

## 2011 年霧島山新燃岳噴火への対応

渡邊篤志\*†・辻 浩\*・森 健彦\*・阿部英二\*・平田安廣\*・小山悦郎\*\*

### Technical Support for the Geophysical Observation on the 2011 Eruption of Shinmoe-dake, Kirishima Volcanoes

Atsushi WATANABE\*†, Hiroshi TSUJI\*, Takehiko MORI\*, Hideji ABE\*,  
Yasuhiro HIRATA\* and Etsuro KOYAMA\*\*

#### はじめに

霧島火山は、宮崎・鹿児島県境に位置する北西-南東方向に長い 30 km × 20 km のほぼ楕円形の範囲内に 20 あまりの火山体と火口湖やマールが並ぶ火山群の総称である(図 1)。これらの火山は、大涌池や韓国岳など山体に対して大きな火口を持つものが多いことが特徴で、このような地形は爆発的噴火によって形成される(井村・小林, 2001)。その中央部に位置する新燃岳は、御鉢と並んで霧島火山の中で最も活動的な火山の 1 つで、有史以降たびたび噴火活動を繰り返している。近年でも噴気活動の活発化や小規模噴火を数回起こしており、最近では 2008 年と 2010 年に小規模噴火が発生している。

1959 年に新燃岳が噴火したのを契機に、地震研究所は霧島火山での火山学的観測を始めた。その後、1961 年に霧島火山北西部で群発地震が発生し、これらの地震活動と霧島火山の活動との関連性を解明するために恒久的な観測所の必要性が認められ、1963 年にえびの高原に霧島火山観測所が設置された(宮崎, 1990)。霧島火山では 1959 年の小規模な水蒸気爆発を最後に爆発的噴火は発生していなかったが、1968 年のえびの地震 ( $M 6.1$ ) で地震観測網を拡充するなど、地震、地殻変動、地磁気、地熱などの観測を実施して広域応力場の特徴や火山と熱水活動の関係、火山噴火予知の研究が精力的に進められてきた(例えば、Minakami *et al.*, 1969; Miyazaki *et al.*, 1969; 歌田ほか, 1994; 鍵山

ほか, 1979; 鍵山ほか, 1995)。しかし、人員の東京への集中化により 1992 年には技官 1 名体制となり、2007 年には技術職員の退職により無人になった。無人の遠隔地において従来通りの密な観測網を維持することは難しく、ここ数年は観測点の整理・縮小を進めていた。そのような中、2011 年 1 月 26 日に観測所開設以来初めてとなるマグマ噴火を開始し、翌 27 日には中規模な爆発的噴火が発生するに至った。

本稿では、技術職員の作業報告等を基に 2011 年霧島山新燃岳噴火の臨時観測等に対する技術支援の様子を追う。ただし、科学技術振興調整費「平成 23 年霧島山新燃岳噴火に関する緊急調査研究」で実施された地震・空振観測点新設に関する詳細は、辻ほか(2011)に譲る。

#### 2011 年噴火以前の観測網

前述したように、観測所の無人化に伴って地震研究所の観測網は整理・縮小が進められていた。かつては加久藤カルデラ北縁から霧島火山南麓までの広い範囲に 30 ヶ所近くの地震観測点が展開されていたが、それらが整理・再配置された結果、新燃岳と御鉢・高千穂峰を中心に 8 ヶ所の定常点(短周期 3 点、広帯域 5 点)と 2 ヶ所の現地収録型臨時点(短周期)になっていた。地磁気観測点は、新燃岳山頂部に 4 点と硫黄山の北に相対基準点があり、GPS と傾斜計は、鹿児島大学の協力で観測所に設置されているのみであった。図 2 は噴火開始時点の観測点配置図である。

その他、水準測量路線としてえびの市の国道 221 号線沿いにある 2 等水準点 221-033 から観測所を通って硫黄山へ向かう路線と、えびの高原で分岐して高千穂河原へ至る路線が整備されていた(宮崎, 1990)。しかし、前者は 1968 年に、後者も 2004 年に新湯三叉路から高千穂河原までの区間を測量したのを最後に再測されていなかった。また、かつては烏帽子観測点から新燃岳山頂部に設置されたミラー

2011 年 10 月 27 日受付, 2011 年 11 月 28 日受理

† atsushi@eri.u-tokyo.ac.jp

\* 東京大学地震研究所技術部総合観測室,

\*\* 東京大学地震研究所観測開発基盤センター.

\* Technical Supporting Section for Observational Research, Technical Division, Earthquake Research Institute, the University of Tokyo,

\*\* Center for Geophysical Observation and Instrumentation, Earthquake Research Institute, the University of Tokyo.

