

マリアナトラフの背弧拡大軸および off-ridge 火山の火山岩および海底熱水硫化物の化学組成の特徴 Chemical characteristics of arc magma and seafloor sulfide deposits on back-arc spreading center and off-ridge volcanoes

浦辺 徹郎^{1*}, 金森 俊太郎¹, 大河計画マリアナ航海乗船研究者一同²

URABE, Tetsuro^{1*}, KANAMORI, Shuntaro¹, On-board Scientists of TAIGA Mariana Cruise²

¹ 東京大学理学系研究科, ² 新学術領域「海底下の大河」

¹University of Tokyo, ²TAIGA Project

新学術領域「海底下の大河」計画では、第2白嶺丸に搭載された海底設置型掘削装置 BMS を用いて、2010年6月にマリアナトラフの背弧拡大軸および off-ridge 火山において掘削を行った。ここには軸上に2カ所 Snail site (120°57.19'N, 143°37.16'E, depth:2861m) および Yamanaka site (120°56.64'N, 143°36.80'E, depth: 2823m)、off-ridge 火山に Archean site (120°56.35'N, 143°37.89'E, depth: 2986m) および Pika site (120°55.13'N, 143°38.92'E, depth: 2773m) の合計4カ所の高温熱水域が知られている。

マリアナトラフの島弧火山は 'fluid-dominated' な特徴を示す。Stolper and Newman (1994) はマリアナトラフのマグマが MORB と H₂O-rich component の melting mixture で説明できることを示し、H₂O に富む島弧玄武岩ができるとした。それら沈み込みに伴う成分が、高温熱水活動によって生成した硫化物の微量元素組成に、どのように反映されているかを調べるため、コアから玄武岩ガラスと硫化物を選び出し、ICP-MS により主要・微量化学成分を分析した。

微量元素パターンから、上記背弧拡大軸および off-ridge 火山はいずれも類似した組成を持ち、マリアナトラフの島弧玄武岩・玄武岩質安山岩としての特徴を示した。一方、硫化物の組成には As, Ba, Pb など系統的な変化を示す元素がみられ、それが何らかの意味で沈み込み成分を反映していることが伺える。

キーワード: マリアナトラフ, 背弧拡大軸, 海底熱水, 海底下の大河, 微量元素, インコンパチブル元素

Keywords: Mariana Trough, backarc spreading, hydrothermal deposit, TAIGA project, minor element, incompatible element

南部マリアナトラフの熱水系の地形・地質学的特徴 Geomorphological and geological characteristics of hydrothermal system in the southern Mariana Trough

吉河 秀郎^{1*}, 沖野郷子¹, 浅田 美穂², 野木 義史³, 望月 伸竜⁴

YOSHIKAWA, Shuro^{1*}, Kyoko Okino¹, Miho Asada², Yoshifumi Nogi³, Nobutatsu Mochizuki⁴

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 海洋研究開発機構, ³ 国立極地研究所, ⁴ 熊本大学

¹AORI, Univ. of Tokyo, ²JAMSTEC, ³NIPR, ⁴Kumamoto University

To examine the relationship between geomorphological characteristics and hydrothermal activity, and relation of tectonic and volcanic control to hydrothermal system in the southern Mariana Trough, we investigated the five hydrothermal sites using near-bottom swath mapping data collected by SEABAT7125AUV on the AUV Urashima during the cruise YK09-08, and dive observation data acquired by the submersible Shinkai6500 during the cruise YK10-11. The principal findings are as follows. 1) The two on-axis hydrothermal sites (Snail and Yamanaka sites) are possibly locally developed on a 4th order spreading segment, in association with diking events. The three off-axis sites (Archean, Urashima, and Pika sites) appear to represent locations of sustained hydrothermal activity, which has created relatively large-scale hydrothermal features as compared with those observed in the on-axis area. The formation of off-axis hydrothermal sites likely closely related to an off-axis magma upwelling system, as evidenced by the absence of fault systems and the undeformed morphology of the mound and the knoll. 2) The three off-axis hydrothermal sites are mainly composed of breccias assemblages probably originated in hydrothermal activity with black smoker venting. In those areas, numerous ridge lines (height, mainly 1-6 m), conically-shaped mound (height, 50-100; diameter, 250-300m), and bumpy seabed texture are found, in contrast, the on-axis sites are characterized by no ridge lines, and white smoker and shimmering observed on dome-shaped pillow mound (height, 5-30 m; diameter, 250-320 m). Hence, distribution of the ridge lines, mound morphology, and bumpy seabed textures likely to correlate with hydrothermal activity.

中部マリアナ背弧拡大軸下のマントル溶融域に対する電磁気学的な制約 Electromagnetic constraints on a melting region beneath the central Mariana back-arc spreading ridge

松野 哲男^{1*}, EVANS, Rob. L.², 島 伸和¹
MATSUNO, Tetsuo^{1*}, EVANS, Rob. L.², SEAMA, Nobukazu¹

¹神戸大学, ²ウッズホール海洋研究所, ³海洋研究開発機構
¹Kobe University, ²Woods Hole Oceanographic Institution, ³JAMSTEC

An electrical resistivity profile across the central Mariana subduction system shows high resistivities in the region of upper mantle beneath the back-arc spreading ridge where melt is supposed to exist. The question arises as to why the 2D magnetotelluric (MT) experiment failed to image the melt at the place where seismic attenuation structures showed a signature of the melt but seismic velocity structures did not strongly show it. We have run forward models that test possible melt geometries that are consistent with other observations from the region, and that we use to place upper bounds on the possible extent of melt beneath the spreading center. The tests are carried out by examining the differences in MT response between a starting 2D model which is essentially the result of inversion of data from the region and models with 3D melt bodies superimposed on this background starting model. If differences in the predicted MT responses are above a threshold level determined by the uncertainties in the field data, then we argue that such a feature should be resolvable and therefore is not compatible with our data. Features which do not greatly perturb the MT responses, within the error, could be considered acceptable. The tests with the across-strike real data profile and an along-strike hypothetical data profile show that perturbations in the off-diagonal elements of the MT response behave similarly in both profiles, and that weak signals from melt bodies in diagonal elements of the MT response may not be detected within the observational error. Taking into accounting melting regions suggested by other geophysical studies, as well as the likely effects of melt focusing, the most likely melt region has a pyramid shape and a resistivity of 100 Ohm-m, whose value is close to a dry olivine on mantle adiabat and could indicate the interconnected silicate melt of ~1%-0.1%. In contrast to the superfast spreading southern East Pacific Rise, the 3D melt region with a modest detectable melt supply suggests that buoyant mantle upwelling is the dominant process beneath the slow-spreading central Mariana back-arc spreading ridge.

南部マリアナトラフ海底熱水域における鉄依存化学合成生態系の出現要因 Appearance of iron-dependent chemosynthetic ecosystem at the Southern Mariana Trough

加藤 真悟^{1*}, 中村 謙太郎², 土岐 知弘³, 石橋 純一郎⁴, 角皆 潤⁵, 廣田 明成⁶, 大熊 盛也¹, 鈴木 勝彦⁷, 山岸 明彦⁸
KATO, Shingo^{1*}, NAKAMURA, Kentaro², TOKI, Tomohiro³, ISHIBASHI, Jun-ichiro⁴, TSUNOGAI, Urumu⁵, HIROTA, Akinari⁶, Moriya Ohkuma¹, SUZUKI, Katsuhiko⁷, YAMAGISHI, Akihiko⁸

¹ 独立行政法人理化学研究所バイオリソースセンター, ² 独立行政法人海洋研究開発機構・プレカンブリアンエコシステムラボユニット, ³ 琉球大学理学部, ⁴ 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門, ⁵ 北海道大学大学院理学院, ⁶ 独立行政法人産業技術総合研究所地質情報研究部門火山活動研究グループ, ⁷ 独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域, ⁸ 東京薬科大学生命科学部

¹JCM, RIKEN-BRC, ²PEL, JAMSTEC, ³Faculty of Science, University of the Ryukyus, ⁴Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, ⁵Faculty of Science, Hokkaido University, ⁶Volcanic activity Research Group, Institute of Geology and Geoinformation, AIST, ⁷IFREE, JAMSTEC, ⁸Department of Molecular Biology, Tokyo University of Pharmacy and Life Science

光の届かない深海底熱水域には、熱水に含まれる還元型物質を酸化することで得られる化学エネルギーを用いて二酸化炭素から有機物を合成することのできる化学合成独立栄養微生物が生息している。酸化還元反応から得られる生物利用可能エネルギー量は、その環境の熱水化学組成にもとづいた熱力学計算から求めることができる(例えば McCollom and Shock, 1997)。特に水素酸化、硫酸酸化およびメタン酸化に関しては、その熱水化学組成から計算されるエネルギー量と実際の微生物学的観測データがよく一致することがわかってきた(Takai and Nakamura, 2010; 中村・高井, 2011)。本研究の目的は、熱水化学と微生物生態系との関係の一般原理の解明に向けて、上記の3つの酸化反応に加えて、これまで観測データの不足していた鉄酸化に関わる熱水化学と微生物について、その関連性を微生物学・地球化学・熱力学アプローチによって明らかにすることである。

本研究における調査地域は、南部マリアナトラフ背弧海盆拡大軸およびその周辺の熱水噴出地帯である。この地域においては、培養に依存しない分子生物学的手法による包括的な微生物群集解析が既に行われており、様々な温度域における硫化物チムニー、酸化鉄沈殿物、さらには人工掘削孔から採取した熱水中の微生物群集組成が調べられている(Kato et al., 2009a, b, 2010)。特に、酸化鉄沈殿物と掘削孔熱水中には鉄酸化独立栄養細菌に近縁な種が優先的に存在することがわかっており、それらの環境では「鉄に依存した微生物生態系」が成り立っていると示唆されている(Kato et al., 2009a, b)。本研究では、この南部マリアナトラフ熱水域を一つの海底熱水系のモデルフィールドとして、新たにYK10-10航海およびYK10-13航海で得られた熱水化学データも加えて、熱水化学組成と微生物生態系の群集組成との関連付けを試みた。

