

過去 100 万年間の大気 CO₂ 及び O₂ 濃度の高時間解像度復元 Reconstruction of atmospheric CO₂ and O₂ concentrations during the last 100 million years based on a model

森見 俊幸^{1*}, 田近 英一¹, 尾崎 和海²
Toshiyuki Morimi^{1*}, Eiichi Tajika¹, Kazumi Ozaki²

¹ 東京大学大学院新領域創成科学研究科複雑理工学専攻, ² 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
¹Department of Complexity Science and Engineering, University of Tokyo., ²Department of Earth & Planetary Science, University of Tokyo.

Reconstruction of atmospheric carbon dioxide (CO₂) and oxygen (O₂) concentrations in the past is a key to understand the evolution of environments and life. Accumulating geological and geochemical data with accurate chronology enable us to consider the dynamics of atmospheric composition and its controlling mechanisms. The paleo-atmospheric CO₂ and O₂ concentrations have been discussed from proxies and theoretical modeling with geological and geochemical data.

One of these models, GEOCARBSULF (Berner, 2006, GCA) is a standard which studies changes of atmospheric CO₂ and O₂ over Phanerozoic time (for 542 million years). In the model, various geochemical processes, such as chemical weathering of minerals and CO₂ degassing via volcanisms and metamorphism are considered, and geological and geochemical data are given for every 10 million years as boundary conditions.

The reconstructed evolution of climate and atmospheric composition are broadly consistent with geological and geochemical data. However the reconstructed atmospheric CO₂ in the last 150 million years are evidently different from compiled CO₂ proxy data such as stomata, phytoplankton, paleosols and liverworts. For instance, GEOCARBSULF overestimates the atmospheric CO₂ before 100 Ma. The difference between the results from the theoretical model and from the CO₂ proxies may be partly because of low time resolution data of carbon and sulfur isotopes of seawater, and of other boundary conditions, and also because of effects of the processes GEOCARBSULF does not considered.

In this study, we will focus on the reconstruction of atmospheric CO₂ and O₂ changes during the Cretaceous and Cenozoic time (over the last 145 million years), with a modified GEOCARBSULF model and high time resolution data of carbon and sulfur isotopes, including effects of processes, such as eruptions of large igneous provinces, emergence of foraminifera during the Jurassic, and so on.

Keywords: carbon dioxide, oxygen, reconstruction, Mesozoic, Cenozoic, GEOCARBSULF

氷期における海洋生物ポンプの変化とその大気中二酸化炭素濃度への影響 : vector diagram による解析

Vector diagram analysis of ocean carbon pumps during the Last Glacial Maximum

岡 顕^{1*}

Akira Oka^{1*}

¹ 東京大学大気海洋研究所

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

Using ocean carbon cycle model simulations of present-day and glacial climates, this study discusses the glacial responses of the ocean carbon pumps: organic matter, calcium carbonate, gas exchange, and freshwater pumps. The vector diagram presented here quantifies their individual impact on the glacial atmospheric pCO₂ reduction; the strengthening of the organic matter pump contributes to 40-ppm reduction of atmospheric pCO₂, most of which is cancelled by the weakening of the gas exchange pump. The response of the gas exchange pump is involved in various processes. Here, they are systematically revealed through analysis of additional sensitivity simulations. The analysis suggests that changes in the ocean deep circulation significantly affect the response of the gas exchange pump; the above-mentioned strong cancelation between the organic matter pump and the gas exchange pump is related to the glacial weakening of the Atlantic deep circulation. As in previous studies, the model used here fails to reproduce the observed magnitude of the glacial pCO₂ reduction. Reduced ventilation in the glacial Southern Ocean is a possible mechanism for explaining this difference since this has the potential to significantly modify the glacial response of the gas exchange pump but may not accurately be reproduced in the model. Although the gas exchange pump has often been implicitly incorporated into other processes, this study suggests that its response is a key to understanding glacial changes in atmospheric pCO₂. It is also demonstrated that the vector diagram is a useful tool for its investigation.

キーワード: 海洋炭素循環, 最終氷期, 気候モデル, 海洋生物ポンプ

放射性同位体 ^{230}Th を用いたチリ沖における最終氷期以降の生物ポンプ変化 ^{230}Th -normalized flux of biogenic components recorded in the Chilean margin since the last glaciation.

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
Miho Fukuda^{1*}, Naomi Harada², Miyako Sato², Carina B. Lange³, Naokazu Ahagon², Silvio Pantoja³, Hajime Kawakami²,
Isao Motoyama⁴

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

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

During the last glacial maximum (LGM), the atmospheric partial pressure of CO_2 ($p\text{CO}_{2atm}$) was quite low, 180-190 ppm and rapidly increased to 280 ppm during the last deglaciation (Monninn et al., 2001, Science, 291, 112-114). The combination of the biogeochemical (e.g. export flux, nutrient utilization) and physical processes (e.g. upwelling, stratification) has been considered to control $p\text{CO}_{2atm}$. Considering the response of $p\text{CO}_{2atm}$ on global climate changes, the polar ocean such as Southern Ocean is one of the most important area linking between atmosphere and ocean, because the deepest water mass can directly connects to the atmosphere and the largest carbon reservoir in the world oceans. During glacial periods, strengthened productivity and an efficient biological pump in the North Pacific, equatorial Pacific, and Southern Oceans may have contributed to low $p\text{CO}_{2atm}$. However, there is still some controversy as to whether marine productivity was high everywhere during glacial periods. Resolving this controversy requires more data from many regions regarding temporal changes in past export fluxes of biogenic materials, especially in the eastern South Pacific Ocean including the Chilean marginal region, where active biological production is observed at present. The aim of this study was to identify changes in the ^{230}Th -normalized export flux of biogenic components commonly used as proxies for paleoproductivity—namely total organic carbon (TOC), total nitrogen (TN) and biogenic opal (Si_{opal}) from two sediment cores collected at 36° S, off central-south Chilean covering the past 22 kyr (PC-1) and at 52° S near the mouth of Strait of Magellan, Pacific side over the past 13 kyr (PC-3). ^{230}Th -normalized fluxes of biogenic components of sediments at 36° S and 52° S off the Chilean coast imply that the biological pump was effective during 14-8 kyr BP off central Chile, and after 5 kyr BP off central and southernmost Chile; and less effective during 22-14 kyr BP off central Chile and during 13-6 kyr BP off southernmost Patagonia. That is to say, off central Chile, the weakness of the biological pump during the LGM contributed to the global rise of $p\text{CO}_{2atm}$ at that time. During 14-8 kyr BP, the increasing effectiveness of the biological pump at the PC-1 site off central Chile contributed to the global rise of $p\text{CO}_{2atm}$. At the PC-3 site, the weakening of biological pump contributed to the rise of $p\text{CO}_{2atm}$ during 13-6 kyr BP. After 6 kyr BP, the active biological pump did not contribute to the global rise of $p\text{CO}_{2atm}$.

In this presentation, we will also discuss about comparing to ^{230}Th -normalized fluxes of biogenic components at the 55° S collected from the Drake Passage (PC-9).

キーワード: チリ沖, トリウム, 生物起源粒子, 生物ポンプ

Keywords: Off Chile, 230-Thorium, Biogenic components, Biological pump

最終氷期から最終退氷期のオホーツク海における生物生産とベンチレーション変化 Glacial to deglacial productivity and ventilation changes in the southern Okhotsk Sea

岡崎 裕典^{1*}, 木元 克典², 朝日 博史³, 佐藤 都², 中村 由里子², 原田 尚美²
Yusuke Okazaki^{1*}, Katsunori Kimoto², Hirofumi Asahi³, Miyako Sato², Yuriko Nakamura², Naomi Harada²

¹九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門, ²海洋研究開発機構, ³釜山大学

¹Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University, ²Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ³Pusan National University

The Okhotsk Sea plays an important role in the ventilation of the North Pacific as a source region of the North Pacific Intermediate Water. Glacial to Holocene $\Delta 14C$ records of benthic foraminiferal shells suggested enhanced ventilation in the Okhotsk Sea during the early deglacial period corresponding to the Heinrich event 1 (H1) and the Holocene. $CaCO_3$ preservation events and productivity change appears to be more associated with the ventilation history of the Okhotsk Sea than surface production by coccolithophore and foraminifera. $CaCO_3$ preservation started to become better during H1 and pronounced % $CaCO_3$ peaks were coincident with the Bolling-Allerod and Preboreal. Diatom and coccolithophore productivity had kept low throughout the glacial to deglacial periods, which was different from that of the open subarctic Pacific where high productivity observed during BA. After the deglaciation, biogenic opal and decrease in $\Delta 15N$ gradually increased throughout the Holocene. The Holocene Okhotsk Sea is characterized by enhanced productivity with relaxation of nitrate limitation.

