

箱根の新たな強震観測点について

本多 亮*・伊東 博*・行竹洋平*・原田昌武*・代田 寧*・板寺一洋*・宮岡一樹*

New strong ground motion observation sites in Hakone

by

Ryou HONDA*, Hiroshi ITO*, Yohei YUKUTAKE*, Masatake HARADA*,

Yasushi DAITA*, Kazuhiro ITADERA* and Kazuki Miyaoka*

1. はじめに

箱根火山は有史以降噴火した記録はないが、たびたび群発的な地震活動が発生する。こういった活動における地震の規模は、マグニチュード0.5から1程度の小さなものがほとんどだが（本多ほか、2010）、地震の発生する深さが0～5km付近とごく浅いため、活動期間に数回は、箱根カルデラ内の住民がゆれを感じる規模の地震が発生することがある。箱根カルデラ内で発生する地震について、有感となる規模は経験的におよそM1.5以上であることが、これまでの温泉地学研究所（以下、当所）の観測記録からわかっている。一方で、気象庁の計測震度計は箱根湯本にしか設置されていないため、地元住民

がゆれを感じても、湯本ではゆれを検知できず気象庁を通じて情報が発信されないことがある。

また、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震の本震直後から発生した誘発地震活動中に、過去50年間に数回しか観測されなかったM3以上の中規模地震が少なくとも5回発生した。そのうちの一回は、本震のゆれの最中に発生したこともあり、当所が臨時観測点をおいていた強羅で震度6弱に相当するゆれが記録された（本多、2011）。この時、箱根湯本のゆれは震度4であった。今後もこの程度の規模の地震が発生する可能性はあり、正確な震度の分布を知る為には震源に近い場所での観測が

表1 観測点概要。

名称	住所	コード	北緯	東経	標高(m)
二ノ平強震観測点	箱根町二ノ平1154番地 (箱根中学校)	NTR	35.24576	139.0482	554
仙石原強震観測点	箱根町仙石原106 (旧箱根町仙石原出張所)	SGK	35.27322	139.0107	652



