

黒島海丘における海底地形調査報告

南 宏樹：海洋研究室

Report of bathymetric survey at the Kuroshima Knoll

Hiroki MINAMI : Ocean Research Laboratory

Abstract

Japan Coast Guard Hydrographic and Oceanographic Department (JHOD) and Institute of Industrial Science, the University of Tokyo conducted joint survey in the Kuroshima Knoll in June 2010 to obtain the detailed information about the pockmarks here and to develop the navigation accuracy of autonomous underwater vehicle. In the joint survey, accurate bathymetric data were obtained by using multibeam echo sounder installed on the survey vessel “Meiyo” and detailed bathymetric map of the Kuroshima Knoll was built.

It is revealed that the pockmarks at the top of the Kuroshima Knoll are distributed in the depression (about 150 m in diameter). Backscattering intensity image collected by the multibeam echo sounder was drawn. High backscattering areas, which are caused by the distribution of cold seep carbonates were found at the top area of the Kuroshima Knoll.

Key words : the Kuroshima Knoll, pockmark, bathymetry, backscatter

1 はじめに

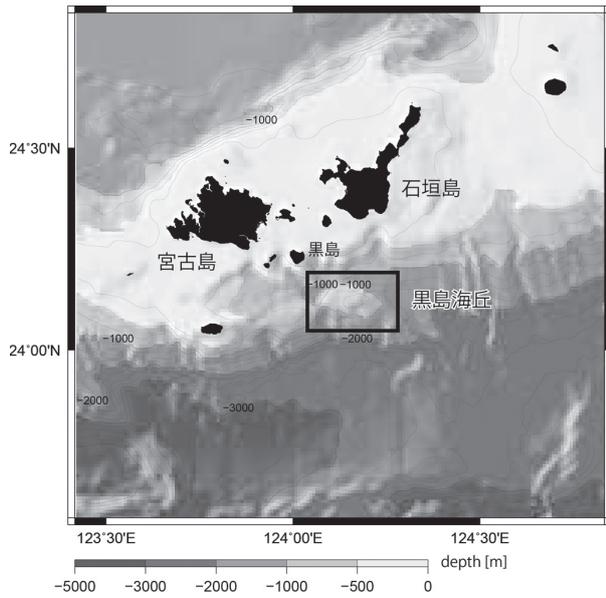
海上保安庁海洋情報部は「海洋調査の推進・海洋情報の一元化」の一環として、東京大学生産技術研究所との共同研究「黒島海丘における自律型海中ロボット (Autonomous Underwater Vehicle, 以下 AUV) を用いたポックマーク地形 (海底の窪地) の詳細調査」を実施している。本研究の目的は、AUV による海底地形画像の取得および解析に基づいてポックマークの分布と規模及びその形態を明らかにすること並びに海中における AUV の測位手法及び運用手法の高度化に関する研究を行うことである。AUV による調査を行うにあたり測量船「明洋」のマルチビーム音響測深機を用いてデータを取得したので本技報では解析結果について報告する。なお AUV による調査結果については中谷・他 (2010) を参考にされたい。

