

日本沿岸域における過去 3000 年間の高解像度古海洋記録 High resolution records in the Japanese coastal and slope regions for the last 3000 years

加 三千宣^{1*}, 山本 正伸², 安部 雅人³
KUWAE, Michinobu^{1*}, YAMAMOTO, Masanobu², ABE, Masahito³

¹ 愛媛大学上級研究員センター, ² 北海道大学地球環境科学研究所, ³ 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
¹Senior Research Fellow Center, Ehime University, ²Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, ³Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo

現在、過去 2000 年間 (2K) の高解像度気候記録の増強と統合を目指す PAGES プログラム-2K network が進められている。その背景には、モデルによる高精度予測のベースとなる regional-scale の気候パターンや気象災害に関わる現象のメカニズムの解明に、過去 2000 年間 (2K) の高解像度気候記録の復元の重要性が認識されるようになったことがある。年輪、アイスコア、湖沼堆積物、海洋堆積物等から regional-scale の気候パターンの認識が各方面からアプローチされているが、広域をカバーする過去 2000 年間の高解像度の気候記録は地域間で偏りがある。中でも、サンゴ記録に基づく熱帯・亜熱帯以外の地域では、海洋からの情報は堆積物に頼るしかないため、年代決定の不確実性や時間解像度の限界から、求められるような精度の古海洋情報はほとんどない。したがって、古海洋 2K は世界でも極めて厳しい現状があり、こうした古海洋 2K の現状は今後の regional-scale の高精度予測にとって大きな障害となろう。

本研究では、日本沿岸の 2K 古海洋記録復元の取り組みについて紹介する。特に、太平洋で生態系レジームシフトや環太平洋域の異常気象に関連の深い、PDO(Pacific decadal Oscillation) 様の気候パターンの歴史的変遷復元の可能性について、別府湾海底堆積物の TEX86 やアルケノン古水温、マイワシ魚鱗堆積量を通して論ずる。

キーワード: ASIA 2K, 沿岸域の古海洋学, TEX86, alkenon 古水温, マイワシ魚鱗, PDO

Keywords: ASIA 2K, Coastal and shelf/slope paleoceanography, TEX86, alkenon thermometry, Japanese sardine scale, PDO

西日本沿岸域における近過去の珪藻群集変化 人為的環境改変に関するプロキシーとしての珪藻群集の有用性 Temporal distribution in diatom assemblages from coastal area in Western Japan: The usability of diatom assemblages as a

廣瀬 孝太郎^{1*}, 吉岡薫², 佐古恵美², 入月俊明², 瀬戸浩二², 安原盛明³

HIROSE, Kotaro^{1*}, YOSHIOKA Kaoru², SAKO Megumi², IRIZUKI Toshiaki², SETO Koji², YASUHARA Moriaki³

¹ 福島大学共生システム理工学研究科, ² 島根大学, ³ 香港大学

¹Fukushima University, ²Shimane University, ³The University of Hong Kong

珪藻群集は、観測記録の存在しない過去に遡って海洋の環境動態を解析するための有効な指標として知られている。しかし沿岸域においては、そこに生育する珪藻の分類生態、タフオノミーなどの知見が不十分である。そこで本研究では、西日本沿岸域の表層コアにおける近過去の珪藻遺骸群集変化が人為的環境改変（汚染や環境保全対策など）とどのように関連するかを検討し、環境変化のプロキシーとしての珪藻群集の有用性を評価した。瀬戸内海東部に位置する大阪湾の3本のコア（OS3-5）からは、人為的富栄養化に応答すると考えられる種群（assemblage1, 2）が抽出された。講演ではさらに、これらの種群を瀬戸内海中部の播磨灘、西部の周防灘、および日本海沿岸の中海で採取されたコアの珪藻群集に適用し、指標としての普遍性を検討する。

キーワード: 珪藻群集, 沿岸域, プロキシー, 人為的環境改変, 富栄養化, 西日本

Keywords: diatom assemblage, coastal area, proxy, anthropogenic impact, eutrophication, Western Japan

青森県小川原湖における水質環境と湖底堆積物の特徴

The feature of aquatic environment and surface sediment in the Lake Ogawara, Aomori Prefecture, north Japan.

瀬戸 浩二^{1*}, 永島郁², 岡崎 裕子², 中島 広海², 秋満睦², 山田 和芳³, 米延 仁志³

SETO, Koji^{1*}, Aya Nagashima², OKAZAKI, Yuko², NAKASHIMA, Hiromi², Mutsumi Akimitsu², YAMADA, kazuyoshi³, YONENOBU, Hitoshi³

¹ 島根大学汽水域研究センター, ² 島根大学地球資源環境学科, ³ 鳴門教育大学

¹ReCCLE, Shimane Univ., ²Geosci. Shimane Univ., ³Naruto University of Education

古環境や古気候を解析するためには、現在の環境やそれを記録する堆積物の特徴を明らかにしておく必要がある。特に潟湖では、それぞれ特徴的な湖沼環境を示すため、古環境解析を行う前に調査・研究をしておかなければならない。そこで本研究では、青森県小川原湖全域の水質・底質環境の特性を把握するため、2011年8月31日から9月9日に現地調査を行った。

調査地域である小川原湖は、青森県東部に位置する汽水湖で、水深20m付近には年間を通じて塩分躍層が存在する。夏季には水深10m付近に水温躍層が形成され、三成層状態になると言われている。そのため、この時期は中層においても溶存酸素が供給されず、貧酸素水塊が厚くなる。本研究では、このような時期の小川原湖の水質・底質環境の特性について報告する。

調査は小型船舶を用い、定点調査とルート水質調査を行った。定点調査は、1-0.5kmのグリッド状に区切った約110地点で行った。定点では、水質測定、表層採水、採泥を行い、ルート水質調査は、湖口から湖奥のルート上において約200m間隔で水質測定を行った。

小川原湖の表層の水温は24-25℃、底層では9℃と低い水温を示し、水深8-18mで水温躍層がみられた。塩分は、表層では2psu以下で、中でも七戸川河口付近では1psu以下である。底層では12psuと高い塩分を示し、8-18mの水深で塩分躍層が形成されていた。本研究期間において、このように、表水層(0-8m)、変水層(8-18m)、深水層(18m以下)の三層構造を示した。変水層は深は無酸素・強還元的な環境である。変水層の上部は水温と塩分による密度変化を示し、下部は主に塩分のみによる密度変化を示している。また、表水層と深水層ではクロロフィルa濃度が高く、深水層で濁度、懸濁態有機炭素濃度が高い。

表層堆積物は、水深6m以浅では、比較的淘汰の良い砂質堆積物、それ以深では黒色の泥質堆積物である。泥質堆積物は、粒度分析の結果、3.5φ、5.5φ、7.5φにモードを持つ頻度分布を示した。3.5φのモードは、北部で高く、南に向かって減少することから、日本海側から流入する密度流によって供給されたものと考えられる。しかし、湖盆を越えても不明瞭ながら認められるため、津波による粗粒碎屑物の供給の可能性もある。

表層堆積物のCNS元素分析の結果、全有機炭素(TOC)濃度は主に水深が深くなるにしたがって高くなる傾向を示し、変水層以深で8%前後と非常に高い値を示した。これは、同じ汽水湖である中海、宍道湖、網走湖、藻琴湖などと比較しても高い値である。この高い値は、基礎生産が高いこと、無酸素・強還元的環境を示すことにより有機物が分解されにくいこと、堆積速度が遅いことに起因しているものと思われる。また、水深の浅い流入河川付近においてもTOC濃度が高い値を示した。これはC/N比の値が他の地点と比べて高いことから、陸源高等植物起源の有機物が河川によって運搬され、堆積したものと思われる。

全イオウ(TS)濃度は、変水層以深で1-2%の値を示す。この濃度は、TOC濃度と比較すると相対的に低く、高いC/S比を示す。強還元的環境にも関わらず、通常の海洋より相対的に低い領域を示しており、硫酸イオンの供給不足、または鉄などの金属イオンの枯渇を示唆している。

キーワード: 汽水域, 小川原湖, TOC濃度, C/N比, TS濃度, 無酸素環境

Keywords: Coastal Lagoon, Lake Ogawara, TOC content, C/N ratio, TS content, anoxic condition

氷期気候と海洋深層循環 ~ 気候モデルと古海洋データとの比較検証のための海洋物質循環モデリング ~

Glacial climate and thermohaline circulation: an ocean biogeochemical modeling toward direct comparison with proxy data

岡 顕^{1*}

OKA, Akira^{1*}

¹ 東京大学大気海洋研究所

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

The deep ocean circulation in the present climate is characterized by the existence of the Atlantic meridional overturning circulation (AMOC) accompanied with deep water formations in the Labrador and Greenland Seas. This circulation consists of sinking part in the northern North Atlantic Ocean and upwelling part in the Southern and Pacific Oceans. Although the flow in the deep ocean is very slow, it carries huge amount of water in the deep ocean and the heat transport associated with this circulation has a great influence on the climate. In addition, because the ocean stores large amount of carbon (60 times larger than that of the atmosphere), the deep ocean circulation significantly affects the carbon cycle in the climate system. From both physical and biogeochemical aspects, the deep ocean circulation is one of key factors controlling the climate system.

During glacial climate, abrupt climate changes known as Dansgaard-Oeschger events are considered to be caused by changes in the AMOC. The thermohaline circulation is also believed to have an important role in the changes in atmospheric CO₂ concentration from glacial to interglacial periods. Simulation of the Last Glacial maximum has been a target of the Paleoclimate Model Intercomparison Project (PMIP), and various coupled climate models have challenged the LGM simulation by following the protocol proposed by PMIP. Therein, substantial differences in the glacial AMOC among models have been observed, with half of models simulating a weakening of the AMOC while the other half simulate a strengthening. Because paleo proxy data such as $\delta^{13}C$ and $^{231}Pa/^{230}Th$ ratio suggest that the AMOC became shallower and reduced by up to 30 % during the LGM compared with the present climate, it is widely believed that the AMOC during the LGM is weaker than that at the present climate. However, a couple of studies using another paleo proxy data, Nd isotope ratio, imply that the AMOC during the LGM may be almost the same or even slightly stronger than the present one. This means that there is also discrepancy among paleo proxy data themselves or their interpretation.

In order to validate climate model simulations directly with paleo proxy data, explicit simulation of these proxy data with ocean biogeochemical model is getting important recently. Such simulations are also very helpful for interpretation of proxy data because they can quantitatively evaluate which processes are important for controlling the distribution of paleo proxy. In this talk, recent attempts for simulation of paleo proxy with biogeochemical model are introduced.

