

研究ノート

北西太平洋・南鳥島東方海域における海底地形†

及川光弘*¹, 森下泰成*²

Submarine topography in the east sea to the Minami-Tori Shima Island, North West Pacific Ocean†

Mitsuhiro OIKAWA*¹, Taisei MORISHITA*²

Abstract

Japan Coast Guard has carried out the bathymetric surveys in the eastern sea of the Minami-Tori Shima Island, North West Pacific Ocean since 1998 to 2008. The precise bathymetric data acquired in these surveys reveal the details of the submarine topography, and clusters of small conical volcanoes were discovered.

The cluster which is located at southeast of Minami-Tori Shima Island is the largest (80 km x 50 km) in this area. Almost all cones which belong to the cluster are hundred meters in height and less than 10 km in diameter.

Considering the size and the shape of the cones, the cones are considered not to be formed by landslide or hotspot. The morphological characteristics are very similar to petit spot volcanoes near Japan Trench, northwestern Pacific Plate. More than one cluster are found out on the survey area, therefore there is a possibility that more small cones cluster exist on (northwestern) Pacific Plate.

1 序論

南鳥島の位置する北西太平洋海域（第1図）は、ジュラ紀後期から白亜紀の海底拡大で形成されたもっとも古い海洋底をもつ海域（Nakanishi et al. 1989）の一つである。この海域には、Hess（1946）によって発見された平頂海山を始めとして、非常に多数の海山が存在し、それらはまとめてマークス・ウェイク海山群と呼ばれている。マークス・ウェイク海山群を構成する海山の多くはおよそ 80–120 Ma の⁴⁰Ar/³⁹Ar 放射年代値を示すが（Koppers et al., 2003）、ハワイ・天皇海山列に認められるような海山と年代値の規則性が不明瞭であること、同位体組成が多様であることから、現在の南太平洋域で見られるようなスーパー

マントルプリュームの直上で形成された多数の短命ホットスポットの集合と考えられている（Koppers et al., 2003）。

この海域の海山については、Smoot（1989, 1999）や、Smoot and King（1992）等によって、その3次元的な形状が明らかにされてきたが、これまでの調査は海山周辺に限られていた。また、海域が東京から約 2,000 km も離れたはるか遠方に位置しているという地理的要因もあり、あまり十分な調査が行われてきたとは言いがたい。

海上保安庁は同海域詳細な海底地形を明らかにするために、1998年から2008年にかけて測量船「昭洋」・「拓洋」によるマルチビーム音響測深機を用いた海底地形調査を実施した。これらの海底

†Received December 10, 2008 ; Accepted February 5, 2009

*1 大陸棚調査室 Continental Shelf Surveys Office

*2 海洋研究室 Ocean Research Laboratory

地形調査の結果から、北西太平洋海域には、拓洋第5海山等の比較的規模が大きな平頂海山や海山だけでなく、多数の海丘や海底拡大に伴う海底地形などの存在が確認された(吉田・他, 2001)。また、それらの高まりの地形的な特徴から、リフトゾーンを伴う平頂海山、多数の小海丘から構成される海山、頂部が平坦な小海丘の3種の大まかな分類が出来るとした(加藤・吉田, 2005)。

本論文では、同海域の詳細な海底地形調査の結果を報告するとともに、その結果確認された南鳥島南東海域に存在する小海丘群に着目し、その成因について考察した。なお、小海丘群を横断する地殻構造探査も2006年から2007年にかけて実施されており、それらの概要については、道順・他(2008)及び田中・他(2009)によって報告されている。

2 データ及び処理

本論文で使用した海底地形データは、1998年から2008年までの間、測量船「昭洋」及び「拓洋」によって実施された大陸棚調査のデータである。海底地形データの取得には、マルチビーム音響測深機 SEABEAM 2112 を使用した。取得されたデータに対してノイズ除去を実施した後、0.001 度間隔(約 110 m 間隔)でグリッド化した。また、測線間の未測域及び不良データを除去したために水深データが無い領域については、GMT (Generic Mapping Tools, Wessel and Smith, 1998) の surface コマンドを使用して補間した。補間した海域については、第3図及び第4図において白くマスクをかけて補間領域が認識できるようにした。

反射強度データについては、マルチビーム音響測深機データ処理ツール (MB-SYSETM) を用いて、角度の補正及び地形の補正を施した。また、測量船の直下のデータは正しい計測ができないため削除した。

3 結果

得られた海底地形図を第2図・第3図(等深線

図)及び、地形の傾斜の大きさを第4図で示した。同海域の大洋底は水深 5,500–6,000 m であり、傾斜はおおむね 3 度以下の平坦な海域となっている。

同海域に位置する海山や海丘を、海山の形状と比高・直径から A) 平頂海山, B) 海山, C) 丸い海丘, D) ならかな高まり, E) 小海丘群, の5つに分類し、それぞれ典型的な例を第5図に示した。これらの特徴を更に詳細に記載する。

A) 平頂海山 (第5図 A)