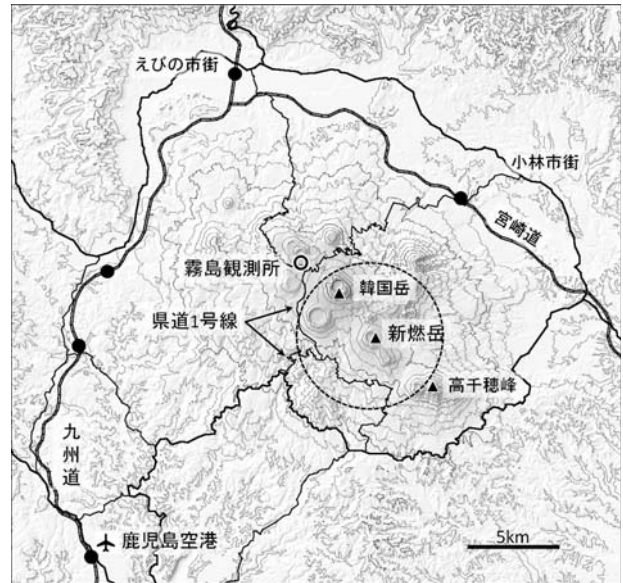
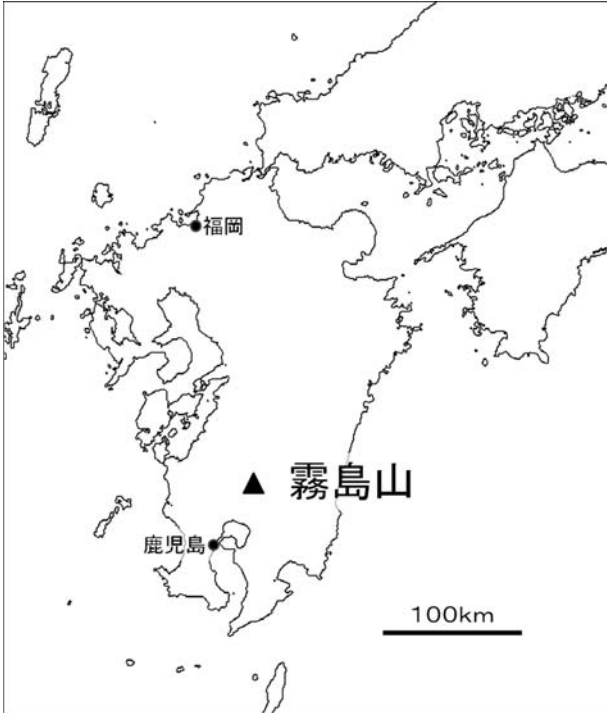


図 1. 霧島火山の位置図。破線の円は新燃岳火口から 4 km の線。空港と観測所を結ぶ県道 1 号線の一部が 4 km 以内に含まれる。

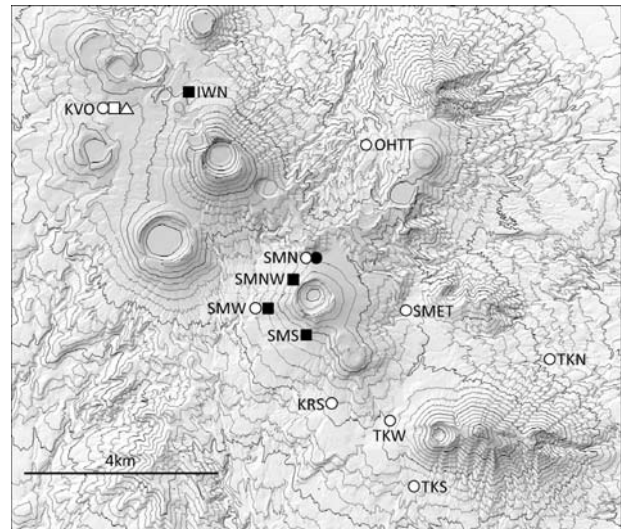
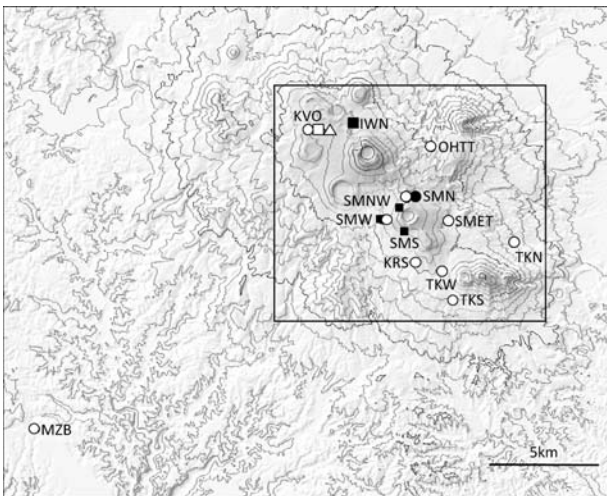


