

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 20 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26287134

研究課題名(和文) 中央海嶺下マンツルの再考：マンツルの均質/不均質化と海洋プレートの物質科学的実体

研究課題名(英文) Mid-Ocean ridge peridotites revisited: homogeneity/heterogeneity and the nature of the Oceanic plate

研究代表者

森下 知晃 (Morishita, Tomoaki)

金沢大学・自然システム学系・教授

研究者番号：80334746

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,200,000円

研究成果の概要(和文)：海洋プレート下マンツルの成因と履歴に関する本研究成果は、1) 中央海嶺かんらん岩に太古溶融物質混入の可能性の指摘、メルトーかんらん岩反応による枯渇したかんらん岩の地殻化プロセスの提言、2) ジュラ紀から白亜紀に形成された海洋プレートであるテチス海オフィオライトの東部に位置するアンダマンオフィオライトのマンツルセクションの特徴を中央海嶺下で形成されたかんらん岩と特定し、海洋プレートから島弧形成プロセス初期過程を解明、3) 背弧である日本海の火山岩中のカンラン岩捕獲岩の検討から、中央海嶺下に類似下マグマプロセスが起きていることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Results of this research on the sub-oceanic mantle peridotites are summarized as follows. 1) We suggested possibility of existence of ancient melted residue in abyssal peridotites recovered from mid-ocean ridge system (Indian Ocean) and its “crystallization” processes by melt-residual peridotite interactions. Addition to this, melting processes selectively accumulated ancient melting geochemical signatures by melt-rock interactions. 2) We clarified mid-ocean ridge type peridotite origin for mantle section of the Eastern end of the Jurassic-Cretaceous ophiolite belt (Tethys ophiolite belt), Andaman Ophiolite, and its modification at subduction setting during the initiation of subduction. 3) We examined back-arc magmatic processes deduced from peridotite xenolith in back arc region (Japan Sea). Our results suggest that the late stage of magma process is similar to those expected beneath Mid-ocean ridge setting, resulting in the similar depleted peridotites in both tectonic settings.

研究分野：岩石学

キーワード：海洋プレート 海洋マンツル 部分溶融 かんらん岩

1. 研究開始当初の背景

海洋プレートの物質科学的実体は、海洋プレートの沈み込みに伴う地震・火成活動を理解するために最も基本となる情報である。海洋プレートの主要な形成過程は、中央海嶺での『かんらん岩の部分溶融によるメルトの発生・抽出・固化』である。そのため、溶け残る側のかんらん岩では、『メルト成分に肥沃な始源のかんらん岩』から『メルト成分に枯渇したかんらん岩』への変化が研究対象であった。ところが、中央海嶺起源のメルト成分に枯渇した・肥沃なかんらん岩は、『太古溶融物質の残存』とその『最肥沃化』という新仮説が提案された。これが本当なら、従来の海洋プレート生成モデル、さらには、地球史にも大きな変更が求められる。

2. 研究の目的

本研究では、これまで注目されてこなかった中央海嶺起源の『メルト成分に枯渇したかんらん岩』の成因を新しい指標を含めて総合的に検討し、海洋マントル最上部物質の不均質性とその形成メカニズムを解明することであった。

3. 研究の方法

本研究では、海洋底から直接採取された試料、及び過去の海洋底であるオフィオライト中の枯渇したマントル起源かんらん岩の成因に着目し、中央海嶺起源試料や島弧起源試料と比較することで、中央海嶺下マントルの成因と履歴を明らかにした。

4. 研究成果

- 1) 中央海嶺かんらん岩に記録されているメルト-かんらん岩反応の詳細と多様性：枯渇したかんらん岩の改変によるマントルの地殻化プロセスの提言

中央海嶺（インド洋、大西洋、太平洋）から採取されたかんらん岩及び斜長石-かんらん石からなるはんれい岩の一種のトロクトライトに着目して研究を行った。特にインド洋から採取して来た試料の特徴を明らかにし、太古溶融によって枯渇したかんらん岩が形成されている可能性を指摘した (Morishita et al., 2015 Springer)。さらに、トロクトライトという地殻を構成しているであろうと考えられていた岩石が、枯渇したかんらん岩とメルトとの反応によって形成されていくプロセスを詳細に改名した (Sanfilippo et al., 2015 Lithos)。また、これらのメルト-かんらん岩反応によって、かんらん岩に記録されている太古の記録が選択的に移動している可能性を指摘した (Sanfilippo et al., 2016 Geology) (図1)。さらに、かんらん岩、トロクトライト中のスピネル中に包有されている鉱物の微量元素組成に着目し、これらの海域の試料を比較し、メルト-かんらん岩反応が幅広い圧力条件下で起きること、その

際に関与するメルト組成から、メルトの分化のタイミングで起きていることがわかった (Tamura et al., 2016 CMP)。

これらと類似起源中のオフィオライト（リグリアオフィオライト）試料中の軽元素（H, Li, B, B）を測定し、中央海嶺下の含水量について検討している (Sanfilippo et al., et al., 2016)。

