

BPT022-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 10:30-13:00

薩摩硫黄島長浜湾の鉄に富む現世堆積物中の希土類元素の地球化学 Influence of shallow-water hydrothermal activity on the REE geochemistry of iron-rich surface sediment in the Nagahama B

蓑和 雄人^{1*}, 山口 耕生¹, 永田 知研², 上芝 卓也², 清川 昌一², 池原 実³, 伊藤 孝⁴

Yuto Minowa^{1*}, Kosei E. Yamaguchi¹, Tomoaki Nagata², Takuya Ueshiba², Shoichi Kiyokawa², Minoru Ikehara³, Takashi Ito⁴

¹ 東邦大学, ² 九州大学, ³ 高知大学, ⁴ 茨城大学

¹Toho University, ²Kyushu University, ³Kochi University, ⁴Ibaraki University

縞状鉄鉱層 (Banded Iron Formation: BIF) の大部分は、大気中酸素濃度が急上昇したとされる時期 (約 24 億年前) にできたと言われている。その有力な形成モデルとして、熱水起源の溶存鉄に富む海洋深層水が、光合成細菌が作り出した酸素に富む浅海部に湧昇して鉄が酸化沈殿する、というものがある。このモデルにより、BIF の存在が地球表層が還元的环境から酸化的环境へと変遷した証拠とみなされているが、その成因には、堆積速度・形成水深・形成メカニズムなどの未解決な点が多い。BIF は大陸同化由来の物質をほとんど含まない化学堆積物であり、その希土類元素 (Rare Earth Element: REE) 組成は海水中の REE 組成を反映していると考えられることから、BIF の REE 組成は堆積当時の海水の組成を反映している可能性がある。

鬼界カルデラの一部をなす鹿児島県薩摩硫黄島の周辺では、浅海性熱水活動が盛んである。薩摩硫黄島長浜湾では非常に速い堆積速度で鉄に富む熱水性堆積物が沈殿しており、BIF の堆積環境のモダンアナログと見なすことができる。そこで本研究では、長浜湾の現世堆積物を試料とし、その REE 組成の地球化学的特徴を明らかにして、太古の BIF の形成における制約を得ることを目的とした。

長浜湾でのスクーバダイビングにより採取した長さ約 1 m の柱状試料は、鉄に富む褐色粘土層 (iron mud)、細粒砂 (fine sand-mud)、火山灰層 (tuff) の 3 種の層に分けられる。これより深さ・種類別に 17 試料を採取した。それぞれについて凍結乾燥した後、細かく砕いて粉末化した。約 200 mg を量り取って遠沈管に入れた後、それぞれに 1.0 M HCl (pH 1.17)、0.1 M HCl (pH 1.95)、1.0 M CH₃COOH (pH 2.95) を 10 mL 加え、鉄水酸化物に吸着した REE を 24 時間かけて室温で溶脱した。反応後、上澄みを一定量取り、濃縮後、In を用いた内標準法によって財団法人日本分析センターの ICP-MS (HP 社製 HP4500) にて REE の存在度を測定した。

コンドライトを用いた REE 規格化パターンより、全ての試料において Ce の異常が見られなかったことや Eu の負の異常が見られることがわかった。Ce に異常が見られなかったのは、(1) 長浜湾の海水が酸化的でない、あるいは (2) 長浜湾堆積物の堆積速度が速いために海水の REE を多く吸着できなかった、ということが考えられる。長浜湾は絶えず酸素に富む新鮮な海水の流入がある浅海であるため (1) の可能性は考えにくい。湾内におけるセディメントトラップによる実験により、堆積速度がかなり大きいことが明らかになった (二宮, 2009) ことから、Ce の異常が見られなかったのは、堆積速度が大きいために十分に海水の REE を吸着する時間がなかったためと考えられる。Eu の負の異常も、大きな堆積速度による吸着量の減少のためとも考えられる。他の可能性として、噴出した熱水を生成する海底下の熱水反応が比較的低温 ($T < 100^{\circ}\text{C}$) のため、岩石-熱水反応時の Eu の溶出量が減少したことが考えられる。しかしながら、Eu の負異常の程度より、溶出量の減少のみとは考えにくい。熱水変質反応を受ける火山体の岩石が元々 Eu に乏しいという可能性も考えられる。今後は、硫黄島の岩石試料、海水の影響のない熱水試料の REE 存在量を測定し、Eu の負の異常の原因について検討したいと考えている。

