

第 37・38 次日本南極地域観測隊における 南インド洋海山調査

野木 義史*・金尾 政紀*・神沼 克伊*

Surveys of Seamounts in the Southern Indian Ocean
during the 37th and 38th Japanese Antarctic
Research Expedition in 1995 and 1996

Yoshifumi NOGI*, Masaki KANAOKA* and Katsutada KAMINUMA*

Abstract: Surveys of seamounts in the Southern Indian Ocean were carried out during the 37th and 38th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE-37 and JARE-38). Previous uncharted seamounts were identified on board the icebreaker SHIRASE. During the JARE-37 cruise in December 1995, the survey was conducted around (57°S, 98°E) and the shallowest depth of a seamount, 983 m, was recorded at 56°59.41'S and 98°05.51'E. The height of the seamount above the ocean floor is more than 3400 m and its radius is about 20 km. During the JARE-38 cruise in December 1996, the survey was conducted around (60°S, 107°E) and two seamounts were found. The shallowest depth of the northern seamount is 1141 m and that of the southern seamount is 2024 m. These two seamounts form a small seamount chain about 35 km long extending in the northeast-southwest direction.

要旨: 第 37・38 次南極地域観測 (JARE-37, JARE-38) の航路の南インド洋で海山調査を行い、砕氷船「しらせ」で現在までに海図に記されていない海山を同定した。1995 年 12 月 JARE-37 では 57°S, 98°E 付近の海域で詳しい調査を行い、56°59.41'S, 98°05.51'E で海山の最も浅い部分、水深約 983 m を記録した。この海山の海平原からの高さは 3400 m 以上、半径は約 20 km 程度と見積もられる。1996 年 12 月 JARE-38 では、60°S, 107°E 付近の海域で調査を行い、二つの海山を同定した。北側の海山で観測された最も浅い水深は 1141 m、南側の最も浅い水深は 2024 m であった。この二つの海山はほぼ北東方向に延びる長さ約 35 km の小規模な海山列を形成している。

1. はじめに

深海には、多くの海洋島、海山そして海台が存在する。このような海山や海台は、ほとんどがプレートの境界である大洋中央海嶺の軸から離れて点在している。その成因および形成時期などを明らかにすることは、プレート絶対運動や海洋底発達史を解く鍵となる。例えば、

* 国立極地研究所. National Institute of Polar Research, 9-10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173-8515.

海洋島のひとつにハワイ諸島がある。ハワイ島には活火山があり、マントル深部に由来すると考えられているマグマが活動している。ハワイ諸島のように、マントル深部に固定したマグマ源によって形成された火山群は、ホットスポットと呼ばれている。また、ハワイ諸島からは西北西の方向に延びる一連の火山列島が存在し、さらにその方向を北西に変え直線状の海山列島が形成されている。これらの火山・海山列は、西に行くほど形成年代が古くなることが知られている。マントル深部にマグマ源を持つホットスポットが地球の中心に対してほぼ不動と考えると、ハワイ火山列島は、ハワイ・ホットスポットの上を表層の太平洋プレートが動いて形成された火山・海山列として説明できる。このようなホットスポット起源の線状の火山・海山列をホットスポットトラックと呼び、ホットスポットを地球の中心に対しての静止点として、過去のプレートの絶対運動を決めるために使用されている。ホットスポット起源の線状の火山・海山列は、インド洋や大西洋でも見つかっている。さらに、ホットスポット起源の岩石は、現在および過去のマントル深部の状態を知る手がかりになるものである。このように、ホットスポット起源の火山・海山列は、プレートの絶対運動やマントル深部の情報を得るために重要であり、また、ホットスポットは、大陸分裂や海嶺軸の形成とも密接な関係があることが示唆されている。

南極大陸を取り囲む南極海での海洋観測や調査は非常に少なく、海底地形に関する情報も極めて不十分である。南極海のテクトニクスは、大陸分裂とそれに伴う海洋の発達史と言い換えても良く、海底地形情報はこの問題を解くための基礎となるデータである。最近では、不十分な船上観測を補うため、高精度の衛星によるフリーエア異常から、広大な南極海の海底地形情報を得ることが行われており (SANDWELL and SMITH, 1997)、また、これをもとに 30° S 以南での予想される海底地形も求められている (SMITH and SANDWELL, 1994)。これらのデータから、南極海には、現在までに海図に記されていない数多くの未発見の海山があることが示唆されている。