2 調査概要

2.1 調査海域

調査海域は石垣島南方 26 km に位置する黒島海丘である (第 1 図)。

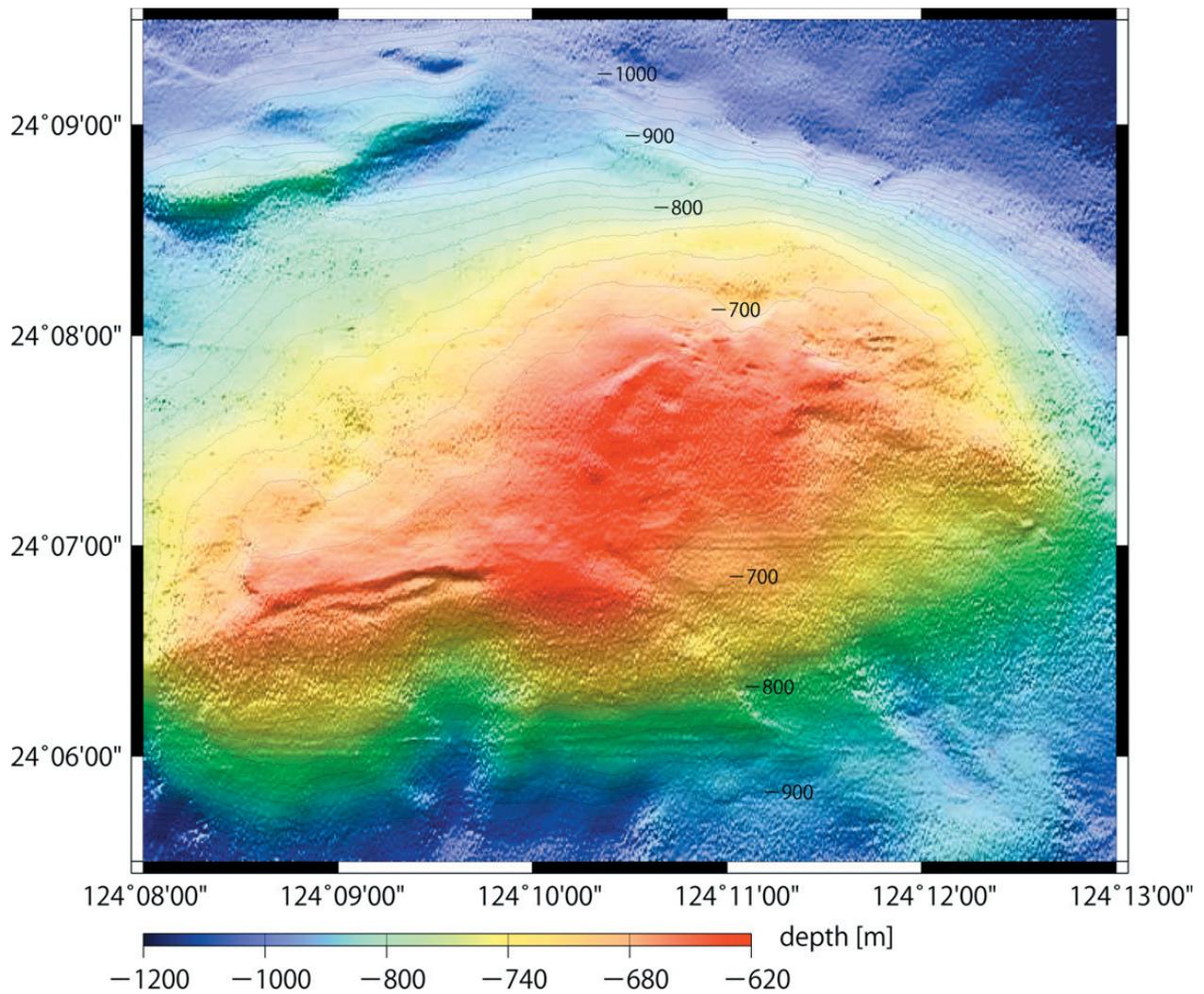
黒島海丘は東西 10 km, 南北 7 km に延びる楕円形の海丘であり、海丘の頂部の水深は約 620 m である。同海丘の南側斜面には大規模な崩落痕が観察されており (松本・他, 1997), この南側斜面の崩落が 1771 年に発生した八重山地震津波の原因として考えられている。この八重山地震津波に関連する調査の過程において、同海丘の頂部に冷湧水炭酸塩岩が存在することが明らかになった (松本・他, 1997)。近年ではこの冷湧水炭酸塩岩が広範囲に分布していることが遠隔操作無人探査機 (Remotely Operated Vehicle, 以下 ROV) 等を用いた調査により確認されている (松本・他, 1999 町山・他, 2001 a 新城・他,



