

## 西之島火山への観測点設置

渡邊篤志\*<sup>†</sup>・大湊隆雄\*\*・武尾 実\*\*

### Installation of a Seismic and Infra-Sound Station on the Nishinoshima Volcano

Atsushi WATANABE\*<sup>†</sup>, Takao OHMINATO\*\* and Minoru TAKEO\*\*

#### はじめに

日本には世界の活火山の約 1 割が存在すると言われており、現在 111 の火山が活火山として認定されている (気象庁, 2017)。海域においても 29 の火山島と海底火山が活火山と認定されているが、海蝕に耐え長期間存在しうる新島を生じる火山活動を観察・観測することは稀である。これまでの国内観察例は 1934~35 年の昭和硫黄島と 1973~74 年の西之島新島の 2 例のみであり、海外でも観察例は少ない。2013 年 11 月に始まった西之島の噴火活動は、2 年間にわたって大量の安山岩質溶岩を流出し続ける珍しい活動であった。このような活動を間近で観測することは、火山島の誕生と成長を理解する上で貴重な資料を与えてくれるが、噴火警報や航行警報により西之島への接近が規制されていた。2015 年 12 月には溶岩の流出がほぼ収まり、2016 年 8 月には警戒すべき範囲が火口から 500 m 以内に縮小され、西之島の一部に上陸しての調査・観測が可能になった。我々は、2016 年 10 月に噴火後の西之島へ初上陸し、地震・空振観測点を設置したので報告する。

#### 西之島

西之島は小笠原諸島父島の西方約 130 km に位置する無人の火山島で、伊豆—小笠原弧の七島—硫黄島海嶺の一部である (図 1)。1702 年の発見以降 1973 年 5 月に初めて噴火が確認され、同年 9 月には新島が誕生した。噴火活動は翌 1974 年 5 月頃まで続き、同年 6 月には漂砂などにより新島と旧島が結合した。その後、たびたび変色水域が観測

2017 年 10 月 16 日受付, 2017 年 10 月 31 日受理。

<sup>†</sup> 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火山噴火予知研究センター

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

\*\* Volcano Research Center, Earthquake Research Institute, the University of Tokyo.

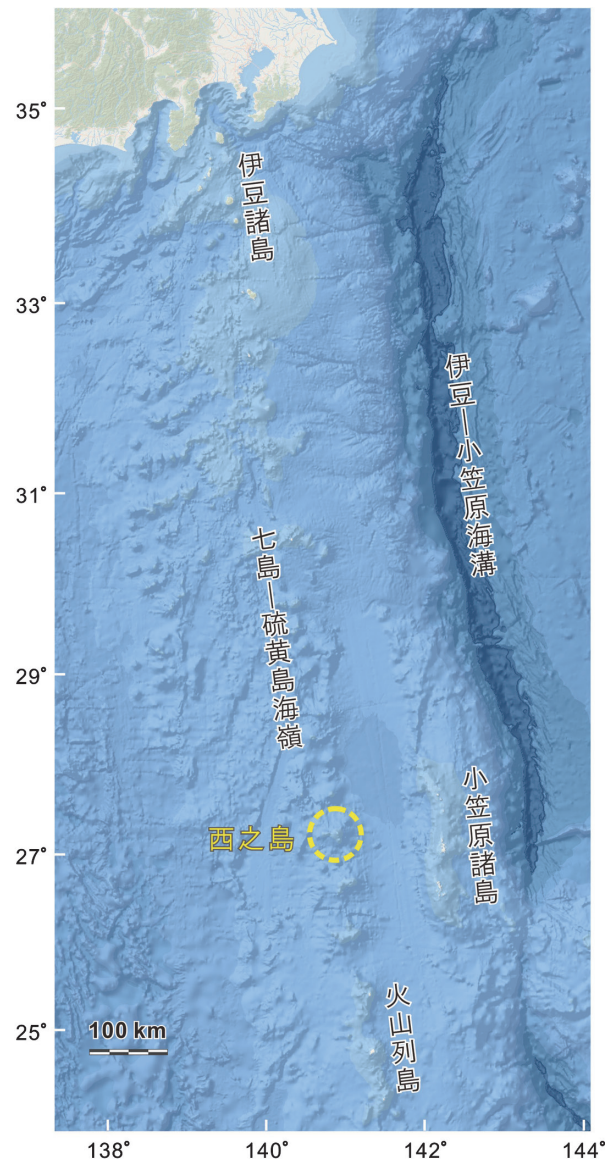


図 1. 伊豆—小笠原弧の海底地形図。海底地形は NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) による。



図 2. 国土地理院撮影の鉛直写真. 赤線は、新しい溶岩流に覆われなかった旧島の範囲. 左：2013年12月4日撮影. 右：2016年12月20日撮影. 左右とも縮尺は同じ.

