

ガーネット形成反応の律速過程と非平衡度 Rate-limiting process and degree of disequilibrium of garnet-forming reaction

宮崎 一博^{1*}

MIYAZAKI, Kazuhiro^{1*}

¹ 産総研 地質情報研究部門

¹GSJ AIST

変成岩中の脱水反応により生じた水は岩石のレオロジーや流体を介した物質移動、反応の進行そのものに大きな影響を及ぼす。そのような脱水反応の進行律速過程は、界面反応、拡散、及び熱流の3つに分類される。ガーネットは変成岩の脱水反応により生じる代表的な生成鉱物の1つである。その律速過程は、拡散律速を仮定する 경우가多いが、実際には、ガーネットが拡散律速成長を行った直接的な証拠が提示されるケースはほとんど存在しない。さらに、拡散律速成長における非平衡度が見積もられた例もほとんど存在しない。以下では、筑波変成岩に見いだされた拡散律速成長を示唆するガーネットを記載し、成長時の非平衡度を見積もったので報告する。

今回見いだした変成岩中のガーネット生成反応は黒雲母 + 珪線石 + 石英 = ガーネット + 堇青石 + カリ長石 + 水の反応である。ガーネットの周囲には、黒雲母枯渇領域が認められる。拡散律速反応で期待される反応物の枯渇領域が凍結されたものと予想される。一方、この変成岩中のガーネットは、界面が著しく凸凹に富む特異な形態でも特徴づけられる。このような構造は、拡散律速成長時の成長界面の不安定化 (Mullins & Sekerka, 1963) で生じると期待される。このように、記載したガーネットは、拡散律速成長で期待される組織構造を有している。

拡散律速成長の界面の形態は、拡散勾配の強さから来る不安定化を起こす強さと、界面エネルギーによる不安定化の抑制とのせめぎ合いで決まる。界面エネルギーを仮定することで、球面調和関数を用いた解析から、系の過飽和度に応じた成長界面の卓越波長を見積もることができる。筑波変成岩中のガーネットの画像解析から求めた卓越波長より系の過飽和度を求めると、0.1以下となった。ガーネット形成反応から反応のエントロピー変化を見積もり、過飽和度を非平衡温度 ΔT に換算すると、 $\Delta T = 5^\circ\text{C}$ 以下である。今回の見積もりは、非平衡の度合いの大きな拡散律速成長が普遍的におこっていることに対し、疑問を投げかける。一般に変成岩中で観察されるガーネットの形態は、今回取り上げた筑波変成岩のガーネットに比べ界面の凹凸は遙かに少なく球形に近い、あるいは自形に近いものが多い。今回の結果は、そのようなガーネットが、平衡に非常に近い状態でのゆっくりした拡散律速成長か、もしくは流体の流入を伴う界面律速型の成長で形成された可能性を示唆している。

キーワード: ガーネット, 脱水反応, 非平衡, 変成作用, 変成岩, 変成反応

Keywords: garnet, dehydration reaction, disequilibrium, metamorphism, metamorphic rock, metamorphic reaction