

平成23年5月24日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20540468

研究課題名(和文) 沈み込み帯での脱水・加水作用と固体地球プロセスの解明

研究課題名(英文) Elucidation of dehydration and hydration at subduction zones and solid earth processes

研究代表者

森口 拓弥 (MORIGUCHI TAKUYA)

岡山大学・地球物質科学研究センター・准教授

研究者番号：70304342

研究成果の概要(和文)：三波川帯に産するエクロジャイト岩からザクロ石・オンファス輝石・角閃石・フェンジャイト・ジルコンを分離し、複数の年代法(Rb-Sr, Sm-Nd, U-Pb, K-Ar, Lu-Hf 同位体システムによる年代法)を適用し、沈み込み過程から地表への上昇過程において、その試料が被った現象を年代学的に明らかにすることを試みた。

研究成果の概要(英文)：Exhumation processes after eclogite phases metamorphism at subduction zone were made clear chronologically by multiple-chronometers using Rb-Sr, Sm-Nd, K-Ar and Lu-Hf isotope system were applied to mineral separates of garnet, omphacite, amphibole, phengite and zircon.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学 岩石・鉱物・鉱床学

キーワード：三波川変成岩；年代学；エクロジャイト；脱水作用；加水作用；固体地球プロセス；沈み込み帯

1. 研究開始当初の背景

水惑星である地球は、化学的進化過程において水が重要な役割を果たし、太陽系におい

て他の惑星にはない特異な進化過程を経て今日の姿を形作っている。物質およびエネルギーの移送機構として地球に特徴的なプレ

ートテクトニクスの枠組みにおいて、海嶺で生産された海洋地殻は、海洋底において海水との反応による変質作用を被って海溝より海洋堆積物とともにマントル内に沈み込み、島弧下の沈み込み帯において脱水作用を受けて流体を放出して島弧火成作用を誘発し、また流体放出後のスラブ物質はその化学組成を大きく変化させてさらにマントル深部に至り、海洋島玄武岩類 (OIB) の起源物質になると考えられている。このような地殻-マントル間の物質循環の入り口にあたる沈み込み帯は、マントル深部に沈み込むスラブにとっては脱水作用の場であるが、その一方で、我々が地表で手にできる沈み込み過程を経た変成岩類は、マントル深部に沈み込むことができず、地表に上昇するまでに様々な程度の加水作用を受けて大陸地殻の一部を形成するに至っている。しかしながら、これまで沈み込み過程を経た変成岩は脱水作用後の「抜け殻」として扱われてきたが、実際には、地表に露出した沈み込みを経験した変成岩のほとんどは、温度・圧力がピークに達した後の降温過程時の加水作用の影響を強く受けており、「抜け殻」ではなく、むしろ上昇時の降温過程において流体の「スポンジ」として機能しているはずである。つまり、地球表層付近の沈み込み帯は地殻における最大加水作用の場であり、天然の変成岩の地球化学的解析により沈み込み帯浅所における流体の起源や振る舞いを明らかにできることが期待される。このような流体は、ウェッジマントルを汚染するだけでなく、スラブの上昇に大きく寄与していると考えられるため、沈み込み帯浅所における加水作用を理解することは、ウェッジマントルの化学的進化はもちろん、大陸地殻の形成と進化といった固体地球プロセスを理解するうえでも不可欠である。

2. 研究の目的

本研究では、エクロジャイト相までの沈み込みを経験した変成岩類 (三波川変成岩類) に対して、徹底的な地質学的・岩石学的記載により、変成岩に記録された加水作用由来の鉱物や組織に注目し、主要・微量元素および同位体 (Li・B・Sr・Nd・Pb・Hf) によるマルチ元素・同位体解析を全岩および分離鉱物に対して行い、また EPMA および SIMS を用いた主要・微量元素・同位体 (Li・B) のその場分析も合わせて、マントル内に沈み込んだスラブ物質が再び地表にもどるまでの降温過程における沈み込み帯前弧域での流体の起源、組成および挙動を明らかにする。

