

キンバーライトとその捕獲岩中の I/Br 比とそれらの産出地域による系統的分類 Systematic differences of I/Br ratios in kimberlites and their xenoliths related to their origin

遠山 知亜紀^{1*}, 村松康行¹, 角野 浩史², 山本 順司³, 中井 俊一⁴, 兼岡 一郎⁴

Chiaki Toyama^{1*}, Yasuyuki Muramatsu¹, Hirochika Sumino², Junji Yamamoto³, Shun'ichi Nakai⁴, Ichiro Kaneoka⁴

¹ 学習院大・理・化学, ² 東大院理・地殻化学, ³ 北大・総合博物館, ⁴ 東大・地震研

¹ Dep. Chemistry, Gakushuin Univ., ² GCRC, Univ. of Tokyo, ³ HoUM, Hokkaido University, ⁴ ERI, Univ. of Tokyo

キンバーライトはマントル起源の火山岩で、超塩基性でありながら H₂O や CO₂ などの揮発性成分に富む特異的な特徴を持つ。また、希ガス同位体組成の研究から、キンバーライトは深部マントル由来の希ガスを保持していることが報告されている (e.g., Sumino et al., 2006)。ハロゲン元素は水に選択的に取り込まれ易く、また、岩石の溶融やメルトの脱ガスなどの過程において元素間で異なる挙動を示す。これにより、ハロゲン元素は海水や間隙水、堆積物等で異なる元素比を示すため、海洋や海底堆積物に関連した地下流体の起源や挙動を調べるトレーサーとして用いられている (Fehn et al., 2003)。最近では、流体を含むプレートの沈み込みなどの物質循環を探るトレーサーとしても利用が期待されている (Sumino et al., 2010)。このことから、キンバーライトのハロゲン元素組成とその特徴を調べ、産出地や噴出年代と比較することで、キンバーライトマグマが生成するマントルでのハロゲン元素の分布やその起源に関する知見を得られる可能性がある。

そこで、我々は6地域のキンバーライトとマントル橄欖岩捕獲岩の Cl, Br, I を測定し、各産出地域の特徴やその起源を考察した。試料は南アフリカ産キンバーライトとその捕獲岩 12 個と、中国産キンバーライト 10 個、グリーンランド産キンバーライト 8 個、ブラジル産キンバーライト 2 個、ロシア産キンバーライトとその捕獲岩 6 個、カナダ産キンバーライト 1 個の計 39 個である。試料からハロゲンを分離する方法は Pyrohydrolysis 法 (Muramatsu et al., 2008) を改良したものをを用いた。分離後、捕集溶液中の Br, I 濃度を ICP-MS (Agilent 7500, 7700) で、Cl 濃度をイオンクロマトグラフィー (ISC-1500) で測定した。

分析の結果、キンバーライトは I/Br 比において 2 つのグループに分類できることが分かった。そこで、本研究では南アフリカ (South Africa) のように I/Br 比が高いキンバーライトを Group S (I/Br 比: 1×10^{-1})、中国 (China) のように I/Br 比が低いものを Group C (I/Br 比: 6×10^{-3}) と分類した。これらの結果と様々な物質の I/Br 比を比較したところ、前者の Group S は、玄武岩や橄欖岩などのマントルを構成する岩石と同様の I/Br 比を持っていることが分かった。南アフリカ産キンバーライトの捕獲岩の I/Br 比も Group S に分類された。このことから、Group S の I/Br 比は一般的なマントルの値を示していると考えられる。また、南アフリカ、グリーンランド、ブラジル、カナダ産のキンバーライトが地域や噴出年代が異なるにも関わらず似た I/Br 比を示し、さらに、ロシア産キンバーライトの捕獲岩の 1 つも Group S に分類されることから、マントルの I/Br 比は均一で、これらのキンバーライトが噴出した数億年の間は変化していないと考えられる。また、Group S の I/Br 比は CI コンドライトの値 (I/Br 比: 1×10^{-1} [Anders and Ebihara, 1982]) とほぼ一致することから、地球形成時に保持された始源的な I や Br がマントルに存在する可能性が考えられる。

一方、後者の Group C は I/Br 比の低い物質との mixing の可能性が考えられる。同様の I/Br 比は海水の影響を受けているとされるエクロジャイト中の流体包有物 (Svensen et al., 2001) で見られ、海水を蒸発させた時の海水の I/Br 比が似た変動トレンドを示すことが報告されている (Zherebtsova and Volkova, 1996)。このことから、これらのキンバーライトは分別した海水起源のハロゲン元素の影響を受けていると考えられる。

また、ロシア産試料 R-1 のオリビンの包有物中のハロゲン分析を行った結果、Group S と C の中間の I/Br 比を示した (角野 他、未公表データ)。これはキンバーライトマグマの上昇過程の早期に晶出したオリビンの組成が Group S、または、それに近かった可能性を示す。さらに、ロシア産キンバーライトの捕獲岩の 3 つの内 1 つは Group S、残りの 2 つは Group C に分類されたことから、ロシアの大陸下マントルがキンバーライトの噴出時には既に海水起源のハロゲン元素の影響を受け、部分的に Group C の組成になっていたと考えられる。

以上から、Group S の組成を持ったキンバーライトマグマが上昇する過程で、周辺のマントル物質を取り込んだ結果、ロシア産キンバーライトそのものは Group C の組成を示すようになったと考えられる。

キーワード: キンバーライト, ハロゲン元素, I/Br 比, 南アフリカ, 中国, ロシア

Keywords: Kimberlite, halogen, I/Br ratio, South Africa, China, Russia