

巻 頭 言 : 鹿児島県トカラ列島周辺の海洋地質 —2020 年度調査航海結果—

井上 卓彦^{1,*}・天野 敦子¹・板木 拓也¹

INOUE Takahiko, AMANO Atsuko and ITAKI Takuya (2022) Special issue on marine geology around Tokara Islands in Kagoshima Prefecture: result of marine geological mapping survey cruise in 2020. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 73 (5/6), p. 193-196, 1 fig.

Keywords: Geological survey cruise, Marine Geological map series 1:200,000, Tokara Islands, Kagoshima Prefecture, Island Arc, Volcanic front, Seismic profiling survey, Bathymetric survey, bottom sediment, marine environment, magnetic anomaly

産業技術総合研究所では、国土の知的基盤整備の一環として、日本周辺海域において海洋地質図の整備を行っている。海洋地質図は、地質構造を反映した海底地質図、海底面の堆積物を反映した表層堆積図、海底深部の構造を反映した重磁力異常図からなる。2020年度までに日本主要四島周辺及び奄美大島から南の南西諸島周辺海域の調査を完了させ、2020年度から九州南方から奄美大島までの吐噶喇列島(本稿では一般性を考慮し、トカラ列島と表す)周辺海域の調査を開始した(第1図)。トカラ列島は、主要な島として北から口永良部島、口之島、中之島、諏訪之瀬島、悪石島が北東南西方向に直線上に並び、悪石島を境にわずかに西に方向を変え、小宝島、宝島、横当島が直線的に存在する。特に口之島、中之島、諏訪之瀬島は島弧域の火山フロントに位置しており、活発な活火山であることが知られている(例えば、下司・石塚, 2007)。また、トカラ列島西側の背弧域には、臥蛇島、平島などが存在し、海底にも多数の海底火山が知られており、近年の詳細な海底地形データから新たな海底火山が報告されている海域である(例えば、Minami *et al.*, 2021)。さらに西方には水深1,000 m以深の平坦面を呈する沖縄トラフ北部域が背弧海盆として広がる。

2020年度は海洋エンジニアリング株式会社の海洋調査船「第二開洋丸」を用いた調査航海(GK20)と東海大学の海洋調査研修船「望星丸」を用いた調査航海(GB21-1)とを実施した。GK20航海は2020年11月7日から12月2日にトカラ列島周辺海域で網羅的に実施した。主にマルチビーム音響測深器(MBES)を用いた海底地形調査とサブボトムプロファイラー(SBP)を用いた海底表層高分解能音波探査を行っている。また、GB21-1航海は2021年2月28日から3月29日の期間に南部トカラ列島周辺海域で主に実施した。航走観測として、主に反射法地震探査、セシウム及び三成分磁力計を用いた磁気探査、MBESによる地形調査を実施し、停船観測として主にグラフ採泥

器を用いた海底表層堆積物採取、ドレッジャーを用いた岩石採取、大口径グラビティコアラーを用いた柱状試料採取を行った。本号ではこれらの2020年度に実施した調査航海で取得したデータについて、地質調査研究報告にまとめる。

本号には論文が3編、概報が8編、資料・解説が1編の計12編が収録されており、本号ではカテゴリ別ではなく、調査において基礎となるデータおよび、より古い構造を示すものから順に構成することとする。以下、個々の論文の目的や意義について簡単に紹介する。