比高 4,000–4,500 m 程度で、幅 10 km 以上の平坦な山頂、海山の直径は大きいものでは 150 km, 小さいものでも 30 km 程度である。山腹域には 15 度以上の傾斜を伴い、一部の平頂海山の山頂域には山体崩壊に伴う馬蹄形の急崖(角度 30 度以上)も認められる。また、リッジ状の地形が海山から伸びているものも見受けられる。

B) 海山 (第5図 B)

比高は 1,000 m 以上で直径は 10 km 以上の海山で、幅 10 km 以上の平坦な山頂をもたないものである。山腹域に 15 度以上の傾斜を伴っている。

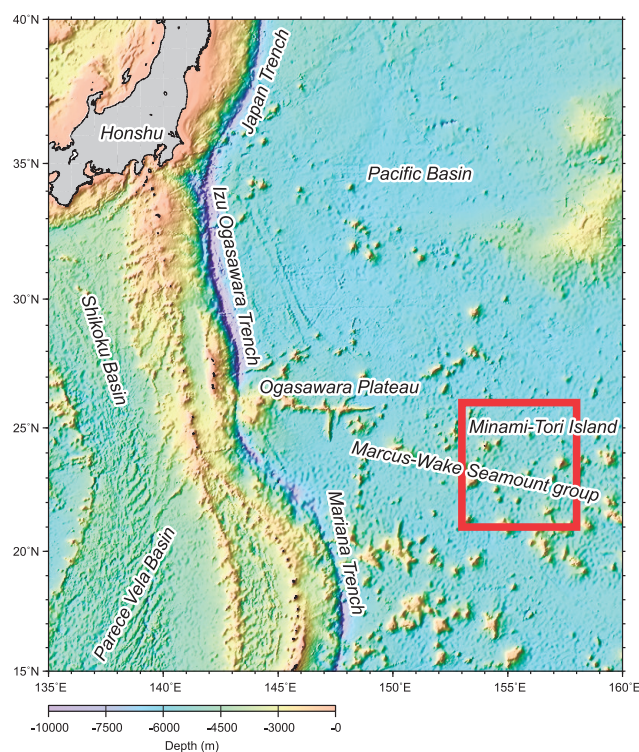


Fig. 1 The Index map for the survey lines. The rectangle indicates the study area.

