

北西部パンサラッサ海におけるトアルシアン海洋無酸素事変時の古環境変動：豊浦地域の層序と地球化学分析  
Paleoenvironmental changes in NW Panthalassa through the Toarcian OAE: Stratigraphy and geochemistry of the Toyora area

泉 賢太郎<sup>1\*</sup>; ケンプ デイビッド<sup>2</sup>  
IZUMI, Kentaro<sup>1\*</sup>; KEMP, David<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター, <sup>2</sup> アバディーン大学 地質学・石油地質学専攻

<sup>1</sup>Center for Environmental Biology and Ecosystem Studies, NIES, <sup>2</sup>Department of Geology and Petroleum Geology, University of Aberdeen

The early Toarcian (Early Jurassic) oceanic anoxic event (T-OAE) was a significant palaeoenvironmental perturbation that led to marked changes in ocean chemistry and climate, and which also had a severe impact on marine ecosystems. In addition, this event is characterized by the widespread occurrence of a ~3.7‰ negative excursion in the carbon-isotope ( $\delta^{13}\text{C}$ ) composition of marine organic and inorganic matter and terrestrial plant material. This feature of the event indicates a pronounced perturbation to the global carbon cycle. Despite such global impacts of the event, the precise palaeoenvironmental changes during the event from sections outside of the Boreal and Tethys realms are uncertain. Thus, to resolve this issue and further expand our understanding of the nature of the event, here we investigated the Nishinakayama Formation of the Toyora area, southwest Japan, which represents shallow-marine strata deposited at the northwestern margin of the Panthalassa Ocean. First, we established high-resolution carbon-isotope chemostratigraphy. A characteristic  $\delta^{13}\text{C}$  negative excursion was recognized around the middle part of the Nishinakayama Formation, allowing accurate international correlation. Then, we carried out geochemical analyses to reconstruct palaeoenvironmental conditions at the northwestern Panthalassic margin. Our results indicate that in the studied succession, organic-matter enrichment persisted through the early Toarcian, but elemental redox proxies and ichnofabrics do not support persistent bottom-water anoxia through the  $\delta^{13}\text{C}$  excursion. Analysis of terrigenously derived major and trace element abundances and palynology, coupled with sedimentological observations, revealed an increase in coarse-grained sediment, phytoclast size, and terrestrial organic-matter close to the onset of the  $\delta^{13}\text{C}$  negative excursion. These lines of evidence potentially suggest a marked strengthening of detrital sediment flux and hence hydrological cycling and continental weathering. This is consistent with previously published evidence from Boreal and Tethys realms.

## 過去 1000 万年間の南大西洋 ODP704 地点における珪質鞭毛藻化石と表層水塊変動 Silicoflagellates and surface water-mass variation at ODP Site 704 in the South Atlantic Ocean for the last 10Myrs

小野寺 文尚太郎<sup>1\*</sup>; 関 宰<sup>2</sup>

ONODERA, Jonaotaro<sup>1\*</sup>; SEKI, Osamu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター, <sup>2</sup> 北海道大学低温科学研究所

<sup>1</sup>JAMSTEC-RCGC, <sup>2</sup>Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

At ODP Site 704 (46.9°S, 7.4°E) in the South Atlantic Ocean, we estimated latitudinal migration of subpolar and subtropical surface water masses for 10 million years on the basis of silicoflagellate fossil assemblage variations in the sediment core samples. Biogeographical silicoflagellate distribution corresponds to cold water and subtropical water masses. This distribution pattern can be applied to the estimation on latitudinal migration of subpolar/subtropical boundary. Although the fossil preservation was poor in the oldest period from 10Ma to 6.5Ma, the extinct genus *Bachmannocena* considered as a temperate or cosmopolitan species was observed for the period. Continuous occurrence of the cold water genus *Distephanus* was observed from ~6.5Ma to present. The modern annual sea-surface temperature (SST) is 5.6 °C at the studied site, and silicoflagellate assemblage is composed of the genus *Distephanus*. The relative abundance of sea ice-related species in the silicoflagellate assemblages increased from 2.7Ma. However, subtropical genus *Dictyocha* intermittently dominated the assemblage from 5.7Ma to 4.0Ma. The co-occurrence of cold and subtropical water species suggest that the subpolar/subtropical boundary or the mixed water had covered the studied site. The temporal increase of subtropical silicoflagellates at the same periods had been reported at ODP Site 1165 (64.4°S) located in further south near the Antarctic. However, it should be noted that alkenone SST did not show the clear increase at the study site for the occurrence period of *Dictyocha*.

Keywords: silicoflagellate, biogeography, paleoceanography, Ocean Drilling Program (ODP), South Atlantic Ocean

## 高時間解像度放射性炭素年代測定による Bonaparte 湾の相対的海水準復元 Relative sea level records using high-resolution radiocarbon dating based on new sediment cores from the Bonaparte Gulf

石輪 健樹<sup>1\*</sup>; 横山 裕典<sup>1</sup>; 宮入 陽介<sup>1</sup>; オブラクタ スティーブン<sup>2</sup>; 佐々木 猛智<sup>3</sup>; 池原 実<sup>4</sup>;  
上原 克人<sup>5</sup>; 北村 晃寿<sup>6</sup>; 鈴木 淳<sup>7</sup>; 池原 研<sup>7</sup>; 木元 克典<sup>8</sup>; ボウジェ ジュリアン<sup>9</sup>; 松崎 浩之<sup>3</sup>  
ISHIWA, Takeshige<sup>1\*</sup>; YOKOYAMA, Yusuke<sup>1</sup>; MIYAIRI, Yosuke<sup>1</sup>; OBROCHTA, Stephen<sup>2</sup>; SASAKI, Takenori<sup>3</sup>;  
IKEHARA, Minoru<sup>4</sup>; UEHARA, Katsuto<sup>5</sup>; KITAMURA, Akihisa<sup>6</sup>; SUZUKI, Atsushi<sup>7</sup>; IKEHARA, Ken<sup>7</sup>;  
KIMOTO, Katsunori<sup>8</sup>; BOURJET, Julien<sup>9</sup>; MATSUZAKI, Hiroyuki<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>2</sup> 秋田大学国際資源学部, <sup>3</sup> 東京大学総合研究博物館, <sup>4</sup> 高知大学海洋コア総合研究センター, <sup>5</sup> 九州大学応用力学研究所, <sup>6</sup> 静岡大学理学部地球科学科, <sup>7</sup> 産業技術総合研究所地質情報研究部門, <sup>8</sup> 海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター, <sup>9</sup> 西オーストラリア大学

<sup>1</sup> Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, <sup>2</sup> Faculty of International Resource Science, Akita University, <sup>3</sup> The University Museum, The University of Tokyo, <sup>4</sup> Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, <sup>5</sup> Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, <sup>6</sup> Institute of Geosciences, Shizuoka University, <sup>7</sup> Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, <sup>8</sup> Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, <sup>9</sup> School of Earth and Environment, The University of Western Australia

氷床変動は第四紀の全球的な気候変動に大きな影響を与えてきたことから、地球表層システムを理解する上で過去の氷床変動を知ることは重要である。これまで過去の相対的海水準から氷床の融解・成長に制約が与えられてきた。最終氷期最盛期は約 20,000 年前に起こった氷床量が最大に達した時期であり、氷床変動と気候変動の関係性を解明するためには重要な時期である。しかし、最終退氷期および完新世では相対的海水準の復元例が多い一方、最終氷期最盛期では復元例が少ないのが現状である。そこで本研究では、2011 年に新たに採取された北西オーストラリア Bonaparte 湾の海洋堆積物コアを用い、最終氷期最盛期の相対的海水準変動の復元を行った。

北西オーストラリアに位置する Bonaparte 湾は、旧氷床域から遠い far field に位置しており、glacio-hydro-isostasy の効果が小さく、氷床変動の復元に適した地域である。Bonaparte 湾で行われた白鳳丸 KH11-1 航海では 20 本以上のコアが採取され、これらのコアから連続的な相対的海水準の復元が可能である。本研究では、堆積物中の約 400 サンプルにおよぶ二枚貝および有機炭素に対して放射性炭素年代測定を適用した。また、全有機炭素・全窒素量・安定炭素同位体比から堆積環境の復元を行い、古潮汐モデルによって最終氷期最盛期の潮汐の復元を行い、相対的海水準の誤差を評価した。その結果、海水準の下降が約 21,000 年前におこり、最終氷期最盛期の期間は約 2,000 年間という短期間であったことが示唆された。

