

マントル鉱物多結晶体中の貴金属元素の拡散 Grain boundary diffusion of noble metal elements in mantle composites

松尾 直弥^{1*}; 平賀 岳彦¹
MATSUO, Naoya^{1*}; HIRAGA, Takehiko¹

¹ 東京大学地震研究所

¹Eartquake Research Institute, The University of Tokyo

コアとマントルが地質時間を通して化学的に分離しているかは、現在も大きな議論がある。特に、マントル鉱物（シリケート）の結晶に入りにくい元素は、コアからマントルへの寄与は無く、コアとマントルの元素存在度は両者が分離した際の元素量で決定されたと予想されている。しかし最近の研究で、鉱物同士の隙間、つまり鉱物の粒界には、結晶に入りにくい元素が濃集し、高速で動き回ること（高速拡散）が予想されるようになってきた（Hiraga et al., 2004）。強親鉄性元素（HSE）は難揮発性であるが、マントル中には微量しか存在しないため、その大部分はコア中に存在していると考えられる（Wood, 2006）。したがって、もし HSE がコアからマントルへ移動することがあれば、マントル中の HSE 濃度は大きく変化する。すなわち、HSE はコアとマントルの化学的相互作用を見るためのトレーサーの役割を果たす。

本研究では、1 気圧・1360 °C の条件下でマントル鉱物中の金粒子の粒成長実験を行った。まずフォルステライトの粉に 10vol% の金粒子を分散させ、1 時間焼結して試料とした。これを複製し、各試料ごとに時間を変えて焼きなました後、走査型電子顕微鏡で観察した。その結果、混ぜる前は球状の形をしていた金粒子が多角形に変化していることが確認された。これは、金粒子とフォルステライト結晶間の界面張力のつりあいによると考えられる。また、各試料中の金粒子の粒径が、焼きなました時間とともに増大していることが分かった。これは、試料内全体の界面エネルギーを最小化するため、小さな粒子から大きな粒子へ原子が移動することで起こる Ostwald ripening によると考えられるため、フォルステライト結晶間の粒界を金原子が拡散していたことが示唆される。時間 t だけ焼きなました後の金原子の平均粒径を d 、初期の粒径を d_0 とすると、 $d^4 - d_0^4 = kt$ という関係があるので、測定した平均粒径から成長係数 k を求めた。さらに粒子の形状から金粒子とフォルステライト粒子の間の界面エネルギーなどを推定し、フォルステライト多結晶体中の粒界における金原子の濃度 c と金原子の拡散係数 D の積を求めた。

キーワード: 粒界拡散, 粒成長, コア-マントル相互作用

Keywords: grain boundary diffusion, grain growth, core-mantle interaction