

有珠火山地域における高分解能空中磁気探査(序報)

大熊茂雄¹ 中塚 正² 森尻理恵¹ 牧野雅彦³
内田利弘⁴ 小川康雄⁵ 高倉伸一⁴ 松島喜雄¹

Shigeo OKUMA, Tadashi NAKATSUKA, Rie MORIJIRI, Masahiko MAKINO, Toshihiro UCHIDA, Yasuo OGAWA, Shinichi TAKAKURA and Nobuo MATSUSHIMA(2001) Preliminary results of a high-resolution aeromagnetic survey over Usu Volcano, Hokkaido, Japan. Bull. Geol. Surv. Japan, vol.52(4/5), p. 149 - 154, 7 figs. 1 table.

Abstract: A helicopter-borne high-resolution aeromagnetic survey was conducted to better understand the subsurface structure of Usu Volcano, Hokkaido, Japan, with a special reference to an eruption, which started on March 31, 2000. The survey was flown at an altitude of 150 m above terrain along north-south survey lines and east-west tie lines, spaced 200 m and 1000 m apart, respectively. Aeromagnetic anomalies were reduced onto a smoothed observed surface and some filtered maps were created. The characteristics of the distribution of magnetic anomalies will be discussed in this report.

要 旨

有珠火山地域において、2000年有珠火山噴火に関連して当該地域の地下構造を調査する目的で、ヘリコプターを用いた高分解能空中磁気探査を実施した。探査飛行は、対地150m一定高度で、200m間隔の南北方向の主測線と1000m間隔の東西方向の交差測線で行った。観測データを処理し、平滑化した観測面上での地磁気異常分布を求めた後、各種フィルター図を作成した。本論では、調査の詳細と地磁気異常分布の特徴について報告する。

1. はじめに

有珠火山2000年噴火に対応して、有珠火山地域において高分解能空中磁気探査を実施した。本調査の目的は、有珠火山を含む概ね10km四方の範囲(第1図)の詳細な地磁気異常(以降磁気異常)分布を求め、データの解析から地下構造を推定し、火山活動と関連する地質構造や熱構造等を明らかにすることにある。本地域では、地質調査所による2回目の空中物理探査として2000年10月下旬に空中電磁・磁気探査を実施しているが、この結果については別の機会に譲る。

2. 調査までの経緯

2000年3月31日に始まった有珠火山2000年噴火に対応して政府の緊急監視事業が立ち上がり、地質調査所でも予備費支出による緊急研究(経常研究「有珠火山の活動推移に関する研究」)が開始された。本緊急監視事業において、著者らは火山活動の推移の把握を目的とした空中物理探査の繰り返し測定に関する研究を提案し認められた。本研究は、提案段階では火山活動に敏感な物理量(見掛け比抵抗・地磁気)を測定する空中電磁・磁気探査を都合3回行い、データの解析・解釈から火山活動の推移を把握する予定であった(第2図)。その後、実行予算が確定し、また空中物理探査の実施に際して予想外の支出(第1回目空中磁気探査時の監視ヘリコプターの飛行)が必要となり、都合2回の探査飛行の実施となった。また、2000年6月に実施されることになった第1回目の空中物理探査時においては、金比羅山及び西山両火口の活動が依然活発で、両火口を中心として半径3km・高度3kmの飛行規制が実施されており、低高度の飛行自身も困難な状況にあった。そこで関係各所との調整の末、安全を特に配慮して、スティンガー方式のヘリボーン空中磁気探査(対地高度150m一定)が、監視ヘリコプターの自前飛行を条件に実施できることになった。バード(電磁・磁気セン

¹ 地球科学情報研究部門 (Institute of Geoscience, GSJ)

² 地質調査情報部 (Geoinformation Division, GSJ)

³ 深部地質環境研究センター

(Research Center for Deep Geological Environments, GSJ)