図 2. 2011 年 1 月 26 日時点での、地震研究所の火山観測点配置図。○は地震計、□は傾斜計、△は GPS、■は全磁力、●は空振計が設置されている。a) 観測網全体図。図中の矩形は拡大図の範囲。b) 霧島火山の拡大図。観測点コードと観測点名の対応は、表 1 を参照のこと。

までの距離を局舎に設置された光波測距儀で自動計測していたが、これも現在は観測を中止している。

### 噴火開始直後の観測点増強

新燃岳がマグマ噴火を開始した 2011 年 1 月 26 日は、地震研究所職員研修会の最終日であった。研修会自体は午前中で終了し、午後は希望者のみ所内の施設見学を行っていた。見学会も終わって案内役を務めていた著者が火山噴火

予知研究センター（以下、火山センター）に戻ると、大勢が集まって地形図や地震波形モニターを広げており、新燃岳が噴火して有色噴煙を上げていることを知らされた。直ちに噴出物調査と観測網の強化が決定され、強化すべき項目の検討と人員確保が図られた。その結果、観測網強化として、次の作業をすることになった。

1. 霧島南観測点局舎に広帯域地震計、空振計、GPS を増設する。

表 1. 観測点の一覧表.

観測点名	観測点コード	観測項目	追加項目	備考
霧島火山観測所	KVO	地震, 傾斜, GPS	微気圧, 重力	
霧島南	KRS	地震		規制区域内
高千穂北	TKN	地震		
高千穂南	TKS	地震	空振	
高千穂西	TKW	地震		
新燃北	SMN	地震, 空振, 全磁力		被災, 規制区域内
新燃西	SMW	地震, 全磁力	空振	規制区域内
新燃北西	SMNW	全磁力		被災, 規制区域内
新燃南	SMS	全磁力		被災, 規制区域内
溝辺	MZB	地震		
大幡	OHT	地震	GPS, 微気圧	テレメータ化
新燃東	SMET	地震		現地収録, 規制区域内
硫黄山北	IWN	全磁力, MT		
烏帽子	EBS		地震, 傾斜, 空振, 微気圧	
霧島南局舎	KRS2		地震, GPS, 空振	規制区域内
臨時観測室	KJG		空振, 微気圧	
万膳小学校	MNZS		GPS	
高千穂小学校	TKCH		GPS	

2. 烏帽子観測点局舎に広帯域地震計とGPSを設置する。以前この局舎では自動光波測距が行われていたが、近年は使用されていない。
3. 烏帽子観測点近くの新湯林道の出来るだけ奥に傾斜計を設置する。林道に進入出来ない場合は、烏帽子観測点局舎付近に設置する。
4. 大幡臨時観測点の地震計を短周期地震計から広帯域地震計に交換し、GPSを増設する。

また、これらの作業を行うために第1陣として火山センターの教員2名と技術職員3名が28日～30日の日程で現地へ向かうことにした。更に、GPS担当として鹿児島大学に応援を頼み、1名が現地にて合流してもらうこととなった。翌27日は機材の準備と発送を行い、観測所勤務の者は東京へ移動した。また、1名が先行して噴出物調査グループと共に現地へ向かった。28日は、羽田発鹿児島行き第1便で現地入りした。空港の貨物ターミナルにて別送した機材を受け取った後、前日に観測所から出してきた公用車（普段、霧島の公用車は観測所の車庫に入れてある）と鹿大公用車に分乗して、それぞれ地震・傾斜・空振観測とGPS観測の担当に分かれた。寒気が流れ込んで平地でも雪が降るなど天候には恵まれず、大幡臨時観測点に至る林道は通行出来なかったが、この3日間で次の作業を行うことが出来た。

烏帽子観測点：広帯域地震計（Trillium 120PA）、空振計（SI100）、傾斜計（Applied Geomechanics 701-2）を設置してオフライン観測を開始。地震計は、局舎前に深さ70cmほどの穴を掘り底にセメントとコンクリー