化学実測データをもとにして各酸化還元反応から得られる生物利用可能エネルギー量を計算すると、人工掘削孔や酸化鉄沈殿物周辺にみられるような低温流体では、鉄酸化によって得られるエネルギー量は硫酸酸化のそれに匹敵もしくはそれ以上であることが明らかになった。この計算結果は、これまで報告されている微生物群集解析結果と整合的である。しかしながら、熱水と海水との単純混合を仮定して生物利用可能エネルギー量を計算した場合、どの温度域においても硫酸酸化によって得られるエネルギー量が最も多く、鉄酸化によって得られるエネルギー量を下回ることにはなかった。この結果は、化学組成の実測データを用いた計算結果および微生物群集解析結果と一致しない。このことは、単純な熱水・海水混合モデルから低温流体の熱水化学組成および微生物群集組成を正しく推定することは困難であり、その推定には鉱物沈殿などのプロセスなどを考慮したより正確な流体形成モデルを導入する必要があることを示唆している。「鉄に依存した微生物生態系」は、トンガ島弧やハワイのロイヒ海山の海底熱水域にも存在すると示唆されている。南部マリアナトラフと同様に、これらの環境においても、詳細な化学分析および熱力学モデルを適用することで、「鉄に依存した微生物生態系」の出現要因に関する一般的な知見が得られると期待される。

キーワード: 化学合成生態系, 海底熱水系, 鉄酸化独立栄養細菌, 熱力学モデル, 海底下流体

Keywords: Chemosynthetic ecosystem, Deep-sea hydrothermal vent field, Iron-oxidizing chemolithoautotrophic bacteria, Thermodynamic modeling, Crustal fluid

アルビンガイの集団構造から推定したマリアナトラフの熱水活動史 History of hydrothermal activity in the Mariana Trough estimated by population structure of vent-endemic snails

小島 茂明^{1*}, 日高裕華¹, 狩野泰則², 渡部裕美³

KOJIMA, Shigeaki^{1*}, Hiroka Hidaka¹, Yasunori Kano², Hiromi Watanabe³

¹ 東京大学大学院新領域創成科学研究科, ² 東京大学大気海洋研究所, ³ 海洋研究開発機構

¹Graduate School of frontier Science, The University of Tokyo, ²Atomosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, ³Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

アルビンガイはマリアナトラフの熱水噴出域の固有種であり、同海域の化学合成生物群集の優占種である。マリアナトラフの5ヶ所の熱水噴出域（中央マリアナトラフの Alice Springs Field、南部マリアナトラフの Forecast Vent Field、マリアナトラフ最南部の Snail site、Archaean site、Urashima site）で採集したアルビンガイの遺伝的集団構造を解析した。Forecast Vent Field の集団が最も遺伝的多様性が高かった。アルビンガイ集団は遺伝的に異なる2つのグループから構成されていた。第1のグループは個体数が多く遺伝的多様性が高く、第2のグループは個体数が少なく遺伝的多様性が低い。両者は全てのサイトで同所的に分布するが、Alice Springs Field では第2のグループの出現頻度が極めて低かった。どちらのグループも過去に集団サイズの急速な拡大を経験していたが、拡大年代は第1のグループの方が早かった。熱水域間の遺伝的交流を推定したところ、トラフ全体で南向きの分散が卓越していた。以上のことから、アルビンガイの共通祖先集団が熱水活動の衰退により、中央と南部の2つの集団に分断され遺伝的に異なるグループに分化した後、まず中央マリアナトラフの熱水活動活発化に伴い集団サイズの拡大と南方への分布拡大が起こり、ついで南部で熱水活動が活発化して南集団の拡大と最南部への分布域拡大が起きたと推測される。本発表では、アルビンガイを含むハイカブリナ科の系統解析と化石記録およびパナマ地峡の成立年代に基づく分子進化速度の推定をおこない、上記の仮説の各イベントの年代を推定して、地球化学に基づく知見との照合をおこなう。

キーワード: マリアナトラフ, アルビンガイ, 集団構造, 熱水活動史

Keywords: Marina Trough, Alviniconcha hessleri, population structure, history of hydrothermal activity

深海底熱水活動域に生息する化学合成微生物の群集遺伝構造解明 Population genetic structure of deep-sea vent chemolithoautotrophs

美野 さやか^{1*}, 中川 聡¹, 宮崎 淳一², 牧田 寛子², 和辻 智朗², 布浦 拓郎², 山本 正浩², 高井 研², 澤辺 智雄¹
MINO, Sayaka^{1*}, Satoshi Nakagawa¹, Junichi Miyazaki², Makita Hiroko², Tomoo Watsuji², Takuro Nunoura², Masahiro Yamamoto², Ken Takai², Tomoo Sawabe¹

¹ 北海道大学, ² 海洋研究開発機構

¹Hokkaido Univ., ²JAMSTEC

深海底熱水活動域には、H₂ や H₂S といった無機化合物をエネルギー源とした化学合成を行う微生物に支えられた独自の生態系が存在する。近年の分子生物学的手法により、*Epsilonproteobacteria* 綱に属する化学合成微生物が、世界各地の深海底熱水活動域において普遍的に優占することが明らかとなってきた。本分類群は胃潰瘍や胃癌、腸炎等の原因となる *Helicobacter pylori* や *Campylobacter jejuni* といった病原性微生物を含むことで知られている。これら病原性 *Epsilonproteobacteria* の群集遺伝構造は、突然変異や水平伝播の頻度が極めて高いことが明らかとなっているが、深海性のものに関する群集遺伝構造の解析例は少なく、群集の進化的知見は乏しい。我々の研究グループは、これまでに世界各地の深海底熱水活動域から分離した深海性 *Epsilonproteobacteria* の特定のサブグループ (Group B) を対象とし、MLSA 法 (ゲノムレベルで群集の遺伝学的な多様性を捉えられる画期的な手法) を用いた群集遺伝学的解析を行い、各海域に固有の遺伝学的特徴を持った微生物群集が存在し、その遺伝学的な多様性は主に突然変異によって生み出されていることを突き止めた。しかしながら、熱水活動域に生息する微生物群集の地理的隔離や高い突然変異率を示唆した本知見が、他の系統群や増殖生理特性の異なる微生物群集に共通してみられるのかを調べる必要がある。そこで本研究では、Group B に新たな熱水活動域の菌株を加えるとともに、Group B と同程度の温度範囲、またはより高い温度で増殖する他のサブグループ (Group F や A)、および深海性 *Epsilonproteobacteria* と類似したエネルギー代謝経路 (硫黄酸化や水素酸化) を持つが、より高い温度で増殖する他系統群 (*Aquificales* 目の *Persephonella* 属) に属する微生物群集も研究対象に加えた。

沖縄トラフ・南部マリアナトラフ・インド洋中央海嶺の深海底熱水活動域において、有人・無人潜水艇により熱水性試料を採取し微生物を分離培養した。得られた分離株から 16S rRNA 遺伝子の塩基配列の相同性が高い菌株を選択し、複数のハウスキーピング遺伝子の塩基配列を決定した。得られた遺伝子塩基配列情報に基づき、系統樹の作成および突然変異や組換え率等を算出し、群集遺伝構造を決定する要因を調査した。

深海性 *Epsilonproteobacteria* および *Persephonella* に属する分離株は、各系統群内ではほぼ同じ 16S rRNA 遺伝子の塩基配列を共有するにもかかわらず、複数のハウスキーピング遺伝子の塩基配列を組み合わせで作成した系統樹では、微生物が分離された海域ごとにクラスターが形成される傾向が見られた。このことから深海底熱水活動域に生息する化学合成微生物群集では、系統群や増殖生理特性の違いによらない明確な地理的隔離が存在することが示唆された。さらに各系統群共通の群集遺伝学的特徴として突然変異率が高い傾向にあったことから、熱水活動域の化学合成微生物群集はその遺伝的な多様性を主に突然変異によって生み出していることが示唆された。

本発表では、上述した深海底熱水活動域に普遍的に生息する化学合成微生物群集の地理的分布様式や進化の原動力に焦点を当て、各系統群に固有な遺伝的特徴および共通点について議論したい。

沖縄トラフの海底熱水鉱床の多様性 Diversity of seafloor massive sulfide ores in the Okinawa Trough

石橋 純一郎^{1*}, 大城 光洋¹, 島田 和彦¹, 野崎 達生², 吉住 亮人³, 浦辺 徹郎³, 佐藤 暢⁴

ISHIBASHI, Jun-ichiro^{1*}, OOKI, Mitsuhiro¹, SHIMADA, Kazuhiko¹, NOZAKI, Tatsuo², YOSHIKAZUMI, Ryoto³, URABE, Tetsuro³, SATO, Hiroshi⁴

¹九州大学理学部, ²海洋研究開発機構地球内部ダイナミクス領域, ³東京大学大学院理学系研究科, ⁴専修大学経営学部

¹Faculty of Science, Kyushu University, ²JAMSTEC, IFREE, ³School of Science, University of Tokyo, ⁴Senshu University

沖縄トラフは我が国周辺に位置する海底熱水鉱床が分布する海域の一つで、これまでに8カ所で熱水活動域の存在が確認されている。沖縄トラフは大陸縁辺域に位置していることから、熱水循環系が堆積層内に発達していることが特徴である。堆積層内に発達する海底下の熱水移動は、熱水鉱床の形成や熱水性鉱物の保存などの点で有利に働くと考えられ、大型熱水鉱床がこの海域に存在する可能性が期待できる。

2011年には大河計画のもとで2回の航海が、沖縄トラフにおける熱水鉱床の研究を目的の一つとして実施された。8月に行われたNT11-15航海では、伊是名海穴 Jade site, 伊是名海穴 Hakurei site, 伊平屋北海丘の熱水域において潜航調査が行われた。9-10月に行われたNT11-20航海では、南奄西海丘, 与論海丘, 伊是名海穴 Hakurei site, 伊良部海丘, 鳩間海丘において潜航調査が行われた。本講演では、これらの潜航調査の結果に基づいて沖縄トラフの熱水噴出域に分布する熱水性鉱物の共通性と多様性を議論する。

沖縄トラフの熱水噴出域でしばしば見られる特徴として、熱水を噴出するチムニーが硫酸塩鉱物を主体として形成されるのに対して、熱水噴出孔の根元のマウンドやその周辺の海底面から採取される鉱物は硫化鉱物を主体とするという鉱物の産状がある。熱水が海底直下で二相分離を起こし、それぞれの相に富んだ熱水がタイプの異なった熱水性鉱物の沈殿に参与している可能性がある。

