

GS24 及び GB24 航海による九州北西方海域の磁気異常観測の概要

佐藤 太一^{1,*}・高下 裕章¹

SATO Taichi and KOGE Hiroaki (2026) Preliminary results of a magnetic anomaly survey off Northwest Kyushu during cruises GS24 and GB24. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 77 (3/4), p. 85–90, 2 figs. and 1 table.

Abstract: Geomagnetic surveys were conducted to construct marine geophysical maps of the area off Northwest Kyushu. A total magnetic anomaly map was created based on observations of the total magnetic field. The survey area is characterized by a complex distribution of magnetic anomalies ranging from short to long wavelengths. Short-wavelength magnetic anomalies were identified in the offshore region extending from east of the Goto Islands to southeast of the islands. These anomalies are likely to reflect igneous rocks in the shallow subseafloor, as also observed on nearby islands. The magnetic anomaly field is spatially distinct from the positive magnetic anomalies associated with the Taiwan–Sinzi belt; consequently, the interpretation of magmatic activity in this area requires further integrated investigation. Belts of positive and negative magnetic anomalies, as well as multiple discrete anomalies, extend across Nagasaki Peninsula, the Nagasaki Spur, and the northern Danjo Basin, which are presumably composed of metamorphic rocks. Several dipole-type magnetic anomalies were detected in the Amakusanada Sea.

Keywords: off Northwest Kyushu, Ryukyu arc, magnetic anomaly, bathymetry

要 旨

九州北西方海域において、海域地球物理図作成を目的とした地磁気観測を実施し、曳航式全磁力計の観測値に基づき全磁力異常図を作成した。調査海域は全域にわたり短波長から長波長の磁気異常が複雑に分布していることが特徴である。まず、五島列島東方から南東方の海域では、短波長の磁気異常が複雑なパターンを示すことが明らかとなった。これは周辺の島嶼部で見られる火成岩類が海底表層にも存在し、それらに起因していると考えられる。一方で、台湾–宍道褶曲帯の基盤岩による正の磁気異常帯からは離れており、その火成活動の解釈については総合的な検討が必要である。さらに長崎半島・長崎海脚・男女海盆北部への南西方向にも変成岩類相当に分類される構造に沿って、正負の磁気異常帯ないし複数の磁気異常が分布していることも明らかとなった。また天草灘においてもダイポール型磁気異常が点在していた。

1. はじめに

GS24 及び GB24 航海では主として九州北西部海域の北緯 31 度 50 分から北緯 34 度 10 分、東経 128 度 00 分から東経 130 度 10 分の範囲で、平戸島及び五島列島西方沖そして天草灘から男女海盆に至る海域において地磁気観測を

実施した。両調査航海における観測の全測線を第 1 図に示す。本報告では、2 航海での曳航型セシウム磁力計により得られた磁力データの処理方法とその解釈についての報告を行う。結果に基づき調査海域の地殻構造等についての簡単な解釈を示す。

