

下部マントルに沈み込むスラブと 660 km マントル境界に横たわるスラブの違い

Difference between slabs subducted to the lower mantle and slabs horizontally lying on 660km mantle boundary

新田 馨[1], 吉岡 祥一[1], 中久喜 伴益[2]

Kaoru Nitta[1], Shoichi Yoshioka[2], Tomoeaki Nakakuki[3]

[1] 九大・理・地球惑星, [2] 広大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ, [2] Dept. of Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ., [3] Dept Earth Planet Syst Sci, Hiroshima Univ

下部マントルに沈み込むスラブと 660 km マントル境界に横たわるスラブの違い

Difference between slabs subducted to the lower mantle and slabs horizontally lying on 660km mantle boundary

1. はじめに

近年の地震波トモグラフィの研究から、スラブには下部マントルに沈み込んでいくものと上部マントルと下部マントルの境界に横たわるものがあることがわかってきた。本研究では2次元差分法を用いた沈み込みモデルを構築し、スラブの沈み込みを再現しマントルの粘性率、相転移などを変化させることによってスラブが下部マントルに沈み込むかマントル境界に横たわるかを推定することを試みる。

2. モデル

マントルを、対流層の厚さ 2,000km (アスペクト比 1 : 4) の2次元の箱の中の非圧縮性粘性流体として近似した。このモデルは海洋性プレート、大陸プレート、マントルの3つの部分から構成されている。海洋性プレートが大陸プレートの端で沈み込むことができるように、海洋性プレートが設定した降伏応力に達した所で粘性率が急激に低下するように設定した。また大陸プレートが海洋性プレートの沈み込みを妨げないように、上部マントルよりも 800 密度を小さくした。粘性率は温度依存性のみを考慮し、スラブは粘性率の高い部分の沈み込みとしてモデル化した。相転移の効果として深さ 410km と 660km でそれぞれ 2.28MPa/K, -2.8MPa/K のクラベイロンスローブを与えた。

ここでは次のようなケースについて計算を行った。深さ 660 km での下部マントルの粘性率ジャンプについては 1 倍、10 倍、20 倍、30 倍の 4 つを、相転移については 410km と 660km の両方に与えた場合と何も与えない場合を考えた。

粘性率については、対流層上部で、 10^{20} 、 10^{21} 、 10^{22} Pa・s の 4 種類を考えた。

3. 結果

下部マントルに上部マントルの 10~30 倍程度の粘性率ジャンプのみを与えた場合、スラブは下部マントルに沈み込んでいった。また相転移や下部マントルに粘性率のジャンプを与えるとスラブ内部の応力場は down-dip compression になった。

対流層上部の粘性率を 10^{20} 、 10^{21} Pa・s として計算すると相転移を与えた場合、スラブが上部マントルと下部マントルの境界に横たわるようになった。これは粘性率を小さくした事により相転移に関するレイリー数がそれぞれ 1000、1250、1500 と増加し、浮力が大きくなったことによると考えられる。下部マントルに粘性率のジャンプを与えなかった場合や相転移の効果を検討しなかった場合、スラブは浅い角度で下部マントルに沈み込んでいった。また下部マントルに粘性率のジャンプを与えなかった場合や相転移を与えなかった場合、粘性率を小さくしてもスラブは下部マントルに沈み込んでいった。

以上のことから

下部マントルに上部マントルの 10~30 程度倍の粘性率ジャンプ

410 km と 660 km の相転移

対流層上部で 10^{20} Pa・s 以下の粘性率

という場合、スラブが上部マントルと下部マントルの境界に横たわると考えられる。