

福島沖日本海溝陸側斜面の地球物理マッピング — YK98-02 Leg 2 調査報告 —

町山 栄章*1 高橋 成実*2 木戸ゆかり*1 木下 肇*2

調査船「よこすか」を用いた福島沖日本海溝陸側斜面の地球物理探査を1998年1月に実施した(YK98-02 Leg 2)。これは“海底地震総合観測システム2号機”設置の事前調査の目的で、北東-南西方向に北緯36°30'~37°50'・東経141°40'~143°、水深1,000~3,000mの海域で海底地形・重力・地磁気探査を行ったものである。その結果、本海域の地形は比較的単調であり、斜面の安定度が高いことが明らかとなった。またフリーエア異常値はおよそ300mGalの変動幅を持ち、海底地形の形状と良い一致をみている。曳航式プロトン磁力計・船上3成分磁力計の測定の結果、本海域中央部に広範囲に異常帯が、また3成分値では海溝陸側に正異常がそれぞれ認められており、これらは北上及び阿武隈の白亜紀花崗岩類に相当するものと考えられる。

キーワード：日本海溝、海底地形、地磁気異常、重力異常

Geophysical Mapping of Landward Slope of the Japan Trench, off Fukushima — Report of YK98-02 Leg 2 Cruise —

Hideaki MACHIYAMA*3 Narumi TAKAHASHI*4

Yukari KIDO*3 Hajimu KINOSHITA*4

The R/V “Yokosuka” conducted a geophysical survey off Fukushima area on January 20th–29th 1998 (“YK98-02 Leg 2 cruise”), with the objective of examining bathymetric and geophysical features along the trace of the “Long-term Deep Seafloor Observatory No. 2”. Approximately 20 northeast-southwest oriented survey tracks were sailed along to obtain data complementing that previously obtained in the vicinity of the No. 2 cable route: additionally, two figure-eight maneuvers were performed to estimate shipboard magnetization effects. During the 10 day survey, swath bathymetric, gravity and three-component magnetic data were acquired. These have been combined with existing data to reveal in detail the structure of the landward region of the Japan Trench.

Key words : Japan Trench, Bathymetry, Geomagnetic anomalies, Gravity anomalies

*1 海洋科学技術センター海底下深部構造フロンティア

*2 海洋科学技術センター深海研究部

*3 Frontier Research Program for Subduction Dynamics, Japan Marine Science and Technology Center

*4 Deep Sea Research Department, Japan Marine Science and Technology Center

1. はじめに

海洋科学技術センターの調査船「よこすか」を用いた福島沖の探査が1998年1月に実施された(YK98-02 Leg 2)。本探査は、センターが現在進めている「海底地震総合観測システム」の設置に関連したものである。すでに1号機として、高知県室戸岬沖「ケーブル型海底観測ステーション」が設置されており、1997年4月より地震計・津波計データ等の観測が開始されている。この「海底地震総合観測システム」2号機として、「ケーブル型海底観測ステーション」を福島沖に設置する計画が現在進められており、本航海はこの事前調査として実行された。

一方で、福島沖は三陸沖に比較してプレートの沈み込み角度が浅く、日本海溝周辺域でのプレートの挙動・地質現象を解明する上で、三陸沖と房総沖をつなぐ重要な海域として位置づけられる。しかしながら、このように重要な海域であるにもかかわらず、これまでの海上地球物理観測は少なく、ましてや潜航調査は皆無といった状況にある。

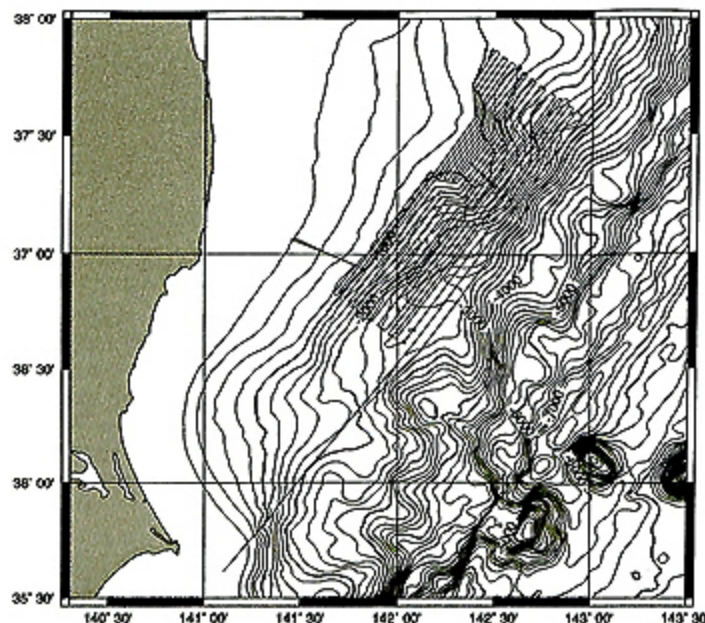


図1 「よこすか」YK98-02 Leg 2福島沖調査の航跡図。コンター間隔は200m。

Fig. 1 Track chart of YK98-02 Leg 2 cruise. Bathymetric contour interval is 200m.