キーワード: オホーツク海, 最終氷期, 最終退氷期, 生物生産, ベンチレーション
Keywords: Okhotsk Sea, Last glaciation, Last deglaciation, Productivity, Ventilation

炭素・窒素・硫黄元素濃度変化からみた最終氷期最盛期以降の沖縄本島周辺の古環境変遷

Paleoenvironmental changes since the Last Glacial Maximum based on C, N and S element concentrations around Okinawa

天野 敦子^{1*}, 板木拓也¹

Atsuko Amano^{1*}, Takuya Itaki¹

¹ 産業技術総合研究所地質情報研究部門

¹GSJ, AIST

沖縄本島の太平洋側に面する東部海域で採取された柱状堆積物 GH08-2004 (水深 1166m) と、反対の沖縄トラフに面する西部海域で採取された GH10-2011 (水深 1190 m) を用いて、全有機炭素 (TOC), 全窒素 (TN), 無機炭素 (TIC), 全硫黄 (TS) 濃度, 放散虫組成の分析を行い, 最終氷期最盛期以降の沖縄周辺の海洋環境変遷について検討した。

GH08-2004 の TOC, TN は 25 ~ 16 cal kyr では相対的に高く, 16 cal kyr 以降では低い。25 ~ 12 cal kyr の全有機炭素全窒素量比 (C/N) は 7 ~ 8 で, 12 cal kyr 以降よりもやや高い。GH08-2004 の TOC と C/N はよい正の相関を示し, 陸上植物起源の有機物供給量の変化が有機物含有量の変化に影響していることを示唆する。一方, GH10-2011 の TOC, TN は 14 ~ 7 cal kyr 間で増加するが, C/N は顕著な変化を示さない。また両コアの全有機炭素全硫黄量比 (C/S) は全層を通じて 4 ~ 8 を変動し, この間, 有機物保存と関係が強い海底環境の酸化還元状態に変化がなかったことを示す。これら結果は, GH08-2004 では最終氷期に海水準が低下することによって陸域からの供給負荷量が相対的に多かったが, 海水準上昇に伴って, その影響が小さくなったことを示す。一方, GH10-2011 は諸島部から離れた海盆に位置するため, 海水準変動に伴う供給作用変化の影響を受けにくい環境であったと考えられる。

2本のコアの TIC は 7 cal kyr 以前では 4% 以下と低く, それ以降に急激に増加する傾向を示す。7 cal kyr 以前の TIC は, GH10-2011 ではほぼ一定であるが, GH 08-2004 では 14 ~ 7 cal kyr に 2% 程度へと減少することを示す。また, 放散虫結果は同時期に現在の赤道域に生息する *Tholospyris spp.* が多産することを示す。これら結果は, 沖縄島周辺では, 例えばココリスや有孔虫などの, 炭酸塩物質を含む生物生産性は最終氷期では低かったが, 完新世に入ると増加したことを示す。また, 沖縄周辺の太平洋側では 14 ~ 7 cal kyr に貧栄養の赤道域の水塊の影響が強くなり, 生産性が減少した可能性を示唆する。

キーワード: 堆積物, CNS 元素, 放散虫, 堆積環境, 海水準変動, 生産性

Keywords: sediment, CNS elements, radiolaria, sedimentary environment, sea level change, productivity

チュクチ海コアの鉱物組成からみた最終氷期以降の北極海海流変動

Changes in current system in the Arctic Ocean since the last glacial period: A mineralogical approach

山本 正伸^{1*}, 小林大祐¹, パク・ユヒョン¹, ナム・ソンイル², 原田尚美³, 長島佳菜³, 知北和久⁴

Masanobu Yamamoto^{1*}, Daisuke Kobayashi¹, Yu-Hyeon Park¹, Seung Il Nam², Naomi Harada³, Kana Nagashima³, Kazuhisa Chikita⁴

¹北海道大学大学院地球環境科学研究院, ²韓国極地研究所, ³海洋研究開発機構, ⁴北海道大学大学院理学研究院

¹Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, ²Korean Polar Research Institute, ³JAMSTEC, ⁴Faculty of Science, Hokkaido University

北極海の流れ系(ポーラー循環 BG, トランスポーラードリフト TPD, ベーリング海峡通過流 BSI)の強弱変動は北極海の海水の発達を制御しており, 氷アルベドフィードバックと北大西洋への淡水流出の変化を介して全球気候変化過程の一要素であると想像されている。しかし, 過去の BG, TPD, BSI の強弱変動は明らかではなく, 過去の気候変動との関係を明らかにすることが重要である。チュクチ海北部は東シベリア海流(ESC)と BG が合流し, TPD となる場所に位置する。BG が強いときには, 北米大陸起源の粒子が増加し, BG が弱いときにはシベリア起源粒子が増加する。また BSI 起源の碎屑粒子もチュクチ海北部に運ばれている。したがって, この海域の堆積物の供給源の変化を調べることであり, ESC, TPD, BG, BSI の強弱変動を復元することができる。

本研究では, 最終氷期以降の ESC, TPD, BG, BSI の変動を明らかにすることを目的とし, チュクチ海北部とチュクチボーダーランド(ノースウインド海嶺からメンデレーフ海嶺にかけて)で採取した海底柱状堆積物の中に含まれる鉱物を粉末 X 線回折装置を用いて分析し, 堆積物の供給源の変化を調べた。またコアの解釈のために, ベーリング海, チュクチ海, チュクチボーダーランドから採取した表層堆積物について鉱物組成を分析し, 鉱物と供給源の関係を考察した。

表層堆積物の分析の結果, クローライト/イライト比がベーリング海で高く, チュクチ海を北に向かうにつれ低くなり, 太平洋からの BSI の指標となりうること, チュクチボーダーランドの長石/石英比がシベリア側で高く, アラスカ側で低くなり, ESC・TPD 系と BG の相対強度の指標になること, ドロマイト強度がアラスカ側で高く, BG の指標となることを見いだした。

チュクチ海北部とチュクチボーダーランドから採取された 6 本のコアについて鉱物分析をした結果, 氷期層準では長石/石英比が低く, ドロマイトが多く検出された(ただしメンデレーフ海嶺では検出されなかった)。完新世に向かい, 石英/長石比は増加し, ドロマイトは減少した。このことは氷期では BG が強く, 完新世にむかい ESC-TPD が強くなったことを示唆する。また前期完新世において, 長石/石英比(ESC-TPD / BG 相対強度)は緩やかに上昇し, 6000 年前に現在と同じレベルで一定となった。クローライト/イライト比(BSI 強度)も前期および中期完新世において緩やかに増加し, 3000 年前に現在と同じレベルに達し, それ以降ほぼ一定となった。

キーワード: 北極海, チュクチ海, 最終氷期, 完新世, 海流, 鉱物

Keywords: The Arctic Ocean, The Chukchi Sea, Last glacial, The Holocene, Current, Mineral

隆起海浜地形地質にもとづく最終氷期最盛期のグリーンランド氷床復元の再検討 Reexamination for the Greenland Ice sheet reconstruction at LGM from the raised beach deposits

三浦 英樹^{1*}, 前杵英明², 奥野淳一¹

Hideki Miura^{1*}, MAEMOKU, Hideaki², OKUNO, Jun'ichi¹

¹ 国立極地研究所, ² 広島大学

¹National Institute of Polar Research, ²Hiroshima University

The past melting history of the Greenland ice sheet is the great key for elucidating the future sea-level rising. The GIA (Glacial isostatic adjustment) model using the spatial and temporal variations of relative sea-level changes is one of useful techniques for the reconstruction of ice melting history. Although many radiocarbon dating ages for the reconstruction of the sea-level history have been obtained from the coastal area of Greenland (ex. Kelly, 1973; Ten Brink, 1974, 1975; Weidick, 1968, 1972 in West Greenland), the detailed geomorphological and Quaternary stratigraphical investigations have not been enough. For example, though Reeh (1989) and Henriksen (2008) compiled the map showing the amount of uplift during the Holocene along the coastal area of Greenland, some isolated high coastal existences of the place of the amount of upheaval suggest that the field confirmation of Holocene marine limits is questionable. Actually, Fleming and Lambeck (2004) have tried to make the GIA models of Greenland since the Last Glacial Maximum (LGM) to reproduce the sea level history with extraordinary upheaval point and obtained the result that changes in ice thickness since the LGM were > 500 m along the present-day outer coast and > 1500 m along some parts of the present-day ice margin. In this presentation, we introduce the report of the reappraisal for the melting history of the Greenland Ice sheet from detailed geological analysis on the raised beach deposits and GIA modelling.

キーワード: グリーンランド氷床, 最終氷期最盛期, 隆起海浜堆積物, 氷河性アイソスタシー調整

Keywords: Greenland Ice Sheet, Last Glacial Maximum, raised beach deposits, glacial isostatic adjustment

北西太平洋日本沖の堆積物コアにおける藻類バイオマーカー温度計の検討 Examination for algal biomarker thermometry in sediment cores from the northwestern Pacific off Japan

三枝樹 慧^{1*}, 沢田 健¹, 小林 まどか¹

Kei Mieki^{1*}, Ken Sawada¹, Madoka Kobayashi¹

¹ 北海道大学大学院理学院

¹ Faculty of Science, Hokkaido University

Biomarker thermometers such as alkenone unsaturation index (UK37 and UK'37) have been often used for reconstructing paleo-sea surface temperatures from 1980s. The alkenone are well known to be derived from Haptophycean algae, which are ubiquitous species in shallow to open ocean areas at low to high latitude, and therefore, their thermometers are powerful proxies in the almost over the world oceans. However, it has been pointed out that there were limitations for alkenone proxies; physiological effect, deflection of temperature records during the season of high production, variability of source species, and so on. More recently, long chain alkyl diols such as C28 and C30 1,13-diols, 1,14-diols, 1,15-diols were proposed to be useful as proxy for paleotemperature of sea surface layer (Rampen et al., 2009; 2012). These compounds are likely to be derived from diatom, especially Proboscia, and eustigmatophyte. In the present study, we examine the applicability of such diatom biomarker thermometer from sediment cores from the northwestern Pacific off Japan.

Sediment cores were collected by multiple corer from the Nishishichitou Ridge (LM3 and LM5P, off central Japan; Sawada and Handa, 1998) and off the coast of Sanriku, northeastern Japan (LM8). Freeze dried sediment samples were ultrasonically extracted, and the extracts were fractionated by silica gel chromatography. Polar fraction was silylated by BSTFA before analyses using GC/MS (Sawada and Shiraiwa, 2004). Long chain diol index (LDI) was calculated according to the equation (Rampen et al., 2012) as follow: $LDI = [C30\ 1,15\text{-diol}] / ([C28\ 1,13\text{-diol}] + [C30\ 1,13\text{-diol}] + [C30\ 1,15\text{-diol}])$.

