

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 8 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21540495

研究課題名（和文） 西南日本沈み込み帯域マントルの岩石・化学的特徴とその進化過程に関わる火成活動

研究課題名（英文） Petrological and geochemical characteristics of lithospheric mantle and magmatism related to its evolution at the Southwest Japan arc

研究代表者

芳川雅子（YOSHIKAWA MASAKO）

京都大学・大学院・理学研究科・教務補佐員

研究者番号：00378605

研究成果の概要（和文）：九州玄海灘沖黒瀬に産するマントル捕獲岩 13 試料中の単斜輝石の微量元素・Sr-Nd 同位体組成を求め、①インコンパティブル元素に枯渇し日本海の玄武岩の Sr-Nd 同位体組成と一致するもの、②九州に産する新生代火山岩類の Sr-Nd 同位体組成と一致するもの、③基盤花崗岩類や苦鉄質グラニュライトの Sr-Nd 同位体組成域にプロットされるもの、の 3 タイプに分類できる事がわかった。

研究成果の概要（英文）：Ultramafic xenoliths from Kurose, Southwest Japan represent fragments of the lithospheric mantle beneath the back-arc of the active Southwest Japan volcano-tectonic arc. We divided the Kurose peridotite xenoliths into three types, on the basis of the Sr-Nd isotopic and trace element compositions of the clinopyroxenes in the 13 ultramafic xenoliths, (1) Japan-Sea basalt type which shows depletion of incompatible elements and similar variation of Sr-Nd isotopic compositions of Japan-Sea basalts, (2) EM I type which has similar Sr-Nd isotopic compositional range of Cenozoic basalts of Kyushu and (3) EM II type with enriched Sr-Nd isotopic composition and incompatible elements. These xenoliths would have experienced the following events; (1) open-system partial melting of the continental lithosphere with influx of an asthenospheric melt with MORB-like isotopic composition during the back arc basin the Japan Sea opening, (2) metasomatism with the asthenospheric melt related to the Kyushu basalts.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	800,000	240,000	1040,000
2010 年度	600,000	180,000	780,000
2011 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1900,000	570,000	2470,000

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：マグマ・火成岩

1. 研究開始当初の背景

島弧・大陸弧(火山弧)のマグマに含まれるマントル捕獲岩は、現在の沈み込み帯域のマントルの断片であり、これらの岩石・化学的特徴を明確にする事は、島弧・大陸弧での火成

活動の変遷や多様性の解明の基礎となる。

しかしながら大陸リフト帯や海洋島といった他のテクトニックセッティングにくらべ、火山弧マグマ中の捕獲岩の報告は極端に少ない（例えば、Nixon,1987）。さらにマ

ントル物質は、マグマ形成過程や多様性の解明に有効な液相濃集元素の濃度が低いため、火成活動による物質分化や年代の解明に一般的に用いられる、Sr-Nd-Pb といった同位体組成の蓄積が特段遅れている。このため、沈み込み帯域のマントル捕獲岩の微量元素・同位体組成がセットで出されている例は非常に少ない。

現在までに得られた火山弧マグマ中のマントル捕獲岩の Sr・Nd・Pb・Os といった多元素の同位体組成と微量元素組成の特徴と岩石組織を用いた考察から、それらは沈み込むスラブ由来の成分によって交代作用を被っていること、マントルウェッジにおけるコーナーフローでマントル深部に運ばれた含水マントルの部分熔融で生じたメルトによる交代作用も被っていることが示されている (Brandon et al., Chem. Geol., 1999; Rivalenti et al., JSAMES, 2004)。一方、同様のプロセスが背弧マグマ形成のプロセスとして提唱されており (例えば Sakuyama & Nesbitt, JVGR, 1986; Tatsumi et al., JVGR, 1986)、火山弧での地殻—マントル間での物質循環の一端が解明されたといえる。しかし、先にも述べたように包括的にデータがでている研究例は少なく、地殻—マントル間での物質循環の解明のためにはデータの蓄積が望まれていた。

2. 研究の目的

本研究では、九州玄海灘沖の黒瀬に産するマントル捕獲岩を対象とし、構成鉱物の微量元素および同位体組成を求め、沈み込み帯域のマントルの化学的・同位体的特徴を観察し、これらの進化過程を明確にすることと島弧火山岩や深成岩類との成因関係を明確にすることを目指した。