金属元素組成の点から見ると、沖縄トラフの熱水性鉱物は亜鉛、鉛に富んでいる特徴がある。鉱物としては閃亜鉛鉱、ウルツ鉱、方鉛鉱などの鉱物が主要鉱物となる。微量金属元素としては銀の含有量が高い特徴も顕著である。銀は主に四面銅鉱中に含まれているが、その他にも様々な硫化鉱物の存在が確認されている。これらの特徴は、やや低温の熱水から鉱床が形成されていることによると考えらえる。

キーワード: 海底熱水活動, 火山性塊状硫化物, 熱水鉱床, 背弧海盆

Keywords: hydrothermal activity, volcanic massive sulfide, seafloor hydrothermal ore, back-arc basin

熱水噴出孔下に生命圏は存在しうるか? 中部沖縄トラフ伊平屋北海域IODP掘削(Exp. 331)からの答え

Microbial community and activity beneath the hydrothermal vent at the Iheya North field of the Mid-Okinawa Trough

柳川 勝紀^{1*}, 布浦 拓郎², 川口 慎介², 平井 美穂², 砂村 倫成¹, 高井 研²

YANAGAWA, Katsunori^{1*}, Takuro Nunoura², KAWAGUCCI, Shinsuke², Miho Hirai², SUNAMURA, Michinari¹, TAKAI, Ken²

¹ 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻, ² 海洋研究開発機構・深海地殻内

¹Department of Earth and Planetary Science, University of Tokyo, ²JAMSTEC, SUGAR

深海底で噴き出す高温熱水には、周辺深層水には見られない微生物系統群が検出される。それらは、熱水孔下に広がる生命圏からの使者として、海底下に広がる熱水脈中をはるばる旅してきたものであると理解されている。2010年9月に実施された統合国際深海掘削計画第331次航海(IODP Expedition 331)では、中部沖縄トラフ伊平屋北熱水活動域を対象に柱状コア試料が取得され、深海熱水噴出孔下微生物圏へ直接的アプローチが試みられた。

熱水噴出孔より450mの距離にある掘削地点(Site C0014)では、海底下50mで200度超の高温環境が形成されており、水平方向の熱水移流が想定される。このコア試料では20m以深では微生物の観察されない「非生命圏」であった。一方、浅部で検出される微生物群集構造は物理化学成分に対応して変化していることが示された。また、メタン生成、嫌氣的メタン酸化、酢酸生成といった微生物活性は、環境中の地化学プロファイルを整合的に説明することができた。熱水孔下には、生命生息限界の淵に活動的生命圏が存在していることを明瞭に示していた。

熱水噴出孔より1.6km離れた掘削地点 Site C0017 は、海底熱水循環に随伴して、海水が表層堆積物に染み込んでいく場であると考えられている。実際に、掘削コア試料からは、浸透海水の主要流路と思しき粗粒な軽石層が半遠洋性堆積物に挟まれる形で発見された。海底下20mまでの浅部と軽石層以深では、通常海底堆積物中で頻出する未培養性アーキアが優占していた。一方、軽石層では Nitrosopumilales が特徴的な微生物群集構造を示していた。軽石層を通過する海水由来の酸化的な環境が、特異的微生物生態系の発達を促したと考えられる。また、本コア試料には、熱水の流路は見つかっていないものの、深度150mでは90度近い高温環境が存在していた。そこで検出される微生物群集構造は、Site C0014の高温環境のそれと類似しており、熱水孔下生物圏の存在様式が端的に示されたと考えている。

キーワード: 熱水孔下生命圏, メタン生成, 嫌氣的メタン酸化

Keywords: hydrothermal vent, subvent biosphere, methanogenesis, anaerobic oxidation of methane

有機物の影響による bacteriogenic iron oxides(BIOS) へのヒ素吸着能の低下 Decrease of arsenate adsorption onto bacteriogenic iron oxides (BIOS) by the presence of organic material

菊池 早希子^{1*}, 高橋嘉夫¹

KIKUCHI, Sakiko^{1*}, TAKAHASHI Yoshio¹

¹ 広島大学大学院 理学研究科

¹ Graduate school of science, Hiroshima University

The adsorption behavior of trace elements onto iron (Fe) oxides has been well demonstrated for their importance in water chemistry. Especially, bacterial-induced Fe oxides (Bacteriogenic iron oxides: BIOS) are of common interest because of their ubiquity and characteristics of adsorption of various ions. Indeed, it is previously reported that the adsorption of heavy metal ions onto BIOS exhibited adsorption trend different from synthetic iron oxides [1]. In this study, arsenate adsorption behavior onto (A) synthetic ferrihydrite, (B) natural BIOS collected from Okinawa hydrothermal vent, and (C) synthetic BIOS obtained by incubation of iron-oxidizing bacterium (*Mariprofundus ferroxydans*) were compared. BIOS synthesis was performed using a set of diffusion cells by which we can obtain pure BIOS free from other inorganic and organic materials which are abundant in natural BIOS (e.g., silica, clay minerals, and other ions adsorbed on BIOS). Adsorption experiments were performed under sea water condition (I: 0.70 M; initial arsenate concentration: 70 mg/L; adsorbent: approx. 0.5 mg) as a function of pH 4-10. Iron mineral species of iron oxides were specified by Fe K-edge X-ray absorption fine structure (XAFS) [2] and adsorption structure of arsenate was examined by As K-edge XAFS analysis.

Iron K-edge XAFS analysis revealed that both natural and synthetic BIOS consisted mainly of ferrihydrite with 45-55 % of highly amorphous Fe hydroxides that is characterized by the primitive Fe hydrolysis stages. The crystal size was nano-scale which was smaller than the synthetic ferrihydrite. Thus, it was expected that BIOS should have more arsenate adsorption capacity than synthetic ferrihydrite. However, the amount of arsenate adsorbed onto each iron oxides decreased in the order of synthetic ferrihydrite > natural BIOS = synthetic BIOS with a same adsorption trend as a function of pH. XAFS and micro-XRF analysis indicated that arsenate was mainly adsorbed onto Fe phase within natural and synthetic BIOS forming inner-sphere complexation to the Fe oxides. These results were consistent with previous results on As adsorbed onto synthetic ferrihydrite. Contrary to their reduced crystal particle size, specific surface areas of synthetic BIOS was decreased by 25% from synthetic ferrihydrite, which is possibly caused by the coprecipitation of Fe oxides with organic materials [3]. Thus, it is suggested that strong aggregation of Fe particles by the presence of organic materials reduces (i) the surface area and/or (ii) the active adsorption site within BIOS, which may ultimately result in the decrease of the arsenate adsorption onto BIOS. These results also suggest that direct and indirect effects of organic materials should be taken into account to evaluate the anion adsorption onto BIOS.

[1] Katsoyiannis et al. (2006) *Water Research* 40, 3646.

[2] S. Kikuchi et al. (2011) *Chem. Lett.* 40, 680-681.

[3] Mikkuta et al. (2008) *Geochim. Cosmochim. Acta.* 72, 1111.

キーワード: 水酸化鉄, ヒ素, フェリハイドライト, 鉄酸化菌, XAFS, 吸着

Keywords: iron oxides, arsenate, ferrihydrite, iron-oxidizing bacteria, XAFS, adsorption

酸化還元環境が異なる水-堆積物系でのモリブデンおよびタングステンの固液分配 Solid-water distributions of Mo and W in water-sediment system under various redox condition

大森 恵理子¹, 高橋 嘉夫^{1*}, 川口 慎介², 柏原 輝彦², 横山 由佳¹, 三好 陽子³, 石橋 純一郎³

ERIKO, Omori¹, TAKAHASHI, Yoshio^{1*}, KAWAGUCCI, Shinsuke², KASHIWABARA, Teruhiko², YOKOYAMA, Yuka¹, MIYOSHI, Youko³, ISHIBASHI, Jun-ichiro³

¹ 広島大学, ² 海洋研究開発機構, ³ 九州大学

¹Hiroshima University, ²JAMSTEC, ³Kyushu University

The concentration of W dissolved in the modern ocean is considerably lower than that of Mo, although Mo and W have similar chemical characteristics, since both elements belong to Group 6. It is considered that W is adsorbed significantly onto iron-manganese oxides, while in contrast Mo is difficult to adsorb on the iron-manganese oxide due to the difference in the surface complexes formed at the oxide surface (Kashiwabara et al., 2011). On the other hand, under the reductive ocean such as in the early earth, the concentration of these trace elements might be controlled by adsorption onto sulfides. In this system, it is assumed that Mo is adsorbed significantly onto the sulfide and is removed from seawater, while in contrast W is difficult to adsorb on the sulfide and dissolved in seawater. In other words, by the changes of redox condition due to the evolution of the atmosphere from low oxygen to high oxygen concentrations, the water solubilities of Mo and W in the primordial ocean are expected to be contrastive to the modern ocean. However, water solubilities of Mo and W under reductive ocean are not well known in particular from chemical process within the phenomena. Thus, purpose of this study is to clarify the solid-water distributions of Mo and W under reductive condition by adsorption experiments and analysis of marine sediments with their interstitial waters.

Based on the adsorption experiments, adsorption of Mo and W onto pyrite was larger at lower pH, possibly due to the larger positive charges induced at lower pH. However, it was found that adsorption distribution coefficient of Mo was about 8 times larger than that of W. XANES spectra showed that adsorption forms, or chemical species, of the both elements were also sulfide. However, the formation of Mo sulfide was not affected by pH, whereas formation of W sulfide did not proceed under high pH condition where W sulfide was not observed. Thus, the water solubility of W is most likely greater than that of Mo in the sediment under reductive condition.

The preference of formation of sulfur-bound species for Mo than W and larger affinity of Mo to the sulfide than W were the opposite result to what we found for their solid-water distributions under oxic condition. In the latter system, W forms more stable surface complex to iron-manganese oxides, which results in the larger solubility of Mo in water compared with W.

To confirm the suggestions from laboratory studies, abundances and speciation analyses were conducted for the hydrothermal water-sediment system in the mid-Okinawa Trough, especially for Mo. For the sediment samples, variation of chemical species of Fe and S estimated by their K-edge XANES indicates that redox condition became reductive at greater depth in the sediment. As a result of the distribution between sediment and interstitial water, a larger Kd values were obtained at deeper layer for Mo. In addition, XANES spectra indicated that dominant species of Mo was oxygen-bound species in oxidative shallow layer, while tetravalent sulfide was dominant in reductive deep layer.

