

# 有珠火山地域高分解能空中磁気異常図の刊行について

大熊 茂雄<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

地質調査総合センターでは、このほど2001年度から刊行を開始した高分解能空中磁気異常図シリーズの第二弾として、「有珠火山地域高分解能空中磁気異常図」(口絵1および2; 大熊ほか, 2003)を出版しました。当該の磁気図は、2000年に約20年ぶりに噴火した北海道有珠火山の噴火直後に行った空中磁気探査の成果をとりまとめたものです。調査範囲は、有珠火山を含む東西、南北が約10kmの範囲です(第1図)。ここでは、当該の磁気図と有珠火山地域での磁気異常の特徴について、調査の背景も交えて紹介します。

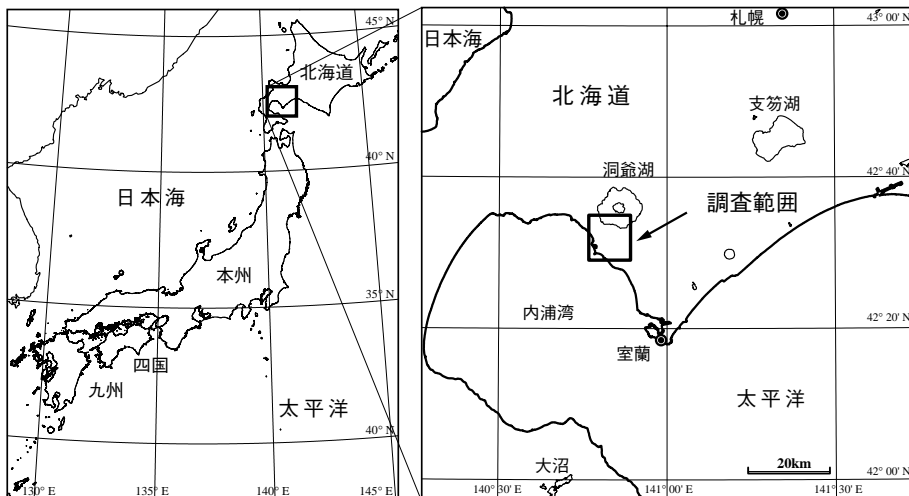
## 2. 調査の背景

有珠火山の2000年の噴火以来すでに3年以上が経過し、有珠火山の噴火も皆さんの記憶から薄れ

てしまったかもしれませんが、2000年には3月に有珠火山と7月に三宅火山の噴火が相次ぎ、大変な年でした。

有珠火山は2000年3月下旬に数日間にわたる前兆的な地震活動・地殻変動の後、3月31日に北西麓の洞爺湖温泉のすぐ裏手の山山西麓から噴火を開始しました(磯部ほか, 2001)。当時筆者等はイタリア・エオリア諸島のブルカノ火山で重力探査を実施しており、帰国後その詳細を知ることになるのですが、現地のテレビ放送でも小淵首相の入院とならんで繰り返し映像が放送され、イタリア語のアナウンスは全く分からぬものの、住宅街のすぐ裏手から噴煙が上がり避難する人々の姿からただならぬことが容易に見て取れました。

