

ヤップ・パラオ島弧海溝系の海底地形調査

富士原敏也*¹ 田村 千織*² 藤岡換太郎*¹ 小林 和男*³

1995年9月から10月にかけて行われたヤップ・パラオ島弧海溝系の潜航調査航海(「よこすか」Y95-06 航海/「しんかい 6500」284~293 潜航)において、潜水船支援船「よこすか」を用い海底地形の調査を行った。調査延べ時間は230時間、航走距離は5,200kmである。水深5,000m以深の調査海域の地形はマルチナロービームによって完全にカバーされている。調査を行ったのはフィリピン海プレートの東南境界を形成するヤップ海溝(7°00'~12°00'N, 136°30'~139°00'E)、パラオ海溝(6°20'~7°30'N, 134°00'~135°10'E)、そして九州-パラオ古島弧(10°20'~11°20'N, 134°20'~135°10'E)の海域である。この調査の結果、九州-パラオ古島弧におけるリフト地形の詳細を明らかにした。7°N以北のヤップ海溝ほぼ全域を調査し9,000mを超える海溝最深点9,039m(10°28.9'N, 138°40.9'E)を発見した。パラオ海溝においてはヤップ海溝およびアユトラフとの接合域の地形の詳細を明らかにした。

キーワード: ヤップ海溝, パラオ海溝, 九州-パラオ古島弧, 海底地形

Bathymetric Survey around the Yap-Palau Trench-Arc System

Toshiya FUJIWARA*⁴ Chiori TAMURA*⁵
Kantaro FUJIOKA*⁴ Kazuo KOBAYASHI*⁶

We conducted the swath bathymetric survey of the Yap and Palau arc-trench system aboard the R/V "Yokosuka" during the submersible "Shinkai 6500" dive program (284-293 dives/Y95-06). The survey took about 230 hours and the survey track extends about 5,200km. The full multi narrow beam areal coverage was obtained where the water depth was deeper than 5,000m. The survey areas are the Yap Trench (7°00'-12°00'N, 136°30'-139°00'E), the Palau Trench (6°20'-7°30'N, 134°00'-135°10'E), and the Kyushu-Palau Remnant Arc (10°20'-11°20'N, 134°20'-135°10'E). The Yap and Palau trenches form the southeastern boundary of the Philippine Sea Plate. Our bathymetric survey revealed the detailed rift morphology of the Kyushu-Palau Remnant Arc and the detailed trench morphology of the junction area between the Palau and Yap trenches and between the Palau Trench and Ayu Trough. The mapping of the Yap Trench north of

* 1 海洋科学技術センター深海研究部

* 2 東京大学海洋研究所

* 3 海洋科学技術センター

* 4 Deep Sea Research Department, Japan Marine Science and Technology Center

* 5 Ocean Research Institute, University of Tokyo

* 6 Japan Marine Science and Technology Center

7°N is almost completed. We discovered the water depth 9,039m, the deepest point in the Yap Trench, at 10°28.9'N, 138°40.9'E.

Key words : Yap Trench, Palau Trench, Kyushu-Palau Remnant Arc, Bathymetry

1. はじめに

四国南方に位置するフィリピン海プレート南端部のテクトニクスは、海底地形、重力・地磁気異常などの基礎

的な情報がそろっていないこともあり、あまり研究が進んでいない。近年になって、フィリピン海プレート東南境界を形成するヤップ、パラオ海溝、アユトラフにおい

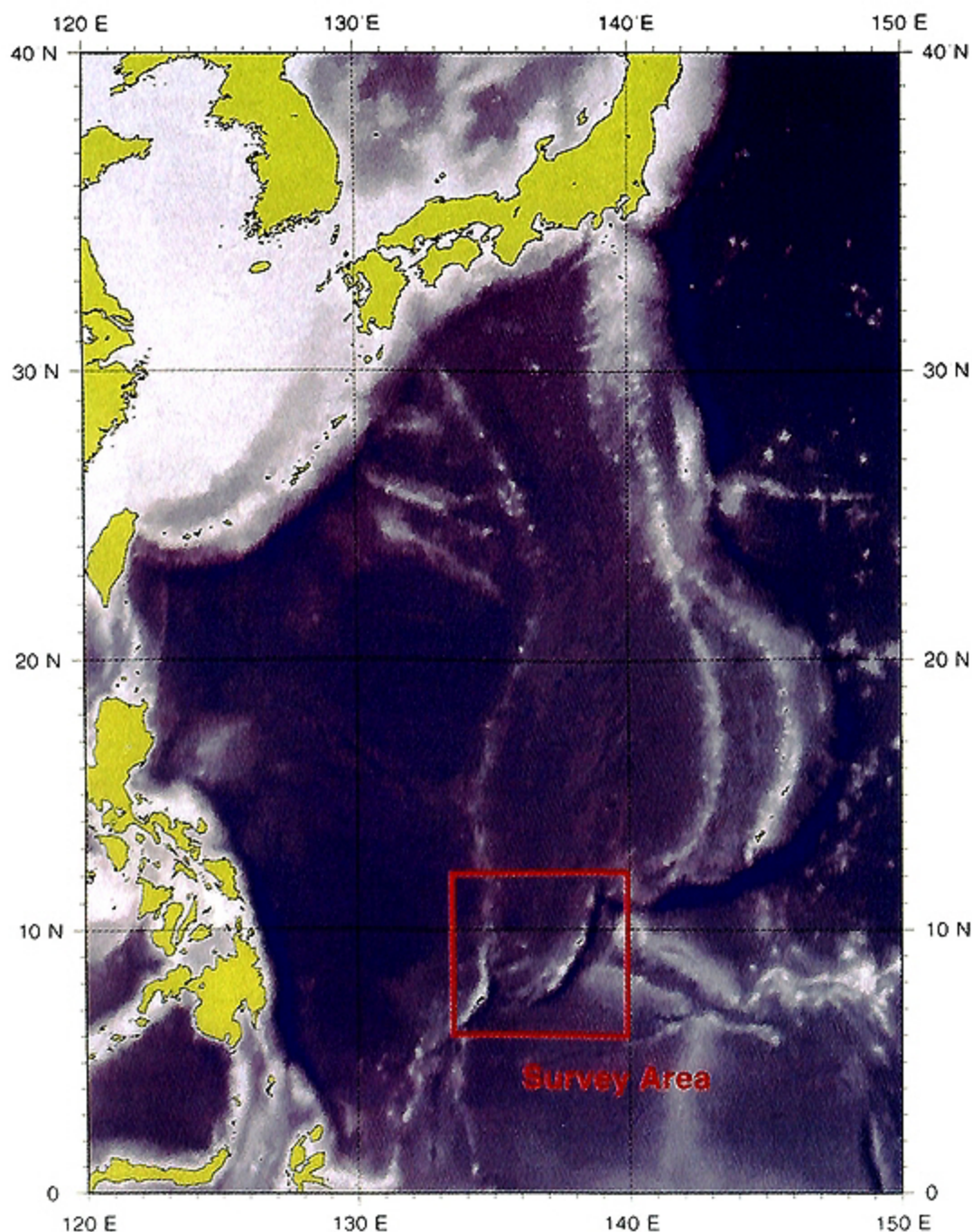


図1 調査地域の概略図。図中の四角で囲まれる地域が調査地域

Fig. 1 Location map of the survey area. The box shows the survey area.

て、海上保安庁水路部の測量船「拓洋」によるヤップ海溝北端部の調査（岩淵ほか，1990），海洋科学技術センターの潜水船支援船「よこすか」によるヤップ海溝中央

部の調査（藤岡ほか，1994；西澤ほか，1994），東京大学海洋研究所の調査船「白鳳丸」によるアストラフの調査研究（Fujiwara et al., 1995）の詳細な調査が行われて