第1図 黒島海丘の位置

Fig. 1 Location map of the Kuroshima Knoll

2001 町山・他, 2003). この冷湧水炭酸塩は海底下からの冷湧水によって形成されたと考えられており, この冷湧水にはガスハイドレートの分解水が関与していると示唆されていること (Takeuchi et al., 2001) や, メタン濃度の高いガスの噴出口が複数発見されていること (町山・他, 2001 b) から海底下にメタンハイドレートが存在する可能性が示唆されている. これに関連して海底からのガス噴出によって形成されると考えられているポックマークがAUV「r2D4」の潜航調査によって複数発見された (浦・他, 2010). 発見されたポックマークは直径20 m~30 m程であり, これまで他の海域で発見されてきたポックマーク (例えばHovland and Svensen, 2006で報告されているポックマークは直径300 mで周囲



第2図 黒島海丘の海底地形図

Fig. 2 Bathymetric map of the Kuroshima Knoll

より12 m低い。また上嶋・他(2009)で報告されているポックマークは直径数100 mで周囲より20~30 m低い)より小さい。黒島海丘のポックマークはROV等を用いた過去の調査によりその存在が知られていた(例えば、町山・他, 2001 b)。しかしROV等の調査はポックマークの一部を横断しているに過ぎず、その分布や規模及び形態などの詳細な情報は分かっていない。

2.2 調査期間及び調査船

2010年6月10日から6月15日にかけて本庁海洋情報部所属の測量船「明洋」(621トン)で調査を行った。

2.3 調査機器

2.3.1 測位装置

測位及び動揺補正装置はSeapath 200(KONGSBERG社製)を使用した。

2.3.2 マルチビーム音響測深機

マルチビーム音響測深機はEM 302(KONGSBERG

社製)を使用した。周波数は30 kHz, スワ幅は150度, ビーム数は288本, ビーム幅は1度×1度である。EM 302の測深精度評価については及川・橋本(2009)を参考にされたい。

