

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

📅 Mon. Sep 15, 2025 3:00 PM - 5:45 PM JST | Mon. Sep 15, 2025 6:00 AM - 8:45 AM UTC 🏠 oral room 5(E205)

[2oral510-18] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

Chair: Dan MATSUMOTO(GS), AIST), Fumito SHIRAISHI(Hiroshima University)

3:00 PM - 3:15 PM JST | 6:00 AM - 6:15 AM UTC

[T7-O-1]

Long- and short-term tectonic cycles and consequent depositional-system changes in forearc, backarc and foreland basins

*Osamu TAKANO¹ (1. JAPEx Research Center)

3:15 PM - 3:30 PM JST | 6:15 AM - 6:30 AM UTC

[T7-O-2]

Recent surface sediment cores from Lake Suwa, Japan and their sedimentological implications

*Fujio KUMON¹, Nozomi HATANO² (1. Marine Core Research Institute, Kochi University, 2. Niigata University)

3:30 PM - 3:45 PM JST | 6:30 AM - 6:45 AM UTC

[T7-O-3]

Investigation of tsunami deposits in the Seto Inland Sea coastal area: coring survey at Lake Oike, Hiketa area, northeastern Shikoku

*Masaru TERABAYASHI¹, Atsushi URABE², Hideo SAKAI³, Yoshiyuki KANEDA⁴, Toshinori MATSUI⁵ (1. Faculty of Engineering and Design, Kagawa University, 2. Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University, 3. School of Science, University of Toyama, 4. Institute of Education, Research and Regional Cooperation for Crisis Management Shikoku, Kagawa University, 5. Graduate School of Science for Creative Emergence, Kagawa University)

◆ Highlight

3:45 PM - 4:15 PM JST | 6:45 AM - 7:15 AM UTC

[T7-O-4]

[Invited] Long-term deep-sea paleoseismology around the Japanese islands: current status and future challenges

*Ken IKEHARA^{1,2,3} (1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. National Museum of Nature and Science, Tokyo, 3. Shizuoka University)

4:15 PM - 4:30 PM JST | 7:15 AM - 7:30 AM UTC

[2oral510-18-5add]

Break

◆ ECS

4:30 PM - 4:45 PM JST | 7:30 AM - 7:45 AM UTC

[T7-O-5]

Concretion formation process of trace fossil *Tasselia ordamensis* from the Hayama Group distributed in the Miura Peninsula, Kanagawa

*Akihide KIKUKAWA^{1,2}, Satoshi TAKAHASHI², Osamu ABE², Yoshihiro ASAHARA², Noboru FURUKAWA³, Hidekazu YOSHIDA², Nagayoshi KATSUTA⁴, Yoshiaki AITA⁵ (1. Natural History Museum and Institute, Chiba, 2. Nagoya University, 3. Chiba University, 4. Gifu University, 5. Utsunomiya University)

4:45 PM - 5:00 PM JST | 7:45 AM - 8:00 AM UTC

[T7-O-6]

Reconstructing the growth history of white and pink precious coral skeletons from the Ogasawara region using geochemical analysis

*Tomoyo OKUMURA¹, Fumiya Hirakawa¹, Ma. Marivic Capitle Pepino¹, Takuya Matsuzaki¹, Minoru Ikehara¹, Tatsuya Kawai², Tsuyoshi Ishikawa^{3,1} (1. Kochi University, 2. Marine Works Japan, 3. JAMSTEC)

◆ Highlight ◆ entry

5:00 PM - 5:15 PM JST | 8:00 AM - 8:15 AM UTC

[T7-O-7]

Sedimentological and geochemical characteristics and formation process of fossil travertine distributed in Shirahone hot spring, Nagano Prefecture

*Ai KIYOHARA¹, Akihiro KANO², Hirokazu KATO³, Hitoshi TOMARU⁴, Fumito SHIRAISHI¹ (1. Hiroshima University, 2. University of Tokyo, 3. Teikyo University of Science, 4. Chiba University)

5:15 PM - 5:30 PM JST | 8:15 AM - 8:30 AM UTC

[T7-O-8]

The paleo water temperature of early Pleistocene recorded in carbonate clumped isotopes of fish otolith fossils from the Kakegawa Group and an implication of brackish water environment

*Hirokazu Kato¹, Ryoko Senda², Akihiro Kano³ (1. Faculty of Education and Human Sciences, Teikyo University of Science, 2. Graduate School of Social and Cultural Studies, Kyushu University, 3. Graduate School of Science, The University of Tokyo)

◆ Highlight

5:30 PM - 5:45 PM JST | 8:30 AM - 8:45 AM UTC

[T7-O-9]

Sedimentary processes of the Upper Pleistocene reef-complex deposits in Kikai-jima, Kagoshima Prefecture, Japan.

*Hiroki MATSUDA¹, Keiichi SASAKI², Kazuki TOKUSHIGE³, Yuuka KUMAGAE⁴, Masahide HAYASHIDA⁴ (1. Fukada Geological Institute, 2. Kanazawa Gakuin University, 3. Graduate School of Science, Kumamoto University, 4. Faculty of Science, Kumamoto University)

📅 Mon. Sep 15, 2025 3:00 PM - 5:45 PM JST | Mon. Sep 15, 2025 6:00 AM - 8:45 AM UTC 🏠 oral room 5(E205)

[Zoral510-18] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

Chair: Dan MATSUMOTO(GSJ, AIST), Fumito SHIRAISHI(Hiroshima University)

3:00 PM - 3:15 PM JST | 6:00 AM - 6:15 AM UTC

[T7-O-1] Long- and short-term tectonic cycles and consequent depositional-system changes in forearc, backarc and foreland basins

*Osamu TAKANO¹ (1. JAPEx Research Center)

Keywords : forearc basin、backarc basin、foreland basin、depositional system、tectonic cycle

＜はじめに＞ 各種タイプ堆積盆の埋積過程および堆積システムはどのような規制要素によってコントロールされているのであろうか。高野（2023;日本地質学会(京都講演要旨)）では、堆積盆埋積履歴には長周期のテクトニックサイクルが存在し、その上に短周期の相対的海水準変動サイクルが累重することを指摘している。本講演では、前弧堆積盆、背弧反転リフト堆積盆、前縁堆積盆について、テクトニックサイクルの長～短周期複合サイクルを例示し、これによって堆積システムがどのように変化するかを議論する。