キーワード: 希土類元素, Eu 異常, 長浜湾

Keywords: Rare Earth Element, Eu Anomaly, Nagahama Bay

BPT022-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 10:30-13:00

微量元素組成から探るストロマトライト様構造と微化石様構造を含む太古代(34億年)炭素質チャートの起源と堆積環境

Trace elements of stromatolitic, and microfossil-bearing massive and laminated cherts from the Strelley Pool Formation

山口 能央^{1*}, 仙田 量子², 杉谷健一郎³, 三村耕一³, 上野振一郎³, 鈴木 勝彦²

Takao Yamaguchi^{1*}, Ryoko Senda², Kenichiro Sugitani³, Koichi Mimura³, Shinichiro Ueno³, Katsuhiko Suzuki²

¹ 名古屋大学, ² 海洋研究開発機構, ³ 名古屋大学 環境学

¹Nagoya University, ²JAMSTEC, ³Nagoya University

西オーストラリア、ピルバラクラトンのゴールズワージー地域に産出し約34億年前に堆積したとされるスティルリープール層群に産する黒色チャートは、ストロマトライト状、縞状、塊状構造を示し、塊状チャートは一部シンター状で多様な微化石が多産、縞状チャートにも微化石が産出する[1]。我々は、これらの異なる岩相を示す黒色チャート群の起源や堆積環境についての情報を得るため、現時点で3種17個の試料の主成分元素、微量元素、希土類元素を測定した。その結果、1) 平均頁岩で規格化した場合、ストロマトライト状チャートでの重希土元素下がりのパターン($Pr/Yb_{SN}=2.658-5.918$)と縞状チャート、塊状チャートの半数のサンプルで中希土元素上がりのパターン($Sm/Yb_{SN}=1.298-3.537$)を示し、2) 全サンプルでEu正異常があり($Eu/Eu_{SN}=1.054-2.455$)、3) ストロマトライト状チャートでのCe負異常($Ce/Ce_{SN}=0.651-0.85$)、そして4) 一つを除きほぼ全てのサンプルでのコンドライトから若干コンドライトを上回るY/Ho比(25.58-35.37)が確認された。希土類元素パターンや重金属濃度は岩相とかなり明確に対応しており、堆積環境やその起源についての情報を保持していると考えられる。太古代チャート・炭酸塩岩の希土類元素に関するこれまでの研究は[2]、当時の表層海水は重希土元素上がりで、かつ弱い正のEu異常で特徴づけられることを示唆しているが、本研究で分析した黒色チャートには同様のパターンは認められず、海水以外の成分-例えば熱水や陸水-の寄与を考える必要があるようである。中希土元素に富む塊状チャートは亜鉛や鉛にも富んでおり、熱水の影響が疑われるが、Eu異常の程度から高温熱水ではなく、低温熱水の可能性が高い。ストロマトライト状チャートの場合、特定がより難しいが、陸水も含めた上でその起源について今後考察を深めて行く予定である。

References

[1] Kenichiro Sugitani, Kevin Lepot, Tsutomu Nagaoka, Koichi Mimura, Martin Van Kranendonk, Dorothy Z. Oehler, and Malcolm R. Walter., 2010. Biogenicity of Morphologically Diverse Carbonaceous Microstructures from the ca. 3400Ma Strelley Pool Formation, in the Pilbara Craton, Western Australia. *ASTROBIOLOGY*, 10, 899-920.

