

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

佐野 雅規^{1*}; 安江 恒²; 木村 勝彦³; 中塚 武¹
SANO, Masaki^{1*}; YASUE, Koh²; KIMURA, Katsuhiko³; NAKATSUKA, Takeshi¹

¹ 総合地球環境学研究所, ² 信州大学, ³ 福島大学

¹Research Institute for Humanity and Nature, ²Shinshu University, ³Fukushima University

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

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

キーワード: 樹木年輪, 酸素同位体比, 屋久島, モンスーン

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

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

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

原田 麻央^{1*}; 渡邊 裕美子¹; 中塚 武²; 田鶴 寿弥子³; 堀川 祥生³; バンバン スビヤント⁴; 杉山 淳司³; 津田 敏隆³; 田上 高広¹

HARADA, Mao^{1*}; WATANABE, Yumiko¹; NAKATSUKA, Takeshi²; TAZURU, Suyako³; HORIKAWA, Yoshiki³; BAMBANG, Subiyanto⁴; SUGIYAMA, Junji³; TSUDA, Toshitaka³; TAGAMI, Takahiro¹

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

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

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

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

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

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

島田 愛子^{1*}; 豊田 新²; 高田 将志¹
SHIMADA, Aiko^{1*}; TOYODA, Shin²; TAKADA, Masashi¹

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

羽田 裕貴^{1*}
HANEDA, Yuuki^{1*}

¹ 茨城大学
¹Ibaraki University

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

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

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

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

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

キーワード: 古地磁気層序, 酸素同位体層序, 年代層序学

Keywords: paleomagnetic stratigraphy, oxygen isotopic stratigraphy, chronostratigraphy

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

滝沢 侑子^{1*}; 山本 洗樹³; 林田 明⁴; 公文 富士夫²
TAKIZAWA, Yuko^{1*}; YAMAMOTO, Hiroki³; HAYASHIDA, Akira⁴; KUMON, Fujio²

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

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

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

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

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

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

ト部 輔^{1*}; 公文 富士夫²
URABE, Tasuku^{1*}; KUMON, Fujio²

¹ 信州大学大学院, ² 信州大学理学部物質循環学科

¹Faculty of Science, Shinshu University, ²Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, Shinshu University

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

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

キーワード: 第四紀後期, 日本海, TOC, 年代層序

Keywords: Late Quaternary, Japan Sea, TOC, Chronology

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

菅谷 真奈美^{1*}; 奥田 昌明²; 岡田 誠¹
SUGAYA, Manami^{1*}; OKUDA, Masaaki²; OKADA, Makoto¹

¹茨城大学, ²千葉県立中央博物館

¹Ibaraki University, ²Natural History Museum and Institute of Chiba

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

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

Reference

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

キーワード: 花粉, モンスーン, 海洋コア

Keywords: pollen, monsoon, marine core

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

岡崎 裕典^{1*}; 山本 窓香¹; 河瀨 俊吾²; 池原 実³

OKAZAKI, Yusuke^{1*}; YAMAMOTO, Madoka¹; KAWAGATA, Shungo²; IKEHARA, Minoru³

¹九州大学, ²横浜国立大学, ³高知大学

¹Kyushu University, ²Yokohama National University, ³Kochi University

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

九州パラオ海嶺において 1971 年に掘削された DSDP Site 296 (水深 2920 m) 堆積物試料の上部 300 m から約 2 m おきに試料を分取した。堆積物試料中から底生有孔虫、*Cibicides wuellerstorfi* および *Cibicoides mundulus* を実体顕微鏡下で拾い出し、炭素および酸素の安定同位体比を測定した。海底面に生息する 2 種は CaCO_3 殻形成時に深層水の $\delta^{13}\text{C}$ 値を反映する (McCorkle et al., 1997)。高知大学海洋コア総合研究センターの炭酸塩デバイス付安定同位体比質量分析計 (IsoPrime) を用いて、計 118 試料の底生有孔虫安定同位体比測定を行った。

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

キーワード: 北太平洋, 底生有孔虫, 安定同位体比, 中新世, 鮮新世

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

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

レラ シュテファン¹; 内田 昌男^{1*}
RELLA, Stephan¹; UCHIDA, Masao^{1*}

¹ 国立環境研究所

¹National Institute for Environmental Studies

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

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

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

安川 和孝^{1*}; 中村 謙太郎¹; 加藤 泰浩²; 池原 実³
YASUKAWA, Kazutaka^{1*}; NAKAMURA, Kentaro¹; KATO, Yasuhiro²; IKEHARA, Minoru³