以上の点を考慮し、本調査航海は「ケーブル型海底観測ステーション」の設置予定ルートである福島沖日本海溝の上部陸側斜面(水深1,000~3,000m)の海底地形探査を重点的に行い、あわせて重力・地磁気探査を実施した。調査海域は、北緯37°50'・東経142°30'、北緯

37°35'・東経143°、北緯36°50'・東経141°40'、北緯36°30'・東経142°05'とで囲まれた、北東-南西方向に狭長な範囲である(図1)。本報告では、以上の観測データをまとめ、マッピングした結果を示し、若干の考察を述べる。なお、本調査航海の総括は木下が、船上調査は町山と高橋がそれぞれ担当した。また海底地形データは主に高橋と町山が、重力・地磁気データについては主に木戸が担当して処理・解析を行ったものである。

2. 海底地形探査

図1に本調査海域の位置ならびに航跡を、図2に本調査航海で得られた海底地形図を示す。海底地形探査は「よこすか」船上の測深機(古野電機社製HS-10)で実施した。本海域南北での海水温の温度差を考慮し、本報告では、便宜的に北緯37°を境にそれぞれで音速補正を行った。海域北側と南側でのXBT計測結果を図3に示す。なお、計測システム等については押田・古田(1995)を参照されたい。

調査海域内では、日本海溝の海溝軸は北東-南西方向にのびており、等深線の連なりもそれとほぼ平行となっている。陸側斜面は、水深1,000mを境に緩勾配から急勾配へと変化し、海溝側2,000mまで続く。また既存のデータによれば、3,000~4,000mと5,000~6,000mに急斜面が存在しており、海溝陸側斜面には階段状の地形が発達していることがわかる。北緯37°25'・東経142°25'付近には、水深1,000m程度の比較的広大なバンクが発達している。一方北緯36°52'・東経142°15'付近には、西北西-東南東方向に海底谷が発達する。

本調査海域内には明瞭な海底地滑り地形は認められず、この斜面は比較的安定しているものと考えられる。しかしながら既存のデータによれば、この陸側斜面下部には複雑な地形が数多く認められる。一例を挙げれば、北緯37°16'・東経143°05'付近にピークを持つ丘状部と、その北西に位置する小規模な海盆と引き続き発達する弧状の急崖が認められる。このような地形の形状を考慮するならば、これは海底地滑りによって形成されたものと推定できよう。特に弧状を呈する急崖はこの地滑りの滑落崖であると思われる。このような地形が斜面下部に多数認められることから、この付近一帯は斜面安定度が低いと結論づけられる。したがって、全くの推論にすぎないが、三陸沖と同様に福島沖でもテクトニックエロージョン(Hilde, 1983)が進行していることも想像に難くない。この点は今後のより詳細な調査が必要であろう。

