

高温・高圧変形実験による 水を含んだ下部地殻岩石の強度に関する研究

SATテクノロジー・ショーケース2020

■ はじめに

地球のプレートの進化やダイナミクスを明らかにする上で、下部地殻のレオロジーは重要である。水は岩石や鉱物のレオロジーに大きな影響を与えることが知られており、下部地殻の温度・圧力条件では水は岩石の塑性変形を促進し、弱化させる効果がある。

内陸地震発生地域地下の電磁気探査や弾性波探査の結果、震源域直下の下部地殻に低抵抗領域や低速度領域が存在することが明らかとなり、震源域と密接に関連して地殻流体の溜まりが存在することが明らかになってきた(たとえばWannamaker et al., 2009)。下部地殻では流体によって塑性変形が促進され、変形が集中することでその周辺の地震発生断層に応力が集中し、地震が発生するという仕組みが考えられている(Iio et al., 2009)。このように、下部地殻のレオロジーに対する水の効果を理解することが地殻の変形や地震活動を理解する上で重要となる。しかし、下部地殻に相当する高温・高圧下での変形実験の例は少なく、地殻深部において水がどのように岩石のレオロジーに影響を与えているのかという問いに対して、これまで定量的にはあまり明らかになっていない。

■ 方法

本研究では、水を加えた斜長石(下部地殻の主要構成鉱物)の高温・高圧下でのレオロジー特性を調べるために、下部地殻に相当する温度・圧力を発生させることのできる「Griggs型固体圧変形試験機(図1)」を用いて変形実験を行った。実験には天然の岩石よりも力学データの再現性に優れる合成試料(斜長石の多結晶焼結体)を用いた。実験前に0.5wt%の水を試料とともに白金のジャケットに封入し、温度は900°C、封圧は0.8~1.4 GPaという条件下で軸方向をアルミナピストンで押すことによって軸圧縮変形させ、差応力と歪を測定した。実験後の試料中の含水量はFT-IR(フーリエ変換型赤外分光光度計)により測定した。

■ 結果

水を加えた斜長石の強度は、加えていないものに比べて、一桁程度低下した。また、強度は含水量の増加とともに低下する傾向があった。変形実験の試料の含水量は異常拡散を示した一方で、非変形実験の試料の含水量は通常の拡散を示した。

■ 考察

差応力測定値は低圧条件(<0.5GPa)で行われた実験結果(Rybacki and Dresen, 2000; Rybacki et al., 2006)から求められた流動則から予測される強度に比べて低かった。このことは、本実験条件の封圧範囲内において、斜長石を力学的に弱化させる水のフュガシティの効果が低圧の実験からの予測より大きいことを示唆する。我々の結果は、水を含んだ下部地殻の岩石の強度が従来の研究で示されている強度よりも小さくなることを意味している。また、変形実験の試料でみられた水の異常拡散は、変形に伴う効率的な拡散経路の形成が水の移動を促進した可能性を示唆する。

■ 結論

本研究の結果は、下部地殻において岩石の変形が水の浸透を促進することで下部地殻に水がもたらされ、水が導入された下部地殻はさらなる弱化と変形の集中がもたらされることを示す。そして、「下部地殻弱化モデル(たとえば、Iio et al., 2009)」によって歪集中帯(局所的に地殻の変形が集中する地域)が形成されることを実験的に支持するものである。

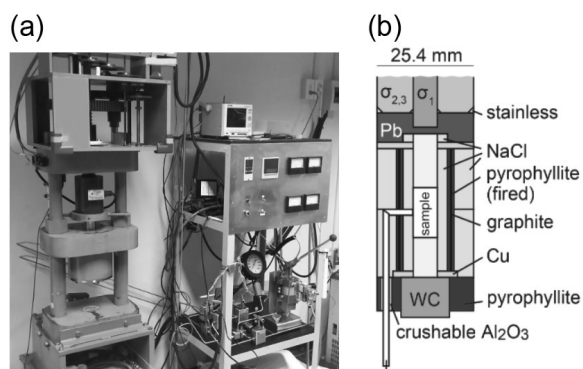


図1. (a) Griggs 型固体圧変形試験機. (b) 試料アセンブリ (Kido et al., 2016).

代表発表者 木戸 正紀(きど まさのり)
所 属 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
活断層・火山研究部門
地震テクトニクス研究グループ
問合せ先 〒305-8567 つくば市東 1-1-1 中央第7
TEL: 029-861-3921
masanori.kido@aist.go.jp

■キーワード: (1) 高温・高圧試験機
(2) レオロジー
(3) 下部地殻

■共同研究者: 武藤 潤*
小泉 早苗*
長濱 裕幸*

*東北大学大学院理学研究科地学専攻
*東京大学地震研究所