

## 猪苗代湖ボーリングコア (INW2012) の岩相層序と過去約 2000 年間の珪藻群集変化 diatom assemblages in INW2012 drilling cores from Lake Inawashiro, Tohoku, Japan

廣瀬 孝太郎<sup>1\*</sup>; 長橋 良隆<sup>1</sup>  
HIROSE, Kotaro<sup>1\*</sup>; NAGAHASHI, Yoshitaka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 福島大学共生システム理工学研究科  
<sup>1</sup> Fukushima University

猪苗代湖の湖底堆積物は、湖心部付近において掘削されたコア (INW2012) の岩相層序により、下部・中部・上部に3分される。下部 (深度 37.17 - 26.60m) は、砂礫層と細礫や材片を含み上下方向に岩相変化の激しい中粒砂- 砂質シルトからなる。中部 (深度 26.60 - 24.89m) は、材片を希に含み上方に細粒化する極細粒砂- シルトからなる。上部 (深度 24.89 - 0.00m) は、主に明暗色に細互層する粘土層からなり、テフラ層や陸域起源と考えられる重力流堆積物を挟在する。下部・中部・上部は、それぞれ猪苗代湖成立前の河川成堆積物、猪苗代湖形成初期の湖成堆積物、現在と同程度の大水深環境下で形成された湖成堆積物である。また、堆積物中の材片の 14C 年代値から、猪苗代湖が湖として成立したのは約 4 万 2 千年前であり、猪苗代湖層上部の堆積速度は 0.3 - 1.0(mm/yr) である。本研究では、上部の 2.00 - 0.00 m (過去約 2000 年間) の珪藻分析を行った。講演では、珪藻群集組成変化とそれを駆動する環境変化の詳細について述べる。

キーワード: 猪苗代湖, 湖底堆積物コア, 層序, 珪藻群集, 後期更新世, 14C 年代

Keywords: Lake Inawashiro-ko, lacustrine sediment core, stratigraphy, diatom assemblage, late Pleistocene, 14C dating

## マイワシ魚鱗記録から見つかった様態の異なる二つのレジームシフト Two different types of regime shift appeared in a 2900-yr record of Japanese sardine abundance

加三千宣<sup>2\*</sup>; 山本正伸<sup>2</sup>; 杉本隆成<sup>3</sup>; 武岡英隆<sup>1</sup>

KUWAE, Michinobu<sup>2\*</sup>; YAMAMOTO, Masanobu<sup>2</sup>; SUGIMOTO, Takashige<sup>3</sup>; TAKEOKA, Hidetaka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 愛媛大 CMES, <sup>2</sup> 北大地球環境, <sup>3</sup> 東海大文明研究所

<sup>1</sup>CMES, Ehime Univ., <sup>2</sup>Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido Univ., <sup>3</sup>Institute of Civilization, Tokai University,

気候・海洋生態系に認められるレジームシフトは、今後数十年間の水産資源や海洋生態系の急激な変化を占う重要な現象である。レジームシフトは、数十年間続く準安定モード（レジーム）間の急激な遷移と定義付けられ (Minobe 1997; King 2005)、太平洋では PDO やアリューシャン低気圧指数、マイワシ・カタクチイワシの魚種交替に顕著に現れる。これまで海洋からの高解像度の長期記録がほとんどなかったため、太平洋のレジームシフトが長期的にその様態がどのように変化するかについて詳しく議論がなされることはなかった。本研究では、日本周辺を回遊するマイワシのレジームの始まりと終わりが太平洋におけるレジームシフトのタイミングとほぼ同じであることに着目し、マイワシの過去 2900 年間のアバンダンス記録から海洋生態系レジームシフトの変遷過程を明らかにした。その結果、様態の異なる二つのレジームシフトが存在することがわかった。一つは、20 世紀に見られる通常のレジームシフトで、20 - 30 年程度でマイワシレジームの出現・消失を繰り返すレジームシフトである。もう一つは、マイワシアバンダンスの数百年スケール変動に伴ったレジームシフトである。後者のレジームシフトがひとたび起こると、その後 100 年スケールの低水準期（あるいは高水準期）が続く。マイワシアバンダンス記録に基づく、低水準期のマイワシレジームの最大値は 1980 年代におけるマイワシレジームの最大値の 4 分の 1 から 10 分の 1 まで低下する。こうした数百年スケール変動に伴うレジームシフトはカリフォルニア沖やチリ沖のマイワシ、北米の復元 PDO 指数や東アジアの積雪異常指数にも認められ、日本マイワシに認められたレジームシフトは太平洋の気候・海洋生態系レジームシフトとの関連が示唆される。現代の高水準期は、すでに 200 年経過しており、低水準期への移行が懸念される。1990 年頃に起こった最後のレジームシフトが後者のレジームシフトであったかどうかについてのより詳細な研究が今後の気候や魚類資源変動予測にとって重要であろう。

キーワード: レジームシフト, 海洋生態系, マイワシ魚鱗記録, 太平洋, 別府湾

Keywords: regime shift, marine ecosystem, sardine fossil scale record, Pacific, Beppu Bay

## 島根県東部、宍道湖における近年の堆積環境の変化 Modern changes of sedimentary environments in the brackish Lake Shinji, the east part of Shimane prefecture, Japan

瀬戸 浩二<sup>1\*</sup>; 池田 洋子<sup>2</sup>; 山口 啓子<sup>3</sup>; 倉田 健悟<sup>3</sup>  
SETO, Koji<sup>1\*</sup>; IKEDA, Hiroko<sup>2</sup>; YAMAGUCHI, Keiko<sup>3</sup>; KURATA, Kengo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 島根大学汽水域研究センター, <sup>2</sup> 島根大学総合理工学部地球資源環境学科, <sup>3</sup> 島根大学生物資源科学部  
<sup>1</sup>ReCCLE, Shimane Univ., <sup>2</sup>Geoscience, Shimane Univ., <sup>3</sup>Life and Environmental Science, Shimane Univ.

宍道湖は、島根県東部に位置する低鹹汽水湖である。面積は79.1km<sup>2</sup>で東西に長く、水深が6 m未満の湖盆状の形状を示している。湖水は、低塩分の表層水と中塩分の密度躍層及び底層水に区分されるような成層構造を示している。近年、宍道湖では、アオコの大量発生、水草の異常繁茂、ヤマトシジミの漁獲量の低下など、環境異変が起きている。本研究では、宍道湖において2006年と2013年の同時期に行った表層堆積物の広域調査と比較したうえで、2010年から毎月行われているモニタリング調査の結果も含め、この間の堆積環境の変化を明らかにすることを目的としている。

2006年の宍道湖の表層堆積物は、3.5m以浅では砂質、それ以深では泥質堆積物であった。3.5m以深の平均粒径は、深度が深くなるほど細粒になる傾向があり、最深部付近では7.5φを示す。3.5m以浅では、2φ前後の細粒?中粒砂が主体である。全有機炭素(TOC)濃度は、4%以下であった。平均粒径とは、相関係数0.85の高い正の相関が認められ、広域的なTOC濃度の分布は、粒径に大きく依存している。全イオウ(TS)濃度は、1%以下であり、深度が深くなるほど高くなる傾向にある。しかし、水深4.5m以浅では0.2%以下であり、それ以深で急速に増加する。

2013年の表層堆積物は、3.5m以浅では砂質、それ以深では泥質堆積物であった。平均粒径は、2006年と同様であった。TOC濃度は、泥質堆積物において6?8%で、TS濃度は、2%以下であり、深度が深くなるほど高くなる傾向にある。TS濃度は、水深3m以浅で0.2%以下であり、その深度は2006年より明らかに浅くなっている。

2010年からモニタリング地点(宍道湖湖心: SJ01地点)の表層堆積物のTOC濃度は4%?10%の範囲で大きく変化し、夏季に低く、冬季に高い傾向がある。この傾向は、冬季に植物プランクトンの生産性が増加すると考えるより、夏季の降雨に伴う無機碎屑物による希釈効果に起因するものと思われる。さらにTOC濃度は、2010年から2013年の間に増加する傾向が見られた。TS濃度は、0.5?2.0%の範囲で変化し、夏季に高く、冬季に低い傾向を示し、TOC濃度と同様に年々増加する傾向が認められた。これらの変化は、塩分の流入と溶存酸素量の低下の継続によってTS濃度が高くなることを示唆している。

これらの結果から、2006年以降、水質では目立った変化は見られないが、湖底の表層堆積物ではTOC濃度、TS濃度が倍化している。TOC濃度の変化は、富栄養化による植物プランクトンの増加または河川から供給される無機碎屑物の減少が考えられる。TS濃度の変化は、大橋川からの中塩分水の流入の増加とそれらに伴う無?貧酸素環境の長期化に起因していると考えられる。中塩分水の流入の増加は、斐伊川から流入している淡水の減少、日本海の海水準の上昇、大橋川の河床の穿掘による深化などが考えられる。

キーワード: 宍道湖, 表層堆積物, 全有機炭素濃度, 全イオウ濃度, 粒度分析

Keywords: Lake Shinji, Surface sediments, Total organic carbon contents, Total Sulfur contents, Grain size analysis

## 水月湖堆積物中碎屑物の起源とその寄与率の定量復元法 Provenances of detrital materials in the Lake Suigetsu sediment and quantitative evaluation of their mixing ratio

鈴木 克明<sup>1\*</sup>; 多田 隆治<sup>1</sup>; 中川 毅<sup>2</sup>; 長島 佳菜<sup>3</sup>; 原口 強<sup>4</sup>; 五反田 克也<sup>5</sup>; 入野 智久<sup>6</sup>; 杉崎 彩子<sup>1</sup>; SG12/06 プロジェクトメンバー<sup>7</sup>

SUZUKI, Yoshiaki<sup>1\*</sup>; TADA, Ryuji<sup>1</sup>; NAKAGAWA, Takeshi<sup>2</sup>; NAGASHIMA, Kana<sup>3</sup>; HARAGUCHI, Tsuyoshi<sup>4</sup>; GOTANDA, Katsuya<sup>5</sup>; IRINO, Tomohisa<sup>6</sup>; SUGISAKI, Saiko<sup>1</sup>; SG12/06, Project members<sup>7</sup>

<sup>1</sup> 東京大学, <sup>2</sup> ニューカッスル大学, <sup>3</sup> 海洋研究開発機構, <sup>4</sup> 大阪市立大学, <sup>5</sup> 千葉商科大学, <sup>6</sup> 北海道大学, <sup>7</sup> SG12/06 プロジェクト

<sup>1</sup> Univ. Tokyo, <sup>2</sup> Univ. Newcastle, <sup>3</sup> JAMSTEC, <sup>4</sup> Osaka City University, <sup>5</sup> Chiba University of Commerce, <sup>6</sup> Hokkaido University, <sup>7</sup> SG12/06 Project

日本中部に位置する福井県水月湖の堆積物には、1993年、2006年の掘削試料から超高精度、高解像度な深度年代モデルが確立しており、過去の気候変動を高精度・高時間分解能で復元するために理想的な研究対象である。水月湖に流入する碎屑物には、風成塵、周辺斜面からの流入物、隣接する三方湖の集水域から三方湖を介して水月湖に流入する細粒の河川起源懸濁物の3種類があると考えられる。これらの碎屑物の流入メカニズムやフラックスの変動は、それぞれ偏西風の挙動、過去における地震や洪水などの災害、周辺地域の降水史を反映している可能性があり、これらを分離してそれぞれのフラックス変動を復元できれば、西南日本、更には東アジア地域の詳細な古気候記録や自然災害記録を得ることが期待できる。

本研究では、堆積物から薬品処理によって抽出した碎屑物フラクションについて、主要元素分析を行い、その結果の因子分析に基づいて端成分の抽出を行い、更に抽出されたそれぞれの端成分について鉱物組成、色、粒度組成などの指標を用いて特徴づけを行った。さらにこの結果を考えられる供給源の試料や水月湖堆積物中に挟在するイベント層の特徴と比較することでそれぞれの端成分が表す供給源の推定を行い、さらにそれぞれの端成分について、フラックス変動復元を試みた。

キーワード: 水月湖, 退氷期, 完新世, 因子分析, 重回帰分析

Keywords: Lake Suigetsu, Deglaciation, Holocene, Factor analysis, Multi-regression analysis

## 水月湖 SG06/12 コアの碎屑物グラックス・供給源変動が示す Heinrich Event1 の湿潤化 Wetter condition during the Heinrich Event 1? deduced from detrital flux and provenance records from Lake Suigetsu

長島 佳菜<sup>1\*</sup>; 中川 毅<sup>2</sup>; 鈴木 克明<sup>3</sup>; 多田 隆治<sup>3</sup>; 堀内 大嗣<sup>4</sup>; 杉崎 彩子<sup>3</sup>; 五反田 克也<sup>5</sup>; 原口 強<sup>6</sup>; SG06/12 プロジェクトメンバー<sup>7</sup>

NAGASHIMA, Kana<sup>1\*</sup>; NAKAGAWA, Takeshi<sup>2</sup>; SUZUKI, Yoshiaki<sup>3</sup>; TADA, Ryuji<sup>3</sup>; HORIUCHI, Daishi<sup>4</sup>; SUGISAKI, Saiko<sup>3</sup>; GOTANDA, Katsuya<sup>5</sup>; HARAGUCHI, Tsuyoshi<sup>6</sup>; SG06/12, Project member<sup>7</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構 地球環境変動領域, <sup>2</sup> ニューカッスル大学, <sup>3</sup> 東京大学, <sup>4</sup> 海上保安庁, <sup>5</sup> 千葉商科大学, <sup>6</sup> 大阪市立大学, <sup>7</sup> <http://www.suigetsu.org>

<sup>1</sup>JAMSTEC RIGC, <sup>2</sup>University of Newcastle, <sup>3</sup>The University of Tokyo, <sup>4</sup>Japan Coast Guard, <sup>5</sup>Chiba University of Commerce, <sup>6</sup>Osaka City University, <sup>7</sup><http://www.suigetsu.org>

Stalagmites in Chinese caves, loess/paleosol sequence of the Chinese Loess Plateau, and lacustrine sediments in Asian countries are favorable to monitor the past changes in East Asian summer monsoon (EASM). However, not much is known about EASM spatial changes during the last deglaciation mostly due to the large uncertainty in the chronologies of the lacustrine and loess/paleosol sediments.

Lake Suigetsu in Central Japan is known for the varved sediments which cover at least last 70 kyr. Recently, accurate age model is established for SG06 core based on varve counting and more than 800 radiocarbon dates (e.g., Ramsey et al., 2012; Staff et al., 2013). Here we examine the precipitation changes in Central Japan during the last deglaciation from the flux and provenance changes of the detrital materials found in the SG06 core sediment.

We analysed flux of detrital materials for the last glacial part of the SG06 core (1402-1810 cm interval of the SG06 composite depth) with 1 cm resolution (corresponding to 7-13 yrs) and estimated provenance of the detrital materials using chemical and mineral compositions, grain sizes, and electron spin resonance intensity and crystallinity of the quartz. The reconstructed flux of detrital materials are characterized by the millennial-scale increases exceeding 12 mg/cm<sup>2</sup>/yr at 16,600-14,800 and 13,700-12,800 SG06<sub>2012</sub> yr BP and short-lived (decadal to centennial) episodes of higher flux repeated more than thirty times throughout the deglaciation interval.

The grain size, color, chemical composition, and crystallinity of quartz records suggest that the increase of the detrital materials during 16,600-14,800 SG06<sub>2012</sub> yr BP was mainly due to increase of suspended particles supplied from Hasu river through Lake Mikata, that is located immediately upstream of Lake Suigetsu and trapping most of coarse detrital grains. In contrast, the increase of detrital materials during 13,700-12,800 SG06<sub>2012</sub> yr BP likely reflects local slope erosion around the lake and partly the long-distance aeolian transport from the Asian deserts. Our result suggests the wetter condition in Central Japan during the Heinrich Event 1 in contrast to the dry condition in Yangtze River Basin, China, according to the  $\delta^{18}\text{O}$  stalagmite record (Wang et al., 2001).

キーワード: 水月湖, ハインリッヒイベント, 東アジア夏季モンスーン, 碎屑物, 石英

Keywords: Lake Suigetsu, Heinrich Event, East Asian Summer Monsoon, detrital material, quartz



## 北海道礼文島における過去5000年間の極細粒元素状炭素堆積量の変動 Variation of very fine grained elemental carbon deposition to the Rebun Island, Hokkaido, during the last 5 ky

中井 淑恵<sup>1\*</sup>; 入野 智久<sup>1</sup>; 山本 正伸<sup>1</sup>; 宮崎 雄三<sup>1</sup>; 河村 公隆<sup>1</sup>; 山田 和芳<sup>2</sup>; 米延 仁志<sup>3</sup>  
NAKAI, Yoshie<sup>1\*</sup>; IRINO, Tomohisa<sup>1</sup>; YAMAMOTO, Masanobu<sup>1</sup>; MIYAZAKI, Yuzo<sup>1</sup>; KAWAMURA, Kimitaka<sup>1</sup>; YAMADA, Kazuyoshi<sup>2</sup>; YONENOBU, Hitoshi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学, <sup>2</sup> 早稲田大学, <sup>3</sup> 鳴門教育大学

<sup>1</sup>Hokkaido University, <sup>2</sup>Waseda University, <sup>3</sup>Naruto University of Education

元素状炭素 (elemental carbon: EC) は、炭素に富み、酸素、水素、硫黄、窒素に乏しい燃焼生成物である。工業化前の EC の主要な供給源はバイオマス燃焼であったが、18 世紀以降は、化石燃料の燃焼がもっとも重要な供給源となっている。EC を含む黒色炭素 (black carbon: BC) は大気中をエアロゾルとして移動し、特に気候に多大な影響をもたらす。EC は地球温暖化を引き起こす 2 番目に強い要因であり、雪氷面のアルベドを低下させる効果を持つ。一方、EC を含むエアロゾルは、放射強制力を弱めることで寒冷化を引き起こすこともある。よって EC の気候への正味の影響を評価することは非常に難しく、化石燃焼による EC と、バイオマス燃焼による EC を区別して評価することは重要である。EC は単一の化学物質ではないが、char と soot の 2 つに大別することが出来る。char は熱分解によって生じ、soot はガス-粒子の転化によって生じる。顕微鏡下で数えることのできる char の粒子を charcoal と呼ぶ。charcoal を数えることで過去の火災を復元した先行研究は数多くあり、後期完新世では、しばしば火災は人間活動と同調している。それゆえ、過去の EC 蓄積量の変動を理解することは、人間活動と気候変動の関係を調べるのに重要である。

EC の分析法はいくつかあり、thermal optical reflectance: TOR 法を検討した。この方法はエアロゾルの EC/OC 分析において主要な手法であり、試料へのレーザーの透過率を測定することによって、分析中の無酸素の昇温過程での熱分解によって生じる EC を評価出来る。TOR 法を堆積物に応用する為に、事前にスクロース、フミン酸、フルボ酸、フラレーレンのサーモグラムを調べた。その結果、酸素雰囲気下、700 °C-850 °C で分解される炭素のフラクションが EC として定義出来る事を確認した。

分析に用いた堆積物サンプルは、礼文島・久種湖から採取された。得られた 5 本のコア間の層序を、岩相、物性を対比することで確立し、<sup>210</sup>Pb、<sup>137</sup>Cs の測定により、表層付近の堆積速度も算出した。コアの表層約 0-1200 cm の範囲の粗粒/細粒比から、堆積環境が深度約 600 cm の層準で海水から淡水環境になると考えられた。EC/OC 分析はおおよそ 0-600cm の範囲で粗粒フラクション、細粒フラクションの両方に対して行った。粗粒 EC はローカルなバイオマス燃焼変動を反映し、細粒 EC はローカル、遠方両方のバイオマス燃焼変動を反映している可能性が示唆された。ローカルなバイオマス燃焼は、深度 521 cm で増加している。217 cm 以深で遠方起源の EC の変動の影響が大きく、深度 217 cm で最大になり、深度 263cm で最小になる事が分かった。長距離輸送の EC は、バイオマス燃焼による供給量の増減だけでなく、遠方起源の EC を運ぶ風の経路変化にも影響されうる。

キーワード: 元素状炭素, バイオマス燃焼, 完新世, 礼文島

Keywords: elemental carbon, biomass burning, Holocene, Rebun Island

## 最近5万年間の広域テフラの年代研究 Chronological study on widespread tephra for the past 50,000 years in and around Japanese Islands

奥野 充<sup>1\*</sup>; 鳥井 真之<sup>2</sup>; 中村 俊夫<sup>3</sup>  
OKUNO, Mitsuru<sup>1\*</sup>; TORII, Masayuki<sup>2</sup>; NAKAMURA, Toshio<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 福岡大・理, <sup>2</sup> 熊本大・自然, <sup>3</sup> 名古屋大・年代セ

<sup>1</sup>Fac. Sci., Fukuoka Univ., <sup>2</sup>Grad. Sch., Sci. Tech., Kumamoto Univ., <sup>3</sup>CCR, Nagoya Univ.

