

Session Poster | T7 [Topic Session] Latest Studies in Sedimentary Geology

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏛️
 T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

[T7-P-1]

Late Holocene lake-level fluctuations reconstructed from a sediment core at the underwater archaeological site of Lake Suwa, central Japan

*Nozomi Hatano¹, Fujio Kumon², Wataru Tanigawa^{2,3}, Naoko Hasegawa⁴, Takehiko Mikami⁵ (1. Niigata University, 2. Kochi University, 3. JAMSTEC, 4. Ochanomizu University, 5. Tokyo Metropolitan University)

📌 entry

[T7-P-2]

Weathering Processes and Pedogenic Transformation of Phyllite in the Nago Formation, Kunigami County, Okinawa: Implications for Erosional Dynamics, Sedimentary Contexts, and REE Geochemistry

*Tokia YAMAGUCHI¹, Seiji OSAJIMA¹, Kohki YOSHIDA¹ (1. Shinshu University)

[T7-P-3]

Rock Weathering Processes in Subtropical regions: Behavior of Rare Earth Elements in Upper Cretaceous Nago Formation Sandstone

*Seiji OSAJIMA¹, Kohki YOSHIDA², Tokia YAMAGUCHI³ (1. Graduate School of Shinshu University, Medicine, Science and Technology, 2. Faculty of Science, Shinshu University, 3. Graduate School of Shinshu University, Science and Technology)

[T7-P-4]

Geochemical Distribution and Characteristics of Red Clay in the Northwestern Pacific

*Masafumi MURAYAMA¹, Taisei HATANO¹, Naomi HARADA², Takuya SAGAWA³, Keiji HORIKAWA⁴, Hideki MINAMI⁵, Hajime OBATA² (1. Kochi Univ., 2. The Univ. of Tokyo, 3. Kanazawa Univ., 4. Toyama Univ., 5. Tokai Univ.)

📌 entry 📌 ECS

[T7-P-5]

Evolution of the Fossilized Forest in the Hitoyoshi Formation, Hitoyoshi Basin, Kumamoto: Insights from Soil Stratigraphy and Structure

*Haruki Sugiyama¹, Kohki Yoshida^{1,2} (1. Graduate School of Medicine, Science and Technology, 2. Faculty of Science, Shinshu University)

📌 Highlight

[T7-P-6]

Automatic identification of discontinuous structure using high-resolution digital outcrop model: Application to 3D structural geological survey of the Misaki Formation, Miura Group

*Masahiro OHKAWA¹, Kota OSAWA¹, Ryo OKINO¹, Duy Bui-Khuong², Dzung Dinhkhac², Shigeaki MATSUO¹ (1. Mitsubishi Materials Techno Corporation, 2. A.N.Lab Jsc)

📌 entry 📌 ECS

[T7-P-7]

Development of VR system for observation of strata using 3D outcrop model by Unreal Engine 5

*Kento Sugimoto¹, Hajime Naruse², Miwa Yokokawa¹ (1. Faculty of Information Science, Osaka University of Technology, 2. Kyoto University)

◆ entry ◆ ECS

[T7-P-8]

Separation of multimodal particle size distributions using the EM algorithm and application of functional data analysis

*Takehiro YOSHIDA¹, Miwa YOKOKAWA¹ (1. Osaka Institute of Technology Information Science and Technology)

[T7-P-9]

Lateral changes in erosion volume due to inconsistencies: Examples from the Yatsuo Group and the Tonami Group of the Middle Miocene in Toyama Prefecture.

*Yusuke Nakayama¹, Toshiyuki Kitazawa¹ (1. Graduate School of Geo-Environmental Science)

◆ entry ◆ ECS

[T7-P-10]

Lithofacies classification model from CT scan images using a 3D convolutional neural network

*Ryota KIKUCHI¹, Hajime Naruse¹ (1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University)

[T7-P-11]

What is the triggering mechanism of the turbidity current associated with 2011 Tohoku-oki Earthquake: Investigation by numerical experiments

*Hajime Naruse¹, Ryo Nakanishi² (1. Kyoto University, 2. AIST)

[T7-P-12]

Estimation of seafloor erosion by tsunami in shallow marine area

*Yuka YOKOYAMA¹, Tetsuya Matsunaka², Shinya Ochiai², Izumi Sakamoto¹ (1. Tokai Univ., 2. Kanazawa Univ.)

[T7-P-13]

Sedimentological features of the event deposits in Nachikatuura, eastern Kii Peninsula

*Dan MATSUMOTO¹, Yuki SAWAI¹, Yuichi NAMEGAYA¹, Koichiro TANIGAWA¹, Yumi SHIMADA¹ (1. GSJ, AIST)

[T7-P-14]

Field investigation of crevasse splay deposits associated with the 2024 Spain flood

*Masaki YAMADA¹, Gen SASAMOTO¹, Amy DRAEGER², Hachem KASSEM², Patricio Guillermo VILLAFANE³, Micaela DELLA VEDOVA⁴, Roland GARNIER⁵, Masashi WATANABE² (1. Shinshu University, 2. University of Southampton, 3. Universitat de València, 4. CONICET-UNT, 5. AZTI)

◆ entry

[T7-P-15]

Characteristics of debris avalanche deposits distributed on the southwest foot of Bandai volcano, Central Fukushima Prefecture, Japan

*Koki Furusho¹, Mamoru Koarai¹ (1. Ibaraki Univ.)

◆ entry ◆ ECS

[T7-P-16]

Sedimentary facies and micromorphology of the archaeological deposits in the Shitabaru Cave Site, Tokunoshima Island, Kagoshima Prefecture

*Etsuko Obu¹, Ryo Gushiken², Yoshiro Ishihara³ (1. Graduate School of Science, Fukuoka University, 2. Amagi Town Board of Education, 3. Fukuoka University)

◆ ECS

[T7-P-17]

Sedimentary Facies of the Topogaro Cave Site, Morowali, Sulawesi Island, Indonesia

*Minami SATO¹, Yoshiro ISHIHARA², Masaki FUJITA³, Rintaro ONO⁴ (1. Graduate School of Science, Fukuoka University, 2. Fukuoka University, 3. National Museum of Nature and Science, 4. National Museum of Ethnology)

◆ ECS

[T7-P-18]

Unlocking Climate Signals in Japanese Deep-Sea Coral (*Corallium japonicum*) Using Non-Parametric Rhythmicity Analysis

*Ma. Marivic Capitle Pepino¹, Tomoyo Okumura¹ (1. Marine Core Research Institute, Kochi University)

[T7-P-19]

Microstructures of the white and colored layers that constitute the banded structure of silica hot spring sediments.

*Chizuru TAKASHIMA¹, Hinata WATANABE², Kazutoshi TAKAHASHI¹, Kotaro IDETA¹ (1. Saga Univ., 2. Saga city Shinei Elementary School)

[T7-P-20]

Changes in biodiversity and marine environments recorded in Furongian microbialites from Shandong Province, North China

*Natsuko ADACHI¹, Yoichi EZAKI¹, Munetaka Maeda¹, Miku Shimatani¹, Jianbo LIU², Yan Zhen³ (1. Osaka Metropolitan University, 2. Peking University, 3. Chinese Academy of Geological Sciences)

◆ entry ◆ ECS

[T7-P-21]

Formation process of phosphate stromatolites in the Paleoproterozoic Jhamarkotra Formation, India

*Kuon SATO¹, Abhishek Kumar PANDEY¹, Partha Pratim CHAKRABORTY², Akihiro KANO³, Fumito SHIRAISHI¹ (1. Hiroshima Univ., 2. Delhi Univ., 3. University of Tokyo)

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 📍
T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

[T7-P-1] Late Holocene lake-level fluctuations reconstructed from a sediment core at the underwater archaeological site of Lake Suwa, central Japan

*Nozomi Hatano¹, Fujio Kumon², Wataru Tanigawa^{2,3}, Naoko Hasegawa⁴, Takehiko Mikami⁵
(1. Niigata University, 2. Kochi University, 3. JAMSTEC, 4. Ochanomizu University, 5. Tokyo Metropolitan University)

Keywords : Late Holocene、Underwater archaeological site、Sediment core、Paleosol、Lake Suwa

はじめに： 湖や盆地内の堆積物は、過去の湖水位や地下水位の変動を記録する重要な媒体である。特に、古土壌の有無やその形態は、離水・水没履歴や地下水位の変化を示す指標として有効である。中部山岳域に位置する諏訪湖では、湖底堆積物中の古土壌記録から、最終氷期末～完新世中期に水位変動が繰り返されてきたことが報告されている（Hatano et al., 2024）。一方、諏訪湖流域の旧石器～縄文時代の遺跡の標高分布は、湖面変化と関連すると考えられてきた（藤森, 1965）。集落立地は、湖の面積や水源からの距離といった古環境に応じて変化した可能性があるが、それを裏付ける地質学的証拠は十分に示されていない。

研究目的： 本研究では、諏訪湖東岸の湖底遺跡において堆積物コアを採取し、古土壌の記載と各種分析に基づいて後期完新世の湖水位変動を復元した。さらに、既存の陸上コアや遺跡の標高分布と比較し、湖面変動の空間的広がりや集落立地との関連を考察した。

手法とコアの概要： 諏訪湖東岸から約320 m湖心側、水深約2.0 m（湖底標高：約757 m）に位置する湖底遺跡（曽根遺跡）において、全長260 cmの堆積物コア

（SUWASONE_241024コア）を新たに採取した。コアは半裁後、岩相・堆積構造・植物化石・古土壌構造を記載し、AMS放射性炭素年代測定、XRFによる元素分析、含水率測定、非破壊による内部構造の観察を実施した。

結果： 本コアは主に有機質塊状の泥層からなり、2層に細粒砂～極細粒砂からなる正級化砂層を挟む。最深部（260 cm）の年代は約4,200 cal yrs BPで、全体の平均堆積速度は約52.6 cm/kyrである。深度250～240 cmの有機質泥層では、堆積速度が約2.4 cm/kyrと著しく低下する。この層準では、細根化石の密集、集積粘土の発達、SiO₂濃度の急減、含水率の増加が認められる。泥層におけるSiO₂濃度は多くの層準で60 wt.%を超え、諏訪湖に流入する上川・宮川の浮遊泥（54～57 wt.%; 葉田野, 2023）より高く、湖内の珪藻由来と考えられる。深度250～240 cmの有機質泥層でのSiO₂の急減は、掘削地点が一時的に陸化し、珪藻の堆積が停滞したことを示し、約4,200～3,000 cal yrs BPに及ぶ離水期間が示唆される。一方、約3,000 cal yrs BP以降の層準では、根化石の産出が認められるが、離水の証拠となる集積粘土の発達はなく、SiO₂濃度も60 wt.%以上と高く保たれる。したがって、この層準では湖水位が回復し曽根遺跡周辺は再び水没したと考えられる。この有機質泥層（湖成層）は、諏訪湖南岸から約4 km上流の陸上コア（SW2024コア）にまで追跡可能であり、当時の湖面拡大が広域に及んでいたことが示唆される。

考察： SUWASONE_241024コアにおける古土壌の存在とSiO₂濃度の急減は、約4,200～3,000 cal yrs BPに及ぶ離水期間を示す。この期間は、縄文時代晩期～弥生時代前期の低地遺跡（三の丸遺跡、標高約760.4 m；南の丸遺跡、標高約760.7 m）の遺物年代と一致し（藤

森, 1965) , 当時の湖面後退によって低地での集落形成が可能となった可能性が考えられる。その後の湖水位の回復は, 流域の水収支の変化や気候変動, 断層活動などが関与したと考えられる。今後は, 遺物年代と絶対年代との精密な対比や, 流域スケールでの堆積物の連続性や遺跡分布の統合的な解析が求められる。

文献: 藤森, 1965, 地学雑誌 74, 76-94. 葉田野, 2023, 長野県環境保全研究所研究報告18, 61-71. Hatano et al., 2024, Geomorphology 455, 109194.