北西オーストラリア海洋堆積物を用いた堆積環境の推定 Reconstruction of the sedimentary environment using sea sediments in the northwest Australia

石輪 健樹^{1*}, 横山 祐典¹, 宮入 陽介¹, 鈴木 淳², 池原 実³, Obrochta Stephen¹, 池原 研², 木元 克典⁴, Julien.Bourget⁵, 松崎 浩之⁶

ISHIWA, Takeshige^{1*}, YOKOYAMA, Yusuke¹, MIYAIRI, Yosuke¹, SUZUKI, Atsushi², IKEHARA, Minoru³, OBROCHTA, Stephen¹, IKEHARA, Ken², KIMOTO, Katsunori⁴, Julien.Bourget⁵, Hiroyuki Matsuzaki⁶

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 独立行政法人産業技術総合研究所地質情報研究部門, ³ 高知大学海洋コア総合研究センター, ⁴ 独立行政法人海洋研究開発機構, ⁵ 西オーストラリア大学, ⁶ 東京大学工学系研究科

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, ² Geological Survey of Japan National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ³ Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, ⁴ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ⁵ the University of Australia, ⁶ School of Engineering, the University of Tokyo

The reconstruction of sea-level changes is the key not only to understand the Earth climate changes but also to predict the mantle viscosity. The Bonaparte Gulf in the northwestern Australia is located in a broad and well-developed shallow continental shelf. During times of sea-level lowstand, much of the shelf was exposed (Yokoyama et al., 2000; 2001). The Bonaparte Gulf has the Bonaparte Depression, which is the deepest part of the Gulf and has Ven Diemen Rise, Londonderry Rise and Sahul Rise. Sahul Rise is the shallowest Rise in them. The region is tectonically stable and far from the former ice-covered regions. The glacio-isostatic adjustment of the coast is therefore relatively small. So this region is suitable for the reconstruction of the sea level and evaluating the solid earth property using differential heights of the rsl at given times in the past using the restoration of the relative sea levels.

Yokoyama et al. (2000; 2001), which got sea-level information from the Bonaparte Gulf using radiocarbon dating and sediment core facies, reached the conclusion as

- 1) the LGM (Last Glacial Maximum) sea levels were locally at 125±4 m;
- 2) the LGM terminated abruptly at 19 000 cal yr BP with a rapid rise in sea levels of about 15 m over the next 500 years
- 3) the onset of the minimum sea levels occurred before 22 000 cal yr BP.

In the cruise of KH11-1, a total of 1 piston core, 22 gravity cores and 6 multiple cores are collected. The number of cores is enough to reconstruct the tilting in this region. This study analyzed three cores, PC1, GC6 and GC9. We used the proxies of TOC, CN ratio and radiocarbon dating to reconstruct sea-level change and the tilting.

In this study, paleoenvironmental information is obtained using the habitat of shell samples found in the cores. We used AMS radiocarbon dating to determine the age of samples in MALT. Calendar ages were obtained using 14C curve marine09 (Reminer et al., 2009). We constructed age-model in PC1, GC6 and GC9.

The dried sediments of PC1, GC6 and GC9 were used for total organic carbon (TOC) and total nitrogen (TN) analyses. We obtained these data using EA-IRMS in Kochi Core Center.

Using dry bulk density (DBD: g/cm³) of the sediments and the liner sedimentation rate (LSR: cm/yr), we calculated the mass accumulation rate (MAR: g/cm² yr).

We constructed age-model for each core using the well-preserved shell samples. In PC1, GC6 and GC9, we plotted calendar age vs. TOC and CN ratio. PC1 does not have the hiatus and the water depth of PC1 (St. 1) site is 140 m below the present, so the lowest sea level was above -140m.

From 28 cal kyr BP, in PC1, TOC, CN ratio is gradually increased. This indicated that the catchment was spread in the Bonaparte Gulf by the cause of Sahul Rise exposed. MAR is reduced at the same timing, because the rise of the velocity of the current in the Gulf due to the post glacial transgression that the channel to the open (Timor Sea) became narrower as Sahul Rise being exposed. The depth of the water at Sahul Rise is about 60 m, so sea level at 28 cal kyr BP was about 60 m below.

In this study, we proved that at about 28 cal kyr BP Sahul Rise was exposed and the sea level is about -60 m.

We will reconstruct sea-level change and tilting at the broader area in the Bonaparte Gulf and predict the mantle viscosity from the estimation of the crustal tilting in future work.

南大洋堆積物における磁性鉱物量変動の原因 Origin of magnetic mineral concentration variation in the Southern Ocean

山崎 俊嗣^{1*}, 池原 実²

YAMAZAKI, Toshitsugu^{1*}, IKEHARA, Minoru²

¹ 産業技術総合研究所地質情報研究部門, ² 高知大学海洋コア総合研究センター

¹Geological Survey of Japan, AIST, ²Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University

南大洋の堆積物では、磁化率で代表される磁性鉱物量が氷期に増加することが知られていて、その変化パターンは南極氷床コア中の風成塵フラックスの変動パターンに酷似している。しかし、風成塵フラックスは南大洋堆積物中の磁性鉱物のソースとしては量的に全く不足であり、ダストと磁性鉱物量のリンケージの原因はこれまで不明であった。これを明らかにすることを目的として、「みらい」MR03-K04 航海においてインド洋南部 (41°33'S, 90°24'E) から採取されたピストンコア PC5 の環境磁気学的研究を行った。このコアの磁化率変化パターンは、周南極海域の他のコア、さらには亜熱帯大西洋域の磁化率スタック (SUSAS) とも類似する。走磁性細菌が作るマグネタイトは、磁気相互作用がほとんどなく保磁力分布が狭いという特徴を用いて岩石磁気手法により検出できる。これは、単磁区サイズのマグネタイトが鎖状に配列しているという産状を反映している。本研究では、FORC 図における磁気相互作用のない成分と等温残留磁化成分解析における分散の小さな低保磁力成分が、生物起源マグネタイトであると解釈し、磁気相互作用があり中程度の保磁力の成分を、陸源のマグヘタイトと解釈する。PC5 に含まれる磁性鉱物は、生物起源マグネタイトが主である。氷期には、生物源、陸源磁性鉱物の両方が増加するが、陸源の増加が生物源を上回るため、割合としては陸源磁性鉱物が増加する。氷期における海洋生産性の増加が、やや還元的な堆積環境の指標となる縦横比の大きな形態の生物起源磁性鉱物の増加と堆積速度の増加から推定される。これらの結果は、南大洋における氷期の磁性鉱物量の増加が、鉄肥沃化で説明できることを示唆する。すなわち、風成塵のフラックスの増加がもたらす海洋生産性の増大に伴い、走磁性細菌起源のマグネタイトが増加した。

キーワード: 岩石磁気学, 環境磁気学, 磁化率, 生物源マグネタイト, 南大洋, 古海洋学

Keywords: rock magnetism, environmental magnetism, magnetic susceptibility, biogenic magnetite, southern ocean, paleoceanography

放射性同位体トリウム 230 を用いたチリ沖における最終融氷期および完新世の生物ポンプ変化

230Th-normalized fluxes of biogenic components from the central-southernmost Chilean margin over the past 22,000 years.

福田 美保^{1*}, 原田 尚美², 佐藤 都², Carina B. Lange³, 阿波根直一², Silvio Pantoja³, 川上 創², 本山 功⁴
FUKUDA, Miho^{1*}, HARADA, Naomi², Miyako Sato², Carina B. Lange³, Naokazu Ahagon², Silvio Pantoja³, Hajime Kawakami²,
MOTOYAMA, Isao⁴

¹ 筑波大・地球進化, ² 海洋研究開発機構, ³ Univ. of Concepcion, ⁴ 山形大・地球環境

¹ Univ. Tsukuba, ² JAMSTEC, ³ Univ. of Concepcion, ⁴ Yamagata Univ.

南極やグリーンランドの氷床コアのガス成分分析によると、約2万年前の最終氷期最寒期の大气中二酸化炭素濃度は、産業革命前に比べて約100 ppm 低く、180-190 ppm しかなかったのが、その後の融氷期のハインリッヒイベント1 (1万7500年から1万4500年前) とヤングドリアス (1万2500年から1万1500年前) に40-50 ppm ずつ急激に上昇したことが知られている (Monnin et al., 2001)。大气中二酸化炭素濃度を变化させる重要な役割を果たしているのが海洋である。その二酸化炭素吸収過程には、溶解ポンプ・アルカリポンプ・生物ポンプがあるが、過去に遡った定量的な評価が不足しているのが生物ポンプである。生物ポンプ能力は栄養塩濃度や光環境・プランクトン群集の違いなどに応じて変化し、これらの因子は海域ごとに異なるため、空白域を含む多くの海域における生物ポンプ関連データを得ることが重要である。特にチリ沖を含む南太平洋高緯度域は、珪藻を優占種とする高い生物生産海域であるが、過去の生物生産に関するデータの空白域の1つである。そこで本研究では、チリ沖高緯度域のマゼラン海峡西部の太平洋側の入り口付近で採取された海底堆積物 PC3 (52 °S, 74 °W; 水深 560 m) に記録された生物起源粒子 (有機炭素・全窒素・オパール) 沈積量 (フラックス) を約1.3万年前にまで遡って高時間解像度で見積り、同海域における最終融氷期以降の生物ポンプ能力を評価することを目的とした。フラックスを見積もるために放射性核種トリウム 230 (²³⁰Th) を利用した²³⁰Th-規格化法を用いた。

全有機炭素フラックスは、13 cal kyr BP から 6 cal kyr BP に 7.5 mg cm⁻² kyr⁻¹ から 52.1 mg cm⁻² kyr⁻¹ の範囲で変動し、その後 159 mg cm⁻² kyr⁻¹ まで増加していた。生物起源オパールフラックスは 13 cal kyr BP から 11 cal kyr BP で平均 104 mg cm⁻² kyr⁻¹ と比較的高く、完新世初期に減少し、6 cal kyr BP 以降に 184 mg cm⁻² kyr⁻¹ まで再び増加していた。以上の結果から、生物起源粒子オパールフラックスが融氷期の 13 cal kyr BP から完新世中期の 6 cal kyr BP に比較的高いものの、全有機炭素フラックス及び全窒素フラックスが比較的低かったことは、生物ポンプが弱まっていたことを意味する。一方、6 cal kyr BP 以降に全有機炭素、全窒素及び生物起源オパールフラックスが増加していたことは、同時期に生物ポンプが活発に働いていたことを意味する。このことは、チリ沖高緯度域のマゼラン海峡西部域では、最終融氷期と完新世初期に生物ポンプ能力は弱く、この時代の大气中二酸化炭素分圧の上昇にある部分で寄与していたことを示唆する。発表では、チリ沖中緯度 (PC1: 36 °S, 73 °W, 水深 1022 m) 及びドレーク海峡 (PC9: 55 °S, 66 °W, 水深 685 m) における²³⁰Th-規格化法を用いた生物起源粒子フラックス変動との比較を行うとともに、生物ポンプを变化させる要因として南半球偏西風との関係について考察する予定である。

Libes, S.M. (1992) An introduction to marine biogeochemistry, John Wiley & Sons, Inc., p.734.

Monnin, E. et al. (2001) Science, 291, doi: 10.1126/science.291.5501.112.

Harada, N. et al. (2012) (submitted).