始良 Tn (AT) の発見以降, 多数の広域テフラが知られるようになった. 支笏第1 (Spfa-1) 以降の最近5万年間のテフラは, 放射性炭素 (<sup>14</sup>C) 年代測定法が適用でき, 暦年較正データセット IntCal13 によりすべての暦年較正が可能になった. 一方, 海域や湖沼でのコア試料解析でも, 挟在するテフラの層位や年代が高精度化されている. この発表では, 最近5万年間の広域テフラについての年代学的研究を概観し, 今後を展望する.

キーワード: 広域テフラ, 放射性炭素年代

Keywords: widespread tephra, radiocarbon dating

## IntCal13 と水月湖データによって何が可能になったか The door that the IntCal13 and Suigetsu dataset opened for us all

中川 毅<sup>1\*</sup>; SG06 プロジェクト メンバー一同<sup>1</sup>  
NAKAGAWA, Takeshi<sup>1\*</sup>; SUIGETSU 2006, Project members<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ニューカッスル大学地理学教室

<sup>1</sup>Department of Geography, Newcastle University (UK)

IntCal13 は、それまでの IntCal と何が決定的に違って、それによってどのようなことが可能になったのか。鍵となった水月湖の重要性についてはこれまで繰り返し紹介してきたが、水月湖以外の多くのサイトで研究をおこなうユーザーにとっての意義については、これまで説明する機会がなかった。Intal13 と水月湖の古気候データによってどのようなサイエンスが可能となったのか、なるべく実用の見地からの解説を試みる。

キーワード: IntCal13, 放射性炭素年代測定, 放射性炭素年代較正, 年縞堆積物, 気候変動, 年代対比

Keywords: IntCal13, Radiocarbon dating, Radiocarbon calibration, varved sediment, climate change, age-based correlation



## 木材年輪セルロースの酸素同位体比を用いた新しい高精度年代測定法 A new high resolution dating method using tree-ring cellulose oxygen isotope ratio

中塚 武<sup>1\*</sup>; 佐野 雅規<sup>1</sup>; 許 晨曦<sup>1</sup>; 木村 勝彦<sup>2</sup>  
NAKATSUKA, Takeshi<sup>1\*</sup>; SANO, Masaki<sup>1</sup>; XU, Chenxi<sup>1</sup>; KIMURA, Katsuhiko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 総合地球環境学研究所, <sup>2</sup> 福島大学

<sup>1</sup>Research Institute for Humanity and Nature, <sup>2</sup>Fukushima University

### ●はじめに

年輪幅の変動パターンを、年代既知の木材と年代未知の木材の間でマッチングすることによる年輪年代法は、地層や遺跡、古建築などから得られる木材の年代を年単位で決定できる極めて精度の高い年代測定法である。年代の決定には、信頼できる年輪幅の標準変動曲線（マスタークロノロジー）が地域毎・樹種毎に作成される必要があるが、北欧やニュージーランドでは現生木と埋没木のデータをつなぎ合せて、Holocene 全体をカバーする年輪幅の標準変動曲線が確立している。年輪には年輪幅以外にも、年代決定に利用できる指標が含まれているが、その一つがセルロースの酸素同位体比である。本講演では、年輪セルロース酸素同位体比を用いた新しい年輪年代法の特長と現在の到達点及び、その発展に向けた課題について、詳しく紹介する。

### ●酸素同位体比年輪年代法の原理と特長

年輪セルロースの酸素同位体比は、降水の同位体比と相対湿度と言う2つの気象因子によって物理化学的に規定され、その経年変動パターンは、年輪幅とは違って生理生態学的な影響を受けにくいことが特徴である。それ故、第一に個体間での変動の相関が高く、年代決定の成功率も高くなる。第二に同じ地域で同じ時期に成長した樹木個体であれば、異なる樹種でも同じ変動パターンを示すので、年輪数の多いスギやヒノキから得られた酸素同位体比の標準変動曲線が、他のあらゆる樹種の木材の年代決定に利用可能である。そのため、現在、過去数千年間の Late Holocene 全体を対象に、急速に日本各地で酸素同位体比クロノロジーが構築されつつある。年輪酸素同位体比クロノロジーは、考古遺跡や古建築、洪水堆積物等々から得られる、さまざまな木材の年単位での年代決定に用いられつつあり、文理双方の多くの研究分野に精度の高い新しい年代軸を供給し始めている。

### ●酸素同位体比年輪年代法の成立の経緯

酸素同位体比年輪年代法が、急速に現実化してきた背景には、2つの分析化学上の進歩があった。1つは、熱分解元素分析計と同位体比質量分析計のオンライン装置の登場（2000年）、もう1つは、セルロースを迅速に木材から抽出する板ごと抽出法の開発（2010年）である。木材のような有機物に含まれる酸素は、ガス化する際に酸化剤の酸素の混入が避けられないため、その同位体比を測定することは至難の業であったが、1400℃の高温炉を用いて無酸素雰囲気下で有機物をCOに熱分解し、それをオンラインで同位体比質量分析計に送り込む装置が開発されたことで、樹木年輪のような莫大な数の試料の酸素同位体比の分析が可能になった。一方で年輪からのセルロースの抽出も、その数の多さゆえに大変時間のかかる作業であったが、演者らの研究室で、木材を厚さ1mmの薄板にして板のまま化学処理を行い、セルロースだけとなった薄板から年輪を切り取る「板ごと抽出法」を開発した結果、いよいよ酸素同位体比年輪年代法を現実化する準備が整った。

### ●酸素同位体比年輪年代法の課題と展望

年輪幅の測定に比べると遥かに手間はかかるが、年輪セルロース酸素同位体比の分析が迅速化した結果、膨大な数の木材試料のデータが続々と出てくるようになり、さまざまな知見が積み重ねられつつある。その中では、新しい年代データが新しい学問の進歩を促す、多くの成功例もあるが、さまざまな課題も見えてきている。ここでは、その課題のいくつかを紹介し、今後の方向性について議論したい。【樹種の違い】年輪酸素同位体比は、樹種の違いを越えて対比できることが特長であり、特に針葉樹同士や針葉樹と落葉広葉樹の間の相関は高い。しかし常緑広葉樹とは未だ十分な対比が出来ておらず、光合成期間の違いなどが影響している可能性がある。現生木の網羅的分析により、樹種毎の特性の違いを明らかにしていく必要がある。【広域の相関】酸素同位体比のマスタークロノロジーは、気候条件の異なる地域毎に構築する必要があるが、本州南部から中国・四国・九州では、梅雨前線活動の変動を反映して、広域にクロノロジーは良く一致する。しかし、冬季の積雪の影響を受ける日本海側では、湧水の影響を受ける湿地帯などと共に、その変動パターンは個体毎に複雑になる可能性があり、現生木による年輪酸素同位体比の空間分布に関する詳細な研究が必要である。【分析の手法】セルロースの「板ごと抽出法」は、酸素同位体比年輪年代法を一気に現実化させた手法であるが、遺跡や地層から発掘される埋没木の中には、セルロース繊維が分解もしくは切断されていて、板ごと抽出の結果、年層が判定不能になるケースも多い。実際には従来のように、切り出した年層から1つ1つセルロースを抽出することで問題が解決する試料も多いので、更なる分析法の効率化が必要である。

MIS30-09

会場:501

時間:4月28日 11:30-12:00

キーワード: 樹木年輪, セルロース, 酸素同位体比, 年輪年代法  
Keywords: tree ring, cellulose, oxygen isotope ratio, dendrochronology

## 石灰質ノジュールを用いた海底古水温推定 Calcareous nodules for sea floor paleothermometry

長谷川 卓<sup>1\*</sup>; 媚山 陽介<sup>2</sup>; 米澤 駿介<sup>2</sup>; 鈴木 崇明<sup>4</sup>; ジェンキンス ロバート<sup>1</sup>; 森 尚仁<sup>3</sup>  
HASEGAWA, Takashi<sup>1\*</sup>; KOBAYAMA, Yosuke<sup>2</sup>; YONEZAWA, Shunsuke<sup>2</sup>; SUZUKI, Takaaki<sup>4</sup>; JENKINS, Robert<sup>1</sup>; MORI,  
Takami<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 金沢大学理工研究域自然システム学系, <sup>2</sup> 金沢大学自然科学研究科, <sup>3</sup> 金沢大学自然科学研究科 (現・マリンワーク・ジャパン), <sup>4</sup> 金沢大学自然科学研究科 (現・伊藤忠石油開発)

<sup>1</sup> College of Natural Science and Engineering, Kanazawa University, <sup>2</sup> Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, <sup>3</sup> Kanazawa University (currently Marine Work Japan), <sup>4</sup> Kanazawa University (currently Itochu Oil Exp. Co. Ltd.)

古水温は、古環境プロキシの中でも最も重要なパラメーターである。酸素同位体比法は、長年古海洋の分野で用いられてきた古水温計である。海底の水温を見積もるには、炭酸塩軟泥などから抽出する底生有孔虫殻を用いるが、太平洋沿岸のような泥質堆積物が卓越する地域では、再結晶がない個体を複数抽出し、超音波洗浄のうえ電子顕微鏡で観察を行う必要があり、非常に労力を必要とする作業である。泥質岩には石灰質ノジュールが普遍的に産出する。その酸素同位体比温度計への応用に関しては、これまでほとんど議論されていない。本研究では、北海道羽幌地域や大夕張地域などの白亜系から石灰質ノジュールを採集し、産出状況、ノジュール記載、炭酸塩含有量、全有機炭素含有量および酸素同位体比分析に基づき、石灰質ノジュールを用いた古水温推定の可能性について論じる。

海底面直下で形成されたと考えられる構造（生痕によりノジュールを形成する炭酸塩が外部の母岩に抽出された構造があるなど）を持つノジュールと、湧出メタンの硫酸還元に伴い形成されると考えられるノジュールは例外なく底生有孔虫とほぼ同様の値を持っており、海底古水温を反映しているといえる。また湧出メタンの硫酸還元下で形成されたと考えられる一部のノジュールには、海底面直下を示唆する二枚貝（キヌタレガイ）が付着していたことも、このことを支持する。さらにその二枚貝の酸素同位体比を測定したところ、ノジュールの示す古水温とほぼ同じ古水温が得られている。

炭酸塩含有量と酸素同位体比の間には、相関がある。炭酸塩含有量はノジュールの形成された堆積物深度と関連している可能性が高く、含有量の低いノジュールは例外なく底生有孔虫と比べると著しく負側にシフトした酸素同位体比値をとるため、古水温推定に用いることはできないといえる。

羽幌地域産ノジュールの調査の結果、露頭での選別作業と室内での選別作業を行うことにより、効率よく古水温を保持する可能性の高いノジュールを選別することができることが分かった。多数の分析を行い、炭素・酸素同位体比クロスプロットを行うと、酸素同位体比の「上限」に値が収束する。その酸素同位体比値をもって求めた海底古水温が、もっとも合理的な水温推定値であると判断される。その一方で、羽幌のノジュールと同様の記載条件の大夕張産ノジュールは、再結晶が生じていると考えられ、水温推定には適していなかった。これは羽幌と大夕張の堆積物の埋没深度の差が関連していると考えられる。ノジュールは海底直下で形成されても、堆積後の強い圧縮を受ける過程で間隙水がノジュールに浸潤し、ノジュール内の有機物が分解することで二酸化炭素ないし重炭酸イオンが供給されたと考えると、再結晶と約10%程度の著しく低い酸素同位体比値を合理的に説明できる。

キーワード: 炭酸塩, ノジュール, 古水温, 酸素同位体比

Keywords: nodules, paleothermometry, oxygen isotope

## 全ゲノム増幅法を用いた氷河中の花粉1粒ずつの同定 Identification of single pollen grains found in a glacier using a whole genome amplification method

中澤 文男<sup>1\*</sup>; 陶山 佳久<sup>2</sup>; 伊村 智<sup>1</sup>; 本山 秀明<sup>1</sup>

NAKAZAWA, Fumio<sup>1\*</sup>; SUYAMA, Yoshihisa<sup>2</sup>; IMURA, Satoshi<sup>1</sup>; MOTOYAMA, Hideaki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立極地研究所, <sup>2</sup> 東北大学

<sup>1</sup>National Institute of Polar Research, <sup>2</sup>Tohoku University

氷河から見つかる花粉は、他の堆積物試料から見つかる花粉と異なり、細胞内物質（原形質）を残存しているものが多い。このことは、氷河中の花粉から遺伝情報が取得できる可能性を示唆する。従来の花粉分析は、花粉の形態によって分類群を同定するため、形態の類似した近縁種の識別は難しく、科あるいは属レベルでの同定に留まる場合が多かった。氷河に含まれる花粉をDNA分析しその遺伝情報が得られれば、属より下位の階級で同定が可能となる。そこで本研究では、ロシア・アルタイ山脈にあるペルーハ氷河から採取した表層積雪中のマツ属花粉を用いて、DNA分析から詳細な同定を試みた。マツ属の下位の階級には、2 亜属、4 節、17 亜節、約 111 種が存在する。各マツ属花粉に含まれるゲノムDNAは、全ゲノム増幅法によって増幅し、葉緑体DNAの塩基配列解析を行った。その結果、亜節レベルでの同定が可能となり、さらに花粉種の候補を約 10 種まで絞ることに成功した。

キーワード: 氷河, アイスコア, 花粉分析, マツ属, DNA, 全ゲノム増幅

Keywords: glacier, ice core, pollen analysis, *Pinus*, DNA, WGA



## X線CTを用いた浮遊性有孔虫殻 *Globigerina bulloides* の溶解プロセス Dissolution process of *G. bulloides* shell observed by X-ray CT based on dissolution experiment

岩崎 晋弥<sup>1\*</sup>; 木元 克典<sup>2</sup>; 佐々木 理<sup>3</sup>; 鹿納 晴尚<sup>3</sup>; 本多 牧生<sup>2</sup>; 岡崎 裕典<sup>1</sup>  
IWASAKI, Shinya<sup>1\*</sup>; KIMOTO, Katsunori<sup>2</sup>; SASAKI, Osamu<sup>3</sup>; KANO, Harumasa<sup>3</sup>; HONDA, Makio<sup>2</sup>; OKAZAKI, Yusuke<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院理学府, <sup>2</sup>海洋研究開発機構, <sup>3</sup>東北大学博物館

<sup>1</sup>Graduate School of Sciences, Kyushu University, <sup>2</sup>Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, <sup>3</sup>Tohoku University Museum

海洋生物が形成する炭酸カルシウム ( $\text{CaCO}_3$ ) は海洋堆積物の主要な構成成分である。生物の殻を構成する炭酸カルシウムにはアラレ石と方解石の2つの結晶形が存在する。特に有孔虫や円石藻が形成する方解石はアラレ石より安定で、海底堆積物中に保存されやすい。炭酸塩堆積物は比較的浅い海洋底に豊富に存在するが深海底には無い。これは炭酸カルシウムの溶解が低温、高圧下で進行するためである。炭酸カルシウムの溶解が急速に進行する水深をリソクライン、海洋表層からの炭酸カルシウムの供給速度と溶解速度が釣り合う水深を炭酸塩補償深度 (CCD) と呼び、炭酸カルシウムはこれら二つの水深で区切られる遷移帯 (Transition zone) で溶解する。 $\text{CaCO}_3$  が溶解するかどうかは、 $\text{CaCO}_3$  の飽和指数 ( $\Omega$ ) によって決定される。

$$\Omega = \frac{[\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]}{K_{sp}}$$

$\Omega$ : 飽和指数 ( $\Omega=1$  なら飽和,  $\Omega>1$  なら過飽和,  $\Omega<1$  なら不飽和)  $K_{sp}$ : 溶解度積

炭酸カルシウムの溶解は、海水のアルカリ度を変化させアルカリポンプを通じ海洋炭素循環に影響を与える。そのため多くの古海洋研究者が炭酸カルシウムの溶解に注目し様々な溶解指標を提案した。代表的な溶解指標として浮遊性有孔虫の殻重量および破片率がある。両者は、炭酸カルシウム殻の溶解が進行すると有孔虫殻の重量減少や破壊が起こる、という考えに基づく。しかし、有孔虫殻の溶解プロセスは未だ十分に理解されていない上、いずれの指標も溶解量を定量的に測定できない。そこで本研究は有孔虫殻の溶解プロセスの解明と溶解量の数値化を目的とした。本研究は有孔虫殻の内部構造を含めた溶解プロセスを理解するために、マイクロフォーカス X 線 CT スキャナ (ScanXmate 11000, Comscan Techno 製, 東北大学総合学術博物館に設置) を用い、マイクロメートルスケールの殻内部構造観察を行った。X 線 CT は対象物に X 線を照射しその内部画像を三次元画像として構成する。その際、X 線 CT は X 線の透過度を数値化することで物体の密度 (空隙率) を定量的に測定できる。本研究で用いたマイクロフォーカス X 線 CT スキャナは  $0.8 \mu\text{m}$  の空間分解能を持ち、有孔虫殻内部の微細構造と密度分布を測定できる。本研究では実験水槽内で現生有孔虫殻を溶解させる溶解実験を実施し、有孔虫殻の溶解プロセス解明と殻溶解量の数値化を行った。その後、溶解実験の成果を海底表層堆積物試料へ適用した。

本研究ではまず、有孔虫殻の溶解プロセスを調べるため実験水槽内で時系列の溶解実験を行い、人為的に溶解させた有孔虫殻の内部構造と密度分布の変化を X 線 CT により観察した。北西太平洋のセディメントトラップ試料 (St. K2) から同サイズの浮遊性有孔虫殻 (*Globigerina bulloides*) を集め、 $\text{CO}_2$  ガスの曝気により炭酸系をコントロールした実験海水中 ( $\Omega \text{ Calcite} = 0.119$ ) で1日から9日間溶解させた。X 線 CT 測定の結果、有孔虫殻は低密度の殻 (初期成長殻・内殻) と高密度の殻 (外殻) で構成されることが明らかになった。また有孔虫殻の溶解は殻中心部の初期成長殻から始まり、その後内殻へと進行した。一方、外殻はほとんど溶解せずに保存された。CT 値の頻度分布 (ヒストグラム) 変化は、殻重量や内部構造の変化に対応しており有孔虫殻の溶解は、初期成長殻と内殻の選択的な溶解によって特徴づけられることを明らかにした。また溶解による CT 値ヒストグラムの変化を定量的に評価する指標として低密度殻体積比 (低密度殻体積の全殻体積に占める比率) を提案し、この指標が溶解量の定量的指標として利用できることを示した。

溶解実験の成果は水槽実験から得られたものであり、同様の溶解プロセスと溶解量の評価方法が堆積物試料に適用できるか検証する必要がある。そこで本研究は、北太平洋高緯度海域の8海域 (水深 969-3135 m) から採取された表層海底堆積物試料中の *G. bulloides* 殻について殻重量および X 線 CT 測定を行った。その結果、有孔虫殻は水深が深くなるほど溶解することがわかった。また堆積物試料の X 線 CT 測定から、溶解実験で示した有孔虫殻の溶解プロセスが堆積物試料にも当てはまることわかった。さらに溶解量の定量的指標として提案した低密度殻体積比は殻重量と比べ測定値のばらつきが小さく、溶解指標として有効であることを示した。

キーワード: 炭酸塩, 浮遊性有孔虫, X 線 CT, 殻重量, 殻密度, 溶解指標

Keywords: carbonate, planktic foraminifera, X-ray CT, shell weight, shell density, dissolution index



## アジア熱帯域の洞窟における現在の洞外気象と石筍成長の関係 Relationship between modern speleothem formation and surface weather in an Asian tropical cave

長谷川 航<sup>1\*</sup>; 渡邊 裕美子<sup>1</sup>; 松岡 廣繁<sup>1</sup>; 大沢 信二<sup>2</sup>; 田上 高広<sup>1</sup>

HASEGAWA, Wataru<sup>1\*</sup>; WATANABE, Yumiko<sup>1</sup>; MATSUOKA, Hiroshige<sup>1</sup>; OHSAWA, Shinji<sup>2</sup>; TAGAMI, Takahiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院理学研究科地質学鉱物学教室, <sup>2</sup> 京都大学大学院理学研究科地球物理学教室

<sup>1</sup>Earth and Planetary Sciences, Graduate school of Science, Kyoto Univ., <sup>2</sup>Geophysics, Graduate school of Science, Kyoto Univ.