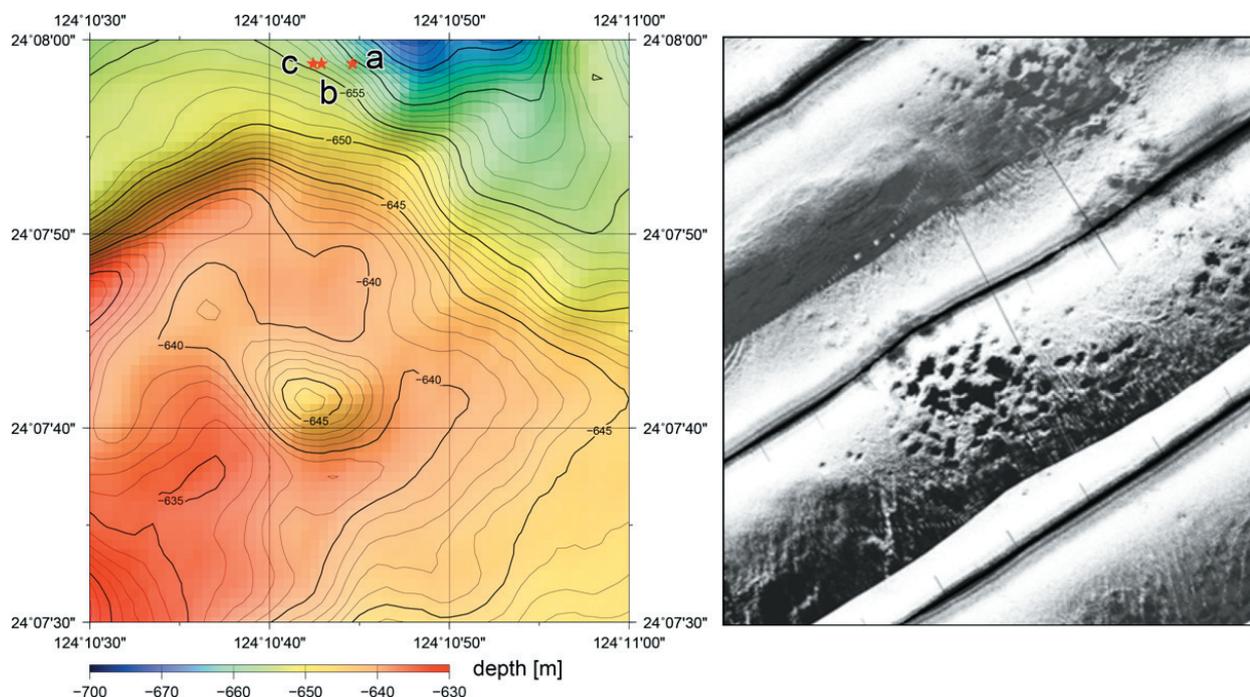
3 調査結果

3.1 水深データ

取得した水深データに対してノイズ除去を実施した後, 0.5秒(約15 m)間隔でグリッド化した。第2図に黒島海丘の海底地形図を示す。

最も水深が浅い場所は東経124度10.4分, 北緯24度7.5分の地点で619 mとなっている。黒島海丘がおおよそ東西に広がっているのに対して, 水深の浅い海丘頂部は北北東から南南西にかけて広がっていることが分かる。

2010年1月にAUV「r2D4」が黒島海丘の潜航調査を行った際に北緯24度7.675分, 東経124度10.725分を中心とする約250 m四方の範囲に複数のポックマークを発見している(第3図)。



第3図 左図：黒島海丘頂部の海底地形図。星印は第4図において測深データの各プロファイルを取得したときの測量船の位置を示す。右図：2010年1月にAUV「r2D4」が取得したサイドスキャンイメージ(浦・他, 2010)。範囲は左図と同じ。

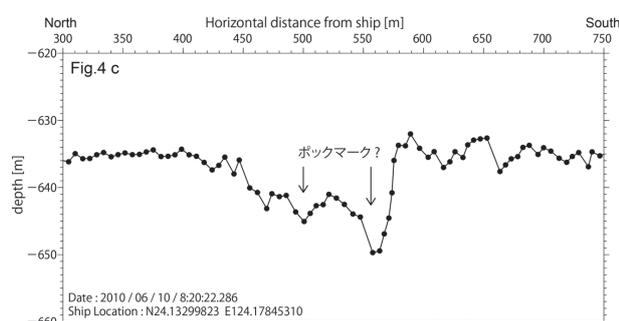
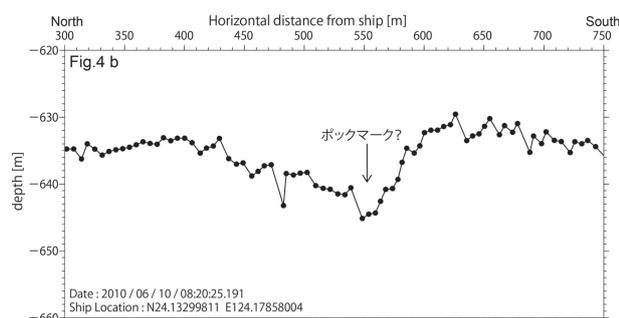
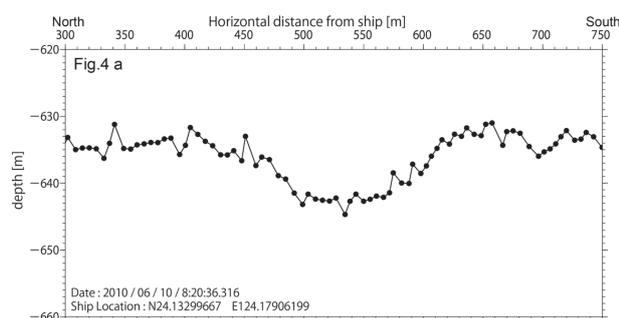
Fig. 3 (Left) The bathymetric map at the top of the Kuroshima Knoll. Star marks indicate the locations of the sounding points, whose profiles are shown in Figure 4. (Right) The sidescan image obtained by AUV "r2D4" in January 2010. The area of this figure is the same as the bathymetric map.