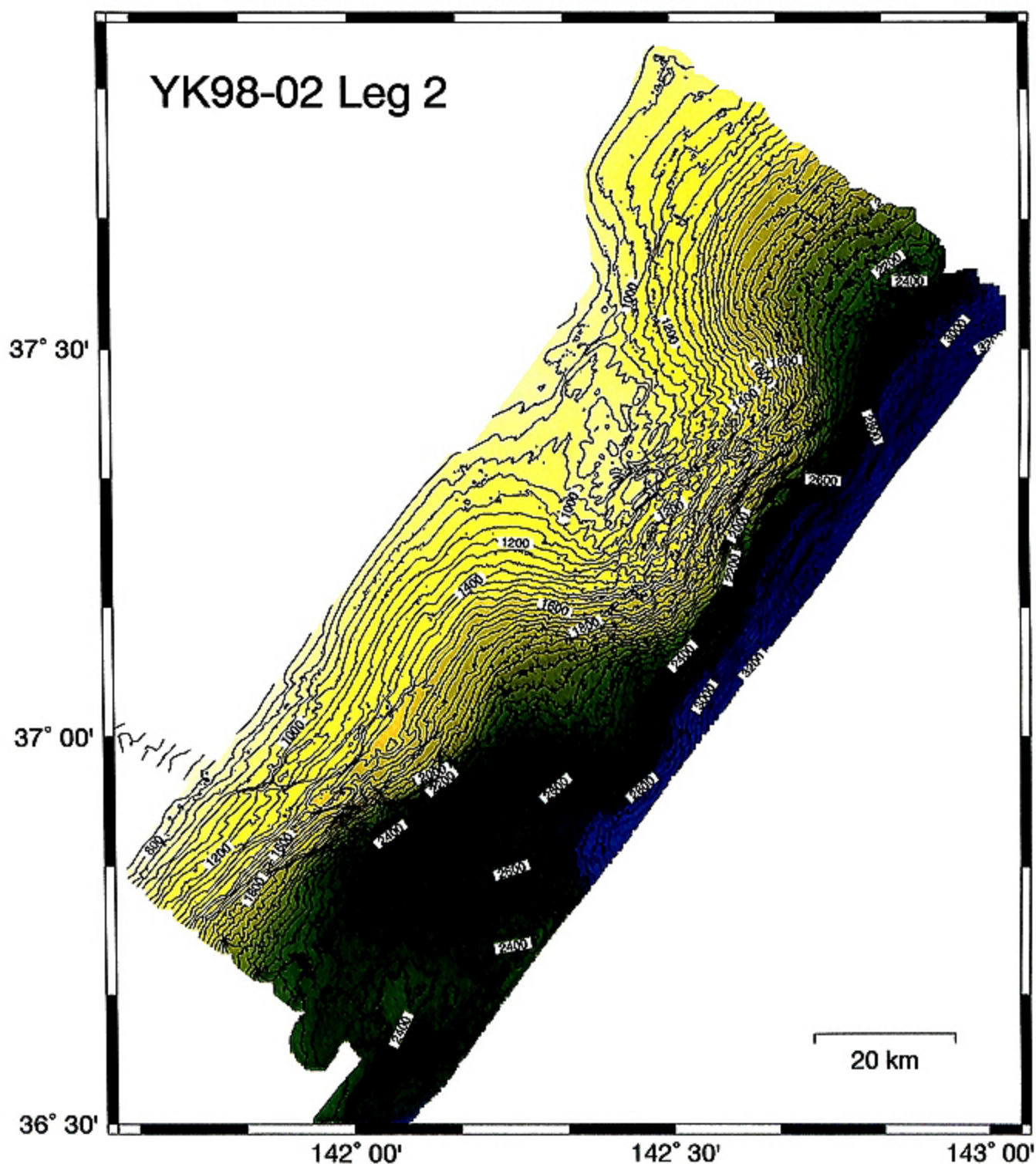


図2 「よこすか」 YK98-02 Leg 2 福島沖調査の海底地形図。コンター間隔は50m。
Fig. 2 Bathymetric map of YK98-02 Leg 2 cruise. Bathymetric contour interval is 50 m.

3. 重力探査

重力探査は、「よこすか」船上重力計（ラコスト&ロンバーク社製S-63）によって行われた。図4は、Sandwell and Smith (1992) の人工衛星による海域のフリーエア異

常値から、調査海域（北緯37°，東経142°付近）での値を切り出し、コンターをかかえたものである。また、図5は、今回の観測データによる重力異常図である。この海域では、いずれの図から、フリーエア異常と海底地

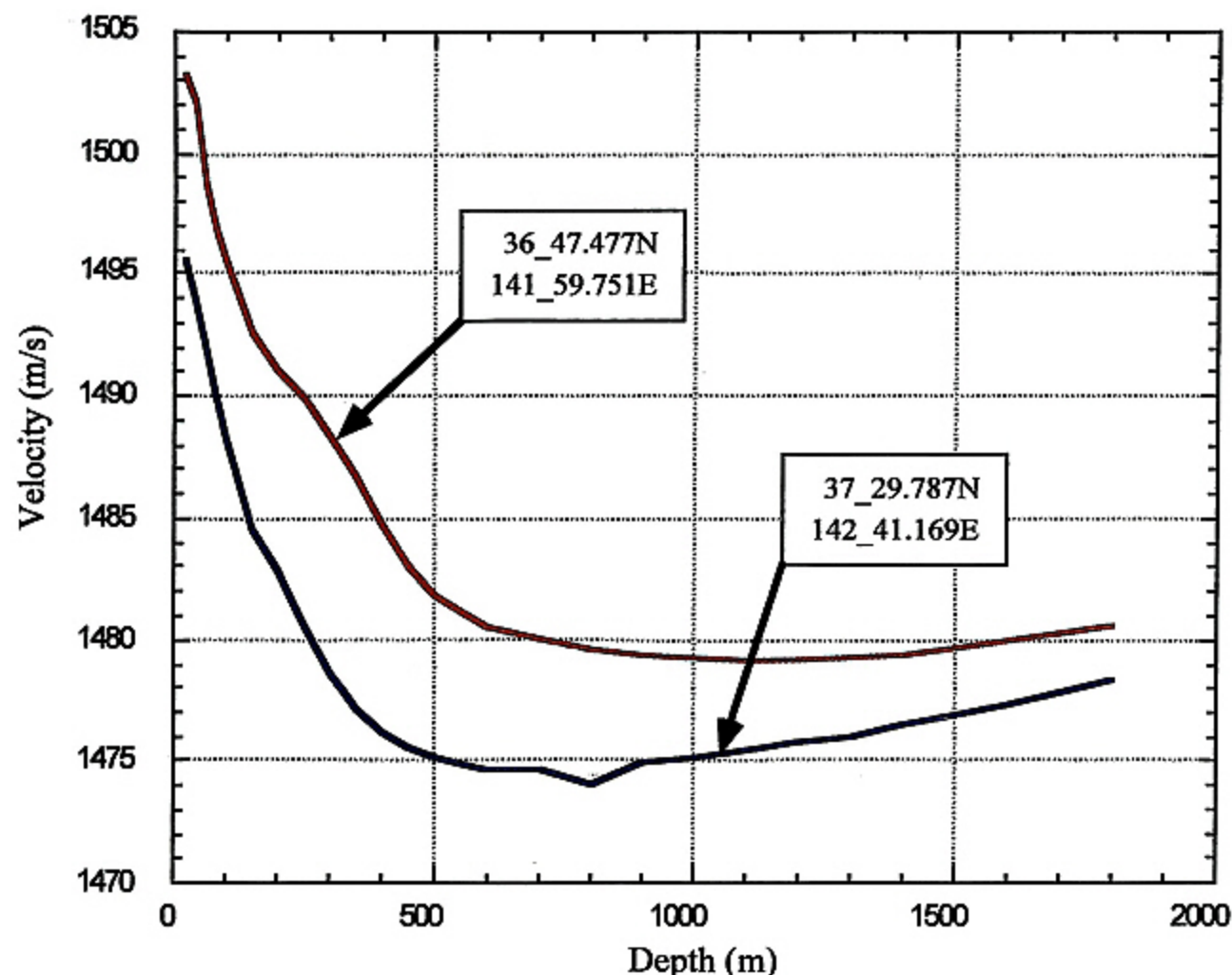


図3 調査海域（南北）における音速分布
Fig. 3 Sound velocity profile in the study area.

