

1995年「しんかい6500/よこすか」南部マリアナ 弧潜航および海上調査：成果の概要

藤本 博巳*1 パトリシア・フライヤー*2 石井 輝秋*1
関根 真弓*3 有吉 正幸*4 小寺 透*5

「しんかい6500/よこすか」によるマリアナ海域南部の調査が、1995年9月に行われた。主たる目的は、1992-93年に行われた調査に引き続いて、南部マリアナ弧の潜航調査と海上からの広域地球物理観測を行い、この島弧海溝系の地質構造とそのテクトニクスの研究を進めることである。4回の潜航調査と海上地球物理観測により、以下の研究成果が得られた。(1) グアム島の東方にあるマリアナ前弧の「チャモロ海山」に対する初めての潜航調査を行い、蛇紋岩海山であることを確認し、その頂上でチューブワームやバクテリアマットがついた炭酸塩チムニーの資料を採取した。(2) チャレンジャー海淵の東部陸側斜面を横断する潜航調査において、岩石採取と海底重力測定を行い、モホ面直下の深部構造が海底に露出していることを確認した。(3) マリアナ海溝に伴う島弧火山活動はこれまではグアムの西までしか確認されておらず、南部における斜め沈み込みがその原因と考えられていた。しかし今回の広域地球物理観測により、その島弧火山活動はさらに西方に伸びていることが明らかになった。

キーワード：南部マリアナ弧、蛇紋岩海山、炭酸塩チムニー、海底に露出するモホ面、島弧火山活動

“Shinkai 6500/Yokosuka” Diving and Geophysical Survey of the Southern Mariana Arc 1995 : Summary of Results

Hiromi FUJIMOTO*6 Patricia FRYER*7 Teruaki ISHII*6
Mayumi SEKINE*8 Masayuki ARIYOSHI*9
Toru KODERA*10

The southern Mariana arc-trench system was surveyed by “Shinkai 6500/Yokosuka” in September 1995. The survey aimed at geological and tectonic researches of the southern

*1 東京大学海洋研究所

*2 ハワイ大学

*3 東京大学地震研究所

*4 神戸大学理学部

*5 日本海洋事業株式会社

*6 Ocean Research Institute, University of Tokyo

*7 SOEST, Planetary Geosciences, University of Hawaii

*8 Earthquake Research Institute, University of Tokyo

*9 Faculty of Science, Kobe University

*10 Nippon Marine Enterprises, Ltd.

Mariana Arc proceeding with the results carried out in 1992-93. The following preliminary results have been obtained through four diving surveys and surface geophysical mapping. (1) Two diving surveys to "Chamorro Seamount", a forearc seamount east of Guam Island, revealed that it is a serpentinite seamount. A fragment of carbonate chimney was sampled on the top. Tube worms and bacteria mat were found in the sample. (2) Rock sampling and seafloor gravimetry were carried out on the landward slope of the Eastern Challenger Deep. The results show that deep structure just beneath the Moho is exposed there on the seafloor. (3) It was thought that the arc volcanism associated with the Mariana Trench terminated at the west of Guam, presumably due to oblique subduction at the southernmost Mariana Trench. However, results of the surface geophysical survey show that the arc volcanism is stretching westward beyond the west of Guam.

Key words : Southern Mariana Arc, Serpentinite seamount, Carbonate chimney, Moho exposed on the seafloor, Arc volcanism

1. はじめに

1995年9月に行われた「よこすか」の1995年度第6航海の第1レグにおいて「しんかい6500/よこすか」によるマリアナ海域南部の調査が行われた(図1)。「よこすか」は8月29日に横須賀の海洋科学科学技術センター岸壁を出発し、グアムで6名の乗船研究者が乗船し、地球物理観測システムを立ち上げ、9月5日にアブラ港を出港した。今回の調査の目的は、1992-93年に「しんかい6500/よこすか」により行われた調査に引き続いて、マリアナ島弧海溝系の南部の潜航調査と海上からの広域地球物理観測を行い、この沈み込み帯の地質構造とそのテクトニクスの研究を進めることである。主たる調査内容は、南部マリアナ前弧の蛇紋岩海山である「チャモロ海山」に対する初めての潜航調査と、陸側海溝斜面に露出していると考えられる地殻深部および上部マントルの構造に関する潜航調査、および、海上からの地球物理観測である。以上の調査観測を終了し、「よこすか」は9月16日にパラオのコロールに入港した。