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏠
 T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

📌 entry

[T7-P-2] Weathering Processes and Pedogenic Transformation of Phyllite in the Nago Formation, Kunigami County, Okinawa: Implications for Erosional Dynamics, Sedimentary Contexts, and REE Geochemistry

*Tokia YAMAGUCHI¹, Seiji OSAJIMA¹, Kohki YOSHIDA¹ (1. Shinshu University)

Keywords : Kunigami Mahji、weathering、soil formation、rare earth elements

はじめに： 沖縄県は亜熱帯海洋性気候に属し、高温多湿な気候を示す。沖縄本島北部には国頭(くにがみ)マージと呼ばれる侵食性の高い赤色土、黄色土が多く分布しているが、農地の造成方法、形態等と相まって、これらの分布地域では、降雨による土壌侵食のリスクが極めて高い[1]。これまでに国頭マージの物理的・化学的性質が報告されているが[1][2]、その生成過程および詳細な侵食と流出のプロセスには不明な点が多い。本研究は、沖縄県中北部に分布する名護層千枚岩の風化過程に着目し、その風化生成物が赤色の土壌（国頭マージ）へと変化する過程と、侵食、堆積システムおよびREE挙動について考察することを目的とする。

研究手法： 名護層千枚岩を母材とする沖縄県国頭郡大宜味村白浜地区の山中に位置する白浜露頭と、東村川田地区の海岸に位置するアカアササキ露頭（白浜露頭から東方向に5 km）の2か所において、露頭観察、岩石薄片観察による組織的变化、密度、含水比、空隙率、土壌硬度測定による物性変化、XRDによる鉱物組成変化、XRFおよびICP-MSによる化学組成およびREE組成の変化を検討した。

結果： アカアササキ露頭は、暗灰色を呈する比較的新鮮な名護層千枚岩が、片理や割れ目から風化し赤色に変化する過程が垂直的に保存されている。原岩の方解石や斜長石、緑泥石が消失し、カオリナイトが生成するほか、これに伴うCaOやNa₂O、MgOの減少傾向が見られる。一方白浜露頭は全体的に強い風化を被っており、片理構造が破壊された様相を呈する名護層千枚岩と、これを礫質な砂堆積物（国頭礫層）が不整合関係で覆う露頭で、露頭最上部は赤色土壌に変化している。堆積物層内での土壌化に伴い白雲母やカリ長石が消失し、針鉄鉱やギブサイト、バーミキュライトやイライト/ス멕タイト混合層粘土鉱物の生成が認められた。鉱物の溶解に伴いK₂Oが減少しており、離れた場所に位置する2つの露頭の千枚岩の風化過程をA-CN-K図[3]に表すと、アカアササキ露頭でA-K軸方向に向かったのちに白浜露頭でA頂点方向に向かい、これらの変化に伴ってCIA値[3]は徐々に減少するという一連の傾向を辿る。物性試験では、アカアササキ露頭でのかさ密度減少と含水率、空隙率の増加、白浜露頭では、地表面付近での急激な土壌硬度の低下が認められた。REEのC1コンドライト規格化ダイアグラム[4]によると、アカアササキ露頭と白浜露頭の千枚岩サンプルは上方に向かってLREE濃度が徐々に減少し、ダイアグラムの形状は右下がりから水平に変化する特徴を示し、Eu負異常が徐々に強まる傾向がある。また、アカアササキ露頭の最上部と白浜露頭の不整合面直下の千枚岩はCe正異常を示す。一方、白浜露頭の堆積物は異なる傾向を示し、不整合面直上のサンプルではMREEが溶脱し、Ce異常が認められないU字型、地表面付近のサンプルではCe正異常とHREEの若干の富化が見られるV字型を示している。

議論： 千枚岩の風化は片理や割れ目などの構造的特徴に制御されるほか、一次鉱物の溶解と粘土鉱物の生成は、空隙や含水率の増加とこれに伴うかさ密度の減少、土壌の硬度低下と密

接に関連していると推測され、物性が変化した箇所は新たな侵食を引き起こす風化段階を示すことが考えられる。アカアササキ露頭と白浜露頭の千枚岩のREEパターンは、ともに風化によってLREEの減少とEu負異常値の増加を示すことから、A-CN-K図やCIA値と同様に、名護層千枚岩の風化を正確に定量できる指標になり得る。白浜露頭の千枚岩や地表付近の堆積物サンプルのREEパターンではCe正異常が認められるにもかかわらず、不整合面直上の礫質堆積物サンプルにおいては生じていない。Ce正異常が地表に露出し酸化的環境下で強風化を被ったことに起因するものと考え、波浪あるいは河川的作用による不整合面形成時に一度、酸化的環境下で風化を被り、その後堆積物が流入し再度風化を被ったことで白浜露頭が形成された可能性がある。

引用文献：[1]翁長謙良・吉永安俊・渡嘉敷義浩, 1994, 農業土木学会誌, 62巻, 4号, 307-314. [2]宮城調勝・近藤 武, 1990, 農業土木学会論文集, 1990巻, 149号, 39-44. [3]Nesbitt H. W. and Young G. M., 1982, Nature, 299, 715-717. [4]Sun S. S. and McDonough W. F. 1989, Geological Society of London, 42, 313-345.

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏢
T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

[T7-P-3] Rock Weathering Processes in Subtropical regions: Behavior of Rare Earth Elements in Upper Cretaceous Nago Formation Sandstone

*Seiji OSAJIMA¹, Kohki YOSHIDA², Tokia YAMAGUCHI³ (1. Graduate School of Shinshu University, Medicine, Science and Technology, 2. Faculty of Science, Shinshu University, 3. Graduate School of Shinshu University, Science and Technology)

Keywords : Okinawa-jima、Subtropical region、rock weathering、Nago Formation、REE、Kunigami Marji

はじめに

希土類元素（以下REE）はLaからLuまでのランタノイド元素とYを含み、軽希土類元素（LREE：La～Eu）と重希土類元素（HREE：Gd～Lu, Y）に分類される。REEは異なる環境下で移動や分化など特異な挙動を示す（Ohta & Kawabe, 2001など）。そのため、岩石の風化状況の評価において有用と考えられる。

亜熱帯の沖縄島北部には、国頭マージと呼ばれる赤色～黄色の風化土壌が分布する。筆者らはこれまで、国頭マージの母材のうち砂岩の風化過程を、造岩鉱物の変質や風化過程に伴う鉱物組成、かさ密度や土壌硬度などの物性から整理してきた。今回、砂岩の風化過程とREE（La～Lu）の挙動を整理し、中国南部の花こう岩風化事例4件（Xiao et al., 2024など）と比較し、亜熱帯地域における岩石の風化様式を検討した。

地質概要

沖縄島北部には、四万十帯に属する上部白亜系の名護層が分布する。名護層は千枚岩、緑色岩、砂岩などからなり、その分布や名称は諸説ある（宮城ほか、2013）。名護層は地表近くで赤色～黄色の厚い風化殻を形成する。筆者らは沖縄島北部大宜味村の丘陵地で確認した強風化砂岩露頭を名護層に属すると考え研究対象とした。また、沖縄島北部各地から新鮮部・中風化部の試料を採取して風化進行過程の整理に加えた。これまでの研究では、名護層砂岩は新鮮部では石英、長石類、火山岩片、白雲母からなるが、風化に伴い長石類や火山岩片が次第に粘土鉱物へ変化し、最終的に石英のほか粘土鉱物と鉄・アルミニウム酸化（水酸化）物へと鉱物組成が変化する過程を明らかにしている。

研究手法

研究対象の露頭は比高約10mの切土斜面であり、最上部は農地造成の過程で掘削除去されている。露頭から採取した試料を用いて、物理試験、薄片顕微鏡観察、X線粉末回折、蛍光X線分析を実施している。今回、露頭から採取した5試料（上部より0.1 m, 1.3 m, 4.1 m, 6.5 m, 10.8 m）について、ICP-AES・ICP-MSによる微量元素分析を実施した。分析はカナダ・ALSCanada Ltd.に依頼した。また、全岩化学組成は0.1mを除く4試料について高知大学海洋コア総合研究センターで行っている。

結果

調査対象の露頭は、細粒凝灰岩の薄層を挟在する中粒砂岩からなる。最上部は赤褐色土壌であり、その直下は黄色、中部から下部は赤色が優勢となる。薄片鏡下観察では、特に10.8mで粒間を埋めるマンガン酸化物とみられる物質が顕著である。全岩化学組成（0.1mを除く）は、Al・Fe・Tiは全深度で大きな変化はないが、Mn・Pは下部から上部へ向かって大きく減少する。全REE濃度は0.1mで27 ppmだが、直下の1.3 mで6 ppmに急減し、その後は

次第に上昇して10.8 mで40 ppmと急激に濃縮する．このうちREE全体濃度に占めるCeの割合は、-0.1m～6.5mでは34～42%であるが、10.8mでは79%と急増する．また、LREEとMn・P、HREEとZrの濃度には相関がある．コンドライトで規格化したREEパターンは、Euを頂点とするV字形を示す．Ce異常は-0.1mでは負、4.1mより深部では正となり10.8mで極端に大きくなる．

考察

LREE・HREEとMn・P・Zrの関係から、LREEはリン灰石やマンガン酸化物に、HREEはジルコンに取り込まれていると考えられる．そのため、LREEパターンの変化は風化時に不安定なリン灰石の分解が寄与している．10.8mでREE（特にCe）が濃縮するのは、マンガン酸化物に吸着されたためと考えられる．Sanematsu et al.(2013)に従うと、中国南部の花こう岩類の風化プロファイルには、全てのプロファイルで最上部に正のCe異常とLREEが枯渇するゾーン（酸化帯）があり、その下部に負のCe異常とLREEが濃縮するゾーン（還元帯）がみられる．本研究の露頭は、最上部は還元帯にあたり、その上部の掘削除去部に酸化帯が存在していたと推察される．したがって名護層砂岩の風化プロファイルは、亜熱帯地域の花こう岩類と同様の風化過程を示していると考えられる．

おわりに

本研究では亜熱帯地域の砂岩風化過程をREE挙動から特徴を明らかにした．今後は風化プロファイルの精度向上を図ることで、土壌風化度の評価に応用可能であると考えられる．

引用文献

- 宮城ほか, 2013, 地質雑, 119, 665-678.
 Ohta & Kawabe, 2001, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 65, 695-703.
 Sanematsu et al. 2013, *Mineralium Deposita*, 48, 437-451.
 Xiao et al., 2024, *Appl. Clay Sci*, 254, 107365.

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 📍
 T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

[T7-P-4] Geochemical Distribution and Characteristics of Red Clay in the Northwestern Pacific

*Masafumi MURAYAMA¹, Taisei HATANO¹, Naomi HARADA², Takuya SAGAWA³, Keiji HORIKAWA⁴, Hideki MINAMI⁵, Hajime OBATA² (1. Kochi Univ., 2. The Univ. of Tokyo, 3. Kanazawa Univ., 4. Toyama Univ., 5. Tokai Univ.)