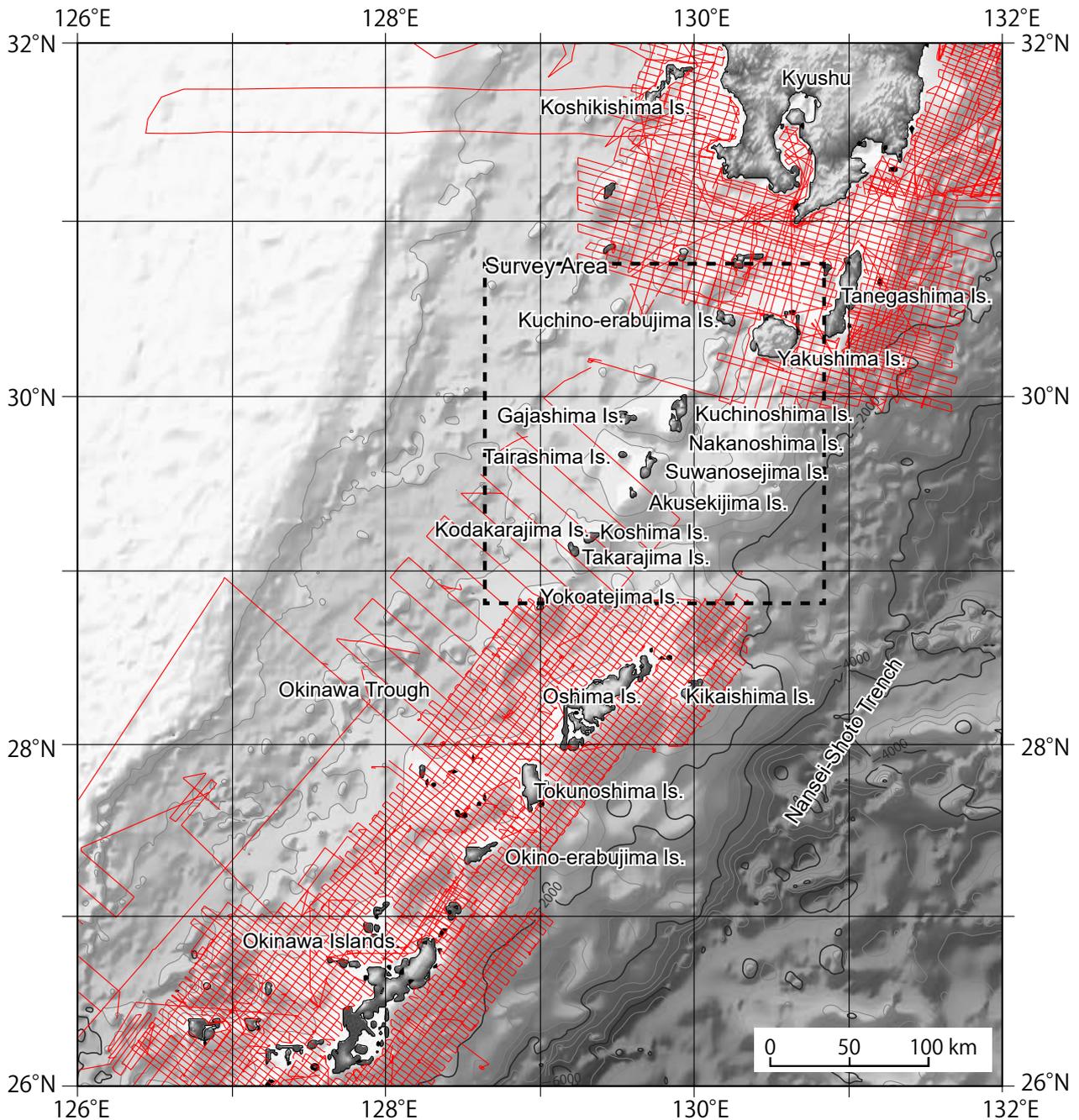
高下ほか(2022a)は、MBESにより得られた高分解能海底地形調査の結果についてまとめたものである。本論では、トカラ列島南部の海域に、沖縄トラフ拡大とトカラギャップの形成に関係すると考えられる2つの線状構造が混在することを明らかにしている。また取得した高分解能海底地形を基に、新たな海丘群を報告している。海底地形は海洋地質調査の基礎となる情報で、トカラ列島周辺海域のような基礎データの少ない海域においては大変貴重なデータであり、今後の本海域の研究を実施する上でも大変有意義な情報となる。

高下ほか(2022b)は、海洋地質図作成の一環として実施した三成分磁力計による地磁気観測の結果について、全磁力異常をまとめたものである。本論では三成分磁力計から全磁力値を合成し、曳航型全磁力計と同程度の全磁力値を得ることが出来ており、新たな補正方法を組み合わせることにより、測線間の誤差が改善することが報告されている。さらに全磁力異常の結果を用いて調査海域における地形形成と火成活動について論じている。地磁気情報は、海底面に現れない岩体の情報や火成活動の情報を推測できるため、海域の構造発達史を論ずる上で非常に重要な情報として注目される。