[2] Bolhar, R., Van Kranendonk, M.J., 2007. A non-marine depositional setting for the northern Fortescue Group, Pilbara Craton, inferred from trace element geochemistry of stromatolitic carbonates. *Precambrian Res.* 155, 229-250.

キーワード: 希土類元素, チャート, 太古代, ピルバラ, ストロマトライト, 微化石

Keywords: Rare Earth Elements, Chert, Archean, Pilbara, Stromatorite, Microfossil

BPT022-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 10:30-13:00

堆積性炭酸塩からのメタンの抽出と炭素同位体測定

Extraction methane from sedimentary carbonates and measurement stable carbon isotope

佐藤 寿年^{1*}, 上野 雄一郎¹, 小宮 剛², 吉田 尚弘³, 丸山 茂徳¹

Hisatoshi Sato^{1*}, Yuichiro Ueno¹, Tsuyoshi Komiya², Naohiro Yoshida³, Shigenori Maruyama¹

¹ 東京工業大学 理工学研究科, ² 東京大学 大学院総合文化研究科, ³ 東京工業大学大学院 総合理工学研究科

¹Tokyo Institute of Technology, ²The University of Tokyo, ³Tokyo Institute of Technology

To escape from snowball glaciations, a great amount of greenhouse gas was required. In particular, methane has been considered to contribute for escaping from entirely frozen earth because of its strong greenhouse effect (e.g. Kennedy et al., 2008). But amount and origin of methane in this period are still controversial.

We try to extract methane from sedimentary carbonates which deposited soon after snowball glaciations (cap carbonate). We then try to estimate of its CH₄ flux into the atmosphere at that time.

We used the Doushantuo cap carbonate which formed after the Marinoan glaciation (ca. 635 Ma) for the analysis. Because evidences of methane were observed in the Doushantuo cap carbonate (Jiang et al., 2003; Wang et al., 2008), the sample is appropriate to test the utility of this method.

A vacuum crushing method has generally been adopted for extraction of gas from minerals, though we efficiently extracted gas to digest carbonate grains by phosphoric acid. Methane was concentrated by a purification line, and then its amount and carbon isotope ratio were measured using a GC-C-IRMS. In order to evaluate the blank methane production during experiment, we also analyzed powdered samples in which fluid inclusions and adsorbed gas were removed.

Amount of extracted methane from grain samples tend to be higher than those of powdered samples. The difference between powdered samples and grains is probably attributable to fluid inclusions and adsorbed gas. Amount of extracted methane from carbonate grain was up to 10257 nmol/g-rock. In terms of carbon isotope value, both grains and powder samples range from -38.7 permil to -43.1 permil (VPDB) and are consistent with thermogenic methane. Despite powderization, methane could be extracted from powder samples. This may indicate organic matters included in carbonates might react with hot acid to release methane.

キーワード: 炭酸塩, メタン, 炭素同位体

Keywords: carbonate, methane, carbon isotope

BPT022-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 10:30-13:00

南アフリカ・バーバートン帯・フィグツリー層群・マペペ層の層序と帯磁率 Detail stratigraphic description of Komati section at 3.2Ga in the Mapepe Formation in the Fig Tree Group of the Barberton

寺司 周平^{1*}, 清川 昌一², 伊藤 孝³, 山口 耕生⁴, 池原 実⁵

Shuhei Teraji^{1*}, Shoichi Kiyokawa², Takashi Ito³, Kosei E. Yamaguchi⁴, Minoru Ikehara⁵

¹九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻, ²九州大学大学院理学研究院地球惑星部門, ³茨城大学教育学部, ⁴東邦大学, NASA Astrobiology Institute., ⁵高知大学海洋コア総合研究センター

¹Kyushu University, ²Kyushu University, ³Ibaraki University, ⁴Toho University, ⁵Marine Core Research, Kochi University