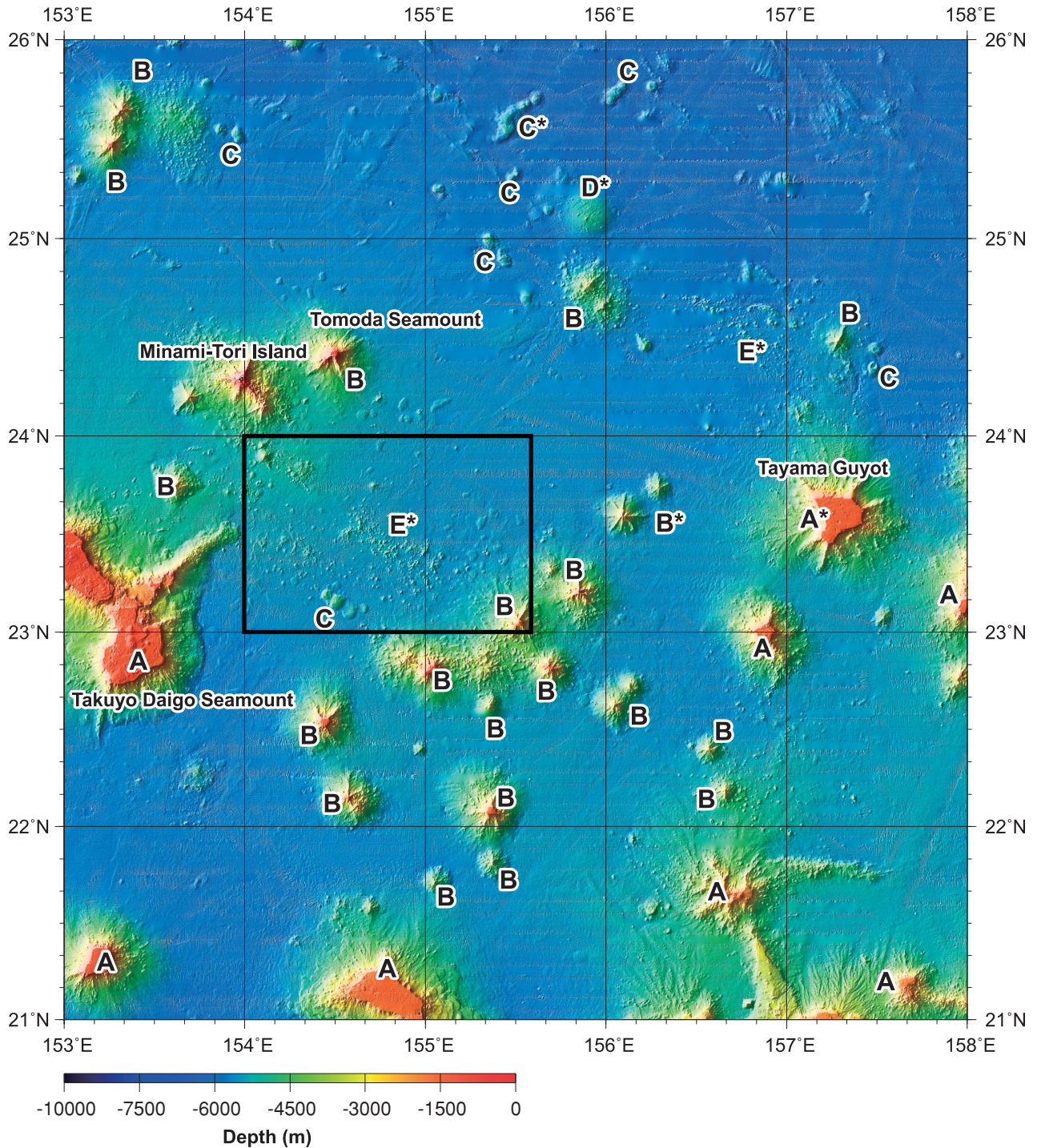


Fig. 2 The bathymetric map. A: Guyot, B: Seamount except Guyot, C: Sea knoll with about 1,000 m in height and flat hilltop, D: Wide sea bottom high of very low gradient, E: Small cone cluster with hundred meters in height and less than 10 km in diameter. Asterisks (*) indicate the feature which is picked up at Fig. 5. The area enclosed in black rectangle is the area focused in Fig. 6, 7, and 8.

C) 丸い海丘 (第5図C)

比高が1,000 m程度で直径は数 km程度, 平坦な山頂を持ち, 丸い外形が特徴的である。複数の海丘が結合し20 km程度の列を成しているものもある。

D) なだらかな高まり (第5図D)

東経155°55′北緯25°10′に存在するもので, 直径30 km, 比高は1,000 m程度で, 同海域の海山・海丘と比較して斜度5度以下と傾斜が緩やかである。その比高と比較して高まりの直径が非常

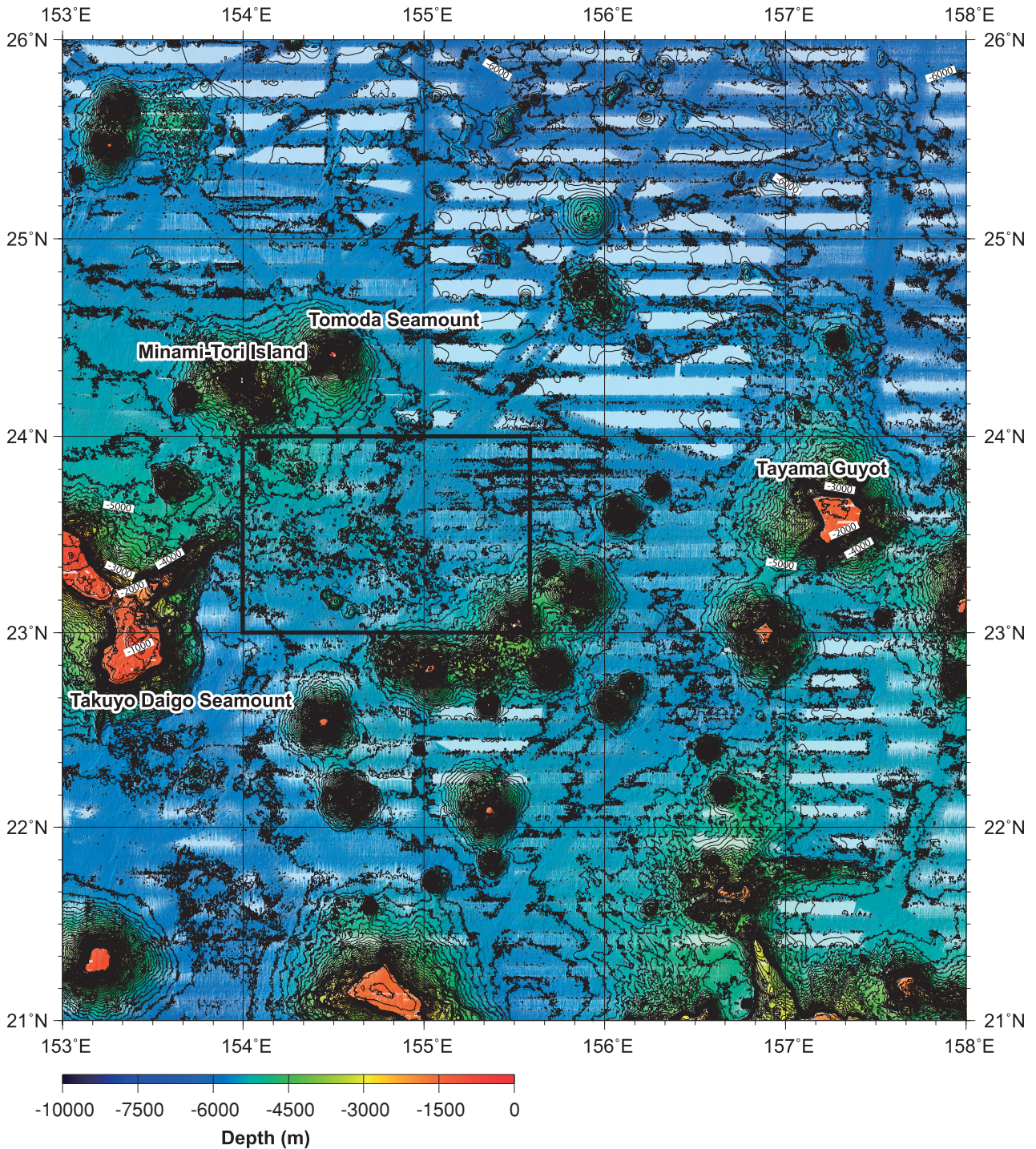


Fig. 3 The contour line map. The white masked area is interpolated area.