2. 南部マリアナ前弧のチャモロ海山における炭酸塩チムニーの採取

マリアナ前弧には蛇紋岩海山が南北に連なっており、1994年には北部(19-20°N)のコニカル海山およびバックマン海山の潜航調査が行われ(図1)、炭酸塩チムニーが観察されている(藤岡ほか, 1994)。南部マリアナ弧では北部に比べるとその数は少ないが、グアムの東北東に蛇紋岩海山と考えられる3つの小さな海山がある。ハワイ大学では、1981年にドレッジによりその1つの海

山から蛇紋岩と炭酸塩チムニーの破片を採集しており、その後、音波探査により最も活動的な海山を判別している。本航海ではハワイ大学の調査を進めてきたフライヤーがその海山(13°47'N, 146°00'E, 図2)において2回の潜航調査を行った。その海山はグアムの近くにあるということで、チャモロ海山(Chamorro Seamount)と命名された。

#280 潜航 (Patricia Fryer, 赤澤克文, 川間格; 3,832 m-3,367m)

ドレッジ調査で炭酸塩チムニーの破片が採集されたチャモロ海山の東側斜面の潜航調査を行った。観察されたのは、主として蛇紋岩の泥とデブリフローであり、超塩基性の大きな岩塊も含まれていた。この潜航でこの海山は蛇紋岩海山であるということは確認できたが、チムニーらしきものは発見されなかった。

#281 潜航 (Patricia Fryer, 鈴木晋一, 飯嶋一樹; 3,137m-2,928m)

チャモロ海山の頂上付近の調査を行った。頂上近くの平坦部にチムニーの活動を期待していたが、残念ながらその活動は認められなかった。その平坦部の南東部に蛇紋岩の泥が隆起してできた高さ約160mの丘がある。その頂上付近を調査したところ、浮上予定時間直前に炭酸塩チムニーらしきものを発見し、その破片を採集した。アルビン型の採水器を用意して行ったが、時間の都合で採水作業はできなかった。「しんかい6500」離底の時、パイロット(鈴木)は3-4個の二枚貝を確認している。

「よこすか」船上で採取された炭酸塩チムニーの破片を割ったところ、内部に細いチューブワーム(直径2-3

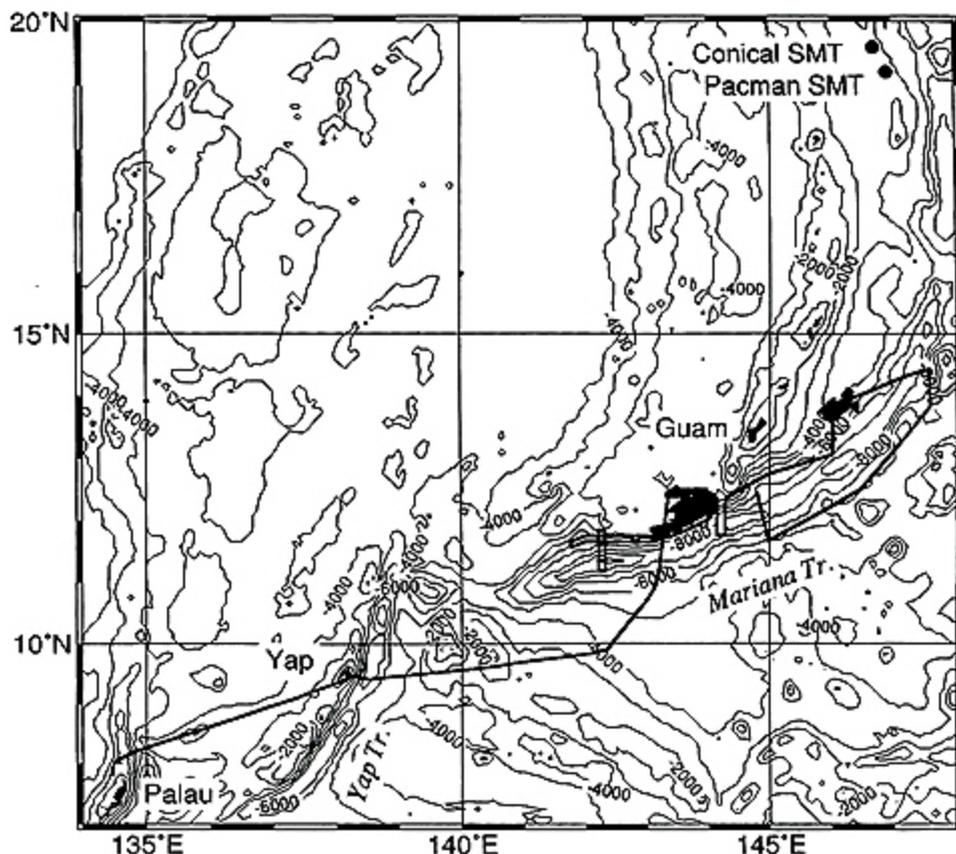


図 1 1995年9月に実行された「よこすか」1995年度第6航海第1レグの航跡図。「しんかい6500/よこすか」によるマリアナ海域南部の潜航および海上広域調査が行われた

