

機関番号：82706

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20540417

研究課題名(和文) 「背弧のひらき方」の解明・背弧海底拡大軸での詳細な海洋リソスフェア形成過程の研究

研究課題名(英文) Study of detailed process of oceanic lithosphere formation at a back-arc spreading center

研究代表者

富士原 敏也 (FUJIWARA TOSHIYA)

独立法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域・技術研究主任

研究者番号：30359129

研究成果の概要(和文)：海洋地殻・リソスフェア形成過程の解明を目的として、マリアナトラフ北緯17度の背弧海底拡大軸を調査域にして、潜水調査船「しんかい6500」とその母船「よこすか」を用いて詳細海底調査を行った。玄武岩溶岩流形態と断層・割れ目構造観察、採取岩石の化学分析・磁化測定、深海地磁気異常観測、音響堆積層観測を行い、本研究期間内では形成過程の議論に資する海底拡大軸近傍の詳細な海底年代、地質構造を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：We conducted a detailed seafloor survey using the submersible Shinkai 6500 with the R/V Yokosuka at the back-arc spreading center of the Mariana Trough in 17°N to study the formation process of oceanic crust and lithosphere. Our research found morphology of basaltic lava flows, faults and fissures, chemistry and magnetization of rock samples, deep-sea magnetic anomaly, and thickness of sedimentary layers. We revealed the detailed geological structure and spatial variation of seafloor age in the area near the spreading axis for the discussion of the formation process.

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	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：地球物理学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：背弧海盆、海底拡大、リソスフェア形成過程、マリアナトラフ、玄武岩溶岩、地磁気異常

## 1. 研究開始当初の背景

背弧海盆における海底拡大「背弧のひらき方」を研究することは、背弧下ウェッジ状マントル内でのマントル対流、背弧と島弧で生成されるマグマが相互作用する複合系の海洋リソスフェア形成を解明する重要な手が

かりとなると思われる。ウェッジマントルでは、海洋プレートの沈み込みによる強制流動、マントル深部からの逆流、拡大軸での2つの上盤プレートの分離による受動的流、が複合したマントル対流が起こっている。背弧海盆は相対的に弧状に海底が開いていくので、年

代とともに対流層の形状が変化し、マントル対流がその様相を変えると考えられる。海洋リソスフェア形成に関しては、背弧拡大軸下の減圧融解によるマグマ生成に、プレート沈み込みの水・揮発性成分の添加が関わる島弧マグマティズム、高温マントル流入によって融解されたマグマが、時空間的变化を持って作用するであろうと推定される。

これらの現象の解明のためには、詳細な空間尺度、時間分解能 (0.1 百万年(myr)~数 km レベル) の観測が必要である。地質・物理調査の現状では、海底調査が最も水平距離分解能を上げられる手段である。また海底調査では、現象の化石として残った年代変化を追跡できる。背弧海盆の初生から現在までの海底拡大過程・様式、これは、ウェッジマントル最上部のマントル対流パターンとその年代変化を反映しているものと思われる。海底岩石の化学組成、採取場所による岩石組成変化は、リソスフェア形成に関与したマグマの性質、その空間分布や年代変化を反映していると思われる。

我々は 2003 年に先行研究として、高解像度の深海曳航式サイドスキャン・ソナーを用いた、マリアナトラフ北緯 17 度の背弧海盆セグメント、拡大軸谷内の海底観測を行った。特筆すべき結果として、なめらかな海底表面を推定させる後方散乱パターンと、凸凹した表面を推定させる後方散乱パターンの 2 パターンが得られた。我々は、なめらかパターンはシート状溶岩流、凸凹パターンはハンモック状溶岩流であると推定した。溶岩流形態の違いは溶岩噴出率の差異を示し、シート状溶岩流は噴出率が高いことを示唆する。広い範囲を覆うシート状溶岩流が現れるのは、低速海底拡大域では特異なことである。また拡大軸谷内の溶岩流分布に地域変化があり、これは溶岩噴出率の時間変化を示唆するのかもしれない。

