

1D01

オントンジャワ海台玄武岩の強親鉄性元素組成

○石川 晃^{1,2}、越田 溪子¹、小宮 剛¹、宇都宮 敦²、マリア ルイザ テハダ³、鈴木勝彦³、佐野貴司⁴

(¹ 東京大学、² 株式会社ジオ・コミュニケーションズ、³ 海洋研究開発機構、⁴ 国立科学博物館)

地球上最大規模の火成活動の産物であるオントンジャワ海台は、巨大火成岩岩石区 (LIPs) の実態を理解する上での模式的試料であり、様々な手法により成因、形成過程、起源マンタルの物理化学的性質などが検討されている。これまでの研究からは、深部マンタルに由来するプルーム上昇流がその成因として考えられるため、強親鉄性元素をトレーサとすることにより、プルームの起源が核—マンタル境界に由来する証拠が得られる可能性が指摘されている。しかし、先行研究により報告されている強親鉄性元素データは (1) 同位体希釈法が使用されていない、(2) 質量分析における妨害元素の影響が大きい、(3) Irに関するブランク寄与度が高い、(4) 同分解試料のRe、Os濃度・同位体比が未報告、など近年の試料分解技術の向上や質量分析計の発展を考慮した場合、決して信頼性が高いとはいえない。そこで本研究では、オントンジャワ海台で見出されている3タイプのソレアイト質玄武岩 (比較的未分化なKroenkeタイプ=11試料、主体を構成しているKwaimbaitaタイプ=22試料、両者とやや異なる同位体的特徴を示し、上位層に卓越するSingalloタイプ=22試料) のRe-Os同位体、強親鉄性元素濃度 (Os, Ir, Ru, Pt, Pd, Re) の系統的データを、「カリアスチューブ分解-同位体希釈法」により取得した。その結果、3タイプの玄武岩は、強親鉄性元素濃度、コンドライトあるいはマンタル存在度で規格化したパターンにより、以下にまとめるように区別されることが判明した。Kroenkeタイプは傾きが緩やかな右上がりの強親鉄性元素パターンを示し、全ての存在度が平均的な中央海嶺玄武岩に比べて高い特徴を持つ。Kroenkeタイプの結晶分化により形成されたと考えられるKwaimbaitaタイプは、Ir-Pt-Pd-Re濃度に関してはKroenkeタイプとほぼ同等の存在度を示すが、OsおよびRuが枯渇することで特徴付けられる。地殻由来成分に富んだ起源マンタルが想定されるSingalloタイプは、Reを除く全ての強親鉄性元素の存在度が低く、Kroenke-Kwaimbaitaタイプに比べ、明瞭に高いPd/Re比により区別される。本発表では、観察された濃度変動に寄与したプロセスを他の元素との相関関係を基に考察し、LIPsにおける大量マグマ生成/進化/噴出に伴う強親鉄性元素移動メカニズムを一般化することを試みる。

Highly siderophile elements in the Ontong Java Plateau basalts

*A. Ishikawa^{1,3}, K. Koshida¹, T. Komiya¹, A. Utsunomiya², M.L.G. Tejada³, K. Suzuki³, and T. Sano⁴ (¹The Univ. of Tokyo, ²Japan Geocommunications Co. Ltd., ³JAMSTEC, ⁴National Museum of Nature and Science)

○仙田量子
(海洋研究開発機構)

火山岩中の白金族元素の挙動を知ることは、その火山岩の起源マントルやあるいはマグマがどのように形成されたのかを知る手がかりになると考えられている。オフィオライトやアルプス型かんらん岩などの中では、白金族元素はクロムスピネルや硫化物に濃集しているが(Ahmed and Arai, 2002, Buchl et al., 2004)、火山岩中では同様の濃集鉱物自体、例えばクロムスピネルは苦鉄質-超苦鉄質のコマチアイトやボニナイトなどあるいはオリビンのインクルージョンとしてしか発見されないなど、その挙動も含めて未解明の部分が多い。また、火山岩では Hamlyn et al. (1985)により全岩の Cr 濃度と白金族元素の間に相関が報告されている。スピネルへの白金族元素の分配は酸素分圧と関連があるとされ、Jung-Woo ら(2012)は、コマチアイトを用いて Rh, Ru と Ir のクロムスピネルへの分配が酸素分圧の上昇とともに増加すると報告している。火山岩の全岩白金族元素濃度の報告例は年々増えつつあるが、例えばクロムスピネルのどこに白金族元素が取り込まれているのかもはっきりしていない。

火山岩中の白金族元素の挙動と島弧形成初期からのマグマソースの変遷を探るため、伊豆ボニンマリアナ弧に産出する島弧形成初期に噴出したボニナイトとそれに次いで噴出したソレイアイトの白金族元素濃度の分析を行った。また、ボニナイト試料のいくつかには比較的大量の(とは言え、<1 mode%)自形のクロムスピネルが、ソレイアイトには多少粒径が小さいクロムスピネルやマグネタイトが含まれており、これらの白金族元素濃度の分析も合わせて行った。全岩結果と比べると、これらの鉱物分離試料の白金族元素濃度は、Os, Ir, Ru と Pt で 1 桁~2 桁ほど高く、Pd と Re では同程度か 1 桁ほど低い。これらの結果について、これまで報告されている火山岩全岩およびクロムスピネルの結果と比較しつつ、火山岩中の白金族元素の挙動および島弧形成初期からのマグマ進化の変遷について考察を行う。

Platinum group element abundances in boninites and tholeiites as a window of primary arc magma along IBM

*Ryoko Senda (JAMSTEC)

1D03

初期太古代アカスタ片麻岩体苦鉄質岩の強親鉄性元素および Re-Os 同位体組成

○越田溪子¹、石川晃¹、鈴木勝彦²、小宮剛¹、
(¹東大、²JAMSTEC)

金属核の分離やマグマオーシャン固化後のマントル構造、その後の混合・溶融・分化過程といった初期固体地球進化を知るためには、より古い岩石から当時の情報を得ることが重要である。現在報告されている最古の地球岩石は 40.3 億年前の花崗岩質片麻岩であり、これ以前は岩石や地質体の残されていない時代として冥王代と呼ばれる。この冥王代の終わりを定義づけている地質体が、カナダ・アカスタ片麻岩体である。