Fig. 1 Ship's track of the "Yokosuka" Y95-06 cruise Leg 1 in September, 1995. Diving surveys and surface geophysical mapping of the southern Mariana Arc were carried out.

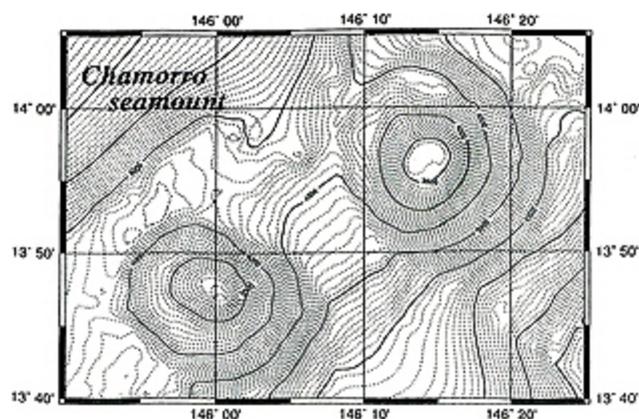


図 2 南部マリアナ前弧のチャモロ海山 (13°47'N, 146°00'E)
Fig. 2 Chamorro Seamount at 13°47'N, 146°00'E, in the southern Mariana Arc.

mm, 淡褐色) の小さな群集が発見された。サンプルの内部は一部分黄緑色のゼラチン状の物質で覆われており、コニカル海山で「アルビン」が採取したバクテリア

Mariana Trench y95_06 (topo6)

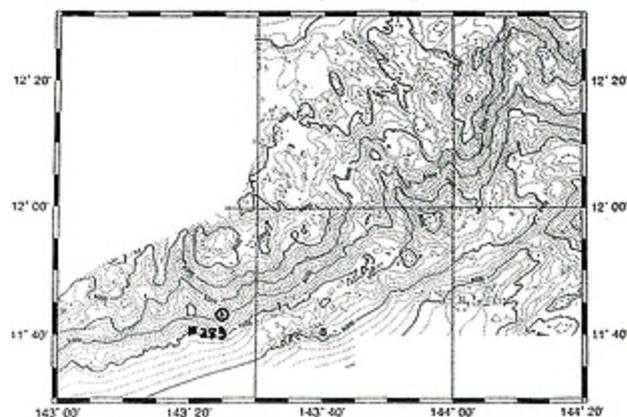


図 3 マリアナ海溝の南端部であるチャレンジャー海淵の陸側斜面に露出していると推定されているモホ面の潜航調査
Fig. 3 Diving survey of the submarine Moho, which is estimated to be exposed on the landward slope of the Challenger Deep, the Southernmost part of the Mariana Trench.

マットと同様なものであると考えられる。

3. 海底に露出する岩石学的モホの観察と海底重力測定

1992年の「しんかい6500」#157潜航において、東大海洋研究所の石井はマリアナ海溝の南端部であるチャレンジャー海淵東部の陸側斜面の下部 ($11^{\circ}44'N$, $143^{\circ}26.5'E$) でマントルカンラン岩 (ハルツバジャイト) を、その上部で地殻の最下部の岩石 (パイロキシナイト) を採取し、岩石学的モホが水深5,820m付近の海

底に露出していると推定した。この岩石学的モホの水平分布を確認するとともに、その岩相が表層だけのものではないことを海底の重力測定で確認するために、2回の潜航を行った。

#282潜航 (石井輝秋, 小倉訓, 立田学; 6,490m-5,997m)

#282潜航は、岩石学的モホの分布を調べるためにチャレンジャー海淵中央部の陸側斜面 ($11^{\circ}38'N$, $142^{\circ}16'E$, 図3) を調査したが、もっぱら堆積岩が観察された。このことは、岩石学的モホの露出は、チャレン