された（海上保安庁海洋情報部，2017）が，約40年間噴火活動は確認されていない。

今回の噴火は，2013年11月20日に上空を通過した海上自衛隊の航空機によって発見された。発見時には既に海面上に長径200mほどの火砕丘があり，人工衛星による熱異常観測によると2013年11月初旬に噴火活動を開始したと推測されている（Maeno *et al.*, 2016）。発見当初スルツェイ式だった噴火様式は，新島が成長してマグマと海水の接触が絶たれるとストロンボリ式へと移行し，やがて火口や山腹から溶岩が流出するようになり，2013年12月25日には浅海を埋めて新島と旧西之島が結合した。その後も大量の溶岩流出が続き，樹枝状の溶岩流が全方位へ拡大して噴火以前の西之島を殆ど覆い尽くした（図2）。2015年12月に溶岩流出が収束するまでの噴出量は1億 $m^3$ を超え，島の面積は2.6 $km^2$ に，スコリア丘の高さは140mにまで成長した（国土地理院，2017）。

### 上陸への道

噴火が確認されて以降，上空や周辺海域での調査・観測が繰り返されてきたが，気象庁の噴火警報や海上保安庁の航行警報が発表されていたため，島に接近することができなかった。噴火活動が低下してくると，最大で火口から半径6kmだった規制範囲も段階的に縮小され，2016年8月

には半径500mになった。これにより西之島の海岸部が規制範囲から外れた。噴火開始から2年9ヶ月にして上陸調査が可能になり，海洋研究開発機構が所有する新青丸の研究航海で実施することとなった。

西之島を含む小笠原諸島は，広範囲が世界自然遺産，国立公園特別保護地区，国有林森林生態系保護地域などの自然環境や生態系を保護する地域に指定されており，人間活動が厳しく規制されている。今回の上陸調査では観測機器の設置，岩石試料の採取，昆虫類の採取を行うので，国立公園特別保護地区内での「工作物の新築」，「土石採取」，「動物捕獲および殺生」の許可を得る必要があった。また，国有林森林生態系保護地区へ立ち入るにあたり，上陸予定者全員が関東森林管理局での「小笠原諸島森林生態系保護地域利用講習（調査・研究者）」を受講して修了証の交付を受けた。修了証の有効期間は2年である。さらに，噴火活動により生物相のほとんどが消失したと考えられる西之島は，海洋島における生物相の成立過程を観察するまたとないフィールドであることから，南硫黄島などへの上陸調査を参考に環境省などと協議して「西之島の保全のための上陸ルール」を作った。このルールには，「上陸は必要最小限の人数と頻度で行う」，「陸上で使用する物は基本的に新品を購入する」，「やむを得ず新品でない物を使う場合は，冷凍やアルコール清拭で付着・混入した生物を死滅させる」，

「陸上用品のパッキングはクリーンルーム内で行う」、「船内では上陸用品保管専用の部屋を設け、上陸作業直前まで密閉する」、「上陸はウェットランディングで行う」、「行政機関等の第三者の検疫チェックを受ける」などが定められた。船上でも小さな虫が混入する可能性があるため、上陸行動中の飲食物も事前にパッキングして船内の保管室へ運び込んだ。また、西之島での排泄行為は生態系攪乱の原因となるおそれがあるので、各員が携帯トイレを携行した。加えて、万一に備えて出港から上陸作業が完了するまでの間、上陸予定者は発芽の可能性がある種を含む食品の摂取を禁止された。