### Introduction

For precise climate prediction, it is necessary to reconstruct high time and space resolution paleo-climate (especially past 2000 years) from paleo-climate proxies and assimilate the result to climate model. Tropical Asia, including Indonesia, is well affected by El Nino Southern Oscillation (ENSO). The ENSO does not only directly affect on precipitation in tropical Asia, but also indirectly on middle and high latitude climate through teleconnection [1]. In Indonesia, Watanabe et al. [2] suggested inverse-correlation between  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  in speleothems and instrumental precipitation. However, relationship between modern speleothem formation and surface weather is not revealed clearly.

Therefore, the cave monitoring program, which included cave air temperature, relative humidity, airflow current, air  $\text{CO}_2$  concentration monitoring and  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  analysis of dripwater and farmed speleothems, was initiated from 2011 in Petruk Cave (Central Java, Indonesia) in order to study the recording mechanism of precipitation variation into the  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  fluctuation in speleothems.

### Result and Discussion

Air  $\text{CO}_2$  concentration in Petruk Cave is fluctuated daily and seasonally until over 100 m deep site from the entrance.

It is revealed that cave air  $\text{CO}_2$  concentration may be a significant factor that controls stable isotope value in speleothems, because temperature, humidity and drip rate in Petruk cave are nearly stable.

A scenario of precipitation recording is as follows: (1) surface rainfall cools outside air temperature; (2) cave airflow direction is inverted; (3) outside fresh air flows into the cave and air  $\text{CO}_2$  concentration is dropped; (4)  $\text{pCO}_2$  difference between cave air and dripwater becomes higher and calcite precipitation is promoted; (5)  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  in dripwaters and speleothems are decreased.

In addition to above discussion, we will show you  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  values in dripwaters and farmed speleothems and confirm the scenario by these data.

[1] Hastenrath (1991) Climate dynamics of the tropics. [2] Watanabe et al. (2010) Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 293, 90-97.

Keywords: cave monitoring, speleothem, isotope, paleo-climate

## 岐阜県中央部の石筍に記録された数千年スケールの変動 Millennial changes recorded in a stalagmite from central Gifu, Japan

曾根 知実<sup>1</sup>; 狩野 彰宏<sup>1\*</sup>; 森 大器<sup>1</sup>; 奥村 知世<sup>2</sup>  
SONE, Tomomi<sup>1</sup>; KANO, Akihiro<sup>1\*</sup>; MORI, Taiki<sup>1</sup>; OKUMURA, Tomoyo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学比文, <sup>2</sup>海洋研究開発機構

<sup>1</sup>SCS Kyushu University, <sup>2</sup>JAMSTEC

岐阜県郡上市から採集した長さ 13cm の石筍は、最終氷期の長いハイアタスを境に、上部が前期?中期完新世に、下部が Marine isotopic stage 3 (MIS-3) に形成したものである。組織的に均質で透明度が高い完新世の部分に対し、下部は全体的に褐色を帯びている。MIS-3 と完新世の酸素同位体比の値を比較すると、MIS-3 の方が 0.5-1.0 パーミルほど高い。この差は中国南部の石筍と同等であり、岐阜県の石筍記録が夏期モンスーンの強い影響を受けていることを示唆する。

この石筍で最も顕著な特徴は下部に認められる幅約 1 cm の周期的変化である。下部石筍が連続的に沈殿したものであれば、U-Th 年代により 56-35 ka に堆積したものと見積もられ、その中に合計 8 回の周期が認定される。これ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。

岐阜石筍に記録された数千年スケールの変動はダンスガード・オシュガーイベントに対応すると思われるが、グリーンランド氷床に明瞭に現れない 50-43 ka の周期性もこの石筍には明瞭に現れている。この事は、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とともに、その起源が必ずしも北大西洋の変動に関わっていなかったことを示唆する。岐阜石筍の酸素同位体比が主に降水量の変化を反映しているのであれば、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。

石筍の U-Th 年代は台湾国立大学の沈川洲教授の指導のもとで行った。

キーワード: 石筍, 酸素同位体比, 後期更新世

Keywords: stalagmite, oxygen isotope, late Pleistocene

## 石筍酸素同位体組成から推定した岩手県の過去2000年間の降水量変化と飢饉・災害記録

### Changes in precipitation over the last 2000 yrs recorded in a stalagmite and famine and disaster records in Iwate Pref.

加藤 大和<sup>1\*</sup>; 山田 努<sup>1</sup>

KATO, Hirokazu<sup>1\*</sup>; YAMADA, Tsutomu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院理学研究科

<sup>1</sup>Graduate School of Science, Tohoku University

Stalagmites are excellent archives of terrestrial paleoclimate information. Some of them are formed in caves near the noosphere and may have recorded past climatic changes influenced human activity. Stable oxygen isotopic compositions of stalagmites especially have been utilized in many paleoclimate studies. However, many factors controlling stalagmite oxygen isotopic composition are known and the degrees of their influence varied from region to region. It is not easy to specify the main controlling factor in Northeast Japan, because the climate is influenced by the East Asian Monsoon and surrounding continental and oceanic air masses struggling with each other. Therefore stalagmite climatic studies is not advanced in this region.

We collected growing stalagmite UT-A from Uchimagi-do Cave, Iwate Prefecture, Northeast Japan. UT-A is 25 cm in height and obvious annual growth layers are found entirely under UV light. The age model of UT-A was based on these growth bands and it revealed that the mean growth rate is 0.12 mm/year and the stalagmite has continuously grown over the last 2000 years. In order to specify the major factor controlling isotopic composition of UT-A, we analyzed changes in annual layer thickness and oxygen isotopic composition of the uppermost part of UT-A and examined the correlations between these changes and weather around the cave over the last 30 years. As the changes in  $d^{18}O$  correlates well with the growth rates and amount of precipitation, the oxygen isotopic profiles of UT-A could be interpreted as a proxy of precipitation change over the last 2000 years. The past precipitation deduced from oxygen isotopic composition of UT-A has a 100-200-year cycle and synchronized with famine and disaster caused by excess and lack of precipitation in regional historical records (e.g. Nihon'yanagi, 1968MS). Thus oxygen isotopic composition of stalagmites in Northeast Japan could be a good proxy of past precipitation and we can reconstruct past precipitation and possible famine and disaster events in prehistoric times. Moreover, we may be able to forecast the near future precipitation change in this region by the cyclic fluctuation.

#### Reference

Nihon'yanagi, S., 1968MS. *Small history of famines in Nanbu-Hachinohe Han in the Thousand Years* (in Japanese). Aomori.

キーワード: 石筍, 安定酸素同位体組成, 降水量, 飢饉・災害記録, 内間木洞, 岩手県

Keywords: stalagmite,  $d^{18}O$ , precipitation, famine and disaster records, Uchimagi-do Cave, Iwate Prefecture

## 琉球列島沖永良部島のサンゴ骨格の長期記録 Skeletal records in a long-lived *Porites* coral from Okinoerabu-jima, Ryukyu Islands

浅海 竜司<sup>1\*</sup>; 玉城 昭太<sup>1</sup>; 土屋 真衣香<sup>1</sup>; 川上 紗弥<sup>1</sup>; 村山 雅史<sup>2</sup>; 井龍 康文<sup>3</sup>  
ASAMI, Ryuji<sup>1\*</sup>; TAMASHIRO, Shota<sup>1</sup>; TSUCHIYA, Maika<sup>1</sup>; KAWAKAMI, Saya<sup>1</sup>; MURAYAMA, Masafumi<sup>2</sup>; IRYU, Yasufumi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 琉球大学・理, <sup>2</sup> 高知大学・理, <sup>3</sup> 東北大学・院理

<sup>1</sup>University of the Ryukyus, <sup>2</sup>Kochi University, <sup>3</sup>Tohoku University

Tropical and subtropical ocean-atmosphere interactions play a significant role in global climate changes on seasonal, interannual and decadal timescales. Knowledge of past ocean variability is crucial for understanding and modeling current and future climate. However, spatial and temporal instrumental time series from tropical and subtropical oceans before 1950 are quite limited. There is, therefore, a strong need for high-resolution paleoclimate proxies such as corals and sclerosponges from the oceans that extend beyond the instrumental data.

Massive *Porites* corals, living in shallow waters of the tropical to subtropical oceans, precipitate annually banded aragonite skeletons. These colonies provide robust chronological control and allow sub-sampling at monthly-to-seasonal resolution. Oxygen isotope composition of coral skeleton reflects variations in sea surface temperature and seawater oxygen isotope composition (salinity) with the latter being closely related to the precipitation-evaporation balance at sea surface and changes in water mass transport (e.g., Gagan et al., 1998). Long-lived corals are an excellent archive for documenting high temporal resolved time series of thermal and hydrologic changes at sea surface for the last several centuries (e.g., Quinn et al., 1998). Nevertheless, there are a few published long coral records of more than 100 years in the tropical northwestern Pacific (Guam: Asami et al., 2005; Ogasawara: Felis et al., 2009; Ishigaki: Mishima et al., 2010).

We collected a 4.5-m-long skeleton core from a modern *Porites* coral colony in Okinoerabu-jima, Ryukyu Islands on October 2011. Our continuous observational data at the coral living site for the years 2009-2011 are consistent with gridded sea surface temperature and salinity products, suggesting that the site is exposed directly to open sea surface conditions. X-ray images of the coral skeleton showed well-developed annual density bands for the last several centuries. Here we present monthly-to-bimonthly resolved oxygen and carbon isotope composition time series from the coral skeleton to reconstruct secular trend of oceanographic changes before and after the Industrial Revolution. Along with previously published long coral records, our coral-based climate reconstruction will document spatial changes in thermal and hydrologic conditions in the northwestern Pacific for the last several centuries.

キーワード: サンゴ骨格, 酸素同位体組成, 炭素同位体組成, 古水温, 古塩分, 琉球列島

Keywords: coral skeleton, oxygen isotope composition, carbon isotope composition, paleo-temperature, paleo-salinity, Ryukyu Islands

## 北半球高緯度域における沈降粒子フラックスと古海洋環境研究 Particle flux and paleoceanographic studies in the subarctic Pacific and the Arctic Ocean

高橋 孝三<sup>1\*</sup>  
TAKAHASHI, Kozo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 北星学園大学  
<sup>1</sup>Hokusei Gakuen University

時系列セディメントトラップを用いた海洋沈降粒子フラックスの研究に取り組み、生物源オパール、有殻プランクトンの殻・骨格を持つ、放射虫、珪藻、珪質鞭毛藻などの珪質プランクトン群集を中心に、海洋に生息する有殻プランクトンの沈降過程と季節変動、そして初期化石化プロセスについて研究を行ってきた。北海道大学水産学部練習船おしよろ丸による北太平洋亜寒帯域およびベーリング海における沈降粒子フラックス観測を、1989年から2010年まで20年余りにわたって実施し、世界有数の高生物生産域における生物ポンプ稼働効率を実測した。また、国際深海掘削計画（ODP）および統合国際深海掘削計画（IODP）に参加し新生代の海洋環境復元に取り組んだ。IODP Expedition 302 北極海掘削航海では、北極海の水氷形成の始まりと北半球氷河化との関係について初めて科学的知見を得ることに貢献した。IODP Expedition 323 ベーリング海掘削航海では、研究代表者として掘削提案を行い、北極海と太平洋を結ぶゲートウェイであるベーリング海が鮮新世以降どのような海洋環境変遷を経てきたか研究を進めている。

キーワード: 沈降粒子フラックス, ベーリング海, 北極海, 北半球氷床発達, 海洋ゲートウェイ  
Keywords: particle flux, Bering Sea, Arctic Ocean, Northern Hemisphere glaciation, Oceanic gateway



古海洋学における有用なツールとしての石灰質ナノプランクトン及び石灰質ナノ化石  
Calcareous nannoplanktons and nanofossils as useful tools for paleoceanography

岡田 尚武<sup>1\*</sup>  
OKADA, Hisatake<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学  
<sup>1</sup> Hokkaido University

Microfossils are useful tools for paleoceanographic studies in two ways: age identification by detailed biostratigraphy, and reconstruction of sea state such as water temperature, productivity and dynamic properties of water mass. Needless to say, calcareous nanofossils are powerful age-diagnostic tool for oceanic sediments, but because of their minute size, its usefulness for oxygen and carbon isotopic analysis are limited. On the other hand, the unique existence of *Florisphaera profunda*, a deep photic-zone dweller, provide an useful method for paleoproductivity and dynamic analysis of water column. By the way, new discoveries or break through in any disciplines are often resulted from unexpected encounters or conversations between researchers. Personal relationships are also very important factor to progress career and to accomplish scientific achievement for young scientists. Utilizing this opportunity, I will summarize major points for paleoceanographic applications of calcareous nanofossils, and also, I will explain my own experiences of various encounters that resulted fruitful scientific achievements.

キーワード: 古海洋学, 石灰質ナノ化石, 生物層序, 水動力学, 下部有光層  
Keywords: paleoceanography, calcareous nanofossils, biostratigraphy, water dynamics, lower photic-zone

## 氷期・間氷期サイクルの変動メカニズムと古気候モデリング Mechanism of ice age cycle and paleoclimate modeling

阿部 彩子<sup>1\*</sup>  
ABE-OUCHI, Ayako<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大気海洋研究所および JAMSTEC

<sup>1</sup>University of Tokyo (AORI) and JAMSTEC

地球科学の古気候 (paleoclimate) 研究の分野は、過去の気候環境を復元し、その変動メカニズムを明らかにすることを目的としている。従来の地質学に間接指標によって気候データ復元する研究手法に加え、物理や化学的手法が盛んに開発されたことで、この分野の研究がとくにこの10?20年大いに進んだ。とくに、「なぜ」「いかに」を明らかにするための気候変動に関するコンピューターシミュレーション (数値モデリング) の手法や、年代を高精度で明らかにする方法の進展はめざましい。100年先あるいはそれより長期の気候の将来予測に関連して、古気候モデリングを行う意味は大きくわけて3つ挙げられる。第一に、実際過去に起った気候変化の再現を通じて気候モデルの信頼性を増すという期待がある。とくに温室効果ガスなどの放射強制力に対して気候システムがどう応答し、どのようなフィードバックプロセスが重要か定量的に調べることは大変重要である。そこで、気温を中心とした気候感度や地域的な気候分布変化について将来予測を古気候データとモデリングで検証するような研究が進められ IPCC 報告書でも多くの紙面が割かれている。第二に、氷床分布 (の海水準への影響) や植生分布さらには炭素循環などの長期の地球システム変化プロセスについてその振る舞いを明らかにすることは重要である。これらの地球システム要素は、変化の時間スケールが100年よりはるかに長く及ぶ性質や、一方で急激な変化を非線形にもたらすことが知られつつあるが、古気候データによる情報と気候や地球システムモデルの高度化が不可欠である。第三に、気候状態の変化のメカニズムをさまざまな事例を通して明らかにすることが期待される。気候変化の時間スケールについては数万年スケール、数千年スケール、数年スケールの急激な温暖化など様々あり、異なる時間スケールの気候変動の関係や気候変動の性質を知る上で古気候研究が重要なことが最近に明らかになりつつある。実際の事象をデータから知り、さらに、気候モデルを併用して原因結果を考察することが必要である。講演では、最近行った氷期サイクルの古気候モデリングを例にとりあげ、古気候モデリングの意味を考える

キーワード: 気候, 古気候

Keywords: climate, paleoclimate

## 北西太平洋における白亜系—古第三系の層序と温室期古環境変動の復元における意義 Cretaceous-Paleogene stratigraphy in Northwest Pacific and its significance for paleoenvironmental study

西弘嗣<sup>1\*</sup>; 高嶋礼詩<sup>1</sup>; 山中寿朗<sup>2</sup>; 折橋裕二<sup>3</sup>; 林圭一<sup>4</sup>; 金綱将也<sup>1</sup>  
NISHI, Hiroshi<sup>1\*</sup>; TAKASHIMA, Reishi<sup>1</sup>; YAMANAKA, Toshiro<sup>2</sup>; ORIHASHI, Yuji<sup>3</sup>; HAYASHI, Kei-ichi<sup>4</sup>; KANETSUNA, Masaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東北大学, <sup>2</sup> 岡山大学, <sup>3</sup> 東京大学, <sup>4</sup> 北海道立総合研究機構地質研究所  
<sup>1</sup>Tohoku University, <sup>2</sup>Okayama University, <sup>3</sup>The University of Tokyo, <sup>4</sup>Geological Survey of Hokkaido

The Cretaceous – Paleogene period is known as the latest Greenhouse climate in the history of earth. In order to understand ocean – climate system during past Greenhouse climate, numerous attempt has long been made for the marine sequences in the Atlantic and Southern oceans and the Tethyas Sea. The Pacific Ocean was the outstandingly largest ocean during Cretaceous – Paleogene, and it may have played important roles in Earth's ocean – climate system. Despite its importance, very little work has been done to establish detailed paleo-oceanographic changes during Cretaceous – Paleogene. This is largely because most of the Cretaceous – Paleogene Pacific oceanic crusts have subducted under continents, and bad recoveries of Cretaceous – Paleogene sediments of the ODP and DSDP cores from the Pacific sites have prevented researchers from studying paleoenvironmental changes of the Pacific Ocean.

First, we establish the detailed integrated stratigraphy (planktic foraminiferal and dinoflagellate cyst biostratigraphy, carbon isotope stratigraphy and U-Pb dating of tuff beds) of the Cretaceous – Paleogene marine sequences exposed in Hokkaido Japan because the resolution of international stratigraphic correlation of these strata is not enough to identify important climatic and/or extinction events such as the OAEs, K/Pg, PETM and others. The strata used in this study is as follows; the Yezo Group (early Aptian – early Campanian: 125 – 75 Ma), the Nemuro Group (Campanian?– early Eocene: 75?– 53 Ma), the Poronai Formation (late Eocene: 42 – 35 Ma) and the Onbetsu Formation (late Eocene – early Oligocene: 34 – 32 Ma). Our integrated stratigraphy enables to identify the exact horizons of following climatic and extinction events. The Cretaceous Oceanic Anoxic Events (OAEs) of the OAE1a (125.5 – 124 Ma), Leenhardt Level of OAE1b (110 Ma), OAE1c (107 Ma), OAE1d (101 Ma), OAE 2(94 – 93.5 Ma) are identified in the Yezo Group exposed in Oyubari and Tomamae areas. Although no so-called black shales were found in these horizons, evidences of oxygen depletion were identified from the most of these horizon based on the analyses of benthic foraminifera, degree of pyritization and sedimentary structure such as degree of bioturbation. The horizons of the K/Pg (66 Ma) and PETM (Paleocene Eocene Thermal Maximum; 56 Ma) in the Nemuro Group and Late Eocene Warming (37 Ma) in the Poronai Formation exhibit no obvious differences in lithology. Especially, the strata across the K/Pg boundary in the Shiranuka Hill consists of massive mudstone and a few intercalations of thin felsic tuff and turbidite sandstone. The middle – late Eocene cooling (40 – 39 Ma) is characterized by abundant occurrences of glendonites and buliminids (benthic foraminifera) in the middle part of the Poronai Formation, which indicates that cooling and eutrophication of surface water occurred in the northwest Pacific. The prominent positive excursion of oxygen isotope around Eocene/Oligocene boundary (34 – 33.6 Ma) is placed at the top of the Urahoro Group. The overlying Onbetsu Formation includes Oi-1a and Oi-1b of early Oligocene. Flood occurrence of buliminids in the lower part of the Onbetsu Formation suggest that surface water eutrophication occurred in response to global cooling after the Oi-1 glaciation.