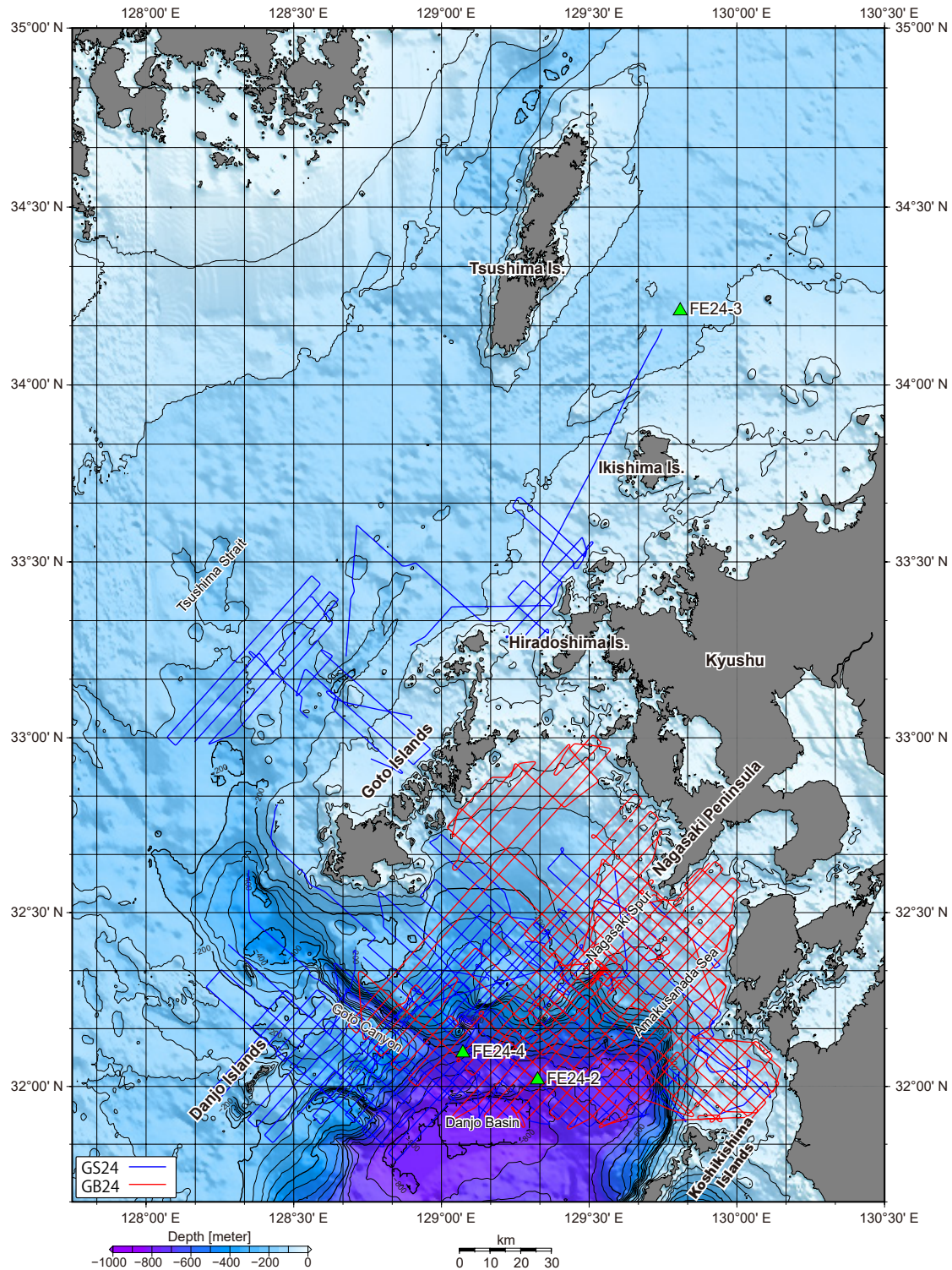
2. 装置及びデータ処理

GS24 航海 (2024 年 9 月 26 日–10 月 15 日) では東京海洋大学所有の「神鷹丸」を使用した。船の総トン数は 986 トン、全長は 64.55 m、幅は 12.10 m である。GB24 航海 (2024 年 10 月 19 日–11 月 27 日) では東海大学所有の海洋調査研修船「望星丸」を使用した。船の総トン数は 1,777 トン、全長は 87.98 m、幅は 12.80 m である。以下では各測定装置による観測状況及びそのデータ処理について記載する。

地磁気全磁力観測には産総研所有の曳航型セシウム磁力計 (G-882 型, Geometrics 社製) を使用した。本調査では船体磁気の影響を避けるために、磁力計を望星丸及び神鷹丸の船尾左舷側から約 300 m 後方に曳航し、音波探査と同時に曳航観測を行った。GPS からの正確な曳航距離は、神鷹丸では 329.95 m、望星丸では 362.11 m に相当する。データ収録は Geometrics 社のデータ収録ソフト (MagLog) を用いて実施した。MagLog にはセシウム磁