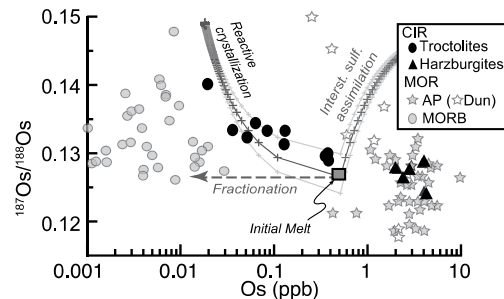


図1 中央インド洋から採取された試料中の白金族元素とその同位体比。かんらん岩に記録されている太古の記録が選択的に溶融メルトに移動している可能性を示している (Sanfilippo et al., 2016)。

2) テチス海オフィオライト東部アンダマンオフィオライトのマントルかんらん岩

ジュラ紀から白亜紀に形成された海洋プレートであるテチス海オフィオライトの東部に位置するアンダマン-ニコバーオフィオライトのマントルセクションの特徴を中央海嶺下で形成されたかんらん岩と特定した

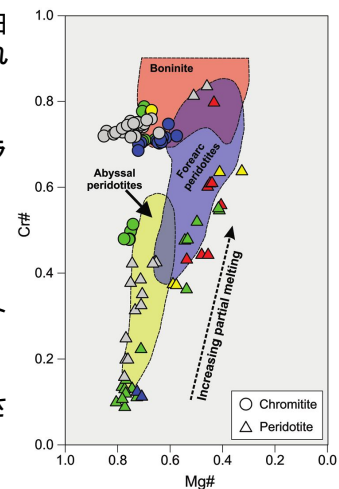


図2 アンダマンオフィオライト中のスピネルの化学組成の多様性。

(Ghosh et al., 2016 Geol. Soc. London) (図2)。さらに、これまで同じテチス海オフィオライトの解析から (Morishita et al., 2011 Lithos), 海洋プレートから島弧形成プロセス初期の解明を検討した (Ghosh et al., submitted)。その結果、本オフィオライトの枯渇した特徴をもつかんらん岩は、中央海嶺を構成していたプレートから島弧に関連する流体の付加の影響を受けてより高いメルト成分の枯渇過程を受けたことが明らかになって来た。

また、このような環境として、伊豆-小笠原弧がそれに相当する。伊豆-小笠原弧の試料から太古の枯渇を受けたかんらん岩が存

在する可能性を指摘した(Senda et al., 2017 Chem Geol)。このことは、島弧の影響を受ける前に枯渇度の高いかんらん岩が存在する可能性を指摘したものであり、海洋プレートを構成している(この場合、太平洋プレートに相当すると考えられる)構成要素の中に、太古に溶融を受けたかんらん岩が混入していることを示すものである。

## 2) 背弧海盆下マンツルの発達史

中央海嶺と背弧では同じようなマグマプロセスが想定されることからその発達史に応じたマンツルの不均質性の形成の理解が求められていた。日本海の火山岩中の捕獲岩を詳細に検討し、島弧的交代作用を受けたかんらん岩の溶融から始まり、より中央海嶺下マグマプロセスに類似した溶融が起きていることを明らかにした(Ichihama et al., 2016 CMP)。枯渇した特徴を持つかんらん岩は中央海嶺のそれと類似しており、オフィオライトの起源などを議論する際に、その難しさを示している。また、島弧下の交代作用の過程は前弧域のそれらと類似していることを明らかにした(Ichihama et al., 2017 Amer. Mineral.)。

## 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 11 件)

- (1) Chattopadhyaya, S., Ghosh, B., Morishita, T., Nandy, S., Tamura, A., Bandyopadhyay, D., Reaction microtextures in entrapped xenoliths in alkali basalts from the Deccan large igneous province, India: implications to the origin and evolution. *Journal of Asian Earth Sciences* 138, 291-305. DOI: 10.1016/j.jseaes.2017.01.028
- (2) 森下知晃, 他 10 名, (2017) 古い海洋プレートの沈み込み直前での屈曲断層形成に伴う加水作用解明に向けた海洋掘削計画概要. *地学雑誌*, 受理, 総説
- (3) 森下知晃 (2017) 中央海嶺産海洋プレート深部起源岩石掘削の成果と展望. *地質学雑誌*, 受理, 総説
- (4) Torabi, G., Arai, S., Morishita, T., Tamura, A. (2017) Mantle hornblendites of Naefin Ophiolite (Central Iran): evidence of deep high temperature hydrothermal metasomatism in an upper mantle section. *Petrology* 25, 114-137. DOI: 10.1134/S0869591117010076
- (5) Ghosh, B., Misra, S., Morishita, T. (2017) Plastic deformation and post-deformation annealing in chromite: Mechanisms and implications. *American Mineralogist* 102, 216-226.

