

桜島火山 2007 年-2005 年データから検出された空中磁気異常変化

Aeromagnetic anomaly change detected from the Sakurajima Volcano 2007 and 2005 data.

大久保綾子¹・宇津木充²・神田径³・小山崇夫⁴・中塚正¹・田中良和²・井上寛之²・A.W. Hurst⁵・
為栗健³・石原和弘³・高山鉄朗³・桜島電磁気構造探査グループ

Ayako Okubo¹, Mitsuru Utsugi², Wataru Kanda³, Takao Koyama⁴, Tadashi Nakatsuka¹,
Yoshikazu Tanaka², Hiroyuki Inoue², A.W. Hurst⁵, Takeshi Tamekuri³, Kazuhiro Ishihara³,
Tetsuro Takayama³ and Sakurajima Volcano EM Field Experiment Group

¹ 産業技術総合研究所 地質情報研究部門 地球物理情報研究グループ

² 京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター

³ 京都大学防災研究所附属火山活動研究センター

⁴ 東京大学地震研究所火山噴火予知研究推進センター

⁵ Institute of Geological & Nuclear Sciences

Abstract

In 2005 and 2007, we conducted the low-altitude, high-density helicopter-borne aeromagnetic surveys over Sakurajima Volcano, Kyushu, Japan to provide magnetic anomalies changes related to volcanic processes. To detect a rather small change of magnetic anomalies, we applied a technique of generalized mis-tie control (Nakatsuka and Okuma, 2006b) to the actual data of Sakurajima Volcano 2005 and 2007 surveys.

1. はじめに

桜島火山では、科学研究費補助金「特定領域研究：火山爆発のダイナミクス」の一環として、2005 年 11 月に空中磁気探査を実施し(大久保ほか, 2007), 2007 年 11 月にも、火山噴火予知計画の火山体構造探査の一環として、桜島・始良カルデラを中心とした空中磁気探査を実施した(宇津木ほか, 2008)。これらの飛行測線は、将来の時間変化検出を念頭に置いた「低高度」稠密測定からなる。そこで、桜島火山の火山活動に関連した磁気異常変化抽出を目的に、等価ソースによる高度リダクション処理を応用した拡張交点コントロール手法(Nakatsuka and Okuma, 2006b)を、時期を隔てた 2005 年と 2007 年の空中磁気探査データに適用した。

2. 空中磁気データおよびデータ処理

2005 年と 2007 年ともに、南岳を中心とした直径 1km の領域を除く、南北 7km・東西 9km の範囲を解析対象領域とした。測線間隔は、南北測線は両者とも 250m、東西測線は、2005 年は 500m 間隔、2007 年は 1km 間隔である。また対地高度の平均は、2005 年は南北測線で約 220m、東西測線で約 400m、2007 年は南北測線で約 290m、東西測線で約 330m である。Fig.1(a) および Fig.1(b)は、それぞれ 2005 年および 2007 年のデータから IGRF 残差処理(中塚, 2005)を行い、観測面の下方に等価磁気異常を仮定する方法(Nakatsuka and Okuma, 2006a)に基づいて、対地高度 600m 面上の磁気異常分布を求めたものである。Fig.1(a), Fig.1(b)ともに、注目する磁気構造以外のより深部のソースによる影響等を取り除くため、2 元 1 次回帰分析(中塚, 2006)を用いて、1 次傾向面(linear trend)を除去したものを示している。Fig.2 では、Fig.1(a)と Fig.1(b)で得られた磁気異常を単純に差し引いたものを示す。最後に、拡張交点コントロールの手法(Nakatsuka and Okuma, 2006b)を用いた磁気異常変化抽出を試みた。交点検索を 2005 年南北測線と 2007 年東西測線のペアおよび 2007 年南北測線と 2005 年東西測線のペアで行なったが、500 点未満と少なく、思わしい結果が得られなかった。そこで本研究では、2005 年と 2007 年ともに南北測線のデータを用い、2007 年測線の 250m 間隔にコントロール点を配置して解析を行うことにした。このようにして 951 点のコントロール点における磁気異常変化を抽出し、Fig.2 と比較するため、Fig.2 と同様の対地高度 600m の面に上方接続した結果を Fig.3 に示す。