海洋研究開発機構では、運用する研究船を用いた上陸作業を実施したことがなかった。そこで、上陸に使用する船艇や作業手順、西之島と船との連絡手段などについて綿密な打ち合わせを重ねるとともに、横須賀本部にある水深3.3mの多目的プールにて、援助なしに自力で海中からゴムボートへ上げられるかの技量確認が行われた。

### 設置地点の選定

観測点設置作業に先立って現地視察やノイズ調査などを行って設置地点を選定するのが定石であるが、西之島ではそれらを実施することが出来ない。そこで、海上保安庁や国土地理院が撮影した空中写真および2016年6月に気象庁の啓風丸で行われた調査航海の際に無人ヘリコプタを用いて撮影した4K映像を丹念に見て、上陸地点、設置候補

地点およびアクセスルートを検討した。安全に上陸できる砂礫の浜、広帯域地震計を埋設または半埋設可能な平地、台風などの高波にもさらわれない高度などの条件から、観測点候補地は西之島西岸に僅かに残った台地状の旧島上部とし、近傍の浜に上陸して南側からアクセスすることとした。

### 観測機材

これまでに、アナタハン島（渡邊ほか、2008）や大野原島（渡邊ほか、2014）などの無人島に観測点を設置してきた。アナタハン島でのオフライン観測点設置は、1箇所あたりの作業時間は1時間ほどであったが、移動にヘリコプタを利用しており、厚く積もった火山灰にLE-3Dliteとロガーやバッテリーを収めたボックスを埋設する比較的簡単な作業であった。大野原島では、何度も三宅島から遊漁船で渡って入念に現地調査を行い、2日をかけてオンライン観測点を設置した。今回は、最終的に泳いで渡らねばならない絶海の孤島において、事前の現地調査なしに数時間でオンライン観測点を設置するという最も挑戦的な計画となった。火山性地震には低周波成分が卓越するものがあるので地震計には120秒計であるTrillium 120QAを採用し、爆発的噴火や山頂の陥没の際には空振の発生が期待されるので空振計も併設する。電力はソーラーパネル、データ伝送は衛星通信を利用するほかに選択肢はない。常時接続には相当な電力と通信費が必要になるので、前日分のランニン

表 1. 使用した主な機材の諸元

機材	型式等	製造元	備考
地震計	Trillium 120QA	Nanometrics	感度:1202.5 V/m/s 帯域:120 s - 150 Hz 断熱カバー・マット
空振計	SI104	白山工業	感度:0.97 mV/Pa 帯域:0.1 - 1500 Hz
記録計	SC-ADHIMG	シモレックス	入力:±10 V, 4 ch A/D: 100 sps, 22 bit 平均消費電力:2 W
衛星通信端末	Thuraya IP+	Thuraya	最大通信速度:444 kbps 消費電力:1.2 A at 12.0 V(実測値)
ソーラーパネル	GT133S	ケー・アイ・エス	最大出力電圧:17.2 V 最大出力:56 W
バッテリー	CYCLON-G G26EP	EnerSys	定格:12 V - 26 Ah 重量:10.8 kg
ソーラーコントローラ	SS-6L	電菱	定格:6 A
DC/DCコンバータ	SVM12SC12	イーター電機	出力:12 V - 1.3 A センサー電源用
リレー	G3FD-X03S	オムロン	Thuraya電源制御用
ケース	PC-1500, PC-1430	Pelican	防水, 防塵, 耐衝撃 電波が減衰しにくい

グスペクトル画像を定時発信時に送信し、波形データはリクエストに従って必要な分だけを送信する方式を採用することにした。

西之島へは7名での上陸を計画していたので、その輸送能力を考慮すると、電源は50W級のソーラーパネルが1枚と30Ah級のバッテリー1台が上限であるため、出来るだけ低消費電力の機器を使用する必要がある。そこで、シモレックス製SC-ADH10Kをベースにして4ch, 100sps, 22bitのロガー機能と前日分のランニングスペクトル画像(低周波側と高周波側の2枚)の生成機能、および通信装置の電源管理機能を有した専用装置を開発した。この装置の消費電力は定格2Wである。衛星通信には比較的通信料が安いThurayaを利用することとし、通信端末はThuraya IP+を採用した。この端末の消費電力は実測で14.4Wであるが、平常時の定時発信を1日に2回、10分間ずつに限ると24時間平均では0.2Wとなり、50W程度の発電能力でも連続稼働できる目処が付いた。