DOI:

<http://dx.doi.org/10.2138/am-2017-5709>

- (6) Ichihama, Y., Morishita, T., Tamura, A., Arai, S. (2017) Adakite metasomatism in a back-arc mantle periodite xenolith from the Sea of Japan. *American Mineralogist* 102, 341-346. DOI: <http://dx.doi.org/10.2138/am-2017-5720>
- (7) Ichihama, Y., Morishita, T., Tamura, A., Arai, S. (2016) Peridotite xenoliths from the Shiribeshi Seamount, Japan Sea: insights into mantle processes in a back-arc basin. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 171, DOI 10.1007/s00410-016-1300-6
- (8) Ghosh, B., Bandyopadhyay, B., Morishita, T. (2017) Andaman-Nicobar ophiolites, India: Origin, Evolution and Emplacement, *Geological Society of London*, 45, 95-110. DOI: <https://doi.org/10.1144/M47.7>
- (9) Tamura, A., Morishita, T., Ishimaru, S., Hara, K., Sanfilippo, A., Arai, S. (2016) Compositional variations in spinel-hosted pargasite inclusions in the olivine-rich rock from the oceanic crust-mantle boundary zone. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 171, DOI 10.1007/s00410-016-1245-9
- (10) Harigane, Y., Abe, N., Michibayashi, K., Kimura, J., Chang, Q., (2016) Melt-rock interactions and fabric development of peridotites from North Pond in the Kane area, Mid-Atlantic Ridge: implications of microstructural and petrological analyses of peridotite samples from IODP Hole U1382A. *Geophysics, Geochemistry, Geosystems*, 17, 1-15, DOI: 10.1002/2016GC006429.
- (11) Senda, R., Shimizu, K., Suzuki, K. (2016) Ancient depleted mantle as a source of boninites in the Izu-Bonin-Mariana arc: Evidence from Os isotopes in Cr-spinel and magnetite. *Chemical Geology*, 31, 148-166. DOI: 10.1016/j.chemgeo.2016.06.018.

[学会発表](計 8 件)

- (1) Morishita, T., & Senda, R. (2016) Petrology and geochemistry of the Central Indian Ridge Peridotites: Ridge processes and prehistory. *Goldschmidt Conference*, June 30, Yokohama

- (2) Morishita, T., (2016) Subduction initiation deduced from peridotites of the Izu-Bonin-Mariana Forearc and ophiolites: implications for ARC MOHO diversity. Goldschmidt Conference, June 28, Yokohama, Invited talk
- (3) Harigane, Y. 他 4 名 (2016) Microstructural and Petrological analyses peridotites and gabbros from IODP Hole U1382 at North Pond in the Kane Area of Mid-Atlantic Ridge. Goldschmidt Conference, June 30, Yokohama
- (4) Hamada, M., Brandl, P. (2016) IODP EXP. 351 Izu-Bonin-Mariana Arc origins: Refertilization of mantle inferred from melt inclusion. Goldschmidt Conference, June 28, Yokohama, Invited talk
- (5) Hamada, M. (2016) Diffusive infiltrateon of hydrogen into plagioclase xenocryst taken by H<sub>2</sub>O-rich rear arc basaltic melt. Goldschmidt Conference, June 30, Yokohama.
- (6) Senda, R., Ishikawa, A., Hanyu, T., Kawabata, H., Takahashi, T., Suzuki, K. (2016) PGE signature of EM-1 mantle source, evidence from Pitcairn basalts. Goldschmidt Conference, June 30, Yokohama.
- (7) Ishikawa, A., Senda, R., Tani, K-I., Suzuki, K., Ishii, T. (2016) Re-Os isotope and highly siderophile element constraints on the origin of ancient depleted domains in the modern convecting mantle. Goldschmidt Conference, June 30, Yokohama.
- (8) Kagi, H., Shiraishi, N., Senda, R., Asano, N., Ohfuji, H. (2016) Mantle origin of natural polycrystalline diamond, Carbonado, inferred from inclusion chemistry. Goldschmidt Conference, June 29, Yokohama, Invited speak.

〔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 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

森下 知晃 (MORISHITA, Tomoaki)  
 金沢大学自然システム学系・教授  
 研究者番号：80334746

##### (2) 研究分担者

仙田 量子 (SENDA, Ryoko)  
 九州大学比較社会文化研究科・准教授  
 研究者番号：50377991

浜田 盛久 (HAMADA, Morihisa)  
 国立研究開発法人海洋研究開発機構 研究員  
 研究者番号：60456853

鈴木 勝彦 (SUZUKI, Katsuhiko)  
 国立研究開発法人海洋研究開発機構・グループリーダー  
 研究者番号：70251329

針金 由美子 (HARIGANE, Yumiko)  
 国立研究開発法人産業技術総合研究所・主任研究員  
 研究者番号：90569360

##### (3) 連携研究者

田村 明宏 (TAMURA, Akihiro)  
 金沢大学自然システム学系・博士研究員  
 研究者番号：80401884

##### (4) 研究協力者

( )