We identify saturated C28 and C30 1,13-diols, C28 and C30 1,14-diols, and C30 and C32 1,15-diols in all sediment samples. The LDI values are linearly related to annual mean sea surface temperatures (SSTs) among sites of LM3, LM5P and LM8. In addition, C27 and C29 12-hydroxy methyl alkenoates (12-OH m.a.) are detected in all samples, and we establish new index, 12-hydroxy Methyl Alkenoate index (MA12), which is calculated by the equation as follow, $MA12 = [C29\ 12\text{-OH m.a.}] / ([C27\ 12\text{-OH m.a.}] + [C29\ 12\text{-OH m.a.]})$. Down core profiles of the diols and methyl alkenoates in surface layers of 30 cm depth show that the concentrations are exponentially decrease, but the LDI and MA12 values are nearly constant. From these results, it can be seen that the diol and alkenoate ratios are hardly affected by early diagenesis in sediment-water interface.

キーワード: 表層堆積物, ジオール温度計, アルケノン温度計, マルチプルコア, 北西大西洋日本沖

Keywords: surface sediment, diol thermometer, alkenone thermometer, multiple core, the northwestern Pacific off Japan

北海道苫小牧沖における過去 3000 年間の高解像度古水温記録 High-resolution records of Uk'37- and TEX86L-based temperature off Tomakomai, Hokkaido for the last 3000 years

加 三千宣^{1*}, 山本 正伸², 佐川 拓也¹

Michinobu Kuwae^{1*}, Masanobu Yamamoto², Takuya Sagawa¹

¹ 愛媛大学上級研究員センター, ² 北海道大学大学院地球環境科学研究院

¹Senior Research Fellow Center, Ehime University, ²Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

モデルによる高精度気候予測が求められる昨今、その基礎となる regional-scale の気候モードや駆動要因の解明に、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。広域をカバーできるはずの沿岸域の古海洋記録は、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ものはごくわずかで、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、アルケノン・TEX86L 古水温計を使って、太平洋亜寒帯域ではこれまで報告がなかった過去 3000 年間の高解像度の古気候記録を復元した。周辺海域のセジメントトラップ実験から、プロキシが反映する季節はアルケノン古水温は夏、TEX86L は夏と冬の両方という報告がある。得られた TEX86L 古水温は、アルケノン古水温より平均にして 5.5 程度低く、両者の変動パターンは異なる。一方で、冬季に多い浮遊性有孔虫 *N. incompta* の酸素同位体比 (Sagawa et al., unpublished) とよく似た水温パターンが認められ、TEX86L 古水温は冬季のシグナルを反映していることが示唆される。アルケノン古水温は、紀元前 1000 ~ 300 年に温暖期、紀元前 300 年から西暦 100 年にかけて寒冷化傾向、西暦 600 年 ~ 西暦 1300 年に比較的安定した温暖期、西暦 1300 ~ 1700 年に寒冷期を示す。他の日本周辺海域にも共通した寒暖パターンが認められ、こうした気候変動パターンは、北西太平洋温帯・亜寒帯における比較的広域の気候現象と関わることを示唆される。

キーワード: アルケノン, TEX86, 古海洋, 後期完新世, 北西太平洋

Keywords: Uk'37, TEX86, paleotemperature, late Holocene, western North Pacific

長崎県壱岐周辺海域の海砂と壱岐海岸砂の起源について

Origin of coastal sand and dredged marine sediment around Iki Island, Nagasaki Prefecture

真田 万里子^{1*}, 井内 美郎², 岩本 直哉³, 中村 祐貴⁴

Mariko Sanada^{1*}, Yoshio Inouchi², Naoya Iwamoto³, Yuki Nakamura⁴

¹ 早稲田大学人間科学部人間環境科学科, ² 早稲田大学人間科学学術院, ³ 愛媛県総合科学博物館, ⁴ 東京大学大気海洋研究所

¹School of Human sciences, Waseda university, ²Faculty of Human Sciences, Waseda University, ³Ehime Prefectural Science Museum, ⁴Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

長崎県壱岐郡壱岐は九州と対馬の間にあり、玄界灘の西方に位置する面積約 134km² の島である。この周辺海域では活発に海砂採取がおこなわれ、海底地形の変化や底質の礫化、懸濁粒子の拡散などが水産資源に与える影響、および海岸浸食など周辺環境に与える影響が懸念されている。

今回は、それらの懸念事項のうち海砂採取と海岸浸食の影響について検討する。海砂として採取された海底堆積物と壱岐海岸の各地で採取した砂質堆積物について、粒度組成および砂粒組成を検討した。粒度分析の結果、海砂と海岸砂は中央粒径および淘汰度の違いによって明確に分かれることが明らかになった。また、0.1 μm 粒子の砂粒組成において、海砂は岩石・鉱物粒子が多く、酸化鉄の被膜に覆われた鉄汚染石英粒子が多くみられる特徴があるのに対して、海岸砂は生物片が多くみられ鉄汚染石英粒子がほとんど見られないという特徴があることがわかった。鉄汚染石英粒子は低海水準時の残存堆積物の指標の一つとされており、これを多く含む堆積物は現在の水理環境で海域に運び込まれたものではなく、過去の堆積物であると考えられる。

一方、海岸砂は洪水時などに海域に運び込まれたり、波浪の作用によって海岸の岩石が浸食を受けて形成された粒子や、浅海の生物片を多く含んだ堆積物が波の作用などによって海岸部にもたらされた粒子からなると考えられる。

これらのことから、海砂として採取されている堆積物は海岸砂とは明瞭に区別され、特殊な例をのぞき、海岸浸食とは関係がないことが明らかとなった。

キーワード: 堆積物, 鉄汚染石英, 海岸砂, 壱岐島, 粒度分析, 砂粒組成

Keywords: sediment, iron stained quartz, coastal sand, Iki island, grain size analysis, sand grain assemblage

X線CTにより測定した有孔虫殻密度と深層水炭酸イオン濃度の関係 Relationship between carbonate ion concentration in the deep-sea and density of foraminifera shell based on X-ray CT

岩崎 晋弥^{1*}, 木元 克典², 佐々木 理³, 鹿納晴尚³, 岡崎 裕典¹

Shinya Iwasaki^{1*}, Katsunori Kimoto², Osamu Sasaki³, Harumasa Kano³, Yusuke Okazaki¹

¹九州大学大学院 理学府 地球惑星科学科, ²海洋研究開発機構, ³東北大学総合学術博物館

¹Department of Earth and Planetary science, Kyushu university, ²Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ³The Tohoku University Museum

最終氷期の大气中二酸化炭素濃度が、間氷期（現在）に比べて約 80 ppm 低かったことが、南極氷床コア中の気体分析により明らかにされてきた (Barnola et al., 1987)。しかし「氷期の炭素レザパー問題」として知られている氷期における大气中二酸化炭素濃度低下分の炭素の行方は未だ解明されていない。大气の約 60 倍の溶存無機炭素量を持つ海洋深層水は、この問題の中心的存在である。氷期の大气中二酸化炭素濃度低下を海洋による無機炭素の吸収で説明する場合、氷期深層水の炭酸イオン濃度は $40 \mu \text{mol kg}^{-1}$ 増加する必要がある (Broecker and Peng, 1993)。

氷期?間氷期スケールの海洋炭素循環の鍵を握るのが深海底に堆積した炭酸カルシウムの保存・溶解である。炭酸カルシウムの保存・溶解の度合いを示す溶解度()は以下の式で表される。

$$= \frac{([\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}])_{\text{SAMPLE}}}{K_{\text{sp}}} : \text{飽和指数 (1 過飽和, 1 溶解)} K_{\text{sp}}: \text{溶解度積}$$

氷期 間氷期サイクルの時間スケールにおいてカルシウムイオン濃度は一定とみなせるため炭酸カルシウムの溶解度は深層水の炭酸イオン濃度によって決まる。そのため過去の海洋深層水の炭酸イオン濃度指標として、有孔虫殻の破片率や殻重量など、いくつかの手法が提案されてきた。しかしながら、いずれの指標も定量性に難点があり、正確な炭酸イオン濃度の復元には至っていない。本研究では、新たな海洋深層水の炭酸イオン濃度指標として、有孔虫殻の密度を提案し、その実用化を目指している。有孔虫殻の密度は、マイクロフォーカス X 線 CT スキャナ (ScanXmate L080: 東北大学総合学術博物館) を用いて測定した。本装置は、対象物に X 線を照射し物体の内部画像を 3D グラフィックスとして構成する際、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ため深海における炭酸カルシウムの溶解度()が復元可能である。炭酸カルシウムの溶解度()は同じ水深ならば炭酸イオン濃度に支配されるので X 線 CT によって測定した有孔虫の殻密度は深層水炭酸イオン濃度の定量的な指標として利用できる。

本研究では、表層堆積物試料から採取した浮遊性有孔虫 (*Globigerina bulloides*) 殻について X 線 CT スキャナによる殻密度測定、ウルトラマイクロ天秤 (UMT2 Mettler Toledo) による殻重量測定および殻破片率の測定を行った。さらにボトル採水化学分析により測定された結果 (JAMSTEC 航海・潜航データ探索システムを利用) から表層堆積物採取地点近くの深層水炭酸イオン濃度を算出し、有孔虫殻密度・殻重量・殻破片率との対比を行った。測定には北太平洋西部に位置するシャツキーライズ、鹿島沖、下北沖、北西太平洋の 4 海域において採取された合計 8 本の表層堆積物コア試料 (深度分布: 1362 m~3135 m) を用いた。現生の有孔虫殻 (St. K2 におけるセディメントトラップにより採集) を用いた予察的な X 線 CT スキャナによる有孔虫殻密度測定により、殻密度は個体サイズのばらつきに影響されることが示された。そこで本研究では、各表層堆積物試料から 100 個体ずつ浮遊性有孔虫殻を拾いだし、すべての有孔虫殻サイズを測定した。その後、同一サイズの有孔虫殻 (約 10 個) について 1 個体ずつ殻密度および殻重量測定を行った。有孔虫殻重量測定の結果、高い深層水炭酸イオン濃度ほど殻重量が軽くなるという定性的な関係が得られた。この結果は、溶解による有孔虫殻密度の減少が深層水炭酸イオン濃度に支配されることを支持している。今後は X 線 CT スキャナを用いて定量的な殻密度を測定し、深層水炭酸イオン濃度との関係を明らかにする。

Barnola, J.M. et al., 1987, Nature 329, 408-414.

