代モデルの精度向上が望まれる。

PC02 全体としての酸素同位体比の結果は、ダンスガード・オシュガーサイクル (Dansgaard-Oeschger Cycle) や Bølling/Allerød (B-A), Younger Dryas (YD), H2 を捉えており、北半球を代表する NGRIP (North Greenland Ice Core Project) とともに整合的であると結論づけられる。

今後、本研究で扱った PC02 サンプルを用いた Mg/Ca 分析や底生有孔虫の酸素同位体比分析を行い、表層水温や塩分濃度、海底面の堆積環境を復元することで、これらのイベントの規模の大きさを考察し、東シナ海における最終氷期以降の環境をより詳しく復元することが可能となる。

引用文献: Chen, M.-T., Lin, X. P., Chang, Y.-P., Chen, Y.-C., Lo, L., Shen, C.-C., Yokoyama, Y., Oppo, D. W., Thompson, W. G. and Zhang, R. (2010) Dynamic millennial-scale climate changes in the northwestern Pacific over the past 40,000 years, *Geophysical Research Letters*, 37.

Obrochta, S. P., Crowley, T. J., Channell, J. E. T., Hodell, D. A., Baker, P. A., Seki, A. and Yokoyama, Y. (2014) Climate variability and ice-sheet dynamics during the last three glaciations, *Earth and Planetary Science Letters*, 406, 198-212.

Sun, Y., Oppo, D. W., Xiang, R., Liu, W. and Gao, S. (2005) Last deglaciation in the Okinawa Trough: Subtropical northwest Pacific link to Northern Hemisphere and tropical climate, *Paleoceanography and Paleoclimatology*, 20.

フィルター処理と水銀添加が奄美大島表層水の溶存無機炭素 (DIC) の放射性炭素濃度に与える影響評価: 予察

福與直人 (法政大)・横山祐典 (東大)

Naoto FUKUYO, Yusuke YOKOYAMA: Preliminary Results: Impact of Filtration and Mercury Addition on the ^{14}C of Dissolved Inorganic Carbon in Surface Waters from Amami Oshima Island, Japan

1. はじめに

溶存無機炭素 (DIC) の放射性炭素 (^{14}C) 濃度は、水圏における炭素循環を解明する上で極めて重要な指標である。しかし、採水した試料は保存中に微生物活動によって有機物が分解され、DIC が添加されることで ^{14}C 濃度が変化しうることが知られている (Takahashi et al., 2018)。この変化を抑制するため、従来は毒物である塩化水銀 (HgCl_2) の添加などが標準的な手法とされてきたが、その毒性の高さから代替手法が求められている。代替策としてフィルターによる微生物や懸濁有機物の除去が考えられるが、その有効性を定量的に評価した研究、特に毒物添加との効果を体系的に比較した研究は限られている。本研究では、亜熱帯域である奄美大島において、性質の異なる複数の表層水 (海水、河川水、滝水) を対象とし、フィルター処理と水銀添加が DIC の ^{14}C 濃度に与える影響を時系列で比較評価することを目的とする。

2. 方法

試料採取地点: 2025 年 2 月鹿児島県奄美大島の瀬戸内町にて、3 種類の水試料を採水した。

- **海水:** 仲金久川河口付近
- **河川水:** 仲金久川中流域
- **滝水:** 鍋加那の滝 (嘉徳川流域)

試料採取方法: 各地点にて 250 ml のガラス瓶を用いて採水を行った。採水した各試料について、以下の 4 つの処理を行った。

- 無処理
- フィルター処理のみ: 0.45 μm メンブレンフィルターを用いて濾過
- 水銀添加のみ: 塩化水銀 (HgCl_2) 溶液を添加
- フィルター処理 + 水銀添加

なお、全てのサンプルは冷蔵で輸送された。水銀添加は、実験室に到着後直ちに行った。

分析: 保存期間に伴う経時変化を評価するため、各処理を施した試料について、採水から 2 週間後、3 ヶ月後、および 6 ヶ月後の時点でグラフアイト化を行った。前処理及び測定は全て東京大学大気海洋研究所で行った。DIC から CO_2 への遊離は、バブリング法に従って行い (e.g., Lan et al., 2024)、その後グラフアイト化した (Yokoyama et al., 2022)。 ^{14}C 測定はシングルステージ型加速器質量分析装置にて行った。

3. 結果と考察

採水後 2 週間の各試料における初期 ^{14}C 濃度は、海水、河川水、滝水でそれぞれ異なる値を示し、各水域の地域差を反映した。この時点では、同一の水試料内での各処理 (フィルター、水銀) による ^{14}C 濃度の有意な差は観測されなかった。

本発表では、3 ヶ月後、ならびに 6 ヶ月後にグラフアイト化した試料の測定結果を報告し、無処理試料でどの程度の変化が生じたか、またフィルター処理や水銀添加がその変化をどの程度抑制できたかについて、初期的な考察を行う。

引用文献:

Lan, Yokoyama, Hirabayashi, Miyairi, Jiang, Saito, Hasumi, Yasuda (2024) *J. Geophys. Res. Oceans* 129.
 Takahashi, Minami, Aramaki, Handa, Matsushita (2019) *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B* 455, 195–200.
 Yokoyama, Miyairi, Aze, Sawada, Ando, Izawa, Ueno, Hirabayashi, Fukuyo, Ota, Shimizu, Zeng, Lan, Tsuneoka, Ando, Nemoto, Obrochta, Behrens, Tam, Leggett, Rzeszewicz, Huang, Kondo, Nagata (2022) *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B* 532, 62–67.

新規導入の正イオン質量分析計とシングルステージ加速器質量分析計を組み合わせた第四紀試料の放射性炭素年代測定システムの構築

宮入陽介・阿瀬貴博・横山祐典（東京大学大気海洋研究所）

Yosuke Miyairi, Takahiro Aze, Yusuke Yokoyama : AORI, UTokyo

1. はじめに

東京大学大気海洋研究所の加速器質量分析施設 (Laboratory for Accelerator Mass Spectrometry: LAMS) では、2013年に導入されたシングルステージ加速器質量分析計 (Single Stage Accelerator Mass Spectrometry; 最大加速電圧 250kV, 米国 NEC 社製, SSAMS) に加え、2025年3月に次世代型 AMS とも言える正イオン質量分析計 (Positive Ion Mass Spectrometry, 米国 NEC 社製, PIMS) を導入した。

近年では SSAMS の運転時間は 8000 時間程度で推移しており、年間の測定試料数も 4000 試料程度となっており、マシンタイムとしてはほぼ飽和状態にあること、また、大気海洋研究所の特性から、年代測定試料以外の放射性炭素をトレーサーとした利用も多く、迅速な測定が可能なガスイオン源を有する PIMS の導入により効率的な運用が可能となることが期待されている。

2. 本施設の放射性炭素分析装置

シングルステージ加速器質量分析計は 5m × 5m と小型で放射性炭素分析に特化した AMS 機器であり、250KV と低い加速電圧で放射性炭素分析を可能とした国内唯一の装置である。従来の AMS 装置にくらべメンテナンスが容易であり、測定効率も一か月に約 600 検体の分析が可能と非常に高い。また、設計測定精度も $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比測定 0.1% 以下、 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比測定 0.1% 以下と非常に高い。測定限界も $^{14}\text{C}/^{12}\text{C} \leq 2.5 \times 10^{-15}$ と高い性能を有している [1] [2]。また微量試料にも対応し 0.02mg 炭素試料への対応も可能である [3]。

本装置は遠隔化・省力化を進め、効率的な分析体制の構築が特色となっており、ユーザの測定希望をできる限り受理できるように体制整備を続けている。

このたび、正イオン質量分析計 (PIMS) を導入した。この装置は、従来の加速器質量分析計でほぼ必須とされてきた、セシウムスパッタ負イオン源ではなく、正イオン生成用電子サイクロトロン共鳴型 (Electron Cyclotron Resonance: ECR) イオン源を採用することで、 CO_2 ガスの状態でイオン源に導入し、高いイオンビーム強度を発生できる。従来法で必要であったサンプルの固体化 (グラファイト化) の処理が不要となることにより、元素分析計や炭酸塩前処理装置等の安定同位体比質量分析計に接続する前処理装置群が放射性炭素分析にも活用できるため、試料処理の効率化が期待される。同装置の本格稼働に向けて、前処

理装置の性能試験及び、PIMS 本体の性能試験を現在行っている。従来機の SSAMS は、高い測定精度と微量測定性能を言う特色を持ち、新型機 PIMS は、試料処理の効率化が特色と言える。

3. まとめ

本施設の放射性炭素分析装置は、第四紀試料の放射性炭素年代測定システムとして、高精度年代測定や、古環境分析に活用されている。高精度分析や微量分析において実績のあるシングルステージ加速器質量分析計 (SSAMS) に加えて、2024年度に新たに導入した、正イオン質量分析計 (PIMS) を加えることで、前処理の省力化を進めている。従来機の SSAMS は、高い測定精度と微量測定性能を生かした測定での活用が引き続き期待され、新規導入の PIMS は元素分析計と直結した運用などにより、自動化した前処理により年代測定の省力化が期待できる。

引用文献: [1] Yokoyama, Y., Miyairi, Y., Aze, T., Yamane, M., Sawada, C., Ando, Y., De Natris, M., Hirabayashi, S., Ishiwa, T., Sato, N. and Fukuyo, N. 2019, A single stage accelerator mass spectrometry at the Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo. NIMB 455, P311-316.

[2] Yokoyama, Y., Miyairi, Y., Aze, T., Sawada, C., Ando, Y., Izawa, S., Ueno, Y., Hirabayashi, S., Fukuyo, N., Ota, K., Shimizu, Y., Zeng, Y., Lan, H., Tsuneoka, R., Ando, K., Nemoto, K., Obrochta, S., Behrens, B., Tam, E., Leggett, K., Rzeszewicz, J., Huang, Z., Kondo, R., Nagata, T, 2022, Efficient radiocarbon measurements on marine and terrestrial samples with single stage Accelerator Mass Spectrometry at the Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, NIMB 532, 1, P 62-67

[3] Masako Yamane, Yusuke Yokoyama, Shoko Hirabayashi, Yosuke Miyairi, Naohiko Ohkouchi, Takahiro Aze, 2019, Small- to ultra-small-scale radiocarbon measurements using newly installed single-stage AMS at the University of Tokyo, NIMB 455, P 238-243

フィリピンルソン島中央平原のマール湖・パイタン湖の湖底堆積物中の珪藻群集を用いた過去数千年間の古環境復元

大下智博（島根大院）・香月興太・瀬戸浩二・辻本 彰（島根大）・藤木利之（岡山理科大）・奥野充（大阪公立大）・中西利典（ふじミュウ）・山田和芳（早稲田大）

Tomohiro OSHITA, Kota KATSUKI, Koji SETO, Akira TSUJIMOTO, Toshiyuki FUJIKI, Mitsuru OKUNO, Toshimichi Nakanishi, and Kazuyoshi YAMADA: Paleoenvironmental reconstruction of the last several thousand years based on diatom assemblages in sediments of Lake Paitan in the Central Plains of Luzon Island, Philippines

パイタン湖はフィリピンルソン島中央平原に位置する面積 0.8km² のマール湖であり、Amorong 単性火山群のタフリングに属している。この火山群の噴出岩は玄武岩質粗面安山岩と安山岩である (Yumul Jr. et al., 1999)。パイタン湖の周囲には小さな集落と農地があり、カルデラ壁に相当する場所の斜面には樹林地が認められる (吉田ほか, 2011)。近年湖北側に人工河川がつくられるまで流入河川が存在しておらず、閉鎖的な環境であった湖沼である。そのため、湖底堆積物には湖形成から現在に至るまでの環境変遷が良好に記録されていると考えられる。近現代のフィリピンでは、近代化に伴う産業の急激な発展がみられ、それに伴った環境問題が深刻化も議論されている (フェルナンデス, 1994)。しかし、フィリピンでは堆積物を用いた古環境研究は盛んではないため、機器観測開始以前の古環境や古気候について不明なことが多い。そこで本研究では、パイタン湖で採取された堆積物試料 (23PT-1C) の珪藻群集解析をもとに、過去数千年間におけるパイタン湖の水環境と生態系の変化を復元し、気候や自然災害、人為的な環境変化との関係を明らかにする。

コア 23PT-1C は 2023 年にパイタン湖湖心南部の水深 1.04 m の地点で採取された長さ 151.5 cm の堆積物試料である。コア全体を通してピート質泥であり、その含水率は高い。Pb-Cs 年代測定をコア上部 60 cm で実施し、148~149 cm にて産出した植物片を対象に放射性炭素年代測定を行った結果、38~39 cm で ¹³⁷Cs が検出され、148~149 cm の年代は 2,193 ± 22 yr BP (測定番号: PLD-54444, 2239 cal BP: 2309-2222 cal BP (55.69%), 2215-2191 cal BP (7.07%), 2184-2122 cal BP (32.69%), 較正曲線: IntCal20, Reimer et al., 2020) であった。堆積物中に含まれる珪藻遺骸群集の頻度や産出数よりパイタン湖のコアは大きく 4 つのゾーン (0~37 cm, 38~75 cm, 76~125 cm, 126~151 cm) に区分することができた。4 つのゾーンは下部から順に、*Aulacoseira granulata* が優占種となりその他の種がほとんど産出しないゾーン 4, 珪藻がほとんど産出しないゾーン 3, *Diadesmis confervacea* や *Cocconeis placentula* といった好アルカリ性・広適応性、好汚濁性の種が主要種として見られるゾーン 2, *Aulacoseira pusilla* 群が優占種となるゾーン 1

となっている。ゾーン 4 は、*A. granulata* の生態から汚濁の進んだアルカリ性の水環境であったと考えられる。ゾーン 3 では、珪藻は産出しないものの淡水海綿骨針が増加しており堆積が継続しているため、湖が干上がっていた可能性は低い。そのため、水質あるいは環境条件が珪藻にとって極端に不利になった、もしくは当時のパイタン湖が高 pH 状態にあり、ガラス質珪藻殻が死滅後に珪藻殻が堆積前に融解した可能性が示唆される。また、ゾーン 1 の 31 cm では、最優占種が *D. confervacea* から *A. pusilla* 群へと変化しており、好アルカリ性種群の減少からパイタン湖が酸性化したことが示された。1900 年代後半の近代化に伴う農薬の散布や化学肥料の施用あるいは酸性雨などの人為的な影響が湖の生態系に変化を及ぼしたと考えられる。

引用文献: フェルナンデス (1994) 環境技術, 23, 488-492. Reimar et al. (2020) *Radiocarbon*, 62, 725-757. Yumul Jr. et al. (1999) *Bull. Geol. Soc. Malays.*, 43, 77-84. 吉田ほか (2011) 地理学評論, 84, 61-73.