キーワード: チリ沖, トリウム 230, 生物源粒子, 生物ポンプ, 南半球偏西風

Keywords: off Chile, Thorium 230, biogenic components, biological pump, Southern Westerly Wind

南極海インド洋セクター南緯 65 度から採取された表層堆積物の古環境解析 Paleoenvironment changes in the surface sediments of the Indian sector of the Southern Ocean

村山 雅史^{1*}, 大野 未那美¹, 山本 裕二¹, 加藤 義久²

MURAYAMA, Masafumi^{1*}, ONO Minami¹, YAMAMOTO, Yuhji¹, KATO Yoshihisa²

¹ 高知大学 海洋コア総合研究センター, ² 東海大学 海洋学部

¹Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, ²School of Marine Science and Technology, Tokai University

南極域は、氷床の拡大や縮小、南極周極流や南極底層水の挙動など、寒冷圏として地球の気候変動のメカニズム解明の鍵を握るといわれている。そのため、南極海で採取される海洋コアの解析から古環境の復元をおこなうことは、それらを理解する上で重要である。本研究では、南極海インド洋セクター南緯 65 度 (ER-15) から採取された表層堆積物 (コア長 30cm) を試料として、1) 堆積物の特徴 (含水率, sand fraction, 炭酸塩・オパール量など) を明らかにすること、2) 堆積物の浮遊性有孔虫殻とバルク有機物の ¹⁴C 年代を測定し、それぞれの堆積速度を比較すること、3) 有機炭素の安定・放射性同位体比のデータをもとに、有機物の起源などについて考察することを目的とした。

学術研究船「白鳳丸」KH09-05 次航海において南極海インド洋セクター (南緯 65 °00.74', 東経 33 °19.67', 水深 3,253 m) から採取されたマルチプルコア試料 (ER-15MC, 26cm (半裁試料) および 30cm (1cm スライス試料)) の 2 本を用いた。26cm (半裁試料) から連続キューブサンプリングを行ない、11 試料を得た。それらを超電導磁力計で、古地磁気測定を行った。また、26cm (半裁試料) および 30cm (1cm スライス試料) を篩 (>63 μm) で洗い出し、乾燥処理後、浮遊性有孔虫 (*N. pachyderma*) を拾い出し、安定同位体質量分析計 (MAT253) で酸素同位体比を測定した。酸素同位体比は酸素同位体標準カーブ LR04 (Lisiecki & Raymo, 2005) と対比を行い、年代を推定した。また、4 層準において、実体顕微鏡下で浮遊性有孔虫 (*N. pachyderma*) をピックアップし、ピックアップした試料を真空下で H₃PO₄ (100%) と反応させ CO₂ に変えた。バルク有機物も同じ 4 層準で 1.2N の塩酸で炭酸塩を除去した後、封管燃焼法 (850 °C, 2h) を用いて CO₂ に変えた。これらの CO₂ を精製し、鉄粉を触媒とした水素還元法を用いてグラファイトを作成し、加速器質量分析計で ¹⁴C を測定した。同時に分取しておいた CO₂ を用いて安定同位体質量分析計を用いて ¹³C を測定した。また、炭酸塩含有量とオパール含有量も求めた。

- 1) 岩層は reddish brown foram. bearing silty clay であった。
- 2) 伏角は一定して約 -80 °付近を示し、Brunhes 正磁極期である。
- 3) 炭酸塩量, オパール量ともに、氷期の終わりである 12cm 付近を境に、含有量が増加する。
- 4) ¹⁴C 年代と酸素同位体比から、コアボトムは 12600 年を示し、平均堆積速度は 4.2cm/kyr. であった。
- 5) 有孔虫とバルク有機物の年代差は、バルク有機物が必ず古い年代を示した。年代差は後氷期では小さく、氷期では大きい。従って、氷期に古い起源の有機物が存在する。
- 6) バルク有機物の ¹³C は、氷期に ‰23 ‰前後、後氷期には ‰25 ‰-26 ‰と軽くなり、海洋性植物プランクトン起源有機物の割合が相対的に増加したと考えられる。そのため、後氷期に有孔虫とバルク有機物の年代差が小さくなったと考えられる。

キーワード: 南極海, インド洋セクター, 表層堆積物, 酸素・炭素同位体, 有機炭素, ¹⁴C

Keywords: Antarctic Ocean, Indian sector, surface sediment, stable isotope, organic carbon, ¹⁴C

鮮新世 更新世の東南極氷床変動復元 Plio-Pleistocene reconstruction of East Antarctic Ice Sheet fluctuations

山根 雅子^{1*}, 横山 祐典¹
YAMANE, Masako^{1*}, Yusuke Yokoyama¹

¹ 東京大学大気海洋研究所

¹ AORI, Univ. Tokyo

Several major climatic transitions have occurred throughout the Plio-Pleistocene. The Pliocene climate optimum was a warm period, and is thought as very similar condition to the end of 21 century according to IPCC AR4. This warmth was ended by the late Pliocene transition that lead the climate to a colder and more glaciations in the Northern Hemisphere. The mid-Pleistocene transition marks the time when the periodicity of glacial-interglacial cycles varied from 41,000 years cycles to large-amplitude 100,000 years cycles. Since the above described climatic events are recorded in the benthic foraminifera oxygen isotopes, as is the measure of global ice volume primarily, strong link between cryosphere and global climate has been suggested. However little is known for the relationships in particular for the Antarctic ice sheet. The aim of this study is to reconstruct East Antarctic ice sheet (EAIS) fluctuation during the Plio-Pleistocene using exposure ages in various parts of East Antarctica, and to discuss the relationship between ice sheet fluctuations and global climate changes.

The concentration of *in situ* produced cosmogenic radionuclides (e.g. ¹⁰Be, ¹⁴C, ²⁶Al, ³⁶Cl) in quartz reflects the cumulative exposure time of the rock and provides the timing of final retreat of ice in the area. In the meantime, combinations of the nuclides can deduce further information in terms of nature of exposure histories, namely simple or complex exposure history for the sites. Isotopic ratios of two cosmogenic nuclides (e.g. ²⁶Al/¹⁰Be ratio) can be used for these purposes and since this ratio indicates the erosional ability of ice sheet, we can reconstruct basal conditions of ice sheet in the past. For the case of warm-based ice sheets, the ice sheet basal temperature is above the pressure melting point and hence the bedrock surface is subjected to continuous erosion and resulted cosmogenic nuclides measurement exhibits a simple exposure history. In contrast, cold-based ice sheet cannot erode bedrock sufficiently enough to reset the exposure age "clock" therefore inheritance of nuclides can be seen because of previous exposure "memory". The inheritance of nuclides as described above results in deviation of nuclide content from that predicted by both half-life and present day production rates. Compilations of the cosmogenic exposure ages from five ice-free areas of East Antarctica was conducted and re-calculated using new site specific production rates taken into account of realistic atmospheric pressure model in Antarctica since it deviates from standard atmospheric thickness significantly. I also added newly obtained ¹⁰Be and ²⁶Al data for samples collected from Sor-Rondane Mountains, Droning Maud Land. The results indicate that the EAIS was thicker more than 600 m compare to the present, at least once prior to the 3 Ma. The EAIS had then become at least 400 m thinner from 3 to 1 Ma. Growth and decay of EAIS has repeatedly occurred with glacial-interglacial cycles during the Pleistocene epoch.

We successfully draw the picture of past fluctuations of EAIS throughout the Plio-Pleistocene. The EAIS was initially larger and more dynamic until 3 Ma and then it has become smaller as global climate cooled. Our direct evidence in terms of timing of ice sheet fluctuations together with previously published paleoclimate records suggest that inception of colder climate since 3 Ma inhibits active moisture transport to Antarctica that reduce the size of ice sheet. The relatively stable EAIS has become sensitive to changes in sea level namely EAIS has been dictated by variations in Northern Hemisphere Ice Sheets that is induced by Northern hemisphere high latitude insolation. Therefore global ice volume started to have 100,000 years cyclicities with larger amplitude between glacial and interglacial time since then due to relatively significant contributions from Antarctic ice sheet cased by sea-level changes.

Keywords: East Antarctica, ice sheet fluctuations, cosmogenic radionuclide dating, Pliocene climate optimum, Late Pliocene transition, Mid-Pleistocene transition

夏モンスーン強度変動を記録した層状チャートの堆積リズム Summer monsoon intensity as a recording mechanism of the astronomical rhythm in bedded chert

池田 昌之^{1*}, 多田 隆治¹, 烏田 明典¹, 山本 信治¹, 野津 太一¹

IKEDA, Masayuki^{1*}, TADA, Ryuji¹, KARASUDA, Akinori¹, YAMAMOTO, Shinji¹, NOZU, Taichi¹

¹ 東京大学地球惑星科学専攻

¹Department of Earth and Planetary Sciences, the University of Tokyo

The astronomical cyclicity recorded as sedimentary rhythms provide a clue to understanding the dynamics of Earth surface system. Bedded chert consists of rhythmical alternations of chert and shale beds whose rhythms are paced by astronomical cycles (Ikeda et al., 2010). However, the recording mechanisms of the sedimentary rhythms of bedded chert were still debated. To reveal their recording mechanisms, I attempted to extract paleoceanographic and paleoclimatologic information recorded in sedimentary rhythms of bedded chert on timescales of astronomical cycles based on the biogenic silica and terrigenous burial rates estimated for the bedded chert. To accomplish this objective, I conducted the major elements chemical analysis of individual chert and shale beds on the continuous sequence with bed-by-bed resolution. The biogenic silica and terrigenous contents were estimated, assuming the terrigenous material in the bedded chert as constant at the composition of the shale sample with the lowest SiO₂ content among the samples analyzed, which is consistent with composition of the modern terrigenous material accumulated in the pelagic ocean. I calculated weights of biogenic silica and terrigenous material accumulated as a chert-shale couplet per unit area, which are well correlated with the chert bed thickness ($r = 0.96$) and shale bed thickness ($r = 0.90$), respectively. Based on these clear correlations, I regarded the chert bed thickness and shale bed thickness as approximate measures of biogenic silica and terrigenous burial rates, respectively, during one precession cycle, and reconstructed the variation in the biogenic silica and terrigenous burial rates during the Early Triassic to Early Jurassic for the bedded chert sequence in the Inuyama area. Together with paleogeographic distribution of bedded chert compiled from previous studies, the biogenic silica burial rate in the low latitude Panthalassa ocean in the form of bedded chert was a half to several times higher than the biogenic silica burial rate in the modern ocean (DeMaster, 2002). This result suggests that bedded chert was the major sink of dissolved silica in the ocean at least during the Early Triassic to Early Jurassic. Therefore, the variations in the biogenic silica burial rate in the bedded chert should be proportional to the variations in the dissolved silica input to the ocean, mainly through river input, in time-scales longer than the residence time of the dissolved silica in the ocean, 15 kyr (e.g. Treguer et al., 1995; Gaillardet et al., 1999). According to the geochemical modeling studies, the orbitally controlled summer monsoon intensity could have been a possible major controlling factor of the global silicate weathering intensity (Kutzubach, 1981). Therefore, variations in the orbitally-controlled summer monsoon intensity in Pangea should have had close association with variations in the biogenic silica burial rate in the form of bedded chert during the Early Triassic to Early Jurassic.