Keywords: Molybdenum, Tungsten, Redox condition, Solubility, XAFS, Sediment

室内実験による水素生成反応と海嶺生態系へのリンケージ

Experimental constraints on hydrogen generation and their linkage to the eco-system in ridge system

鈴木 勝彦^{1*}, 渋谷 岳造², 吉崎 もと子³, 正木 裕香¹, 廣瀬 丈洋⁴

SUZUKI, Katsuhiko^{1*}, SHIBUYA, Takazo², YOSHIZAKI, Motoko³, MASAKI, Yuka¹, HIROSE, Takehiro⁴

¹ 海洋研究開発機構地球内部ダイナミクス領域/プレカンブリアンエコシステムラボ, ² 海洋研究開発機構プレカンブリアンエコシステムラボ, ³ 東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻, ⁴ 海洋研究開発機構高知コア研究所

¹IFREE/PEL, JAMSTEC, ²PEL, JAMSTEC, ³Department of Earth & Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, ⁴Kochi Institute for Core Sample Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Deep-sea hydrothermal vents were discovered in the late 1970s (Corliss et al., 1979; Edmond et al., 1979). Since then, they have been considered as a possible environment for the origin and early evolution of life on Earth (e.g., Yanagawa and Kojima, 1985; Russell and Hall, 1997). In addition, some researchers proposed that microbial ecosystems in the hydrothermal vents are primary producers which sustain most of the lives in the ocean (Jannasch et al., 1985 and our TAIGA project [<http://www-gbs.eps.s.u-tokyo.ac.jp/~taiga/en/index.html>]). It is important, therefore, to figure out the hydrothermal reactions in the ocean floor for better understanding of the ecosystems in the ocean. Especially hydrogen generation is one of the most crucial processes in the hydrothermal systems, because multidisciplinary studies suggest that the most ancient microbial ecosystems were originated and maintained in the vicinity of H₂-rich hydrothermal fluids (Russell and Hall, 1997; Sleep et al., 2004; Kelley et al., 2005; Canfield et al., 2006). Such communities are possibly composed of hyperthermophilic subsurface lithoautotroph methanogene (Takai et al., 2006).

The supply of abundant hydrogen to power such primary producers is the most likely coupled to hydrothermal serpentinization of ultramafic rocks. In the modern ocean, H₂-enriched hydrothermal fluids are commonly associated with slow-spreading mid-ocean ridge (MOR) setting dominated by peridotite (Kelley et al., 2001; Fruh-Green et al., 2004). The serpentinization of abyssal peridotite has been well investigated both experimentally and theoretically. The investigations indicate that the peridotite-water reaction provides an extraordinarily high concentration of H₂ in the fluids (e.g., Seyfried et al., 1979; Allen and Seyfried, 2003; McCollom, 2007; McCollom and Bach, 2009). In the Hadean and early Archean ocean, however, it is believed that peridotite would be scarce in the ocean floor, and komatiite - hydrothermal reactions are the possible mechanism of hydrogen generation in the ocean floor. Yoshizaki et al. (2009) experimentally revealed that abundant H₂, equivalent to H₂ abundance in the peridotite-hosted hydrothermal solutions, was produced in komatiite alteration. On the other hand, the fault-related H₂ generation has been found by the gas monitoring along surface trace of the active Yamasaki fault (Wakita et al., 1980) and more from the drilling cores near hypocenters of micro-earthquakes along the San Andreas Fault (Erzinger & Wiersberg, 2008). Recently, we showed using our friction experiment system that abundant H₂ generation in the fault systems readily occurs (Hirose et al., 2011).

In this contribution, I will briefly introduce the results obtained in our laboratory experimental systems, both hydrothermal and simulated fault types.

Keywords: experiment, hydrogen generation, hydrothermal system, ecosystem, ridge

南マリアナトラフにおける上部マントルの比抵抗構造 Electrical resistivity structure of the upper mantle beneath the southern Mariana Trough

新藤 悠^{1*}, 島 伸和¹, 松野 哲男¹, 木村 真穂¹, 柴田 侑希¹, 沖野 郷子², 野木 義史³

SHINDO, Haruka^{1*}, SEAMA, Nobukazu¹, MATSUNO, Tetsuo¹, KIMURA, Maho¹, SHIBATA, Yuki¹, OKINO, Kyoko², NOGI, Yoshifumi³

¹ 神戸大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻, ² 東京大学大気海洋研究所, ³ 国立極地研究所

¹Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kobe University, ²Ocean Research Institute, University of Tokyo, ³National Institute of Polar Research

マリアナトラフ南部の現在の海底拡大速度は 45km/Myr と比較的遅い拡大速度である (Kato et al., 2003) が、高速拡大域で見られる特徴を持っている。具体的には拡大軸が高まった地形をしていて (Martinez et al., 2000)、重力異常の結果から、拡大軸下からシート状のマグマが上昇していると推定されており、高いマグマ活動があると考えられている (Kitada et al., 2006)。本研究では温度や含水量、メルト量の影響を強く受ける比抵抗の上部マントル構造を推定するため、南マリアナトラフの拡大軸を横断する測線で観測を行った。観測には 11 台の海底電位差磁力計 (OBEM) を用いており、拡大軸を横断する 126km の測線上に設置した。回収した 10 台の OBEM から電場と磁場の時系列データを得た。観測期間は 2010 年 8 月から 2010 年 11 月までで、2 台が約 85 日、8 台が約 60 日のデータを記録していた。本研究では、良質なデータが得られた 8 台の OBEM のデータを用いて 2 次元比抵抗構造解析を行った結果を示す。解析手法には MT (マグネテリック) 法を用いている。2 次元インバージョンによる比抵抗構造解析では、地震波から見積もられたスラブの上面 (Gudmundsson and Sambridge, 1998) を先験情報として設定した。結果、海溝に近い場所では比抵抗値が高く、海溝から離れるにしたがい比抵抗値が低くなる (300 ~ 30 Ω -m) 構造を得た。また、拡大軸よりも海溝側は深さ 40km までの領域でやや高い比抵抗値 (300 Ω -m) を示す。それに対し、反対側では深さ 10 ~ 40km にやや比抵抗値 (30 Ω -m) の低い領域が存在しており拡大軸付近にまで広がっている。

キーワード: 比抵抗構造, 南部マリアナ, 上部マントル, 沈み込み帯

Keywords: resistivity structure, the southern Mariana, upper mantle, subduction zone

南部マリアナ背弧拡大軸における海洋底玄武岩の自然残留磁化の減衰 Decay of natural remanent magnetization of oceanic basalt on the back-arc spreading axis in the southern Mariana

望月 伸竜^{1*}, 野木 義史², 浅田 美穂³, 吉河 秀郎⁴, 沖野 郷子⁴

MOCHIZUKI, Nobutatsu^{1*}, NOGI, Yoshifumi², ASADA, Miho³, YOSHIKAWA, Shuro⁴, OKINO, Kyoko⁴

¹ 熊本大学大学院先導機構, ² 国立極地研究所, ³ 海洋研究開発機構, ⁴ 東京大学大気海洋研究所

¹Priority Org. for Innovation and Excellence, Kumamoto University, ²National Institute of Polar Research, ³Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ⁴Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Magnetic anomaly high on a spreading axis has been a well-known character of the magnetic anomalies in the ocean, which is mainly related to magnetization intensity reduction of oceanic basalt due to alteration (low-temperature oxidation of titanomagnetite). For a better understanding of natural remanent magnetization (NRM) of oceanic basalt, we studied NRMs of basaltic rocks in the back-arc spreading axis in the southern Mariana. One to four meter cores were drilled from the seafloor by using a BMS in the cruise of TAIGA project (Taiga10M). Block samples were also collected during the dives of SHINKAI6500 in the cruise YK10-11. NRM intensities of these samples show a clear decrease within 2 km from the ridge axis. This value is consistent with a reported value in East Pacific Rise. These data suggest that the alteration has completed within 2 km distance from the ridge axis. Consistent scales from different ridges suggest that the NRM intensity reduction, which can be also observed as magnetic anomaly variation, may be related to the structure of ridge axis, for example, active hydrothermal circulation zone. Discussions of previous studies assume that the alteration process of ocean basalt is associated with age.

キーワード: 海洋底玄武岩, 自然残留磁化, 磁気異常, マリアナ, 熱水循環, 海底下の大河

Keywords: oceanic basalt, natural remanent magnetization, magnetic anomaly, Mariana, hydrothermal circulation, TAIGA project

南部マリアナトラフ熱水活動域における海底磁化構造 :潜水船接続型磁力計を用いた解析

Crustal magnetic structure around the hydrothermal fields in the Southern Mariana Trough

藤井 昌和^{1*}, 沖野 郷子¹, 望月 伸竜², 中村 謙太郎³, 浅田 美穂³, 本荘 千枝¹

FUJII, Masakazu^{1*}, OKINO, Kyoko¹, MOCHIZUKI, Nobutatsu², NAKAMURA, Kentaro³, ASADA, Miho³, HONSHO, Chie¹

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 熊本大学大学院先導機構, ³ 海洋研究開発機構

¹ AORI, The University of Tokyo, ² Kumamoto University, ³ JAMSTEC

Seafloor hydrothermal systems are important in relation to global heat and chemical fluxes as well as habitat of microbial communities. Circulation of fluids within oceanic crust depends on the geometry of heat source, the composition of rock as permeable medium and seawater. The substantial variation of hydrothermal systems active in various tectonic setting has important implications for the magnetic structure of oceanic crust.

It has been very difficult to detect the geophysical signature of hydrothermal systems based on crustal properties because the small scale of hydrothermal systems compared to distance between surface and bottom imposes limitation of resolution on the sea surface observation. The advance of near-bottom survey methods using a submersible, deep-tow, ROV and AUV has made possible high resolution geophysical mapping around hydrothermal areas. Near-bottom magnetic survey can provide direct information on the magnetization of shallow part of oceanic crust, implying the hydrothermal alteration both in active and fossil vent sites.

Near-bottom three component magnetic measurements on submersible Shinkai 6500 were carried out at three hydrothermal fields in the Southern Mariana Trough, the slow spreading backarc basin. We investigated the magnetic structure of three hydrothermal systems (Pica, Snail and Archean) to clarify how the geophysical and geological setting controls the fluid circulation in the small scale here.