ト板で台を作った上に設置し、専用のカバーとマットで断熱処理を施して埋設した。空振計は局舎内の構造物に固定した。傾斜計は局舎から50mほど離れた露岩にセメントとコンクリート板で台を作った上に設置してバケツを被せた上からウレタンフォーム充填剤を吹き付けて断熱処理した。ロガーにはLS-7000XTを2台用意し、1台を地震計と空振計に、もう1台を傾斜計に割り当てた。

霧島南観測点局舎：広帯域地震計（Trillium 120PA）と空振計（SI100）を設置してオンライン観測を開始。地震計は局舎敷地内の深さ約5mのマンホールに設置し、空振計は局舎内の梁に固定した。広帯域地震計の信号は、短周期地震計用のLS-7000XTのCH4～6に入力し、空振計の信号は別に用意したLS-7000XTに入力した。敷地内にはGPSアンテナ用のパンザマストが立っておりアンテナも取り付けたままにしてあったのでGPS受信機を繋いで観測を再開しようとしたが、ケーブルと受信機のコネクタ規格が異なっていることが判り、今回は電源やネットワークの確認などをするに止まった。

万膳小学校：現地収録にてGPS観測を開始。

高千穂小学校、三体小学校：GPS臨時観測点の設置交渉および下見。

図3に作業をした観測点および作業予定であった観測点を示す。



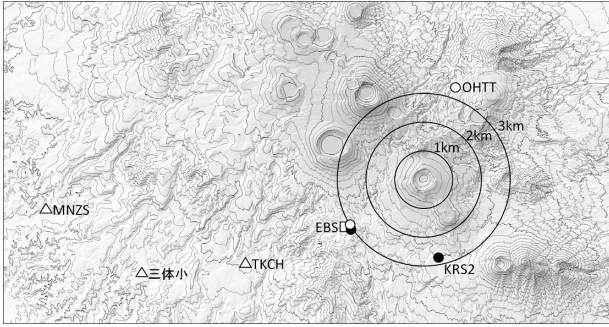


図 3. 1月28日から30日の間に作業をした観測点。○は地震計、□は傾斜計、△はGPS、●は空振計の作業を行った。

### 霧島臨時観測室の開設

前節のように噴火直後の初期対応をとることが出来た。しかし更なる観測網の強化が必要であり、火山センターや全国から集まる火山研究者のための現地活動拠点も必要であった。そこで、えびの高原にある霧島火山観測所を現地拠点にすることとなった。しかし、えびの高原は通信環境が悪く、NTT西日本の好意でブースターを入れて何とかISDN回線を確保しているに過ぎなかった。そこで、新たに衛星通信回線を開設させて通信環境の改善を図ることにした。利用するのはIPSTAR社が提供する衛星ブロードバンドサービスで、下り4Mbps/上り2Mbps(いずれも最大値)のパッケージを契約した。通信料は月額15,000円で、機材・工事費などの初期費用は約30万円である。通常は開通まで2~3週間かかるところを、急を要する事情を汲んで頂き、申し込み5日後の2月5日に開通工事の予定を組んで頂いた。

無人の霧島火山観測所を現地活動拠点にすべく、2月1日に第2陣として2名が現地へ向かい、必要な事務用品や暖房器具、非常用飲料水・食料などを揃えた。しかし、2月1日7時54分に新燃岳で中規模な爆発が発生し、直径数10cmの投出岩塊が火口から3.2km地点に落下して直径6m、深さ2.5mの衝撃孔が出来るなど、より爆発的な活動を示すようになった。その為、霧島市はそれまで火口より3km以内だった立入規制区域を火口より4km以内に拡大し、鹿児島県は県道1号小林えびの高原牧園線の林田温泉~県境が全面通行止になっていた。これにより、鹿児島空港から霧島火山観測所へはえびの市まで迂回して行かねばならず、九州縦貫自動車道を利用しても県道1号線を使った最短ルートに比べて約2倍の1時間半もかかるようになってしまった。しかも、えびの市街から観測所へ至る道路は北西斜面にあるため、1月下旬の大雪で吹き溜まりや路面凍結箇所が増えたため、走行にはスタッドレスタイヤやチェーンが必要であった。真冬でも降雪の少ない九州ではスタッドレスタイヤの需要は低く、レンタカーが