＜前弧堆積盆のテクトニックサイクルと堆積システム変化＞前弧堆積盆については、石狩層群、三陸沖堆積盆、常磐沖堆積盆、房総堆積盆、東海沖堆積盆、熊野灘堆積盆(Takano and Waseda, 2003; 高野ほか, 2009, 2010; Takano et al., 2013; Takano, 2017; Takano et al., accepted)を事例として検討を行った。前弧堆積盆では、プレート沈み込みに伴う付加体の形成による外縁隆起帯(trench slope break: 以下TSB)の成長(未発達斜面型→リッジ隆起埋積型; Dickinson, 1995)が形状や堆積システムに対する最も重要な規制要素であり、1億年オーダーの長周期のテクトニックサイクルを形成している。これに重なる形で、おもにプレート運動の変化に起因して形成される不整合面を境にした数100万年周期のテクトニックサイクルが形成されている。TSB未発達時には泥質斜面～スロープエプロン～海底扇状地システムを主体とし、TSBが発達してリッジを形成すると、閉鎖的内湾～デルタ～河川システムが主体となる。中周期の不整合に境されたテクトニックサイクルにおいては、海底扇状地のタイプ変化などが見られる。

＜背弧反転リフト堆積盆のテクトニックサイクルと堆積システム変化＞背弧反転リフト堆積盆については、新潟～信越堆積盆、秋田堆積盆 (Takano, 2002; Moreno et al., 2016) を事例として検討を行った。反転リフト堆積盆では、急速沈降のsyn-rift期→緩慢沈降のポストリフト期→構造反転期の変化をもって、ひとつの長周期テクトニックサイクルを形成している。堆積盆マシバランスにより、syn-rift期には深海システム、ポストリフト期は上方積層海底扇状地～珪質岩システム、構造反転期には、碎屑物供給の増加と堆積空間減少に伴い、扇状地～河川～デルタ～陸棚～斜面～トラフ充填タービダイトシステムがプログラデーションする。堆積盆の堆積空間と碎屑物供給のマシバランスにより、これらの堆積システムが深海傾向になるか非海成傾向になるか変化することになる。

＜前縁堆積盆のテクトニックサイクルと堆積システム変化＞前縁堆積盆については、北海道石狩天塩帯堆積盆群、メキシコチコンテペック堆積盆(山本ほか, 2002; Takano et al., 2013; Takano, 2017; 加瀬ほか, 2018)を事例として検討を行った。前縁盆地では、スラストシートの活動が盛んになると、碎屑物供給が増えて海底扇状地システムが粗粒になるが、逆にスラスト帯が隆起してダム役割を果たして沖合側foredeepへの碎屑物供給が止まる場合もあ

る。

<文献> Dickinson, W.R., 1995, In *Tectonics of Sedimentary Basins*, Blackwell, 221-261; 加瀬善洋ほか, 2018, 地質雑, **124**, 627-642; Moreno et al., 2016, *The Geology of Japan*. Geol. Soc. London; Takano, O., 2002, *Sediment. Geol.*, **152**, 79-97; Takano, O. and Waseda, A., 2003, *Sediment. Geol.*, **160**, 131-158; 高野 修ほか, 2009, 地学雑誌, **118**, 776-792; 高野 修ほか, 2010, 石技誌, **75**, 30-41; Takano, O. et al., 2013, In *Mechanism of Sedimentary Basin Formation*, InTech, 3-25.; Takano, O., 2017, In *Dynamics of Arc Migration and Amalgamation*, InTech, 1-24; 高野 修, 2023, 日本地質学会学術大会(京都)講演要旨T6-O-23; Takano et al., accepted, *Basin Res.*; 山本浩士ほか, 2002, 石技誌, 67, 529-537.

📅 Mon. Sep 15, 2025 3:00 PM - 5:45 PM JST | Mon. Sep 15, 2025 6:00 AM - 8:45 AM UTC 🏠 oral room 5(E205)

[2oral510-18] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

Chair: Dan MATSUMOTO(GS), Fumito SHIRAISHI(Hiroshima University)

3:15 PM - 3:30 PM JST | 6:15 AM - 6:30 AM UTC

[T7-O-2] Recent surface sediment cores from Lake Suwa, Japan and their sedimentological implications

*Fujio KUMON¹, Nozomi HATANO² (1. Marine Core Research Institute, Kochi University, 2. Niigata University)

Keywords : Lake Suwa, flood sediment, sedimentation rate, Mackereth piston corer

諏訪湖には「御神渡し」と呼ばれる結氷の記録が室町時代から断続的に残されており、それは世界的にもまれな長期間にわたる気候記録の一つとなっている。「御神渡し」に反映した気候変動を堆積物のプロキシから検証することを目的に、諏訪湖湖心部で表層の柱状試料を採取し、時間分解能の高い、かつ季節性まで踏み込んだ古気候解明を目指す研究を進めている。その基礎資料として2024年10月に採取したコア試料について、洪水堆積物（層）の認定に基づいて、堆積物の年代と堆積速度を検討した結果を報告する。併せて、既存の資料と統合して諏訪湖の堆積作用を論じる。

諏訪湖は岡谷市・下諏訪町・諏訪市にまたがり、湖面面積13.3 km²、平均水深4.7mの浅い皿のような湖である。流域面積は531.8 km²で、おもな流入河川は上川、宮川、横河川、砥川などであり、釜口水門を経て流れ出す天竜川が唯一の流出河川である。

2024年10月23日に諏訪湖の湖深部でマケラス型柱状採泥器をつかって292cmの長さのコア試料を採取した。同採泥器では最表層部が乱されるため、押し込み式の採泥器で99cm長の表層コア試料も採取した。これらのコア試料について深度0.5cm毎に分割して、含水率の測定を行った。古気候指標として用いる炭素・窒素量の測定も進めている。