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: SATO, T., AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: taichi-sato@aist.go.jp



第1図 GS24及びGB24調査航海における磁気異常観測の全測線図。青線はGS24、赤線はGB24調査航海の測線を示す。緑色の三角形は図内での8の字航走を実施した位置（第1表）を示す。なお8の字航走の1回目（FE24-1）は地図の範囲外のため示されていない。海底地形は500 mメッシュ水深データ（J-EGG500；日本海洋データセンター，2015）を使用した。

Fig.1 Track lines of magnetic anomaly observations during the GS24 and GB24 cruises. The blue and red lines indicate the GS24 and GB24 survey lines, respectively. The green triangles indicate the position of the figure-eight turns (Table 1) in the index map area. It should be noted that the first figure-eight turn (FE24-1) is not shown because it is located outside the map area. Seafloor bathymetry is plotted by using J-EGG500 (Japan Oceanographic Data Center, 2015).

力計から出力される時刻・全磁力・シグナルレベル値・センサー深度データと船側のGPSデータ（NMEAフォーマット）が約0.1秒間隔で別々に取り込まれる。位置情報については、GS24航海では持ち込んだ産総研所有のGPSセンサー、GB24航海では望星丸のGPSデータからのデータをそれぞれ使用した。MagLogに取り込まれた全磁力と位置情報データセットはGeometrics社のデータ描画ソフト（MagMap2000）を用いて結合し、緯度・経度と全磁力値の対応を行った。測定値はケーブル長補正、地磁気の日変化の補正を経て、国際標準磁場（IGRF 14th generation；International Association of Geomagnetism and Aeronomy, 2024）を差し引くことで全磁力異常値に換算した。日変化補正については、地理的に最も距離の近い、気象庁地磁気観測所管轄の鹿児島県鹿屋市東原町（KNYステーション：北緯31° 25.4′，東経130° 52.8′，標高107 m）に設置されている地球電磁気連続観測装置による毎分値データ（確定値）を使用した（Kakioka Magnetic Observatory, 2013）。日変化の補正計算の方法並びに磁気異常値の算出方法は小田・佐藤（2015）を参照されたい。続いて算出された全磁力異常に対して、まず船体磁気の影響を仮定した交点コントロール補正計算（x2sys；Wessel, 2010）を航海ごとに行った。GS24航海では補正前後で交点誤差の標準偏差は4.2 nTから5.3 nTへ、GB24航海では補正前後で6.3 nTから7.1 nTへとなり、改善は見られなかった。測定時点で船体磁気の影響が小さかったことにより、改善の余地が限られていたと考えられる。このため航海ごとには船体磁気を考慮した交点コントロール補正のデータを不採用とし、今回は航海間でのオフセットを最小化するため両航海データをひとまとめにした上で交点コントロール補正計算を行った。交点誤差の平均値は-16.3 nT、標準偏差は7.1 nTであった。上記補正後の全磁力異常値を統合し、GMT（Generic Mapping Tools ver. 6；Wessel *et al.*, 2019）のsurfaceプログラムを用いてグリッド間隔0.5海里の全磁力異常グリッドデータを作成した（第2図）。なおノイズと思われるスパイク状の短波長の全磁気異常を抑えるために4 kmのメディアンフィルタを施した。

今回報告する2航海では、地磁気ベクトル観測も実施した。本報告ではその結果については記載せず観測状況のみの報告とする。両航海とも産総研所有のフラックスゲート型深海三成分磁力計（SFG-2009型，テラテクニカ社製）とGPS支援慣性航法システム（SFGFOG-20，テラテクニカ社製）を組み合わせたシステムにて収録を行った。本システムは船体動揺センサーと2つのGNSSセンサーを組み合わせたもので、ロール・ピッチ・ヘディングの精度が0.01度、内部のフィルタレートは1000 Hzとなり、産総研所有の三成分磁力計とデータを結合するため8 Hzで出力するように設定されている。センサー部はGS24航海では神鷹丸のコンパスデッキ上に、GB24航海

