

学 位 論 文 題 名

Rb-Sr and Sm-Nd Isotope Systematics and Geochemistry of
Siberian Kimberlites and Garnet-Pyroxenite Xenoliths:
An Insight into Lithospheric Mantle Evolution
and Kimberlite Origin

(シベリナ産キンバーライトとそのパイロキシナイト捕獲岩の
Rb-Sr・Sm-Nd 同位体学と地球化学：リソスフェリック・マントル進化と
キンバーライトの起源についての一考察)

学位論文内容の要旨

シベリア南部の古生代中期のキンバーライトとその捕獲岩の Rb-Sr および Sm-Nd 同位体と微量元素の組成について詳しく検討された。

Malo-Botuobia, Daldyn, Alakit および Verkhne-Mune フィールドのキンバーライトは南アフリカのキンバーライトを基準に Group I のものと分類された。それらはわずかに枯渇した Nd 同位体組成 ($\epsilon \text{Nd}(t)=0.4\sim 4.2$) をもち, $\text{Nd}/\text{Zr}>1$, $\text{La}/\text{Nb}<1$ という典型的な Group I の特徴をもっている。これはアセノスフェアの特徴をのこしたものだが, 明瞭に分化した Nb/Zr と La/Yb 比, わずかに放射性 Sr に富んだ組成はその起源にエンリッチ・コンポーネントの存在を示す。また微量元素の解析から, 小規模な起源物質の不均質性も認められる。

新しく発見された Nakyn フィールドの二つのキンバーライト・パイプは他のシベリア・プラットフォームのキンバーライトの活動時代と同様に約 364Ma であるが, 鉱物学的, 化学的性質は南アフリカの Group II (micaceous) キンバーライトに似ている。つまり, $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}=0.43$, $\text{Nb}/\text{Zr}=0.4$ という値は Group II の特徴である。しかし, $\text{Ba}/\text{Nb}=0.95$, $\text{Ni}/\text{MgO}=45.2$ は Group I と Group II の中間値である。また, $\text{La}/\text{Nb}=0.58$ は Group I の特徴である。この Nakyn フィールドのキンバーライトの特徴について詳しく検討した。

Nakyn キンバーライトは世界中のどのキンバーライトよりもインコンパチブル元素に濃集しておらず, これらの含有量は他のキンバーライトの $1/2\sim 1/3$ である。同時に, Nakyn フィールドのキンバーライトは高い Sm/Nd (0.21) と Lu/Hf (0.06), 低い La/Yb (25.8) で特徴づけられる。Sr と Nd の初生値範囲は非常に狭いことも特徴で, $\epsilon \text{Nd}(t)$ は $+0.9\sim -0.7$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ は $0.7059\sim$

0.7068 である。これらの値は Group I に近い。このような特徴は Nakyn キンバーライトの起源が特別なものであることを示す。

シベリア・キンバーライトは両タイプともに枯渇したアセノスフェリック・マントルとエンリッチしたクラトン下のマントルを含んだ多元的起源物質の溶融によって形成されたことをしめすが、そのアセノスフェリック成分は HIMU 成分、Group I の Nd 同位体、スーパーコンドリティック Nb/Ta 比によって下部マントル由来の成分を含むことを暗示している。

キンバーライトの性質に加え、マントルの性格を検討する上で重要な情報源は捕獲岩であり、これまで研究例の少ない Garnet-pyroxenites 捕獲岩の Rb-Sr, Sm-Nd 同位体研究も行なった。これらはヒスイ成分の少ない輝石とパイロープ成分の多いザクロ石をふくむ Group A と、ヒスイ成分が多い輝石とパイロープ成分の少ないザクロ石を含む Group B とに分けられる。Group A の Sr 初生値は Group B のものよりも低い。これらの捕獲岩はキンバーライトの活動年代よりはるかに古く、1,550–1,465Ma に形成されたものと推察される。これらの捕獲岩の起源は主に LREE に富むメルトから結晶集積作用によって形成されたものであると推定される。このメルトはペリドタイト・マントルに時々加えられ、マントル全体に交代作用を及ぼした。なお、Group Bの中には葉片薄化した地殻物質起源のものもふくまれる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 渡 辺 暉 夫

副 査 教 授 藤 野 清 志

副 査 助 教 授 在 田 一 則

副 査 教 授 Nikolai P. Pokhilenko

(ロシア科学アカデミー, 鉱物学岩学研究所)

