

同位体よりみた地球内部の物質大循環

Global material recycling in the Earth's interior inferred from isotope studies

兼岡 一郎[1]

Ichiro Kaneoka[1]

[1] 東大地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/>

地球内部に関する物質的な情報は、岩石や鉱物の化学・同位体組成などを用いてさまざまな視点から追求されてきている。しかし元素組成などは、マグマ生成過程や結晶分化作用などによりさまざまに変化するので、その関与した過程がきちんとおさえられていることが、そのマグマ源などの状態を推定するためには重要である。一方、同位体比の変化を生じるための原因としては、相変化や動的作用に伴う質量分別効果などがあげられるが、特に放射壊変性同位体を含んだ同位体比は、基本的には親核種と娘核種に関連した元素比および時間の積分効果である。またそれらの結果としてもたらされた異なった同位体比をもつ物質同士の混合以外には、その同位体比を大きく変化させる主要な過程はないので、マグマ源物質などの特性を探るには最も有力な手段となる。

地球内部の化学的構造は、中央海嶺玄武岩 (MORB) や海洋島玄武岩 (OIB) などの $87\text{Sr}/86\text{Sr}$, $143\text{Nd}/144\text{Nd}$, $206\text{Pb}/204\text{Pb}$ 比や希ガス同位体比などに基づく、基本的には上部マントルは MORB の同位体比で代表され、OIB のマグマ源は下部マントルに由来しているとみなされることが多い。しかし海洋島玄武岩の中の一部には、地球生成時の組成から相対的に液層濃集元素に富んだ成分を表すマグマ源がマントル中に存在することが要請されるものがあり、それは地殻物質がスラブなどのマントル内への沈み込みにより生じたものと考えられている。また南半球には、北半球に比べて OIB や MORB などの $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ 比や鉛同位体比が相対的に高い部分が帯状に広がり、S. Hart (1984) により Dupal Anomaly (デュパル異常) と名付けられている。この現象は、地球内部における最も大きな同位体比の不均質性を示す例の一つとなっている。その原因についてはまだ定説はないが、少なくとも 20 ~ 25 億年以前において地殻物質のようなものがマントル内にはいりこんだことが予測されており、これも物質大循環の表れと見なすことができる。

島弧マグマの生成に関して、島弧下に沈み込んだスラブから海洋堆積物や変質した海洋地殻の影響があることが、 $87\text{Sr}/86\text{Sr}$, $206\text{Pb}/204\text{Pb}$, $11\text{B}/10\text{B}$ 比やその他の同位体比の結果から推定されている。またそれらの中で最も直接的な証拠とされるのは、宇宙線起源の半減期 150 万年の 10Be が海洋堆積物表層に濃集していて、スラブと共に島弧下にもぐりこみ、島弧マグマ生成の際に海洋性堆積物が関与して 10Be が島弧マグマに見いだされることである。東北日本や南北海道火山について調べられた結果は、その予測を実証した。