諏訪湖の湖心部では、1974年に採取されたコア試料の含水率の記録がある。筆者は1999年には同じマケラス型採泥器をつかって296cmのコア試料を採取している。また、2003年にはダイバーによる潜水作業によって89cm長のコア試料が採取されている。これらのコア試料は、含水率や見かけ密度の層序的変動を指標として確実な対比ができる。2003年のコア試料については¹³⁷Csのγ線強度が測定されており、核実験が始まった1954年と放射性降下物のピークに当たる1961年の年代制約を入れることができる。また、2024年コア試料のXCT画像からは、規模の大きな洪水時に形成された堆積層をX線の難透過層として確認できた。これらの堆積物の情報と、諏訪気象台（観測点）の豪雨記録、釜口水門の水位変動記録などの資料を比較して、堆積物中に確認された洪水層と気象記録との対応を検討した。

その結果、2025年のコア試料におけるコアトップからの深度で、深度24cm付近に2006年7月19日の洪水（岡谷災害）、深度32cm付近に1997年7月10日の洪水、深度47cm付近に1983年9月28日の洪水、深度68cm付近に1961年6月28日の洪水（三六災害）、深度86cm付近に1950年6月11日の洪水に対応する堆積物を確認できた。深度120～130cm付近には複数の洪水層が連続的に重なっており、1900年前後の洪水の多発期に対応するものと推定している。深度150cmまでは洪水堆積物の比率が高い。一方、深度150cm以深の堆積物は密度的にほぼ均質で、明瞭な洪水層を示唆する層準は認められない。明治以降の殖産興業政策による諏訪湖周辺の開発が、洪水の多発をもたらした可能性が高い。

謝辞：本研究の経費には科学研究費補助金（代表者：長谷川直子、課題番号24H00118）を

用いた．コア試料の採取に当たっては産総研地質調査総合センター主任研究員納谷友則博士，信州大学諏訪臨湖実験所宮原裕一教授の協力を得た．

📅 Mon. Sep 15, 2025 3:00 PM - 5:45 PM JST | Mon. Sep 15, 2025 6:00 AM - 8:45 AM UTC 🏠 oral room 5(E205)

[Zoral510-18] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

Chair: Dan MATSUMOTO(GS), Fumito SHIRAISHI(Hiroshima University)

3:30 PM - 3:45 PM JST | 6:30 AM - 6:45 AM UTC

[T7-O-3] Investigation of tsunami deposits in the Seto Inland Sea coastal area: coring survey at Lake Oike, Hiketa area, northeastern Shikoku

*Masaru TERABAYASHI¹, Atsushi URABE², Hideo SAKAI³, Yoshiyuki KANEDA⁴, Toshinori MATSUI⁵ (1. Faculty of Engineering and Design, Kagawa University, 2. Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University, 3. School of Science, University of Toyama, 4. Institute of Education, Research and Regional Cooperation for Crisis Management Shikoku, Kagawa University, 5. Graduate School of Science for Creative Emergence, Kagawa University)

Keywords : Tsunami deposits, Seto Inland Sea coastal area

播磨灘以西の瀬戸内海沿岸域においては、これまで津波堆積物は報告されていない。しかし、1707年宝永地震では、現在の香川県高松市および東かがわ市、愛媛県西条市で、高さ2メートル弱の津波による被害があったという古文書記録がある。また、香川県丸亀市の田潮八幡神社には、南北朝時代（1336～1392年）に水田一面に潮が満ちたという伝承があり1361年正平地震による津波の可能性がある。30年以内に80%の確率での発生が予測されている南海トラフ巨大地震では、香川県内での最高津波水位は、5メートルに達すると想定されている。これらから、播磨灘以西の瀬戸内海沿岸域は、過去にもこれからも、津波災害の空白地帯であるとは言えない。播磨灘以西の瀬戸内海沿岸域の沿岸湖沼の湖底堆積物および海岸低地の湿原堆積物から津波痕跡を発見し、瀬戸内海沿岸域の津波履歴を明らかにすることを目的に調査研究を進めている。

播磨灘に面する香川県東かがわ市引田地区を調査地域に選定し、沿岸湖沼および海岸低地で調査を行ってきた。沿岸湖沼の大池において、2016年1月にグラビティコアラ（離合社製・湖沼型簡易コアサンプラー）を用いて、水深約3.5mの4地点（OS-3, 4, 5, 6）で湖底堆積物を採取した。採泥管長30cmに対し、採取された底泥コアは長さ9～25cmであった。層相観察と篩で200メッシュ以上の粗粒分の割合を求めた結果、シルト層中に最大4層の砂混じりシルト層の挟在が認められた。

2022年11月に大池の湖上からボーリングマシンによる打ち込み式コアリングによって、湖底堆積物を掘削した（口径66mm、一部86mm）。最深部の水深約4mのS-1地点、浜堤から陸域に向かう測線で水深約3.7mから3.5mのS-2～4の3地点、計4地点である。各地点では湖底からの掘削に加え、コアの繋ぎ目を補うため別孔で深度約50cmから掘削し、最長6mのコアを計9本採取した。掘削したコアを半裁して写真撮影し、層相変化、粒度、色調、堆積構造、含有物などに注目した肉眼観察によって柱状図を作成した。さらに、高知大学海洋コア総合研究センターでX線CT画像撮影した。コアからポリカーボネート製キューブに試料を封入し、磁化率計（富山大学、MS2）で帯磁率を測定した。別途各コアから採取した試料に対し、新潟大学災害・復興科学研究所でレーザー回折式粒度分布測定装置（Malvern Panalytical社製・マスターサイザー3000）で粒度分析、新潟大学のイオウ濃度分析装置（堀場製作所製・EMIA-120）でTS分析を進めている。珪藻分析で珪藻の環境指標種群を同定し、湖水環境変化の解明を進めている。

