

地球の熱対流と物質分化の連結モデル

A combined parameterized model for the Earth's thermal convection and material fractionation

福村 宏治 [1]; 岩森 光 [2]

Koji Fukumura[1]; Hikaru Iwamori[2]

[1] 東大・理・地球惑星; [2] 東大・理・地球惑星

[1] Dep. Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ; [2] Dept. Earth Planet. Sci., Univ Tokyo

本研究の目的は、これまで別個に議論されてきた、地球の進化に関する以下の物理的・化学的性質を結びつけることである：パラメータ化対流による地球の熱史と、マントル・地殻間の 2-Box 地球化学モデルによる物質分化である。

地球の熱史についてはこれまで様々な研究がなされてきており、地球は現在冷却過程にあると考えられている。その中で大きな役割を果たしてきたのは、パラメータ化対流理論である。この理論では、対流熱輸送による失熱をレイリー数 Ra 記述して、熱史を考える。 Ra は対流強度を示す無次元数で、温度に対して一意的に決定することができる。この温度・ Ra ・失熱の間の関係を使うと、複雑な対流構造を簡略化して考えることができ、熱過程を考える上で非常に有用である。

実際に熱史を考える上では、発熱項も同時に考える必要がある。地球内部で支配的な発熱メカニズムは、放射性元素の壊変によるものだと考えられている。この放射性元素はマントル・地殻（海洋・大陸地殻）間の物質循環に伴って分配され、マントル中の放射性元素の濃度は大きく変化する。しかし、地球の熱史に関するこれまでのモデルでは、この分配効果は無視しており、一様な指数関数的放射壊変が起こることを仮定していた。また従来の議論では検証する材料が少なかった。モデルの結果として求められるのは過去のマントルの温度だけで、モデルに対する制約が弱かったのである。

一方、同位対比の研究において、マントル・地殻間の物質循環は大きく取り上げられてきた。大陸地殻は、島弧の火山活動によって上部マントルからメルトが抽出されてきたと考えられている。そこで、数値的手法により現在の同位体比を再現する geochemical モデルが検討されてきた。各元素の分配係数と上部マントル・大陸地殻間の質量フラックスを適当に仮定して、島弧火山活動による物質分化を記述するモデルである。しかし、これまで考えられてきた質量フラックスは、かなり ad hoc に与えられている。例えば、時間と共に指数関数的に減少するフラックスなどである。

本研究では、これら 2 つの物理的・化学的モデルを組み合わせることを考えた。熱史モデルには、geochemical リザーバー中の放射性元素濃度の時間変化を組み込んだ。また、geochemical モデルの上部マントル・大陸地殻間質量フラックスは、パラメータ化対流での Ra の関数として与えた。ここから、マントル・地殻中の同位体比変化と統合的な熱史・対流史が求められる。マントル・地殻の同位体比は岩石中に記録されており、地球の熱的状態や対流の様子の検証に用いることができる。パラメータを適当に与えると、過去・現在の岩石中の同位体比を再現可能である。また、それぞれのリザーバー間の質量フラックスを時間積分は、各リザーバーの質量変化を示しており、大陸地殻の成長の計算することもできる。