The 14 dive surveys were conducted successfully during R/V Yokosuka YK11-10 and YK10-11 cruise. A fluxgate magnetometer was attached to Shinkai 6500. Four dives (dives 1218, 1220, 1227 and 1228) were devoted to the Snail site located in nearest to the backarc spreading axis. Among those dives, dive 1227 crossed the axial volcanic zone, providing a ~2km long NW-SE transect. The other five dives (dives 1216, 1217, 1221, 1223 and 1224) were conducted around the Archean site, forming a ~60m high mound at the foot of ridge crest. The remaining four dives (dives 1214, 1219, 1222, 1225 and 1226) were done at an off-axis seamount where the Pica site was located. Dives 1214 and 1219 mainly cover the northern slope of this seamount and lead to the discovery of a new vent site (Urashima Site).

The observed data were first corrected for the effects of induced and permanent magnetizations of the submersible, based on Isezaki [1986]. To find plausible correction coefficients, we adopted the dumped least-square method (Honsho et al., 2009). The International Geomagnetic Reference Field (IGRF) is subtracted from the corrected data to obtain the geomagnetic anomalies. The crustal magnetization will be estimated using the AUV-collected high resolution bathymetry.

キーワード: 南部マリアナトラフ, 背弧海盆, 海底熱水活動, 深海3成分磁力計, 海底磁化構造

Keywords: Southern Mariana Trough, backarc basin, hydrothermal system, near-bottom magnetic measurement, crustal magnetization

沖縄トラフ及び南部マリアナトラフ海域の海底熱水鉱床におけるウラン・トリウム放射非平衡年代 U-Th radioactive disequilibrium dating of hydrothermal sulfide minerals from Okinawa and South Mariana Trough

賞雅 朝子^{1*}, 中井 俊一¹, 佐藤 文寛², 豊田 新², 金光 真弘², 石橋 純一郎³, NT11-20 航海乗船研究者一同⁴
TAKAMASA, Asako^{1*}, Shun'ichi Nakai¹, Fumihito Sato², Shin Toyoda², KANAMITSU, Masahiro², Junichiro Ishibashi³,
NT11-20 Shipboard Scientific Party⁴

¹ 東京大学地震研究所, ² 岡山理科大学, ³ 九州大学, ⁴ .

¹Earthquake Research Institute, ²Okayama University of Science, ³Kyushu University, ⁴ .

近年、海底熱水鉱床における資源開発の試みや、熱水で活動する生物の研究が進んでいるが、海底熱水鉱床の詳細な形成過程や熱水の持続時間などについては明らかになっていない部分が多い。特に、海底熱水鉱床の形成過程を解明するために海底熱水鉱床における年代測定が必要であるが、報告例は少ない。一方で、海底熱水鉱床で沈殿・生成される鉱物中にはトリウムが含まれにくく、ウランが含まれやすいという特徴がある。鉱物に含まれるウラン (²³⁸U) が放射壊変し、壊変系列中の親核種と娘核種の放射能比 (0~1) を利用するのが、ウラン・トリウム放射非平衡年代測定である。²³⁰Th と ²³⁴U の間の放射非平衡年代測定法は、娘核種にあたる ²³⁰Th の半減期が 75000 年と長いことから、100 年~40 万年の年代測定が可能で、熱水活動の年代測定に有用である。

このようなウラン・トリウム放射非平衡年代測定が報告されている海底熱水鉱床は、大西洋中央海嶺の TAG 地域で、2000~15000 年前から現在まで間歇的な熱水活動が続いていることが報告されている (You and Bickle, 1998) また北部マリアナでは、線スペクトロメトリーによる放射非平衡年代測定が行われ、7500 ± 650 年の年代が得られている (Stuben et al., 1994)。

本研究ではプラズマイオン源質量分析計を用いて、沖縄トラフと南部マリアナトラフの海底熱水活動域の熱水噴出孔から採取した閃亜鉛鉱と黄鉄鉱を主とする硫化鉱物のウラン・トリウム放射非平衡年代を測定した。海底熱水鉱床に産出しやすい重晶石 (BaSO₄) 中の Ba や黄鉄鉱中の Pb は、プラズマイオン源質量分析計によるウラン・トリウムの同位体比分析時に妨害元素となるため、試料から 2 段階のカラムクロマトグラフィーでウランとトリウムを分離した。また、これまでに得られた年代の一部では、ESR 年代測定法と調和的であることを確認している (Takamasa et al., submitted, Sato et al., submitted)。

南部マリアナトラフの Archean site では、0~2450 年の年代を得た。Archean site の麓から頂上付近にかけて、ウラン・トリウム放射非平衡年代を比較すると、麓の試料が古い傾向があることがわかった。南部マリアナトラフの他の海底熱水鉱床では、Pika site、Urahsima site と Snail site で 250~5000 年の年代を得ている。沖縄トラフでは、伊是名海穴で 700~1700 年、鳩間海丘で 300 年の年代を得た。

発表では年代測定結果の詳細や年代とテクトニックセッティングなどとの相関性について議論していく。

キーワード: 海底熱水鉱床, ウラン・トリウム放射非平衡年代, 沖縄トラフ, 南部マリアナトラフ

Keywords: hydrothermal vent, U-Th radioactive disequilibrium dating, Okinawa Trough, South Mariana Trough

中部沖縄トラフ海底熱水地帯における海底下の熱水変質鉱物の出現分布 (TAIGA11 航海コア試料の鉱物分析結果報告) Distribution of hydrothermal clay minerals in cores obtained by TAIGA 11 cruise from the Middle Okinawa Trough

三好 陽子^{1*}, 石橋 純一郎¹, 大城 光洋¹, 島田 和彦¹, 吉住 亮人², 渡邊 翔太³, 浦辺 徹郎², TAIGA11 航海乗船研究者一同¹ MIYOSHI, Youko^{1*}, ISHIBASHI, Jun-ichiro¹, OOKI, Mitsuhiro¹, SHIMADA, Kazuhiko¹, YOSHIKUMI, Ryoto², Shota Watanabe³, URABE, Tetsuro², TAIGA 11 Onboard Scientists¹

¹九州大学大学院理学府, ²東京大学大学院理学系研究科, ³筑波大学大学院生命環境科学研究科

¹Graduate School of Sciences, Kyushu University, ²Graduate School of Science, the University of Tokyo, ³Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

中部沖縄トラフ海域では、伊平屋北海丘と伊是名海穴にて海底熱水活動が発見されている。同海域の海底は、火山性碎屑物や軽石からなる堆積物で覆われていると考えられており、熱水が堆積物と化学反応して熱水変質鉱物が形成されていると期待できる。演者らは、熱水域海底下の熱水変質鉱物の出現分布と特徴を明らかにし、海底下の熱水の分布や温度・化学環境を推定するための手がかりを得ることを目的とした研究を進めている。本講演では、2011年6月のTAIGA 11航海によって得られたコア試料の解析結果を速報する。

TAIGA 11航海は中部沖縄トラフ海域にて第2白嶺丸(石油天然ガス・鉱物資源開発機構(JOGMEC)所属)を用いて行われた。海底設置型掘削装置(BMS)を用いて7本のコアを、大口径重力コアラ(LC)を用いて2本のコアを採取した。得られたコアを10cmごとに分割し、それぞれの試料中の鉱物をX線回折法(XRD)により同定し、鉱物の観察と化学分析を電子線マイクロアナライザ(EPMA)により行なった。いくつかの試料については、試料から2μm以下の粘土粒子だけを水ひで集めて、粘土鉱物についての詳しい解析を行なった。不純物除去処理を行なった後、粘土鉱物の水素・酸素同位体比を測定した。

伊平屋北海丘熱水域では、BMSを用いて深度453cmまで掘削した。得られたコア(BMSI-4)は、深度10cm以深が白灰色に著しく変質していた。XRDとEPMAによる解析から、深度10cm以深はカオリン鉱物からなることがわかった。この他の鉱物としては、深度240cm以深で閃亜鉛鉱や方鉛鉱が見出され、コア最深部のコアキャッチャーで苦灰石と閃亜鉛鉱が見出された。

カオリン鉱物の出現は、海底熱水活動域でほとんど報告がなく、これまでの研究では中部沖縄トラフの伊是名海穴熱水域での研究(Marumo and Hattori, 1999)が唯一の例であった。しかしながら、伊平屋北海丘では、2010年9月のIODP Exp.331航海による掘削コアの海底下浅部の試料からも大量に見出されている(三好ほか、第55回粘土科学討論会, 2011)。これらのことから、伊平屋北海丘熱水域海底下ごく浅部に、カオリン鉱物からなる熱水変質帯が発達している可能性が高い。カオリン鉱物は、陸上の地熱地帯において活発な噴気ガスに伴う酸性熱水変質帯でよく見出されている。伊平屋北海丘熱水域では海底下で熱水が沸騰している可能性が指摘されている(Kawagucci et al., 2011)。海底下浅部に沸騰により生じたガス成分が分布していれば、ガス成分によって酸性環境が作り出されカオリン鉱物が形成されたと考えることができる。

伊是名海穴では、JADE熱水域において斜面下側に位置するBiwako Vent siteで、BMSを用いて深度530cmまで掘削した。得られたコア(BMSJ-2)は、深度380cm以深が白灰色~灰色に著しく変質していた。XRDによる解析から、深度380cm以深にはクロライトとセリサイトが含まれていることがわかった。これと近い場所で採取されたLCコア(LCJ-2, 全長330cm)は、深度280cm以深が明青色に著しく変質していた。XRDとEPMAによる解析から、深度300cm以深はカリ長石とクロライトからなることがわかった。

JADE熱水域で行われた先行研究では、Biwako Vent siteの表層堆積物中の熱水変質鉱物の出現組み合わせが斜面上側に位置するBlack Smoker Chimney siteのものとは異なることが報告されている(三好ほか、ブルーアースシンポジウム, 2011)。先行研究ではBiwako Vent siteの堆積物からクロライトやセリサイトが見出されたことが報告されており、本研究の結果とよく合っている。一方、先行研究では、Black Smoker Chimney siteの表層堆積物からはカオリン鉱物が見出されたことが報告されている。Biwako Vent siteの海底下浅部は高温かつ中性~アルカリ性の環境となっていると推定でき、沸騰前の熱水もしくは沸騰により生じた液相成分が分布している可能性がある。

キーワード: 海底熱水系, 伊平屋北海丘, 伊是名海穴, 海底設置型掘削装置, 熱水変質反応, カオリン鉱物

Keywords: Seafloor hydrothermal system, Iheya North Knoll, Izena Cauldron, Benthic Multicoring System (BMS), Hydrothermal alteration, Kaolin mineral

拓洋第5海山に分布するマンガンクラストのOs同位体比を用いた成長速度決定 Growth rate determination of ferromanganese crusts from the Takuyo Daigo Seamount using an osmium isotope stratigraphy

得丸 絢加^{1*}, 野崎 達生², 鈴木 勝彦², 後藤 孝介³, 高谷 雄太郎⁴, 常 青², 加藤 泰浩⁴, 白井 朗⁵, 浦辺 徹郎¹, NT09-02 乗船者一同¹

TOKUMARU, Ayaka^{1*}, Tatsuo Nozaki², Katsuhiko Suzuki², Kosuke Goto³, Yutaro Takaya⁴, Qing Chang², Yasuhiro Kato⁴, Akira Usui⁵, Tetsuro Urabe¹, NT09-02 cruise member¹

¹ 東大・理・地惑, ² 海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域, ³ 産総研・地質情報, ⁴ 東大・工・システム創成, ⁵ 高知大・自然科学

¹Dept. Earth Planet. Sci., Univ. Tokyo, ²IFREE, JAMSTEC, ³GSI, AIST, ⁴Dept. Systems Innovation, Graduate School of Engineering, Univ. Tokyo, ⁵Natural Sciences Cluster, Kochi Univ.