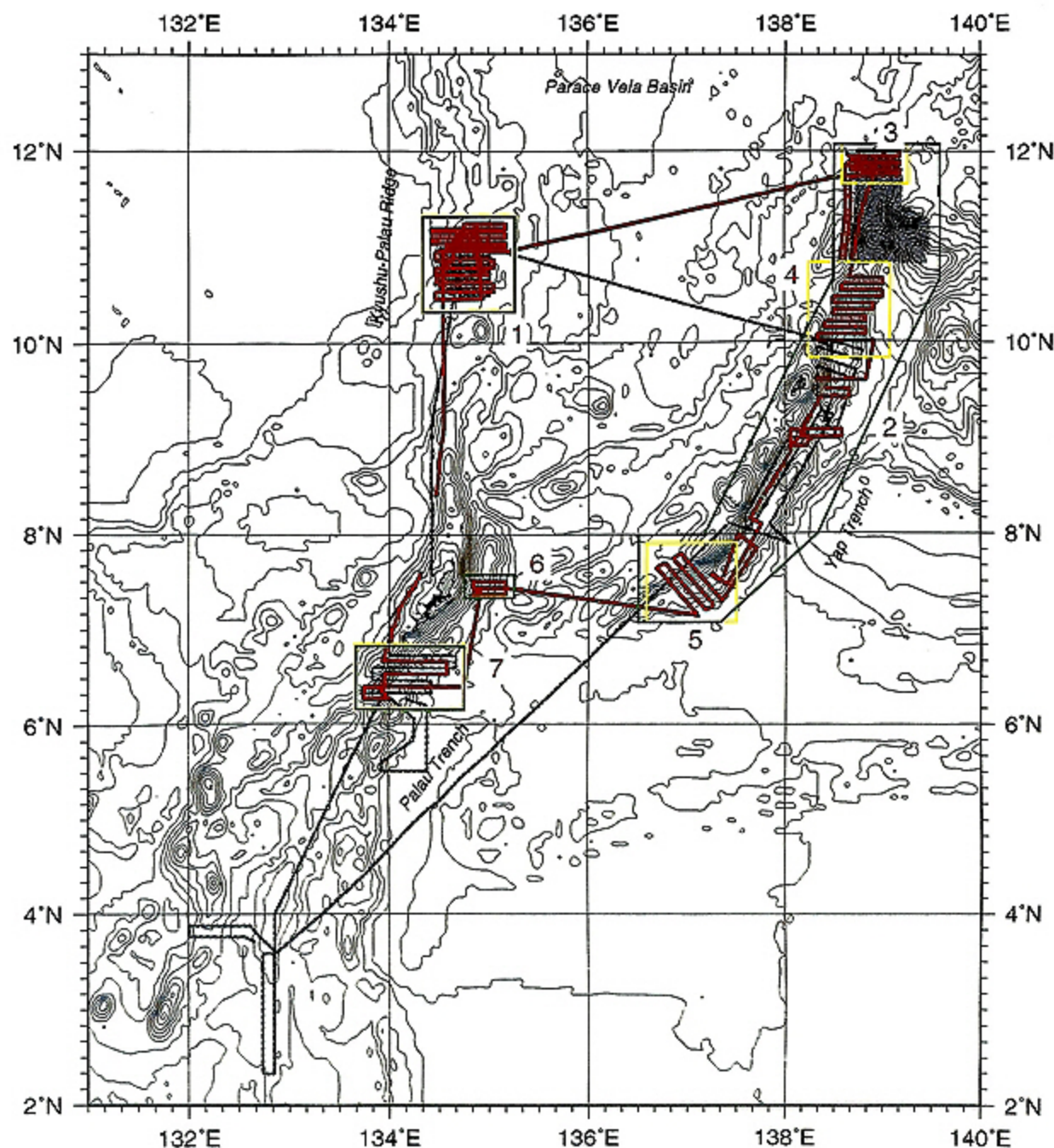


図 2 本調査の全航跡図。図中の四角および番号は各調査海域を示す。1. 九州-パラオ古島弧，2. ヤップ海溝，3. ヤップ海溝北側，4. ヤップ海溝北部，5. ヤップ海溝南部，6. パラオ海溝北部，7. パラオ海溝南部

Fig. 2 Survey ship tracks superposed on the bathymetric map. The solid red lines shows the tracks in this survey. The boxes and numbers show the each survey areas. 1. Kyushu-Palau remnant arc, 2. Yap trench, 3. North of Yap trench, 4. Northern Yap trench, 5. Southern Yap trench, 6. Northern Palau trench, 7. Southern Palau trench.

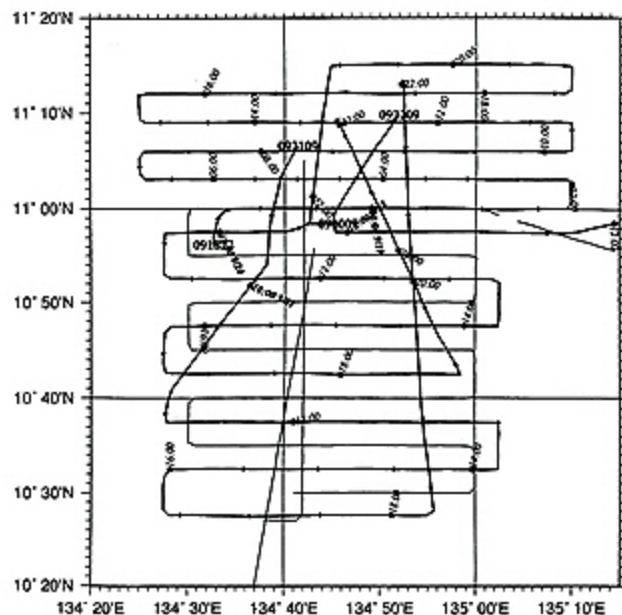


図3 九州-パラオ古島弧における調査測線図。太い実線が本調査による「よこすか」の調査測線を示す。細い実線は1993年の「よこすか」の調査測線を示す。

Fig. 3 Survey ship tracks in the Kyushu-Palau Remnant Arc. The thick solid lines show the survey tracks of this survey. The thin solid lines show the survey tracks surveyed in 1993.

きた。これらの調査研究によりしだいにフィリピン海プレート東南境界に関する地形的、地球物理学的特徴は明らかになりつつある。

我々はこの地域のテクトニクスの解明をめざして、1995年9月から10月にかけて行われた「しんかい6500」のヤップ・パラオ島弧海溝系の潜航調査航海（「よこすか」Y95-06航海/284～293潜航）（藤岡ほか、本書）において、「よこすか」を用いヤップ、パラオ海溝の未調査海域、そして九州-パラオ古島弧の海底地形および重力・地磁気（富士原・田村、本書）の調査を行った（図1）。本稿では海底地形調査の結果を示す。

2. 海底地形調査

海底地形調査は調査船「よこすか」に装備されている古野電気社製マルチナロービーム音響測深機HS-10により行った。調査は「しんかい6500」の潜航調査が行われない夜間および潜水船整備日を利用して行った。調査延べ時間は230時間、大部分の調査は12ktの船速で行った。航走距離は5,200kmに及んだ。図2に全調査測線を示す。新しく調査を行う海域は測線間隔平均3海里（5.55km）で調査を行った。1993年に「よこすか」によ

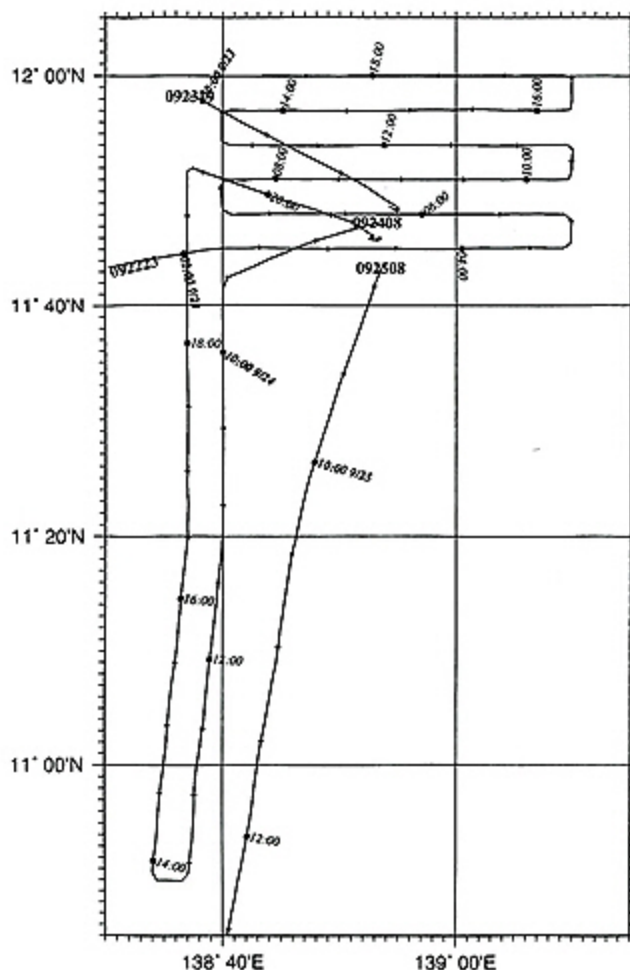


図4 ヤップ海溝北側における調査測線図

Fig. 4 Survey ship tracks in the northern Yap Trench.

