

キンバーライト vs. カーボナタイト-地球深部化学的環境の指標としての比較

Kimberlites vs. carbonatites: Comparison as an indicator for 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

地球深部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ている物質を手にいれてそれに関する情報を得ることが最も直接的な方法である。そのような情報を与える試料の候補として、2006年度の地球惑星関連学会で当発表者はキンバーライトと海洋島玄武岩(OIB)との比較を行い、相対的にキンバーライトの方が浅い部分の影響を受けにくく、地球深部(おそらくは下部マントル)の情報を反映している可能性を論じた。

キンバーライトとの関連性などが論じている岩石として、カーボナタイトがある。両者には類似した部分と異なる部分があり、それぞれが示す性質について考察しておくことは地球深部の化学的環境を推定していく上で欠かすことはできない。キンバーライトは古い大陸地域にしか分布しておらず、カーボナタイトはキンバーライトが分布する地域によく見出されているが、カナリア諸島のような海洋島にも見出されることもある。またキンバーライトの噴出は一番新しい年代でも50Ma程度であるが、カーボナタイトはタンザニアで1960年に噴出したことが確認されている。

キンバーライトとカーボナタイトは両者とも揮発性物質を多く含むという点では類似しているが、その揮発性物質の種類に差がある。CO₂を両者とも多く含み、特にカーボナタイトは30%以上も含む。しかしキンバーライトが5-10%以上のH₂O(+)を含むことが多いのに、カーボナタイトでは1%前後しか含まない。

Sについては、キンバーライトは硫化物の形で存在するものがあるのに対し、カーボナタイトは硫酸塩として存在する。このことは、キンバーライトのマグマ減が相対的に還元的であると予想されているのに対し、カーボナタイトマグマは酸化的環境であると推定されている根拠にもなる。隕石の値に規格化された希土類元素パターンはいずれも軽希土類元素が濃集したパターンを示すが、カーボナタイトの方がその傾向が強い。主要元素として、キンバーライトはSi, Fe, Mgが多いが、カーボナタイトはCa, Cに富む。これらはマグマ源物質の化学組成およびその生成過程、二次的な影響などを反映している。

同位体組成として、炭素同位体比などには両者に大きな差は見られない。3He/4He比ではMORBより高い値を示す例が両者に見出されており、そのことがそれぞれのマグマ源がMORBより下部の地球深部(下部マントル)にあることを示唆するとされている。しかしSr-Nd同位体比図では、キンバーライト(グループI)は全地球の値に近い部分に集中するのに対し、カーボナタイトではOIBと同様のマントル列に並ぶ分布を示す。すなわち、カーボナタイトマグマは二次的な混合作用を受けたことを強く示唆している。

キンバーライトはダイヤモンドやマントル捕獲岩を多く含むのに対し、カーボナタイトはそれらをほとんど含まない。このことは、カーボナタイトマグマが徐々に地表に噴出することと強い関連がある。またマグマ上昇過程において地表付近でも周囲の物質の影響を受けやすい可能性が大きいことを示唆しており、Sr-Nd同位体比図で混合線にのるような分布は、それを反映している。固体元素同位体比から見る限り、カーボナタイトはキンバーライトとは同じようなマグマ源とは必ずしも言えず、まだ不明確な点が多い。高い3He/4He比はマントルプリュームに起因しているとして、カーボナタイトマグマはHeなどのみをプリュームから選択的にとりこんでいる可能性もある。カーボナタイトマグマは、キンバーライトマグマに比較すると浅部での影響を受けている可能性が大きく、地球深部の化学的環境を推定する試料としては二次的な影響をより注意する必要がある。