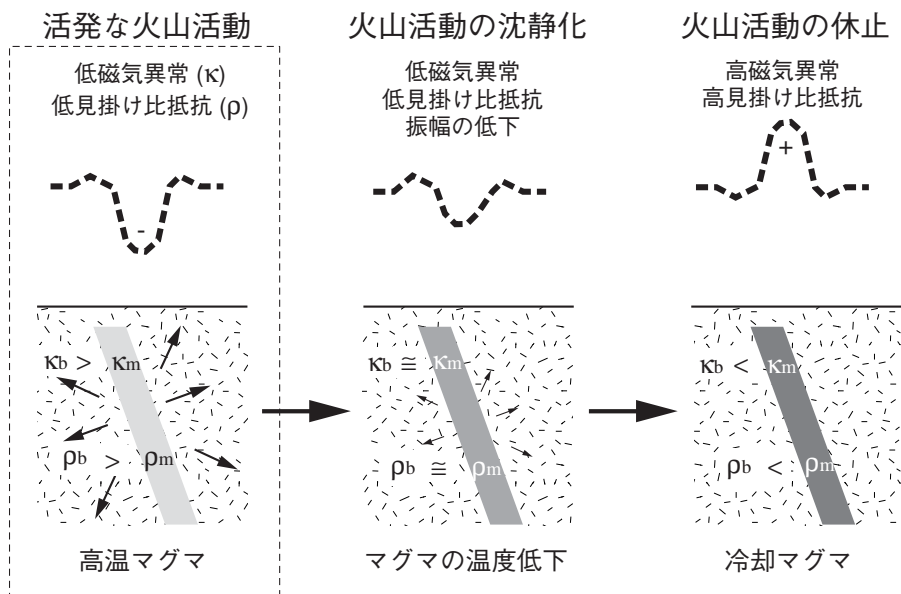
4月上旬に帰国すると当時の地質調査所は、全所的に噴火対応で大変な状況でした。現地でのヘリコプターによる噴煙観測なども大学の観測班と交代で行われ、その報告も頻繁になされていまし



第1図 有珠火山地域調査範囲概略図。

1) 産総研 地質情報研究部門

キーワード: 有珠火山, 空中磁気探査, 磁気図



第2図 空中物理探査による火山活動推移評価の概念図。

た。噴火活動により2000年4月下旬までは数多くの小火山が形成されましたが、その後、金比羅山火山口群の2火山口と山西麓火山口群の1火山口とに活動中の火山口は限定されたことと、現地は洞爺湖温泉等の温泉街を抱えることから、避難先からの早期復帰を願う住民の要望が高まり、噴火の推移予測が当時の最大の関心事でした。そこで4月下旬から5月上旬にかけて有珠火山の緊急監視事業が計画され、筆者等のグループは地上からの火山口群への接近が困難なことから、ヘリコプターを用いた空中物理探査の繰り返し実施による活動推移予測の研究(第2図)を提案し、幸いにも認められました。しかし、調査の実施においては、当時活動中の火山口を中心として半径3km、高度3kmの飛行制限区域が設定されており、ヘリコプターを使った調査飛行も事実上制限されていました。そこで、関係方面との調整を重ね、以下の措置を講ずることにより調査飛行が認められました。すなわち、調査飛行を行うヘリコプターの安全を確保するため、もう一機ヘリコプターを飛ばし活動中の火山口を監視するとともに対地150m程度の低高度を飛行する調査ヘリコプターと現地災害対策本部等との無線の中継を行うというものです。このため、予算の都合で予定していた3回の調査飛行は2回となり、また当初計画していた見掛け比抵抗と磁気異常を同時に測定

できる空中電磁・磁気探査は対地数十mのより低高度の飛行が必要のため実施を断念し、代わって空中磁気探査を初回の調査として実施することにしました。当該地域では、北海道大学の西田先生らにより、地上磁気探査が実施され、有珠火山本体については磁気図が作成されていました(Nishida and Miyajima, 1984)が、今回の噴火地域のデータは少なく、また、既存の空中磁気図も十分な測線密度のものはありませんでした。そこで、今回の空中磁気探査は今後の火山活動推移を推し量るためのレファレンスデータを取得するためのものとなりました。

### 3. 空中磁気探査

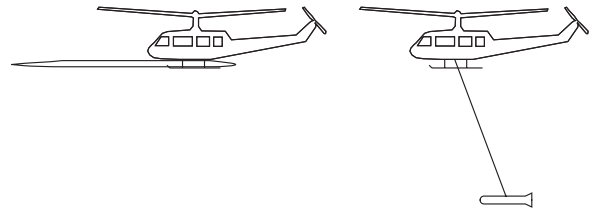
調査飛行は、周到な準備の後、天候にも恵まれ2000年6月18日から21日の4日間で終了しました。有珠山を中心に東西、南北が約10kmの範囲を主測線が200m、交差側線が1,000mの間隔で対地高度150m一定でヘリコプター(写真1)により調査飛行が行われました。セシウム空中磁力計を用いて0.1秒毎に地磁気の強さ(全磁力)を測定し、位置はGPSデータのディファレンシャル処理で決定されました。ヘリコプターは秒速20~30mで飛行したため、測線上の測点間隔は2~3mと高密度です。全