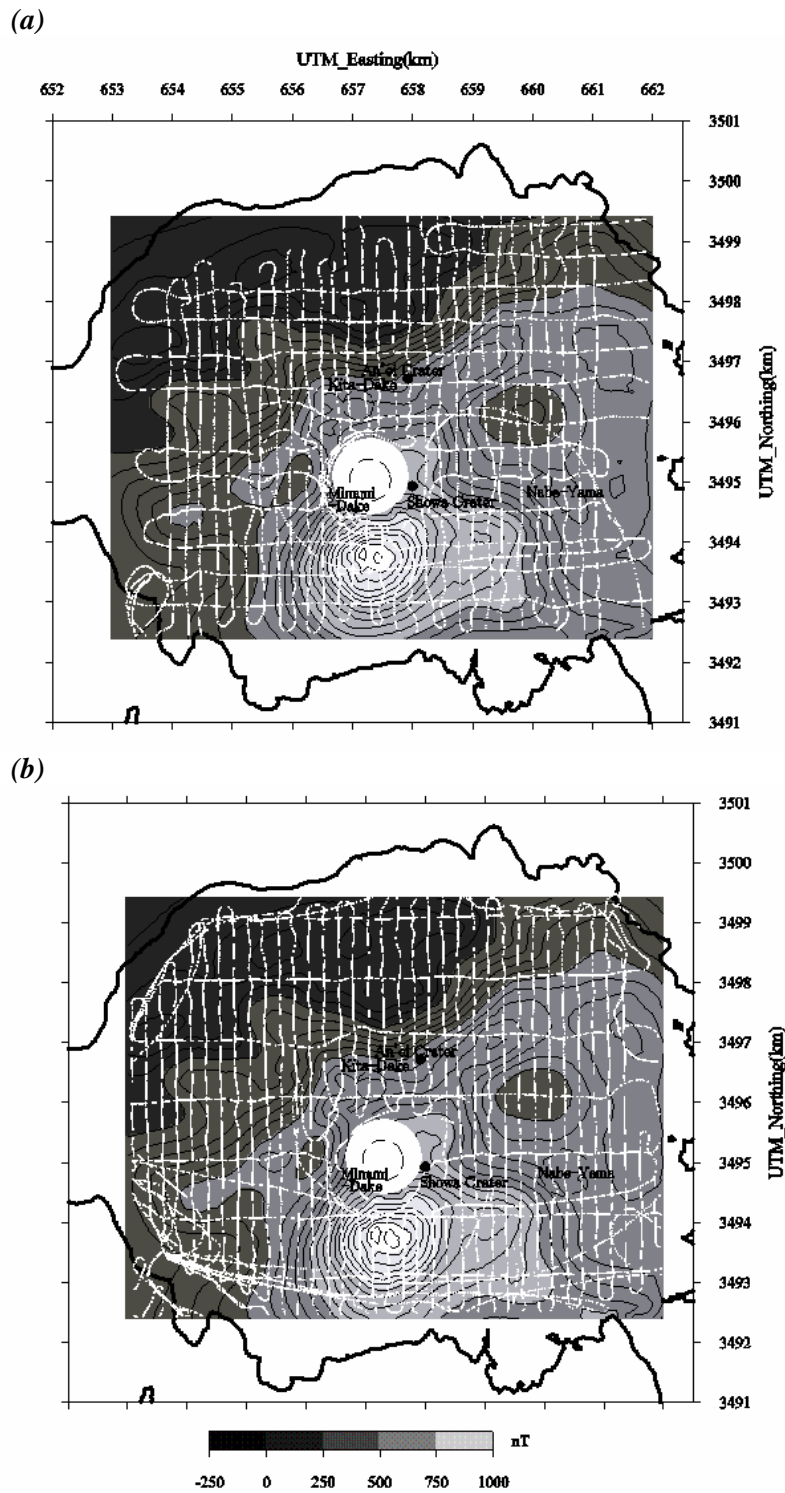


Fig.1 Aeromagnetic anomalies (IGRF residuals) on a smoothed surface of 600 m above the terrain derived from (a) 2005 and (b) 2007 survey data. Contour interval is 50 nT. White lines indicate the survey line paths. Rims of Minami-dake, Kita-dake, and Nabe-yama are illustrated by broken lines and craters of Showa and An'ei North by circles.