昇温・降温の両方の過程により形成されうる鉱物として、泥質変成岩においては角閃石やフェンジャイトがあげられ、これら鉱物の主成分組成により形成条件を識別して、微量元素および Li・B・Sr・Nd・Pb・Hf 同位体解析を行えば、流体の起源物質を同定することができるはずである。また、EPMA や SIMS により累帯構造を有する鉱物に対して主要・微量元素、同位体のその場分析を行えば、昇温から降温過程を通しての流体の化学組成変動を明らかにすることができるはずである。

緑色岩に対しては、昇温過程における近傍の泥質変成岩由来の流体の寄与を考慮する必要があるが、泥質変成岩からの距離と緑色岩の全岩組成変動との関係を明らかにして、昇温過程における泥質変成岩由来の流体が緑色岩の全岩微量元素・同位体組成に与える影響を除去できれば、降温過程での加水作用における流体の化学組成を明らかにすることができるに違いない。また結晶片岩に出現するアルバイト斑状変晶は、流体への溶解度が高い Na を主成分とする鉱物であり、またその産状から流体が流れた痕跡である可能

性が高い。そこで、アルバイトを分離して、マルチ微量元素・同位体分析を行い、この仮説を検証した上で、流体の起源を明らかにし、アルバイト斑状変晶の産状の解析結果とあわせて結晶片岩中の流体の浸透様式を解明する。

また相対的に最も水に枯渇したエクロジヤイトと低変成度の試料から得られた結果とこれまでに得られた結果を合わせて解析し、ウェッジマントル先端での流体の流れやスラブの地表への上昇機構を考察し、ウェッジマントルおよび大陸地殻の化学的進化を解明する。

本研究を通して、Li および B 同位体の降温過程時の挙動を明らかにすると同時にこれら同位体の地球化学的トレーサーとしての有効性の拡大も図る。Li と B は、一般的な造岩鉱物には微量元素として鉱物に含まれる。また、水や流体に対する溶解度が大きいため水や流体が関係した現象において反応性が高い元素である。さらに、相対質量差が大きい2つの安定同位体、 ${}^6\text{Li}$ ・ ${}^7\text{Li}$ 、 ${}^{10}\text{B}$ ・ ${}^{11}\text{B}$ をもち、低温の反応では大きな同位体分別が期待される。Li および B 同位体比はその鉱物の晶出に寄与した流体の起源物質の同位体組成を反映するだけでなく、その大きな相対質量差により、形成時の温度条件に対しても鋭敏な同位体分別が起こりうると考えられ、昇温・降温過程を識別する有効なトレーサーになりうることを期待される。予察的なものも含めてこれまでに我々が行った変成鉱物に対する Li および B 同位体のその場観察により、変成作用のピーク時と降温過程時とでは、同位体組成は明瞭に異なることが示された

(例えば Nakano & Nakamura, 2001; Bebout and Nakamura, 2003)。本研究ではマルチ元素・同位体解析も合わせて、降温過程時の Li と B 同位体の挙動に対する理解を深め、トレ

ーサーとしての適用範囲を広げることも本研究の重要な目的の一つである。

3. 研究の方法

本研究では天然試料を分析対象として、全岩粉末試料と分離鉱物、岩石薄片を準備する。これらに対し、高精度分析方法による、主要・微量元素および同位体 (Li・B・Sr・Nd・Pb・Hf) 分析を包括的に行って、ミクロスケールからキロメートルスケールまでの観察および考察に基づいて、沈み込み帯での降温過程における加水作用についてさまざまな角度から制約条件をかけて、流体の起源および浸透様式の解明を試みる。