石野ほか(2022)は、海洋地質図の作成の一環として実施したマルチチャンネル反射法音波探査の結果について

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門(AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

* Corresponding author: INOUE, T., Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: inoue-taku@aist.go.jp



第1図 調査域図

赤線はこれまで海洋地質図航海で実施した航走観測の航跡、黒破線は2020年度からのプロジェクト調査域を示す。地名は国土地理院 (<https://www.gsi.go.jp/kihonjohochousa/multilingual.html>, 閲覧日:2022年12月20日) 及び海上保安庁 (<https://www.msil.go.jp/>, 閲覧日:2022年12月20日) に従った。

Fig. 1 Bathymetric map around Tokara Islands.

Red lines indicate track lines carried out in geological mapping cruises by Geological Survey of Japan before 2019 around Japan. Box enclosed by black broken lines indicate the study area since 2020FY. Geographical names follow Geospatial Information Authority of Japan (<https://www.gsi.go.jp/kihonjohochousa/multilingual.html>, Accessed: 2022/12/20) and Japan Coast Guard (<https://www.msil.go.jp/>, Accessed: 2022/12/20).

論じている。高密度な測線間隔の反射断面をもとに、音響層序及び断層の分布、地下構造をまとめており、沖縄トラフ域及び火山フロント西方、東方のそれぞれの海域で音響層序、断層の分布深度を検討し、断層の形成時期や構造運動について考察をしている。本海域における高密度な反射法地震探査断面は、これまで取得されておらず、大変貴重なデータセットである。これらの情報は地質構造発達史の解明のみならず、断層の連続性などの多くの地質情報の基礎となるもので、今後の発展が期待される。

三澤・鈴木(2022)は、GK20航海でSBPにより得られた海底浅部地質構造探査の結果についてまとめたものである。SBPデータは海底表層100 m程度の地層を把握できるもので、比較的新しい堆積層の分布や活断層の分布などを確認するために用いられる。本論ではSBPにより認められる音響層序と海底地形から音響層相分布を明らかにしている。本調査海域において高密度で取得された高分解能な海底浅部の地質断面は非常に貴重であり、今後、堆積層の分布や活構造の把握のために活用されることが期待される。

石塚ほか(2022)及び有元・宇都宮(2022)は、海山や海丘を形成する火山体の活動を理解することと、海底下堆積層の年代決定を目的として実施したドレッジによる海底岩石試料について論じている。石塚ほか(2022)はドレッジ試料の船上観察結果と共に、火山岩類について、全岩主成分分析を実施し、琉球弧火山フロント近傍の火山体で採取した玄武岩が、琉球弧火山フロントと同レベルかつ沖縄トラフ内のものよりやや少ないアルカリ金属元素濃度を示す一方、沖縄トラフ内の流紋岩溶岩は、火山フロント近傍の流紋岩類に比べてアルカリ金属元素濃度が高い特徴を持つことを明らかにした。また、トカラ列島周辺海域から採取された海底堆積物・堆積岩試料については、有元・宇都宮(2022)が、年代決定に有効な石灰質微化石の検討を行っている。本論では石灰質ナノ化石と浮遊性有孔虫を用いて、トカラ列島前弧側および背弧側から得られた試料から下部～中部更新統に対比される年代を得た。これらの年代情報は海底に露出している堆積岩の形成年代を制約するもので、海底地質図作成のためには大変重要なデータである。これらの情報は海域地質図作成に利用されるとともに、琉球弧周辺の火山活動の理解を深めることが期待される。

鈴木ほか(2022)は、表層堆積図作成のためにトカラ列島南部海域において採泥器により取得されたデータについてまとめたものである。本論で取り扱うデータは堆積物のみではなく、海底写真の情報や、コケムシ類や有孔虫、サンゴ類といった生物群集の情報を含む。本論では取得データから、本海域の底質分布の変化が、島嶼からの碎屑物供給に加えて海底下の堆積物供給源となりうる海底火山の存在に規制されていることを指摘している。