南アフリカ共和国の東部に位置するバーバートン帯の南部に分布するマペペ層は、デイサイト～流紋岩質の火山岩・火山砕屑岩と石英に乏しい砕屑物から成る Fig Tree 層群の最下部にあたり (Anhaeusser, 1975), 年代はジルコンの放射年代測定により 3260~3230Ma とされている (Kroner et al., 1991)。マペペ層は深海～浅海性あるいは扇状地などの幅広い堆積岩相が報告されている (Lowe and Byerly, 1999)。本研究ではバーバートン帯南東部を東西に横切るコマチ川沿いに分布するマペペ層について、約 300m 連続して露出する地層のルートマップ・柱状図作成と帯磁率測定を行い、岩相の層序と磁性鉱物の分布を明らかにした。本地層は、下位で火山岩に整合的に重なっており、約 200m 上位では赤色頁岩砂岩互層に移行する。本地層分布域は断層で 6 つのブロック (B1, B2, C, D1, D2, E) に分けられる。ブロックの層厚はそれぞれ 6.8m, 45m, 22.8m, 19m, 5.7m, 23m で、全層厚で 128m に達する。

岩相: 本層は一層が 1~10cm の厚さのチャートと頁岩の互層からなり、以下の 4 つの岩相から構成される。1) 白色チャート (塊状無層理); 2) 赤色チャート: 褐色 - 赤褐色を呈するチャートと白 - 赤色チャートからなる。前者は研磨することにより鮮やかな赤色を呈するものと灰色~黒色を呈するものに細分される。また後者は白色から赤色に明瞭な境界で変化するチャートで、部分的にブーディン組織が発達する; 3) 黒色頁岩: シルト質で 0.01~0.05mm サイズの石英粒子を含み、まれに 30cm に達する厚さをもつ; 4) 褐色~灰色頁岩: 鉄質物に富む場合があり、部分的に 30cm の厚さをもつ。

層序: 全層厚 128 m の地層について 1m 毎に、上記 4 種類の岩相の比率を求めた。それぞれの岩相の平均的な割合は褐色~灰色頁岩が 60%, 白色チャートが 20% で赤色チャートと黒色頁岩がそれぞれ 10% ずつとなる。各ブロックで下位から上位に向かって赤色チャートの割合が増加して褐色~灰色頁岩の割合が減少する。

帯磁率変化: 帯磁率 (k ; 単位は SI) は与えた磁場に対して岩石が磁化する割合を示しており、磁鉄鉱 (Fe_3O_4) や赤鉄鉱 (Fe_2O_3) などの岩石中の磁性鉱物の量に比例する (それぞれ $k=1$, $k=0.2\sim0.5$)。全層厚 128m において、地層に垂直に 3cm 間隔で約 4000 ポイントの測定を 2 測線行なった。また帯磁率の側方変化を見るために、地層一層について約 4m の区間を 10cm 間隔で 40 ポイントを測定し、83 枚の層の比較を行なった。ほとんどのブロック内で帯磁率は上方で増加しており、この傾向は赤色チャートの岩相変化と一致し、地層は上位に向かって鉄の含有量が上昇していると考えられる。

帯磁率の側方変化は、低い値の岩石では一定しているが、高いものは側方変化し、20~100cm の間隔で上下する。したがって一つの層準での磁鉄鉱含有分布が不均質になっていることが考えられる。変化の様式によって 4 つのグループに分類した。A グループ: 最低値 $0.1 \times 10^{\text{text}} \text{ SI}$, 最高値 $1.0 \times 10^{\text{text}} \text{ SI}$ でほぼ一定である。黒色頁岩, 灰色~褐色頁岩, 白色チャートに相当する。B グループ: 最低値 $1.0\sim5.0 \times 10^{\text{text}} \text{ SI}$, 最高値 $70 \times 10^{\text{text}} \text{ SI}$ をとる。灰色~黒色チャートおよび白 - 赤色チャートに相当する。C グループ: 最低値 $1.0\sim5.0 \times 10^{\text{text}} \text{ SI}$, 最高値 $70\sim420 \times 10^{\text{text}} \text{ SI}$ をとる。ブーディン組織を持つ白 - 赤色チャートに相当し、特にブーディン部の帯磁率が高く、ブーディン形成時 (続成作用時) に磁鉄鉱が形成した可能性がある。D グループ: 最低値 $15\sim30 \times 10^{\text{text}} \text{ SI}$, 最高値 $70\sim420 \times 10^{\text{text}} \text{ SI}$ をとる。鉄質物に富む褐色~灰色頁岩と互層する赤色チャートに相当する。