観測点に使用する主な機材を表1に示す。装置は地震計、空振計、ロガーやバッテリーなどを収めたメインボックス、衛星通信端末を収めた衛星ボックス、ソーラーパネルなどで構成される。接続ケーブルなどの付属品を除いた重量は41.3kgとなった。現地での作業時間が限られているので、センサーやボックス間のケーブルは防水コネクタで接続し、ボックス内もバッテリー以外は全て事前に組み上げて持ち込むこととした(図3)。メインボックスと衛星ボックスを繋ぐEthernetケーブルは、通信に使わない芯線を利用して電力を送るように細工し、持ち込む機材と現地作業の軽減を図った。図4に各装置間の接続を模式的に示す。

準備した観測装置は、組み込む前に地震研究所2号館の屋上で半月ほど動作試験を行った。問題なく動作することを確認してから最終的に組み上げ、防疫処置の後に上陸に向けて輸送用の防水ケースや防水バッグにパッキングした。

### 西之島への上陸

西之島への上陸調査は、東京大学大気海洋研究所が公募した学術研究船「新青丸」共同利用研究航海「KS-16-16」の一環として実施された。2016年10月16日に横須賀を出港し、19日の朝に西之島周辺海域に到着した。その日は上陸予定海岸まで作業艇で近づき、海底の障害物の有無や波打ち際の地形が上陸に適しているかなどを確認し、翌日の上陸作業に備えた。西之島周辺海域滞在中は、上陸作業の他にも海底地震計や海底電位磁力計など海底観測機器の回収および投入、海底地形測量、ウェーブライダーの放流および揚収が行われた。

上陸作業は10月20日7時に開始され、現地調査や観測機器の設置を行った。上陸したのは、大湊隆雄・前野 深・



図3. 機器を組み込んだボックス。左)メインボックス。ロガー、バッテリー、ソーラーコントローラ、DC/DCコンバータ、端子台、GPSアンテナが入る。右)衛星ボックス。Thuraya IP+ 端末が入る。

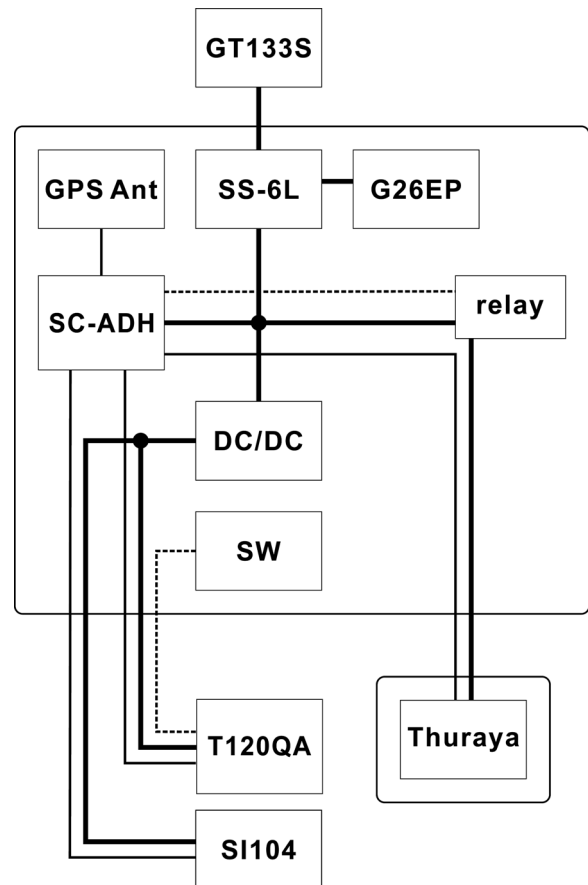


図4. 機器の接続模式図。信号系を実線、電力系を太線、制御系を破線で示す。各機器の略語は次の通り。GT133S:ソーラーパネル。SS-6L:ソーラーコントローラ。G26EP:バッテリー。SC-ADH:記録計。GPS Ant:時刻較正用GPSアンテナ。DC/DC:DC/DCコンバータ。SW:地震計センタリング用押しボタンスイッチ。T120QA:地震計。SI104:空振計。Thuraya:衛星通信端末。