形の形状がよい一致を見せている。水深値は、200m から6,000mへと日本海溝に向かって深くなっている。フリーエア異常値はおよそ300mGalの変動幅をもつ。

4. 地磁気探査

地磁気探査は、曳航式プロトン磁力計および船上3成分磁力計により、航海期間を通して行われた。この海域で今までに得られた地磁気的全磁力値を用いて、グリッドデータを作成し、海域の地磁気的全磁力異常図を作成した（図6）。この海域では、南からChronM12～M10（135～128Ma）という南南西―北北東の走向を持つ地磁気のリニエーションの西端部が、観測域の東端に見られる。これらのリニエーションは、海溝軸を越えて陸側まで追うことができる。中央部の広い範囲にわたる異常帯は、北上および阿武隈花崗岩類と同じ物性を持つような磁性体の存在で説明できる（Finn, 1994）。表1に時間と

場所を示すように、航海期間に2回の8の字航走を行い、船体磁気異常を見積もるための係数を得た。その係数を用いて、真の地球磁場方向への座標変換を行い、国際標準磁場（IGRF）との差をもってその海域の磁気異常値と解釈する。「よこすか」で観測された3成分データは、図7に示すような処理手順を経て、3成分地磁気異常値として算出される。図8に、本航海で観測された3成分値のプロファイルを示す。図中の白抜き部は、船舶の変針のため、ノイズが大きく、除外してある。図中のx・y・zに見られる海溝陸側における正の異常値は、上記の一連の白亜紀花崗岩体に相当している。振幅値のスケールは統一しており、特にy成分が大きいことを示している。

