

## 地球内部物質大循環と希ガス同位体

## Global recycling of materials in the Earth's interior and noble gas isotopes

兼岡 一郎<sup>1\*</sup>

KANEOKA, Ichiro<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 東京大学地震研究所

<sup>1</sup> Earthquake Research Institute, University of Tokyo

海嶺におけるプレートの生成や火山噴火を含むさまざまな形態の火成作用、島弧周辺におけるスラブの沈み込みなどを通じて、地表物質が地球内部にもちこまれた後、またその一部が地表に表出する大規模な循環が生じていることが、放射性起源同位体を含む各種の同位体比などの結果から推測されている。また地震波トモグラフィーなどの結果から、スラブがマントル内に沈み込んでいく様子が示されている。

しかし地表物質が実際に循環する深さや状況についての詳細は、不明なところが多い。例えばスラブの沈み込みにより、そのスラブ表層部から放出された水などの効果で島弧マグマの形成などが議論されている。しかしその関与する程度や残りのスラブの地球深部への影響などについては、研究者によって見方が大きく異なっている。

希ガスは化学的に不活性なうえ、その挙動に関しては物理的な性質のみに支配されていると見なしてよい。また大気と地球内部では、その元素・同位体組成が大きく異なっていることも知られている。さらに揮発性元素であるので、地表付近で形成された物質の大部分はマグマ中に存在していた希ガスと大気中の希ガスが交換していることも分かっている。そのため、地表物質の希ガスは放射性起源同位体以外では大気組成の同位体比をもっていることで識別できる。さらに放射性起源同位体を含む  $3\text{He}/4\text{He}$ ,  $40\text{Ar}/36\text{Ar}$  などの同位体比を組み合わせることで、異なるマグマ源の性質も推定できる。

このような希ガスを用いて地球内部の状態を調べる試みは非常に多く行われてきており、 $3\text{He}/4\text{He}$ ,  $40\text{Ar}/36\text{Ar}$  などの系統的な違いから、MORB のマグマ源より OIB のマグマ源は、より深い部分に存在することが推定されてきている。また一般的に He については、地表から地球内部に循環することはないとされている。希ガスのもつ性質を利用すると、地球内部における物質循環に関する情報を得る有力な手段となる。例えば、Ar, Kr, Xe などの重希ガス水などとともに地球内部に循環し、大気成分の希ガスが海水などとともに特に OIB のマグマ源に大きく寄与しているとの報告もある。その説に従うと、循環物質は OIB や島弧玄武岩などへの影響は大きい、MORB のマグマ源への影響は相対的に小さいことになる。また大気成分は OIB のマグマ源に広がり、その影響が OIB の希ガス同位体比に反映されていることになる。しかしその影響の程度と固体元素同位体比などの間には特に相関は見られない。一方、これらの重希ガスなどよりもはるかに移動度が高いと見なされている He で、地殻循環物質が関与していると思われるような MORB より低い  $3\text{He}/4\text{He}$  を示す OIB は、固体元素同位体比などでもやはり地殻物質の関与を示している。 $3\text{He}/4\text{He}$  がマントル内で特有の値を示すことは、循環物質の影響が限られていることを示唆する。一方、マントル内で、移動しやすい He の影響が地域的に限られていることは、OIB における重希ガスの大気成分の源は、He が示す循環物質の影響とは異なった要因による影響も含んでいることを示唆している。この例に見られるように、希ガス同位体比から循環物質の影響について論じるためには、それぞれの試料が示している情報の意味を明らかにすることが重要であり、それらの再検討を必要とする。

キーワード: 物質大循環, 地球内部, 希ガス, 同位体

Keywords: Global recycling, Earth's interior, Noble gas, Isotope