## 2. 研究の目的

北緯 17 度セグメントに溶岩噴出率の増大をもたらした原因はなんだろうか？溶岩流形態の変化は噴出率の時間変化を表しているのか？これらを検証するためには、岩石試料の化学組成と海底の年代 (差) の情報が必要である。海底の現場地質を把握した上で、多地点の岩石・堆積物試料採取、海底近くでの地球物理データ取得を行う。現行の背弧海盆拡大軸での、海洋リソスフェア形成に関する素過程 (海底火山活動・溶岩噴出形態・噴出率・噴出量と組成、それらの空間変化/時間変化、そのスケール) の詳細を明らかにする。また、大洋底を作る中央海嶺系とは違う背弧海盆拡大系、また中部マリアナトラフの典型ではないセグメントにおいて、マグマの局所的あるいは一時的増大をもたらした原因を

研究することにより、背弧海盆下マントルの不均質性、マグマの生成条件に対応した海底拡大様式の変化、地殻構造との関係を詳細に検討することが、本研究の目的である。

## 3. 研究の方法

潜水調査船「しんかい 6500」とその母船「よこすか」を用いて、マリアナトラフ北緯 17 度付近の調査を行った。海底拡大軸谷内で 3 回の潜航調査を行った。潜航調査では、海底を目視観測し、海底映像を撮影した。先行研究のサイドスキャン・ソナー調査から推定した溶岩流の形態、地形リネーションの目視確認をし、現場地質を把握した上で、計 22 地点において玄武岩溶岩試料、堆積物試料を採取した。化学分析により、このセグメントにおいて溶岩噴出量の増大 (シート状溶岩流) をもたらした原因として想定される水の影響・関与の度合いを検証する。拡大軸谷内に現れている微細地形 (morphology) の空間変化は、時間発展的な変化を示すものであるか、有意な年代差が検出されるかを調べた。潜水船に装備したサブボトム・プロファイラーにより堆積層厚観測を行い、溶岩流の上に載った薄い表層堆積層厚を調べた。堆積層厚の差によって、溶岩流の相対的な噴出年代差 (新旧関係) を明らかにした。また潜水船に装備した深海磁力計計測から溶岩の磁化が原因となる地磁気異常を観測した。微細な海底磁化構造を調べ、溶岩の新旧を地磁気異常の強弱によって識別を試みた。

加えて「よこすか」により、潜航調査域を含む広域の海底地形、海上重力、地磁気異常の測定を行った。当該地域の海上に現れる地磁気・重力異常をよく再現観測するために、背弧拡大軸から外側へ、既存測線の間を通るように新しい測線を補充し、地磁気・重力データの高密度分布化、地磁気・重力モデルの高精度化を図った。

## 4. 研究成果

岩石 (玄武岩) 試料に関しては、XRF, EPMA を用いた主成分・微量成分組成分析を行った。更に岩石磁気の分析を行った。外皮にガラス質を持つ玄武岩試料が得られ、採取された岩石試料には地域的な変化が見られた。外見上のガラス、マンガン被覆厚を見ると、拡大軸谷中央部で採取した岩石が最も新しく見え、堆積層厚の観察と調和的である。東側斜面小火山体から斜長石の斑晶に富んだ岩石試料が得られたが、他の場所の試料は無斑晶玄武岩であった。XRF による全岩組成分析によると採取した岩石は、MgO 5-9 wt %, SiO<sub>2</sub> 49-52 wt % の値の範囲を取る背弧海盆玄武岩である。セグメント中央で採取した岩石は低 MgO、高 SiO<sub>2</sub>、セグメント端で採取した岩石は高 MgO、低 SiO<sub>2</sub> となっている。またセグメント