The horizons of climatic and extinction in Hokkaido have continuous outcrop without significant hiatus and faults. High resolution analyses of these horizons will improve our understanding of climatic and environmental changes in northwest Pacific during the latest greenhouse period.

キーワード: 白亜紀, 古第三紀  
Keywords: Cretaceous, Paleogene

## ミランコビッチ・サイクルと炭素循環が Toarcian 海洋無酸素事変に与えた影響 Milankovitch forcing and carbon cycle during the Toarcian Oceanic Anoxic event

池田 昌之<sup>1</sup>; 堀 利栄<sup>1\*</sup>; 池原 実<sup>2</sup>

IKEDA, Masayuki<sup>1</sup>; HORI, S., Rie<sup>1\*</sup>; IKEHARA, Minoru<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 愛媛大学理工学研究科, <sup>2</sup> 高知大学海洋コア総合研究センター

<sup>1</sup>Department of Earth Science, Faculty of Science, Ehime University, <sup>2</sup>Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University

One of the most profound environmental changes in the Mesozoic took place during Toarcian (Early Jurassic), including oceanic anoxia (Toarcian Oceanic Anoxic Event; T-OAE). The T-OAE is characterized by negative carbon isotope excursion (CIE) of up to ~8 ‰. The T-OAE is considered to have resulted from the release of CO<sub>2</sub> by Karoo-Ferrar volcanism and possible methane hydrate dissociation. However, the origin of these perturbations remains strongly debated, primarily due to lack of radiometric age constraints across the T-OAE (e.g. Palfy and Smith, 2000; Kemp et al., 2005, 2011; Suan et al., 2008).

Here we present the orbitally-tuned bio-, and  $\delta^{13}\text{C}_{org}$  stratigraphy of the Lower Jurassic deep-sea bedded chert sequence at the Katsuyama-Sakahogi section, in the Inuyama area, central Japan, which covers the T-OAE (Ikeda and Tada, 2013; Ikeda and Hori, in review). The sedimentary rhythms of the bedded chert display a full range of climatic precession related cycles; ~20 kyr cycle as a chert-shale couplet and ~100 kyr, 405 kyr, ~2000 to 4000 kyr cycles as chert bed thickness variations (Ikeda et al., 2010; Ikeda and Tada, 2013). Chert-shale cycles and variations in chert bed thickness are interpreted as resulted from changes in the burial rate of biogenic silica (Hori et al., 1993).

By using 405-kyr eccentricity cycle of constant and stable periodicity (Laskar et al., 2004) observed in the Inuyama bedded chert, we established the astronomical time scale (ATS) by counting 405 kyr cycle (~20 bed cycle; Ikeda and Tada, 2013). Then, this ATS is anchored at the end-Triassic radiolarian extinction level of which age is estimated as  $201.4 \pm 0.2$  Ma based on projection of the U-Pb date measured at the Pucara section, Peru, using the conodont and radiolarian biostratigraphy (e.g. Carter and Hori, 2005; Schoene et al., 2010; Ikeda and Tada, 2013).

This astronomical time scale suggests the absolute ages of the T-OAEs. The timing of two black bedded chert intervals (T-OAEs 1 and 2) and the negative CIE of ~5 ‰ are within the time interval of radiometric ages from the Karoo-Ferrar Lips (Svencen et al., 2007; Jourdan et al., 2008). This result supports the volcanic degassing origin of these carbon cycle perturbations (Palfy and Smith, 2000; Suan et al., 2008).

The termination of black shale deposition occurred at the minimum of 40 kyr obliquity and 100 kyr and 405 kyr eccentricity cycles. These temporal relations imply the possible impacts of these orbital forcing on the stabilization of carbon cycle perturbation through Earth system dynamics, such as weathering and nutrient cycles.

キーワード: ミランコビッチ, 炭素循環, 火成活動, シリカ循環, 水循環

Keywords: Milankovitch cycle, carbon cycle, volcanism, silica cycle, hydrological cycle

## 石灰質ナノ化石からみた中新世～鮮新世の琉球列島の古海洋環境 Paleoceanographic evolution of Miocene to Pliocene mud sea in the Ryukyus based on calcareous nannofossil assemblages

今井 遼<sup>1\*</sup>; 佐藤 時幸<sup>2</sup>; 井龍 康文<sup>1</sup>  
IMAI, Ryo<sup>1\*</sup>; SATO, Tokiyuki<sup>2</sup>; IRYU, Yasufumi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院理学研究科地学専攻, <sup>2</sup> 秋田大学大学院工学資源学研究科応用地球科学教室  
<sup>1</sup>Institute of Geology and Paleontology, Graduate School of Science, Tohoku University, <sup>2</sup>Institute of Applied Earth Sciences, Faculty of Engineering and Resource Science, Akita University

琉球列島沖縄本島には、中新統～更新統の島尻層群、更新統の知念層および琉球層群が分布する。島尻層群は主に泥岩と砂岩からなり、琉球層群は主にサンゴ礁およびその周辺海域で形成された石灰岩からなる。両者の間に位置する知念層は、島尻層群と琉球層群との中間的な岩相を示す。この「泥海（島尻層群）」から「サンゴ海（琉球層群）」への岩相変化は、琉球列島の背弧海盆すなわち沖縄トラフの形成により、黒潮が背弧側へ流入したことに関連していると考えられている。我々は、沖縄本島南部で掘削された「南城 R1（掘止深度 2119.49 m）」の試料を用いて、島尻層群（豊見城層・与那原層）の石灰質ナノ化石生層序の確立と石灰質ナノ化石群集解析と岩相層序に基づいた後期中新世から後期鮮新世の古海洋環境復元を目的に研究を行った。その結果、4つの化石基準面が認定され、豊見城層は上部中新統（NN11～NN12；CN9a～CN10a - CN10b）に、与那原層は上部中新統から上部鮮新統（NN12～NN16；CN10a - CN10b～CN12）に対比されることが判明した。豊見城層および与那原層下部堆積時（>8.3～5.3 Ma）は、低いココリス生産量と *Sphenolithus abies* の多産から、貧栄養環境であったと推定される。与那原層中部堆積時（5.3～3.5 Ma）は、ココリス生産量の増加および *small Reticulofenestra* spp. の多産から、富栄養環境への変化が想定される。与那原層上部堆積時（3.5～2.9 Ma）は石灰質ナノ化石の産出頻度が低いことより、再び貧栄養環境へ戻ったと考えられる。島尻層群の堆積相および底生有孔虫に関する先行研究の結果を併せて考察すると、以上の海洋環境の変化は堆積盆地の浅海化に起因すると結論される。これに加え、2013年8月から沖縄本島那覇市奥武山および南城市大里の2地点で実施された地下埋蔵天然ガス試掘調査で取得したカッティング試料の石灰質ナノ化石群集を検討する機会をえたので、その成果を併せて報告する。

キーワード: 石灰質ナノ化石, 中新世, 更新世, 琉球列島, 島尻層群  
Keywords: calcareous nannofossil, Miocene, Pliocene, Ryukyu Islands



## 鮮新世以降の東南極氷床高度の低下：南極寒冷圏システム進化とのリンク East Antarctic deglaciation and the link to global cooling since the Pliocene

菅沼 悠介<sup>1\*</sup>; 三浦 英樹<sup>1</sup>; Zondervan Albert<sup>3</sup>; 奥野 淳一<sup>2</sup>  
SUGANUMA, Yusuke<sup>1\*</sup>; MIURA, Hideki<sup>1</sup>; ZONDERVAN, Albert<sup>3</sup>; OKUNO, Jun'ichi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立極地研究所, <sup>2</sup> 海洋研究開発機構, <sup>3</sup> GNS, Science  
<sup>1</sup>National Institute of Polar Research, <sup>2</sup>JAMSTEC, <sup>3</sup>GNS, Science

Reconstructing past variability of the Antarctic ice sheets is essential to understand their stability and to anticipate their contribution to sea level change as a result of future climate change in a high-CO<sub>2</sub> world. Recent studies have reported a significant decrease in thickness of the East Antarctic Ice Sheet (EAIS) during the last several million years. However, the geographical extent of this decrease and subsequent isostatic rebound remain uncertain and a topic of debate. In this study, we reconstruct magnitude and timing of ice sheet retreat at the Sor Rondane Mountains in Dronning Maud Land, East Antarctica, based on detailed geomorphological survey, cosmogenic exposure dating, and glacial isostatic adjustment modeling. Three distinct deglaciation phases since Pliocene for this sector of the EAIS are identified, based on rock weathering and <sup>10</sup>Be surface exposure data. We estimate that during the Plio-Pleistocene the ice sheet thinned by at least 500 m. This thinning is attributed to the reorganization of Southern Ocean circulation associated with the global cooling into the Pleistocene, which reduced the transport of moisture from the Southern Ocean to the interior of EAIS. The data also show since the Last Glacial Maximum the ice surface has lowered less than ca.50 m and probably started after ca. 14 ka. This suggests that the EAIS in Dronning Maud Land is unlikely to have been a major contributor to postglacial sea-level rise and Meltwater pulse 1A.

## Past 2 Myr Radiolarian Assemblages and Paleoceanographic Changes off the Southwestern Japan (IODP Site C0001)

## Past 2 Myr Radiolarian Assemblages and Paleoceanographic Changes off the Southwestern Japan (IODP Site C0001)

MATSUZAKI, Kenji M.<sup>1\*</sup> ; NISHI, Hiroshi<sup>1</sup> ; SUZUKI, Noritoshi<sup>2</sup> ; HAYASHI, Hiroki<sup>3</sup> ; IKEHARA, Minoru<sup>4</sup> ; GYAWALI, Babu R.<sup>2</sup> ; TAKASHIMA, Reishi<sup>1</sup>

MATSUZAKI, Kenji M.<sup>1\*</sup> ; NISHI, Hiroshi<sup>1</sup> ; SUZUKI, Noritoshi<sup>2</sup> ; HAYASHI, Hiroki<sup>3</sup> ; IKEHARA, Minoru<sup>4</sup> ; GYAWALI, Babu R.<sup>2</sup> ; TAKASHIMA, Reishi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The Center for Academic Resources and Archives, Tohoku University Museum, Tohoku University (Japan), <sup>2</sup>Institute of Geology and Paleontology, Graduate School of Science, Tohoku University (Japan), <sup>3</sup>Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University (Japan), <sup>4</sup>Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University (Japan)

<sup>1</sup>The Center for Academic Resources and Archives, Tohoku University Museum, Tohoku University (Japan), <sup>2</sup>Institute of Geology and Paleontology, Graduate School of Science, Tohoku University (Japan), <sup>3</sup>Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University (Japan), <sup>4</sup>Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University (Japan)

The effects of Quaternary paleoceanographic events on the Kuroshio Current off the southwestern Japan, including the mid-Pleistocene Transition (MPT) (1,200?700 ka) and the mid-Brunhes event (MBE) (400?300 ka), are poorly documented at this time because of a lack of long core recovering the MBE and the MPT. In this context, this study aims to establish paleoceanography of this region since the Early Pleistocene, using radiolarian assemblages as paleoceanographical proxy. The Holes C0001E and F, drilled by the R/V Chikyu during IODP Expedition 315 at a depth of 2198 m in the Shikoku Basin off the Kii Peninsula on the slope of the Nankai accretionary prism (southern Japan) are used in this study. The upper 190 m LSF sediments cover the Quaternary based on the shipboard results, the dominant lithology consisted of greenish-gray to grayish-green mud. The age model of Site C0001 is based on calcareous nannofossils datums, planktic foraminifers datums, radiolarians datums and *Globorotalia inflata* oxygen isotope stratigraphy. In this study, 240 samples of 20 cc, covering the Early to Middle Pleistocene, were used for radiolarian faunal analysis. The examination of the polycystine radiolarians was performed using an optical microscope at a magnification of 100?400x. In each sample, 400 to 1000 polycystine radiolarians were identified. The radiolarian-based sea surface temperature (rSST) was estimated using a Modern Analogue Technique (MAT). Several warming event is recorded during the Early Pleistocene. However, the strongest warming event is recorded during the MPT, where the subtropical fauna abundances increased consequently.

キーワード: Pleistocene, Paleoceanography, Mid Pleistocene Transition, Radiolarian

Keywords: Pleistocene, Paleoceanography, Mid Pleistocene Transition, Radiolarian

## オホーツク海における環境岩石磁気学手法により推定した過去55万年間の海水変動 Sea-ice conditions in the Okhotsk Sea during the last 550 kyr deduced from environmental magnetism

山崎 俊嗣<sup>1\*</sup>; 井上 聖子<sup>2</sup>; 下野 貴也<sup>2</sup>; 坂本 竜彦<sup>3</sup>; 坂井 三郎<sup>4</sup>

YAMAZAKI, Toshitsugu<sup>1\*</sup>; INOUE, Seiko<sup>2</sup>; SHIMONO, Takaya<sup>2</sup>; SAKAMOTO, Tatsuhiko<sup>3</sup>; SAKAI, Saburo<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>2</sup> 筑波大学大学院生命環境科学研究科, <sup>3</sup> 三重大学生物資源学部, <sup>4</sup> 海洋研究開発機構

<sup>1</sup>AORI, University of Tokyo, <sup>2</sup>Tsukuba University, <sup>3</sup>Mie University, <sup>4</sup>JAMSTEC

オホーツク海における海氷の状態はグローバルな気候変動に応じて変化し、また、それが太平洋中層水の生成を通じてグローバルな海洋循環にも影響する。このため、過去の海氷の状態を復元することは重要である。私たちは、環境岩石磁気学手法により海氷の空間的・時間的変化を復元することを目的として、オホーツク海中央部の3地点で採取された6本のコアの研究を行った。主として相対古地磁気強度を用いて、コア間の対比と年代推定を行った。酸素同位体比層序は、1地点のみで得られている。磁化率の極小は、堆積物の色  $b^*$ 、ARM (非理歴性残留磁化) 磁化率と SIRM (飽和残留磁化) の比 ( $k_{ARM}/SIRM$ )、S 比の極大を伴っている。これらのパラメータは生物源磁性鉱物の陸源磁性鉱物に対する割合が高いことを示し、海洋生産性が増大したことを反映している。FORC 図と IRM 獲得曲線の成分解析結果は、磁化率極小における生物源磁性鉱物の増加を支持している。磁化率が大きいところでは反対に  $b^*$ 、 $k_{ARM}/SIRM$ 、S 比は低く、これらは陸源磁性鉱物の割合が増加したことを示す。陸源磁性鉱物はおそらく IRD として供給された。南部の2地点では、氷期及び融氷期において IRD 供給の指標が増加することから、氷期においても海氷が流動する環境にあったと考えられる。引き続き間氷期初期には、海洋生産性が著しく増加し、ほぼ海氷のない環境であったと考えられる。一方、北部の地点では、IRD の供給は氷期には小さく、間氷期初期に増加した。このことは、氷期には万年結氷した状態にあったことを示すと考えられる。引き続き、南部の2地点より時間的に遅れて海洋生産性が増大した。以上のように、相対古地磁気強度と環境岩石磁気手法は古海洋研究に役立つ。

Keywords: Okhotsk Sea, paleoceanography, environmental magnetism, sea ice, IRD

## 珪藻化石群集変動解析による北西太平洋およびベーリング海における鮮新世-更新世古海洋環境復元 Pliocene and Pleistocene paleoceanography in the northwestern Pacific and the Bering Sea based on diatom analyses

加藤 悠爾<sup>1\*</sup>; 小野寺 丈尚太郎<sup>2</sup>; 須藤 斎<sup>1</sup>; 寺石 瑛人<sup>3</sup>; 高橋 孝三<sup>4</sup>  
KATO, Yuji<sup>1\*</sup>; ONODERA, Jonaotaro<sup>2</sup>; SUTO, Itsuki<sup>1</sup>; TERAISHI, Akihito<sup>3</sup>; TAKAHASHI, Kozo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学大学院 環境学研究科, <sup>2</sup>海洋研究開発機構 地球環境変動領域, <sup>3</sup>NTTコムウェア, <sup>4</sup>北星学園大学 社会福祉学部  
<sup>1</sup>Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, <sup>2</sup>Research Institute for Global Change, JAMSTEC, <sup>3</sup>NTT COMWARE Co, Ltd., <sup>4</sup>School of Social Welfare, Hokusei Gakuen University

### 1. はじめに

本研究では、北西太平洋域の堆積物試料 (ODP Leg 145 Hole 884B) に含まれる珪藻化石の種構成の変化を 2.5-0 Ma について分析し、本海域における古海洋環境の復元を試みた。さらに、ベーリング海の堆積物試料 (IODP Exp. 323 Holes U1341B, U1343E) に含まれる珪藻化石分析結果 (Onodera et al., in press; Teraishi et al., in press) との比較を行い、ベーリング海・亜寒帯太平洋域全体の海洋環境の変化について考察した。

### 2. 研究方法

Hole 884B では、2.5-0 Ma の層準について 3 m ごと (解像度: ~40 kyr) にサンプリングを行い、各サンプルにつき珪藻殻が計 100 殻になるまで計数した。古環境推定にあたっては、Sancetta (1982) などを参照しながら、環境指標種を Cold-water (冷水種), Sea-ice related (海水関連種), Temperate-water (温水種), Neritic (沿岸種), Open-ocean (外洋種) の 5 つに分類し、2.5-0 Ma における各環境指標種の産出数比の変化を調べた。年代モデルには、珪藻化石および古地磁気の datum を用いた。

### 3. 北西太平洋亜寒帯域 (Site 884) の古海洋

全体として冷水種・外洋種が多く、一方で海水種はほとんど産出しないことから、本海域は、海水は張らないものの寒冷で、かつ沿岸水との混合があまりない海洋環境であったと推定される。また、約 2.2 Ma における温水種の急減は、Koizumi (1985) などで報告された寒冷化イベントを、約 2.3 Ma から見られた海水種や沿岸種の散発的な産出は、亜寒帯水塊の段階的な発達 (Sancetta and Silvestri, 1986) を反映していると考えられる。

### 4. ベーリング海 (Sites U1341, U1343) との比較

全てのサイトで、温水種の急減が見られたが (約 2 Ma), そのタイミングは三者で異なり、南に位置する Site 884 で最も早く (2.2 Ma), Site U1341 (2.1 Ma) と U1343 (1.9 Ma) がそれに続いた。この差異は、寒冷化に伴う亜寒帯循環の強化によるものと考えられる。具体的には、1) 東カムチャツカ海流による Site 884 への寒冷水供給が強化、2) 一方で、比較的温暖なアラスカストリーム起源の海水供給が減少、3) Site U1341 への Near Strait 経由の温暖水供給が減少、というシナリオを考えている。

キーワード: 珪藻, 古海洋, 亜寒帯太平洋, ベーリング海, IODP Expedition 323, ODP Leg 145

Keywords: diatom, paleoceanography, subarctic Pacific, Bering Sea, IODP Expedition 323, ODP Leg 145

## 北半球氷床発達期 (MIS100)における千年スケールの古環境変動の岩石磁気記録 Millennial-scale rock-magnetic variation indicating instability of North Atlantic environments during MIS 100

大野 正夫<sup>1\*</sup>; 佐藤 雅彦<sup>1</sup>; 林 辰弥<sup>2</sup>; 桑原 義博<sup>1</sup>; 北 逸郎<sup>1</sup>  
OHNO, Masao<sup>1\*</sup>; SATO, Masahiko<sup>1</sup>; HAYASHI, Tatsuya<sup>2</sup>; KUWAHARA, Yoshihiro<sup>1</sup>; KITA, Itsuro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院地球社会統合科学府, <sup>2</sup>御船町恐竜博物館

<sup>1</sup>Graduate School of Integrated Sciences for Global Society, <sup>2</sup>Mifune Dinosaur Museum

Ocean thermohaline circulation (THC) plays an important role in global climate change linked with continental ice sheets. To clarify the variation of ocean THC in the early stage of glaciations in the northern hemisphere, we studied a deep-sea sediment core with high sedimentation rate recovered at IODP Site U1314 in the North Atlantic. Rock magnetic study of the sediments during marine oxygen isotope stage (MIS) 100 indicated links between the millennial-scale variability in deep water circulation and iceberg discharge. The observed abrupt decreases of magnetic coercivity associated with ice-rafted debris (IRD) are interpreted to be reduced transport of high-coercivity material from Icelandic source indicating reduced formation of North Atlantic Deep Water (NADW). In these periods, a current from the south, Lower Deep Water, transports sediments with low magnetic coercivity contributed by coarse grained magnetite of continental sources. Repetition of vigorous and weakened NADW production linked to IRD was observed during MIS 100 in a similar manner to that in the last glacial suggests that the regime of climate change in the millennial-scale was already established in the early stage of glaciations in the northern hemisphere.