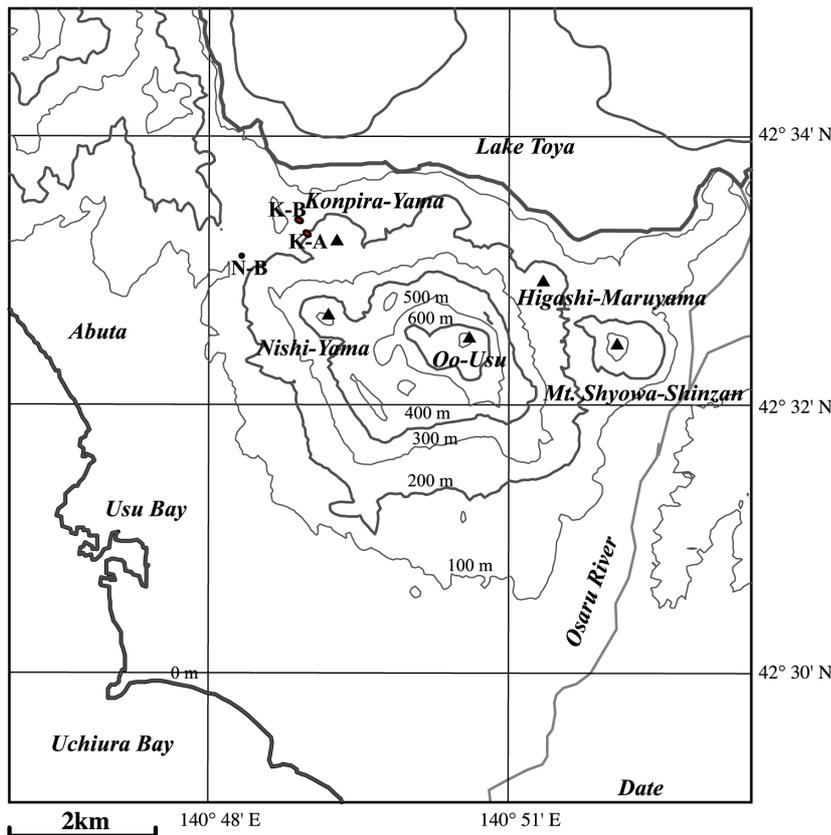
⁴ 地圏資源環境研究部門

(Institute for Geo-Resources and Environment, GSJ)

⁵ 東京工業大学火山流体研究センター

(Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology)

Keywords : aeromagnetic survey, airborne geophysics, Usu Volcano



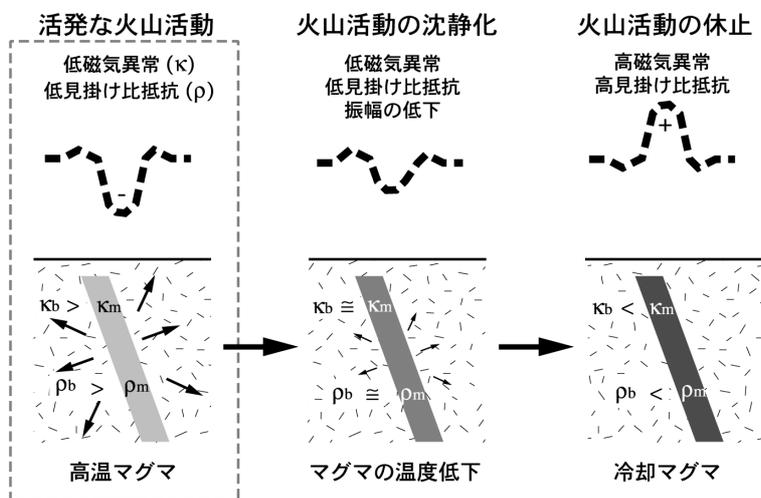
第1図 調査範囲図. K-A, K-BおよびN-Bは調査中に活動していた金比羅山火口と西山火口を示す.黒の三角印は山を示す.

Fig. 1 Location map of study area. K-A, K-B and N-B were active vents during the survey. Solid triangles indicate summits of mountains.

