

火山性磁場変動解析手法の開発 ベイズモデル

New Procedures to extract geomagnetic field variations caused by volcanic activities - Bayesian model

藤井 郁子[1], 神田 径[2]

Ikuko Fujii[1], Wataru Kanda[2]

[1] 地磁気観測所, [2] 京大・防災研

[1] Kakioka Magnetic Observatory, [2] DPRI, Kyoto Univ

火山活動に伴う火山体内部の温度・圧力状態の変動を、地表の磁場観測から捉えようとする試みが各地で多数行なわれている。しかし、地表で観測される磁場に含まれる主要な変動は、地球中心核起源の変動、電離層・磁気圏起源の変動、海流起源の変動などであり、火山活動起源の変動は、多くの場合、他成分に比べて微弱であるため、他成分を精度良く除去し火山性磁場だけを取り出す操作が必要となる。従来は、火山性磁場変動以外の成分がリージョナル~グローバルな変動であることを利用し、近傍の観測点データとの地点差などの形で火山性磁場変動を求めてきた。これらの方法には、参照点に割り当てられたデータに欠測やノイズがある場合には得られる地点差にも直接影響が現れる、限られた観測点の中から参照点を割り当てると火山の情報を得るために使える観測点数が減る、などの問題があった。

藤井・神田(2003)は、標準観測所を参照しながら磁場に含まれる各成分を分離して、ゆっくりと変動するタイプの火山性磁場を抽出する手法を開発した。相互比較のため、ベイズ型モデルとカルマンフィルターモデルの2つの解法を採用し、それぞれプログラム化したが、ベイズ型モデルでは実用に耐える段階に至らなかった。本研究では、改良したベイズ型モデルについて報告する。

全磁力変動は、(1)トレンド、(2)ある周期(12時間/24時間/半年/1年)の波群、(3)外部参照データと相関する成分、(4)観測ノイズ、の4つの成分に分解される。火山性変動は(1)のトレンドに反映されている。それぞれの成分は、(1)時間的に滑らかに変動するため2階微分が小さい、(2)変動周期がおよそJのため連続するJ個の和が小さい、(3)E種の参照データの過去L・未来Kサンプルと定常線形関係にある、(4)平均0、分散 e^2 に従うランダムノイズ、とモデル化された。ベイズ型モデルでは、トレンド成分と周期成分のゆらぎを超パラメータとし、参照データの総回数と共に、ABIC最小化によって最適化することにより、最適モデルが得られる。

藤井・神田(2003)でベイズ型モデルが実用化に至らなかった原因は、大規模な最小自乗式を数値的に解くのに時間がかかったことにある。本研究では、解法を Singular Value Decomposition 法からピボット付き QR 分解法に変更したことにより、ある程度の精度を保ちながら計算速度をおよそ19倍にすることができた。これにより、最適化のためのイタレーションを現実的な時間内に行うことができるようになり、カルマンフィルターモデルの解との比較が実現した。