Broecker and Peng, 1993, Greenhouse Puzzles. Eldigio Press

東南アジア熱帯域の洞窟における現在の石筍生成と洞外気象の関係 Relationships between modern speleothem formation and surface weather in Southeast Asian equatorial cave

長谷川 航^{1*}, 渡邊 裕美子¹, 田上 高広¹

Wataru Hasegawa^{1*}, Yumiko Watanabe¹, Takahiro Tagami¹

¹ 京都大学理学研究科地球惑星科学

¹ Earth and Planetary Sciences, Graduate school of Science, Kyoto Univ.

To predict future climate change and prepare it is large scientific and social problem. For precise climate prediction, it is necessary to reconstruct high time and space resolution paleo-climate (especially past 2000 years) by paleo-climate proxies and reflect the result to climate model. Equatorial Southeast Asia, where include Indonesia, is well affected by El Nino Southern Oscillation (ENSO). ENSO do not only directly affect to precipitation in tropical Southeast Asia, but also significantly affect to middle and high latitude climate through heat transport (Hastenrath, 1991). However, continuous paleo-climate data in that area is few (IPCC, 2007), thus paleo-climate reconstruction is particular necessary.

Speleothems are useful as a paleo-climate proxy because they are grown continuously in cave (Fairchild et al., 2006). It is known that $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ values of speleothem and instrumental data of precipitation are inversely correlated (e.g. Zhang et al., 2008). However, relationship between modern speleothem formation and surface weather (e. g. recording mechanism of precipitation in stalagmites, how large or in which season precipitation is recorded in) is not revealed clearly.

Thus, in this study, cave monitoring, which included surface meteorological observation (air temperature, precipitation and $\delta^{18}\text{O}$), cave meteorological observation (air temperature, airflow direction and speed and CO_2 concentration), chemical analysis of dripwaters (pH, calcium ion concentration, bicarbonate ion concentration, partial pressure of CO_2 , calcite saturation index, $\delta^{13}\text{C}$, and $\delta^{18}\text{O}$) and speleothem growth experiment (growth rate, $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$), is started from October 2011 in Petruk Cave, Central Java, Indonesia.

Stable isotope value of speleothems is affected by temperature, humidity, drip rate (Day et al., 2011), cave air CO_2 concentration and calcite saturation index of dripwater (Fairchild et al., 2006). As a result of past monitoring, it is revealed that cave air CO_2 concentration might be predominant factor of fluctuation of speleothems stable isotope value, because temperature, humidity and drip rate in Petruk cave are nearly stable and calcite saturation index is function of cave air CO_2 concentration.

Partial pressure of air CO_2 is fluctuated intra-daily and seasonally in Petruk cave and surface rainfall cools outside air temperature and inverse airflow direction. Therefore, that is trigger of CO_2 concentration drop, which is driven by airflow direction inversion. It is considered that that CO_2 drop by rainfall is the key of inverse-relationships between precipitation and $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ values of speleothems.

We will show the relationships between cave air CO_2 concentration fluctuation and stable isotope values of dripwaters in this poster.

キーワード: 鍾乳石, 二酸化炭素, 降水量, 安定同位体

Keywords: speleothem, carbon dioxide, precipitation, stable isotope

モンゴル・ダルハド盆地における U・Th 同位体の挙動 Behavior of Uranium and Thorium isotopes in Darkhad basin, northern Mongolia

村上 拓馬^{1*}, 山本 政儀¹, 淵崎 円香¹, 福士 圭介¹, 長尾 誠也¹, 柏谷 健二¹

Takuma Murakami^{1*}, Masayoshi Yamamoto¹, Madoka Fuchizaki¹, Keisuke Fukushi¹, Seiya Nagao¹, Kenji Kashiwaya¹

¹ 金沢大学環日本海域環境研究センター

¹Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

【はじめに】近年の地球温暖化により気候変動の将来予測への関心が高まる中で、気候モデリングの精密化とともにモデル計算の妥当性を検証する上で必要な古気候記録の復元が重要な課題となっている。アジア大陸内陸部は、日射量に対する気候感度が地球上で最も高いことから、陸域における古環境変動を理解する上で重要な地域と見なされ、ロシア・バイカル湖やその集水域に属するモンゴル・フスグル湖の湖底堆積物の様々な成分を用いた古環境変動解析が行われてきた。特にバイカル湖やフスグル湖では、ウラン(U)・トリウム(Th)同位体分析からUが氷期-間氷期サイクルと同調した変動を示すことが明らかになっており、環境変動指標としての可能性が指摘されてきた。モンゴル北部に位置するダルハド盆地は、フスグル湖の西方に位置し、それらの間には分水嶺があるため、フスグル湖を含むバイカル湖集水域とは異なる集水域を持つ。現在、ダルハド盆地の多くは陸地を占めているが、周囲の地形調査および地質学的・堆積学的調査により、氷期には氷河湖を形成し、盆地全域が水没していたことが明らかとなっている。そのため、ダルハド盆地は、氷期-間氷期スケールで大きな水位変動を伴った環境変動を経験してきたことが期待される。本研究では、ダルハド盆地堆積層のU・Th同位体とダルハド盆地内の河川水のU同位体の放射能濃度を分析し、環境変動に伴うU・Thの流入・堆積挙動の変化を検討する。

【試料と方法】試料は、2011年8月にダルハド盆地の流出河川1ヶ所と流入河川7ヶ所で採取した水試料および2010年3月25月にダルハド盆地で掘削された堆積物コアDDP10-3(全長164.5m、サブサンプリング間隔3cm毎)である。DDP10-3は、氷河湖最深部と推測される地点(北緯51°19'51.20", 東経99°30'4.40")で掘削されたものである。本研究では、約1m間隔で試料を選出し、U-Th同位体分析に用いた。U-Th同位体分析については、堆積物試料を凍結乾燥・粉碎混合した後、450℃で灰化した。灰化試料をHNO₃、HF、HClO₄とNa₂CO₃溶融により全分解した。得られた溶液試料と水試料中のUとThを他の元素から分離し、線スペクトロメトリを用いて分析した。

【結果と考察】河川水中の溶存²³⁸U濃度は2.8~50 mBq/L、²³⁴U/²³⁸U放射能比は1.3~5.1であり、流入河川によって大きく異なる値を示した。これらは、アルカリ度と良い相関性を持つこと、さらには高い²³⁸U濃度および²³⁴U/²³⁸U放射能比を示すダルハド盆地南部には石灰岩地帯が分布することから、こうした濃度や放射能比は河川流域の地質構造の違いに起因するものと考えられる。

堆積物中の²³⁸U濃度は10~270 mBq/gの範囲で変動を示し、深度20m以浅では低く、それ以深では高い傾向を示す。一方、²³⁴U/²³⁸U放射能比は0.8~2.0の範囲で変動し、コアの大部分で放射平衡値1に近い値をとり、一部で1.5以上の高い値を示す。この一部に認められた高い放射能比は、自生性U(一度、溶解した後に吸着や還元化作用により堆積したU)の堆積を示唆するものである。今後、ダルハド盆地におけるUの流入堆積プロセスの検討を通じ、得られた堆積層中のU・Th同位体組成の変動がどのような環境変動を反映しているかを議論する。

キーワード: ウラン・トリウム, モンゴル北部, アジア大陸

Keywords: Uranium-Thorium, Northern Mongolia, Continental Asia, paleo-climate change

蘭牟田池堆積物から復元する過去3万年間にわたる南九州の環境史 Environmental changes on the southern Kyushu over the last 30 ka reconstructed from the sediments of Lake Imuta-ike

山田和芳^{1*}, 篠塚良嗣², 瀬戸浩二³, 原口強⁴, 井村隆介⁵, 米延仁志⁶

Kazuyoshi Yamada^{1*}, YOSHITSUGU SHINOZUKA², Koji Seto³, Tsuyoshi Haraguchi⁴, Ryusuke Imura⁵, Hitoshi Yonenobu⁶

¹早稲田大学, ²北海道大学, ³島根大学, ⁴大阪市立大学, ⁵鹿児島大学, ⁶鳴門教育大学

¹Waseda University, ²Hokkaido University, ³Shimane University, ⁴Osaka City University, ⁵Kagoshima University, ⁶Naruto University of Education

We present paleo-environmental record on the southern Kyushu area, from the geochemical evidences for sediment core of Lake Imuta-ike, Kagoshima Prefecture over the last 30,000 years.

Lake Imuta-ike, is a volcanic crater lake, located on the southern part of Kyushu Island. The lake serves a protected natural habitat of rare animals, and is a registered wetland under the Ramsar Conservation. The environment of the lake and its vicinity is of particular importance, because there have been no geological studies so far.

We collected 25-m length sediment cores from bottom of the lake in February 2011. Using the core, we had firstly undertook a series of analysis, e.g., lithological observation, non-destructive X-ray CT scanning, identification of tephra, ¹⁴C dating and sequential measurements of physical properties and magnetic susceptibility. By these analysis, we could build up the stratigraphy and the precise chronology of the core.

For reconstructing past environmental changes over the last 30,000 years, we measured total organic carbon (TOC), total nitrogen (TN), and total sulfur (TS) contents by CNS element analyzer as well as major and trace elements by ICP-AES with 2.3-cm interval bulk samples through the core.