キーワード: 最終氷期最盛期, 相対的海水準, 放射性炭素年代測定, 堆積物コア

Keywords: Last Glacial Maximum, Relative Sea Level, Radiocarbon Dating, Marine Sediment Core

## 堆積物コアの CNS 元素濃度を基にした過去 2 万 5 千年間の琉球弧の堆積環境変遷 Variations in sedimentary environments around the Ryukyu Arc since 25 kyr based on CNS elements

天野 敦子<sup>1\*</sup>; 板木 拓也<sup>1</sup>  
AMANO, Atsuko<sup>1\*</sup>; ITAKI, Takuya<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所地質情報研究部門  
<sup>1</sup> Geological Survey of Japan, AIST

本研究では、沖縄島西方と前弧の海域で採取された柱状堆積物（コア）の放射性炭素年代と CNS 元素分析を行い、既存研究の沖縄トラフの結果と比較し、2 万 5 千年間の堆積環境変遷について検討した。沖縄トラフのコアは最終氷期最盛期から完新世にかけて、顕著な  $\text{CaCO}_3$  濃度の増加と全有機炭素/全窒素量比（C/N 比）の減少を示し、これら変化は海水準上昇に伴う大陸からの供給の減少を示す。一方で、沖縄島西方海域で採取したコアの  $\text{CaCO}_3$  濃度は沖縄トラフのおおよそ 2 倍を示し、7.5-6.0 cal kyr BP に増加する。また、前弧海域のコアの  $\text{CaCO}_3$  濃度は 11.5-8.1 cal kyr BP に顕著な減少を示す。これら  $\text{CaCO}_3$  濃度は海水表面の栄養塩濃度変化に伴う海洋生産の変化を示している可能性が高い。これに加えて、黒潮や琉球海流の運搬が影響している可能性もある。さらに沖縄島西方海域の C/N 比は、完新世初期以降に 1-2 kyr 間隔の変化を示す。この変化はこの海域で卓越する黒潮反流の強度が数千年間隔で変化し、その運搬作用によって浅海域から深海へと堆積物が移動している可能性を示唆する。

キーワード: CNS 元素, 堆積過程, 海水準変動, 黒潮, 琉球諸島  
Keywords: CNS elements, deposition process, sea level change, Kuroshio Current, Ryukyu Islands

## アラスカ湾における5万年間の生物源オパール量変化 Biogenic opal changes in the Gulf of Alaska for the last 50 kyrs

菅 聖一郎<sup>1\*</sup>; 朝日 博史<sup>2</sup>; 今野 進<sup>3</sup>; 須藤 斎<sup>4</sup>; 岡崎 裕典<sup>3</sup>  
SUGA, Sei-ichiro<sup>1\*</sup>; ASAHI, Hirofumi<sup>2</sup>; KONNO, Susumu<sup>3</sup>; SUTO, Itsuki<sup>4</sup>; OKAZAKI, Yusuke<sup>3</sup>

<sup>1</sup>九州大学理学部, <sup>2</sup>韓国極地研究所, <sup>3</sup>九州大学大学院理学研究院, <sup>4</sup>名古屋大学大学院環境学研究科  
<sup>1</sup>Faculty of Sciences, Kyushu University, <sup>2</sup>Korea Polar Research Institute, <sup>3</sup>Graduate School of Sciences, Kyushu University,  
<sup>4</sup>Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

アラスカ湾は珪藻を主とした植物プランクトンの生産量が高い海域である。珪藻は生物源オパールの殻を持っており、化石として海底堆積物中によく保存される。したがって、海底堆積物中の生物源オパールは、過去の珪藻生産の指標となる (e.g. Ragueneau et al., 2000)。本研究では2013年に実施された統合国際深海掘削計画 (IODP) 第341次航海によりアラスカ湾のサイト U1418 (58° 46.6' N, 144° 29.6' W, 水深 3667 m) で掘削された堆積物試料を用いた (Expedition 341 Scientists, 2014)。サイト U1418 では5つの Hole において掘削が行われ、有孔虫や珪藻を含む約100万年間分の連続堆積物が回収された。U1418 試料の年代モデルは浮遊性有孔虫 (*Neogloboquadrina pachyderma sinistral*) の酸素同位体層序および古地磁気層序・微化石生層序によって構築されている (Asahi et al., 2014)。アラスカ湾沿岸域の堆積速度は極めて速く、サイト U1418 の平均堆積速度は70 cm/kyr であった。本研究では船上分析により比較的珪藻の産出量が高かった上部5万年間 (約60 m) の計120試料を用いて、生物源オパール測定を行った。本研究の目的は U1418 試料中の生物源オパール変動に基づく過去5万年間の珪藻生産の歴史を明らかにすることである。生物源オパール (重量%) を、弱アルカリ (2 M 炭酸ナトリウム) を用いたアルカリ抽出とモリブデンイエロー法による比色定量によって測定した (Mortlock and Froelich, 1989)。生物源オパール (重量%) は堆積物中の相対的な値であり、珪藻以外の成分の希釈の影響を受ける。そこでより正確な珪藻量を求めるため、堆積物の密度 (Expedition 341 Scientists, 2014) と堆積速度 (Asahi et al., 2014) から生物源オパール沈積流量 ( $\text{g cm}^{-2} \text{ kyr}^{-1}$ ) を算出した。沈積流量は1,000年  $1 \text{ cm}^2$  あたりに堆積した生物源オパール量であり珪藻以外の成分による希釈効果の影響を受けない。本研究の堆積物試料は海洋酸素同位体ステージ (MIS) 1-3 に対応しており、MIS 2 (1.4-2.9 万年) は顕著な氷期である。MIS 2 と3における生物源オパール沈積流量の平均値はそれぞれ  $3.60 \text{ g cm}^{-2} \text{ kyr}^{-1}$  および  $6.89 \text{ g cm}^{-2} \text{ kyr}^{-1}$  であり、MIS 2 の方が低かった。なお U1418 では完新世の層準は、ほとんど回収されなかった。このことは氷期において珪藻の生産量が低下したことを示唆する。現在のアラスカ湾は植物プランクトン生産量を制約する微量元素である鉄が不足している高栄養塩低クロロフィル (HNLC) 海域である一方で、氷期には風成塵による海洋への鉄の供給が増加したと考えられてきた (Kohfeld and Harrison, 2001)。しかしながら、本研究では MIS 2 に生物源オパール沈積流量が減少しており、風成塵由来の鉄が氷期のアラスカ湾の珪藻生産を増加させたという説を支持しない結果が得られた。これらの結果から、アラスカ湾では MIS 2 に海水が被覆しており (de Vernal and Pedersen, 1997)、光環境の制限によって珪藻生産が減少したと考えた。

### 参考文献

Asahi, H. et al., AGU fall meeting, PP21A-1286, 2014  
de Vernal, A. and T.F. Pedersen, *Paleoceanography* 12, 821-830, 1997  
Expedition 341 Scientists, IODP Exp. 341 Preliminary Report, 2014  
Kohfeld, K.E. and S.P. Harrison, *Earth-Sci. Rev.* 54, 81-114, 2001  
Mortlock, R.A. and P.N. Froelich, *Deep-Sea Res. A*, 36, 1415-1426, 1989  
Ragueneau, O. et al., *Global Planet. Change* 26, 317-365, 2000

キーワード: 生物源オパール, アラスカ湾, 最終氷期, IODP  
Keywords: Biogenic opal, Gulf of Alaska, Last glacial period, IODP

## 浮遊性有孔虫群集に基づく本州南方黒潮流域における最終間氷期と MIS 6 の古環境変動 Paleoenvironmental changes during last interglacial and MIS 6 in Kuroshio region off Honshu based on planktic foraminif

