

かんらん石-単斜輝石系における粒成長と水の効果

Grain growth kinetics in the system forsterite-diopside-water

大内 智博 [1]; 中村 美千彦 [1]

Tomohiro Ohuchi[1]; Michihiko Nakamura[1]

[1] 東北大・理・地球惑星物質科学

[1] Inst. Mineral. Petrol. Econ. Geol., Tohoku Univ.

岩石の鉱物粒径は高温高压下における岩石流動を支配する重要なパラメーターの一つである。拡散クリープなどの変形機構は粒径に強く依存する。粒成長は動的再結晶と同様に、粒径を支配するプロセスの一つであり、地球内部における岩石流動を理解する上で重要なプロセスでもある。

これまでに、単一相からなる岩石(単相岩)での粒成長実験は多数なされており(例えば Tullis and Yund, 1982), 粒成長速度は温度だけではなく水や酸素ポテンシャルといった要素にも影響されることが知られている。特に、かんらん石のみからなるダナイトでの粒成長の速さは水の有無に大きく依存することが報告されている(Karato, 1989)。

天然の岩石のほとんどは二つ以上の鉱物相からなる多結晶体(二相岩)である。二相岩における粒成長速度と単相岩でのそれとは、大きく異なる(例えば Ohuchi and Nakamura, 2006)。このことは、単相岩における水の効果をそのまま二相岩にあてはめることはできないことを示唆している。そのため、天然での粒成長における水の効果を正確に把握するには含水条件下における二相岩の粒成長実験が不可欠である。そこで、本研究では水を含んだかんらん石-単斜輝石系(ウェーライト)での粒成長実験を行った。なお、粒成長における水の効果については、得られた実験結果を無水条件下でのウェーライトにおける粒成長実験(Ohuchi and Nakamura, 2006)の結果と比較することで評価した。

種々のかんらん石/単斜輝石の量比をもつウェーライトでの粒成長実験を、ピストンシリンダー型高压発生装置を用い、1200 degC, 1.2GPa 一定条件下で 1.5-763 時間の間行われた。出発物質は鉄を含まないゲルを用いており、予め乾燥させておいた出発物質を Pt カプセルに封入した上、1.0-1.5 wt.% の蒸留水を加えて実験を行った。回収試料を切断及び研磨した後、エッチング処理を行った上で、SEM を用いて組織の観察を行った。鉱物粒径は、各粒子と同じ面積をもつ円の直径を測定することで得られた。

かんらん石に富んだウェーライト(かんらん石 80 vol.% 以上)においては、単斜輝石は通常粒成長によって成長し、かんらん石は異常粒成長によって成長した。これと同様なことは無水条件下でも報告されているほか、本実験と無水条件下での実験との間に粒成長速度の大きな差は見られなかった。一方、比較的かんらん石に乏しいウェーライト(かんらん石 70 vol.% 以下)においては、かんらん石、単斜輝石ともに通常粒成長が進行した。粒成長係数 n の値を 4 と仮定して得られる粒成長速度定数 k_4 はかんらん石、単斜輝石ともに、無水条件下の場合よりも 1.6-6.6 倍大きかった。これは、無水と含水条件下での粒成長の速さに大きな違いをもたらすような差ではない。一方、ウェーライトにおける粒成長係数 n の値はかんらん石で 2.1-4.8, 単斜輝石で 1.8-4.5 であった。特に、第一相の n の値は約 2 である場合が多かった。このことは、無水条件下では 3 以上の値しか報告されていない(Ohuchi and Nakamura, 2006) ことと対照的である。今回得られた結果は、水が存在する上部マントルにおいて $n=2$ の通常粒成長が第一相で進行することを示唆する。粒成長が $n=2$ の場合で進行した場合、その粒成長速度は n が 3 以上の場合よりも圧倒的に速いため、ウェットな上部マントルにおいては、ドライな上部マントルよりも速い粒成長が進行することが予想される。そのためにウェットな上部マントルの実行粘性は高い状態が維持されている可能性がある。