衛星による高精度の重力異常図や予想される海底地形図によって示唆されている南極海の未発見の海山の同定とその成因を明らかにするため、JARE-37 と JARE-38 において、「しらせ」の往路上、南インド洋、オーストラリアー南極間で、現在までに海図に記されていない海山の調査を行った。その結果の概略を、ここに報告する。日本南極地域観測隊では、1966年12月、当時の観測船「ふじ」がオーストラリアのフリマントルから昭和基地の航路上 54°S, 99°E 付近で海山を発見している。この発見はしばらくそのままになっていたが、今回の調査で新海山が発見されたのを契機に、海上保安庁水路部により正式に登録された。図1に、JARE-37 と JARE-38 の「しらせ」の測線と海山調査を実施した地域を示す。水深データは、海上保安庁水路部の協力のもとにデジタルデータをパーソナルコンピュータに取り込むことにより処理をした。水深データは、補正を加えず、生のデータを使用した。地図の作成には、GMT ソフトウェア (WESSEL and SMITH, 1991) を使用した。

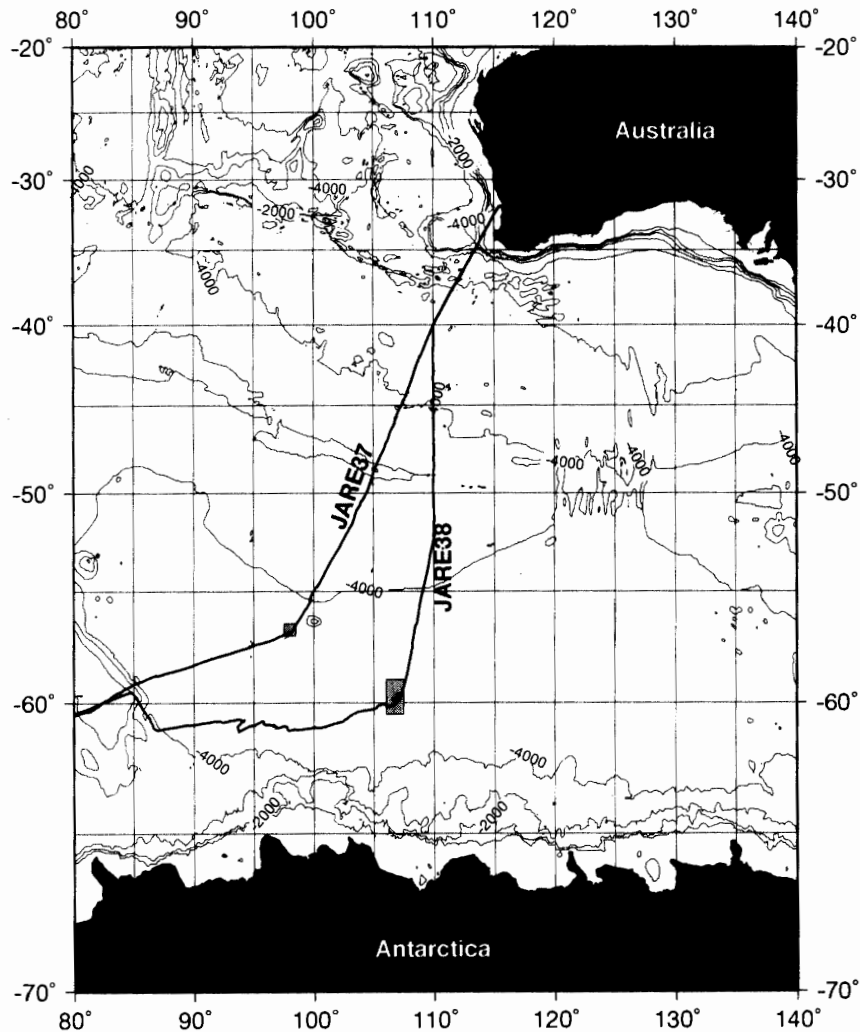


図1 JARE-37とJARE-38の「しらせ」の航跡。影を付けた海域が、それぞれ海山調査を行った地域。水深のコンターはETOPO-5 (NOAA/NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER, 1993) による。コンター間隔は1000 m。

Fig. 1. Ship tracks of the icebreaker SHIRASE during the JARE-37 and JARE-38 cruises. Shaded areas show the areas where seamounts were surveyed. Bathymetry contours are based on ETOPO-5 (NOAA/NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER, 1993) and the contour interval is 1000 m.