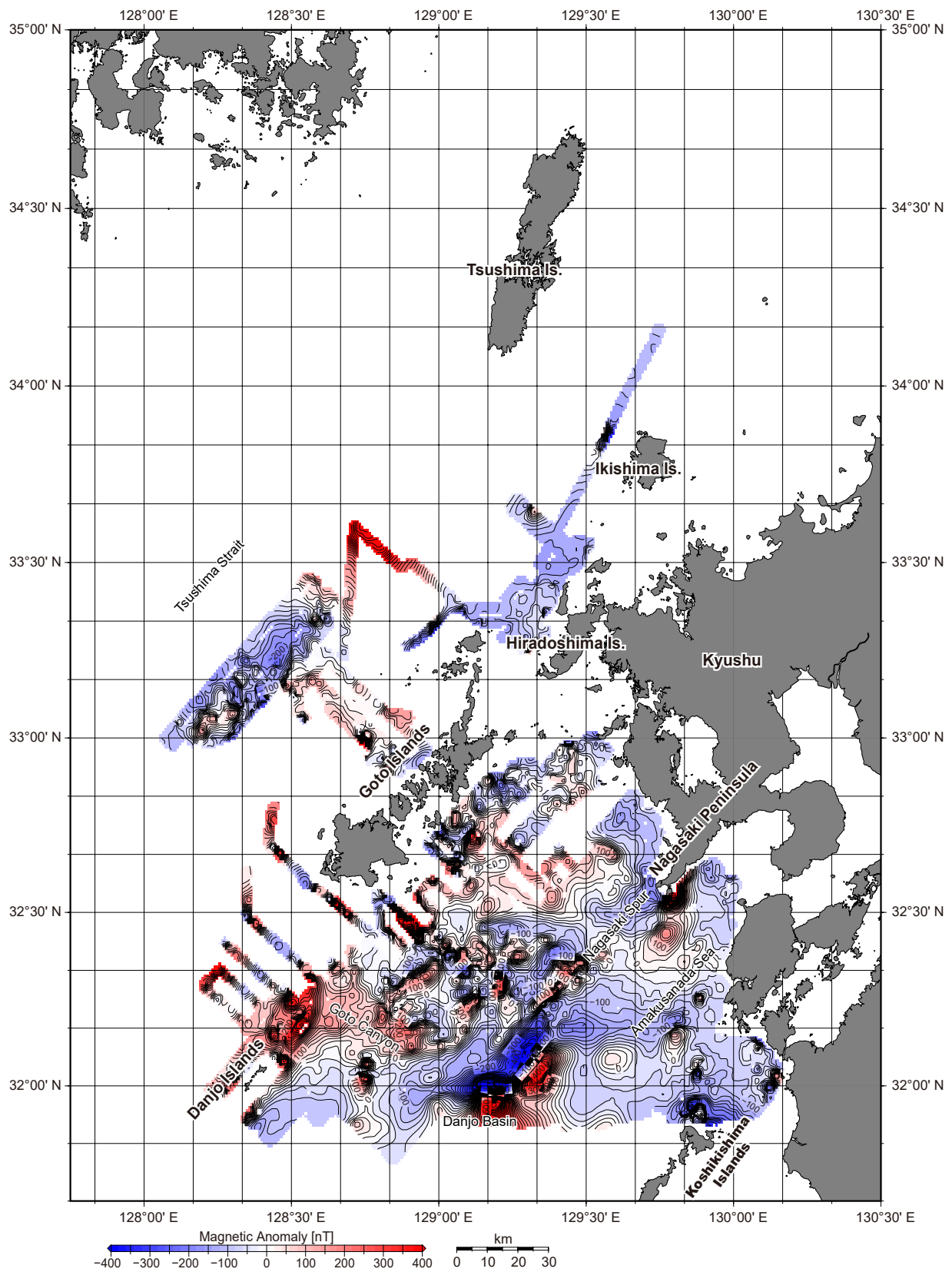
では望星丸のブリッジデッキ後方のウインチルームの屋根部にそれぞれ設置した。加えてGS24航海ではGPS支援慣性航法システムの観測精度の確認のため、神鷹丸据え付けの光ファイバージャイロコンパス（PHINS：Model PAA00011，IXBLUE社製）による船体動揺データも同時収録した。ヘディング精度0.05度、ロールピッチ精度0.01度である。データ出力は0.1～200 Hzで行うことができる。神鷹丸では船に装備されている5 Hzの出力ポートを利用し取得した。設定変更も可能であったが、高い周波数で収録すると、運行中に使用されるほかの機器への通信に対し、位置情報の提供に遅延が生じる可能性があったため、そちらを考慮して変更は実施していない。地磁気ベクトルデータの船体磁気成分導出のために、8の字航走観測を2航海合わせて合計4回実施した。実施状況を第1表に示す。