サーを収納する容器)を曳航する空中電磁・磁気探査ではセンサー高度が対地30m程度を要求されるため、飛行に際し安全の確保が困難なため、一回目の調査としては断念せざるを得なかった。スティンガー方式のヘリボーン空中磁気探査はバード方式の空中電磁・磁気探査に比べ、観測できる物理量が地磁気に限られ、かつセンサー高度が幾分高くなるが、その反面地上の人工ノイズの影響を受けにくく、またセンサーが機体に固定されているため安定して飛行でき、かつセンサーの絶対位置を確定しやす

い利点がある。

なお当該地域では、1964年に海上保安庁水路部による海水準高度980mでの空中磁気探査(植田ほか, 1983)、北海道大学による地上磁気探査(Nishida and Miyajima, 1984)、さらには主測線間隔3km, 高度8,500ft(2,591m)の新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)による地熱資源調査を目的とした空中磁気探査(大久保ほか, 1985)が行われているが、いずれも現在の空中磁気探査の標準仕様に比べ高々度であったり、測



第2図 空中電磁・磁気探査による有珠火山の活動性評価の概念図。

Fig. 2 Concept of airborne EM and magnetic surveys for monitoring the Volcanic activity of Utsu Volcano.

有珠火山地域における高分解能空中磁気探査—序報（大熊 ほか）

第1表 有珠火山地域高分解能空中磁気探査の概要.

Table 1 Outline of the high-resolution aeromagnetic survey over Usu Volcano, Hokkaido, Japan.

調査期間	2000年 6月18日～ 6月21日
探査区域	Fig.1参照
使用航空機	AS350B型機 (JA9318)
作業飛行時間	14時間18分
飛行高度	対地高度150m一定
測線延長	約620km
主測線方向	南北(間隔:200m)
交差測線方向	東西(間隔:1,000m)
航法	GPS航法に援助された有視界飛行
航跡標定	DGPS
飛行基地	有珠郡壮瞥町壮瞥温泉臨時ヘリポート
日変化観測定点	有珠郡壮瞥町壮瞥温泉 42°33'03.7979"N, 140°52'03.4535"E, 122.4mASL
使用機材	機上測定装置 空中磁力計: Scintrex CS-2セシウム磁力計 磁力計プロセッサボード: Picodas Mag Processor 測定間隔 0.001秒 3軸フラックスゲート磁力計: Bartington MAG-03M データ収録装置: Picodas PDAS1000 DGPS: Novatel GPS Receiver 気圧高度計, レーダー高度計, ビデオカメラ 地上測定装置 地上定点磁力計: Geometrics G856プロトン磁力計 地上GPS受信機: Ashtech Ranger XII
請負機関	中日本航空(株) (with Fuguro Airborne Surveys)

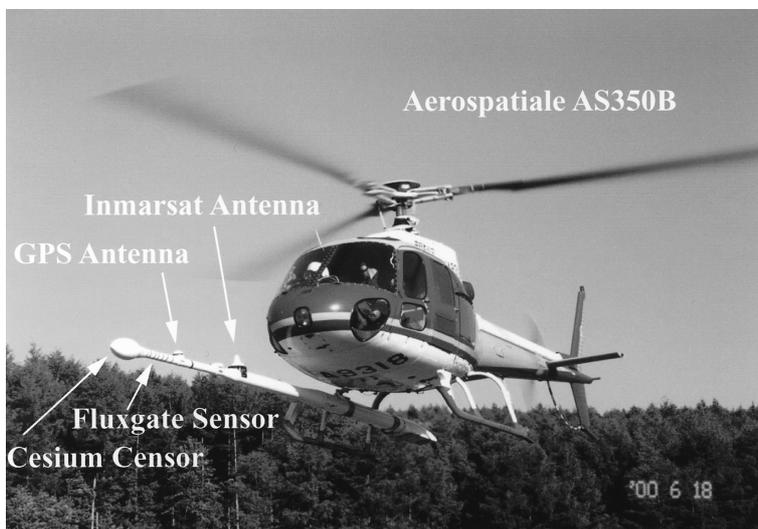
線・測点間隔が粗かつ測点分布の偏り等があり,有珠火山2000年噴火の地磁気異常変化のバックグラウンドデータになるような詳細な地磁気異常分布が求まっていない.

