

斜長石とかんらん石の相対強度から考察する地球型惑星内部でのレオロジー層構造

Strength contrast between plagioclase and olivine: implication for rheological layering in the terrestrial planets

東 真太郎^{1*}, 片山 郁夫¹, 平内 健一¹

Shintaro Azuma^{1*}, Ikuo Katayama¹, Ken-ichi Hirauchi¹

¹広島大学理学研究科

¹Hiroshima University

プレートテクトニクスはリソスフェアの局所的な脆性破壊とアセノスフェアの粘性流動の連動によって生み出されていると考えられており、地球型惑星のテクトニクスを理解する上でレオロジーの層構造（強度断面）は重要な鍵になると考えられる(Burgmann and Dresen 2008)。地球内部のレオロジー構造は、温度・圧力などの物理量に加え、地殻・マントルの化学組成による層構造に依存し、結果として強いレオロジーの層形成につながる。これまでの変形実験により脆性-延性遷移が推定されており、深さにより岩石レオロジー、変形メカニズムが異なることが報告されている。本研究では、地殻・マントル境界でのレオロジー変化を高圧変形実験により検証し、地球に特有なプレートテクトニクスが他の地球型惑星で機能していない原因を議論する。

これまで地殻・マントル強度断面に関する先行研究では、主に2つの仮説が立てられている。1つは、この20年間最も有力な説であったジャムのサンドイッチ説である。これは上部地殻と最上部マントルが脆性領域、下部地殻が塑性変形領域であり、まるでジャムのサンドイッチのように、2つの脆性破壊領域に塑性変形領域が挟まれて存在するという考えである (Chen and Molnar 1983)。この仮説が立てられた理由の一つとして、地震の震源分布があげられる。地震は脆性破壊領域で発生し、震源分布から上部地殻と最上部マントルは脆性破壊領域であると推定された。

もう1つの仮説はクレームブリュレ説である。マントルが弱く塑性変形領域であり、地殻の脆性破壊領域の下は塑性変形領域が続くという考えである (Burov and Watts 2006)。この仮説が立てられた理由の一つは重力異常の観測によって地震の震源分布の再検討に加え、マントルには今まで考えられていた以上に水が多く含まれており、上部マントルは弱いという推察によるものである (Jackson 2002)。

上述した2つの強度モデルは摩擦則とそれぞれの鉱物の流動則を用いて、地球内部の温度・圧力条件に外挿することにより求められている。本研究の目的は、流動則の外挿によるのではなく、斜長石とカンラン石の強度を直接決定する実験を行う。実験条件はそれぞれの惑星での地殻・マントル境界であるモホ面に対応する圧力0.5-1GPa、温度100-600°Cの条件で斜長石とオリビンの出発物質を同時にアルミナピストンに挟み、相対的な強度を決定する。

強度比に最も影響を与えるパラメーターは温度と水である可能性が高い。これまでの変形実験により報告されている流動則を用いて温度と水の影響力を比較すると、斜長石とオリビンでは強度に対する水の効果はほぼ同等であるのに対し、温度変化の効果は活性化エネルギーが異なるので、圧力1GPa、温度約500-600°Cで斜長石（地殻）とオリビン（マントル）の強度が逆転する可能性がある。この強度が逆転することで、強度の小さい物質が強度の大きい物質に沈み込めず、プレートテクトニクスが機能しない可能性が挙げられる。これは、地球型惑星である金星（深さ30kmで内部温度600-750°C）や火星（深さ30kmで内部温度100°Cにも満たない）にプレートテ

クトニクスが存在しない、または停止したメカニズムを議論する上で重要となってくると期待される。

地殻のレオロジーは主要な構成鉱物である斜長石が支配しており、マントルのレオロジーはオリビンが支配していると考えられる。現段階ではその斜長石とオリビンの粉末から岡山大学地球物質科学研究センターのHIPによって、斜長石は1100°C、196MPa、カンラン石は1250°C、196MPaをそれぞれ4時間保持することで焼結体を作成した。斜長石の焼結体は平均粒径15-16.5 μ m、オリビンの焼結体は平均粒径17.5-21.0 μ mの集合体となった。今後の計画としては、これらの焼結体を出発物質として用い、斜長石とカンラン石を一軸圧縮方向に対して45度に切断したアルミナピストンに同時に挟み、単純ずりの条件で変形実験を行うことを計画している。実験条件としては圧力1GPa、温度100-600°Cで行い、サンプルは含水、無水、それぞれの条件で実験を行う予定である。

キーワード:強度断面,オリビン,プレートテクトニクス,斜長石,相対強度

Keywords: strength profile, olivine, plate tectonics, plagioclase, strength contrast