Keywords : Red Clay、Geochemical Distribution、Manganese Nodule、Northwest Pacific

海底資源として注目されるマンガン団塊やマンガンクラストは、太平洋域で広く産出することが知られている（臼井, 2010）。とくに、マンガン団塊（以下、Mn団塊）は、水深3500m～6000mの堆積速度の遅い（数mm/kyr.）赤色粘土の深海底に存在する。Mn団塊に関する研究は数多くおこなわれてきたが、それらが産出する直下の赤色粘土についての研究例は多くない。そのため、本発表では、Mn団塊の産出した地点とそれ以外の地点の赤色粘土中のFe, Mnなどの元素分布に着目し、その特徴を明らかにすることを目的とした。学術研究船「白鳳丸」KH-22-7次航海、KH-23-2次航海でマルチプルコアラーを使い採取された、東経155度線上の北緯10-50度までの10度ごとの南北トランセクトで5000m以深から採取された海底表層の赤色粘土である。Mn団塊が産出した地点（OP-7；北緯20度）とそれ以外の地点OP-5～22の計16地点の赤色粘土を用いて、X線CT、有機物、XRFとXRFコアスキャナー（ITRAX）による元素分析などの解析をおこなった。また、船上で測定された海底直上海水（-15m）の溶存酸素量との比較もおこなった。その結果、Mn団塊の産出のあった地点（OP-7）を含む低緯度地域で有機物含有量が低く、直上海水の溶存酸素量は高い値（176.9μmol/kg）を示した。これは、南極周極流由来の下部周極深層水（LCDW；Lower Circumpolar Deep Water）の経路上付近（Kawabe and Fujio, 2010）であると考えられる。各地点の表層試料（0～1cm）を用いた元素分析の結果、Mn団塊の産出のあったOP-7では、Fe/Al比が0.49～0.51と高く〔地殻平均値, 0.39（Wedepohl, 1995）〕、また、Fe₂O₃、MnO、Al₂O₃、TiO₂、P₂O₅もそれぞれ高い値を示した。以上のように、北西太平洋域の赤色粘土の元素分布とその特性について報告をおこなう。

【参考文献】

臼井朗 (2010) 海底鉱物資源 - 未利用レアメタル資源の 探査と開発 - . オーム社.
 Kawabe, M. and Fujio, S. (2010) Pacific ocean circulation based on observation, *Journal of Oceanography*, 66, 389-403.
 Wedepohl, K. H. (1995) The composition of the continental crust, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 59, 7, 1217-1232.

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏠
T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

◆ entry ◆ ECS

[T7-P-5] Evolution of the Fossilized Forest in the Hitoyoshi Formation, Hitoyoshi Basin, Kumamoto: Insights from Soil Stratigraphy and Structure

*Haruki Sugiyama¹, Kohki Yoshida^{1,2} (1. Graduate School of Medicine, Science and Technology, 2. Faculty of Science, Shinshu University)

Keywords : Pliocene、Sedimentary environment、Paleosol、Hitoyoshi Formation、Fossilized Forest

はじめに

化石林は樹木が生育位置で直立したまま埋没して保存された現地性の樹木化石群であり、その存在は埋没時直前にその地に草原または森林が成立し、土壌が形成されていたことを示す。樹幹の根の長さ・分布・伸長方向は、洪水頻度や地下水位の深さなど当時の水分条件を定量的に読み解く手がかりとなる、と考えられている (Retallack, 2001)。

熊本県人吉盆地の鮮新統人吉層(田村ほか, 1962; 鳥井ほか, 1999)では、球磨川河床に多数の直立樹幹が保存された化石林が分布し、その周囲に古土壌が発達する。古土壌に発達する団粒構造・集積粘土の構造・有機物の形態などの微細構造は、土壌化の進行度や酸化・還元状態を反映するため (Retallack, 2001)、陸上環境を復元する上で重要な指標となる。本研究では、人吉層に発達した古土壌を用いて当時の陸上環境を復元するため、堆積相解析により化石林が発達した地形的条件を推定し、古土壌薄片の微細構造観察から土壌化の進行度を評価し化石林成立の要因を明らかにした。

地質概説

人吉層は、四万十帯および肥薩火山岩類を源とする礫岩・砂岩主体の下部と、凝灰質泥岩が優勢な上部に二分されている (田村ほか, 1962)。その年代は挟在する凝灰岩の K-Ar 法により高精度で求められており、人吉層下部の船戸凝灰岩部層が 2.72 ± 0.25 Ma、人吉層上部の山田凝灰岩が 2.58 ± 0.08 Ma と報告されている (鳥井ほか, 1999)。人吉層下部については、林ほか (2007) が堆積相解析を行い、湖周辺に発達したファンデルタ堆積物と解釈している。人吉層上部からはヒシ (今西・宮原, 1972)、淡水二枚貝 (田村ほか, 1962)、淡水海綿 (松岡ほか, 2006) など、湖沼環境を示唆する化石群が報告されている。

今回報告する化石林は礫質な河道堆積物と氾濫原堆積物で特徴づけられる礫質網状河川堆積物中の氾濫原相に発達する。また化石林は人吉層下部 (扇状地堆積物) と人吉層上部 (湖成層) の境界付近に位置する。

化石林の古土壌の特徴

人吉層下部の化石林層準に認められる古土壌プロファイルは、黒色で有機質に富む A 層、粘土集積と団粒構造が発達する B 層、堆積構造がほぼ保存され、土壌化の影響が最小限の C 層からなる土層分化を示す。露頭全体にわたり明瞭に土層分化した古土壌が複数重なる。また、本来は A 層から C 層まで土層分化していた古土壌プロファイルも、古地表面の削剥により主として A 層上部が、場合によっては B 層上部までも欠落した不完全な形で保存されることが多い。

本研究では、各土壌層位について有機物の形態、集積粘土の発達様式、団粒構造の階層性に着目し、薄片観察に基づく詳細記載を行った。その結果、団粒構造は (1) 土層に局所的に

0.2mm程度の小さな団粒が形成される段階(初期段階), 土層全体に0.2-0.5mmサイズの団粒が発達する段階(発展段階), (3) 0.2mmサイズの小さな団粒が結合して生じた2-5mmサイズの大型の角ばった団粒が発達する段階(成熟段階), の3つに区分された。

議論

これら多様な団粒構造は、洪水後に供給された新鮮な堆積物が微生物活性と有機物分解の進行に伴って土壌化を開始する初期段階, 団粒化が進行して土壌生物群の活動が著しく活発化し、植生と気候が比較的安定する発展段階, さらに団粒間孔隙が発達して保水機能が向上し、高度に安定した土壌環境が維持される成熟段階へと移行する、連続的な土壌生成サイクルを示している。このような土壌生成サイクルは、氾濫原の拡大と旧流路の放棄が繰り返されるなかで、安定期に長期的な土壌化が促進されるような古環境を反映していると考えられる。大型の団粒構造は、洪水で運ばれた団粒を含む堆積物が後に再び土壌化したか、あるいは地表面の更新によって新たな土壌化と団粒構造の形成進んだことを示唆する。こうした洪水 - 安定サイクルの下でも河畔林は維持されており、洪水のような攪乱要因が存在しながらも温暖湿潤な気候条件のもとで河畔植生が更新を繰り返して持続したと結論づけられる。

引用文献

林ほか, 2007, 熊本大学教育学部紀要, **56**, 71-77. 今西・宮原, 1972, 熊本大学教養部紀要, **7**, 27-31. 松岡ほか, 2006, 豊橋市自然史博物館報, **16**, 31-37. Retallack, G. J., 2001, Blackwell, Oxford, 404p. 田村ほか, 1962, 熊本大教育学部紀要, **10**, 49-56. 鳥井ほか, 1999, 地質雑, **105**, 585-588.

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 📍
T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

◆ Highlight

[T7-P-6] Automatic identification of discontinuous structure using high-resolution digital outcrop model: Application to 3D structural geological survey of the Misaki Formation, Miura Group

*Masahiro OHKAWA¹, Kota OSAWA¹, Ryo OKINO¹, Duy Bui-Khuong², Dzung Dinhkhac², Shigeaki MATSUO¹ (1. Mitsubishi Materials Techno Corporation, 2. A.N.Lab Jsc)

【ハイライト講演】 本講演では、SfM (Structure from motion)多視点ステレオ写真測量技術を用いて作成したデジタル露頭モデルから地質構造を自動抽出することで、これらの技術の地質調査への適用を評価している。地質調査には研究者の主観性が強く出ることが多かったが、このような技術が進めばより説得力のある客観的なデータが誰にでも取得できるようになるのかもしれない。 ※
[ハイライト講演とは...](#)

Keywords : SfM、Digital outcrop model、Structural Geology、Discontinuous structure、Automatic Extraction

SfM (Structure from motion)多視点ステレオ写真測量技術を用いた三次元モデリングは、地形調査（早川ほか，2016）や森林調査（松浦，2019）など、様々な分野で活用が進んでいる。一方で、地質調査における三次元モデル（例えば、点群モデル）の適用事例は少ない。近年、複数の研究者が露頭の点群モデル（デジタル露頭モデル）を用いて、断層や層理面などの不連続構造を抽出し、地質構造の調査を行っている(e.g., Cirillo et al., 2022)。デジタル露頭モデルを用いた地質情報の抽出は、人為的なバイアスの影響を低減した定量的な地質構造調査を可能にし、アクセスが難しい急峻な地形においても安全かつ効率的な調査ができるという利点を持つ(Menegoni et al., 2019)。そこで、SfM-MVS (Multi-View Stereo) 技術により作成した高解像度デジタル露頭モデルを用いた不連続構造の自動抽出法を開発し、その地質構造調査への適用性を評価した。

開発した方法は不連続面ならびに線構造の抽出に分類され、前処理として、点群の法線と曲率をJet fitting (Cazals and Pouget, 2005)を用いて計算した。次に、k-means++ (Arthur and Vassilvitskii, 2006)および密度ベースのクラスタリングアルゴリズムであるHierarchical Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (HDBSCAN; Campello et al., 2013)を組み合わせたクラスタリング手法により、不連続面を自動抽出するとともに、点群の曲率情報を用いた不連続点の抽出と、それに続く接続アルゴリズムを組み合わせた手法 (Guo et al., 2018, 2022)を適用し、不連続線構造を自動抽出した。さらに、本研究では自動抽出された不連続構造に対して、Random Sample Consensus (RANSAC; Fischler and Bolles, 1981)法を用いて近似面を求め、そこから傾斜や傾斜方位角といった地質情報を自動的に数値化する機能を追加した。これにより、デジタル露頭モデルから不連続構造とその地質情報を自動抽出する手法を構築した。

本研究では、開発した手法の精度を確認するため、まず傾斜および傾斜方位角が既知の立体図形の三次元モデルを作成し、このモデルから自動抽出された不連続構造の傾斜および傾斜方位角を既知の値と比較した。比較の結果、傾斜および傾斜方位角の差は数度未満であり、本手法が地質構造調査に適用可能であることが確認された。この検証結果に基づき、次のス

テップとして三浦半島の三浦層群三崎層を対象にデジタル露頭モデルの作成と不連続構造の自動抽出を行った。対象地域の三崎層は岩相が単調であり、特徴的な洗濯板状の構造が認められる。この構造は、シルト岩が凹部を、スコリア質砂岩が凸部を形成しており、両岩石の浸食に対する抵抗性の差異に由来すると推定されている（鈴木ほか，1970）。これら凹凸部は地層の走向方向に沿って伸長しており、境界面の一部は層理面を示すと考えられる。従って、侵食面の一部が層理面を示す三崎層は、本手法による地質情報抽出の評価に適したフィールドであると判断した。

三崎層のデジタル露頭モデルから不連続面および線構造を抽出し、層理面および断層と判断される構造の傾斜および傾斜方位角を抽出・評価した。その結果、三崎層の層理面は一貫して北北西方向に傾斜しており、傾斜角は一般に50～70°であった。また、三崎層に発達する小断層は、主に北西、西南西、ならびに北北東方向に向かって比較的急傾斜（50～90°）しており、野外観察結果と整合する結果が得られた。これらの結果は、デジタル露頭モデルを用いた不連続構造の自動抽出法が、対象地域の層理面や断層構造を定量的に認識・評価する上で非常に有効な手法であることを示すものである。

早川ほか，2016，地形；松浦，2019，森林科学；鈴木ほか，1970，地理学評論；Fischler and Bolles, 1981, CACM; Cazals and Pouget, 2005, CAGD; Arthur and Vassilvitskii, 2006, Stanford; Campello et al., 2013, PAKDD; Guo et al., 2018, Int. J. Rock Mech. Menegoni et al., 2019, Eng. Geol.; Cirillo et al., 2022, ISPRS int. j. geo-inf.; Guo et al., 2022, Remote Sensing.