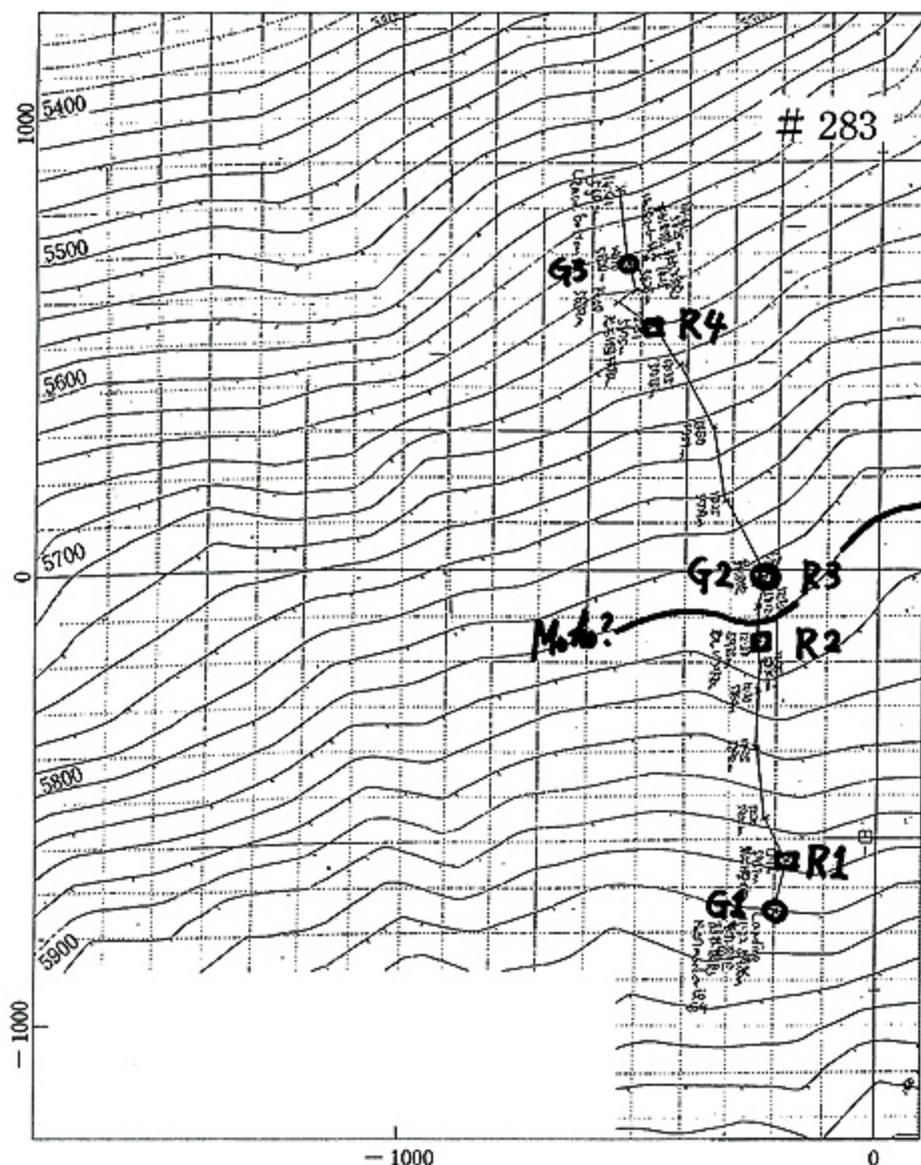


図4 「しんかい6500」の#283潜航の測線。同#157潜航で水深5,820m付近に推定された岩石学的モホ面を横断する測線に沿って、4点 (R1-R4) で岩石を採取し、3点 (G1-G3) で海底重力測定を行った

Fig. 4 Survey track of the "Shinkai 6500" #283 diving. Rocks were sampled at 4 stations (R1-R4) and gravity was measured at 3 stations (G1-G3) along a track across the submarine Moho estimated near the water depth of 5,820m after the dive #157.

