

火成岩の Eu および Sr の安定同位体組成

Stable isotopic compositions of Eu and Sr in igneous rocks

若木 重行 [1]; 田中 浩史 [2]; 加藤 大輔 [3]; 谷水 雅治 [4]; 田中 剛 [2]

Shigeyuki Wakaki[1]; Hiroshi Tanaka[2]; Daisuke Katoh[3]; Masaharu Tanimizu[4]; Tsuyoshi Tanaka[2]

[1] 北大・理; [2] 名大・環境・地球環境; [3] 名大・環境; [4] 海洋機構・高知コア

[1] Natural History Sci., Hokudai; [2] Earth and Environmental Sci., Nagoya Univ.; [3] Environmental Sciences, Nagoya Univ.; [4] KOCHI, JAMSTEC

天然物質における元素の安定同位体比変動を、様々な地球化学的現象のトレーサーとして利用する安定同位体地球化学は、従来から多くの研究が行われてきた酸素や炭素のような軽元素のみならず、Fe や Zn のような原子番号が大きな元素(重元素)にも拡張されつつある。重元素を利用した安定同位体地球化学は、特に低温の化学反応が主体となる海洋などの地球表層環境の研究に用いられている (e.g. Beard et al., 2003)。これは以下の様な理由による。元素の同位体比は化学反応によって変動するが、化学平衡反応における同位体効果は、分子内振動エネルギーの量子効果によって説明され、同位体間の相対質量差に比例し、また、反応温度の二乗に逆比例する事が知られている (Bigeleisen and Mayer, 1947)。よって、低温の化学反応には比較的大きな同位体効果が期待され、実際に堆積物などの低温で生成した試料からは多くの元素で同位体比の変動が報告されている (e.g. Weyer et al., 2008)。一方で、火成作用のような高温の化学反応における同位体効果は無視できるほど小さいと考えられている。実際に火成岩を対象とした安定同位体分析は、分析上の reference や地球試料の代表値を求める目的で、多くの元素で行われているが、地球上の高温化学反応で生じたと考えられる同位体比の変動は Fe での報告例があるのみである (Poitrasson and Freydier, 2005; Heimann et al. 2008; Teng et al., 2008)。

本研究では、MC-ICP-MS および DS-TIMS を用いた Eu および Sr の安定同位体分析法を開発し、玄武岩、流紋岩および花崗岩の Eu および Sr 安定同位体分析を行った。その結果、一部の花崗岩および流紋岩において Eu および Sr 安定同位体比に有意な変動を見いだした。玄武岩および SiO₂ 濃度の比較的低い流紋岩・花崗岩は誤差範囲で一致した Eu 同位体比 ($^{153}\text{Eu}/^{151}\text{Eu}$) を示したが、一方で SiO₂ 濃度の高い流紋岩・花崗岩は、玄武岩と比較して軽い同位体比を示した。Sr 安定同位体比 ($^{88}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) も同様の傾向を示し、玄武岩および SiO₂ 濃度の比較的低い流紋岩・花崗岩は一定の同位体組成で、SiO₂ 濃度の高い流紋岩・花崗岩は軽い同位体組成で特徴づけられる。本研究で求められた火成岩の Eu および Sr 安定同位体組成と、同一試料の Nd 安定同位体組成 ($^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$; Wakaki and Tanaka, 2007) との比較から、一部の流紋岩・花崗岩に発見された同位体比の変動は二価の Eu および Sr 化学種間の反応に伴う同位体分別によって引き起こされた事が示唆された。また、Eu 同位体比の変動と試料の希土類元素組成における Eu 異常の程度との間には相関がみられ、Eu の同位体比変動が Eu のレイリー同位体分別によって生じた事が明らかになった。火成岩の Eu 異常はマグマの分化の程度を反映していると考えられる事から、Eu の同位体分別はマグマの分化に伴い高温条件下で生じたことが示唆される。本研究の結果は、Eu および Sr がマグマ作用のような高温の化学反応においても検出可能な同位体分別を起こしうる事を示す。