2. 海山調査

2.1. JARE-37の海山調査

第37次の海山調査は、1995年12月8日に57°S, 98°E付近の海域で実施された。図2に海山調査の測線を示す。米国大気海洋庁 (NOAA) の海洋地球物理データ (NOAA/NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER, 1993) に収められているJARE-37の調査 (1995年) 以前のこの付近の測線も図2に破線で示した。JARE-37以前の測線が今回確認された海山の西側の平坦な

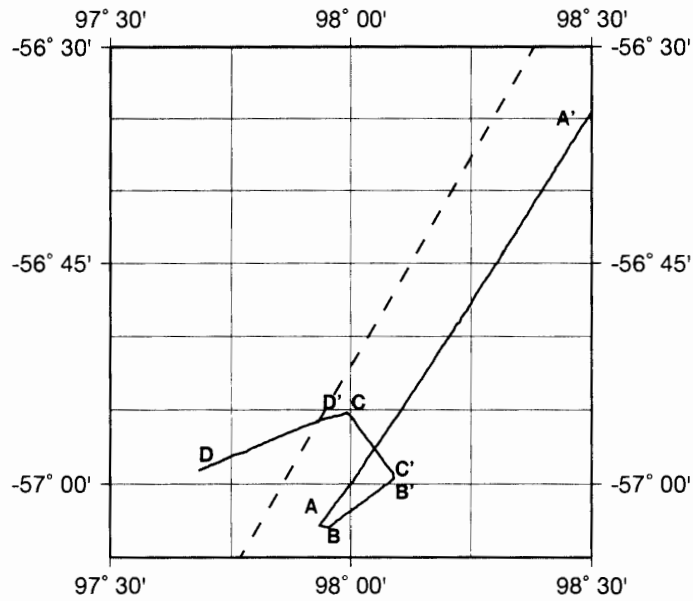


図2 JARE-37の海山調査の測線. JARE-37の海山調査の測線を実線で、米国大気海洋庁 (NOAA)の海洋地球物理データ (NOAA/NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER, 1993)に取められているJARE-37の調査以前のこの付近の測線を破線で表す.

Fig. 2. Ship tracks for seamount survey during the JARE-37 cruise (solid lines). Dashed line indicates observation line before the JARE-37 cruise according to marine geophysical data by NOAA (NOAA/NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER, 1993).

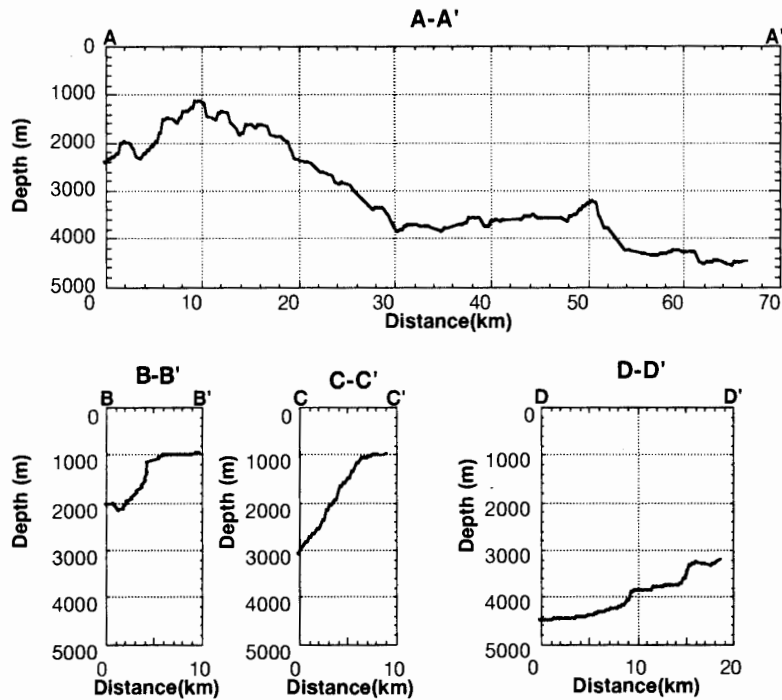


図3 JARE-37の海山調査のそれぞれの測線の水深プロファイル. 図2のA-A', B-B', C-C', D-D'で示される測線の水深プロファイル.