キーワード: チャート, 風化, シリカ, ミランコビッチ, モンスーン, 離心率

Keywords: chert, weathering, silica, Milankovitch, monsoon, eccentricity

遠洋域深海相におけるペルム紀末大量絶滅時の微量元素の挙動

Trace element behaviors during the end Permian mass extinction at the deep sea floor.

高橋 聡^{1*}, 山崎慎一², 小川泰正², 木村和彦³, 海保邦夫², 吉田武義², 土屋範芳²

TAKAHASHI, Satoshi^{1*}, Shin-ichi Yamasaki², Yasumasa Ogawa², Kazuhiko Kimura³, Kunio Kaiho², Takeyoshi Yoshida², Noriyoshi Tsuchiya²

¹ 東京大学, ² 東北大学, ³ 宮城大学

¹University of Tokyo, ²Tohoku University, ³Miyagi University

We describes the variations of trace-elemental compositions that took place in the paleo-super-ocean Panthalassa during the end-Permian mass extinction, based on the sedimentary rock samples from one of the most continuous Permian-Triassic boundary section of pelagic deep-sea, exposed in the northeastern Japan area. Our measurement shows high concentrations of redox-sensitive elements such as Molybdenum (Mo), Vanadium (V), and Chromium (Cr) are present in the Upper Permian to end-Permian strata in the study section.

Vanadium concentration shows two peaks in the section. First one is in the Changhsingian chert beds without any co-increase of another trace elements. Second one is recognized in the uppermost part of siliceous claystone and the basal black claystone bed which accords the end-Permian mass extinction. Mo shows high concentrations at the upper part of Changhsingian siliceous claystone bed and overlying the base of the black claystone. These Mo concentrations are followed by high Chromium concentrations. The final peaks of Mo coincide with that of V. Above the horizon characterized by high concentrations of V, Mo, and Cr, any significant increase dose not detected from the Changhsingian to Induan black claystone. Rapid uptakes of V, Mo, Cr into the sediment require reduction in their valences. The single peak of V from Upper Permian chert beds suggest moderately reduced bottom water condition, because first step of reduction of V require relatively weak reduced condition. While second-step reduction of V and Mo reduction require strong reduced condition. Additionally, reduction of Cr requires moderately reduced condition which is corresponded between first-step and second step reduction of V. Hence, the co-occurrence of high concentrations in Mo and V at the basal black claystone which accords the end-Permian mass extinction suggest maximum reduced condition at least the sediment-water interface at that time. Therefore, this line of variations in trace element concentrations indicates a progressive reduced deep-water condition in the central Panthalassa, and the onset of the end-Permian black claystone is characterized by euxinic maxima at the Panthalassic sea floor. Such expanded euxinic deep waters might represent an important causal factor in the end-Permian mass extinction in central Panthalassa.

Keywords: mass extinction, trace element, euxinia, pelagic deep-sea, Panthalassa

モンゴルの中部白亜系湖成層の有機物組成の変動と炭素同位体比層序: OAE1a から OAE1b 期における陸域気候変動復元に向けて Compositional changes of organic matter and carbon isotope stratigraphy through the mid-Cretaceous lacustrine deposits

長谷川 卓^{1*}, 柿崎 喜宏¹, 安藤 寿男², 長谷川 精³, 太田 亨⁴, 山本 正伸⁵, 長谷部 徳子⁶, ガン・リー⁷, ニーデン・イチノロフ⁸
HASEGAWA, Takashi^{1*}, KAKIZAKI, Yoshihiro¹, ANDO, Hisao², HASEGAWA, Hitoshi³, Toru Ohta⁴, YAMAMOTO, Masanobu⁵,
HASEBE, Noriko⁶, Gang Li⁷, Niiden Ichinnorov⁸

¹ 金沢大学自然システム学系, ² 茨城大学理学部, ³ 北海道大学理学研究院, ⁴ 早稲田大学教育学部, ⁵ 北海道大学地球環境科学研究センター, ⁶ 金沢大学環日本海環境研究センター, ⁷ 南京古生物学研究所, ⁸ モンゴル科学アカデミー古生物学研究所
¹Kanazawa University, ²Ibaraki University, ³Hokkaido University, ⁴Waseda University, ⁵Hokkaido University, ⁶Kanazawa University, ⁷Nanjing Inst. of Geol. and Palaeont., ⁸Paleontol. Center, MAS, Mongolia

白亜紀の海洋無酸素事変 (OAEs) は、地球表層の炭素循環の攪乱現象として知られており、海洋における環境変動は古生物学的、地球化学的にも研究が進められている。一方で、海成層と陸成層を対比するツールがないため、OAEs に関連して海域と陸域双方に生じる現象の因果関係を総括してダイナミックな古環境論を展開することができていない。

本研究では当時ユーラシア大陸の内部に位置し、OAE1a と OAE1b に対する大陸地域の気候の反応を記録していると考えられるモンゴル南東部の中部白亜系 Aptian~Albian の陸成層に焦点を当てた。シネフダク地域に露出するシネフダク層と、その上下の地層（それぞれフフテグ層、ツァガンツァフ層）を調査し、統合セクションを構築した。研究の中心をなすシネフダク層は暗灰色の薄くはがれやすい頁岩、灰色石灰質頁岩、明灰色苦灰質泥灰岩および白色~黄色苦灰岩の互層からなっている。全体の層厚は、露頭不良により試料採集ができなかった層位範囲を含めて 490m に及ぶ。

層位範囲全体を通じての全岩の炭素同位体比 ($\delta^{13}C$) 変動をみると、200-330m の範囲で徐々に負側にシフトしていく傾向が見られたが、隣り合ういくつかの試料同士でも最大で 6‰もの差異があった。このことは $\delta^{13}C$ 変動が大気・海洋リザーバの $^{13}C/^{12}C$ 変動のみを反映しているのではなく、異なる有機物生産者に由来する有機物種の混合比率変化も反映していることを示している。このことは、C/N 比が 3 から 38 までの間で大きくばらつくことから示唆される。C/N 比 20 を超える試料を含む 15 試料についてロックエバル分析を行ったところ、全ての試料で水素指標が 400 mgHC/gTOC を超えており、陸上高等植物由来の有機物がシネフダク層試料の有機物全体に占める割合は小さいことが解った。

$\delta^{13}C$ と C/N 比のクロスプロットを行うと、ツァガンツァフ、シネフダク両層の全てのサンプル群に同様の傾向を持つ、明瞭な負の相関がみられる。このことは、これらの地層において $\delta^{13}C$ と C/N 比が同一の要因、すなわち全く異なる生産者に由来する 2 つの異なるタイプの有機物の混合率によって支配されていることを示唆する。その一方は C/N 比 6 程度の湖の藻類等であり、もう一方は藻類と同様の水素指標を持ち、C/N 比 30 程度、かつ藻類と比べて $\delta^{13}C$ が約 3‰負の値をとる生産者であるが、特定はできていない。クロスプロットにおける個々のサンプル群の回帰直線は、ほぼ平行に配列しており、シネフダク層の下位から上位に向かって負方向に約 4‰平行スライドする。上述の 2 つの起源生物が、大気・海洋リザーバの変化に対応して同様な規模でそれぞれの $\delta^{13}C$ 値を変化させたと考えると、この回帰直線の $\delta^{13}C$ 方向のスライドが合理的に説明できる。この「 $\delta^{13}C$ スライド」を年代層序にあてはめると、Aptian 初期の OAE1a 後の長期的な負方向への $\delta^{13}C$ 変化に対応する。

炭素同位体比層序は、国際的な年代層序対比に有効である (Ogg et al., 2008) もの、陸成層への応用は有機物の起源評価の難しさから、進んでこなかった。 $\delta^{13}C$ と C/N 比のクロスプロット図上での回帰直線の評価を正しく行うことで、炭素同位体比層序の湖堆積物への応用に道を開くと期待される。

キーワード: 白亜紀, 湖堆積物, 炭素同位体比, 有機物, 海洋無酸素事変

Keywords: Cretaceous, lacustrine, carbon isotope, organic carbon, oceanic anoxic event

モンゴル白亜系湖成層に記録される湖水位および湖生物生産のオービタルスケール変動: OAE1a-1b期の陸域気候変動復元に向けて Orbital-scale lake-level and productivity changes in the mid-Cretaceous lacustrine deposits in southeast Mongolia

長谷川 精^{1*}, 安藤寿男², 長谷川卓³, 太田亨⁴, 山本正伸⁵, 長谷部徳子⁶, 村田崇行², LI Gang⁷, ICHINNOROV Niiden⁸, 鈴木徳行¹, 入野智久⁵, 池田昌之⁹, HEIMHOFER Ulrich¹⁰
HASEGAWA, Hitoshi^{1*}, ANDO Hisao², HASEGAWA Takashi³, OHTA Tohru⁴, YAMAMOTO Masanobu⁵, HASEBE Noriko⁶, MURATA Takayuki², LI Gang⁷, ICHINNOROV Niiden⁸, SUZUKI Noriyuki¹, IRINO Tomohisa⁵, IKEDA Masayuki⁹, HEIMHOFER Ulrich¹⁰

¹ 北大・理・自然史, ² 茨城大・理, ³ 金沢大・自然システム, ⁴ 早稲田大・教育, ⁵ 北大・地球環境, ⁶ 金沢大・環日本海研, ⁷ 南京地質古生物研, ⁸ モンゴル古生物センター, ⁹ 東大・理・地惑, ¹⁰ Institut für Geologie, Leibniz Universität Hannover
¹Dept. of Natural History Sciences, Hokkaido University, ²Dept. of Earth Sciences, Ibaraki University, ³Dept. of Earth Sciences, Kanazawa University, ⁴Faculty of Edu., Int. Arts, Sci., Waseda University, ⁵Faculty of Env. Ear. Sci., Hokkaido University, ⁶Division of Ear. and Env. Sci., Kanazawa University, ⁷Nanjing Inst. of Geol. and Palaeont., China, ⁸Paleontol. Center, MAS, Mongolia, ⁹Dept. of Earth and Planetary Science, the University of Tokyo, ¹⁰Institut für Geologie, Leibniz Universität Hannover

The mid-Cretaceous period is characterized by an extremely warm greenhouse climate with elevated atmospheric CO₂ levels, and repeated occurrences of Ocean Anoxic Events (OAEs). However, detailed processes and causal mechanisms of these marked events, particularly the response of the terrestrial climate system, are only poorly understood. To evaluate interactions between the land and the ocean during an OAE interval, we examined the terrestrial climatic record from Aptian lacustrine deposits (Shinekhudag Formation) in southeast Mongolia.