渡邊篤志（東京大学地震研究所），中野 俊（産業技術総合研究所地質調査総合センター），吉本充宏（山梨県富士山科学研究所），川上和人（森林総合研究所），千田智基（環境省関東環境事務所）の7名である。

上陸の手順は概ね次の通りであった。上陸者はウェットスーツに着替えて、西之島へ持ち込む荷物を保管室から取り出した。新青丸は海岸から約1.2kmの位置に停泊し、作業艇とゴムボートを下ろした。まず、前日に偵察したポイントまで作業艇が行き、目印となる浮標を設置した。次に、ウェットランディングやマリンスポーツの経験者2名がゴムボートで浮標まで行き（図5）、無線機などの最低限の装備とロープを持って入水、浮標と岸との間にガイドロープを渡して固定した。その後、ゴムボートでは上陸者を2-3名ずつ、作業艇では荷物を新青丸から浮標まで運び、そこからは上陸者が荷物を抱えて泳いで上陸した（図6、7）。やや波がありフィンを1つ失いつつも8時30分過ぎには全員が無事に上陸し、荷物の輸送も終えた。計画段階では30m程度を泳ぐことを想定していたが、GPSトラックを精査したところ約65mであった。

上陸した海岸は親指大から人頭大の円礫に砂が混じった浜が広がっており、足下が不安定で非常に歩き難い。また、海鳥の糞特有の臭いが鼻を突いた。上陸してすぐに波にさらわれない場所まで荷物を運ぶと、ウェットスーツを脱いで作業しやすい服装に着替え（図8）、手分けして荷物を旧島の上まで運んだ。旧島の上へは古い溶岩と新しい溶岩流との狭い隙間を縫うように登った。新しい溶岩の表面はガラス質で脆く、割れると非常に鋭利なエッジとなるので慎重に歩を進めた。

旧島上に到着後は、地質調査班3名、生態系調査班2名、観測点設置班2名の3班に分かれて作業を行った。図9は新青丸から望んだ、旧島上での調査の様子である。地質調査と生態系調査の様子は、それぞれ前野ほか（2017）や川

上（2017）などに詳しく報告されている。ゴムボートでの接近から旧島上での設置作業までの観測点設置班の行動範囲を図10に示す。



図6. ゴムボートから荷物を抱えて泳ぐ



図7. 西之島の海岸に上陸



図5. ゴムボートに乗り込んで新青丸を出発



図8. ウェットスーツから作業着に着替えて調査の準備



図 9. 新青丸から撮影した旧島上での調査の様子（撮影：篠原雅尚）。矢印の下に作業者がいる。



図 10. 国土地理院の鉛直写真にプロットした GPS トラック。緑線はゴムボート、赤線は泳ぎ、青線は徒歩の区間。丸囲みの数字は次の通り。1:浮標, 2:上陸地点, 3:調査・撤収準備地点, 4:荷物残置地点, 5:観測点設置地点。

### 地震・空振観測点の設置

荷運びを終えて一息つき、9時30分頃から観測点に適した場所の探索を開始した。旧島上の平地は海鳥の一大営巣地となっている。オナガミズナギドリとカツオドリは繁殖期を終えていたが、アオツラカツオドリは抱卵や育雛の最中であった。砂地の地下にはオナガミズナギドリの巣穴が多数あるので、それらを乱さぬよう極力古い溶岩流のヒダの上を歩く。できるだけ海鳥の繁殖に悪影響を与えず、地震計を埋設する穴を掘ることが可能で、風当たりが弱く日当たりの良い南西の空が開けた場所を探し、旧島の中央

