

2016（平成 28）年に実施した機動地震観測点の整備

行竹洋平^{*1}・本多 亮^{*1}・安部祐希^{*1}・酒井慎一^{*2}

Installation of temporary seismic stations in 2016

by

Yohei YUKUTAKE^{*1}, Ryou HONDA^{*1}, Yuki ABE^{*1} and Shin'ichi SAKAI^{*2}

1. はじめに

箱根火山では 2015（平成 27）年 6 月末に大涌谷で小規模な噴火が発生するなど、2001（平成 13）年以降火山活動の活発化が続いている。また火山深部へのマグマ供給を示す山体膨張が全球測位衛星システム（GNSS）観測により 2001 年以降複数回にわたり観測されており、地下深部へのマグマ蓄積が進行している可能性も否定できない。従って、火山防災の観点からは、近い将来再度火山活動が活発化する可能性を考慮しておく必要がある。

こうした背景において、今後科学的に解明する必要がある課題の一つが、箱根火山の地下構造がどのようになっているかを、可能な限り正確に把握することである。特に、火山防災対策に必要不可欠な情報として、次の 2 点を明らかにすることが重要と考えられる。

①火山深部のマグマ溜りの形態（上限深さ、ボリューム、マグマ供給源）

②マグマ起源の熱水分布形態（分布形状、ボリューム）
①は火山活動を評価する上でバックグラウンドとなる重要な情報であり、②は箱根で最も可能性のある水蒸気噴火に対して、その発生場所等を特定する上で重要となる。

過去の研究では、主に地震波を利用して地下の構造（地震波速度構造）を推定する試みがなされていた。最近の研究結果（Yukutake *et al.*, 2015）では、箱根火山の地下深さ 10km 付近にマグマ溜りの存在を示す、さらにその浅部においてマグマ起源の熱水の分布を示唆する速度構造が得られている。しかしながら、過去の研究で得られた速度構造の空間分解能は 4km であるため、マグマや熱水の存在が“ぼんやりと”描かれたというのが現状である。前述した①及び②の情報を得るには、より空間分解能を上げた地下構造を推定することが必要不可欠と

なる。

地下構造の空間分解能を上げるためには高密度な地震観測が必要となる。そこで温泉地学研究所（以下、当所）では箱根火山及びその周辺域において 34 点の機動地震観測点を展開した。本資料では、観測点の設置場所等についての記載を行う。