The Shinekhudag Formation is widely distributed in southeastern Mongolia, and is well exposed in the Shine Khudag locality. The formation is composed of alternating beds of dark greyish paper shale, greyish calcareous shale, light greyish dolomitic marl, and whitish to yellowish dolomite. Strata are continuously exposed up to 250 m in thickness. The shale and dolomite successions are rhythmically alternated (decimeter-, meter-, tens of meter-scale), probably controlled by orbital-cycles. Shales and dolomitic marls show micrometer-scale lamination (alternation of organic- and detritus-rich layers), most likely reflecting seasonal cyclicity. The sedimentation rate is estimated as ca. 4-8 cm/kyr based on varve-counting of thin-sections.

In order to clarify the depositional environments and the controlling factors for the rhythmically alternating lithofacies change in the Shinekhudag lacustrine deposits, we conducted X-ray diffraction analysis to reconstruct changes in the sediment mineralogy, and we also performed elemental analysis (C, N, S), Rock-Eval pyrolysis, and a quantitative study of palynofacies to evaluate the organic matter composition in the shale and dolomite couplets. Both, the sediment mineralogy and organic matter composition of lacustrine deposits are controlled largely by hydrological factors that are highly dependent upon climatic fluctuations. The results revealed that the cyclic alternations (ca. 1-1.5 m cycles) of the dolomite abundant layer and detritus minerals and calcite rich layer, corresponding to the rhythmically alternating dolomite and shale layers of field observation. C/N values were significantly low (4-10) in the dolomite layers, while higher values (15-30) occur in the shale samples. Rock-Eval pyrolysis revealed that all the samples are composed of Type I-II organic matter. Palynofacies analysis further indicated dominance of Botryococcus colonies in the dolomite layers, whereas the shale layers show abundant amorphous organic matters, algal cysts, and terrestrial palynomorphs.

These lines of evidences indicate that the rhythmically alternating lithofacies changes recorded in the Shinekhudag lacustrine deposits were mainly controlled by orbital-scale lake-level changes as well as by lake productivity changes. Namely, the dolomite layers were formed during low lake level by microbially mediated precipitation in highly alkaline lake waters. Botryococcus colonies were abundant under such oligotrophic and euryhaline conditions. On the other hand, the shale layers were deposited during high lake levels, which were characterized by higher algal productivity and increased inputs of detrital minerals. Spectral analysis of the lithofacies change in the Shinekhudag Formation shows the cycles involving approximately 1.28 m, 2.27 m, 5.88 m, and 22.4-25.6 m cycles, corresponding to periodicities of approximately 21 kyr, 38 kyr, 98 kyr, and 373-427 kyr, respectively, based on a varve-tuned average sedimentation rate of 6 cm/kyr. These values are in accordance with orbital precession, obliquity, and eccentricity cycles, respectively. Therefore, the Aptian lacustrine deposits in southeast Mongolia are interpreted to record the orbital-scale paleo-hydrologic changes during the OAE1a-1b interval.

キーワード: 湖水位変動, 白亜紀, オービタルサイクル, 降水量, 陸-海リンケージ, 海洋無酸素事変

Keywords: lake-level change, Cretaceous, orbital-cycle, paleo-hydrology, land-ocean linkage, Ocean Anoxic Events

鮮新世中期温暖期の気候再現とモデル間相互比較 Climate modeling for the mid-Pliocene warm period and model-model intercomparison

釜江 陽一^{1*}, 植田 宏昭²
KAMAE, Youichi^{1*}, Hiroaki Ueda²

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 筑波大学生命環境科学系

¹AORI, the University of Tokyo, ²Life and Environ. Sci., Univ. Tsukuba

鮮新世中期温暖期 (mPWP, 3.3~3.0 Ma) は、海陸の分布が現在と同様ながら、大陸上の氷床量が少なく全球的に温暖であった、最も近い期間である。この時代の気候を再現する試みは、将来の気候変動予測に用いられる気候モデルの再現性検証や、気候・氷床・植生の長期的な応答を含む“地球システム感度”の推定に有用である。

mPWPにおける古環境の特徴は、USGSによる復元プロジェクトPRISMによって調べられている。PRISMでは複数のプロキシデータを統合し、全球的なmPWP気候パターンの特徴の解析が進められている。PRISMは、全球気候モデル(GCM)による当時の気候再現実験に必要な境界条件のデータセットを提供している。古気候モデリング相互比較プロジェクトPMIP3では、mPWPが新しい対象期間の一つとして注目されている。最新のPRISMデータセット(Dowsett et al. 2010)を境界条件に用いることで、複数の気候モデルによる再現とプロキシデータとを比較する、鮮新世モデリング相互比較プロジェクトPlioMIP(Haywood et al. 2010, 2011)が進行中である。PRISMデータセットには、大気組成、地形、植生分布、氷床や、大気大循環モデル(AGCM)の境界条件に用いられる海面水温分布や、大気海洋結合モデル(AOGCM)の初期値に用いられる三次元的な海水温分布のデータも含まれており、これらを用いたいくつかのモデルシミュレーションの結果が報告され始めている。

本講演では、気象研究所大気海洋結合モデル(MRI-CGCM2.3)を用いて行った実験の結果を報告する。AGCMによって再現されたウォーカー循環は顕著に弱化し、ハドレー循環は上昇流域の拡大と強度の弱화가確認された[1]。この大気大循環パターンの変化は、プロキシデータにより示されているmPWPにおける亜熱帯半乾燥域(アフリカ、アラビア半島、オーストラリア)の湿潤化に寄与していた[2]。大気大循環場の変化は、低緯度における雲の分布を大きく変え、大気上端の放射収支の変化を通して気候の温暖化に寄与していた[3]。AOGCMによる実験の結果は、プロキシデータが示す亜熱帯の湿潤化を再現せず、低緯度や高緯度海上における再現パターンもAGCMと大きく異なっていた[4]。今後、PlioMIPの枠組みのもと、他のモデルの結果やプロキシデータとの比較を通して、さらにmPWP気候の再現性検証を進めていく必要がある。

References

[1] Kamae, Y., H. Ueda, and A. Kitoh, 2011: Hadley and Walker circulations in the mid-Pliocene warm period simulated by an atmospheric general circulation model. *J. Meteor. Soc. Japan*, 89, 475-493.

[2] Kamae, Y., and H. Ueda, 2011: Evaluation of simulated climate in lower latitude regions during the mid-Pliocene warm period using paleovegetation data. *SOLA*, 7, 177-180.

[3] Kamae, Y., and H. Ueda, 2012a: Radiative balance at top of the atmosphere in mid-Pliocene climate simulation prescribing PRISM3 boundary conditions. *Tellus A*, submitted.

[4] Kamae, Y., and H. Ueda, 2012b: Mid-Pliocene global climate simulation with MRI-CGCM2.3: set-up and initial results of PlioMIP Experiments 1 and 2. *Geosci. Model Dev.*, submitted.

キーワード: 古気候, 鮮新世中期, 気候モデル, PRISM, PlioMIP, バイオーム

Keywords: paleoclimate, mid-Pliocene, climate model, PRISM, PlioMIP, biome

石英の粒度別 ESR 信号強度、結晶化度を利用したタリム盆地南西部テクトニクス運動復元と乾燥化との関係 Reconstruction of the tectonic activity in the southwestern Tarim Basin and its relationship with desertification

烏田 明典^{1*}, 多田 隆治¹, Zheng Hongbo², 豊田 新³, 長谷川 精⁴, 磯崎 裕子¹, 吉田 知紘¹
KARASUDA, Akinori^{1*}, TADA, Ryuji¹, Zheng Hongbo², TOYODA, Shin³, HASEGAWA, Hitoshi⁴, Yuko Isozaki¹, YOSHIDA, Tomohiro¹

¹ 東京大学, ² 南京大学, ³ 岡山理科大学, ⁴ 北海道大学

¹Tokyo University, ²Nanjing University, ³Okayama science University, ⁴Hokkaido University

テクトニクスと気候との関係性は、地球科学の中でも重要な課題の一つである。新生代における顕著なテクトニクス活動としてチベットの隆起があり、タリム盆地はこのテクトニクス運動によって乾燥化が引き起こされたことが気候モデルから示唆されている (e.g. 鬼頭, 2005) そのためテクトニクスと気候の関係性を知る上でタリム盆地の乾燥化過程を調べることは重要である。

タリム盆地の乾燥化の時期に関しては、限られた地域における砂丘堆積物の堆積開始時期をもとに 3.5Ma 扇状地堆積物状に堆積した風成シルト堆積物の堆積開始時期をもとに 4.6~5.3Ma と推定されているが、それがどのくらい広域の乾燥化を反映しているかは曖昧である。一方、チベットの隆起時期に関しては、鉱物の閉鎖温度を利用した隆起速度推定に基づいた推定が行われているが、この方法に基づく変動の時代推定精度が悪い。こうした理由から、テクトニクスと気候の関係性を詳細に調べることに限界があった。

そこで、今回我々は、古地磁気層序より 7.6Ma から 1.8Ma にかけて堆積したことが判明しているタリム盆地南西部の Yecheng section で現地調査を行った。そして河川堆積物と風成堆積物について石英の ESR 信号強度と結晶化度を粒度別に調べることによって、同じ堆積記録からテクトニクス変動と乾燥化を同時に復元することを試みた。

石英の ESR 信号強度は岩石の形成年代と比例関係を持つ事 (Toyoda and Naruse, 2002)、結晶化度については石英の結晶化の過程を反映すること (Murata and Norman, 1976) が知られており、両者は石英の起源を特徴づける独立した指標になる。

現世のタリム盆地において石英の ESR 信号強度と結晶化度を用いた先行研究により、河川堆積物の粗粒フラクション (>64 μ m) は河川集水域の基盤岩を起源とすること、レス堆積物が広がるタリム盆地南部では、粗粒フラクションと細粒フラクション (<16 μ m) の値が異なることが示された (Isozaki, D 論 2009)。これは細粒フラクションへの風成塵の混入と解釈され、粗粒フラクションと細粒フラクションの比較に基づいて、風成塵の混入の有無が評価できることが示された。

今回はこの手法を過去に応用し、河川堆積物の粗粒フラクションの ESR, CI の変動により河川集水域の供給源変化を明らかにして、そこから集水域における過去の断層、褶曲運動の再現を試みた。また、粗粒フラクションと細粒フラクションの ESR, CI を比較することで、風成塵の混入の歴史すなわちタリム盆地が乾燥化していた時代を明らかにして、粗粒フラクションから明らかになったテクトニクス運動との関係性の考察を行った。

その結果、7.6Ma に、石英の ESR 信号強度と結晶化度が粗粒フラクションと細粒フラクションで優位に異なっていることが示された。また、5.3Ma には粗粒フラクションの ESR 信号強度と結晶化度の上昇が見られ、集水域における地質の変化が示唆された。さらに 3.5Ma より粗粒フラクションと細粒フラクションの ESR 強度信号と結晶化度の減少が観察された。