Fig. 3. Bathymetric profiles during the JARE-37 cruise. The profiles correspond to observation lines A-A', B-B', C-C' and D-D' in Fig. 2.

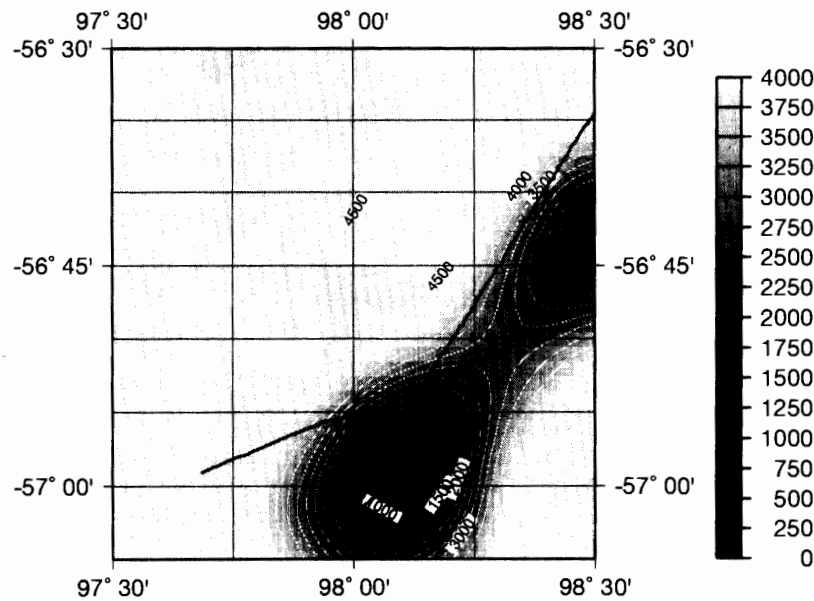


図4 JARE-37の測線(実線)と人工衛星重力異常から推定された海底地形図(SMITH and SANDWELL, 1994). 海底地形図は、グレースケールイメージとコンター(白線)で表現されている。コンター間隔は、250 m.

Fig. 4. Observation lines during the JARE-37 cruise (solid lines) and satellite gravity anomaly derived predicted seafloor topography (SMITH and SANDWELL, 1994). The predicted seafloor topography is shown in gray scale image together with contour lines (white lines). The contour interval is 250 m.

海底面を横切っており、これが過去のすべてのデータだとすると、今回調査を行った海山は初めて見出されたものといえる。

図2に示されるそれぞれの測線の水深のプロファイルを図3に示す。図4は、SMITH and SANDWELL (1994) による予想される海底地形図と、JARE-37の海山調査の測線を示す。56° 59.41'S, 98° 05.51'E (GPSによる測位)で最も浅く、水深約983 mを記録している。最も浅い部分を記録した図2と図3のB'およびC'付近は平坦になっており、予想される海底地形からこの付近でほぼ海山の頂上に近い部分を横切っている。周りの海底面の水深が約4400 mであることから、海山の高さは、約3400 m以上と推定され、また、海山の半径は、約20 km程度と見積もられる。

図3のA-A'の測線の水深のプロファイルからは約100 mから200 mの起伏を伴うでこぼことした海底地形が観測されるが、それとほぼ直交した測線C-C'ではそのような起伏はほとんど見られない。また、C-C'の測線では水深が急激に深くなりこの方向の海山の外縁の半径が狭いのに対して、A-A'測線の水深変化はなだらかでこの方向の海山の外縁の半径が広い。SMITH and SANDWELL (1994) による予想される海底地形図からも、今回調査した海山のA-A'測線と同方向である北東方向にもう一つ海山があることが示唆されており(図4)、A-A'測線のなだらかな水深変化と海山の外縁の半径の広さは、予想される海底地形図の結果と

調和的であり、これらの海山が、北東方向に延びた小規模の海山列を形成していると考えられる。

2.2. JARE-38の海山調査

JARE-38の海山調査は、1996年12月8日から12月9日かけて60°S, 107°E付近の海域で行われた。図5に、JARE-38の海山調査の測線と、米国大気海洋庁(NOAA)の海洋地球物理データ(NOAA/NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER, 1993)に収められてるいるJARE-38の調査(1996年)以前のこの付近の測線を示す。この図から、JARE-38以前の測線が今回調査を行った海山を横切っていない事が明らかである。