2. 観測点分布

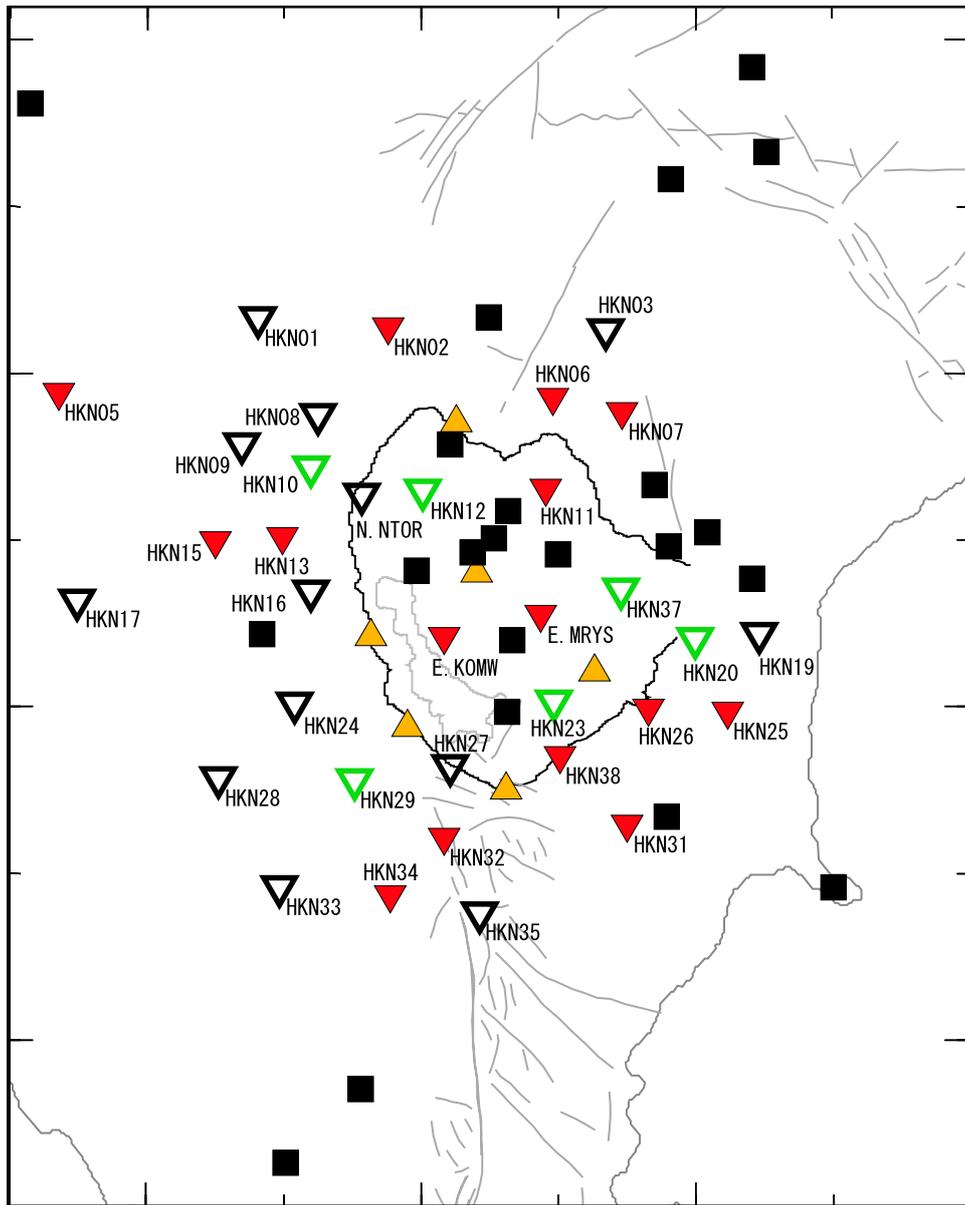
2016（平成 28）年 7 月 25 日～27 日の期間に、図 1 及び表 1 で示した 34 か所の地点に機動地震観測装置を設置した。このうち 15 箇所は、地震計にレナーツ社製 1Hz 計（LE-3Dlite MkII）、データ収録ロガーに計測技研株式会社製 HKS-9700 を用いた。これらの物品はいずれも東京大学地震研究所共同利用を活用し借り受けたものである。また 13 箇所については、地震計に CHONGQING GEOLOGICAL INSTRUMENT FACTORY 社製 2Hz 計（CDJ-S2C-2）またはサーセル社製 2Hz 計（L22E-3D）、データ収録ロガーに計測技研株式会社製 HKS-9550 または HKS-9700 を用いた。残り 6 箇所については、地震計にサーセル社製 2Hz 計（L22E-3D）、データ収録ロガーにクローパテック社製の DAT-4 を用いた。これら 19 箇所の地震観測装置については、いずれも当所所有のものである。設置された地震計はすべて 3 成分 1 体型である。これらの整備により、2015 年に設置した機動観測点 6 カ所と併せて 40 箇所からなる稠密な地震観測網が箱根域に構築された（図 1）。

地震計はほとんどの場所において写真 1 に示したように、天然の露岩あるいは堰堤等の工作物の上に据え置き、石膏で固定した。一方、岩盤や堅固な工作物がないような場所では、写真 2 及び 3 で示したように、地中に 50cm ほどの穴を掘りその中に地震計を埋設した。設置

*1 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

*2 東京大学地震研究所 〒113-0032 東京都文京区弥生 1-1-1

資料, 神奈川県温泉地学研究所報告, 第 48 巻, 33-36, 2016



- ▼ 地震研口ガー+1Hz計(15台) ▽ 温地研口ガー (HKS9550or HKS9700)+2Hz計(13点)
- ▽ 温地研DAT+2Hz計(6点) ▲ 設置済み ■ 定常点

