

微量元素組成から推察された異地性流体を捕獲した大陸マントル

Trace element evidence for trapped allochthonous fluid in subcontinental mantle

山本 順司[1], 兼岡 一郎[2], 中井 俊一[1], 荒井 章司[3], Vladimir Prikhodko[4]

Junji Yamamoto[1], Ichiro Kaneoka[1], Shun'ichi Nakai[2], Shoji Arai[3], Vladimir Prikhodko[4]

[1] 東大・地震研, [2] 東大地震研, [3] 金沢大・理・地球, [4] ロシア構造地質・地球物理研究所

[1] ERI, Univ. Tokyo, [2] ERI, Univ. of Tokyo, [3] Dept. Earth Sci., Kanazawa Univ., [4] Inst. Tectonics and Geophysics

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/jyama/>

上部マントルの均質性を示す重要な指標となっている He 同位体比において、大陸マントルでは系統的に低い部分の存在が指摘されている。本研究では、この低さの主因と考えられる He/U を、シベリア東部に産するマントル捕獲岩構成鉱物の流体包有物から様々な抽出法を介して直接的に測定することを試みた。その結果、流体包有物において著しく低い He 同位体比を示す試料は初生的に非常に低い He/U 比を有していたと考えられ、従来の予想と調和的であったが、この過程に時間軸を導入するとマントル内での現象とは考えにくく、シベリア東部の大陸マントルは初生的に低い He 同位体比を持つ成分を流体包有物中に捕獲した可能性が推察される。

中央海嶺玄武岩（以下 MORB）のマグマ源は海洋地域を代表する上部マントル成分と考えられており、更にこの MORB の希ガス組成は極めて均質であるため、上部マントルは地球化学的に均質な層を成していると推察されてきた。しかし大陸や島弧下のマントル組成は比較的变化に富む傾向を見せ、海洋地域の上部マントルの均質性を示す重要な指標となってきた He 同位体比においてさえ、大陸マントルでは系統的に低い値がマントル捕獲岩などから報告されている。この原因に関して従来の研究では大気的成分の混入、交代作用による放射性元素の富化や He の選択的減少などの過程が主張されているが、従来の研究ではガスの抽出に放射起源核種など二次的に生成した成分の影響を受けやすい加熱法を採用していることが多く、また、放射性核種が比較的少ないカンラン石の He 同位体比に関しては著しく低い値は報告されていないため、大陸や島弧のマントル物質で見られた低い He 同位体比は試料中における二次的な影響に因る可能性がある。

そこで本研究では二次的に生成した核種の影響を見積もり、大陸マントルの初生的な組成やその後の進化を究明するため、マントル捕獲岩中の希ガス及び放射性核種の分布を明らかにした上で、従来の研究で見られた He 同位体比の系統的な低さの原因の解明を目指した。試料としてはシベリア東部シホテアリン地域に産するマントル捕獲岩のうち、スピネル-ルルゾライトのみを用いた。このマントル捕獲岩からカンラン石、斜方輝石、単斜輝石を手選し、希ガスに関しては破碎法と加熱法を用い、U などの放射性核種に関してはリーチング法と酸分解法を用いて、これらの鉱物全体及び流体包有物からそれぞれの元素を抽出した。そして質量分析器により鉱物全体及び流体包有物中の He/U 比を直接的に見積もり、更に微量元素組成などと合わせて議論することで、大陸マントルの低い He 同位体比の原因を探ってみた。

破碎法によって抽出したガスの He 同位体比は MORB 的な領域から大気値を下回るような著しく低い値まで非常に変化に富むが、現在の流体包有物中の He 同位体比と He/U 比には系統的な相関は見られない。しかしこの He 同位体比の低さは MORB のマグマ源的な初生的成分中における放射性核種のその場壊変に因るものと仮定し、附加した放射起源 He を差し引くという処理を施すと、著しく低い He 同位体比を示す試料は初生的に非常に低い He/U 比を有していたと論じることができる。だが、この過程に時間軸を導入すると、観察された著しく低い He 同位体比を、上部マントル的な成分への放射起源成分の寄与だけで説明するには数十億年以上の時間を要する試料もあり、この過程をマントル内での現象と考えることは難しい。おそらくこの矛盾は、用いたマントル捕獲岩の流体包有物が初生的に上部マントル的な He 同位体比を有していたと仮定したことに問題があったと考えられる。つまりシベリア東部の大陸マントルに見られた低い He 同位体比は、放射性核種のその場壊変に因るものではなく、初生的に低い He 同位体比を持つ成分を二次的に捕獲したことに因ると考えられる。一方、加熱法で抽出したガスのうち、最高温度で抽出した希ガスの He 同位体比は MORB 的な値を示す。これはシベリア東部に MORB のマグマ源的なマントルが初生的に存在していたことを示唆するものかもしれない。更に、放射起源的成分の影響を示す He/Ar 比や系統的に低い Ar 同位体比などの補足的な指標も考え合わせると、シベリア東部シホテアリン地域の上部マントルは元々 MORB のマグマ源的な成分であったが、沈み込んだスラブに関係した成分を流体包有物として捕獲したという可能性が考えられる。