アカスタ片麻岩体は、カナダ、スレーブ地塊の北西に位置し、36-40 億の形成年代を持つ珪長質片麻岩類と、それらに取り込まれている少量の苦鉄質岩石類から構成される (e.g. Bowring et al., 1999; Iizuka et al., 2007; Mojzsis et al., 2014; Reimink et al., 2014)。近年、40-39 億のアカスタ片麻岩から正の ^{182}W 同位体異常が報告され、これらの起源物質がレイトベニア前のマントルを反映していることが示唆された (Willbold et al., 2014)。レイトベニア仮説とは、地球マントルにおける強親鉄性元素過剰問題を説明するモデルで、現在の地球マントルにおける強親鉄性元素のほとんどは、金属核分離後のマントルに付加された、コンドライト質隕石に由来するというものである。一方で苦鉄質岩は、地質的産状から珪長質片麻岩の源岩形成以前に形成されたことが示唆されるが、その形成年代および起源物質に関する系統的な研究例はない。本研究は、アカスタ苦鉄質岩の形成年代および起源物質の化学的・同位体的特徴から冥王代マントル進化を推定することを目的に、最も二次的な元素移動の影響が少ないと考えられる試料に対し、全岩の白金族元素濃度と ^{187}Re - ^{187}Os 同位体測定を行った。

^{187}Re - ^{187}Os 同位体測定の結果、 $4273 \pm 200 \text{ Ma}$ (initial $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os} = 1.83 \pm 0.74$)、という値が得られた。これを苦鉄質岩の形成年代と考えると、39-40 億の珪長質片麻岩に取り込まれている地質的産状と調和的である。 1.83 ± 0.74 という非常に高い初期 ^{187}Os 同位体比は、 Re/Os 比が高く、かつ一定期間孤立して進化したマントルが 42.7 億年前に存在したことを示唆する。そのようなものとして考えられるのは、レイトベニア前のマントルである。すなわち、金属核分離によって Re と Os に大きく分別したマントルが、アカスタ苦鉄質岩の起源物質であるというもので、これは Willbold et al., 2014 の結果と矛盾しない。しかし、これらの白金族元素組成は、現在の MORB と比較してもそのパターン・濃度ともに明確な違いは見られず、白金族元素に乏しいレイトベニア前のマントルから形成されたことと矛盾する。本発表では、このような問題点を考察しつつ、冥王代マントルに対する同位体的・化学的制約を試みる。

Highly siderophile elements and Re-Os isotope compositions in the least altered mafic rocks of the Acasta gneiss complex

*K. Koshida¹, A. Ishikawa¹, K. Suzuki², K. Komiya¹ (¹The Univ. of Tokyo, ²JAMSTEC)

Petrogenesis of I- and A-type granitoid plutons in the Shalair Valley area of the Zagros Suture Zone, NE Iraq

O Kadhim, I.^{1,2}, Hadi, A.¹, Asahara, Y.² and Yamamoto, K.²

(¹ Baghdad Univ., Iraq, ² Graduate School of Environmental Studies, Nagoya Univ.)

Introduction

Jurassic and Cretaceous granitoid bodies are widely distributed in the Sanandaj-Sirjan Zone (SaSZ) of the Zagros Orogen in the west of Iran. The SaSZ was formed within the Neo-Tethys Ocean and thrust over the Arabian Plate in the Late Cretaceous obduction followed by collision during the Miocene-Pliocene time. The Shalair Valley granitoid plutons in NE Iraq are structurally located within so-called Iraqi Zagros Suture Zone which is considered as an integral part of SaSZ in Iran, and several types of granitoid including I- and A-type granites are distributed there. The previous studies on geological investigation estimated that the Shalair Valley igneous activity was in Tertiary. However, the petrogenesis and ages of the plutons are less certain. The understanding of igneous activity in the Shalair Valley area, the northern edge of the SaSZ, is one of the key elements for reconstruction of geodynamics of Zagros orogeny. In this study, we report radiometric ages and chemical and Sr-Nd isotopic features of the granitoids in the Shalair Valley area.

Sample and method

One hundred and sixty-two representative samples were collected from five granitoid intrusive bodies in the valley: Aulan and Siristan in the northern part, Mishao and Laldar in the southern part and Damamna in the western part. After the observation of thin sections, 43 samples were chosen for whole rock chemical analysis. Major elements were measured by XRF (Rigaku ZSX Primus II, Nagoya Univ.), and trace elements including REEs were by ICP-MS (Agilent 7700x, Nagoya Univ.). Sr and Nd isotope ratios were measured by thermal ionization mass spectrometers (TIMS) (VG Sector 54-30 and GVI IsoProbe-T, Nagoya Univ.). The GSJ reference rock, JG-1a, was measured together with the samples to check the analytical procedure.

Results and discussions

Two major types of granites are observed in the Shalair Valley area, I- and A-types. (1) The granites from the four bodies in the eastern part, Aulan, Siristan, Mishao and Laldar, have similar geochemical characteristics of I-type each other and have a Rb-Sr whole-rock isochron age of 49 Ma. These rocks are calc-alkaline, metaluminous to peraluminous and are plotted within the field of volcanic arc granite on tectonic discrimination diagrams. Petrographic observations show that these rocks composed of plagioclase + quartz ± hornblende with two types of texture, equigranular texture in the northern part and porphyritic texture in the southern part. This reflects several stages of intrusive events, starting with stable fractional crystallization conditions represented by Aulan and Siristan granitic plutons with equigranular texture and a late stage of unstable crystallization conditions represented by Mishao and Laldar granitic plutons with porphyritic texture. (2) Damamna granites in the western part are A-type and are calc-alkaline, peraluminous with a Rb-Sr isochron age of 35 Ma. These rocks are plotted within the border between within plate granite, syn-collision granite and volcanic arc granite on tectonic discrimination diagrams. They composed of K-feldspar, quartz and small amount of plagioclase with graphic texture represented by the intergrowth between K-feldspar and quartz, and this reflects simultaneous crystallization of K-feldspar and quartz from a silicate melt close to the eutectic point. In the presentation, we will clarify the relationship between the Shalair Valley granites and the other granitic rocks in the SaSZ to discuss magmatic history and tectonic setting in the SaSZ.

南部アンデス弧におけるフッ素の島弧縦断変化と挙動

○遠山知亜紀^{1,2}、折橋裕二³、新正裕尚⁴、角野浩史⁵、岩森光¹、
村松康行² (¹JAMSTEC、²学習院大理、³東大地震研、⁴東経大経
営、⁵東大院総合文化)

【序論】近年、ハロゲンは海水や堆積物、堆積物中の間隙水、海洋地殻、マントルで異なる元素比を示すことから(e.g., Fehn et al., 2003)、沈み込みプレートから放出される流体等による物質循環を探るトレーサーとして注目されている(e.g., Sumino et al., 2010)。しかし、その研究例はまだ少なく、特に大陸弧火成作用におけるハロゲンの挙動についてはほとんど明らかになっていない。