花粉分析からみた鮮新—更新世境界付近における古気候変遷

鳥井夏希 (島根大)・渡辺正巳 (文化財調査コンサルタント(株))・

入月俊明 (島根大)・山田 桂 (信州大)・岩谷北斗 (山口大)

Natsuki TORII, Masami WATANABE, Toshiaki IRIZUKI, Katsura YAMADA, Hokuto IWATANI: Paleoclimatic changes in the Pliocene-Pleistocene boundary based on pollen analysis

1. はじめに

鮮新世から更新世へ移行する時代は、新第三紀の温暖な気候から第四紀の冷涼な気候へと至る重要な転換期である。鮮新世後期(約3.5~2.58 Ma)には、パナマ地峡の閉鎖、グリーンランド氷床の拡大によって、北半球の氷床拡大が起きた。このイベントは北半球氷河作用(NHG)と呼ばれており、全球的な寒冷化を引き起こし、4.1万年周期の氷期—間氷期サイクルが明瞭化し、東アジアでは冬季モンスーンが発達した(Lisiecki & Raymo, 2005)。NHGは様々な生物群集に影響をもたらし、生物の消滅・移動が報告されている(Amano, 2024)。その後(約2.58 Ma以降)、鮮新世—更新世境界となるガウス正磁極期/松山逆磁極期を経て、第四紀へと移り変わっていく。

そこで、本研究の目的は、鮮新世—更新世境界を含む、日本海側(新潟県鍬江層)と太平洋側(宮崎県高鍋層)の地層を対象に花粉分析を行い、他地域の先行研究と比較して、この時代の日本列島の古気候変遷を復元することである。

2. 調査地域の地質と試料

本研究で対象とした夏井セクションの鍬江層は、新潟県胎内市の中心を流れる胎内川沿いに分布する。胎内川の河川敷には夏井河川公園が整備されており、この公園の遊歩道わきに保存良好な連続露頭を見ることができる。夏井セクションには、下位から下関層、内須川層、不整合を挟み鍬江層が分布する。鍬江層の年代は、古地磁気研究、珪藻・石灰質ナノ化石研究から、鮮新世後期~更新世最初期(約3.5~2.55 Ma)とされた(井上ほか, 2003; 渡辺ほか, 2003)。本研究では、鍬江層中部から最上部(約3.0~2.55 Ma)の層準を対象に、100試料の花粉分析を行った。

永谷川ルートの高鍋層は、宮崎県児湯郡高鍋町に流れる永谷川沿いに分布する。高鍋層は、新第三系宮崎層群の最上部に位置し、凝灰岩層のK-Ar年代測定や古地磁気研究によって鮮新世後期~更新世前期(約2.8~2.5 Ma)とされた(鳥井ほか, 2000; Morimoto et al., 2010)。本研究では、永谷川に露出する層全体から現状で40試料の花粉分析を行った。

3. 結果と考察

鍬江層に関して、約4万年周期の氷期—間氷期サイクルと調和的な変動がみられ、石川県氷見層群でも同様の傾向が報告されている(Saito et al., 2000)また、約2.7 Maを境にして、花粉群集が冷涼な花粉群集へと変化した。約2.7 Maに起きた冷涼化は、同層準で行われた貝形虫化石の

研究による、NHGの強化の年代と一致する(Yamada et al., 2005)。

一方、高鍋層に関して、花粉群集の変動様式から3つの花粉化石帯が認められた。下部の化石帯(約2.8~2.65 Ma)は、アカガシ亜属が優占する温暖な気候を示し、中部の化石帯(約2.65~2.6 Ma)で示される移行期を経て、上部の化石帯(約2.6 Ma~)は、針葉樹が多い冷涼な気候を示唆した。このような花粉化石帯の時系列変化は、鮮新世から更新世に移行する時期に起きており、汎世界的な気候変動を反映している可能性が高い。しかしながら、同時期に海洋では、黒潮の蛇行による冷水塊の発達を示唆されているほか、宮崎層群では構造運動による沈降が報告されている(Iwatani et al., 2012)。そのため、高鍋層で見られた花粉化石帯の変化は地域的な要因も反映している可能性がある。

鮮新世—更新世の代表的な地層として、古琵琶湖層群が挙げられる。古琵琶湖層群は花粉・大型植物化石の研究が多く行われ、当時の古環境が詳細に復元されている(Yamakawa et al., 2017; 百原ほか, 2025など)。Yamakawa et al. (2017)は、約2.6 Ma頃に冬季モンスーンの強化によって花粉群集が変化したと報告した。これらのことから、地域によって年代や変動の程度に違いがみられるものの、NHGに関連した気候変動が日本各地で起きていた可能性が考えられる。

引用文献 : Amano (2024) 瑞浪化石博研報, 51, 75-109. 井上ほか, (2003) 石油技誌, 68, 570-580. Iwatani et al. (2012) Palaeo3, 350-352, 1-18. Lisiecki & Raymo (2005) Paleoclimatology, 20, PA1003. 百原ほか (2025) 琵琶湖博研報, 38, 46-55. Morimoto et al. (2010) Stratigraphy, 7, 25-32. Saito et al. (2000) Grana, 39, 288-293. 鳥井ほか (2000) 火山, 45, 131-148. Yamada et al. (2005) Palaeo3, 220, 255-271. Yamakawa et al. (2017) Palaeo3, 467, 191-210. 渡辺ほか (2003) 石油技誌, 68, 561-569.



図. 本研究地域と先行研究の位置

ヒブシサーマルは存在したか？

横山祐典（東大 大海研）・渡辺泰士（国環研）・平林頌子（東大 大海研）・尾崎和海（東科大）・オブラクタ スティーブン（秋田大）・

Yusuke YOKOYAMA, Yasuto WATANABE, Shoko HIRABAYASHI, Kazumi OZAKI, Stephen OBROCHTA:
Holocene temperature reconstruction problem

1. はじめに

近年の温暖化の進行に伴って、毎年のように“観測史上最暖の夏”などのニュースがメディアで報道されている。実際、最新の国連の気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第6次評価報告書（AR6）では現在が過去10万年間で最も温暖な時期であると報告している。一方、最終氷期が終わり、完新世が開始した1万1700年前から現在までの間（Yokoyama et al., 2018）、中期完新世には中期完新世温暖期（ヒブシサーマル期）もしくは中期完新世の気候温暖期と呼ばれる時期があったことが知られている。約9,000年前から6,000年前にかけて、産業革命以前（Pre-Industrial revolution: PI）よりも地球表層平均気温が0.5-2°C高かったとされている時期である（平林・横山, 2020; Yokoyama et al., 2019a）。

2. プロキシ

過去の気候復元はプロキシと呼ばれる間接指標によって行われる。プロキシには樹木年輪の成長幅や花粉の種類、現在の異なる水温の海域に生息する生物の群集組成変化をもとにした変換関数、生物の硬骨格に残されている微量金属の変化や同位体の変化、そして特定の生物がつくる有機化合物（バイオマーカー）を使った水温復元などが用いられる（横山 2019）。それによると約6,000年前の完新世中期の温暖期から約1,000年前にかけて徐々に寒冷化が進行し、産業革命後の大気二酸化炭素の増加に伴って温暖化に転じたとされている。

近年では中期完新世の温暖化の規模は1°C弱だったとされている（例えば Marcott et al. 2013; Shakun et al., 2012 など）。さらに、より最近の大規模なデータを再検討した総説でもプロキシによる温度復元および統計解析の結果、中期完新世が温暖だったという結論は変わっていない（Kaufman et al., 2020）。

3. 気候モデルと HTC

一方で気候モデルを用いたシミュレーションでは中期完新世からPIまで単調に温暖化しているという傾向を示す（例えば Liu et al., 2014 など）。この不一致は Holocene Temperature

Conundrum (HTC)（完新世の気温復元不一致問題）と呼ばれており、2013年のIPCCの第5次評価報告書に続きAR6でも未解決の問題とされている。

本発表では、完新世の気候変動について触れた後、完新世の気温復元不一致問題、つまりPIよりも温暖な時期があったとするプロキシによる復元とそうではないとするモデルとの違いについて紹介し、この問題の解決に向けた将来展望について述べる（横山ほか 2025）。

引用文献：

- 平林頌子・横山祐典, 2020, 第四紀研究, 59, 129-157
Kaufman D., et al. 2020. *Sci Data* 7, 115.
Marcott, S.A., et al. 2013. *Science* 339, 1198-1201.
Shakun, J.D., et al. 2012. *Nature* 484, 49-54.
Yokoyama, Y. et al., 2018 *Nature*, 559, 603-605.
Yokoyama et al., 2019 *Quaternary Science Reviews*, 206, 150-161.
横山祐典 2019 第四紀研究, 58, 265-286
横山祐典 ほか 2025 地学雑誌, 134 (4)印刷中

火山灰土に含まれる石英粒子の ESR 信号からみた 過去 10 万年間における風送塵堆積環境の変動

岡田 夏蓮 (岡山理科大学)・豊田 新 (岡山理科大学)・高田将志 (奈良女子大学)

Karen OKADA, Shin TOYODA, Masashi TAKADA: Variation of the dust accumulation over the past 100,000 years detected by an ESR signal in quartz in a tephric loess sequence

1. はじめに 第四紀の気候変動については、特に気温変動に関する研究が詳細に進められてきた。しかし、気候を把握する上で重要な要素となる季節風の風向や風速に関する情報を得ることは依然として難しい課題である。この課題に対しては、堆積物の粒径や起源を調べることによって、その手がかりを得ることができる場合があることが知られている。たとえば、石英の電子スピン共鳴 (ESR) 信号は、特に風送塵 (ダスト) の起源を推定する上で有効な指標となることが示されている¹⁾。Nagashima et al. (2007)²⁾は、海洋堆積物中の石英粒子の ESR 信号を用いて、過去 15 万年間における風送塵供給環境の変動を明らかにした。このように、攪乱が少なく連続した海洋堆積物試料に含まれる石英粒子の ESR 信号測定は、長期間にわたる気候変動を把握する上で重要な手がかりとなる。

一方、同様の手法によって陸域に分布する堆積物を分析対象にできれば、海洋や湖沼以外の陸域環境を直接的に考察したり、堆積速度の速い堆積物を分析対象とすることで、より短い時間スケールでの風送塵変動を捉えることができる可能性がある。本研究では、陸域に分布する火山灰土に注目し、連続サンプリングされた火山灰土に含まれる石英粒子の酸素空孔量の時間変動を調べ、その有効性を検討した。

2. 実験方法 青森県六戸町上吉田露頭において、深度 110 cm から 420 cm の範囲で 5 cm ごとに連続サンプリングされた火山灰土試料を用いた。各試料から化学処理によって石英を抽出し、粒径を 2~20 μm と 20~50 μm の二つの粒径区画に分けた。抽出試料を照射・加熱し、その後、E1' 中心の信号強度を酸素空孔量として評価した。石英中の酸素空孔量は花崗岩の年代と相関すること

が示されており³⁾、この情報から石英粒子の供給源を推定することが可能である。

石英含有量の補正: 火山灰土試料中の正確な石英含有量を把握するため、シリコン粉末を内部標準物質として混合し、X 線回折 (XRD) 分析を行った。得られたピーク比から石英の含有量を定量し、その割合を補正した。

試料の堆積年代: 指標テフラ層序を基に、風成堆積物の最下層の年代を 10 万年前と仮定し、テフラ層を除いた堆積速度は一定であると考え、1 万 5 千年前から 10 万年前の期間について等間隔で堆積年代を設定した。

3. 結果と考察 図 1-a に結果を示す。酸素空孔量には 3 つの顕著なピーク (15-20 ka、35-48 ka、70-75 ka) が認められ、2~20 μm の粒子の方が高い値を示した。これは、中国大陸からの風送塵が細粒のフラクションに多く含まれることを反映している可能性が高い。さらに、日本海堆積物の結果 (図 1-b) と比較したところ、日本海堆積物で高い酸素空孔量が観測された時期と、本研究で観測されたピーク (図 1-a) が対応している可能性が示された。特に 35-48 ka の時期については、気温変動とは直接関係せず、火山灰土層序と日本海堆積物の両方で酸素空孔量が高く、中国大陸からの風送塵供給量が増加していた時期が存在したことを示唆している。

以上の結果から、陸域の連続的に堆積した火山灰土の石英 ESR 測定は、氷期-間氷期サイクルにおける季節風変動の復元に有用である可能性が示された。

引用文献: 1) Nagashima et al. (2007) Palaeo-geography Palaeoclimatology Palaeoecology, 247, 144-161. 2) Toyoda and Hattori (2000) Applied Radiation and Isotopes, 52, 1351-1356. 3) Toyoda and Naruse (2002) Transactions, Japanese Geomorphological Union, 23, 811-820.