3. 探査仕様とデータ処理

探査飛行の仕様について, Table 1に詳しく示す. 調査は, 磁力計センサーを収納するスティンガーを装備

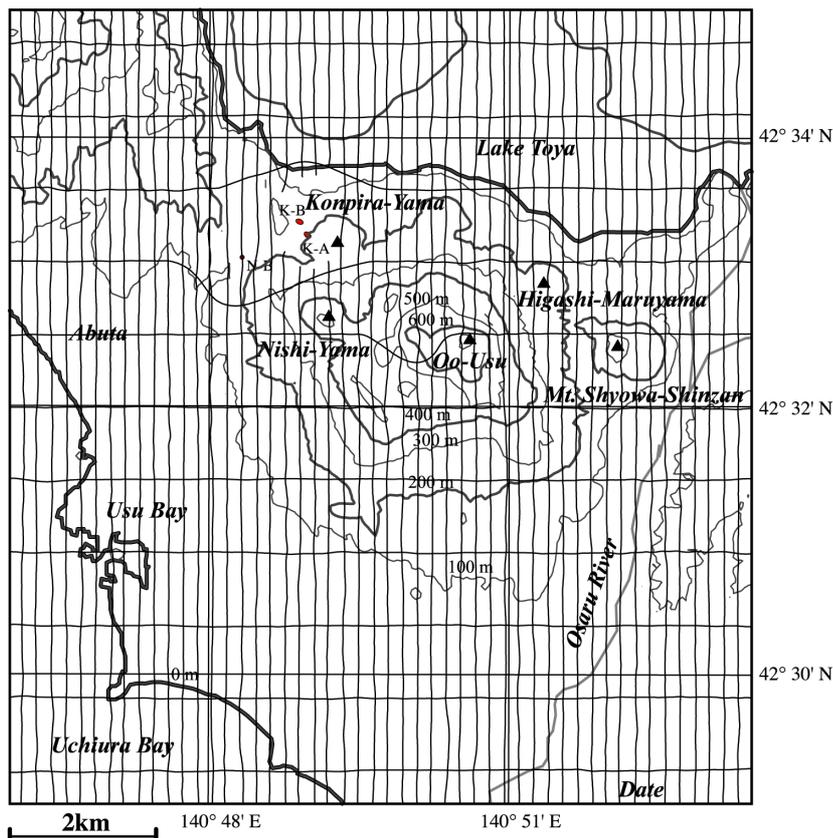
した探査ヘリコプター(第3図)により, 南北の主測線(間隔200m)と東西の交差測線(間隔1,000m)上を対地高度150m一定で, 探査飛行した(第4図). セシウム磁力計により, 地磁気を0.1秒間隔で測定したが, 飛行速度が秒速20~30m(時速70~80km)であったため, 測点間隔は測線上で2~3mと高密度である. 位置標定は, 50cmの位置精度を持つディファレンシャルGPS(DGPS)を用いた.

なお, 調査時において, 活動中の金比羅山および西山



第3図 有珠火山地域高分解能空中磁気探査に用いられた探査ヘリコプター.

Fig. 3 Picture of the survey helicopter employed for the high-resolution aeromagnetic survey over Usu Volcano.



第4図 有珠火山地域高分解能空中磁気探査の測線図。実線は探査測線を示す。第1図参照。

Fig. 4 Flight line paths of the high-resolution aeromagnetic survey over Usu Volcano. Solid lines show flight lines. See also Fig. 1.

両火口を中心として半径3km・高度3kmの飛行規制が実施されており、また安全確保上噴煙中の飛行を避けたため、特別に許可を得た飛行とはいえ金比羅山火口を中心として半径約0.5km以内の飛行は行っていない。また、飛行規制区域内の探査飛行の際、探査ヘリコプターを見下ろせる高度に監視ヘリコプターを飛ばし、火山活動の監視や無線の中継に利用した。

観測データを処理し、観測面の下方に等価異常を仮定する手法により、平滑化した観測面上(第5図)でのIGRF残差(全磁力)磁気異常分布を求めた(第6図)。コンター間隔が50nTにもかかわらず、数多くの短波長・高振幅の磁気異常が分布するのが分かる。その多くは、従来からの有珠火山の火山活動に伴う噴出物等に対応する。