これらの変化は 8Ma に Pamir 高原の隆起速度が上昇したこと (Robinson et al., 2004)、Tarim 盆地南部で 5.3Ma 以降に褶曲活動が活発化したこと (JM Sun et al., 2008)、5-3Ma にかけてタリム盆地南西部の断層帯のずれ速度が変化したこと (Sobel et al., 2011) が関係しているのではないかと考えられる。

キーワード: タリム盆地, 乾燥化, テクトニクス, 断層, 供給源推定, 風成塵

Keywords: Tarim Basin, Desertification, Tectonics, Fault, Provenance study, Eolian dust

琉球（含、日本と台湾）の、沖縄トラフ拡大に伴う、1.55Ma 同時島嶼化と黒潮の流入開始についての古地理復元
Palaeogeographic reconstruction of the 1.55 Ma synchronous isolation of the Ryukyu Islands, Japan, and Taiwan and inflow

遅沢 壮一^{1*}, 新城 竜一², Alroem Armid², 渡邊 康志³, 堀口 敏秋⁴, John Wakabayashi⁵

OSOZAWA, Soichi^{1*}, Ryuichi Shinjo², Alroem Armid², Yasushi Watanabe³, Toshiaki Horiguchi⁴, John Wakabayashi⁵

¹ 東北大学理学研究科地学専攻, ² 琉球大学理工学研究科海洋地圏科学, ³ GIS 沖縄研究所, ⁴ 元: 資源コンサルタント, ⁵ Department of Earth and Environmental Sciences, California State University, Fresno

¹ Department of Earth Sciences, Graduate School of Science, Tohoku University, ² Department of Physics and Earth Sciences, University of Ryukyus, ³ GIS Okinawa Laboratory, ⁴ Former: Resources Investigation Consultants Co. Ltd, ⁵ Department of Earth and Environmental Sciences, California State University, Fresno

琉球島嶼を取り巻いて、とくに島嶼の北西側・中国側に、海成第四系が多くは、断層谷を充填して分布している。これは沖縄トラフの拡大に伴う断層谷の形成、島嶼としての沈下、島嶼化を表している。第四系のナンノ化石年代はいずれの島嶼でも 1.55Ma であることを確認した。従って、琉球は、日本や台湾を含めて、1.55Ma に、一斉に島嶼化した。この時初めて、黒潮は沖縄トラフ側に流入し、ヘドロの海は珊瑚海となり、島嶼は引き続いて沈降し、琉球石灰岩を堆積せしめた。

キーワード: 琉球弧, 沖縄トラフ, 島を取り巻く 1.55Ma 海成堆積物, 同時島嶼化, 黒潮, 珊瑚海

Keywords: Ryukyu island arc, Okinawa Trough, island-encircling 1.55 Ma marine sediments, .55 Ma island separation, Kuroshio current, coral sea

Polycystine radiolarian fauna and paleoceanographical changes in the Shimokita Peninsula through the last 750 ky.

Polycystine radiolarian fauna and paleoceanographical changes in the Shimokita Peninsula through the last 750 ky.

Kenji M.R Matsuzaki^{1*}, Noritoshi Suzuki¹, Hiroshi Nishi²
MATSUZAKI, Kenji M.R.^{1*}, SUZUKI, Noritoshi¹, NISHI, Hiroshi²

¹Institute of Geology and Paleontology, Graduate School of Science, Tohoku University, ²The Center for Academic Resources and Archives, The Tohoku Museum Tohoku University

¹Institute of Geology and Paleontology, Graduate School of Science, Tohoku University, ²The Center for Academic Resources and Archives, The Tohoku Museum Tohoku University

The Northwestern Japanese Pacific Ocean margin is a region presenting high water masses mixing caused by the influences of three distinct currents (the Kuroshio Current, the Tsugaru Current, and the Oyashio Current). Our Studied Site, the Shimokita region located in front of the Tsugaru Strait, is a region directly influenced by the Tsugaru Warm Current, and the Oyashio Subarctic Current. Many studies of this region concerning the last 50 ky have been conducted for understand this region oceanographic changes through the late Pleistocene. At this time there are no long term paleoceanographical studies of this region for period older than the last 150 ky. In this context the core hole C9001C drilled at the 1,180 m water depths of the sea-bottom in the D/V Chikyū 2006 Mission, is an excellent example of a stratigraphic succession off Japan. This core has a high sedimentation rate and provides a nearly continuous record from MIS 18 (750 ka) to present, covering the Brunhes normal polarity epoch. Polycystine radiolarians due to their water masses vertical distribution, and their ecological properties is the most efficient micropaleontological proxy for establish paleoceanographical study of this region. The purpose of this study is to establish the first long term polycystine radiolarian assemblages faunal evolution of this region, and discuss the polycystine radiolarian faunal evolution through the last 750 ky. In this context we will focus our study on the unusual climatic change event as the Matsuyama/Brunhes magnetic susceptibility reversal period, the Mid Brunhes event (400-300 ky after Jansen et al., 1986), the MIS 9, the MIS 8 and the MIS 6.5 (Martinson et al., 1987).

キーワード: Polycystine Radiolarian, Paleoceanography, Fauna evolution, Mid Brunhes Event, MIS 9, MIS 8
Keywords: Polycystine Radiolarian, Paleoceanography, Fauna evolution, Mid Brunhes Event, MIS 9, MIS 8

東アジア夏季モンスーンの千年スケール変動の実態と偏西風との関係 Dynamics of millennial-scale variation in East Asian Summer Monsoon intensity and its relation to the Westerly jet

長島 佳菜^{1*}, 久保田 好美², 多田 隆治², 山本 裕哉³, 豊田 新³

NAGASHIMA, Kana^{1*}, KUBOTA, Yoshimi², TADA, Ryuji², YAMAMOTO, Yuya³, TOYODA, Shin³

¹ 独立行政法人海洋研究開発機構, ² 東京大学大学院理学系研究科, ³ 岡山理科大学理学部

¹JAMSTEC, ²The University of Tokyo, ³Okayama University of Science

Recently, increasing evidence demonstrated the occurrence of multicentennial to millennial-scale climate changes during the Holocene (e.g., Bond et al., 2001; Mayewski et al., 2004). Although some of these climate changes were inferred to be global-scale, the spatial extent and physical mechanisms of these changes are still controversial. In the East Asia, millennial-scale variations of the East Asian summer monsoon (hereafter call EASM) intensity have been examined using the best-dated records of stalagmite-derived oxygen isotope from caves in central China (e.g., Wang et al., 2005; Hu et al., 2008). However, due to the spatial heterogeneity of the EASM precipitation changes (e.g., An et al., 2000; Dayem et al., 2010), stalagmite-derived oxygen isotope records seem to represent local or regional variations of the EASM precipitation, not to represent dynamic changes of the EASM. Therefore, we need additional records to examine the nature and spatial extent of the EASM variations during the Holocene.

To date, many additional records representing the EASM precipitation changes were reported from lacustrine, loess-paleosol, and peat bog sediments in China, and marine sediments of the surrounding oceans. Among them, we selected the records with high sensitivity and chronological precision, and examine the multicentennial- to millennial-scale spatial changes of the EASM precipitation during the Holocene. Furthermore, here we focused on the role of the westerly jet (hereafter call WJ) on the spatial precipitation pattern of EASM (e.g., Liang and Wang, 1998; Sampe and Xie, 2010). Sampe and Xie (2010) demonstrated that eastward advection of warm air from the eastern flank of the Tibetan Plateau along the WJ axis triggers the convection that forms the rainband and further that the WJ anchors the rainband by guiding transient weather disturbances, which promote convection by intensifying moisture advection with upward motion. Therefore, the WJ is necessary to develop a rainband at middle to high latitude of East Asia. In our previous study, we presented provenance changes of the aeolian dust in Japan Sea sediments reflect the earlier/late jump of the WJ to the north of the Tibetan Plateau (Nagashima et al., 2011). Then here we reconstructed provenance changes of the aeolian dust in Japan Sea sediments during the Holocene, and compared the results with spatial precipitation changes in China.

Examination of the paleo-precipitation records in China and provenance of dust in Japan Sea sediments reveals large events around 9.5, 8.3, 5.5, 2.2, and 0.4 kyr BP, with large contribution of aeolian dust from the Taklimakan Desert (we interpret as representing earlier jump of the WJ to the north of the Tibetan Plateau) together with the large precipitation in northern China (e.g., Hong et al., 2005) and small precipitation in central to southern China (e.g., Hu et al., 2008; Kubota et al., 2010). This may indicate that multicentennial to millennial-scale changes of the (seasonal) WJ path during the Holocene caused dynamic changes of the EASM precipitation, with earlier jump of the WJ to the north of the Tibetan Plateau increased precipitation in northern China and decreased precipitation in central to southern China.

The presented events were coincide within the dating error with the events revealed from the GISP2 sodium and potassium ion records, which are considered as reflecting the intensity of Icelendic Low and Siberian High, respectively (Mayewski et al., 1997; Meeker and Mayewski, 2002), and the events revealed from the stalagmite oxygen isotope record from Pink Panther Cave in southwestern United States, which is considered as reflecting (at least partly) precipitation of North American monsoon, suggesting the events spread at least hemispheric-scale and reorganization of the atmospheric circulation systems may happen from low to high latitudes. We will further discuss the possible cause of the coupled WJ-EASM variations during the Holocene.

キーワード: アジアモンスーン, 偏西風, 千年スケール, 石英, 電子スピン共鳴

Keywords: East Asian Summer Monsoon, Westerly Jet, Millennial-scale, Quartz, Electron Spin Resonance

二つの湖の堆積物比較による 広域気候変動と局地的変動の分離

The separation from global and local components of climate signals by comparison between two lake sediments

内藤 慶一^{1*}, 横山 祐典¹, 宮入 陽介¹, 高橋 理美¹, 中野 孝教¹, 竹村 恵二¹, 山口 保彦¹, 中村 淳路¹, 関 有沙¹

NAITO, Keiichi^{1*}, YOKOYAMA, Yusuke¹, MIYAIRI, Yosuke¹, TAKAHASHI, Satomi¹, NAKANO, Takanori¹, TAKEMURA, Keiji¹, YAMAGUCHI, Yasuhiko T.¹, NAKAMURA, Atsunori¹, SEKI, Arisa¹

¹ 東京大学大気海洋研究所

¹ Atmosphere and Oceanic Research Institute University of Tokyo

East Asian Monsoon (EAM) is dictating many parts of East Asia including Japan. In summer, EASM (East Asian Summer Monsoon) brings moist and warm climate in the region, whereas EAWM (East Asian Winter Monsoon) is characterized as cold and relatively dry air originated from Siberian High, which intensified in boreal winter. According to paleoclimate archives, there had been frequent rapid climate changes both in and outside of North Atlantic region during the last glacial period, which ended up at around 10 ka. The ultimate mechanisms are still unknown though it has been pointed out that ocean circulation had been played an important role (Yokoyama and Esat, 2011).