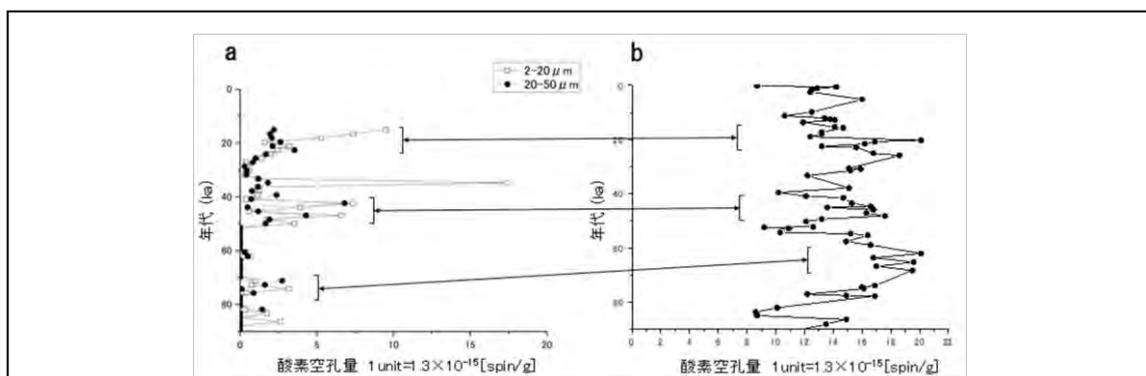


図 1 六戸町の試料について本研究の ESR 測定によって得られた酸素空孔量の変化 (a) と、日本海堆積物の結果 (b) (Nagashima et al., 2007 より作成) の比較

日本海側地震・津波履歴の解明に向けた地質学的検討：福井県坂井市での例
 篠崎鉄哉（東京大）・土山祐之（歴博）・笠井克己（東京大）・井口 亮（産総研）・西島美由紀（産総研）・佐野雅規（歴博）・後藤和久（東京大）

Tetsuya SHINOZAKI, Yushi TSUCHIYAMA, Katsumi KASAI, Akira IGUCHI, Miyuki NISHIJIMA, Masaki SANO, Kazuhisa GOTO: Geological studies for understanding the history of earthquakes and tsunamis in the Sea of Japan: a case study in Sakai City, Fukui Prefecture, Japan

1. はじめに

2024年1月1日に能登半島沖を震源とする巨大地震が発生し、能登地域を中心に日本海側沿岸は甚大な被害を受けた。この地震関連で発生した津波は、能登半島沿岸域のみならず、北海道から九州の広範囲で観測された。これまで巨大地震・津波は、日本海溝、南海トラフなど多くの沈み込み帯が存在する太平洋側で警戒されてきたが、能登半島地震の発生により、日本海側においても地震・津波の長期評価の必要性が科学者のみならず、社会にも強く認識されるようになった。

これまでの日本海側の津波堆積物研究は、日本海東部（北海道・東北地方沿岸域）に集中しており（川上ほか，2017），さらにその多くは1993年北海道南西沖地震，1983年日本海中部地震，1833年庄内沖地震といった最近の地震による津波を対象としている。現状，日本海側，特に中部から西部にかけての地震・津波履歴は，先史時代のみならず，歴史津波に関してほとんど分かっておらず，時空間的な空白域となってしまう。すなわち，日本海側においてどのくらいの規模の津波がいつどこで起きていたのかが未解明のため，十分な災害リスク評価が出来ていない状況である。そこで本研究では，時空間的な津波履歴の空白域である日本海沿岸域の中で，日本海中部の福井県坂井市を対象に，歴史・先史津波の発生履歴とその規模，津波発生要因を明らかにすることを目的とした。

2. 調査地域と研究手法

研究対象地域は，福井県坂井市の沿岸低地である。大規模河川である九頭竜川とは標高20m以上の段丘で隔てられており，洪水を引き起こすような河川は存在しない地域である。海岸線に直角方向に測線を設定し，現在の海岸線から0.5~1.2kmの範囲内における標高7.2~8.2mの5地点で長さ110~210cmの柱状試料を採取した。採取後の試料は-20℃で冷凍保存した。柱状図を作成し，CT画像撮影による内部構造の観察を行った後，一部を1cm厚に切り分け，含砂率および粒度組成の測定，環境DNA分析を行った。また，植物片・種子を拾い出し¹⁴C年代測定を行った。一部，火山ガラスを多く含む層準があったため，テフラ分析による給源の特定を行った。

3. 結果と考察

堆積物は基本的に有機質泥層や粘土層で構成

されており，2~3枚の砂層が挟在していた（図1）。MKN-02（現在の海岸線から1140m）では2枚の砂層が確認でき，1枚目の砂層（深度90~95cm）は泥層との境界が明瞭であった。1枚目の砂層の上位下位の泥層からはそれぞれ2702~2755 cal BP，4692~4760 cal BPの年代が得られた。

MKN-03（現在の海岸線から1175m）では，視認出来る砂層2枚とテフラ層が確認できた。さらに肉眼では確認できないものの，CT画像観察，含砂率，粒度組成から，イベント層の可能性が高い層準（深度117~119cm）を識別することができた。また，深度170~179cmの黄色のテフラ層の直下の深度179~180cmには火山ガラスを含む白色の砂層が確認できた。白色の砂層がテフラに覆われていることから，これらはほぼ同時期に堆積したと考えられ，白色の砂層が火山性イベント堆積物の可能性がある。

4. まとめ

津波履歴の時空間的な空白域である福井県坂井市において，過去数千年間分の堆積物試料から3~4枚のイベント層を確認することができた。調査地域は洪水や高波が考えにくい地域のため，3~4枚のイベント層は津波に起因する可能性がある。発表では，¹⁴C分析によりイベント年代を決定し，環境DNAによるイベントの特定と古環境復元を行い，さらに考察を深める。

引用文献：川上ほか（2017）地質学雑誌，123，857~877。

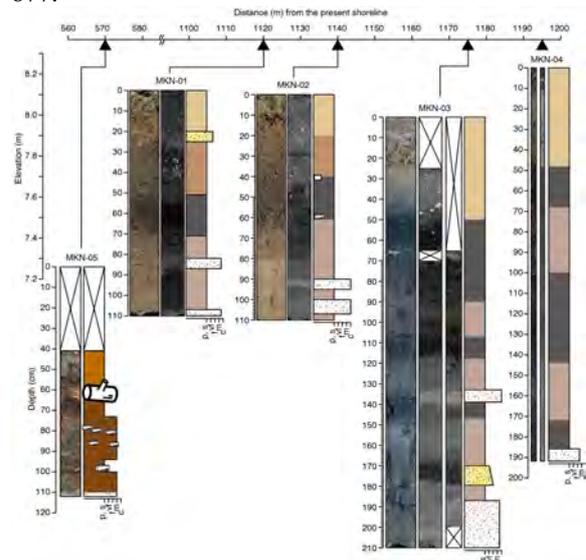


図1 堆積物試料の写真，CT，柱状図

令和6年能登半島地震によって発生した内灘砂丘-河北潟地域の液状化現象の特徴

目代邦康（東北学院大）・八反地 剛（筑波大）・小岩直人（弘前大）

手代木功基・丹羽孝仁・伊藤 悟（金沢大）

Kuniyasu MOKUDAI, Tsuyoshi HATTANJI, Naoto KOIWA, Koki TESHIROGI, Takahito NIWA, Satoru ITOH: Characteristics of liquefaction phenomena in Uchinada dune-Kahoku gata Lagoon area caused by the 2023 Noto Peninsula Earthquake.

1. はじめに

2024年1月1日に発生した令和6年能登半島地震では、震源から約100 kmも離れている石川県金沢市粟崎町、河北郡内灘町、かほく市大崎の内灘砂丘-河北潟地域において液状化現象が発生した。この地域は震度5弱の揺れであったが、液状化現象によって家屋や道路などが多く破壊され、大きな被害が発生した。

この液状化現象が発生した場所は、内灘砂丘内陸側の土地から河北潟にかけての地域である。この場所のような、日本海沿岸地域の海岸砂丘-ラグーン地域においては、1894年の庄内地震や、1983年の日本海中部地震などにおいて液状化被害が発生している。今後、こうした地形環境での液状化現象の被害を軽減するため、今回の液状化現象の分布域とそのメカニズムの調査を行った。

2. 液状化現象発生箇所

液状化被害が発生しているのは、1) 内灘砂丘の内陸側の土地と、河北潟の2) 埋立地と3) 干拓地である。特に被害が多かったのは、内灘砂丘内陸側の土地と、河北潟の埋立地である。

1) 内灘砂丘の内陸側での液状化は、主に内灘町の、宮坂、西荒屋、室と、かほく市大崎において発生した。現在の砂丘の南東縁の崖から約100 m離れた場所（液状化発生箇所の上端）から現在の集落の中心部を通る道路（同下端）までの範囲である。この場所は標高1~4 mである。砂丘の南東縁の崖は、砂丘砂掘削のために人工的に形成されたものである。液状化範囲上端の場所は、掘削前の砂丘の縁の位置とほぼ一致する。また、下端の道路の位置は、かつての河北潟の湖岸線の位置である。この上端と下端の間の距離は、50 m程度である。内灘砂丘内陸側で、西荒屋の西荒谷小学校のところでは、例外的に砂丘南東縁の急崖のすぐ近くで液状化が発生している。この場所は、かつてのこの地域の風景写真から、大規模に砂丘砂が掘削されていた場所であり、河北灘湖面よりも低くなっていた。そこが埋め戻され造成されたため、液状化が発生したと考えられる。

これらの液状化域上端では、複数列の正断層性の低崖が並んでいる。これは、ここより下部が、斜面下方（河北潟の方向）に移動し、引張応力が働いたため形成されたものである。

液状化域は、地表面においてわずかな凹凸しかなく、この範囲の砂塊は、大きな変形をすることなく水平方向に移動したと考えられる。そして、

下端では移動した砂塊は、圧縮の力を受け、斜面、建物・道路を変形させている。これまで報告されている通り、この場所では側方流動が発生している。この下端は、道路に沿って直線的である。これは、本地域の液状化現象の発生に関して、道路にそって埋設されている構造物ならびに、住宅地縁のコンクリート擁壁が影響を与えているためと考えられる。人工的な影響により、地下水の流れに影響があった可能性が考えられる。

内灘砂丘内陸側の河北潟放水路より南の金沢市粟崎町では、標高5 m程度の場所に液状化被害が発生しており、前述の内灘町の液状化範囲とは標高が異なる。

2) 内灘町の宮坂、西荒屋、室といった河北潟西部承水路沿いの埋立地や、内灘町鶴ヶ丘といった大野川沿いの埋立地においては、前述の側方流動とは異なり、不同沈下が発生している。

3) 干拓地で特に液状化現象が顕著であったのは、干拓地周辺部の堤防部分である。この堤防は、掘削された内灘砂丘の砂をつかって築堤されたものである。また、干拓地内部では、噴砂の跡などが各地で観察された。農地として利用されている場所の中で一部区画において道路の陥没などがみられた。その分布範囲は樹枝状であった。かつての湖底の滞筋が、農地として利用するため造成され、そこで液状化が発生したと考えられる。

