

軟かいプレート境界を組み込んだマンテル対流 - プレート運動の三次元球殻モデル

Mantle convection and plate motion models with weak plate margins in a 3-D spherical shell

吉田 晶樹[1], 本多 了[2], 岩瀬 康行[3], 木戸 元之[4]

Masaki Yoshida[1], Satoru Honda[2], Yasuyuki Iwase[3], Motoyuki Kido[4]

[1] 東大地震研, [2] 広大・理・地惑シ, [3] 広大・理・地惑, [4] 科技団 科技特 海洋センター

[1] ERI, Univ. of Tokyo, [2] Dept. Earth Planet. Syst. Sci., Hiroshima Univ., [3] Dept. Earth & Planet. Sys. Sci., Hiroshima Univ., [4] JST Domestic Res. Follow @ JAMSTEC

3次元球殻モデルを用いた数値計算によって、幾つかのスラブモデルによって推定された負の浮力で駆動されるマンテルの瞬間的な流れ場を求め、その結果を解析した。用いたスラブモデルは、地震の分布に基づくモデルと沈み込みの歴史に基づくモデルである。粘性率の深さ方向変化は3層モデルとする。実際のプレート境界の位置に組み込まれた「軟かいプレート境界」と、「固いプレート」の粘性率比は $1 \sim 10^{*-3}$ まで変化させた。本研究により、プレート境界を組み込むことにより、幾つかのプレートテクトニクスの特徴が得られる。また、次数5以下のジオイド異常の成分にはほとんど影響しないことが分かった。

3次元球殻対流モデルを用いた数値計算によって、幾つかのスラブモデルによって推定された負の浮力で駆動されるマンテルの流れ場を求め、その結果を解析し、地球リソスフェアのプレート - プレート境界間における水平粘性率変化が表層テクトニクスを特徴付ける観測量であるプレート運動、ジオイド異常、プレート内応力場を与える影響について考察する。マンテルはプラントル数無限大で非圧縮の粘性流体を仮定する。本研究で用いたスラブモデルは、地震の分布に基づくモデル（低粘性層のみに密度の荷重：U1モデル）と沈み込みの歴史に基づくモデル（低粘性層のみに荷重：U2モデル、低粘性層と下部マンテル両方に荷重：W1モデル）を採用する。粘性率変化は、深さ方向にはリソスフェア - 低粘性層 - 下部マンテルの3層モデルとし、それらの相対粘性率は、1000 : 1 : 70とする。実際のプレート境界の位置に組み込まれた「軟かいプレート境界」と、代表的な12枚の「固いプレート」の粘性率比は1（プレート境界なし） $\sim 10^{*(-3)}$ （低粘性層の粘性率）まで変化させ、プレートとプレート境界間の粘性率コントラストを系統的に小さくさせる。

本研究での数値計算により、プレートテクトニクスに特徴的な幾つかの結果が得られた。(1) 計算されたプレートの相対運動速度と運動方向は、U1, U2モデルにおける比較的大きな面積を持つ代表的なプレートでは、no-net-rotation基準系での観測値と概ね良く合う。一方、Wモデルでは太平洋プレートに対して各プレートの相対速度が大きくなり過ぎるが、運動方向についてはU2モデルと同様に粘性率コントラストを小さくするにつれて観測値との整合性が顕著になる。(2) プレート表面のトロイダルエネルギーは、粘性率コントラストが $10^{*(-2)}$ 程度でポロイダルエネルギーと同程度卓越するようになる。これは、実際のプレート運動から観測されるトロイダル/ポロイダルエネルギー比がほぼ同程度(Hager & O'Connell, 1978)であることがプレート - プレート境界間の粘性率変化のみで説明できることを示唆する。(3) 低粘性層/下部マンテルにスラブによる密度荷重が入ったWモデルでは、粘性率コントラストの変化は、次数5以下のジオイド異常の成分にはほとんど影響しない。(4) リソスフェア内の水平粘性率変化がない（粘性率コントラストが1）とき、プレート境界付近の偏差応力値は1~10MPa程度のオーダーであるが、 $10^{*(-3)}$ （低粘性層の粘性率程度）では100MPaのオーダーに達する（ここで、低粘性層の粘性率は $3.0 \times 10^{*(-20)}$ Pa sとする）。