A ferromanganese crust (Fe-Mn crust) is widely distributed on the seamount slopes and is recognized on the ocean floor at various depths throughout the world. Since a Fe-Mn crust precipitates from ambient seawater at an extremely slow rate, one thick Fe-Mn crust sample solely records paleocean environmental changes through the Cenozoic period. In order to unravel paleocean environmental changes using a Fe-Mn crust, the sedimentary age of a Fe-Mn crust is required. Previous studies proposed that the Os isotope stratigraphy is a reliable dating method for a Fe-Mn crust throughout the Cenozoic period (e.g., Klemm et al., 2005, 2008). In this study, we determined the Os isotope profile of Fe-Mn crusts from the Takuyo Daigo Seamount (#5 Takuyo Smt) to estimate its growth rate. Our samples were systematically collected from the seamount outcrops using ROV Hyper Dolphin / RV Natsushima during the NT09-02 Leg.2 Cruise.

The Os isotope compositions of three Fe-Mn crusts collected from different depths (1424, 1440 and 2987 mbsl) show a similar trend and coincide very well with that of marine Os isotope record from present ($^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os} \sim 1.02$) to 12 Ma ($^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os} \sim 0.77$). These results indicate that the growth rates of Fe-Mn crusts in the #5 Takuyo Smt are uniform (ca. 3 mm/My) regardless of water depths which is consistent with the age constraints of the Be-10 dating method. However, in the older part (bottom part near the basement rock) of the two Fe-Mn crusts collected from 1424 and 1440 mbsl, the Os isotope compositions have large deviations from the seawater Os isotope record reconstructed from metalliferous sediment cores (Ravizza & Peucker-Ehrenbrink 2003). Moreover, the Fe-Mn crust collected from 2987 mbsl totally lacks the section older than 12 Ma. These large deviations can be explained either by the occurrence of growth hiatus or secondary geochemical modifications by phosphatization.

It is turned out that Fe-Mn crusts of the #5 Takuyo Smt. are appropriate material to reconstruct the paleocean environmental changes continuously from present to 12 Ma. In this presentation, we also discuss the secular and temporal variations in the major and trace element geochemical compositions of the Fe-Mn crusts together with the Os isotope compositions.

キーワード: マンガンクラスト, 成長速度, オスミウム同位体, 拓洋第5海山, 地球化学, 古海洋環境

Keywords: ferromanganese crust, growth rate, osmium isotope, Takuyo Daigo Seamount, geochemistry, paleoceanography

XAFS法と分子軌道法による水酸化鉄に対するクロム酸、モリブデン酸、タングステン酸の反応性の比較

Reactivity of chromate, molybdate, and tungstate on ferrihydrite by XAFS and molecular orbital calculation

有賀 大輔^{1*}

ARIGA, Daisuke^{1*}

¹ 有賀大輔, ² 田中雅人, ³ 柏原輝彦, ⁴ 高橋嘉夫

¹Daisuke Ariga, ²Masato Tanaka, ³Teruhiko Kashiwabara, ⁴Yoshio Takahashi

Hexavalent Chromium (Cr(VI)) has serious toxicity and carcinogenicity with high mobility in aquatic system. Therefore, fundamental understanding of the adsorption mechanism of chromate to ferrihydrite, an important adsorbent in natural systems, is essential to discuss their scavenging behavior. Although molybdenum (Mo) and tungsten (W) are congeners with Cr, the adsorption mechanisms (inner- or outer-sphere complexation) on ferrihydrite are different: molybdate forms outer-sphere complex, but tungstate forms inner-sphere complex (1). However, adsorption mechanisms of Cr(VI) on ferrihydrite is unknown. In this study, we performed extended X-ray absorption fine structure (EXAFS) analysis and *ab initio* molecular orbital (MO) calculations to reveal adsorption mechanisms of chromate and the results were compared with those for molybdate and tungstate.

Based on the adsorption experiments, adsorption amount of chromate was determined using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). EXAFS analysis was used to clarify coordination environment of chromate on ferrihydrite measured at BL-12C in Photon Factory (Tsukuba, Japan). In addition, *ab initio* MO calculations were performed for the oxyanions (chromate, molybdate, tungstate) with Fe-(oxyhydr) oxide cluster model to obtain adsorption energy of outer-sphere complex and hydration energy of these oxyanions.

From the EXAFS analysis, Cr-Fe shell was observed for chromate on ferrihydrite in pH 4 and pH 6 spectra, while the spectrum at pH 8 was almost identical to that of chromate solution. However, the contribution of Cr-Fe shells at pH 4 and pH 6 are considered small degree because of low coordination number (CN) value. Hence, it is suggested that chromate mainly forms outer-sphere complex on ferrihydrite. Adsorption amount of chromate decreased as the ionic strength increased, which can be regarded as another evidence of the formation of outer-sphere complex. From *ab initio* MO calculations, stabilities of hydration complex in water and outer-sphere complex on ferrihydrite decreased in the order of chromate > molybdate > tungstate. Based on these results, it is suggested that it is relatively less stable for tungstate to form hydration and outer-sphere complexes, which allows us to conclude that chromate and molybdate prefer to form outer-sphere complexes, whereas tungstate to inner-sphere complex.

(1) Kashiwabara et al (2011) *Geochim. Cosmochim. Acta* **75**, 5762-5784.

キーワード: クロム, フェリハイドライト, 吸着, X線吸収微細構造, 分子軌道法

Keywords: Chromium, Ferrihydrite, Adsorption, XAFS, Molecular orbital calculation

浅い水深の熱水活動域から採取された熱水性鉱石の鉱物学的・地球化学的特徴 Mineralogy and geochemistry of hydrothermal ores collected from active hydrothermal fields in shallow water depth

大城 光洋^{1*}, 三好 陽子¹, 島田 和彦¹, 石橋 純一郎¹, 野崎 達生²

OOKI, Mitsuhiro^{1*}, MIYOSHI, Youko¹, SHIMADA, Kazuhiko¹, ISHIBASHI, Jun-ichiro¹, NOZAKI, Tatsuo²

¹九州大学理学部, ²海洋研究開発機構

¹Faculty of Science, Kyushu University, ²JAMSTEC

海底熱水鉱床を形成する熱水鉱液が高温でも沸騰しないのは、海水による高い静水圧のためである。高温の熱水に多量に溶存して金属元素が輸送され、海底面付近で冷却により生成する熱水性鉱石の沈殿が蓄積することで熱水鉱床が形成される。熱水系の深度がより浅くなるにつれて、海底面での沸点は低下する。金属元素の熱水中への溶解度は温度に依存しているため、沸騰によって熱水温度の上限が決まることは、浅い水深で生成された熱水性鉱石に特有の鉱物学的特徴があることが期待される。我々はこの特徴を天然の熱水系で確認することを目的として、水深 1000m より浅い海域にある沖縄トラフの海底熱水鉱床から採取された鉱石試料の鉱物学的・地球化学的研究を行った。

鉱石試料の採取は、2011 年の 9-10 月に実施された NT11-20 航海の際に無人潜水調査艇 Hyper Dolphin によって実施された。試料は水深 700m 付近に位置する南奄西海丘と水深 600m 付近に位置する与論海丘から採取された。粉末にした試料を用いた XRD (X 線回折) による解析、薄片試料を用いた顕微鏡による観察、研磨片試料を作成して用いた EPMA (電子線マイクロアナライザ) による解析を行って、鉱物同定および主要鉱物の化学組成分析を行った。さらに非破壊放射化分析によって、いくつかの微量元素の含有量の分析を行った。

鉱石試料中の主要な鉱物として、重晶石、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱、輝安鉱、雄黄、四面銅鉱および Pb-Ag-Sb 硫化物が同定された。いくつかの鉱石試料からは、銅藍や Ag-S 硫化物も見いだされた。四面銅鉱中の銀含有量は幅広い範囲を示しており、南奄西海丘で採取された試料は 0 - 2.8 atm% であったのに対し、与論海丘で採取された試料は 2.6 - 9.5 atm% とより高い値を示した。一般に四面銅鉱では、アンチモン (Sb) がヒ素 (As) を置換して入り、その置換につれて銀 (Ag) の含量が高くなることが知られている。本研究で解析した鉱石についてもこの傾向が確認された。閃亜鉛鉱中の鉄含有量は、鉱石が沈殿した際の酸化還元環境を反映すると考えられている。南奄西海丘の試料も与論海丘の試料もともに低い FeS/ZnS 比を示した (前者で 0-3.2 mol%, 後者で 0-2.7 mol%)。この範囲は、かなり酸化的な環境で閃亜鉛鉱が生成されたことを反映していると考えられる。