に大きいことが特徴である。

E) 小海丘群 (第5図E-1, E-2)

小海丘群は比高数100m, 傾斜分布が15度以上の小さな高まりであり, 小海丘が密集して存在している。小海丘群は南鳥島の南東, 東経155°00′北緯23°30′(第5図E-1)と東経157°00′北緯24°30′(第5図E-2)において確認でき

る。南鳥島の南東に位置する小海丘群は80km x 50kmの範囲に分布している。

南鳥島の南東に位置する小海丘群付近を拡大した地形図(第6図), 傾斜分布図(第7図), 及び反射強度図(第8図)から, 小海丘群の大きさは比高が数100m, 直径数kmから10km程度であり, 小海丘群の周辺には反射強度の強い海底面が

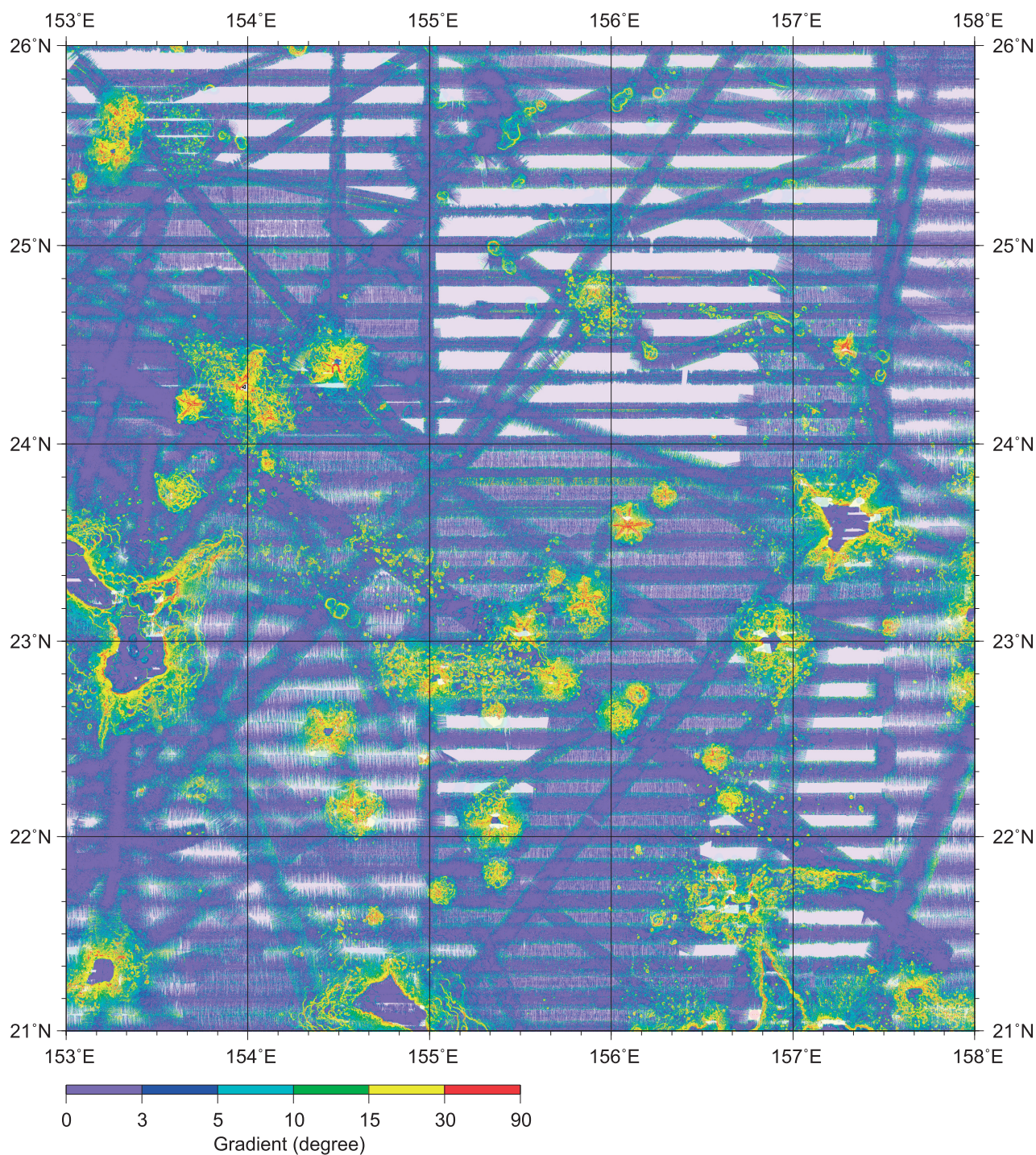


Fig. 4 The gradient map. The white masked area is interpolated area.

