

ベトナム北部の花崗岩風化殻中におけるレアアース元素の濃集

Enrichment of Rare Earth Elements in Weathered Granites of Northern Vietnam

大村 泰平 [1]; # 浦辺 徹郎 [2]; 渡辺 寧 [3]; 石原 舜三 [4]; Lai Manuel Ng[5]

Taihei Ohmura[1]; # Tetsuro Urabe[2]; Yasushi Watanabe[3]; Shunso Ishihara[4]; Manuel Ng Lai[5]

[1] 東大・理・地惑; [2] 東大・理 地球惑星科学; [3] 産総研・地圏資源環境研究部門; [4] 産総研; [5] ニュイファオビカ

[1] Earth Science, Univ. of Tokyo; [2] Earth and Planetary Science,

Univ. of Tokyo.; [3] IGR, AIST; [4] AIST; [5] Nuiphaovica

イントロダクション：レアアース元素は、現代の高度先端産業にとって不可欠な資源である。しかし、レアアースを供給する鉱床は非常に地域的偏在が激しく、世界のレアアース資源の93%が中国で生産されている。なかでも、重希土類の最大の供給源である中国の南東部の竜南地区では、風化殻中の粘土鉱物にレアアース元素が吸着されて濃集されている (Wu et al. 1990)。これは後期白亜紀に貫入した A タイプ花崗岩の風化殻であると考えられる (Gilder et al. ,1996)。風化殻中のレアアース濃度は最大で 886 ppm であり、これは原岩の花崗岩に対して 2.5 倍の濃集度になる。この鉱床は、カーボナタイト鉱床に比べればレアアース濃度は低いが、重希土濃度が高く、陽イオン交換によって浸出できるので選鉱コストが非常に安いというメリットがある。そこで、こうしたタイプの鉱床をイオン吸着型鉱床という。レアアースイオンを吸着している物質としては、酸性の風化土壌で正の荷電を有するカオリナイトなどの粘土鉱物が考えられる。

地質：ハノイの北西 80km、Thai Nguyen 県 Dai Tu 町の付近に、W-F-Cu-Au-Bi を含むスカルン、グライゼン型鉱床である Nui Phao 鉱山が 1997 年に発見された。Nui Phao 鉱山は推定埋蔵量 55 百万トン (WO_3 0.21%) の大規模鉱床で、2008 年末の生産開始を目指して、1.2 km x 0.8 km の規模のオープンピットの開削が進んでいる。この地域はインドシナ地塊とサウスチャイナ地塊の衝突帯の北側に位置し、古生代前期の Phu Ngu 層の堆積物を、後期三畳紀の粗粒黒雲母花崗岩 Nui Phao Granite(NPG) と白亜紀後期の両雲母花崗岩 Da Liengranite (DLG) が貫入しており、いずれの花崗岩も帯磁率が低い (石原ほか, 2008)。DLG の年代は竜南鉱床の基盤花崗岩と一致するため、鉱床の被覆層および周辺の花崗岩風化殻中に希土類元素の濃集が見られるのではないかとこの考えを検証するため、調査を行った。

試料分析：現地では、鉱山探鉱時に採掘された 5 本のコアと、現地の風化土壌が露出している 3 箇所の露頭から、NPG と DLG の風化殻土壌および未風化の NPG と DLG を採取した。また対照のために、タングステン鉱石や堆積物や鉱化帯の風化土壌も採取した。採取した試料を乳鉢と振動ミルで粉碎し、ICP-MS による元素組成分析 (カナダの ActLab に外注) と XRD による構成鉱物分析を行った。また、風化帯の試料について pH と土色を測定した。

分析結果：DLG の風化殻は、200 ppm 程度の低いレアアース濃度を示し、原岩からの濃集は見られなかったが、NPG の風化殻からは最大 1366 ppm の非常に高いレアアース濃度が発見された。原岩からの濃集率は 9 倍にも達し、これは竜南鉱山をも凌いでいる。

NPG 風化殻の深度ごとのレアアース元素パターンは浅い領域で Ce が正異常を示し、深い領域で Ce が負異常を示す。そして、REE が濃集しているのは、Ce が負異常を示す下部の部分である。これは、表層で Ce 以外の REE が酸性の天水中に溶脱し、イオンとなって下層に運搬されて、風化殻下部で捕獲されていると考えることができるから、この鉱床のタイプはイオン吸着型である可能性を支持する。また、XRD と土色分析の結果、土壌の彩度が低く針鉄鉱の少ない還元的环境で REE の濃集度が高くなる傾向が見出された。さらに風化殻中には普遍的にモンモリロナイトとカオリン族鉱物が見られるが、濃集帯には前者が見られず、後者が何らかの役割を果たしていることが推測される。

結論：Nui Phao 花崗岩は、その風化殻にイオン吸着型鉱床を形成していると考えられる。これはサウスチャイナ地塊とインドシナ地塊が衝突した際に貫入した I タイプの黒雲母花崗岩であり、今回の結果から A タイプのみならず I タイプの花崗岩もイオン吸着型鉱床の母岩となりうることを示された。この岩体はレアアース元素含有量が大きく、同一岩体に属する他の地点や、近隣の同年代の花崗岩風化殻についても、高いレアアース濃度が存在するかどうかを調査し、母岩中で REE を保持している鉱物を特定することにより、イオン吸着型鉱床の成因の科学的理解と、高度先端産業を支える資源の供給に貢献することが望まれる。