

マントル対流モデルから推定した地震波速度構造

Seismic wave velocity structure deduced from mantle convection models

岩永 哲[1], 吉岡 祥一[1]

Satoru Iwanaga[1], Shoichi Yoshioka[2]

[1] 九大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ, [2] Dept. of Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.

本研究では、縦横比1:2の2次元箱型モデルでマントル対流のシミュレーションを行った。マントルはブランドル数無限大のニュートン流体とし、ブジネスク近似をした。得られた温度構造を、パイロライト組成を仮定し、地震波速度構造に変換した。その結果、下部マントルが上部マントルの30倍の粘性率がある場合、ない場合に比べ、上昇流の勢いは弱まり、同じ経過時間では地震波速度は遅くなった。また、660km相転移の影響により、対流は妨げられ、流れが進行方向に対し相転移境界面の手前で滞留し、上昇流、下降流が見られる領域では、周囲に比べて、それぞれ温度が高く地震波速度が遅い領域、温度が低く地震波速度の速い領域が見られた。

1. はじめに

最近の地震波トモグラフィーの研究により地球内部の地震波速度構造の詳細が解明されてきたが、それがマントル対流とどのように対応しているのかはまだ明らかになっていない。そこで本研究では、まずマントル対流のシミュレーションを行い得られた温度構造を、パイロライト組成を仮定して地震波速度構造に変換することで得られた結果と、地震波トモグラフィーで得られている結果とを比較することで、実際の地球内部でのマントル対流の様子を探ることを試みた。

2. モデル

まずマントル対流のシミュレーションを行った。厚さ1500km、水平距離3000kmの2次元箱型モデルを考え、上下の温度差は2000Kとした。上下の境界条件は温度一定の自由すべりとし、左右は周期境界条件とした。また、マントルはブランドル数無限大のニュートン流体であると仮定し、ブジネスク近似を行った。上部・下部マントル境界で、660kmでの $P_v + M_w$ 相転移と下部マントルの粘性率が上部マントルの粘性率より30倍大きい粘性率変化が、それぞれある場合、ない場合の4つのパターンを調べた(相転移なし、粘性率変化なし = 、相転移なし、粘性率変化あり = 、相転移あり、粘性率変化なし = 、相転移あり、粘性率変化なし =)。上部・下部マントルはそれぞれ等粘性層とした。得られた温度構造を下部マントル最上部の深さ788km以浅のデータについてパイロライト組成を仮定して、地震波速度構造に変換した。

3. 結果

全ての場合で10.7Myr後の結果を比較すると、は に比べ下部マントルの粘性率が大きい流れが抵抗を受け、弱まり、上部への熱の供給が少なくなり、上部マントルでは深くなるにつれて温度は低く、地震波速度は速くなる傾向が見られた。では上昇流、下降流とも相転移境界付近で負の浮力が働き、流れを妨げるため、流れは進行方向に対し、境界面の手前で水平方向に滞留し、それに伴い上昇流、下降流が見られる領域では周囲に比べ、それぞれ、温度が高く地震波速度の遅い領域、温度が低く地震波速度の速い領域が見られた。また、では力学的な結合より、熱的な結合による2層対流が起こっているという傾向も見られた。では粘性率が大きいことに加え、相転移があるため上昇流は大きな抵抗を受け、なかなか相転移面を突き抜けることができなかった。でも同様、流れは境界面の手前で妨げられるが、ほど妨げられていない。これはでは下部マントルの粘性率が大きく、同時刻では に比べ上昇流が上がってきておらず、勢いも弱いため滞留するに至っていないと思われる。また同様上部マントルでは、深くなるにつれ地震波速度が速くなる傾向が見られた。

上部・下部マントルで粘性率変化がある場合は、ない場合に比べ、上昇流の勢いが弱まり、初期状態から同じ経過時間では地震波速度は遅くなった。660km相転移境界では $P_v + M_w$ 相転移に伴う吸熱反応が起こり、対流は負の浮力を受け、妨げられることから、流れは進行方向に対し相転移境界面の手前で滞留した。また、上昇流が見られる領域では温度が高くなるため、地震波速度が遅く、下降流が見られる領域では温度が低くなるため地震波速度が速くなる傾向が見られた。

本講演では、粘性率の温度依存性を考慮したモデルの結果についても触れる予定である