佐多 美香<sup>1\*</sup>; 池原 実<sup>1</sup>; 林 広樹<sup>2</sup>; 河瀨 俊吾<sup>3</sup>  
SATA, Mika<sup>1\*</sup>; IKEHARA, Minoru<sup>1</sup>; HAYASHI, Hiroki<sup>2</sup>; KAWAGATA, Shungo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 高知大学, <sup>2</sup> 島根大学総合理工学部, <sup>3</sup> 横浜国立大学教育人間科学部

<sup>1</sup>Kochi University, <sup>2</sup>Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University, <sup>3</sup>Faculty of Education and Human Sciences, Yokohama National University

最終氷期から完新世の日本近海での黒潮の流路や黒潮流域における古海洋変動の研究が行われてきた(尾田・嶽本, 1992, Ujiie and Ujiie, 1999, 大道, 2004MS, Ikehara et al., 2009 など). 最終氷期以前に関しては, 沖縄トラフ北部において浮遊性有孔虫群集解析に基づいて表層・中層水の変動が復元されている(氏家・氏家, 2006). しかし, 本州南方の黒潮流域では最終氷期以前の古海洋変動はあまり研究例がない. よって, 本州南方黒潮流域から採取された2本のコア(四国沖; MD01-2422(32°08.7'N, 133°51.8'E, 水深 2737m), 熊野沖; KR09-15 PC1(33°17.7348N, 136°38.3966E, 水深 1951m))を用いて, 酸素同位体ステージ(MIS)6の氷期から最終間氷期(MIS 5e)における古環境変動を復元することを目的とする研究を行った.

MD01-2422の年代モデルは, *Globigerinoides ruber*の酸素同位体比曲線に基づいて構築された(池原ほか, 2006). KR09-15 PC1の年代モデルは, *Globorotalia inflata*の14C年代と酸素同位体比曲線に基づいて構築した. 63 $\mu$ mのふるいを用いて水洗いして得た粗粒堆積物から, 浮遊性有孔虫の拾い出しを行った. 簡易分割器を用いて, 1試料につき200個体以上が含まれる量まで分割し, 実体顕微鏡下でその分割試料内の125 $\mu$ m以上の浮遊性有孔虫個体を全て拾い出して分類した.

MD01-2422では浮遊性有孔虫36種(優勢種11種)を同定した. 一方, KR09-15 PC1では, 浮遊性有孔虫26種(優勢種10種)を同定した. これらの結果とKR09-15 PC1の低解像度の群集解析結果(東, 2010MS)を統合した上で, 四国沖と熊野沖の浮遊性有孔虫群集変化を比較した. その際, 氏家・氏家(2006)とUjiie et al.(2003)で用いられた各水塊グループ主要種のうち黒潮系2種(*Pulleniatina obliquiloculata*と*Neogloboquadrina dutertrei*)の相対産出頻度に注目した. その結果, 四国沖, 熊野沖共にMIS 5eに黒潮系グループの増加が認められた. 熊野沖ではMIS 6には黒潮系グループが減少した. このことより, 次の3点が推測される. ①四国沖はMIS 6からMIS 5eにかけて常に黒潮の影響下にあった. ②熊野沖ではMIS 5eには四国沖と同様に黒潮の影響下にあった. ③しかし, MIS 6の熊野沖は黒潮の影響を受けていなかった可能性が高い.

## 中期更新世の古カトマンズ湖堆積物に記録されたモンスーン気候と湖水位の変動 Change in monsoon climate and lake-water-level recorded in middle Pleistocene Paleo-Kathmandu Lake sediments

瀬戸口 怜子<sup>1\*</sup>; 藤井 理恵<sup>1</sup>; 酒井 治孝<sup>1</sup>  
SETOGUCHI, Ryoko<sup>1\*</sup>; FUJII, Rie<sup>1</sup>; SAKAI, Harutaka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 京都大学理学研究科地球惑星科学専攻

<sup>1</sup> Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University

In order to reconstruct terrestrial Indian monsoon record during the MPT (Middle Pleistocene Transition) and to clarify the causes of lake-water-level changes, pollen and other microfossils analyses were conducted on the lacustrine sediments in the southern Kathmandu basin on southern slope of the Central Himalaya.

We reconstructed continuous record of vegetation and climate changes from ca. 1000 ka to 500 ka on the basis of pollen analysis of a 114-m-long drill core at Champi. In addition, changes in ratio of other proxy: sponge spicules, phytoliths and plant fragments are analyzed and compared with the reconstructed climatic record

On the basis of changes in relative abundance and assemblage of fossil pollen, nine pollen zones are constructed. Pollen zone 9, 7, 5 and 3 indicate cold and dry climate and zone 8, 6, 4 and 2 indicate warm and wet climate. Cold index (*Abies* and *Tsuga*) and dry index (*Artemisia* and *Chenopodiaceae*) increase during period of cold climate after zone 7. Cold index (*Abies* and *Tsuga*) and dry index (*Gramineae*) increase much more under cold climate after zone 5 and at the same time, ratio of arboreal pollen begins to cyclically change. A comparison of pollen zones with MIS (marine isotope stage) and magnetostratigraphic study indicate that pollen zones from 8 to 2 correspond to MIS 27-15. The pollen diagram suggests that climate of the Kathmandu Valley became cool and dry at 900 and 700 ka (pollen zone 7 and 5), and cyclic climatic change started at 700 ka. These changes seem to correspond to abrupt increase and cyclic changes of global ice volume in the MPT.

Sponge spicule decreases its ratio during the period of dry climate, therefore it could be ascribed to shrinking of habitat of sponge due to the lowering of lake-water under dry climate. Abrupt and rapid decrease of sponge spicule and diatom at around 50 m in depth suggests rapid lowering of lake-water-level for a moment. This change possibly is caused by drain of lake water owing to occasional break of the dam, because the pollen zone 2 indicates warm and wet climate which implies increase of lake-water-level.

Keywords: Indian monsoon, Kathmandu basin, lacustrine sediments, pollen analysis, sponge spicule

## 京都盆地 KD-1/KD-2 ボーリングコアの海成粘土層の再検討 Reconsideration of the existence of marine clay beds in KD-1 and KD-2 drilling cores in Kyoto Basin

石川 尚人<sup>1\*</sup>; 竹村 恵二<sup>2</sup>

ISHIKAWA, Naoto<sup>1\*</sup>; TAKEMURA, Keiji<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 京大・人環, <sup>2</sup> 京大・理・地球熱学研究施設

<sup>1</sup>Grad. EHS, Kyoto Univ., <sup>2</sup>Beppu. Geo. Res. Lab., Kyoto Univ.

Research programs including seismic reflection surveys and deep drillings were carried out at the Kyoto Basin between 1998 and 2002 for clarifying underground structure of the basin. Deep drilling cores taken at three sites, KD-0 in the southern part of the basin (Ogura-ike), KD-1 in the central part (Hokotate Park south of JR Kyoto station) and KD-2 in the northern part (Nijo-jo Castle), were composed of thick strata of the Osaka Group and Pleistocene terrace deposits. Marine clay beds, the key beds in the Osaka Group, were identified at five horizons in KD-0 and KD-1 cores (Ma3, Ma4, Ma5, Ma6 and Ma9 beds) and three in KD-1 core (Ma5, Ma6 and Ma9 beds) according to the color of sediments, results of fossil and pollen analyses and stratigraphic correlations of volcanic ash layers (Kyoto City, 2003). Kitani and Kamo (2010) reconsidered the stratigraphy of KD-0 core, and identified 13 marine clay beds in the Osaka Group (Ma0, Ma0.5, Ma1, Ma1.3, Ma2, Ma3, Ma4, Ma5, Ma6, Ma7, Ma8, Ma9 and Ma10 beds) and one marine clay bed in terrace deposits (Ma12 bed).