次に、全磁力異常から極磁力異常分布(第7図)を計算し、次節にその分布の概要と特徴を記す。極磁力異常とは、北磁極で観測した場合の磁気異常分布を示すもので、全磁力異常が単一の異常岩体に対して日本周辺の中緯度地方では、正負一對の異常分布を示すのに対し、単一の正異常分布を示すため、異常源との対比がつけやすくなる。

4. 磁気異常分布の概要と特徴

極磁力異常分布(第7図)の概要と特徴とについて以下の4項目に分類して要約する。

4.1 2000年噴火活動域での磁気異常

有珠山の北西方を中心として、長波長の低磁気異常域となっている。今回の噴火との関連も示唆されるが、付近に分布する新第三紀火山岩類(曾屋ほか, 1981)との関連も示唆される。

西山の南西斜面付近では、地表地質(外輪山溶岩や火砕岩が分布)にもかかわらず低磁気異常域となっている。

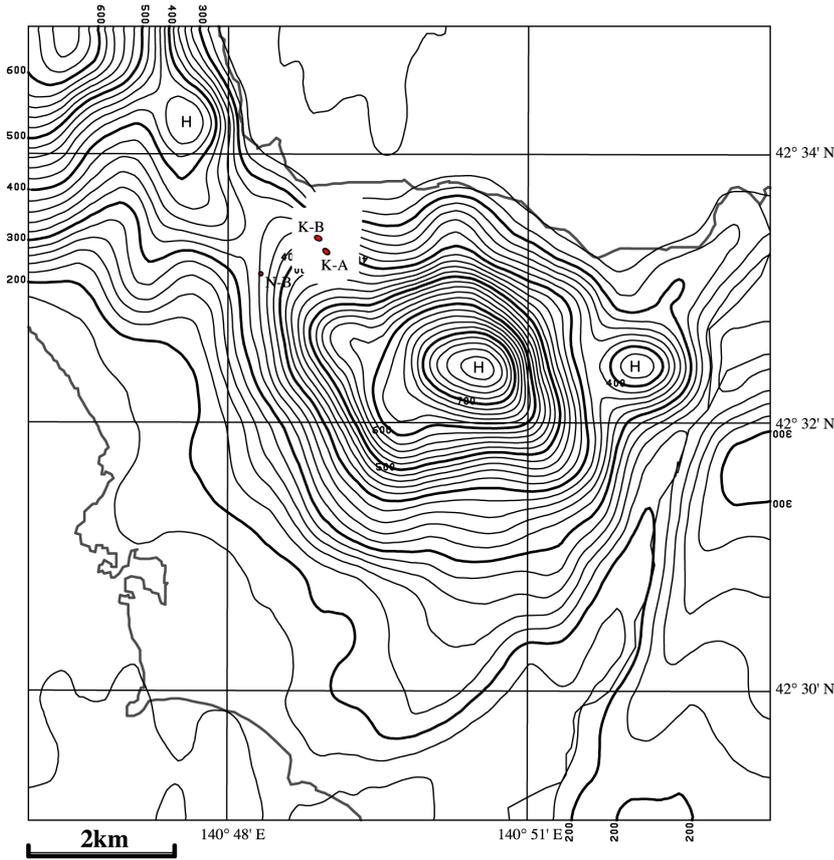
西山火口付近は、火口の東西に分布する低磁気異常の鞍部に相当する。西山火口から東方の金比羅山火口(未調査域内)方向に向けて低磁気異常が分布する。当該の低磁気異常とマグマ活動との関連が示唆されるが、付近の地質構造や火山活動による地形変化等も含めたより詳細な検討が必要である。

4.2 従来の火山活動域での磁気異常

局所的な高磁気異常が大有珠, 小有珠, 有珠新山および昭和新山に分布する。溶岩および潜在ドーム中のマグマが冷却し既に磁化を獲得した部分に対応するものと考えられる。