図 4. 霧島総合支所の屋上に設置された衛星通信回線用パラボラアンテナ。奥には新燃岳が見える。

これを装着していることは極めて希である。また、降り積もった火山灰に雨が降ると泥濘化してしまい4WDの車輛でなければえびの高原まで登れなくなってしまう可能性があるが、4WDのレンタカーは3~4週間前に予約しなければ手配出来ない。このような交通事情や通信環境に加え、えびの高原唯一の宿泊施設であるえびの高原荘は連泊するには宿泊料が高額なうえ、2月後半から改修工事のために一時休業することが決まっておられ、麓のえびの市街や小林市街までは40~50分ほどを要するという宿泊先事情も相まって、火山センターは現地活動拠点の移動を決定した。移動先は霧島市霧島総合支所3階の会議室で、2月5日午前現地活動拠点の移動決定の連絡を受けた。その日は霧島火山観測所の衛星通信回線開通工事日であったが、前々日に拠点移動の可能性を知らされていたので、観測所まで登ってきた設置工事業者と一時待機し、移動決定の一報を受けて急ぎ霧島総合支所へ移動して、その屋上にパラボラアンテナの設置工事を行った(図4)。通信速度は実測値で概ね下り3Mbps/上り1.5Mbpsである。翌6日から数日を火山活動モニター用に準備した計算機や事務用品などの移送と活動拠点としての環境整備などに費やし、霧島火山観測所に代わる現地活動拠点が立ち上がった。

この新設した現地活動拠点は「霧島臨時観測室」と命名され、2月8日にその開設が発表された。また同日、気象庁が霧島総合支所2階に「霧島山(新燃岳)総合観測班現地事務所」を開設した。以後、この現地事務所とは立入規制区域内での作業などで連携を密に取りながら観測を進めている。一方、霧島火山観測所の機能はこれまで通りに維持し、定常的観測の無人拠点としてテレメータ中継や機材・資材の保管場所として利用されている。このことは8日の記者会見でも触れられ、利便性のために臨時観測室を開設したのであって地震研究所がえびの高原から撤退したのではないことが強調され、関係する教職員にも周知徹底され

た。これは、1990～1995年の雲仙岳噴火の際、報道各社が雲仙岳測候所の非公式情報の内容を正しく理解せずに島原市から撤退したのを見て住民がパニックに陥った事件（吉田，1999）を繰り返さないための配慮であった。

このような臨時観測室の立ち上げ作業を行いつつ、2月9日までに以下の作業を進めた。

高千穂南観測点：太陽電池パネル増設（50W 2枚）、地震計交換（Trillium 40→Trillium 120PA）、Trident 増設（空振計用）、空振計設置（SI100）。

霧島火山観測所：地震計交換（振動技研→Trillium 120PA）、微気圧計設置、絶対重力計（FG5）設置場所確定、除雪作業。

硫黄山北観測点：地磁気（プロトン磁力計）データ回収。

大幡臨時観測点：進入路（大幡林道）のゲートや積雪などの調査。

図5に2月1日～9日に作業をした観測点を示す。

2月8日の午後には第3陣1名が浅間火山観測所の公用車に観測機材を満載して到着し、臨時観測室の引き継ぎを済ませて第2陣は2月9日に帰京した。これより3月31日までの期間、臨時観測室には交替で教職員1～2名が常駐した。それに加えて2月14日～28日は事務職員が交替で駐在し、2月24日～3月31日は事務補佐員を現地採用して臨時観測室での事務処理等に当たった。

その他の変化として、2月15日には臨時観測室に固定電

話回線が開通した。しかし、教員や技術職員は現場作業に出掛けて留守にすることが多く、そのため公用あるいは個人の携帯電話を多用したことから、臨時観測室の固定電話・FAXはあまり利用されなかった。気象庁の現地事務所の様に臨時観測室付きの携帯電話を1台用意して、それを引き継いでいく方式が良いように思われる。

また、霧島総合支所がある地域ではNTT西日本がフレッツ光のサービスを提供しておらず、ADSLも交換局までの距離があるために高速通信が期待出来ないことから、臨時観測室を開設してしばらくの間は衛星通信回線のみを利用するしかなかった。そこに地元の通信事業者（関西ブロードバンド九州支社）から4.5 km先の霧島ロイヤルホテルとの間の長距離無線LAN回線の提案を受け、これが2月16日に開通したことで都市部でのADSL並みの通信速度を利用することが可能になり、東京とのVPN接続もストレスなく出来るようになった。

### 地震・空振観測点新設以外の作業

科学技術振興調整費による地震・空振観測点の新設に関する作業が2月16日から始まった。前述の通り、これに関する報告は辻ほか（2011）に譲り、本報告ではそれ以外について7月までの作業を以下にまとめる。

硫黄山北観測点：MT 観測装置保守。

烏帽子観測点：傾斜計のオンライン化（LS-7000XTを局舎に入れて、センサーまでケーブルを敷設）、傾斜計の零点調整、傾斜計の地中埋設、空振計の交換、試験用地震計・空振計の設置（それぞれ2式ずつ）。