Southern Volcanic Zone (SVZ) (南緯 33°-46°)は南米大陸の南部アンデス弧・第四紀火山地域に位置し、SVZ 最南端西方のタイタオ半島沖にはチリ中央海嶺で区分されるナスカプレートと南極プレートが南米大陸下に沈み込む三重点が存在する。SVZ は南に行くほど沈み込むナスカプレートの年代が若くなっていることから、その最南端南緯 46°の Hudson 火山からアンデス弧沿いの南緯 34°までの火山フロント上の第四紀火山についてハロゲン分析を行うことで、年代の異なるプレートの沈み込みを反映したハロゲン組成の変化に関する新しい知見を得られる可能性がある。そこで、本研究は SVZ の 13 の代表的な火山から採取された火山岩中のハロゲン濃度の分析を行った。尚、本研究で用いる試料は既に B を含む主・微量元素の分析が行われており(Shinjoe et al., 2013)、様々な元素との比較が可能である。本発表では、脱ガスの影響が最も少ないと考えられる F について注目し考察する。

【結果・考察】まず、単一の火山で複数の試料の分析を行い、SiO₂ 量及び FeO*/MgO に対する F 濃度の変化を観察したところ、SiO₂=55wt%、FeO*/MgO=4.2 までは F 濃度は増加するが、そこを境に F 濃度が一定となり、apatite の晶出・分別によるものと考えられる。従って、以下の議論では apatite が分別する前の試料だけを用いている。

分析の結果、プレートが定常的に沈み込む SVZ 中央部の試料の F 濃度は 100-300 ppm で、沈み込むプレートの年代の違いによる F 濃度の変化は見られなかった。一方、チリ中央海嶺が沈み込む SVZ 南部の火山で採取された試料は F を高濃度に含んでおり、1000 ppm に及ぶものも存在した。

次に、先行研究の Shinjoe et al. (2013)で得られている様々な元素濃度との比較を行った。その結果、F は B とは異なる島弧縦断変化を示すことが分かった。F と B は共に流体に親和的な特徴を持つが、沈み込み帯のマグマプロセスにおいては異なる挙動を示すと考えられる。一方、Ta, Nb, Light・Middle REEs は F と似た島弧縦断変化を示し、これらの元素濃度も F と同様に SVZ 南部の火山の試料で高い傾向が見られた。

SVZ はこれまでの先行研究(Kilian and Behrmann 2003; Shinjoe et al., 2013)において、Pb-Sr-Nd 同位体比や B 濃度、流体親和性元素と非流体親和性元素の比(B/Nb, Pb/Nb 等)から、中央部のソースマグマはスラブ起源の水に富む流体の、南部はスラブメルトの影響を受けている可能性が指摘されている。これが正しいとすると、SVZ 南部の高い F 濃度はスラブメルトの影響を示していると考えられ、F は大陸弧火成作用におけるスラブメルトの新しい指標になると期待される。

Along arc variation and behavior of fluorine in the southern Andean arc

*C. Toyama^{1,2}, Y. Orihashi³, H. Shinjoe⁴, H. Sumino⁵, H. Iwamori¹ and Y. Muramatsu²
(¹JAMSTEC, ²Gakushuin Univ., ³ERI, Univ. of Tokyo, ⁴Tokyo Keizai Univ., ⁵Univ. of Tokyo)

1D06

プチスポット火山活動はリソスフェアに引きずられた メルト池に由来する

○町田嗣樹^{1,2}、平野直人³、角野浩史⁴、平田岳史⁵、米田成一⁶、
加藤泰浩²

(¹JAMSTEC、²東大・工、³東北大・東北アジア研、⁴東大・総合
文化、⁵京都大・理、⁶国立科学博物館)

プチスポットは、海洋プレートの屈曲場（沈み込み直前のアウターライズなど）においてアセノスフェア最上部のメルトが噴出することで生じる火山活動であり、普遍的な現象であると考えられている（Hirano et al., 2006, Science; Yamamoto et al., 2014, Geology など）。近年の我々の研究によりプチスポット火山活動は、マントルダイナミクス（Machida et al., 2009, GCA）やCO₂脱ガス（Okumura and Hirano, 2013, Geology）といった地球の進化において重要な現象を読み解く鍵であることが示されてきた。しかし、プチスポットの起源を制約する地質学的・地球化学的な情報は限定的であった。そこで我々は、北西太平洋で発見された3カ所のプチスポット火山フィールドにおいて採取された約170個の玄武岩試料について、全岩化学組成（主要・微量元素、SrおよびNd同位体組成）と⁴⁰Ar/³⁹Ar年代値のデータセットを構築した（Machida et al., 2015, EPSL）。

北西太平洋のプチスポット玄武岩は、微量元素の組成パターンの特徴の違いにより3つのグループに分類される。グループ1玄武岩はU, Th, Nb, およびTa、グループ2玄武岩はU, Th, Nb, Ta, Zr, およびHf、グループ3玄武岩はZr, およびHfが、その他の液相濃集元素に比べやや枯渇した組成であり、初生マントルで規格化したスパイダーグラムにおいて負の異常を示す。これらの地球化学的な違いは1つの初生マグマからの結晶分化では説明できず、各玄武岩グループが異なる初生マグマに由来することを意味する。一方、各玄武岩グループの噴出年代および火山の地理的分布には、以下のような共通点が認められる。つまり、時間とともに火山フィールド全体が海溝に近づく中で、プレート上の各グループのマグマ噴出場、すなわち火山の位置はプレート運動方向に逆らってシステムティックに海溝から遠ざかる方向へ移動する。この噴出場の移動と同時にマグマの化学組成および同位体組成は、わずかにではあるが徐々に変化する。

これらの観察事実は、①プチスポットマグマはリソスフェア-アセノスフェア境界に存在する孤立したメルト池に由来し、②メルト池はプレート運動によって引きずられて移動しており、③移動するスピードはプレート運動のスピードよりわずかに遅い、と考えれば包括的に説明することができる。

Petit-spot volcanism is originated from melt ponds dragged by lithosphere

*S. Machida^{1,2}, N. Hirano³, H. Sumino⁴, T. Hirata⁵, S. Yoneda⁶, and Y. Kato² (¹JAMSTEC, ²Engineer., Univ. Tokyo, ³CNEAS, Tohoku Univ., ⁴Arts and Sci., Univ. Tokyo, ⁵Sci., Kyoto Univ., ⁶NMNS)

高温高压下における窒素流体中でのカンラン石の挙動

○久保俊智¹、鍵裕之¹、篠崎彩子²、岡田卓³、中野智志⁴、
中尾愛子⁵

(¹ 東大院理、² 名大院環境、³ 東大物性研、⁴ 物材機構、⁵ 理研)

【はじめに】 窒素 (N_2) は大気的主要構成成分で強固な三重結合を有し、空気中では貴ガスと類似の挙動をとると考えられている。窒素は、珪酸塩鉱物中では NH_4^+ として K^+ などの一部を置換していると考えられているが、地球深部での存在状態や存在量は未知の部分が多い (Busigny and Bebout, 2013)。最近、地球深部から産出するダイヤモンド中に窒化物包有物 (BN, TiN) の存在が報告され (Dobrzhinetskaya et al., 2014)、地球深部では窒化物として窒素が存在する可能性が示唆された。窒素分子は高温高压の条件下では遷移金属の単体と容易に反応して窒化物を生成することが知られている (Hasegawa et al., 2005)。本研究では上部マントルの主要構成成分であるカンラン石を窒素とともに高温高压下におくことで、窒素とカンラン石の反応性について検証した。