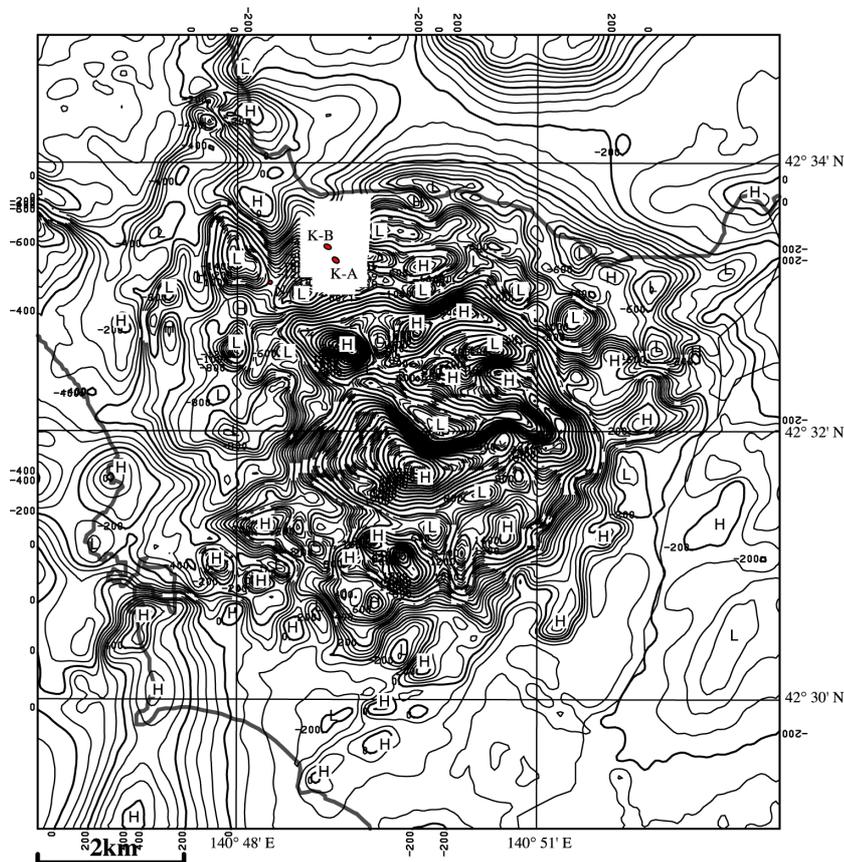
有珠山頂火口内は溶岩および潜在ドームを除き低磁気異常が分布する。火口を埋設する火砕物や地下の高温部に対応するものと考えられる。

有珠山北斜面の1910年明治噴火の火口列に対応して低磁気異常が分布し、当該地域に推定されている構造線との関連が示唆される。



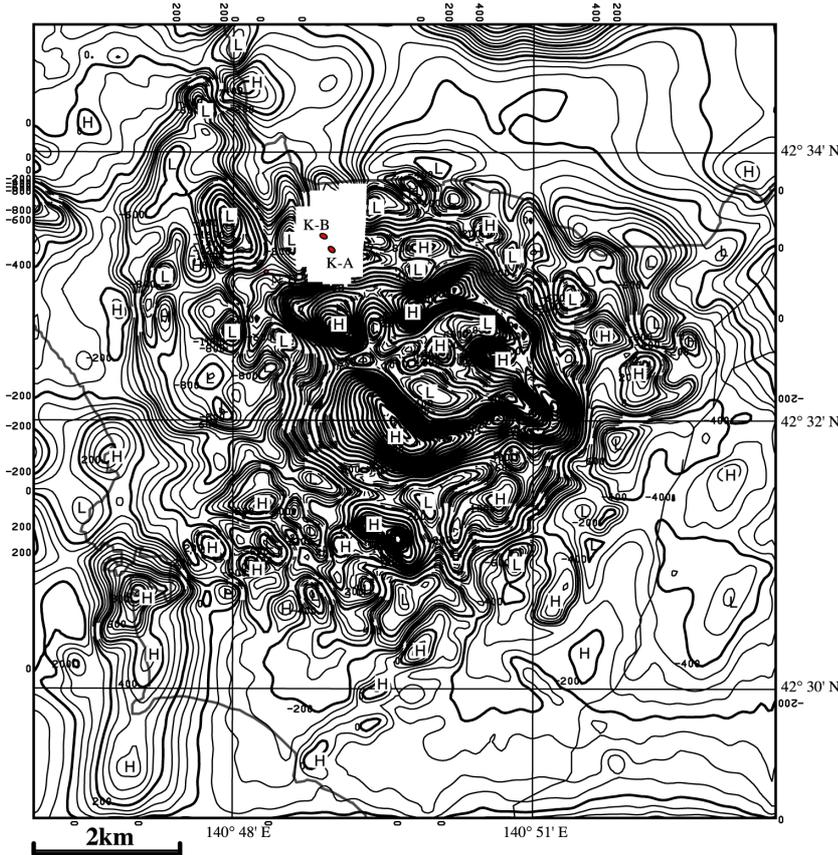
第5図 平滑化した観測面. 探査測線高度を平滑化したもの. コンター間隔: 20 m. 第1図参照.