第3図から、AUVにより複数のポックマークが発見された地点は周囲より6~7m低い窪地になっていることが分かる。個々のポックマークについてはこの海底地形図から確認することはできない。AUVによる調査から個々のポックマークの直径は約20~30m、深さは約2~5mであることが明らかになっている(中谷・他, 2010)。水深640m付近においてはEM 302の分解能は直下で約11m、直下から水平距離640mの地点においては約22mであり、直径30

mの比較的大きなポックマークならば捉えることは可能である。そこでグリッド化を行うにあたり用いた測深データを調べた。

第4図の測深データの各プロファイルにおいて、周囲より水深の低い中央部が第3図で確認された窪地であり、直径150~200mの広がりをもっている。第4図b及びcからこの窪地の中に直径20~30mで、周囲より3~5mほど深い測深値が確認できる。AUVの潜航調査によると当該地点のポックマークの直径が20~30mであることから、EM 302によるこの地形はAUVが捉えたポックマークの地形である可能性がある。

これまでの黒島海丘の調査では個々のポックマークがどのような地形に分布しているかは報告されていない。EM 302による海底地形図の位置の比較から、この個々のポックマークは直径150~200mほどの大きな窪地の中に存在していることが明らかになった(第5図)。



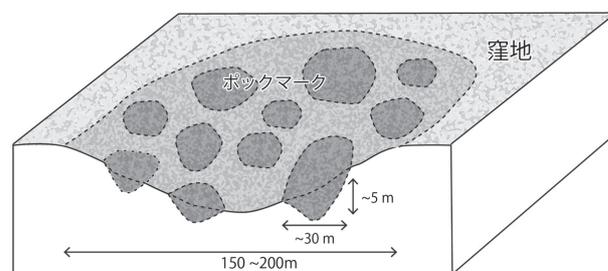
第4図 (上から a, b, c) EM 302が取得したポックマーク地点の測深データの例。縦軸が水深、横軸がEM 302のCross track方向の距離。黒丸は各測深点を示す。水平/鉛直比は4.375。

Fig. 4 Samples of the sounding data at pockmark area obtained by multibeam echo sounder EM 302. Solid circles show the sounding points. Horizontal to vertical ratio is 4.375.

