

GPS による火山活動変位計測結果の平滑化

山口大学大学院 学。藤谷 隆之 学 野村 貴志
山口大学工学部 正 清水 則一 正 坂尾 和男

1. はじめに

本研究室ではこれまでに、GPSを利用した地盤の変位モニタリングシステムの開発を行い、計測結果に含まれる誤差および計測データに基づく大きな変動を除去するための処理方法として、計測結果の平滑化を提案している。特にトレンドモデルによる平滑化を適用することにより、2mm程度の突発的な変位や0.1mm/dayの速度を持つ変位を検出できることが示された¹⁾。

本研究では、火山活動性の激しい挙動を示す有珠山、および三宅島のGPS変位計測結果に対してトレンドモデルによる平滑化を適用し、その有効性を検証する。また、収束クリープ変位が見られる挙動に対して最終変位を予測する手法について、実際の計測結果を用いてその妥当性を検討する。

2.トレンドモデルによる平滑化手法^{2),3)}

本研究では、平滑化処理方法としてトレンドモデルを採用する。トレンドモデルとは、多項式回帰モデルに確率構造を導入したシステム方程式と観測方程式から真の挙動を推定するもので、平滑化のモデルと真の変位挙動の間に確率的な誤差（平均値0、標準偏差 τ の正規分布）を設定したものである。

3. 火山活動変位に対する平滑化処理

3.1 三宅島の概要⁴⁾

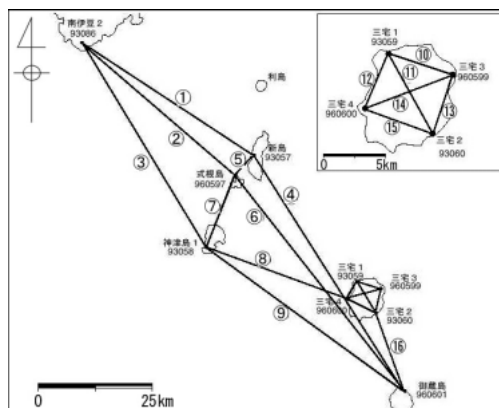
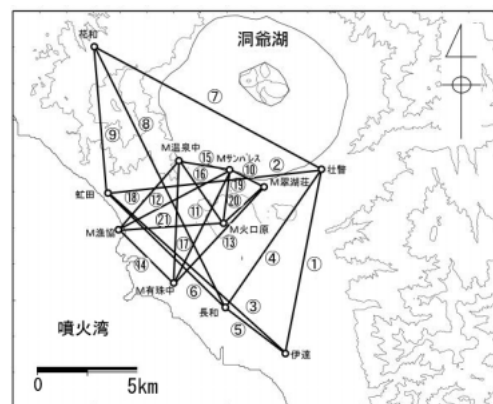
三宅島は東京湾の南方約180kmに位置する。三宅島火山は、伊豆 - 小笠原海嶺と呼ばれる海底の高まりの上に乗っており、火山の噴火により、火山砕屑物や溶岩が繰り返し噴出されて形成された多重式成層火山である。昨年7月8日の噴火に伴い国土地理院によって図-1に示す基線に対してGPS変位計測が行われ、その結果はホームページに公表されている。

3.2 有珠山の概要⁴⁾

有珠山は北海道の内浦湾の北側に位置し、洞爺湖をたたえてきた洞爺カルデラの南壁上に生じた二重式の火山である。昨年3月31日の噴火に伴い国土地理院によって図-2に示す基線に対してGPS変位計測が行われている。有珠山のGPS計測結果も三宅島同様ホームページに公表されている。

3.3 三宅島および有珠山の計測結果処理⁴⁾

国土地理院から三宅島および有珠山のGPS計測結果の詳細を入手し、トレンドモデルによる平滑化を行った。三宅島の結果の例を図-3、図-4に、有珠山の結果の例を図-5に示す。この他の測線に対しても、同様の結果を得ている。この結果により、本研究で結果処理に用いているトレンドモデルによる平滑化手法は、火山活動性の不規則な変位挙動に対しても十分追従しており、真の挙動の推定に有効であることが示された。

図-1 三宅島基線図⁴⁾図-2 有珠山基線図⁴⁾

Key Words : GPS, displacement monitoring, trend model, smoothing, volcanic activity

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1 山口大学大学院理工学研究科社会建設工学専攻 藤谷 隆之
TEL 0836(85)9334 FAX 0836(85)9301 e-mail:b9298@stu.sv.cc.yamaguchi-u.ac.jp

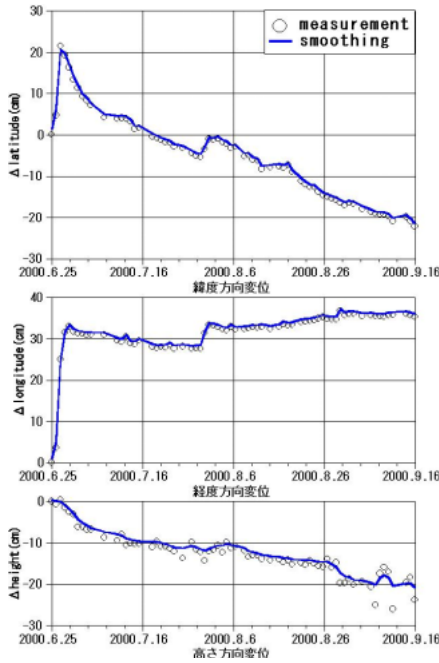


図-3 平滑化結果(三宅島基線 9)