【実験方法】 出発物質には鉄を含まない合成 forsterite (Mg_2SiO_4) および鉄を含む San Carlos olivine [$(Mg_{0.9}Fe_{0.1})_2SiO_4$] を用いた。高压発生にはダイヤモンドアンビルセル (DAC) を用い、窒素は高压ガス充填あるいは低温液化充填により行った。発生圧力はルビーの蛍光スペクトルあるいは窒素のラマンスペクトルから見積もり、5 GPa 付近の圧力で、 CO_2 レーザーあるいはファイバーレーザーを用いて加熱を行った。温度は輻射温度計により測定した。加熱したサンプルは急冷後、XRD, SEM-EDS, XPS を用いて生成相の同定を試みた。

【結果と考察】 全ての実験において加熱中心部が黒色に変化し(図 1 を参照)、急冷後に試料の蛍光強度が著しく上昇した。これらの観察結果は出発物質の変化たとえば、結晶構造中への何らかの欠陥の導入などを示唆している。これらの結果は水素流体中での加熱実験の結果 (Shinozaki et al., 2013) とは明らかに異なり、窒素特有の現象である。また、実験後の forsterite の XRD パターンからは $MgSiO_3$ および MgO と思われるピークが出現し、 Mg_2SiO_4 の分解が示唆された(水素流体中では MgO と SiO_2 への分解が示されている。)。圧力指標としてルビー (Al_2O_3) を加えた試料については SEM-EDS および XRD の測定結果から窒化珪素の生成が示唆された。このことから Al の存在下では窒化物が生成される可能性が示された。

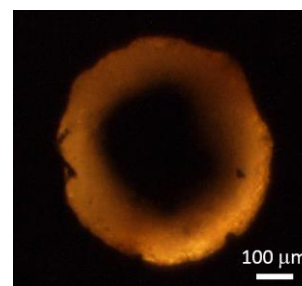


図 1 加熱中心が黒変したことを示す光学顕微鏡写真

Reaction of Mg_2SiO_4 with N_2 under high pressure and high temperature

T. Kubo¹, H. Kagi¹, A. Shinozaki², T. Okada³, S. Nakano⁴, A. Nakao⁵ (¹Grad. Sci., Univ. Tokyo, ²Grad. Env., Nagoya Univ., ³ISSP, Univ. Tokyo, ⁴NIMS, ⁵RIKEN)

○下田 玄¹、小木曾 哲²
(¹産業技術総合研究所、²京都大学)

海洋島玄武岩 (OIB) の同位体的な多様性は、「マントル端成分」という概念で説明されることが多い。すなわち、複数のマントル端成分の混合により OIB の多様な同位体組成を説明できる。マントル端成分を用いれば、最低限の成分で、OIB の同位体的多様性を説明できる。しかし、マントル端成分の極端な同位体組成が現実の試料 (岩石・岩体) として確認されたことはなく、端成分が実際にどのような同位体組成を持つのかは不明である。

極端な同位体組成をもつ端成分だけでなく中間的な同位体組成をもつ端成分も提唱されている (例えば、FOZO, PREMA)。これら中間的な端成分と同一の同位体組成を持つ岩石は数多く報告されている。しかし、中間的な端成分が OIB の同位体分布を説明する上で必然というわけではない。マントルの不均質性を理解するには、極端な同位体組成の端成分と中間的な同位体組成の端成分の両方について、成因も含めて議論することが必要であろう。

中間的な端成分である FOZO は、極端な端成分の HIMU と同様、海洋地殻のリサイクリングで生成したと考えられている。また、FOZO と類似した定義の端成分として PREMA がある。しかし、その成因について議論されることはほとんどない。本研究では、HIMU、FOZO、PREMA の成因について、海洋地殻が生成する中央海嶺での過程と海洋地殻が脱水する沈み込み帯での過程を考慮に入れて議論を行った。

中央海嶺での過程は、マグマの分化の程度を表す指標「Mg 値 (Mg#)」にもとづき評価した。すなわち、中程度に分化した高頻度の MORB (Mg# 65 程度)、分化の進んだ低頻度の MORB (Mg# ca.60 >) に分類し、各グループについて微量元素組成を求めた。MORB 組成は、Gale et al. (2013) の報告を利用した。沈み込み帯での過程は、脱水する温度・圧力条件の違いも評価した。すなわち放出される物質の違い (aqueous fluid か supercritical material か) と脱水量の違いを考慮に入れた。その結果、中央海嶺での分化過程と沈み込み帯での脱水条件の多様性で PRMA-FOZO-HIMU の同位体組成の広がりを説明できることが明らかとなった。

Continuous dehydration and chemical diversity of MORB: implications to geochemical linkage between HIMU, FOZO and PREMA

*G. Shimoda¹, T. Kogiso² (¹ Geological Survey of Japan, AIST, ² Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto Univ.)

地球マントルの組成は、地表に噴出する玄武岩質溶岩、マントルゼノリス、地表に露出する岩体（オフィオライト等）の地質学的、岩石学的、および地球化学的情報をもとに制約されている。その結果、マントルの主成分、微量元素濃度、同位体比組成は、さまざまなスケールで（鉱物中包含物のマイクロメートルスケールから、全地球規模の数千 km スケールまで）著しい不均質が存在していることが分かってきた（例えば、Zindler & Hart, 1986; 荒井, 1989; Saal et al., 1998; Hofmann, 2003; Ito and Mahoney, 2005; Sobolev et al., 2008）。しかし、その空間的構造と成因についてのコンセンサスは乏しく、例えば、（１）「mantle zoo」（Stracke et al., 2005）と呼称される多様な不均質が、chaotic なマントル対流により良く stirring を受けて（パイをこねるように多重に折り畳まれて）「marble-cake mantle」（Allègre & Turcotte, 1986）を形成するのか、（２）「Dupal anomaly」（Dupré & Allègre, 1983; Hart, 1984）に示される南半球（大西洋南部-インド洋-太平洋南部）のドメインのように、地球規模の塊状構造を保ち得る程度にしか stirring を受けないのか、（３）一見相反する（１）と（２）が両立する対流様式が存在するのかなど、対流の強度やパターン、地球全体の分化と物質循環の根幹に関わる問題が未解決である。

