

放射光を用いた南東太平洋レアアース泥への  
レアアース濃集メカニズムの解明Accumulation mechanisms of REY in deep-sea mud in the eastern South Pacific  
studied by Synchrotron X-ray analysis柏原輝彦<sup>1,\*</sup>, 戸田隆一<sup>2</sup><sup>1</sup>(独)海洋研究開発機構, 〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2-15<sup>2</sup>東京大学 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1Teruhiko Kashiwabara<sup>1,\*</sup> and Ryuichi Toda<sup>2</sup><sup>1</sup>JAMSTEC, 2-15 Natsushimacho, Yokosuka, Kanagawa, 237-0061 Japan<sup>2</sup>the University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656 Japan

## 1 はじめに

レアアース泥とは、一般的な遠洋性堆積物と比べてはるかに高濃度のレアアース (REY) を含む深海底堆積物のことであり、近年、鉄マンガンクラスト、マンガンジュール、熱水性硫化物などに加えた新たな海底鉱物資源として注目されている。特に、南東太平洋においては、1970年代後半の熱水噴出孔の発見以来、海洋の REY 収支や古環境解読などの地球化学的観点から、海底堆積物に関する数多くの研究が既になされており、一部の堆積物への REY の濃集や、その中央海嶺の熱水活動との関連が示唆されてきた。しかしながら、レアアース泥中の REY の化学状態およびホスト相は明らかになっておらず、その生成プロセスについての理解は十分とはいえない。一般に、海底堆積物は、起源の異なる様々な物質の混合物として存在するため、堆積物の中で“どの鉱物相が REY を保持しているか”という情報は、レアアース泥の成因の理解のために重要である。本研究では、このレアアース泥に含まれる REY の化学状態を放射光によって調べることで、レアアース泥の生成プロセスを明らかにすることを目的とした。

## 2 実験

本研究では、DSDP/ODP において南東太平洋で採取されたレアアース泥を含む複数の堆積物コア試料を中心に分析を行った。この海域は、プレートの水方向の移動に伴って、表層堆積物の REY 濃度が急激に上昇するため、レアアース泥の生成プロセスを追跡するのに適している。これらの堆積物試料について、錠剤を作成して XAFS 解析によって REY の化学状態を調べると共に、薄片を作成して $\mu$ -XRF で元素分布を調べて REY の濃集相の同定を行った。放射光分析は PF BL-9A, BL-12C, SPring-8 BL01B1 および BL37XU などで行った。また、化石年代に基づく海底面への各元素の堆積フラックスの相関解析を

合わせて行い、堆積前後の元素の挙動を考察した。今回、特に Y の挙動に関するデータを集中的に取得した。

## 3 結果および考察

Y-Kedge XAFS 解析および $\mu$ -XRF マッピングの結果、バルクの Y 濃度によらず全ての堆積物試料において、Y はアパタイトに濃集していることが明らかとなった。このことは、レアアース泥の生成には、従来考えられてきた熱水活動由来の鉄質懸濁物質以外に、構成鉱物として少量含まれるアパタイトの挙動が関与することを示唆している。また、元素間の堆積フラックスの相関解析からは、堆積物中の REY を高濃度にする要因として、(i) Fe および P と相関する REY フラックス、(ii) Fe と相関せず、P と相関する REY フラックス、(iii) 炭酸塩フラックスによる希釈効果の減少、の 3 つが関与していることが明らかになった。

一般的にアパタイトは、魚の歯や骨といった生物の遺骸起源、および、有機物の酸化分解に伴うリン供給によって生じる自生鉱物が報告されているが、いずれも究極的には海洋表層の生物生産を由来とする。一方で、本研究で対象とした海域は、表層の生物生産が低く有機物量の非常に少ない海域であり、堆積物中には吸着能の高い熱水性の鉄マンガン酸化物が豊富にまれている。フラックス解析からリンの起源を考えると、アパタイトの生成に必要なリンは、大部分が熱水性の鉄マンガン酸化物に吸着して海底面に運ばれてきた可能性が考えられる。今後は、Fe や P の挙動についてもより詳細に分析すると共に、Y 以外のレアアースの挙動も調べ、レアアースの濃集を担う化学反応を追求していく計画である。

## 参考文献

[1] Kato et al., *Nat. Geosci.* **4**, 535 (2011).[2] Kashiwabara et al., *Chem. Lett.* **43**, 199 (2014).

\* teruhiko-kashiwa@jamstec.go.jp