

キンバーライト中の 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 related to their origin

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

TOYAMA, Chiaki^{1*}, Yasuyuki Muramatsu¹, KOJITANI, Hiroshi¹, YAMAMOTO, Junji², SUMINO, Hirochika³, NAKAI, Shun'ichi⁴, KANEOKA, Ichiro⁴

¹ 学習院大・理, ² 京大・地球熱学研究施設, ³ 東大・地殻化学, ⁴ 東大・地震研

¹Dep. Chemistry, Gakushuin Univ., ²BGRL, Kyoto Univ., ³GCRC, Univ. of Tokyo, ⁴ERI, 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。ダイヤモンドを含むことから、そのマグマ源は少なくとも 150km より深いところにあると推定されている (e.g., Dawson, 1980)。また、希ガス同位体組成の研究から、キンバーライトは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)。さらに、マントル起源の鉱物中には地球生成時から存在していたと推定される同位体組成をもつ希ガスが見つかっており (e.g., Craig and Lupton, 1976; Kaneoka et al., 1978)、地球内部には現在も地球生成時に取り込まれた揮発性元素が存在すると予想される。このことから、キンバーライト中のハロゲン元素組成やその特徴を調べることで、地球形成時に保持された始源的なハロゲン元素に関する情報も得られる可能性がある。また、ハロゲン元素は様々な酸化状態をとることから、ハロゲン元素組成と産出地や噴出年代を比較することでマグマの起源に関する情報を知る手掛かりになる可能性がある。そこで、我々は 6 地域のキンバーライトの 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 11 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 2 個、カナダ産キンバーライト 1 個の計 34 個である。試料から Cl, Br, I を分離する方法は Pyrohydrolysis 法 (Muramatsu and Wedepohl 1998) を改良したものをを用いた。水蒸気を含んだ酸素ガスを送りながら、試料を約 1100 °C で加熱し、揮発性ガスを揮発させ、超純水でトラップする方法である。その後、トラップした溶液中の Br, I 濃度を ICP-MS で、Cl 濃度をイオンクロマトグラフィーで測定した。

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地殻や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。このことから、Group S の I/Br 比は一般的な地球内部 (マントルや地殻) の値を示していると考えられる。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。さらに、南アフリカ、グリーンランド、ブラジル、カナダ産キンバーライトの地域や噴出年代が異なるにも関わらず、似た I/Br 比を示すことから、マントルの I/Br 比は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。

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グ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。そのハロゲン元素がキンバーライトの起源物質に取り込まれた詳しいプロセスについては不明であるが、I/Br 比によって分類されたグループとそれぞれのキンバーライトマグマが噴出した時代の大陸配置図 (Torsvik et al., 2010) とを比較した結果、Group C のキンバーライトマグマが噴出した時代では、その近くに沈み込み帯が存在した可能性があり、このことも沈み込んだ物質の影響を示唆していると考えられる。

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