り行われた調査（西澤ほか、1994）は測線間隔が粗いため、本調査においてそれらの海域を未調査部分を補間するように調査を行った。これにより水深5,000m以深の調査海域の地形はマルチナロービームによって完全にカバーされている。調査を行ったのはフィリピン海プレートの東南境界をなすヤップ海溝（7°00'～12°00'N, 136°30'～139°00'E）、パラオ海溝（6°20'～7°30'N, 134°00'～135°10'E）、そして九州-パラオ古島弧（10°20'～11°20'N, 134°20'～135°10'E）の海域である。その他、パレスバ海盆（11°N, 135°E～12°N, 138°30'E）、ヤップ海溝南端（7°30'N, 135°E～7°N, 137°E）を横切る測線も得られた（図2）。

九州-パラオ古島弧海域における調査測線を図3に示す。11°N以南は1993年の「よこすか」の調査を補間し、それに加え11°15'Nまで新しく測線を延ばした。ヤップ海溝海域における調査測線を図4および図5に示す。

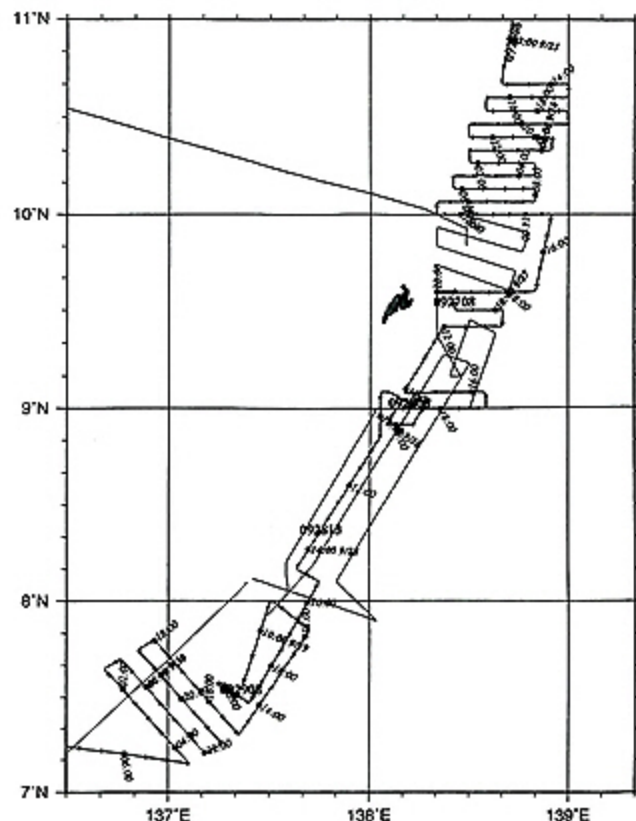


図5 ヤップ海溝における調査測線図。太い実線が本調査による「よこすか」の調査測線を示す。細い実線は1993年の「よこすか」の調査測線を示す

Fig. 5 Survey ship tracks in the Yap Trench. The thick solid lines show the survey tracks of this survey. The thin solid lines show the survey tracks surveyed in 1993.

10°50'N から 12°00'N までのマリアナ海溝とヤップ海溝との接合域は「拓洋」によって調査され（岩淵ほか、1990）、8°00'N から 10°00'N までのヤップ海溝中央部は1993年の「よこすか」によって調査されている（西澤ほか、1994）。本調査では 11°45'N から 12°00'N までのマリアナ海溝とヤップ海溝との接合域北側、1993年の「よこすか」調査の未調査部分のヤップ海溝中央部、7°10'N から 8°00'N までのヤップ海溝南端部を調査した。パラオ海溝海域における調査測線を図6に示す。7°20'N から 7°30'N までのヤップ海溝とパラオ海溝の接合域、6°15'N から 6°45'N までのパラオ海溝とアユトラフとの接合域においては、1993年の「よこすか」の未調査部分を補う海域を調査した。

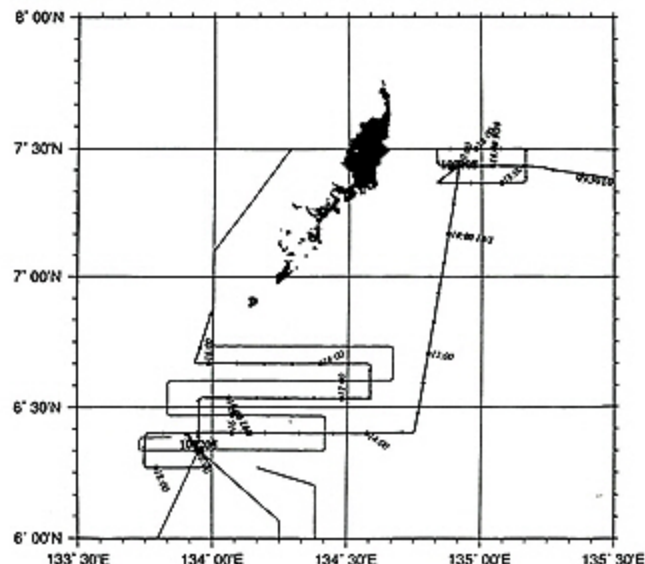


図6 パラオ海溝における調査測線図。太い実線が本調査による「よこすか」の調査測線を示す。細い実線は1993年の「よこすか」の調査測線を示す

Fig. 6 Survey ship tracks in the Palau Trench. The thick solid lines show the survey tracks of this survey. The thin solid lines show the survey tracks surveyed in 1993.

3. 調査の結果

3. 1 九州-パラオ古島弧

九州-パラオ古島弧における海底地形図を図7に示す。調査海域は 134°46'E 付近を対称軸とした南北につらなる地形が特徴的である。図7および図8に示す地形断面図から、対称軸に面する側の斜面の方が急峻であるリフト型地形をしている。対称軸から西側の地形が東側の地形より起伏がはげしい。10°50'N、134°40'E 付近に位置する地形の高まりは比高約 4,000m である。図9および図10に海底地形を3次元的に図化した図と「しんかい6500」の潜航測線を示す。284、285 潜航は西側のリフトの急崖に（図9）、286 潜航は東側のリフトの急崖に沿う測線の調査である（図10）。

3. 2 ヤップ海溝

ヤップ海溝北側における海底地形図を図11に示す。海溝接合域の北側で最も顕著な地形的特徴は我々が「西マリアナ（北ヤップ）海底崖」と呼んでいる急崖である。その走向は N20°E でヤップ海溝北部の走向にほぼ一致している。西落ちの落差は 1,500m 以上ある（岩淵ほか、1990）（図12）。287、288 潜航はこの急崖に沿う測線の調査である（図13）。

ヤップ海溝北部における海底地形の等深線図を図14

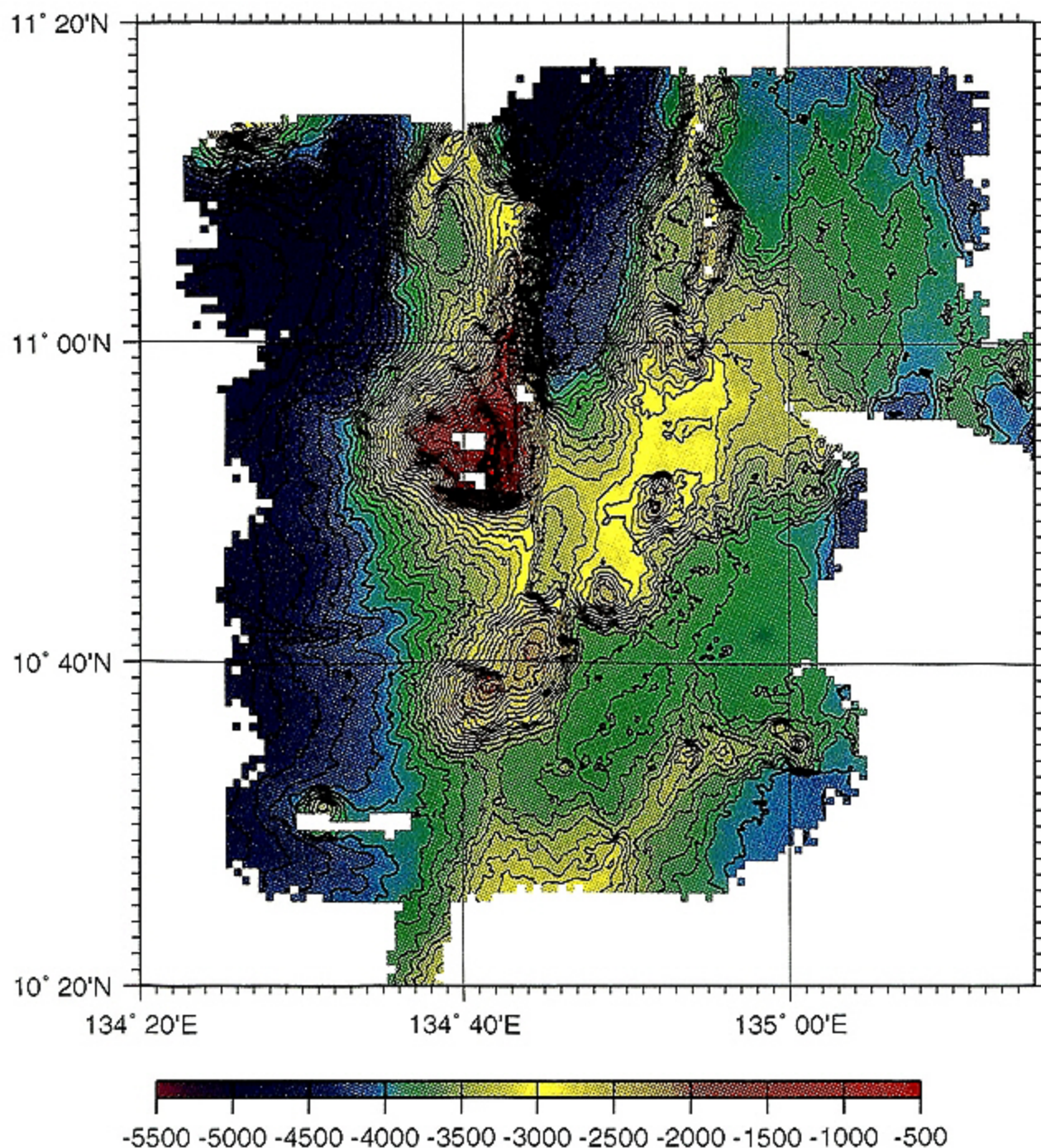


図 7 九州-パラオ古島弧の海底地形図。等深線間隔は 100m。暗い色ほど深い水深を示す

Fig. 7 Bathymetric map of the Kyushu-Palau Remnant Arc. The contour interval is 200m. The dark color indicates deeper water depth.

