

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 5 月 25 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26287130

研究課題名(和文)大西洋および日本海深海掘削コアの植物由来有機分子分析による第四紀古植生変動の復元

研究課題名(英文) Reconstruction of variations in paleovegetation during the Quaternary by analysis of plant-derived organic molecule in the deep sea drilling sediment cores from the Atlantic Ocean and Japan Sea

研究代表者

沢田 健 (Sawada, Ken)

北海道大学・理学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：20333594

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：国際深海掘削計画(IODP)北東大西洋イベリア半島沖(U1385)と日本海北海道南西沖(U1423)で掘削された海底堆積物コアにおいて、陸上植物テルペノイドなどの植物バイオマーカーと花粉の分析を行った。その結果、U1423において過去約430万年間の長期の古植生変動を、U1385では酸素同位体比ステージ(MIS)12～10に注目して数百年スケールの短周期の古植生変動を復元した。特に、スギ・ヒノキ科由来やマツ科由来のジテルペノイド指標による古植生変動が、氷期/間氷期スケールやさらに数百年スケールのグローバルな寒暖の気候変動とよく同調することがわかり、新たな古植生指標として高い適用性を提示した。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study is to reconstruct variations in paleovegetation and terrestrial paleoenvironment by analyses of terrestrial plant-derived biomarkers and pollen/spore in sediment cores from northeastern Atlantic Ocean off the Iberian Peninsula (U1385) and the Japan Sea off the southwestern coast of Hokkaido (U1423) collected by the International Ocean Drilling Program (IODP). We reconstructed the paleovegetation variations during 4.3 million years and centennial-scale variations during the marine isotope stages (MIS) 12 - 10 in U1423 and U1385 sites, respectively. In particular, the paleovegetation variations reconstructed by the indicators for diterpenoids derived from Taxodiaceae/Cupressaceae and Pinaceae are synchronous to the global climatic variations such as warm/cool conditions with glacial/interglacial or centennial scales, confirming high applicability of the terpenoid proxy for reconstructing paleovegetation from deep sea sediment.

研究分野：生物地球化学、有機地球化学、古気候学、堆積地質科学、古生物化学

キーワード：古植生解析 植物バイオマーカー 花粉分析 深海掘削コア 古気候 陸源物質輸送 日本海北海道沖 北東大西洋イベリア半島沖

### 1. 研究開始当初の背景

第四紀における氷期/間氷期周期のような数 10 万年からダンスガード・オシュガー (Dansgaard-Oeschger) 周期のような数百年スケールの海洋環境変動を復元する研究が多く行われ、長時間スケールにおけるグローバルな海洋気候・環境システムの解明にむけた研究がなされている。そのような古海洋学研究にくらべて、陸域の気候・環境変動に関する研究は極めて少ない。それは陸域において数万年以上の時間スケールで連続的に記録を残す媒体が乏しく、かつ環境・気候変動の指標となる化石や化学物質が少ないことが大きな要因である。陸域には湖沼堆積物や土壌などの記録媒体があるが、限られた短い年代の記録をとどめているに過ぎない。しかし、近年、連続的に堆積した海底堆積物コアを用いて、その中に含まれる花粉の分析から陸域の気候・環境変動を復元する研究が行われている。数少ない研究の中での代表例として、北東大西洋フランス・スペイン沖 (Sanchez Goñi et al., 2008, Quat.Sci.Rev., 27, 1136 など) と北西太平洋中部日本沖 (Igarashi and Oba, 2006, Quat.Sci.Rev., 25, 1447) で採取された第四紀の堆積物コアで行われた研究がある(図 1)。これらの研究において、花粉情報から得られた周辺の植生が、惑星軌道 (オービタル) 周期(数万年)からダンスガード・オシュガー周期(数百年)のスケールで変動し、グローバルな気候システムに影響を受けていることが明らかになってきた。しかし、海底堆積物を用いた場合、そこに含まれる花粉化石はあくまで異地性のものであり、それらが運搬/堆積する際に元の植生情報に偏りが生じることが指摘されている。そして、これまで海底堆積物において花粉分析以外の陸域環境復元の研究は行われていない。

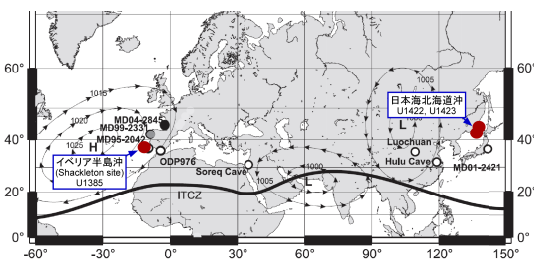


図 1 イベリア半島沖(北東大西洋)と日本海北海道沖(北西太平洋)の掘削コアの採取サイトとこれまで研究された重要なサイト(Sanchez Goñi et al., 2008, Quat.Sci.Rev., 27 を改変).