キーワード: 岩石磁気, 熱塩循環, 北大西洋深層流, 漂流岩屑

Keywords: rock magnetism, thermohaline circulation, North Atlantic Deep Water, Ice rafted debris



## 北極チュクチ海における珪藻化石を用いた完新世古環境復元 Paleoceanographic reconstruction of the Holocene Arctic Chukchi Sea using fossil diatoms

今野 進<sup>1\*</sup>; ジョルダン アール ダブリュー<sup>2</sup>  
KONNO, Susumu<sup>1\*</sup>; JORDAN, R. W.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院 理工学研究院, <sup>2</sup>山形大学 理学部

<sup>1</sup>Graduate School of Sciences, Kyushu University, <sup>2</sup>Faculty of Science, Yamagata University

北極チュクチ海は、ベーリング海からの暖かい海水が流入する北極海の入り口の海域である。北極海の海水減少の一因であるベーリング海からの温海水は、チュクチ海の海水分布によって流れを変えている。地球の気候システムにおいて海水は、太陽光の反射・大気への熱の遮断・海水の低温維持・結氷時の高塩分海水排出による鉛直混合などを担い、大気循環・生物生産・海洋循環などの様々な地球環境に大きな影響を持つ。従ってチュクチ海の過去の海水史の復元は、北極海の気候システム、そして地球の気候システムを理解する上で重要である。しかし、これまでチュクチ海から採取されたピストンコア堆積物は、微化石による詳細な古環境解析には短すぎる、もしくは微化石が全く含まれていないなど微化石解析や年代軸確立の困難や定量的指標の欠如など大きな問題があった。

2005年アメリカ沿岸警備隊砕氷船カッター「Healy」HLY0501航海によりチュクチ海から採取された堆積物コアの解析に取り組み始めた。HLY0501航海により採取された堆積物コアは8カ所あり、従来の研究結果通り6カ所では珪藻化石は産出しなかったが、コア5と8では珪藻化石が観察できたため、珪藻化石分析の結果を示す。

キーワード: チュクチ海, 珪藻, 完新世

Keywords: Chukchi Sea, Diatom, Holocene

## 氷期の急激な気候変動における大西洋深層循環の熱的閾値の役割 Thermal threshold of the Atlantic meridional overturning circulation as a trigger for glacial abrupt climate changes

岡 顕<sup>1\*</sup>; 阿部 彩子<sup>1</sup>; 横山 祐典<sup>1</sup>; 川村 賢二<sup>2</sup>; 羽角 博康<sup>1</sup>

OKA, Akira<sup>1\*</sup>; ABE-OUCHI, Ayako<sup>1</sup>; YOKOYAMA, Yusuke<sup>1</sup>; KAWAMURA, Kenji<sup>2</sup>; HASUMI, Hiroyasu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>2</sup> 国立極地研究所

<sup>1</sup> Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, <sup>2</sup> National Institute of Polar Research

Abrupt climate changes known as Dansgaard-Oeschger events (DO events) took place frequently during glacial climate. Geological evidences support the idea that changes of the Atlantic meridional overturning circulation (AMOC) are related to these events, but question on what triggers the AMOC changes remains unsolved. Although most studies have regarded freshwater flux from melting ice sheet as a cause of the AMOC changes, we recently identified the existence of the thermal threshold of the AMOC during glacial climate. Here, from the results of numerical simulations about the glacial AMOC, we report that the thermal threshold of the AMOC serves as a triggering mechanism of DO events. We investigated the structure of the thermal threshold in glacial climate by conducting ocean general circulation model simulations under various thermal conditions in which degrees of sea surface cooling are systematically changed separately or simultaneously in northern and southern hemispheres. The results suggest that the threshold is located near the condition under which the climate is slightly warmer than the coldest glacial conditions. We also found that the amplitude of AMOC changes in crossing the threshold depends on thermal conditions in northern and southern hemispheres. The most prominent threshold is identified where the southern hemisphere is somewhat warmer than the coldest glacial conditions. It is also demonstrated that gradual warming in the southern hemisphere from the colder glacial climate leads to crossing this threshold and can cause significant strengthening of AMOC. Our results indicate that the thermal threshold could be a triggering mechanism of DO events, especially for those accompanying the gradual warming of southern hemisphere before their abrupt warming in northern hemisphere.

キーワード: 大西洋深層循環, 氷期, DO イベント

## 氷期における南大洋成層化が海洋炭素循環に及ぼす影響の評価 Role of Southern Ocean stratification in glacial atmospheric CO<sub>2</sub> reduction

小林 英貴<sup>1\*</sup>; 岡 顕<sup>1</sup>  
KOBAYASHI, Hidetaka<sup>1\*</sup>; OKA, Akira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大気海洋研究所

<sup>1</sup> Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

約 80 万年前から現代にかけて、氷期-間氷期サイクルに伴い、大気中二酸化炭素濃度が約 80-100ppmv 程度変動していたことが、氷床コアの記録から明らかにされている。その変動には、海洋が大きく関わっていることが認識されつつあるが、その詳細なメカニズムについては、未だ未解明な点が多い。古気候データから、南大西洋深層では 37.0psu を超える高塩分が示唆され、成層が現代より強くなっていたことが示唆されている。さらに、深海サンゴから得られた  $\Delta^{14}\text{C}$  のデータから、南大西洋で水塊年齢が 3000 年を超えていたことが示されている。これらの証拠から、氷期には南大洋深層を中心に塩分による成層が強く、海洋深層が表層から隔離され、南大洋深層が氷期に炭素の大きな貯蔵庫であった可能性が示唆されている。

本研究の目的は、氷期における南大洋成層化が海洋の炭素循環場に与える影響について、数値モデリングによる定量的な評価を行うことである。まずは、古気候データから示唆される、南大洋深層における高塩分かつ古い水塊年齢を、三次元の海洋大循環モデルを用いて再現することができるかを議論する。その上で、そのような南大洋での変化が大気中二酸化炭素濃度にどの程度影響するのかを評価する。現代 (CTL) と LGM に関する標準実験では、大気中二酸化炭素の濃度は CTL 実験が約 303ppmv、LGM 実験が約 259ppmv で、LGM-CTL 間の大気中二酸化炭素濃度差は、約 44ppmv であった。また、LGM 実験において、データから示唆される南大洋深層における高塩分かつ古い水塊は再現されなかった。ブラインリジェクション過程を表現することで、氷期の塩分分布は概ね再現できたが、南大洋深層の高密度化に伴う循環構造の変化の影響で、古い水塊年齢や氷期の大気中二酸化炭素濃度は実現されなかった。さらに、塩分成層が鉛直混合を弱くもたらす過程を考慮するため、鉛直拡散係数を成層に依存させた形で与えたところ、高緯度の深層水形成領域で鉛直拡散係数が大きくなり、循環構造の変化が大気中二酸化炭素濃度の増加をもたらした。そこで、南大洋の成層化を想定し、南大洋の鉛直拡散係数を理想的に  $0.1\text{cm}^2\text{s}^{-1}$  とする数値実験を実施したところ、標準実験に比べて約 11ppmv の大気中二酸化炭素濃度の減少が生じたが、南大洋の局所的な成層化による深層への炭素貯蔵の増加だけでは、氷期の低い大気中二酸化炭素濃度を説明できなかった。その後、全海洋で鉛直拡散係数を理想的に  $0.1\text{cm}^2\text{s}^{-1}$  とする実験についても行ったが、その応答は標準実験に比べて約 15ppmv の大気中二酸化炭素濃度の減少に過ぎず、鉛直拡散係数の変化に伴う循環構造の変化だけでは、氷期の低い大気中二酸化炭素濃度は実現するのは困難であった。これらの結果から、炭酸塩補償過程など、今回用いた数値モデルでは表現されない過程の重要性が示唆された。

キーワード: 海洋炭素循環, 最終氷期, 南大洋, 海洋大循環モデル

Keywords: ocean carbon cycle, Last Glacial Maximum, Southern Ocean, Ocean general circulation model

## ヤクスギ年輪の酸素同位体比クロノロジーの構築 - 夏季モンスーンの復元に向けて - A tree-ring oxygen isotope chronology from Yakushima Island and its dendroclimatic potential

佐野 雅規<sup>1\*</sup>; 安江 恒<sup>2</sup>; 木村 勝彦<sup>3</sup>; 中塚 武<sup>1</sup>  
SANO, Masaki<sup>1\*</sup>; YASUE, Koh<sup>2</sup>; KIMURA, Katsuhiko<sup>3</sup>; NAKATSUKA, Takeshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 総合地球環境学研究所, <sup>2</sup> 信州大学, <sup>3</sup> 福島大学

<sup>1</sup>Research Institute for Humanity and Nature, <sup>2</sup>Shinshu University, <sup>3</sup>Fukushima University

日本などの温暖・湿潤な地域に生える樹木は、水や光をめぐる隣接木との競合など生態的な影響を強く受けるため、年輪幅から気候の情報を高精度で抽出することが困難であった。しかし近年、日本を含むアジアの温暖・湿潤地において、樹木年輪のセルロースに含まれる酸素同位体比が、過去の降水量や相対湿度の変動を正確に記録しているという知見が徐々に報告されている。本研究では、屋久島産の長樹齢のスギ（以下、ヤクスギ）を用いて、過去 2000 年間にわたる夏季モンスーン変動の復元に向けて年輪セルロースの酸素同位体比の測定を進めている。

本報告では、年輪幅変動の個体間比較によって年代の定まった複数のサンプルを材料とし、個体毎にセルロースの酸素同位体比を年単位で測定して個体間での変動の同調性を確認すると共に、近隣の気象データと対比して、酸素同位体比の変動に寄与する気候因子を明らかにした。まず、過去 300 年間を対象にして 2 個体の酸素同位体比を測定した結果、その変動パターンは両者で良く合っていた ( $r = 0.68$ ) ほか、いずれも 20 世紀に顕著な上昇傾向を示すことが明らかとなった。次いで、各々の酸素同位体比の時系列を規格化（平均 0, 分散 1）した後、それらの平均値を求めて酸素同位体比のクロノロジーを作成して鹿児島島の気象観測データ（月別の気温・降水量・相対湿度）と比較した。測候所の気温と相対湿度のデータも、それぞれ上昇（温暖化）と下降（乾燥化）トレンドを示していたため、いずれも酸素同位体比クロノロジーと有意な相関を示した。そこで、気象データと酸素同位体比クロノロジーの短周期成分を抽出した上で相関解析を再度行ったところ、気温では相関が消える一方で、夏季（5-9 月）の相対湿度は依然として有意な負の相関を示した。また、相対湿度に比べると弱いですが、夏季の降水量もまた酸素同位体比と有意な負の相関を示した。以上から、1) ヤクスギ年輪の酸素同位体比は、主に夏季の相対湿度を反映していること、2) 20 世紀の酸素同位体比の上昇傾向は、相対湿度の減少トレンド（乾燥化）を反映していることが明らかとなった。

キーワード: 樹木年輪, 酸素同位体比, 屋久島, モンスーン

Keywords: tree ring, oxygen isotope ratios, Yakushima Island, monsoon

## インドネシア西ジャワにおける古気候復元のためのスンカイの年輪の $\delta 18\text{O}$ プロキシの評価

### Assessment of Sungkai tree-ring $\delta 18\text{O}$ proxy for paleoclimate reconstruction

原田 麻央<sup>1\*</sup>; 渡邊 裕美子<sup>1</sup>; 中塚 武<sup>2</sup>; 田鶴 寿弥子<sup>3</sup>; 堀川 祥生<sup>3</sup>; バンバン スビヤント<sup>4</sup>; 杉山 淳司<sup>3</sup>; 津田 敏隆<sup>3</sup>; 田上 高広<sup>1</sup>

HARADA, Mao<sup>1\*</sup>; WATANABE, Yumiko<sup>1</sup>; NAKATSUKA, Takeshi<sup>2</sup>; TAZURU, Suyako<sup>3</sup>; HORIKAWA, Yoshiki<sup>3</sup>; BAMBANG, Subiyanto<sup>4</sup>; SUGIYAMA, Junji<sup>3</sup>; TSUDA, Toshitaka<sup>3</sup>; TAGAMI, Takahiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院 理学研究科, <sup>2</sup> 名古屋大学 環境学研究科, <sup>3</sup> 京都大学 生存圏研究所, <sup>4</sup> インドネシア科学院

<sup>1</sup>Graduate School of Science, Kyoto University, <sup>2</sup>Graduate School of Environmental Studies, <sup>3</sup>Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, <sup>4</sup>Indonesian Institute of Sciences

We measured annual  $\delta 18\text{O}$  variations of two sungkai trees that were collected in the same area as previous study, in order to assess the reproducibility of sungkai  $\delta 18\text{O}$  as paleoclimate proxies. Two sungkai  $\delta 18\text{O}$  variations has a significant correlation ( $r = 0.80$ ;  $P < 0.001$ ) with each other and also with the previous analysis, suggesting that  $\delta 18\text{O}$  values of sungkai are affected by external climatic factors. The annual  $\delta 18\text{O}$  of SungkaiNAN7 has significant, positive correlations with temperature, sunlight hours and air pressure whereas it has significant, negative correlations with relative humidity and SOI. Moreover, the seasonal  $\delta 18\text{O}$  variation acquired during severe drought of 1997-98 El Nino event shows that the maximum  $\delta 18\text{O}$  value around 1997 latewood corresponds to rainfall/relative humidity minimum and temperature/sunlight hours/air pressure maximum with a significant time lag.

キーワード: 樹木年輪, セルロース, 安定同位体地球科学, 熱帯, 古気候

Keywords: tree ring, cellulose, stable isotope geochemistry, tropics, paleoclimate



## 現河床堆積物中に含まれる石英粒子の ESR/TL 特性 Characteristics of ESR and TL of natural quartz from river bed sediments

島田 愛子<sup>1\*</sup>; 豊田 新<sup>2</sup>; 高田 将志<sup>1</sup>  
SHIMADA, Aiko<sup>1\*</sup>; TOYODA, Shin<sup>2</sup>; TAKADA, Masashi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 株式会社 JEOL RESONANCE, <sup>2</sup> 岡山理科大学 理学部 応用物理学科, <sup>3</sup> 奈良女子大学 文学部 人文科学系  
<sup>1</sup> Application Support Team, JEOL RESONANCE Inc., <sup>2</sup> Department of Applied Physics, Okayama University of Science,  
<sup>3</sup> Department of History, Sociology and Geography, Faculty of Letters, Nara Women's University

沖積平野や台地は、その形成過程において地殻・地盤運動や海面変化の影響を受けているが、その形成作用の鍵となるものの一つに、河川の土砂運搬堆積作用がある。河川は、様々な基盤地質の流域を含み、沖積平野や台地などの地形が形成後に変形をうけている場合もあるため、地形をつくる堆積物の供給起源を解明するのが難しい場合も少なくない。したがって、堆積物の供給起源になりうる基盤岩などに含まれる石英結晶を調べ、その特性の違いから堆積物の供給起源地を推定できれば、地形学・地質学的プロセスの解明に大きな貢献を果たすものと期待される。

堆積物の供給起源推定に関しては、近年、電子スピン共鳴 (ESR) や熱ルミネッセンス (TL) 特性を用いた研究が精力的に進められている。たとえば、石英粒子の  $E_1'$  中心信号強度は、風成塵の供給起源地を推定する有用な指標として用いられている [1]、[2]、[3]。石英粒子の Al 中心、Ti-Li 中心、 $E_1'$  中心信号強度を用いて、堆積物の供給起源地を推定するための基礎研究も行われている [4]、[5]、[6]。熱ルミネッセンスカラー画像 (TLCI) は [7]、天然石英の発光色を利用して風化テフラと広域風成塵の識別に用いられている [8]。

本研究では、現河床堆積物中に含まれる石英粒子の ESR/TL 特性を調べた。現河床堆積物中に含まれる石英粒子の粒径ごとの ESR/TL 特性と同一粒径の ESR/TL 特性にどの程度ばらつきがあるのかを検討する。将来的には、河川流域スケールでの細粒堆積物の供給起源推定法の確立を目指している。

[1] Naruse T, Ono Y, Hirakawa K, Okashita M, and Ikeya M, 1997. Source areas of eolian dust quartz in East Asia: a tentative reconstruction of prevailing winds in isotope stage 2 using electron spin resonance. *Geographical review of Japan* 70A-1, 15-27.

[2] Toyoda S and Naruse T, 2002. Eolian Dust from Asia Deserts to Japanese Island since the last Glacial Maximum: the Basis for the ESR Method. *Japan Geomorphological union* 23-5, 811-820.

[3] Nagashima K, Tada R, Tani A, Toyoda S, Sun Y, and Isozaki Y, 2007. Contribution of aeolian dust in Japan Sea sediments estimated from ESR signal intensity and crystallinity of quartz. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, doi:10.1029/2006GC001364.

[4] Duttinea M, Villeneuve G, Bechtela F, Demazeaub G, 2002. Characterisation par resonance paramagnetique electronique (RPE) de quartz naturels issus de differentes sources. *C.R.Geoscience* 334, 949-955.

[5] Shimada A and Takada M, 2008. Characteristics of Electron Spin Resonance (ESR) signals in quartz from igneous rock samples: a clue to sediment provenance. *Annual Reports of Graduate School of Humanities and Sciences*, 23, 187-195.

[6] Shimada A, Takada M and Toyoda S, 2013. Characteristics of ESR signals and TLCLs of quartz included in various source rocks and sediments in Japan: A clue to sediment provenance. *Geochronometria*, 40, Issue 4, 334-340.

[7] Hashimoto T, Koyanagi A, Yokosaka K, Hayashi Y and Sotobayashi T, 1986. Thermoluminescence color images from quartz of beach sands. *Geochemical journal* 20, 111-118.

[8] Ganzawa Y, Watanabe Y, Osanai F and Hashimoto T, 1997. TL color images from quartzes of loess and tephra in China and Japan. *Radiation Measurements* 27, 383-388.