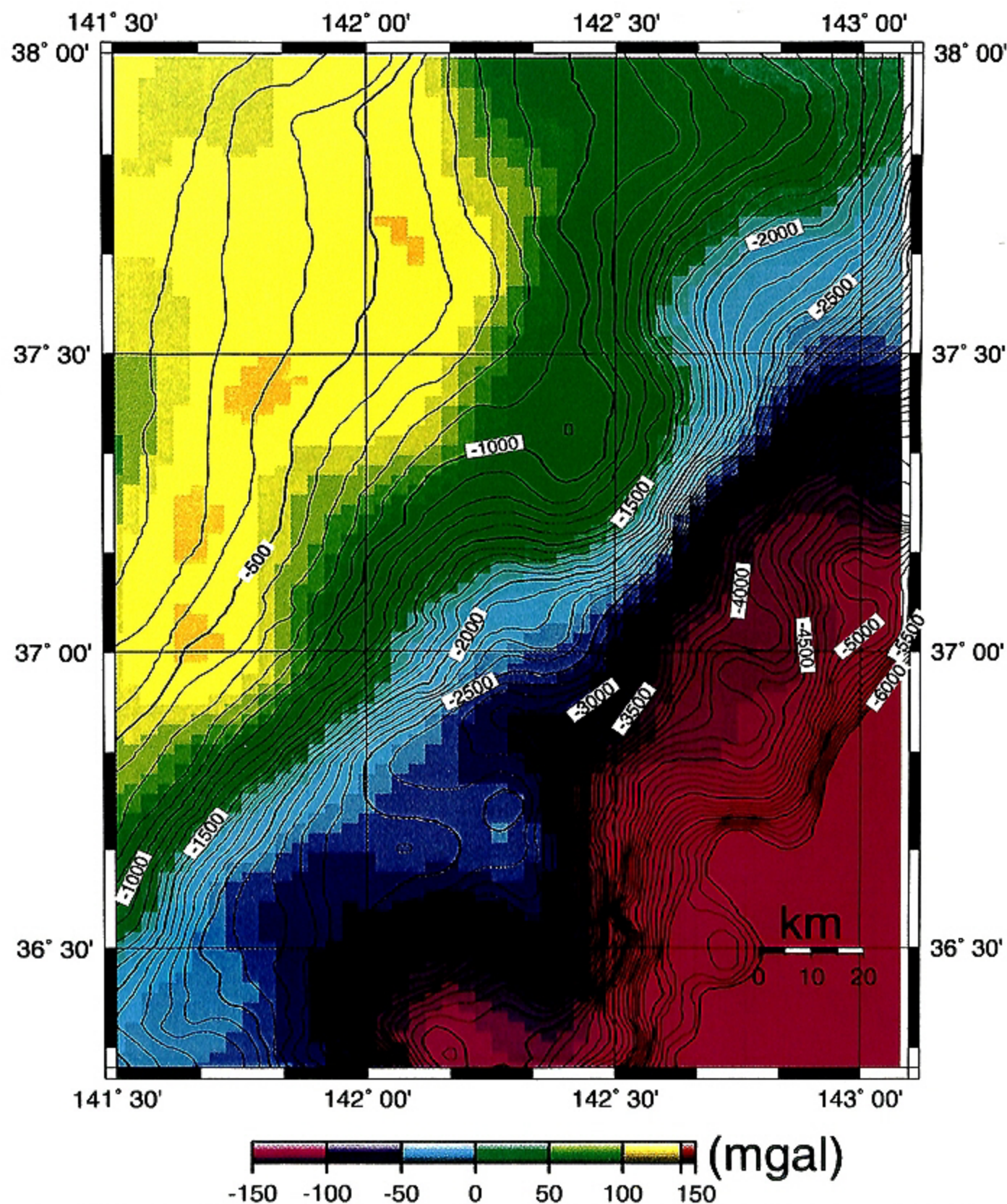


図4 福島沖のフリーエア異常図。データは人工衛星によるフリーエア異常値 (Sandwell and Smith, 1992) を用いた。コンターは水深値で、間隔は100m。

Fig. 4 Contour map of the free-air gravity anomaly off Fukushima. Data from the world gravity data set version 5 (Sandwell and Smith, 1992). Bathymetric contour interval is 100 m.

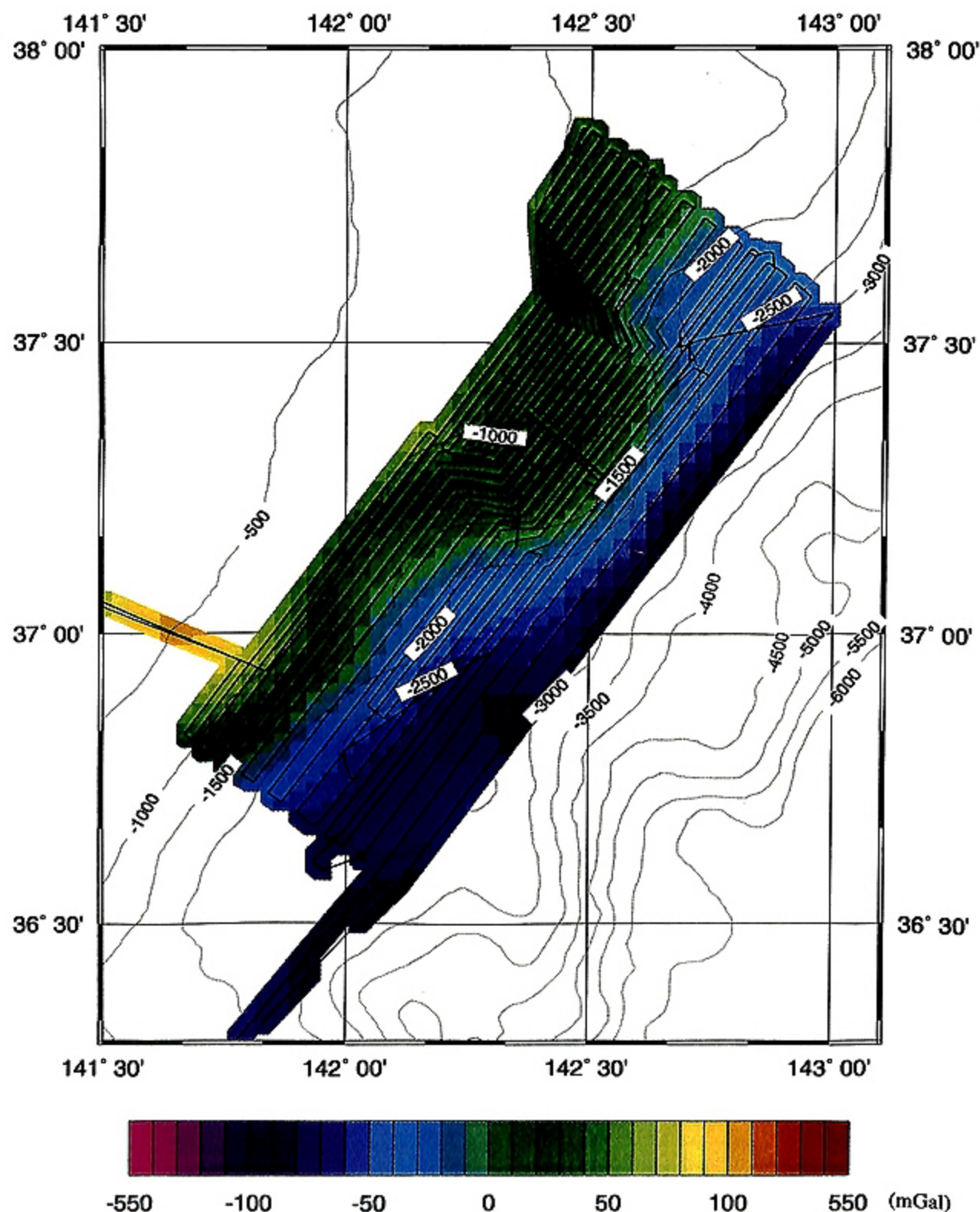


図5 福島沖のフリーエア異常図。データは本航海で得られた重力値を用いた。コンターは水深値で、間隔は100m。

Fig. 5 Contour map of the free-air gravity anomaly off Fukushima calculated from data during the YK98-02 Leg 2 cruise. Bathymetric contour interval is 100m.

