

ガーネット型鉱物－珪酸塩メルト間の元素分配係数の圧力依存性

Pressure dependence on element partitioning between garnet structured minerals and silicate melt

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

珪酸塩メルトと鉱物間の元素分配係数は、マグマの起源や地球の進化を地球化学的に解明するための重要な情報である。これまでも、常圧付近における珪酸塩メルト－鉱物間の元素分配挙動は数多くの研究がなされてきた。しかし、分配係数に対する圧力の効果については、いまだに十分な情報は得られていない。本研究では、超高压下において岩石の融解実験を行い、ガーネット及びメジャーライトと珪酸塩メルト間の元素分配係数の測定を3から23GPaの範囲で行い、分配係数に対する圧力の効果を観察した。

出発物質としては、ガーネット－珪酸塩メルト系には天然の玄武岩を、メジャーライト－珪酸塩メルト系では斜長石レ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高温高压実験を行った。超高压実験は、学習院大学の6－8型マルチアンビルを用いて、3から23GPaの圧力で行った。試料は60～120分間、高温高压下で保持した後急冷し、リキダス近傍の結晶及び急冷したメルトの化学組成を分析し、分配係数を求めた。主成分元素の分析は電子線マイクロアナライザーを用い、希土類元素等の微量成分について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を用いて分析を行った。

玄武岩の融解実験を3GPaで行うと、リキダス付近にはガーネットと斜方輝石が存在していた。この斜方輝石の量は圧力の上昇とともに減少し、15GPaではリキダス相はほとんどがガーネットで、斜方輝石は存在せず、かわりに少量のスティショバイトが存在していた。ガーネットはリキダス相として18GPaまでは存在していたが、19GPa以上の圧力では、スティショバイトがリキダス相として観測された。始源マントル組成物質を用いた場合には、低压領域ではカンラン石がリキダス相として出現するが、15GPa以上ではリキダス相はメジャーライトに変わり、23GPaでもメジャーライトはリキダス相として存在していた。

得られたガーネットとメジャーライトの分配係数について、それらのイオン半径との関係をPC-IR図を用いてを比較した。その結果、分配係数の絶対値は異なるが、PC-IR図上に現れる分配係数のパターンは、ガーネットとメジャーライトではほぼ一致しており、分配係数のパターンは基本的には鉱物の結晶構造によって決定されていることを裏付けている。

各圧力において測定された分配係数を比較すると、主成分および微量成分ともに、圧力が増加しても分配係数には顕著な変化は観測されない元素が多かった。一般的に、圧力の上昇に伴い、分配係数が1に近づく傾向を示す元素が多かったが、この傾向は圧力の増加に伴いリキダス温度が上昇することによって説明することが可能である。一方、いくつかの元素では単純なリキダス温度の上昇では説明できない変化を示していた。ガーネット－珪酸塩メルト系では、Ti、Zrの分配係数が圧力の上昇とともに減少する傾向が観測された。また、Naの場合にはガーネットやメジャーライトだけではなく、カンラン石や斜方輝石でも、圧力の上昇とともに分配係数が増加する事が観測された。鉱物の結晶構造は圧力が上昇しても基本的には変化がないが、珪酸塩メルトの構造は連続的に変化すると考えられる。また、リキダス近傍で鉱物と共存する珪酸塩メルトの組成も、圧力の上昇とともに変化する。このため、これらの影響によって分配係数が変動する可能性が考えられる。ただし、Naの分配係数が圧力ともに増加する傾向は、多くの鉱物－珪酸塩メルト系で観測されているため、これらの多くの場合に共通な要因を考える必要もある。Naのイオン半径は常圧下では比較的大きいため、カンラン石やガーネット等の鉱物には殆ど入らない。しかし、Naイオンは他の陽イオンに比べて圧縮されやすいと考えられており、高压下では相対的にサイズが小さくなって結晶中に入りやすくなる可能性がある。Naの分配係数の圧力依存性は、このようなイオンの圧縮による効果で説明できる可能性もある。