

傾斜データを用いた異常地殻変動の検出方法の開発と伊豆半島東方沖群発地震活動への適用

Detection method of anomalous crustal deformation from tilt data, and its application to the earthquake swarms in the Izu Pen..

上田 英樹[1]; 藤田 英輔[1]; 鶴川 元雄[1]; 山本 英二[1]; 大久保 正[2]

Hideki Ueda[1]; Eisuke Fujita[1]; Motoo Ukawa[1]; Eiji Yamamoto[1]; Tadashi Ohkubo[2]

[1] 防災科研; [2] 防災科研

[1] NIED; [2] N.I.E.D

1. はじめに

火山噴火の数時間～数日前から、地下のマグマの移動に伴う地殻変動が観測される場合がある。その地殻変動からマグマの移動を可能な限り速く把握することは、発生する噴火の位置・規模を予測し、火山噴火による被害を軽減するために極めて重要である。

防災科研では、火山性地殻変動を観測するため、富士山、三宅島、伊豆大島においてボアホール式傾斜計による連続観測を行っており、リアルタイムでデータを収集している。傾斜観測は精度と時間分解能に優れており、急速に進行する火山性地殻変動の観測に有効である。われわれは、噴火予知のための基礎的な情報を迅速に得るため、火山活動による地殻変動がはじまると即座にその変動源を推定する方法を開発中である。本発表では、その一部である異常地殻変動を検出する方法と、伊豆半島東方沖の群発地震に伴う地殻変動に適用した結果について報告する。

2. 手法

本研究では、異常地殻変動の発生時を「ある時刻の観測値が、 t 時間前までの観測値から予測される値から有意にずれている時」と定義する。その観測値の統計的な予測はカルマンフィルター（例えば、Brockwell and Davis, 2000）を使用して計算する。

傾斜データ（1時間値）のパワースペクトルは、周波数の2乗に反比例する成分、潮汐成分、周波数に依存しない成分の3成分からなる。これは、富士山、三宅島、伊豆大島の観測点および、以下で使用する伊豆半島東部の観測点の全てに共通する特徴である。周波数の2乗に反比例する成分が含まれていることは、傾斜データがランダムウォークで揺らいでいることを示している。なお、潮汐成分は、O1, K1, M2, S2 分潮が卓越している。

傾斜データのスペクトルの特徴から、傾斜データをランダムウォーク成分、4つの分潮成分、ホワイトノイズ成分の和で近似する。各成分を状態変数で表し、カルマンフィルターを用いて各時間の状態変数を計算する。さらに、カルマンの予測により t 時間先の予測値を計算する。各成分の揺らぎの分散は、データから最尤法を用いて推定し、異常検出の予測値は6, 12, 24, 48, 72 時間先予測を用いることとする。

3. 伊豆半島東方沖群発地震活動への適用

伊豆半島東方沖では、頻繁に群発地震が発生し、それに伴う傾斜変動が観測されている。その傾斜変動は、地殻に貫入した岩脈によるものと考えられている（例えば、Okada and Yamamoto, 1991）。本研究では、伊豆半島東部の伊東、吉田観測点の2001年 - 2003年の傾斜1時間値データを使用し、開発した手法によって群発地震による地殻変動が検出できるかを検証した。この期間内には、2002年5月と2003年6月に小規模な群発地震が発生しており、いずれも約5日間で終息している。両観測点では、いずれの活動でも約 $2 \mu\text{rad}$ の傾斜変動が観測されている。

開発した手法を適用した結果、予測値とのずれが ± 5 以上を異常値の条件とすると、6, 12, 24, 48, 72 時間先予測値のいずれの場合でも、ほぼ2回の地殻変動のみを群発地震の開始から1日以内に検出することができた。なお、 σ は予測値の標準偏差で、6時間先予測値の場合は $0.04\text{-}0.1 \mu\text{rad}$ である。

4. まとめと課題

傾斜データから異常地殻変動を検出する方法を開発し、伊豆半島東部の伊東、吉田観測点の2001年 - 2003年のデータに適用した。その結果、ほぼ2002, 2003年に発生した群発地震活動に伴う地殻変動のみを、地震活動開始から1日以内に検出することができ、この手法の有効性を確認できた。

他の観測点の傾斜データも、同じ特徴のスペクトルを持つことから、この手法は他の観測点にも適用できると考えられる。さらに予測期間を延ばすことによって、あらゆる時定数を持つ地殻変動に応用可能であると考えられる。その検証を今後行う予定である。本研究で使用した観測点は、降水量の観測を行っておらず、降水の影響を補正することは困難である。しかし、観測を行っている観測点については補正を行い、さらに検出精度を高める必要がある。