3.2 反射強度

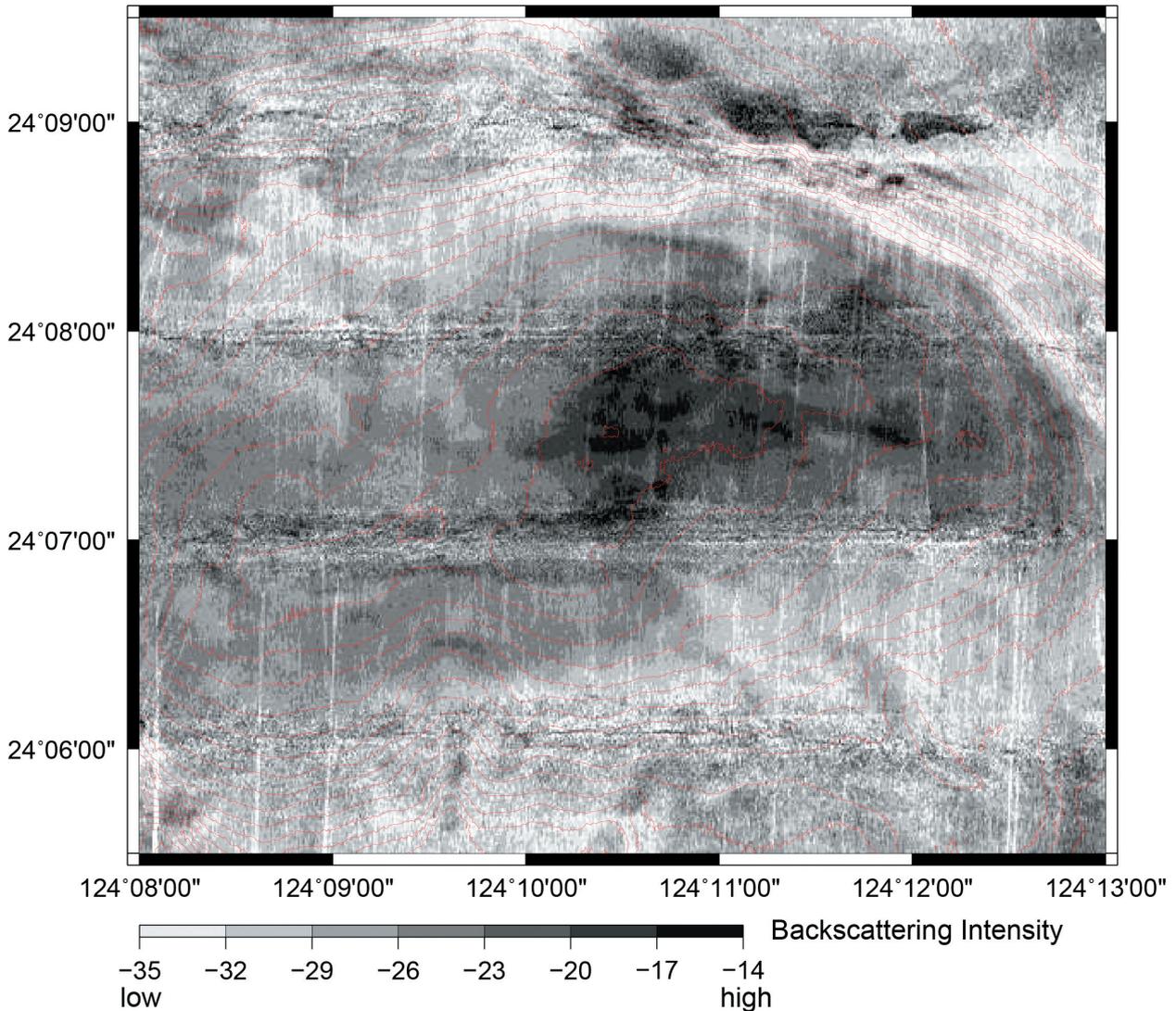
EM 302は水深データと同時に海底面の反射強度データを収録している。この反射強度データの解析結果について報告する。なお反射強度データについてはMB-SYSTEM (マルチビーム音響測深機データ処理ツール) を用いてグレーディング角補正及び海底地形の補正を行った。

反射強度データの解析結果を第6図に示す。海丘頂部で高い反射強度が確認できる。町山・他(2001b)は黒島海丘でROV等により行われた過去の調査



第5図 黒島海丘におけるポックマークの分布模式図

Fig. 5 Schematic image of the distribution of the pockmarks in the Kuroshima Knoll.



第6図 EM 302によって取得された黒島海丘の反射強度。赤線は25 m毎の等水深線を示す。
 Fig. 6 Backscattering intensity at the Kuroshima Knoll obtained by EM 302. Red line is bathymetric contour line (interval : 25 m)

結果をまとめており、それによると海丘頂部（N 24度07.5分付近）には、チムニー等の炭酸塩岩が東西方向（E 124度10分～124度12.5分）に広く分布している。海丘頂部の高い反射強度はこの広く分布する炭酸塩岩によるものと考えられる。一方、海丘の南部斜面は反射強度が頂部と比較して弱い。町山・他（2001 b）によると海丘南方の海底は細粒砂～シルト底よりなること（ドルフィン3 Kの第508潜航）が分かっており、反射強度が弱くなっている原因と考えられる。

4 まとめ

測量船「明洋」のマルチビーム音響測深機EM 302

を用いた調査により、黒島海丘全体の詳細な海底地形が明らかになった。またAUVが発見した複数のポックマークが存在する場所は直径150～200 m、周囲より6～7 m低い窪地になっていることが明らかになった。反射強度の分布から海丘の頂部は周囲に比べて反射強度が高くなっていること及び海丘の南部斜面は反射強度が低くなっていることが分かった。