キーワード: 電子スピン共鳴, 供給起源地, 石英, 堆積物, 熱ルミネッセンス, 現河床堆積物

Keywords: Electron Spin Resonance, Sediments provenance, Quartz, Sediments, Thermoluminescence, River bed sediments

## 安房層群安野層上部の年代層序学的研究 A chronostratigraphic study of the upper Anno formation, in the Awa group

羽田 裕貴<sup>1\*</sup>  
HANEDA, Yuuki<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 茨城大学  
<sup>1</sup>Ibaraki University

本研究地域は千葉県富津市志駒川流域に分布する安房層群安野層上部である。安野層では吉川(2010MS)(以後、先行研究)において古地磁気層序についての研究が成され、Mammoth 逆磁極亜期と思われる逆磁極帯と Gauss/Gilbert 境界が確認された。しかし、確認された逆磁極帯から Gauss/Gilbert 境界までの試料採取の解像度が十分ではなかったため、その逆磁極帯がより上位の Kaena 逆磁極亜期である可能性を否定できないため、再検討の余地が残った。そこで本研究では古地磁気層序と有孔虫化石による酸素同位体層序を用いた年代層序の構築を目的に行う。古地磁気測定用試料は本研究地域で確認できる安野層の最上部から層厚 123m に渡り 79 サイトから、有孔虫試料は深度 14.7-53.3m の層準から 25 サイトで採取した。これらの試料に対して岩石磁気測定、古地磁気測定、酸素同位体・炭素同位体測定を行った。

段階熱消磁(以後 ThD)と熱磁気分析の結果から本研究地域の主要な磁性鉱物がマグネタイトであることが推測された。磁気ヒステリシス測定からは、ほとんどの試料が疑似単磁区構造であり、安定した磁化を保持していることが分かった。これらから、本研究地域では疑似単磁区構造のマグネタイトが磁化を担っていると考えられる。

ThD から得られた消磁結果に対して主成分分析を行い、固有磁化成分(以後 ChRM)を抽出、ChRM の偏角と伏角のデータを用いて極性判断を行った。その結果、先行研究における逆磁極帯はその層準から Gauss/Gilbert 境界までの試料が全て正帯磁であったことから Mammoth 逆磁極亜期であるとした。以上の地磁気極性を用いて標準古地磁気極性年代(Ogg,2012)と対比させた。すなわち、Mammoth 上位境界(深度 10~13.8m)を 3.207Ma、Mammoth 下位境界を 3.330Ma、Gauss/Gilbert 境界(深度 97.1~98.4m)を 3.596Ma に対比した。

同位体測定の結果から酸素同位体曲線を描いた。得られた酸素同位体曲線を古地磁気極性対比と矛盾しないよう LR04 酸素同位体標準曲線(Lisiecki & Raymo, 2005)と対比させた結果、6 点で対比可能なが分かった。本研究酸素同位体曲線では深度 37.2m から徐々に大きくなり、深度 17.3m で最も重い値となる寒冷化イベントが確認できた。この寒冷化イベントは LR04 酸素同位体標準曲線でも確認できる。

本研究で得られた酸素同位体曲線は LR04 酸素同位体標準曲線に比べて振幅は 0.4 ‰大きく、平均値は 0.4 ‰軽いことがわかった。また、LR04 との差は氷期よりも間氷期においてより大きく(安野層 δ 18O がより軽く)なる傾向が見られる。LR04 酸素同位体標準曲線は様々な海域で採取されたコアのスタックカーブであるため、地域性が排除された平滑なカーブである。そのため、地域的なカーブに比べて振幅が小さくなる傾向があり、本研究酸素同位体曲線の振幅が大きい理由の 1 つとして考えられる。平均値が軽いことは、安野層堆積時の海底面における水温が LR04 コアの堆積時のそれより高かったこと、つまり水深が浅かったことを示す。現在房総沖では黒潮の影響で温度躍層が水深 500 m 前後であり、氷期は温度躍層の水深が浅くなったと考えられる。安野層堆積時と同様であったなら、間氷期に安野層 δ 18O がより軽くなるという本研究の結果は安野層の堆積水深が当時の温度躍層付近であったことを示す。

キーワード: 古地磁気層序, 酸素同位体層序, 年代層序学

Keywords: paleomagnetic stratigraphy, oxygen isotopic stratigraphy, chronostratigraphy

## 日本海、隠岐堆積物コア MD01-2407 の TOC 含有率変動に基づく 過去 60 万年間の古気候変動解析 Palaeoclimatic analysis for 600 ka based on the TOC contents of MD01-2407 core from the Oki Ridge, Japan Sea

滝沢 侑子<sup>1\*</sup>; 山本 洗樹<sup>3</sup>; 林田 明<sup>4</sup>; 公文 富士夫<sup>2</sup>  
TAKIZAWA, Yuko<sup>1\*</sup>; YAMAMOTO, Hiroki<sup>3</sup>; HAYASHIDA, Akira<sup>4</sup>; KUMON, Fujio<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 信州大学大学院 理工学系研究科, <sup>2</sup> 信州大学 理学部, <sup>3</sup> 元 信州大学 理学部, <sup>4</sup> 同志社大学 理工学部  
<sup>1</sup>Graduate school of Science and Technology, Shinshu University, <sup>2</sup>Faculty of Science, Shinshu University, <sup>3</sup>a former student of Faculty of Science, Shinshu University, <sup>4</sup>Faculty of Science and Engineering, Doshisha University

泥質堆積物中の全有機炭素 (Total Organic Carbon : TOC), 全窒素 (Total Nitrogen : TN) 量は, 古気候・古環境復元の指標として有用である. 特に日本海堆積物中の TOC 量は過去の表層における生物生産性を表すとされており (大場・赤坂, 1990), 生物生産性の変動を介した古気候を復元できる指標となる可能性が高い. 本研究では, 2001 年に日本海隠岐堆で採取された MD01-2407 コア (深度: 932 m, コア長: 55.28 m) 中に含まれる TOC・TN 量を 1 cm おきに測定した. 年代は, TL 層, <sup>14</sup>C 年代, コア中に認められた指標テフラ, および MIS イベント年代を用いて作成された年代モデル (Kido et al., 2007 を一部改編) に従った. 深度-年代の対応関係からコア試料の下底は約 67 万年前にあたり, 分析間隔は 200~250 年となった.

隠岐堆堆積物中の TOC 量は, 過去から現在に至るまでに明瞭な準周期的な経年変動を示している. TOC が下部ほど減少するという傾向は認められない. 海洋酸素同位体ステージ (Marine Isotope Stage : MIS) 区分で見ると, TOC 量は間氷期に多く (およそ 5%), 氷期に少ない (およそ 1%) という傾向があった. この変動パターンは LR04 カーブとよく似ている. また 10 万年前以降では, グリーンランド氷床の酸素同位体比変動 (NGRIP) とも類似性が高い. このような特徴は他の日本海堆積物コアの TOC 分析結果 (上越沖 (Urabe et al., 2013), 秋田沖 (森田, 2014 MS)) でも見られ, 日本海堆積物で一般的に見られる変動である. このことから過去の日本海では温暖な時期に生物生産性が増加し, 寒冷な時代に減少していたと考えられる. 隠岐堆コアの特徴としては, TOC 量が高く, かつ 0.5~5% の振幅で大きく変動することが挙げられる.

本研究によって, 200 年程度の時間分解能で 67 万年前までの気候変動を解明する手がかりを得ることができた. これは中緯度地域での古気候資料として, バイカル湖での資料と並ぶ重要な成果と考えられる. 今回初めて明らかになった MIS 8 以前の TOC 量変動では, MIS 15 における TOC 量が 1.6~3.5% の範囲で, 急激かつ短周期的に増減をしていることが注目される. このような変動パターンは, グリーンランド氷床の  $\delta^{18}\text{O}$  変動における MIS 3 の時期に特徴的な数百~数千年周期の急激な変動 (D-O サイクル) と酷似している. この結果は北半球における気候システムの解明に重要な手がかりを与えると考えられる.

キーワード: 全有機炭素, 全窒素, 日本海, MD01-2407  
Keywords: TOC, TN, Japan Sea, MD01-2407

## 日本海堆積物の TOC 含有率の高時間分解能資料を用いた第四紀後期の年代層序 A standard local chronology of late Quaternary based on the TOC profiles of the sediment cores from the Japan Sea

ト部 輔<sup>1\*</sup>; 公文 富士夫<sup>2</sup>

URABE, Tasuku<sup>1\*</sup>; KUMON, Fujio<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 信州大学大学院, <sup>2</sup> 信州大学理学部物質循環学科

<sup>1</sup>Faculty of Science, Shinshu University, <sup>2</sup>Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, Shinshu University

日本海から採取された堆積物コア試料を対象として、第四紀後期の TOC 含有率を高時間分解能（約 100 年間隔）で測定し、その経年的変動が軌道要素スケールだけでなく、D-O サイクル・スケールでもグリーンランド氷床 NGRIP の酸素同位体比変動とよく一致することを明らかにしてきた（例えば、Urabe et al., 2013）。本研究では、日本海上越沖で採取された MD179-3312 コアの高い時間分解能を持つ TOC プロファイルを日本海の基準とし、それをグリーンランドの氷床（NGRIP）の酸素同位体比プロファイルに合わせて TOC 変動のピークや谷の年代を NGRIP に一致させた。このマッチングには Lisiecki and Lisiecki (2002) による Match プロトコルを用いた。マッチング前の両者の変動には、最大で 4,000 年ほどのズレが生じており、どちらかが系統的に先行するといった傾向はなく、年代的な前後関係は一様ではない。マッチング後の年代目盛りに基づいて、MD179-3312 で認定した TL 層（角和ほか, 2013）に新たな年代を与えた。

一方、堆積物の経年的 TOC プロファイルが日本列島沿岸の日本海でよく似た変動を示すことが分かってきた。そのため、先述したようにマッチングさせた MD179-3312 コアに上越沖（MD179-3304）、秋田沖（MD01-2408）、および隠岐堆（MD01-2407）の 3 つのコア試料の TOC プロファイル資料をマッチングさせて統合し、「日本海における標準的な TOC 層序的変動カーブ（TOC<sub>JCcom</sub> : Japan Sea TOC compile）」を作成した。これでは 4 地点の資料が平均化されているので、局地的な乱れは抑えられている。この平均化された TOC プロファイルは日本の湖沼堆積物の TOC 変動と良く一致する。TOC<sub>JScom</sub> と中国南部の Hulu 洞窟、Sanbao 洞窟の石筍の酸素同位体記録（Wang et al., 2001, 2008）とを比較した。MD179-3312 の TOC プロファイルも中国南部の石筍記録とよく一致していたが、TOC<sub>JScom</sub> では最終退氷期、MIS3 前期、4, 5.1, 5.2 において、年代層序的な対応関係に改善が認められた。一方、不一致も確認できるが、その原因の一部は日本海の局地的な環境条件の変化にあると考えられる。

キーワード: 第四紀後期, 日本海, TOC, 年代層序

Keywords: Late Quaternary, Japan Sea, TOC, Chronology



## 下北半島沖 C9001C コアから得られた万年スケールの花粉記録 A Long-term pollen record of the C9001C core from the deep-sea bottom, off Shimokita peninsula, northeastern Japan

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

<sup>1</sup>茨城大学, <sup>2</sup>千葉県立中央博物館

<sup>1</sup>Ibaraki University, <sup>2</sup>Natural History Museum and Institute of Chiba

下北半島沖にて掘削された海洋コア C902 C9001C より過去十数万年間の花粉記録を抽出し、陸域における古気候変動の復元を行った。これは日本周辺では初めての、海洋底堆積物から産した化石花粉群集に対してモダンアナログ法を用いた古気候パラメータの定量復元である。本研究では約 2000 年の解像度で花粉分析を行った。その結果、花粉記録が示す植生変動は氷期-間氷期変動とおおむね一致していることが分かった。間氷期は現在と同じく、コナラ亜属が卓越した亜寒帯落葉樹林であり、氷期にはカバノキ属やトウヒ属が卓越した亜寒帯針葉樹林となっている。また、この花粉記録にモダンアナログ法を適用し、古気温・古降水量を定量的に復元した。この定量復元結果においては、古気温と古降水量は異なる周期性を示している。古気温の変動は氷期-間氷期サイクルとよく一致する一方で、古降水量変動は 2 万年周期の歳差運動とよく一致していた。これは琵琶湖堆積物の花粉記録にモダンアナログ法を適用した結果と整合的であり、モンスーン変動が日射量変動に規制されているという Nakagawa et al. (2008) の仮説を支持する結果となった。

以上のことから、海洋コアの花粉記録は陸上記録と充分に対比できる気候変動史を復元できると分かった。さらに、定量復元によって古気温・古降水量と異なる気候パラメータの直接対比が可能であることから、モンスーン変動メカニズムについての理解が進むことが期待される。今後も本コア基底（約 80 万年前）までの堆積物に対して花粉分析を続けていく。

### Reference

Nakagawa et al., 2008. Regulation of the monsoon climate by two different orbital rhythms and forcing mechanism. *Geology*, 36, 6, 491-494, doi: 10.1130 / G24586A.1.

キーワード: 花粉, モンスーン, 海洋コア

Keywords: pollen, monsoon, marine core



## 中新世以降の北西太平洋深層水塊特性変化：DSDP296 サイトより Carbon and oxygen stable isotope records of benthic foraminiferal shells at DSDP Site 296

岡崎 裕典<sup>1\*</sup>; 山本 窓香<sup>1</sup>; 河瀨 俊吾<sup>2</sup>; 池原 実<sup>3</sup>

OKAZAKI, Yusuke<sup>1\*</sup>; YAMAMOTO, Madoka<sup>1</sup>; KAWAGATA, Shungo<sup>2</sup>; IKEHARA, Minoru<sup>3</sup>

<sup>1</sup>九州大学, <sup>2</sup>横浜国立大学, <sup>3</sup>高知大学

<sup>1</sup>Kyushu University, <sup>2</sup>Yokohama National University, <sup>3</sup>Kochi University

底生有孔虫の炭素安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) は、水塊指標として海洋循環を復元するツールとなる。Zachos et al. (2001) は、これまでに得られた新生代における底生有孔虫安定同位体比データをまとめた。彼らは過去 1000 万年間に太平洋と大西洋の  $\delta^{13}\text{C}$  値に差が生じたことを示し、北大西洋子午面循環の成立時期を議論した。しかし、太平洋のデータは地域・年代に偏りが見られ、北太平洋のデータは含まれていない。北西太平洋の長期的な底生有孔虫の  $\delta^{13}\text{C}$  に基づき中新世以降の太平洋域における深層水特性変化を議論するため、九州パラオ海嶺北部の掘削堆積物試料中の底生有孔虫  $\delta^{13}\text{C}$  を測定した。

九州パラオ海嶺において 1971 年に掘削された DSDP Site 296 (水深 2920 m) 堆積物試料の上部 300 m から約 2 m おきに試料を分取した。堆積物試料中から底生有孔虫、*Cibicides wuellerstorfi* および *Cibicoides mundulus* を実体顕微鏡下で拾い出し、炭素および酸素の安定同位体比を測定した。海底面に生息する 2 種は  $\text{CaCO}_3$  殻形成時に深層水の  $\delta^{13}\text{C}$  値を反映する (McCorkle et al., 1997)。高知大学海洋コア総合研究センターの炭酸塩デバイス付安定同位体比質量分析計 (IsoPrime) を用いて、計 118 試料の底生有孔虫安定同位体比測定を行った。

Site 296 堆積物試料の年代モデルは浮遊性有孔虫化石層序 (Ujiie, 1975) および石灰質ナノ化石層序 (Elias, 1975) に基づき構築され、中新世初期以降 (過去 2000 万年間) の連続的な安定同位体比データを測定できる。安定同位体比の測定誤差は、標準試料 IAEA CO-1 の繰り返し測定により  $\delta^{13}\text{C}$  で 0.03 ‰,  $\delta^{18}\text{O}$  で 0.1 ‰であった。また、同一試料中の底生有孔虫 *C. wuellerstorfi* と *C. mundulus* 間の  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$  値に有意差はないことを確認した。長期的な深層水温および氷床量の指標となる Site 296 試料の  $\delta^{18}\text{O}$  変動パターン (図 1) は Zachos et al. (2001) のデータと概ね一致し、年代モデルの妥当性を裏付けるものであった。Site 296 試料の  $\delta^{13}\text{C}$  は過去 1900 万年間を通じ、赤道太平洋深層水 (水深 ~ 4000 m) の値に近かった。ただし、約 800 万年前 ~ 500 万年前の Site 296 試料の  $\delta^{13}\text{C}$  は、赤道太平洋深層水と比べて重く大西洋や南太平洋 (水深 ~ 1500 m) の値に近かった。このことは、北西太平洋の水深 3000 m 付近における若い水塊の存在と、海洋循環再編を示唆する。

キーワード: 北太平洋, 底生有孔虫, 安定同位体比, 中新世, 鮮新世

Keywords: North Pacific, Benthic foraminifera, Stable isotope, Miocene, Pliocene

完新世北西太平洋中・深層水循環変動の復元—南大洋深層水形成強化が原因か？  
A Southern Ocean trigger for Northwest Pacific ventilation during the Holocene?

レラ シュテファン<sup>1</sup>; 内田 昌男<sup>1\*</sup>  
RELLA, Stephan<sup>1</sup>; UCHIDA, Masao<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 国立環境研究所

<sup>1</sup>National Institute for Environmental Studies

Holocene ocean circulation is poorly understood due to sparsity of dateable marine archives with submillennial-scale resolution. Here we present a record of mid-depth water radiocarbon contents in the Northwest (NW) Pacific Ocean over the last 12,000 years, which shows remarkable millennial-scale variations relative to changes in atmospheric radiocarbon inventory. Apparent decoupling of these variations from regional ventilation and mixing processes leads us to the suggestion that the mid-depth NW Pacific may have responded to changes in Southern Ocean overturning forced by latitudinal displacements of the southern westerly winds. By inference, a tendency of in-phase related North Atlantic and Southern Ocean overturning would argue against the development of a steady bipolar seesaw regime during the Holocene. This study was also published in Scientific Reports.

Keywords: Holocene, Northwest Pacific, Radiocarbon, Southern Ocean overturning, Southern westerly winds

## インド洋海底堆積物を用いた前期始新世 “Hyperthermals” イベントの復元 Multiple early Eocene hyperthermals reconstructed from the Indian Ocean deep-sea sediments

安川 和孝<sup>1\*</sup>; 中村 謙太郎<sup>1</sup>; 加藤 泰浩<sup>2</sup>; 池原 実<sup>3</sup>  
YASUKAWA, Kazutaka<sup>1\*</sup>; NAKAMURA, Kentaro<sup>1</sup>; KATO, Yasuhiro<sup>2</sup>; IKEHARA, Minoru<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東大・工・システム創成, <sup>2</sup> 東大・工・資源エネルギーフロンティアセンター, <sup>3</sup> 高知大学海洋コア総合研究センター  
<sup>1</sup>Sys. Innovation, Univ. of Tokyo, <sup>2</sup>FR CER, Univ. of Tokyo, <sup>3</sup>Center for Advanced Marine Core Research, Kochi Univ.

後期暁新世から前期始新世にかけては、新生代の中で最も温暖なバックグラウンドの気候に重ねて、さらに急激かつ短期的な温暖化イベントが発生したことが知られている。約 56 Ma の暁新世/始新世境界温暖化極大 (Paleocene-Eocene Thermal Maximum; PETM) では、数千年以内に気温が 5-8 °C 上昇するとともに、海洋の酸性化と全球的な  $\delta^{13}\text{C}$  負異常が生じた。これは、同位体的に軽い ( $^{12}\text{C}$  に富む) 温室効果ガスが急激かつ大量に放出されたためと解釈されており、そのような温室効果ガスの起源として、海底のメタンハイドレートの分解などが考えられている [1]。さらに近年、PETM とよく似た短期的な「超温暖化 (hyperthermals)」が、前期始新世 (56-52 Ma 頃) において繰り返し発生していたことが分かってきた [2]。この hyperthermals でも PETM と同様、 $\delta^{13}\text{C}$  の負異常と温暖化が同時に発生している。また、hyperthermals は地球軌道の離心率変化周期と同期して発生しており [2, 3]、大規模な大陸氷床の存在しない温暖な気候の下でも、地球軌道要素と地球表層の炭素循環および気候変動が密接に関連していることを示唆している。

Hyperthermals の痕跡は、ここ数年で世界各地 (例えば太平洋, 大西洋, 北極海, ヨーロッパ, 北米内陸部など) から相次いで報告されている。しかし、これまでにインド洋の海底堆積物から報告された事例はほとんどなく、インド洋は hyperthermals に関して情報の空白域となっている。本研究では、インド洋で過去に掘削された 4 本の DSDP/ODP 堆積物コア (DSDP Site 213, DSDP Site 259, ODP Site 738C, ODP Site 752) から採取した 376 試料について、全岩炭酸塩の  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  および  $\text{CaCO}_3$  含有量を分析した。その結果、Site 738C および Site 752 において、PETM を含む前期始新世の hyperthermals にあたるとみられる  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  異常および  $\text{CaCO}_3$  含有量の減少を見出した。両 Site から復元されたのは H1 (Eocene Thermal Maximum 2; ETM2)/H2 イベントおよび I1/I2 イベント [3] と考えられる。ETM2 の  $\delta^{13}\text{C}$  異常は Site 752 で約 -1 ‰, Site 738C で約 -0.5 ‰, I1 の  $\delta^{13}\text{C}$  異常は Site 752, Site 738C とも約 -0.6 ‰であった。これらの異常は太平洋や大西洋などで得られている hyperthermals の記録と同程度の規模であり、インド洋の hyperthermals も他の海洋と同等の同位体比異常で特徴づけられることが明らかになった。

[1] McNerney and Wing (2011) *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 39, 489-516.

