

石英の高温レオロジー：東南極ルンドボークスヘッタの例 Rheology of quartz at high-temperature: an example from Rundvaghsetta, Antarctica

Wallis Simon^{1*}, 井上 祐策¹

WALLIS, Simon^{1*}, INOUE, Yusaku¹

¹ 名古屋大学環境学研究科地球環境科学専攻

¹Department of Earth and Environmental Sciences, Faculty of Environmental Studies, Nagoya University

石英は大陸地殻に豊富で比較的強度が小さく、大陸地殻のレオロジーに大きな影響を与える。そのため大陸地殻の変形を考える上で、石英のレオロジーを理解することは重要である。結晶の塑性変形機構は、主に転位クリープと拡散クリープがある。前者は転位すべりと転位の上昇に起因し、 $\dot{\epsilon} \propto \sigma^n$ の関係があるとされている ($\dot{\epsilon}$:歪速度, σ :応力, n :3-6)。後者は空格子と原子の拡散に起因し、 $\dot{\epsilon} \propto D \sigma^n$ の関係があるとされている。また拡散クリープでは、粒径の依存性もあると考えられている ($\dot{\epsilon} \propto d^{-n}$, $n=2, 3$)。ある応力状態を考えた時、変形速度は変形機構にも左右されるため、あらゆる状態でどんな変形機構が卓越するのかを決めることは重要である。実験では拡散クリープは高温細粒 ($>900\text{K}$, $<1 \mu\text{m}$) で活動的であるとされているが、比較的低変成度 ($<500 \text{ }^\circ\text{C}$) の粒径 $10\text{-}20 \mu\text{m}$ のメタチャートから拡散クリープの証拠が見つかっている。これは、拡散クリープが実験で考えられる以上に広範囲で活動的である可能性を示唆する。この可能性をさらに議論するためには、さらなる天然の研究が必要である。特に、高温での変形に関する情報が少ない。そのため、高温変成作用を経験した東南極ルンドボークスヘッタの同一地点で採取された2試料について (RH-112-20A と RH-112-20B)、石英のc軸方位を調べ、主要な変形機構を推定し、また変形状態 (温度・圧力) を見積もり、実験的理論的研究との比較を行った。

RH-112-20A においては、粒径 $2.9 \pm 1.2\text{mm}$ で、c軸方位は3方向の集中を示した。これは、転位クリープが支配的であったことを示唆する。RH-112-20B においては、粒径 $0.93 \pm 0.03\text{mm}$ で、c軸方位はほぼランダムを示した。この分布は転位クリープでは説明できず、主要な変形機構は拡散クリープの可能性が高い。また石英チタン地質温度圧力計を用いた結果、変形時の温度・圧力を $600\text{-}700^\circ\text{C}$, $4\text{-}6\text{kbar}$ と見積もった。この結果を実験的・理論的研究から導かれている石英岩の流動則と比較をしたところ、実験で現象論的に求められた流動則より、理論モデルが深く加味された流動則の方が、本研究結果と整合的であった。実験結果で考えられている以上に、大陸地殻内の広範囲で、拡散クリープは活動的である可能性が高い。また、実験で現象論的に求められた流動則より、理論モデルが深く加味された流動則の方が、天然の状態を再現できるかもしれない。

キーワード: 石英, 変形機構, 結晶選択配向, 拡散クリープ, 転位クリープ

Keywords: Quartz, Deformation mechanism, Crystal Preferred Orientation, Diffusion creep, Dislocation creep