

2013年7月17日5時限目授業分
2013年度前期第12回輻合ゼミナールレポート
「プレートテクトニクスの起源と進化について」

講演者：イェール大学 地質学地球物理学教室 教授 是永淳先生
レポーター：地質学鉱物学教室宇宙地球化学分科 修士1回生 川崎隆広

1. はじめに

太陽系の地球型惑星（水星、金星、地球、火星）の中でプレートテクトニクスが起こっているのは地球だけである。地球のプレートテクトニクスがいつ起こって、どのように進化してきたかを理論と観測事実を総括的に検討しながら解説していただいた。

2. 講演内容

地球は他の3つの惑星と違って地表から冷やされるとき、あたかも粘性率温度依存性がないかのようにふるまう。これは冷却によってできた割れ目に水が入り込み、プレートの実効的な粘性率が下がったためと考えられる。プレートの粘性が下がるとプレートを曲げるための応力が小さくて済み、プレートを沈み込ませることができる（プレートの粘性が高いと沈み込ませられずにスタグナントリッド対流となる）。

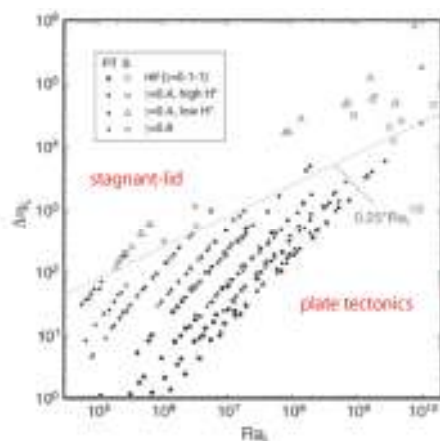


図1 スタグナントリッドとプレートテクトニクスの境界
(横軸：レイリー数、縦軸：プレートとマンツルの粘性比)

過去のプレートテクトニクスはどうであったか。マンツルが単純な系だと考えるといつプレートテクトニクスが始まってもおかしくはない。しかし、単純な系ではないので全地球の熱収支を考える。熱収支は放射壊変による発熱と対流による熱放出で求められる。

$$C \frac{dT}{dt} = H(t) - Q(t)$$

昔はマントル対流が活発であったために熱放出が多かったと考えられる。その考えを念頭において年代とマントルの温度の関係をグラフにすると、以下ようになる。

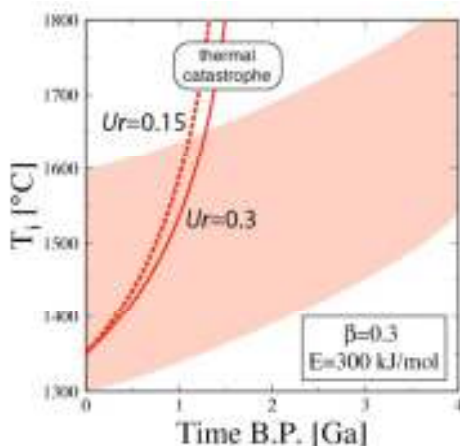


図2 年代とマントル温度のグラフ1 (赤線は計算値、UrはUrey比、赤帯は文献値)

これは地質学によって推定されている温度(赤のライン)に乗らないので、どこかに間違いがある。ここで、マントルは温度が高いと深いところから部分熔融するので、分厚く乾いたプレートが作られ、分厚いプレートは曲げるのが大変なのでプレートテクトニクスがゆっくりになっていたことを考えると放出する熱量 Q は抑えられ、マントルの温度も地質的データと一致する。また、プレートテクトニクスが今よりゆっくりであったことは、超大陸ができていた間隔が昔へ行くほど長くなっているという事実にも一致している。

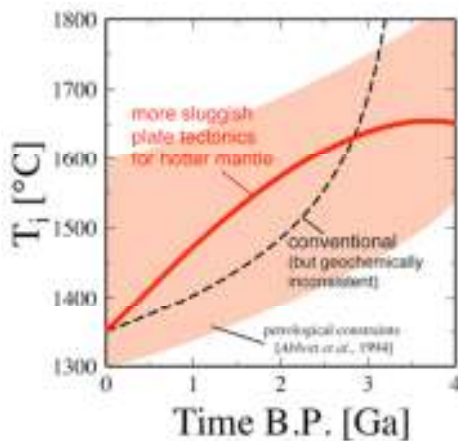


図3 年代とマントルの温度のグラフ2

(赤線はプレート運動がゆっくりであると仮定したときの計算値)

実は昔のマントルの温度が高い時にできたプレートは分厚くなりすぎて、プレートテクトニクスが起こらないかもしれないのだが、マントルは開放系であったと考えると、海洋とマントルの間で水のやりとりの可能性があり、海水がプレートに徐々に入り込むことに

よってプレートテクトニクスが起りやすくなっていた可能性がある。ゆえに初期地球における海水の存在はプレートテクトニクスの初期を理解する上で重要なキーになっている。

3. 感想

地球以外の地球型惑星においてプレートテクトニクスが起きていなくて、スタグナントリッド対流になっていると知って、改めて地球が特別な存在であると認識し、プレートテクトニクスを引き起こす水の存在の偉大さを感じました。私は地質学専攻であり地球物理の先生の講演を聞く機会がなかったのですが、講演を聞いて事象を理解するために仮説を立てて観測事実と照らし合わせ、仮説を修正して再び観測事実と照らし合わせる作業を繰り返して理論を作り上げていくという物理の研究の大変さを知り、驚きました。