

下部マントルにおける組成成層の安定性と地震波速度構造への影響

Stability of compositional stratification in the lower mantle: Influence of the seismic structure

中川 貴司[1]

Takashi Nakagawa[1]

[1] 東大院・理・地球惑星

[1] Dept. of Earth and Planet.Sci., Univ. of Tokyo

地震波トモグラフィーなどの解析によって、下部マントルの深さ 1600km 付近に組成成層が原因と考えられる不均質構造の存在が示唆されるようになり、数値モデリングの結果と組み合わせることで全球的な組成成層構造の存在が考えられている。一方では、マントル対流数値モデリングから地震波速度構造の説明を試みると全球的な組成成層構造では、地震波トモグラフィーの制約条件を説明することが困難であることが示唆されている。これらのモデリングにおける問題点の一つとして考えられることは、モデルパラメータによる対流構造の遷移をきちんと理解していないことがあげられる。そこで、本研究では、マントル対流における組成成層の安定性を従来の研究で行われている組成成層間の密度差を特徴づける化学浮力パラメータと粘性率コントラスト、または高密度物質に対する熱源の濃集度に対する依存関係を調べることを目的としている。

化学浮力パラメータと粘性率コントラストに対する対流構造の遷移について述べる。化学浮力パラメータについては、0.3(密度差 2.7%)と 0.5(密度差 4.5%)の間に組成成層の安定境界が存在していることが分かった。粘性率コントラストについては化学浮力パラメータが 0.3 の時において、高密度物質がまわりの通常物質より、2桁程度粘性率が低い場合においては、不連続成層構造を作ることが分かった。次に熱源の濃集度に関する対流構造の遷移については、高密度物質への濃集度が通常物質の 8 倍以上濃集している場合には、化学浮力パラメータが 0.9 以上という高い値でも初期組成成層が不安定になっている。それに対して、濃集度が 1 の場合には化学浮力パラメータが 0.3 と 0.5 の間に安定境界が存在している。

これらの場合で得られた安定境界の違いについて考えると、粘性率の組成依存性を考えた場合には、初期組成成層で作られた低粘性層とその上の高粘性層が力学的に分離していることから、化学浮力パラメータが低いときにおいても、安定な組成成層構造が維持することができる。それに対して、熱源濃集度が高い場合には、化学浮力パラメータが大きいときにおいても、組成成層内の熱源によって生成される上昇ブリュームが組成成層の破壊を容易にすると考えられる。

これらの対流構造が作る地震波速度構造については、組成成層が不安定な場合についてマントル全層において、速度構造のパワースペクトルがフラットになっていることがわかった。それに対して、組成成層が安定な場合には、組成境界面に対応した目玉状構造が存在していることが分かった。これらの結果についてグローバルトモグラフィーモデルによる下部マントルの不均質構造を説明することができる初期組成成層状態は不安定な状態であることが分かった。また、発表では初期組成成層が D' 層に対応する厚さで行った数値実験の結果も紹介する。