[2] Zachos et al. (2010) *Earth Planet. Sci. Lett.*, 299, 242-249.

[3] Cramer et al. (2003) *Paleoceanography*, 18, 1097. doi: 10.1029/2003PA000909.

キーワード: 深海底堆積物, インド洋, 気候変動, hyperthermals

Keywords: deep-sea sediment, Indian Ocean, climate change, hyperthermals

## MIROC-ESM をもちいた最終氷期最大期実験初期解析-ダストエアロゾル分布 Preliminary analyses on a LGM simulation using MIROC-ESM :climate and dust aerosol representation

大垣内 るみ<sup>1\*</sup>; 阿部 彩子<sup>2</sup>; 竹村 俊彦<sup>3</sup>; 末吉 哲雄<sup>1</sup>; 渡邊 真吾<sup>1</sup>; 羽島 知洋<sup>1</sup>; 大石 龍太<sup>4</sup>; 岡島 秀樹<sup>1</sup>; 齋藤 冬樹<sup>1</sup>;  
近本 めぐみ<sup>5</sup>; 河宮 未知生<sup>1</sup>

OHGAI, Rumi<sup>1\*</sup>; ABE-OUCHI, Ayako<sup>2</sup>; TAKEMURA, Toshihiko<sup>3</sup>; SUEYOSHI, Tetsuo<sup>1</sup>; WATANABE, Shingo<sup>1</sup>;  
HAJIMA, Tomohiro<sup>1</sup>; O'ISHI, Ryouta<sup>4</sup>; OKAJIMA, Hideki<sup>1</sup>; SAITO, Fuyuki<sup>1</sup>; CHIKAMOTO, Megumi<sup>5</sup>; KAWAMIYA,  
Michio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 海洋研究開発機構, <sup>2</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>3</sup> 九州大学応用力学研究所, <sup>4</sup> 極地研, <sup>5</sup> ハワイ大 IPRC  
<sup>1</sup>JAMSTEC, <sup>2</sup>AORI, U. Tokyo, <sup>3</sup>Kyusyu U., <sup>4</sup>NIPR, <sup>5</sup>IPRC, U. Hawaii

地球システムモデル (ESM) を用いた温暖化予測は Intergovernmental Panel on Climate Change 第 5 次報告書 (IPCC AR5) においても、モデル研究分野からの貢献として重要な役割を担っており、その ESM を用いて古気候実験を行い、気候変化をどの程度再現できるのか、またどういった問題点があるのかを検証することが求められる。特に最終氷期最大期 (LGM, 21,000 年前) は、比較的最近の最も寒冷化した時期として、気候感度の推定の観点からも注目される時期である。本研究では海洋研究開発機構、東京大学の研究チームによって開発された ESM, MIROC-ESM (Watanabe et al. 2011) を用いて LGM を再現した実験と、特にダストエアロゾル量・分布とデータアーカイブ DIRTMAP (Korfeld and Harrison 2001) と比較検討した初期解析結果を報告する。

IPCC AR5 に貢献した MIROC-ESM を用いた。大気大循環モデル (AGCM) の水平解像度は T42、鉛直 80 層で、海洋大循環モデルの水平解像度は約 1 度、鉛直 44 層である。本研究に関連するダストを含むエアロゾルモデル SPRINTARS (Takemura et al. 2000, 2002, 2005) が組み込まれている。

Coupled Model Intercomparison Project phase 5 の指針に従い、西暦 1850 年相当の地球温暖化ガスレベルを用いた定常実験を PI 実験と呼ぶ。PI から、地球の軌道要素と地球温暖化ガスレベル、地形 (大陸氷床、海水準) を LGM 設定に変更し準定常状態まで積分した実験を LGM 実験と呼ぶ。

PI の気候場は概観でよく現わされている (Watanabe et al. 2011)。LGM の PI からの全球平均気温変化は 5.4 °C であり、MARGO データセット (MARGO project members 2009) と海水温変化分布を比較して、ばらつきはあるものの良好な再現性である。高緯度では、氷床コアデータが示す南極の気温低下 7~10 °C (Stenni et al. 2010, Uemura et al. 2012) は再現できているが、グリーンランド中心部の 21~25 °C の温度低下 (Cuffey et al. 1995, Johnsen et al. 1995, Dahl-Jensen et al. 1998) は十分に現わしていない。これは、モデルに共通してみられる問題であり、モデルによる将来予測の信頼性を高める上でこの問題に取り組むことは重要である。原因はさまざま考えられるが、そのうちの重要な一つに、氷床コアにみられる氷期のダスト増加がモデルでは不十分であることが考えられる。そこで、ダストエアロゾル量を DIRTMAP と比較検討した。その結果、PI におけるダスト量は観測値と比較して概ね再現されたが、南太平洋地域では観測値を下回っている観測点もあり、グリーンランド中心部では観測値よりも一桁大きい。LGM では、グリーンランド中心部のダスト量は観測値を下回り、南極地域でのダスト量は観測値を 2 桁下回っている。南太平洋地域でも観測値を下回る量である。他の地域は概ね再現されている。PI で南太平洋での値が低いのは、オーストラリアの降水バイアスのために実際は砂漠に近い気候である地域で植物が繁茂しているためであると考えられ、このバイアスが LGM にも影響を与えている可能性がある。グリーンランドでは、PI と LGM それぞれのダスト量の再現性に問題があり、これらが修正されればより大きな気温低下を表すことができそうである。LGM での北半球高緯度のダスト量が低い原因の一つは、モデルで与えられる植生タイプが不変であることから、実際は北半球高緯度で森林からツンドラなどに変わり、LGM でダストを発生できるはずの地域から発生できていない、ということが考えられる。一方南極では、主なダスト供給源と考えられるパタゴニア起源のダストの発生量が少ないことが低いダスト量の原因と思われる。パタゴニアでのダスト発生を阻む要因は土壌水分過多のためである可能性が高く、原因として PI の降水過多が考えられる。このために、LGM で降水は PI よりも減少するが、ダスト発生の閾値を超えられず、ダスト生成に影響があるのではないかと考えられる。

MIROC-ESM を用いた LGM 実験について、ダスト量を中心に調べた。その結果、最新の ESM を用いても、高緯度の氷床コアデータが示すようなダスト量の再現は難しく、さらなるモデル改良、ここでは特に植生タイプの変化を取り入れることや、南半球陸上での降水分布の再現性向上が必要であることが示唆された。南極域では、LGM での氷床コアデータが示す気温低下を再現できているが、ダストの量は再現できていない。つまり、別の理由でそれらしい気温低下値になっている可能性がある。今後、ダスト発生過程の改良と、沈着プロセスの検討や放射強制力の見積もりを行って、モデルの改良案を示したい。

キーワード: 最終氷期最大期, ダスト, 気候感度, 地球システムモデル

---

MIS30-P11

会場:3 階ポスター会場

時間:4 月 28 日 18:15-19:30

Keywords: LGM, dust, climate sensitivity, Earth System Model



## アジア大陸内陸部における過去3.3万年間の古環境復元 A 3.3-kyr record of environmental changes in Asian continental interior by Lake Baikal core analysis

池田 久士<sup>1\*</sup>; 村上 拓馬<sup>2</sup>; 勝田 長貴<sup>3</sup>  
IKEDA, Hisashi<sup>1\*</sup>; MURAKAMI, Takuma<sup>2</sup>; KATSUTA, Nagayoshi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 岐阜大学大学院教育学研究科, <sup>2</sup> 独立行政法人 日本原子力研究開発機構, <sup>3</sup> 岐阜大学教育学部  
<sup>1</sup>Graduate School of Education, Gifu University, <sup>2</sup>Japan Atomic Energy Agency, <sup>3</sup>Faculty of Education, Gifu University

アジア大陸内陸部は、日射量変動に対して、地球上で最も鋭敏に応答してきた地域である。このため、気候変動に対する陸域環境の応答特性を理解する上で格好のフィールドと見なされている。本研究では、シベリア南東部・バイカル湖湖底堆積物の化学分析の結果を報告する。全有機炭素 (TOC) は、0.30~2.67 (wt%) 濃度を持ち、その濃度は、日射量変動の2万年周期に対応するように変動する。有機物の起源の指標となる TOC/TN は、最終氷期では 8.35 (wt%) を、完新世では 17.20 (wt%) を示す。このことから、バイカル湖における氷期の有機物は湖内性であり、完新世では、湖内性に加えて集水域からの有機物成分の流入があることを示唆する。TS/TOC 比は、過去の3.3万年間において、5つのピークが認められた。このうち、12.66 ka のピークが最大の値を示し、この時期はヤングドリアス期に対応する。また、この時期の TOC/TN 比は、その前後の時代に比べて低い値を示す。一般に、バイカル湖では、湖底堆積物中の硫黄は、硫酸還元細菌による有機物分解によって増加するものと考えられている。このため、TS/TOC 比は、湖水の還元化の指標と見なされている。ヤングドリアス期における湖水の還元化は、低塩濃度 (低密度) の河川水の流入により、湖水の密度成層によって生じたものと解釈することができる。生物起源シリカ濃度は、0.82~21.47 (wt%) 濃度を持ち、その濃度変動は、TOC とは異なり、6 ka でピークを示し、現在にかけて減少傾向を示す。これらの変動は、GCM モデルや花粉分析から復元された年平均気温変化と対応するものであり、バイカル湖では生物起源シリカ濃度が気温の指標となることを意味するものである。

## 古気候復元に向けた滋賀県多賀鉱山鍾乳洞鍾乳石の成長縞観察 Observation of stalagmite laminae for paleoclimate reconstruction at Taga Mine Cave, Shiga Prefecture, Japan

久持 亮<sup>1\*</sup>; 渡邊 裕美子<sup>1</sup>; 阿部 勇治<sup>2</sup>; 田上 高広<sup>1</sup>  
HISAMOCHI, Ryo<sup>1\*</sup>; WATANABE, Yumiko<sup>1</sup>; ABE, Yuji<sup>2</sup>; TAGAMI, Takahiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 多賀町立博物館  
<sup>1</sup>Graduate School of Science, Kyoto University, <sup>2</sup>Taga Town Museum

鍾乳石を用いた古気候復元が中国やヨーロッパを中心に世界各地で行われている。しかし、日本での研究例はまだ少ない。本研究では、滋賀県犬上郡多賀町の多賀鉱山で発見された鍾乳洞で採取された5つの石筍サンプル (TAGA 3、TAGA 5、TAGA 7、TAGA 11、TAGA 12) を用いて、古気候復元を目的とした石筍の成長縞の観察を行った。

石筍を用いて古気候復元を行う場合、年縞 (1年に1枚形成される成長縞) を利用することで、年単位の時間分解能の復元が可能となる。しかし、1つの石筍に数種類の成長縞が存在することがある (Baker et.al,2008)。その場合、どの縞が年縞であるかを判別することが重要である。本研究での各石筍の断面の薄片を顕微鏡で観察したところ、5つの石筍の内、全ての石筍で成長縞が観察できた。蛍光顕微鏡で同様に観察を行ったところ成長縞は紫外線蛍光することから、成長縞は土壌起源の有機物で構成されていると考えられる (Baker et.al,2008)。縞の間隔は石筍ごとに、また同じ石筍でも観察する部分によって変化するが、数 $\mu\text{m}$ ~数百 $\mu\text{m}$ の範囲に収まる。成長縞の形状は中国やトルコの石筍にみられる縞とよく似ている (Tan et.al,2006, Baker et.al,2008)。

TAGA 3の成長縞は他の石筍と比べて明瞭だが、中国の石筍で報告されている年縞ではない成長縞と似た縞が多く存在する。また、一部成長縞が波状になっているところがある。今後、U-Th非平衡年代の結果や縞の特徴を細かく観察することで、年縞を特定できれば、高い時間分解能の古気候復元が期待できる。

キーワード: 石筍, 縞, 古気候

Keywords: stalagmite, laminae, paleoclimate

## 琵琶湖高島沖コアの新規年代モデル New age model of off Takashima drilling sediment

井内 美郎<sup>1\*</sup>; 山田 和芳<sup>1</sup>; 岡村 真<sup>2</sup>; 松岡 裕美<sup>2</sup>; 里口 保文<sup>3</sup>; 林 竜馬<sup>3</sup>; 公文 富士夫<sup>4</sup>; 松久 幸樹<sup>5</sup>; 岡田 涼祐<sup>5</sup>; 川島 頌平<sup>5</sup>

INOUCHI, Yoshio<sup>1\*</sup>; YAMADA, Kazuyoshi<sup>1</sup>; OKAMURA, Makoto<sup>2</sup>; MATSUOKA, Hiromi<sup>2</sup>; SATOGUCHI, Yasuhumi<sup>3</sup>; HAYASHI, Ryouma<sup>3</sup>; KUMON, Fujio<sup>4</sup>; MATSUHISA, Koki<sup>5</sup>; OKADA, Ryouyusuke<sup>5</sup>; KAWASHIMA, Shouhei<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 早稲田大学人間科学学術院, <sup>2</sup> 高知大学理学部, <sup>3</sup> 琵琶湖博物館, <sup>4</sup> 信州大学理学部, <sup>5</sup> 早稲田大学人間科学部

<sup>1</sup>Faculty of Human Sciences, Waseda University, <sup>2</sup>Faculty of Science, Kochi University, <sup>3</sup>Lake Biwa Museum, <sup>4</sup>Faculty of Science, Shinshu University, <sup>5</sup>School of Human Sciences, Waseda University

琵琶湖高島沖ボーリング試料については、これまで様々な研究が行われ、多くの成果が報告されている。現在、生物源シリカ濃度について高時間分解能の測定を行っているが、年代モデルについて、とくに表層部数万年間についてはやや不十分であることが明らかになってきた。そのため2012年に高島沖ボーリング地点近傍で新たにピストンコア試料を採取し、年代モデルの時間精度向上を目指した。新たに採取したピストンコア試料 (BWK12-2; 試料長 16.33 m) および他2試料について約30の放射性炭素年代を測定し、年代既知の広域テフラの年代も加えて新たな年代モデルを作成した。昨年の発表ではボーリング試料とピストンコア試料双方の含水率プロファイルをもとに対比を行い、年代モデルを暫定的に作成した。今回は新たに粒度分析、全炭素濃度・全窒素濃度 (TOC・TN) 測定を行い、それぞれのプロファイルについて対比を行った。その結果、TOCプロファイルを用いることによって年代モデルの精度はさらに向上した。

キーワード: 琵琶湖, 堆積物, 古環境変遷, 年代モデル

Keywords: Lake Biwa, sediment, paleoenvironment, age model

琵琶湖高島沖ピストンコア (BWK12-2) の粒度、全炭素・全窒素濃度に示される過去約4.5万年の気候変動史  
Climate change history of the last 45ka of Lake Biwa based on grain size and TOC, TN of BWK12-2 piston core

松久 幸樹<sup>2\*</sup>; 松野下 晃治<sup>2</sup>; 岡田 涼祐<sup>2</sup>; 川島 頌平<sup>2</sup>; 山田 和芳<sup>1</sup>; 井内 美郎<sup>1</sup>; 公文 富士夫<sup>3</sup>; 岡村 眞<sup>4</sup>; 松岡 裕美<sup>4</sup>; 里口 保文<sup>5</sup>; 林 竜馬<sup>5</sup>  
MATSUHISA, Koki<sup>2\*</sup>; MATSUNOSHITA, Kouji<sup>2</sup>; OKADA, Ryosuke<sup>2</sup>; KAWASHIMA, Shyohei<sup>2</sup>; YAMADA, Kazuyoshi<sup>1</sup>; INOUCHI, Yoshio<sup>1</sup>; KUMON, Fujio<sup>3</sup>; OKAMURA, Makoto<sup>4</sup>; MATSUOKA, Hiromi<sup>4</sup>; SATOGUCHI, Yasufumi<sup>5</sup>; HAYASHI, Ryoma<sup>5</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> 信州大学理学部物質循環学科, <sup>4</sup> 高知大学理学部, <sup>5</sup> 滋賀県琵琶湖博物館

<sup>1</sup>Faculty of Human Sciences, Waseda University, <sup>2</sup>School of Human Sciences, Waseda University, <sup>3</sup>Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, Shinshu University, <sup>4</sup>Faculty of Science, Kochi University, <sup>5</sup>Lake Biwa Museum

琵琶湖高島沖ボーリングコア採取地点近傍で新たに採取したピストンコア試料 (BWK12-2) について、約30のC-14年代値と年代既知の広域テフラの層準をもとに年代モデルを確立し、高時間精度で粒度測定および全炭素濃度・全窒素濃度測定を行った。分析間隔は5mm毎に採取した試料について、粒度測定4cm (30~120年間隔)、全炭素・全窒素濃度2cm (15~60年間隔)である。海洋酸素同位体比との比較ではMIS1の温暖化は顕著であったが、MIS2とMIS3の値に大きな違いは識別できなかった。一方、急激な寒冷化イベントであるハインリッヒイベントに相当すると思われる寒冷化現象 (粒度の細粒化やTOC濃度の低下) は観察され、ヤングドリフトイベントを示すと思われる寒冷化傾向もわずかだが確認された。なお、ダンスガード・オシュガーイベントに相当する明瞭な温暖化現象は確認できなかった。

キーワード: 琵琶湖, 堆積物, 古気候, 粒度, 全炭素, 全窒素

Keywords: Lake Biwa, sediment, paleo climate, grain size, TOC, TN



## 浜名湖湖底堆積物の珪藻化石群集から推定された完新世後期の湖水環境変遷 Late Holocene change in lacustrine environment inferred from diatom fossil analysis of lake bed core

佐藤 善輝<sup>1\*</sup>; 松岡 裕美<sup>2</sup>; 岡村 眞<sup>3</sup>; 鹿島 薫<sup>4</sup>

SATO, Yoshiki<sup>1\*</sup>; MATSUOKA, Hiromi<sup>2</sup>; OKAMURA, Makoto<sup>3</sup>; KASHIMA, Kaoru<sup>4</sup>

<sup>1</sup>九州大学理学研究院(現所属:日本原子力研究開発機構), <sup>2</sup>高知大学理学部, <sup>3</sup>高知大学総合研究センター防災部門, <sup>4</sup>九州大学理学研究院

<sup>1</sup>Faculty of Science, Kyushu University, <sup>2</sup>Faculty of Science, Kochi University, <sup>3</sup>Science Research Center, Kochi University,

<sup>4</sup>Faculty of Science, Kyushu University

遠州灘沿岸に位置する浜名湖で得られた湖底堆積物について珪藻分析を高密度で実施し、過去約4700年間の湖水環境変遷を詳細に復元した。その結果、完新世後期における浜名湖の湖水環境は大きく6ステージに区分することができ、湖水の塩分や外洋水流入量が大きく変動していたことが示唆された。また、層相や珪藻組成の変化から、何らかのイベントによって堆積した可能性の示唆される層準が計2層見出された。