大幡観測点：地震計交換（L-4C 3D→Trillium 120PA）、ローガー交換（HKS-9550→LS-7000XT）、GPS 設置、微気圧計設置、テレメータ化。

霧島火山観測所：絶対重力計（FG5）の保守・データ回収、水準点資料の貸し出し。

霧島南観測点局舎：空振計交換。

新燃西観測点：地震計交換（STS-2）、LS-7000XT 増設（空振計用）、空振計設置、プロトン磁力計交換、電源（太陽電池-チャージコントローラ）回り改修。

高千穂河原観測点（気象庁）：空振計信号比較試験観測。

高千穂西観測点：霧島南に設置しているDC電源と回線アスタ交換、地震計（CMG-3T）センタリング。

霧島神宮（臨時観測室）：微気圧計のテレメータ化。

えびの～えびの高原水準路線：一等水準測量。

えびの高原～新湯水準路線：一等水準測量。

無人ヘリコプタ：新湯林道入口に基地局を設けて、無人ヘリコプタで空中磁気測量、空中写真・ビデオ撮影、赤外画像撮影、地震観測装置設置、GPS 観測装置設置。

図6に7月までに作業をした観測点を示す。これらの作業のため、多くの教職員が現地を訪れては帰って行った。

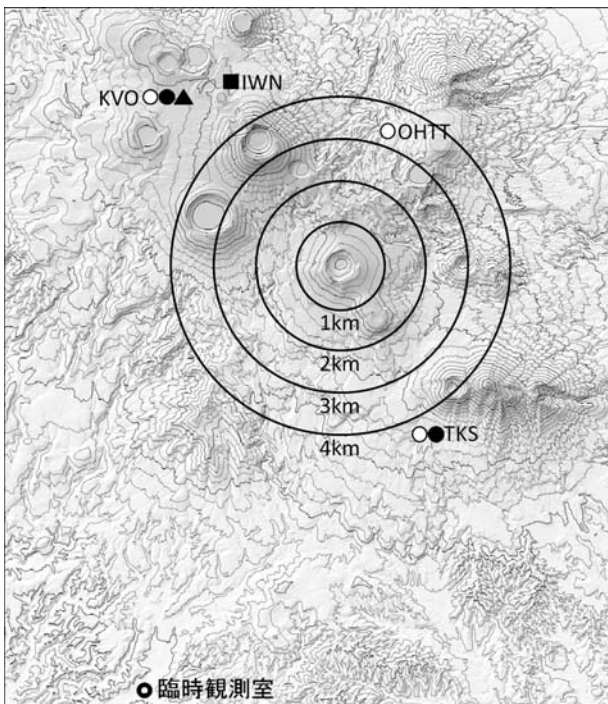


図5. 2月1日から9日の間に作業をした観測点。○は地震計、△はGPS、■は全磁力、●は空振計・微気圧計、▲は重力計の作業を行った。ただし、OOHTは進入路の調査だけである。



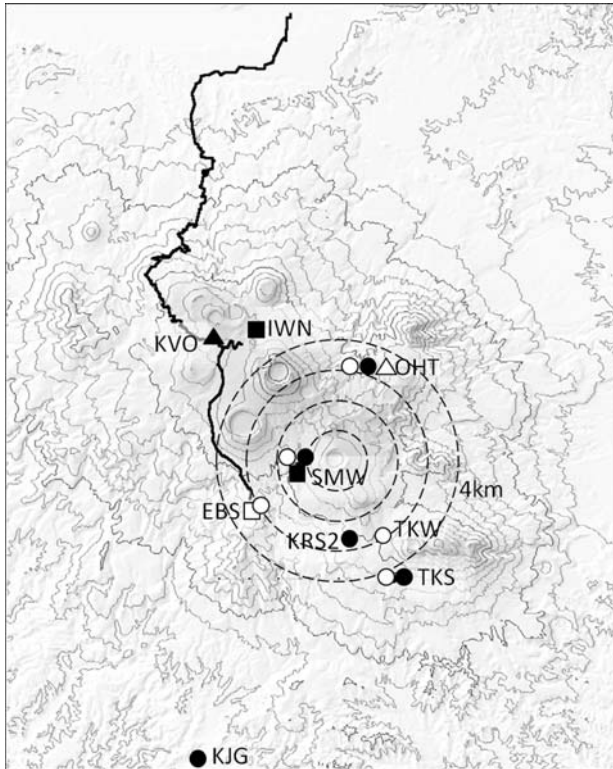


図 6. 2月中旬から7月末までに作業をした観測点および測量した水準路線。○は地震計、△はGPS、■は全磁力、●は空振計・微気圧計、▲は重力計の作業を行った。霧島山北麓からKVOを通過してEBSの近くへ伸びる実線は水準路線である。