3. 結果と考察

海域全体としては、磁気異常の振幅は-660～660 nTで変化している。五島列島南東方から男女海盆北西部の海域で正や負のピークが非常に複雑なパターンで密集した磁気異常が見られるほかは、±100 nT程度の比較的緩やかな磁気異常を呈す（第2図）。なお平戸島及び五島列島の西方沖については昨年度におおむね報告しているため（佐藤ほか，2025），本報告では五島列島南方及び東方沖から天草灘そして男女海盆北部にわたる海域の磁気的特徴について記載する。

まず、五島列島南方の男女群島北方から五島海底谷周辺の海域では、100～200 nT程度の正の磁気異常を呈す。男女群島北方では複数の正の磁気異常のピークが、五島海底谷の南方ではダイポール型の磁気異常が見られる。五島列島の東方から南東方の海域のおよそ水深が400 mより浅い海域では、波長5～10 km程度の比較的短波長で複雑なパターンを持つ磁気異常が特徴的である。ダイポール型の磁気異常も多く見られる。磁気異常は火成岩類に起因すると考えられ、一部は海底の地形的高まりと一致しているが（高下ほか，2026），大部分は対応する海底地形は見られず、海底下に埋没していると考えられる。

次に、上記短波長磁気異常の海域から東方に当たる、男女海盆北方の水深400 m以浅の海底では、北東南西方向に延びる正負の磁気異常帯（若しくは大型のダイポール型の磁気異常）が見られる。直下には同等の走向を持つ地形的高まりが確認できる（高下ほか，2026）。長崎半島沖から南西方の長崎海脚においても正負の磁気異常が広範囲に見られる。その南部に位置する男女海盆北部は、おおむね水深600 mより深い海域に対応するが、ここでは波長15～20 kmの比較的長波長の磁気異常が特徴的である。特に中央部の東西から北東南西方向へ延びる正負の磁気異常（±500 nT程度）が顕著で、南側を正、北側を負とする、2つのダイポール型磁気異常が連続している



第2図 GS24及びGB24航海で得られた全磁力磁気異常図。グリッド間隔は0.5海里とした。コンター間隔は20 nTである。

Fig. 2 Total magnetic anomaly map integrated by GS24 and GB24. The grid space was set to 0.5 nautical mile, and the contour interval is 20 nT.

第1表 GS24 及びGB24 調査航海における8の字航走一覧.

Table 1 List of figure-eight turns during the GS24 and GB24 cruises.

Site name	Cruise	Date	Time (UT)		Position	
			Start	End	Latitude	Longitude
FE24-1	GS24	2024/9/28	9:08	9:21	31°07.47' N	131°16.21' E
FE24-2		2024/10/11	6:06	6:21	32°01.14' N	129°19.52' E
FE24-3	GB24	2024/10/24	6:25	6:44	34°12.53' N	129°48.49' E
FE24-4		2024/11/16	3:10	3:30	32°05.81' N	129°04.35' E