3. 研究の方法

捕獲岩中の単斜輝石の微量元素・同位体組成を求めデータの蓄積を行った。マントル物質では Sr-Nd 同位体組成よりもはるかに分析例の少ない Pb 同位体組成を求めるため、近年極微量試料の高精度 Pb 同位体比測定法として用いられているダブルスパイク法 (例えば、Woodhead, 1995) の開発に取り組んだ。

4. 研究成果

13 捕獲岩中の単斜輝石の微量元素を求めた。その結果従来黒瀬マントル捕獲岩から報告されていたよりも広範な微量元素組成幅を持つ事がわかった。この組成幅は、少なくとも母岩と類似したアルカリ玄武岩やスラブ由来流体による交代作用を受けていたことを示している (芳川ら, 日本地質学会講演要旨集, 2009)。さらに、北部九州に産する北松浦玄武岩類の Sr-Nd-Pb 同位体分析を共

同研究として行い、この玄武岩類が EM 2 + DMM 的なマントルダイアピルがスラブ由来流体で汚染されたリソスフェリックマントルを取り込みながら熔融したことがわかった (柵山ら, 2009; Sakuyama et al., GCA, 2009)。この結果はリソスフェリックマントルの断片である黒瀬マントル捕獲岩が、スラブ由来の流体成分を含む玄武岩によって交代作用を受けていたと考察される結果と調和的である。また、他の島弧下のリソスフェリックマントルと火山岩類間の成因関係を考察し、一般化を図るためイタリア・シシリー島に産するマントル捕獲岩についても Sr-Nd 同位体分析を行い、かんらん岩と輝岩の同位体組成が異なっており、輝岩はよりアセノスフェリックレザバーと関与していることを示した (Bianchini et al., Min. Petrol., 2010)。斜方輝石やかんらん石の Rb-Sr や Sm-Nd 同位体組成を得る事は、リソスフェリックマントルで起きた化学的プロセスの年代を得るために重要である。こららの鉱物について分析を試みたところ、Rb-Sr 同位体組成を得る事は出来たが、Sm-Nd 同位体組成は濃度が低く、精度良い分析は行えなかった。しかしながら、Yoshikawa et al. (JMPS, 2010) では 1 試料のみしか見出していなかった、九州の火山岩類の Sr-Nd 同位体組成域と重なるかんらん岩捕獲岩を複数見出した (芳川ら, 日本地球化学会第 58 回講演要旨集, 2011)。さらに最も肥沃した同位体組成を持つ試料は、(1) 母岩の玄武岩より低い Nd 同位体組成を持ち EM I マントル成分と一致するものと (2) EM II マントル成分と類似し、基盤花崗岩類の Sr-Nd 同位体組成域にプロットされ、苦鉄質グラニュライトとほぼ一致するものが認められた (図 1)。九州から中国大陸に産する新生代の火山岩類には EM I 成分の関与が推測されており (例えば Hong a & Uto., Chem. Geol., 2003)、リソスフェリックマントルが EM I 成分を持ち母岩とは異なるマグマによって汚染されたことを示しており、従来火山岩の研究から推測された火山岩類と上部マントルとの密接な関係を改めて確認した点で重要である。また、基盤花崗岩類は花崗岩類としては年代補正後の Sr-Nd 同位体組成が比較的枯渇しており、上部地殻混合の影響が少なく下部地殻から上部マントルを起源物質とすると推測されている (大和田ら, 地質学論集, 1999) が、今回得られた結果は黒瀬の上部マントルが花崗岩類の起源物質となりうることを示しており、マントル捕獲岩を研究することによって花崗岩類の成因に制約を与えることができたという点で重要である。

また、Pb 同位体分析のためのダブルスパイク法について、スパイクの作成と同位体比計算のためのプログラム作成を終了した。

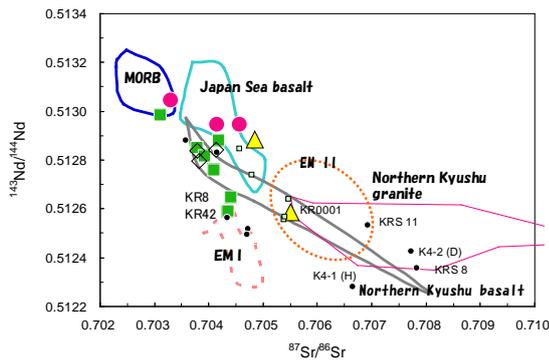


図 1. 日本海玄武岩タイプ (●), EM I タイプ (■) and EM II タイプ (▲) 黒瀬マンテル捕獲岩の Sr-Nd 同位体組成. 比較のため黒瀬かんらん岩報告値(●) と母岩玄武岩(◇) の結果を示した(Kagami et al., 1993; Ikeda et al., 2001; Hoang & Uto, 2003; Nishio et al., 2004; Senda et al., 2006). MORB, EM I and EM II 玄武岩 (Hofmann, 1977), 日本海玄武岩(Tatsumoro & Nakamura, Cousen et al., 1994) 北部九州玄武岩(Kakubuchi et al., 1995; Uto et al., 2004) and 九州花崗岩(Owada et al., 1999) の領域も示した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 6 件)