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏢
 T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

◆ entry ◆ ECS

[T7-P-7] Development of VR system for observation of strata using 3D outcrop model by Unreal Engine 5

*Kento Sugimoto¹, Hajime Naruse², Miwa Yokokawa¹ (1. Faculty of Information Science, Osaka University of Technology, 2. Kyoto University)

Keywords : VR、outcrop、CG、virtual space、Virtual Tour、Unreal Engine 5、Metashape、Support for Learning Strata

Unreal Engine 5による3D露頭モデルを用いたVR地層観察システムの開発

Development of VR system for observation of strata using 3D outcrop model by Unreal Engine 5

*杉本 健人¹、成瀬 元²、横川 美和¹

*Kento Sugimoto¹

, Hajime Naruse²

, Miwa Yokokawa¹

1. 大坂工業大学情報科学部、2. 京都大学

1. Faculty of Information Science, Osaka University of Technology, 2. Kyoto University

1. はじめに 近年、学校現場ではICT環境の整備が進み、理科や地学分野でもデジタル教材を活用した学習

が注目されている[1]。一方、地層の構造や地質現象の理解には、現地での空間的な観察が不可欠であるにもか

かわらず、地質露頭へのアクセスの困難さや、安全管理、時間的制約などの理由により、野外実習の機会が十

分に確保できない学校も多い。また、地層の傾きや重なり、断層などの三次元的な構造は、平面的な画像や図

解だけでは直感的に理解しにくく、生徒にとっては「わかりづらい単元」のひとつとされている [2]。そこ

で本研究では、フォトグラメトリ技術 (Agisoft Metashape) を用いて写真から露頭を3Dモデル化し、それ

をUnreal Engine 5を用いてVR空間上に再構成することで、前後左右上下に自由に動きながら地層を観察でき

る、体験型・没入型の学習環境の構築を試みた。本研究は、地質教育における「体験の不足」を補い、実地観

察に近い理解と興味喚起を可能にするデジタル教材の新たな形を提案するものである。

2. 対象地点の撮影 今回対象とするのは、天草地域の上部白亜系姫浦層群で、海底扇状地の海底チャネル堆積物である。ドローンを用いて、3Dモデルを構築できる制度で撮影を行った。撮影時は光の乱反射を避けるため、曇天または朝夕の時間帯を選び、影やハレーションを極力抑えるよう配慮した。

3. 3Dモデルの生成撮影した画像はAgisoft Metashapeに読み込み、写真測量法 (フォト

グラメト

リー)による3Dモデル化を行った。点群データ生成後、高密度メッシュへの変換、テクスチャの自動貼付を実

施し、最終的に.obj形式でエクスポートした。エクスポート後のモデルは、Unreal Engine 5へのインポートに

適した形式(.fbx)で再保存した。VR空間の構築Unreal Engine 5(バージョン5.3)において、VRテンプレ

ートをベースにプロジェクトを構築した。上記で生成した露頭モデルをインポートし、Meta Quest 3との接

続により、VR内での自由な移動・視点回転・スケーリングが可能な環境を設計した。学習者はコント

ローラー操作により、前後左右上下への移動、任意の視点からの観察が行える。ハンマーを用いるなどの体感

的な要素も加える計画である。5. 引用文献[1] 文部科学省(2021)。「GIGAスクール構想の実現につい

て」。文部科学省。https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_00001.htm [2] 飯田和也・鶴田浩士・小

嶋康太郎(2023)。「3DモデルとGoogle Earthを組み合わせた地層のVR教材の開発と評価」。地学教育と科

学教育, 66巻, 1号, pp.5-14.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/sjst/63/3/63_C21003/_article/-char/ja

VR、露頭、CG、仮想空間、バーチャルツアー、Unreal Engine 5、メタシェイプ、地層の学習支

援

VR, outcrop, CG, virtual space, Virtual Tour, Unreal Engine 5, Metashape, Support for Learning

Strata

Keywords:

Development of VR system for observation of strata using 3D outcrop model by Unreal Engine 5

*Kento Sugimoto1

, Hajime Naruse2

, Miwa Yokokawa1

1. Faculty of Information Science, Osaka University of Technology, 2. Kyoto University

VR, outcrop, CG, virtual space, Virtual Tour, Unreal Engine 5, Metashape, Support for Learning

Strata

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏢
T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

📌 entry 📌 ECS

[T7-P-8] *Separation of multimodal particle size distributions using the EM algorithm and application of functional data analysis*

*Takehiro YOSHIDA¹, Miwa YOKOKAWA¹ (1. Osaka Institute of Technology Information Science and Technology)

Keywords : Particle size distribution、multimodal distribution、Lognormal distribution、EM algorithm、Functional data analysis

[はじめに]

粒度分析は多峰性を示すことが多い。先行研究では、一般的に、中央径、分級度、歪度、尖度といった堆積物粒度に関する代表的なパラメータが用いられてきた。しかし、それは粒度分布が単峰性を示すと仮定した場合である。多峰性の粒度分布は、複数の単峰性の粒度分布が混ざり合った結果と考えられ、異なる供給源や堆積過程を反映していると考えられている。Yamaguchi et al. (2024) は、多峰性の粒度分布を解析するには、単峰性の粒度分布に分解し、解釈することが望ましいとして、期待値最大化 (Expectation Maximization : EM) アルゴリズムを用いて多峰性の粒度分布を適切な成分に分離した。本研究では分離した単峰性の粒度分布に対して関数データ解析を適用する。関数データ解析は本来連続的に表されるような離散的データを連続的なデータとみなして分析する手法である。本研究では、京都市左京区にある高野川砂州に対してEMアルゴリズムを適用し、それぞれの粒度分布に対して関数データ解析を用いて解釈を行えるか検討する。

[EMアルゴリズム]

EMアルゴリズムは、パラメータの最尤推定量を求める反復法の一つである。EMアルゴリズムでは、期待値ステップと最大化ステップを交互に繰り返すことで最尤推定量を求める。期待値ステップでは、現在のパラメータの推定値を用いて期待値を計算する。最大化ステップでは、期待値ステップで求めた期待値を最大化するパラメータを計算する。EMアルゴリズムは、混合正規分布を構成するそれぞれの正規分布の混合比、平均、および標準偏差を生成する。分析はRで行うことができ、EMアルゴリズムは“mixR”というパッケージを用いることで容易に実装できる。

[関数データ解析]

松井 (2019) は、日ごとの気温や日照時間といった1つの個体が時間や位置などの変化に応じて繰り返して測定されるデータを経時測定データと呼んでいる。経時測定データに対して個々のデータを関数化し、得られた関数をデータとして扱う方法が関数データ解析である。関数データ解析を用いる利点として3つの利点が挙げられる。1つ目は観測データに混入されるノイズを除去することができる点である。観測ノイズによりデータのばらつきが大きい場合には本質構造をとらえるのが難しくなる。2つ目は観測時点数の増大によるデータの高次元化を抑えることができる点である。データの高次元化を抑えることで推定量が不安定になる可能性を抑えることができる。3つ目は個体ごとに観測時点や観測時点数が異なっても容易に分析することができる。一般的に多変量解析手法を直接適用する場合、観測時点や観測時点数の違いは分析を困難にする。これらの3つが関数データ解析の利点である。分離されたそれぞれの粒度分布は経時測定データとみなして関数データ解析を適用することがで

きると考える。

[試料]

試料は、2025年3月10日に採取した京都府左京区にある高野川の砂州の試料を用いる。試料は上流（京都府京都市左京区八瀬近衛町520：猫猫寺付近）と下流（京都府京都市左京区下鴨宮河町：河合橋下）の2種類がある。これらは7km離れている。その2つの試料から高野川の上流と下流で堆積状況や堆積過程に差があるのかを比較することができる。これらの試料の粒度分布を表し、EMアルゴリズムと関数データ解析を用いて解釈できるか検討する。

[引用文献]松井 秀俊(2019). 関数データに基づく統計的モデリング. 統計数理. **67**(1). 73-96.

Yamaguchi,N., Ando,T., Enokida,T., Nakada,N., Yamaki,S., Ohta,T.
(2024). Logratio analysis of components separated from grain-size distributions and implications for sedimentary processes: An example of bottom surface sediments in a shallow lake. *Sedimentology*. **71**. 1291–1304.
doi:10.1111/sed.13174.

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏢
T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

[T7-P-9] Lateral changes in erosion volume due to inconsistencies: Examples from the Yatsuo Group and the Tonami Group of the Middle Miocene in Toyama Prefecture.

*Yusuke Nakayama¹, Toshiyuki Kitazawa¹ (1. Graduate School of Geo-Environmental Science)

Keywords : unconformity、Amount of erosion、Middle Miocene、Toyama Prefecture、Consolidation degree

1.はじめに

不整合とは、ある境界面を境に上下の層で堆積年代に違いがみられる両層の関係を指す。一般的に不整合面より下位の層は幾ばくか侵食を受け、もとの層厚より薄い地層が残る。不整合による侵食量が分かれば、不整合下位層堆積後から上位層堆積前までにどの程度の地表の削剥があったか推定でき、ひいては隆起量を考察する手掛かりになる。侵食量の推定に関して、盛岡・佐々木（1975）では、標準圧密試験機を用いて不整合面付近の岩盤の硬さの違いから不整合に伴う削剥量の計算を行った。しかし、大型機械で岩盤の硬さを測定する際、サンプル数に限りがある。そこで、小型の測定機器を用いて現地で大量の硬さデータを得ることで、不整合上下の地層の硬さの違いを求めることができる。整合一連で堆積した地層は地層間に時間的間隙がないため、岩盤の硬さは上位にむかって連続的に軟らかくなっていくと考えられるが、不整合上下の地層の硬さには違いがみられることが多い。その違いが大きいほど、不整合形成時の侵食によって欠損した地層が厚かったことを示していると考えられる。そこで、地層の侵食量を推定する手法の開発しつつ、不整合による侵食量の空間的变化を明らかにすることとする。

2.調査地概略

富山県西部砺波平野を流れる庄川から、富山平野を流れる神通川にかけて分布する八尾層群と音川層群の不整合面が東西に伸びる地域を対象とする。露出する地層は、早川・竹村（1987）の層序区分に従うと、下位から中部中新統八尾層群東別所層、上部中新統砺波層群天狗山層、上部中新統音川層が分布し、三層ともに不整合関係である。東側へいくにつれ、天狗山層は顕著に侵食され層厚を減じ、東部では完全に消滅する。よって、東部地域は、下位に中部中新統八尾層群東別所層、上位に上部中新統砺波層群音川層が直接接する形で分布している。

3.手法

現地調査では、ルートマップ作成、単層ごとにGS型シュミットハンマーで反発強度（固結度とみなす）を測定する。1地点につき15箇所測定する。また、測定地点ごとに粒度分析用の試料採取を行う。室内解析では、ルートマップからルート柱状図を作成し、最下部から測定地点までの累積層厚を求め、層準と固結度との関係を求める。不整合によって侵食された層厚を推定するために、まず層準と固結度との関係を示した図を粒径（砂岩と泥岩）で区別する。不整合面下位層の最下部から不整合面直下の下位層までの固結度変化傾向を近似直線で示す。不整合によって下位層が侵食されなかった場合、この固結度変化傾向近似直線は、不

整合面よりも上方へ外挿されるはずである．固結度が0になる累積層厚を下位層の堆積時の最大層厚として，最大層厚から不整合面下位層の最下部から不整合面までの現存する層厚を差し引いた分を不整合によって侵食された層厚であると考えた．また，不整合面直上の上位層でも固結度の変化傾向を求め，不整合面下位層の固結度変化傾向近似直線との関係から，侵食量推定方法を分類した．

4. 結果

累積層厚と固結度との関係から，砂岩の固結度変化傾向は下位から上位にかけて微小ではあるが減少傾向だった．泥岩は，測定地点が少なかったこともあって，固結度変化傾向がみえなかった．不整合面直上と直下に分布する凝灰岩層の固結度は，局所的に増減が著しくみられた．不整合面を境に下位層と上位層との間で，顕著な固結度のギャップはみられなかった．また，地点毎の固結度標準偏差が大きい場合が多くみられた．