一方、この約 10 年間、陸上植物に由来する有機分子 生物指標分子(バイオマーカー)であるテルペノイド(図 2)を使った指標から陸上植生を復元する研究が報告されるようになった(van Aarssen et al., 2000, Geochim. Cosmochim. Acta. 64, 1417; Hautevelle et al., 2006, Org.Geochem. 37, 610)。このような植物バイオマーカーは海底堆積物に普遍

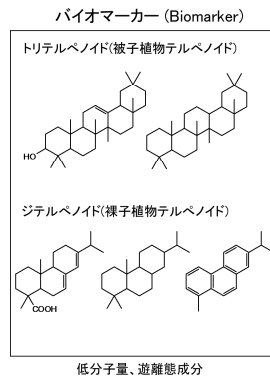


図 2 陸上高等植物に由来する生物指標分子(バイオマーカー)のテルペノイドの例。トリテルペノイド、ジテルペノイドはそれぞれ被子植物、裸子植物が合成する。

的に含まれていることが知られ、古植生・陸域古環境変動を復元するための新しい指標になると期待される。この植物バイオマーカー指標はこれまでおもに白亜紀～新第三紀の地層において応用されている。研究代表者の研究室でも植物バイオマーカーを用いた古植生変動の復元のための研究を行って、植物テルペノイドによる古植生復元の成果をあげてきた。それらの研究では、白亜紀における被子植物の進化・拡大とそれによる植生の変化を明らかにするために、植物化石試料を用いて、被子植物と裸子植物の古植生比を推定するバイオマーカー指標(芳香族テルペノイド被子・裸子植生指数: ar-AGI)を設定・検討し、確立した(Nakamura et al., 2010, Org. Geochem. 41, 975)。このような植物テルペノイドによる古植生指標を、第四紀のような比較的近過去の古植生変動の復元のために適用できると、より詳細で多面的な植生・陸上環境気候データを得ることができるという着想を得た。第四紀堆積物での古植生解析への研究例は 2, 3 報告されているが (Boot et al., 2006, Org. Geochem., 37, 208 など)、より体系的な指標開発と実際の応用データの蓄積が必要であると考えられる。

### 2. 研究の目的

本研究は、国際深海掘削計画(IODP)イベリアマージン航海(339 次航海)と日本海航海(346 次航海)で、それぞれ北東大西洋イベリア半島沖(Shackleton site; U1385)と日本海北海道奥尻沖(U1423)で掘削された第四紀海底堆積物コアにおいて、陸上植物テルペノイドなどの植物バイオマーカーと花粉の分析を行い、それらの結果を直接比較して、花粉-植物バイオマーカー植生解析データの対応関係モデルを体系的に構築し、植物バイオマーカーおよび花粉分析により、北東大西洋(西ヨーロッパ)と北西太平洋(極東アジア)の過去約 150 万年間の古植生・陸域古環境の年代変動を復元するものである。

### 3. 研究の方法

(1)試料: 北東大西洋イベリア沖 (U1385 サイト、通称 'Shackleton site') から採取した U1385 コア試料は 150 万年前～現在までを 5000 年間隔でサンプリングした試料である(合計 280 試料)。「Shackleton site」は、

イベリア半島の下部大陸斜面に位置し、得られた掘削コア試料はおもに遠洋/半遠洋性泥岩からなる。以前に採取された第四紀堆積物コア(～約 20 万年前)において花粉分析が行われていて、イベリア半島の森林・草原が花粉のおもな後背地であると報告されている(Sanchez Goñi et al., 2008, Quat. Sci. Rev., 27, 1136 など)。日本海北海道奥尻島沖(U1423 サイト)から採取したコア試料はおもに半遠洋性の珪藻質珪質泥岩からなる。コア最下部の年代は、約 430 万年前であり、それらの年代から現在までの記録を復元できる。約 5 万年間隔でサンプリングを行っている。