謝 辞

本調査を行うにあたって、測量船「明洋」の大長船長並びに乗務員の皆様には多大な御支援を頂きました。特に観測科の方には計画段階から有益な助言

等を頂きました。東京大学生産技術研究所浦研究室の方々にはAUVが取得したデータを提供して頂きました。ここに深く感謝の意を表わします。また調査計画及び解析に対して多くの助言を下された大陸棚調査室及び海洋調査課技術担当の皆様には御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 松本剛・上地千春・木村政昭 (1997), 南西諸島古・八重山沖海域精密調査より求められた1771八重山地震津波波源での変動現象, *JAMSTEC 深海研究*, **13**, 535-561.
- 松本剛・木村政昭・西田史朗・中村俊夫・小野朋典 (1999), 八重山南岸沖の黒島海丘で発見された化学合成生物群集と海底表面の破碎について (NT 97-14次航海), *JAMSTEC 深海研究*, **14**, 477-491.
- 町山栄章・新城竜一・服部陸男・岡野真治・松本剛・木村政昭・中村衛・當山元進・岡田卓也 (2001 a), Dolphin-3 K南沖繩トラフ・黒島海丘潜航調査 (NT 00-05航海) の概要, *JAMSTEC 深海研究*, **18**, 15-30.
- 町山栄章・松本剛・松本良・服部陸男・岡野真治・岩瀬良一・戸丸仁 (2001 b) 「しんかい2000黒島海丘潜航調査 (NT 01-05 Leg 1 航海) の概要」, *JAMSTEC 深海研究*, **19**, 45-60.
- 新城竜一・町山栄章・牧陽之助・本山功・當山元進・外窪周子・鍾孫霖 (2001), 沖繩トラフ西端部と黒島海丘での潜航調査概要—「しんかい2000」NT 00-06 Leg-1 航海—, *JAMSTEC 深海研究*, **19**, 109-121.
- 町山栄章・岩瀬良一・Brown, K. M.・松本良・牧陽之助・中山典子・小坂紋子・藤倉克則・三宅裕志・奥谷喬司・長沼毅・渡邊裕美・荻原成騎・武内里香・ロバートジェンキンス・陳毅風・青木美澄・今村牧子・徐垣将 (2003), 「しんかい2000」黒島海丘潜航調査 (NT 02-07&08地質系潜航調査) と海底長期計測の概要, *JAMSTEC 深海研究*, **22**, 199-210.
- Takeuchi, R., Machiyama, H., and Matsumoto, R. (2001), The formation process of the cold seep carbonates at the Kuroshima Knoll, *JAMSTEC Jour. Deep Sea Res.*, **19**, 61-75.
- Hovland, M., and H. Svensen (2006), Submarine pingoes: Indicators of shallow gas hydrates in a pockmark at Nyegga, Norwegian Sea. *Marine Geology*, **228**, 15-23.
- 浦環, 中谷武志, 伊藤弘志 (2010), プレスリリース「海底資源を発見するための2台の海中ロボットを使った海底全自動観測に成功」, 東京大学生産技術研究所・海上保安庁海洋情報部, 2010年7月7日, http://www.iis.u-tokyo.ac.jp/publication/topics/2010/20100707_press1.pdf
- 上嶋正人, 西村清和, 岸本清行, 弘松峰男, 佐藤幹夫, 松本良 (2009), 上越沖, 海底表層メタンハイドレート賦存域での深海底構造・微地形調査について, *地学雑誌*, **118**, 1, 72-92.
- 橋本崇史, 及川光弘 (2009), 海上保安庁による中深海域における海底地形調査, 第21回海洋工学シンポジウム.
- 中谷武志・浦環・坂巻隆・伊藤弘志・南宏樹・正村達也 (2010), AUV「Tuna-sand」による黒島海丘メタン湧出域の海底画像マッピング, *海洋調査技術学会第22回研究成果発表会講演要旨集*, 24-25.