

スタグナントスラブのレオロジーとプレート運動速度

Rheology of the stagnant slab inferred from plate-motion velocity

中久喜 伴益 [1]; 石川 巧 [2]; 多川 道雄 [3]

Tomoeki Nakakuki[1]; Takumi Ishikawa[2]; Michio Tagawa[3]

[1] 広大・理・地球惑星; [2] 広大・理・地球; [3] テラパブ

[1] Dept Earth Planet Syst Sci, Hiroshima Univ; [2] Earth, Hiroshima Univ.; [3] none

深発地震のメカニズムから予測されるスラブの応力場の研究 (Gurnis and Hager, 1988) や、ジオイドの研究 (Hager, 1984) から、660km 境界において粘性が 30 倍程度増加すると予測されている。また、後氷期変動の研究からも下部マントルは上部マントルよりも平均的に 20 倍程度高い粘性率を持つと考えられる。一方、プレートの速度は主として、スラブの負の浮力とマントルの粘性抵抗の釣り合いで決まっている。このため、スラブが下部マントルと相互作用する場合、つまり、スタグネーションを起こして下部マントルと接触したり、下部マントルにペネトレーションする場合には、スラブの沈み込み速度は著しく低下する。沈み込みの継続時間から、多くの沈み込み帯においてスラブは下部マントルと相互作用していると考えられるが、実際にはプレート速度の低下は起こっていない。このことから、もしも下部マントルの粘性率が上部マントルよりも高い場合、スラブの実効的な粘性率が何らかの原因によって低下していると考えられる。

本研究では、遷移層および下部マントルスラブの粘性が低下する状況を考え、数値シミュレーションによってプレート運動速度への影響を調べた。粘性のモデルとして、(1) 遷移層スラブの最大粘性率を直接低下させるモデル、(2) 遷移層スラブの降伏応力を一様に下げるモデル、(3) 660km 相境界において細粒化が起き下部マントルスラブの粘性が温度に依存して低下するモデル、の 3 通りを考えた。(1) から、5 cm/yr から 10 cm/yr 程度の速度の運動が起きるには、遷移層スラブの粘性率は粘性は 10 の 21 乗から 22 乗程度まで下がらなければならない。降伏応力が低下することにより、粘性がこの程度低下することを期待したが、遷移層スラブに一樣な降伏応力 (75 MPa) を与えただけでは、降伏が遷移層スラブ全体に渡って起きてしまい、粘性が下部マントルと同程度までしか下がらないことが分かった。下部マントルスラブの粘性率を低下させた場合には、沈み込む速度はストークスの法則から予測される 2 倍程度しか増加しなかった。

しかしながら、深発地震が存在することから、スラブの粘性率が周囲のマントルと同程度まで低下しているとは考えにくい。一様に降伏が起きるのではなく、降伏を集中させ、より大きく粘性を低下させるメカニズムが必要であると考えられる。また、410km 境界での細粒化によるスラブの曲げ強度の低下、660km 境界を越えたスラブの粘性率の低下などと複合的に起こっていると考えられる。また、前回の報告で、スタグネーションしたスラブが下部マントルに崩落するメカニズムの 1 つとして、スラブの変形による崩落 (レイリー・テイラー不安定型) を提案したが、上述のように粘性率の低下が本当に起こっているとすると、このタイプの崩落を予測する。粘性ジャンプがあるか否かについては、下部マントルに見られるスタグナントスラブ崩落時間を調べればよいかも知れない。