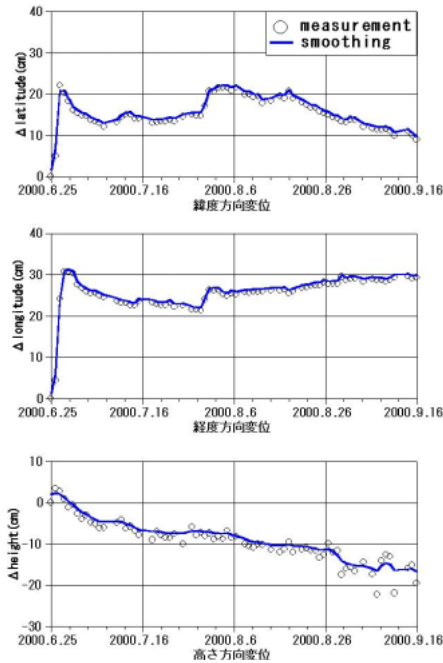


図-4 平滑化結果(三宅島基線 13)

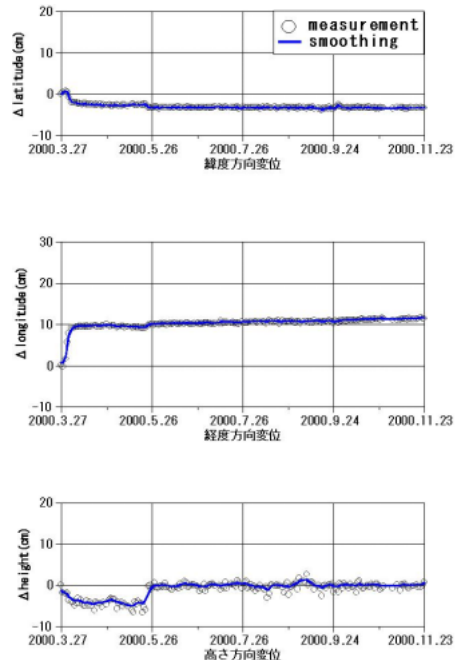


図-5 平滑化結果(有珠山基線 3)

4. 最終変位予測¹⁾

これまでの研究では、地すべり活動による3週間程度のクリープ変位においては7日程度のデータを用いることで最終変位を予測可能であることを示している。そこで本研究では、火山活動による大きなクリープ変位に対して本手法を適用した。

4.1 予測手法¹⁾

まず、計測結果に対してトレンドモデルによる平滑化を行い、その結果から等時間間隔に変位を抽出すると、変位の差が現れ、時間の進行とともにその差は縮まり、最終段階ではほぼ $u_i = u_{i-1}$ となる(図-6)。それらの点をプロットし、最小二乗法により得られた直線と $u_i = u_{i-1}$ 線の交点が最終的な変位量の予測値となる(図-7)。

4.2 平滑値による最終変位の予測

ここでは最終変位を最低どの位の期間の値があれば予測が可能であるかの調査を行った。まず、有珠山の基線番号8の平滑化結果に対して変位予測を行う。変位予測の対象となるクリープ変位を図-8に示す。この平滑化結果において上記の予測法により予測を行った。その結果5ヶ月後に収束する大きなクリープ変位をおよそ50日分の結果を用いて予測することができた(図-9)。

4. 結論

本研究から、次のことが示された。

- 1) 火山活動による地盤の変位に対しても、トレンドモデルによる平滑化は有効である。
- 2) 収束クリープ変位の平滑化結果から、最終変位予測できることが示された。

謝辞：三宅島および有珠山のGPS変位計測データは、国土地理院から提供頂いた。関係者各位に深く感謝する。

参考文献：1) 安立寛：GPS変位モニタリングシステムによる長大斜面の変位計測と計測結果の評価，山口大学大学院修士論文，pp.16-18，1999.3

2) 北川源四郎：時系列解析プログラミング，岩波書店，pp.245-263，1996。

3) 清水則一，安立寛，小山修治：GPS変位モニタリングシステム による斜面変位計測結果の平滑化に関する研究，資源と素材，Vol.114，pp.397-402，1998。

4) 国土地理院ホームページ(<http://www.gsi.go.jp>)

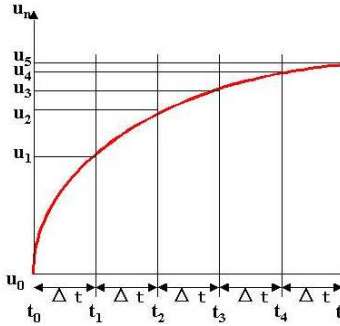


図-6 収経時変化模式図

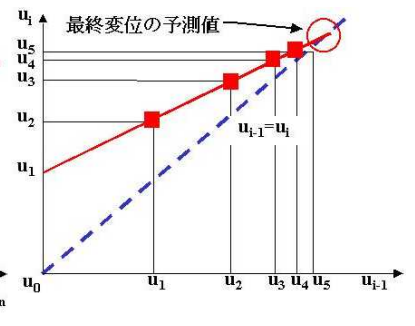


図-7 u_i と u_{i-1} の関係の模式図

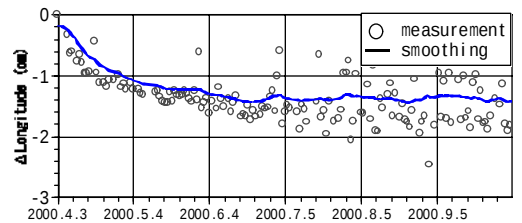


図-8 収束クリープ変位(有珠山)

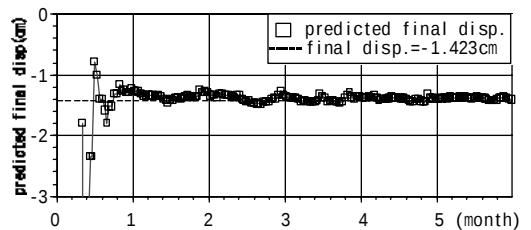


図-9 最終変位予測結果