学 位 論 文 題 名

Rb-Sr and Sm-Nd Isotope Systematics and Geochemistry of Siberian Kimberlites and Garnet-Pyroxenite Xenoliths: An Insight into Lithospheric Mantle Evolution and Kimberlite Origin

(シベリナ産キンバーライトとそのパイロキシナイト捕獲岩の
Rb-Sr・Sm-Nd 同位体学と地球化学：リソスフェリック・マントル進化と
キンバーライトの起源についての一考察)

近年, 同位体や微量元素の組成に基づき, キンバーライトのマグマの起源を明らかにしようとする研究は世界各地で盛んに行なわれ始め, キンバーライトは安定大陸に活動したにも関わらず, 海洋島に産する HIMU マグマにやや類似する化学組成を持ち, マグマの起源物質への下部マントル物質の関与の有無が注目されてきている。

本論文は, このような状況にあるキンバーライトマグマの起源について, シベリア南部のウダッチナヤ (Udachinaya) 周辺およびナクン (Nakyn) フィールドのキンバーライト (活動時期は古生代中期) について, Rb-Sr および Sm-Nd 同位体学と微量元素化学組成を用いてマグマの起源を考察し, さらにキンバーライト捕獲岩の研究を通じてマントル進化に関する考察を行なったものである。

著者はまず, シベリア産のキンバーライトの岩石記載学を行ない, これらのほとんどのものが, 南アフリカのキンバーライト研究によって分類された Group I に属するものであることを明らかにした。また, この研究の過程で新しく発見されたナクン・フィールドのキンバーライトがシベリア産のキンバーライトとしては特異なものであることがあきらかになった。結果は以下のように要約される。

ウダッチナヤ周辺のキンバーライトは枯渇した Nd 同位体組成 ($\epsilon \text{Nd}(t)=0.4 \sim 4.2$) をもち、 $\text{Nb/Zr} > 1$, $\text{La/Nb} < 1$ という典型的な Group I の特徴をもっている。これはアセノスフェアの特徴をのこしたもののだが、明瞭に分化した Nb/Zr と La/Yb 比、わずかに放射性 Sr に富んだ組成はその起源にエンリッチ・コンポーネントの存在を示す。また微量元素の解析から、小規模な起源物質の不均質性も認められる。

ナクン・フィールドのキンバーライトは $\text{TiO}_2/\text{K}_2\text{O}=0.43$, $\text{Nb/Zr}=0.4$ という値を示し、これは Group II の特徴である。しかし $\text{Ba/Nb}=0.95$, $\text{Ni/MgO}=45.2$ は Group I と Group II の中間値である。また、 $\text{La/Nb}=0.58$ は Group I の特徴である。ナクン・キンバーライトは世界中のどのキンバーライトよりもインコンパチブル元素に濃集しておらず、これらの含有量は他のキンバーライトの $1/2 \sim 1/3$ である。同時に、このキンバーライトは高い Sm/Nd (0.21) と Lu/Hf (0.06)、低い La/Yb (25.8) で特徴づけられる。Sr と Nd の初生値幅は非常に狭いことも特徴で、 $\epsilon \text{Nd}(t)$ は $+0.9 \sim -0.7$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ は $0.7059 \sim 0.7068$ である。これらの値は Group I に近い。このような特徴はナクン・キンバーライトの起源がユニークなものであることを示す。

シベリア・キンバーライトは両タイプともに枯渇したアセノスフェリック・マントルとエンリッチしたクラトン下のマントルを含んだ多元的起源物質の溶融によって形成されたことをしめすが、そのアセノスフェリック成分は HIMU 成分、Group I の Nd 同位体、スーパーコンドリティック Nb/Ta 比によって下部マントル由来の成分を含むことを暗示している。

キンバーライトの性質に加え、マントルの性格を検討する上で重要な情報源は捕獲岩であり、これまで研究例の少ないパイロキシナイト捕獲岩の Rb-Sr および Sm-Nd 同位体研究も行なった。その結果、これらの捕獲岩の起源は主に LREE に富むメルトから結晶集積作用によって形成されたものであると推定される。このメルトはペリドタイト・マントルに時々加えられ、マントル全体に交代作用を及ぼした。なお、Group B の中には葉片薄化した地殻物質起源のものもふくまれる。

これを要するに、著者は、シベリア産キンバーライトのマグマの起源とマントル進化について新知見を得たものであり、マントルの活動と進化に関わる地球惑星科学に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士 (理学) の学位を授与される資格あるものと認める。