分布している。

4 考察

南鳥島の南東に存在する小海丘群は、同海域のスーパーマントルプレュームの直上で形成されたホットスポット (Courtilot et al. 2003) によって生成されたと考えられる平頂海山・海山が、比高

4,000 m 程度、直径が数 10 km 以上の規模を持つことと比較すると、比高が数 100 m、直径数 km から 10 km 程度と小さく、小海丘群とホットスポット火山は成因を異にしていることを示唆している。

この小海丘群は、ハワイオアフ島北東部の北東部に見られる、Nuuanu 山体崩壊や Wailau 山体

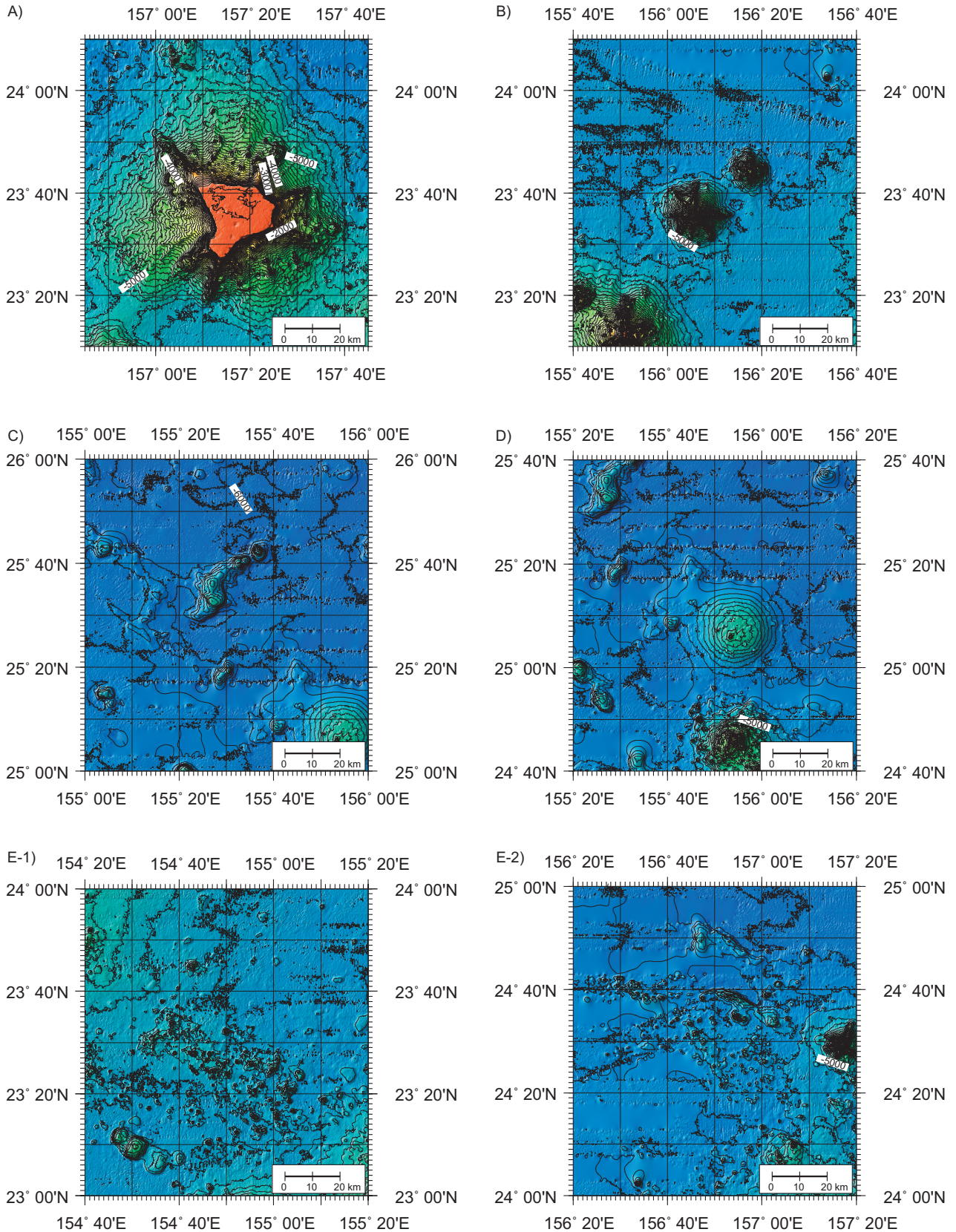


Fig. 5 Examples of undersea features. A: Guyot, B: Seamount except Guyot, C: Sea knoll with about 1,000 m in height and flat hilltop, D: Wide sea bottom high with very low gradient, E: Small cone cluster with hundred meters in height and less than 10 km in diameter (E-1: Southeast of Minami-Tori Shima Island, E-2: North of Tayama Guyot).