図5のAからNで示されるそれぞれの測線の水深のプロファイルを図6に示す。また、

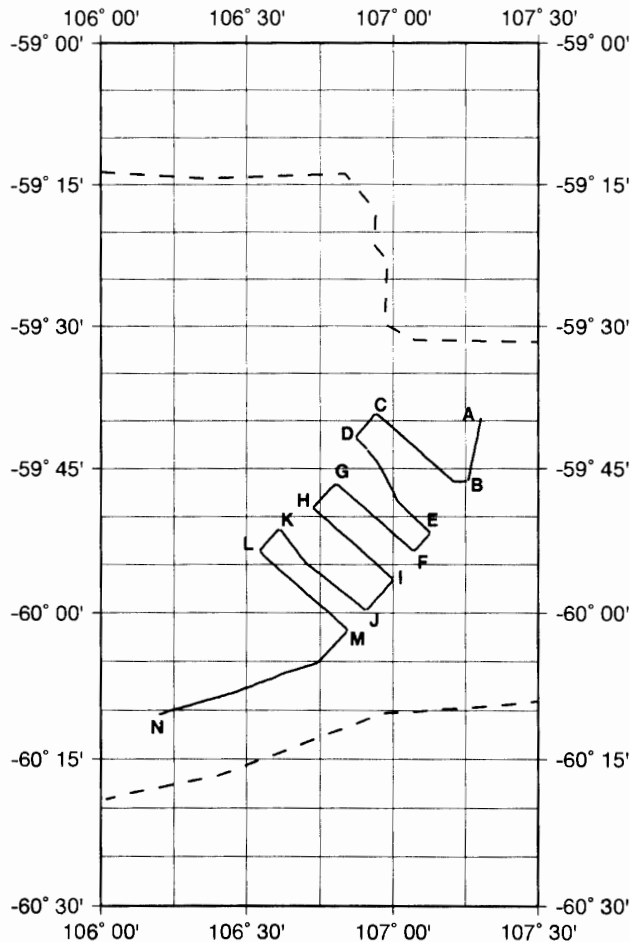


図5 JARE-38の海山調査の測線。JARE-38の海山調査の測線を実線で、米国大気海洋庁(NOAA)の海洋地球物理データ(NOAA/NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER, 1993)に収められてるいる第38次の調査以前のこの付近の測線を破線で表す。

Fig. 5. Ship tracks for seamount survey during the JARE-38 cruise (solid lines). The dashed line indicates observation line before the JARE-38 cruise according to marine geophysical data by NOAA (NOAA/NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER, 1993).

SMITH and SANDWELL (1994) による予想される海底地形図と、JARE-38 の海山調査の測線を 図 7 示す。図 6 に示されるように、北側から測線 D-E で水深が最も浅くなり、測線 H-I で一度深くなり、さらに南側の測線 L-M で再度浅くなる。この結果は予想される海底地形図 (図 7) の結果と一致し、この地域の海山は、ほぼ測線 H-I を境に北東方向にのびる二つの海