本研究を遂行するにあたり、分析装置をはじめとする設備はすでに配備されているため、経費のほとんどは実験のための消耗品に当てられる。全岩試料の主要元素分析には蛍光 X 線分析装置 (XRF) を用いる。全岩試料や分離鉱物の微量元素分析には四重極型 ICP-MS (Q-ICP-MS) を使用する。全岩試料および分離鉱物の同位体分析には、表面電離型質量分析計・マルチコレクタ型 ICP-MS (MC-ICP-MS) を用いる。また、その場分析において、主要元素分析は EPMA を、微量元素と Li・B 同位体分析には、それぞれ汎用 SIMS と高分解能型 SIMS をそれぞれ使っていく。

本研究は記載岩石から最新の地球化学分析まで多岐にわたるため、本研究では、研究代表者の森口をはじめ、各分野のエキスパートとして、辻森・太田を分担者とする3人体制をとっている。本研究は、従来の変成岩岩石学に対して新しいパラダイム転換を提唱するものであるが、本研究が単なるエキセントリックな方向に突っ走ることを防ぐためにも、変成岩岩石学の専門家である若手かつ気鋭の辻森と太田が分担者として本研究に参加している。大局的な役割分担として、森口はクリーンルーム内での化学分析と研究

包括を、辻森は野外調査・試料採取、顕微鏡および EPMA による岩石記載を、太田は顕微鏡による岩石記載と汎用 SIMS による微量元素のその場分析を、中村は高分解能型 SIMS による同位体分析を担当する。

4. 研究成果

三波川帯に産するエクロジヤイト岩からザクロ石・オンファス輝石・角閃石・フェンジヤイト・ジルコンを分離し、複数の年代法 (Rb-Sr, Sm-Nd, U-Pb, K-Ar, Lu-Hf 同位体システムによる年代法) を適用し、沈み込み過程から地表への上昇過程において、その試料が被った現象を年代学的に明らかにすることを試みた。

本研究で用意した二つの試料は岩石学的な特徴が大きく異なり、一つは石英に富むエクロジヤイト、もうひとつは苦鉄質エクロジヤイトである。全岩に対し、主要元素分析を蛍光 X 線分析装置を使って、また微量元素分析を四重極型誘導結合プラズマ質量分析計により行った。さらに Sr 同位体および Nd 同位体分析と同位体希釈法による Rb・Sm の濃度分析を表面電離型質量分析計により行った。またザクロ石・オンファス輝石・角閃石・フェンジヤイト・ジルコンの鉱物分離を行った。このうち、角閃石とフェンジヤイトは初生的な組成のものと二次的過程で形成されたものとに分離することに成功した。二次イオン質量分析計を使ったジルコンの U-Pb 年代とザクロ石-オンファス輝石-初生角閃石-全岩およびザクロ石-オンファス輝石-全岩による Sm-Nd アイソクロン年代により研究に使ったエクロジヤイトが最高変成度に達した年代を明らかにすることができた。また、フェンジヤイト-全岩、角閃石-フェンジヤイト-全岩による Rb-Sr アイソクロン年代はそれより系統的に 6~10Ma 若い年代値を示し、フェンジヤイトと角閃石の

K-Ar 年代は Rb-Sr 年代法により得られた年代よりもさらに 27Ma 若い年代値を示し、それは、これまでの研究により得られた K-Ar 年代値とほぼ一致するものであった。このように変成ピーク後の二次的過程のタイミングを明らかにすることができたが、現在、Lu-Hf 年代法によりこれらのエクロジヤイトの冷却史も明らかにする研究が進行中である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 0 件)

〔学会発表〕 (計 0 件)

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://pmlgw.misasa.okayama-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森口 拓弥 (MORIGUCHI TAKUYA)

岡山大学・地球物質科学研究センター・准教授

研究者番号：70304342

(2) 研究分担者

辻森 樹 (TSUJIMORI TATSUKI)

岡山大学・地球物質科学研究センター・准教授

研究者番号：00436833

(3) 連携研究者

