

ウェッジマンントルの進化

Evolution of Wedge Mantle

梶座圭太郎 KUNUGIZA keitaro

富山大学教育学部 Faculty of Education, Toyama University

受入教官 基礎宇宙化学部門：中村栄三

1997/7/22-7/24、1997/10/1-10/5

## 1 研究目的

ウェッジマンントルは非定常な存在であり、誕生後は沈み込むスラブから供給される熱水やマグマ活動によってなんらかの変化を被る。地球化学的あるいは同位体年代学的な情報を解析するには、まず第一段階として微量元素および希土類元素の低温における再平衡および流体相の関与する変成鉱物の形成にともなう挙動を明らかにすることが必要である。

1997年度では、世界で最も低温で再平衡に達している四国三波川変成帯に胚胎する東赤石カンラン岩体の含輝石・ガーネット岩について、イオンプローブを用いて構成鉱物の微量元素およびREEの含有量や組成累帯構造を明らかにすることを開始した。その目的は、

(1) これらの元素の低温における鉱物間の分配係数を決めること、(2) 火成作用と変成作用による動きを識別すること、(3) 流体の関与を明らかにすることである。東赤石岩体は、ウェッジマンントル起源の岩体と考えられており、結晶分化作用による岩相変化が著しく、ol-cpx、ol-cpx-gar、ol-cpx-opx-gar、cpx、cpx-opx-gar、cpx-gar、garなどの鉱物組み合わせの岩石が得られる。構成鉱物の組み合わせの違いを利用することで、火成作用と変成作用あるいは流体の効果を識別し、これまで殆ど知られていないガーネットや輝石間の微量元素や希土類元素の低温における再分配や流体による移動の様子を決定することができると考えた。

## 2 イオンプローブによる東赤石岩体の造岩鉱物の微量元素およびREE組成

センター設置のCAMECA 5fを用いておこなった。97年度には、wehrlite、clinopyroxenite、garnet lherzolite、garnet dunite、garnet wehrlite、garnetiteおよびgarnet clinopyroxenite 2個の計8個について行った。

ザクロ石カンラン岩中のgarnetのcoreは、典型的な重希土類に富むパターンを示すが、それらのrimおよびgarnet pyroxenite系の岩石では重希土類に乏しくなっている。またそのようなパターン変化は、結晶分化作用の尺度となるolivineのXMg-NiOの関係やspinelのYCr-TiO<sub>2</sub>の関係と対応している。

HREE に乏しい garnet や cpx は、olivine や cpx の XMg が低い、分化が進んだ岩相において認められる。XMg に富む wehrlite や clinopyroxenite では、cpx の REE はほぼフラットなパターンを示す。また garnet pyroxenite に比べ XMg に富む garnet peridotite の garnet は、ノジュールやアルプス型カンラン岩で知られる典型的な HREE に富んだパターンを示すが、rim において HREE が減少するとともに La などの LREE がわずかに増加するという特徴的なパターンを示す。そのようなパターンが見られる時は、cpx も HREE に乏しい。より Fe に富む garnet pyroxenite では、garnet および cpx 共に HREE に乏しい。

### 3 Olivine fractionation model

Olivine の REE 含有量の正確な値は知られていないが、HREE に富むという傾向はよく知られている。今回分析した wehrlite の olivine の REE は、濃度はおよそ garnet peridotite の garnet の 100 分の 1 であるが、LREE より HREE が 10 倍以上入っている。

Olivine fractionation model とは、東赤石岩体の各岩相の garnet や clinopyroxene の HREE が b 分化によって減少するというパターンは、HREE に富む olivine の fractionation の効果を見ているというものである。東赤石岩体は、全体の 95% 以上が dunite からなり、マグマの結晶分化作用に支配された顕著な olivine や spinel の cryptic layering が認められる岩体である。従って、岩体スケールにおいて、olivine や spinel の主要元素組成変化と対応する鉱物の微量元素および REE の変動について、まず結晶分化作用との関係から検討を開始した。

カンラン岩の主要構成鉱物で HREE に富むものは、garnet と olivine である。東赤石岩体の garnet は LREE に枯渇しているため、メルトによるメタソマティズムや熱水による変質を著しく被ったとは考えにくい。従って、HREE の減少は、garnet とともに析出した olivine の結晶分化作用による効果と考えざるを得ない。Olivine と garnet の HREE 濃度は 100 倍ほど異なるが、晶出時のモードを考慮するとマグマの HREE の減少には同等程度の効果があるものと考えられる。

HREE に富むが濃度が極めて低い olivine の結晶分化作用の影響が現れるには、著しい結晶分化作用が必要となる。そのために効果が見えるのは、岩体上部で分化の進んだ garnet cpxnrite 層周辺の岩石に限られる。これらの岩相は分化の良い指標となる spinel の #Cr でみるとかなり末期の生成物である。garnet peridotite や garnet pyroxenite は dunite 中の脈やレンズとして産し、脈に向かって対称的な cryptic layering の存在と合わせると、magma channel のステージに析出したものと考えられる。Olivine の XMg-NiO の変化では 20% ぐらいの分化が起きたステージのものであり、ある程度の減少があったと考えても良い。

さらに実際的に HREE の減少が観察される理由として、garnet peridotite や garnet pyroxenite の析出環境が、melt が押し出されることで olivine と melt の比が急激に大きくなるような magma channel であったためと考えられる。Garnet pyroxenite のレンズで観察される対称的な cryptic layering は、沈積結晶中の magma channel での結晶作用によって説明されるが、著しく分化した Fe に富む岩相が見いだされないことは、より分化したマグマは押し出されたことを示す。そのような環境では、周囲の dunite 中の olivine も考慮すると olivine と melt の比は大きく、分化に伴いマグマの REE は濃集するが、HREE が低いパターンになっていくと考えられる。Garnet peridotite の garnet のコアは HREE に富む典型的パターンであるのに対して、リムで HREE が減少しわずかに LREE が濃集するという組成累帯構造は、マグマからの晶出沈積のステージと、沈積後の結晶成長によるマグマの押し出しの効果を観察している可能性がある。

Garnet pyroxenite の cpx の HREE についても同様の説明が可能である。すなわち結晶分化作用初期に析出した wehrlite や clinopyroxenite のものはほぼフラットな REE パターンを示すが、末期に析出した garnet peridotite や garnet pyroxenite のものでは HREE が減少する。Garnet の析出によって説明可能であるが、garnet そのものが HREE に枯渇するというパターンをもつので、olivine の効果と考えざるをえない。Cpx はしばしば amphibole をともなったり置き換えられたりしているが、amphibole の REE 濃度は clinopyroxene よりも高いが、同様に HREE に枯渇しており、amphibole も garnet や cpx の HREE の枯渇の原因とは考えられない。

#### 4 まとめと今後の課題

Olivine fractionation model は、REE による議論では殆ど注目されなかった olivine に焦点をあてていることに特徴がある。Olivine が HREE に富むことは知られていたが、低濃度のため分析が困難であり、実際的な議論はなされてこなかった。そのためにも、olivine の REE の定量法の確立が望まれる。また今回のモデルは、流体やメルトによるメタソマティズムの効果から説明を試みられることが多いカンラン岩の cpx や garnet の REE について、これまでとは異なったアプローチがあり得ることを示している。結晶分化岩体で、主要元素の cryptic layering と REE の変化が対応しているとき、まず結晶分化作用の影響から検討するのが筋道であろう。