

繰り返し空中磁気観測による火山地磁気効果検出の試み(2)

Attempt of detection of volcano-geomagnetic changes using repeated aeromagnetic observation (2)

宇津木 充 [1]

Mitsuru Utsugi[1]

[1] 京都大学

[1] Kyoto Univ.

<http://www.aso.vgs.kyoto-u.ac.jp>

本研究では、火山地域で空中磁気観測を繰り返し行うことで、火山活動に起因した地磁気変化を検出するための解析技術の改良を目指す。

近年、地磁気観測は、火山活動のモニタリングの為の方法として広く認知されており、国内外の主要な火山で磁場観測が行われている。しかし、磁場はポテンシャル量なので磁場変化源に対する解像度が低いという問題を本質的に持つ。観測データから地下の熱的状態変化を正確に推定するためには、活動域近傍における多点の観測点によるデータが必要となるが、火山域のような劣悪な環境で多点の観測点を設置・維持することには多くの困難が伴う。また、一度噴火が始まれば、活動域近傍への立ち入りは制限されるので、肝心な火山噴火に際した磁場変化の観測を継続することが困難になる、という問題がある。

上記の問題を解決するために近年、空中磁気観測が注目されている。その直接的な背景として、近年のGPSの技術革新により非常に高い精度の位置情報を簡単に得る事が出来るようになったことが挙げられる。これにより、高精度かつ高空間分解能の磁場分布を得る事が可能となった。こうした事から近年、空中観測を繰り返し行うことで磁場時間変化を検出するための技術開発が進められており、そうした目的で有珠火山、九重火山、浅間火山などの火山で高密度空中磁気観測が実施されている。

しかし、空中磁気観測を複数回行う場合、各々のフライトの飛行航跡を完全に一致させることは不可能なので、得られるデータは計測位置の異なるデータセットとなる。そこで、得られた離散データから3次元的な磁気異常分布を推定し、各々のフライト時における同じ場所での磁気異常値の比較を行う必要がある。こうした磁場分布推定の為の方法として、牧野ほか(1993)の等価磁気源法が広く用いられている。磁気ポテンシャルの性質から、地中の磁気双極子(岩石磁化)により形成される磁場(磁気異常)は、一定の条件を課した等価磁気源の重ね合わせによる磁場と高い精度で一致する事が知られている。この原理を用い、空中観測で得られた面的な磁場データから任意の位置での磁気異常値を求める事が出来る(等価磁気源法)。従来の同種の研究では、各々のフライトデータから上空における磁気異常の分布を推定し、それらの比較から時間変化を議論しようとするものであった。

しかし、こうした方法で得られる推定値には、測線密度より短波長の磁気異常の影響でエイリアジングが生じる。繰り返し観測で得られる異なるフライトデータから磁気異常分布を推定し、それを単純に比較しても、測線位置、間隔の違いでエイリアジングの現れ方に違いが生じるので、それが見掛け上の変化として現れてしまう。その振幅はバックグラウンドの磁気異常の振幅に拠るので、時間変化の振幅が磁気異常に対し小さい場合、この影響が無視できないものとなる(空間エイリアスの問題、中塚ほか、2006)。こうしたエイリアジングの現れ方の違いは即ち、磁気異常分布の推定と、その時間変化の議論を行う際に、異なる観測点密度のデータを用いていることに原因がある。

ところで、磁場の時間変化が生じた後の測定値は、元々の磁気異常分布に時間変化項を足し合わせたものであるため、時間変化が起こる前後のデータには元々の磁気異常分布の情報が共通に含まれている。

$$\text{火山活動前の観測データ} = \text{元々の磁気異常}$$
$$\text{火山活動後の観測データ} = \text{元々の磁気異常} + \text{火山活動に起因する磁場時間変化項}$$

従って、複数回に渡るフライトの全データを用いて、それぞれに共通に含まれる元々の磁気異常分布を求めると共に、その余剰項として時間変化項を同時に求めれば、上述のようなエイリアジングの現れ方の違いは生じない。そこで、以下のような解析方法を考案した。従来の解析では、各々のフライトデータに独立に等価磁気源を与え、磁場分布を推定していた。これに対し、ここで提案する方法では、元々の磁気異常と、時間変化項の空間分布を表現する等価磁気源を導入する。それを各フライトで得られる全データに当てはめて、磁気異常と時間変化の分布を同時に求めるのである。この考え方に基づいて行ったモデル計算の結果を上図に示した。この様に、時間変化の空間スケールに対し十分な密度の空中観測を行えば、本研究の手法を用いることで僅少な時間変化を検出できることが期待できる。