S-1-Aコアのセクション1（深度0～1m，深度0.65～1mは欠損）では4層準でイベント堆積物が確認できた．最下位のイベント堆積物4（深度0.46～0.52m）から採取した有機質泥（深度0.50m）の放射性炭素年代は，494-426 cal BP（西暦1456～1524年）で，1498年明応地震に対応する．1498年明応地震は，東海・東南海地震とされているが，高知県四万十市のアゾノ遺跡で15世紀末と推定されている噴砂痕が見つかっており，四国の太平洋側でも大きな揺れがあった可能性がある．イベント堆積物3（深度0.33～0.4m），イベント堆積物2（深度0.14～0.19m），イベント堆積物1（深度0.01～0.04m）は，それぞれ1707年宝永地震，1854年安政地震，1946年昭和南海地震による津波堆積物の可能性がある．S-1-Aコアのセクション2（深度1～2m，深度1.81～2mは欠損）では，粗粒砂からなるイベント堆積物5（深度1.09～1.1m），イベント堆積物6（深度1.22～1.24m）貝殻濃集層からなるイベント堆積物7（深度1.36～1.4m）が認められた．イベント堆積物5の直上（深度1.09m）から採取した植物片の放射性炭素年代は，1298-1247 cal BP（西暦652～703年）で，648年天武地震に対応する．イベント堆積物7の直下（深度1.4m）から採取した植物片の放射性炭素年代は，3162-2993 cal BPで，岡村・松岡（2012）の約3000年前の津波に対応する．S-1-Aコアのセクション3（深度2～3m，深度2.7～3mは欠損）の深度2.13～2.66mは年縞，S-1-Aコアのセクション4（深度3～4m，深度3.79～4mは欠損）では，イベント堆積物や年縞は認められない．S-1地点の他コア，S-2～4地点の各コアに対しても分析を進め，イベント堆積物の対比を行っている．

引用文献：岡村 眞・松岡裕美, 津波堆積物からわかる南海地震の繰り返し．科学, Vol.82, No.2, pp.182-191, 2012

📅 Mon. Sep 15, 2025 3:00 PM - 5:45 PM JST | Mon. Sep 15, 2025 6:00 AM - 8:45 AM UTC 🏠 oral room 5(E205)

[2oral510-18] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

Chair: Dan MATSUMOTO(GS), Fumito SHIRAISHI(Hiroshima University)

◆ Highlight

3:45 PM - 4:15 PM JST | 6:45 AM - 7:15 AM UTC

[T7-O-4] [Invited] Long-term deep-sea paleoseismology around the Japanese islands: current status and future challenges

*Ken IKEHARA^{1,2,3} (1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. National Museum of Nature and Science, Tokyo, 3. Shizuoka University)

【ハイライト講演】 海底に堆積するタービダイトは昔から堆積学者の興味を惹きつけてきており、数多くの研究がなされてきた。長年にわたる知見の蓄積や研究者の経験に基づいた深い洞察力に加え、最近の計測・測定機器の進歩が組み合わさることにより、精度の高い地震履歴の解明につながりつつある。タービダイト研究の将来的な展開に注目したい。 [※ハイライト講演とは...](#)

Keywords : earthquake、turbidite、turbidity current、surface sediment、environmental change

巨大地震時に形成されるイベント堆積物（タービダイトあるいはタービダイト／ホモジェナイトなど）を用いて、過去の巨大地震の発生履歴を知ろうとする研究は、世界各地の活動的縁辺域の海域や湖沼域で行われている。研究の初期は堆積物コア中に挟在するイベント堆積物の年代を推定することで巨大地震の平均的な発生間隔が求められたが、広域でのイベント堆積物の対比やイベント堆積物と歴史地震の対比、最近発生した巨大地震直後の調査結果の蓄積が増えるにしたがい、地震や地震動の規模や堆積プロセスの復元などの議論も可能となってきた。しかし、湖の一部を除いて、堆積物の給源である斜面域からイベント堆積物の堆積域である海盆／湖盆までを連続に検討することが進んでおらず、イベント時の堆積プロセスの理解の妨げとなっている。さらに、詳細な堆積相や生痕相の解析に基づく堆積プロセスや時間間隙の有無の検討も十分とはいえず、堆積学の面での課題も多く残されている。また、長尺のピストンコアや掘削コアを用いた研究も行われつつあるが、まだ研究例は限られており、例えば十分な数の発生間隔データを基にした間隔の周期性の議論や氷期－間氷期スケールでの地震性タービダイトの堆積現象の変化を議論できていない。

このような現状認識だけからは課題ばかりが目立ってしまうが、近年のコア計測／測定／観察技術の進歩は、私たちの理解を間違いなく向上させている。マイクロX線CT画像解析と高分解能蛍光X線化学分析の組み合わせは、イベント堆積物中の生痕の存在やそれを基にした時間間隙の認定、イベント堆積物と半遠洋性堆積物の区別を可能にしつつある（例えば、Hovikoski et al., 2025）。さらに、さまざまな年代測定技術の進歩は、より精度がよく、多数の年代コントロールを堆積物コア中に入れることを可能にした。この両者の結合はより確からしい深度－年代モデルの構築に貢献すると期待できる。これに、より信頼性の高いテフラなどを基準としたコア間対比を加えることで、イベント堆積物の確固たる対比とその特徴の時空間変化が捉えられるようになると期待できる。これに数値計算を取り入れれば、地震の規模や破壊領域などの情報を知ることができるようになるであろう。

一方で、より長期的な地震履歴の理解にはバックグラウンドの環境変動が地震性イベント堆積物の形成に与える影響を考える必要があるであろう。また、日本海溝の海溝充填堆積物に

は巨大地震が作るイベント堆積物の堆積間隔よりも長い時間間隔で繰り返す変形構造が確認されており、プレート境界浅部すべりの痕跡である可能性が指摘されている（Pizer et al., 2025）。高解像度の反射法地震探査と掘削の組み合わせは、イベント堆積物を使った過去の巨大地震の見方に新たな展開を与える可能性がある。

Hovikoski, J. et al. (2025) Nature Communications, 16, 1401.

Pizer, C. et al. (2025) Geology, 53, 370–374.