5. 考察

累積層厚における不整合面の層準から下方と上方に50mずつ（合わせて約100m），砂岩と泥岩それぞれの粒径の固結度データから削剥量を求めたところ，不整合面下位層・上位層ともに固結度変化傾向（分布）がほぼ一定なので，不整合面よりも下位の層が不整合形成によって削剥された層厚と，不整合面直上に新しく堆積した層厚が同じだったのではないかと考えた．よって，不整合面下位層の固結度変化近似線を上方へ外挿し，切片に当たる116.22mから累積層厚での不整合面位置50.14mを差し引いた66.08mの層厚が削剥されたと推定した．

しかし，近似線の R^2 値が低いことや，地点毎の固結度の標準偏差が大きいことから推定削剥量は正確な値を示せていると現時点では言えない．今後の調査で新しく追加した他地域の固結度の変化傾向も含めて，議論をしていく．

6. 引用文献

早川秀樹，竹村厚司，1987．富山県八尾地域の新第三系．地質学雑誌，93，717-732．
盛岡富夫，佐々木康二，1975．仙台付近の地すべりと不整合についての研究．応用地質16，4号，27-35．

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏢
T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

📌 entry 📌 ECS

[T7-P-10] Lithofacies classification model from CT scan images using a 3D convolutional neural network

*Ryota KIKUCHI¹, Hajime Naruse¹ (1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University)

Keywords : Deep Learning、3D convolutional neural network、X-ray CT Scan、Boring core

ボーリングコアの岩相記載は地質学的研究における基本的なプロセスであるが、研究者自身の経験に依存しやすく、時間的コストや主観性が課題となっている。こうしたプロセスの迅速化・客観化を目的として、近年ではAI技術、特に深層学習の応用が注目されている（Liu et al., 2023）。そこで、本研究では、コア内部の三次元構造を非破壊で可視化可能なX線CTスキャン画像に対して、3次元畳み込みニューラルネットワーク（3D-CNN）による岩相の自動判別モデルの構築を試みた。

研究手法は以下の通りである。まず、対象としたCT-DICOMデータ(約15000スライス、解像度：512×512ピクセル、スライス厚0.5 mm)に対して、塩ビパイプの領域の除去などの前処理を施し、ボーリングコアの3D画像データセットを作成した。教師データとしては、事前に作成された柱状図に基づき、（１）砂質層、（２）生物攪拌を受けた泥層、（３）均質な泥層の３種類の岩相ラベルを設定した。トレーニング画像に対して3D-CNNの学習を行い、次に学習済みモデルをテスト用3D画像データに適用して、判別結果を柱状図として出力した。本研究で用いた3D-CNNは、入力として32×32×32ピクセルのCT画像パッチ(鉛直方向16 mm)を使用し、2層の3D畳み込み層（16→8フィルタ、いずれも3×3×3）および2層のMaxPooling層によって特徴抽出を行った。抽出された特徴ベクトルはFlatten→Dense層を経てSoftmax関数によって分類される構造をとる。

以上を用いた判別分析の結果、（１）の砂質層は（２）および（３）の泥層とよく区別されていた(accuracy=85.2%、precision=82.6%、recall=88.4%)のに対し、（２）生物攪拌を受けた泥層と（３）均質な泥層との間の判別精度は低かった(accuracy=33.1%)。学習済みモデルの性能を分析するため、t-SNE法によりCNNのエンコーダ部分の出力ベクトルを変換し、特徴空間の可視化を行った。その結果、やはり砂質層と泥質層はよく区別されており、CT画像のみを用いても主要な岩相を分類することのできる実用的なモデルの構築は十分に可能であることが示された。一方、２種類の泥層は、t-SNE特徴量空間の中で単一の大きなクラスタ内に混在していた。この結果は、両者が肉眼では識別可能であるにもかかわらず、CT画像上での特徴が類似していることを示唆している。

本研究は、3D-CNNを用いたCT画像解析が砂層と泥層の判別において非常に有効であることを実証するとともに、泥層からの情報の抽出には一層の工夫が必要であることを明らかにした。今後は、コア断面写真や化学組成測定結果などをCTスキャン画像データに追加し、統合的な分析によって岩相の自動判別手法の確立を試みる予定である。

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏠
 T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

[T7-P-11] What is the triggering mechanism of the turbidity current associated with 2011 Tohoku-oki Earthquake: Investigation by numerical experiments

*Hajime Naruse¹, Ryo Nakanishi² (1. Kyoto University, 2. AIST)

Keywords : sediment gravity flow、neural network、inverse analysis、tsunami、deep sea

2011年東北地方太平洋沖地震による津波は日本海溝で混濁流（turbidity current）を引き起こした。この現象は海底設置型圧力計（OBP）および堆積物コアの分析により確認されている。特に、直径75 cm、重さ42 kgのOBPが約1 km移動しており、その移動には2.3 m/s以上の流速が必要であることが分かっている。また、堆積物コアでは広範囲にわたって最大60 cmを超える津波起源の混濁流堆積物（津波タービダイト）が確認されている。本研究では、この津波起源混濁流の発生メカニズムを数値実験を用いて検討した。数値モデルとして2次元浅水混濁流モデルを用い、地震による底質液状化と津波による海底侵食という二つの仮説を検証した。数値実験の結果、地震起因モデルでは混濁流が海溝まで到達可能であるが、観察された広範囲の堆積を再現できないことが判明した。一方、津波起因モデルでは、海底の侵食とそれに伴う懸濁物の自己加速により、複数回のサージに分かれて広域に堆積物を供給する現象が再現され、869年貞観津波に伴う混濁流堆積物の分布とも一致した。しかし、Delft 3Dを用いた津波数値シミュレーションによると、2011年津波でさえも単独では十分な懸濁物を生じさせることが難しいことが示された。このため、地震による底質の液状化と津波による侵食が複合したメカニズム（ハイブリッドモデル）の考慮が必要であると考えられる。また、深層ニューラルネットワーク（DNN）を用いた逆解析により、堆積物コアデータから混濁流の初期条件の復元可能性を検討した。人工データによる予備的な解析では、コアの数を増やすことで混濁流の初期条件推定の精度が向上することが示された。本研究により、津波起因の混濁流が深海堆積物記録の形成に重要な役割を果たしていることが明らかとなり、巨大地震の歴史復元のための手法的枠組みを提示した。今後は、高解像度の地形データを組み込んだモデルの改良とコア試料のさらなる増加を通じて、逆解析の精度向上を目指す。

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏢
T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

[T7-P-12] Estimation of seafloor erosion by tsunami in shallow marine area

*Yuka YOKOYAMA¹, Tetsuya Matsunaka², Shinya Ochiai², Izumi Sakamoto¹ (1. Tokai Univ., 2. Kanazawa Univ.)

Keywords : The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake and Tsunami、tsunami deposit

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震津波（以下、2011年東北沖地震津波）によって東北地方太平洋沿岸域は甚大な被害を受けた。2011年東北沖地震津波後は、海域から陸域にかけて津波堆積物に関する研究が行われ、堆積物が広範囲にわたって分布することが報告された。三陸海岸浅海域では、津波による地形変化、津波堆積物の特徴・分布、津波時堆積過程および地震津波発生から約10年間での経年変化検討が行われている（横山他、2024など）。それらの特徴から、津波が海域に広く堆積物を運搬すること、それに伴い海底面を攪乱・侵食することが明らかとなった。しかし、地震津波以前の情報が少ない浅海域では、津波が海底に与えた直接的な影響の全容は明らかとなっていない。本研究では、津波による海底の侵食量を検討するべく、津波によって侵食される以前の海底面の復元を試みる。

海底面の復元は、岩手県陸前高田市広田湾で2015年採取した堆積物試料（水深30 m）を用いて行った。堆積物試料のうち、津波前層の堆積速度を求め、本来の海底面（津波が発生しなかった場合の面）と実際に採取された試料から確認された海底面（津波による影響を受けた後の面）の差を得ることで、津波が海底面をどれほど侵食したのかを推定することを試みた。堆積速度は、金沢大学所有のゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトルメトリー法によってPb-210およびCs-137を検出し求めた。また、合わせてC-14年代測定を用いた。ガンマ線スペクトルメトリー法では、9層（津波堆積物層：5層、津波前層：6層）、C-14年代測定では津波前層から3層の分析を行った。

その結果、津波堆積物層（0~13 cm層）では、Cs-137とPb-210ともに確認されたが、津波前層では未検出となった。したがって、津波前層は、少なくとも100年以上前に堆積した層であることが示唆された。また、Cs-137は津波堆積層最上位（0~6 cm）でのみ検出され、その下位では未検出となった。これより、6 cmを境にその上位と下位で堆積時期または過程が異なることが推察される。2011年東北沖地震津波時には、地震発生後の3月12日に福島第一原発の事故対応によるガス放出が行われ、地震後の調査から、ガス放出に伴いCs-137も放出されたことが確認されている。実際に、東日本の広範囲の沿岸海底堆積物からCs-137が検出された（乙坂、2013）。したがって、本研究で確認されたCs-137は、福島第一原発由来のものと推定され、最上位は3月12日以降に堆積した堆積物と推定される。最上位の堆積物は、粗粒シルトからなり、津波による影響があった3月11日には堆積せず、津波の影響がなくなった3月12日以降にゆっくりと海底に堆積したと考えられる。

津波前層から210-PbおよびCs-137が検出されなかったため、津波堆積物層直下にあたる津波前層（①14~15 cm層、②16~17 cm層、③17~18 cm層）においてC-14分析を行った。その結果、津波堆積物層直下の堆積年代は①1631~1669 calAD、②1616~1646 calAD、および③1540~1635 calADと推定された。単純計算で堆積速度を考えると、①~③の約4 cm堆積するには、最も早い場合で約30年（0.13 cm/年）、最も遅い場合では約130年（0.03 cm/年）かかる。この結果から、非常に簡易的に海底面の復元を考える。堆積物試料の18 cm層が、1635 calADだと仮定すると、2011年までは342年間あるため、堆積速度が最も速い場合

では、2011年時には層厚44.5 cm堆積していた可能性が考えられる。しかし、実際には、層厚18 cmしかないことから、約25 cm分減少したと考えられる。逆に堆積速度が最も遅い場合では、海底面下に層厚10.3 cm堆積したと考えられ、むしろ津波後で堆積物量が増えたと推察される。津波時には、海底侵食が起きた後または同時に、堆積物が形成され、堆積速度・場所によっては、結果として侵食で減少する量より、新規に堆積した堆積物量が多い可能性が示唆された。これらは、あくまで単純計算からの推察結果のため、地形・堆積構造・粒度組成とも合わせ、年代結果をより慎重・詳細に解析を行う必要がある。

[引用文献]横山ほか(2024)PGU2025,MIS-07. 乙坂(2013)Isotope News, 710, 12-15.

