

人工アノサイト多結晶体中の水の不均質分布と歪の局所化 Heterogeneous distribution of water and strain localization of polycrystalline synthetic anorthite

福田 惇一^{1*}, 武藤 潤¹, 長濱 裕幸¹

Jun-ichi Fukuda^{1*}, Jun Muto¹, Hiroyuki Nagahama¹

¹ 東北大・理・地学

¹Dept. Earth Sci., Tohoku Univ.

近年のトモグラフィーによる地殻の断層帯付近の観測から、下部地殻領域に低地震波速度領域や高電気伝導度領域が観測されている。このような領域は高温、高压の流体に富んだ領域であると推定されている。そこでは岩体中に発達した割れ目を通じて導入された水が、その領域で広がることによって、塑性変形が促進されていると考えられている（例えば Wannamaker et al. 2009）。

下部地殻の主要構成鉱物である長石に関して、これまでの水の効果を検証した変形実験では、多結晶体の粒界や、結晶粒内部で水が平衡に存在した状態で実験が行われてきた。このような実験条件では、上述したトモグラフィーによる観測と対応して、非平衡の系で水が導入され、水の効果による脆性変形から塑性変形の遷移過程や塑性変形の促進過程について評価することはできない。

そこで本研究では無水の人工アノサイト多結晶体に外部から水を導入させることで、試料内部で水の不均質な分布を再現させながら剪断変形実験を行った。実験に用いたアノサイト多結晶体は、平均粒径 3 μm で 5 vol% のシリカリッチなメルトを含む、6.2 mm の試料を 1 mm 厚、45° にカットし、厚みと直交方向の試料内部に Ni 箔歪マーカーをセットした。そして試料を上下から 45° にカットしたアルミナ剪断ピストンで挟んだ。固体圧 (Griggs 型) 変形試験機を用いて、900 °C、封圧 1.0 GPa、剪断歪速度を $10^{-3.5} \sim 10^{-4.5}$ /sec、剪断歪を 2 までの中で実験を行った。試料に対して 0 から 0.5 wt% の水が発生するように、パイロフィライト粉末をピストン周囲に添加した。これが高温、高压下で脱水することによって水の供給源となる。

応力-歪曲線は 0.5 wt% の水を加えたときのみ、実験を行った全ての剪断歪速度において弱化した。例えば、 $10^{-4.5}$ /sec の剪断歪速度の実験で、0.5 wt% の水を加えた実験では差応力 50 MPa 以下で弱化を示した。一方、同じ剪断歪速度で 0.5 wt% より少ない水を加えた実験では、ドライで行った実験と同様に、最大差応力が 1000 MPa まで到達した後、弱化した。回収試料を偏光顕微鏡で観察すると、添加した水が少ないほど破碎流動が卓越していた。0.5 wt% の水を添加した試料では塑性変形が卓越しており、力学データから求められるバルクの歪が 2 であることにに対して、薄片では局所的に歪マーカーが剪断歪 5 を示す領域も認められた。

赤外分光法面分析を実施し、含水量分布について測定したところ、0.1 wt% の水を加えて破碎流動が卓越した試料の含水量は少なく、最大でも 130 ppm H₂O であり、水は分子状の水として含まれていた。一方、0.5 wt% の水を添加し、 $10^{-4.0}$ /sec の剪断歪速度で行った実験では、剪断歪が局所化している領域では最大 550 ppm H₂O の水が含まれていた。こちらも水は分子状の水として存在していることが分かった。このような水はおそらく粒界に含まれていると考えられる。同試料内でも破碎している領域が見られ、この領域での含水量は 250 ppm H₂O 程度であった。このように、微小試料内においても、含水量の不均質性によって、脆性変形から塑性流動までの変形機構の遷移が認められた。以上の実験結果より、実際の天然のマクロの場合においても、水が周囲の岩体に水が導入され、非平衡状態、かつ不均質に分布した中で、水に富んだ領域で塑性変形が局所的に促進されていると推察できる。本発表ではこのような添加した水の量の違いによる応力-歪曲線の変化に加えて、微細組織の発達、そして試料内部での含水量測定から水の存在状態を考察すると共に、その不均質分布と変形との関連性について議論する。

キーワード: Griggs 型変形試験機, 剪断変形実験, 水の導入, 塑性変形の促進, 赤外分光法

Keywords: Griggs deformation apparatus, Shear deformation experiment, Water introduction, Enhancement of plastic deformation, IR spectroscopy