3. 電気探査による地下水位の推定

かほく市大崎の側方流動が発生した地域で、地下水の状況を確認するため、2024年9月と10月に比抵抗映像法による電気探査を行った。調査を行ったのは、液状化域外である砂丘南東側斜面の直下から液状化域を縦断するように河北潟にかけて設定した測線である。道路などで部分的に切れているが、直線状に配置されている3つの測線（測線長52.5~67.5 m）である。砂丘側の測線（測線1）の土地はほぼ水平であり、周辺の住宅には液状化の被害はみられなかった。中央の測線（測線2）には上述の低崖があり、その下方には側方流動の被害を受けた住宅がある。低地側の測線（測線3）では湧水が観察され、その周辺の地表は飽和した状態であった。電気探査にはSyscal Junior Switch (IRIS Instruments) を使用し、比抵抗を測定した。解析の結果、側方流動によって形成されたと考えられる低崖付近（測線2）では地下水帯が、地表から約3 mの深度に分布していることが判明した。

堆積相解析と放射性炭素年代測定による森本断層の活動履歴の検討

中西利典（ふじミュウ）・石山達也（東大地震研）・北村晃寿（静岡大）・堤 浩之（同志社大）・
杉戸信彦（法政大）・松多信尚（岡山大）・廣内大助（信州大）・安江健一・立石 良（富山大）・
荒館佳子・越後智雄（環境地質）・ソン キソク（CAL）・ホン ワン（KIGAM）

Toshimichi NAKANISHI, Tatsuya ISHIYAMA, Akihisa KITAMUMA, Hiroyuki TSUTSUMI, Nobuhiko SUGITO, Nobuhisa MATTA, Daisuke HIROUCHI, Ken-ichi YASUE, Ryo TATEISHI, Kako ARADACHI, Tomoo ECHIGO, Ki-suk SUNG, Wan HONG: Unveiling the activity history of the Morimoto Fault, Kanazawa, Japan, through sedimentary facies and radiocarbon dating

1. はじめに

金沢平野東縁に位置する森本・富樫断層帯は、石川県河北郡津幡町から金沢市を経て白山市明島町付近に至る、北東-南西走向で東側が西側に衝上する長さ約 26km の逆断層である。隆起側の段丘面にみられる上下変位量に基づいて、平均上下変位速度が 1m/千年以上に達する可能性が示されている（東郷ほか、1998 など）。この断層の活動履歴を調査するために、断層帯北部の金沢市利屋地区において、森本断層の撓曲崖（東郷ほか、1998）を横断する東西約 1km の測線上で地下 20~70m のボーリングコア（TG-1~6）を 6 本掘削した（文部科学省研究開発局・京都大学防災研究所、2025）。同測線の東側では、産業技術総合研究所（2008）によって地下 3m までのジオスライサー試料が 12 本、地下 35m までのボーリングコアが 6 本掘削され、岩相記載と放射性炭素 (^{14}C) 年代測定がなされた。一方、群列ボーリング調査地点の約 500m 西方の河北潟付近では、地下 62m までの 2 本のボーリングコアが採取され、岩相記載と ^{14}C 年代測定、白山起源の火山灰層の認定がなされた（北村ほか、1998）。

2. 手法

TG-1~6 コアの岩相、岩相境界の特徴、堆積構造、粒度、構成粒子の支持様式、含有物、色調、貝化石の群集組成、 ^{14}C 年代値、火山灰分析を検討した。色調はコニカミノルタジャパンの SPAD502plus を用いてサララップ越しの CIE1976 (L^* , a^* , b^*) を 20cm 間隔で測定した。

珪藻と花粉化石の群集組成解析を首都圏地盤解析ネットワーク及びパリノサーヴェイ社に、火山灰分析を京都フィッシュントラック社に、加速器質量分析法による ^{14}C 年代測定をカーボンアナリシスラボ (CAL) 社に依頼して、韓国地質資源研究院 (KIGAM) で測定した。

3. 結果と考察

TG-1~6 コアの岩相観察と色調、貝と珪藻、花粉化石の群集組成、 ^{14}C 年代値を基

にして、耕作土よりも下の堆積物を上位から A~D の 4 ユニットに区分した（図 1）。また、TG-5~6 コアのユニット A は、最上部の植物片を含む砂泥互層 (FP)、生物擾乱痕と貝化石を含む砂泥互層 (LG)、貝化石を含む泥層 (IB)、生物擾乱痕と貝化石を含む砂泥互層 (ES/CH)、最下部の植物片を含む礫層まじり砂泥互層 (FP) に細分された。TG-4 コアの深度 32.08~32.31 m で明褐灰色の砂まじり泥~極細粒砂の火山灰層が認められ、その火山ガラスが 1.52 前後の屈折率を示した。この特徴は、京都府綾部市の福知山層などで確認された Aso 1 テフラ（加藤ほか、2006）に対比できるので、ユニット D は MIS8 以前に形成されたと考えられる。これらから内挿すると、森本断層の平均上下変位速度は 1.9m/千年と、従来の推定よりも大きくなる可能性が示唆された。

謝辞 本研究に用いたボーリングコア試料は、文部科学省・東大地震研「森本・富樫断層帯における重点的な調査観測」によって掘削採取された。記して謝意を表します。

引用文献 産総研（2008）森本・富樫断層帯の活動性および活動履歴調査報告書，28p. 加藤ほか（2006）人と自然，16，35-42. 北村ほか（1998）第四紀研究，37(2)，131-138. 文科省・京大防災研（2025）森本・富樫断層帯の重点的な調査観測報告書，印刷中. 東郷ほか（1998）活断層研究，17，72-83.

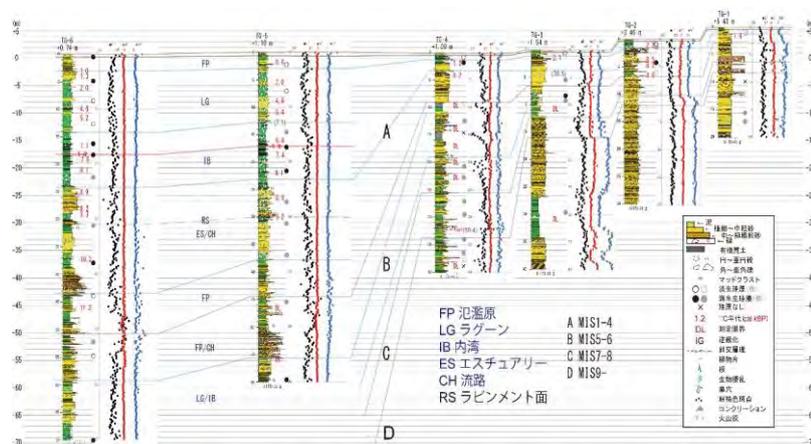


図 1. 森本断層を挟んだ地質断面と色調（文科省・京大防災研、2025）。

埼玉県蓮田市高虫コア HS-TK1 の分析と関東平野中央部の中期更新世後期以降の古地理変遷

須貝俊彦（東大）・館野宏彰（東大院）・細井星也（東大院）・丹羽雄一（慶応大）・杉中佑輔（計算力学セ）・野口真利江（首都圏地盤解析ネットワーク）・小宮雪晴（蓮田市）・小林美穂（蓮田市）
Toshihiko SUGAI, Hiroaki TATENO, Seiya HOSOI, Yuichi NIWA, Yusuke SUGINAKA, Marie NOGUCHI, Yukiharu KOMIYA, Miho KOBAYASHI : Analysis of UT-HTM1 core from Hasuda City, Saitama Pref. and paleo-geographical changes in the central Kanto Plain since the late Middle Pleistocene

1. はじめに

地球温暖化が居住地に与える影響評価は、喫緊の課題である。とくに、都市が密集する臨海沖積平野では、融氷河性海面上昇によるインパクトが懸念されている。実態は、ローカルな地殻変動や完新統の圧密変形、河川の堆積作用、火山噴出物の供給、海面上昇前の地形等、様々な地域条件の差異に応じて多様化することが予想される。また、これまでの観測期間は、氷期間氷期サイクルの数百～千分の1程度と短い。したがって、背景に異なる条件を持つ多くの地域で、地形地質学的手法によって、長期にわたり、過去の海面変動の影響を復元する研究の蓄積が望まれる。

最終間氷期（MIS 5）最盛期の海水準は、縄文海進期（MIS 1）と比べて、数m～20m高かったことが世界各地で報告されている。MIS 5海進前後の古地理を高精度復元し、それと地域条件との関係を定式化することができれば、縄文海進期の古地理復元に加えて、将来の更なる海面上昇への適応を探るために重要な貢献となる。

2. 調査地域と掘削コアの概要

世界最大級の巨大都市圏が立地し、MIS 5海進時の海域（古東京湾）が縄文海進時よりも著しく大規模であった関東平野（たとえば須貝ほか2013）は、上記の課題に最適な地域の一つであろう。関東平野は、貝塚分布から縄文海進最盛期の詳細古地理図が世界に先駆けて復元され、地学と考古学との共同研究も進展している（遠藤ほか、2023）。他方、MIS5については、岡崎・増田（1992）の堆積システム研究以降、多くの研究が進行中であるが、関東平野の中央部から奥部にかけては、不明な点が多く残されている。

関東平野中央部に位置する大宮台地東縁部、蓮田市高虫地区において、2024年12月に深度38mのオールコアHS-TK1が掘削された（図1）。コア掘削地点は、元荒川右岸の河成段丘の縁であり、国土地理院の治水地形分類図では沖積低地の氾濫原にあたる。縄文海進時には陸域であったものの、大宮台地の開析谷に沿って約5km下流まで海域が広がった場所である。

3. HS-TK1 コア

コアは東大にて半割し、岩相を記載した。粒度、



図1 UT-HTM コア掘削地点

帯磁率、テフラのガラス組成、細粒層の元素分析、礫種分析、珪藻化石分析を実施中である。

本コアは上位から順にUnit 1～Unit 8に区分できる。Unit 1は層厚約2mで、主に元荒川の洪水氾濫原堆積物からなり、縄文土器片を産出する。Unit 2は関東ローム層と常総粘土層相当層、Unit 3は砂層主体の大宮層相当層である。Unit 4は層相変化が著しく、硫黄臭のあるシルト層や帯磁率が高く淘汰の良い平行葉理砂層を含む堆積物である。Unit 5はシルト主体で、貝殻片を含み、上方粗粒化するプロデルタ～デルタフロント堆積物、Unit 6は上方細粒化する砂～シルト層でエスチュアリアー堆積物、Unit 7は上方細粒化する網状流堆積物、Unit 8は締まったシルト層である。

本コアには、安山岩や流紋岩質の砂礫を含む層準が複数みられ、当時、荒川と利根川の合流扇状地が高虫地区まで広がった可能性を示唆する。Unit 5と6はMIS 5の木下層の上部層と下部層、Unit 7はMIS 6の氷期の基底礫層に対比される可能性が高い。本発表では、上記のコア分析の結果を総合し、周辺地域の地下地質との対比を含む詳細を報告する予定である。

引用文献：

- 遠藤 邦彦・小宮 雪晴・野内 秀明・野口 真利江
（2022）縄文海進—海と陸の変遷と人々の適応。
富山房インターナショナル
岡崎浩子・増田富士雄（1992）地質学雑誌, 98,
235-258.
須貝俊彦・松島（大上） 紘子・水野清秀（2013）地
学雑誌, 122, 921-948.

礫質堆積物に対する形状（円磨度）計測とその応用

石村大輔（千葉大）・石澤堯史（東北大）・高橋直也（東北大）・高橋尚志（東北大）・
渡部真史（University of Southampton）・山田圭太郎（山形大）・山田昌樹（信州大）

Daisuke ISHIMURA, Takashi ISHIZAWA, Naoya TAKAHASHI, Takayuki TAKAHASHI, Masashi WATANABE, Keitaro YAMADA, Masaki YAMADA: Shape (roundness) measurement of gravelly sediments and its application

1. はじめに

礫の形状計測は古くから実施されており (e. g., Wadell, 1932), その形状パラメータは多く存在し, その有効性も多く議論されてきた (e. g., Blott and Pye, 2008). 一方で, 現在多くの研究で用いられている砂質や泥質な堆積物と比べて, 礫質な堆積物から得られる情報 (分析法) は限られ, 誌面では記載学的なものにとどまることが多い. また, 礫の記載的な事項の中でも形状に関するものは, 3軸の長さや相対的な円磨度の記載であることが多い.

2004年スマトラ島沖地震や2011年東北地方太平洋沖地震を契機とし津波堆積物に注目が集まり, 砂質津波堆積物とともに礫質津波堆積物や津波礫と呼ばれる巨礫から得られる情報も過去の津波の挙動を知る上で重要なものとなってきた (Goto et al., 2010; Ishimura & Yamada, 2019). これをきっかけとし, 著者らのグループでは2021年より本格的な礫の円磨度 (以後, R) 研究をスタートさせた. 内容は大きく分けると, 基礎研究と応用研究に分けられる. 基礎研究では河川・海岸でのR変化や礫種によるRの違いなどを対象とした. 応用研究では, 段丘堆積物, 津波・洪水堆積物, 漂流・漂着軽石を対象とした. また, 形状計測に関するアプリの開発も行った. 本発表では, 形状計測に関するアプリと基礎・応用研究の概要について紹介する.

