

## 高温・差応力下における鉱物包有物の形態変化

## Progressive shape evolution of a mineral inclusion under differential stress at high temperature

# 岡本 敦 [1]; 道林 克禎 [2]

# Atsushi Okamoto[1]; Katsuyoshi Michibayashi[2]

[1] 東北大、環境; [2] 静大・理・地球科学

[1] Tohoku Univ.; [2] Inst. Geosciences, Shizuoka Univ

結晶の中に取り込まれた鉱物粒子の形態は、高温・差応力下において、界面張力と差応力の影響を受けて変化する。本発表では、回転楕円体に近似した鉱物包有物の形（アスペクト比）の時間変化を表す単純なモデルを示す。モデルでは、転位クリープ (Karato et al. 1995)、粒界拡散クリープ (Coble 1963)・粒界拡散による球状化 (Toriumi 1987) の3つの過程を考える。これら3つの過程は、それぞれ別々にモデル化されてきたが、高温・差応力下では同時に進行すると考えられる。モデルの結果、以下の3つのことが明らかとなった。

1. 包有物のアスペクト比 ( $L = \text{短軸の長さ}/\text{長軸の長さ}$ ) は定常的な値に向かって変化する。
2. 粒子サイズ ( $R$ ) が大きくなるほど、包有物のアスペクト比が定常的な値に達するのに要する時間が長くなる。
3. 粒子サイズが大きくなるにつれて、または差応力が大きくなるにつれて、包有物の主要な変形メカニズムは拡散クリープから転位クリープへと変化する。

地殻やマントルを構成する岩石には、様々なサイズの鉱物の包有物が多数含まれている。この鉱物包有物のアスペクト比 ( $L$ ) 粒子サイズ ( $R$ ) の分布パターンを調べ、モデルの  $L$ - $R$  曲線と比較するより、鉱物が形態を発達させる際の差応力・時間について制約を与えることが出来る。

本研究では、東南極のリュッツホルムコンプレックスのスカーレン地域に産する石英岩中のザクロ石について調べ、本モデルを適用した。この地域は900度以上の高温の変成作用を経験したと考えられている (Osanai et al. 2004 など)。ザクロ石は粗粒な石英 (~5mm) の包有物として存在し、均質な組成を持つ。粗粒なザクロ石は亜粒界を持つが、細粒なものは内部組織をもたず、また格子定向配列パターンは非常に弱い。ザクロ石の形状 (アスペクト比) は粒子サイズに伴って系統的に変化し、中間の粒子サイズのもの (~0.25mm) がもっとも伸長している (最小のアスペクト比)。また、細粒なものは粒子サイズの増加とアスペクト比の減少の関係は顕著であるのに対して、粗粒なものはほぼ一定のアスペクト比を持つ。このザクロ石の  $L$ - $R$  分布パターンは、アスペクト比のサイズ依存性の強い細粒部分は拡散過程の影響を強く示しており、粗粒の部分は転位クリープの影響を残していると考えられる。

このような傾向の  $L$ - $R$  パターンは2つのステージ (ステージ A: 高差応力下における変形、ステージ B: 低差応力下における焼結) を考えることによって説明できる。転位クリープはサイズ依存性がないために、高差応力のステージ A の時間スケールは差応力を仮定したときのみ推定できる。ザクロ石と石英の間の界面張力を 1.0 N/m、ステージ A と B における粒界拡散係数をそれぞれ  $D_{gb,A} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ 、 $D_{gb,B} = 1.0 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$ 、ステージ A の差応力を 1.0 MPa と仮定すると、ザクロ石の  $L$ - $R$  パターンと理論曲線が最もよく合う条件は、ステージ B の差応力が  $1.4 \times 10^{-2} \text{ MPa}$ 、またステージ A と B の時間は  $t_A = 0.5 \text{ Myr}$ , and  $t_B = 14.4 \text{ Myr}$  であることが分かった。この結果は、地殻深部において非常に長期間の静的な焼結のステージがあることを示唆している。

これまで岩石の主要な変形メカニズムについて多くの議論がなされてきたが、その定量的な評価、例えば岩石全体の変形に対して拡散クリープがどれだけ貢献しているのかという点などについては不明なままである。本解析のように同一の試料の中で形態変化のサイズ依存性を定量的に評価することにより、変形における拡散の効果をより明確に出来るであろう。