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏢
T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

[T7-P-13] Sedimentological features of the event deposits in Nachikatuura, eastern Kii Peninsula

*Dan MATSUMOTO¹, Yuki SAWAI¹, Yuichi NAMEGAYA¹, Koichiro TANIGAWA¹, Yumi SHIMADA¹ (1. GSJ, AIST)

Keywords : Event deposits、Tsunami、Nankai Trough、Sedimentary facies、Grain-size analysis

南海トラフ沿岸では、海溝型巨大地震の発生に伴う津波が繰り返し襲来しており、次の巨大地震の発生が切迫している状況である。約1000年前以降の地震履歴は歴史史料の解析によりおおそ解明されているが、それよりも古い記録については津波堆積物や地殻変動といった地質学的側面からのアプローチが重要となる。そこで本研究では、文部科学省委託事業「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」（令和2～6年度）の一環として、紀伊半島沿岸域における過去の津波履歴を解明することを目的に、紀伊半島東部に位置する和歌山県那智勝浦町の沿岸低地においてジオスライサー調査を実施した。得られた柱状試料の観察や粒度分析結果をもとに堆積相解析を行い、津波堆積物の可能性があるイベント層がみられたので、以下報告する。

調査地は那智勝浦町下里地区の海岸から約700 m程度離れた低地である。この低地は幅約50 m程度の狭い谷底に位置し、その標高は約1.5～2.5 mである。この低地の7地点において、1地点あたり2～3本（計16本；SS-1～16）のジオスライサー試料（掘削深度1.40～2.90 m）を掘削し、肉眼観察のための剥ぎ取り試料を作成するとともに、年代測定や粒度分析のための連続試料採取を行った。このうち、最も長い試料が得られたSS-16コアでは、深度2.61 m以下の泥質干潟堆積物を覆うように級化砂層が4枚累重している（深度1.40～2.61 m）。各級化砂層は約15～40 cmの厚さで、下部は淘汰のよい細粒～極細粒砂からなり、平行葉理が発達する。上部は植物片を多量に含む泥質の細粒～極細粒砂からなり、巣穴状の生痕が観察されるほか、強く生物擾乱を被っているところもある。級化砂層下位の干潟堆積物から直上の級化砂層最下部にかけて、級化砂層の下部から上部にかけて、脱出構造（escape structure）を示す生痕がみられるところがあり、脱出構造の近傍でカニの爪化石がみられる。また、級化砂層中には二枚貝や有孔虫、貝形虫、海綿骨針などが含まれており、海側からの堆積物供給が示唆される。級化構造や平行葉理、脱出構造を示す生痕からは、この級化砂層が1回もしくは複数回にわたる突発的イベントにより比較的短時間のうちに形成された可能性が示唆され、海側からの堆積物供給を考慮すると、津波や暴浪による遡上波によって形成されたと考えられる。

次に、級化砂層の形成年代を推定するために、級化砂層の上下の堆積物から葉や小枝などの植物化石を拾い出し、放射性炭素年代測定を行った。その結果、級化砂層は約5300～49000年前に形成されたことが明らかとなった。下里地区の低地から約1～2 km程度離れた那智勝浦町八尺鏡野湿地や太地町下河立湿地で実施された津波堆積物調査からも複数のイベント砂層が見つかっている（文部科学省委託事業「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」令和6年度成果報告書、2025）が、その一部は形成年代から本研究でみられた級化砂層と対比できる可能性がある。その場合、この級化砂層を形成したイベントは広域的な影響を及ぼす津波の可能性が高いと考えられる。

引用文献

文部科学省委託事業「防災対策に資する南海トラフ地震調査研究プロジェクト」令和6年度
成果報告書, 398p, 2025.

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏢
 T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

[T7-P-14] Field investigation of crevasse splay deposits associated with the 2024 Spain flood

*Masaki YAMADA¹, Gen SASAMOTO¹, Amy DRAEGER², Hachem KASSEM², Patricio Guillermo VILLAFANE³, Micaela DELLA VEDOVA⁴, Roland GARNIER⁵, Masashi WATANABE² (1. Shinshu University, 2. University of Southampton, 3. Universitat de València, 4. CONICET-UNT, 5. AZTI)

Keywords : River flood、Flood deposit、Crevasse splay deposit、Valencia

The flood that occurred in Spain on October 29, 2024, was one of the most devastating disasters observed in Europe in recent years, causing extensive damage over a wide area. More than 200 people lost their lives in southeastern Spain, including in major cities such as Valencia and Málaga, and tens of thousands of households were inundated. The flood also had severe impacts on agriculture and transportation infrastructure.

Field investigations of large-scale modern floods are crucial for understanding the magnitude of such events and the processes of river flooding. In Spain, the regional government of Valencia (Generalitat Valenciana) has published geographic data on flood extent and water depth related to the DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos) event of October 29, 2024. These data provide valuable insights into the broad-scale flood dynamics, but they are insufficient for reconstructing localized overbank flows and sedimentary processes in detail.

Against this backdrop, we conducted a field survey from July 1 to 7, 2025, in a paddy field area on the right bank of the Túria River near Catarroja, Valencia. The site was selected based on interpretation of aerial photographs taken immediately after the event, which revealed large-scale crevasse splay morphology. According to the published geographic information from the regional government, the maximum inundation depth in the study area was approximately 1 meter. As nine months had passed since the flood, most flood-derived deposits had already been removed due to recovery efforts. However, through cooperation with local construction workers, a portion of the flood deposits, including the crevasse splay deposits, was left in place using heavy machinery, allowing us to investigate a 43-meter-long continuous sedimentary exposure oriented perpendicular to the river.

The exposed section was cleaned using hand tools (sickle with curved blade), followed by sedimentary description and thickness measurement at 1-meter intervals. A 3D record of the outcrop was also created using LiDAR scanning and photogrammetry with an iPhone 15 Pro Max and the Polycam app. In addition, sediment samples were collected at 5-meter intervals from the basal, middle, and upper parts of the crevasse splay deposit for grain size analysis.

The crevasse splay deposit was light brown in color and composed mainly of fine sand. The underlying paddy soil was dark in color, and the presence of charred rice stalk bases remaining on its surface after post-harvest burning allowed for easy identification of the

stratigraphic boundary. The boundary was sharp and erosive, indicating typical characteristics of an event deposit. The deposit thickness varied substantially along the 43 m outcrop (ranging from 20 to 65 cm), despite the absence of significant topographic relief at the site. The crevasse splay deposit can tentatively be divided into three sedimentary facies: (1) a lower mud-rich sand layer showing climbing ripple lamination, (2) a middle sand layer with parallel lamination, and (3) an upper sand layer with cross lamination. As this abstract was prepared immediately after the fieldwork, detailed analytical results are not yet available. However, we plan to conduct further analyses of grain size distributions and sedimentary structures by the time of the conference, with the aim of discussing the formation processes of the crevasse splay deposit and the breach dynamics of the levee.

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏢
T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

📌 entry

[T7-P-15] Characteristics of debris avalanche deposits distributed on the southwest foot of Bandai volcano, Central Fukushima Prefecture, Japan

*Koki Furusho¹, Mamoru Koarai¹ (1. Ibaraki Univ.)

Keywords : Bandai volcano、Nekoma volcano、debris avalanche、sector collapse

はじめに

「岩屑なだれ」とは、山地の崩壊で生産された土砂が水に不飽和な状態で移動する現象である。高速度・高移動性で特徴づけられる。磐梯火山の山麓には、多数の岩屑なだれ堆積物が存在する。これらの堆積物を対象とした地質記載は断片的で、運搬過程には不明点が多い。本研究では、磐梯火山南西麓に分布する岩屑なだれ堆積物のうち、翁島岩屑なだれ堆積物と古観音岩屑なだれ堆積物に着目し、堆積物の特徴を調査したので報告する。

翁島岩屑なだれ堆積物

【概要】

翁島岩屑なだれ堆積物は、46 kaに発生した磐梯火山の山体崩壊の産物である。その層厚は60～120 m、体積は4 km³強、H/L（H：標高差、L：流走距離）は0.086と推定されている（山元・須藤，1996）。堆積域の全域に流れ山が認められる。

【地質記載】

本堆積物は、堆積域全体で、岩塊相と基質相からなる構造が認められる。堆積域の中央部では岩塊相が卓越し、縁辺部では基質相が卓越する傾向がある。岩塊相には、溶岩からなるものと火砕岩からなるものがある。岩塊相における溶岩の破碎の程度は様々で、現在までの調査では、運搬距離との相関は認められない。基質相は、火山灰から火山岩塊サイズの粒子からなる。角礫の他に円礫も認められ、円礫が卓越する場合もある。

古観音岩屑なだれ堆積物

【概要】

古観音岩屑なだれ堆積物は、猫魔火山で発生した斜面崩壊の産物である（古庄・小荒井，2024jpGU）。堆積物中の木片から、18-17 kaの年代値が報告されている（山元・須藤，1996；山元・阪口，2023）。堆積域に明瞭な流れ山は認められない。

【地質記載】

本堆積物は、堆積域全体で基質相が卓越し、岩塊相が認められたのは堆積域中央部の1地点のみであった。岩塊相は、溶岩からなる。基質相は火山灰から火山岩塊サイズの粒子からなる。角礫の他に円礫も認められ、まれに木片が認められる。本研究で明らかになった分布域（およそ5.3 km²）と平均層厚（およそ5 m）から、その体積は0.027 km³、H/Lは0.161と推定された。

考察

【堆積物の特徴の比較】

翁島岩屑なだれ堆積物と古観音岩屑なだれ堆積物は、共に岩塊相と基質相からなるが、割

合が大きく異なる（流れ山の有無とも整合的）。これは、層厚の小さな岩屑なだれほど、基底部との剪断によって岩塊相が破碎・混合されやすい可能性を示唆する。また、両堆積物は共に基質相に円礫を含む。岩屑なだれ堆積物に含まれる円礫は、運搬過程で取り込まれたものと考えられ、どちらの堆積物も運搬過程において流路の礫を取り込む作用が働いていたことが示唆された。特に、翁島岩屑なだれ堆積物は基底部より20 m以上上位の部分に円礫が認められ、基質相の混合が大規模に発生していたことを示唆する。

【規模と移動性の関係】

小規模（ $<1\text{km}^3$ ）岩屑なだれは移動性が低い可能性が指摘されている(Shea and van Wyk de Vries, 2008)が、古観音岩屑なだれ堆積物のH/L（H：標高差，L：流走距離）は大規模な岩屑なだれと同程度の値であった。これは、伊藤（2019）で指摘された通り、小規模岩屑なだれであっても、同規模の非火山性地すべりに比べて高い移動性をもつことを支持する。

参考文献

古庄・小荒井 (2024) JpGU要旨. 伊藤 (2019) 火山, **64**, 153-167. Shea and van Wyk de Vries (2008) Geosphere, **4**, 657-686. 山元・阪口 (2023) 地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）, 産総研地質調査総合センター, 97p. 山元・須藤 (1996) 地調月報, **47**, 335-359.

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏢
T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

◆ entry ◆ ECS

[T7-P-16] Sedimentary facies and micromorphology of the archaeological deposits in the Shitabaru Cave Site, Tokunoshima Island, Kagoshima Prefecture

*Etsuko Obu¹, Ryo Gushiken², Yoshiro Ishihara³ (1. Graduate School of Science, Fukuoka University, 2. Amagi Town Board of Education, 3. Fukuoka University)

Keywords : Cave site、Sedimentary facies、Micromorphology、Natural deposition、Anthropogenic deposition

下原洞穴遺跡は、徳之島西部、鹿児島県大島郡天城町西阿木名に所在する洞穴遺跡である。下原洞穴遺跡は海岸から約500 m内陸にあり、開口部の幅は27 m、高さ1～5 mで標高約90 m 付近の陥没ドリーネの淵に下部洞口、そして斜面途中に小規模な上部洞口を持つ石灰岩洞窟である^{※2}。地形および周辺地質、そして洞壁で観察される岩相から、本洞窟は徳之島層上部の碎屑性石灰岩中に形成されたと考えられている^{※1}。下原洞穴の考古学的堆積物からは、2万5000年前～7000年前の年代が得られており、土器、石器、人骨や動物の骨などの遺物が多く産出する^{※2}。これらの詳細は天城町教育委員会（2024）によって概略的にまとめられたが、詳細な微細形態と堆積相の関連は明らかになっていない。本研究では、下原洞穴遺跡で許可を得て採取した土壌試料から、微細形態を検討し、堆積相との関連を明らかにした。

検討に用いた土壌試料はギブス包帯を用いて4箇所では採取した。試料は60℃のオーブンで乾燥後、不飽和ポリエステル樹脂、硬化促進剤、アセトンで100:1:100で混合したものを試料に注ぎ、真空チャンバー内で浸潤させた。その後切片を作成し、スラブ・薄片の観察を行った。また、天城町教育委員会（2024）で用いられた薄片試料も用いた。

検討の結果、下原洞穴遺跡では自然堆積相が5種類、人為的堆積相が4種類、これらが二次的に変形・変化した堆積物が2種類に区分された。自然堆積相は（1）小プールの堆積物、

（2）斜面堆積物、（3）初生的な堆積物、（4）崩壊埋積堆積物、（5）風化堆積物に区分され、人為的堆積相は（1）燃焼構造、（2）掘削・充填構造、（3）攪拌構造、（4）再堆積が認められる。二次変形による堆積相は（1）洗い出し、（2）踏みつけが認められた。