キーワード: 海底熱水鉱床, 四面銅鉱, 閃亜鉛鉱, 沖縄トラフ

Keywords: Seafloor massive sulfide, tetrahedrite, sphalerite, Okinawa Trough

熱水ブルームの深海への生態学的影響

Ecological effect of hydrothermal plume on deep sea environment

砂村 倫成^{1*}

SUNAMURA, Michinari^{1*}

¹ 東京大学大学院理学系研究科

¹EPS, Univ. Tokyo

地球表層には、大気-陸、大気-海洋、陸-海洋、海洋-海底下の4つの境界が存在し、境界を通じて相互作用が生じている。さらに、これらの境界領域では、エネルギー変化が生じやすく、生命活動の主要な場になっている。この中でも陸-海洋や海洋-海底下の境界では、拡散だけでなく、水の流れを媒介にして多くの熱・物質の移動が生じる。我々は海底下の大河計画において、特に熱水を媒介とした海底下-海洋境界の熱・化学勾配の主要な場である熱水ブルーム中での生物生態の調査を行っている。これまでの調査の結果から、熱水ブルーム中では噴出する熱水化学成分比や濃度に対応して、微生物細胞が化学合成独立栄養として増殖する。一次生産者となる主要な微生物はイオウ酸化独立栄養微生物 SUP05 とメタン酸化微生物 *Methylococcus* であることがわかってきた。一方で、熱水成分から考えると、十分な微生物細胞の増加が予想される伊是名海穴の Hakurei サイト、マリアナ Pika サイトの熱水ブルームでは、微生物細胞の増加が少ない。これらのデータをもとに、熱水ブルーム中の微生物生態系からみる沈み込み帯の海底熱水の多様性について議論する。

キーワード: 熱水ブルーム, 微生物生態系, SUP05, イオウ, メタン

南マリアナトラフ拡大軸にある海底熱水系下の比抵抗構造推定

Electrical resistivity structure of a seafloor hydrothermal system at the southern Mariana Trough spreading axis

木村 真穂¹, 島 伸和¹, 松野 哲男^{1*}, 多田 訓子²

KIMURA, Maho¹, SEAMA, Nobukazu¹, MATSUNO, Tetsuo^{1*}, TADA, Noriko²

¹ 神戸大学, ² 海洋研究開発機構

¹Kobe University, ²Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

海洋地殻浅部の比抵抗値は、地殻内の間隙率とその中の海水の温度によって変化する。そのため、海洋地殻浅部の比抵抗値の分布を熱水噴出口周辺の広範囲にわたって明らかにすることで、地殻内の間隙率、あるいは間隙中に含まれる海水の温度の推定ができ、海底熱水循環系に関連する海水の空間および深さ分布を明らかにすることが可能となる。本研究では、地殻浅部の比抵抗構造推定に有効な Magnetometric Resistivity (MMR) 法を用い、南マリアナトラフの拡大軸上に位置する海底熱水系であるスネイルサイト周辺の比抵抗構造の推定を行った。解析に用いたデータは、海洋研究開発機構・深海調査研究船「かいれい」による KR03-13 航海で取得した。使用した MMR 法の送信部である人工電流は、海面側の上部電極と海底側の下部電極の 2 つの電極からなる双極子電流である。受信部である 5 台の海底電位差磁力計 (OBEM) は、地殻中に流れる人工電流により誘導される変動磁場を記録した。1 次元比抵抗構造は、送受信部間距離と負の相関関係にある変動磁場の振幅値 (磁場変動量) の観測値を、Edwards et al. (1981, 1984) の解析解と最小二乗法で比較することで決定した。3 次元比抵抗構造は、観測により得られた磁場変動量と最小二乗法で決定した 1 次元比抵抗構造に対応する磁場変動量との差 (磁場異常) を再現するモデル構造を、フォワードモデリングで試行錯誤的に決定した。3 次元フォワードモデリングには、Tada et al. (in prep.) により開発されたプログラムを用いた。得られた 1 次元比抵抗構造は、深さ 1500m まで 5.6 m 一様である。5.6 m 一様構造と、深海掘削計画の Hole504B (Becker, 1989) から得られた地殻の間隙率、および、Archie (1942) の実験式から、観測領域の地殻の間隙中の海水温度の範囲は 0 ~ 390 °C で、深さとともに上昇すると推定した。観測点ごとの磁場異常は観測領域全体で一様でないため、3 次元構造をさらに推定した。3 次元比抵抗構造を推定した結果、深さ方向に最大 200m の大きさで海底面に露出している 0.6 m の低比抵抗領域が観測領域内に 4 つ存在することがわかった。低比抵抗領域は、スネイルサイト直下に 1 つとスネイルサイトより約 350m 北西に 3 つが分布する。0.6 m の低比抵抗領域は、地殻の間隙中の 109 ~ 148 °C の範囲の高温の海水に対応し、海底面から 200m の範囲で深さ方向に一定である。0.6 m の低比抵抗領域の間隙中に、5.6 m の地殻の間隙中にあると予想される約 0 °C の海水があると仮定すると、間隙率が約 60 % である必要がある。しかし、生成されたばかりの若い海洋地殻中で予想される間隙率が最大 34% (Pruis and Johnson, 2002) であることから、約 60 % の間隙率は現実的な値ではない。したがって、低比抵抗領域は熱水の存在を示唆している可能性がある。以上より、スネイルサイト周辺には高温熱水を示唆すると考えられる低比抵抗領域が海底面から最大 200m の深さまでスネイルサイト直下に 1 つとスネイルサイトより約 350m 北西に 3 つ分布するとわかった。

キーワード: 南マリアナトラフ, 海底熱水系, MMR 法

Keywords: Southern Mariana Trough, seafloor hydrothermal system, Magnetometric Resistivity method

バライト中のセレンを用いたレドックス計の開発 Evaluation of redox condition by selenium speciation coprecipitated with barite

徳永 紘平^{1*}, 横山 由佳¹, 大森 恵理子¹, 川口 慎介², 高橋 嘉夫¹

TOKUNAGA, Kouhei^{1*}, Yuka Yokoyama¹, ERIKO, Omori¹, KAWAGUCCI, Shinsuke², Yoshio Takahashi¹

¹ 広島大学大学院理学研究科, ² 海洋研究開発機構

¹ Graduate School of Science, Hiroshima University, ² JAMSTEC

Barite (BaSO_4) preserved in marine sediments can maintain its crystalline form at wide range of temperature, which can be present in hydrothermal vent. Barite crystals coprecipitated in seawater contain some elements that may reflect the physico-chemical condition of the seawater from which they are formed. Selenium dissolves mainly as selenite (SeO_3^{2-}) or selenate (SeO_4^{2-}) in seawater, where the valence of selenium depends on the redox condition. Sulfate ion is stable in wide range in the Eh-pH diagram of sulfur, and the range include the Eh-pH boundary of selenite-selenate in the Eh-pH diagram. Therefore, the oxidation state of selenium in barite can provide information on the redox condition in the depositional environment. The purpose of this study is to establish a method to estimate the redox condition in the environment where barite is precipitated.

Coprecipitation experiment of selenium with barite was conducted to clarify the relationship between selenate/selenite rates in synthetic seawater and in barite. After this experiment, the precipitates of barite and aqueous phase were separated by filtration with a 0.20 μm micro-meter filter (mixed cellulose ester, Advantec). Total concentrations of selenium in the remaining solution and precipitates were measured by ICP-MS to determine the apparent distribution coefficient (K_d) of selenium between barite and seawater. The selenate/selenite ratios in the solution and in the precipitates were measured by HPLC-ICP-MS and X-ray absorption near-edge structure (XANES) at the selenium K-edge, respectively. Micrometer scale distribution and oxidation state of selenium in barite formed in marine sediments in Okinawa hydrothermal vent was determined by $\mu\text{-XRF}$ - XAFS in natural samples.

The XANES results showed that selenite was preferentially incorporated into barite rather than selenate. Selenate can be incorporated only when the selenate/selenite ratio is over 0.9 in the aqueous phase. The apparent distribution coefficient of selenium was reduced by increasing selenate/selenite ratio in the aqueous phase. These results are caused by the preferential incorporation of selenite into barite due to the high stability of Ba-selenite complex compared with Ba-selenate complex.

Based on the relationship, the redox condition of the interstitial water in the sediment was estimated. The $\mu\text{-XRF}$ -XAFS result showed that selenate fraction was 60% for the barite in the sediment. The result suggests that the seawater from which barite was precipitated was under oxic condition. This result is consistent with the redox condition of the sediment suggested by iron and sulfur XANES results in the same sample, which showed that the environment was highly oxic.

Keywords: barite, selenite, selenate, redox condition

中部沖縄トラフ海底熱水域における間隙水の化学鉛直分布 Geochemistry of pore fluids collected from active hydrothermal fields in the mid-Okinawa Trough

石橋 純一郎^{1*}, 田中 万也², 大森 恵理子³, 高橋 嘉夫³, 山中 寿朗⁴, 古澤 祉子⁴, 川口 慎介⁵

ISHIBASHI, Jun-ichiro^{1*}, TANAKA, Kazuya², ERIKO, Omori³, TAKAHASHI, Yoshio³, YAMANAKA, Toshiro⁴, Yoshiko Furuzawa⁴, KAWAGUCCI, Shinsuke⁵

¹九州大学理学研究院, ²広島大学サステナセンター, ³広島大学大学院理学研究科, ⁴岡山大学大学院自然科学研究科, ⁵海洋研究開発機構

¹Faculty of Science, Kyushu Univ., ²ISSD, Hiroshima Univ., ³School of Science, Hiroshima Univ., ⁴Graduated School of Natural Science, Okayama Univ., ⁵JAMSTEC

熱水活動域の海底下に浅深度掘削によって直接アクセスするプロジェクトとして、TAIGA 11 航海が 2011 年 6 月に実施された。調査海域は、中部沖縄トラフの伊平屋北海丘熱水域 (27 °47'N, 126 °54'E)、伊是名海穴 Jade site (27 °16'N, 127 °05'E)、伊是名海穴 Hakurei site (27 °15'N, 127 °04'E) の 3 つの海底熱水活動域に設定され、軽石に代表される砕屑物からなる火山性堆積物や半遠洋性堆積物で覆われた熱水活動域において発達する「海底下の大河」の特徴を明らかにすることを研究の目的とした。本講演では、これらの堆積層内の間隙水化学組成の鉛直分布を報告し、堆積層内への熱水成分の侵入やそれに伴って引き起こされる熱水反応の地球化学的証拠について議論する。