(2)花粉分析：花粉分析は北方圏古環境研究室の五十嵐八枝子主幹によって行われた。花粉孢子の群集組成および堆積物 1g あたりの総量(数)を解析した。前処理・解析方法は Igarashi and Oba (2006, Quat. Sci. Rev., 25, 1447)のとおりである。

(3) 陸上植物バイオマーカー分析：粉碎試料を有機溶媒で抽出し、分離・精製した画分を、本科研費で当研究室に設置したガスクロマトグラフ質量分析計(GC-MS)を使って化合物の同定、定量を行った。本研究では、通常の GC/MS 測定では検出限界以下の微量成分を選択イオンモニタリング(SIM)測定によって検出する測定法で、1 試料に対して複数回の測定を繰り返す。この方法により超微量分析が可能になる。スギオールやトタロールなど既知標準試料を購入して GC-MS 分析を行い、より正確な同定・定量分析を行った。

#### 4. 研究成果

(1)日本海北海道沖掘削コア U1423 における花粉および植物ワックスバイオマーカーの年代変動：科研費の当初の計画よりも分析が進み、U1423 コアのほぼ全試料において、陸上植物ワックスバイオマーカーである長鎖 n-アルカン、n-アルカノール、n-脂肪酸分析と花粉分析データを得ることができた。その結果、当初の過去約 150 万年間ではなく、過去約 430 万年間の変動を復元することができた。花粉分析は、過去 430 万年間の約 5 万年の解像度の古植生変動を復元した。スギ科(Taxodiaceae)の花粉の割合が約 250 万年前から増加することが明らかになり、さらに、その割合は海洋酸素同位体ステージ(Marine Isotope Stage; MIS)の温暖期に顕著な上昇ピークを示すことがわかった。これは第四紀に入ってから極東アジア域におけるモンスーン気候の発達を示す気候シグナルであると推察している。

U1423 における植物ワックスバイオマーカーの濃度・組成比の過去 430 万年間の年代変動を復元した。植物ワックス濃度の変動は、総有機炭素量(TOC)や全花粉量の変動とよく同調し、陸源有機物の輸送・堆積量の変動を示していると推察した。

(2)スギ・ヒノキ由来テルペノイドの分析法の確立：スギ・ヒノキ由来のテルペノイド(スギオール、トタロールなど)の同定・定量分析を確立した。これにより、日本近海の海底堆積物のバイオマーカー分析によるスギ・ヒノキ科植生の解析が可能になった。

(3) 日本海北海道沖U1423 において、過去 430 万年間の陸上植物テルペノイドの濃度、フラックス(Mass accumulation rate; MAR)、組成の年代変動を復元した。図 3 のとおり、

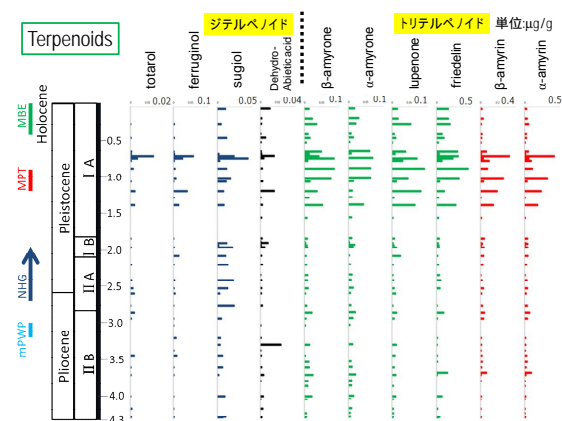


図 3 日本海北海道沖 U1423 サイトの掘削コアにおける被子・裸子植物テルペノイドの過去 430 万年間の濃度変動。

約 270 万年前からスギオールなどジテルペノイドが増加し、ヒノキ・スギ科の植生が発達したことが推察される。その後、第四紀に入り、約 130 万年前から被子植物テルペノイドであるトリテルペノイドが増加し、花粉データからも推定されるような広葉樹林の発達が示唆される。ただし、ジテルペノイドも約 70 万年前などの年代に著しく増加するピークが見られ、北海道・日本列島において針広混交林が分布していたと考えられる。これらの変化は極東アジア域におけるモンスーン気候の発達とよく同調するといえる。