中央で採取された岩石は発泡度が高く、セグメント端の岩石は発泡度が低い。溶岩流の磁化強度を調べるため、採取岩石の自然残留磁化を計測した。セグメント中央の拡大軸谷中心部から西側斜面のシート状溶岩流の磁化が強く、20-90 A/m におよぶ。一方、セグメント端、拡大軸谷東側の複合火山地形で採取された岩石の磁化強度は弱く、数 A/m から 10 A/m であった。潜水船地質観察により、海底溶岩流形態の分類と溶岩流形態の地域変化を調べた。また潜水船観察によるグラウンド・トゥルースを得たことによって、先行研究で得ていたサイドスキャンソナー画像を用いた地質構造、テクトニクスの議論の確度を高めることができた。モノトーンなサイドスキャン・ソナー画像パターンで高い後方散乱強度を示した場所ではシート状溶岩流が観察され、高い溶岩噴出率が裏付けられた。比較的平坦な地形で、溶岩流が激しかったためか海底表面一面が皺しわ、または破砕されて細かくぐしゃぐしゃになっており、それらが等方的な強い後方散乱の原因であることが確認できた。

地球物理データに関しては、潜水船を用いた海底サブボトム・プロファイラー観測から、溶岩流の上に載った薄い表層堆積層厚を調べた。3 潜航中では拡大軸谷中心線部と西側斜面のシート状溶岩流が最も堆積物の被覆量が少なく、海底形成が新しいと思われる。枕状溶岩流で構成されている小海嶺はやや堆積物被覆が多い。拡大軸谷端に向けて変動しながらも堆積物が増えていく傾向が観察された。セグメント端側の西側斜面はセグメント中央に比べて堆積物の被覆が多く、局所的に約 0.5 m の堆積層が観測された。拡大軸谷東端付近では約 0.5-2 m の堆積層が確認され、潜航調査中では最も年代が古いと思われる。潜水船での磁場観測データを解析し深海地磁気異常を求め、微細な海底磁化構造を調べた。岩石磁化、地磁気異常、堆積層厚の差によって、溶岩流の相対的な噴出年代差（新旧関係）、その空間分布を推定した。背弧拡大軸における海洋地殻・リソスフェア形成過程の研究に資する詳細な観測事実を提出し、要素的研究について成果を挙げることができた。

成果の公表として、調査航海の速報的結果を JAMSTEC Report of Research and Development 誌、国際海嶺研究計画 (InterRidge) のニューズレターに発表した。学会発表では、日本地質学会および日本地球惑星科学連合大会で発表した。各々の調査結果を総合させた議論については、観測事実が本研究申請当初に立てた作業仮説よりも複雑な事象であったために、現在も解釈を検討中である。初期的議論を海洋研究開発機構主催のシンポジウムで発表した。深海地磁気異

常に関する研究成果を国際地球電磁気学・超高層物理学協会 (IAGA)、ヨーロッパ地球科学連合 (EGU)、および日本地球惑星科学連合大会で発表した。また、潜水船を用いた深海地磁気観測の調査・解析手法の技術的側面を記述した論文を、JAMSTEC Report of Research and Development 誌に発表した。潜水船を用いた深海地磁気観測で得られた知見を踏まえて、高分解能を最大限に生かした解析手法の探求を目指す挑戦的萌芽研究の申請につなげた。論文・学会発表の他、本研究で採取した岩石情報、化学分析値は、海洋研究開発機構が運用管理する岩石サンプルデータベースに公開した。申請当初の研究組織には入っていなかったが、金沢大学の海野進教授の研究協力を得た。調査航海の乗船研究者として参加をいただき、地質観察、岩石分析の成果が、大学院学生の修士論文としてまとめられた。

## 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 4 件)

① 富士原敏也、しんかいで地磁気を測る、JAMSTEC Report of Research and Development, 査読あり, IFREE Special Issue, 2009, 111-122.

② Fujiwara, T., S. Umino, M. Asada, Y. Koike, T. Kanamatsu, K. Kimoto, and S. Okada, A submersible study of the Mariana Trough back-arc spreading center at 17°N, JAMSTEC Report of Research and Development, 査読あり, 8, 2008, 61-73.