写真1 有珠火山地域の空中磁気探査に使用した調査ヘリコプター。

磁力の測定を行うセシウム磁力計のセンサーは、機外に取り付けられたスティンガーと呼ばれる突起物の先端に収納されています(写真1; 第3図)。この場合、セシウム磁力計センサーは機体の磁気的影響から完全に逃れるほど距離をとれないため、同じくスティンガー内に装備したベクトル磁力計(フラックスゲート磁力計)を用いて機体の姿勢変化による影響の測定・見積を行い、数値的処理により機体の磁気的影響を取り除きます。パードと呼ばれる容器にセンサーを収納して吊り下げる方法(第3図)では、住宅地や高速道路、鉄道などの上空の飛行は制限される上に、とっさの時の危険回避が困難なため採用しませんでした。

調査飛行の際、著者は、監視ヘリコプターに同乗し、火山活動の監視を行いました。まだ比較的噴火が活発であったため、搭乗に際しかなり勇気がいったものです。調査ヘリコプターは6人乗りの中型機でしたが、監視ヘリコプターは2人乗りの小型機で一層不安を煽るものでした。昭和新山北側の仮設ヘリポートから飛び立つとすぐに、新火口から5~6kmの距離にあるにもかかわらず気流により流れてくる焦げ臭い噴気臭が鼻を突きました。金比羅山火口群に近づくと、破裂音とともにまるで花火のように噴石が飛び散っていました(写真2)。安全確保のため、これら活動中の火口群のうち特に金比羅山火口群の上空では調査飛行は行えませんでした。今回の噴火とは関係ありませんが、上空からは善光寺岩屑なだれ堆積物の堆積場所の多くで採石がなされ、噴火災害の一方で火山噴出物が有効利用されている様子がよくわかりました。