この問題にアプローチすべく、筆者らは、（Ａ）地表に噴出した若い玄武岩質溶岩の大規模データベースを、海嶺・海洋島・島弧に加え、大陸内の玄武岩も含めて構築し、これまでにない高空間解像度の不均質空間分布のマッピング、（Ｂ）Sr-Nd-Pb(-Hf)同位体比データの多変量統計解析を行い、必要かつ十分な本質要素（独立な組成空間基底ベクトル）の抽出と化学的解釈（スパースモデリング）を行った（Iwamori & Albarède, 2008; Iwamori et al., 2010; Iwamori & Nakamura, 2012）。その結果、マントルは、「Dupal anomaly」のような南北分割ではなく、深さによらず「日付変更線付近を境とする東西半球構造」を持つことが分かった。また、この構造は、2.5～9 億年前の間、主に東半球に分布していた複数の超大陸に向かっての沈み込みと親水成分の集中に関連すること、およびマントル東西半球構造が内核の地震波速度構造と酷似し、マントルの長波長対流パターン・温度分布が、核にまで影響を及ぼしている可能性があることが分かった（Iwamori & Nakamura, 2015）。大陸の離合集散を含むマントル対流モデル（Yoshida, 2013）は、大陸集合時の「沈み込み帯のかき集め」が、超大陸下に効率的な親水成分集中と冷却をもたらしていることを示している。東半球に濃集する親水成分は、地球ニュートリノの偏在をもたらす可能性があり、これは日本とイタリアの検出器を用いて将来検証可能である。

East-west geochemical hemispheres and whole Earth dynamics

*H. Iwamori^{1,2}, H. Nakamura^{1,2}, M. Yoshida¹, R. Yanagi^{1,2} (¹JAMSTEC, ²TITECH)

1D10

Late veneer と地球の希ガス

○兼岡一郎

(東京大学地震研究所)

地球の大気・海洋などは、地球の材料物質中に保持されていた揮発性成分が、地球史初期に地球内部からの脱ガスにより主要な部分が形成されたと一般的には考えられてきた。地球核生成の際にその多くが核に取り込まれて地表にはその一部しか残されていないと予想された白金族元素や Ni が、超塩基性マントル捕獲岩などでは隕石中の白金族元素に比べて元素間に大きな元素分別が見られないことや、Ni が予想より多くマントル中に存在することが明らかになってきた。そのため、これらの元素は初期地球に late veneer と呼ばれる地球外物質が付加されたという説が提示されるようになった。さらに H₂O などを含む揮発性元素も、late veneer により供給されたとする考え方も提唱されている。

地球の希ガスに関しては、これまで地球内部からの脱ガスによって大気や海洋成分が供給されたとして、その同位体比などの変動を用いて脱ガスの時期を含めた大気の進化や地球内部の化学的構造の推定などを行ってきた。しかし late veneer の希ガスへの影響は、明らかではない。

大気中の He は地球重力では長期間保持できず、地球深部までとりこむことも難しい。Late veneer により He が供給されても、その影響が MORB, OIB などのマグマ源で見られる系統的な同位体比の差に反映しているとは考えにくい。

一方大気と地球内部の Ne 同位体比には系統的な差があるが、その差は地球内部からの脱ガスの際に起こす単純な同位体分別では説明できない。そのため、late veneer によって現在の大気成分の Ne がもたらされたとも考えられる。しかし地球形成時には地球表層に大量にあった Ne が失われて、現在の大気値は其の際に生じた同位体比分別の結果であるとの説明もあり、結論はでない。

また大気と地球内部の Ar 同位体比は、前者が約 300 であるのに対し、後者は数千から数万程度と大きな差が認められ、その差が地球初期における地球内部からの大量の脱ガスの時期と程度を示すと考えられている。もし late veneer による影響が大きかったとすると、大気と地球内部の Ar 同位体比の差が、そのまま脱ガス時期を示すとは必ずしも言えなくなるだろう。

しかし Xe 同位体比に関しては、消滅核種 ¹²⁹I の壊変により生成される ¹²⁹Xe の ¹³⁰Xe に対する同位体比の差を除くと、大気と地球内部の同位体比は同じであるが、隕石などとは異なる同位体組成を示す。late veneer では一般的には隕石的な値を示すことが予想されるが、Xe 同位体比の場合にはそのような影響は見られない。

結局希ガス同位体比に対しては late veneer からの影響を要請する必然性はなく、late veneer 実態の解明のためには多くの課題が残されている。

Late veneer and terrestrial noble gases

*I. Kaneoka (Earthquake Research Institute, University of Tokyo)

○栗田直幸¹, 中塚武²(¹名古屋大学大学院環境学研究科, ²総合地球環境学研究所)

総合地球環境学研究所が主導するプロジェクトにより、日本各地から採取した樹木年輪セルロースの酸素同位体比($\delta^{18}\text{O}_{\text{cell}}$)の分析が行われ、過去 2000 年間に越える酸素同位体データが取得されている。本研究では、数値モデルを使って $\delta^{18}\text{O}_{\text{cell}}$ データを定量的に評価し、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{cell}}$ の変動を規定している気候因子を明らかにする。

$\delta^{18}\text{O}_{\text{cell}}$ の変動は、(1)植物が根から給水する水(起源水)の同位体比($\delta^{18}\text{O}_{\text{sw}}$)、(2)蒸散時に葉内で起こる同位体濃縮効果(蒸散効果)、(3)セルロース変換時に起こる有機物と起源水の同位体交換反応を反映することが知られている。これらのプロセスを組み込んだ年輪同位体モデルを用いて長野県南部で採取された木曽ヒノキの酸素同位体比の再現を試みた。数値実験は、モデルに必要な入力データ(気象・同位体データ)が揃っている 1961 年から 1979 年までの期間について行った。数値モデルの結果は、変動幅が観測値よりも大きな振幅を示したが、年々変化の傾向については観測値を概ね再現した ($R=0.63$)。また、振幅の過大評価については、気象データから算出した領域スケールの蒸散量を木曽ヒノキの個体の蒸散量に置き換えることで改善し、観測値の再現性が向上した ($R=0.68$)。この計算結果を使って $\delta^{18}\text{O}_{\text{cell}}$ の変動を規定している環境因子の特定を行ったところ、全変動の約 8 割が $\delta^{18}\text{O}_{\text{sw}}$ の変化を反映していることが明らかとなり、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{sw}}$ が $\delta^{18}\text{O}_{\text{cell}}$ 変動の主因子であると結論づけることができた。最後に、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{sw}}$ 変動の原因について考察を行った。気象観測データが存在する過去 100 年間の $\delta^{18}\text{O}_{\text{sw}}$ 変動を再現したところ、興味深いことに $\delta^{18}\text{O}_{\text{sw}}$ 変動は北太平洋 10 年規模振動(PDO)の変化と非常によく一致していた(図 1)。 $\delta^{18}\text{O}_{\text{sw}}$ は降水の同位体比($\delta^{18}\text{O}_{\text{rain}}$)変化と密接に関連していることから、中部日本における $\delta^{18}\text{O}_{\text{cell}}$ は気候変動に応じた $\delta^{18}\text{O}_{\text{rain}}$ の変化を記録していると考えられる。