からやや南よりの溶岩流先端に隣接する場所を観測点と定めて設置作業を開始した。

まず地震計を設置するために礫混じりの砂地に穴を掘ると、深さ45cmほどで溶岩が出た。そこに地震計台として直径400mmのアルミ円盤を敷き、その上に断熱マットを敷いて地震計を設置し（図11）、断熱カバーを被せて完全に埋め戻した。ロガーやバッテリーを収納したメインボックスは、日射対策としてアルミ蒸着シートで覆い埋設した。ただし、時刻校正用GPSアンテナの部分はシートに窓を開け、土を被せていない。衛星ボックスは仰角を34度に保つための台に固定し、メインボックスの隣に半埋設した。これも日射対策としてアルミ蒸着シートで覆ったが、やはりアンテナの前面には大きな窓を設けている（図12）。空振計はメインボックスから5mほど離れた岩陰に設置し、風のノイズを低減するために石を積んで覆った。ソーラーパネルはメインボックスから10mほど離れた半分埋まった転石にステンレス針金できつく固定した（図13）。各機器を繋ぐケーブルは、全て保護管に入れて埋設した。

機器の設置が終わって電源を投入したところ、地震計の上下動と東西動の速度出力が振り切れていて、幾度かセンタリングを実施しても状況に変化がなかった。Trillium 120QAは衝撃に強く、20Gまで耐えられる仕様で、他の広帯域地震計と比べて輸送時の振動などに強い。上陸時に波に揉まれることを想定して緩衝材で厳重に包んで輸送したが、故障した可能性は否定できない。また、水平を保つよう十分に注意しながら地震計を埋設したが、周囲を突き固める際にずれてしまった可能性もある。しかし、予定していた作業終了時刻を過ぎ、我々の体力が尽きていたこともあり、地震計の掘り起こしや配線確認を諦めて南北動と空振の観測データで西之島の火山活動をモニターすることにした。設置作業を終えたのは13時過ぎで、設置点の探索開始から設置完了までの所要時間は約3時間30分であった。



図 11. 地震計の設置



図 13. ソーラーパネルと空振計. 左奥にソーラーパネルが設置されていて、丸で囲んだ石積みの中に空振計がある。



図 12. ボックスの設置. 左で作業中なのがメインボックス、右の半埋設されているのが衛星ボックス。

後日、地震研究所内で実験したところ、この地震計を3度以上傾けるとセンタリングができなくなり、西之島と同様の症状を再現できた。Trillium地震計は、図14のように方位を120度ずつ回転させたU、V、Wの3つの斜め振り子の出力からX、Y、Zの3成分を合成している。地震計はXが東向きとなるように設置するので、地震計を埋め戻す際に東西方向に傾斜してU軸のセンタリングが出来なくなった可能性が高い。

### 西之島からの脱出

各班の作業が終わると、上陸地点に戻って帰りの身支度を始めた。採取した岩石資料は、地質班と観測点設置班の防水バックと地震計の輸送に使った防水ケースに分けてパッキングした。水圧で潰れて浮力を失わないよう、岩石資料が入った防水バックには地震計やバッテリーを運んだ際の緩衝材を詰め込んだ。ウェットスーツに着替えて海に入ろうとしたが、調査をしている間に上陸時よりも波が高く

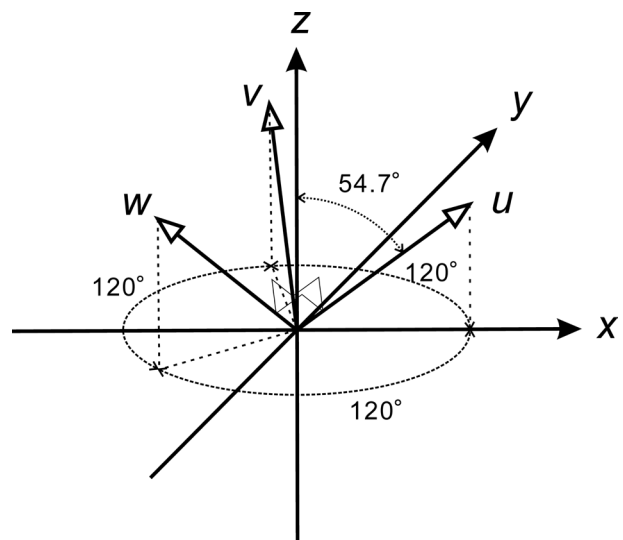


図 14. Trillium地震計の座標系

なっており、安全と海況の先行きを検討した結果、この日は全ての荷物を浜に残置して身一つで船に戻ることにした。そこで、満潮時でも波にさらわれないように、浜の一段高いところまで荷物を退避させた。