掘削は第 2 白嶺丸に搭載された海底設置型掘削装置 BMS (Benthic Multi-coring System) を用いて行われた。これに加えて悪天候時には、大口径重力コアラ (LC) を用いたコア採取が行われた。得られたコアから、1m あたり 3-8 個程度の間隔で 20-50 cm³ 程度の堆積物試料をサブサンプルとして採取し、船上で可能な限りすみやかに間隙水抽出作業を行った。抽出された間隙水は、分析項目に応じて各種の保存容器に分取した。ガス分析用試料は、上記サブサンプリングに先立って少量の堆積物をヴァイアル瓶にとってヘッドスペースガス分析に供した。間隙水中の溶存主成分について以下の諸法により分析を行った; Si については船上で比色分析法 (モリブデンブルー法)、Na, Mg, Ca については酸添加した試料を 200 倍希釈した後に ICP-AES、K については酸添加した試料を 200 倍希釈した後に原子吸光分光法、SO₄ については試料を 300 倍希釈した後にイオンクロマトグラフィー、Cl については銀滴定法 (モール法)、pH については船上で pH 電極による測定、アルカリ度については船上で酸滴定法、NH₄ については船上で比色分析法 (インドフェノール法)。

伊平屋北海丘では、BMS 掘削 1 回、LC コア採取 1 回を行い、測点 BMS-I-4 において 453 cm の深度に至る掘削を行った。ここで採取されたコアの 10 cmbsf 以深のほとんどの深度で、カオリン鉱物からなる熱水変質鉱物の出現が確認されている (三好ほか、本学会)。この深度に対応する間隙水化学組成の特徴として、海水より陽イオンの濃度が高くなっていることがあげられる。カオリン鉱物の生成に伴う陽イオンの固相からの排出を反映している可能性がある。陰イオンの組成では、アルカリ度が海水より相当高いことが特徴的である。コアの採取時に硫化水素臭がしていたことと合わせて、堆積層内で硫酸還元が進行していることが示唆される。

伊是名海穴 Jade Site では、3ヶ所で BMS 掘削、さらに LC コア採取 1 回を行い、そのうち測点 BMS-J-2 において 529 cm の深度に至る掘削を行った。この測点は熱水活動周縁域に見いだされたイオウクラストの近傍に当たる。ここで採取されたコアの 370 cmbsf 以深でクロライトやセリサイトなどの変質鉱物が確認されている (三好ほか、本学会)。ただし、この変質層からは間隙水の抽出ができなかった。それ以浅の堆積物から抽出された間隙水の化学組成は、海水のそれとほぼ一致していた。

伊是名海穴 Hakurei Site では 2カ所で BMS 掘削を行い、そのうち測点 BMS-H-1 において 610 の深度に至る掘削に成功した。この測点で採取されたコアの 223 cmbsf 以深で硫化物 / 硫酸塩鉱物の鉱化作用が確認されている。この深度に対応する間隙水化学組成には、Si, K, Ca, NH₄ 濃度の増加が見られており、熱水成分の侵入を反映していると考えられる。堆積層内で熱水成分と海水由来の間隙水が混合することによって、鉱化作用が進行していることを示唆している。

キーワード: 海底熱水活動, 熱水成分, 熱水化学反応, 海底掘削, 間隙水

Keywords: Seafloor hydrothermal activity, hydrothermal component, hydrothermal fluid interaction, ocean floor drilling, pore fluid

鳩間海丘熱水域から採取された珪長質岩を用いた熱水反応実験

Hydrothermal reaction between NaCl fluid and felsic rock collected from the Hatoma knoll, Japan

正木 裕香^{1*}, 渋谷 岳造², 吉崎 もと子³, 高井 研⁴, 鈴木 勝彦¹

MASAKI, Yuka^{1*}, SHIBUYA, Takazo², YOSHIZAKI, Motoko³, TAKAI, Ken⁴, SUZUKI, Katsuhiko¹

¹ 海洋研究開発機構, 地球内部ダイナミクス領域, ² 海洋研究開発機構, プレカンブリアンエコシステムラボラトリー, ³ 東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻, ⁴ 深海・地殻内生物圏システム研究プロジェクト

¹JAMSTEC IFREE, ²JAMSTEC, Precambrian Ecosystem Lab., ³Department of Earth & Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, ⁴SUGAR Program, JAMSTEC

Many active hydrothermal fields exist in the Okinawa trough, Japan, where the seafloor is spreading due to a rifting activity of back-arc basin. The trough is covered with both hemipleagic and volcanic sediments and hosts a number of hydrothermal sites that form black smoker type metal-rich sulfide chimneys.

To clarify the generation mechanism of high-temperature hydrothermal fluid in the felsic rock-hosted system, we are conducting a hydrothermal experiment simulating the water/rock reaction under an elevated temperature/pressure condition. As a starting material, we use a volcanic rock collected from the Hatoma knoll hydrothermal vent field during the NT11-20 cruise. The rock sample and a NaCl fluid are reacted at 325 degree C and 300 bars over 1,080 hours. Although the experiment is still continuing, we will present the preliminary results such as the time variation of the composition of the reacted hydrothermal fluid.

キーワード: 熱水実験, 鳩間海丘, 珪長質岩

Keywords: Hydrothermal alteration experiment, Hatoma knoll, Felsic rock

拓洋第5海山と流星海山のマンガクラストの微生物群集の比較解析 Comparative analysis of microbial community on ferro-manganese crusts from Takuyo- Daigo seamount and Ryusei seamount

仁田原 翔太^{1*}, 加藤 真悟¹, Rejishkumar V.J.¹, 山岸 明彦¹
NITAHARA, Shouta^{1*}, KATO, Shingo¹, Rejishkumar V.J.¹, YAMAGISHI, Akihiko¹

¹ 東京薬科大学 生命科学部

¹Tokyo University of Life science and Pharmacy

【目的】

海洋底には、鉄とマンガンの酸化物を被覆した岩石が存在している。これらはマンガクラストと呼ばれ、海底面に普遍的に存在する (Rona 2003)。またマンガクラストはコバルト、白金などレアメタルを含んでいるために資源としての利用が期待されている。

マンガクラストは海底面に多く存在するため、水圏と岩石圏の間の物質循環へ大きな寄与をしていると予想される。また、そこに存在する微生物も物質循環へ大きく寄与していると考えられる。このマンガクラスト上には、微生物様の構造があることが電子顕微鏡による観察から示されている (Wang et al., 2009)。しかし、その微生物の種やその多様性、存在量についての情報は無い。

そこで我々は拓洋第5海山および流星海山のマンガクラストを採取、解析し、微生物の存在量、多様性について明らかにすること、また2つの異なる海山の微生物群集を比較することによって、その一般性、分布等についての知見を得ることの2点を目的として研究を行なった。

【方法】

2009年2月に行われたNT09-02航海において拓洋第5海山からマンガクラストを採取した。採取水深は1200 m、1419 m、2209 m、2991 mである。また2011年2月に行われたKY11-02航海において流星海山からマンガクラストを採取した。採取水深は1194 m、2079 mである。また比較試料として周辺堆積物、海水を採取した。

これらの試料からDNAを抽出した。このDNAを鋳型として、原核生物16S rRNA遺伝子全体を対象としたプライマー (Uni515F-Uni1407R) を用いてPCR増幅を行なった。この増幅産物をクローニング、シーケンシングにより塩基配列決定した。この情報を元に、分子系統学的解析を行なった。なお97%以上の配列相同性を持つグループを1つの系統型とした。同様の方法を用いて、真正細菌および古細菌のamoA遺伝子についても解析を行なった (Christopher et al., 2005, Romana et al., 2006)。IamoA遺伝子では98%以上の配列相同性を持つグループを1つの系統型とした。

TaqManプローブ法による定量PCRを用い、真正細菌 (Bac1369F-Prok1492R, プローブ TM1389F, Suzuki et al., 2000)、および古細菌 (Arc349F-Arc806R, プローブ Arc516F, Takai et al., 2000) それぞれの菌体数を推定した。また、SYBR Green Iを用いた定量PCRを用いて、古細菌および真正細菌のamoA遺伝子のコピー数を決定した (Christopher et al., 2005, Romana et al., 2006)。

【結果および考察】

現在までに拓洋第5海山のマンガクラストについて定量PCRを行い、真正細菌と古細菌の存在量について推定した。その結果、マンガクラスト上には真正細菌と古細菌がそれぞれ、 10^6 - 10^7 cells/g程度存在することがわかった。4つのマンガクラスト試料のうち、3つのマンガクラスト試料において、古細菌の存在比率が高く (50-83%)、古細菌が微生物群集において大きな割合を占めていることがわかった。マンガクラスト上の微生物存在量は海水試料中 (10^{3-4} cells/ml) と比べて数桁高く、豊富な微生物の存在が示された。

拓洋第5海山と流星海山のマンガクラストの微生物群集を周辺堆積物や海水と比較した結果、マンガクラストの微生物群集は周辺堆積物や海水のそれとは異なっていた。このことはマンガクラスト上には周囲の環境と異なる微生物群集が形成されていることを示している。

採取された場所の異なる6つのマンガクラストから共通して検出された系統型として、Marine Group I (以下MGI) があげられる。このMGIは海洋性アンモニア酸化古細菌を含むグループであり、海洋に普遍的に存在する (例えば Karner et al., 2001)。また拓洋第5海山の4つのマンガクラストからはアンモニア酸化細菌である*Nitrosospira*属に近縁な16S rRNA遺伝子配列が検出された。これらのアンモニア酸化菌の存在は、アンモニア酸化に関わる遺伝子である真正細菌と古細菌のamoA遺伝子が検出されたことからサポートされる。また定量PCRによりamoA遺伝子のコピー数を推定すると、真正細菌と古細菌のamoA遺伝子がそれぞれ105-6 copy/g程度であった。

これらのことはマンガクラスト上に普遍的に、かつ豊富にアンモニア酸化菌が存在する可能性を示している。またMGIおよび*Nitrosospira*属は独立栄養性アンモニア酸化菌を含むグループであるので、これらのアンモニア酸化菌がマンガクラスト上の生態系において一次生産者としての役割を担っている可能性がある。

今後は流星海山の堆積物、海水サンプルについても解析し、拓洋第5海山のものと比較したい。また蛍光 in situ ハイブリダイゼーション法による観察を行ない、生細胞の検出を行ないたい。

Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



BBG21-P15

会場:コンベンションホール

時間:5月21日 10:45-12:15

キーワード: マンガンクラスト, 微生物生態系, 16S rRNA 遺伝子

Keywords: ferro-manganese crusts, microbial ecosystem, 16S rRNA gene