また火山島周辺の一部の試料からは斜面崩壊などを起源としてイベント的に堆積した層相があることを指摘した。加えてリップルなどのベッドフォームや生物遺骸の濃集、露頭や礫質堆積物の分布が黒潮の影響によるものである可能性を論じている。これらの系統的な海底堆積物の分布及びその試料は海域の基礎データとして大変貴重なものである。

板木ほか(2022)は、トカラ列島周辺海域で実施したCTD観測と底層水サンプリングの結果から、調査海域の表層部は黒潮の影響を受けていることが確認され、表層から底層にかけて、黒潮水、北太平洋亜熱帯モード水、北太平洋中層水、北太平洋深層水に区分されると結論づけている。また一部海域では表層に水深が浅くなることによって生じた鉛直混合の影響や海底付近の流れによる厚さ数十mの高濁度層が認められたとされている。本論は系統立てて取得された海水の情報であり、トカラ列島南部の海域における水塊構造を理解するために重要な情報である。

Miyajima *et al.* (2022)は、DNAプローブ技術を用いて、トカラ列島周辺及び八重山諸島周辺海域における沿岸域に分布する大型植物由来の有機物の沖合堆積物への輸送・拡散を論じている。この中で八重山諸島の沿岸域から輸送される有機物は、八重山諸島周辺と沖縄トラフ南部の深海底堆積物に保存される一方、トカラ列島周辺の堆積物には、中国大陸の沿岸域からの大型藻類由来の有機物が多く含まれており、黒潮によって沖縄トラフ北部の堆積物に保存されており、大型植物由来の有機物の沖合の輸送・拡散については、調査地域の近傍の強い黒潮によって制約されると結論づけている。

池内ほか(2022)は、採取した表層堆積物からDNA抽出を行い、塩基配列の決定、表層堆積物の細菌の群集解析を行なっている。本論では、底生細菌の群集構造は水深と底質に影響を受ける可能性を論じており、さらに調査地点を増やすことで細菌群集の地理的な違いを比較できる可能性について指摘している。本研究はトカラ列島海域において初めて網羅的かつ定量的に底質の細菌群集構造を評価した点で貴重な知見であり、今後の深海生物群集の把握や、環境影響評価を行う上で基礎的な情報として活用されることが期待される。

中野ほか(2022)は、生物地理分布境界の渡瀬線が設定されている小宝島、悪石島間における海底生物相の変化を、現生貝形虫をモデルとして検討するとともにトカラギャップ周辺海域における現生貝形虫群集構造を明らかにすることを目的としている。今回の試料から本調査域で貝形虫が初めて認定され、産出した貝形虫の多くは、亜熱帯域～熱帯域に生息する分類群であることが示された。加えて、本海域の貝形虫種群や貝形虫相が水深に伴い変化する底質の影響を受けるということを論じている。

久保田ほか(2022)は、海底表層堆積物試料について、

主成分元素および微量元素24元素を定量した結果から化学組成の特徴や分布特性について検討を行っている。本論では、沖縄本島周辺海域に比べ、本調査海域で生物遺骸粒子より陸源性碎屑粒子の寄与が大きいことが指摘されている。特に諏訪之瀬島および宝島周辺の浅い海域では、碎屑粒子の寄与が大きいことを報告している。これらの情報は本海域のみならず、日本周辺海域全域の化学組成分布へ反映が期待され、海域の基礎情報として大変貴重なデータとなりうる。

これらの研究成果は、調査日数の確保や多くの研究員・調査員の協力により実施することが出来た、海域における系統的な調査に基づくもので、全てのデータが学術的にも貴重なものと言える。本報告の多くは速報的なものであり、今後堆積学・構造地質学・地球化学・古生物学等が互いに連携することで学術的に飛躍すると考えられる。これらのデータは今後、20万分の1海洋地質図として取りまとめていく予定であるが、それに加え、これらの成果を「地質調査研究報告」に集約して出版することにより、今後の地質学研究への応用や発展に寄与することを期待する。