- ① Harvey, J. Yoshikawa, M., Hammond, S.J., Burton, K.W. Deciphering the trace element characteristics in Kilbourne Hole peridotite xenoliths: melt-rock interaction and metasomatism beneath the Rio Grande Rift, SW USA. ,in press, *Journal of Petrology*.
- ② Miyoshi, M., Shibata, T., Yoshikawa, M., Sano, T., Shinmura, T., Hasenaka, T., Genetic relationship between the post-caldera and caldera- forming magmas of Aso volcano, SW Japan: Constraints from Sr isotope and trace element compositions. 査読有, *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 106, 2011, 114-119.
- ③ Yoshikawa, M., Arai, S., Ishida, Y., Tamura, A. and Shimizu, Y. (2010) Trace element and Sr-Nd isotopic features of ultramafic xenoliths from Kurose, the Southwest Japan arc. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 105, 2010, 346-351.
- ④ Yoshikawa, M., Kawamoto, T., Shibata, T., and Yamamoto, J., *Geochemical and Sr-Nd*

isotopic characteristics and pressure-temperature estimates of mantle xenoliths from the French Massif Central: evidence for melting and multiple metasomatism by silicate-rich carbonatite and asthenospheric melts, Geological Society, London, Special Publications, v. 337, 2010, 153-175.

- ⑤ Bianchini M., Yoshikawa, M., Sapienza, G.T., Comparative study of ultramafic xenoliths and associated lavas from South-Eastern Sicily: nature of the lithospheric mantle and insights on magma genesis, *Mineral. Petrol.*, 98, 2010, 111-121.

[学会発表] (計 10 件)

- ① 芳川雅子, 荒井章司, 柴田知之, 石丸聡子, 背弧に産する黒瀬マンテル捕獲岩に記録されたスラブ由来成分、日本地球化学会第 58 回年会、2011 年 9 月、札幌市
- ② 芳川雅子・柴田知之・石丸聡子ほか、九州黒瀬かんらん岩捕獲岩の化学・同位体組成の特徴、日本地球惑星科学連合大会、2010 年 5 月、千葉県幕張
- ③ Hammond, S J, Yoshikawa, M., Harvey, J. Multiple metasomatic events recorded in Kilbourne Hole peridotite xenoliths: the relative contribution of host basalt interaction vs. silicate metasomatic glass, AGU, Fall Meet., 2010 年 12 月, サンフランシスコ U.S.A
- ④ Sakuyama, T., Yoshikawa, M., Shibata, T., Nakai, S., Sumino, H. Ozawa, K. Progressive melting of a hot mantle diapir with entrainment beneath southwestern Japan, AGU, Fall Meet. 2009 年 12 月, サンフランシスコ U. S. A.
- ⑤ 芳川雅子, 荒井章司, 田村明弘 西南日本弧黒瀬マンテル捕獲岩でのマンテル交代作用に関与したメルト・流体の特徴、日本地質学会大会、2009 年 9 月、岡山理科大学
- ⑥ Yoshikawa, M., Kawamoto, T., Shibata, T., Yamamoto, J., Melt extraction and multiple metasomatism beneath French Massif Central: Geochemical and isotopic signatures of ultramafic xenoliths, 2009 年 6 月, Goldschmidt Conf., ダボス, Switzerland,

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

芳川 雅子 (YOSHIKAWA MASAKO)
京都大学・大学院・理学研究科・教務補佐
員
研究者番号：00378605

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

荒井 章司 (ARAI SHOJI)
金沢大学・自然システム学系・教授
研究者番号：20107684
柴田 知之 (SHIBATA TOMOYUKI)
京都大学・大学院理学研究科・助教
研究者番号：40332720

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕（計 件）

〔学会発表〕（計 件）

〔図書〕（計 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 件）

名称：
発明者：