

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25年 5月27日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22540494

研究課題名（和文） プレート沈み込み帯境界域における蛇紋岩化作用と交代作用

研究課題名（英文） Serpentinization and metasomatism in the subduction zone boundary

研究代表者 前川 寛和 (MAEKAWA HIROKAZU)

大阪府立大学・大学院理学系研究科・教授

研究者番号：50173696

研究成果の概要（和文）：マリアナ海溝西側に位置する前弧域には、海溝軸に沿って海山群が存在する。この海山群の岩石試料を用いて、沈み込み帯境界における地学現象を岩石学的側面から追求した。プレート境界では、沈み込むプレートがもたらした水を含む形質堆積物とすぐ上にあるマントルかんらん岩とが反応し、元素移動を引き起こす交代作用が生じていること、高温型の蛇紋石であるアンティゴライトを伴う蛇紋岩科作用が鉄に富む流体を生み出し、初生かんらん石の組成を改変するという特異な現象が起きていることを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：There are huge diapiric seamount zones in the Mariana forearc area, west of Mariana Trench, western Pacific. Rock samples recovered from these seamounts were investigated to understand geologic phenomena along the deep plate boundary in the subduction zone. As the results, it is recognized that besides widespread serpentinization metasomatic reaction occurs between hydrous siliceous sediments and wedge mantle peridotites, and antigorite serpentinization produced Fe-rich fluids that affect the primary olivine composition to produce Fe-rich olivine around primary one.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,700,000	810,000	3,510,000

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：蛇紋岩海山、高圧変成岩、かんらん岩、前弧、マリアナ

1. 研究開始当初の背景

プレート沈み込み帯境界域では、マントルウェッジかんらん岩と沈み込む海洋プレートの上載堆積物との機械的混合および化学的混合（交代作用）が活発に起こっている。マリアナ前弧域に発達する蛇紋岩海山には、境

界域周辺で形成された変成岩類がしばしば含まれている。ODP Leg 125 (1989) では、泥質岩が蛇紋岩との交代作用によってできた超塩基性組成の雲母-緑泥石片岩が、また、ODP Leg 195 (2001) では、蛇紋岩が泥質岩との交代作用によって変化してできたトレ

モラ閃石岩や雲母-緑泥石片岩が報告された (Maekawa et al., 2004)。最近、マリアナ前弧蛇紋岩海山を構成する蛇紋岩類から、特異な変形を受け劈開の発達したカンラン石 ('cleavable olivine') を含むアンティゴライト蛇紋岩 (以下、アンティゴライト岩と呼ぶ) の存在が明らかになった (Murata et al., 2009a; Murata et al., 2009b)。このアンティゴライト岩は、沈み込み帯境界域の剪断帯で形成された可能性がある。一方、過去の沈み込み帯である三波川変成帯や神居古潭帯などの高圧変成帯にはマントルかんらん岩起源の蛇紋岩類が散在している。特に三波川変成帯では、蛇紋岩類は泥質片岩中に集中して出現し、両者の境界部に発達した反応帯には、蛇紋岩海山の深海掘削で得られた岩石類と同様のトレモラ閃石岩、雲母-緑泥石片岩がしばしば認められる。これらは、沈み込み境界域での、マントルウェッジのかんらん岩や蛇紋岩と沈み込むスラブ上の堆積物との機械的・化学的プロセスを経て形成されたと考えられる (Maekawa et al., 2004)。

本研究では、陸上の高圧変成帯における蛇紋岩の産状、全岩組成変化、鉱物共生等の詳細な解析を行い、物質移動の諸性質を解明するとともに、前弧域の蛇紋岩海山の蛇紋岩類、変成岩類の岩石学的解析を行い、両者の対応関係を明らかにすることで、上記仮説の妥当性を検証する。それによって、プレート沈み込み帯境界域で発生する機械的・化学的混合プロセスの総合的理解をめざす。