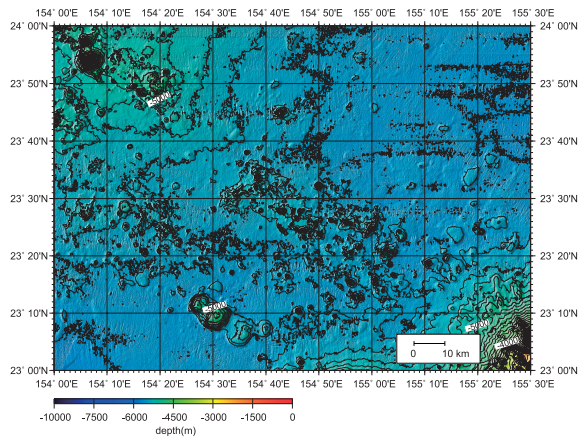


Fig. 6 The precise bathymetric map around the small cone cluster at Southeast of Minami-Tori Shima Island.

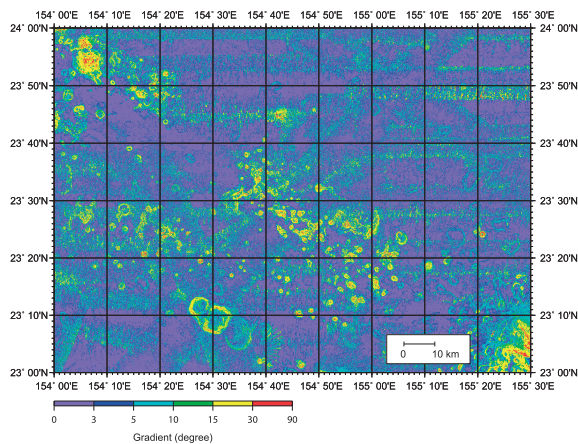


Fig. 7 The precise gradient map of Fig. 6.

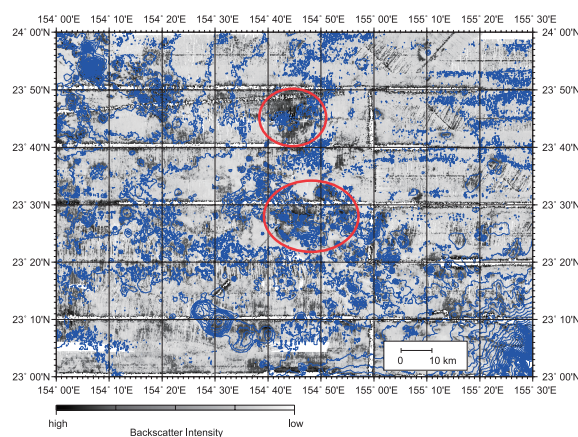


Fig. 8 The precise backscatter mosaic map of Fig. 6. Blue lines mean Isobath lines. Contour interval is 100 m. The red circles indicate high reflectivity area.

崩壊 (Moore, 1989) によって見られる流れ山とも成因が異なると考えられる。ハワイ島北東部の山体崩壊に伴うブロック (流れ山) は、比較的大きなブロックが山体崩壊の開始点から近い距離に存在し、開始点からの距離に従って、ブロックの規模が小さくなる (第8図, 第9図)。一方、南鳥島南東の小海丘群は、近傍の海山の周辺に大規模な山体崩壊のブロックが見られず、海山から 20 km 程度の距離の地点から海丘が発達している。

また、ハワイでの山体崩壊ブロックの形状を調査した結果、ブロックの長軸方向は Nuuanu 山体崩壊では北西南東方向、Wailau 山体崩壊では東西方向が卓越している (Smith et al., 1999)。この方向は山体崩壊の進行方向と直交する方向に該当する。一方、南鳥島南東方の小海丘群を構成する個々の海丘は、多くの場合、円錐状の形状を示し、特定の方向性を示さない。

南鳥島の小海丘群は、地形的特長から日本海溝付近の北西太平洋上で見つかったプチスポット火山と類似点が多い。プチスポット火山の特徴は、火山が単成火山と考えられ、山体の直径は数 km、比高は数百 m (Hirano et al., 2001, 2006, 2008) であり、今回の小海丘群とほぼ等しい。プチスポット火山の周辺には、火山から噴出された溶岩によって高い反射強度が観測されているが (Hirano et al., 2006)、今回の小海丘群においても同様の観測結果が得られている。特に、 $154^{\circ}43' E$, $23^{\circ}44' N$ 及び $145^{\circ}50' E$, $23^{\circ}28' N$ に位置する小海丘からは、海丘から東北東方向に反射強度の強い分布が広がっている様子が確認できる (第8図)。

ただしプチスポット火山との相違点もいくつか見られる。プチスポット火山は海溝の手前のアウトライズ域におけるひずみによって形成される (Hirano et al., 2006) と考えられているが、今回の小海丘群はアウトライズより更に海溝から遠い場所に位置している。また、海丘の分布密度も、Hirano et al. (2006) で発見されたプチスポットでは $37 \text{ km} \times 37 \text{ km}$ 当たり数個の海丘であ