2. 形状計測アプリ Rgrains

本研究で開発した Rgrains (<https://github.com/keitaroyamada/Rgrains>) は, 画像の二値化, Zheng & Hryciw (2015) によるコード実行 (R計測), その他形状情報 (長径, 短径, 円形度, アスペクト比など) の出力までを実施するアプリである. RはWadell (1932) の定義に基づくものを使用し, 0-1の値をとり値が大きいほど丸みを帯びる. 使用する画像は, 礫サイズにより異なるが十分な解像度を有する必要がある. また, 粒子はお互いに接しないように, かつ二値化で粒子の輪郭が正しく検出できるように粒子と背景のコントラストが大きくなるように撮影する必要がある. 本研究では, フルサイズデジタル一眼レフカメラを使用し, バックライト環境下での撮影, 手による粒子の配列, を実施することで適した写真を取得している. またRの有効性に関しては, よく形状解析で使用される円形度やアスペクト比と比較することで, それらには現れない粒子の特徴をRでは把握できることを確認している.

3. 基礎研究

河川では, 最上流部でRが急上昇した後, 一定もしくは下流に向かって漸増する傾向を持つことを確認した. 一方, その河川から海岸に出るとRはさらに増加する傾向を示した. このような特徴は既存研究 (e. g., 中山, 1954, 1962) でも示されており, それらを追認した結果となる. さらに本研究では各粒径で 10^3 以上の粒子を対象としており, ヒストグラムの歪度や尖度といった情報も使用でき, 今後このような値の変化なども踏まえて議論したいと考えている.

礫種により円磨度が異なることは想像に難くなく, 本研究では糸魚川の海岸ヒスイを対象に研究を行っている. ヒスイは他の礫よりも角張っているとされ, 海岸ではその形態的な特徴も見つける際の1つの指標として使用されている. そこで, 海岸のその他の礫と比較することで定量的にその差異を示すことを目的とした. 現在, ヒスイと他の礫ではRの平均値で0.1ほどの差が認められている.

4. 応用研究

応用研究では, 主に堆積物の供給源に関する議論にRを使用している. 段丘堆積物では, 本流・支流の堆積物の識別による土砂供給過程, 津波・洪水堆積物ではその給源推定からの運搬過程, が議論されている. 漂着軽石に関しては, 円磨されているという特徴が既存研究で多く述べられているため, 同一テフラの降下軽石と漂着軽石の形状の差を求め, 漂着軽石が降下物と比較して有意に丸みを帯びていることを示した (石村・平峰, 2024).

5. 今後に向けて

上述のように基礎・応用研究の進展により環境ごとの円磨度の特徴が明らかとなってきた. さらに, Rgrainsの公開により誰でも形状計測ができる環境となっている. 今後は, より詳細な形状変化に関する研究を行う予定である. さらに, 形状というものを考えた際には碎屑物にこだわる必要はないため, 柔軟な発想に基づいて様々な分野での応用研究に活用いただきたい. また, 信州大学ではすでにRgrainsを用いた実習を実施しており, 地学・地理教育への活用も期待される.

引用文献: Goto et al., (2010) Mar. Geol. 石村・平峰 (2024) 第四紀研究. Ishimura & Yamada, (2019) Sci. Rep. 中山 (1954, 1962) 地理評. Wadell (1932) J. Geol. Zheng & Hryciw (2015) Géotechnique.

琵琶湖南湖の泥質堆積物の約 5000 年間の堆積速度

里口保文*1・加三千宣*2・山田圭太郎*3・林竜馬*1・芳賀裕樹*1 (*1 琵琶湖博, *2 愛媛大, *3 山形大)
Yasufumi SATOGUCHI, Michinobu KUWAE, Keitaro YAMADA, Ryoma HAYASHI and Hiroki HAGA:
Sedimentation rates in the southern basin of Lake Biwa over the past 5,000 years, central Japan

1. はじめに

本州中央部にある琵琶湖は、1970年代から湖底堆積物を対象とした古環境研究が行われており、数十万年間の長期にわたる地球規模の環境変動も検討される一方で (Mayers *et al.*, 1993 など)、歴史時代における人の利用を示す湖底遺跡の存在が知られており、南部の湖底の遺跡調査からは、少なくとも縄文時代からの人間活動による利用があったことが知られている (植田・辻, 1995 など)。また、琵琶湖南部は長く都であった京都に近く、周辺の森林への利用圧が大きい事が知られている (林, 2024)。このように古くから人間活動による利用が行われてきた琵琶湖は、湖や周辺の環境に対する人間活動の影響を検討するフィールドとしても重要と考えられる。本研究では、その観点から琵琶湖南部地域において人間活動の影響について検討が可能な時代の細粒堆積物の取得を目的に、ボーリング調査を行い、その堆積年代を含めた記載を行った結果を報告する。

2. 方法

琵琶湖南湖において、泥質堆積物が卓越する大津市比叡辻沖の水深約 5m の地点において、2023年に、HR 型採泥器およびマッケラス型ピストンコアラーによって掘削を行った。マッケラス型によるコアは湖底表層部が抜け落ちるため、HR 型によるコアの粒度組成および帯磁率との比較によってその深度を推定した。粒度組成は滋賀県立大学所有の島津製作所製レーザー回折式粒子径分布測定装置 SALD-2300 を使用した。HR 型採泥器によるコアは、含水率および鉛 210 (Pb-210) 法、セシウム 137 (Cs-137) 法による年代測定を愛媛大学のガンマ線測定システム (SEIKO EG&G 製) を使用して行った。深度の深い層準については、植物片などの炭質物を対象に AMS 法による放射性炭素年代測定を (株) パレオラボに委託して行った。また、一部層準の泥質堆積物から花粉化石の濃集による放射性炭素年代測定を立命館大学古気候学研究センターに依頼して行った。

3. 結果

・層相 コアは約 3.5m 長採取され、全体的に泥質堆積物からなり、その多くはシルトからなる。いくつかの層準でやや砂質や有機質、細かい植物片を含んでいる。粒度分析値は、表層部は中央値で 20 μ m 程度で、50~100cm 付近は 10 μ m 以下とやや細粒であるが、深度 100cm~200cm 付近は表層部と同程度の粒度を示す。200cm より深い深度は、10~20 μ m で粒度が層準によって変化している。

・年代 表層部の Pb-210 法と Cs-137 法による年代測定結果は良好であり、Pb-210 法で測定可能であったもっとも古い層準は、39~40cm の層準で測定結果は 1947 年であった。放射性炭素年代では、植物片による測定が 5 層準、花粉化石濃集による測定が 2 層準行い、合計 7 層準で測定ができた。コア最下部の層準 344cm 付近で採取した約 40g の泥試料から抽出した花粉化石による放射性炭素年代は、4507 \pm 32yrBP であったことから、本コアは約 5000 年間の堆積物と考えられる。

年代測定を行った層準はあまり多くないが、堆積速度曲線は、表層部以外はほぼ直線的で、おおよそ 50~70cm/kyr である。一部の層準では 40cm/kyr 程度と遅く、その年代は AD400~1000 年頃と 2500BC 年頃である。これらの年代幅を知るには、堆積速度曲線の精度を上げる必要があり、その結果は、琵琶湖やその周辺地域の環境変化との関係を検討するために役立つだろう。

4. 花粉化石が少ない層準

本研究で花粉化石濃集による放射性炭素年代測定層準は、対象地点での深度が約 3m 付近および 344cm 層準で、その年代はおおよそ 4000~4500yrBP であった。前述したとおり、より高い精度での堆積速度曲線を描くためには、年代測定を行う層準を増やす必要がある。しかし、本地点とほぼ同じ地点で採取したボーリングコアのおおよそ 70cm 付近の泥質堆積物を使用して分析を試みたが、年代測定のための十分な花粉化石が得られなかった。この地点における堆積速度曲線から推定されるその年代は AD1100 年頃である。また、近江舞子沖の地点で採取したコアの深度 45cm 付近、60cm 付近でも花粉化石の濃集を試みたが十分な花粉化石を得ることができなかった。この層準の明確な年代推定はできていないが、周辺地域との比較から中世~近世の時代にあたると思われる。琵琶湖湖底に花粉を供給する周辺地域の森林は、近世などの時代には人間活動による利用圧が強く、周辺ははげ山もしくはアカマツ疎林の状態であったことが、古文書や当時に描かれた真景図などから知られている (渡部, 2023 など)。本地域にはマツ属を除く木本花粉化石の濃集による年代測定が難しい層準・年代がある。

引用文献: 林竜馬 (2024) 第四紀研究 63, 3-17.; Meyers, P. A. *et al.* (1993) *Quatern. Res.*, 39, 154-162.; 植田弥生・辻誠一郎 (1995) 植生史研究, 3, 15-28.; 渡部圭一 (2023) 日本民俗学, 316, 35-70.

湖沼堆積物試料の臭素及びヨウ素分析：WDXRF 法による過去の海水浸入の評価

渡邊隆広・木田福香（原子力機構）・山崎慎一（東北大）・落合伸也・
松中哲也（金沢大）・奈良郁子（原子力機構）・土屋範芳（東北大）

Takahiro WATANABE, Fukuka KIDA, Shin-ichi YAMASAKI, Shinya OCHIAI, Tetsuya MATSUNAKA, Fumiko Watanabe NARA, Noriyoshi TSUCHIYA: Bromine and Iodine analyses for lake sediment samples: estimation of past marine incursion to the inland using WDXRF

1. はじめに

湖底や海底の連続した堆積物試料から過去の環境・気候変動、自然災害や生物活動に関する情報を取得することが可能である (Nara et al., 2022; 渡邊ほか, 2025)。津波堆積物や高潮堆積物などのイベント堆積物は過去の自然災害の規模や時期を示す重要な証拠であり、沿岸域における防災・減災を検討するための貴重な情報となる (Yamasaki et al., 2015; Watanabe et al., 2022)。イベント堆積物の検出において地質学的な手法に加えて地球化学的判別手法が重要な役割を果たす。特に、湖沼堆積物中の臭素やヨウ素などのハロゲン元素は、地殻変動に起因する海水準の変動や過去に発生した津波や高潮による陸域への海水浸入の指標として有効である (Nara et al., 2022)。しかし陸域の堆積物試料中の臭素やヨウ素の定量分析は微量かつ揮発性成分を含むことから従来法では多量のデータ取得が困難であった (渡邊ほか, 2025)。また、従来法である中性子放射化分析法や熱加水分解法に加え、より簡易な手法であるエネルギー分散型蛍光エックス線分析法 (EDXRF: energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry) による臭素及びヨウ素の分析手法が提案されている。しかし標準試料が少ないこともあり EDXRF 法による臭素及びヨウ素測定は東北大学大学院環境科学研究科による報告に限られていた (Yamasaki et al., 2015)。原子力機構 東濃地科学センターでは東北大学で確立された手法を応用し、EDXRF のみではなく地球科学分野で広く普及している波長分散型 XRF (WDXRF: wavelength dispersive XRF, 木田ほか, 2025) を用いた臭素及びヨウ素濃度の測定を検討した。今回は、地球化学標準物質などを用いた WDXRF による臭素及びヨウ素の測定手法の検討結果と天然の湖沼堆積物試料への適用例について報告する。

2. 試料及び分析方法

日本分析化学会製の土壤認証標準物質 (JSAC 0402-2, JSAC0403, JSAC0411)、産業技術総合研究所製の地球化学標準物質 (JS0-1, JMS-1)、National Research Council Canada 製の認証標準物質 (MESS-4) を使用した。天然の湖沼堆積物試料として石川県小松市の木場潟から採取した湖沼堆積物試料 (KB2023) を使用した。各試料から XRF 測定用の粉末ペレットを作製した。作製した粉末ペレットを東北大学の EDXRF (Malvern

Panalytical 社製 Epsilon5) 及び原子力機構 東濃地科学センターの WDXRF (リガク社製 ZSX Primus II) でそれぞれ測定した。東北大学の EDXRF により得られた標準物質中の臭素及びヨウ素濃度と東濃地科学センターの WDXRF で取得したエックス線強度から補正式を作成した。

3. 結果と考察

東濃地科学センターの WDXRF で取得したエックス線スペクトルデータにおいて、今回使用した試料では臭素の WDXRF 測定で Br-K α 線に干渉するヒ素 (As-K β 線)、水銀 (Hg-L β 線)、鉛 (Pb-L β 線) の影響は見られなかった。I-K α 線のピークは傾きの大きいベースライン上に位置することから、ヨウ素濃度が約 50 mg/kg 以下である場合、WDXRF での定角測定前に連続スキャンによるスペクトルデータを試料毎に確認しバックグランド補正を確実に実施することが重要である。検出限界下限値の評価が必要であるが、今回作成した補正式では臭素で約 110 mg/kg まで、ヨウ素で約 50 mg/kg までの範囲で濃度データの取得が可能である。また、天然試料の測定結果では EDXRF と WDXRF の測定結果が良く一致したことから東濃地科学センターの WDXRF による臭素とヨウ素測定の実用化につなげることができた。発表では WDXRF を用いた過去の海水浸入の評価手法について議論する。

謝辞:

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費助成事業「挑戦的研究 (萌芽) (22K18874)」及び金沢大学環日本海域環境研究センター共同研究 (23024, 24054) により実施された。

引用文献:

Nara et al. (2022) *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 592, 110907.
渡邊ほか (2025) 分析化学, 印刷中. Watanabe et al. (2025) *Bunseki Kagaku*, in press.
Yamasaki et al. (2015) *Soil Sci. and Plant Nutr.*, 61, 751-760.
Watanabe et al. (2022) *Marine Geology*, 444, 106704.
木田・渡邊・奈良 (2025) *JAEA-Testing*, 2025-002, 印刷中. Kida, F., Watanabe, T., Nara, F.W. (2025) *JAEA-Testing*, 2025-002, in press.