プールの堆積物は、細粒均質な石灰質シルトや粘土質の堆積物からなり、礫と互層することから小規模なプール等での比較的急速な堆積が推定される。斜面堆積物は、徐々に粗粒化する石灰岩角礫の細粒部と粗粒部の互層からなり、洞窟内の不安定な斜面や落盤からの礫の再移動が推定される。初生的な堆積物は、やや固結した石灰質な小礫混じりシルトで、上位層形成時における掘り込みによって多くの部分が削り込まれており、詳細は不明である^{※2}。崩壊埋積は、掘り込み坑部を埋める粗粒で空隙が多く、貝殻片や植物片、骨片など様々な粒子みられる堆積物である。風化は、淡色を呈し、白色の粒子（方解石）がみられる堆積物である。方解石の分布は斜面上側で厚いが、調査トレンチ全域に顕著な違いはないことから、天井部等の乾燥などによる風化だと推定される^{※2}。

一方、人為的堆積物のうちの燃焼構造は、有機質な石灰質粘土～シルト上に厚く固結した灰層や赤色の焼土といった炉跡の構成要素がみられるため、ヒトによる燃焼があったと推定さ

れる。掘削・充填構造は、下に凸のレンズ状の団粒密集帯や皮膜状に礫を覆う構造、目視で明瞭に判断できる侵食面がみられることから、繰り返し掘削・充填が行われたと推定される。攪拌構造は、石灰岩片、団粒、貝殻片等が不均質に混じり、まだら状の様相を呈する。再堆積は、細礫～粗粒砂層が斜交層理を形成しており、良く踏み固められている場合や化石を含む場合がある※2。

洗い出しは、礫混じりの淘汰の悪い石灰質シルトや粗粒化した粒子がみられ、石筍直下における滴下水などの影響があったと推定される。踏みつけは、やや固結し比較的密な基質を形成する細粒～粗粒砂層で、生き物の利用による踏みつけがあったと推定される。

下原洞穴遺跡では自然・人為・二次変形の堆積相が確認され、2万5000年前からのヒトや生物の活動の痕跡が自然堆積物と層序的あるいは側方関係にあることが明らかとなった。認められた堆積相区分を遺跡のピット内に反映すると、自然堆積相は全ての時代でみられる傾向があった。一方、人為堆積相は7200～1万4000年前に顕著にみられるが、燃焼行為に関しては2万5000年前のV層でも認められている。また、他の層準でも生き物の利用の痕跡がみられ、下原洞穴遺跡全体としてヒトや生物の利用が多くあったと考えられる。二次的な変形相は、最下層である2万5000年前の地層や表層の0層で顕著にみられる。

引用文献：※1 天城町教育委員会，2020，下原洞穴遺跡コウモリイヨ一遺跡発掘調査報告書：平成28～31年度町内遺跡発掘調査等事業に係る埋蔵文化財発掘調査報告書，217p.；

※2 天城町教育委員会，2024，下原洞穴遺跡総括報告書：平成28年～令和5年度町内遺跡発掘調査等事業に係る発掘調査報告書，316p.

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏠
T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

◆ ECS

[T7-P-17] Sedimentary Facies of the Topogaro Cave Site, Morowali, Sulawesi Island, Indonesia

*Minami SATO¹, Yoshiro ISHIHARA², Masaki FUJITA³, Rintaro ONO⁴ (1. Graduate School of Science, Fukuoka University, 2. Fukuoka University, 3. National Museum of Nature and Science, 4. National Museum of Ethnology)

Keywords : Topogaro Cave Site、archaeological sediments、Sulawesi Island、Sedimentary Facies、soil aggregate

洞窟は、碎屑性、化学的、生物源堆積物が混在する重要な環境であるとともに、その保存と研究にも有利である。しかしながら、同じ洞窟内でも、その堆積史は洞窟の形態、堆積物の流入経路、地表環境に関連した洞窟の発達史によって場所ごとで異なることが知られている。洞窟遺跡におけるその堆積遺跡におけるその堆積物に関しても、自然堆積と人為的堆積物が混在するため、さらに複雑になる。その識別は巨視的な堆積相解析に加えて、顕微鏡スケールでの微細形態学的観察が必要である。東インドネシアのスラウェシ島に位置するトポガロ洞窟遺跡は、40,000年以上にわたる豊富な考古学的データを提供するいくつかの洞窟や岩陰の複合体である。最近の発掘は、トポガロ2と呼ばれるチャンバーで行われ、現在の表面から5 m以上の深さまで文化層が露出していることが明らかになっている(Ono et al., 2023)。現在の最下層は42,000~41,000 cal BPであり、スラウェシ島におけるホモ・サピエンスの早期の存在と更新世のサフル大陸への北方ルートを通る移住の可能性を示す重要な遺跡であると位置づけられる(Ono et al., 2023)。トポガロ洞窟遺跡はいくつかの洞窟や岩陰からなり、海拔90 mのドリーネの壁に沿って位置する3つの大きな洞窟(トポガロ1~3)と4つの岩陰(トポガロ4~7)で構成される(Ono et al., 2021, 2023)。トポガロ2にはいくつかのピットが設けられているが、最も深いSector A(深度約500 cm)は2×2 mの区画が組み合わされて設定されている。トポガロ洞窟遺跡は厚い堆積層をもつが、遺跡を構成する洞窟堆積物の形成過程の詳細は明らかになっていない。本遺跡の堆積速度は比較的大きく、先に述べたように人為的な痕跡は認識が難しくなることが予想される。本研究では、このSector Aで採取された堆積物の微細形態や粒度組成から、これらの堆積物の形成過程を検討した。本研究では、現地におけるピット壁面の層相観察に加え、約10 cmまたは約20 cm置きに採取された試料について、64 μm, 238 μmの篩にかけて細粒子と粗粒子を分類した。また、Sector AのA1, A5, A7から堆積物の特徴を確認するためのブロック試料については、それぞれX線CT撮影を行い、試料は乾燥させた上、樹脂を浸潤したあとに切断・研磨し、堆積物の特徴を観察した。堆積物の検討の結果、全体としては、顕著な団粒構造の発達や、下部での堆積物の違いが顕著であることがわかった。上部ではハチの巣穴の密集やヒトの持ち込みによる貝殻片が見られるやや固結した土壌となっており、中部では団粒粒子を主体とするシルト質土壌で、貝殻片や骨片が認められる。これらはしばしば不連続面をもって互層しており、洞口あるいは洞奥にあるドリーネから続く斜面堆積物が間欠的に崩壊・移動し、Sector A付近が徐々に埋積して平坦になっていく過程で、時折ヒトや動物の影響があったことを示唆する。特にハチの巣穴の密集はジバチのものと考えられ、当時長期間床面であったことが示唆される。一方、下部(400 cmより下位)では、同じく団粒を主体とするものの青灰色~暗灰色のシルト~砂質土壌になっており、またしばしば粒子にマンガン

酸化物の沈着することや、色調の異なる団粒が多く認められることから、堆積物が水中で堆積した可能性が示唆される。いずれの層準からも石器や化石が見つかっており、継続的なヒトの関与があったはずであるが、特に上部・中部と下部では大きな環境の違いがあったことが推定され、洞窟の利用の形態も変化した可能性がある。

引用文献

Ono, R. et al., 2021, Development of bone and lithic technologies by anatomically modern humans during the late Pleistocene to Holocene in Sulawesi and Wallacea.

Quaternary International, **596**, 124–143.

Ono, R. et al, 2023, The Goa Topogaro complex : Human migration and mortuary practices in Sulawesi during the Late Pleistocene and Holocene. *L'anthropologie*, **127**.

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏛️
 T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

◆ ECS

[T7-P-18] Unlocking Climate Signals in Japanese Deep-Sea Coral (*Corallium japonicum*) Using Non-Parametric Rhythmicity Analysis

*Ma. Marivic Capitle Pepino¹, Tomoyo Okumura¹ (1. Marine Core Research Institute, Kochi University)

Keywords : Precious coral, *C. japonicum*, Paleoceanography, Geochemical Proxy, Rhythmicity Analysis

The skeletons of deep-sea precious corals, such as *Corallium japonicum*, form annual bands that chemically record ambient seawater conditions, possibly offering a valuable archive of environmental change. In oceanographically complex regions like the Ashizuri fishing grounds, influenced by the Kuroshio Current, these corals have the potential to capture the effects of remote climate drivers, including El-Niño and Southern Oscillation (ENSO) and decadal-scale oscillations. This study evaluates the potential of *C. japonicum* as a high-resolution paleo-proxy by analyzing rhythmic elemental variations within a single colony collected from off Ashizuri, Kochi. We performed LA-ICPMS analysis across three skeletal cross-sections, measuring 16 elements critical for environmental reconstruction. The resulting time series were analyzed using RAIN (Rhythmicity Analysis Incorporating Non-parametric methods), a powerful statistical approach adapted from chronobiology that excels at identifying periodic patterns without assuming simple sinusoidal waveforms (Thaben and Westermarck, 2014). Our preliminary analysis showed multiple, distinct periodicities, indicating that the coral is simultaneously recording separate environmental processes. A significant ~5-year cycle, consistent with ENSO frequencies, was identified in the lead isotope ²⁰⁶Pb, primarily within the dark (winter) growth bands. In contrast, a longer ~9-year periodicity was detected in both the temperature proxy Mg/Ca, aligning with decadal-scale ocean variability. Furthermore, an ~11-year cycle in Ti/Ca corresponds well with the solar cycle. While these compelling patterns require further validation by refining the skeletal chronology, they demonstrate the remarkable capacity of *C. japonicum* to deconvolve distinct environmental signals. This work, the first application of non-parametric rhythmicity analysis to deep-sea corals in Japan. Although the long-term physio-ecological periodicity of this species is not well understood, the results suggest that by analyzing specific elemental and isotopic tracers within different growth bands, *C. japonicum* skeletons can be used as a high-fidelity archive to separate atmospheric inputs from broader oceanic changes.

Keywords: Precious coral, *C. japonicum*, Paleoceanography, Geochemical Proxy, Rhythmicity Analysis

REF: Thaben PF, Westermarck PO (2014). "Detecting Rhythms in Time Series with RAIN." Journal of Biological Rhythms, 29(6), 391–400. doi:10.1177/0748730414553029.

**Unlocking Climate Signals in Japanese Deep-Sea Coral
(*Corallium japonicum*) Using Non-Parametric
Rhythmicity Analysis**

Pepino Ma. Marivic Capitle* and Okumura Tomoyo

Kochi University, Marine Core Research Institute

*jm-pepinomarivic@kochi-u.ac.jp

The skeletons of deep-sea precious corals, such as *Corallium japonicum*, form annual bands that chemically record ambient seawater conditions, possibly offering a valuable archive of environmental change. In oceanographically complex regions like the Ashizuri fishing grounds, influenced by the Kuroshio Current, these corals have the potential to capture the effects of remote climate drivers, including El-Niño and Southern Oscillation (ENSO) and decadal-scale oscillations.

This study evaluates the potential of *C. japonicum* as a high-resolution paleo-proxy by analyzing rhythmic elemental variations within a single colony collected from off Ashizuri, Kochi. We performed LA-ICPMS analysis across three skeletal cross-sections, measuring 16 elements critical for environmental reconstruction. The resulting time series were analyzed using RAIN (Rhythmicity Analysis Incorporating Non-parametric methods), a powerful statistical approach adapted from chronobiology that excels at identifying periodic patterns without assuming simple sinusoidal waveforms (Thaben and Westermark, 2014).

Our preliminary analysis showed multiple, distinct periodicities, indicating that the coral is simultaneously recording separate environmental processes. A significant ~5-year cycle, consistent with ENSO frequencies, was identified in the lead isotope ^{206}Pb , primarily within the dark (winter) growth bands. In contrast, a longer ~9-year periodicity was detected in both the temperature proxy Mg/Ca, aligning with decadal-scale ocean variability. Furthermore, an ~11-year cycle in Ti/Ca corresponds well with the solar cycle. While these compelling patterns require further validation by refining the skeletal chronology, they demonstrate the remarkable capacity of *C. japonicum* to deconvolve distinct environmental signals.