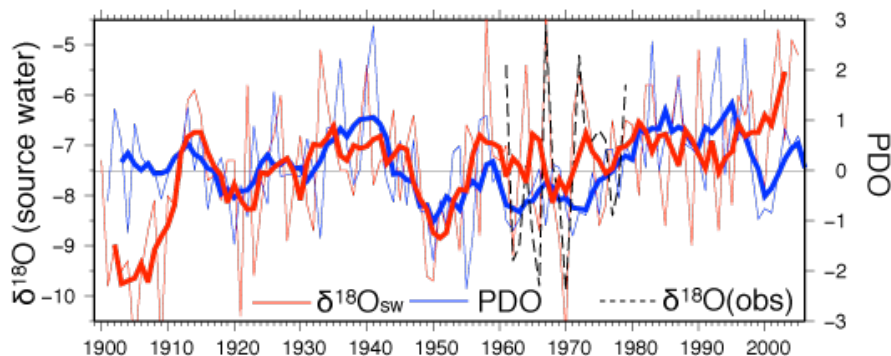


図 1 : 長野県南部の樹木年輪セルロース酸素同位体比から復元された起源水の酸素同位体比変化と北太平洋 10 年規模振動(PDO)との比較

水月湖堆積物が記録する
アジアダスト輸送の十年スケール変動

○長島佳菜¹、鈴木克明²、入野智久³、原由香里⁴、多田隆治²、中川毅⁵、
SG06/12 プロジェクトメンバー
(¹ JAMSTEC-RCGC、² 東大院地惑、³ 北大院地環、⁴ 九大応力研、⁵ 立命館
古気候センター)

東アジアの中緯度域に広がる広大な砂漠域では、毎年多くのダストが発生し、その一部は上空の偏西風に乗って北太平洋や遠くはアメリカ・ヨーロッパまで数千～数万 km 輸送される。このように長距離輸送されるアジアダストは、雲核としての働きや、栄養源（鉄）の供給を通じた海洋の生物生産への影響などから、その動態の理解に注目が集まっている。近年はライダーや衛星を使った観測など、観測技術の向上が目覚ましく、ダストモデルの発展と共に、ダストの発生、輸送、沈積等の各プロセスの理解が深まっている。しかしこうした観測データの大半は個別のダストイベントをターゲットとしているため、アジアダストの長期的な変動については、これまでほとんど明らかになっていない。そこで本研究では、福井県・水月湖で採取された高い年代決定精度を持つ堆積物を用いて、日本に飛来するダストの沈積フラックスの過去 100 年余りの変動を明らかにし、長期的なダスト輸送の変動とその原因の検証を行った。

三方五湖の一つである水月湖は日本海沿岸に位置しており、7 万年以上前からの年縞堆積物がほぼ連続して保存されていることで知られている。また、年縞のカウントや多数の落葉を用いた放射性炭素同位体比のデータを基に、世界最高水準の精度の年代モデルが確立され、世界的にも有名な湖である (Ramsey et al. 2012)。本研究では 2012 年に湖の中央部で採取されたリムノスコアおよび掘削コアを用いて、コア中に含まれるダストの含有量の推定を行い、既に計算されている (Suzuki et al., submitted) 陸源碎屑物フラックスと掛け合わせることで、ダスト沈積フラックスの復元を行った。

水月湖の堆積物に含まれる陸源碎屑物には、アジアダストの他に、隣接する三方湖に流入するはす川から三方湖を通じて流入する碎屑物が多く含まれていると考えられている (Schlölaut et al., 2014)。そこで本研究ではまず碎屑物粒子の粒度分析と、XRD 分析に基づく長石のタイプ分け（正長石、灰長石、曹長石の相対量の測定）を行い、水月湖堆積物からアジアダスト情報を抽出するための手法の確立を行った。水月湖堆積物中の碎屑物の粒度分布は、2 つの正規分布（粗粒 population, 細粒 population）の重ね合わせで説明ができ、日本で採取したダスト粒子の粒度分布や、三方湖と水月湖の境界で採水した懸濁粒子の粒度分布との比較に基づくと、粗粒 population がアジアダスト、細粒 population が三方湖を通じて流入するはす川起源の碎屑物を示している可能性が高い。更に、粗粒 population の含有量が多い試料ほど、灰長石の割合が高く、長石のタイプがアジアダストの特徴に類似していくことから、粗粒 population がアジアダストであると考えられる。

陸源碎屑物フラックスと掛け合わせて得られたダスト沈積フラックスは、1926–1951, 1975–2004 年に増加する傾向が示され、数十年スケールの変動が卓越することが分かった。ダスト沈積フラックスが多い年と少ない年の違いについて、500hPa の気圧や水平風のコンポジット解析を行った結果、日本でのアジアダスト沈積フラックスが卓越した年には、アリューシャン低気圧が強化する傾向と、東アジア～北太平洋上空での偏西風が低緯度側 (20°N–35°N) で強化する傾向が見られ、数十年周期のアリューシャン低気圧変動に伴う偏西風の変動がアジアダストの輸送経路を変え、日本～北太平洋へのダスト輸送を変化させている可能性が示された。

Decadal variations of the Asian dust transport recorded in Lake Suigetsu sediments

*K. Nagashima¹, Y. Suzuki², T. Irino³, Y. Hara⁴, R. Tada², T. Nakagawa⁵, and SG06/12 project members
(¹ JAMSTEC-RCGC, ² Univ. of Tokyo, ³ Hokkaido Univ., ⁴ Kyushu Univ., ⁵ Ritsumeikan Univ.)

○入野智久¹, 吉川久幸¹, 根本和宏², Luo Chao³, He Mengying³,
Zheng Hongbo³, 齋藤京太⁴, 鈴木克明⁴, 多田隆治⁴
(¹北海道大学, ²気象庁, ³Nanjing Normal University, ⁴東京大学)

古海洋環境変動解析において、化石生物起源炭酸塩から（温度効果を補正した）酸素同位体比を復元することで、過去の塩分のプロキシとすることが広く行われる。特に東シナ海においては、揚子江河川水の影響による塩分低下の程度をモニタすることで、東アジア夏季モンスーン変動を復元できると期待されるため、同海域における海洋表層水酸素同位体比変動の要因を正しく理解することが必要である。本報告では、揚子江流域淡水および東シナ海黒潮流軸域海水の安定水素・酸素同位体比および塩分の季節変動を調べることで、海水酸素同位体比に現れる淡水の影響を評価し、東シナ海における同位体比の塩分プロキシとしての意味を再考する。

Influence of the Yangtze fresh water to the oxygen isotope of the East China Sea surface water
*Tomohisa Irino¹, Hisayuki Yoshikawa¹, Kazuhiro Nemoto², Chao Luo³, Mengying He³,
Hongbo Zheng³, Keita Saito⁴, Yoshiaki Suzuki⁴, Ryuji Tada⁴ (¹Hokkaido University, ²Japan
Meteorological Agency, ³Nanjing Normal University, ⁴University of Tokyo)

