

苫小牧沿岸域の高分解能空中磁気探査

High-resolution aeromagnetic survey in the coastal zone of Tomakomai area, Hokkaido Japan

大熊茂雄^{1*}・中塚 正¹

Shigeo Okuma^{1*} and Tadashi Nakatsuka¹

Abstract: A regional aeromagnetic map of the coastal zone of Tomakomai area (total magnetic intensity) has been made for a planning of a new high-resolution aeromagnetic survey over the area, resulting in a preparatory compilation of the digital geoscience map of the area. The total magnetic intensity anomalies within the area have been extracted from the aeromagnetic anomaly database on a smoothed surface 1,500 m above terrain. According to the map, a survey gap with a dimension of 15 km wide by 10km long was confirmed off the coast of Tomakomai, where an obvious N-S trending magnetic high called the Kitakami-Ishikari Magnetic Belt is present. To cover the gap and better map magnetic anomalies of the area, a new high-resolution aeromagnetic survey was conducted with an installation of survey equipments on a Eurocopter AS350B3. Since the survey has not been completed yet, the regional aeromagnetic map and the equipment and plan of the survey will be presented in this report.

Key words: aeromagnetic survey, aeromagnetic map, magnetic anomaly, active fault, Tomakomai

要旨

苫小牧沿岸域の地質・地下構造の理解を目的とした多面的な地質情報収集のため、今回、当該地域において高分解能空中磁気探査を実施した。事情により、報告書の執筆時点で調査を終了していないため、本論では調査地域の絞り込みのため既存の空中磁気データを編集して「苫小牧沿岸域空中磁気図（全磁力異常）」を作成した結果と、新たな調査に用いた機材と調査計画の概要について報告する。

空中磁気探査は、苫小牧沿岸域の陸・海域に渡る東西 30km × 南北 20km の範囲を、標準対地高度 150m、主測線間隔 250m の、低高度・高密度測線配置で実施した。使用したヘリコプターは、AS350B3 で上昇能力に優れ地形起伏への追従性が良く国内での調査に適している。白老町の日本航空学園白老滑空場を基地として、調査を実施中である。

1. はじめに

本調査は、産業技術総合研究所の政策予算研究「沿

岸域の地質・活断層調査－陸海接合の物理探査」において、海陸シームレス地質情報に関わる数値地質図整備の一環として、苫小牧沿岸域の詳細な空中磁気図を作成するために実施されたものである。

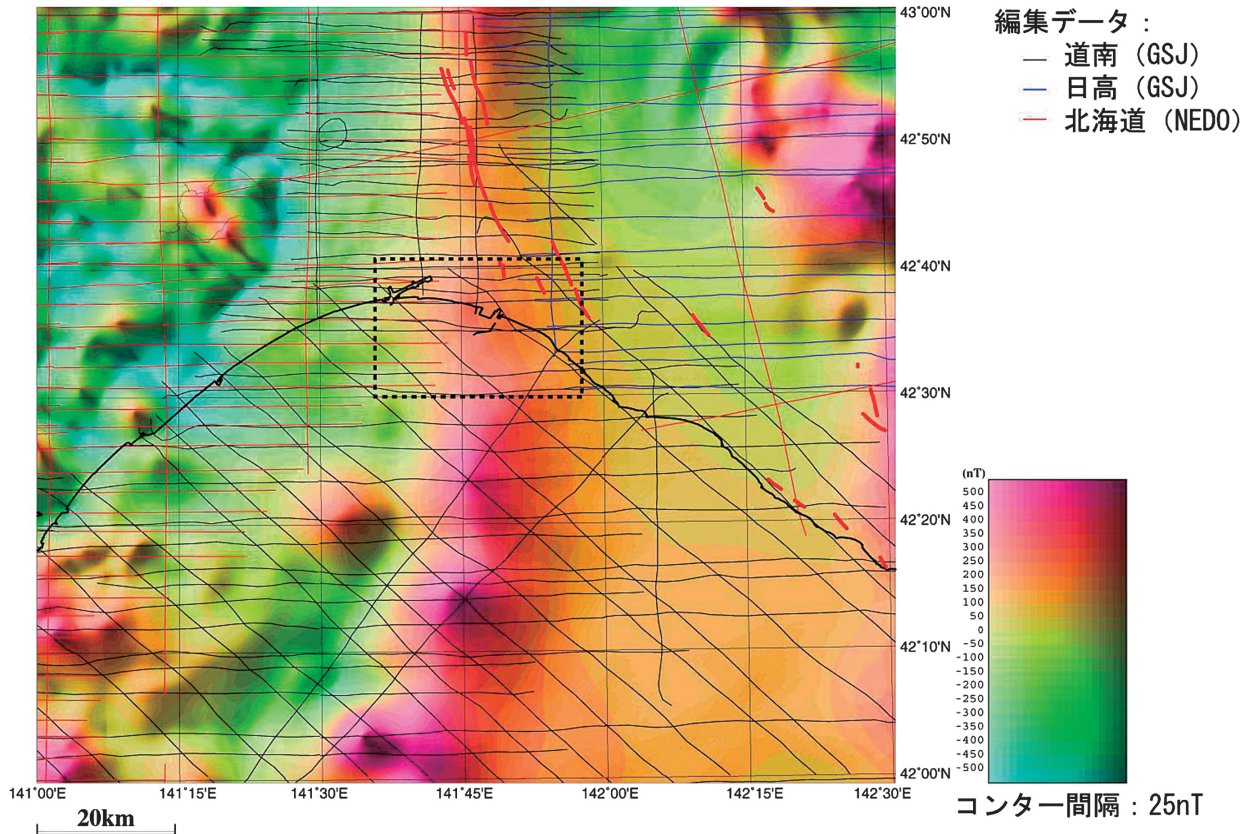
本論では、調査地域の絞り込みのため既存データから作成した広域の空中磁気図に加えて、新たな空中磁気探査で用いた調査機材と調査の概要について報告する。

