

## スラブ沈み込みの3次元性に関する数値シミュレーション

## Numerical Simulations on Three-Dimensional Behaviors of Subducting Slabs

# 亀山 真典 [1]

# Masanori Kameyama[1]

[1] 愛媛大・地球深部研

[1] Geodynamics Research Center, Ehime Univ.

滞留スラブの成因や挙動の解明に向けて、マントル対流のシミュレーションはこれまで大きな貢献をしてきた。特に2次元モデルを用いた精力的なシミュレーションにより、滞留スラブの形成に重要なメカニズムとして、マントル物質の相転移や海溝軸の後退などの効果が指摘されてきた。本研究では従来のモデルを3次元問題に拡張し、沈み込んだスラブの3次元的な振舞いに注目したシミュレーションを行う。具体的には、海溝軸に沿った方向の非一様性(例えば海溝軸の形状やプレート収束速度など)に代表されるモデルの3次元性が、沈み込んだスラブの振舞いをどう規定しているかに焦点を当てる。さらに、斜めに沈み込んだスラブと660km相転移境界との相互作用が2次元的な場合とどう異なるかを調べることを目指している。

数値シミュレーションモデルとして、深さ1320km、縦横比 $6 \times 6 \times 1$ の3次元矩形領域をとり、ブシネスク近似のもとでの熱対流を考える。マントル遷移層を特徴づける2つの相転移として、上面境界から深さ410km及び660kmの位置にそれぞれオリビン-スピネル及びポストスピネル相転移を模した相転移を導入する。これらの相転移のクラペイロン勾配はそれぞれ3MPa/K及び-3MPa/Kとし、相転移による密度ジャンプはいずれも10%とした。ただし相転移に伴う潜熱の出入りの効果は無視している。温度の初期条件として、一定速度で動く半無限体の冷却モデルで得られた温度分布を用いる。この温度分布に加え、時刻0で上面境界のほぼ中央部に、プレート運動にほぼ直交した方向の「切れ目」を導入する。この「切れ目」は海陸境界を模したもので、これより海側の約半分を「海洋プレート」、残りを「大陸プレート」とみなす。「海洋プレート」にはその後も同じ運動速度を与え続けるが、「大陸プレート」は速度0で固定するものとする。マントル物質の粘性は第一義的には温度に依存するものとし、低温の上面付近と高温の深部で1000倍の粘性率コントラストを与えてある。これに加えて、破壊を模した降伏応力を導入することで、低温の海溝軸付近でもプレートの食い違い運動がスムーズに起こるようにしてある。海溝軸が海側に後退する効果は、計算領域全体が(海溝の後退速度に対応する)ある一定の速度で、静止したマントルの中を動いているとみなすことにより擬似的にモデル化した。言い換えればこの方法では、基礎方程式を「海溝軸とともに並進運動している座標系からみた」ものとして取り扱っていることに相当する。計算領域を水平方向に $384 \times 384$ 、鉛直方向に128の均質なメッシュに分割し、我々が開発した多重格子法ベースの3次元箱型対流プログラムACuTEManを用いてシミュレーションを行う。多重格子法を用いる都合上、計算領域内部に特異な構造(例えば2次元沈み込みモデルで用いられてきた、プレート境界断層に相当する薄い低粘性層や、スラブをマントル遷移層まで誘導する「流路」など)を人為的に導入することが困難であるが、その反面、3次元計算が高速に実施できるという利点がある。

予備的なシミュレーションの結果、海陸境界が湾曲した場合には、沈み込みの様相に海溝軸に沿った方向の非一様性のみられることが確認できた。例えば低温塊の下降速度に注目すれば、年代の古いプレートが沈み込むところほど下降速度がわずかながら大きくなる。また海溝軸の後退の効果を取り入れた場合には、時間の経過とともに低温塊の先端が陸側へ入り込み、かつ陸側に低角で傾斜した沈み込み形状を示すようになる。今後はこのモデルをさらに発展させ、660km相転移での浮力やそこでの粘性ジャンプ、海溝軸の後退速度や海洋プレートの運動速度の非一様性などの要因が、低温下降流のマントル遷移層での3次元的な挙動・形態へ及ぼす影響に注目したシミュレーションを実施する予定である。