

キンバーライト中のオリビン斑晶中に含まれる複数の希ガス成分：いかにして起源マントルの組成を読み取るか？

Intrinsic and secondary noble gas components in olivine in kimberlites: how to reveal their source compositions?

北村 文彦^{1*}, 角野 浩史¹, 松藤 京介¹, 長尾 敬介¹, 兼岡 一郎², KAMENETSKY, Vladimir S.³, KAMENETSKY, Maya B.³, GAFFNEY, Amy M.⁴, DONATTI-FILHO, Jose P.⁵

Fumihiko Kitamura^{1*}, Hirochika Sumino¹, MATSUFUJI, Kyosuke¹, Keisuke Nagao¹, Ichiro Kaneoka², KAMENETSKY, Vladimir S.³, KAMENETSKY, Maya B.³, GAFFNEY, Amy M.⁴, DONATTI-FILHO, Jose P.⁵

¹ 東大院理地殻化学, ² 東大地震研, ³ オーストラリア・タスマニア大学, ⁴ アメリカ・ローレンス・リバモア国立研究所, ⁵ ブラジル、カンピーナス州立大学

¹Geochemical Research Center, Grad. School Sci., Univ. Tokyo, ²Earthquake Research Institute, Univ. Tokyo, ³ARC Centre of Excellence in Ore Deposits and School of Earth Sciences, Univ. Tasmania, Australia, ⁴Lawrence Livermore National Laboratory, USA, ⁵Institute of Geosciences, Univ. of Campinas, Brazil

キンバーライトはダイヤモンドを地表にもたらした火山岩であり、その起源はダイヤモンドが安定に存在しうる地下150km以深と考えられているが [1]、十分明らかにされていない [2]。

我々はキンバーライト中のオリビンに含まれる希ガスの同位体分析を通してその起源に迫ることを試みてきた。Sumino et al. (2006) [3] はロシア・シベリア地方のウダチナヤキンバーライト [4] に含まれるオリビン斑晶に、ブルーム起源のネオンが含まれることを報告した。このことはウダチナヤキンバーライトの起源がマントル深部、おそらく下部マントルかコア・マントル境界であることを強く示唆する。すなわちキンバーライトには地球深部を探る情報源としての可能性があり、その一般性の検証が望まれる。

本研究では同地に加え、西グリーンランド [5] およびブラジル・ブラウナ地方 [6] で産出したキンバーライト中に含まれるオリビン斑晶の希ガスを分析した。希ガス抽出には、流体包有物中に濃集しているマグマ起源希ガスを選択的に抽出する破砕法を主として用いた。

ウダチナヤキンバーライト中の³He/⁴He比は多くの試料で6Ra (Raは大気Heの同位体比) 前後の値を示した。これは同地の大陸下マントル由来の捕獲岩の値(3Ra)に比べて2倍ほど高く、角野ほか(2012)[7]で報告されたウダチナヤダイヤモンドの値と一致する。また、ネオンおよびアルゴンの同位体比が示す傾向は、ブルームの痕跡を有するものと大陸下マントルの影響を強く受けているものに分かれた。さらに、サイズの小さな斑晶ほどより大陸下マントルの影響を強く受けていた。このことは、上昇してきたブルームが大陸下マントルの下部で滞留している間にダイヤモンドを形成した後、キンバーライトマグマを生成して地表に噴出するという角野ほか(2012)で示されたモデルを追認するものである。また、キンバーライトマグマの上昇過程でマグマの希ガス組成が周囲の大陸下マントルの希ガスによって書き換えられ、変化する過程を示していると考えられる。このことは、キンバーライトマグマがその上昇過程で、周囲のマントルを取り込みその組成を変化させていくモデル [8] と整合的である。

一方、西グリーンランドの試料はヘリウム同位体比が1.5 Ra前後のグループと0.5 Ra前後のグループに分かれた。ネオン同位体比も前者がシベリア大陸下マントルに近い傾向を示したのに対し、後者は核反応起源成分の寄与がさらに強い同位体比を示した。後者に見られる核反応起源成分にはフッ素起源の²²Neの付加も認められるため、オリビンに含まれるフッ素に富むメルトないし鉱物の包有物中で、噴出後に生成したものと考えられる。西グリーンランドキンバーライトのオリビン中に含まれる、マグマ起源と考えられる³Heの平均濃度はウダチナヤキンバーライトの約三分の一であり、マグマ起源の希ガス含有量が少なかったか、もしくは現在までに失われたことを示唆する。加えて西グリーンランドキンバーライトは噴出年代が約600 Ma [9] とウダチナヤキンバーライト (約347 Ma, [10]) より古いため、噴出以後に蓄積した放射壊変起源・核反応起源成分によって希ガス組成が支配されており、マントルに関する情報をほとんど失っているのだと考えられる。

ブラウナキンバーライトにはこの傾向がさらに顕著であり、³He/⁴He比が0.02Ra前後と、ほぼ放射壊変起源の⁴Heのみが含まれる。ネオンの組成も核反応起源成分の強い影響のみが観測され、マグマ成分の寄与は全くみられなかった。

以上の結果は、キンバーライトはマグマ起源の希ガス成分を保持しうるかどうか、個々の試料がおかれた環境やたどってきた歴史によって大いに異なることを示している。また、ウダチナヤの試料のようにマントル由来の成分を保持している場合でも、上昇の過程で周囲の大陸下マントルの汚染を受け、組成が変化していくことが明らかになった。従って、キンバーライトからより深部の情報を読み取るためには、注意深い試料の選別や分析が求められるとともに、含まれるダイヤモンドなどを合わせた総合的な研究が必要になると考えられる。

参考文献

[1] Haggerty (1994) EPSL 122, 57-69.

Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SGC54-09

会場:201A

時間:5月20日 11:15-11:30

- [2] Smith (1983) Nature 304, 51-54.
- [3] Sumino et al. (2006) GRL 33, L16318.
- [4] Kamenetsky et al. (2008) J. Petrol. 49, 823-839.
- [5] Gaffney et al. (2007) GCA 71, 2820-2836.
- [6] Donatti-Filho et al. (2012) Chemical Geology, in press.
- [7] 角野ほか (2012) JpGU 2012 Meeting, SGC55-04.
- [8] Russel et al. (2012) Nature 481, 352-356.
- [9] Larsen et al. (1983) Lithos 16, 215-221.
- [10] Maas et al. (2005) Geology 33, 549-552.

キーワード: キンバーライト, 希ガス, オリビン, シベリア・ウダチナヤ, グリーンランド, ブラジル・ブラウナ
Keywords: kimberlite, noble gas, olivine, Udachnaya, Siberia, Greenland, Brauna, Brazil