

リアルタイムデータを用いた火山性異常地殻変動の自動検出と暫定変動源モデル自動推定システムの開発

Automated System for Anomalous Volcanic Crustal Deformation Detection and Source Estimation by Using Real Time Observation Data.

上田 英樹[1]

Hideki Ueda[1]

[1] 防災科研

[1] NIED

1. はじめに

防災科学技術研究所は、5つの火山（富士山、伊豆大島、三宅島、那須岳、硫黄島）において火山活動の連続観測を行っており、硫黄島以外の観測データはリアルタイムで研究所に伝送されている。近年の観測網の整備により、データ解析から地下のマグマの動きを高い時空間分解能で把握することが可能となった。われわれは、火山観測網の地殻変動データを使用して、マグマの活動による異常な変動を検知し、暫定的な変動源モデルを自動的に短時間で推定するシステムを開発した。暫定的な解析結果を火山活動の進行とほぼ同時に他の研究者や防災担当者が知ることができれば、その情報は火山噴火予知を行なうために非常に有用な情報の1つとなる。特に地震活動などが活発化してから短い期間で噴火が起こることが多い玄武岩質の火山の場合は、噴火前に地下のマグマの動きを迅速に把握することが火山災害軽減のために極めて重要である。

2. 手法

観測データから地下のマグマ活動を推定するためには、一般に(1)マグマ活動による異常な変動の発生を検知し、(2)変動を読み取り、(3)変動に最も適切な変動源モデルを選択する、の3つの手順が必要である。したがって、リアルタイムで解析するためには、これらを自動化する必要がある。われわれは、異常な地殻変動の検知に時間分解能が高く極めて精度が高いポアホール傾斜計の時間値データを使用する。傾斜計のノイズはランダムウォーク(RW)に従うことが知られている(例えば、Wyatt et al., 1988, JGR)。そこで、気圧・降水量・潮汐の影響を補正したデータからRWの大きさを測定し、ある時刻の傾斜値から1時間~10日間先の傾斜値を予測して、実際の傾斜値と予測値の差がRWの2倍以上を異常な地殻変動の判定基準と定義した。さらにn時間先予測値について異常と判定された場合、n時間の変動量を異常な地殻変動の変動量とし、それを用いて変動源モデルの検討を行なう。検知レベルは、実際のデータによって検証したところ観測点によって異なるが、変動の継続時間が1日の場合+0.2~0.6 micro radである。変動源モデルのパラメタは、GAに基づく方法(Ueda et al., 2005, GJI accepted)を使用する。この方法は、解析結果が初期値に依存しにくく、すばやく最適モデルが得られるので自動解析に適している。いくつかのモデルについて検討を行い、AIC(Akaike, 1974)を基準として最適モデルを選ぶこととする。

3. テストケース

開発したシステムの性能を確かめるため、火山噴火予知連絡会富士山WGで推定された富士山宝永4年噴火の火山活動プロセス(火山噴火予知連絡会, 2003)に基づいて、テストデータを作成して試験を行なった。このプロセスは、噴火(12月16日)の約2ヶ月前から山頂直下15kmのマグマ溜りからダイクが徐々に上昇して地表に達し、その後噴火によって半月間に約0.7km³の噴出物を放出しながらマグマ溜りが収縮したというものである。噴火前に貫入したダイクは山頂から宝永火口まで(4km)の長さを持ち、幅10km厚さ1m(貫入量0.04km³)と仮定した。このテストモデルによる理論地殻変動を富士山6観測点の2004年の生データに足し合わせてテストデータを作成した。モデル推定において仮定した変動源は茂木モデル(A:1つ, B:2つ), C:ダイクモデル, D:ダイク+茂木モデルである。

4. 結果

噴火前のダイク貫入による異常な地殻変動がはじめて検知されたのはダイクが深さ5kmまで上昇した噴火14日前である。噴火の約1週間前までは変動量が小さいため、テストモデルとは異なるモデルAが最適モデルとして選ばれた。しかし、噴火の1週間前から噴火まではモデルC、噴火開始直後はD、噴火時はAが最適モデルとして選ばれ、いずれもパラメタはテストモデルとほぼ一致している。なお、モデル推定には防災科研の3点のGPSデータ(1周波)も合わせて使用したが、GPSデータに明瞭な変化が現れるのは噴火の1日前である。

試験により、このテストケースの場合はシステムが火山噴火の前に自動的に微弱な変化を検出して、ほぼリアルタイムでマグマが貫入した場所および量を推定できることが確認できた。さらに、噴火発生時のマグマ活動の推移もモニターすることができた。この解析結果を研究所のホームページに表示することにより、他の研究者や防災の担当者がこのシステムを利用してリアルタイムでマグマの活動を把握し、火山防災に役立てることができると考

えられる。