に示す。図 15 は海底地形を 3 次元的に図化した図である。289, 290 潜航は海溝中央部の島弧側斜面（フィリピン海プレート側）に沿う測線の調査である。10°28.9'N, 138°40.9'E において 9,000m を超える水深 9,039m を記録した。いまだ知られていた海溝最深部は理科年表 (1996) によると 8°25'N, 137°56'E の地点で 8,650m で

あり、約 400m も深い最深部を発見した。しかしながらこの水深値は直下水深として記録されたものではなく、センターと最端のちょうど中間のビームにより記録されたものである。この水深値は潜水船によって得られた実測の温度および塩分濃度分布から平均音速、音線の屈折を計算し補正された値であるので信頼できると思われる

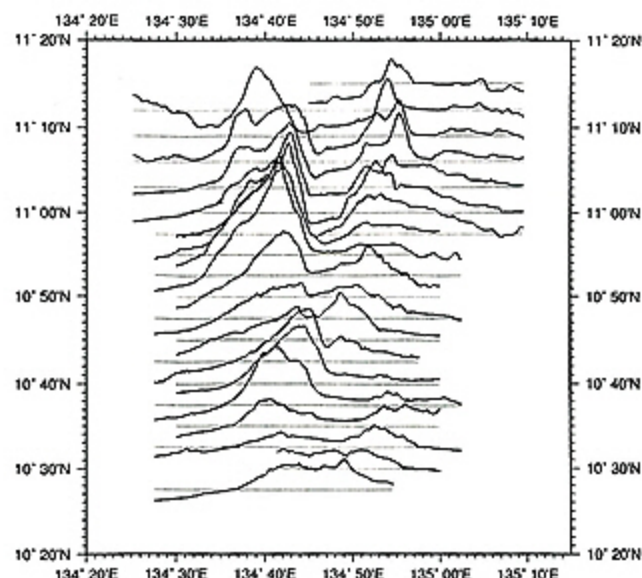


図 8 九州-パラオ古島弧の海底地形断面図。地形断面の間隔はほぼ測線間隔と同じである

Fig. 8 Cross section of the bathymetry of the Kyushu-Palau Remnant Arc. The interval of the bathymetric cross section is almost the same as the interval of the survey ship tracks.

が、最深点が9,000mを超えるかどうかの確認はセンタービームでの再計測が必要となるだろう。センタービームで記録された最深値は8,942m (10°32.0'N, 138°41.4'E)である。ヤップ海溝には深発地震面が存在せず、ヤップ島弧での火山活動がないためプレートの沈み込みの存在は明確ではないにもかかわらず、このような発達した深い海溝が存在することは興味深い。

ヤップ海溝南部における海底地形図を図16に示す。7°40'N, 137°30'Eを境に海溝の走向がN30°EからN60°Eに急激に変化している。291潜航は海溝の走向の変曲点付近の海側斜面（カロリンプレート側）に沿う測線の調査である（図17）。

本航海の調査によって7°N~10°40'Nのヤップ海溝をほぼ全域の海底地形図を完成することができた（図18）。

3.3 パラオ海溝

パラオ海溝とヤップ海溝の接合域の南側における海底地形の等深線図を図19に示す。海溝はV字谷の形状をしており海溝底には堆積物がほとんどないことが推定される。292潜航は海溝斜面の島弧側斜面（フィリピン海プレート側）に沿う測線の調査である（図20）。

パラオ海溝とアユトラフの接合域における海底地形の等深線図を図21に示す。293潜航は海溝斜面の島弧側斜

面（フィリピン海プレート側）に沿う測線の調査である（図22）。134°20'E付近の地形の高まりによって海溝谷は二股に分かれている。Fujiwara et al. (1995) のアユトラフの調査によれば6°10'N, 133°55'E付近の地形の高まりによってもパラオ海溝谷は二股に分かれている。6°30'N, 134°00'E付近をフィリピン海プレートとカロリンプレートの相対運動の回転極として、パラオ海溝でプレートの沈み込みが、アユトラフではプレートの拡大が行われていると推定されている (Seno et al., 1993) が、プレート運動の運動方向の変化にともなう回転極の移動が過去にあった結果として、このような複雑な地形が形成されたのではないだろうか。

4. ま と め

我々は1995年9月から10月にかけて行われた「しんかい6500」のヤップ・パラオ島弧海溝系の潜航調査航海（284~293潜航）において、潜水船支援船「よこすか」を用い海底地形の調査を行った。調査延べ時間は230時間、航走距離は5,200kmである。水深5,000m以深の調査海域の地形はマルチナロービームによって完全にカバーされている。調査を行ったのはフィリピン海プレートの東南境界をなすヤップ海溝、パラオ海溝、そして九州-パラオ古島弧の海域である。その他パレスベラ海盆、ヤップ海溝南端を横切る測線も得られた。

この調査の結果、九州-パラオ古島弧におけるリフト地形の詳細を明らかにした。ヤップ海溝においては7°N以北の海溝全域を調査し100kmの規模のセグメント構造を明らかにした。また9,000mを超える海図未記載の海溝最深点9,039m (10°28.9'N, 138°40.9'E)を発見した。パラオ海溝においてはヤップ海溝およびアユトラフとの接合域の地形の詳細を明らかにした。

謝 辞

井田正比古司令、橋本菊夫航法管制長をはじめとする潜水調査船「しんかい6500」運航チーム、および湯川修船長をはじめとする支援船「よこすか」乗組員の調査航海における協力と航海データの提供に感謝する。海上保安庁水路部の岩淵洋、西澤あずさ両博士には水路部の「拓洋」、1993年の「よこすか」によって調査された海底地形データを提供していただいた。乗船研究者（北里洋・大森琴絵・加藤和浩・有吉正幸・小寺透）には研究に関する援助と有益な助言をしていただいた。

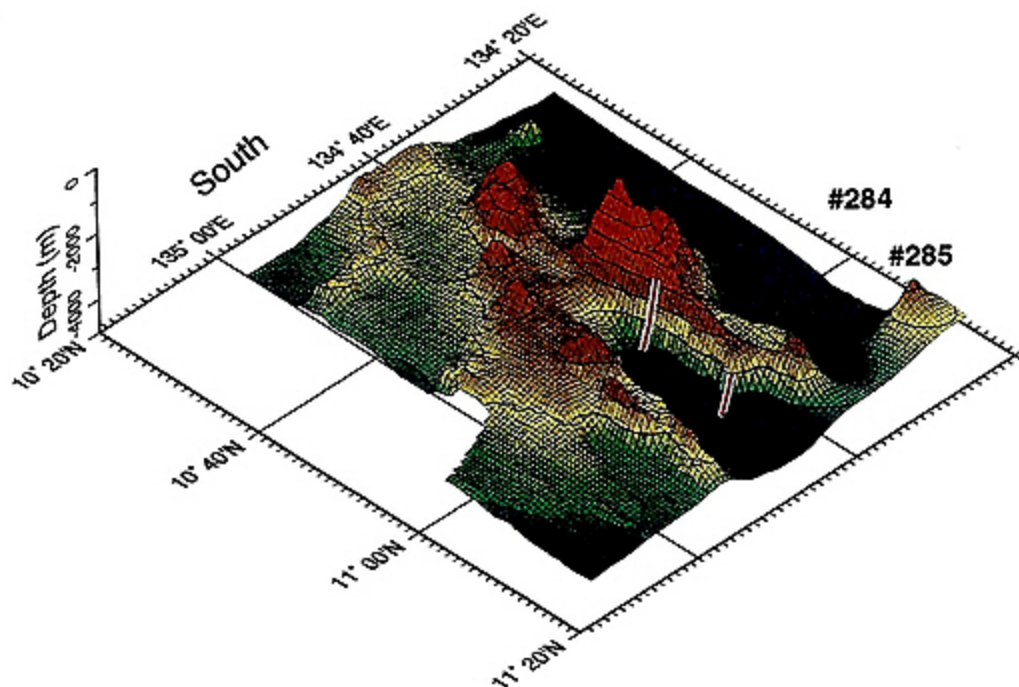


図 9 九州-パラオ古島弧の海底地形観測図。北東の方向から眺めている。実線は「しんかい 6500」の潜航測線を示している。測線の付記されている番号は潜航番号

Fig. 9 Whale's eye view of the bathymetry of the Kyushu-Palau Remnant Arc looking from northeast. The solid lines show the survey tracks of the submersible "Shinkai 6500". The numbers indicate the dive numbers.