📅 Mon. Sep 15, 2025 3:00 PM - 5:45 PM JST | Mon. Sep 15, 2025 6:00 AM - 8:45 AM UTC 🏠 oral room 5(E205)

[2oral510-18] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

Chair: Dan MATSUMOTO(GS), Fumito SHIRAISHI(Hiroshima University)

◆ ECS

4:30 PM - 4:45 PM JST | 7:30 AM - 7:45 AM UTC

[T7-O-5] Concretion formation process of trace fossil *Tasselia ordamensis* from the Hayama Group distributed in the Miura Peninsula, Kanagawa

*Akihito KIKUKAWA^{1,2}, Satoshi TAKAHASHI², Osamu ABE², Yoshihiro ASAHARA², Noboru FURUKAWA³, Hidekazu YOSHIDA², Nagayoshi KATSUTA⁴, Yoshiaki AITA⁵ (1. Natural History Museum and Institute, Chiba, 2. Nagoya University, 3. Chiba University, 4. Gifu University, 5. Utsunomiya University)

Keywords : carbonate concretion、early diagenesis、 microfossil preservation potential、siliceous microfossil、Miocene

生痕化石は、底生生物の摂食や排泄、巣穴といった活動の痕跡が堆積物に記録されたもので、顕生代の堆積層中で頻繁に見られる。生痕化石の一部は、その形成過程で化石内部に海底表層堆積物を保存するため、海底面の削剥等で失われる堆積物記録を保持することが知られている。また、一部の生痕化石は炭酸カルシウム（カルサイト）のセメンテーションによりコンクリーション化することが知られている。カルサイトを主成分とするコンクリーション化は、形成が非常に速く碎屑物粒子の間隙がカルサイトで充填されることで内包物を埋没続成作用による破壊・変質から保護することが知られている（吉田，2023）。つまり、コンクリーション化生痕化石は、削剥作用や埋没続成作用で失われる可能性のある初生的な堆積物記録を保持する特性を持つと考えられる。

こうした特徴に着目し、筆者らは、*Tasselia ordamensis*と呼ばれる多毛類のコンクリーション化生痕化石（以後*Tasselia*コンクリーションと呼称）を対象とし、そのコンクリーション化過程や内部に観察される珪質微化石の保存過程を研究してきた（例えば、Kikukawa et al., 2024）。本研究では、三浦半島の中新統葉山層群から新規採取した*Tasselia*コンクリーションを用いた。この試料の内部には、周辺マトリクス（母岩）からの珪質微化石では確認できない微細構造が良く保持された個体が多数存在する。そこで、本試料のコンクリーション化過程を解明するため、コンクリーションと母岩に関して、薄片観察およびXRDによる鉱物組成分析、走査型X線分析顕微鏡による元素マッピング、ガラスビード法による蛍光X線分析装置による化学組成分析、安定同位体比質量分析計（IRMS）による炭酸塩鉱物の炭素・酸素同位体比（ $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$ ）分析を行った。

*Tasselia*コンクリーション内部は、石英や斜長石を主体する碎屑物粒子と保存良好な微化石、そしてそれらの間を充填する微細なカルサイト（高Mgカルサイト）で構成される。コンクリーション内部はCaに富み、母岩はSiやAl, Ti, K, Feが分布する。そのCaO含有量は母岩に比べてコンクリーション内部が約20倍、MgO及びMnO量は約2~3倍、 P_2O_5 量は約4倍濃集する。また、LOIはコンクリーション内部が約4倍高い値を示す。一方、 SiO_2 や TiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O は、母岩に比べてコンクリーション内部が約半分の含有量であった。コンクリーションの $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ 値は-18.9 ‰から-16.8 ‰、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$ 値は1.6 ‰から2.5 ‰であった。さらに、IRMS分析時に発生する CO_2 ガス量から見積もった炭酸塩含有率はコンクリーション全

体の約50%であった。

*Tasselia*コンクリーション $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ 値は、堆積当時（中期中新世）の底生有孔虫化石殻の $\delta^{13}\text{C}$ 値（1.0 ‰ ~ 2.0 ‰: Zachos et al., 2001）と比べて顕著に低い一方、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$ 値はその $\delta^{18}\text{O}$ 値（1.5 ‰ ~ 2.5 ‰: Zachos et al., 2001）に近い。本試料の $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ 値は、コンクリーションを構成する炭酸塩鉱物の起源の大半が生物由来の有機物に起因することを示す（Yoshida et al., 2015, 2018）。さらに、CaO及びMgO含有量とLOI量から算出される炭酸塩含有率は全体の約50%であり、上述した分析時に見積もられた炭酸塩含有率や元素マッピングによるCa分布と整合する。これらの整合性や炭酸塩含有量及び同位体比の均質性は、*Tasselia*コンクリーションが海底面下付近において、埋没後の初期段階に、初生的な孔隙を炭酸塩鉱物が極短期間に充填することで形成されたことを示唆する。したがって、*Tasselia ordamensis*形成者の活動の結果、堆積物中の初生的な孔隙を充填した有機物（おそらく粘液や排泄物）がコンクリーションを形成した炭酸塩鉱物の主要な炭素源であると考えられる。この初期埋没過程におけるコンクリーション化の結果、保存状態良好な微化石殻を含む堆積物が*Tasselia*コンクリーション内にシーリングされ保存されたと考えられる。

【参考文献】

- Kikukawa et al., 2024, *Lethaia* **57**, 1-20.
 吉田, 2023, 地質雑 **129**, 1-16.
 Yoshida et al., 2015, *Sci. Rep.* **5**, 14123.
 Yoshida et al., 2018, *Sci. Rep.* **8**, 6308.
 Zachos et al., 2001, *Science* **292**, 686-793.

📅 Mon. Sep 15, 2025 3:00 PM - 5:45 PM JST | Mon. Sep 15, 2025 6:00 AM - 8:45 AM UTC 🏠 oral room 5(E205)

[2oral510-18] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

Chair: Dan MATSUMOTO(GS), Fumito SHIRAISHI(Hiroshima University)

4:45 PM - 5:00 PM JST | 7:45 AM - 8:00 AM UTC

[T7-O-6] Reconstructing the growth history of white and pink precious coral skeletons from the Ogasawara region using geochemical analysis

*Tomoyo OKUMURA¹, Fumiya Hirakawa¹, Ma. Marivic Capitle Pepino¹, Takuya Matsuzaki¹, Minoru Ikehara¹, Tatsuya Kawai², Tsuyoshi Ishikawa^{3,1} (1. Kochi University, 2. Marine Works Japan, 3. JAMSTEC)

Keywords : Precious coral, *Pleurocorallium konojoi*, *Pleurocorallium elatius*, Carbon and oxygen isotope ratio, Geochemical analysis