As the results, in the last glacial after 30,000 cal yr BP, the proxy records of detritus inputs by climate changes have fluctuated with millennial scale and temporally increased at the periods of 27, 25-24, 22-21, 19-18, and 16 cal kyrs BP. These climate cool/dry events could be compared with the stadials in the North Atlantic region such as the Heinrich events. During the last glacial-interglacial transition (the LGIT, 15-9 ka), corresponding periods to the Younger Dryas (YD) stadial are identified as cold climate condition from 14.5 to 12.0 cal kyrs. In the Holocene, three large change of proxy records was occurred at 8,000, 4,000 and 2,000 cal yr BP.

キーワード: 湖沼堆積物, 地球化学分析, 晩氷期, 南九州

Keywords: lake sediments, Geochemistry, LGIT, the Southern Kyushu

北海道網走湖の堆積物に見られるラミナの形成過程 The formation process of the lamina in sediments of Lake Abashiri, North Japan

瀬戸 浩二^{1*}, 香月 興太², 園田武³, 川尻敏文⁴, 渡部貴聴⁵

Koji Seto^{1*}, Kota Katsuki², Takeshi Sonoda³, Toshihumi Kawajiri⁴, Takaaki Watanabe⁵

¹ 島根大学汽水域研究センター, ²Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, ³ 東京農大・アクアバイオ, ⁴ 西網走漁協, ⁵ 網走市水産港湾部

¹ReCCLE, Shimane Univ., ²KIGAM, ³Tokyo University of Agriculture, ⁴A fishermen's cooperative association of West Abashiri,

⁵Abashiri City

北海道東部に位置する網走湖は、網走川を通じてオホーツク海と接している汽水湖である。網走湖は、水深約5mに顕著な塩分躍層が認められ、それ以深では恒常的に強還元的環境を示している。表水層では、富栄養化の進行し、植物プランクトンの異常発生がしばしば見られる。また、夏季の洪水時や湖水融氷期には、網走川から高濁度の河川水が流入している。

このような網走湖の堆積物には、ラミナが見られることが知られている。網走湖湖心の水深15.9mで行われた10AB-5C コアでは、全層準を通じて明瞭なラミナを伴う泥質堆積物であった。このコアの軟X線写真を用いてラミナを観察した結果、密度の高い薄い層、密度の低い層、密度の中間の層のラミナセットが繰り返されていることが明らかとなった。また、深度250cmにTa-a テフラ(AD1739年)が、深度291cmにKo-c2 テフラ(AD1694年)が挟まれており、その間に44枚のラミナセットが確認された。これは、両テフラの年代差が45年と考えるとこのラミナセットは年層と判断できる。このラミナセットが年層であると考え、密度の高いラミナは網走地域の降水量のパターンから夏季の高降水量期を反映しているものと考えている。特に洪水が記録されている年では、このラミナが明瞭で厚い傾向にある。また、密度の高いラミナセット層と密度の低いラミナセット層が約20?30年周期で繰り返されている。密度の高いラミナセット層は、月最大降水量が連続的に高い時期に対応している。このことから密度の高いラミナは、夏季の降水量を反映しているものと思われる。また、このような傾向は、降水データのない層準からも認められており、少なくともさらに100年程度は同様な傾向を示しているものと思われる。

このようなラミナセットの形成過程を明らかにするため、網走湖においてセジメントトラップを設置し、現在まで約1年半の観測を行っている。セジメントトラップは、湖底より2m上の強還元環境下の水塊に約1ヶ月設置している。この結果によれば、春季(融氷期)と夏季(洪水期)に堆積量が増加する傾向にあり、春季の方が堆積量が多い。また、ほとんどの期間で全有機炭素(TOC)濃度が表層堆積物より高いが、春季のみ表層堆積物より低い値を示した。ラミナセットにおける密度の低い層は密度の高い層より厚いことから、春季の方が密度の低い層を示しているものと思われる。また、冬季(結氷期)と早夏季には、堆積量は極端に減るが、全有機炭素(TOC)濃度は高い値を示している。これは、無機碎屑物の供給が少なくなることを示唆しており、珪藻などプランクトン主体のラミナ形成されるとしたら、このような時期であると考えられる。

キーワード: 網走湖, 強還元的環境, ラミナセット, 年層, セジメントトラップ, 全有機炭素濃度

Keywords: Lake Abashiri, euxinic environment, lamina set, varve, Sediment trap, Total organic carbon contents

猪苗代湖ボーリングコア試料の岩相と層序 Stratigraphy and lithologic features of the drilling cores from Lake Inawashiro, Tohoku, Japan.

廣瀬 孝太郎^{1*}, 長橋良隆¹
Kotaro Hirose^{1*}, Yoshitaka Nagahashi¹

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

猪苗代湖の湖底には、過去数万年間の古環境についての記録-気候変動や周辺域の火山活動、近過去の人間活動の影響-が連続的に保存されている。本研究では、猪苗代湖の最深部近傍、水深約90mの地点において2孔のコア (INW2012-1, 2) を掘削した。

コア試料は、岩相により深度0.0-24.4m (Unit 1) と深度24.4-28.0 m (Unit 2) に区分された。Unit 1の主要部は、直径0.5-2 mmの黒色の顆粒を含むオリブ灰-灰色の泥 (以下、明色部と表記) と、黒色の泥 (以下、暗色部と表記) からなる縞状の互層であり、これらはいずれの層準においてもほぼ水平に累重した。Unit 1の明暗の互層中には、これらとは岩相により明瞭に区別される粗粒砂-泥の層を複数挟み、これらは約5400年前の沼沢-沼沢湖テフラ層 (山元, 1995)、約3万年前の始良-Tn火山灰層 (町田・新井, 1976) 等の火山灰層や、洪水等によって形成されたイベントに性の堆積物であると考えられる。Unit 2は、淘汰の悪い細礫-粗粒砂と、木本と考えられる植物遺体および明灰色の泥の偽礫をパッチ状に含む粗粒砂-シルトからなり、ユニット全体では上方に向かって細粒化する傾向を示した。

講演では岩相の詳細、堆積年代、予察的な化学・珪藻分析結果についても述べる。

キーワード: 猪苗代湖, 岩相層序, 火山灰, 古環境解析, 珪藻群集, 化学組成

Keywords: Lake Inawashiro, lithostratigraphy, tephra, Paleoenvironmental change, diatom assemblage, chemical components

福島県猪苗代湖湖底に記録された歴史的な古地震記録 Sedimentary record of historic earthquake in Lake Inawashiro, Japan

行木 勝彦^{1*}, 井内 美郎², 長橋 良隆³, 廣瀬 孝太郎³
Katsuhiko Nameki^{1*}, Yoshio Inouchi², Yoshitaka Nagahashi³, Kotaro Hirose³

¹ 早稲田大学大学院人間科学研究科, ² 早稲田大学人間科学学術院, ³ 福島大学共生システム理工学類
¹Graduate School of Human Sciences, Waseda University, ²Faculty of Human Sciences, Waseda University, ³Faculty of Symbiotic Systems Science, Fukushima University

2012年秋、福島県中央部に位置する猪苗代湖の湖心において、福島大学によって約30mの湖底堆積物を貫く湖底掘削が行われた。我々は、その堆積物試料のうち表層部1.3mにおいていくつかのイベント堆積物を見出し、最近の歴史的な地震記録との対応を試みた。

堆積物は緑灰色シルト質粘土が主体で、黒色の斑点が点在する。そして、暗色部が縞状に分布する。湖底から深度約35cmから40cmには灰褐色のシルト層をはさむ。軟X線写真では通常の堆積層のほかにX線の透過がやや劣るいくつかの堆積層が存在する。今回、層厚5mm間隔で試料を採取し、含水率を測定し、1cm間隔で粒度を測定した。その結果、含水率が通常よりやや低く、やや粗粒なイベント層がいくつか確認された。深度約35cmのイベント層は、1888年の磐梯山の噴火の結果生じた泥流の一部と考えられる。泥流堆積層を基準にして重量堆積速度を求め、各イベント堆積物の堆積年代を推定した。その結果、1943年の田島地震や2011年の東北地方太平洋沖地震に対応する可能性のあるイベント層などが見いだされた。

キーワード: 猪苗代湖, イベント堆積物, 歴史的な地震
Keywords: Lake Inawashiro, event layers, historic earthquake

長野県野尻湖における過去約4.5万年の湖水位変動とその要因

Lake-level changes and their factors during the last 45,000 years in Lake Nojiri, Central Japan.