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

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

Hyperthermals の痕跡は、ここ数年で世界各地 (例えば太平洋, 大西洋, 北極海, ヨーロッパ, 北米内陸部など) から相次いで報告されている。しかし、これまでにインド洋の海底堆積物から報告された事例はほとんどなく、インド洋は hyperthermals に関して情報の空白域となっている。本研究では、インド洋で過去に掘削された 4 本の DSDP/ODP 堆積物コア (DSDP Site 213, DSDP Site 259, ODP Site 738C, ODP Site 752) から採取した 376 試料について、全岩炭酸塩の $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ および CaCO_3 含有量を分析した。その結果、Site 738C および Site 752 において、PETM を含む前期始新世の hyperthermals にあたるとみられる $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ 異常および CaCO_3 含有量の減少を見出した。両 Site から復元されたのは H1 (Eocene Thermal Maximum 2; ETM2)/H2 イベントおよび I1/I2 イベント [3] と考えられる。ETM2 の $\delta^{13}\text{C}$ 異常は Site 752 で約 -1 ‰, Site 738C で約 -0.5 ‰, I1 の $\delta^{13}\text{C}$ 異常は Site 752, Site 738C とも約 -0.6 ‰であった。これらの異常は太平洋や大西洋などで得られている hyperthermals の記録と同程度の規模であり、インド洋の hyperthermals も他の海洋と同等の同位体比異常で特徴づけられることが明らかになった。

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

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

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

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

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

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

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

OHGAI, Rumi^{1*}; ABE-OUCHI, Ayako²; TAKEMURA, Toshihiko³; SUEYOSHI, Tetsuo¹; WATANABE, Shingo¹;
HAJIMA, Tomohiro¹; O'ISHI, Ryouta⁴; OKAJIMA, Hideki¹; SAITO, Fuyuki¹; CHIKAMOTO, Megumi⁵; KAWAMIYA,
Michio¹

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

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

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

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

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

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

キーワード: 最終氷期最大期, ダスト, 気候感度, 地球システムモデル

MIS30-P11

会場:3 階ポスター会場

時間:4 月 28 日 18:15-19:30

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

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

池田 久士^{1*}; 村上 拓馬²; 勝田 長貴³
IKEDA, Hisashi^{1*}; MURAKAMI, Takuma²; KATSUTA, Nagayoshi³

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

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

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

久持 亮^{1*}; 渡邊 裕美子¹; 阿部 勇治²; 田上 高広¹
HISAMOCHI, Ryo^{1*}; WATANABE, Yumiko¹; ABE, Yuji²; TAGAMI, Takahiro¹

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

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

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

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

キーワード: 石筍, 縞, 古気候

Keywords: stalagmite, laminae, paleoclimate

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

井内 美郎^{1*}; 山田 和芳¹; 岡村 眞²; 松岡 裕美²; 里口 保文³; 林 竜馬³; 公文 富士夫⁴; 松久 幸樹⁵; 岡田 涼祐⁵; 川島 頌平⁵

INOUCHI, Yoshio^{1*}; YAMADA, Kazuyoshi¹; OKAMURA, Makoto²; MATSUOKA, Hiromi²; SATOGUCHI, Yasuhumi³; HAYASHI, Ryouma³; KUMON, Fujio⁴; MATSUHISA, Koki⁵; OKADA, Ryouyusuke⁵; KAWASHIMA, Shouhei⁵

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

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

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

キーワード: 琵琶湖, 堆積物, 古環境変遷, 年代モデル

Keywords: Lake Biwa, sediment, paleoenvironment, age model

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

松久 幸樹^{2*}; 松野下 晃治²; 岡田 涼祐²; 川島 頌平²; 山田 和芳¹; 井内 美郎¹; 公文 富士夫³; 岡村 眞⁴; 松岡 裕美⁴; 里口 保文⁵; 林 竜馬⁵
MATSUHISA, Koki^{2*}; MATSUNOSHITA, Kouji²; OKADA, Ryosuke²; KAWASHIMA, Shyohei²; YAMADA, Kazuyoshi¹; INOUCHI, Yoshio¹; KUMON, Fujio³; OKAMURA, Makoto⁴; MATSUOKA, Hiromi⁴; SATOBUCHI, Yasufumi⁵; HAYASHI, Ryoma⁵