キーワード: 太古代, バーバートン帯, マペペ層, 帯磁率

Keywords: Archean, Barberton Greenstone Belt, Mapepe Formation, Magnetic susceptibility

BPT022-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 10:30-13:00

南部中国, 揚子炭酸塩プラットフォーム石炭系における上部斜面相サクセッション Carboniferous upper-slope succession of the Yangtze Carbonate Platform, South China

星木 勇作^{1*}, 上野勝美³, 王ゆえ³, 祁玉平³, 王向東³

Yusaku Hoshiki^{1*}, Katsumi Ueno³, Yue Wang³, Yuping Qi³, Xiangdong Wang³

¹ 福岡大学理学研究科地球圏科学専攻, ² 福岡大学理学部地球圏科学科, ³ 中国科学院・南京地古研

¹ Doctoral Program, Fukuoka Univ., ² Fukuoka Univ., ³ NIGPAS, P. R. China

During the Late Paleozoic, a large carbonate platform called the Yangtze Carbonate Platform had been developed on the South China Craton. In this platform, shallow-marine facies were dominated with a number of small, deeper basins in some places. In southern Guizhou Province, Carboniferous deposits of this platform are widely distributed with good exposure conditions. We recently studied a new, Carboniferous section showing upper-slope deposition.

The study section is located at Luokun of Luodian County, about 140km south of Guiyang, in Guizhou Province of China. The Luokun section, exposed along continuous road-cuts, is about 210 m thick and consists mainly of well-bedded, fine-grained limestone. Graded bedding is common in this limestone. Lime-mudstone and fine bioclastic wackestone, with some packstone, are the major microfacies. Siliceous (chert) bands and/or nodules are also commonly observed. This portion of the section is considered as representing limestone turbidites. Moreover, conglomeratic beds of more than 2 m in thickness in some cases, consisting of lithoclasts and bioclasts of shallow platform origin, are intercalated intermittently in this section. These beds are interpreted as being formed probably by debris flows, induced by platform shedding. The overall lithostratigraphic features of this section suggest upper-slope deposition within a carbonate platform-basin transect.

We made a provisional study of foraminifers in samples collected mainly from coarse-grained sediments. The following genera were identified from them. They are *Tetrataxis*, *Palaeotextularia*, *Climacammina*, *Archaediscus*, *Endothyranopsis*, *Nevillea*, *Pohlia*?, *Paraarchaediscus*?, *Omphalotis*, *Endothyra*, *Bradyina*, *Pseudostaffella*, *Neostaffella*, *Eostaffella*, *Ozawainella*, *Profusulinella*, *Fusulinella*, *Eofusulina* and *Beedeina*. These foraminifers suggest that the base of the section is broadly Visean (Middle Mississippian) and the top is probably Moscovian (Middle Pennsylvanian). Moreover, there is no evidence of large sedimentary gap in this section based on the foraminiferal contents.

In southern Guizhou Province, detailed Carboniferous stratigraphy and biostratigraphy has been studied since the 1970's. Most previous studies, however, dealt with shallow platform facies sections (e.g. the Yashui and Zongdi sections) or deeper-slope sections (e.g. the Nashui section). In the shallow platform sections, foraminifers, particularly fusulines, are abundant but conodonts are very scarce. In contrast, deeper-slope sections generally contain rich conodonts but less foraminifers. In the Luokun section, fine-grained limestone yields abundant conodonts and coarse-grained beds, such as debris-flow conglomerates contain foraminifers derived from shallow platform areas. Thus, this section is considered to be important because it has potentials to connect fusuline biostratigraphy mainly developed in the shallow platform sections with conodont biostratigraphy established in the deeper-slope sections within the Yangtze Carbonate Platform.