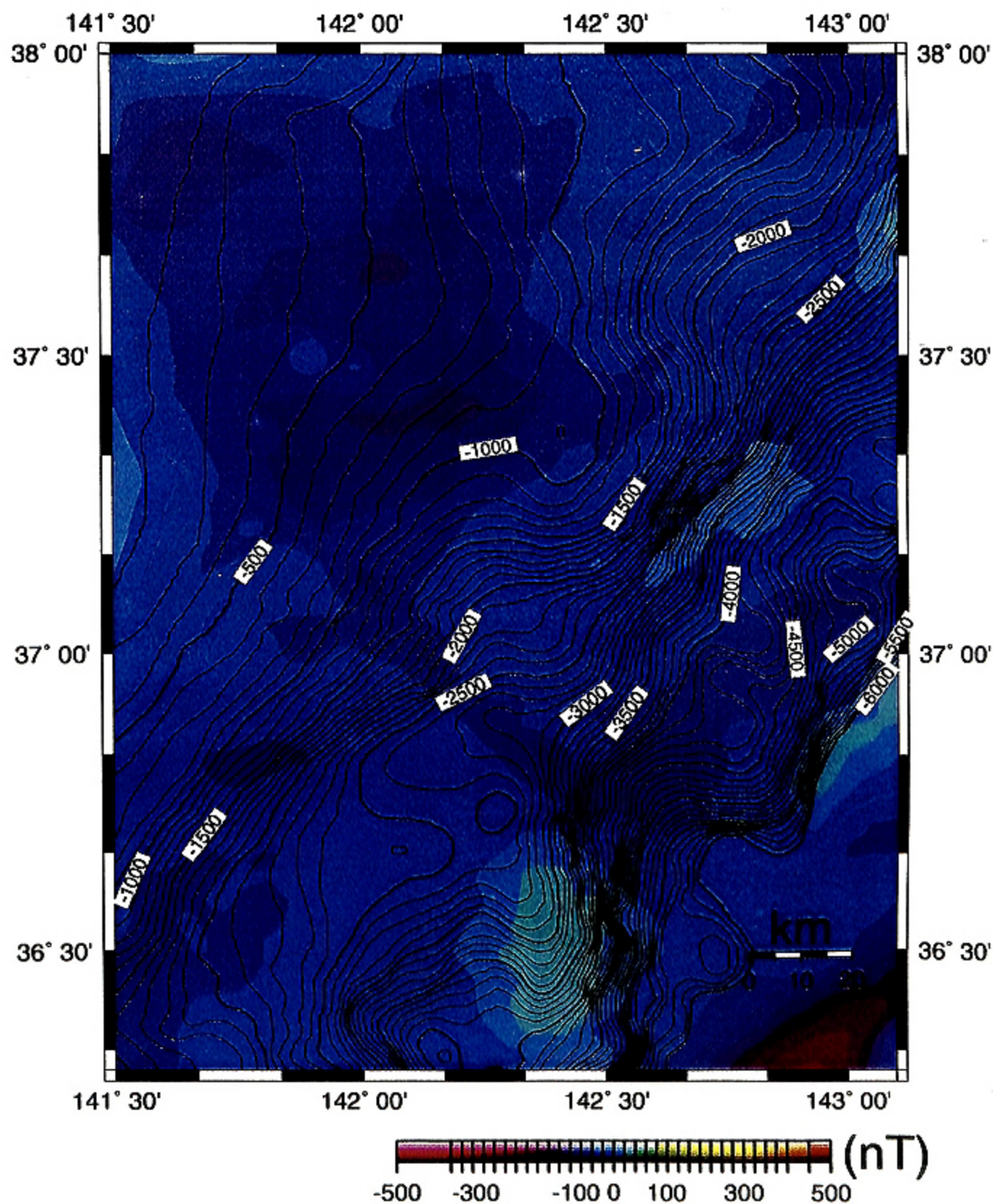


図6 福島沖の地磁気異常図。データは東アジア磁気異常図（地調，平成8年版）より抽出した。コンターは水深値で，間隔は100m。

Fig. 6 Contour map of magnetic anomaly off Fukushima. Geomagnetic data obtained from the Geological Survey of Japan (GSJ, 1996, CD-ROM version) and representing more than 60 cruises have been used. Violet and red indicate negative and positive magnetic anomalies respectively. Bathymetric contour interval is 100 m.

日時	時間	場所 (緯度・経度)	3 成分値 (x・y・z)
1/21	10:54-11:14	36.6195°N・142.0342°E	29565・-3588・35246.
1/26	12:52-13:12	37.7832°N・142.6168°E	29031・-3683・36292.

$$\begin{pmatrix} B(1,1) & B(1,2) & B(1,3) & B(1,4) & SD \\ B(2,1) & B(2,2) & B(2,3) & B(2,4) & SD \\ B(3,1) & B(3,2) & B(3,3) & B(3,4) & SD \end{pmatrix} \\
 = \begin{pmatrix} 1.08605 & 0.01098 & -0.07871 & 1511.1 & 315.1 \\ -0.01457 & 1.21175 & 0.04633 & 3388.7 & 434.0 \\ 0.00614 & 0.14246 & 0.96337 & -9523.6 & 203.3 \end{pmatrix} \\
 \text{Sum. of SD} = 952.38$$

表1 8の字航走による船体磁気補正のための12係数値

Table 1 12 shipboard magnetization factors obtained by figure-8 sailing.