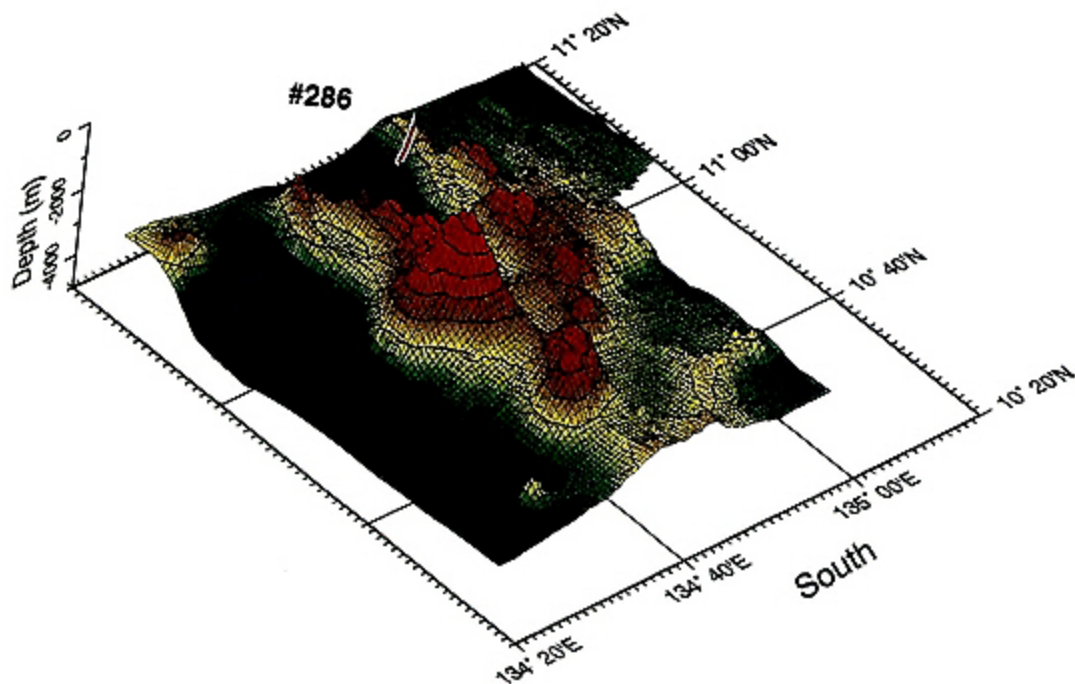


図 10 九州-パラオ古島弧の海底地形観測図。南西の方向から眺めている。実線は「しんかい 6500」の潜航測線を示している。測線の付記されている番号は潜航番号

Fig. 10 Whale's eye view of the bathymetry of the Kyushu-Palau Remnant Arc looking from southwest. The solid line shows the survey track of the submersible "Shinkai 6500". The number indicates the dive number.

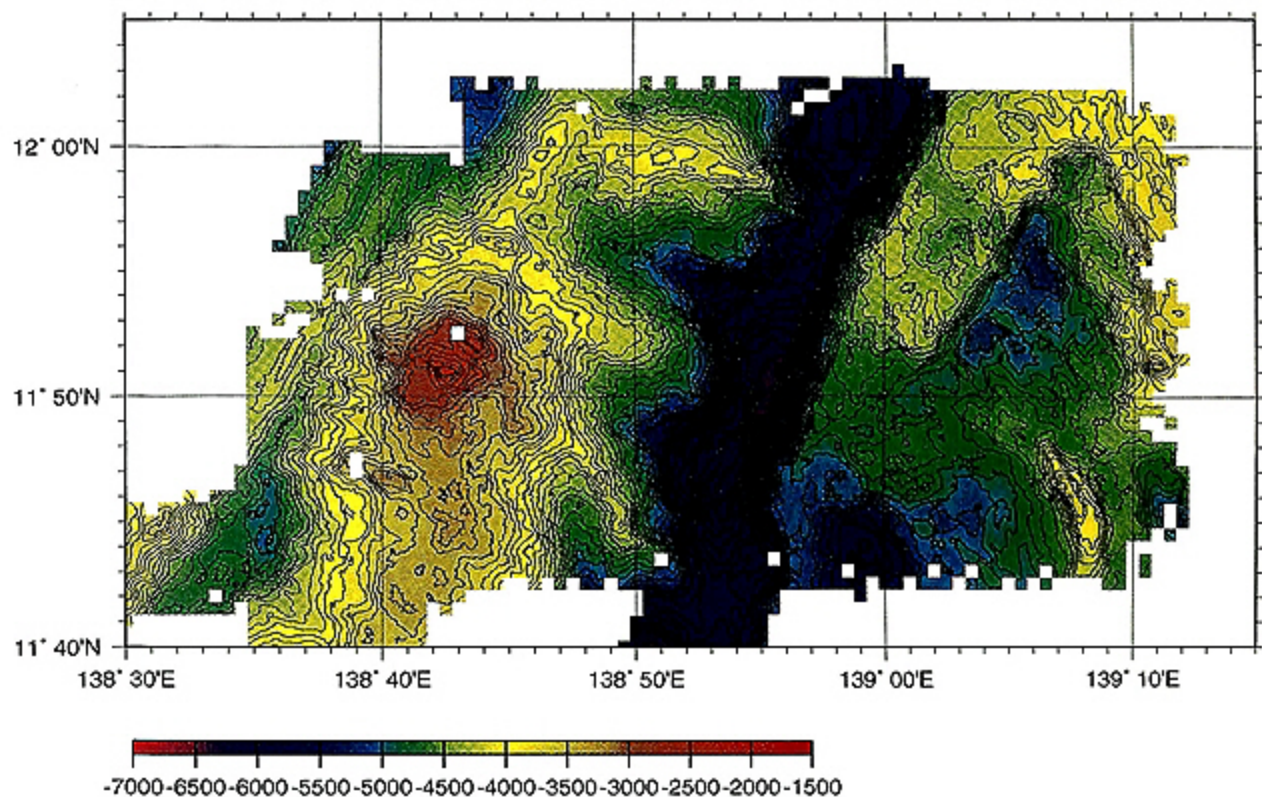


図 11 「西マリアナ (北ヤップ) 海底崖」の海底地形図。等深線間隔は 200m。暗い色ほど深い水深を示す
 Fig. 11 Bathymetric map of the West Mariana (North Yap) Escarpment. The contour interval is 200m. The dark color indicates deeper water depth.

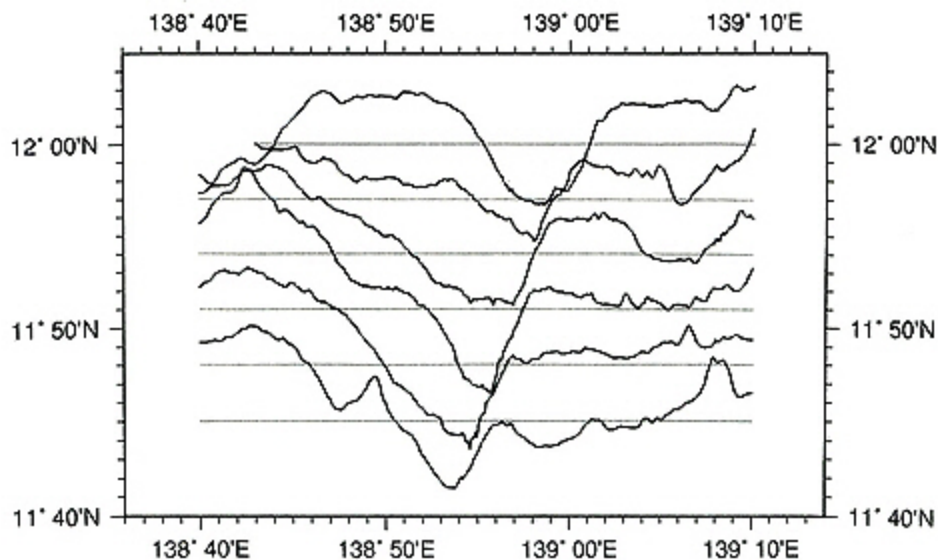


図 12 「西マリアナ (北ヤップ) 海底崖」の海底地形断面図。
 地形断面の間隔はほぼ測線間隔と同じである
 Fig. 12 Cross section of the bathymetry of the West Mariana (North Yap) Escarpment. The interval of the bathymetric cross section is almost the same as the interval of the survey ship tracks.

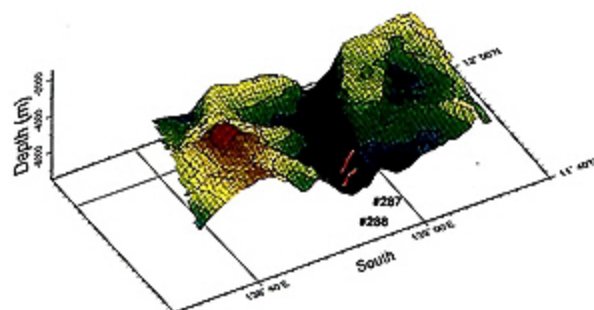


図 13 「西マリアナ（北ヤップ）海底崖」の海底地形図。南西の方向から眺めている。実線は「しんかい 6500」の潜航測線を示している。測線の付記されている番号は潜航番号

Fig. 13 Whale's eye view of the bathymetry of the West Mariana (North Yap) Escarpment looking from southwest. The solid lines show the survey tracks of the submersible "Shinkai 6500". The numbers indicate the dive numbers.