ように見える。西側の東西方向の磁気異常ではその直下に東西方向の海底地形が認められ(高下ほか, 2026), 火山性の高まりであることが推測されるが, 東側の北東南西方向の磁気異常には対応する海底地形は見られず, 磁化物体は海底下に埋没していると考えられる。

続いて, 天草諸島沖の天草灘から五島列島北方の海域では複数のダイポール型磁気異常が点在しており, 現在のような正帯磁期ではなく, 逆帯磁期に形成されたと考えられる磁気異常(南側が負で北側が正)もいくつか見られる。深度が200 m程度と浅いためスワ幅が狭く(五島海底谷及び男女海盆周辺を除いて1 km程度), 海底地形から海底火山や線状構造などの海底表面地形を判別することは非常に困難である(高下ほか, 2026)が, そのうちの1つは, 岩質不明の中新世の推定貫入岩類と一致しており(水野ほか, 1977), これによる磁気異常と推測される。

西南日本の全磁力異常の特徴については, 大島ほか(1980)や大島(1987)に仔細に報告されており, 調査海域は, 長崎半島から長崎海脚へと南西に延びる地形的高まりを境界に西側と東側に2分され, 西側は台湾-宍道褶曲帯(尖閣諸島周辺から五島列島周辺へ北東-南西へ延びる基盤の隆起帯;例えば, Wageman *et al.*, 1970)と呼ばれる基盤の隆起地帯, 東側は沖縄トラフ北端部(男女海盆)を含む海域とされている。

五島列島東方の海底は大部分が第四紀の堆積層に覆われているが, 一部は白亜紀の貫入岩体も報告されている(水野ほか, 1977; 本座ほか, 1979)。加えて五島列島の福江島をはじめ中新世中期・更新世後期の火山岩が分布している(松井・河田, 1986; 松井ほか, 1989)。短波長の磁気異常は比較的浅部の火山体に起因すると推察されるが, 五島列島東方沖については, 堆積層下の比較的浅部に伏在する火山体が磁化物体として分布していることを示唆している。広域的には台湾-宍道褶曲帯に属する海域とされるが, それの呈す特徴的な正の磁気異常帯(例えば, Hsu *et al.*, 2001)は, 最新の広域磁気異常図(石原ほか, 2021)に基づく五島列島の西方に位置しており, 五島列島東方の短波長域とは重複していない。このため, 台湾-宍道褶曲帯を含めた五島列島及び周辺の火成活動については今後の検討が必要である。長崎半島から長崎

海脚そして男女海盆への南西方向に, 正負の磁気異常帯, 若しくは連続する複数の磁気異常の存在が明らかとなった。この磁気異常帯におおむね沿うように, 「西彼杵変成岩類が主体をなすと思われる古生代の未区分基盤岩類」が, それを区分する北東南西方向の断層とともに推定されている(水野ほか, 1977; 本座ほか, 1979)。なおシームレス地質図(産総研地質調査総合センター, 2025)では西彼杵変成岩類は中生代から新生代の変成岩類と分類されている。磁気異常帯はこの変成岩類に含まれる磁性物体に起因すると考えられるが, 前述の五島列島の新生代の火成活動や五島列島東方の白亜紀の貫入岩体を考慮すると, より新しい時代の貫入岩体による磁気異常の可能性も考えられる。

4. まとめ

九州北西部海域において地磁気観測を実施し全磁力異常図を作成した。まず, 五島列島東方から南東方の海域では, 短波長の磁気異常が複雑なパターンをなして分布していた。海底若しくは海底下に伏在する火成岩類が磁化物体であることが推測される。次に, 長崎半島・長崎海脚から男女海盆北部への南西方向にかけても正負の磁気異常帯が点在していた。さらに, 天草灘においてもダイポール型磁気異常が点在していた。台湾-宍道褶曲帯・沖縄トラフ北端部(男女海盆)及び九州の広域的な火成活動が本海域の複雑な地磁気異常形成に寄与していると考えられる。今後は地磁気異常データに加えて, 本プロジェクトでの音波探査や岩石採取の結果を統合することで, より詳細な海底の磁化物体に関する議論が可能であろう。