¹ 早稲田大学人間科学学術院, ² 早稲田大学人間科学部, ³ 信州大学理学部物質循環学科, ⁴ 高知大学理学部, ⁵ 滋賀県琵琶湖博物館

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

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

キーワード: 琵琶湖, 堆積物, 古気候, 粒度, 全炭素, 全窒素

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

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

佐藤 善輝^{1*}; 松岡 裕美²; 岡村 眞³; 鹿島 薫⁴

SATO, Yoshiki^{1*}; MATSUOKA, Hiromi²; OKAMURA, Makoto³; KASHIMA, Kaoru⁴

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

¹Faculty of Science, Kyushu University, ²Faculty of Science, Kochi University, ³Science Research Center, Kochi University,

⁴Faculty of Science, Kyushu University

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

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

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

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

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

参考文献

池谷ほか1990. 地質学論集 36, 129-150.

森田ほか1998. Laguna(汽水域研究) 5, 47-53.

町田・新井2003. 新編火山灰アトラス. 東京大学出版会. 337p.

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

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

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

オルホンセレンゲアレクサンドラ¹; 長谷川 精^{2*}
ORKHONSELENGE, Aleksandr¹; HASEGAWA, Hitoshi^{2*}

¹ モンゴル国立大学地理地質学科, ² 名古屋大学博物館

¹School of Geography and Geology, National University of Mongolia, ²Nagoya University Museum

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

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

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

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

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

後藤 大智^{1*}; 鹿島 薫¹; 山田 和芳²; 原口 強³; 井村 隆介⁵; 米延 仁志⁴
GOTO, Daichi^{1*}; KASHIMA, Kaoru¹; YAMADA, Kazuyoshi²; HARAGUCHI, Tsuyoshi³; IMURA, Ryusuke⁵; YONENOBU, Hitoshi⁴

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

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

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

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

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

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

【結果】

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

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

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

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

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

埋積により、池の端にあった湿地が陸地化したため、池水の pH は上昇した。

(4) 深度 6.02m~3.02m 約 10800 年前~4600 年前

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

(5) 深度 3.02m~1.63m 約 4600 年前~1500 年前

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

(6) 深度 1.63m~0.03m 約 1500 年前~現在

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

MIS30-P18

会場:3 階ポスター会場

時間:4 月 28 日 18:15-19:30

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

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

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

姜 怡辰^{1*}; 鹿島 薫²; 瀬戸 浩二³; 谷 幸則⁴; 井上 源喜⁵

KANG, Ijin^{1*}; KASHIMA, Kaoru²; SETO, Koji³; TANI, Yukinori⁴; MATSUMOTO, Genki I.⁵

¹九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻, ²九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門, ³島根大学汽水域研究センター, ⁴静岡県立大環境科学研究所, ⁵大妻女子大学社会情報学部

¹Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University, ²Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University, ³Research Center for Coastal Lagoon Environments, Shimane University, ⁴Institute of Environmental Sciences, University of Shizuoka, ⁵School of Social Information Studies, Otsuma Women's University

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

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

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

キーワード: 南極沿岸湖沼, 古湖沼学, 珪藻, 完新世, 堆積物コア

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

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

山田 和芳^{1*}; 篠塚 良嗣²; 瀬戸 浩二³; 原口 強⁴; 米延 仁志⁵
YAMADA, Kazuyoshi^{1*}; SHINOZUKA, Yoshitsugu²; SETO, Koji³; HARAGUCHI, Tsuyoshi⁴; YONENOBU, Hitoshi⁵

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 鳴門教育大学

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

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

ヤウリウイリ湖は、標高 4,384 m の地点にあり、イグニブライトで構成される基盤岩が露出する U 字谷と前面に残るモレーンに囲まれた面積 4 km² の小さな湖沼である。ここで、水底下の地下構造を簡便に把握することができる音波探査装置 (Synquest 社製: StrataBox) を用いて、水域全体の地下地質を観察した。その結果、氷河浸食された基盤岩の上に、主に水域南部にてモレーンの礫層が堆積し、それにパックされた水域にて最大層厚約 10 m の粘土層を確認できた。また、反射面の検討から、粘土層中には少なくとも 6 枚の砂もしくは火山灰薄層が確認できた。

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

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

キーワード: ペルー, ヤウリウイリ湖, 気候変動, ナスカ文化

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