島根県隠岐諸島島後における完新世の植生変遷 —油井の池堆積物の花粉分析

高原 光・池田りほ・谷田恭子（京都府大・生命環境）

Hikaru TAKAHARA, Riho IKEDA, Kyoko TANIDA : Vegetation history during the Holocene in Togo, Oki Islands, Shimane Prefecture-palynological study of the sediment from the Yuinoike pond

1. はじめに

島根県隠岐諸島は、島根半島から約45から80 km沖に位置し、島後・島前からなる諸島である。暖温帯の気候下にありながら、本州では冷温帯以上に分布するミズナラ、ハルニレ、クロベなどが低地で暖温帯性樹種と混生している(西上・杵村, 1980; 杵村, 1994)。また、島後中央の山地にはスギの天然林も分布している(林, 1951)。寒冷で乾燥した最終氷期最盛期(LGM)において、隠岐諸島は本州の半島として日本海に突出し、沿岸部では乾燥を免れたと考えられ、様々な植物の逃避地として重要である。

これまで、Takahara *et al.* (2001) は、島後都万(ロンザの池)における約3から1.2万年前の植生変遷を解明し、LGMに本州と陸続きだった隠岐諸島がスギの逃避地であったことを示した。そこで、未解明であった完新世における植生変遷を解明するため、島後の西部に位置する油井の池において堆積物を採取して花粉分析を行い、その概要を発表してきた(高原, 2014)。その後、放射性炭素年代測定をさらに進め、花粉分析も詳細に行ったので報告する。

2. 油井の池の概要と堆積物

島根県隠岐郡隠岐の島町の西部に位置する油井の池(標高57 m)は直径約250 m、面積約6 haの円形の池である。浮島状の中央部にはエゾミソハギ、ミズオトギリなどの湿地性植物群落やオオタチヤナギの疎林が、外周部にはウキノヤガラ、ミクリ、ガマなどの抽水植物群落が認められている(井上・杵村, 2014)。

池周辺の湿地状の地点(地点1)と水深のある中央部の浮島状の地点(地点2)の2カ所で、直径7.5 cmのシンウォールサンプラーとヒラー型ハンドボーラーを併用してボーリングを行い、地点1では深度461 cmまで、地点2では深度1163 cmまで堆積物を採取することができた。堆積物は主に泥炭と有機質粘土からなっており、最下部には砂礫層がみとめられた。また、地点1で3点、地点2で2点の放射性炭素年代測定を実施した結果、地点1の4.85 mで8855 cal BP、地点2の12.9 mで9555 cal BPを示し、採取した堆積物は完新世の約1万年間を含んでいた。

3. 花粉分析の結果と植生変遷

花粉分析の結果から推定された植生変遷は以下のとおりである。約10000-9000年前にはスギとヒノキ科樹木が優勢し、コナラ亜属などの落葉広葉樹を伴う森林が成立していた。晩氷期に増加

していたブナ(Takahara *et al.*, 2001)はほとんど認められなくなった。また、暖温帯常緑広葉樹林(照葉樹林)の主要構成要素であるアカガシ亜属も含んでいた。約9000-6000年前にはスギはさらに優勢となり、アカガシ亜属も増加した。約6000-2000年前には引き続き優勢なスギに加え、クリ属/シイ属が増加し、アカガシ亜属を含む常緑広葉樹林も発達した。約2000年前には、スギと常緑広葉樹に加えてニレ属/ケヤキ属の樹木が増加した。また、この時期に微粒炭が増加し、火事の増加によってイネ科、ヨモギ属などの陽性草本の増加が認められた。約500年前以降には、マツ属が増加した。また、イチイ科型花粉が一時的に増加したが、由来する樹種不明である。

隠岐島と本州の間は水深約70 mであるので、約12000年前頃に、本州から離れた諸島とった。油井の池堆積物の花粉分析結果は、約10000年前にスギが優勢になっており、アカガシ亜属が増加し始めることを示している。したがって、現在、隠岐島に分布するアカガシやウラジロガシなどの常緑広葉樹は、スギとともにLGMにおいても隠岐島に分布していたと考えられる。

引用文献

- 井上雅仁・杵村喜則(2014) 隠岐諸島油井の池の湿地植生の現状と過去30年間の変遷. 島根県立三瓶自然館研究報告, 12: 9-16.
- 西上一義・杵村喜則(1980) 隠岐島那久地区の植生. 山陰文化研究紀要, 20: 9-25.
- 杵村喜則(1994) 隠岐諸島の植生と植物相 森林植生. 山陰地域研究(自然環境), 10: 25-33.
- 林 弥栄(1951) 日本産重要樹種の天然分布一覽表. 林業試験場研究報告, 48: 1-230.
- Takahara, H, Tanida, K and Norio, M (2001) : The full-glacial refuge of *Cryptomeria japonica* in the Oki Islands, western Japan. *Jpn. J. Palynology*, 47: 21-33.
- 高原 光(2014) 最終氷期最盛期以降の植生史からみた隠岐島における特異な植生. 日本植生史学会2014年大会講演要旨集

謝 辞

本研究は、科学研究費補助金(課題番号09660170, 26292087, 24K09002, 代表者 高原光)の補助を受けて行われた。現地調査を進めるにあたり環境省中国四国地方環境事務所および、隠岐ジオパーク関係者はじめ多くの隠岐島の皆様にはたいへんお世話になりました。ここにお礼申し上げます。

シンポジウム

(4件)

S-01～S-04

完新世の気候変動と人間社会への影響

平林頌子・横山祐典（東京大学大気海洋研究所）

Shoko HIRABAYASHI, Yusuke YOKOYAMA: Climate change during the Holocene and human society

1. はじめに

完新世の気候は、最終氷期に比べて安定で穏やかであるが、数百年から千年スケールでの気候変動は起きてきた（例えば横山ほか 2025）。特に、8.2 ka と 4.2 ka に全球スケールで生じた急激な気候変動は完新世の気候イベントとして注目されてきた（平林・横山 2020）。これらのイベントは、2018年7月13日に国際地質科学連合（IUGS）国際層序委員会（ICS）によって、それぞれ上部完新統/後期完新世、中部完新統/中期完新世の開始時期を定める基準として採用された。

本発表では、特に4.2ka イベントの気候変動に着目し、気候変動のレビューとともに人間社会への影響についても議論する。

2. 4.2 ka イベント

上部完新統/後期完新世に対応するメガラヤン階/期は、北東インド・メガラヤ州にある Mawmluh 洞窟にちなんで命名された。この洞窟内の鍾乳石は、連続した縞構造を持ち、高解像度での分析が可能な気候アーカイブである。特に、U/Th 年代測定により高精度な年代決定が可能であり、石筍中の酸素同位体比（ $\delta^{18}O$ ）記録を通じて過去の降水量やモンスーン変動を読み解くことができる。

この地域の石筍は、12,500年BPから3,600年BPまでの $\delta^{18}O$ 記録を持ち、インド・東南アジアのモンスーン変動に伴う降水量変化を記録している。特に4,303±26年BPから3,888±22年BPの期間は、モンスーンが弱体化し、183年間で $\delta^{18}O$ が1.5‰シフトしたと考えられている。これは、降水量の20~30%の減少に相当する。この石筍記録に基づき、4,250年BPが模式地点（GSSP）として定義された。この4.2 ka イベントは、インドのみならず、カナダのMt. Loganなどの高緯度地域の氷河コア記録にも明瞭に示されており、副模式地としても採用されている。

4.2ka イベントは、大気と海洋の循環パターンが変化して発生したものであり、インド・オマーン・中東・東アフリカなど広域でモンスーンの弱体化が確認されている。一方で、南米西部やサハラでは降水量が増加した記録もある。また、インド夏季モンスーンと東アジア夏季モンスーンの弱体化と同時に、オーストラリアではインド-オーストラリアモンスーンの変化により、100年スケールの干ばつが報告されている。日本周辺海域においても、同時期にアジア冬季モンスーンの強化に関連した黒潮海域の海水温低下イベントが報告されている。高緯度域においては、南極周辺で表層水温の低下による海水の増加が4.2ka頃から起きていたことが報告されており、大気循環を通

じた低緯度地域とのテレコネクションによる関連性が指摘されている。

これまでに4.2 ka イベントのメカニズムは未だによく解明されていないが、熱帯収束帯（ITCZ）の南下と北大西洋表層水の寒冷化、エルニーニョ・南方振動（ENSO）の変動が関連していると考えられている。4.2ka頃にENSOのレジームシフトが起き、アジアモンスーンを弱体化させ、広範囲で乾燥化が起きたというメカニズムが考えられている。ENSOに海水温変化に伴うITCZの移動は北大西洋振動（NAO）やインドモンスーンにも影響したことも示唆されている。4.2 ka 頃におきたENSO変動が全般的な気候変動の原因である可能性が高いと考えられている。そのENSO変動のタイミングや規模についてもまだ議論が続いている。

3. 4.2 ka イベントの人間社会への影響

このようにして生じた4.2 kaの急激な乾燥化は、ユーラシア大陸において数百年にわたる寒冷・乾燥化を引き起こし、人間社会に大きな影響を与えたとされる。多くの考古学的研究により、地中海・中東・東アフリカ・南アジア・東アジアにおいて文明の変化や崩壊が報告されている。

例えば、エジプト文明やアッカド帝国、インダス文明など、古代の主要文明がこの時期に衰退したとされる。また、中国では長江・黄河流域の文明が影響を受け、日本でも青森県の三内丸山遺跡において集落の放棄が起きたことが報告されている。これは、気温が急激に2°C低下したことが原因とされている。

さらに、中央アフリカではこの時期にバンツ語話者の移動が開始され、アメリカ南西部やユカタン半島でも乾燥化による農耕技術の大きな変化があったとされる。ただし、これらの研究には時間解像度に限界のある試料も含まれており、気候イベントと文明の関係については慎重な議論が必要とされている。

4.2 ka イベントは全球規模の気候変動イベントであった可能性が高いが、8.2 ka イベントと比較すると、未解明な点が多く、現在も議論が続いている。世界各地で地質・考古学的証拠が蓄積されてきているが、今後もそのメカニズムを明らかにするための詳細な研究が求められる。

引用文献：平林・横山（2020）第四紀研究，59，129-157。

横山ほか（2025）地学雑誌，134，印刷中。

後期完新世の年単位の気候復元から見えてくるもの

中塚 武 (名古屋大)

Takeshi NAKATSUKA: What we can learn from annual climate reconstructions of the Late Holocene

1. はじめに

後期完新世の数千年間に及ぶ気候変動と人間社会の関係は、これまで、堆積物から復元された気候データと遺跡から採取された考古データを用いて、百年・千点単位の放射性炭素年代の時間スケールで議論されることが多かった。それに対して近年は、同時代の年縞堆積物や樹木年輪、鍾乳石などの一年・十年単位の高時間解像度の気候データが拡充しており、その考古データとの対比による活用の方向性が模索されている。

2. 樹木年輪酸素同位体比データの拡充

高時間解像度の古気候プロキシの中でも、樹木年輪セルロースの酸素同位体比 (中塚, 2021) については、現生木、古建築材、遺跡出土材、自然埋没木などの多数の針葉樹の長樹齢材を組み合わせて、日本各地で現代から2~5千年前までの年単位の標準年輪曲線が作られてきている。特に中部日本の標準年輪曲線は、酸素と水素の同位体比を組み合わせて樹齢効果を除去したものであり、夏の降水量に関する年単位から千年単位までのあらゆる変動が正確に再現されていることが確認できている (Nakatsuka et al., 2020)。