キーワード: 石炭系, 上部斜面相, 揚子炭酸塩プラットフォーム, 南部中国, 有孔虫, コノドント

Keywords: Carboniferous, upper slope facies, Yangtze Carbonate Platform, South China, foraminifer, conodont

BPT022-P06

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 10:30-13:00

湖南省北西部に分布するエディアカラ系堆積岩の化学層序的考察 Chemostratigraphic consideration of the Ediacaran sedimentary rock in northwestern Hunan province, South China

古山 精史朗^{1*}, 狩野彰宏¹, 國光陽子¹

Seishiro Furuyama^{1*}, Akihiro Kano¹, Yoko Kunimitsu¹

¹九州大学

¹Kyushu University

エディアカラ紀 (635 Ma?542 Ma) にはマリノアン氷期, ガスキエス氷期と呼ばれる2度の大規模な氷期があった。中国の揚子地塊上では, マリノアン氷期に相当する氷礫岩は Nantuo 層として知られ多くの地域で見られるが, ガスキエス氷期に対応する氷礫岩の報告はない。揚子地塊上のガスキエス氷期の認定は主に化学層序対比を用いて検討されている。Zhu et al. (2007) は, 複数のセクションで見られる無機炭素同位体の負のシフトと化石産出から, ガスキエス氷期に対応する層準を示した。最近では Sawaki et al. (2010) が解像度の高いストロンチウム同位体比のデータを示し, 揚子地塊上におけるガスキエス氷期の認定を試みている。本研究では湖南省北西部に位置する Fengtan セクション及び Yangjiaping セクションについて, ストロンチウム同位体及び無機炭素同位体を用いてガスキエス氷期に関連した層所対比を行った。

Fengtan セクションは揚子地塊の海盆環境で堆積し (Jiang et al., 2007), マリノアン氷期後の地層が連続的に露出する。本セクションは層厚約 100m で, 下位から, 氷礫岩からなる Nantuo 層, 炭酸塩岩・黒色頁岩を主とする Doushantuo 層, 黒色チャートからなる Liuchapo 層を露出する。一方, Yangjiaping セクションは浅海環境で堆積し (Dobrzinski and Bahlburg, 2007), エディアカラ系の層厚は約 470m で, 下位から, Nantuo 層, 炭酸塩岩・黒色頁岩・リン酸塩岩からなる Doushantuo 層, 主に炭酸塩岩からなる Dengying 層が露出している。このセクションでは, Doushantuo 層が比較的厚く, ウーイドなどの極浅海を示す構成物に富むという特徴がある。

Fengtan セクションの下部 Doushantuo 層において, ストロンチウム同位体, 酸素同位体, 無機炭素同位体は特異な関連性を示す。ここでは, ストロンチウム同位体は約 0.711 と高い値をとり, 酸素同位体, 無機炭素同位体は負へのシフトを示している。これらは氷期後の融氷水の影響と考えられる。また, Yangjiaping セクションにおいても, Doushantuo 層上部で 0.709 程度の高いストロンチウム同位体値が得られた。これを無機炭素同位体値と併せた結果, Fengtan セクションと同様な傾向であり, Sawaki et al. (2010) がガスキエス氷期とした層準に類似する。

以上の結果から, ガスキエス氷期の頃に対応する層準は Fengtan セクションでは Doushantuo 層下部に, Yangjiaping セクションでは上部 Doushantuo 層にある可能性が高い。揚子地塊上での堆積速度は環境に応じて大きく異なったと思われる。

キーワード: エディアカラ紀, 化学層序, 氷期, 中国

Keywords: Ediacaran, chemostratigraphy, glaciation, China