浜名湖の湖水環境については、これまでに池谷ほか(1990)により湖底堆積物の層相解析、微化石分析などに基づく後氷期以降のおおまかな変遷が示され、海水準上昇による海域の形成とその後の汽水湖沼・淡水湖沼化が明らかにされている。また、森田ほか(1998)は湖底堆積物の珪藻分析を行い、完新世後期にも淡水湖沼環境と内湾環境が繰り返し生じていたことを示した。しかし、これらの研究では年代測定値の不足や誤差、珪藻分析の間隔が大きく、時間分解能が不十分であった。

浜名湖湖心部で採取された掘削長350cmのコア試料について1cm間隔で珪藻分析を行い、湖水環境変遷を復元した。コアは全体として泥質堆積物からなり、砂層(深度285~288cm)と2枚のテフラ層(深度261-263cm, 深度265cm)を挟む。テフラ層は屈折率と層相・層準から、下位がカワゴ平軽石(Kg, 3126-3145 cal BP, 町田・新井2003)、上位が富士大沢スコリア(Os, 2.5~2.8 ka, 町田・新井2003)と考えられる。KgおよびOsの噴出年代と計7点の<sup>14</sup>C年代測定値に基づいてコアの年代モデルを構築し、堆積環境復元の年代軸とした。

湖底堆積物の珪藻分析結果から、浜名湖の湖水環境変遷は以下のように復元された。ステージI(4600~4700 cal BP)では汽水~海水生種が多産し、特に外洋指標種が比較的多く産出することから多量の外洋水が流入する沿岸域であったと推定される。ステージII(4500~4600 cal BP)では内湾指標種が急激に増加していることやラミナが発達することから、内湾環境が形成されたと考えられる。その後、ステージIII(2650~4500 cal BP)では、ラミナが形成されなくなることや内湾指標種が減少して淡水~汽水生珪藻が多産することから、内湾の閉鎖性が弱まって淡水・海水が混合する循環的な湖水環境になったことが示唆された。また、3500 cal BP以降には外洋指標種が多産するようになることから、外洋水の流入が増加したと考えられる。ステージIV(2250~2650 cal BP)では、外洋指標種が産出しなくなり、内湾指標種が減少して徐々に淡水~汽水生種や淡水性種が増加することから、塩分が段階的に減少していったことが示唆された。その後、ステージV(西暦1498年~2250 cal BP)では淡水生浮遊性種が優先的になることから淡水湖沼化したことが明らかになった。この淡水湖沼は、淡水~汽水生種の増加から一時的に塩分がわずかに上昇した時期があったと考えられるが、淡水生種が継続して優占しており、西暦1498年の明応地震に伴う今切口の形成まで淡水環境が継続したと推定される。ステージVI(西暦1498年以降)では再び汽水~海水生種が優占し、内湾環境が形成された。

また、イベント堆積物の可能性のある層準が計2層(下位からA・B層)検出された。A層はステージIIの深度321~322cmに認められ、*Plagiogramma* sp.の顕著な増加によって特徴付けられる。*Plagiogramma* sp.はこの層準以外ではほぼ全層にわたり産出しないが、A層中では特異的に極めて高い産出頻度を示し、何らかの突発的な環境変化あるいは異地性珪藻の一時的な供給が生じたと考えられる。A層ではラミナが認められないことや*Thalassiosira* sp.や*Thalassionema nitzschioides*が多産する傾向を示すことから、外洋水の流入量増加を伴った可能性が高い。ただし、*Plagiogramma* sp.の詳しい生息環境が不明であり、現段階ではA層の堆積を引き起こした要因を特定するには至っていない。また、B層はステージIII中の泥層中に挟む砂層に対応し、淡水生種が一時的に多産する特徴を示すことから、湖岸に形成されていた淡水環境から砂質堆積物が供給されたことが示唆される。

### 参考文献

池谷ほか1990. 地質学論集 36, 129-150.

森田ほか1998. Laguna(汽水域研究) 5, 47-53.

町田・新井2003. 新編火山灰アトラス. 東京大学出版会. 337p.

キーワード: 浜名湖, 湖水環境, 海跡湖, 珪藻化石, 明応地震, 完新世

Keywords: LakeHamana, lacustrine environment, coastal lagoon, diatom fossil, 1498 Meio earthquake, Holocene



モンゴル北部のレス-古土壌シーケンスから復元する最終氷期～完新世のアジア中緯度域の気候変動  
Reconstruction of the Last glacial to Holocene climate changes in Shaamar loess-paleosol succession, northern Mongolia

オルホンセレンゲアレクサンドラ<sup>1</sup>; 長谷川 精<sup>2\*</sup>  
ORKHONSELENGE, Aleksandr<sup>1</sup>; HASEGAWA, Hitoshi<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> モンゴル国立大学地理地質学科, <sup>2</sup> 名古屋大学博物館

<sup>1</sup>School of Geography and Geology, National University of Mongolia, <sup>2</sup>Nagoya University Museum

Two atmospheric circulation systems, the mid-latitude Westerlies and the Asian monsoon, play key roles in northern-hemisphere climatic changes. However, the variability of the Westerlies in mid-latitude Asia and their relationship to the Asian summer and winter monsoon remain unclear. We examined the variations in the grain size and elemental composition from the 30 m long loess-paleosol succession in Shaamar area, northern Mongolia, which could be recorded the interplay of the Westerlies and Asian winter monsoon for the last 30 k.y. We then compared our results with the multi-proxy paleoclimate records (e.g., eolian grain sizes, lake levels, pollen assemblages) of the Asian summer and winter monsoon regions and the Westerlies affected region.

According to the compiled data of the Wang and Feng (2013), the Holocene climatic variation patterns (mainly from lake levels and pollen records) in Asia are categorized into 4 characteristic regions, such as the Summer monsoon region (southern and northeastern China), Westerlies affected region (northwestern China), Winter monsoon region (southern Siberia), and Mixture of westerlies and winter monsoon affected region (Mongolia). Specifically, summer monsoon region is characterized by dry earliest Holocene (12-11 ka), humid early to middle Holocene (11-6 ka), and the moderate-humid late Holocene (last 6 ka), corresponding to the Northern hemisphere summer insolation changes. Westerlies affected region is characterized by dry early Holocene (12-8 ka) and humid middle to late Holocene (last 8 ka). Winter monsoon region is characterized by the humid early Holocene (12-8 ka) and dry middle to late Holocene (last 8 ka). On the other hand, Mongolian records (e.g., Lake Khuvsgul, Lake Gun Nuur) demonstrate humid early Holocene (12-9 ka), dry middle Holocene (9-5 ka), and humid late Holocene (last 5 ka), which seems mixture of westerlies and winter monsoon affected region.

Shaamar loess-paleosol succession record is characterized by the humid early Holocene (12-8 ka) and dry middle to late Holocene (last 8 ka), similar to the winter monsoon region in southern Siberia. Thus, it is suggested that the eolian sediment record in Shaamar could be affected more strongly by winter monsoon influence, although Shaamar section is located closely to the mixture of westerlies and winter monsoon affected region (e.g., Lake Khuvsgul and Lake Gun Nuur). Except for the Chinese Loess Plateau, Shaamar loess-paleosol succession is only the continuous eolian sediment record in mid-latitude Asia. Thus, Shaamar loess-paleosol succession should provide us rare glimpse for understanding the interplay of westerlies and winter monsoon in Asian mid-latitude. We will further examine the Last glacial records of the Shaamar loess-paleosol succession and compare with other records of the Asian summer and winter monsoon regions and the Westerlies affected region.

キーワード: モンゴル, レス-古土壌シーケンス, 偏西風, 冬季モンスーン, 完新世, 最終氷期  
Keywords: Mongolia, Loess-paleosol succession, Westerlies, Winter monsoon, Holocene, LGM

## 珪藻遺骸群集を用いた鹿児島県蘭牟田池における古環境復元 Reconstruction paleoenvironment by using diatom fossil assemblage analysis in Imutaike wetland, Satsumesendai, Kagoshim

後藤 大智<sup>1\*</sup>; 鹿島 薫<sup>1</sup>; 山田 和芳<sup>2</sup>; 原口 強<sup>3</sup>; 井村 隆介<sup>5</sup>; 米延 仁志<sup>4</sup>  
GOTO, Daichi<sup>1\*</sup>; KASHIMA, Kaoru<sup>1</sup>; YAMADA, Kazuyoshi<sup>2</sup>; HARAGUCHI, Tsuyoshi<sup>3</sup>; IMURA, Ryusuke<sup>5</sup>; YONENOBU, Hitoshi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門, <sup>2</sup>早稲田大学人間科学学術院, <sup>3</sup>大阪市立大学大学院理学研究科, <sup>4</sup>鳴門教育大学大学院学校教育研究科, <sup>5</sup>鹿児島大学 大学院理工学研究科

<sup>1</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University, <sup>2</sup>School of Human Sciences, Waseda University, <sup>3</sup>Department of Geosciences, Graduate School of Science, Osaka City University, <sup>4</sup>Graduate School of Education, Naruto University of Education, <sup>5</sup>Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University

この研究は、年稿堆積物による環太平洋諸文明の高精度環境史復元の一部として行われているもので、環太平洋の環境システムの変動を高精度に復元するために、湖沼年縞堆積物を用いて、環太平洋環境史の高精度年代軸の確立と多様な環境因子の復元と人類活動の痕跡を検出することを目的としており、本研究の調査地である蘭牟田池ほか数サイトでボーリング調査が行われている。蘭牟田池においては、南日本における陸上古環境アーカイブとなるサイトかどうかを検証しており、蘭牟田池の入戸火砕流堆積以降の環境変遷、具体的には、ボーリングコア中の珪藻を用いて、水深の変動、有機汚濁度の変動、pHの変動の復元を行った。

本研究調査地である蘭牟田池は、鹿児島県北西部の標高 300 m に位置する直径約 1 km の更新世中期に形成された火山性陥没湖であり、周囲を標高 400 m~500 m 前後の外輪山に囲まれている。池の西側の 3 分の 1 は、湿原化しており、多数の泥炭質の浮島が見られ、この浮島は国の天然記念物「泥炭形成植物群落」として指定されて、多くの植物が枯れて完全に腐らずに堆積し、南九州では稀な泥炭形成地としても知られている。絶滅危惧種であるベッコウトンボの生息地でもあることから 2005 年 11 月にラムサール条約登録湿地に登録された。

2011 年 2 月に蘭牟田池の古環境調査のため湖底から 25 m のコア堆積物を採取した。コア試料は 平行オーバーラップ法を用いて第一掘削孔と近傍に第二掘削孔を設けオーバーラップさせながら互い違いにコア堆積物を採取した。第一掘削孔 IMT11-1 では 73~90 cm のコア 20 本、第二掘削孔 IMT11-2 では、IMT11-1 の欠落した部分をカバーするように 40~80 cm のコア 20 本を採取した。採取したコアは表層から深度 7.6m まで泥炭層が続き、6 つの visible tephra を挟んでおり、堆積年代を決定することができた。深度 7.6 m~13.0 m までは湖成粘土・シルト層から成り、10.0 m~12.5 m には平行ラミナ構造が見られる。13.0 m 以深は、入戸火砕流の再堆積層と考えられている。本研究では、入戸火砕流堆積層以降の古環境変遷について、コア堆積物中の珪藻群集解析を行い、水深・有機汚濁度・pH の変動を追うとともに蘭牟田池の堆積過程を明らかにする。

試料は、過酸化水素を用いて、酸処理を行い、マウントメディアを用いて、封入し、永久プレパラートを作成し、検鏡(光学顕微鏡 倍率 1000 倍)による珪藻群集の同定・カウントを行った。珪藻群集解析の結果、産出する珪藻群集を生息環境ごとのグループに分け、以下の環境を復元した。

### 【結果】

(1) 深度 13.73 m~10.38 m 約 30000 年前~23400 年前

珪藻がほとんど産出しない入戸火砕流の層であるため、古環境は復元できなかった。また、ラミナ層は年稿ではなく、別の成因である。

(2) 深度 10.38 m~7.02 m 約 23400 年前~13600 年前

浮遊性種・付着性種・底生種の珪藻が多数産出し、また、好汚濁性種も好清水性種の割合も多く、破片率も高かったことから、流れ込みのある環境であったことが推測される。また、池の端の水深が浅い部分では、湿地が存在していた。

(3) 深度 7.02 m~6.02 m 約 13600 年前~10800 年前

埋積により、池の端にあった湿地が陸地化したため、池水の pH は上昇した。

(4) 深度 6.02m~3.02m 約 10800 年前~4600 年前

後氷期になり、降水量が増加したため、水位が増加した。7.3 ka の K-Ah 噴火後、火山灰が池に堆積したため、水深は小さくなった。

(5) 深度 3.02m~1.63m 約 4600 年前~1500 年前

Melosira arentii が大部分を占め、当時は、腐植栄養湖であり、池の西側で湿原化が始まった。

(6) 深度 1.63m~0.03m 約 1500 年前~現在

池の埋積が進み、水深が浅くなり、湿原の形成が進んだ。湿原が形成されたことにより、池水は酸性化したと推定される。

MIS30-P18

会場:3 階ポスター会場

時間:4 月 28 日 18:15-19:30

キーワード: 珪藻, 完新世, 気候変動, pH 変動, 火山灰層序, 年縞ラミナ

Keywords: diatom, Holocene, climatic change, pH change, volcanic stratigraphy, annually laminated lake deposit

## 珪藻遺骸群集を用いた南極宗谷海岸の沿岸湖沼における環境復元 Reconstruction of Paleo-environment at coastal lakes along the Soya Coast, Antarctica, using fossil diatom assemblages

姜 怡辰<sup>1\*</sup>; 鹿島 薫<sup>2</sup>; 瀬戸 浩二<sup>3</sup>; 谷 幸則<sup>4</sup>; 井上 源喜<sup>5</sup>

KANG, Ijin<sup>1\*</sup>; KASHIMA, Kaoru<sup>2</sup>; SETO, Koji<sup>3</sup>; TANI, Yukinori<sup>4</sup>; MATSUMOTO, Genki I.<sup>5</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>静岡県立大環境科学研究所, <sup>5</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>Institute of Environmental Sciences, University of Shizuoka, <sup>5</sup>School of Social Information Studies, Otsuma Women's University

宗谷海岸は南極大陸の東南極の沿岸であり、昭和基地が位置するオングル島を始め、ラングホブデ (Langhovde)、スカルブスネス (Skarvsnes)、スカーレン (Skallen)、ルンドボークスヘッタ (Rundvagshetta) のような露岩地域が広がっている。このような露岩地域には淡水から海水の数倍の塩分を含む湖沼が数多く分布している。研究地域である 5 つの湖沼はラングホブデのぬるめ池と雪鳥池、スカルブスネスの親子池、ルンドボークスヘッタの丸湾南池と丸湾大池である。

Matsumoto et al, 2014, では親子池における完新世の古湖沼学的変動について研究を行った。この研究では親子池で採取した湖底堆積物コア (Ok4C-1) に軟 X 線撮影・放射性炭素年代測定・元素分析・クロロフィル化合物およびカロチノイド分析・藻類及びシアノバクテリアの分析を行い、親子池は TOC 濃度が低く珪藻が主体であった沿岸海洋環境から、成層化し緑色硫黄バクテリアが生息する塩湖環境へ、さらに緑藻およびシアノバクテリアが主体となって生物生産量が高い現在のような淡水湖に変化したと報告している。このような親子池の変遷は氷床の後退に伴うアイソスタシーによる隆起で海退したことが原因とされている。

現在、親子池の湖底堆積物コア (Ok4C-1) について化石珪藻の同定・カウントを行い、ダイアグラムを作成した。珪藻群集により 5 つの Zone に分け、下部から Zone1 とした。Zone ごとの優占種は Zone1 では海水性種の *Paralia sulcata*、Zone2 では *Staurosira construens*、Zone3 では海水性種の *Tryblionella littoralis*、Zone4 では汽水性種の *Chamaepinnularia Cymatopleura*、Zone5 では淡水性種の *Amphora oligotrappenta*, *Navicula gregaria*, *Diadsmis* spp. となった。珪藻群集の変化からも親子池の水環境が沿岸海洋環境から淡水湖環境に推移してきたことが分かり、先行研究の結果とも整合性がある結果となった。今後、4 つの湖沼堆積物コアでも化石珪藻分析を行う予定である。

キーワード: 南極沿岸湖沼, 古湖沼学, 珪藻, 完新世, 堆積物コア

Keywords: Antarctic coastal lakes, paleolimnology, diatom, the Holocene, Sediment core



## 氷河湖堆積物に記録されるペルー南部における完新世の環境変化 Holocene climate changes detected in the bottom sediments of the glacier lake, southern Peru

山田 和芳<sup>1\*</sup>; 篠塚 良嗣<sup>2</sup>; 瀬戸 浩二<sup>3</sup>; 原口 強<sup>4</sup>; 米延 仁志<sup>5</sup>  
YAMADA, Kazuyoshi<sup>1\*</sup>; SHINOZUKA, Yoshitsugu<sup>2</sup>; SETO, Koji<sup>3</sup>; HARAGUCHI, Tsuyoshi<sup>4</sup>; YONENOBU, Hitoshi<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 早稲田大学, <sup>2</sup> 北海道大学, <sup>3</sup> 島根大学, <sup>4</sup> 大阪市立大学, <sup>5</sup> 鳴門教育大学

<sup>1</sup>Waseda University, <sup>2</sup>Hokkaido University, <sup>3</sup>Shimane University, <sup>4</sup>Osaka City University, <sup>5</sup>Naruto University of Education

本研究では、ナスカより東へ 130km 離れたプキオ市東方の氷河湖であるヤウリウイリ湖 (Laguna Yauriuri) にておこなった音波探査調査およびコアリング調査で採取したコアの各種分析から、完新世における気候変動を明らかにし、その変動要因について考察した。

ヤウリウイリ湖は、標高 4,384 m の地点にあり、イグニブライトで構成される基盤岩が露出する U 字谷と前面に残るモレーンに囲まれた面積 4 km<sup>2</sup> の小さな湖沼である。ここで、水底下の地下構造を簡便に把握することができる音波探査装置 (Synquest 社製: StrataBox) を用いて、水域全体の地下地質を観察した。その結果、氷河浸食された基盤岩の上に、主に水域南部にてモレーンの礫層が堆積し、それにパックされた水域にて最大層厚約 10 m の粘土層を確認できた。また、反射面の検討から、粘土層中には少なくとも 6 枚の砂もしくは火山灰薄層が確認できた。

地層の側方連続性も良好であることを確かめた上で、水深 50m の地点から、携帯型ピストンコアラーによって、深度 50 および 170 cm のコア (PY11-1 および-2) を 2 本採取した。採取したコアの岩相は、塊状暗灰色粘土で主に構成され、一部、未分解の有機物濃集層や、洪水と考えられる褐色シルト薄層が認められた。コア中に含まれた植物遺骸を用いた放射性炭素年代測定結果から、PY11-2 コアは過去 11,000 年から現在までの堆積物であることが明らかになった。物性分析および元素分析結果に基づいて完新世における気候変動を復元した結果は、以下のようにまとめられる。

1. 約 7000 年前に急激な湖水位の低下が生じた。これは、Holocene Optimum 期に相当する寒冷気候から温暖気候に転じた結果を反映している。
2. 約 4000 年前に突然生じた気候湿潤化は、その後大きく 3 回の乾燥-湿潤期をくりかえしていた。また、全体的な傾向として、約 1200 年前頃まで続く長期的な乾燥化を示されている。
3. ヤウリウイリ湖で復元されたペルー南部の環境変動は、4,000 年前以前では、アルティプラーノ地域から復元された気候変化と概ね同調しているが、4,000 年前以降では、同調性は見えなくなる。むしろ、海岸地帯における気候変化と同調する傾向がみられる。この原因は、ENSO 変動や ITCZ の軸移動にその原因を求める事ができる。

キーワード: ペルー, ヤウリウイリ湖, 気候変動, ナスカ文化

Keywords: Peru, Laguna YauriUri, climate change, Nazca Culture