

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2010

課題番号：19340162

研究課題名（和文）サブナノグラムのハフニウム同位体比精密測定法の開発によるマンツルの化学進化の解明

研究課題名（英文）Study of mantle chemical evolution based on Hf isotope ratio determination using sub-nano gram Hf

研究代表者 牧嶋 昭夫 (MAKISHIMA AKIO)

岡山大学・地球物質科学研究センター・教授

研究者番号：70219301

研究代表者の専門分野：生体物質化学

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：マンツル、同位体、微量元素、ハフニウム

1. 研究計画の概要

サブナノグラムのハフニウムの同位体比の測定法とブランクの低い分析法を完成し、世界で最も新鮮な試料を得ることができる岩体のひとつである、北海道・幌満かんらん岩体を、年代学的・同位体地球化学的に解析する。

2. 研究の進捗状況

当初の目的である北海道・幌満かんらん岩体を、年代学的・同位体地球化学的に解析はほぼ終了した。サブナノグラムのハフニウム同位体比測定法の開発は継続中である。

岩石記載、主成分元素、微量元素、Hf-Nd-Pb-Sr 同位体システムティクスを用いて地球化学的に幌満かんらん岩体を解析する作業と論文投稿は終了した。特に、幌満かんらん岩帯の成因と進化に関して4つの時間を入れることに成功したことは画期的である。これは *J. Petrol.* に投稿して **Revised version** を投稿し、現在 **Accept** されて印刷中である。また、これまで発見されていなかった低い鉛同位体比をもつ成分を発見したことは特筆に価する (*Nature Geoscience* に掲載済み)。すなわち、1 Ga での中央海嶺玄武岩のメルトの抽出によるマンツルの枯渇、この枯渇したマンツルへの 50 Ma 以降のメルトとの反応（このメルトもまた中央海嶺玄武岩である）、このマンツルの沈み込みによる沈み込み帯での堆積物起源の流体との反応（メタソマティズム）と島弧玄武岩の生成、さらに、地表への上昇とその際の流体の貫入である。

さらに、研究を進展させ、ハロゲン（フッ素、塩素）の分析法も完成させた。この方法により、イオンプローブ (SIMS) の標準試料も作成した。これを用いて、幌満試料のハロゲン濃度を測定した。現在、ハロゲン元素のホスト鉱物を探している。また、ハロゲンの起源も探しているところである。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

（理由）

進捗状況に記載したような、複雑な、時間的・空間的順序とプロセスを一つの岩体から解き明かしたことは世界で初めてであり、画期的な成果とすることができる。

4. 今後の研究の推進方策

継続中の分析法の開発は技術的に重要なのであと一年感度上昇を試み、分析法を確立する。また、メタソマティズムの詳細についても研究を進めており、F や Cl といったハロゲン元素の分析法も、また、ゲルマニウム、ヒ素、セレン、テルル等、とさまざまな揮発性元素についても分析法を確立した。

5. 代表的な研究成果

（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10件）全て査読あり

① Malaviarachchi, S.P.K., Makishima, A. and Nakamura, E. Melt-peridotite reactions and

- fluid-metasomatism in the upper mantle, revealed from the geochemistry of peridotite and gabbro from Horoman peridotite massif, Japan. *Journal of Petrology*. (in press)
- ② Marin-Ceron, M.I., Moriguti, T., Makishima, A. and Nakamura, E., 2010. Slab decarbonation and CO₂ recycling in the Southwestern Colombian volcanic arc. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 74, 1104-1121.
- ③ Makishima, A., Tanaka, R. and Nakamura, E., 2009. Precise elemental and isotopic analyses in silicate samples employing ICP-MS: Application of HF solution and analytical techniques. *Analytical Sciences*, 25, 1181-1187.
- ④ Nath, B.N., Makishima, A., Noordmann, J., Tanaka, R. and Nakamura, E., 2009. Comprehensive analysis for major, minor and trace element contents and Sr-Nd-Pb-Hf isotope ratios in sediment reference materials, JSd-1 and MAG-1. *Geochemical Journal*, 43, 207-216.
- ⑤ Malaviarachchi, S.P.K., Makishima, A., Tanimoto, M., Kuritani, T. and Nakamura, E., 2008. Highly unradiogenic lead isotope ratios from the Horoman peridotite in Japan. *Nature Geoscience*, 1, 859-863. (Highlighted by A.W. Hofmann, 2008. "The enduring lead paradox." *Nature Geoscience*, 1, 812-813.)
- ⑥ Kitagawa, A., Kobayashi, K., Makishima, A. and Nakamura, E., 2008. Multiple pulses of the mantle plume: evidence from Tertiary Icelandic lavas. *Journal of Petrology*, 49, 1365-1396.
- ⑦ Makishima, A. and Nakamura, E., 2008. New preconcentration technique of Zr, Nb, Mo, Hf, Ta and W employing coprecipitation with Ti compounds: its application to Lu-Hf system and sequential Pb-Sr-Nd-Sm separation. *Geochemical Journal*, 42, 199-206.
- ⑧ Tanaka, R., Makishima, A. and Nakamura, E., 2008. Hawaiian double volcanic chain triggered by an episodic involvement of recycled material: Constraints from temporal Sr-Nd-Hf-Pb isotopic trend of the Loa-type volcanoes. *Earth and Planetary Science Letters*, 265, 450-465.
- ⑨ Ishikawa, A., Kuritani, T., Makishima, A. and Nakamura, E., 2007. Ancient recycled crust beneath the Ontong Java Plateau: isotopic evidence from the garnet clinopyroxenite xenoliths, Malaita, Solomon Islands. *Earth and Planetary Science Letters*, 259, 134-148.
- ⑩ Makishima, A., Nath, B.N. and Nakamura, E., 2007. Precise determination of Pb isotope ratios by simple double spike MC-ICP-MS technique without Tl addition. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 22, 407-410.

〔産業財産権〕

○取得状況 (計 1 件)

名称: 微量元素濃縮の前処理方法

発明者: 牧嶋昭夫、中村栄三

権利者: 岡山大学学長

種類: 特許

番号: 特許 4362595 号

取得年月日: 2009 年 8 月 28 日

国内外の別: 国内

○出願状況 (計 1 件)

名称: チタン試料中の微量元素を除去する方法

発明者: 牧嶋昭夫、森口拓弥、中村栄三

権利者: 岡山大学学長

種類: 特許

番号: 特願 2008-105383

出願年月日: 2008 年 4 月 15 日

国内外の別: 国内