

キンバーライト vs. OIB - 地球深部化学的環境の指標としての比較

Kimberlites vs. OIB-Comparison as an indicator for the chemical state of Earth's deep interior

兼岡 一郎 [1]

Ichiro Kaneoka[1]

[1] 東大地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo

地球深部の環境、特にその化学的環境を知るためには地球深部の状態をそのまま反映した物質を手にすることが最も直接的な手法であり、決定的な制約条件を与える。さらにその情報は、スラブの沈み込みや核との反応などを通じてのマンテル内におけるさまざまな物質移動などについても多くの示唆を与えることができる。そうしたマンテル内の情報を与える物質として、これまで中央海嶺玄武岩 (MORB) と海洋島玄武岩 (OIB) が中心的な役割を果たしてきており、地球化学の分野ではもっぱらこれらの情報に基づいて地球内部構造などが議論されてきている。その際、MORBのマグマ源については上部マンテルを代表し、OIBのマグマ源についてはそれより深いマンテルの環境を反映していると見なしてモデルなどが構築されることが多い。ただOIBのマグマ源については、マンテル内の不均質部分としてスポット状に点在するというモデルも提出されてきている。

OIBのマグマ源については、Hawaiiなどにおける同位体比の分布や地震波トモグラフィーの結果などを合わせて、核-マンテル境界付近からプリュームが上昇してきているとの提案もされてきている。その際、OIBはそのマグマ源の状態をそのまま反映していると見なされることが多い。しかしこのことがどの程度まで保証されているかについては、これまで検討されることは少なかった。

当講演者は、西グリーンランドの新鮮なキンバーライトの $3\text{He}/4\text{He}$ 比測定結果から、そのマグマ源はOIBと同様であることを示し、下部マンテルの存在する可能性を指摘した (Tachibana, Kaneoka et al., 2003, 2006)。さらにキンバーライトの大部分が属するグループIについては、Sr, Nd同位体比を含む各種の同位体比が、異なった場所や年代のキンバーライトでもいわゆるBulk Earthに近い相対的に一様な値を示すことが報告されている。このことは、これらの同位体比の分布が、MORBとBulk Earthないし地殻物質との混合線上にならぶOIBとは非常に異なる。またOIBなどに比べて、キンバーライト・マグマは還元的环境を示す。またOIBやMORBなどの火山岩中のIrなどの含有量は $0.1 - 0.01 \text{ ppb}$ 程度であるのに対し、南アフリカ産ノキンバーライトでは数ppb程度含まれているとの報告がある。さらにC1コンドライトで規格化した白金族元素 (PGEs) パターンでは、MORB, OIBではOs, Irなど特にFeに濃集しやすい元素がPtなどに比べて相対的に2桁以上も少なくなっているのに対し、キンバーライトではほぼフラットのままである。放射性起源同位体を含んだ同位体比からは、MORBとOIBは明らかに異なったマグマ源を示し、キンバーライトのマグマ源はOIBに近い。しかしPGEパターンでは前者が同様の傾向を示すのに対し、キンバーライトだけが異なっている。このことは、PGEパターンを決める要素がマグマ源の環境ではなく、マグマ上昇過程の環境からの影響の受け方の違いによる可能性を強く示唆している。

キンバーライトはダイヤモンドを捕獲してそれを地表に運び出すことから、少なくとも150 kmより深い場所から、時速数10 km以上でリソスフェアを上昇すると推定されている。一方OIBマグマはプリュームとして徐々にマンテル内を上昇し、マグマ形成後は周囲の物質をある程度溶解しながら地表に噴出すると考えられる。PGEsを分別することなく地表まで運ぶためにはPGEsを担う相の存在が要請され、

sulfidesの可能性が高い。実際、キンバーライト中にはsulfidesの存在が確認されている。しかしOIBの場合、そのマグマ源ではsulfidesが存在したとしても、マグマの上昇過程でマンテル上部の酸化的な環境の影響を受けた結果、Os, IrなどがPtに比べて多く喪われた可能性がある。PGEパターンが、OIBとMORBとで類似していることは、このことで説明できる。また酸化還元状態の影響を受けやすい元素組成については、OIBsの元素組成はマグマ源の状態とは異なっている可能性を示唆する。そのため、下部マンテルの化学的環境については、OIBよりキンバーライトがより直接的にその環境を反映していることが予想される。