謝辞：本調査を行うにあたり、海洋エンジニアリング株式会社第二開洋丸の五十嵐 泰船長をはじめとする乗組員及び調査員の皆様、東海大学海洋調査研修船「望星丸」の上河内信義船長をはじめとする乗組員、調査員の皆様、乗船学生の方々に大変お世話になりました。GB21-1航海において、海洋技術開発株式会社にはコンプレッサーの管理をして頂き長期間の連続調査が可能となった。また、「地質調査研究報告」における本特集について、ご検討・ご承認頂くとともに、編集を担当頂いた鈴木 淳委員長をはじめとする編集委員会・事務局の方々に厚く御礼申し上げます。

文 献

有元 純・宇都宮正志(2022) GB21-1航海においてトカラ列島周辺海域で採取された堆積物および堆積岩の石灰質微化石に基づく年代推定。地質調査研究報告, **73**, 267-274.

下司信夫・石塚 治(2007)琉球弧の火山活動。地質ニュース, no. 634, 6-9.

池内絵里・鈴木克明・井口 亮・鈴木 淳(2022)トカラ列島周辺の深海域における表層堆積物の微生物群集構造。地質調査研究報告, **73**, 323-328.

石野沙季・三澤文慶・有元 純・井上卓彦(2022)トカラ列島南西沖におけるGB21-1航海の反射法音波探査概要。地質調査研究報告, **73**, 219-234.

石塚 治・石野沙季・鈴木克明・横山由香・三澤文慶・有元 純・高下裕章・井上卓彦(2022)トカラ列島南部海域で得られた海底岩石試料の特徴。地質調査研

究報告, **73**, 249-265.

板木拓也・鈴木克明・池内絵里・及川一真・片山 肇・飯塚 睦・鈴木 淳・高柳栄子(2022)宝島及び諏訪之瀬島周辺海域における海洋環境。地質調査研究報告, **73**, 301-311.

海上保安庁ウェブサイト(2022)海洋状況表示システム <https://www.msil.go.jp/> (閲覧日: 2022年12月20日)

国土地理院ウェブサイト(2022)多言語表記の地図 <https://www.gsi.go.jp/kihonjohochousa/multilingual.html> (閲覧日: 2022年12月20日)

高下裕章・佐藤太一・横山由香・佐藤悠介・三澤文慶(2022) GB21-1及びGK20航海(トカラ列島周辺海域)における海底地形観測。地質調査研究報告, **73**, 197-209.

高下裕章・佐藤太一・横山由香・佐藤悠介・三澤文慶(2022) GB21-1及びGK20航海(トカラ列島周辺海域)における磁気異常観測の概要。地質調査研究報告, **73**, 211-217.

久保田 蘭・太田充恒・立花好子・板木拓也・片山 肇・鈴木克明・間中光雄(2022)トカラ列島周辺海域(GB21-1航海)で採取された海底表層堆積物の化学組成。地質調査研究報告, **73**, 337-347.

Minami, H., Ohara, Y. and Tendo, H. (2021) Volcanic and tectonic features of Shirahama Bank in the northern Ryukyu Arc: Implications for cross-arc volcanism controlled by arc-parallel extension. *Marine Geology*, **441**, 106623.

三澤文慶・鈴木克明(2022) GK20航海での高分解能サブボトムプロファイラー探査に基づくトカラ列島周辺海域の海底下浅部構造。地質調査研究報告, **73**, 235-248.

Miyajima, T., Hamaguchi, M., Nakamura, T., Katayama, H. and Hori, M. (2022) Export and dispersal of coastal macrophyte-derived organic matter to deep offshore sediment around the Tokara and Yaeyama Islands, southwest Japan: Evaluation using quantitative DNA probing techniques. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, **73**, 313-321.

中野太賀・岩谷北斗・鈴木克明・板木拓也・久保 観・佐々木聡史(2022)トカラギャップ周辺海域における現生貝形虫群集(予報)。地質調査研究報告, **73**, 329-335.

鈴木克明・板木拓也・片山 肇・兼子尚知・山崎 誠・徳田悠希・千徳明日香(2022)宝島及び諏訪之瀬島周辺海域の底質分布とその制御要因。地質調査研究報告, **73**, 275-299.

(受 付 : 2022年11月25日 ; 受 理 : 2022年11月28日)