In order to reconsider the existence of marine clay beds in KD-1 and KD-2 cores, we performed measurements of electric conductivity (EC) and pH of stirred clayey sediments in water on 15 mud layers in KD-1 core and 14 layers in KD-2 core based on the method of Yokoyama and Sato (1987). In KD-1 core, samples of marine clay beds identified in Kyoto City (2003) showed high EC and low pH values, and were regarded as marine sediments based on the criteria of Yokoyama and Sato (1987). A mud layer above Ma9 bed was also found to show high EC and low pH values, and marine diatom fossils were found in the mud sample by smear slide observations. The layer may be correlated to Ma10 bed. In KD-2 core, samples of Ma5 and Ma6 beds had high EC and low pH values. Other samples including that of Ma9 bed had low EC and higher pH of 6-7, and were regarded as fresh water sediments. It may be implied that the sea water invasion occurred at the formation age of Ma10 bed (about 0.34Ma) in the central part of the Kyoto Basin, and that the northern part has been under the fresh water environment after the formation age of Ma6 bed (about 0.62Ma).

キーワード: 京都盆地, 海成粘土層, 大阪層群

Keywords: Kyoto Basin, marine clay bed, Osaka Group



花粉記録から見た Orbital cycle に対する陸上気候変動の応答：下北半島コア C9001C  
より  
The response of terrestrial climate variations in the orbital cycles based on a marine pollen  
records

菅谷 真奈美<sup>1\*</sup>; 奥田 昌明<sup>2</sup>; 岡田 誠<sup>3</sup>  
SUGAYA, Manami<sup>1\*</sup>; OKUDA, Masaaki<sup>2</sup>; OKADA, Makoto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>茨城大学大学院理工学研究科, <sup>2</sup>千葉県立中央博物館, <sup>3</sup>茨城大学理学部

<sup>1</sup>Graduate school of Sci. and Eng. Ibaraki University, <sup>2</sup>Natural History Museum and Institute of Chiba, <sup>3</sup>Department of science, Ibaraki University

海洋コアの花粉分析では、有孔虫殻の酸素同位体の同時分析によって数十万年スケールの時間軸の入った花粉記録を得ることができる。このことは、陸上堆積物で起こる長期スケールの連続記録を得ることが難しいという問題を解決する。本研究では青森県下北半島沖で掘削された C9001C コアを対象に、コアが被覆しているブリュンヌ正磁極期間の陸域における古気候変動復元および連続した花粉層序の構築を目的として花粉分析を行った。花粉記録は、間氷期では冷温帯落葉広葉樹林の群集組成を示し、氷期では亜寒帯針葉樹林の群集組成を示す。また間氷期から氷期への移行期もしくは弱い氷期には針広混交林の群集組成を示した。さらに、この花粉記録に対してモダンアナログ法を用いて定量復元を行った。その結果、古気温と古降水量は異なる周期で変動し、それぞれ、氷期-間氷期変動、日射量変動に呼応して変動していることを示唆した。

キーワード: 花粉, 古気候復元, 海洋コア

Keywords: pollen, paleoclimate reconstruction, marine core

## 完新世における東南極宗谷海岸の丸湾南池・丸湾大池の古湖沼学的変遷 Paleolimnological changes of Lake Maruwanminami-ike and Maruwan-Oike in Soya Coast, East Antarctica during the Holocene

姜 怡辰<sup>1\*</sup>; 鹿島 薫<sup>2</sup>; 瀬戸 浩二<sup>3</sup>; 伊東 敬祐<sup>4</sup>; 本多 英介<sup>4</sup>; 谷 幸則<sup>5</sup>; 渡邊 隆広<sup>6</sup>; 中村 俊夫<sup>7</sup>;  
伊村 智<sup>8</sup>; 井上 源喜<sup>9</sup>

KANG, Ijin<sup>1\*</sup>; KASHIMA, Kaoru<sup>2</sup>; SETO, Koji<sup>3</sup>; ITO, Keisuke<sup>4</sup>; HONDA, Eisuke<sup>4</sup>; TANI, Yukinori<sup>5</sup>;  
WATANABE, Takahiro<sup>6</sup>; NAKAMURA, Toshio<sup>7</sup>; IMURA, Satoshi<sup>8</sup>; MATSUMOTO, Genki I.<sup>9</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻, <sup>2</sup>九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門, <sup>3</sup>島根大学汽水域研究センター, <sup>4</sup>大妻女子大学大学院人間文化研究科, <sup>5</sup>静岡県立大環境科学研究所, <sup>6</sup>東北大学大学院環境科学研究科, <sup>7</sup>名古屋大学年代測定総合研究センター, <sup>8</sup>国立極地研究所, <sup>9</sup>大妻女子大学社会情報学部

<sup>1</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University, <sup>2</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University, <sup>3</sup>Research Center for Coastal Lagoon Environments, Shimane University, <sup>4</sup>Graduate School of Studies in Human Culture, Otsuma Women's University, <sup>5</sup>Institute of Environmental Sciences, University of Shizuoka, <sup>6</sup>Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, <sup>7</sup>Center for Chronological Research, Nagoya University, <sup>8</sup>National Institute of Polar Research, <sup>9</sup>School of Social Information Studies, Otsuma Women's University

南極氷床は地球上の氷の約90%を占める最大の氷床である。南極大陸は、莫大な氷床があることにより地球全体の気候に重要な働きをしているとともに、地球全体の変化が堅調に反映される場所でもある。研究対象地である東南極の宗谷海岸には、南極氷床の後退により形成された多くの湖沼が分布している。その中、海拔高度20m以下に位置する沿岸湖沼は氷床の拡大期には海であったところが氷床の後退により陸化し、湖沼として形成されたとみられている。

本研究では、南極宗谷海岸の丸湾大池と丸湾南池の湖底堆積物コア（それぞれMw4C-01、MwS4C-01）について、Matsumoto et al. (in prep) により全炭素 (TC)、全有機炭素 (TOC)、全窒素 (TN)、全無機炭素 (TIC) および全硫黄 (TS) 濃度の測定及び放射性炭素 <sup>14</sup>C 法による年代測定を行った。その結果に加え、顕微鏡を用いた珪藻化石の観察・同定を行い、隣接している二つの湖沼を比較することで完新世における古湖沼学的変遷の解明を目的とする。

丸湾南池の場合、元素分析の結果及び珪藻分析の結果から深さ70cm（約2,200 cal BP）で、*Fragilariopsis curuta* や *Navicula glacie* のような海洋性珪藻が主に産出する海成層から、*Diadesmis* 属の淡水性珪藻が産出する淡水成層と変遷したことが分かった。

丸湾大池の場合、丸湾大池堆積物コアの表層から深さ28cmまでは淡水環境を反映するコケを含むシアノバクテリア堆積物から成っており、深さ35cmから226cmまでは海水環境を反映するラミナを伴う有機質泥から成っていた。このことから、海水環境から淡水環境へ変化した境界は深さ30cm付近であると考えられる。今後、丸湾大池の堆積物コアについて、化石珪藻の群集変化の結果を加え、海水環境から淡水環境への変遷過程を明らかにする予定である。

キーワード: 南極沿岸湖沼, 古環境学, 古湖沼学, 珪藻, 完新世

Keywords: Antarctic coastal lakes, Paleoenvironment, Paleolimnology, Diatom analysis, the Holocene

## 猪苗代湖湖底堆積物に記録されたハインリッヒイベントと冬季モンスーン活動 Heinrich events and activities of winter monsoon recorded in bottom sediment of Lake Inawashiro

井内 美郎<sup>1\*</sup>; 眞浦 幸聖<sup>2</sup>; 山田 和芳<sup>3</sup>  
INOUCHI, Yoshio<sup>1\*</sup>; MAURA, Kousei<sup>2</sup>; YAMADA, Kazuyoshi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 早稲田大学人間科学学術院, <sup>2</sup> 早稲田大学人間科学部, <sup>3</sup> 静岡県 文化・観光部 文化学術局 ふじのくに地球環境史ミュージアム整備課

<sup>1</sup>Faculty of Human Sciences, Waseda University, <sup>2</sup>School of Human Sciences, Waseda University, <sup>3</sup>Museum of Natural and Environmental history, Shizuoka

