

高い $3\text{He}/4\text{He}$ は depleted mantle に由来するのか? -キンバーライトからの制約Is a high  $3\text{He}/4\text{He}$  derived from the depleted mantle? - constraint from kimberlites

# 兼岡 一郎 [1]

# Ichiro Kaneoka[1]

[1] 東大地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo

中央海嶺玄武岩 (MORBs) と海洋島玄武岩 (OIBs) は希ガス同位体比が系統的に異なり、 $3\text{He}/4\text{He}$  はそれぞれ  $8\text{Ra}(1\text{Ra} : \text{大気}の\ 3\text{He}/4\text{He}の\ 値)$  前後と、5-40Ra 程度の値を示す。U,Th のアルファ壊変により  $4\text{He}$  がつくられるが、U,Th などに富んだ古い大陸地殻などは脱ガスにより、 $3\text{He}$  が失われることも重なって  $1\text{Ra}$  より小さい値を示し、海洋地殻なども MORBs などよりはかなり低い値を示す。OIBs などの低い値は、マントル内へ沈み込んだこのような地殻物質などを含むスラブの影響を受けていると考えられている。しかし MORBs の値より高い  $3\text{He}/4\text{He}$  をもつ OIBs については、そのマグマ源が地質時代を通して平均的に MORBs より高い  $3\text{He}/(\text{U}+\text{Th})$  をもつと考えざるを得ない。その際には、始源的希ガスである  $3\text{He}$  が相対的に多く含まれているか、Th を含む U などが欠乏している部分としての可能性がある。しかし後者の場合には、もとの物質から He よりも U などが選択的に取り除かれた相の存在が必要である。OIBs そのものは MORBs よりも U などに富んでいるので、一般的には OIBs のマグマ源は脱ガスの程度が少ない部分として考えられてきている。

一方、そのような部分が全マントル対流の中に取り込まれていると、始源的希ガスを元の状態のまま残すことは容易ではない。そのため、全マントル対流がマントル全体を支配しているというモデルに重点をおく研究者にとっては、始源的希ガスを残している部分の存在を説明することが大きな課題となっている。例えば  $3\text{He}$  が U などに乏しい depleted mantle に残された部分と考えて、地球初期に形成されたマントル構成物質のカンラン石などがその役割を果たしているというモデルが提案されている。カンラン石形成の際に希ガスが失われないとすると、分配係数だけからはカンラン石中ではマグマ源物質の値よりも  $3\text{He}/\text{U}$  は高くなり、それが現在まで維持されて高い  $3\text{He}/4\text{He}$  の部分が残っていることになる。しかし He がカンラン石に残るのはマグマ源物質の濃度の 100 分の 1 以下であり、10000 分の 1 くらいになる可能性もある。OIBs のマグマ源は一般的には下部マントルに存在すると考えられているので、その  $3\text{He}$  量が非常に少ないと地表に上昇する間に薄められて、高い  $3\text{He}/4\text{He}$  を維持することは難しいことが予想される。また MORBs のマグマ源は、固体元素同位体比 ( $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ ,  $143\text{Nd}/144\text{Nd}$ , ほか) に関しては、OIBs のマグマ源より depleted mantle としての特性を示している。

キンバーライトのマグマ源の  $3\text{He}/4\text{He}$  は  $26\text{Ra}$  以上であることが推定されているが、固体元素同位体比は Bulk Earth の値近傍に集中していて、depleted mantle とは言い難い。またその Nd-Hf 同位体比系からは、 $2\text{Ga}$  より古い E-MORBs などがマントル対流からは隔離されたような reservoir からの影響を受けていることが指摘されており、その reservoir では  $10\text{E}(-9\sim-10)\text{cc/g}$  の  $4\text{He}$  が生成される。それでいて  $26\text{Ra}$  以上の  $3\text{He}/4\text{He}$  を維持するためには、キンバーライトのマグマ源から  $10\text{E}-7\text{cc}$  程度の  $3\text{He}$  の寄与が必要である。これまで観察された希ガスを最も多く含む popping rock でもその  $3\text{He}$  量は  $10\text{E}(-9\sim-10)\text{cc/g}$  なので、キンバーライトのマグマ源では  $3\text{He}$  がかなり多く残されていることを示唆している。すなわちキンバーライトの示す高い  $3\text{He}/4\text{He}$  を示す reservoir は、depleted mantle とは異なり、また  $3\text{He}$  量にも富んでいるので、相対的に脱ガスおよび分化が小さく、主要な対流部分からはずれたマントル深部に存在している可能性がある。