(4)イベリア半島沖掘削コア U1385 の MIS12 ~ 10 の年代の試料を重点的に分析し、特に被子植物テルペノイドであるルペオール、 $\beta$ -アミリンおよび針葉樹テルペノイドであるデヒドロアビエタン酸に注目した。ルペオール/ $\beta$ -アミリン比は氷期/間氷期の温度変動に同調して変動することがわかった。ルペオールが比較的寒冷種であるキク科・イネ科植物に由来し、寒冷のシグナルを示すためと考えられる。また、デヒドロアビエタン酸/ $\beta$ -アミリン比は氷期/間氷期の温度変動だけでなく、Oliveira et al. (2016, Quat. Res., 86, 373)で報告されている MIS11 期間内での短周期の温度変動ともよく同調することがわかった。

(5) 日本海北海道沖 U1423 およびイベリア半島沖 U1385 の東西のほぼ同緯度の異なるサイ

トの掘削コアに植物テルペノイド指標を適用し、それぞれ同試料の花粉による古植生変動データとよく対比され、気候変動と調和的な結果が得られた。これらの結果から、テルペノイド古植生指標を新たな古気候解析指標として提示した。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 21 件)

Ando, T., Sawada, K., Okano, K., Takashima, R., Nishi, H. (2017) Marine primary producer community during the mid-Cretaceous oceanic anoxic events (OAEs) 1a, 1b and 1d in the Vocontian Basin (SE France) evaluated from triaromatic steroids in sediments. *Organic Geochemistry*, 106, 13-24, 査読有. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2017.02.002.

Ando, T., Sawada, K., Nakamura, H., Omatsu, K., Takashima, R., Nishi, H. (2017) Depositional environments and maturity evaluated by biomarker analyses of sediments deposited across the Cenomanian - Turonian boundary in the Yezo Group, Tomamae area, Hokkaido, Japan. *Island Arc*, 13-24, 査読有. doi: 10.1016/j.orggeochem.2017.02.002.

Furota, S., Nakamura, H., Sawada, K. (2016) Long-chain alkenones and related distinctive compounds in late Miocene and Pliocene sediments from the Gulf of Cadiz, eastern North Atlantic. *Organic Geochemistry*, 101, 166-175, 査読有. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2016.08.014.

館下雄輝, 沢田健, 安藤卓人, 池田昌之 (2016) 堆積岩中のカロタンおよびその派生物の GC/MS 解析. *Researches in Organic Geochemistry*, 32, 55-66, 査読有. doi: 10.20612/rog.32.2\_55

Nakamura, H., Sawada, K., Araie, H., Shiratori, T., Ishida, K., Suzuki, I., Shiraiwa, Y. (2016) Composition of long chain alkenones and alkenoates as a function of growth temperature in marine haptophyte *Tisochrysis lutea*. *Organic Geochemistry*, 99, 78-89, 査読有. doi: 10.1016/j.orggeochem.2016.06.006.

Suzuki, Y., Tada, R., Yamada, K., Iрино, T., Nagashima, K., Nakagawa, T., Omori, T. (2016) Mass accumulation rate of detrital materials in Lake Suigetsu as a potential proxy for heavy precipitation: a comparison of the observational precipitation and sedimentary record, *Progress in Earth and Planetary Science*, 3, 5, 査読有. doi: 10.1186/s40645-016-0081-x.

Nakamura, H., Sawada, K., Araie, H., Suzuki, I., Shiraiwa, Y. (2015) *n*-Nonacosadienes from the marine

haptophytes *Emiliania huxleyi* and *Gephyrocapsa oceanica*. *Phytochemistry*, 111, 107-113, 査読有. doi: 10.1016/j.phytochem.2014.12.023.

Sugisaki, S., Buylaert, J.-P., Murray, A., Tada, R., Zheng H., Wang, K., Saito, K., Luo, C., Li, S., Irino, T. (2015) OSL dating of fine-grained quartz from Holocene Yangtze delta sediments, *Quaternary Geochronology*, 30B, 226-232, 査読有. doi: 10.1016/j.quageo.2015.02.021.