○浅原良浩¹、竹内晟也¹、安田友紀¹、原田尚美²、小野寺丈尚太郎²、
長島佳菜²、申基澈³

(¹ 名大院環境、² JAMSTEC-RCGC、³ 総合地球研)

海洋の鉄の供給源や循環過程の解明は、生物生産を議論する上で重要である。海水中の鉄は植物プランクトンの成長に不可欠な元素であるが、溶存態鉄だけでなく粒子態の鉄も一次生物生産に寄与していることが指摘されている (e.g. Sugie et al., 2013)。海洋の沈降粒子は、円石藻、珪藻、鉄マンガン酸化物などから構成されており、これらの物質は海水から様々な形態の鉄を取り込んでいる。本研究では、沈降粒子中の炭酸塩、鉄マンガン酸化物、生物源オパール、有機物の各成分に含まれる鉄に注目し、これらの鉄安定同位体比 ($\delta^{56}\text{Fe}$) を明らかにする。さらに、各成分の鉄同位体比をネオジム同位体比 ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)、ストロンチウム同位体比 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)、微量元素組成と対比することにより、海洋における鉄の化学・生物過程を推定する。

試料は、北極海のカナダ海盆西部域 St. NAP (75°N 162°W、水深 1975m、試料採取深度 180m / 1300m、ノースウインド深海平原) のセディメントトラップで 2010 年 10 月から 2011 年 9 月まで 2 週間毎に採取された沈降粒子である。試料 20~110 mg に対し、酢酸 (HOAc)、塩化ヒドロキシルアミン (HH)、炭酸ナトリウム (Na_2CO_3)、過酸化水素 (H_2O_2) による逐次溶解を行い、炭酸塩 (円石藻、有孔虫などの殻)、鉄マンガン酸化物、生物源オパール (珪藻、放射虫などの殻)、有機物の 4 つに分画した (Bayon et al., 2002; Asahara et al., 2012)。各成分中の鉄を完全に酸化した後、陽イオン交換樹脂および陰イオン交換樹脂のカラムにより Fe、Sr、Nd を分離した。Sr、Nd の同位体比は TIMS (VG Sector 54-30 および GVI IsoProbe-T、名古屋大) で、鉄の同位体比は MC-ICP-MS (Thermo Scientific Neptune Plus、総合地球研) で測定を行った。微量元素の定量分析は ICP-MS (Agilent 7700x、名古屋大) で行った。

分析の結果、各成分はそれぞれ特徴的な鉄同位体比をもつことが明らかになった。

炭酸塩および鉄マンガン酸化物成分の $\delta^{56}\text{Fe}$ 値はそれぞれ $\delta^{56}\text{Fe}_{\text{HOAc}} = -0.7 \sim -0.6$ 、 $\delta^{56}\text{Fe}_{\text{HH}} = -0.4 \sim -0.2$ であり、地球上の火成岩の平均的な値 ($0.0 \sim +0.1$; e.g. Beard et al., 2003) よりも低い。炭酸塩成分の $\delta^{56}\text{Fe}$ 値は鉄マンガン酸化物成分の値より低いが、Sr、Nd 同位体比については、炭酸塩、鉄マンガン酸化物の両成分ともに海水の値を示す。これら 2 成分の $\delta^{56}\text{Fe}$ 値は、円石藻などの生物への溶存鉄の取り込み過程と溶存鉄の無機的な沈殿過程での同位体分別の違いを反映していると考えられる。このような同位体分別過程を考慮すると、この海域の溶存鉄の $\delta^{56}\text{Fe}$ 値は炭酸塩成分と鉄マンガン酸化物成分の中間的な値と推定される。

一方、生物源オパールと有機物成分の $\delta^{56}\text{Fe}$ 値はともに $\delta^{56}\text{Fe} = +0.3 \sim +0.6$ であり、火成岩の平均的な値に比べやや高い。生物源オパール中の鉄の起源を海水中の溶存鉄と仮定すると、生物源オパール成分の $\delta^{56}\text{Fe}$ 値は炭酸塩成分のような比較的低い値になると予想されるが、実際には異なる。生物源オパールや有機物成分の Sr、Nd 同位体比は海水とアルミノ珪酸塩碎屑粒子の中間的な値であることから、生物源オパールや有機物成分の鉄は、海水からの取り込みだけでなく、周辺大陸の河川から流入するアルミノ珪酸塩碎屑粒子や陸源有機物の鉄も寄与していると推察される。珪藻はアルミノ珪酸塩粒子から Nd を含む希土類元素 (REE) を取り込んでいることが指摘されており (Akagi et al., 2014)、鉄も同様にアルミノ珪酸塩粒子から取り込まれている可能性がある。

Source of iron in marine settling particles revealed by stable iron isotope

*Y. Asahara¹, S. Takeuchi¹, T. Yasuda¹, N. Harada², J. Onodera², K. Nagashima² and K. Shin³ (¹ Grad. Sch. Environmental Studies, Nagoya Univ., ² JAMSTEC-RCGC, ³ RIHN)

珪藻海風化作用による、マンガクラスト Nd 同位体比の新解釈：ケイ酸-CO₂ システムの変化が氷期-間氷期サイクルを引き起した

○赤木 右¹

(¹九州大学理学院)

はじめに

太平洋と大西洋のネオジム同位体比は過去数千万年間不調和的な変動を示し、パナマ運河の閉鎖に伴う深海流の変化によって説明されて来た。最近、珪藻の海洋希土類元素循環の関与についての理解が進み、珪藻が海洋表面に漂うケイ酸塩鉱物を溶解しケイ酸殻中に摂取していること（海風化作用）が分かった。この過程により、島弧の高い ϵ 値を持った Nd が海洋に溶解される。本研究では、新たに海風化作用を考慮し、変動を解釈した。

方法

珪藻海風化作用による Nd の供給を海洋のケイ酸塩濃度の関数として表した。また従来から知られている陸上で起こる風化作用を陸風化作用として区別し、陸風化作用による Nd の供給を単純に大気二酸化炭素濃度の関数として表した。太平洋と大西洋の ϵ Nd 値を全海洋平均ケイ酸濃度と大気二酸化炭素濃度の二変数によって表し、連立方程式を解くことにより、ケイ酸濃度と大気二酸化炭素濃度を求めた。

結果と考察

連立方程式中のパラメータのほとんどは計算結果に大きな影響をもたらさなかったが、大西洋に陸風化作用によって供給される ϵ Nd 値はケイ酸濃度に対して最も大きな影響を与えた。パラメータの選択に関わらず、以下の特徴が認められた。

- 1) 得られた二酸化炭素濃度の変動は底生有孔虫殻の $\delta^{18}\text{O}$ 値の変動と極めて類似した。
- 2) 海洋の平均ケイ酸濃度は、過去 30Ma 以前と過去 7Ma 以降を除き、二酸化炭素濃度とほぼ比例関係を保ちながら変化した。
- 3) 陸風化作用に対する海風化作用の比は過去 7Ma から急に上昇したが、過去 3Ma 以降に減少へ転じた。

以上の結果から、海洋のケイ酸濃度は過去 7Ma までは陸による風化作用によりほぼ決定されていたが、次第に海風化作用による影響も無視できなくなったこと、氷期-間氷期サイクルへの移行に伴い、ケイ酸塩濃度が突然減少したことが分かった。

ケイ酸-二酸化炭素システムの変化は、氷期サイクルの地球化学的な記録と整合的であるだけでなく、説明が困難だった多くの特徴を直接的に説明できる考えである。

New interpretation of oceanic ϵ_{Nd} values recorded in manganese crusts in terms of diatomaceous ocean weathering: implication on the cause of the glacial-interglacial cycles

*T Akagi¹ (¹Faculty of Science, Kyushu Univ.)