るのに対し、今回の調査範囲では、80 km x 50 km の範囲に数十個存在している。

分布密度の点においては、に報告されたチョコチップ海丘群と類似している。チョコチップ海丘群は福島県沖の日本海溝海側斜面に位置するプチスポット群で、80 km x 90 km の範囲に数十個程度存在し (阿部・他, 2008), 今回の小海丘群と規模・密度の面では調和的である。

今回の調査海域には、同様な小海丘群が他にも

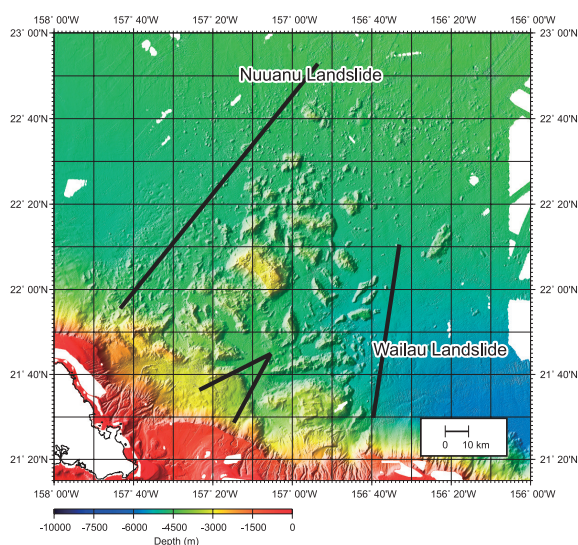


Fig. 9 The Bathymetric map around the landslide area at the northeast of Oahu Island, Hawaii. Bathymetric data was down-sampled to 0.001 degree grid from 50 m grid, SOEST.

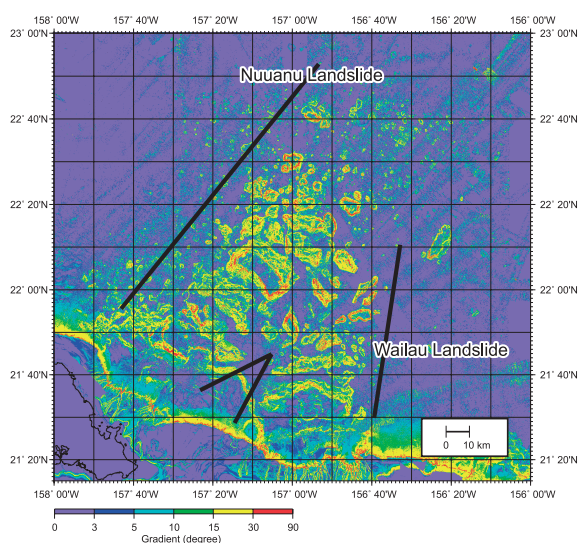


Fig. 10 The gradient map around the landslide area at the northeast of Oahu Island, Hawaii.

確認でき、また今回の調査海域に限らず小笠原海台の北部 (春日・他, 1995, Tsuji et al., 2007) でも見受けられることから、この様な小海丘群が北西太平洋プレート上で散見される可能性を示唆している。

5 結論

今回の研究から、南鳥島東方海域の詳細な海底地形が明らかとなった。詳細な海底地形は、今後同海域を調査する際の基礎的な資料として活用されることが期待される。また、南鳥島南東において確認された小海丘群は、比高が数 100 m, 直径数 km から 10 km 程度、反射強度の強い海底面を持ち、その地形的特長から、地すべりによる流れ山やホットスポット火山によるものとは考えにくい。その成因について明らかにするためには、岩石学的検証が必要であり、火山岩の年代・化学組成を明らかにし、本海域の他の主要な海山との時間空間的な関係の解明、小海丘群の火山活動の場の復元、マグマの起源についての検証が不可欠である。

6 謝辞

東北大学東北アジア研究センター平野直人氏には貴重な助言を頂きました。記して感謝の意を表します。本論文の査読者によって、本論文は改善されました。記して感謝いたします。本研究には 1998 年から 2008 年までの大陸棚調査で取得されたデータを使用しました。調査に携わった多くの方に敬意と感謝の意を表します。

本研究の反射強度データの解析には MB-system を使用しました。本論文に使用した図の作成には GMT を使用しました。ハワイ周辺の地形図には、ハワイ大学の SOEST (School of Ocean and Earth Science and Technology) の HP において公開されている 50 m グリッドデータを使用いたしました。記して感謝いたします。

要 旨

1998 年から 2008 年にかけて海上保安庁は北西

太平洋・南鳥島東方海域において海底地形調査を実施した。得られた海底地形データより詳細な海底地形が得られ、また、南鳥島の南東において小海丘群が見つかった。この小海丘群は、比高が数100 m、直径は数 km から 10 km 程度と小さく、また形状は円錐状のものが多く、これら小海丘群の成因については、その特徴から、ホットスポット、地すべりによる流れ山によるものとは考えにくく、日本海溝付近の北西太平洋上で見つかったプチスポットと類似点が多い。これらの小海丘群は本調査海域で複数見つかっており、北西太平洋プレート上に散見される可能性がある。