謝辞: 今年度の調査航海では, 望星丸・神鷹丸の船長をはじめ, 乗組員・運用士の方々, 乗船研究者の皆様には調査機器の運用やデータ記録に関してご尽力いただきました。神鷹丸での観測の際は, 東京海洋大学の古山精史朗准教授に大変お世話になりました。望星丸における観測においては, 玉井隆章技術員に大変お世話になりました。査読者の地質情報研究部門の宮川歩夢氏には有用なコメントを頂き感謝申し上げます。皆様に篤く謝意を表します。

文 献

- 本座栄一・玉木賢策・湯浅真人・村上文敏・上嶋正人 (1979) 日本海南部および対馬海峡周辺広域海底地質図. 海洋地質図, no. 13, 地質調査所.
- Hsu, S.-K., Sibuet, J.-C. and Shyu, C.-T. (2001) Magnetic inversion in the East China Sea and Okinawa Trough: Tectonic implications. *Tectonophysics*, **333**(1–2), 111–122.
- International Association of Geomagnetism and Aeronomy (2024) IGRF-14. Zenodo, doi:10.5281/zenodo.14218973.
- 石原丈実・内田利弘・CCOP (2021) 東・東南アジア磁気異常図 改訂版 (第3版). 数値地質図, P-3 Revised, 産総研地質調査総合センター.
- Kakioka Magnetic Observatory (2013) Kanoya geomagnetic field 1-minute digital data in IAGA-2002 format. Kakioka Magnetic Observatory Digital Data Service, doi:10.48682/186fd.3f000.
- 高下裕章・佐藤太一・古山精史朗 (2026) GS24 及び GB24 航海での九州北西海域における海底地形観測の概要. 地質調査研究報告, **77**, 77–84.
- 松井和典・河田清雄 (1986) 20 万分の 1 地質図幅「福江及び富江」. 地質調査所.
- 松井和典・須田芳郎・広島俊男 (1989) 20 万分の 1 地質図幅「長崎 (第2版)」. 地質調査所.
- 水野篤行・須田芳朗・松田武雄 (1977) 20 万分の 1 地質図幅「野母崎」. 地質調査所.
- 日本海洋データセンター (2015) 日本海洋データセンターの現状. 海洋情報部研究報告, no. 52, 123–131.
- 小田啓邦・佐藤太一 (2015) 沖縄島北部周辺海域海底地質図, 付図 1, 沖縄島北部周辺海域地磁気異常図. 海洋地質図, no. 85 (DVD), 産総研地質調査総合センター.
- 大島章一 (1987) 日本周辺海域の地磁気異常分布の特徴. 水路部研究報告, no. 22, 41–73.
- 大島章一・登崎隆志・小野寺健英 (1980) 西南日本周辺海域の地磁気異常. 水路部研究報告, no. 15, 33–54.
- 産総研地質調査総合センター (2025) 20 万分の 1 日本シームレス地質図 V2, オリジナル版. <https://gbank.gsj.jp/seamless/> (閲覧日: 2025 年 8 月 27 日)
- 佐藤太一・高下裕章・山下幹也 (2025) GS23 及び GB23 航海 (九州北西方海域) における磁気異常観測の概要. 地質調査研究報告, **76**, 177–182.
- Wageman, J. M., Hilde, T. W. C. and Emery, K. O. (1970) Structural framework of East China Sea and Yellow Sea. *AAPG Bulletin*, **54**, 1611–1643.
- Wessel, P. (2010) Tools for analyzing intersecting tracks: The x2sys package. *Computers & Geosciences*, **36**(3), 348–354.
- Wessel, P., Luis, J. F., Uieda, L., Scharroo, R., Wobbe, F., Smith, W. H. F. and Tian, D. (2019) The Generic Mapping Tools version 6. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, **20**, 5556–5564.

(受 付 : 2025 年 9 月 18 日 ; 受 理 : 2026 年 6 月 16 日)