2. 既存データによる空中磁気図の作成

今回の調査に先立ち、当該地域の空中磁気データの現況を把握するために、調査地域を含む広域の空中磁気図を作成した。使用したデータは、対地高度 1,500m の面上での空中磁気データ（中塚・大熊, 2009）である。これは、「日本空中磁気データベース」（地質調査総合センター, 2005）に収録された磁気異常分布データを用いて、統一的に設定した滑らかな高度面での磁気異常分布を求める処理を行い、日本全国をカバーする緯経度メッシュ（0.1 分メッシュ）にお

* Correspondence

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, Institute of Geology and Geoinformation）



第 1 図 既存データによる苫小牧沿岸域における空中磁気図（全磁力異常）の陰影図。

作成面高度：対地 1,500m. コンター間隔：25nT. 点線による矩形範囲は高分解能空中磁気探査の調査予定範囲を示す。黒と青の実線は、各々地質調査所の道南および日高地域の既存空中磁気データの測線を示す。赤の実線は、NEDOの既存空中磁気データの測線を示す。赤の太い実線は、活断層分布（活断層研究会，1991）を示す。

Fig.1 Shade aeromagnetic map of the coastal zone of Tomakomai (Total Magnetic Intensity) compiled from existing data. Reduction surface is 1,500 m above terrain. Contour interval is 25 nT. A rectangle bounded by black dotted lines indicates the area for a new high-resolution aeromagnetic survey. Black and blue solid lines show flightline paths of the Hokkaido-south and Hidaka areas by the GSJ, respectively. Red solid lines denote flightline paths of the Hokkaido areas by NEDO (New Energy Development Organization). Thick red solid lines show active faults (Research Group for Active Faults of Japan, 1991).

ける磁気異常値分布データを作成したものである。

「日本空中磁気データベース」では、原調査の生に近いデータ（中塚ほか，2005）が収録されているため、各調査の仕様の相違・特徴に対応して特性の若干異なるデータとなっており、接合磁気図においても飛行高度の相違などの影響が反映されている。中塚・大熊（2009）では、地下構造に対する特性がなるべく揃うように、平滑化した地形面から 1,500m 上方の高度面を基準に選び、等価ソースを利用した上方接続操作に相当するデータ処理を行っている。

対地高度 1,500m の面上での空中磁気データ（中塚・大熊，2009）は、緯経度 0.1 分毎のグリッドデータとなっている。これを WGS84 系の UTM 座標値（ゾーン 54）に変換し、X（南北方向）：4702.5 ～ 4743.5km，Y（東西方向）：539 ～ 584km の範囲の南北 41km，東西 45km のデータを 250m 間隔で