本州の日本海沿岸地域は太平洋岸地域に次ぐ多雨地帯である。この相対的に多い降水量は、冬季の降雪量が一般的な地方の降水量に付加するために生じており、日本海沿岸地域の多くは豪雪地帯対策特別措置法で豪雪地帯に指定されている。この冬季の降雪量が今後どう変化するかを検討するために、冬季の降雪が春に雪解け水として流入する猪苗代湖をモニタリングステーションとして湖底堆積物の研究を実施した。猪苗代湖の湖心域（水深 90 m）で採取された約 28 m 長のボーリング試料について、2.5 cm 間隔で粒度測定を実施し古環境変遷を検討した。

試料は厚さ数 mm の明暗の互層からなる泥質層を主とし、15 層のテフラ層と約 30 層準の厚さ数 cm の明暗の対をなす堆積物を挟んでいる。テフラの年代及び炭素年代を基に年代モデルを作成し、コアの深度を年代値に変換した。その結果、約 1 万年以前の試料について 7000 年の周期性が確認された。さらに、粒度の極大値を示す年代はハインリッヒイベントの年代とよい一致を示した。また、日本海の流氷起源の碎屑物量の極大値の年代とも類似性を示した。厚さ数 cm の明暗層について 5mm 間隔で粒度を測定した結果、逆級化に始まり正級化に終わる堆積様式を示した。また、下位の白色層には酸性水を好む付着性の珪藻が多く観察された。これらのことから猪苗代湖の堆積物には洪水起源の堆積物が多く含まれることが推定された。

粒度の極大値が地球規模の急激な寒冷期と一致すること、およびイベント堆積物が洪水堆積物と考えられることから、その原因は主として急激な寒冷期に冬季モンスーン活動が活発化し、風下の日本列島で降雪量が多くなり、春に大量の雪解け水を供給するために洪水が起こったと結論した。

気候変動に関する国際パネルの報告書では、当面は急激な寒冷化は想定されていない。それゆえ近未来に関しては地球温暖化の進行が想定されるが、その場合には冬季モンスーン活動が弱体化することが想定され、日本海沿岸地域の降雪量が減少することで雪解け水を利用する田植え期の代掻き用水の不足や水力発電のための水資源の減少が危惧される。

キーワード: ハインリッヒイベント, 冬季モンスーン, 湖底堆積物, ボーリング, 気候変動  
Keywords: Heinrich events, winter monsoon, lake sediment, drilling core, climate change

## 琵琶湖湖底堆積物に記録されたハインリッヒイベントと冬季モンスーン活動 Heinrich events and activities of winter monsoon recorded in bottom sediment of Lake Biwa

井内 美郎<sup>1\*</sup>; 山田 和芳<sup>2</sup>; 岡村 真<sup>3</sup>; 松岡 裕美<sup>3</sup>; 里口 保文<sup>4</sup>

INOUCHI, Yoshio<sup>1\*</sup>; YAMADA, Kazuyoshi<sup>2</sup>; OKAMURA, Makoto<sup>3</sup>; MATSUOKA, Hiromi<sup>3</sup>; SATOGUCHI, Yasufumi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 早稲田大学人間科学学術院, <sup>2</sup> 静岡県 文化・観光部 文化学術局 ふじのくに地球環境史ミュージアム整備課, <sup>3</sup> 高知大学,  
<sup>4</sup> 滋賀県立琵琶湖博物館

<sup>1</sup> Faculty of Human Sciences, Waseda University, <sup>2</sup> Museum of Natural and Environmental history, Shizuoka, <sup>3</sup> Kochi University,  
<sup>4</sup> Lake Biwa Museum

本州日本海沿岸地方は冬季の降雪量が多く、年間降水量も太平洋沿岸地域に次ぐ地方となっている。この冬季の降雪は春に雪解け水となり、田植え時の代掻き用の水として利用され、水力発電のエネルギー源ともなっている。冬季降雪量は日本海を渡る冬季モンスーンの活動と深い関係があり、降雪量の変動をモニターすることで冬季モンスーン活動をモニターできると考えた。そのため、この地域の中でも降雪量が多い伊吹山を流域に持つ琵琶湖をモニタリングステーションとして湖底堆積物の研究を実施した。琵琶湖の湖心域（水深63m）で採取された約18m長のピストンコア試料について、化学分析を実施し古環境変遷史を検討した。試料は泥質層を主とし、数枚のテフラ層を挟んでいる。テフラの年代及び放射性炭素年代を基に年代モデルを作成し、コアの深度を年代値に変換した。その結果、全炭素濃度や生物源シリカ濃度は約6千年の周期性を持っていることが明らかになった。そのうち全炭素濃度は全炭素/全窒素比とともに急激な寒冷期であるハインリッヒイベント時に相対的に高い値となった。カルシウム濃度は約7千年の周期性を示し、ハインリッヒイベント時に高い値を示す一方、リン濃度は約7千年の周期性を示すものの同イベント時に低い値を示した。これらの濃度変化のうちリン濃度は前回紹介した愛知川河口沖ボーリング試料の含砂率を元にした湖水面変動曲線とよい対応を示し、湖水面高度上昇期に低濃度を示していることが明らかになった。従来、マンガンやリンの堆積物中の濃度は水深と相関するとされてきたが、これまでとは逆の結果が得られた。

以上の結果から以下のような堆積モデルを考えている。急激な寒冷期を中心に寒冷期には降雪量は増加したものと考えられる。その結果、伊吹山を構成する石灰岩からカルシウム成分に富む碎屑粒子が春の雪解け水とともに湖に供給される。一方、有機物の生産量は低下し、湖への流入量も低下する。また、陸域での化学的風化も弱くなり、リンやマンガンの移動量は減少傾向にあった。つまり、カルシウムは降雪量と正の相関を示し、リンは降雪量と負の相関を示すことになる。これらの堆積様式が急激な寒冷期と一致することから、その原因は主として急激な寒冷期に冬季モンスーン活動が活発化し、風下側の日本列島日本海側で降雪量が増加し、春に大量の雪解け水を供給し、湖水面も上昇したと結論した。

キーワード: ハインリッヒイベント, 冬季モンスーン, 湖底堆積物, ボーリングコア, 気候変動  
Keywords: Heinrich events, winter monsoon, lake sediment, drilling core, climate change

## 気候変動に対するアジア大陸内陸部の環境応答：バイカル湖湖底堆積物の微量元素分析 Continental response to millennial-scale climate change during the last glacial to Holocene period

池田 久士<sup>1</sup>; 柴田 健二<sup>2</sup>; 村上 拓馬<sup>2</sup>; 國分(齋藤) 陽子<sup>2</sup>; 勝田 長貴<sup>1\*</sup>  
IKEDA, Hisashi<sup>1</sup>; SHIBATA, Kenji<sup>2</sup>; MURAKAMI, Takuma<sup>2</sup>; SAITO-KOKUBU, Yoko<sup>2</sup>; KATSUTA, Nagayoshi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 岐阜大学教育学部, <sup>2</sup> 日本原子力研究開発機構  
<sup>1</sup>Faculty of Education, Gifu Univ., <sup>2</sup>Japan Atomic Energy Agency

アジア大陸内陸部は、全球規模の気候変動に対して地球上で最も鋭敏に応答する地域であり、陸域環境の応答を理解する上で格好の情報を提供する。本研究では、過去3.3万年の堆積記録を有するバイカル湖湖底堆積物に関して、その全有機炭素(TOC)・全窒素(TN)、微量元素(S, V, Co, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Pb, U)、生物起源シリカを定量分析し、古環境変動の復元を行なった。その結果、次のような結果を得た：(1)大陸内の気候システムは、約6000年前で氷期から間氷期の状態へシフトし、それ以前は温暖湿潤・寒冷乾燥、それ以降は温暖乾燥・寒冷湿潤変動で特徴づけられる；(2)バイカル湖周辺の生物生産量が約6000年前にピークに達し、それに伴いバイカル湖の深層水は還元化した；(3)ヤンガードリアス期やハインリッヒイベントといった最終氷期の寒冷化に対応する時期に、バイカル湖周辺地域で氷河の発達を示す氷河運搬碎屑性ドロマイト層と、セレンガ川流域の氷河融解水に起因するウラン濃度の上昇が認められた。