Fig. 5 Smoothed observed surface calculated from flight lines of the survey. Contour interval is 20 m. See also Fig. 1.



第6図 有珠火山地域の全磁力異常図. コンター間隔: 50 nT. HとLはそれぞれ高磁気異常と低磁気異常を示す. 第1図参照.

Fig. 6 Total intensity magnetic anomaly map of Usu Volcano. Contour interval is 50 nT. H and L indicate a magnetic high and a magnetic low, respectively. See also Fig. 1.



第7図 有珠火山地域の極磁力異常図. 第6図参照.

Fig. 7 Reduction to the pole magnetic anomaly map of Usu Volcano. See also Fig. 6.

4.3 地形の起伏に対応した磁気異常

有珠外輪山の輪郭に伴って高磁気異常が分布し、特に南西斜面において振幅が大きく、3,000nTを超える。一部露出する外輪山溶岩の伏在に対応するものと考えられる。

高磁気異常が西山に分布する。その周囲はおおよそ低磁気異常となるが、山頂東側谷筋下流側では北屏風山北斜面の高磁気異常と連続し、構造上の連続性が示唆される。

一方、低磁気異常が東丸山において分布する。表層に分布する有珠外輪山溶岩の下位には、磁氣的に異質な地質あるいは構造が考えられる。

4.4 岩屑なだれ堆積物に対応した磁気異常

善光寺岩屑なだれ堆積物に対応して高磁気異常が分布する。有珠山南斜面の複数の大きなブロックに対応して大振幅の異常が分布する。有珠湾付近にも善光寺岩屑なだれ堆積物に対応して高磁気異常が分布し、さらに海域にも連続している。

5. おわりに

今回、当該地域の火山活動を評価するためのレファレンスデータとして、詳細な空中磁気異常図が作成できた。今後、より詳細なデータ解析を進めるとともに、当該地域で

2回目の空中物理探査として実施した「空中電磁・磁気探査」の結果との比較等によって、地下の熱構造の推移を検討する予定である。

謝辞 多くの危険と困難のなか、空中磁気探査の実施に当たられた中日本航空(株)とFuguro Airborne Surveysの担当者の方々に深く感謝します。調査の実施に際し便宜を図ってくださった関係諸機関に併せて感謝の意を表します。

文 献

- Nishida, Y., and Miyajima, E. (1984) Subsurface structure of Usu Volcano, Japan as revealed by detailed magnetic survey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 22, 271 - 285.
- 大久保泰邦・津 宏治・堀川義夫・小川克郎・高木慎一郎 (1985) 全国の空中磁気図. 地質ニュース, 374, 48 - 57.
- 曾屋龍典・勝井義雄・新井田清信・堺幾久子 (1981) 有珠火山地質図. 火山地質図2, 地質調査所.
- 植田義夫・登崎隆志・小野寺健英・兼子俊朗・大島章一 (1983) 航空磁気測量成果から求めた本邦第四紀火山の地磁気異常と磁気構造. 水路部研究報告, 18, 37 - 64.

(受付:2001年1月10日; 受理:2001年1月10日)