第3図 スティンガー方式(左)とパード方式(右)。



写真2 南方上空より見た活動中の金比羅山火口。2000年6月20日撮影。K-A、K-Bは各々金比羅山A火口とB火口を示す。白い噴気中に噴泥が飛散するのがみえる。

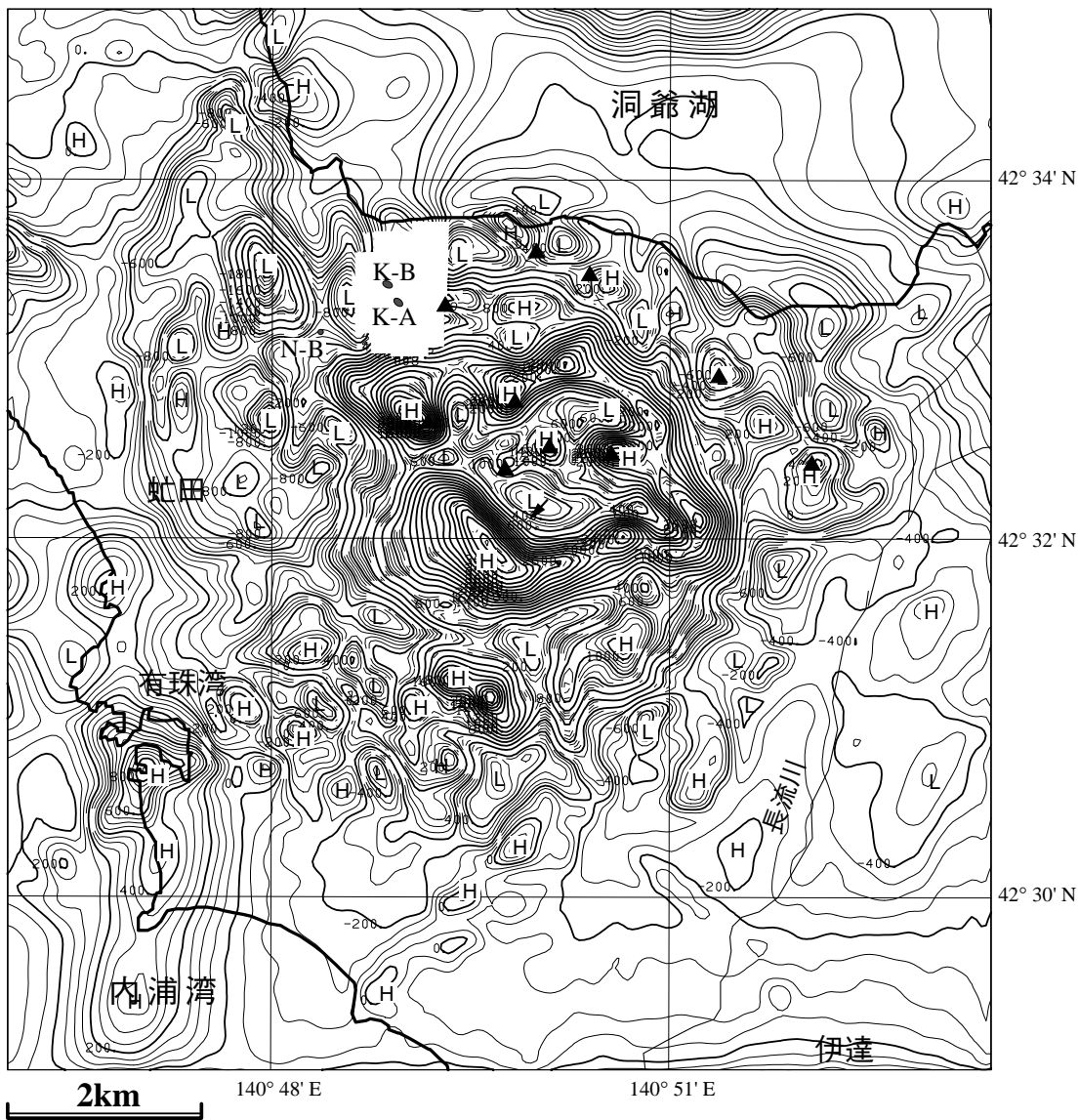
#### 4. 磁気異常分布の特徴

全磁力異常図からフィルター操作により作成した極磁力異常図(第4図)をもとに磁気異常の特徴について、その概要を説明します。極磁力異常とは、磁極で観測した場合の仮想的な全磁力異常を示すもので、通常ひとつの磁性岩体に対応して中緯度地方では正負一対の全磁力異常が観測されるものを、単極子型の磁気異常分布に変換したものです。したがって、磁気異常分布がより見やすくなります。

##### (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が分布し、当初今回の噴火との関連も示唆されましたが、付近に分布する逆帯磁と推定される新第三紀火山岩類(曾屋ほか, 1981)の可能性が強いようです。

西山西麓火口群N-B火口付近では、火口の東西に分布する低磁気異常の鞍部に相当するのみで、



第4図 有珠火山地域の極磁気異常図。コンター間隔：50nT。HおよびLは各々高磁気異常及び低磁気異常を示す。

顕著な磁気の特徴は認められません。これは、噴火前のデータはないものの、北西部の逆帯磁の新第三紀火山岩類と南東部の西山を構成する正帯磁の火山岩との境界部にマグマが貫入し、磁化を獲得するほど冷却していないためと考えられます。

西山火口群N-C火口(N-B火口の北西約200m)付近では、最近の地上磁気探査の結果、付近で依然活発な噴気活動と関連して、尾根と平行する方向に局所的な低磁気異常が認められ(大熊ほか, 2002a)、熱水活動による熱消磁の可能性もありま

す(松島・高倉, 2003)が、むしろ空中磁気図で認められている北西方に中心をおく長波長の低磁気異常の南東延長をとらえている可能性もあります。この場合、当該地域では逆帯磁の火山岩(貫入岩?)が伏在し、噴気活動は貫入岩体と非貫入岩体との境界を利用して北西方向に延びていることが考えられますが、詳細は今後の検討課題です。

(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します。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ます。