生物の炭酸塩骨格には、生息域の環境変化や生理・生態的特性が記録されることが知られている。花虫綱八放サンゴ亜綱サンゴ科に属する日本近海の宝石サンゴは (Tu et al., 2015)、多くが水深70~80 m以深に分布し (岩崎・鈴木, 2008)、メソフォエティックゾーンにおける固着生物の生息場所となり、海洋生態系を支える重要な役割を担っていると考えられている。本研究では、宝石サンゴ骨格の地球化学的分析を通じて、骨格に刻まれた生理・生態および環境変化に関する情報の解読を試みた。対象とした試料は、2018年に小笠原諸島母島沖で採取されたシロサンゴ (*Pleurocorallium konojoi*) およびモモイロサンゴ (*P. elatius*) の各1群体の骨格断片である。これらの試料は、NPO法人宝石珊瑚保護育成協議会の支援のもと、漁業規則に則って漁獲されたものから、漁業者のご厚意により研究用として提供された。各試料はまず薄片化し、骨格に発達する年輪組織を顕微鏡観察およびEPMAによる元素マッピングにより確認した。その後、年輪組織に沿って、高精度マイクロミルシステムGeomill326 (Izumo-web) を用いて平均0.55年の分解能で削り出し、Zhang et al.

(2020) の過酸化水素水による前処理法を改良した手法で有機物を除去した。炭素・酸素の安定同位体比は、JCp-1を標準試料としてIsoprime PrecisiON (Elementar社) により分析した。さらに、切片に対して、NIST612を標準試料とし、レーザーアブレーション質量分析法 (LA-ICPMS: iCAP-Q (Thermo Fisher Scientific)、LSX-213 G2+レーザーアブレーションシステム (Teledyne CETAC)) を用いた線分析を実施し、年輪組織に応じた元素組成を解析した。年輪組織の観察から、シロサンゴでは21本、モモイロサンゴでは22本の年輪が確認され、2018年以前の21~22年間の成長記録が骨格に残されていると考えられた。本発表では、化学組成および同位体組成の変化を紹介し、それらから読み取れる生理・生態および生息環境に関する情報の解読の試みについて報告する。

<引用文献>Tu et al. (2015) Molecular Phylogenetics and Evolution 84, 173-184; 岩崎・鈴木(2008)珊瑚の文化誌-宝石サンゴをめぐる科学・文化・歴史, 東海大学出版; Zhang et al. (2020) Chemical Geology, 532(20), 119352

📅 Mon. Sep 15, 2025 3:00 PM - 5:45 PM JST | Mon. Sep 15, 2025 6:00 AM - 8:45 AM UTC 🏠 oral room 5(E205)

[2oral510-18] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

Chair: Dan MATSUMOTO(GSJ, AIST), Fumito SHIRAISHI(Hiroshima University)

◆ Highlight ◆ entry

5:00 PM - 5:15 PM JST | 8:00 AM - 8:15 AM UTC

[T7-O-7] Sedimentological and geochemical characteristics and formation process of fossil travertine distributed in Shirahone hot spring, Nagano Prefecture

*Ai KIYOHARA¹, Akihiro KANO², Hirokazu KATO³, Hitoshi TOMARU⁴, Fumito SHIRAISHI¹ (1. Hiroshima University, 2. University of Tokyo, 3. Teikyo University of Science, 4. Chiba University)

【ハイライト講演】トラバーチンとは、温泉水から形成された炭酸カルシウム沈殿物である。トラバーチンは日本各地に存在するが、白骨温泉には日本最大規模の化石トラバーチンが分布しており、一部は国の特別天然記念物にも指定されている。本研究は白骨温泉において、かつてどのように温泉水が流れ、トラバーチンが形成されていたのか、堆積学と地球化学からその詳細を明らかにしている。 [※ハイライト講演とは...](#)

Keywords : travertine、fossil travertine、clumped isotope、stable isotope、trace element

「化石トラバーチン」は過去の温泉活動によって形成された炭酸カルシウム沈殿物である。長野県白骨温泉には国内最大規模の化石トラバーチンが分布し、国の特別天然記念物に指定されているが、近年まで詳しい調査は行われてこなかった（松本市教育委員会，2020）。そこで本研究では、堆積学的・地球化学的アプローチから、化石トラバーチン形成過程の解明を試みた。

白骨温泉は2本の川が合流する峡谷付近に位置し、化石トラバーチンは北部と南部にそれぞれ分布する。分布面積は北部で10.3 ha、南部で5.3 haに及び、層厚は最大約30 mに達する。現在形成中のトラバーチンは源泉付近に局在する程度で、化石トラバーチンと比べて分布は限られる。白骨温泉の温泉水は、酸化還元電位と鉄濃度が非常に低く、鉄を含まない白色のトラバーチンを特異的に形成する。温泉水の Ca^{2+} と炭酸水素イオンの濃度比はおよそ1:2であり、水素酸素同位体比は天水の領域にプロットされることから、白骨温泉の温泉水は、基盤岩の一部であるペルム系石灰岩が天水に溶解したものと考えられる。

堆積相は、複数の先行研究を参考に、新たな堆積相を定義してCrystalline slope, Reed slope, Terrace, Marsh, Veinの5つに区分した（Guo and Riding, 1998,1999；Shiraishi et al., 2020）。枝や葉を含み低流速環境で堆積するMarshが広く分布し、川に面した峡谷斜面には、高角のReed slopeが分布する。北部には、かつての源泉であるfissure-ridgeという構造が認められ、その下方の峡谷斜面にはトラバーチンの滝地形が形成されていた。北部には、高流速環境を反映するCrystalline slopeがまとまって分布しているが、南部にはほとんど分布しない。

炭素酸素安定同位体比は、正の相関を示し、温泉水の流下に伴う同位体分別の進行を反映している。炭酸凝集同位体温度計から導かれた過去の泉温は、北部の3箇所36.2～22.2℃、南部の3箇所32.5～18.0℃であり、いずれも約±4℃の誤差で制約された。北部で得られた過去の最高泉温36.2℃は、現在形成中のトラバーチンから得られた炭酸凝集同位体