切り出した。したがって、格子点数は、南北 165 点，東西 181 点である。切り出した範囲の全磁力異常を第 1 図に示す。

当該地域の既存空中磁気データとしては、地質調査所による道南地域および日高地域、NEDO による北海道地域のデータが一部重畳しながら存在するが、苫小牧東港南東沖合に南北約 10km，東西約 15km の測線の空白域があることが分かる。付近には北上－石狩磁気ベルト（Ogawa and Suyama, 1976; Oshima et al., 1975）と呼ばれる高磁気異常帯が南北方向に分布しているが、空中磁気データの空白域ではその詳細は不明である。また、当該地域は石狩低地東縁断層帯の海域延長部分でもあり、その地下構造が注目されている。そこで、本研究では、苫小牧沿岸域の陸・海域に渡る東西 30km × 南北 20km の範囲（第 1 図）について高分解能空中磁気探査を計画した。

3. 高分解能空中磁気探査

空中磁気探査は、苫小牧沿岸域の陸・海域に渡る範囲（第1図）を、標準対地高度150m、主測線間隔250mの、低高度・高密度測線配置で実施した。使用したヘリコプターは、AS350B3（第2図）で上昇能力に優れ地形起伏への飛行追従性が良く、地形変化に富む国内での対地高度一定での調査飛行に適している。調査機材は、先のSA315B(Lama)用のもの（中塚・大熊，2005）を基本的に踏襲し、地磁気全磁力測定のためにセシウム磁力計（Scintrex CS2, Canada；第3図）を、機体磁気補正用の機体磁気測定のために3軸フラックゲート型磁力計TFM100G2（Billingsley Magnetics, USA）を使用している。機上ナビゲーション装置として、PNAV-2100（AGNAV, Canada；第4図）を、GPS受信機としてPowerPak-4E（Novatel, Canada）を使用している。地磁気センサー等を収納するのは、AEROCOMP社（Canada）のスティンガー装置（第2図）であり、AS350B3用の取り付け部により機体下部に固定されている。高度計としては、電波高度計（第5図）と気圧高度計833000（丸文（株）；第6図）が取り付けられている。また、対地ビデオ

映像撮影のためのCCDセンサー（第5図）とデッキも搭載されている。データ収録装置は、新たにラックマウントPC（HPC Systems HPC1000-CD104R4；第7図）を使用し、PCI規格のA/D変換ボードPCI-1718H DU-AE（アドバンテック（株））と周波数カウンタボードGT210PCI-8（GuideTech, USA）を使用している。データ収録プログラムはWindows XP上でVisual Basicを用いて独自に開発し、収録データはASCII形式で安全のため内蔵SSDと外付けのCFカードの双方に記録している。

これらの探査機材を機体に搭載し調査飛行に使用するためには、国土交通省の許可が必要で、当該の機体も航空局による機体改造検査を2013年3月15日付けで終了している。その後、北海道に空輸され、機体磁気補償テスト飛行を実施したのち、2013年3月31日現在、白老町の日本航空学園白老滑空場（42°32.226' N, 141°15.377' E）を基地として空中磁気探査測定作業飛行を実施中である。なお、地上地磁気連続観測点を白老町の萩の里自然公園内（42°31.973' N, 141°18.024' E）に設置させていただいて、地磁気の連続観測を行っている。



第2図 空中磁気探査調査ヘリコプター（中日本航空（株）所有）AS350B3型機。機体下部にスティンガーを固定し、その内部にCs磁力計センサーおよびプリアンプ、フラックゲート型磁力計センサーを収納する。撮影場所：北海道白老町白老滑空場（以下同様）。

Fig.2 Survey helicopter employed for the aeromagnetic survey over the coastal zone of Tomakomai. Eurocopter AS350B3 owned by Nakanihon Air Service Co., Ltd. A Cs magnetometer sensor and its pre-amplifier, and a fluxgate sensor were installed in the stinger attached to the helicopter. The photo was taken at the same Shiraoi Gliderport, Shiraoi, Hokkaido, as others.



第3図 セシウム磁力計センサー。スティンガー先端部に設置されたCs磁力計センサー。写真のように円柱状センサーの長軸方向にして設置する。

Fig.3 Sensor of CS2 Cesium magnetometer sensor. Cs magnetometer sensor is located at the tip of the stinger. The sensor is oriented as its major axis is vertical.



第 4 図 機上ナビゲーション装置。
AGNAV 社 PNAV-2100。進入・離脱点の入力や航跡の表示などを行い、調査飛行中はナビゲータが操作する。
Fig.4 Airborne navigation system.
PNAV-2100 by AGNAV, Canada. This equipment is used as inputs of waypoints and displays of flightline paths and operated by a navigator during the survey.