図1 観測点分布図。

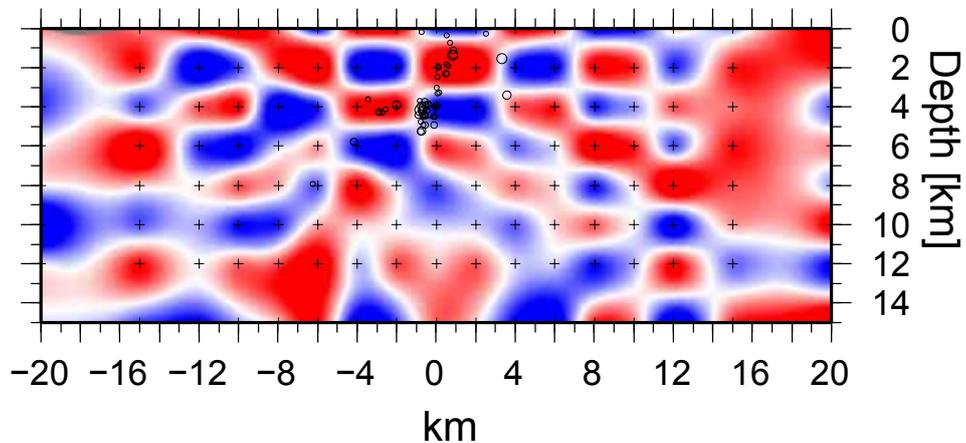


図2 Synthetic data を用いた速度トモグラフィーのチェッカーボードレゾリューション結果。箱根カルデラを南北に切った断面に対応する。



写真1 溶岩露頭の上に設置された地震計 ((L22E-3D))。場所はHKN29。



写真2 地震計設置作業。場所はHKN27。



写真3 埋設用の穴に設置された地震計 (CDJ-S2C-2)。場所はHKN27。



写真4 HKN35 に設置された地震計とデータ収録ロガー用ボックス。

した地震計脇にデータ収録ロガーを収納するボックスを置き、地震観測装置一式として観測点を設営した(写真4)。すべての観測点において、サンプリング周波数200Hzでデータ収録を実施した。

3. 期待される成果

比較的地震活動が静穏であった2010(平成22)年1年間の地震活動をもとにSynthetic dataを作成し、チェッカーボード分解能テストを実施した(図2)。その結果、箱根カルデラ内の深さ10km以浅については、空間分解能2kmで速度構造が推定できることが分かった。これは、過去の研究に対して構造の空間分解能が4倍に向上することになる。こうして得られた速度構造からマグマ溜りの詳細な位置やその物質的な性質及びマグマ起源の熱水の分布が明らかになることが期待される。こうした情報は、火山活動が活発化した際に的確な状況判断や噴火ポテンシャルの評価を行う上で、必要不可欠

な基礎情報となる。

今後約1年間上記の観測を継続させ地震データを蓄積させるとともに、観測データをもとに速度構造の推定に取り組む予定である。

謝辞

東京大学地震研究所共同利用により15台の地震観測装置を使用させて頂きました。観測点の設置にあたっては、東京大学地震研究所の安藤美和子氏、大塚宏徳氏、佐伯綾香氏、藤田親亮氏に協力をして頂きました。静岡県立御殿場高校、ギャッツビーゴルフクラブ、印野郷土振興会、二葉建設株式会社、社団法人御殿場愛郷報徳社、御殿場市森林整備課、裾野市立富士岡第二小学校、株式会社プリンスホテル、裾野市農林振興課、箱根ターンパイク株式会社、芦ノ湖スカイライン株式会社、裾野市立東中学校、三島市農政課、函南町産業振興課、三字共有地管理委員会、箱根山組合、静岡県御殿場市沼田地区、

表1 観測点位置及び機器構成。(DR: ダイナミックレンジ、bit)