写真1 仙石原強震観測点。



写真2 二ノ平強震観測点。

* 神奈川県温泉地学研究所 〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 586

資料, 神奈川県温泉地学研究所報告, 第44巻, 63-66, 2012

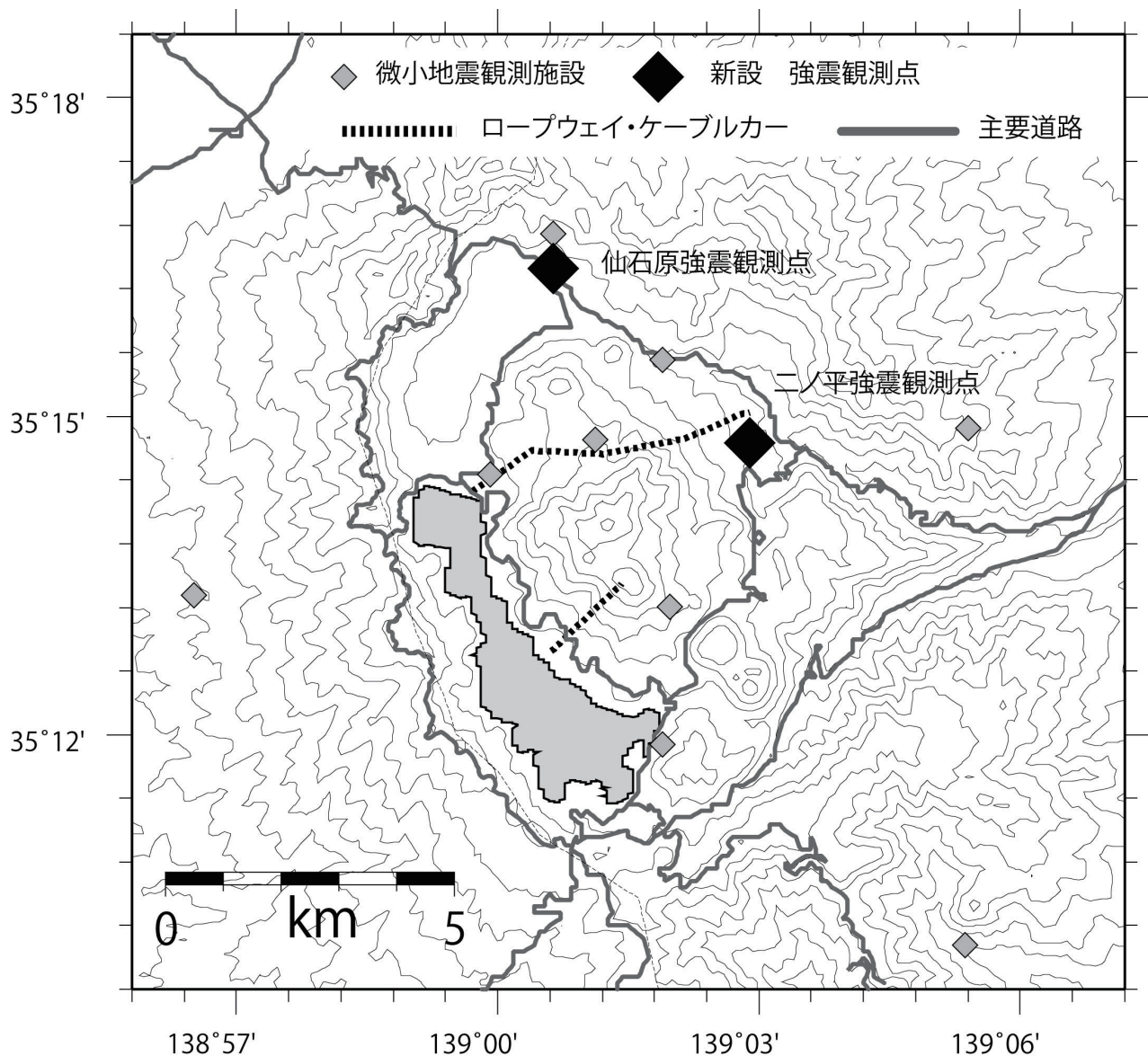


図1 観測点分布図。

必要である。

当所では、箱根湯本に1点しかない気象庁の震度計を補完し、住民・地元自治体等へ情報提供することを目的に、2012（平成24）年度に「誘発地震緊急対策事業」として、地表設置型強震動観測装置を2点新設した（図1・表1）。なお、気象庁の震度は以前は体感によってきめられていたが、現在は加速度波形の振幅・揺れの周期・継続時間などから自動的に計算される。一般に、加速度波形を観測し、機器内部でデジタル処理によって計測震度を計算できる（あるいは、震度を表示できる）機能をもった機器を「計測震度計」もしくは「震度計」と呼ぶ。計測震度は小数点第一位まで計算され、それを四捨五入したものが、震度階級となる。今回新設した観測点には強震計（加速度計）が設置されており、地面の加速度を観測できるが、現地で計測震度を計算処理する機能をも

っていないため、単に強震観測点と呼ぶ。震度相当値は、現地から送信された加速度波形を、当所の計算サーバーにおいて計算処理することで推定できる。

2. 観測点概要

観測点は、観光客も含めて比較的人口の多い地域でかつ箱根町の管理する施設敷地内、という条件の下で選定した。その結果、仙石原強震観測点は、箱根町の旧仙石原出張所敷地内に（写真1）、二ノ平強震観測点は、町立箱根中学校の敷地内（写真2）に設置させていただいた。

地表設置型強震動観測装置は、基礎コンクリートおよび引き込み柱に取り付けられる耐候性のある屋外筐体とGPSアンテナ部、高精度AD装置とそれらを接続するケーブル類からなる。屋外筐体には、強震動観測を行う為

