

珪長質火成活動に伴われる熱水における軽希土類と重希土類の分別 Fractionation between LREE and HREE in hydrothermal fluids associated with felsic magmatism

実松 健造^{1*}; 星野 美保子¹
SANEMATSU, Kenzo^{1*}; HOSHINO, Mihoko¹

¹ 産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門
¹ Geological Survey of Japan, AIST

希土類元素(REE)の中でも、重希土類(HREE)は軽希土類(LREE)に比べ地殻存在量が少なく、市場での価格も高い。HREEに富む鉱床(例えば、中国のLongnanやカナダのNechalacho)は熱水変質を受けた珪長質火成岩(花崗岩や閃長岩)に関係している。本研究では、先行研究をレビューしながら、このような珪長質火成岩のLREEとHREEとの分別を引き起こす要因について論じる。

マグマ中ではHREEに比べてイオン半径が大きいLREEがより不適合元素として挙動するため、部分熔融度の低いマグマから形成されたアルカリ岩は一般にLREEに著しく富むがHREEには若干富む程度である。HREE鉱床となり得る火成岩が形成されるためには、特定の元素に富んだアルカリ岩(カーボナタイトを除く)メルトの形成と極度な結晶分化作用といった2つの過程が主に考えられる。前者はNechalacho鉱床のような大陸内のアルカリ岩に代表され、REE、HFSE(high field strength elements)、フッ素、炭酸塩に富む。既報の実験学的研究は、アルカリ元素やフッ素に富むマグマ中ではジルコンが晶出しにくくなることを指摘しており、そのマグマ残液はHREEやZrに富むようになる。一方、Longnan鉱床などに代表されるように、カルクアルカリ花崗岩でも極度に分化することによって、LREEが取り除かれて相対的にHREEに富むようになる場合もある。ただし、このような鉱床は花崗岩が自生変質作用を被り、風化によりREE含有鉱物が分解し、REEが粘土に吸着することによって初めて鉱床になる。

珪長質火成岩から生成した熱水中では、様々な配位子との錯体形成によるLREEとHREEの分別が起こると考えられる。様々な先行研究は熱水中でREE³⁺イオンが炭酸塩、炭酸水素塩、フッ素、塩素、硫酸イオンと錯体を形成することを示唆している。最近の研究ではフッ素REE錯体は150℃以上では安定度定数が低く、フッ素は塩素や硫酸イオンと比べてREEの運搬や分別に重要でないと考えられている(Migdisov et al., 2009)。ただし、REE鉱床では炭酸塩や蛍石が多いのに対し、塩や硫酸塩鉱物の産出は少ないようである。

HREEに富む珪長質岩にはアルカリ変質や蛍石を伴うことが多くの鉱床・鉱微地で確認されているが、アルカリ元素やフッ素に富むアルカリ岩が必ずしもHREEに富むというわけではない。また、熱水中でフッ素がHREEとの錯体形成で重要な役割を果たすわけではないが、塩素、硫酸イオンが重要であるという証拠も十分ではない。REE鉱床のLREEとHREEとの分別については不明な点も多く、マグマ活動と熱水変質のどちらがその分別において重要であるかを明らかにする研究が期待される。

参考文献

Migdisov, A.A., Williams-Jones, A.E. and Wagner, T. (2009) *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 73, 7087-7109.

キーワード: 重希土類, 軽希土類, 熱水, 分別, 鉱床, 珪長質火成岩

Keywords: HREE, LREE, hydrothermal fluids, fractionation, ore deposits, felsic igneous rocks