2. 研究の目的

マリアナ海溝域は活発なプレート沈み込み帯であると同時に、蛇紋岩化したウエッジマントルかんらん岩のダイアピルによる上昇で形成された蛇紋岩海山群をもつ特異な沈み込み帯でもある。2003年以降、マリアナ前弧において蛇紋岩海山群の集中的な海底調査を実施し、マリアナ弧全域における蛇紋岩、変成岩試料を保有する世界で唯一の拠点を築くことができた (図 1)。これら岩石試料の鉱物共生・鉱物組成を解析し、プレート沈み込み境界域の岩石学的、地球化学的現象を解明する。陸上の高圧変成帯における同種の岩石や反応帯の産状、化学組成変化、鉱物共生等を、蛇紋岩海山のそれらと対比・解析し、その結果に基づき、沈み込み帯境界域における蛇紋岩化作用および交代作用の総括的な解明と理解をめざす。

3. 研究の方法

本研究は、マリアナ前弧の航海調査 (ODP Leg 125, Leg 195, 海洋研究開発機構、よこすか航海 YK03-07, YK08-08, YK09-06, YK09-06, かいれい航海 KR06-15) により蛇紋岩海山から得られた岩石試料を対象に、偏光顕微鏡、

X線マイクロアナライザー、X線回折装置 (Rint Rapid) を用いて行う。同時に、蛇紋岩と泥質岩の境界部に発達する反応帯の産状および cleavable olivine の痕跡を残すアンティゴライト岩の存在を確かめるため三波川帯の地質調査・岩石採取を実施し、同様の方法で岩石学的解析を行う。

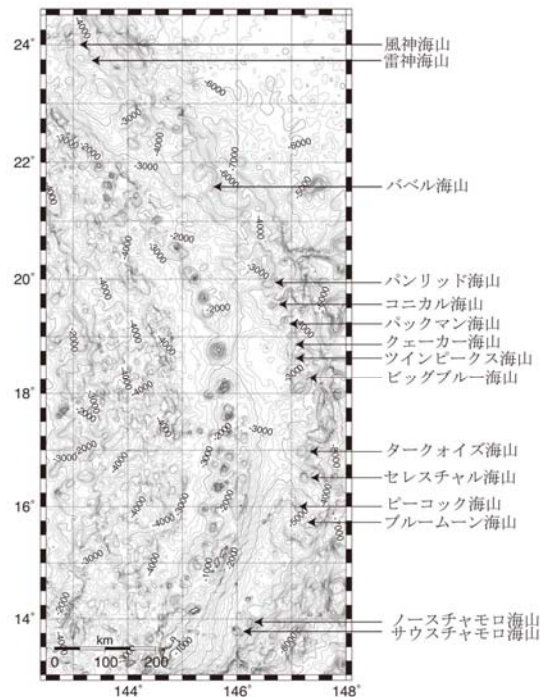


図 1 潜航調査を実施した蛇紋岩海山 (ビーコック海山、ケーカー海山は除く)

4. 研究成果

2003年から2009年にかけて実施した海洋研究開発機構の研究船による研究航海において、マリアナ前弧に分布する蛇紋岩海山から回収した主要な蛇紋岩、変成岩試料の産状について潜航調査時のビデオ画像を元に解析した。また、鉱物共生・鉱物組成を解析し、プレート沈み込み境界域の岩石学的、地球化学的検討を行うとともに、陸上の高圧変成帯における同種の岩石や反応帯の産状、化学組成変化、鉱物共生等を、蛇紋岩海山のそれらと対比・解析し、結果に基づき、沈み込み帯境界域における蛇紋岩化作用および交代作用の特徴を調べ、以下を明らかにした。

