

# 箱根火山の火山活動に伴う雑微動自己相関関数の時間変化

行竹洋平（神奈川県温泉地学研究所）、上野友岳（防災科研）

## 1. はじめに

雑微動の自己相関関数（ACF）の時間変化は、地殻構造の時間変化をモニタリングする有用なツールとなりうる。大地震にともなう体積歪変化あるいは、強震動による表層地盤の速度変化の検出のみならず、地熱地帯や火山地域における群発地震活動に伴う速度変化の検出例も報告されている（例えば、Wegler et al., 2009 ; Maeda et al., 2010 ; Ueno et al., 2012）。本研究では、活発な地震活動が頻発する箱根火山において ACF の時間変化を求め、火山活動との関係について調査した。

## 2. 箱根火山の群発地震活動

箱根火山は伊豆衝突帯北部に位置し、周囲を直径約 15km の外輪山に囲まれる第四紀の活火山である。箱根カルデラ内では、群発地震が頻繁に発生しており、近年では 2001 年、2006 年、2008～2009 年、2011 年及び 2013 年に特に活発な群発地震活動が発生した。このうち、2011 年東北地方太平洋沖地震直後に発生した地震活動を除く、それぞれの地震活動に対応して、周辺の国土地理院 GNSS 観測点において山体の膨張を示す地殻変動が観測された。こうした地殻変動は、カルデラ下深さ 10km 付近における、球状圧力源の変動もしくはダイクより説明することができる（例えば、代田ほか、2009 ; 原田ほか、2009）。加えて、2001 年及び 2013 年の地震活動時においては、カルデラ内に設置されている傾斜計にも地殻変動が観測され、これらの変動源として浅部での開口クラックが推定されている（例えば、代田ほか、2009 ; 宮岡ほか、2013）。深部のダイクについてはマグマの貫入もしくは体積増加、浅部の開口クラックについては熱水の貫入を反映したものとして考えられている（代田ほか、2009）。マグマや熱水の貫入に伴い、その周辺の数値構造が変化すると予想されるため、ACF の時間変化が生じることが期待される。

## 3. データ及び手法

箱根カルデラ内及び周辺に設置された、神奈川県温泉地学研究所、防災科学技術研究所 Hi-net、気象庁観測点における、2010 年 10 月から 2013 年 12 月末までの期間の連続地震波形データを解析に使用した。上下動成分の連続地震波形データに 1-3Hz のバンドパスフィルター処理を施すとともに、振幅値を 1bit に規格化した。1 時間毎の ACF を計算し、それを 24 時間分足し合わせ 1 日毎の ACF を求めた。さらに、より安定した ACF を得るために、1 週間分の ACF をスタッキングした。このようにして得られた 1 日毎の ACF に対して、一様な速度変化から予測される時間遅れだけ波形を引き伸ばし（あるいは圧縮）してリファレンス ACF との相関をとり速度変化率を推定した（例えば、Sens-Schönfelder and Wegler, 2006）。

### 3. 結果と解釈

中央火口丘に設置されている駒ヶ岳観測点において、群発地震活動に先行して2012年11月ごろから緩やかな速度低下が始まり2013年6月頃にかけて0.4%~0.6%の速度低下が推定され、一方噴気地帯近傍に設置されている大涌谷観測点では、地震活動が活発化した1月下旬頃から0.8%程度の急激な速度低下が推定された(図)。それ以外の観測点については、一連の活動に関連する有意な速度変化は検出できなかった。駒ヶ岳観測点の速度低下については、GNSSデータによる山体の膨張を示す基線長変化の開始時期と一致している。大涌谷観測点の速度低下については、地震活動の活発化時期並びに傾斜変動の開始時期直後から始まっている。これらの観測点では地殻変動データから推定された変動モデルによる体積ひずみ変化が $10^{-6}$ を超えており、観測された速度低下は観測点近傍の歪変化に起因している可能性がある。一方、大涌谷観測点では近傍に噴気地帯がありかつ地震が観測点近傍のごく浅い場所で発生しているため、地殻流体の移動の影響も考えられる。

#### 謝辞

本研究では、防災科学技術研究所 Hi-net、気象庁観測点の地震波形データを使用させていただきました。東京大学地震研究所前田拓人博士から自己相関関数の計算に関するアドバイスをいただきました。

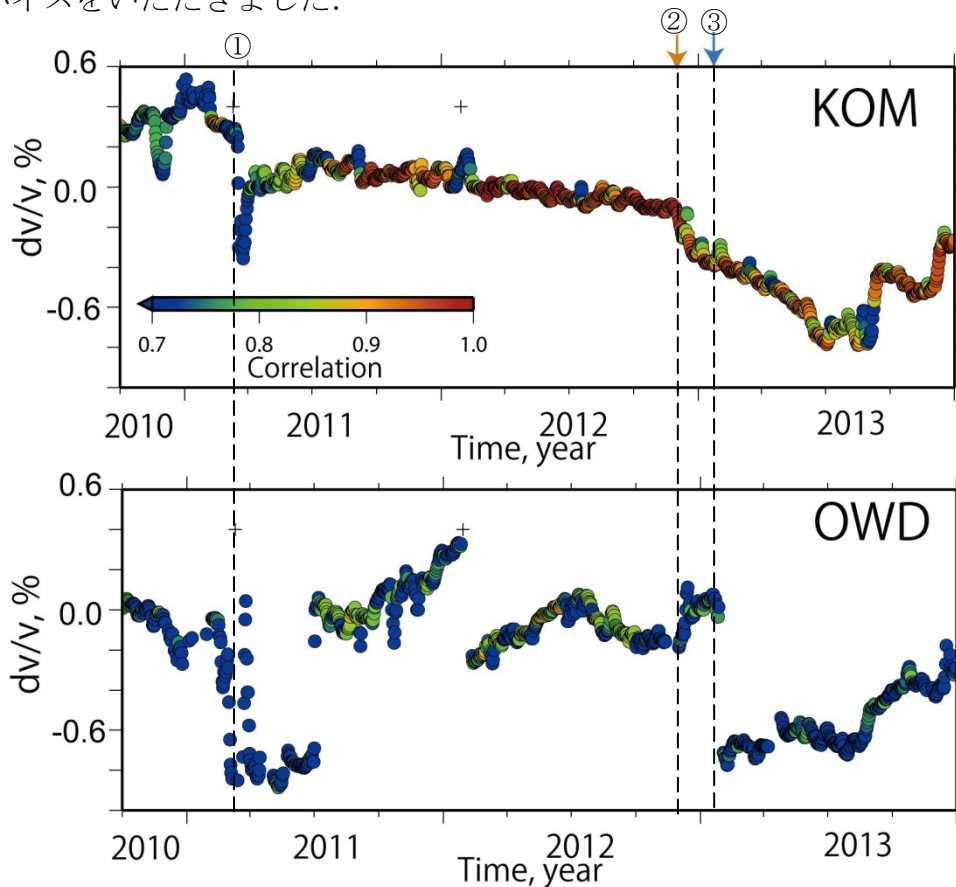


図 駒ヶ岳観測点(上段)と大涌谷観測点(下段)における速度変化率の時間変化。相関係数0.5以上のみを表示。①2011年東北地震、②基線長変化開始時期、③群発地震開始時期