

高圧下におけるメジャーライトと珪酸塩メルト間の微量元素分配

Trace element partitioning between majorite and silicate melt under high pressures

学習院大・理 鈴木 敏弘、 岡山大・固体地球研究センター 中村 栄三

Faculty of Science, Gakushuin Univ. Suzuki, Toshihiro I. S. E. I. Okayama Univ. Nakamura, Eizo

マグマの起源や初期地球におけるマグマオーシャンの進化を理解する上で、鉱物-珪酸塩メルト間の元素分配係数は、重要な情報である。近年、高圧下における元素分配挙動の研究が行われるようになったが、希土類元素などの微量元素については、いまだに正確な情報が得られていない。本研究では、超高压下において岩石の融解実験を行い、得られた試料を二次イオン質量分析装置 (SIMS) を用いて分析することにより、メジャーライトと珪酸塩メルト間における元素分配係数を、主成分元素だけではなく希土類元素などの微量元素についても測定を行った。

本研究の出発物質には、斜長石レルゾライトと安山岩を約 9 : 1 の割合で混合し、主要・微量元素に関して始源マントルに近い組成を有する物質を用いた。この出発物質をグラファイトカプセル中に入れて超高压力下で融解実験を行った。超高压実験は、学習院大学の 6 - 8 マルチアンビルを用いて、15GPa、約 2500°C の圧力温度条件で行った。試料は 10 ~ 120 分間、高温高压下で保持した後、急冷した。回収した試料は、岡山大学固体地球研究センターの二次イオン質量分析装置 (SIMS) を用いて、希土類元素及び Zr、Sr、Nb、Ba、Rb の定量分析を行なった。SIMS 分析用の標準物質としては、メジャーライトは天然のガーネットまたは斜方輝石を、珪酸塩メルトには MORB ガラスをピストンシリンダー中で再熔融したガラスを、ICP-MS で分析して用いた。また、主成分元素については、電子線マイクロアナライザー (EPMA) を用いて測定した。

試料容器内部の温度は中心部が最も高温で、周辺部に向かって徐々に温度は低下する。このような試料容器内部の温度分布を利用して、本実験では中心部の温度を試料の融点以上まで加熱し、その結果中心部からある程度離れた部分に現れる固相と液相が共存している部分で、各相の組成分析を行い、元素分配係数を求めた。高温高压下において液相であった部分は、試料急冷中に微結晶が晶出して Dendrite 組織を示していた。このため、液相の組成分析を行う場合、EPMA を用いた分析では、電子線を 10 ~ 30 μm に広げて照射して分析を行った。SIMS を用いた場合も、試料の 30 ~ 50 μm 四方の部分に一次イオンを走査しながら照射して分析を行った。

分配係数の保持時間に対する変化を観察したところ、主成分元素に関しては保持時間を 10 分から 2 時間まで変化させても、分配係数には顕著な変動は見られなかった。このため、主成分元素だけを観察した場合には、10 分程度の比較的短時間で、メジャーライト結晶と珪酸塩メルトとの間で平衡に達しているように見えた。しかし、微量元素の分配係数は、保持時間を延長することに対して明瞭な変化を示した。La、Ce 等の軽希土元素や Sr の分配係数は、保持時間を 10 から 60 分にのばすと減少する傾向があり、60 分以降はほぼ一定となった。このことから、メジャーライトと珪酸塩メルトが十分に化学平衡に達するには、1 時間程度の保持時間が必要であることが明らかになった。

保持時間を考慮して得られた分配係数は、Lu、Yb 等の重希土では分配係数は 1 に近いが、軽希土になるほどなめらかに分配係数は減少し、La では約 0.003 であった。ガーネット構造は三種類の陽イオンサイトを持っているが、これらのサイトに入る陽イオンの大きさとしては、Lu、Yb 程度のサイズが最大であり、それ以上の大きなイオン半径を持つ陽イオンは、ガーネット構造へは入りにくくなるために、このように軽希土ほど分配係数が減少するパターンが現れたと考えられる。