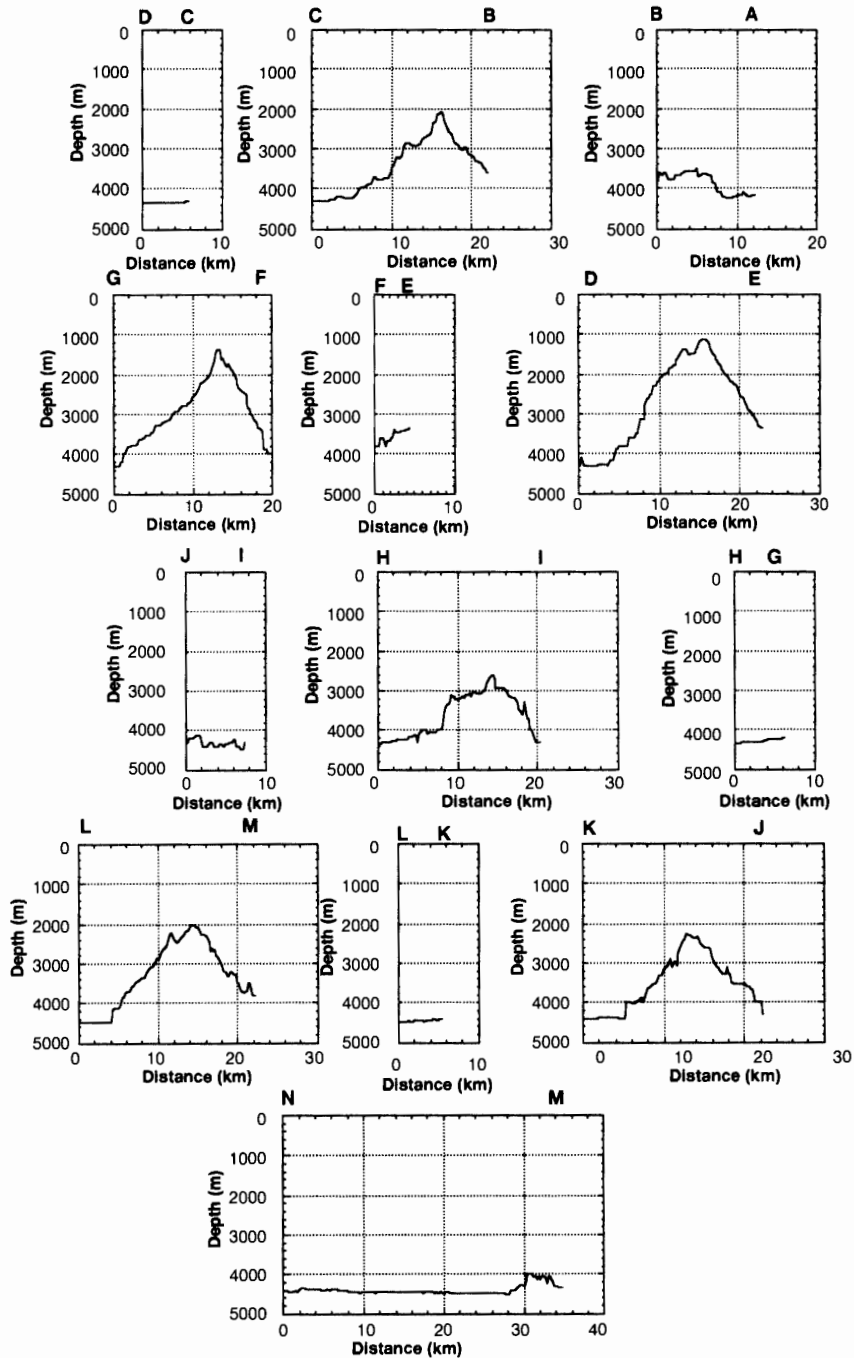


図 6 JARE-38 の海山調査のそれぞれの測線の水深プロファイル。図 5 の A から N。
 Fig. 6. Bathymetric profiles corresponding to observation lines of the JARE-38 cruise labeled A to N in Fig. 5.