温度36.2℃と一致する（実際の泉温は38.8℃）。トラバーチンの微量元素は、温泉水の元素組成を特徴的に反映している。ただし、温泉水にほとんど含まれないマンガンは続成による付加とみられる。これらのデータを地図にプロットすると、標高の高い地点から標高の低い峡谷斜面に向かって、系統的な変化が見られた。化石トラバーチンの炭素・酸素安定同位体比は共に上昇し、炭酸凝集同位体温度（泉温）と微量元素のマグネシウム濃度は低下した。このような傾向は、かつて温泉水が峡谷斜面を広範に流下していたことを示している。

以上のデータを統合して、白骨温泉における化石トラバーチンの堆積環境を考察した。北部ではfissure-ridgeを源泉として、温泉水が峡谷斜面へ流下する環境でトラバーチンが堆積していたと解釈される。化石トラバーチン形成当時は、滝地形の発達に十分な量の温泉水が流れていた。南部では最大標高地点付近に低湧出量の源泉があり、温泉水は峡谷斜面へ向けて緩やかに流下していたと考えられる。トラバーチンの堆積場は葉や枝が供給され、場所によって貝形虫や藻類が生息する環境にあった。本研究で確立した堆積相の認定基準や同位体・微量元素に関する知見は、白骨温泉のみならず、他地域のトラバーチンなど、炭酸塩岩の堆積環境復元に広く有用であると期待される。

Guo, L., Riding, R. (1998) *Sedimentology* **45**(1), 163–180.

Guo, L., Riding, R. (1999) *Sedimentology* **46**(6), 1145–1158.

松本市教育委員会 (2020) 特別天然記念物白骨温泉の噴湯丘と球状石灰石保存活用計画. 133 p.

Shiraishi, F., Morikawa, A., Kuroshima, K., Amekawa, S., Yu, T. L., Shen, C. C., Kakizaki, Y., Kano, A., Asada, J., Bahniuk, A. M. (2020) *Sedimentary Geology* **405**, 105706.

📅 Mon. Sep 15, 2025 3:00 PM - 5:45 PM JST | Mon. Sep 15, 2025 6:00 AM - 8:45 AM UTC 🏠 oral room 5(E205)

[2oral510-18] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

Chair: Dan MATSUMOTO(GS), Fumito SHIRAISHI(Hiroshima University)

5:15 PM - 5:30 PM JST | 8:15 AM - 8:30 AM UTC

[T7-O-8] The paleo water temperature of early Pleistocene recorded in carbonate clumped isotopes of fish otolith fossils from the Kakegawa Group and an implication of brackish water environment

*Hirokazu Kato¹, Ryoko Senda², Akihiro Kano³ (1. Faculty of Education and Human Sciences, Teikyo University of Science, 2. Graduate School of Social and Cultural Studies, Kyushu University, 3. Graduate School of Science, The University of Tokyo)

Keywords : Fish otolith、Fossil、Carbonate clumped isotopes、Paleo temperature、Brackish lake

脊椎動物の三半規管内には、炭酸カルシウムを主成分とした鉱物質の組織が発達する。この組織は耳石と呼ばれ、平衡感覚に関与している。特に硬骨魚類では、他の動物群には見られないほど大きな耳石が発達する。魚類耳石は魚体の成長に伴って成長線を刻みながら付加成長を続ける。

発表者らは、静岡県南西部に分布する下部更新統掛川層群大日砂層から産出する魚類耳石化石と、それらに比較する現生魚類の耳石に、“凝集同位体温度計”の原理を適用し、古海洋沿岸部の温度復元を試みた。“凝集同位体温度計”は、重い同位体同士が結合して1つの分子内に存在しやすく、その凝集の強さが温度と逆相関するという原理（Urey, 1947）を用いた温度復元法である。耳石のような炭酸塩試料を対象とする場合には、試料からリン酸解離で生じた二酸化炭素の中での⁴⁷CO₂の存在度異常（ Δ_{47} 値）を測定し、その値から形成時の温度を求める。この手法の特色は、復元される温度が、炭酸塩鉱物を晶出させる水の同位体組成に依存しない点であり、酸素同位体組成が明らかでない海洋や、魚類体液中から析出した炭酸塩試料にも応用が可能である。しかし、魚類耳石の炭酸凝集同位体に関する研究例は乏しい。Ghosh et al. (2007) によれば、魚類耳石は人工カルサイト試料に比べてやや低い Δ_{47} 値

（高い沈殿温度を示す）を持つと言われているが、これは Δ_{47} データ補正の差異や、魚の生育温度の見積りへのずれが影響している可能性も指摘されている（Eiler, 2011）。

掛川層群大日砂層からは、多様な魚類耳石化石が産出する。その多くが、キス類やニベ類のような浅海に生息する種や、表層を回遊する種である。また、ハマギギやゴマニベと言った暖かい海域に生息する魚種も含まれるほか、ハダカイワシ類のような深海種も含まれることが知られる（大江, 1977）。魚類耳石は、主にアラゴナイトからなる緻密な構造を持っているため、化石となっても初生的な成分や結晶構造を長期的に保存していることが期待される。また、炭酸カルシウムの骨格を持つ微化石試料に比べてサイズが大きく、1つの耳石化石から数ミリグラム以上の分析試料が得られることも利用のメリットである。

大日砂層から産出した耳石化石の Δ_{47} 値を温度換算式（Kato et al., 2019）に当てはめると、ニベ属の2個体が14~15 °C程度、キス属の3個体が13~17 °C、ナンヨウマトイシモチ属の1個体が12 °C程度と、現在の本州周辺の海洋温度と同じかやや低い温度を示した。さらに、環境水-魚類耳石の酸素同位体比の温度依存分別の式（Geffin, 2012）を用いて、耳石化石の酸素同位体比から古環境水の酸素同位体組成を求めると、いずれの魚種でも-1.0‰_{vsmow}

前後の値が復元された。これは現在の海洋や、日本近海で漁獲された現生キス類耳石から同様の方法で求められる環境水の酸素同位体より有意に低い値である。更新世から現在までの海水酸素同位体組成の変位を勘案しても、化石耳石から復元される古環境水の酸素同位体比には、陸水の影響が強く現れていると思われる。

そこで、汽水湖である現在の静岡県浜名湖から釣り上げたシロギスの耳石を用いて、同様に環境水の酸素同位体組成を求めると、大日砂層産耳石から推定される古環境水の酸素同位体組成と近い値が得られた。このことから、大日砂層堆積時には、多様な魚種が生息する汽水湖の存在したことが示唆される。

引用文献

Urey (1947). The Thermodynamic properties of isotopic substances. J. Chem. Soc., 562–581.