Yamamoto, S., Sawada, K., Nakamura, H., Kobayashi, M., Kawamura, K. (2014) Stable carbon isotopic variation of long chain *n*-alkanoic acids in the equatorial Pacific sediments over the last 40 Ma: Implications for expansion of C4 grassland in South America. *Organic Geochemistry*, 76, 62-71, 査読有. doi: 10.1016/j.orggeochem.2014.07.004

Furota, S., Sawada, K., Kawakami, G. (2014) Evaluation of sedimentary processes of plant particles by gravity flow using biomarkers in plant fragment-concentrated sediments of a turbiditic sequence in the Miocene Kawabata Formation distributed along the Higashiyama-gawa River, Yubari, Hokkaido, Japan. *Researches in Organic Geochemistry*, 30, 9-21, 査読有. doi: 10.20612/rog.30.1\_9

Seki, O., Bendle, J. A., Harada, N., Kobayashi, M., Sawada, K., Moossen, H., Inglis, G. N., Nagao, S., Sakamoto, T. (2014) Assessment and calibration of TEX86 paleothermometry in the Sea of Okhotsk and sub-polar North Pacific region: Implications for paleoceanography. *Progress in Oceanography*, 126, 254-266, 査読有. doi: 10.1016/j.pocean.2014.04.013

Nakamura, H., Sawada, K., Araie, H., Suzuki, I., Shiraiwa, Y. (2014) Long chain alkene, alkenone and alkenoate produced in the haptophyte strain *Chrysothila lamellosa* CCMP1307 isolated from salt marsh. *Organic Geochemistry*, 66, 90-97, 査読有. doi: 10.1016/j.orggeochem.2013.11.007

Ikehara, K., Iрино, T., Usami, K., Jenkins, R., Omura, A., Ashi, J. (2014) Possible submarine tsunami deposits on the outer shelf of Senai Bay, Japan resulting from the 2011 earthquake and tsunami off the Pacific coast of Tohoku. *Marine Geology*, 358, 129-127, 査読有. doi: 10.1016/j.margeo.2014.01.001.

Wang, K., Zheng, H., Tada, R., Iрино, T., Zheng, Y. (2014) Millennial-scale East Asian Summer Monsoon variability recorded

in grain size and provenance of mud belt sediments on the inner shelf of the East China Sea during Mid- to Late Holocene. *Quaternary International*, 349, 79-89, 査読有. doi: 10.1016/j.quaint.2014.09.014.

Luo, C., Zheng, H., Tada, R., Wu, W., Irino, T., Yang, S., Saito, K. (2014) Tracing Sr isotopic composition in space and time across the Yangtze River basin. *Chemical Geology*, 388, 59-70, 査読有. doi: 10.1016/j.chemgeo.2014.09.007.

〔学会発表〕(計 80 件)

沢田健, 風呂田郷史, 北海道における中新世の海洋基礎生産変動の復元: 北太平洋のオパールシフトの記録. 日本地質学会第 123 年学術大会, 2016 年 9 月 12 日, 日本大学文理学部(東京都世田谷区).

Ken Sawada, Development of biomarker application for plant biogeochemistry, chemotaxonomy and biofuel industry. "Biomarkers and Molecular Isotopes": International Workshop of Organic Geochemistry, 5 July 2016, Minoh Kanko Hotel (Minoh, Osaka) (招待講演).

Satoshi Furota, Ken Sawada, Makoto Ito, Shiho Kurosawa, Koji Seike, Influence of turbidity currents in hemipelagic sedimentation recorded by biomarker and isotope compositions in hemipelagites of the Kiwada Formation on the Boso Peninsula, Japan. "Biomarkers and Molecular Isotopes": International Workshop of Organic Geochemistry, 5 July 2016, Minoh Kanko Hotel (Minoh, Osaka)

Ken Sawada, Yuma Miyata, Hideto Nakamura, Masamichi Takahashi, Paleolipidomics of resistant macromolecules in terrestrial plant fossil: Paleochemotaxonomy and paleoenvironmental reconstruction. The Goldschmidt Conference 2016, 27 June 2016, Pacifico Yokohama (Yokohama, Kanagawa).

Hideto Nakamura, Ken Sawada, Takuto Ando, Yuma Miyata, Reishi Takashima, Hiroshi Nishi, Toward the molecular based reconstruction of paleovegetation and palaeoenvironment by plant terpenoid biomarkers: marutiry related biases. The Goldschmidt Conference 2016, 27 June 2016, Pacifico Yokohama (Yokohama, Kanagawa).