ジャー海淵の東部の陸側斜面に限定されていることを示している。

#283 潜航 (藤本博巳, 赤澤克文, 吉梅剛; 5,986m-5,592m)

#283 潜航の目的は, #157 潜航の中間部分から潜航

調査を開始して, 推定された岩石学的モホを岩石採集により再確認するとともに, そのモホ面を横断する海底重力測定を行い, モホ面上下の密度構造を求めることである。図4に示すように, #157 潜航とオーバーラップして, 4点で岩石を採取した。いずれも転石ではなく, それ

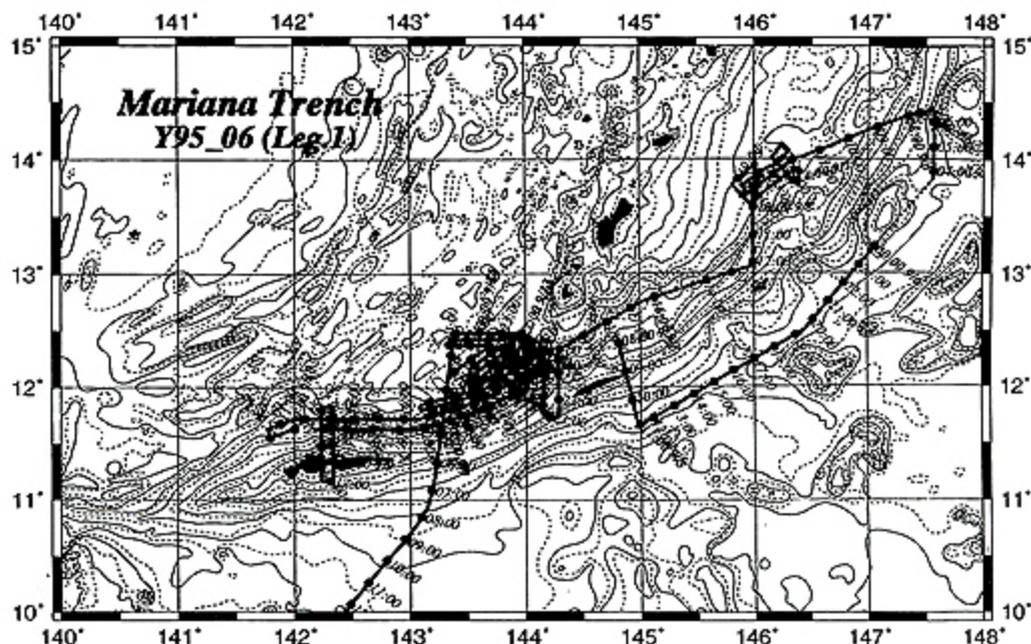


図5 1995年9月南部マリアナ弧調査「よこすか」航海における海上地球物理観測の測線図

Fig. 5 Ship's track for surface geophysical survey during the "Yokosuka" Y95-06 cruise in the Southern Mariana Arc in September, 1995.

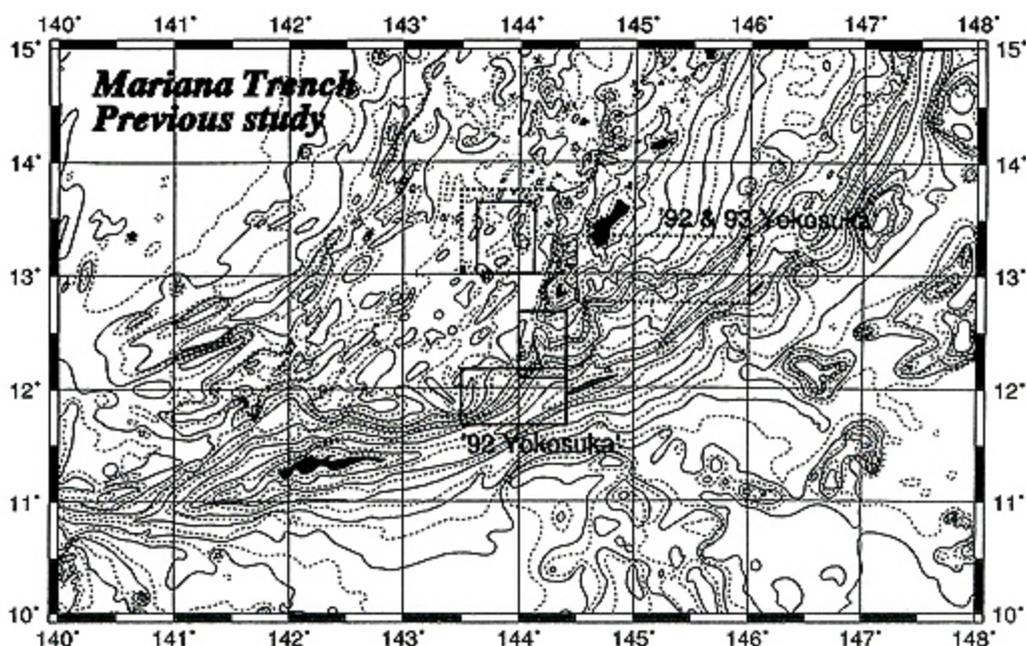


図6 1992年および1993年の「よこすか」の航海において海上地球物理観測が行われた海域

Fig. 6 The areas of surface geophysical surveys carried out during the "Yokosuka" cruises in 1992 and 1993.

