

かんらん石-単斜輝石系における粒成長メカニズム

Grain growth mechanisms in forsterite-diopside system

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圧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。拡散クリープなどによる流動は鉱物粒径に大きく依存する。粒成長は動的再結晶とともに粒径を支配するプロセスの一つであるほか、岩石組織を特徴づける各パラメーター（粒子形状、鉱物や流体の空間分布）を発達させるプロセスでもある。

粒成長は粒界移動、オストワルド成長、合体成長といったいくつかのメカニズムによって進行することが知られている。そして、これらのメカニズムの進行は拡散などのミクロな素過程によって律速される。粒成長実験において、粒成長のメカニズムを明らかにすることは粒成長カインेटクスを理解する上で重要である。粒成長メカニズムの律速過程は、平均粒径と時間の関係を粒成長則に当てはめることで得られる粒成長係数 n の値を得ることで推定できることが知られている。一方、粒成長メカニズムを特定するには粒径分布を詳細に検討する等の手法が有効である。過去の研究において、このような手法で岩石においてどのような粒成長メカニズムが進行するのかについては検討したことはほとんど無かった。そこで、本研究では含水条件下におけるウェーライトの粒成長実験を行い、そのサイズ分布の解析から粒成長のメカニズムをその律速過程とともに明らかにすることを試みた。

本実験は、種々のかんらん石/単斜輝石の量比をもつウェーライトを用い、ピストンシリンダー型高圧発生装置を使用して 1200 degC, 1.2GPa 一定条件下で実験を 1.5-763 時間の間行った。出発物質は鉄を含まないゲルを用いた。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。鉱物粒径及び粒径分布は、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。

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。理論的に求められている粒径分布と実験で得られた粒径分布を比較したところ、粒界移動やオストワルド成長以外に、合体成長が粒成長に関与していることが示唆された。一方、かんらん石に富むウェーライト（かんらん石 80 vol.% 以上）において、単斜輝石では通常粒成長が進行し、かんらん石では異常粒成長が進行した。かんらん石の異常粒には多数の単斜輝石の包有物が観察された。各組成のウェーライト中の異常粒に含まれる単斜輝石包有物の量は 11 vol.% 以下であり、バルク組成の単斜輝石量よりも少なかった。かんらん石異常粒の平均粒径は 20-200 ミクロンであるのに対し、基質中のかんらん石は 4 ミクロン以下である。そのため、異常粒に含まれる単斜輝石包有物の量がバルク組成の単斜輝石量よりも少なくなるためには、かんらん石異常粒の周辺でかんらん石の選択的な析出と単斜輝石の選択的な溶解が起きる必要がある。この溶解析出のプロセスは、かんらん石異常粒と単斜輝石間の異相間境界の曲率が他の異相間境界よりも大きかったことに駆動されて進行したことで説明される。また、組織観察の結果より、かんらん石異常粒は、粒界移動のみならず、複数の比較的大きなかんらん石粒子同士が合体することで生じた可能性が示唆された。本研究の結果は、天然の岩石において粒界移動、オストワルド成長のみならず合体成長も重要なメカニズムの一つであることを示唆する。