中村 祐貴^{1*}, 井内 美郎², 井上 卓彦³, 近藤 洋一⁴, 公文 富士夫⁵, 長橋 良隆⁶

Yuki Nakamura^{1*}, Yoshio Inouchi², Takahiko INOUE³, Yoichi Kondo⁴, Fujio Kumon⁵, Yoshitaka Nagahashi⁶

¹ 東京大学 大気海洋研究所, ² 早稲田大学 人間科学学術院, ³ 独立行政法人産業技術総合研究所, ⁴ 野尻湖ナウマンゾウ博物館, ⁵ 信州大学理学部 物質循環学科, ⁶ 福島大学 共生システム理工学類

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, ² Faculty of Human Sciences, Waseda University, ³ Natural Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ⁴ Nojiriko Museum, ⁵ Faculty of Science, Shinshu University, ⁶ Faculty of Symbiotic Systems Science, Fukushima University

長野県野尻湖で得られた音波探査記録を基に湖水位変動史を検討した結果、湖水位が過去約4.5万年の間に8回の上昇・下降を繰り返していた。また、野尻湖における湖水位変動プロファイルと花粉組成や全有機炭素濃度プロファイル、グリーンランドのNGRIPや中国のSanbao/Hulu洞窟の酸素同位体比プロファイルと比較し、さらに地球規模の寒冷化イベントの時期と比較したところ、寒冷期とりわけハインリッヒ・イベントなどの「急激な寒冷期」と湖水位上昇期が対応することが明らかになった。寒冷期に湖水位が上昇する要因としては、地球規模の「急激な寒冷化」の影響を受け、冬季モンスーンが強化されたことに伴う日本海からの水蒸気供給量の増加によって、この地方の降雪量が増加したことが主要因として考えられる。

キーワード: 野尻湖, 湖水位変動, 音波探査, 寒冷化イベント, 降雪量

Keywords: Lake Nojiri, lake-level fluctuation, acoustic record, cold events, snowfall

琵琶湖高島沖コアの年代モデル改訂について Revision of age model for Takashima-oki drilling core, Lake Biwa, Japan

井内 美郎^{1*}, 山田 和芳¹, 岡村 眞², 松岡 裕美², 里口保文³, 林竜馬³, 根上 裕成⁴, 村越貴之⁴, 岡田 涼祐⁵, 松久 幸樹⁵, 橋本 岳⁵, 松野下晃治⁵, 赤田賢亮⁵

Yoshio Inouchi^{1*}, kazuyoshi yamada¹, Makoto Okamura², Hiromi Matsuoka², Yasuhumi, Satoguchi³, Ryoma, Hayashi³, Hiroshige NEGAMI⁴, Takayuki, Murakoshi⁴, ryosuke okada⁵, Koki Matsuhisa⁵, Gaku Hashimoto⁵, Koji, Matsunoshita⁵, Takasuke, Akata⁵

¹ 早稲田大学人間科学学術院, ² 高知大学理学部, ³ 滋賀県琵琶湖博物館, ⁴ 早稲田大学大学院人間科学研究科, ⁵ 早稲田大学人間科学部, ⁶, ⁷, ⁸, ⁹, ¹⁰, ¹¹, ¹², ¹³.

¹Faculty of Human Sciences, Waseda University, ²Faculty of Science, Kochi University, ³Lake Biwa Museum, ⁴Graduate School of Human Sciences, Waseda University, ⁵School of Human Sciences, Waseda University, ⁶, ⁷, ⁸, ⁹, ¹⁰, ¹¹, ¹², ¹³.

1986年に琵琶湖北湖において採取された高島沖ボーリング試料については様々な分析が行われ、気候変動に関する様々な報告が公表されている。現在はさらに高分解能の古気候記録を復元するために試料間隔を狭めた分析が進行中である。その際にネックとなるのが年代コントロールであるため、高島沖採泥点で再度試料を採取し、年代測定を行うこととした。高知大学所有のピストンコアを用いて3本の試料を採取した。採取試料長は約16mで現在得られている最下部の年代は深度約14.5mで約45kaBPである。

コア間の対比は主要テフラおよび含水率プロファイルによっている。含水率は5mm毎に測定し、5cm毎に測定した高島沖コアの含水率と比較した。その結果、コア間には非常に良い対応が見られた。一方、K-AhおよびU-Okiの深度に関しては、炭素年代との比較の結果、訂正を要する可能性が浮上した。今回得られたコア試料については、今後粒度測定、全炭素・全窒素濃度測定を実施する予定であり、高島沖コアとの対比の精度をさらに上げていく予定である。

キーワード: 琵琶湖, 堆積物, 高島沖, 年代, 古気候, テフラ

Keywords: Lake Biwa, sediment, Takashima-oki, age, paleoclimate, tephra

琵琶湖高島沖ボーリングコア中における過去約13万年間における高分解能古気候変遷史

Climate changes during the past 130 kyr based on biogenic silica record in Takashimaoki

村越 貴之^{1*}, 根上 裕成¹, 井内 美郎²

Takayuki Murakoshi^{1*}, Hiroshige NEGAMI¹, Yoshio Inouchi²

¹ 早稲田大学人間科学研究科, ² 早稲田大学人間科学学術院

¹Human Sci., Waseda Univ., ²Fac. Human Sci., Waseda Univ.

日本列島のほぼ中心に位置する琵琶湖は約43万年の連続した堆積記録を持つと同時に堆積速度が大きく、高時間分解能での古気候復元が可能である。本研究では1986年に琵琶湖高島沖で通商産業省地質調査所(現産業技術総合研究所)によって採取されたボーリングコアを用いて、100年以下の高時間分解能で過去13万年間の古気候の復元を試みた。分析項目には水域の主要一次生産者であり、堆積当時の古気候変遷を反映するとされる珪藻由来の生物源シリカ含有率(Biogenic silica content; BSC)を採用した。分析方法は吸光光度法的一种であるモリブデンイエロー法を用い、試料中の広域テフラや木片の放射性炭素年代測定による年代をもとに深度?年代曲線を作成し堆積年代を求めた。

測定した高島沖BSC記録と世界各地の先行研究の記録を比較したところ、海洋酸素同位体比カーブと類似した変動や、グリーンランド氷床コアにおけるハインリッヒイベントの時期に極小期ないしは減少傾向が見られた。また、高島沖BSC記録の周波数解析を行ったところ、ミランコビッチ・サイクルの地軸傾斜角度の変動周期や歳差運動周期に対応すると考えられる周期性や1500年の卓越した周期性を持つD-Oイベントと同様の周期性が確認できた。

日本周辺の古気候記録との対比では、ダンスガード?オシュガーイベント(D-Oイベント)に連動した東アジア夏季モンスーンの強化を示すとされる日本海底コア中の暗色層出現期との一致や、太平洋側海底コアから復元された表層海水温記録と類似した変動も見られた。このことから高島沖BSC記録が日本周辺の気候を反映し、琵琶湖周辺の103年前半オーダーの気候はグリーンランドからのテレコネクションに加え、何か他の要因が加わった可能性が高い。そのひとつの仮説として、日本周辺の海域の熱容量、ないし暖流の影響が考えられる。

キーワード: 琵琶湖, 生物源シリカ

Keywords: Lake Biwa, BSC

琵琶湖愛知川河口沖の洪水起源の堆積物

Flood sediment off rivermouth of Echi-gawa, Lake Biwa, Japan

井内 美郎¹, 里口保文², 中村祐貴³, 村越 貴之⁴, 橋本 岳^{5*}

Yoshio Inouchi¹, Yasuhumi, Satoguchi², Yuki, Nakamura³, Takayuki Murakoshi⁴, Gaku Hashimoto^{5*}

¹ 早稲田大学 人間科学学術院, ² 滋賀県立琵琶湖博物館, ³ 東京大学大気海洋研究所, ⁴ 早稲田大学大学院人間科学研究所,
⁵ 早稲田大学人間科学部

¹Faculty of Human Sciences, Waseda University, ²Lake Biwa Museum, ³Atmosphere and Ocean Research Institute, ⁴Graduate School of Human Sciences, Waseda University, ⁵School of Human Sciences, Waseda University

琵琶湖南東部愛知川河口沖で重力式柱状採泥器を用いて湖底堆積物を採取し、含水率、粒度、全炭素・全窒素濃度を測定した。その結果、ハイパーピクナイト類似の特徴を持つイベント堆積物を見出したので、報告する。

調査は2011年9月12日に行い、採泥地点は愛知川河口約1.5km沖の2地点で、B3(50cm)、B4(69cm)の2試料を得た。含水率は厚さ1cm毎に、粒度は厚さ5mm毎に、全炭素・全窒素濃度は厚さ5mm毎に測定した。

測定の結果、軟X線写真の暗色部で含水率が低く、粒度が粗く、元素の値が低いイベント堆積物が認められた。各イベント堆積物には、逆級化に始まり正級化に終わる、粒度のピークが1回もしくは複数回ある、植物片を含む、といった特徴が見られた。

B3 コアの植物片から得られた炭素14年代は、50-100年BPという結果であり、今回得られた試料は過去約100年程度の堆積物であると推定される。この期間の大きな洪水イベントとしては、1896年(明治29年)の琵琶湖大洪水や1917年(大正6年)の大正大洪水などがあり、今回採取されたイベント堆積物の中には、それらに相当する堆積物が含まれているものと考えられる。

キーワード: 琵琶湖, 洪水堆積物, ハイパーピクナイト

Keywords: Lake Biwa, flood sediment, hyperpycnite

下北半島沖 C9001C コアにおける花粉記録 : 過去 12 万年間の古気候変動復元 Paleoclimate reconstruction for the past 120 kyrs based on pollen analyses using deep-sea sediments from the core C9001C

菅谷 真奈美^{1*}, 奥田 昌明², 岡田 誠³
Manami Sugaya^{1*}, Masaaki Okuda², Makoto Okada³

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

¹Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University, ²Natural History Museum and Institute, Chiba, ³Department of Science, Ibaraki University

本研究はミランコビッチタイムスケールの花粉記録の獲得および古気候変動復元を目的として、海洋コアの花分析という手段を用いた。海洋コアに対し花粉分析を行うことは、花粉記録とは独立した、海洋酸素同位体比変動を用いた連続的な年代指標の獲得および、陸上環境プロキシと海洋環境プロキシとの直接対比という観点から、第四紀古気候学に対し非常に大きな貢献をするものと考えられる。

本研究では下北半島沖にて掘削された「ちきゅう」慣熟航海コア C902 C9001C を対象に花粉分析を行った。C9001C コアは底生有孔虫殻より得た酸素同位体比曲線から、MIS18 までを連続して堆積したコアとされる。本分析では過去 12 万年間までの層準について花粉分析を行い、連続的な花粉記録を得ることができた。