観測されている現在進行中の全球的な海水準上昇が、氷期終焉後に 130m ほど上昇した海水準上昇の延長線上に位置づけられるのか、人為起源の温室効果ガスが大気中に放出された後の特異的なイベントであるのかを明らかにするために、温暖期の海水準変動の理解を行うことは、今後の氷床安定性を議論する上でも重要な科学的な課題である。海水準変動の復元値は全球的な氷床量変動の最も信頼度の高い観測量である。PAGES などを中心に PALSEA2 というプロジェクトにより温暖期の海水準変動についての知見を取りまとめる作業が行われている（例: Dutton et al., 2015）。海水準指標と年代情報をそして気候情報について地球科学的に情報を収集し、固体地球の変形モデルや気候モデルなどと組み合わせることで、氷床量変動の定量的な評価を行うことが可能である (Yamane et al., 2015; Yokoyama and Esat, 2015)。

本発表では、まず特に南極氷床の融解史について注目し、日本の沿岸域で得られたデータを基に、氷床融解終焉のタイミングの決定について紹介する (Yokoyama et al., 2012; 2015)。さらに気候外力としての氷床融解と完新世の古気候情報との関係性について、近年得られたモンスーン変動の復元記録 (Nakamura et al., 2015) や琉球列島のサンゴ礁記録とエルニーニョとの関係 (Hamanaka et al., 2015) などを紹介しながら検討する。

[文献]

- Dutton, A. et al, 2015: Sea-level rise due to polar ice-sheet mass loss during past warm periods. *Science*, 349, 153.
- Hamanaka, N. et al., 2015: Holocene reef-growth dynamics on Kodakara Island (29°N, 129°E) in the Northwest Pacific. *Geomorphology*, 243, 27-39.
- Nakamura, A., et al., 2015: Weak Monsoon event at 4.2 ka recorded in sediment from Lake Rara, the Himalayas. *Quaternary International*, in press.
- Yamane, M., Yokoyama, Y., Abe-Ouchi, A., Obrochta, S., Saito, F., Moriwaki, K., and Matsuzaki, H., 2015: Exposure age and ice-sheet model constraints on Pliocene East Antarctic ice sheet dynamics. *Nature Communications*, 6, 7016.
- Yokoyama, Y., and Esat, T.M. 2015: Coral Reefs, in *Handbook of Sea-Level Research*, Wiley, doi: 10.1002/9781118452547.ch7, p104-124.
- Yokoyama, Y. et al: 2012, Holocene sea-level change and Antarctic melting history derived from geological observations and geophysical modeling along the Shimokita Peninsula, northern Japan. *Geophysical Research Letters*, 39, L13502.
- Yokoyama, Y. et al: 2015, Holocene Antarctic melting and lithospheric uplift History of the Southern Okinawa trough inferred from mid- to late-Holocene sea level in Iriomote Island, Ryukyu, Japan. *Quaternary International*, in press.

Holocene Polar Ice Sheets changes deduced from sea level and Paleoclimatology

○ Yusuke Yokoyama¹ (¹AORI, The University of Tokyo)

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

○青柳 治叡¹、沢田 健¹、風呂田 郷史¹、入野 智久²、五十嵐 八枝子³

(¹ 北海道大学・理学院、² 北海道大学・地球環境科学院、³ 北方圏古環境研究室)

古植生復元のために花粉・孢子、小型～大型植物体の化石が使われるが、近年、植物由来有機分子（バイオマーカー）による方法が提案・検討されている。植物バイオマーカーは植物体化石が保存されないような地球科学試料からでも得られ、定量性・再現性が高いこと、続成過程の情報が得られることなどの利点がある。しかし、花粉・孢子や植物体化石のように種・科レベルの分類学的情報を得ることは難しい。また、化石と有機分子の輸送・堆積や続成作用に依存したバイアスも異なっていることから、複数の手法を合わせて比較・検討することで、より精密で多面的な古植生を復元できると期待できる。また、本研究では、海洋堆積物から古植生復元を試みた。このような海洋堆積物の試料を用いることで植生解析が広く行われている泥炭や湖沼の堆積物よりも広域的な後背地を想定でき、長期間の変動を俯瞰することができる。同じ堆積物試料を花粉とバイオマーカーによる古植生プロキシを用いて古植生の復元を行い、その違いなどの検討を行った。

試料として、2013 年の IODP Exp.346 航海で U1423 site から採取された深海掘削堆積物コアを用い、鮮新世～現在（～約 4.5Ma）の期間に着目して研究を行った。分析方法としては、凍結乾燥処理した試料を有機溶媒で抽出した後に、シリカゲルカラムによって無極性～極性成分に分画した。すべての極性の画分を GC-MS を用いてバイオマーカー分析した。

すべての試料から、葉のワックス成分に由来するアルキル脂質と植物テルペノイドが検出された。*n*-アルカンの平均鎖長を示す指標である ACL は全体的に 29 に近づくように変化し、これは木本性植生の増加を示唆する。裸子植物由来のジテルペノイドと被子植物由来のトリテルペノイドの相対比から得られる裸子/被子植物比も変動する。また、ジテルペノイド全体の持つ芳香環の平均を示した平均芳香環数 (Nakamura et al., 2012) は 北半球の氷床形成が始まったとされる NHG 期間と同調して増加する傾向を示した。これは北半球の寒冷化に伴い、北東アジア域の冬季モンスーンが強化され、ジテルペノイドの続成生成物の供給が増したためと推論している。このような気候・環境変動を復元できることを提示する。

Examination for reconstructing paleovegetation changes by terrestrial plant biomarker analyses in a sediment core from Japan Sea off Hokkaido

*C. Aoyagi¹, K. Sawada¹, S. Furota¹, T. Irino², Y. Igashiki³ (¹ Faculty Sci., Hokkaido Univ., ² Facul. Environ. Earth Sci., Hokkaido Univ., ³ Inst Paleoenvirom Northern Regions)