

論文審査の結果の要旨

氏名 山本順司

本論文は、極東シベリア・シホテリアン地域のアルカリ玄武岩中に捕獲岩として含まれていた超塩基性岩を試料とし、希ガス同位体比、化学組成、岩石学、分光学などの手段を用いて、それらが保持している特異的な希ガス成分の成因とその担い手としての流体包有物などについての特性を明らかにしたものである。

本論文は6章で構成される。第1章は、大陸下マントルに関する従来の希ガス研究の紹介、第2章は、シホテリアン地域におけるマントル捕獲岩についてこれまでに得られている研究結果の概括、第3章は本研究で用いられた各種の実験方法の記載、第4章はそれらの結果とその意味について述べている。第5章では、各種の測定結果などを基に、大陸下マントルにおける循環物質の存在形態についての議論、第6章は本論文のまとめである。付録として、各種実験における確度の検討や炭酸ガス包有物の顕微鏡写真、希ガス抽出の際の温度較正、測定データなどがつけられている。

第1章では、大陸下マントルに関する従来の希ガス同位体比についての紹介が行われ、大陸縁辺下マントルの試料に関するデータはないこと、岩石生成後に付加される二次的成分の影響を避けるために行われる、破砕法によりガス抽出されたカンラン石試料の場合の $3\text{He}/4\text{He}$ 比の報告値は、大気の数倍以上であることなどが強調されている。

第2章では、本論文で対象とする極東シベリアのシホテリアン地域のアルカリ玄武岩に含まれる超塩基性岩について、その岩石学的特徴、鉱物組成、化学組成などを調べ、それらが上部マントル最上部に存在するとされるスピネル-ルゾライトであり、輝石温度計を用いて平衡温度を摂氏約 $800-1100$ 度と推定している。またこれらのカンラン石に、流体包有物の存在を確認した。

第3章では、カンラン石の包有物から脱ガスする希ガス同位体比を選択的に測定するための破砕法による脱ガス、鉱物組織から脱ガスする成分を同定するために行う段階加熱法、流体包有物のガス圧などを推定するために試みたラマン分光分析、放射性親核種としてのウランなどの定量をするために行った誘導結合プラズマ質量分析などの実験方法の詳細について記載している。

第4章では、本研究で得られた結果について詳細な検討を行っている。希ガス同位体比としては、カンラン石の $3\text{He}/4\text{He}$ が破砕法によって脱ガスされた成分でも大気の数より低い値が存在することを報告しているが、このように低い値が破砕法によってマントル物質中に見いだされたことはこれまでに例がない。

またこのような値が、メルト包有物に起因することを示した。さらに段階加熱法によって、高温で脱ガスする成分には、中央海嶺玄武岩(MORB)と同様に大気の約8倍程度の $3\text{He}/4\text{He}$ を示すものがあるが、これらは気泡としての炭酸ガス包有物を含むものに見いだされることを明らかにした。またカンラン石中のウラン含有量の測定結果から、カンラン石に見いだされた低い $3\text{He}/4\text{He}$ は地表噴出後に 4He の蓄積によって生じたものではなく、マントル内における流体としてとりこまれた可能性の高いことを示した。これらの $40\text{Ar}/36\text{Ar}$ は1000以下であり、水などを通じての大氣的成分の関与を示している。一方、ラマン分光分析と流体包有物の均質化温度測定の結果からは、炭酸ガス包有物中の炭酸ガスは上部マントル最上部の圧力と調和的な密度を有することが明らかにされた。

第5章では、本研究で得られた結果をもとに、極東シベリアの大陸辺縁下マントルでは、過去に沈み込んだ古い地殻物質に由来する放射性起源成分と、水を通じての大氣的成分が関与している可能性を論じている。

第6章は以上のまとめである。

以上述べたように、本論文は大陸縁辺下マントルにおいて沈み込んだ地殻成分由来の流体物質が寄与していることを希ガス同位体比を用いて明らかにし、さらにそれらの成分と鉱物中の流体包有物との対応を特定し、包有物の内圧なども推定した。これらはいずれも全く新しい知見であり、その地球科学的意義は大きい。よって本審査委員会は、全員一致で本論文が本学の博士(理学)の学位を授与するに値するものと認定した。

なお本研究の一部は、荒井章司、鍵裕之、兼岡一郎、中井俊一、Prihodko氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって行ったもので、その寄与が十分であると判断する。