

氏名

石川 剛志

学位の種類 学術博士

学位授与番号 博甲第928号

学位授与の日付 平成3年3月28日

学位授与の要件 自然科学研究科物質科学専攻

(学位規則第5条第1項該当)

学位論文題目 Development of boron isotopic analysis and its application to the geochemistry of oceanic crust and island arc volcanics
ホウ素同位体比分析法の開発とその地球化学的応用論文審査委員 教授 日下部 実 教授 秋本俊一 教授 本間弘次
教授 古谷洋一郎 教授 脇本和昌

学位論文内容の要旨

ホウ素は地球表層部での循環性が高い元素の1つであり、またその同位体比($^{11}B/^{10}B$)には天然界で約60%という大きな変動が認められる。このことからホウ素同位体比はマントル・地殻間の物質リサイクリングを明らかにする上で極めて有用なトレーサーであると考えられる。しかしながら分析の困難さのために、これまで岩石試料のホウ素同位体比はほとんど測定されてこなかった。本論文では、岩石中のホウ素同位体比の全く新しい分析法を開発し、それを用いて海洋地殻および島弧におけるホウ素同位体地球化学の概略を明らかにするため以下の研究を行った。

(1) ホウ素-マンニット錯体の形成を利用した酸性溶液からのホウ素の揮発の完全な抑制法の開発。 (2)(1)を利用した岩石試料のホウ素同位体比の精密測定法の開発、 (3) 海洋地殻におけるホウ素含有率・ホウ素同位体比の分布およびその時間進化の解明。 (4) 島弧火山岩のホウ素同位体比の時空分布の決定と、それを用いた島弧火山活動に対する沈み込む海洋地殻物質の寄与の定量的評価。

これらの研究によって、沈み込み帯を介したマントル-地殻間の物質リサイクリングの解明にホウ素同位体比をトレーサーとして使用する可能性が拓かれた。

論文審査の結果の要旨

ホウ素はその特異な化学的性質のために、マントル・地殻間の物質循環の有望な指標であると期待されながら、分析の困難さのためにこれまで岩石試料のホウ素同位体比の測定

例がほとんど無い。

本論文は、岩石中のホウ素同位体比の新しい分析法を開発し、島弧の火山活動に対する変質した海洋地殻や堆積物の影響をホウ素同位体地球化学の立場から明らかにしようとしたものである。

(1) ホウ素に対して等モル以上のマンニットを添加して安定な $[BL]^-$ 錯体（Lはマンニット）の生成させ、HF, HCl 溶液の蒸発操作からのホウ素の揮発を抑止した。これによりホウ素の同位体分別を起こすことなく、HF, HCl を分離操作に用いることが可能となった。

(2) 岩石試料を HF で分解し、ホウ素を H^+ 型および F^- 型のイオン交換樹脂を用いて単離した。また分析に用いる試薬量と環境からの汚染を極少化した。この分解法・分離法と $Cs_2BO_3^+$ 質量分析法との組み合わせにより、従来の10分の1の試料の $\delta^{11}B$ 値を 10 倍の濃度で測定することに成功した。

(3) DSDP-ODP Hole 504B における海洋地殻試料のホウ素濃度 (B, ppm) とホウ素同位体比を測定した。非変質の 504B MORB では $B = 0.5 \text{ ppm}$ および $\delta^{11}B = 0 \text{ ‰}$ であった。低温 ($0 \sim 60^\circ\text{C}$) の変質では海水中のホウ素 ($\delta^{11}B = 39 \text{ ‰}$) の変質物への吸着のためにホウ素濃度は高くなり ($\sim 20 \text{ ppm}$)、かつ高い $\delta^{11}B$ 値 ($+2 \sim +11 \text{ ‰}$) を示す。これに対して高温 ($200 \sim 400^\circ\text{C}$) の熱水変質では岩石中のホウ素が熱水中に溶出するため変質 MORB のホウ素濃度は低下する (最低 0.2 ppm) が、 $\delta^{11}B$ 値は不变である。これらから海洋地殻中のホウ素濃度と同位体比の一般的な分布とその時間変化を推定した。

(4) 伊豆島弧の現世の火山岩の $\delta^{11}B$ 値は火山フロントで最も高く、背弧側に向かって連続的に低下する。これは沈み込む海洋地殻 (スラブ) の脱水あるいは溶融に伴ってマントルに附加された物質の寄与が火山フロントで最も大きく、背弧側に向かって減少することを意味する。火山フロントの高い $\delta^{11}B$ 値 ($+7 \text{ ‰}$) は、低温変質MORB のホウ素の寄与を支持し、堆積物 ($\delta^{11}B = -12 \sim -4 \text{ ‰}$) からの寄与はあまり重要でないことを示唆する。またスラブ起源のホウ素は 80~90% が変質MORB, 20~10% が堆積物に由来すると推定された。このような島弧火山活動に対する沈み込む海洋地殻物質の寄与の定量的見積もりはホウ素同位体比の導入によってはじめて可能になった。

以上の研究はホウ素同位体地球化学の基礎を確立させたと同時に、ホウ素が沈み込み帯を介したマントル-地殻間の物質リサイクリングの解明に極めて有効なトレーサーであることを明示した。本審査会は、上記の論文内容および参考論文などを総合的に審査し、石川剛志は学術博士の資格に十分値するものと認める。