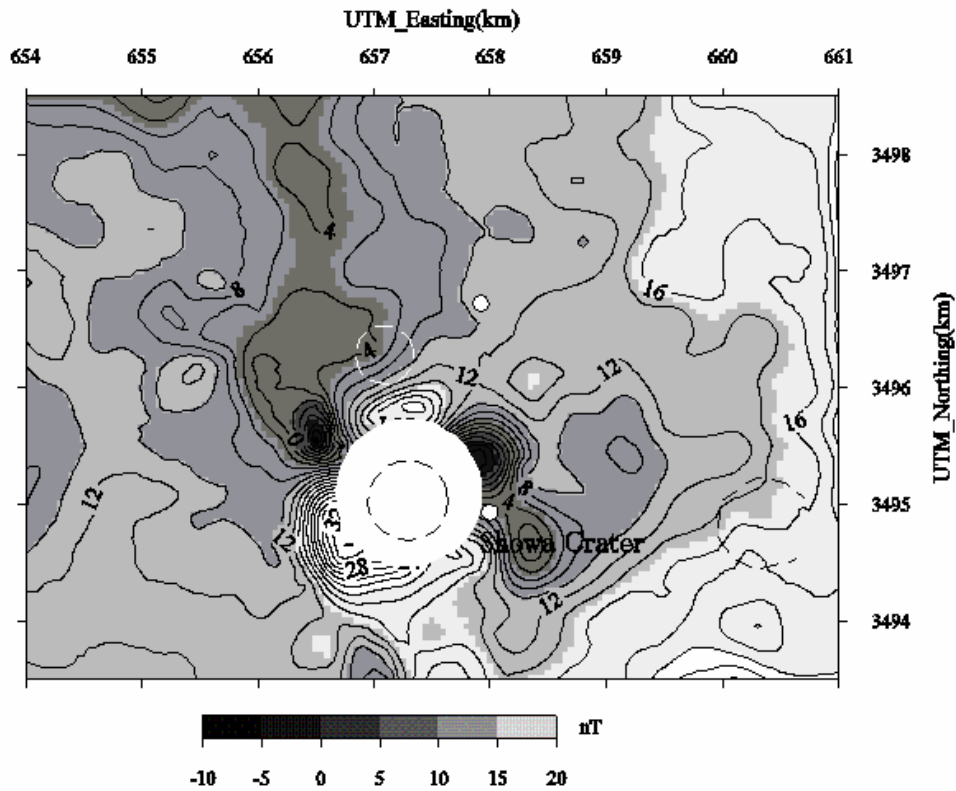


Fig. 2 Simple difference between aeromagnetic anomalies of Fig. 1(a) and Fig. 1(b). Contour interval is 2nT.

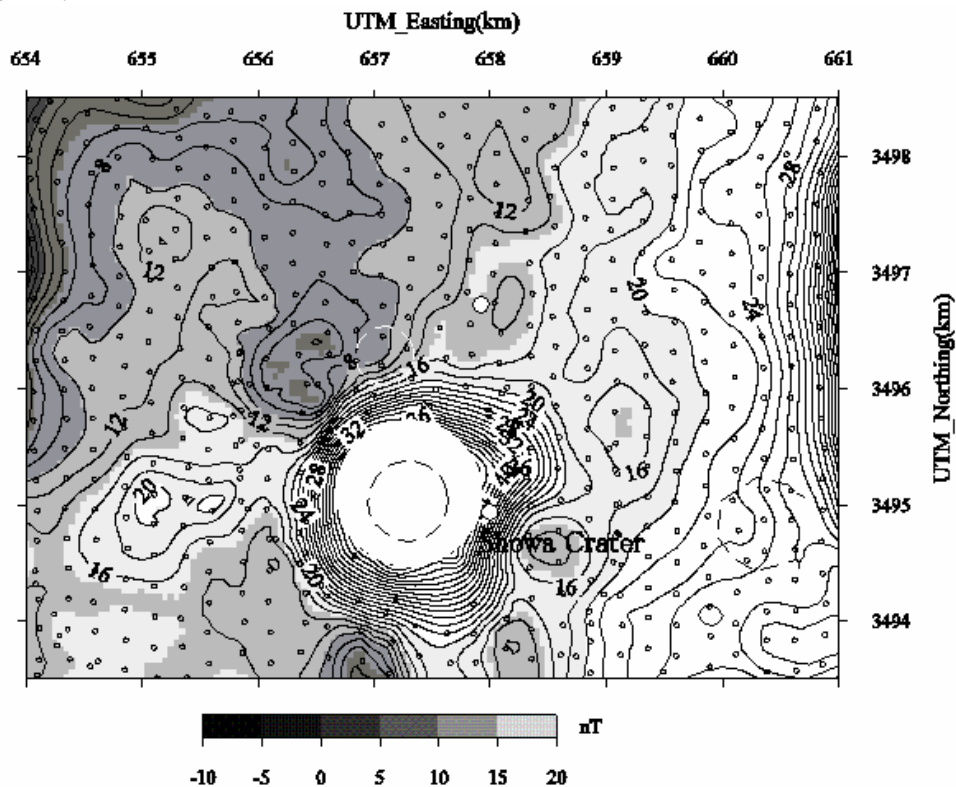


Fig. 3 Aeromagnetic anomaly change between 2005 and 2007 on the reduction surface same as in Fig. 1(a), estimated by the method of generalized mis-tie control and altitude reduction. Contour interval is 2nT. Small circles indicate the locations of control points in the generalized mis-tie control.