3. 気候変動の周期性と人間社会の応答

中部日本の樹木年輪酸素同位体比には、火山噴火などで励起されたと考えられる数十年周期変動の間欠的な拡大が記録されており (図1)、その変動拡大期には、歴史時代の東アジアでいつも政治体制の転換を伴うような社会の動乱が起きたことが分かっている。前近代の農業社会では、数年周期の豊凶のサイクルには穀物備蓄で対応でき、数百年周期の変動にも人口調整や技術革新で対処できた可能性があるが、数十年周期の変動の際には、豊作期に拡大した人口や生活水準が、引き続き凶作期に維持できず、飢饉や難民、紛争の発生につながると解釈できる (中塚, 2022)。

4. 先史時代への展開—人々の移動との関係

歴史時代の文献史料との対比から詳細に明らかになってきた数十年周期の気候変動の社会への影響は、まだ先史時代の考古資料の解釈では十分に議論されていない。その理由は、文献史料とは違って、考古資料には通常、十年以下の細かい暦年代が与えられていないからである。しかし現時点でも、数十年周期変動の振幅拡大期 (それ自体は、百年単位でも認

定できる) が先史時代の人々の移動の契機になっていた可能性などが議論でき、実際に、弥生時代前・中期の水田稲作の伝播や、弥生時代末期の日本中での人々の大規模な移動などが、数十年周期の気候変動の振幅拡大によって生じた可能性などが指摘できる (図2)。現在、縄文中期にまで遡って構築されている樹木年輪セルロース酸素同位体比のデータの気候学的解析 (樹齢効果の評価等) が進めば、農耕社会と狩猟・採集社会の間での気候変動に対する人々の応答特性の相同性・相違性が詳細に明らかになっていくであろう。

5. まとめ

酸素同位体比年輪年代法は、高時間分解能での気候復元と共に、遺跡出土材の年代決定を通して、遺跡の動態に年単位の年代を与えることができる。今後は、考古データの時間解像度も文献データのように年単位にすることで、歴史時代と同様に、先史時代についても、気候と社会の関係が詳細に議論できるようになることが期待される。

引用文献: 中塚 (2021) 『酸素同位体比年輪年代法』 同成社, 中塚 (2022) 『気候適応の日本史』 吉川弘文館, Nakatsuka et al (2020) *Clim. Past.* 16, 2153-2172.

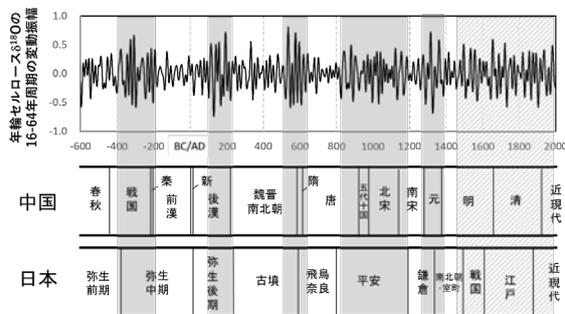


図1. 中部日本の樹木年輪セルロース酸素同位体比の数十年周期成分と東アジアの政治史年表の対比

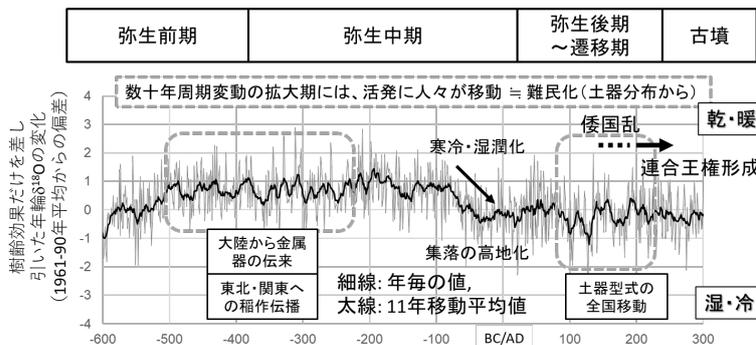


図2. 弥生時代前期~古墳時代前期の中部日本の樹木年輪セルロース酸素同位体比の変動と社会変化

乾燥温暖/湿潤寒冷傾向と弥生～古墳時代の文化変化・社会統合

若林邦彦（同志社大学歴史資料館）

Kunihiko WAKABAYASHI,

1. はじめに

近年の古気候研究（中塚編 2021）では、年輪酸素同位体変化からは BC7～5 世紀に乾燥温暖化進行していき、BC5～2 世紀までは乾燥温暖が安定継続し、BC1 世紀に急激に湿潤寒冷化するとされる。この状態は AD6 世紀まで継続し、AD7～9 世紀に徐々に乾燥温暖化が進行する。それらの動きの中にも AD1 世紀後半～2 世紀には変動幅の激しい降水量・気温の不安定な時期もあり、短期的な変動の特徴が見受けられる。長期変動にみるこれらの傾向と列島の考古学事象との相関/非相関について論じたい。

2. 近畿中部における弥生～古代の遺跡動態

筆者がデータ分析を公表してきた大阪平野での分析（若林 2022・2024）によると弥生後期～古墳時代に沖積地から扇状地や低中位段丘へと集落占地の中心が移動していく。それが顕著となる時期は 5 世紀の古墳時代中期である。その実態は、桂川・淀川右岸地域での近年の詳細研究（古川 2014・笹栗 2023）にも示される。

この変化は、大阪平野各地における古墳時代の専門的集落群の形成時期とも連動する。高槻市新池遺跡埴輪工房、交野市森遺跡の鍛冶工房、四条畷市部屋遺跡の馬飼集団、柏原市大泉遺跡の鍛冶工房、堺市・和泉市の陶器窯址群での須恵器生産などはすべてこの時期に開始し、すべて扇状地中部・中位段丘上を主要な立地点とする。また、すべて古墳時代中期の継続型大規模古墳・古墳群に隣接している。

この立地変化は古墳時代前期から徐々に進行して、AD5 世紀の古墳中期に極端となる。一方で、年輪酸素同位体比変動からみると BC 1 世紀に始まる湿潤寒冷傾向は AD6 世紀まで長期継続する。AD5 世紀の社会変化は、気候条件を背景とし、社会的条件を引き金に急速に進行した。

専業生産については、権力と地域社会構造の相関を考慮するべきである。一方、弥生後期以後に 2 世紀中心とした立地変動の激しい状況を経ながら、低湿地の集落が明確に減少する図式は、個別に形成された水田から各集団の居住地が離れていく過程と理解することができよう。

3. 気候変動と社会変化の対比

上記の大阪平野における変化の図式を気候変動と対比すると、以下の理解が可能である。

① BC4～BC2 世紀の乾燥/温暖化進行期に、弥生中期中心に、洪水や沖積地の地形変化少ない傾向背景に低湿地の水田適地に隣接して個別

経営集落配置と離合が進行する。

② BC1 世紀の急激な湿潤寒冷化およびその後の AD2 世紀の気候短期変動状況に伴い、弥生後期～古墳時代初頭には、洪水頻発などによる地形変化顕著となる。そのため集落が頻繁移動し水田に隣接しない集落形成の余地が拡大し、水田経営においては離れた集団による協業が発達していく。

③ AD5 世紀には②の環境は継続するが、その状況下で地域首長層・エリート層によって小集団群を段丘・扇状地で集中管理する状況が生まれる。そこには各種クラフトワークにかかわる専門的集団が近接配置され明確な首長と理解しやすい大規模古墳が形成される。

このように、気候変動の傾向を背景とした適応現象を背景に、社会構造変化が進行し、環境変化を越えた現象が展開すると理解できる。

4. 平野間の比較

上記の変化は大阪平野で明確に確認できるものなのだが、近畿中部では類似した傾向がうかがえながらも地域差を持つ。筆者はア奈良盆地・琵琶湖沿岸にも分析を広げつつあり、そこには小地域ごとの社会条件の違いにより上記プロセス進行速度に違いがあることが読み取れそうである。また、気候変動との相関への解釈は異なるが、近畿における弥生時代後半期～古墳時代の集落動態にはより詳細な研究も進んでいる（古代学研究会編 2025）。

引用文献：

古代学研究会編（2025）弥生後期社会の実像 集落構造と地域社会落構造と地域社会，六一書房
笹栗拓（2023）中期大型前方後円墳の周辺集落と地域開発，考古学研究，276 号，81-105，考古学研究会

中塚武編（2021）気候変動から読みなおす日本史第 1 巻 新しい気候観と日本史の新たな可能性，臨川書店

古川匠（2014），桂川右岸地域における古墳時代集落の動向（5），京都府埋蔵文化財情報，122 号，1-23，（公財）京都府埋蔵文化財調査研究センター
若林邦彦（2022）大阪平野における弥生時代以後の集落移動頻度の検証—弥生高地性集落理解の前提—，古代文化，74-2，79-8，古代学協会
若林邦彦（2024）扇状地・低中位段丘における古墳時代集住遺跡群形成の過程—「坂モデル」についての覚書—，古代学と遺跡学—坂靖さん追悼論文集—，37-43，坂靖さん追悼論文集刊行会

青銅器サプライチェーンからみた弥生・古墳時代の山陰

岩本 崇 (島根大学)

Takashi IWAMOTO: Bronze Supply Chains and the San'in region in Yayoi-Kofun Periods

1. はじめに

本報告では、弥生時代の青銅器埋納と古墳時代の銅鏡副葬に着目し、それを支えるシステムとしての青銅器サプライチェーンの実態究明にもとづき、稀少財の入手から山陰とくに出雲の地域社会の特質を考える材料を提示する。そのうえで、青銅器サプライチェーンの転換を気候変動などとも関連づけうる可能性について展望を述べる。

2. 出雲の弥生青銅器と古墳時代銅鏡

出雲の弥生時代遺跡の代表例に神庭荒神谷遺跡と加茂岩倉遺跡がある。荒神谷遺跡では銅剣358本が出土した埋納坑、銅鐸6点と銅矛16本が出土した埋納坑の2基が、加茂岩倉遺跡では銅鐸39点が出土した埋納坑1基が確認された。これらの遺跡の青銅器は弥生時代中期でも時期的にやや幅のある型式の組み合わせからなる。中期末の型式までを含み、これが遺跡形成年代の上限を示す。そして上記2遺跡で出土した青銅器の総重量は320kg超と推計される。このうち銅剣は出雲で製作された可能性が濃厚な資料群であり、そうであるならばその総重量160kg程度と推定される原料金属が当地に流入していたことになる。

つづく古墳時代には青銅器はおもに古墳の副葬品として出土する。出雲では40基あまりの古墳から50面ほどの銅鏡が出土しており、古墳時代全体でも総重量は11kgに満たない。古墳時代を前期・中期・後期の3期区分した際の前期に鏡の副葬は集中し、その総重量は10kg程度である。

3. 青銅器サプライチェーンと山陰の社会

弥生・古墳時代の青銅器には、日本列島外からの搬入品とともに、列島製品も存在する。また、列島製品であっても原料金属は列島内で自給される状況にはなく、対外交渉によって獲得されたと考えられる(難波2019など)。こうした原料金属の産地推定の手がかりとしては、1970年代後半より本格的にはじまった鉛同位体比分析の成果を参照するのが有効である。

弥生時代の銅鐸はその変遷とともに、鉛同位体比の分布領域が中期後半にはDラインからA領域へ、後期前半のなかでA領域からa領域へと遷移しており(馬淵・平尾1982b)、時期を追って段階的に新たな原料金属が使用される。一方で、武器形青銅器は銅鐸と同時期とみられる型式でも、鉛同位体比が異なる。すなわちDライン鉛が後期初頭頃までA領域鉛とともに残存し、後期前半のなかでa領域鉛へと推移する。そして、Dライン鉛の残存は九州で製作された武器形青銅器だけでなく、中四国での製作を想定できる武器形青銅

器でも確認できることから、弥生時代後期初頭ごろまでは銅鐸(近畿)と武器形青銅器(九州・中四国)とでサプライチェーンを異にしていた可能性が高い。つまり、出雲において弥生青銅器祭祀がおこなわれるのは、近畿と九州・中四国とで相違する青銅器サプライチェーンが維持されていた段階であり、出雲に流入した原料金属は九州との関係のもとに入手されたのであろう。

そして、古墳時代には新たにB領域鉛が主体となり(馬淵・平尾1982a)、原料金属の入手先が大きく転換する。出雲においても一部を除くほとんどの青銅器は、近畿中央部に所在した倭王権のコントロールのもと入手されたものとみてよい。