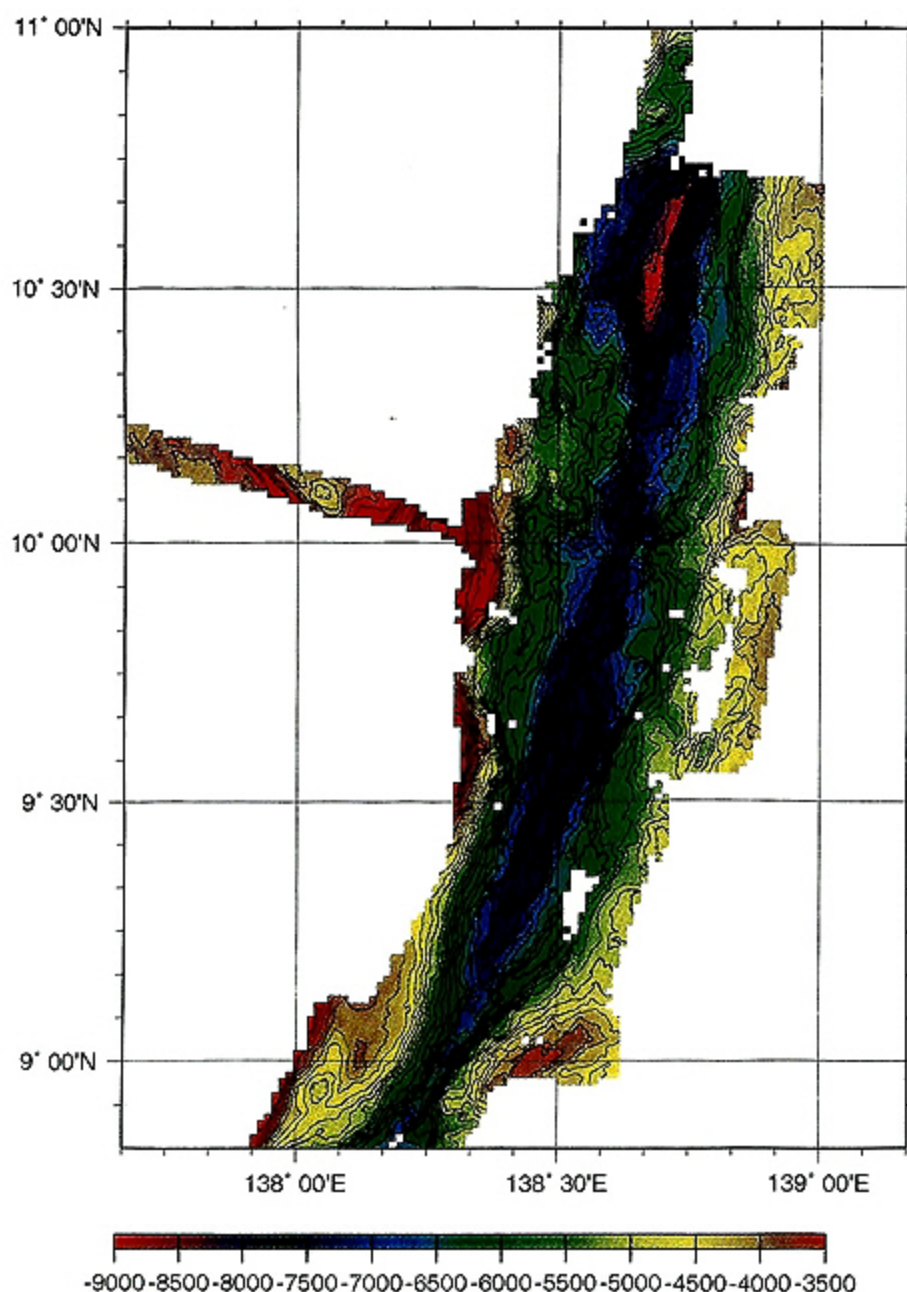


図 14 ヤップ海溝北部の海底地形図。等深線間隔は 200m。暗い色ほど深い水深を示す

Fig. 14 Bathymetric map of the central Yap Trench. The contour interval is 200 m. The dark color indicates deeper water depth.

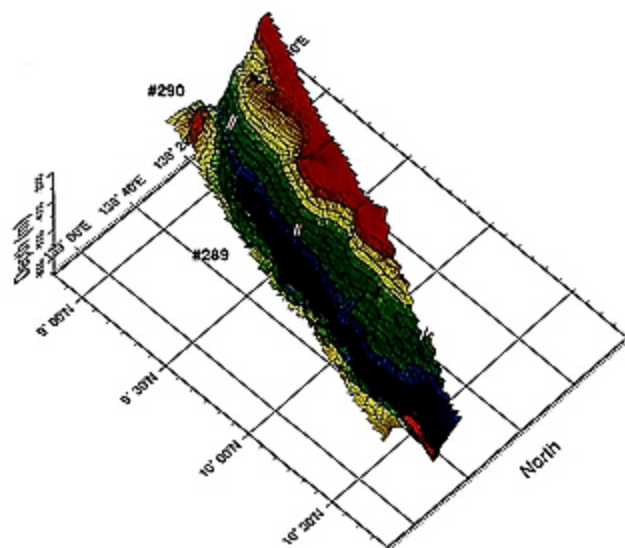


図 15 ヤップ海溝中央部の海底地形観図。北東の方向から眺めている。実線は「しんかい 6500」の潜航測線を示している。測線の付記されている番号は潜航番号

Fig.15 Whale's eye view of the bathymetry of the central Yap Trench looking from northeast. The solid lines show the survey tracks of the submersible "Shinkai 6500". The numbers indicate the dive numbers.

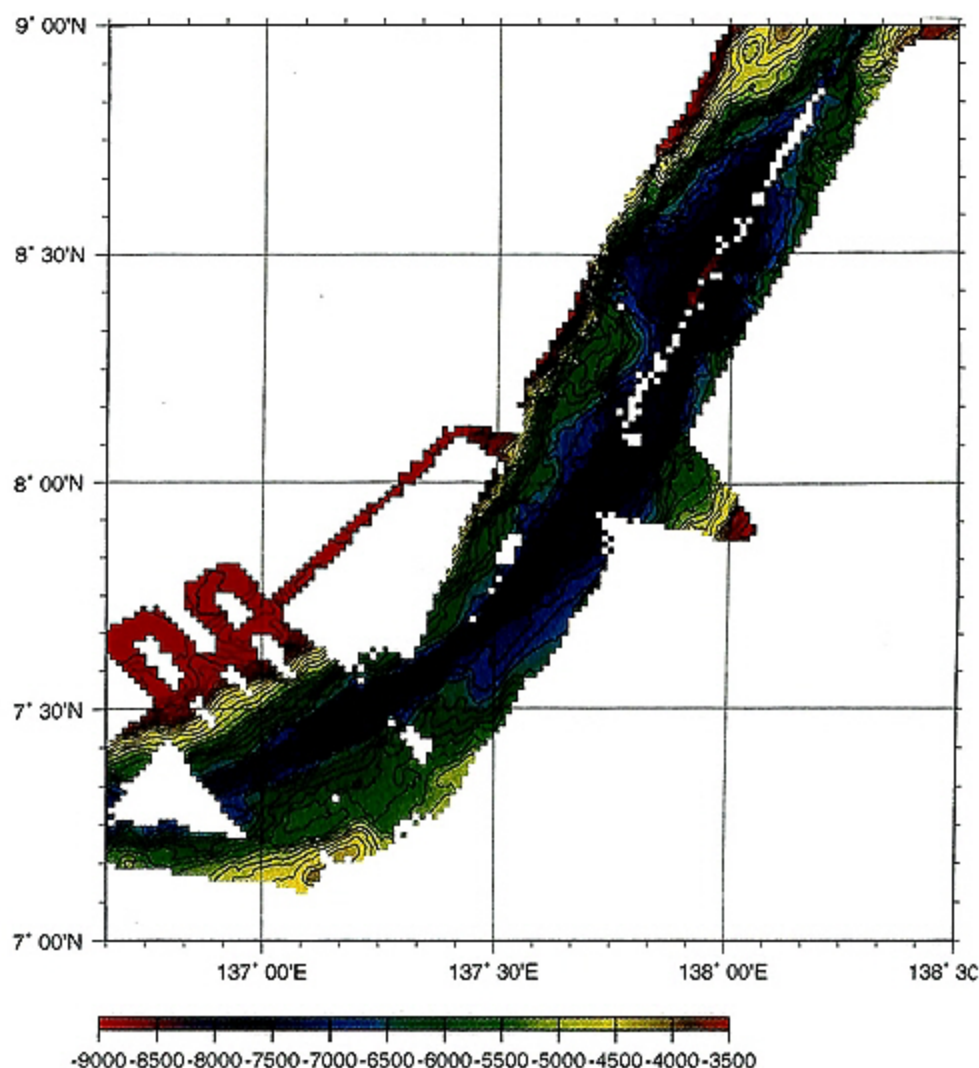


図 16 ヤップ海溝南部の海底地形図。等深線間隔は 200m。暗い色ほど深い水深を示す

Fig.16 Bathymetric map of the southern Yap Trench. The contour interval is 200m. The dark color indicates deeper water depth.

