

クロマイト-オリビン相境界における元素拡散

Elemental diffusion along chromite-olivine boundary; Experiments at high pressure

鈴木 彩子 [1]; 安田 敦 [2]; 小澤 一仁 [3]; 永原 裕子 [4]; 橋 省吾 [5]

Ayako Suzuki[1]; Atsushi Yasuda[2]; Kazuhito Ozawa[3]; Hiroko Nagahara[4]; Shogo Tachibana[5]

[1] 東大・理・地球惑星; [2] 東大地震研; [3] 東大・理系・地惑; [4] 東大・院・理; [5] 東大・理・地球惑星

[1] Earth Planet. Sci., Univ. Tokyo; [2] Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo; [3] Univ. Tokyo, EPS; [4] Dept. Earth Planet. Sci., Univ. Tokyo; [5] Earth and Planet. Sci., Univ. of Tokyo

上部マントルかんらん岩中に数パーセント含まれるクロマイトスピネルには、Cr と Al が multi-polar zoning を示しているものが見つかり、その形成要因としては、拡散クリープによる変形履歴を反映していると考えられている (Ozawa, 1989)。この multi-polar zoning の解析を行うことで、その岩体や鉱物の辿った変形条件について、時間情報を含めた履歴として解明できることが期待される。そのためには、Cr と Al の拡散係数が必要な情報となる。原子が拡散する経路としては、粒内と粒界 (相境界) の 2 種類が考えられる。Ozawa (1989) では、zoning が粒子内部にまで進行していることから、粒内拡散によって zoning が形成されたと論じており、粒界拡散の効果については見積もっていない。しかし、拡散クリープが起こる条件によっては、粒内拡散・粒界拡散の双方が働き得る。双方の効果を含めて解析するためには、粒内拡散係数と粒界拡散係数の両方の情報が必要となってくる。粒内拡散における Cr と Al の拡散係数については、1400-1700 度、3-5GPa における拡散係数、活性化エネルギーおよび活性化体積をすでに実験で求めた (Suzuki et al., 2005 AGU Fall Meeting)。そこで、今回は、粒界拡散 - 特にオリビンとクロマイトスピネルとの相境界における Cr と Al の拡散速度を求める実験について報告する。

実験は、東京大学地震研究所のマルチアンビル型超高压発生装置を用いて行った。出発物質としては、ミャンマー産のスピネル ($MgAl_2O_4$)、北海道枝幸産のクロマイト ($(Mg,Fe)(Cr,Al)_2O_4$, Cr#=0.87-0.93) とフォルステライト (Mg_2SiO_4) を用いた。結晶のうち 2 つは、それぞれ直径 1.5mm の半円、高さ 1mm 前後のかまぼこ型に整形し、2 つの結晶を合わせることで、間に粒界の入った円柱となるようにした。更にその上に同じ大きさの円柱にくりぬいた 3 つ目の結晶を接しさせ、カーボンカプセルに入れた。スピネルとクロマイトスピネルの粒界は (111) 面を接面とし、オリビンの結晶軸の向きは、クロマイトスピネル方向に b 軸、スピネル方向に a 軸とした。また、粒界を伝わって結晶の端まで到達した元素の反流を防ぐために、クロマイトとオリビンを磨り潰して粒径 36 ミクロン以下とした粉を 50 % ずつ混ぜて最下部に敷き詰めた。ヒーターのアセンブリは、Yasuda et al. (1990) に従っている。実験後、回収したサンプルは、FE-SEM および EPMA によって面分析およびライン組成分析を行った。

1600 度、3GPa、6 時間の実験の結果、組成マップで等濃度線がカーブを描いていることが観察された。このカーブは、スピネル-クロマイト境界からクロマイト領域への垂直方向の粒内拡散、クロマイト-オリビン境界から水平方向への粒内拡散の双方が重なってつくられたと考えられる。等濃度線と粒子境界との成す角度から、粒界拡散係数と粒内拡散係数との比 dD_{gb}/D_v (d : 拡散に寄与する粒界の幅, D_{gb} : 粒界拡散係数, D_v : 粒内拡散係数) を求めることができる (Joesten, 1991)。すなわち、スピネルが拡散クリープを起こしている際の有効的な拡散係数 $D_{eff}=D_v(1+(\lambda/h)(dD_{gb}/D_v))$ (h : 粒径) を得ることができた。この結果を用いて、multi-polar zoning 形成における粒内拡散および粒界拡散の寄与について考察する。