なお、出雲は弥生時代後・終末期に青銅器サプライチェーンから離脱し、ガラス製品や水銀朱を稀少財として重視した。とくに四隅突出墓での中国産水銀朱の使用量は、西谷3号墓第4主体で約10kgと推計され、規模が類した第1主体でも同程度が想定される。西谷墳墓群には3号墓に近い規模の2・4・9号墓があり、同程度の使用量ならば単純計算で総量は80kgになる。水銀朱の価格が青銅の約16倍との試算によると(難波2016)、西谷3号墓の水銀朱は320kgの青銅に相当する。全高約70cmの近畿式銅鐸が約10kgとすると、西谷3号墓だけで近畿式銅鐸32個体分となる。このように、該期は大量の稀少財を地域有力集団規模で大量に入手しえたが、それは古墳時代に継続しない。とすれば、外来資源入手にみる制限が倭王権成立の一要因となった可能性も想定される。

青銅器サプライチェーンの転換は、弥生時代後期初頭の1世紀前葉と、古墳時代開始期直前の3世紀前葉を起点とする。これらの画期は、原料入手先候補の中国では寒冷化と干ばつ、極度の人口減少の時期にあたるという(趙ほか1988、Zhibin Zhang et al. 2010)。原料金属の対価として穀物や奴隷などを想定しうるならば(難波2016)、その入手に気候変動を含む諸要因が複合的に影響した可能性は十分にある。今後、広い視野での環境と社会の変動をふまえた議論が望まれよう。

引用文献: 趙文林・謝淑君(1988)『中国人口史』人民出版社。難波洋三(2016)「銅鐸の価格」『季刊考古学』135。難波洋三(2019)「弥生時代の青銅器の鉛同位体比とICP分析」『埋蔵文化財ニュース』174。馬淵久夫・平尾良光(1982a)「鉛同位体比法による漢式鏡の研究」『MUSEUM』370。馬淵久夫・平尾良光(1982b)「鉛同位体比からみた銅鐸の原料」『考古学雑誌』68-1。Zhibin Zhang et al. (2010) *Biological Sciences* 277/1701: 3745-3753。

普及講演会

(2 件)

L-01～L-02

出雲平野のボーリング調査から得られた新知見

齋藤 文紀 (島根大学エスチュアリー研究センター)

Yoshiki SAITO: New findings from borehole core analyses in the Izumo Plain

1. はじめに

松江市の西部に広がる宍道湖から出雲平野(簸川平野)にかけての地形は、約2万年前の最終氷期最盛期に形成された谷地形に沿って、後氷期の海面上昇によって内湾化し、さらに斐伊川と神戸川の三角州の発達により、現在の地形が形成されたことが明らかになっている。多くのボーリングコア試料の分析によって、この地域の古環境の変遷が解明されてきた(徳岡ほか, 1990; 林, 1991; 高安・徳岡, 1993; 高安, 2019など)。詳細に分析された既存のボーリング試料については、高安(2019)により総括されている。

島根大学エスチュアリー研究センター(旧・汽水域研究センター)では、2019年より出雲平野において古環境の研究を進めている。これまでに、東部の斐川町でHK-19/22コア、中央北部の西林木町でNH-23コア、西部の大社町でTS-21コアを採取したほか、宍道湖の湖底コア試料も用いて分析を行ってきた。これらの研究成果の一部は、林田ほか(2022)、瀬戸ほか(2023)、Nakamura et al.(2023)、Dianto et al.(2025)などにおいて公表されている。また、日本第四紀学会松江大会においても最新の成果が発表されている。本発表では、これらの成果の概要に加え、未公表の結果も含めて、高安(2019)以降の最新の研究成果のいくつかを報告する。

2. 古環境変遷

宍道湖と出雲平野の下には、最終氷期最盛期に形成された谷地形が埋もれており、その谷を流れていた川は「古宍道川」と名付けられている。出雲平野中央北部で採取されたボーリングコアの解析により、過去約1万2000年間の環境の変遷が明らかになりつつある(Diantoほか本大会講演)。掘削長61mのNH-23コアからは、出雲平野の沖積層でこれまでに得られた中で最も古い年代の堆積物が確認されている。約1万1000年前からは海水の影響を受けるエスチュアリー環境となり、さらにその後の海面上昇に伴って、約9000年前以降には内湾域が急速に広がったことがわかってきている。

テフラ(火山灰):採取したボーリングコア試料には3枚のテフラが挟在していたことが確認されている。7250年前(cal. BP)のK-Ah(鬼界アカホヤ)、三瓶山起源の5500年前のS3-fa(三瓶角井)と4000年前のSOH/Th-pd(三瓶大平山)で、水月湖から報告されている年代とほぼ同じ年代が得られている(瀬戸ほか, 2023; Dianto et al., 2025)。

宍道湖の形成:完新世の海面上昇(縄文海進)によって拡大した内湾域は古宍道湾と呼ばれる。

約6千年前以降の海水準の安定により、斐伊川と神戸川の複合三角州が前進し、島根半島に到達して、古宍道湾は東側の宍道湖と西側の水域に分離された。この年代は従来約4千年前とされていたが、今回の調査によって3700-3800年前であることがわかった(Dianto et al., 2025; 本講演)。

斐伊川の東流:斐伊川が現在のように宍道湖に流入し始めたのは、1635年または1639年の洪水により引き起こされたとされてきたが、宍道湖湖底から採取したコア、および斐川町からのボーリングコアHK-19/22の分析から、宍道湖の淡水化が西暦1200年頃劇的に生じたことが明らかとなった(Nakamura et al., 2023; Dianto et al., 2025; Miura et al., 投稿中)。

この研究は、科研費「汽水成年縞堆積物と年輪試料の複合解析による完新世の気候変化と高分解能編年の研究」によって行われており、以下の共同研究者との成果である。安藤卓人、入月俊明、香月興太、酒井哲弥、三瓶良和、瀬戸浩二、辻本 彰、中西利典、仲村康秀、林田 明、渡邊正巳、Aan Dianto, ほか。

引用文献: Dianto et al. (2025) *Palaeogeog. Palaeoclimat. Palaeoecol.* 670, 112941. 林(1991) *地理学評論*, 64A, 26-46. 林田(2022) *LAGUNA(汽水域研究)*, 29, 75-86. Miura et al. (投稿中) *Quaternary International*. Nakamura et al. (2023) *Scientific Reports* 13, 48367. 高安(2019) *松江市史, 資料編1「自然環境」電子版附録*, 松江市. 高安・徳岡(1993) *アーバンクボタ*, no. 32, 38-47. 徳岡ほか(1990) *地質学論集*, no. 36, 15-34. 瀬戸ほか(2023) *LAGUNA(汽水域研究)*, 30, 31-46.

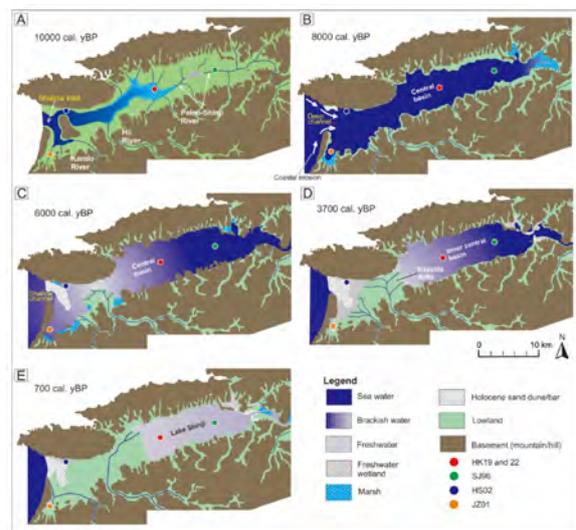


図1 古環境変遷 (Dianto et al., 2025)

宍道湖・中海周辺地域の古環境変遷と遺跡の様相

會下和宏（島根大学総合博物館）

Kazuhiro EGE : Aspect of the Paleoenvironmental Changes and Archaeological Sites in the Lake Shinji and Lake Nakaumi Surrounding Area

1. はじめに

宍道湖・中海周辺地域では、完新世（後氷期）の海面変動に伴って、大きく地形が変化している。高安 2019 に依拠しながら、こうした古地形・古環境変遷に適応して人類活動がどのように展開していったのか概観したい。

2. 各時期の古地形と遺跡分布

（1）後期旧石器～縄文草創期：約 35,000 年前～BC 9,600

完新世（後氷期）にはいと、温暖化によって海面が急激に上昇していき、谷地形となっていた現在の宍道湖・中海の谷部に海水が流入してくる。この時期の遺跡は、松江市玉湯町花仙山など、瑪瑙（玉髓）産出地に近い松江市橋南地区（現 大橋川以南）・同玉湯町で多く確認されている。

（2）縄文早期：約 BC 9,500～BC 5,000

温暖化によって海面がさらに上昇していった結果、古宍道湾・古中海湾が形成される。特に縄文早期後葉の菱根式の段階から、これらの内湾沿岸部などに分散的に遺跡が分布するようになる。

（3）縄文前期：約 BC 5,000～BC 3,500

相対的な海面上昇がピークに達し、縄文中期前葉にかけて停滞する。海岸線はさらに内陸まで進入し、沿岸では遠浅で樹枝状のおぼれ谷が形成された。また、約 7,300 年前、縄文前期初頭頃には、松江市島根大学構内遺跡などでアカホヤ火山灰（K-Ah）の帯状の堆積が認められている。

遺跡分布をみると、古宍道湾北東沿岸・古中海湾南西沿岸・古中海湾北沿岸などで縄文前期初頭から前葉頃の遺跡が増加する。アカホヤ火山灰降下時の松江市島根大学構内遺跡は、水深 3 m 程度の遠浅でシルト底の入り江がひろがり、小河川が流れ込む環境だった。

（4）縄文中期：約 BC 3,500～BC 2,500

遺跡の分布状況は、縄文前期とそれ程変化していない。島根半島日本海側では遺跡が少ないものの、わずかに認めることができる。

（5）縄文後期：約 BC 2,500～BC 1,300

斐伊川・神戸川による堆積活動によって出雲平野が発達する。斐伊川デルタは、対岸の島根半島側に到達し、古宍道湾入口部は完全に閉塞され、古宍道湖となる。古宍道湖・古中海の沿岸部に形成されていた遠浅だった大小の入江は、海面低下、河川の沖積作用、水成層の堆積によって低湿地化が進んでいく。

なお、神戸川上流域にある三瓶山は、縄文前期末葉（BC 3,550～3,650 頃（4,780±100yBP））の第 2 ハイカ層（三瓶角井降下火山灰）降灰時と縄文

後期中葉（BC 2,025～2,145 頃（3,600±75yBP））の第 1 ハイカ層（三瓶太平山火砕流・降下火山灰）降灰時の 2 回、大きな噴火があったことが分かっている。こうした噴火によって、火砕流堆積物が神戸川を流下して河口部に供給され、出雲平野が一層拡大したと推定されている。

遺跡分布をみると、前時期と比較して、各地で遺跡数が増加している。出雲平野中央部では、出雲市矢野遺跡・舌丁田遺跡などが出現していることから、この時期の出雲平野拡大に伴い、当平野が人類活動の可能なより安定的な陸域になっていたことが窺える。

（6）縄文晩期：約 BC 1,300～BC 400?

特に、縄文晩期後葉の突帯文土器の時期における遺跡が多い。特に松江市橋南地区で遺跡が増加しており、こうした遺跡からは、土掘り具と推定されている打製石斧の出土が多く認められる。

（7）弥生前期：約 BC 400?～BC 2 世紀頃

弥生前期にはいと、上記した縄文後期以降の海退や河川沖積作用によって新たに形成された低湿地を利用して、水稻耕作が本格化したとみられる。特に出雲平野中央部では、神戸川および斐伊川の堆積活動によって形成された微高地上に遺跡が急増しており、その周辺に水田が営まれたと推定される。

（8）弥生中期：BC 2 世紀～BC 1 世紀頃

前時期と比較すると、各地でさらに遺跡数が増加している。出雲平野では、弥生中期中葉ないし後葉頃から出雲市古志本郷遺跡・同下古志遺跡・同天神遺跡などの環濠集落が形成されている。弥生中期後葉頃、人口増加に伴って、各地に拠点的な大型集落が成立していったことが推定される。

（9）弥生後期～終末期：AD 1～3 世紀前半頃

後期・終末期を通じて各地でさらに遺跡が増加し、大陸・朝鮮半島系の遺物が出土する遺跡もみられる。日本海に突出した島根半島、宍道湖・中海・「神戸水海」等のラグーンといった地形環境が、日本海水運による広域交流の拠点となることに寄与したと考えられる。

引用文献： 會下和宏・高安克己（2020）後期旧石器時代から弥生時代における宍道湖・中海周辺地域の遺跡分布と変遷。島根大学研究・学術情報機構 総合博物館年報 平成 29・30・31（令和元）年度，50-59。

高安克己（2019）中海・宍道湖・出雲平野の形成。松江市史・史料編 1（自然環境），218-219，松江市。

2025年8月20日発行

発行 日本第四紀学会

〒169-0072 新宿区大久保2丁目4番地12号
新宿ラムダックスビル 日本第四紀学会事務局

E-mail: daiyonki@shunkosha.com

©日本第四紀学会 2025

©Japan Association for Quaternary Research 2025

(無断転載を禁じます)