キーワード: アジア大陸内陸部, バイカル湖, 陸域環境システム, 微量元素, ウラン, 気候変動

Keywords: Continental interior of Asia, Lake Baikal, Terrestrial environmental system, Minor elements, Uranium, Climate changes

## 過去400年間の日本の初夏降水量と ENSO の関係 Relationship between early summer precipitation in Japan and the El Niño-Southern Oscillation over the past 400 years

坂下 渉<sup>1\*</sup>; 横山 祐典<sup>1</sup>; 宮原 ひろ子<sup>2</sup>; 山口 保彦<sup>3</sup>; 阿瀬 貴博<sup>1</sup>; オブラクタ スティーブン<sup>4</sup>;  
中塚 武<sup>5</sup>

SAKASHITA, Wataru<sup>1\*</sup>; YOKOYAMA, Yusuke<sup>1</sup>; MIYAHARA, Hiroko<sup>2</sup>; YAMAGUCHI, Yasuhiko T.<sup>3</sup>;  
AZE, Takahiro<sup>1</sup>; OBROCHTA, Stephen<sup>4</sup>; NAKATSUKA, Takeshi<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>2</sup> 武蔵野美術大学造形学部, <sup>3</sup> 東京大学大学院理学系研究科, <sup>4</sup> 秋田大学国際資源学部, <sup>5</sup> 総合地球環境学研究所

<sup>1</sup> Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, <sup>2</sup> College of Art and Design, Musashino Art University, <sup>3</sup> Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, <sup>4</sup> Faculty of International Resource Sciences, Akita University, <sup>5</sup> Research Institute for Humanity and Nature

The El Niño-Southern Oscillation (ENSO) potentially influences East Asian Summer Monsoon (EASM) rainfall, but the relatively short instrumental rainfall record hinders the progress of a longer-term understanding of this relationship. To partially overcome this issue, we reconstruct precipitation from tree-ring oxygen isotopes ( $\delta^{18}\text{O}$ ) in central Japan from AD 1612 to 1935. Our results show that tree-ring cellulose  $\delta^{18}\text{O}$  is significantly correlated with May-June (MJ) rainfall in central Japan, allowing us to examine the relation between the EASM summer rainfall and ENSO during the past 400 years. Time- and frequency-domain comparison of the tree-ring  $\delta^{18}\text{O}$  record and recent ENSO reconstructions show a common high-frequency (3-8 year) variability that characterized the mid-17th, late 18th and late 19th centuries. Similar analyses of instrumental MJ precipitation and several ENSO indexes during the 20th century reveal that this high-frequency oscillation reappeared from AD 1980. Comparison of ENSO and Pacific Decadal Oscillation (PDO) indexes reveals that the ENSO-EASM relationship is strong when ENSO variance is high, and the PDO phase may modulate the ENSO-EASM relationship over the past four centuries.

## 岐阜県郡上市で採集された石筍 OT02 の酸素同位体気候記録 Oxygen isotopic records of stalagmite OT02 collected Gujo City, Gifu Prefecture

狩野 彰宏<sup>1\*</sup>; 森 大器<sup>1</sup>; 曾根 知実<sup>2</sup>; 沈 川洲<sup>3</sup>; 柏木 健司<sup>4</sup>  
KANO, Akihiro<sup>1\*</sup>; MORI, Taiki<sup>1</sup>; SONE, Tomomi<sup>2</sup>; SHEN, Chuan-chou<sup>3</sup>; KASHIWAGI, Kanji<sup>4</sup>

<sup>1</sup>九州大学, <sup>2</sup> マリンワークジャパン, <sup>3</sup> 台湾大学, <sup>4</sup> 富山大学

<sup>1</sup>Kyushu University, <sup>2</sup>Marine Works Japan, <sup>3</sup>National Taiwan University, <sup>4</sup>Toyama University

岐阜県郡上市で採集した長さ 13cm の石筍 OT02 は、最終氷期の長いハイアタスを境に、上部 5.3cm が完新世に、下部 7.7cm が Marine isotopic stage 3 (MIS-3) に形成したものである。完新世と MIS-3 の酸素同位体比の値を比較すると、MIS-3 の方が 0.5-1.0 パーミルほど高く、この差は中国南部の石筍と同等である。郡上市における降水量は 7-9 月に最も多くなっていることから、この石筍記録は夏期モンスーン時の降水強度の影響を受けている可能性がある (ケース 1)。しかし、近隣の大垣市で採集した雨水の同位体比は冬季に低いという明瞭な傾向を示す。すなわち、OT02 の記録は酸素同位体比が低い冬の降水が占める割合の変化である可能性もある (ケース 2)。

この石筍で最も顕著な特徴は、上部に約 650 の周期性が、下部に数千年オーダーの変動が現れることだ。完新世の変動は太陽強度の増減に応答した冬季降水の割合の変化に原因が求められる (ケース 2)。一方、下部石筍に記録された 55-35 ka における合計 8 回の増減はダンスガード・オシュガーイベントに対応すると思われる。高い酸素同位体比のバンドは日本海堆積物に記録された暗色層の出現頻度と一致する。1 つの周期の中で、方解石は上方へとゆるやかに透明度を増し、次の周期との境界で急激に褐色を帯びる。酸素同位体比も同様にゆるやかに増加し、次の周期との境界で急激に減少する場合が多い。OT02 に記録された数千年スケールの変動は、細部ではグリーンランド氷床や中国石筍の周期性と合わないものの、ダンスガード・オシュガーサイクルの汎世界性を支持する。下部 OT02 の酸素同位体比はケース 2 よりもケース 1 で解釈できる。すなわち、ゆるやかな寒冷化の時期に降水量が減少し、急激な温暖化の時期に降水量が増加したことになる。

## 三重県霧穴で採集された石筍 KA01 の酸素同位体記録 Oxygen isotopic records of the stalagmite KA01 from Kiriana in Mie Prefecture, Japan

森 大器<sup>1\*</sup>; 狩野 彰宏<sup>1</sup>; 曾根 知実<sup>2</sup>; 沈川 洲<sup>3</sup>; 柏木 健司<sup>4</sup>  
MORI, Taiiki<sup>1\*</sup>; KANO, Akihiro<sup>1</sup>; SONE, Tomomi<sup>2</sup>; SHEN, Chuan-chou<sup>3</sup>; KASHIWAGI, Kenji<sup>4</sup>

<sup>1</sup>九州大学, <sup>2</sup> マリンワークジャパン, <sup>3</sup> 台湾大学, <sup>4</sup> 富山大学

<sup>1</sup>Kyushu University, <sup>2</sup>Marine works Japan, <sup>3</sup>National Taiwan University, <sup>4</sup>Toyama University

石筍の酸素同位体比は涵養地における降水強度を反映すると考えられている。なかでも、中国南部の石筍酸素同位体比記録は東アジア夏季モンスーン (EASM) 強度の指標と考えられてきた。しかし、最近の研究で中国南部の石筍記録はインド洋を起源とする南西モンスーンと西太平洋からの南東モンスーンという異なる水蒸気ソースの割合変動を反映していることが示唆された。一方、日本列島はモンスーンアジアの東端に位置し、夏季の降水は南東モンスーンによりもたらされる。つまり、EASM の強度を中国南部と比較してより正確に反映している可能性が高い。

三重県霧穴産石筍 KA01 は全長約 35 cm で U-Th 年代測定の結果から、12.6~1.3 ka にかけて形成されたことがわかった。KA01 の酸素同位体比曲線を中国南部の記録と比較すると、約 12 ka の高い値や 7-9 ka の凹み、2.8 ka を境とした酸素同位体比の増加/減少傾向の変化など、その変動パターンは中国石筍の一部と相関している。しかし、KA01 の酸素同位体比の変動幅は中国南部に比べ明らかに小さい、これは中国南部に降雨をもたらす長距離水蒸気輸送の南東モンスーンと日本列島に降雨をもたらす短距離水蒸気輸送の南東モンスーンの凝縮率の違いを反映している。つまり、KA01 の酸素同位体比は EASM 強度をより忠実に復元する可能性があり、完新世の東アジア気候システムを考察する上で貴重な記録だと考えられる。