船上地磁気三成分値および船体位置生データ (8Hz)

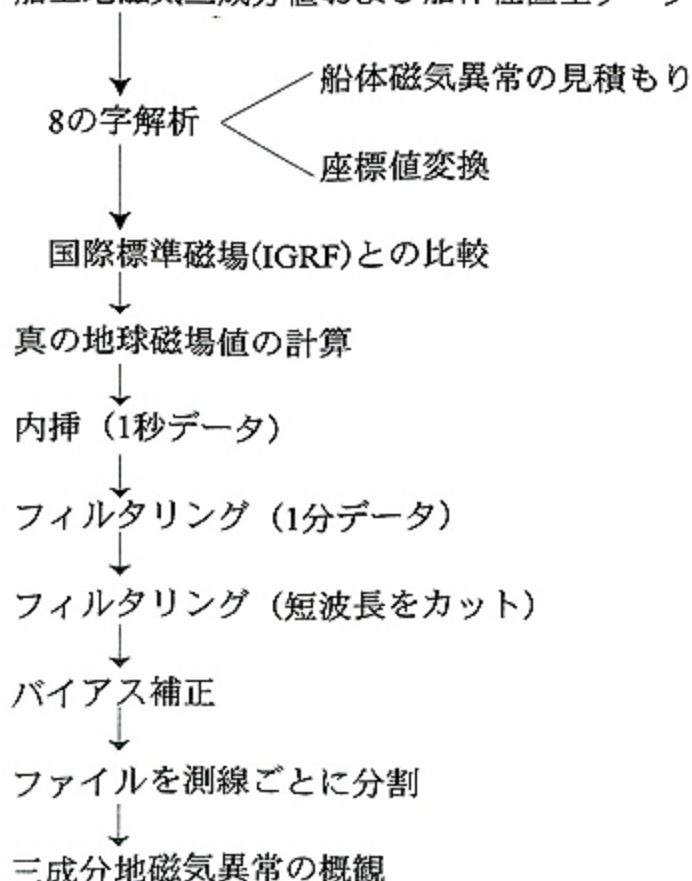


図7 地磁気三成分データ解析のフローチャート

Fig. 7 Flowchart of three component geomagnetic data analysis.

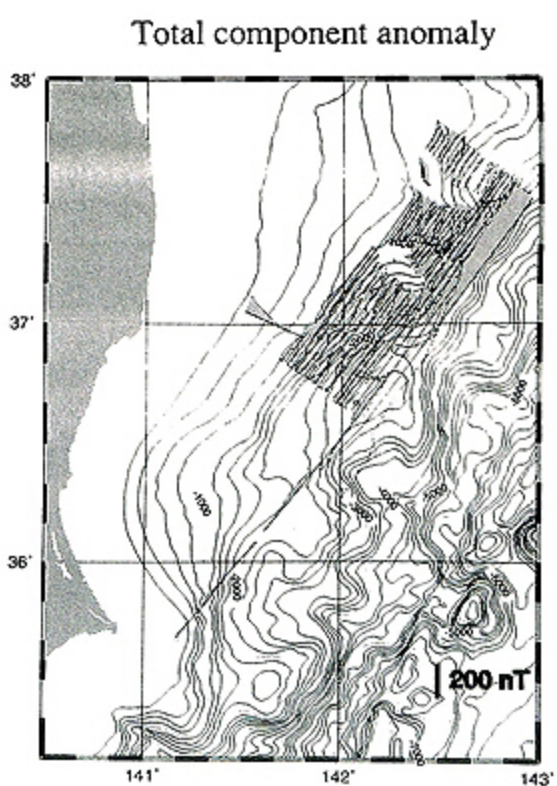
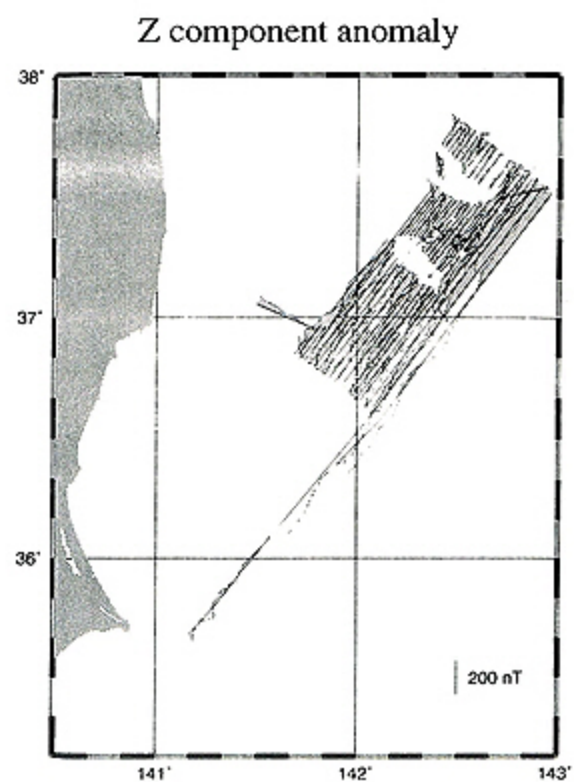
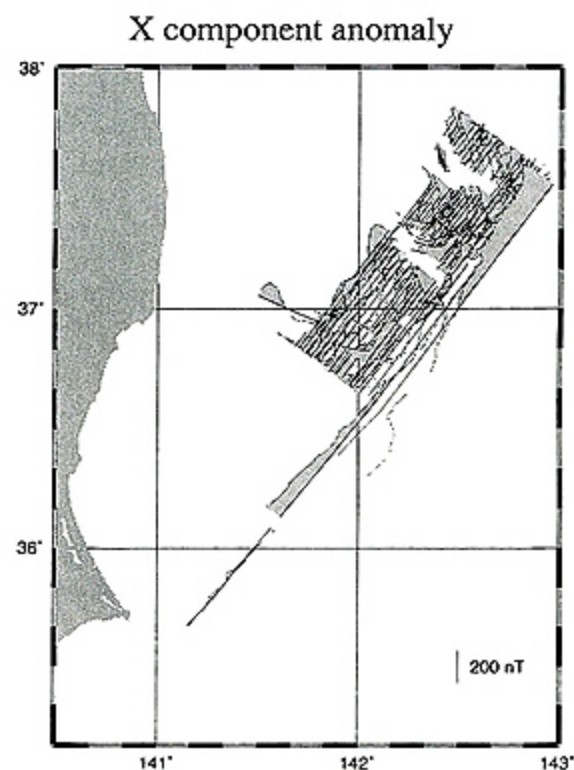


