

論文審査の結果の要旨

氏名 金 兌勲

本論文は7章からなる。

第1章では、リチウムの化学的特徴、自然界でのリチウム同位体比の変動とその原因が述べられ、地球表層、地球内部での同位体比変動についてこれまでの研究成果がレビューされている。申請者は、リチウムの地球内での循環を考えるため、1)中央海嶺周辺での岩石-熱水相互作用の影響、2)海洋地殻がマントルに沈み込む際の脱水過程、3)マントルへ沈み込んだ物質内部でのリチウムの拡散による同位体比の変化に注目した。これらのプロセスで起っている同位体比の変動を、岩石試料に残された記録から読み解くことを研究の目的としていることが述べられている。

第2章はリチウム同位体比の分析方法について述べられている。申請者は、多重検出器型誘導プラズマ質量分析計を用いてリチウム同位体比の測定を行った。特に、二段階カラム精製法を用いることにより高精度分析を達成した。これまでの、一段階分離法と比べて、標準岩石試料から精製したリチウムの同位体比の分析再現性は0.9パーミルから0.5パーミルへと改良されている。

第3章では、海洋地殻のどの程度の深さまで岩石-熱水相互作用によりリチウム同位体比が変化しているかを調べるためにオマーンオフィオライトの分析を行っている。海洋地殻深部のリチウム同位体比についての情報は乏しく、地球内部のリチウムの循環を議論する際に、沈み込む物質についての全体像が必要である。申請者はオマーンオフィオライトの試料を海洋地殻上部だった部分から海洋地殻深部までの試料を初めて分析している。その結果、海洋地殻深部でも新鮮な海洋地殻より重いリチウムに富むことが明らかになり、海洋地殻の深部にまで熱水が浸透したことが明らかになった。また、熱水のリチウム同位体は海水と海洋地殻の岩石の相互作用では説明できず、間隙水の報告例のような同位体組成を持つことがわかり、海洋地殻表層の堆積物もリチウムを供給している可能性が示唆された。

第4章では、沈み込み帯の脱水反応でのリチウム同位体分別についての情報を得るために、カムチャッカ半島のアバチャ火山のマントル捕獲岩を分析している。沈み込み地域での海洋地殻とその上の堆積物から流体が放出される際のリチウム同位体の分別については、火山岩や海洋地殻の化石と解釈されているエクロジャイトなどの分析値からの議論が行われてきたが、本研究では捕獲岩により沈み込み地域のマントルを直接分析した。捕獲岩は微量元素含有量の特徴から、流体による交代作用を受けたものと岩石溶融物による交代作用を受けたもの、更に交代作用を受けていないものにわけられるが、三者ともにリチウム濃度は比較的均質であり、新鮮な中央海嶺玄武岩が示す上部マントルとリチウム同位体比

もほぼ同じであることが明らかになった。申請者は沈み込む海洋地殻や堆積物から放出される流体や溶融物は周囲のマントル物質とリチウムを速やかに交換するために、沈み込み物質から期待される重い同位体比を持たない可能性を示唆している。

第 5 章では、マントルを循環した物質が再び火成活動により地表にリサイクルした海洋島火山の分析を行っている。イタリア・サルジニア島のログドロ地域の玄武岩は、マントル端成分のうち、不適合元素に富む EM1 的な特徴を持つ。この地域の玄武岩は新鮮な中央海嶺玄武岩とほぼ等しいかやや軽いリチウム同位体組成を持つ。また Sr, Nd, Pb, Hf など他の同位体トレーサーとの相関を示さない。リチウムが他の同位体トレーサーと相関を示さないことから、申請者はリチウムが沈み込み物質から周囲のマントルへ拡散して移動する可能性を議論した。報告されているリチウムの二つの同位体の拡散速度からモデル計算を行うと、沈み込む海洋地殻がマントルの中で数億年にわたり滞留する間に、リチウムの同位体組成が大きく変化し、もとの沈み込み物質の同位体特徴を保存しない可能性を示した。

第 6 章では、これまでの研究報告と本研究の第 3 章から 5 章までの部分で得られた成果から、地球内部でのリチウム循環について議論している。特に、沈み込んだ物質がマントル内で拡散の影響を受け、もとの特徴から大きく変動した値を示す点を強調している。

第 7 章では、本研究で得られた成果をまとめ結論を示している。

以上のように、申請者は微量リチウム同位体比分析の高精度化に成功した。開発した方法を地球内のリチウムの循環を調べる上で重要な種々の試料に適用し、地球内部でのリチウム循環について議論した。これらの成果は同位体地球化学への大きな貢献と評価することができ、学位授与にふさわしいと判断できる。

なお本論文の第 3, 4, 5 章は、中井俊一などとの共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。