Chiaki Aoyagi, Ken Sawada, Satoshi Furota, Tomohisa Irino, Yaeko Igarashi, Variations in terrestrial plant biomarker compositions in sediment cores from IODP Site U1423 over the last 4 Ma: Paleovegetation and transport of terrigenous matter. The Goldschmidt Conference 2016, 28 June 2016, Pacifico Yokohama (Yokohama, Kanagawa).

中村英人, 安藤卓人, 廣瀬孝太郎, 浅岡

聡, 沢田健, 瀬戸内海の近過去堆積物における長鎖アルキルジオール組成を用いた古環境復元の可能性. 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016 年 5 月 22 日, 幕張メッセ(千葉県千葉市).

青柳治叡, 沢田健, 風呂田郷史, 入野智久, 五十嵐八枝子, 日本海北海道沖の堆積物の陸上植物バイオマーカー分析: 古植生指標の検討. 日本地球化学会第 62 回年会 2015 年 9 月 17 日, 横浜国立大学(神奈川県横浜市).

宮田遊磨, 沢田健, 中村英人, 現生植物の熱熱成実験による抵抗性高分子の続成変化の検討. 日本地球化学会第 62 回年会 2015 年 9 月 17 日, 横浜国立大学(神奈川県横浜市).

沢田健, 植物化石の抵抗性高分子のパレオリピドミクス. 日本地質学会第 122 年学術大会, 2015 年 9 月 13 日, 信州大学工学部長野キャンパス(長野県長野市).

青柳治叡, 沢田健, 風呂田郷史, 入野智久, 五十嵐八枝子, 日本海北海道沖の堆積コア(IODP Exp.346 U1423)の陸上植物バイオマーカー分析. 日本地質学会第 122 年学術大会, 2015 年 9 月 11 日, 信州大学工学部長野キャンパス(長野県長野市).

宮田遊磨, 沢田健, 中村英人, 現生植物の加熱実験による抵抗性高分子の続成過程の検討. 第 33 回有機地球化学シンポジウム, 2015 年 8 月 7 日, 北海道大学低温科学研究所(北海道札幌市).

青柳治叡, 沢田健, 風呂田郷史, 入野智久, 五十嵐八枝子, 日本海北海道沖の堆積物中の陸上植物由来有機分子の同定と古植生指標の検討. 第 33 回有機地球化学シンポジウム, 2015 年 8 月 7 日, 北海道大学低温科学研究所(北海道札幌市).

Ken Sawada, Madoka Kobayashi, Osamu Seki, Distributions of terrestrial higher plant terpenoids in surface sediments of the Sea of Okhotsk and North Pacific Ocean: Implications for paleoclimatology and paleovegetational reconstruction. The International Union for Quaternary Science (INQUA) Congress XIX, 26 July 2015, Nagoya Congress Center (Nagoya, Aichi).

Satoshi Furota, Ken Sawada, Variations in diatom productions recorded by biomarkers in sediment cores from the eastern North Atlantic off the Iberian Peninsula during the MIS 12 to 10. The International Union for Quaternary Science (INQUA) Congress XIX, 26 July 2015, Nagoya Congress Center (Nagoya, Aichi).

風呂田郷史, 沢田健, カディズ湾の堆積物コアのバイオマーカー分析による後期中新世~後期鮮新世における海洋生物生産変動の復元. 日本地球惑星科学連合 2015 年大会, 2015 年 5 月 27 日, 幕張メッセ(千葉県千葉市).

宮田遊磨, 沢田健, 池田慧, 中村英人, 高橋正道, 白亜系双葉層群の炭化小型植物化石の抵抗性高分子分析: 結合態アルキル脂質組成による植物化石の化学分類. 日本地球惑星科学連合 2015 年大会, 2015 年 5 月 25 日, 幕張メッセ(千葉県千葉市).

Satoshi Furota, Ken Sawada, Marine primary production changes recorded by algal biomarkers in sediments from West Iberian Margin and Gulf of Cadiz during the latest Miocene to mid Pleistocene. American Geophysical Union Fall Meeting 2014, 18 December 2014, Moscone (San Francisco, USA).