第 5 図 電波高度計（中日本航空（株）所有）。
電波高度計の送受信アンテナ。スキッドのステップ先端部分に取り付けられている。アンテナ間の中央部には対地ビデオカメラの CCD センサーが取り付けられている。
Fig.5 Antennas of a radar altimeter.
Owned by Nakanihon Air Service Co., Ltd. The antennas are mounted on the fore tip of a step of the skid of helicopter. A CCD sensor of video camera is installed between the antennas.



第 6 図 機上データ収録装置（1）。
ラック最上部には、キーボード、15 インチ液晶ディスプレイおよび対地ビデオ収録装置が置かれている。ラック内は三段で、最上段に気圧高度計本体、GPS のデータロガーおよび同操作の PDA が電源と一緒に置かれている。中段にはセンサーカプラーが、最下段には収録部のラックマウント PC が設置されている（第 7 図参照）。
Fig.6 Date acquisition system on board (1).
A keyboard, a 15 " LED display and a video deck are mounted on the ceiling of a rack with three shelves. A pressure altimeter, a GPS logger and a PDA as its controller are mounted with a power supply on the top shelf. A sensor coupler is mounted on the middle shelf. A rack-mounted windows PC is mounted on the bottom shelf (see Fig.7).



第 7 図 機上データ収録装置（2）。
収録部のラックマウント PC（HPC Systems HPC1000-CD104R4）。MS Windows XP で動作。PCI 規格の A/D 変換ボード PCI-1718HDU-AE（アドバンテック（株））と周波数カウンタボード GT210PCI-8（GuideTech, USA）を内蔵する。
Fig.7 Date acquisition system on board (2).
A rack-mounted PC (HPC Systems HPC1000-CD104R4) is operated by MS Windows XP and used for data acquisition on board. Advantech PCI-1718HDU-AE, Universal PCI Multifunction Card and GuideTech GT210PCI-8, Frequency Counter Card is installed inside.

4. まとめ

今回、調査地域の絞り込みのため、既往の空中磁気データを使用して、対地 1,500 m の滑らかな高度での、苫小牧沿岸域の空中磁気図を作成した。その結果、苫

小牧東港南東沖合に南北約 10km、東西約 15km の測線の空白域があり、ここでは付近に分布している南北方向の顕著な高磁気異常帯の詳細が不明であることが分かった。また、当該地域は石狩低地東縁断層帯の海域延長部分でもあり、その地下構造が注目されている。

そこで、本研究では、苫小牧沿岸域の陸・海域に渡る範囲について高分解能空中磁気探査を計画した。現在、調査を実施中である。

謝辞

地磁気日変化測定のため、地磁気連続観測点を萩の里自然公園内に設置する許可を白老町 都市整備部 建設課からいただいた。臨時場外ヘリポートとして、学校法人 日本航空学園 白老滑空場を使用させていただいた。以上の諸機関に感謝の意を表します。

文献

- 地質調査総合センター (2005) 日本空中磁気データベース。数値地質図, P-6, 産総研地質調査総合センター。
- 活断層研究会 (1991) [新編] 日本の活断層一分布図と資料。437p, 東京大学出版会。
- 中塚 正・大熊茂雄 (2009) 日本空中磁気 DB による対地 1,500m 平滑面での磁気異常分布データの編集。地質調査総合センター研究資料集, no.516, 24p. + CD-ROM 1 枚, 産総研地質調査総合センター。
- 中塚 正・大熊茂雄・牧野雅彦・森尻理恵 (2005) 日本空中磁気探査データベース。数値地質図, P-6, 産総研地質調査総合センター。
- 中塚 正・大熊茂雄 (2005) スティンガー式ヘリコプター磁気探査システムの開発とその磁気センサーに対する機体磁気補償。物理探査, **58**, 451-459
- Ogawa, K. and Suyama, J. (1976) Distribution of aeromagnetic anomalies , Hokkaido, Japan and its geologic interpretation, in Aoki, H., and Iizuka, S. eds., Volcanoes and tectonosphere: Tokai, Japan, Tokai Univ. Press, 207-215.
- Oshima, S., Kondo, T., Tsukamoto, T. and Onodera, K. (1975) Magnetic anomalies at sea around the northern part of Japan, *Report of Hydrographic Researches, Hydrographic Office of Japan*, **10**, 39-44.