In order to reconstruct past environments, stable isotopes are a useful tool and can be used as fingerprints of events because of their unique values of each materials. One of which is stable ⁸⁷Sr isotope and is usually produced by decay of ⁸⁷Rb. From measured ⁸⁷/⁸⁶Sr isotopic value of samples and expected source, it is able to estimate the source areas of sample materials, and also their degree of contribution.

Lake Biwa and Lake Suigetsu are located only 20 km in distance at very similar latitude, so they are expected to have influences from regional climate in similar fashion. However, these two lakes have different catchment areas, so it is expected to be able to separate global and local signatures of environmental changes comparing two lakes.

In this study, samples from Lakes Biwa and Suigetsu are analyzed by ICP-MS. Concentrations of 61 elements are measured, and Sr isotopic ratio using TIMS for 30 samples from sediment of Lake Biwa are also analyzed. Sedimentary fluxes are fluctuated in the sediments, though the timing and magnitude of changes are not identical. From comparison of data sets of two lakes, the fluctuation of Aluminum flux indicated that sedimentation of lakes are correlated to each other, suggesting that the sedimentation of two lakes are mainly controlled by climate systems, whereas the period between 45~37 ka are not correlated. The divergence found in the sedimentary characteristics might have controlled by local environmental changes in these two lakes. Further, Aluminum flux fluctuation showed clear cyclic peak during Last glacial to present which timings are correlated to Heinrich Event (which is known as ice rafting event of North Atlantic).

Strontium isotopic ratios in Lake Biwa sediment showed similar peak with Aluminum, which are correlated with HE. This indicates the change of source areas of sediment had occurred at the time of HE.

This study demonstrated that the merits of measuring two nearby lakes, which have different geological settings. From comparison of two lake sediments, regional and local influences to two lakes were successfully separated.

キーワード: 湖底堆積物, 水月湖, 琵琶湖

Keywords: lake sediments, lake Suigetsu, lake Biwa

Effects of age uncertainty on the Site 609 IRD record Effects of age uncertainty on the Site 609 IRD record

Obrochta Stephen^{1*}, 宮原 ひろ子², 横山祐典¹
OBROCHTA, Stephen^{1*}, MIYAHARA, Hiroko², Yusuke Yokoyama¹

¹ 大気海洋研究所, ² 東京大学宇宙線研究所

¹University of Tokyo Atmosphere and Ocean Research Institute, ²University of Tokyo Institute for Cosmic Ray Research

The last-glacial hematite-stained grain record (HSG) obtained from classic DSDP Site 609 was originally reported to exhibit 1476 ± 584 year cyclicity and interpreted to indicate the presence of a "1500-year cycle". Here, this record is reinterpreted in the context of an updated chronology based on newly calibrated radiocarbon dates (Marine09) from 15 to 35 ka and correlation to the North GRIP ice core layer-counted chronology (GICC05) to 60 ka. This new age model results in periodicity at primarily ~1000- and ~2000-years, bands that are both consistent with the original reported results and periodicity of related Holocene proxy records.

A ~1500-year oscillation is also detected. However, it is non-stationary and mainly limited to the interval from 60 to 70 ka, the age of which is derived solely from an ice flow model (ss09sea), subject to the highest uncertainty of the entire record, and exhibits the greatest offset from the original chronology. The effects of age uncertainty on cycle length were modeled, and results indicate that the 1500-year oscillation is less robust than the 1000- and 2000-year oscillations. Though the presence of a 1500-year cycle cannot be entirely ruled out, similar analysis of synthetic series constructed from sine waves of corresponding frequencies indicate that it is a relatively minor component.

Keywords: IRD, periodicity, age model

過去 1.8 万年間の日本海の水温と塩分復元 Temperature and salinity estimates in the Japan Sea during the past 18 kyr

小平 智弘^{1*}, 堀川恵司¹, 池原研², 村山雅史³, 張勁¹

KODAIRA, Tomohiro^{1*}, HORIKAWA Keiji¹, IKEHARA Ken², MURAYAMA Masahumi³, ZHANG Jing¹

¹ 富山大学, ² 産業総合研究所, ³ 高知大学海洋コア

¹University of Toyama, ²National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ³Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University

The Japan Sea has shallow 4 straits (<130 m) that connect to the Pacific Ocean to exchange seawater, and thus sea-level lowstand (ca.-120 m) during the LGM might had limited vigorous seawater exchange between the Japan Sea and the Pacific through the straits. Only through the narrow and shallow Tsushima strait, the glacial Huang He River supplied fresh water to the semi-closed Japan Sea, forming low-saline surface conditions at the time (e.g., Oba and Murayama, 1995). This low-saline surface condition during the LGM was relieved by intrusion of Oyashio Current into the Japan Sea through the Tsugaru strait from 18 ka (Oba and Murayama, 1995). Although Ishiwatari et al. (2001) have tried to reconstruct sea-surface temperatures (SSTs) during the past 36 ka based on alkenone unsaturation ratio, the low-saline conditions during the early deglacial periods make SST estimates from alkenone uncertain (Harada et al., 2008; Fujine et al., 2006). Here, we present planktic foraminifera Mg/Ca-derived SST and Ba/Ca ratios, together with benthic and planktic foraminifera $d^{18}O$ from a sediment core in the Japan Sea.

The studied sediment core (YK10-7-PC09) was taken from 738 m water depth off Niigata. The thick lamina layer was observed in a section from 420 cm to 750 cm core depth, which corresponds to the sediments during Heinrich 1 and glacial periods and we have used the sediment samples above 450 cm core depth. The age model for the core was based on 7 AMS ^{14}C data of planktic foraminifera. We have used Marin09 and δR of 0 \pm 100yr to convert the conventional ^{14}C ages to the calibrated ages. $d^{13}C$ and $d^{18}O$ of benthic (*Uvigerina* spp) and planktic foraminifera (*N.incompta*, *N.pachyderma*(s), *G.bulloides*) were measured by MAT 253 (CMCR, Kochi University), whereas trace metal/Ca ratio of planktic foraminifera were measured by Thermo Finigan Element II (University of Toyama). Precision (1sigma) of Mg/Ca, Mn/Ca, and Ba/Ca ratios obtained by the SF-ICP-MS in our laboratory was 0.97%, 0.49%, and 1.63%, respectively.

The $d^{18}O$ records from planktic foraminifera were almost same as the records from L-3 core (Oba and Murayama, 1995), and one of striking features is a significant increase of $d^{18}O$ values from 0.6 permil to 3.4 permil during the early deglaciation (18-15 ka). The Mg/Ca-derived SSTs (from *G.bulloides*) showed a slight increase from 5 to 8°C during 18-7 ka; SSTs did not change significantly during 18-15 ka and warmed ~3°C during the B/A period. Importantly, the SST evolution in the Japan Sea exhibited a close similarity with the SST variation reconstructed off Tokachi under the influence of Oyashio Current (Sagawa and Ikehara, 2008), with ~1°C offset, corroborating the previous result that the Japan Sea was influenced by Oyashio Current at the time. Using paired $d^{18}O$ and Mg/Ca-derived SST, we have attempted to estimate $d^{18}O_{sw}$ (Oba et al., 1980) and revealed that ~4 permil increase in regional $d^{18}O_{sw}$ took place at 18 to 15 ka. Although $d^{18}O_{sw}$ values are linearly related to salinity, the slope and intercept of $d^{18}O_{sw}$ -salinity relation can be changed by evaporation and precipitation fluxes and $d^{18}O$ values of fresh water, resulting in different $d^{18}O_{sw}$ -salinity equations in various basins. If the $d^{18}O_{sw}$ -salinity relation in the modern Okhotsk Sea ($d^{18}O_{sw} = 0.3195 \times \text{Salinity} - 13.561$; Yamamoto et al., 2001) was applied to the early deglacial periods in the Japan Sea, we can roughly estimate paleo-salinity; 24 psu at 18 ka and 33 psu at 15 ka. Given that the source of fresh water for the glacial Japan Sea was the Haung He River, heavier $d^{18}O$ values as an intercept might be appropriate. If so, estimated paleo-salinity at 18 ka will be less than 20 psu. Although the exact estimate of paleo-salinity is quite difficult, the fact that Ba/Ca ratios of planktic foraminifera exhibit a similar trend as the regional $d^{18}O_{sw}$ and very high values up to 2 micromol/mol at 18 ka corroborates that the Japan Sea was severe less-saline surface conditions during the LGM.

キーワード: 日本海, Mg/Ca, Ba/Ca, $d^{18}O$

Keywords: Japan Sea, Mg/Ca, Ba/Ca, $d^{18}O$

ロシア・バイカル湖湖底堆積層の化学状態と堆積記録 Chemical states and sedimentary records of Lake Baikal sediment.

村上 拓馬^{1*}, 勝田 長貴², 高野 雅夫³, 山本 鋼志³, 高橋 嘉夫⁴, 中村 俊夫⁵, 河合 崇欣⁶

MURAKAMI, Takuma^{1*}, KATSUTA, Nagayoshi², TAKANO, Masao³, YAMAMOTO, Koshi³, TAKAHASHI, Yoshio⁴, NAKAMURA, Toshio⁵, Takayoshi Kawai⁶

¹ 金沢大学環日本海域環境研究センター, ² 岐阜大学教育学部, ³ 名古屋大学大学院環境学研究科, ⁴ 広島大学大学院理学研究科, ⁵ 名古屋大学年代測定総合研究センター, ⁶ (社)国際環境研究協会

¹Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, ²Faculty of Education, Gifu University, ³Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, ⁴Graduate School of Science, Hiroshima University, ⁵Center for Chronological Research, Nagoya University, ⁶Association of International Research Initiatives for Environmental Studies

Lake Baikal occupies the largest water volume in the world's freshwater lakes, and is located in the eastern part of Eurasian continent. The Lake Baikal sediment contains a detailed record of paleo-environmental changes in the deep continental interior. In this study, we analyzed the abundance of chemical compositions in the sediment core from the Lake Baikal. In addition, to investigate redox conditions in core BSS06-G2, we determined the Mn oxidation state, Mn in the sediment. The sediment Mn oxidation state was determined based on the Mn K-edge x-ray absorption near-edge structure (XANES) spectra captured using a synchrotron radiation beam. From the geochemical evidences, it is suggested that the BSS06-G2 U have almost never mobilized with changes in the post-depositional redox condition. Therefore, distributions of the uranium concentration in sediment can be regarded as a primary sedimentary record of Lake Baikal region and their variations were revealed to synchronize with paleo-environment changes in the North Atlantic Ocean.