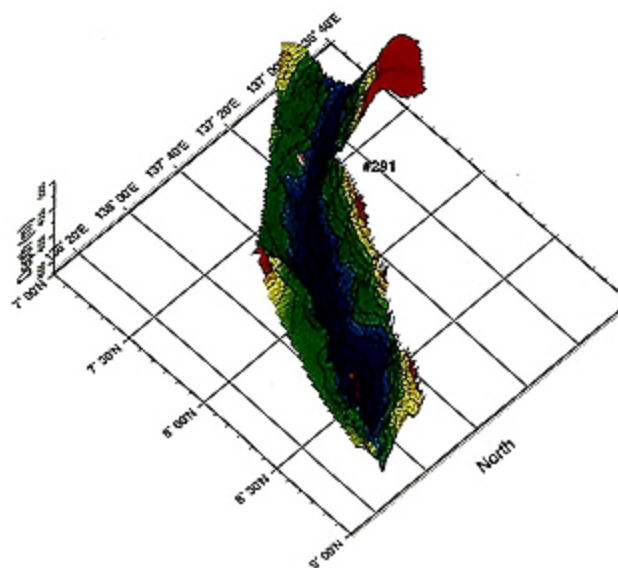


図 17 ヤップ海溝南部の海底地形観測図。北東の方向から眺めている。実線は「しんかい 6500」の潜航測線を示している。測線の付記されている番号は潜航番号

Fig. 17 Whale's eye view of the bathymetry of the southern Yap Trench looking from northeast. The solid line shows the survey track of the submersible "Shinkai 6500". The number indicates the dive number.

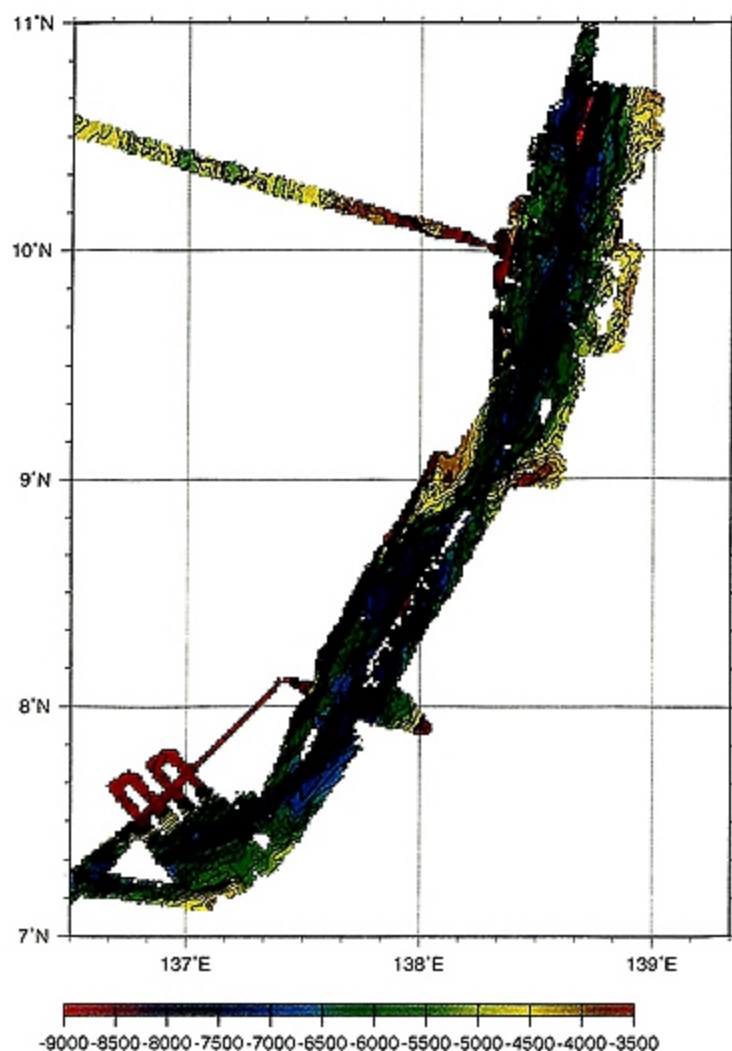


図 18 ヤップ海溝の海底地形図。等深線間隔は 200m。暗い色ほど深い水深を示す

Fig. 18 Bathymetric map of the Yap Trench. The contour interval is 250m. The dark color indicates deeper water depth.

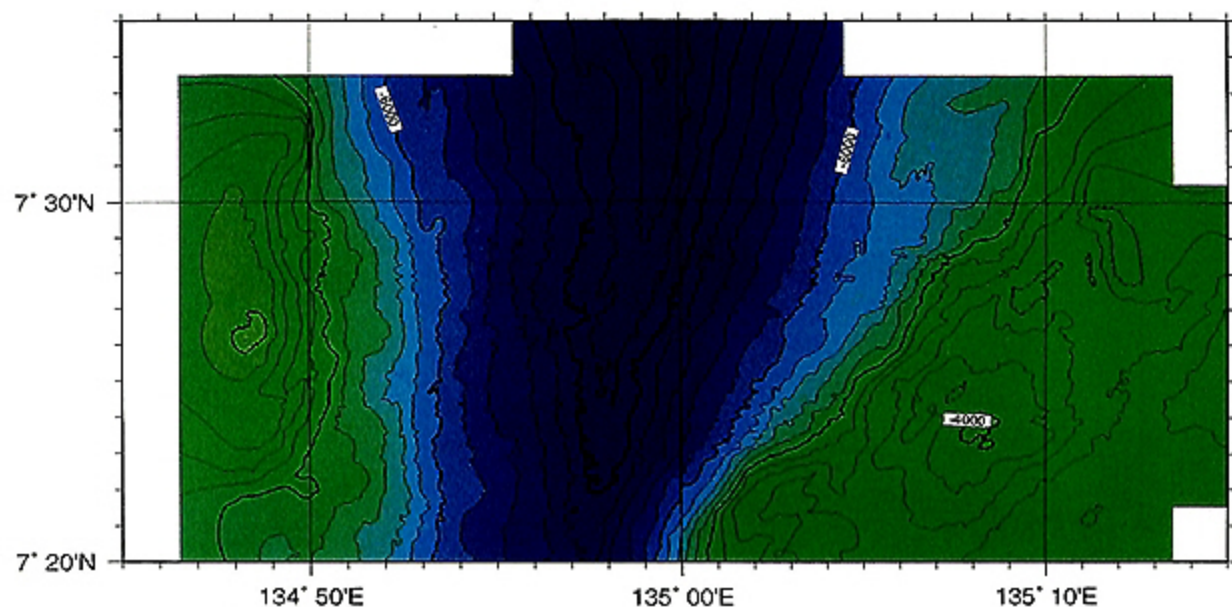


図 19 パラオ海溝北部の海底地形図。等深線間隔は 200m。暗い色ほど深い水深を示す

Fig. 19 Bathymetric map of the northern Palau Trench. The contour interval is 200m. The dark color indicates deeper water depth.

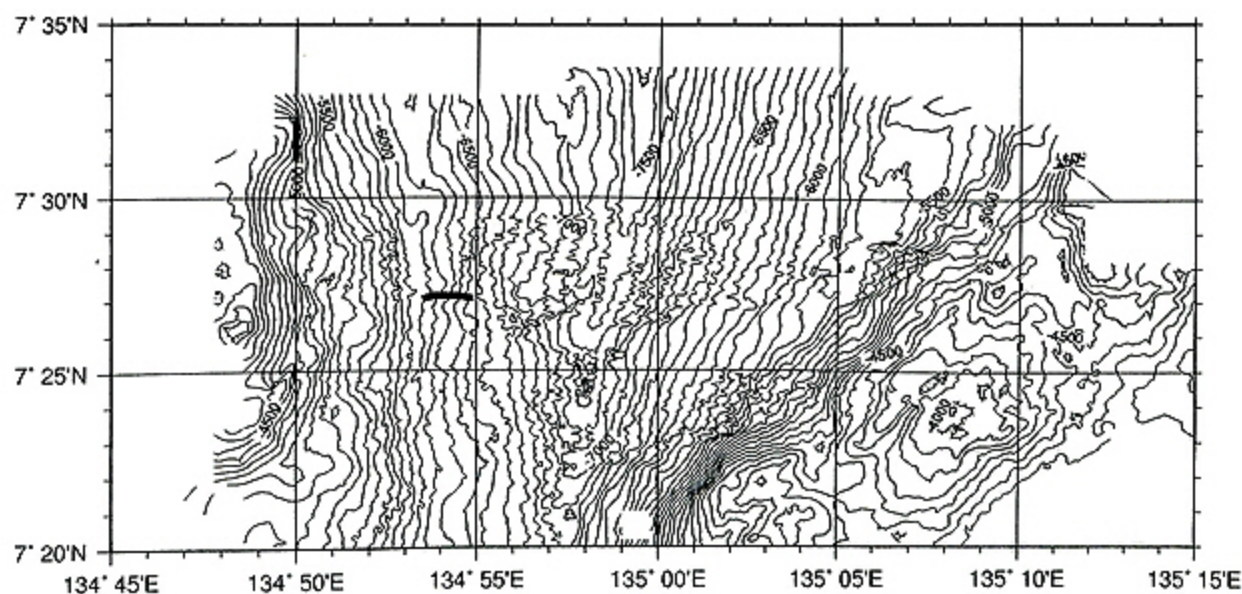


図 20 パラオ海溝北部の海底地形図。等深線間隔は 100m。実線は「しんかい 6500」の潜航測線を示している。測線の付記されている番号は潜航番号

Fig. 20 Bathymetric map of the northern Palau Trench. The contour interval is 100m. The solid line shows the survey track of the submersible "Shinkai 6500". The number indicates the dive number.

