

天然と実験室における斜長石の塑性変形の比較 – 予備的結果–

Comparison between natural and experimental plastic deformation of plagioclase: Preliminary result

重松 紀生[1]; 増田 幸治[2]; 高橋 美紀[3]; 新井 崇史[2]; 藤本 光一郎[4]

Norio Shigematsu[1]; Koji Masuda[2]; Miki Takahashi[3]; Takashi Arai[2]; Koichiro Fujimoto[4]

[1] 産総研; [2] 産総研; [3] 産総研; [4] 学芸大

[1] GSJ, AIST; [2] AIST; [3] Institute of Geoscience, AIST; [4] Gakugei Univ.

内陸大地震の震源は地殻の脆性-塑性遷移領域付近に位置することが多く、この領域の塑性変形の重要性が予想される。最近、脆性-塑性遷移領域条件で塑性変形した断層岩中において、粒径 1 μm 程度の細粒長石の転位の移動を伴う塑性変形が明らかになった (Shigematsu, 1999 など)。一方、実験による長石の塑性変形はこれまでも報告はあるが (Tullis and Yund 1985 など)、力学的性質が明らかにされておらず、様々なモデルに適用することは不可能であった。そこで今回、細粒長石の力学的性質とその変形機構を明らかにする目的で予察的変形実験を行った。

これまでの天然の解析結果では次のような結果が得られている。(1) 長石の粒径は 1 μm 前後で、転位下部組織と動的再結晶微細構造が顕著に発達している。(2) 結晶定向配列をほとんど持たない。(3) 細粒長石の塑性変形が石英の塑性変形より柔らかいことを示唆する産状が見られる。(4) 変形集中域などで動的再結晶の停止とともに、細粒長石の粒間に微小空洞が形成、これが破壊開始過程に重要な役割をしている可能性がある。

実験は粒径 1 μm 以下のアルバイトを金属技研株式会社の熱間等方圧縮装置 (HIP) により温度摂氏 1000 度、圧力 200MPa で 16 時間焼結させたものを出発物質とし、これを産業技術総合研究所のガス圧式高温高圧変形実験装置を使用して、温度摂氏 800 度、200 MPa の条件で、歪速度 $5 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ 、および $1.5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ で変形させた。他の条件については今後の課題である。

実験により、歪速度 $5 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ においてピーク応力、80 MPa 流動応力 70MPa、 $1.5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ においてピーク応力 280MPa 流動応力 210MPa を示す応力-歪曲線が得られた。変形機構に制約を与える微細構造、結晶定向配列、転位下部組織も解析する。

実験において、歪速度を 3 倍にすると流動応力がほぼ 3 倍になり、ニュートン流体的な力学的性質を示した。一方、同じ条件の長石の変形実験では (Tullis and Yund, 1987)、転位下部組織と動的再結晶微細構造が顕著に発達しており、天然の場合と同様の結果が予想される。ここでニュートン流体的な力学挙動、結晶定向配列をほとんど持たないという結果が得られれば、転位下部組織と動的再結晶微細構造が発達していても、細粒長石の変形機構は転位クリープではない可能性がある。最近、セラミックにおいて転位の移動により、粒界の不適合を解消する粒界滑りによる超塑性現象が報告されている (Kim et al., 2001; Ruano et al., 2003)。脆性-塑性遷移領域条件付近で起こる細粒長石の塑性変形は同様の超塑性現象である可能性がある。また超塑性の過程では、結晶粒が歪とともに大きくなると、粒界滑りが起こりにくくなり、粒界でのキャビティ損傷により材料の破断が起こることが知られているが、天然で観察された、変形集中域で動的再結晶の停止とともに、細粒長石の粒間に微小空洞が形成する現象は、いわゆる超塑性過程でのキャビティ損傷であり、これが内陸地震発生の引き金になっている可能性がある。