## 鍾乳石の年代決定のための蛍光縞の観察と U-Th 年代結果の考察 Observation of fluorescent laminae structure in stalagmites for lamina counting and results of U-Th dating

久持 亮<sup>1\*</sup>; 渡邊 裕美子<sup>1</sup>; 阿部 勇治<sup>2</sup>; 中井 俊一<sup>3</sup>; 田上 高広<sup>1</sup>  
HISAMOCHI, Ryo<sup>1\*</sup>; WATANABE, Yumiko<sup>1</sup>; ABE, Yuji<sup>2</sup>; NAKAI, Shun'ichi<sup>3</sup>; TAGAMI, Takahiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻, <sup>2</sup> 多賀町立博物館, <sup>3</sup> 東京大学地震研究所

<sup>1</sup>Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, <sup>2</sup>Taga Town Museum, <sup>3</sup>Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Stalagmites are recognized as a powerful tool to reconstruct paleoclimate. However, it is difficult to date stalagmites. Dating methods of stalagmites are mainly U-Th dating and laminae counting. U-Th dating sometimes shows stratigraphic inverted results, whereas laminae counting has a problem that we have little information about the annual laminae (for example, when and how they are formed? or what they look like?). In this study, I analyzed stalagmite samples collected at Taga Mine, Shiga Prefecture, Japan. I try to reveal the characteristics of laminae in stalagmites and investigate U-Th age.

Stalagmite samples have fluorescent laminae, which can be divided into three types: lamina A, lamina B and wavy lamina. Lamina A is normal type, lamina B is relatively ambiguous lamina and wavy lamina is of wavy shaped. According to FE-SEM image, both lamina A and wavy lamina consist of small particles (diameter is several 10~100nm). Lamina B can not be observed by FE-SEM probably because particles smaller than 10nm can not be resolved due to polishing scratches. Wavy lamina has many gaps filled with mud. This indicates that wavy lamina is formed when mud covers the stalagmites and prevents calcite growing.

In previous researches, main component of fluorescent laminae may be fulvic acid. Thus the small particles of FE-SEM images may be fluvic acid. To confirm this, I use micro-Raman spectroscopy, micro-FT-IR, SEM-EDX. However, all analyses can not reveal what the small particles are, probably because the small particles are too small to analyze. The result of EPMA indicates that laminae A contains mud. However, the strength of laminae A is not proportional to that of Si and Al peaks, hence Si and Al are not Principal component of lamina A.

I dated stalagmite samples by U-Th dating and I got stratigraphic inverted results: the upper parts of stalagmites are older than the lower parts of them. I calculate the quantity of contamination substance in stalagmite which can influence the U-Th age. In consequence, the stratigraphic inverted results of U-Th dating are probably because of contaminations by mud. On the other hand, humic substances in stalagmites possibly influence U-Th dating.

キーワード: 鍾乳石, 縞, 古気候

Keywords: speleothem, lamina, paleoclimate

## 大分県稲積洞における大気モニタリングと滴下水の化学分析結果 Cave air monitoring and chemical analysis of drip water at Inazumi cave, Oita, Japan

進藤 辰郎<sup>1\*</sup>; 渡邊 裕美子<sup>1</sup>; 三島 壮智<sup>1</sup>; 大沢 信二<sup>1</sup>; 田上 高広<sup>1</sup>  
SHINDOH, Tatsuro<sup>1\*</sup>; WATANABE, Yumiko<sup>1</sup>; MISHIMA, Taketoshi<sup>1</sup>; OHSAWA, Shinji<sup>1</sup>; TAGAMI, Takahiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻

<sup>1</sup>Earth Planetary Science, Graduate school of Science, Kyoto University

10 month cave air monitoring and chemical analysis of drip water were conducted at Inazumi underwater cave, Oita, Japan, from February to December, 2014, to understand the processes and mechanism of recording paleoclimate in stalagmite. Cave air CO<sub>2</sub> was measured for the cave monitoring, and EC, pH, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> and Ca<sup>2+</sup> were measured for chemical analysis of drip water.

Special sampling techniques were designed for two sampling sites, SS2 and SS3, to highlight the relationship between cave air CO<sub>2</sub> and drip water chemistry. At SS2, the drip waters, before and after hitting on three handrails arranged in tandem in limestone cave (SS2-U, -M2, -M3 and -L, respectively), were sampled. At SS3, the drip waters, before contacting with the cave air (BCWA) and after hitting on the artificial stalagmite, were sampled (BCWA, SS3-U, -M, -L, respectively).

At SS2, as the drip water hit on the handrails, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup> and EC showed decreasing trend respectively and this trend became significant during winter when the cave air CO<sub>2</sub> was low. Only pH was negatively correlated with other drip water parameters the above. This suggests that the two conditions, 1) the cave air CO<sub>2</sub> is lower and 2) water film gets thinner as the drip water hits on the handrails, promote more CO<sub>2</sub> degassing and CaCO<sub>3</sub> precipitation.

At SS3, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> and Ca<sup>2+</sup> between BCWA and the drip water after contacted with the cave air showed almost the same concentration during summer, high cave air CO<sub>2</sub> season, however, marked significant margin between them during winter, low cave air CO<sub>2</sub> season. This result suggests that once drip water contacts with lower cave air CO<sub>2</sub>, more CO<sub>2</sub> degassing and CaCO<sub>3</sub> precipitation are promoted.

S.I.cc, standing for Saturation Index of Calcium Carbonate, and  $\Delta pCO_2$ , the difference of partial pressure of drip water ( $pCO_2-dripwater$ ) and of cave air ( $pCO_2-caveair$ ), were calculated if CO<sub>2</sub> degassing and CaCO<sub>3</sub> precipitation takes place or not. S.I.cc showed positive value at SS2 and SS3 during almost all monitoring periods, indicating CaCO<sub>3</sub> is produced almost all the time. However,  $\Delta pCO_2$  showed frequently negative value at SS2 and SS3, indicating that CO<sub>2</sub> is not degassed from the drip water and the following CaCO<sub>3</sub> precipitation is not taken place and most of drip water sampled already degassed CO<sub>2</sub>.

This research implied that CO<sub>2</sub> variation is a main forcing factor to control HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> and Ca<sup>2+</sup>, main components in drip water to form CaCO<sub>3</sub>-made-laminae used for reconstructing paleoclimate; however, the calculation of  $\Delta pCO_2$  showed that CaCO<sub>3</sub> would not be produced from drip water. To solve the contradiction, another approach such as development of new sampling method will be necessary.

キーワード: 古気候学, 石筍, 滴下水, 鍾乳洞内大気モニタリング

Keywords: Paleoclimatology, Stalagmite, drip water, cave air monitoring

## SEM-EDS 自動粒子解析を用いた大気粉塵、堆積物解析 Characterization of Aeolian Dust, Sediment, with SEM-EDS Automated Particle Analysis

武藤 仁美<sup>1\*</sup>; 島田 愛子<sup>2</sup>

MUTOU, Hitomi<sup>1\*</sup>; SHIMADA, Aiko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 日本電子株式会社, <sup>2</sup>JEOL RESONANCE

<sup>1</sup>JEOL Ltd., <sup>2</sup>JEOL RESONANCE Inc.

SEM-EDS automated particle analysis, which is the automated particle analysis combined with a scanning electron microscope (SEM) with energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS), is a very powerful method to characterize particle mixtures of several different substances. With this method, we can analyze a large number of particles, more than 10,000 particles one by one, directly. The analyzed data, the shape and size as well as the composition of each individual particle, are stored for the characterization of the mixtures and classified into about some groups with similar composition, same minerals, and so on automatically. We have successfully applied this method to the characterization of a few rocks and sediments by using this method [1], [2] and [3]. Detailed analysis of rocks and sediments would give important information on mountain uplift, river contention and erosion process. In this study, we extend our efforts to aeolian dusts and sediments, for example Beijing Urban Aerosols and Gobi Kosa Dust. They were purchased from National Institute of Environmental Studies (NIES), which distributes them as environmental certified reference materials. Classification was made of their composing particles. Furthermore, statistically averaged concentrations of elements obtained in the present study were compared with those listed in the NIES document. For example, in Beijing Urban Aerosols, we analyzed 30,000 particles and classified by their composition. The average of the particles size is 6  $\mu\text{m}$  and the distribution of the particle size is 1- 40  $\mu\text{m}$ . These particles contained quartz, feldspar, gypsum, calcite and other material. In addition, a lot of hydro sulfates and sulfides were detected with clay minerals. In the presentation, we will show more detailed descriptions of the correlation between Beijing Urban Aerosols and Gobi Kosa Dust, and other sediment analysis results.