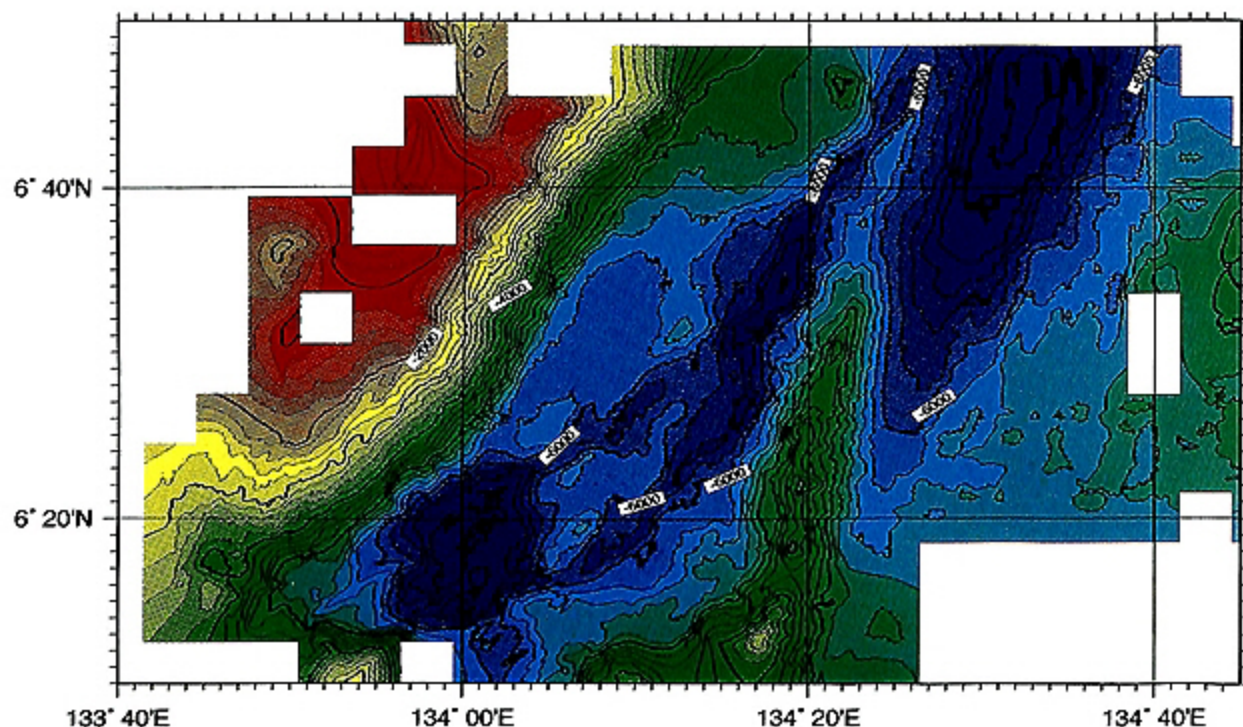


図 21 パラオ海溝南部の海底地形図。等深線間隔は 200m。暗い色ほど深い水深を示す

Fig. 21 Bathymetric map of the southern Palau Trench. The contour interval is 200m. The dark color indicates deeper water depth.

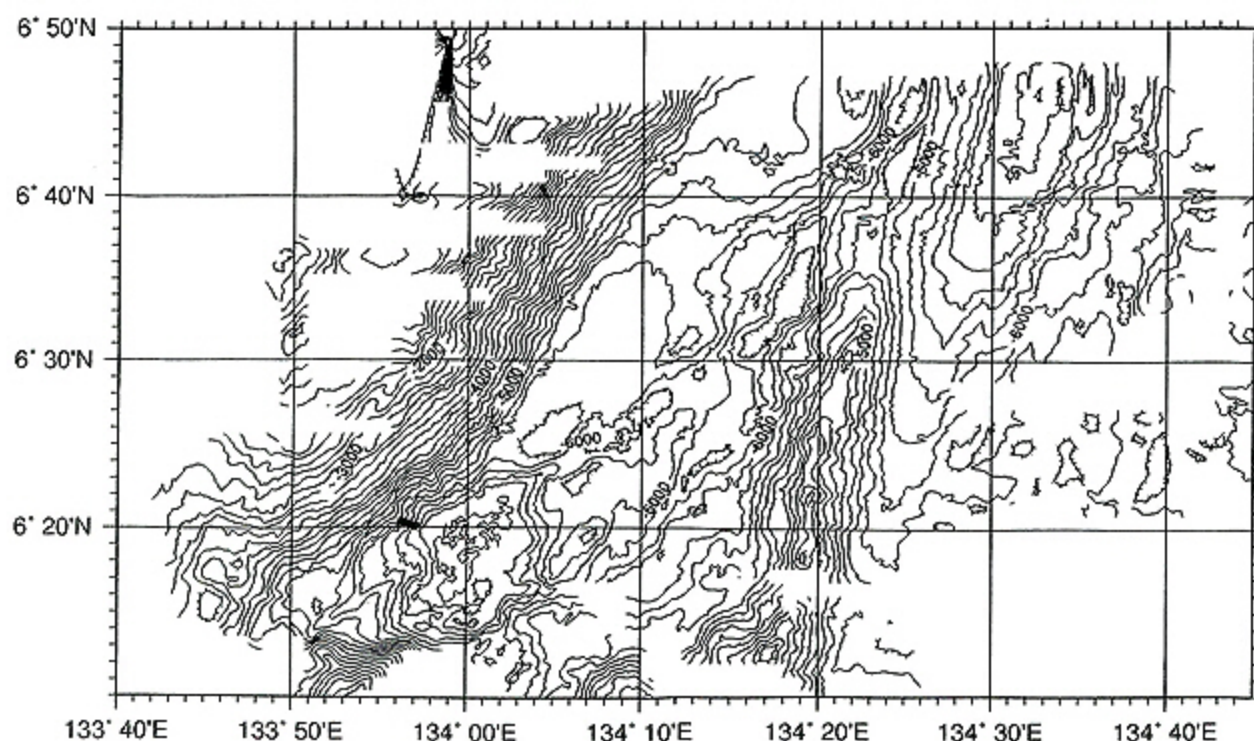


図 22 パラオ海溝南部の海底地形図。等深線間隔は 200m。実線は「しんかい 6500」の潜航測線を示している。測線の付記されている番号は潜航番号

Fig. 22 Bathymetric map of the southern Palau Trench. The contour interval is 200m. The solid line shows the survey track of the submersible "Shinkai 6500". The number indicates the dive number.

引用文献

藤岡換太郎・藤本博巳・西澤あずさ・佐藤利典・小泉聡子・大鋸朋生・仲村明子・堀井喜弘 (1994): サザンクロス潜航調査報告—フィリピン海プレート南部, ヤップ, パラオ海溝及びアエトラフの横断潜航—. JAMSTEC 深海研究, 10, 203-230.

Fujiwara, T., M. Kido, K. Tamaki, H. Fujimoto, T. Ishii, T. Seno, H. Kinoshita, N. Seama, H. Toh, K. Koizumi, C. Igarashi, J. Segawa and K. Kobayashi (1995): Morphological studies of the Ayu Trough, Philippine Sea-Caroline Plate boundary. Geophysical Research Letters, 22, 109-

112.

岩淵 洋・吉岡真一・浅田 昭 (1990): ヤップ海溝北端部の海底地形. 水路部研究報告, 26, 87-98.

西澤あずさ・沖野郷子・藤岡換太郎 (1994): ヤップ海溝中央部海側斜面域の海底地形. JAMSTEC 深海研究, 10, 251-259.

Seno, T., S. Stein and A.E. Gripp (1993): A model for the motion of the Philippine Sea plate consistent with NUVEL-1 and geological data. Journal Geophysical Research, 98, 17941-17948.

(原稿受理: 1996年7月12日)