花粉群集組成の結果から、古植生変動および古気候変動を明らかにし、4 つの花分析帯を認定した。酸素同位体層序に基づくと、花粉帯は、1 期の温暖湿潤気候である落葉広葉樹林帯は MIS5e に、2 期 (a~d) の寒冷化が進行する針広混交林帯は MIS5d~5a に、3 期の寒冷乾燥気候の亜寒帯針葉樹林帯は MIS4~2 に、4 期の温暖湿潤気候の落葉広葉樹林帯は MIS1~現在に、それぞれ対比される。このことから、下北半島周辺では汎地球的な変動と同様の寒冷・温暖の繰り返しが認められると分かった。また、これらの植生および気候は、現在の下北半島~北海道の亜高山帯までと対応していると分かる。

得られた花粉記録にモダンアナログ法を適用し、古気候の定量復元を行った。古気温の復元結果には、酸素同位体比変動と同様の氷期 間氷期変動が明瞭に現れている。一方で、夏季降水量は氷期 間氷期変動とは異なる周期を示しており、その周期は歳差運動に類似する。算出された最暖月平均気温と最寒月気温の差を年気温較差とすると、この年気温較差は夏季降水量と非常に強い逆相関関係を示すと分かった。このことは、琵琶湖の湖底堆積物コアの記録より示唆されたモンスーン変動メカニズム仮説を支持する。

以上のことから、C9001C コアの花分析記録は陸上の花分析記録と充分に対比できる古植生・古気候変動史を復元でき、さらに氷期 間氷期サイクルとモンスーン強度サイクルの両方を抽出できることが明らかとなった。

キーワード: 花粉分析, 氷期 間氷期, 定量復元, 東アジアモンスーン

Keywords: pollen analysis, glacial/interglacial, quantitative reconstruction, East Asia monsoon

茨城県における後期更新世の非海成層由来の花粉記録を用いた古気候復元 Paleoclimate reconstruction based on pollen records from Late Pleistocene non-marine sequence in the Ibaraki Prefecture

池田 悠人^{1*}, 岡田 誠², 菅谷 真奈美¹, 大井 信三¹
Yuto Ikeda^{1*}, Makoto Okada², Manami Sugaya¹, Shinzou Ooi¹

¹ 茨城大学大学院理工学研究科, ² 茨城大学理学部

¹Graduate school of Science and Engineering, Ibaraki University, ²Department of Science, Ibaraki University

本研究では花粉分析を用いて茨城県内における海洋同位体ステージ (MIS)6 ~ 5e の時代の古気候を定量的, また平面分布的に復元することを目的とし, 分析のための試料を県内 3ヶ所の露頭 (Site1 ~ Site3) において計 47 層準より採取した。試料に前処理と検鏡作業を行った結果, 議論に値する数の花粉化石を抽出することができたのは 47 層準中わずかに 14 層準のみであり, 同定した花粉・胞子化石は全部で 33 分類群であった。

分析結果に MAT を用いて古気候 (TANN: 年間平均気温, MTWA: 最暖月平均気温, MTCO: 最寒月平均気温) を復元した。復元結果はいずれも年代を重ねるごとに低下傾向を示し, 約 130~127ka の茨城県行方市は現在の北海道からサハリンの気候へと変化していったことが示されたが, この結果は本地層が氷期から間氷期への移行期の堆積物であるという見解と矛盾した。この矛盾に対して, 本復元結果は氷期から間氷期への移行中の寒冷化ショートイベントをみていると推察された。

キーワード: 花粉分析, 古気候, MIS6/5 境界

Keywords: Pollen analysis, Paleoclimate, MIS 6/5 boundary

岐阜県土岐市菱屋鉦山における土岐口陶土層の古土壌からの検討

The study on the paleosols in the Tokiguchi Porcelain Clay Formation at Hishiya Mine in Toki, central Japan.

葉田野 希^{1*}, 吉田 孝紀²

Nozomi Hatano^{1*}, Kohki Yoshida²

¹ 信州大学大学院理工学系研究科, ² 信州大学理学部地質科学科

¹Division of Science and Technology, Graduate School of Shinshu University, ²Department of Geology, Faculty of Science, Shinshu University

中新統から鮮新統の陸成層である瀬戸層群は、上部の土岐砂礫層と下部の土岐口陶土層に区分される(赤嶺, 1954)。土岐口陶土層については、粘土の成因解明を目的とした粘土鉱物学的研究(北崎・荒木, 1952; 野沢, 1953; 種村, 1964; 藤井, 1967 など)や、堆積相解析における堆積環境の検討(中山, 1991; 實吉ほか, 2000; 中嶋ほか, 2004)がなされている。しかし、堆積環境と粘土鉱物学的観点を併せて、陶土層の形成要因を詳細に検討した例はない。本研究では、古土壌学的手法を用いた詳細な環境の復元、X線回折を用いた粘土鉱物の分析から、岐阜県土岐市菱屋鉦山における土岐口陶土層の形成要因について検討を行った。

堆積相解析の結果、菱屋鉦山に分布する土岐口陶土層は、河川とその後背湿地で堆積したと考えられ、後背湿地性の堆積相が大部分を占めている。また、後背湿地堆積物において10層の古土壌層を認識した。

野外での古土壌観察の結果、根化石、土色、鏡下における土壌微細構造の違いを総合して、次の3つの後背湿地環境を識別した。一つめは、根化石とcavity fillingなどの土壌微細構造が未発達であり、青色~オリーブ色の土色を呈する堆積物で、より還元的な環境が考えられる。二つめは、高師小僧、鉄酸化物斑紋がみられ、赤褐色の土色を呈する堆積物であり、酸化的環境に形成されたと考えられる。三つめは、根化石、土壌微細構造が豊富にみられ、黄鉄鉱ノジュールを産する堆積物で、より水位変動のある環境が考えられる。

X線回折分析では、2 μm以下の粘土粒子を対象とし、エチレングリコール処理、150 °300 °500 °の加熱処理、塩酸処理、塩化カリウム処理をそれぞれ行い、粘土鉱物の同定を行った。その結果、粘土鉱物は、カオリナイト、Al-バーミキュライト、雲母粘土鉱物からなることが分かった。この粘土鉱物組み合わせとピーク強度は、層準に関わりなくほぼ一定であり、後背湿地の堆積物全体にわたって同様であることがわかった。本研究地域に分布する陶土層では、亜炭層、土壌化がみられ、陶土層堆積時の土壌環境は酸性であった可能性がある。このような土壌環境において、カオリナイト、Al-バーミキュライトが風化作用によって結晶化したことが考えられる。

以上より、土岐口陶土層の生成には、後背湿地~湖沼の堆積環境、地下水位の変動による細粒物質への土壌化の進行が寄与していると考えられる。

文献

赤嶺秀雄 (1954). 資源化学所研究所彙報, 34, 25-39.

藤井紀之 (1967). 地質調査月報, 18, 1-19.

北崎梅香・荒木春視 (1952). 資源化学所研究所彙報, 34, 80-91.

中嶋雅宏・中山勝博・百原新・塚腰実 (2004). 地質学雑誌, 110(4), 204-221.

中山勝博 (1991). 地質学雑誌, 97(12), 945-958.

野沢和久 (1953). 資源化学所研究所彙報, 32, 31-41.

實吉玄貴・中山勝博・塚腰実 (2000). 地球科学, 54, 127-143.

種村光郎 (1964). 地質調査所報告, 203, 1-40.

キーワード: 土岐口陶土層, 堆積環境, 古土壌, 風化作用, 粘土鉱物組成

Keywords: Tokiguchi Porcelain Clay Formation, Depositional environment, Paleosols, Weathering, Clay mineral assemblage

日本列島降下物中の石英の ESR 信号と結晶化度の年変化 Temporal change of the sources of Aeolian dust delivered to East Asia revealed by ESR signal and Crystallinity Index

山本 裕哉^{1*}, 豊田 新¹, 長島 佳菜², 五十嵐 康人³, 多田 隆治⁴

Yuya Yamamoto^{1*}, Shin Toyoda¹, Kana Nagashima², Yasuhito Igarashi³, Ryuji Tada⁴

¹ 岡山理科大学, ² 海洋研究開発機構, ³ 気象研究所, ⁴ 東京大学

¹Okayama University of Science, ²Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ³Metrological Research Institute,

⁴The University of Tokyo

Change of atmospheric circulation system in the past is an important issue for studies of paleoclimate. Aeolian dust, fine particle suspended in air and brought by wind, is a clue to know the wind direction and the strength in the past. Historical record of aeolian dust accumulation in Japan will give important information on this issue as well as on the climate change in the arid source regions in China. Various features, such as grain size distribution, mineral compositions, and isotope compositions, have been investigated for loess sequence for this purpose. In the present study, we would like to propose that ESR signals in quartz are other good proxies as well.

We observe the signals of the E_1' center, an unpaired electron trapped at an oxygen vacancy. It was shown previously that, by measuring the number of oxygen vacancies, as evaluated as the heat treated the E_1' center, in loess sequence, the aeolian dust source in Holocene was different from that in LGM (Toyoda and Naruse, 2002). Later, the crystallinity index was found to be another proxy for such studies. Temporal change of the origins of the eolian dust accumulated in the Sea of Japan was found to be correlated with the climate change by using crystallinity index and the number of oxygen vacancies (Nagashima et al., 2007).

The samples of monthly atmospheric deposition (total deposition = wet + dry) were collected for a month in a 0.5 m² plastic open surface collector installed in the observation field of the meteoritic observatories at Fukuoka and at Akita for one month. The collected samples in the container were heated to evaporate out the water. Meteorological Research Institute offered the atmospheric depositions collected in March and in June in 1964 to 2000 for the present study. Samples of fine grain river sediment were also collected at Fukuoka and at Akita

The temporal changes in the number of oxygen vacancies in quartz of atmospheric depositions collected at Akita and at Fukuoka were investigated. The temporal change of the number in the sample collected at Fukuoka in March is correlated with the total Kosa days, while no correlation was found in Akita but gradual decrease with age. The number of oxygen vacancies in quartz in the atmospheric deposition might be an indicator to estimate quantitatively the contribution of the dust originated from Chinese to the atmospheric deposition. The difference between Fukuoka and Akita would imply possible difference in mode of transportation of the dust to these two cities.