参考文献

- Courtillot, V., A. Davaille, J. Besse, J. Stock. (2003), three distinct types of hotspots in the Earth's mantle, *Earth and Planetary Science Letters*, **205**, 295-308.
- Hess, H. H. (1946), Drowned ancient islands of the Pacific Basin, *Am. J. Sci.*, **V.244**, 772-791.
- Hirano, N., Yujiro Ogawa, Kazuo Saito (2001), Long-lived early Cretaceous seamount volcanism in the Mariana Trench, Western Pacific Ocean, *Marine Geology*, **vol.189**, no.3-4, 371-379.
- Hirano, N., Eiichi Takahashi, Junji Yamamoto, Natsue Abe, Stephanie P. Ingle, Ichiro Kaneoka, Jun'ichi Kimura, Takafumi Hirata, Teruaki Ishii, Yujiro Ogawa, Shiki Machida & Kiyoshi Suyehiro (2006), Volcanism in response to plate flexure, *Science*, **vol.313**, p.1426-1428.
- Hirano, N., A. A. P. Koppers, A. Takahashi, T. Fujiwara and M. Nakanishi (2008) Seamounts, knolls and petit-spot monogenetic volcanoes on the subducting Pacific Plate. *Basin Research, Volume 20*, Issue 4, Pages 543-553.
- Koppers, A. A. P., H. Staudigel, M. S. Pringle and J. R. Wijbrans (2003), Short-lived and discontinuous intraplate volcanism in the South Pacific, Hot spots or extensional volcanism?, *Geochem. Geophys. Geosys.* **4**.
- Moore, J. G., D. A. Clague, R. T. Holcomb, P. W. Lipman, W. R. Normark, and M. Torresan (1989), Prodigious submarine landslides around the Hawaiian Islands, *J. Geophysical Research*, **94**, p.17465.
- SOEST, Main Hawaiian Islands Multibeam synthesis, 50 Meter Grids for GMT, <http://soest.hawaii.edu/HMRG/Multibeam/index.php>, at December 8, 2008.
- Nakanishi, M., Kensaku Tamaki and Kazuo Kobayashi (1992), Magnetic anomaly lineations from Late Jurassic to Early Cretaceous in the west-central Pacific Ocean, *Geophys. J. Int.*, **109**, 701-719.
- Smith, J., Kenji Satake, Tadahide Ui, Frank Trusdell, Nohiro Tsuboyama, Jirou Naka and Eiichi Takahashi (1999), Detailed bathymetric map of Nuuanu and Wailau Slides, Northeast of Oahu, *JPGU joint meeting 1999*, Ve-P 002.
- Smoot N. C. (1989), The Marcus-Wake Seamounts and guyots as paleofracture indicators and their relation to the dutton ridge, *Marine Geology*, **88**, 117-131.
- Smoot N. C. (1999), Orthogonal intersections of megatrends in the Western Pacific ocean basin, A case study of the Mid Pacific mountains, *Geomorphology*, **30**, 323-356.
- Smoot N. C. and King R. E. (1992), Three-dimensional secondary surface geomorphology of submarine landslides on northwest Pacific plate guyots, *Geomorphology*, **6**, 151-174.
- Tsuji, T., Yasuyuki Nakamura, Hidekazu Tokuyama, Millard F. Coffin, Keita Koda (2007), Oceanic crust and Moho of the Pacific Plate, *Island Arc*, **16**, 361-373.
- Wessel, P. and W. H. F. Smith (1998), New, improved version of the Generic Mapping Tools released, *EOS Trans. AGU*, **79**, 579.
- 阿部なつ江, 藤本博己, 平野直人, 馬場聖至, Kirby Stephen, 日野亮太, 木戸元之, 長田幸仁, 対馬弘晃, 小池悠己, 富士原敏也 (2008), 日本海溝アウターライズ上での新たなプチスポット火山活動域「チョコチップ海丘群」の発見とその意義, *日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*, J 244-P 006
- 春日 茂・霜鳥史郎・大陸棚調査室員 (1995), 小笠原海台周辺海域の海底地形とテクトニクス, *水路部研究報告*, 第 31 号.
- 加藤幸弘・吉田剛 (2005), 北西太平洋, 南鳥島周辺に分布する海山の形態, *地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会予稿集*, J 078-002.

田中喜年，道順茂，深江邦一，音成陽二郎，笹原昇，
山下貴博，木場辰人 (2009)，南鳥島周辺海域に
おける精密地殻構造調査 ～2007 年度第 6-8 次大
陸棚調査 (MTr 11, MTr 12, MTr 13, MTr 14)
～*海洋情報部技報第 27 号*，100-108.

道順茂，西下厚志，片桐康孝，泉紀明，野田直樹，松
本正純，倉持幸志 (2008)，南鳥島周辺海域にお
ける精密地殻構造探査～2006 年度第 14 - 16 次大
陸棚調査 (MTr 8, MTr 9 及び MTr 10 測線)，*海
洋情報部技報第 26 号*，100-108.

吉田剛，加藤幸弘，小原泰彦，加藤茂 (2001)，シャ
ツキー海台南方に見られるホットスポットの活動
により発生した様々な海底地形，*地球惑星科学関
連学会 2001 年合同大会予稿集*，A5-P006.