### (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、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ます。

一方、顕著な低磁気異常が東丸山において分布します。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ますが、東丸山そのものがほぼ逆帯磁と仮定すれば説明しやすいようです (Okuma *et al.*, 2001)。磁気異常源として付近の地表や抗井内で存在が認められている、逆帯磁の滝ノ上溶結凝灰岩 (根本ほか, 1957) の可能性が指摘されています (大熊ほか, 2002b)。

### (4) 岩屑なだれ堆積物に対応した磁気異常

有珠山南斜面の複数の大きなブロックに代表される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ます。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ます。これは、岩屑なだれ堆積物が海面下のかなりの範囲に分布する可能性を示唆しています。

このように、今回作成した磁気図により有珠火山地域の詳細な磁気異常分布が明らかとなりました。有珠火山周辺は少なくとも新第三紀から火山活動の場であったようですが、磁気異常分布から、表層の第四紀火山噴出物の縁辺やすぐ下位には新第三紀の火山岩の伏在が推定され、第四紀火山噴出物の層厚は決して厚くないことが伺えます。今後は、この第四紀火山噴出物を剥いだ場合の地下構造の検討が必要と考えられます。また、新火口周辺に貫入したマグマが次第に冷却して磁化を獲得すると考えられることから、特に西山火口群周辺では、今回の磁気図をレファレンスとして地磁気の時間変化を調べていくことも興味深い課題です。

## 5. おわりに

今回地質調査総合センターから発行された「有珠

火山地域高分解能空中磁気異常図」について紹介しました。磁気異常の詳細については、磁気図を参照していただくとして、ここでは調査の背景などについても詳しく触れてみました。当該の磁気図は、火山地域の磁気図としては、高分解能な調査により観測された詳細なデータに基づく本格的なものです。関係方面での利用が期待されます。

著者等のグループでは、火山地域や活断層地域のいわゆる地殻活動域での高分解能空中磁気異常図の作成を行っていますが、第三弾として1995年兵庫県南部地震地域で行った空中磁気探査の結果をとりまとめた「神戸-京都地域高分解能空中磁気異常図」の刊行を予定しています。

## 文 献

- 磯部一洋・太田英順・宇都浩三・伊藤順一・篠原宏志・斎藤元治 (2001): 地質調査所による有珠火山2000年噴火の観測研究。地調研報, 52, no.4/5, 135-141.
- 松島喜雄・高倉伸一 (2003): 有珠におけるセシウム磁力計を用いた磁場変動観測の試み、貯留層変動探査方開発の解析・評価総括報告書, 速報IR4-7.
- 根本忠寛・早川正巳・高橋 清・小穴進也 (1957): 昭和新山地熱地帯の火山地質および地球物理・地球化学的研究, 地質調査所報告, 170, 149p.
- Nishida Y. and Miyajima E. (1984): Subsurface structure of Usu volcano, Japan as revealed by detailed magnetic survey. J. Volcanol. Geotherm. Res., 22, 271-285.
- 大熊茂雄・石塚吉浩・中塚 正 (2002a): 有珠火山西山西麓火口地域で観測された局所的低磁気異常。物理探査学会第106回学術講演会論文集, 148-150.
- Okuma, S., Nakatsuka, T., Takakura, S. and Morijiri, R. (2001): Aerogeophysical Surveys over Usu Volcano, Hokkaido, Japan, IAGA-IASPEI 2001 Joint Scientific Assembly, Hanoi, Vietnam, Abstracts, 252-253.
- 大熊茂雄・中塚 正・森尻理恵・牧野雅彦 (2003): 有珠火山地域高分解能空中磁気異常図。空中磁気図, 41, 産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- 大熊茂雄・中塚 正・森尻理恵・牧野雅彦・内田利弘・小川康雄・高倉伸一・松島喜雄 (2001): 有珠火山地域における高分解能空中磁気探査 (序報)。地調研報, 52, no.4/5, 151-156.
- 大熊茂雄・中塚 正・高倉伸一・森尻理恵 (2002b): 有珠火山地域における空中電磁・磁気探査-有珠2000年噴火に対応して-。火山, 47, 533-546.
- 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。

OKUMA Shigeo (2004): Publication of an aeromagnetic anomaly map of the Usu volcano, Hokkaido, Japan.

< 受付: 2004年1月12日 >