This work, the first application of non-parametric rhythmicity analysis to deep-sea corals in Japan. Although the long-term physio-ecological periodicity of this species is not well understood, the results suggest that by analyzing specific elemental and isotopic tracers within different growth bands, *C. japonicum* skeletons can be used as a high-fidelity archive to separate atmospheric inputs from broader oceanic changes.

Keywords: Precious coral, *C. japonicum*, Paleoceanography, Geochemical Proxy, Rhythmicity Analysis

REF: Thaben PF, Westermark PO (2014). "Detecting Rhythms in Time Series with RAIN." *Journal of Biological Rhythms*, 29(6), 391–400. doi:10.1177/0748730414553029.

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏠
 T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

[T7-P-19] Microstructures of the white and colored layers that constitute the banded structure of silica hot spring sediments.

*Chizuru TAKASHIMA¹, Hinata WATANABE², Kazutoshi TAKAHASHI¹, Kotaro IDETA¹ (1. Saga Univ., 2. Saga city Shinei Elementary School)

Keywords : silica deposit、hot spring、banded structure

活動的な火山地域で熱水が湧出した際に堆積するシリカ温泉堆積物は、微生物により鉱物沈殿が引き起こされ、堆積物の断面に縞状組織を示すことがある。この特徴からストロマトライトのモダンアナログの可能性が指摘され (Konhauser et al., 2001) , また、シリカ堆積物を堆積させる温泉の湧出孔付近は沸点に近い環境のため、地球初期の極限環境のアナログとしても期待されている (Campbell et al., 2015) 。

鹿児島県指宿市にあるたまて箱温泉には、上流から下流に向かってシリカ温泉堆積物がテラスを形成している。たまて箱温泉のシリカ堆積物には、厚さ数ミリの白色層と有色層からなる縞状組織を示す。これまでの観察により、白色層はシリカに被覆された微生物が多く孔隙質であり、有色層は微生物が少なく緻密で、さらに細かいラミナが発達していることがわかっていて。本発表では、これまで不明だった有色層の色の原因を明らかにし、有色層のラミナの形成時期を検討する。

有色層の色の原因は白色層との成分の違いや孔隙率が考えられる。XRFによる元素分析を行ったところ、各層とも90 mass%程度が二酸化ケイ素であるが、有色層にはマンガンや鉄がやや多く含まれることが判明した。マイクロX線CT画像から孔隙率を求めたところ、予察的ではあるが白色層の孔隙率は有色層の約2倍であった。

これまで行ってきた堆積速度見積もり実験において、有色層は夏に、白色層はそれ以外の季節に堆積することがわかっている。過去に採集したものを含めた7サンプルについて、有色層中のミクロンオーダーの縞状組織の観察を行なった。その結果、縞の本数や間隔にばらつきがあることから、定期的な周期ではないことが判明した。そこで、有色層にフィラメント状微生物が確認できることとテラスの下流域ではシアノバクテリアが存在することから、微生物代謝が関係しているのではないかと推測した。縞の間隔と堆積速度実験から見積もった1日の堆積厚さ (1日に約25μm：堆積速度は一定と仮定) から縞の形成された日を割り出し、各年の日ごとの日照量と比較した。明瞭な関係性は得られなかったが、ミクロンオーダーの縞状組織は、夏の日照量の比較的に少ない期間の生成している傾向が見られた。

Konhauser et al. (2001) Microbial-silica interactions in Icelandic hot spring sinter: possible analogues for some Precambrian siliceous stromatolites. *Sedimentology*, **48**, 415-433.

Campbell et al. (2015) Geyserite in hot spring siliceous sinter: window on Earth's hottest terrestrial (paleo) environment and its extreme life. *Earth-Science Reviews*, **148**, 44-64.

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏢
T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

[T7-P-20] Changes in biodiversity and marine environments recorded in Furongian microbialites from Shandong Province, North China

*Natsuko ADACHI¹, Yoichi EZAKI¹, Munetaka Maeda¹, Miku Shimatani¹, Jianbo LIU², Yan Zhen³ (1. Osaka Metropolitan University, 2. Peking University, 3. Chinese Academy of Geological Sciences)

Keywords : Cambrian、Furongian、Microbialite、North China、SPICE Event

北中国山東省済南市には、カンブリア系第二統からフロンギアン統が広範囲に分布する。フロンギアン統最下部のペイビアン階には、ステプト階炭素同位体正偏位 (SPICE) が記録されており、SPICE事変前後で、「*Epiphyton*で代表される石灰質微生物類が豊富な微生物岩(朱砂洞層や張夏層のスロンボライト)」から「石灰質微生物類が乏しい微生物岩(炒米店層のストロマトライト)」へと特性が変化している (Lee et al., 2015)。しかし、その変化や海洋環境との関係には未だ議論がある (Xin et al., 2023)。本発表では、済南市鋼城区九龍山セクションに分布する炒米店層下部の微生物岩を対象に、当時の生物多様性の変化や海洋環境との関連を検討する。

九龍山セクションの炒米店層下部 (約70 m) では、少なくとも3層準で微生物岩が認められる。下段から中段では、分岐、癒合を繰り返す直径0.5 cmから2 cmの細コラムからなる分岐状ストロマトライトがドーム状構造を形成する。ドーム側方では、薄層石灰岩や扁平礫岩が堆積する。中段最上部では、直径10 cmから30 cmの太コラムからなるストロマトライトも発達する。分岐状ストロマトライトでは、暗いミクライト層の発達によるラミナが顕著である。フィラメント状石灰質微生物類*Girvanella*がまれに認められ、keratose海綿状組織 (幅1 mmから5 mm) がストロマトライトのコラム中にパッチ状に、あるいはコラム間の充填部に分布する。充填部ではそのほか三葉虫やウミユリの破片が散在する。一方、上段では、ドーム状構造を示すスロンボライトが発達する。スロンボライトは、扁平礫岩上に発達し、上部が扁平礫岩で侵食される場合も観察される。スロンボライト側方では、扁平礫やウーイドが堆積する。石灰質微生物類*Girvanella*, *Renalcis*, *Epiphyton*がスロンボライトを特徴づける斑点状組織を形成している。keratose海綿状組織はまれである。スロンボライト中の充填部には、三葉虫、ウミユリなどの破片やまれに海綿骨針も含まれる。

大規模な海洋の無酸素水塊の発達や有機質黒色頁岩の堆積が生じたSPICE事変 (Salzman et al., 2011) によって、山東省では石灰質微生物類が衰退し、環境に耐性のあるkeratose海綿が発達したと考えられていた (Lee and Riding, 2021)。しかし、九龍山セクションでは、下位の張夏層と類似の石灰質微生物類*Epiphyton*や*Renalcis*がスロンボライトを形成していた。同様の石灰質微生物類からなる微生物岩は、河北省や山西省の浅海環境からも報告されており (Latif et al., 2019)、SPICE事変後の海洋環境の影響は堆積場や地域によって異なっていた可能性がある。また、炒米店層上部からは、オルドビス紀に繁栄した頭足類が先駆的に出現している。フロンギアン世は、カンブリア紀とオルドビス紀に生じた生物放散の間で生物多様性が著しく低いギャップの期間と捉えられていた (Harper et al., 2019)。しかし、炒米店層の生物の多様性は、従来考えられていたほど低くなかった可能性がある。今後、微生物岩周囲で生息していた骨格生物の層序的变化にも注目し、生物相や海洋環境の変化の詳細を検討する予定である。

(引用文献) Harper et al. (2019) *Palaeoworld* 28, 4–12. Latif et al. (2019) *Carbonate Evap.* 34, 825–843. Lee et al. (2015) *Earth-Sci. Rev.* 145, 66–84. Lee and Riding (2021) *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 571, 110288. Salzman et al. (2011) *PNAS* 108, 3876–3881. Xin et al. (2023) *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 614, 111429.

📅 Tue. Sep 16, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Tue. Sep 16, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏢
T7_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[3poster29-49] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

📌 entry 📌 ECS

[T7-P-21] Formation process of phosphate stromatolites in the Paleoproterozoic Jhamarkotra Formation, India

*Kuon SATO¹, Abhishek Kumar PANDEY¹, Partha Pratim CHAKRABORTY², Akihiro KANO³, Fumito SHIRAISHI¹ (1. Hiroshima Univ., 2. Delhi Univ., 3. University of Tokyo)

Keywords : Paleoproterozoic、Snowball earth、Phosphate stromatolite、Jhamarkotra Formation

ストロマトライトは、底生微生物群集によって形成された葉理をもつ堆積物である。その大半は炭酸塩鉱物から構成されるが、まれにリン酸塩からなるものもある。よく研究されているリン酸塩ストロマトライトとしては、ブラジル新原生界Salitre層およびインド古原生界アラバリ超層群Jhamarkotra層の例が挙げられる。新原生代のリン酸塩ストロマトライトの形成には全球凍結が関係していると指摘されている一方で (Shiraishi et al., 2019), 古原生界アラバリ超層群の堆積年代は2.1–1.7 Gaとあまり制約されていないことから (Deb and Thorpe, 2004; McKenzie et al., 2013), 全球凍結であるヒューロニアン氷河期 (2.3–2.2 Ga) と関係しているかは不明である。本研究では、Jhamarkotra層のリン酸塩ストロマトライトについて記載を行い、新原生界の例と比較することで、リン酸塩ストロマトライトの形成過程、およびそれが地球環境変動とどのように関連するのか明らかにすることを目的とする。研究手法として、野外調査、薄片観察、粉末X線回折法による鉱物同定、EPMAによる元素マッピング、IR-MSによる炭素・酸素安定同位体比測定を用いた。本研究では、主にJhamarkotra鉱山に見られるリン酸塩ストロマトライトを研究対象とした。ここでは長さ約10 km以上にわたって層厚約13–37 mのリン酸塩岩層が分布しており、しばしば褶曲によって分布が屈曲していた。変形・変成が顕著な部分ではリン酸塩岩は粉碎されていたり、柱状ストロマトライトが層理面に対して平行に引き延ばされていたりする一方で、変形・変成が小さい部分も一部で見られた。リン酸塩岩の上位と下位は主に苦灰岩であり、一部では砂岩～苦灰質砂岩が見られた。ストロマトライトは野外で明灰色を呈し、主にフルオロアパタイトから構成される一方で、それらの間を充填する基質は野外で暗灰色を呈し、主にドロマイトで構成される。また、ストロマトライトには、酸素の気泡に由来すると考えられる球状構造がみられた。新原生界のリン酸塩ストロマトライトと共通する点としては、主にフルオロアパタイトで構成されるストロマトライト部分と、主にドロマイトで構成される基質部分からなる点と、 $\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{18}\text{O}$ がドロマイトの同位体分別を反映して重くなる点が挙げられる。また、ストロマトライト中に球状構造が見られることから、新原生界の例と同様に、リン酸塩ストロマトライトの形成にシアノバクテリアなどの酸素発生型光合成微生物が関与していた可能性が考えられる。以上の結果から、古原生界Jhamarkotra層のリン酸塩ストロマトライトの特徴は、全球凍結後に形成された新原生界Salitre層のそれと類似することが明らかとなった。今後は全球凍結との関連性を明確にするため、形成年代を制約することが必要であろう。

引用文献 Deb M., Thorpe R.A. (2004) In: M. Deb and W.D. Goodfellow, eds., Sediment-hosted Lead-Zinc Sulphide Deposits, Narosa Publishing House, pp. 246–263. McKenzie

N.R., Hughes N.C., Myrow P.M., Banerjee D.M., Deb M., Planavsky N.J. (2013) *Precambrian Research* 238, 120–128. Shiraishi F., Ohnishi S., Hayasaka Y., Hanzawa Y., Takashima C., Okumura T., Kano A. (2019) *Sedimentary Geology* 380, 65–82.