キーワード: バイカル湖, 湖底堆積物, ウラン, XANES, 古環境変動

Keywords: Lake Baikal, Lacustrine sediment, Uranium, XANES analysis, Paleo-environmental change

山陰地域における中期完新世の古環境変遷と太陽活動による古気候変動 Mid-Holocene paleoenvironmental changes and paleoclimatic changes by solar activity in San'in District, western Japan

岡崎 裕子^{1*}, 瀬戸 浩二², 酒井 哲弥³, 大木 彩加³, 山田 和芳⁴
OKAZAKI, Yuko^{1*}, SETO, Koji², SAKAI, Tetsuya³, Ayaka Oki³, YAMADA, kazuyoshi⁴

¹ 島根大学院 総合理工学研究科 地球資源環境学専攻, ² 島根大学汽水域研究センター, ³ 島根大学 総合理工学部 地球資源環境学科, ⁴ 鳴門教育大学

¹Department of Geosciences, Shimane University, ²Research Center for Coastal Lagoon Environments, Shimane University,

³Department of Geosciences, Shimane University, ⁴Naruto University of Education

太陽活動は、地球規模の気候に影響を与えることが知られている。太陽活動が気候に及ぼす影響として、Miyahara et al. (2008) によって気温が、Yamaguchi et al. (2010) によって相対湿度があげられている。相対湿度は、日本付近では梅雨前線の活発度を示すとされている。このことから、太陽活動は、水温や集水域の降水量を介して、汽水湖沼の水理環境・堆積作用・生態系にも影響するのではないかと考えられる。このような変化は、汽水域の堆積物やそれに含まれる有機物に記録されていると思われる。本研究では、汽水環境を示す堆積物試料の粒度分析結果や全有機炭素 (TOC) 濃度などをを用い、出雲地域の気候変動と太陽活動との関連を検討した。

本研究で扱う INB コアは、出雲地域の完新世の古環境変動について高解像度で解析するために掘削された。コアは全長 19.17m で、岩相から 7 つの Unit に区分されている。本コアにおける完新世の堆積物は、有機質シルトからなる Unit III から始まる。Unit III は、縄文海進により海水準が上昇している 8400 年前から 5400 年前に堆積し、汽水環境を示す。Unit IV は、三瓶山の第 6 期火山活動の志学火砕流の噴出物を起源とするデルタフロントの堆積物、Unit V は、淡水湖沼あるいは湿地を示し、その後小河川により埋積されたと推定されている。

本研究では、汽水環境を示す 8400 年前から 5400 年前を対象とし、5 年の分解能で CNS 元素分析や粒度分析を行った。TOC 濃度は、増減を繰り返しながら、0.5 から 5 % まで増加する。それに伴い、C/N 比も徐々に増加する傾向が見られる。これは、陸源高等植物の負荷が大きくなっていることが示唆され、陸源高等植物を供給する河口の前進に起因するものと思われる。TOC 濃度などと粒度の微細な変動をとらえるため、河川の前進などによる TOC 濃度の増加や粒度の粗粒化などの傾向を、移動平均で標準化したものから差し引いた残渣を用いた。その変動と太陽活動の指標とされる ¹⁴C の傾向と比較した。TOC 濃度、TS 濃度、C/N 比、粒度の増減のタイミングと、¹⁴C の変動を比較するとほぼ一致するが、下位層準 (8400 年前から 7400 年前) ではフェーズのずれが見られた。一般的に、¹⁴C の正のピークは太陽活動の極小期を示し、寒冷な気候に反映すると考えられている。逆に、¹⁴C の負のピークは太陽活動の極大期を示し、温暖な気候に反映すると考えられている。INB コアでは、¹⁴C の負のピーク時に TOC 濃度、TS 濃度、C/N 比が低い値を示し、粒度が相対的に粗粒であった。これは、温暖期に降水量が増加し、河川から栄養塩が過剰に供給されることによって基礎生産は高くなるが、同時に多量の碎屑物が供給されることによって希釈され、TOC 濃度が減少したものである。一方で、¹⁴C の正のピーク時に TOC 濃度、TS 濃度、C/N 比が高い値を示し、粒度が相対的に細粒であった。これは、寒冷期に降水量が減少し、河川からの碎屑物や栄養塩の流入が少なく、TOC 濃度が濃縮されたものである。同様な解釈は、島根県東部に位置する中海のコアにおいて、長期的な温暖-寒冷サイクルで行われている。(Sampei et al., 1997)。下位層準でのフェーズのずれは、タイムコントロールに問題があるものと考えている。

キーワード: 山陰地域, 中期完新世, 全有機炭素濃度, ¹⁴C, 古気候変動, 太陽活動

Keywords: San'in District, Mid-Holocene, total organic carbon content, Delta ¹⁴C, paleoclimatic changes, solar activity

沖縄県久米島の化石サンゴ骨格の Sr/Ca 比を用いた、完新世中期の東シナ海表層環境復元

East China Sea mid-Holocene sea surface temperature reconstructed from Sr/Ca measurements for corals from Kume Island

関有沙^{1*}, 横山 祐典², 鈴木 淳³, 川久保 友太¹, 岡井 貴司³, 宮入 陽介², 松崎浩之⁴, 菅 浩伸⁵

SEKI, Arisa^{1*}, YOKOYAMA, Yusuke², SUZUKI, Atsushi³, KAWAKUBO, Yuta¹, OKAI, Takashi³, MIYAIRI, Yosuke², Hironobu Matsuzaki⁴, KAN, Hironobu⁵

¹ 東京大学大学院理学系研究科, ² 東京大学大気海洋研究所, ³ 産業技術総合研究所, ⁴ 東京大学大学院工学系研究科, ⁵ 岡山大学大学院教育学研究科

¹School of science, The University of Tokyo, ²Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, ³Geological Survey of Japan, AIST, ⁴School of Engineering, The University of Tokyo, ⁵Graduate School of Education, Okayama University

完新世は気候が暖かく、海水準もほぼ一定であり (Yokoyama and Esat, 2011)、比較的安定していた時代であった。しかし、完新世にも 1000 年スケールの気候変動が存在することが世界中で報告され、近年注目を集めてきている (e.g., Bond et al., 2001; Wanner et al., 2011)。完新世を通じての長期的な気候変動は日射量の変化によって駆動されていることが示唆されているが (e.g., Wang et al., 2005)、1000 年スケールの気候変動のメカニズムについてはまだ明らかにされていない。

東シナ海は現在、東アジアモンスーン (EAM) と黒潮の影響下にある (Sun et al., 2005; Kubota et al., 2010)。夏期 EAM は多くの降水をアジアの大陸部にもたらし、植生と水の供給を通じて人々の生活に影響を及ぼしており、また黒潮は海洋から大気への熱輸送において重要な役割をになっていることが観測されているため、東シナ海の気候システムを理解することはアジア地域にとって重要である。さらに、EAM と北大西洋の気候が関連していることが示唆されている (Wang et al., 2005) ことや、黒潮が西岸境界流として北太平洋亜熱帯環流の一端を担っていることから、EAM と黒潮はどちらもグローバルな気候と関連している。したがって、東シナ海の前気候を研究することは、東シナ海の気候を理解するために重要であるのみならず、全球的な気候システムに対しても有用な知見を与えるものである。

東シナ海の前気候を復元する試みとして、主に海底コアから採取した有孔虫などを用いて多数の研究がなされている (e.g., Sun et al., 2005; Kubota et al., 2010)。しかし、これらの先行研究で復元されている SST は、全て年平均または特定の季節のものであり、季節を分離している研究はほとんど無い。東シナ海の気候に影響を与えている要因の 1 つである東アジアモンスーンは夏と冬で風向きが変わり、東シナ海の気候に及ぼす影響が季節によって異なる。したがって、夏と冬を区別して気候復元を行うことができれば、東シナ海の前気候システムについてより多くの知見を得ることができる。

ハマサンゴ (*Porites* sp.) は、年輪を持って成長するため夏と冬の区別をすることが可能である。また、成長速度が大きいため、数週間という高時間解像度での前気候復元が可能である。サンゴの多くのプロキシの中で、Sr/Ca 比は、海面表層水温ととても良い相関があることが知られており、信頼性の高いプロキシとして広く用いられている (e.g., Beck et al., 1992)。東シナ海においては Morimoto et al. (2007) が、サンゴの Sr/Ca 比を用いて 6180 cal kyr BP と 7010 cal kyr BP の SST を復元しているのみで、その他の年代については明らかになっていない。

本研究では、沖縄列島に位置する久米島から採取した化石サンゴの放射性炭素年代測定と Sr/Ca 比の測定を行った。放射性炭素年代測定の結果から、2 個体のサンゴにそれぞれ 3785 ± 85 cal yr BP と 4495 ± 95 cal yr BP という年代が得られた。この 2 個体の化石サンゴについて、SEM と XRD を用いて続成作用の有無を検討し、初生的なサンプルであることを確認した。サンゴの成長軸に沿って 0.4 mm 間隔でマイクロサンプリングを行い、ICP-AES を用いて Sr/Ca 比の測定を行った。Sr/Ca 比を SST に換算するための関係式は、瀬底島から採取した現生のサンゴを用いて作成した。現生サンゴについても、化石サンゴと同じ手法で Sr/Ca 比の測定を行った。

作成した換算式を用いて、約 3.8 cal kyr BP と約 4.5 cal kyr BP の SST を復元した。約 3.8 cal kyr BP の海水温が寒冷であったという結果は、先行研究 (e.g., Xiang et al., 2007; Ujiie et al., 2003) によって示されていた PME (Pulleniatina minimum event) と呼ばれる東シナ海の寒冷イベントと整合的であった。また、本研究の結果は中期完新世からの SST の変動が夏と冬で異なる可能性も示唆した。今後、同じ化石サンゴ試料の Sr/Ca 比と酸素同位体比をあわせて用いることで SSS の復元を行い、中期完新世の海洋環境をより詳細に復元できることが期待される。

キーワード: 東シナ海, 東アジアモンスーン, サンゴ, 完新世, 表層海水温, Sr/Ca

Keywords: East China Sea, East Asian Monsoon, coral, Holocene, Sea Surface Temperature, Sr/Ca

ターミネーション I における急激な海水準と氷床変動 Rapid sea-level changes and routing of meltwaters during the termination I

横山 祐典^{1*}

YOKOYAMA, Yusuke^{1*}

¹ 東京大学大気海洋研究所

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

約 20,000 年前の最終氷期最盛期 (LGM) から現在にかけて、海水準は一様ではなく急激な上昇を伴いながら上昇してきた。Fairbanks による 1989 年のバルバドス沖のサンゴ礁海洋掘削コアからもたらされた海水準のカーブの発表から 20 年を経た現在、新しく Carbonate および Siliciclastic 環境での掘削や宇宙線生成核種 (10Be や 26Al など) を用いた氷床近辺からのデータが蓄積されてきた。最近ではタヒチの陸上コアからのサンゴ礁掘削試料に基づくヤンガードライアス時の海水準変化 (Bard et al., 2010 Nature) や IODP の沖合コアによるサンゴ礁コアからのメルトウォーターパルス 1a (Mwp 1a) の海水準変動の記録、そしてグレートバリアリーフ沖掘削コアなどが得られてきた (Yokoyama et al., 2011 Sci Dril)。本講演ではこれらに基づく最新の知見とともに、そのタイミングと気候変動におよぼした影響などについてレビューする。

キーワード: 古気候, 古海洋, 海水準, 氷床, 南極

Keywords: Paleoclimatology, Paleoceanography, Sea level, Ice Sheets, Antarctica