表 2 高精度 A/D 装置。

サンプリング周波数	100Hz
入力レンジ	±5V
デジタルアンプ倍率	0 db
フィルタ	最小位相フィルタ
送信フォーマット	WIN
CFカード容量	8GB（毎日15時に容量チェックし、80%を超える場合は古いファイルから削除）
ダイナミックレンジ	120dB以上
電源電圧	DC12V
消費電力	6W以下
バッテリー容量	12V12Ah（稼働時間約24時間）

表 3 強震計仕様。

方式	力平衡型サーボ加速度計
検出成分	水平動2成分・上下動1成分
測定範囲	±60 m/s ² (上下動は±50m/s ²)
出力感度	0.102 V/(m/s ²) ±10%
振動数特性	DC～450 Hz
出力極性	X成分 地動Nで出力電圧はプラス Y成分 地動Eで出力電圧はプラス Z成分 地動Upで出力電圧はプラス
使用電源	DC±12V 0.5A以下
使用温度範囲	-20℃～+60℃
耐水性	防滴構造
検出器外形寸法	165 mm(W) × 175 mm(D) × 121 mm(H)
検出器質量	約1.5kg

の機器として高精度 AD 装置と検出器電源付 AD 電源装置、鉛蓄電池、耐雷トランス、ブレーカ、検出器保安器、通信装置部が格納され、24 時間無人稼働する。高精度 A/D 装置は、計測技研製の高精度ロガー（HKS-9200-H）を採用した。仕様を表 2 に示す。

設置する電気機器類の電氣的ノイズ対策は、アース棒を埋設しすべてのアースを共通とする 1 点アースである。屋外筐体内のアースは、屋外筐体内に取り付けられたアースバー 1 点とし、アースバーは各機器からのアース線が取り付けられる形状である。

強震計は、ミットヨ製地上用加速度検出器（JEP-10A3-6G）を採用した。仕様を表 3 に示す。強震計は、気象庁の計測震度計の設置基準に準拠した台座に設置されており、台座から独立したステンレス製の保護ケースで保護されている。強震計によって検知された強震動は、高精度 AD 装置が GPS による正確な時刻に同期させて WIN フォーマットに変換し、NTT の通信回線を通じてリアルタイムで当所の地震観測室へ送信する。通信は、NTT 東日本の光回線を使用したサービス「ビジネスイーサ」を使用しており、通信速度は 0.5Mbps となっている。