③ 小池悠己・富士原敏也・海野進・浅田美穂・岡田聡, 「しんかい 6500」に搭載されたサブボトムプロファイラを用いたマリアナトラフ背弧拡大軸付近の表層堆積物観察, 査読あり, 8, 2008, 75-89.

④ Fujiwara, T., S. Umino, M. Asada, Y. Koike, T. Kanamatsu, and K. Kimoto, A submersible study of the Mariana Trough back-arc spreading center at 17°N, InterRidge News, 査読無し, 17, 2008, 24-27.

[学会発表] (計 8 件)

① 富士原敏也・他 6 名, マリアナトラフ 17°N 背弧拡大軸の「しんかい 6500」潜航調査, ブルーアースシンポジウム 2011, 2011 年 3 月 8 日, 品川・東京海洋大学

② 上杉麻純・他 3 名, マリアナトラフ背弧拡大軸 17°N の溶岩流形態について-しんかい 6500 による潜航調査-, ブルーアースシンポジウム 2011, 2011 年 3 月 7 日, 品川・東京海

洋大学

③上杉麻純・他 3 名、日本地質学会第 117 年学術大会, 2010 年 9 月 20 日, 富山・富山大学

④ Fujiwara, T., and 4 coauthors, Near-seafloor magnetic measurements with submersible Shinkai 6500 at the Mariana Trough back-arc spreading center, 日本惑星科学連合大会, 2010 年 5 月 27 日, 千葉市・幕張メッセ

⑤ Fujiwara, T., and 3 coauthors, Near-seafloor magnetic field observations at the Mariana Trough back-arc spreading center, ヨーロッパ地球科学連合 (EGU) 2010 年大会, 2010 年 5 月 6 日, ウィーン・オーストリアセンター

⑥ Fujiwara T., and 3 coauthors, Near-bottom magnetic field observations at the Mariana Trough back-arc spreading center, 国際地球電磁気学・超高層物理学協会 (IAGA), 2009 年 8 月 28 日, ハンガリー・ショブロン

⑦富士原敏也・他 3 名, マリアナトラフ 17°N 背弧拡大軸の潜航調査, 日本惑星科学連合大会, 2009 年 5 月 17 日, 千葉市・幕張メッセ

⑧富士原敏也・他 5 名, 中部マリアナトラフ背弧拡大軸の「しんかい 6500」潜航調査, ブルーアースシンポジウム, 2009 年 3 月 12 日

[その他]

ホームページ等

[http://www.godac.jamstec.go.jp/cruisedata/yokosuka/j/YK08-08\\_leg1.html](http://www.godac.jamstec.go.jp/cruisedata/yokosuka/j/YK08-08_leg1.html)

[http://www.godac.jamstec.go.jp/ganseki/index\\_jp.html](http://www.godac.jamstec.go.jp/ganseki/index_jp.html)

[http://docsrv.godac.jp/MSV2\\_DATA/23/JA\\_M\\_RandD\\_sp\\_contents.pdf](http://docsrv.godac.jp/MSV2_DATA/23/JA_M_RandD_sp_contents.pdf)

[http://docsrv.godac.jp/MSV2\\_DATA/23/JA\\_M\\_RandD08\\_06.pdf](http://docsrv.godac.jp/MSV2_DATA/23/JA_M_RandD08_06.pdf)

[http://docsrv.godac.jp/MSV2\\_DATA/23/JA\\_M\\_RandD08\\_07.pdf](http://docsrv.godac.jp/MSV2_DATA/23/JA_M_RandD08_07.pdf)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

富士原 敏也 (FUJIWARA TOSHIYA)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域・技術研究主任

研究者番号：30359129

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

石塚 治 (ISHIZUKA OSAMU)

独立行政法人産業技術総合研究所・地質情報研究部門・研究員

研究者番号：90356444

阿部 なつ江 (ABE NATSUE)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域・研究員

研究者番号：80302933

浅田 美穂 (ASADA MIHO)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域・技術研究副主任

研究者番号：90447376