(1) ビデオ画像の解析により、マリアナ中部のツインピークス海山において、高圧変成岩が5-6メートル以上の岩塊として蛇紋岩中に産する可能性が高いことがわかった。従来、径4cm以下の高圧変成岩片しか発見されておらず、蛇紋岩ダイアピルが沈み込み帯深部から海底まで運びうるサイズの限界を示している可能性があったが、これが誤りであることが確実となった。この変成岩は、マ

グネシオリーベック石+パンペリー石、ローソン石+アルカリ輝石の共生で特徴づけられ、低温高压下で形成された。これら鉱物共生に先立ち、緑色角閃石-緑簾石-フェンジャイト-トルチルの共生が認められ、高压変成作用に先立ちより深所高温部での変成作用を経験していると考えられる。ローソン石、アルカリ輝石共に3価の鉄に富むことから、変成度は低く、コニカル海山の変成岩類と同等であると考えられる。

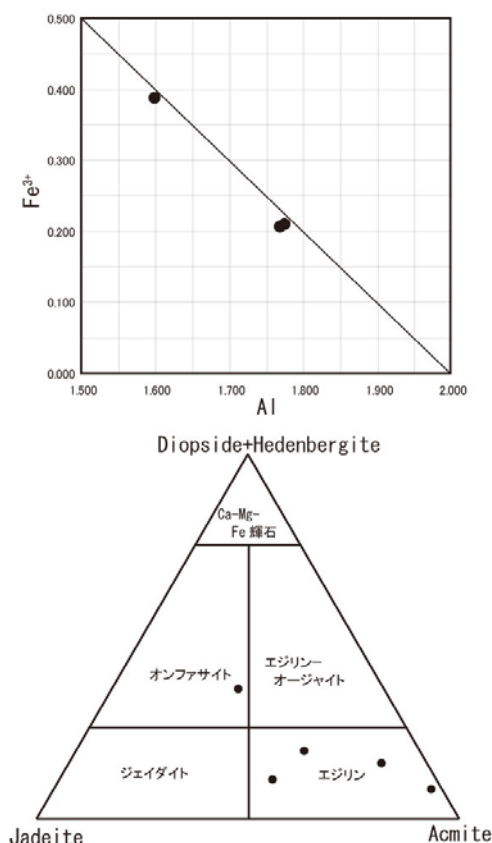


図2 ローソン石の組成(上)と共生するアルカリ輝石の組成(下) 試料 YK08-08-1087R7

(2) マリアナ前弧において、コニカル海山、サウスチャモロ海山、ツインピークス海山の3箇所から高压変成岩が発見されたことから、マリアナ沈み込み帯において、広範に高压変成作用が起こっていることが再度確認された。これまでの高压変成岩類を含む蛇紋岩海山は、伊豆-小笠原前弧を含めて5箇所となった(表1)。

(3) サウスチャモロ海山の藍閃石岩やコニカル海山のフェンジャイト-蛇紋石-アルカリ輝石岩と三波川帯における蛇紋岩体に接する。トレモライト岩を岩石学的に解析した結果、これらの岩石類は、沈み込むプレートの上載珪質堆積物とウエッジマントルが接触することによって、交代作用で生じたと考

えられる。

(4) 雷神海山のかんらん岩試料において、かんらん石中に顕著に劈開の発達したものが見いだされた。かんらん石は、劈開や周辺を鉄に富むカンラン石に置き換えられており、不均一なFe/Mg比を示す。同様のかんらん岩はコニカル海山、サウスチャモロ海山からも見いだされているが、雷神海山では、最もFe/Mg比の高いもの(Mg/(Mg+Fe)=0.77)が見いだされた。