3. 観測記録

図 2 に、11 月 25 日午前 0 時～1 時の上下動のスペクトルを示す。仙石原強震観測点では、二ノ平強震観測点

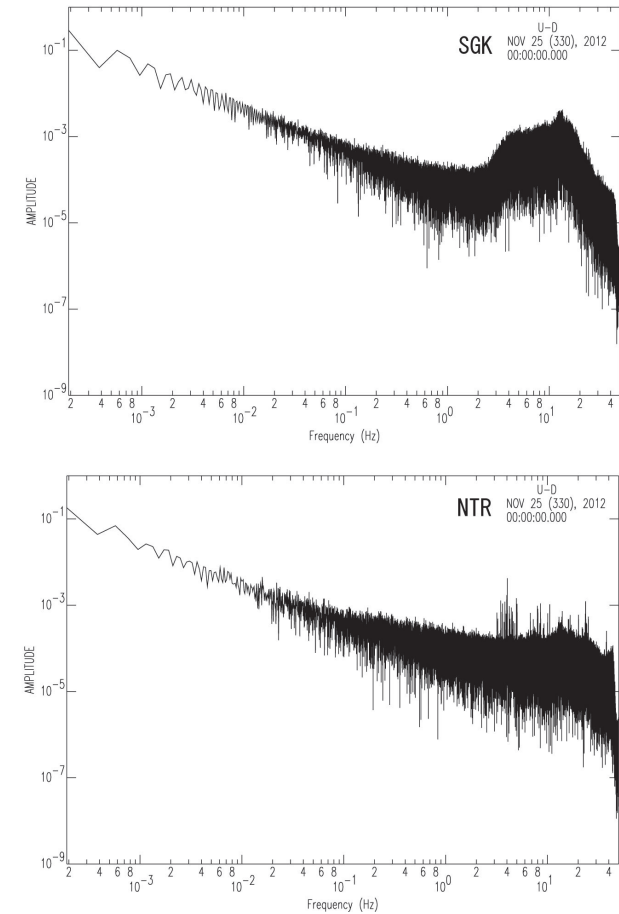


図 2 11 月 25 日午前 0 時から 1 時までの上下動のスペクトル。（上）仙石原強震観測点（下）二ノ平強震観測点。仙石原では、数ヘルツから 10Hz 付近に顕著なノイズがみられる。

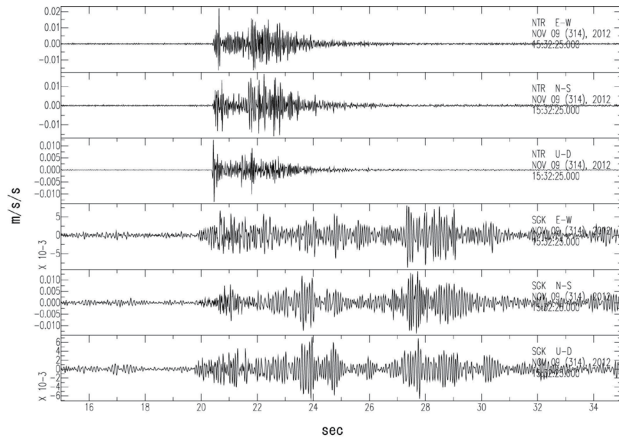


図 3 11 月 9 日午後 3 時 32 分ごろに発生した、M1.4 の地震波形。（上 3 段）二ノ平強震観測点の東西・南北・上下動記録（下 3 段）仙石原強震観測点の東西・南北・上下動記録。仙石原強震観測点の波形は、自動車の通行によると思われる振動で、地震動がマスクされている。

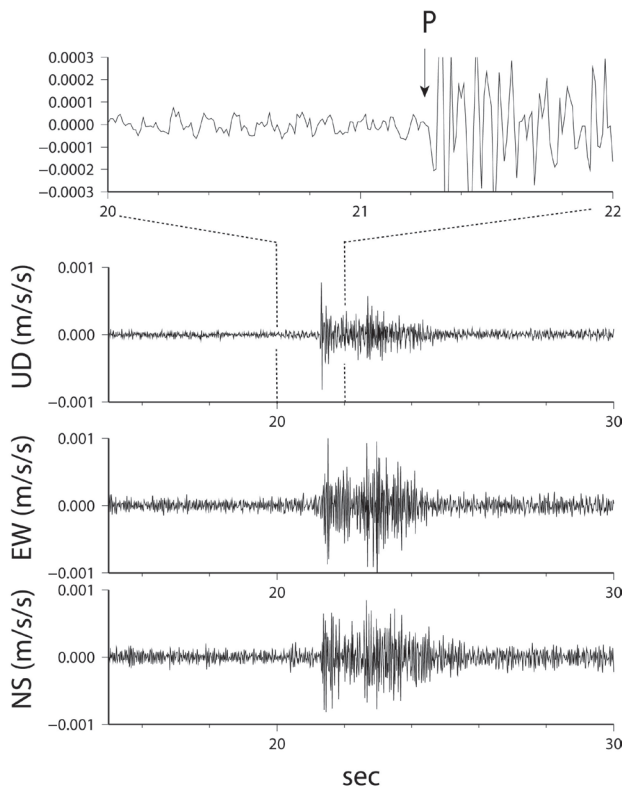


図4 11月9日午前5時23分ごろに発生した地震(M0.3)の二ノ平強震観測点での観測波形。最上段は、P波到達時刻付近の上下動拡大図。続いて、上下・東西・南北の各成分。