ぞれその周りの斜面を構成している岩石と同じように見える岩石を採取した。岩石採取の結果は予想とは少し異なっていた。水深 5,958m と 5,838m の地点ではハルツバジャイト、5,812m の地点でパイロキシナイト、5,675m の地点では下部地殻を構成するスピネルギャブロが採取されることを予想していたが、採取された岩石はすべて、薄い (<1mm) マンガンクラストで覆われたメタペリドタイトの角礫であった。これらの岩石の源岩はウェッジマントル由来のダナイトないしハルツバジャイトと考えられる。今回採取された岩石はモホ面のすぐ下にあることを示唆しているため、5,820m 付近にあると推定された岩石学的モホは、水深 5,675m より少し浅い場所にあると推定される。#157 潜航の結果と少し異なる結果が得られた原因を明らかにし、海底に露出しているモホ面を確認するために、今回の調査を斜面上部に延長する調査が重要である。

重力測定は、水深 5,986m, 5,812m, 5,625m の 3 点で行った。水深変化に対する重力変化の割合は、水深 5,812m より深いところで 0.119mgal/m, 浅いところで 0.137mgal/m であり、斜面の下部の方がより高い密度であることを示唆している。ただし測定の点数が少なく、測線もモホ面を横切っていないようであるので、今後この斜面の上部で重力測定を追加するとともに、海上の重力分布と海底地形のデータを合わせて、地下の密度構造を求める必要がある。

4. 海上地球物理観測

潜航調査の前後の時間を利用して、図 5 に示すような測線に沿って海上の地球物理観測を行った。実施された観測項目は、マルチナロービーム地形調査、重力、地磁気全磁力、地磁気 3 成分である。最古の海洋地殻の断面を観察できるような場所を探して、海溝海側 (11°40'–14°20'N) の地形調査を行ったが、適当な場所は見つからなかった。得られた観測データを 1992–93 年の地形観測データ (図 6) と合わせることで、南部マリアナ弧の海底地形マッピングを進めた。マリアナ海溝に伴う島弧火山活動はこれまではグアムの西までしか確認されておらず、南部における斜め沈み込みがその原因と考えられていた。しかし今回の広域地球物理観測により、その

島弧火山活動はさらに西方に伸びていることが明らかになった。しかしこの調査も台風接近のため中断せざるを得なかったのは残念であった。現在 1992–93 年の乗船研究者と共同で、マリアナトラフ南端における背弧拡大活動と島弧火山活動に関する研究を進めており、今後もう 1–2 日の海上観測が望まれる。

5. おわりに

チャモロ海山では 2 回目の潜航の最後の段階で炭酸塩チムニーが発見されたが、残念ながら時間の都合でチムニーからの採水はできなかった。小寺・有吉の努力で、シロウトには無理だと言われていたアルビン型の採水器を組立て、図入りのシロウト用組立マニュアルを作られたので、次回にはそのチムニーからの採水も期待できる。海底に露出するモホ面を確認する調査も今回は完結せず、浅い方へ測線を延長すれば確認できそうであるという結果が得られた。海上の観測からも重要な成果が期待されており、あと 1–2 日の観測が重要である。今回の調査を発展させることにより、これら 3 つの研究項目のそれぞれにおいて重要な成果が期待できる。

本調査航海が実行にあたっては、海洋科学技術センター深海研究部堀田宏部長ほか関係各位の世話になった。戦後最大級と言われた台風 12 号のために 1 回の潜航は取り止めとなったが、台風シーズンにもかかわらず予定していた 5 回の潜航のうち 8 割が計画通り実行できたのは、「こんびらさん」のおかげもあるが、井田正比古指令をはじめとする「しんかいチーム」と、湯川修船長をはじめとする「よこすか」乗組員の働きによるところが大きい。記して感謝の意を表したい。

引用文献

藤岡換太郎, 和田秀樹, 沖野郷子, スーザン・デバリ, 徳山英一, 長沼 毅, 小川勇二郎, バトシシア・フライヤー, 青池 寛, 加藤久佳, 西村はるみ (1994) : 伊豆・小笠原弧横断潜航—海洋地殻断面, 蛇紋岩海山, マンガン舗装—. JAMSTEC 深海研究, 10, 1–35.

(原稿受理: 1996 年 7 月 12 日)