[1] H. Muto, A. Shimada, 2014, SEM-EDS Automated Particle Analysis of Mineral Compositions of Rocks, the Japan Geoscience Union Meeting 2014.

[2] H. Muto, A. Shimada, 2014, Characteristics of Granitic Rocks around Lake Biwa with SEM-EDS Automated Particle Analysis and ESR Signals, the 2014 annual meeting of Japan Association Mineralogical Sciences.

[3] H. Muto, A. Shimada, 2014, SEM-EDS Automated Particle Analysis of Mineral Compositions of River Sand, the annual academic conference of the Japan Society of Microscopy 2014.

キーワード: 堆積物, 大気粉塵, SEM, EDS, 粒子解析

Keywords: Sediment, Aerosol, SEM, EDS, Particle analysis

## 安房層群安野層上部における年代層序学的研究 A chronostratigraphic study of the upper Anno Formation, Awa Group, distributed in the middle part of the Boso Peninsula

羽田 裕貴<sup>1\*</sup>; 岡田 誠<sup>2</sup>  
HANEDA, Yuki<sup>1\*</sup>; OKADA, Makoto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>茨城大学大学院理工学研究科, <sup>2</sup>茨城大学理学部

<sup>1</sup>Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University, <sup>2</sup>College of Science, Ibaraki University

房総半島中部に分布する安房層群は層序的に連続性が良く、微化石を多産すること、また広い範囲で追跡可能な凝灰岩層を多数挟在することといった特徴から多くの層序学的研究(亀尾ほか, 2002; 中島・渡辺, 2005)が行われてきた。岡田ほか(2013)では千葉県富津市における湊川及び志駒川に露出する安野層上部において古地磁気層序の構築を行い、凝灰岩鍵層 An155-An157 で見られた逆磁極帯を Mammoth 逆磁極帯(3.207-3.330Ma)に、An127 付近の極性反転境界を Gilbert/Gauss 境界(3.596Ma)に対比している。しかし、岡田ほか(2013)の志駒川ルートにおけるサンプリング間隔は約10mと解像度が十分ではなく、確認された逆磁極帯が Mammoth 逆磁極帯ではなくそれより上位の Kaena 逆磁極帯(3.116-3.032Ma)である可能性が否定できなかった。そこで本研究では志駒川ルートにおいてサンプリング間隔を狭め、より時間解像度の高い層序の確立することを目的に行った。

本研究では志駒川ルートで確認できる安野層の最上部から層厚約123mにわたって約1~3m間隔で117サイトから古地磁気測定用ミニコアを1サイトあたり1~5本、また同じ層準から酸素同位体測定用に有孔虫化石を抽出するための岩石試料を乾燥重量にして1サイトあたり約300gを採取した。

古地磁気測定用試片には古地磁気方位を抽出するため、段階交流消磁(以後 AFD)と段階熱消磁(以後 ThD)を施した。また、岩石磁気学的特性を見るため、代表的な試片に対して磁気ヒステリシス測定および熱磁気分析を行った。その結果、磁性粒子はほぼ全ての試片で疑似単磁区サイズであり、磁性鉱物はマグネタイトであることが分かった。また、AFD及びThDから得られた結果に対して主成分分析を行い、固有磁化成分(ChRM)を抽出し、それらの偏角・伏角データを用いて逆転テストを行った。その結果、AFD、ThD共に不合格であり、二次磁化が消磁しきれていないと考えられる。しかし、二次磁化成分の寄与は低く極性判断には問題ないとして、ThDの偏角・伏角データを用いて極性判断を行った。その結果、極性反転境界が深度96~98.4m, 22.5~26.6m, 11.4~14.7mで確認できた。最も深い層準の磁気反転境界は岡田ほか(2013)と同じく凝灰岩鍵層 An127 付近であることから Gilbert/Gauss 境界に対比した。それより上位の磁気反転境界(深度22.5~26.6m)までは磁気反転が確認できないことから深度22.5~26.6m, 11.4~14.7mの磁気反転境界をそれぞれ Mammoth 逆磁極帯下部境界(3.330Ma)、Mammoth 逆磁極帯上部境界(3.207Ma)に対比させた。これらの年代を用いて Gilbert/Gauss 境界から Mammoth 逆磁極帯下部境界と Mammoth 逆磁極帯の堆積速度を見積もるとそれぞれ約27cm、約9cmとなり、Mammoth 逆磁極帯期における堆積速度の大幅な低下が見られた。Mammoth 逆磁極帯は An155-An157 の層準で確認することができ、中島・渡辺(2005)によると本研究地ではスランプによって An155-2 から An156-4 の層準が浸食され欠如していると報告されている。堆積速度の低下はこれに起因すると考えられる。

今後は、古地磁気測定用サンプルと同層準で採取した岩石試料から有孔虫化石を抽出し、酸素同位体測定から酸素同位体層序を構築、現在までの古地磁気層序と合わせて年代層序の議論を行う予定である。

### 引用文献

岡田 誠・海鋒匠摩・吉川卓寿, 2013, 安房層群安野層上部における古地磁気層序. 日本地質学会第120年学術大会講演要旨.

中島輝允・渡辺真人, 2005, 富津地域の地質. 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, 102p.

キーワード: 古地磁気層序, 酸素同位体層序, 年代層序

Keywords: Magnetostratigraphy, Oxygen isotope stratigraphy, Chronostratigraphy

## 氷期の海洋深層炭素貯蔵庫の探索 On the glacial carbon reservoir in the deep-sea

岡崎 裕典<sup>1\*</sup>  
OKAZAKI, Yusuke<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>九州大学  
<sup>1</sup>Kyushu University

氷床コア中の大気分析により氷期の大気中二酸化炭素濃度が間氷期に比べて約 80 ppm 低かったことが明らかにされている。氷期に大気中二酸化炭素濃度低下分を説明する炭素がどこに貯えられていたか(レザバー)という問題は、古気候、古海洋研究の中心的な課題として長年にわたり研究されてきたが未だ解明されていない。炭素貯蔵量が大气や陸上生物圏と比べてはるかに大きな海洋深層は、氷期炭素レザバーとして最重要視されてきた。特に、氷期海洋深層水が低温、高塩分の高密度水であったことが間隙水分析により示唆されると、氷期の高密度深層水塊に大気中二酸化炭素濃度低下分が貯えられていたのではないかと、という仮説を検証するための研究が行われてきた。その代表的な検証方法が、海底堆積物コア試料の同じ層準から拾い出した浮遊性有孔虫と底生有孔虫の放射性炭素年代差(B-P年代差)から見かけ上の海洋循環速度(ベンチレーション速度)を見積もる方法である。もし、海洋深層が氷期炭素レザバーであったなら、氷期にB-P年代差は大きく拡大するはずである。なぜなら海洋深層水に数万年二酸化炭素を貯えた場合、海洋深層水の放射性炭素濃度は極めて少なくからである。しかしこの方法を用いた検証の結果は、氷期のB-P年代差があまり変化しなかったとするものと、大きく拡大したとするものに大きく分かれている。元データまで戻ってその理由を調べたところ、B-P年代差が大きく拡大したとするものは、放射性炭素年代が逆転するなど堆積速度曲線に大きな変化が見られる、もしくはベンチレーション速度を見積もる際に、海洋レザバー効果のチューニングを行っていたことがわかった。これらことから、氷期の海洋深層炭素レザバーは、海洋深層の高密度水塊に極めて古い水塊として存在していた可能性は小さいことが示唆された。

キーワード: 氷期, 炭素レザバー

Keywords: Glacial period, Carbon reservoir