表2に示したのは、1月26日から3月31日までの間に臨時観測室あるいは霧島山周辺での作業に就いた教職員の日程である。地震、地殻変動、電磁気、微気圧、重力、噴出物調査など多岐に亘る観測・調査と地震・空振観測点の新設作業が同時に進められており、人員の出入りは極めて複雑であった。

### 観測作業以外のこと

霧島火山観測所にいた数日間は、報道機関から電話取材の申し込みや一般からの問い合わせが多数あった。観測所の存在は世に広く知られており、タウンページには電話番号が掲載されている。しかし4年近く無人であること、研究者が不在になってからは8年以上経っていることを知る人はいない。一般には、火山観測所があるのならば島原地震火山観測所の太田教授や有珠火山観測所の岡田教授のような所謂ホームドクターが常駐していて絶えず火山活動に目を光らせていると思われており、現地で出会った人々からはそのような期待が感じられた。また、技術職員という職種は馴染みがないためか理解してもらえず、「あなたは火山の観測(研究の意らしい)をしてるんでしょ?今後の火山活動の見通しは?」などとコメントを求められることもあった。取材は窓口であるアウトリーチ室にと願います

るのであるが、相手は情報を聞き出すプロなのでうっかり発言を記事にされないよう受け答えには細心の注意が必要である。臨時観測室に移ってからは、霧島総合支所の心遣いで庁舎内での取材は全面禁止とする措置がとられたため、業務に専念することが出来た。

臨時観測室を開設した目的の1つに、物資の輸送先と一時保管場所の確保がある。観測所だと日中は野外作業に出て無人になってしまい、荷物を受け取れない恐れがある。その場合は荷受けのために誰かが留守番をするか、営業所止めにして引き取りに行けば良いのだが、これでは人員や時間が勿体ない。臨時観測室は霧島総合支所の一室に構えられているので、平日であれば支所において受け取ってもらうことが出来る。また、1階の倉庫の一角を使用する許可が得られたので、一時的な物資保管場所として使わせてもらっている。鹿児島空港から車で20分、韓国岳から高千穂峰まで一望出来る臨時観測室は、地震研究所にとっては利用しやすい活動拠点である。他方、他機関の利用頻度は予想していたよりも低い。これは、大量の機材を投入あるいは頻繁に現地で作業をしているのが鹿児島大学や九州大学といった九州内の機関であり、彼らは公用車で自走して来るために機材の別送や保管場所を必要としないからである。しかし今後の火山活動の変化によっては大いに役立つ日が来るであろう。

臨時観測室での作業の中で意外に苦心したのが、作業計画書の提出であった。これは、2階の総合観測班現地事務所にて作業前日の17時までに電子ファイルをメールに添付して提出する書類で、全員の氏名、携帯電話番号、作業場所、入出域予定時刻を記入する。規制区域内作業の様式には、申請者の所属長の役職、氏名、電話番号も記入する。立入規制区域内での作業が予定されている場合は、これを基に気象庁職員が各自治体や警察署、消防署などの関係機関に通知する。立入規制区域内での作業がある場合はこの作業計画書を1日につき1枚の提出が求められるので、連続して同じメンバーが同じ場所で同じ作業をするのであっても、10日間の予定であれば10枚提出しなければならない。また、朝から日没近くまで野作業をするので、臨時観測室に戻ってから翌日の作業計画書を作成しては締切に間に合わないことがある。そこで翌々日の作業計画書を作成・提出するのだが、翌日の作業がどこまで完了するか確定しない段階で翌々日の作業計画書を作成するのは悩ましい作業であった。現地事務所の担当者とは連絡を密にして良好な関係を築いていたので、東京から代理提出するなどしてこの手間をもう少し軽減出来ればもっと効率良く野外観測作業を進められたと思う。

### 最後に

1月26日午後には始まった噴火は、朦々と立ち上る噴煙柱

表 2. 霧島山へ出張した教職員の日程表.