<p>鳥島海山 (KH87-3): Metabasites: aegirine-augite + pumpellyite (Maekawa, 1995)</p> <p>母島海山 (KH-82-4): Metabasites: pumpellyite + actinolite + magnesioriebeckite + quartz + albite (Hashimoto, 1997)</p> <p>コニカル海山 (ODP Leg 125): Metabasite clasts: lawsonite+pumpellyite+aragonite+sodic pyroxene, winchite+chlorite+albite (Maekawa et al., 1992) Metapelite: phengite+chl+aegirine+pumpellyite+apatite+titanite+ (relic zircon+green hornblende) (Maekawa et al., 2000)</p> <p>ツインピークス海山 (KR06-15, YK0808): Amphibolites: blue amphibole + pumpellyite, Metabasite: sodic pyroxene + lawsonite (Maekawa et al., in prep)</p> <p>サウスチャモロ海山 (ODP Leg 195) many sand-sized fragments of various schists: sodic amphibole+garnet+phengite+quartz, epidote+blue amphibole+chlorite (Maekawa et al., 2004)</p>
--

表1 高压変成岩を含む蛇紋岩海山。鳥島海山、母島海山は伊豆-小笠原前弧に分布する。

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3件)

① Enami, M., Ueno, T., and Maekawa H., Cr-rich allanite-(Ce) in the serpentinite - metapelite reaction layer in the Sanbagawa belt of Nushima, Hyogo Prefecture, Japan. Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 査読有, Vol.106, 2011, 103-108

② 村田明広、前川寛和、四国西部、内子-小田地域の御荷鉢緑色岩類の地質構造、自然科学研究 徳島大学ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部、査読有、25巻、2011、29-38

③ 村田明広、犬伏陽一、前川寛和、四国中央部～西部、上土居地域と町村地域における御荷鉢緑色岩類の地質構造、徳島大学総合科学

部自然科学研究, 査読有、24 卷, 2010, 55-64

〔学会発表〕(計 8 件)

① Maekawa, H., Serpentinite diapir and blueschist metamorphism in the Mariana forearc, western Pacific, Geological Society of America, Cordillera section meeting (Fresno, CA, USA), 2013.5.21

② 近藤洋裕、藤井綾乃、道林克禎、石井輝秋、Fryer, P.、前川寛和、マリアナ海溝蛇紋岩海山か垂産出したかんらん岩の構造岩石学的特徴、日本地質学会第 119 年学術大会 (大阪府立大学)、2012.9.17

③ 村田恵子、吉田尚悟、前川寛和、マリアナ前弧蛇紋岩海山の岩石学、ツインピークス換算と雷神海山から回収されたかんらん岩類に含まれる鉄に富むかんらん石、日本地質学会第 119 年学術大会 (大阪府立大学)、2012.9.15

④ 村田明広、前川寛和、四国西部・中東部の御荷鉾緑色岩類周辺の地質構造、日本地質学会第 118 年学術大会 (茨城大学)、2011.9.10

⑤ 村田明広、前川寛和、四国西部-中央部の御荷鉾御荷鉾緑色岩類-秩父帯北帯の地質構造、日本地質学会第 117 年学術大会 (富山大学)、2010.9.19

⑥ 道林克禎、藤井綾乃、Fryer, P., 石井輝秋、前川寛和、活動的沈み込み帯の歪んだマントルウェッジ：蛇紋岩海山からの岩石学的証拠、日本惑星地球科学連合同大会 (幕張メッセ)、2010.5.27

⑦ 安東淳一、大藤弘明、浦田義人、村田恵子、前川寛和、蛇紋岩化に伴って形成されたオリビン中に発達する鉄の縞状ゾーニング、日本惑星地球科学連合同大会 (幕張メッセ)、2010.5.26

⑧ 横瀬久芳、前川寛和、蛇紋岩海山の成因における沈み込む海洋島の役割：横瀬 - 前川モデルの提案、日本地球惑星科学連合同大会 (幕張メッセ)、2010.5.26

〔図書〕(計 1 件)

① 前川寛和、沼島のさや褶曲十上立神岩、日本の地質構造 100 選、朝倉書店、2012、106-107

6. 研究組織

(1) 研究代表者

前川寛和 (MAEKAWA HIROKAZU)

大阪府立大学・大学院理学系研究科・教授

研究者番号：50173696