Ghosh et al. (2007). Calibration of the carbonate ‘clumped isotope’ paleothermometer for otoliths. GCA 71, 2736–2744.

Eiler (2011). Paleoclimate reconstruction using carbonate clumped isotope thermometry. QSR 30, 3575–3588.

大江文雄 (1977). 鮮新統掛川層群大日砂層からの魚類耳石について (I) . 化石の友, 16, 13–19.

Kato et al. (2019). Seasonal temperature changes obtained from carbonate clumped isotopes of annually laminated tufas from Japan: Discrepancy between natural and synthetic calcites. GCA 244, 548–564.

📅 Mon. Sep 15, 2025 3:00 PM - 5:45 PM JST | Mon. Sep 15, 2025 6:00 AM - 8:45 AM UTC 🏠 oral room 5(E205)

[2oral510-18] T7. Latest Studies in Sedimentary Geology

Chair: Dan MATSUMOTO(GS), Fumito SHIRAISHI(Hiroshima University)

◆ Highlight

5:30 PM - 5:45 PM JST | 8:30 AM - 8:45 AM UTC

[T7-O-9] Sedimentary processes of the Upper Pleistocene reef-complex deposits in Kikai-jima, Kagoshima Prefecture, Japan.

*Hiroki MATSUDA¹, Keiichi SASAKI², Kazuki TOKUSHIGE³, Yuuka KUMAGAE⁴, Masahide HAYASHIDA⁴ (1. Fukada Geological Institute, 2. Kanazawa Gakuin University, 3. Graduate School of Science, Kumamoto University, 4. Faculty of Science, Kumamoto University)

【ハイライト講演】 琉球列島には、約160万年前以降にサンゴ礁などによって形成された琉球層群が広く分布する。本研究は、喜界島に見られる琉球層群の垂直的・水平的な変化を詳細に調査することで、徐々に浅海化が起きたことや、同じ時代でも地形や海流の影響で異なる堆積物が形成されたことなどを明らかにしている。 [※ハイライト講演とは...](#)

Keywords : Kikai-jima、Ryukyu Group、reef-complex deposits、depositional sequence、sea level change

鹿児島県喜界島は、鮮新統～下部更新統島尻層群早町層を基盤として、下部更新統知念層、中・上部更新統琉球層群、上部更新統～完新統石灰質砂層、完新統隆起サンゴ礁（中川，1969；松田ほか，2023）からなる。本島は隆起速度が大きいため、他の島々と比較し、後期更新世のサンゴ礁性堆積物が広く分布する（大村ほか，2000）。そこで筆者らは、この上部更新統サンゴ礁複合体堆積物（琉球層群湾層）について、その分布、構成生物粒子、岩相、堆積構造に基づき堆積環境を推定（辻ほか，1993；Nakamori et al., 1995）し、各堆積相の鉛直・側方変化、ならびに年代値が既知の造礁サンゴ化石の分布（大村ほか，2000など）との対比により、最終間氷期（約125ka；MIS 5e）以降の汎世界的海水準変化と隆起運動による相対的海水準変動に伴って形成されたサンゴ礁複合体の発達過程を検討した。その結果、以下のことが明らかになった。

模式的な堆積シーケンス（図）は、①石灰藻球石灰岩（島棚域；水深50～150m）に始まり、②コケムシ質石灰岩（島棚外側～斜面上部；水深130～170m）→③石灰藻球石灰岩（島棚域；水深50～150m）→④石灰藻球を伴う淘汰の悪い生砕性石灰岩→⑤サンゴ礫を含む淘汰の悪い生砕性石灰岩→⑥サンゴ石灰岩（礁斜面～礁域；水深50m以浅）→⑦淘汰の良い生砕性石灰岩（浅礁湖；水深5m以浅），そして最上部は陸化し、⑧淘汰の良い細粒石灰砂層（風成砂丘；陸域）からなり、最終間氷期から最終氷期までの相対的海水準低下に伴う浅海化の過程で形成されたと推定される。また同時断面で見ると、上部更新統の基盤である中部更新統百之台層上面の地形と標高に応じて、岩相は側方に変化する。約80ka（MIS 5a）に注目すると、高位の中西台（現在の標高160m）には浅海域で堆積したサンゴ石灰岩と淘汰のよい生砕性石灰岩が、上嘉鉄北方（標高60～70m）には島棚域の石灰藻球を伴う淘汰の悪い生砕性石灰岩が、そして島西部や中部北西岸周辺（現在の標高10～35m）には、島棚上部～斜面上部域で堆積したコケムシ質石灰岩が分布している。さらにその後の相対的海面低下に伴って、サンゴ石灰岩の分布域は、次第に標高の低い地域へと前進し、約50～40kaには現在の標高20m前後の地域へとオフラッピングしている。

また同時期の同一水深であっても、基盤地形の形態（百之台層上面の形態）により堆積相は異なる。島南西部の比較的島棚が広い地域では石灰藻球石灰岩の発達がよいのに対し、島棚の広がり乏しく、急な島棚からなる中部北西岸や北東岸では石灰藻球に乏しい。島棚斜面上部相であるコケムシ質石灰岩でも、北西岸や北東岸では斜交層理が顕著に発達するのに対し、南西部ではこのような堆積構造は認められず塊状の見かけを呈する。このような堆積相の違いはおそらく島の伸長方向に流れる潮汐流の影響によるものと考えられる。

松田ほか, 2023, 地質学雑誌, 129, 153-164.

中川, 1969, 東北大学地質学古生物学教室研究邦文報告, no.68, 1-17.

Nakamori et al., 1995, *Sediment. Geol.*, **99**, 215-231.

大村ほか, 2000, 第四紀研究, 39, 55-68.

辻ほか, 1993, 石油公団石油開発センター研究報告, **24**, 55-77.