図8 地磁気3成分異常値と3成分から計算された全磁力のプロファイル。ドット部分は正の磁気異常。振幅の大きさは、それぞれ図中に示すとおり。

Fig. 8 Shipboard three component and total magnetic anomaly profiles. The dotted areas are positive anomalies and the amplitudes are indicated by the scale.

5. おわりに

本報告では、福島沖日本海溝上部陸側斜面周辺での海底地形・重力・地磁気探査の結果について若干の考察を試みた。本海域周辺での本格的な地球物理精査は初めてのことであり、より広域的な探査が強く望まれる。地質学的には、石油開発公団（現石油公団）等が実施した基礎物理探査や基礎試錐等の探査データにより、海底下の地質構造や層序の概要が、数少ないが、次第に公表されつつある（近年では岩田, 1995, 加藤ほか, 1996など）。しかしながら、表層部や海溝付近での地質現象等については未解明のまま残されており、今後の精査が必要不可欠である。

海洋科学技術センターでは、1998年4月に反射法・屈折法地震探査を用いた深部構造探査を本海域で実施しており、また5月・7月には深海曳航体を用いた調査や無人潜水調査船「かいこう」を使用した潜航調査を実施または予定している。近い将来に本海域周辺の地球科学的諸現象が解明されることを期待したい。

最後に地磁気観測について補足を述べる。「よこすか」では、1994年度第1次航海（YK94-01）より地磁気の3成分測定がなされ、十数回に渡る8の字係数が求められてきた。シップタイムに余裕の無い場合は、以前求められた8の字係数を利用して、真の地球磁場を求める処理がなされているが、森尻・山崎（1997）によると、船体磁気にも経年変化・時間変化・粘性残留磁気の影響などがあることが指摘されている。したがって、出来る限り多くの8の字航走による船体磁気補正が必要であることがわかる。また、フラックスゲート三成分磁力計は、プロトン磁力計に比べ、絶対値に信頼性が低い。調査期間中に、可能な限り双方の並行観測が望まれる。三成分磁力計は、曳航観測に比べ、船上でできることから、手軽な観測機器ではあるが、絶対測量はプロトン磁力計に頼らざるを得ないのが実状である。

謝 辞

本調査航海においては田中等船長をはじめとする「よこすか」乗組員の方々にはひとかたならぬお世話になった。また船上での観測に際しては、(株)日本海洋事業の片山健・山内徳保両氏にお世話になった。(株)NEC海洋エンジニアリングの池田昌示氏、(株)日本電信電話の浦田裕二氏には本調査にご協力を頂いた。海洋科学技術センター富士原敏也博士には航海データに関して数多くのご助言を頂いた。記して深甚の謝意を表する。

参考文献

- 地質調査所 (1996): 東アジア地磁気異常図, CD-ROM版, 地質調査所, つくば.
- Finn, C. (1994): Magnetic and gravity constraints on forearc upper crustal structure and composition, offshore Northeast Japan, *J. Geomag. Geoelectr.*, 46, 423-441.
- Hilde, T. (1983): Sediment subduction versus accretion around the Pacific. *Tectonophysics*, 99, 381-397.
- 岩田 尊夫 (1995): 常磐沖堆積盆における下部中新統のシーケンス層序解析. *地質学論集*, 45, 223-237.
- 加藤 進・秋葉文雄・守屋成博 (1996): 相馬沖海域における上部白亜系・新生界の層序と地質構造. *地質雑*, 102, 1039-1051.
- 森尻理恵・山崎俊嗣 (1997): 白嶺丸における地磁気三成分測定の現状と問題点. *地調月報*, 48, 65-77.
- 押田 淳・古田俊夫 (1995): 「よこすか」船上地球物理観測データ収録システム. *JAMSTEC 深海研究*, 11, 421-435.
- Sandwell, D. T. and Smith, W. H. F. (1992): Global marine gravity from ERS-1, Geosat, and Seasat reveals new tectonic fabric, *EOS Trans. AGU*, 73, 133.

(原稿受理: 1998年7月31日)