キーワード: ESR

Keywords: ESR

貝形虫殻のMg/Caを用いた後期鮮新世における日本海の浅海および中層の古水温変動

Temperature changes of shallow waters during the late Pliocene in the Sea of Japan based on Mg/Ca of ostracode shells

山田 桂^{1*}, 後藤隆嗣², 入月俊明²

Katsura Yamada^{1*}, GOTO, Takashi², IRIZUKI, Toshiaki²

¹ 信州大学, ² 島根大学

¹Shinshu University, ²Shimane University

後期鮮新世における日本海の中層および浅海域の水温を定量的に復元するため、中層および日本海固有水に生息する *Kriithe* 属と浅海に優占する *Cytheropteron* 属貝形虫殻の Mg/Ca の分析を行った。新潟県に分布する鍬江層の胎内ルートおよび坂井ルートより約 60 試料を採取し、そこから完全な成体殻を抽出した。2-6 個体を 1 試料とし、高知コアセンターの ICP-AES により Mg/Ca を測定した。*Kriithe* 属については一般的に使用される 7 つの回帰式 (例えば, Dwyer et al., 2002) を、*Cytheropteron* 属については新たに日本海表層試料を用いて作成した回帰式をそれぞれ古水温復元に用いた。

胎内ルートについて、得られた中層水温は 0.5-15 °C の値を示し、異なる回帰式による各試料の水温幅は 2.0-7.5 °C であった。中層水温は間氷期に大きく変動し、氷期はほとんど変動しなかった。また、MIS G17 では間氷期最盛期に最も低い水温 (0.5-3 °C) を示し、その前後で相対的に高いピーク (6-10 °C) を示した。これらのことは、氷期から間氷期に至る時期に、中層水に温暖な中層水 (TIW) が流入し始め調査地域の底層水温は上昇したが、間氷期最盛期に海水準が最も高くなり TIW の下位に位置する冷たい固有水の影響を受け、水温は低下したことを示唆していると考えられる。また、氷期への移行期には再び TIW の影響下になり、その後海水準低下に伴う TIW の消滅により水温は低下したと推察される。また、氷期の水温変動が小さい理由は、TIW 消滅後の中層域では、寒冷化に伴う水温低下と浅海化による水温上昇のバランスがとれていたため、と考えられる。浅海域の水温は 7-14 °C で変動し、氷期と間氷期最盛期に相対的に低い値を示した。以上のデータに基づき、MIS G17 と G13 について浅海と中層水温から温度勾配を復元した。また、中層水温は現在の 150-200 m の水深における水温と比べて 4-6 °C 高かったことが示された。

坂井セクションにおける中層水温は浅い貝形虫群集が卓越する層準で低く、深い貝形虫群集が卓越する層準で比較的高い値を示した。一方、浅海の水温は 5 °C の範囲で頻繁に変動を繰り返した。坂井セクションで見られた中層水温の氷期-間氷期に対する変化パターンは、胎内セクションのそれとは異なっていた。貝形虫化石群集や岩相に基づく、坂井セクションは胎内セクションより浅い環境で堆積したと考えられることから、この堆積水深の違いが中層水温の変化パターンの違いを引き起こしたと推察される。

キーワード: 日本海, 後期鮮新世, 貝形虫, Mg/Ca, 古水温

Keywords: Sea of Japan, Late Pliocene, Ostracod, Mg/Ca, Paleo-water temperature

アルケノン古水温に基づく完新世日本海表層水温境界変動の復元 Reconstruction of SST Front behavior in the Japan Sea during the Holocene based on Alkenone paleothermometer

安部 雅人¹, 山本 正伸², 多田 隆治^{1*}, 板木 拓也³, 藤根和穂¹, 長島 佳菜⁴, 内田昌男⁵

Masahito Abe¹, Masanobu Yamamoto², Ryuji Tada^{1*}, Takuya Itaki³, Kazuho Fujine¹, Kana Nagashima⁴, Masao Uchida⁵

¹ 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻, ² 北海道大学地球環境科学研究院, ³ 産業技術総合研究所, ⁴ 海洋研究開発機構, ⁵ 国立環境研究所

¹Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, ²Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, ³National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ⁴Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Research Institute for Global Change, ⁵Center for Environmental Measurement and Analysis, National Institute for Environmental Studies

日本海は4つの浅い海峡でのみ周囲の海と通じる北西太平洋の縁海である。日本海の海洋環境は、南に位置する東シナ海から流入する対馬暖流による熱や塩分に強く影響されることが知られている。日本海では、北緯40度付近に水温の南北勾配が特に強い箇所が形成され、水温前線と定義とされる。水温前線の位置は水深によって異なり、特に対馬暖流とリマン寒流の境界を示す水深100mにおける水温前線を亜極前線という。日本海における亜極前線位置変動の復元は、Choi et al. (2011) により、日本海の東西でのアルケノン古水温分布を用いて過去16万年間について行われた。しかし、亜極前線位置の変動が最も良く現れると思われる日本海中央部北緯40度付近の水温情報が欠落しており、東西の水温分布をもとに亜極前線の南北移動を捉える事は適切ではない。また、日本海における古水温復元は氷期-間氷期スケールでは行われているものの、完新世における高解像度の記録がないため、数百~千年スケールでどのように水温変動が起こったかは明らかではない。

そこで本研究では、日本海の南北断面を構成する3本のコアを研究対象に選定し、過去11000年間のアルケノン古水温を復元した。北端の大和堆に位置するKR07-12 PC-8 コアについては独自にアルケノン分析を行い、南端にある隠岐堆のMD01-2407 コアについてはFujine et al. (2009) において分析されたデータに追加する分析を行った。更に3本のコアの中央に位置するODP797のコアについてはXing et al. (2011) のデータを用いた。これにより、完新世におけるアルケノン古水温の南北分布を復元し、それを基に日本海中央部における水温前線の位置変動を捉える事を試みた。アルケノン古水温が反映する水深、季節については、Lee et al. (2011) の結果を再解釈し、水深約10mの春~夏における水温を反映しているとした。

大和堆中央部から復元されたアルケノン水温は11000年前から7000年前にかけて10 から16 の上昇傾向であったのに対し、ODP797およびMD01-2407 コアから得られたアルケノン古水温はこの時期にそれぞれ約16、約18 でほぼ一定で、大きな変化を示さなかった。これらの結果から、南北でのアルケノン古水温差は完新世初期には約7 あったものが完新世中期では2 にまで減少したことが判明した。現在の水深0~10mでの水温前線の温度分布との比較から、推定した水温前線の位置は完新世初期から中期にかけて緯度にして約2度北上したものと推定される。

この水深約10mでの水温前線の北上の原因について、放散虫化石群集を用いた対馬暖流の変動とアルケノン古水温を比較した結果、完新世中期まで対馬暖流第三分枝が勢力を増し、日本海中央部の水温が上昇するため前線が北上すると考えられた。このことから本研究で復元した水深10mの春~夏における水温前線の北上は、対馬暖流第三分枝の北上を原因とし、対馬暖流とリマン寒流の境である亜極前線を捉えていると結論付けた。

日本海後期更新世堆積物の主要元素組成変動に顕われる周期性の特徴 Characteristics of periodicities exhibited in the major elements' variation of the late Pleis- tocene Japan Sea sediments

入野 智久^{1*}, 多田 隆治²
Tomohisa Irino^{1*}, Ryuji Tada²

¹ 北大・地球環境, ² 東大・理

¹Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido Univ., ²Faculty of Science, Univ. of Tokyo

Major element composition of marine sediment is generally controlled by the mineral composition that is also affected by sorting effect during their transport process. This feature can be used for the variability of provenance and transport pathway of detrital fraction in the sediments of the Japan Sea. Detrital fraction in the sediments collected from the abyssal part of the Yamato Basin in the Japan Sea has been regarded as the mixture of eolian dust and the detritus derived from the Japan Arc.

Eolian dust source for the Japan Sea sediments is desert and loess area of the inland China. Loess can be classified into two types based on their major element composition. One is distributed close to desert area and called typical loess. The other is peripheral soil (weathered loess) distributed surrounding typical loess and desert area. Weathered loess is distributed in the north-eastern and southern China. We conducted spectral analysis for the temporal variations of winter and summer monsoon intensity deduced from contribution of typical and weathered loess, respectively, to the Japan Sea sediments. Typical loess contribution shows 100ky, 41ky, and 23ky periodicities widely known as the Milankovitch bands. On the other hand, Weathered loess contribution shows 41ky obliquity cycle as well as 293ky, 55ky, 32ky, and 27ky.

Detritus from typical loess is major part of eolian dust transported to the Japan Sea. In general, amount of dust transported to down wind is controlled by dust availability (aridity) of source area or length of dust season. Both require a southward migration of summer monsoon front which is nearly equal to the summer position of westerly jet suppressing the precipitation inland China and keeping a long lasting dust season (spring-like condition), which indicates weaker summer monsoon. Possible mechanisms to transport weathered loess to the Japan Sea are northwesterlies during winter or southward migration of westerlies main axis. Both phenomena require the stronger Siberian High during winter, which indicates stronger winter monsoon. Coherent 41 ky cycle seen in both typical and weathered loess suggests the latitudinal position of westerly is highly responsible for the East Asian monsoon. Trade-off relationship between winter and summer monsoon intensities is expressed only in this periodicity. Lack of common periodicities other than 41 ky suggests that winter monsoon behaves independently of summer monsoon in the East Asia.

キーワード: 日本海, 堆積物, ODP 797 地点, 主要元素, 周期性

Keywords: Japan Sea, Sediment, ODP Site 797, major element, periodicity