Ken Sawada, Mayumi Takeda, Yoshinori Takano, Possible climatic signal recorded by alkenone distributions in sediments from freshwater and saline lakes on the Skarvsnes and Skallen areas, Antarctica. American Geophysical Union Fall Meeting 2014, 16 December 2014, Moscone (San Francisco, USA).

Yuma Miyata, Ken Sawada, Hideto Nakamura, Reishi Takashima, Masamichi Takahashi, Paleovegetation changes recorded by n-alkyl lipids bound in macromolecules of plant fossils and kerogens from the Cretaceous sediments in Japan. American Geophysical Union Fall Meeting 2014, 16 December 2014, Moscone (San Francisco, USA).

②①宮田遊磨, 中村英人, 安藤卓人, 沢田健, 植物化石および植物起源ケロジェンの熱化学分解分析: 化学分類および続成過程の検討. 第 32 回有機地球化学シンポジウム, 2014 年 11 月 7 日, ニューウェルシティ湯河原(静岡県熱海市).

②②風呂田郷史, 沢田健, 北東大西洋カディズ湾周辺の深海掘削コアのバイオマーカー分析: 堆積システムおよび古環境変動の解析. 第 32 回有機地球化学シンポジウム, 2014 年 11 月 7 日, ニューウェルシティ湯河原(静岡県熱海市).

②③福村朱美, 沢田健, 北東太平洋アラスカ湾沖におけるバイオマーカー分析の予察的研究. 第 32 回有機地球化学シンポジウム, 2014 年 11 月 5 日, ニューウェルシティ湯河原(静岡県熱海市).

②④竹田真佑美, 沢田健, 高野淑識, 南極スカルプスネス露岩地域に分布する湖沼の堆積物のバイオマーカーに記録された古環境・古生態系変動. 日本地球化学会第 61 回年会, 2014 年 9 月 17 日, 富山大学(富山県富山市).

②⑤風呂田郷史, 沢田健, 川上源太郎, 北海道夕張地域に分布する中新統川端層の植物バイオマーカー分析による重力流堆積物の堆積システムの解明. 日本地質学会第 121 年学術大会, 2014 年 9 月 14 日, 鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市).

②⑥福村朱美, 須藤斎, 今野進, Romero, O.E., 沢田健, IODP Exp. 341 Scientists, 珪藻化石群集を用いた北東部北太平洋アラスカ湾周辺域 ODP Site 887 および IODP Site U1417) における新第三紀古海洋変動の復元. 日本地質学会第 121 年学術大会, 2014 年 9 月 14 日, 鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市).

②⑦Ken Sawada, Development of biomarker proxies for reconstructing paleo-environment and paleoclimate in the East Asia and Northwest Pacific. Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 11th Annual Meeting, 1 August 2014, Royton Sapporo Hotel (Sapporo, Hokkaido).

②⑧Satoshi Furota, Ken Sawada, Takaaki Mori, Gentaro Kawakami, Variation in marine productivity recorded by algal biomarkers around northern Japan (Hokkaido) for the middle to late Miocene. Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 11th Annual Meeting, 1 August 2014, Royton Sapporo Hotel (Sapporo, Hokkaido).

②⑨沢田健, 珪藻バイオマーカーを用いた古環境変動の復元. 日本珪藻学会第 35 回大会, 2014 年 4 月 26 日, 名古屋大学(愛知県名古屋市). (招待講演).

〔図書〕(計 1 件)

北海道大学自然科学実験編集委員会(沢田健ほか 50 名) (2016) 地球惑星科学系実験堆積物からさぐる地球の環境. 北海道大学自然科学実験編集委員会 編「自然科学実験」. 学術図書出版社. 総ページ 234 p (pp.166-175).

〔その他〕

ホームページ等

沢田 研 究 室 HP:  
<http://www.ep.sci.hokudai.ac.jp/~mmgc/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

沢田 健 (SAWADA, Ken)

北海道大学・大学院理学研究院・准教授  
研究者番号: 20333594

### (2) 研究分担者

入野 智久 (IRINO, Tomohisa)

北海道大学・大学院地球環境科学研究院・助教

研究者番号: 70332476

### (3) 研究協力者

五十嵐 八枝子 (IGARASHI, Yaeko)

北方圏古環境研究室・主幹