	01/26	01/27	01/28	01/29	01/30	01/31	02/01	02/02	02/03	02/04	02/05	02/06	02/07	02/08	02/09	02/10	02/11	02/12
噴火警戒レベル	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
立入規制 (km)	1	2	2	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
渡邊		○	○	○	○		○	○	○	○								
辻		○	○	○	○													
平田(安)		○	○	○	○													
森																		
阿部																		
外西																		
及川		○	○	○	○		○	○	○	○								
中田		○	○	○	○		○	○	○	○								
金子		○	○	○	○													
大湊		○	○	○	○													
小山(崇)																		
相澤																		
上嶋																		
市原																		
森田																		
武屋																		
前野																		
綿田							○											
田中(愛)																		
大久保																		
今西(直)																		
平田(直)																		
長谷																		
鈴木(由)																		
大塚																		
佐野																		
小川原																		
武田(い)																		
山寺																		
美坂																		

註釈 1. 1月26日から3月31日までを記載している。註釈 2. ただし、事務職員の美坂さんは現地採用の事務補佐員である。









と弾道を描いて飛散する岩塊や闇夜に浮かぶ赤い火柱で人々の大きな不安と関心を引きつけた。しかし、3月11日の東北太平洋沖地震 ( $M_w$  9.0) が発生すると、世の耳目は津波による甚大な被害と福島第一原子力発電所の事故へと移り、新燃岳は急速に取り上げられなくなっていった。所内ですら、新燃岳の噴火はもう終息したのかと尋ねられることがある。しかし、本報告を執筆している10月現在、新燃岳は依然として噴火活動を継続している。4月下旬以降は周期的な爆発を繰り返さなくなったが、1月の噴火開始前と変わらぬレートで山体膨張が続いている(国土地理院, 2011)。1716-17年の噴火活動は断続的に1年半ほど続いた(井村・小林, 2001)ので、今回の噴火もやや長期戦になる可能性は充分にある。噴火活動再活発化の予測は難しいが、いつでも対応出来るよう心構えつつ日常業務に勤めたいと思う。

**謝辞:** 今回の霧島山噴火に対応する観測に際して、霧島市霧島総合支所の皆様には会議室を臨時観測室として無償提供して頂いています。特に栗野正人氏には多方面でお世話になっています。観測開発基盤センターおよび総合観測室の皆様には、東北地方太平洋沖地震発生で観測業務が多忙になってからも新燃岳噴火に配慮して人員を割いて頂きました。火山噴火予知研究センターの皆様と鹿児島大学の中尾准教授には、現地観測作業で協力して頂きました。また事務室にも、物品購入や通信回線契約や臨時観測室への人員派遣など、多大な協力を頂きました。テレメータ室の宮崎裕子氏には機器の設定やネットワーク構成にご尽力

頂きました。査読者の酒井准教授と三浦助教には本報告を改善する上で大変有用なコメントを頂きました。ここに記して感謝申し上げます。

## 文 献

- 井村隆介・小林哲夫, 2001, 霧島火山地質図, 通商産業省工業技術院地質調査所。
- 鍵山恒臣・ほか68名, 1995, 霧島火山群における人工地震探査, 地震研究所彙報, **70**, 32-59。
- 鍵山恒臣・宇平幸一・渡部暉彦・増谷文雄・山口 勝, 1979, 霧島火山の地熱調査, 地震研究所彙報, **54**, 187-210。
- 国土地理院, 2011, 第121回火山噴火予知連絡会資料, 47-56。
- Minakami T., S. Utibori, M. Yamaguchi, N. Gyoda, T. Utsunomiya, M. Hagiwara and K. Hirai, 1969, The Ebino Earthquake Swarm and the Seismic Activity in the Kirishima Volcanoes, in 1968-1969, Part 1. Hypocentral Distribution of the 1968 Ebino Earthquakes inside the Kakuto Caldera, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, **47**, 721-743。
- Miyazaki T., S. Hiraga and T. Minakami, 1969, The Ebino Earthquake Swarm and the Seismic Activity in the Kirishima Volcanoes, in 1968-1969, Part3. Crustal Deformation inside the Kakuto Caldera Relating to the 1968 Ebino Earthquakes, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, **47**, 769-781。
- 宮崎 務, 1990, 水準測量によって明らかにされた日本の活動的火山の地殻変動, 地震研究所彙報, **65**, 665-807。
- 辻 浩・森 健彦・渡邊篤志・阿部英二, 2011, 霧島新燃岳噴火に伴う臨時地震・空振観測点の設置, 震研技報, **17**, 12-18。
- 歌田久司・鍵山恒臣・霧島火山電磁気研究グループ, 1994, 霧島火山の深部比抵抗構造 (I), 地震研究所彙報, **69**, 241-256。
- 吉田賢治, 1999, 普賢岳鳴動す 太田一也聞書, 西日本新聞社, 289頁。