

キンバーライトと地球深部の化学的環境

Kimberlite and the chemical state of the Earth's deep interior

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/>

キンバーライトはマントル捕獲岩などを多く含み、その中にはダイヤモンドなども含まれることから、そのマグマは少なくとも150 kmより深い部分で生成されたと考えられている。また超塩基性岩でありながらH₂O, CO₂などの揮発性元素に富み、金雲母などを含むことがその岩石の特徴的な性質のひとつとなっている。これまでは大陸地域にしか見いだされておらず、それも古いクラトンなどを貫通して噴出していることが多い。その噴出している地域が限られていることからこれまで地球科学的には特異な岩石としての取り扱いを受け、地球深部の状態を表す指標としてはあまり重要視されてこなかった傾向がある。しかしその同位体比や元素比、生成環境などを合わせて考察すると、地球深部の化学的環境を推定するための重要な情報を担っている可能性があり、大いに注目すべき対象である。

Nd と Sr の同位体比を組み合わせた図において、マグマが噴出した時点におけるマグマ源の値としては、“全地球”とよばれる隕石などから推定された分化していない状態に対応する値の近傍にプロットされるグループ I のキンバーライトと、大陸地殻物質などの影響を受けた可能性のあるグループ II のキンバーライトに大別される (Smith, 1983)。これらのグループは、Pb 同位体比を組合せた図でも異なった領域にプロットされ、やはりグループ I の方が、未分化の状態として推定されている全地球の値に近い。しかしキンバーライトの隕石の値に対して規格化された希土類元素パターンは軽希土類元素の方が濃集していて、キンバーライトマグマを生成する際に、それらの濃集が生じたことを示唆している。H₂O, CO₂, ハロゲン元素などを含む揮発性元素がマグマ生成の際に濃集したことが予想されるが、そのことを考慮してもマグマ源物質中における揮発性元素の量は上部マントル構成物質などよりも多く、もともとマグマ源物質中にそれらが多く含まれていることを示している。

一方、白金族元素などもキンバーライト中には相対的に多く含まれており、特に Os, Ir などは中央海嶺玄武岩 (MORB) や海洋島玄武岩 (OIB) などに比べて1桁以上多く含まれている (e.g., Evans and Chai, 1997)。さらに Cl コンドライト中の値で規格化したキンバーライト中の白金族元素のパターンは、MORB, OIB などに比べてはるかにフラットであり、白金族元素同士の分別をあまり受けずに地表までもたらした可能性を示唆している (e.g., Ballhaus, 1995)。白金族元素は親鉄元素であり、一般的には珪酸塩マグマがマントル物質の部分熔融によって生成される際には固体相に取り残されることが予想される。一方希土類元素や揮発性元素は液相濃集元素であり、液相に濃集する。キンバーライト中には、このように一般的なマグマ生成条件としては相反するような元素を濃集していることは、そのマグマ生成環境が MORB, OIB などとは異なった条件を有していることが予想される。しかしそれを支配している主要な要素が何であるかは、これまでの研究ではまだはっきりしていない。

上記の現象に関連して、キンバーライトの元素組成から推定される生成環境が通常の火成岩などよりも非酸化的環境を示していることから、硫黄などの存在が大きな影響を与えていることが予想される。そのため、キンバーライト中の硫黄の成因などを明らかにすることが重要である。またダイヤモンド中の包有物の中には、下部マントル起源と推定されるものが報告されている (e.g., Harte and Harris, 1994)。さらにキンバーライトの産出地とホット・スポットが関連しているとも言われている。これらのことは、キンバーライトの示す化学的環境が下部マントルの環境を反映している可能性を示唆しており、希ガス同位体比においてもそれを反映している傾向を示すことが予想される。