3. 磁気異常変化における議論・考察

Fig.2では、測線位置が調査ごとに異なるため空間エリア効果が問題となるが、Fig.3の拡張交点コントロールの手法を用いた磁気異常変化抽出ではその問題を少しは逃れる事ができる。ここで少しと書いた理由は、本研究ではコントロール点を主測線と交差測線との交点に置くのではなく、上記のように2007年測線上に配置したコントロール点を用いているので、多少の空間エリア効果が含まれている可能性があるためである。またFig.2とFig.3ともに、磁気異常変化が全体的にプラスの値をとる。これに関しては、探査時の鹿屋のデータを考慮した結果、IGRFモデル（経年変化項）が地磁気の永年変化を正しく表現しきれないために生じたと考えられる。また1次傾向面(linear trend)を除去するデータ範囲が2005年と2007年で異なることも影響しているかもしれない。従って、Fig.2とFig.3の磁気異常変化は、絶対値としての変化量を示すものではなく、相対的な強弱の議論にとどまることに注意されたい。

磁気異常変化パターンの目立った特徴として、南岳の北北東に南北に伸びる負のパターンがFig.2とFig.3ともに明瞭に見える。観測エラーとも考えられうるが、これに対する火山学的解釈は現在のところ、見当たらない。探査を挟んだ火山活動として、南岳南東斜面に位置する昭和火口での58年ぶりの噴火活動（2006年6月）が挙げられるが、昭和火口上空では危険のため飛行が制限されることに加え、南岳を飛行していないために生じたエッジ効果で、昭和火口での有意な結果は得られなかった。しかしながら、昭和火口の南東で負のパターンが得られている。恐らく、これは地下の地熱活動の活発化による熱消磁を示唆していると考えられる。

4. まとめ

桜島火山の2005年空中磁気探査データと2007年探査データに対して磁気異常変化抽出を行った結果とその有意性について議論・考察を行った。明瞭な磁気異常変化パターンとして、南岳の北北東に南北に伸びる負のパターンが得られ、火山学的解釈が今後の課題となった。また2006年6月の昭和火口噴火との関係では、飛行航跡が少ないため昭和火口での有意な変化は得られなかったが、昭和火口南東で熱消磁を示唆する負のパターンが得られた。

謝辞

観測を実施するにあたり、鹿児島市安心安全課には鹿児島市野尻町の野尻ヘリポートの使用を許可して頂き、鹿児島県危機管理防災課、始良カルデラ周辺自治体および関係諸機関には観測にご協力して頂きました。また国土交通省大阪航空局鹿児島空港事務所には観測への便宜提供をして頂き、京都大学防災研究所火山活動研究センターのスタッフには様々なご協力を頂きました。記してお礼申し上げます。

参考文献

宇津木充・神田 径・井上寛之・大久保綾子・小山崇夫・高山鉄朗・為栗 健・田中良和・石原和弘・Tony Hurst, 2008, 桜島・始良カルデラにおける空中磁気観測, 平成19年度京都大学防災研究所研究発表講演会要旨, C05.

大久保綾子・田中良和・神田径・石原和弘・味喜大介・宇津木充・高山鉄朗・福嶋麻沙代, 2007, 桜島火山における空中磁気探査と岩石磁気測定, 2007年CA研究会論文集, 144-147.

中塚 正, 2005, 国際標準地球磁場 I G R F とその計算ソフトウェア (4), 地調研究資料集, no. 423. (<http://www.gsj.jp/GDB/openfile/files/no0423/0423index.html>)

中塚 正, 2006, 地球物理データの解析処理・図化表現のためのライブラリ(2), 地調研究資料集, no. 442. (<http://www.gsj.jp/GDB/openfile/files/no0442/0442index.html>)

Nakatsuka, T., and S. Okuma, 2006a, Reduction of geomagnetic anomaly observations from helicopter surveys at varying elevations, *Explor. Geophys.*, **37**, 121-128; *Butsuri-Tansa (Geophys. Explor.)*, **59**, 121-128; *Mulli-Tansa (Geophys. Explor.)*, **9**, 121-128..

Nakatsuka, T., and S. Okuma, 2006b, Crossover analysis for the aeromagnetic survey at varying elevations, and its application to extracting temporal magnetic anomaly change, *Butsuri-Tansa (Geophys. Explor.)*, **59**, 449-458.