

## 約 32 億年前の海洋環境の多様性 ~ 南アフリカ・バーバートン帯のマペペ層および ムサウリ層の BIF の REE 組成からの制約 ~ Marine Environments 3.2 Ga ago: Constraints from REE Geochemistry of BIF/Chert in Barberton, South Africa.

矢作 智隆<sup>1\*</sup>, 山口 耕生<sup>2</sup>, 原口 悟<sup>3</sup>, 佐野 良太<sup>4</sup>, 寺司 周平<sup>5</sup>, 清川 昌一<sup>5</sup>, 池原 実<sup>6</sup>, 伊藤 孝<sup>7</sup>

Tomotaka R. Yahagi<sup>1\*</sup>, Kosei E. Yamaguchi<sup>2</sup>, Satoru Haraguchi<sup>3</sup>, Ryota Sano<sup>4</sup>, Shuhei Teraji<sup>5</sup>, Shoichi Kiyokawa<sup>5</sup>, Minoru Ikehara<sup>6</sup>, Takashi Ito<sup>7</sup>

<sup>1</sup> 東邦大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 東邦大学大学院理学研究科, NASA Astrobiology Institute, <sup>3</sup> 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻, <sup>4</sup> 財団法人日本分析センター, <sup>5</sup> 九州大学大学院理学研究院, <sup>6</sup> 高知大学海洋コア総合研究センター, <sup>7</sup> 茨城大学教育学部

<sup>1</sup>Toho University, <sup>2</sup>Toho University, NASA Astrobiology Institute, <sup>3</sup>University of Tokyo, <sup>4</sup>Japan Chemical Analysis Center, <sup>5</sup>Kyushu University, <sup>6</sup>CMCR, Kochi University, <sup>7</sup>Ibaraki University

約 24 ~ 23 億年前、大気中の酸素分圧が急激に上昇した GOE (Great Oxidation Event) が起きたとされる。しかしながら、大気中遊離酸素の存在の証拠とされる縞状鉄鉱層 (BIF) は、太古代にも大量に産出しているため、GOE はより以前であった可能性がある。本研究では、約 32 億年前の BIF に含まれる希土類元素 (REE: Rare Earth Element) の地球化学分析から、堆積当時の酸化還元状態を含めた海洋環境を探ることを目的とした。

BIF は鉄とシリカが互層する化学堆積物であり、地球史の初期に特徴的に存在する。BIF の形成メカニズムとして、シアノバクテリアの光合成由来の酸素が当時の海底熱水由来の溶存  $Fe^{2+}$  を酸化して沈殿した、というものがある。鉄酸化物が沈殿する際、その表面にリンや REE を吸着する。REE 組成は、海底の熱水活動の寄与の程度や海水の酸化還元状態等の、堆積当時の海洋環境の情報を持つ。REE 組成は、堆積後の熱や圧力による変成作用による影響が一般に極小であり、堆積当時の化学組成を保存していると考えられる。

試料は、南アフリカ、バーバートン緑色岩帯の南部、Fig Tree 層群の Mapepe 層や下位の Onverwacht 層群の Mendon 層中、Msauli 部層の露頭から採取されたものをそれぞれ用いた。Mapepe 層の 37 試料、Msauli 層の 21 試料共に岩石試料を粉末化した後、東京大学の蛍光 X 線分析装置 (XRF) を用いて主要元素組成を測定した後、(財)日本分析センターの誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) を使用して REE 組成を測定した。強熱減量の測定の後、0.500g の粉末試料と 5.000g の  $Li_2B_4O_7$  を混合し、溶融・冷却させて得たガラスビードを XRF で測定した。REE 測定では、粉末試料約 0.100g を正確に秤量した後、クリーンルーム内でテフロンピーカーに試料と  $HNO_3 \cdot HF$  を各 1mL 加えて蓋を閉め、180 のホットプレート上で約 6 時間加圧分解した。完全溶解後に蒸発乾固させた後、8 M  $HNO_3$  を 0.1mL 加えて溶解させ、超純水を 0.7mL 加えた。この試料溶液 0.8mL と 1 M  $HNO_3$  6.8mL、さらに内標準として 0.1ppm In 標準溶液 0.4mL を容器へ入れ、全量を 8mL とした溶液を ICP-MS で測定した。

$SiO_2$  と  $Fe_2O_3$  量が高い負の相関 ( $R^2 = 0.99$ ) を示し、かつ  $SiO_2 + Fe_2O_3$  100% なので、試料はシリカと鉄酸化物の 2 成分系からなる化学堆積物である。大陸起源物質である  $Al_2O_3$  量が 1.0 wt.% 未満である試料は、海洋の溶存成分の沈殿物であると見なせ、堆積当時の環境をより反映していると考えられる。存在量が極微量の試料 (例: REE < 50ppb) は、分析精度が充分でないため、議論の対象から除外する。

C1 コンドライトで規格化した REE パターンにおいて、LREE の左上がりの傾きと Eu の正異常は熱水の特徴なので、BIF 試料には海底熱水の影響があると考えられる。地球化学的な挙動が酷似した Y-Ho のディカップリング (Y の正異常) は、鉄酸化物への吸着能の差異に起因するので、鉄酸化物の沈殿を示唆する。一方で、現在の酸化的な海洋で見られる顕著な負の Ce 異常はなかった。これは、BIF 形成時の熱水/海水の混合比が大きかったために、海水の Ce 負異常が (Ce 異常のない) 熱水により希釈されたか、そもそも海水には Ce 負異常が無かったか、が解釈として考えられる。

今後は、同年代他地域や他年代同地域の BIF の測定結果と照らし合わせ、太古代の時空変化を明らかにしていく。さらに、本試料中のシリカや鉄酸化物の酸素同位体組成から堆積当時の海水温度の推定を行い、海水/熱水の混合比を明らかにして、約 32 億年前の海洋化学のさらなる復元を試みていきたい。

キーワード: 縞状鉄鉱層, 希土類元素, 南アフリカ, 32 億年前

Keywords: BIF, REE, South Africa, 3.2 Ga