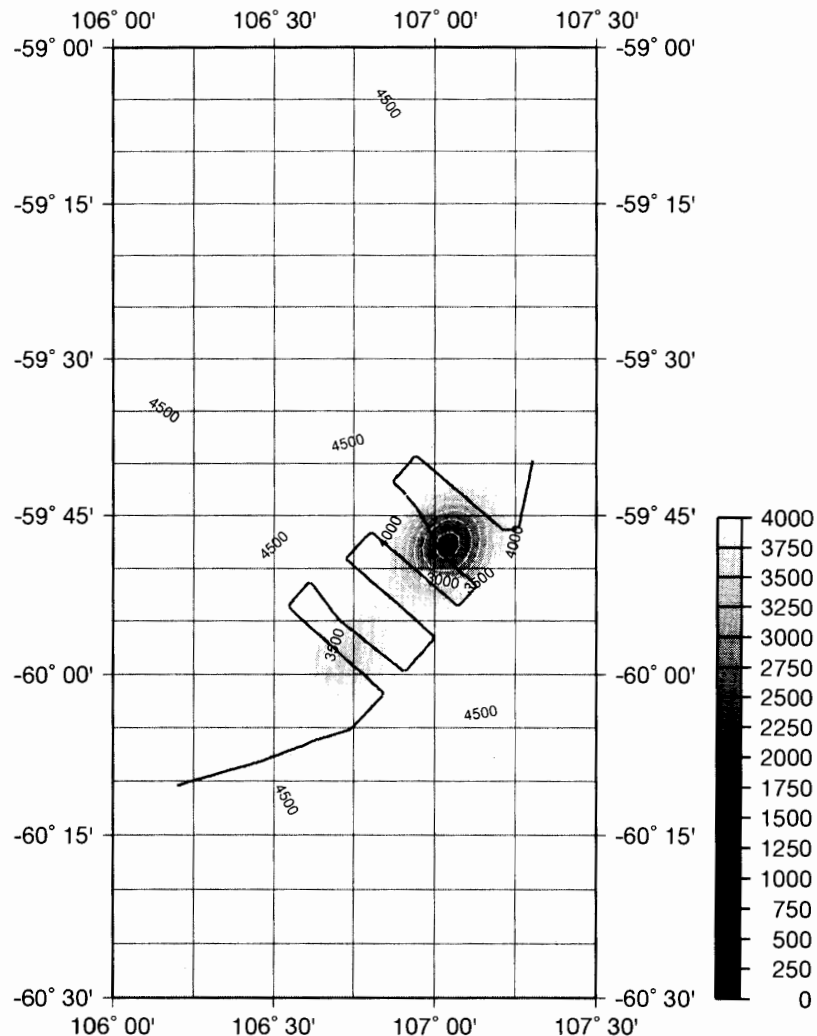


図7 JARE-38の測線(実線)と人工衛星重力異常から推定された海底地形図(SMITH and SANDWELL, 1994). 海底地形図は、グレースケールイメージとコンター(白線)で表現されている。コンター間隔は、250 m.

Fig. 7. Observation lines during the JARE-38 cruise (Solid Lines) and satellite gravity anomaly derived predicted seafloor topography (SMITH and SANDWELL, 1994). The predicted seafloor topography is shown in gray scale image together with contour lines (white lines). The contour interval is 250 m.

山による小規模な海山列を形成している。この海山列の長さは、北東方向に約 35 km である。北側の海山は、測線 D-E で最も浅い水深 1141 m を記録し、北西方向の斜面は傾斜がなだらかで起伏に富み、南東側の斜面は起伏はそれほど激しくなく急勾配である。南側の海山は、北側の海山に比べ水深はそれほど浅くならず、測線 L-M で最浅部 2024 m を記録するにとどまっている。南側の海山は、北側の海山と違い、北西・南東の両斜面に大きな違いは見られず、全体的に起伏に富み、北側の海山の北西方向の斜面と同程度の勾配である。

3. 海底の年代

図8に海山の調査地域と、MÜLLER *et al.* (1997) によるこの付近の海底の年代を示す。海底の年代は、地磁気異常番号で示されている。この付近の海底の年代分布は、地磁気異常番号から、地磁気異常番号34 (約8300万年前) より若いことを示しており、海山調査を行った両調査地域とも、地磁気異常番号13 (3300万年前) の近傍にあることがわかる。これは、両調査地域で観測された海山がたとえホットスポット起源と考えた場合でも、これらの海山の形成年代が、地磁気異常番号13 (約3300万年前) かそれより若いことを示している。