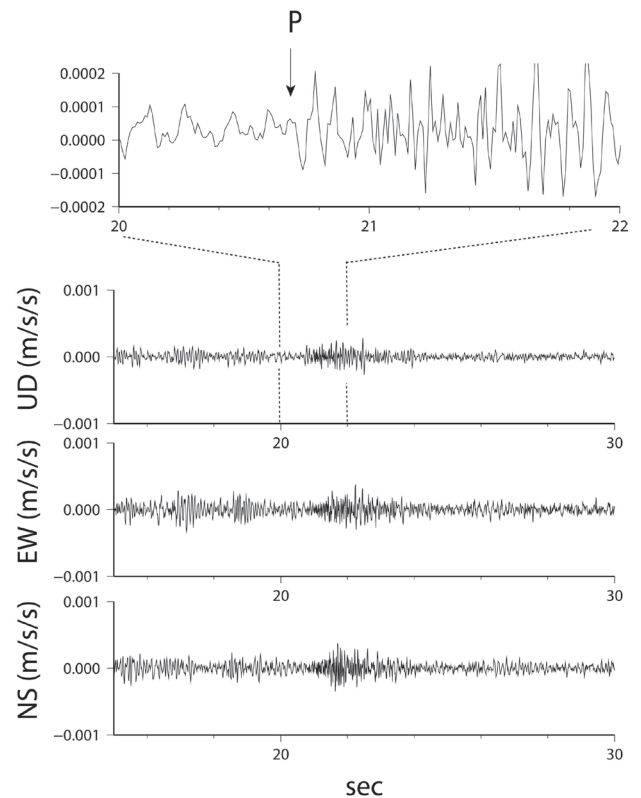


図5 11月9日午前5時23分ごろに発生した地震(M0.3)の仙石原強震観測点での観測波形。最上段は、P波到達時刻付近の上下動拡大図。続いて、上下・東西・南北の各成分。

に比べ、数ヘルツ付近に振幅の大きな周波数帯がある。この時間帯に、当所の観測網でトリガーがかかるような地震は箱根火山周辺では発生していない。仙石原強震観測点は、幹線道路から近く、また周辺に樹木が植えられていることなどから、風による樹木の振動や道路を通行する自動車などによる振動を拾っている可能性がある。

図3に2012年11月09日15時32分ごろに金時山直下の深さ約3kmで発生したM1.4の地震波形を示す。観測記録から震度相当値を計算すると、二ノ平・仙石原ともに震度1相当の揺れであることが分かった。この地震の震源は、気象庁の計測震度計のある湯本とは中央火口丘を挟んで反対側の外輪山の直下であるため、箱根湯本の計測震度計ではトリガーがかからず、記録がとれていない。箱根カルデラ内で揺れを感じるにもかかわらず気象庁からは情報が出ない、典型的なケースといえる。

上記の地震とほぼ同じ位置で、同日の午前5時23分ごろに発生したM0.3の地震記録を図4、5に示す。仙石原強震観測点の波形はややS/Nがよくないものの、両観測点ともP波の立ち上がりの読み取りが可能である。このことから、震源位置やメカニズムにもよるが、M0.3程度までは地震の検知能力があると思われる。

4. まとめ

「誘発地震緊急対策事業」によって、2箇所の強震観測点を整備し、2012（平成24）年9月より、震度推定のためのデータ取得を開始した。今後は、地震の際の震度相当値を自動的に計算し、地元自治体などに提供する仕組みを作成する予定である。

謝辞

今回新たに2箇所の観測施設を整備するに当たり、設置場所選定など、箱根町には全面的な協力をいただいた。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 本多亮・伊東博・行竹洋平・原田昌武・吉田明夫（2010）S-P時間を用いた再解析によって明らかになった1970年代の箱根群発震源域の特徴～最近の群発震源域との比較，火山，56，1-17.
- 本多亮（2011）箱根火山で観測された東北地方太平洋沖地震の強震動について，温泉地学研究所報告，23，65-72.