	観測点名	緯度	経度	標高	設置方法	地震計	ロガータイプ	DR	入力レンジ
1	HKN01	35.316636	138.940558	453	据置	2Hz	HKS-9550	24	±5.0V
2	HKN02	35.314069	138.987894	475	埋設	1Hz	HKS-9700	24	±2.5V
3	HKN03	35.312967	139.067400	336	据置	2Hz	HKS-9550	24	±5.0V
4	HKN05	35.294170	138.867800	624	据置	1Hz	HKS-9700	24	±2.5V
5	HKN06	35.292800	139.047989	743	据置	1Hz	HKS-9700	24	±2.5V
6	HKN07	35.288600	139.073220	612	据置	1Hz	HKS-9700	24	±2.5V
7	HKN08	35.287590	138.962320	532	据置	2Hz	HKS-9550	24	±5.0V
8	HKN09	35.278930	138.934560	424	据置	2Hz	HKS-9550	24	±5.0V
9	HKN10	35.271900	138.959720	774	埋設	2Hz	DAT-4	16	±4.5V
10	HKN11	35.265570	139.045360	608	据置	1Hz	HKS-9700	24	±2.5V
11	HKN12	35.264940	139.000500	657	据置	2Hz	DAT-4	16	±4.5V
12	HKN13	35.251170	138.949400	579	据置	1Hz	HKS-9700	24	±2.5V
13	HKN15	35.249940	138.924820	343	据置	1Hz	HKS-9700	24	±2.5V
14	HKN16	35.234780	138.959810	695	据置	2Hz	HKS-9550	24	±5.0V
15	HKN17	35.232070	138.874540	368	据置	2Hz	HKS-9550	24	±5.0V
16	HKN19	35.221930	139.123280	322	据置	2Hz	HKS-9700	27	±5.0V
17	HKN20	35.220640	139.099730	437	据置	2Hz	DAT-4	16	±4.5V
18	HKN23	35.201650	139.048270	698	埋設	2Hz	DAT-4	16	±4.5V
19	HKN24	35.201040	138.953910	472	据置	2Hz	HKS-9550	24	±5.0V
20	HKN25	35.198600	139.111580	310	据置	1Hz	HKS-9700	24	±2.5V
21	HKN26	35.199640	139.082590	874	埋設	1Hz	HKS-9700	24	±2.5V
22	HKN27	35.182340	139.010660	892	埋設	2Hz	HKS-9700	27	±4.5V
23	HKN28	35.178620	138.926170	182	据置	2Hz	HKS-9700	27	±5.0V
24	HKN29	35.178230	138.975630	531	据置	2Hz	DAT-4	16	±4.5V
25	HKN31	35.164920	139.075030	584	据置	1Hz	HKS-9700	24	±2.5V
26	HKN32	35.160860	139.008290	590	据置	1Hz	HKS-9700	24	±2.5V
27	HKN33	35.145930	138.948450	153	据置	2Hz	HKS-9550	24	±5.0V
28	HKN34	35.143790	138.988610	347	据置	1Hz	HKS-9700	24	±2.5V
29	HKN35	35.138340	139.021130	521	据置	2Hz	HKS-9550	24	±5.0V
30	HKN37	35.235290	139.072790	399	据置	2Hz	DAT-4	16	±4.5V
31	HKN38	35.185410	139.050450	990	埋設	1Hz	HKS-9700	24	±2.5V
32	N.NTOR	35.263730	138.978140	884	据置	2Hz	HKS-9700	27	±5.0V
33	E. MRYS	35.227840	139.043550	870	据置	1Hz	HKS-9700	24	±2.5V
34	E.KOMW	35.220970	139.008320	894	据置	1Hz	HKS-9700	24	±2.5V

静岡県三島市小沢地区、箱根町、神奈川県西地域県政総合センター森林土木課、神奈川県西土木事務所には観測点設置のための土地の利用について協力して頂きました。静岡県危機管理部危機情報課には、用地交渉に関して協力して頂きました。宮下雄次氏と1名の査読者には本原稿改定のための有益なコメントを頂きました。記して感謝いたします。

参考文献

Yukutake Y, Honda R, Harada M, Arai R, Matsubara M (2015) A magma-hydrothermal system beneath Hakone volcano, central Japan, revealed by highly resolved velocity structures. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 120 (5):3293-3308. doi:10.1002/2014jb011856.