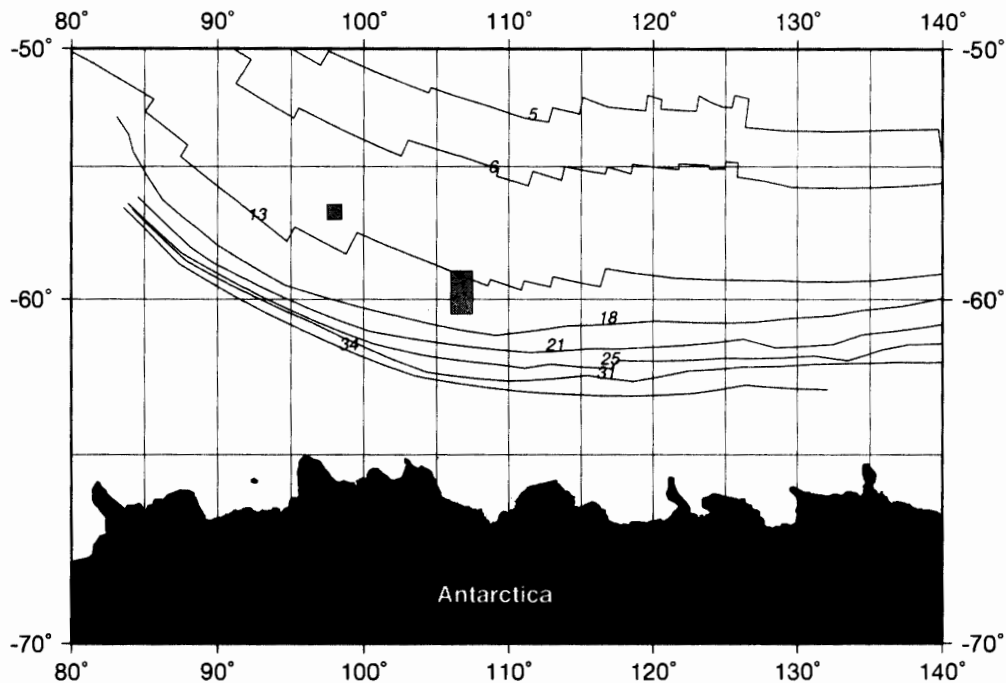


図8 MÜLLER *et al.* (1997) による海底の年代。同年代の地磁気異常番号を実線で結び、それぞれの地磁気異常番号を示す。影を付けた海域が、JARE-37とJARE-38で海山調査を行った地域。

Fig. 8. Age of ocean floor by MÜLLER *et al.* (1997). Isochrons are indicated by solid lines labeled with magnetic anomaly numbers. Shaded areas show the areas where seamounts were surveyed during the JARE-37 and the JARE-38 cruises.

4. ま と め

JARE-37とJARE-38において海山の調査を行い、以下の二つの海域で海図に記されていない合計3個の海山を船上で初めて同定した。

- 1) 57°S, 98°E 付近の海域で一つの海山を同定し、最も浅い部分で水深983 mを記録。海山の高さは約3400 m。

- 2) 60°S, 107°E 付近の海域で二つの海山を同定し, 北側の海山は最も浅い部分で水深 1141 m, 南側の最も浅い部分で水深 2024 m. 海山の高さはそれぞれ, 北側が 3100 m 以上, 南側が 2400 m 以上.

「しらせ」船上では, 海上重力計及び船上地磁気 3 成分磁力計による連続観測を実施している. 海山調査を行った海域について, これらのデータは現在解析中で, 近い将来, 海山の構造についての概略を報告する予定である.

しかしながら, それぞれの海山の形成年代や成因などは未だ不明点が多く, これらを明らかにするために, ドレッジによる岩石採取や詳しい海底地形の海図化など今後のさらなる調査が必要であると考えられる. 「しらせ」は, 毎年昭和基地への航路として新海山の海域付近を航海しており, また, オーストラリア-南極海嶺を横切っている観測船である. 元来調査の進んでいない海域だけに, より系統的な調査が期待される.

謝 辞

本調査は, 「しらせ」の例年の航路をややはずすことで初めて可能となり, 新海山の発見に至った. 藤井隊長・山内隊長以下第 37・38 次隊の隊員ならびに加藤艦長・帖佐艦長以下砕氷艦「しらせ」乗組員の皆様には, 調査に際しご支援をいただいた. 海上保安庁水路部には航路の変更, デジタル水深データの提供等大変お世話になった. 国立極地研究所地学部門の方々には, 観測に対する貴重な助言・援助をいただいた.

文 献

- MÜLLER, R.D., ROEST, W.R., ROYER, J.-Y., GAHAGAN, L.M. and SCLATER, J.G. (1997): Digital isochrons of the world's ocean floor. *J. Geophys. Res.*, **102**, 3211-3214.
- NOAA/NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER (1993): GEODAS CD-ROM worldwide marine geophysical data, updated 2nd ed. Data Announcement 93-MGG-04, National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce, Boulder, Colorado.
- SANDWELL, D.T. and SMITH, W.H.F. (1997): Marine gravity anomaly from Geosat and ERS-1 satellite altimetry. *J. Geophys. Res.*, **102**, 10039-10054.
- SMITH, W.H.F. and SANDWELL, D.T. (1994): Bathymetric prediction from dense satellite altimetry and sparse shipboard bathymetry. *J. Geophys. Res.*, **99**, 21803-21824.
- WESSEL, P. and SMITH, W.H.F. (1991): Free software helps map and display data. *EOS: Trans.*, **72**, 445-446.

(1997 年 12 月 12 日受付; 1998 年 1 月 26 日改訂稿受理)