浜から沖へ泳ぎ出すことは、浜へ泳ぎ着くことよりも困難であった。上陸時よりも波が高くなったため、水深が海岸付近で急に浅くなり発生した巻き波が全てを岸へと押し返した。次々と打ち寄せる波のタイミングを見計らって水に入り、波頭が砕ける前に波の下を潜らなければならないが、既に体力を消耗していたこともあり、不慣れな者は波に揉まれて何度も押し返された。15時過ぎに全員が帰還した時には、シュノーケルを2つ失っていた。

### 残置荷物の回収

西之島に残した荷物は、翌10月21日に回収作業が行わ

れた。前日の経験から、7名の中で泳ぎに長ける3名が上陸して作業にあたった。荷物に繋いだロープを作業艇で引っ張り、碎波帯を抜けたところでゴムボートが揚収して本船まで運ぶということを繰り返した。打ち寄せる波と沿岸流に苦戦しながら3時間ほどで全ての荷物とガイドロープの回収作業が終わり、西之島上陸調査は完了した。

### 観測データ

ここでは、西之島に新設した観測点で得られた観測データの一部を紹介する。観測点が稼働し始めた翌日の2016年10月21日14時07分頃に鳥取県中部で $M_w$ 6.2の地震が発生し、西之島でもその地震波が観測された。図15は観測点から自動送信された2016年10月21日の24時間ランニングスペクトル画像のうち低周波側のものである。14時過ぎに鳥取県中部の地震の信号がはっきりと見られる。

図16は2017年4月17日と18日のランニングスペクトル画像である。17日の午後から地震活動が高まり始め、18日の8時前後に大きな地震が発生し、それ以降は連続的な振動が続く。東京大学地震研究所(2017)はひまわり8号の画像を用いて4月17日11時50分(JST)頃に火山活動の再活発化が始まったと推定しており、観測された振

動は火山性地震や微動であると推測される。

多くの波形データをダウンロードして活動の解明が求められるところであるが、4月21日にダウンロードしようとした際に途中で通信が途絶えて以降、10月12日現在に至るまで音信不通となっている。リクエストファイルの書式を間違えたことが原因ではないかと思われるが、現地から装置を回収してみないと本当の原因は分からない。通信部分だけの不具合で、現地での収録は継続されていることを願うばかりである。

### おわりに

観測を開始して6ヶ月で通信が途絶えてしまったが、極めてアクセスが困難な場所でも火山活動をリモートでモニターできる観測装置を組み上げ、少人数かつ短時間で設置することに成功した。この装置は衛星通信を利用しているので、日本国内のみならずThurayaのサービスエリア内であれば海外でも使用可能である。4月の再噴火により、再び火口から1.5kmの範囲に立ち入れなくなっているが、火山活動モニタリングの継続と装置の改良のため、噴火活動が沈静化したら再度上陸して機器の交換作業を行いたいと思っている。

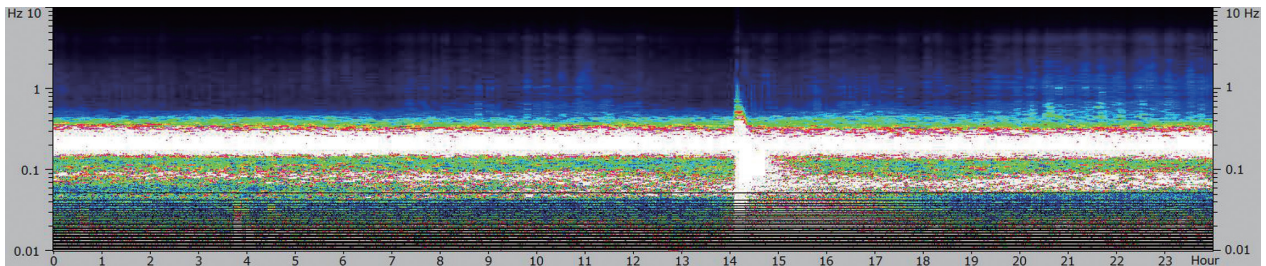


図 15. 自動送信されてきた2016年10月21日の24時間ランニングスペクトル画像

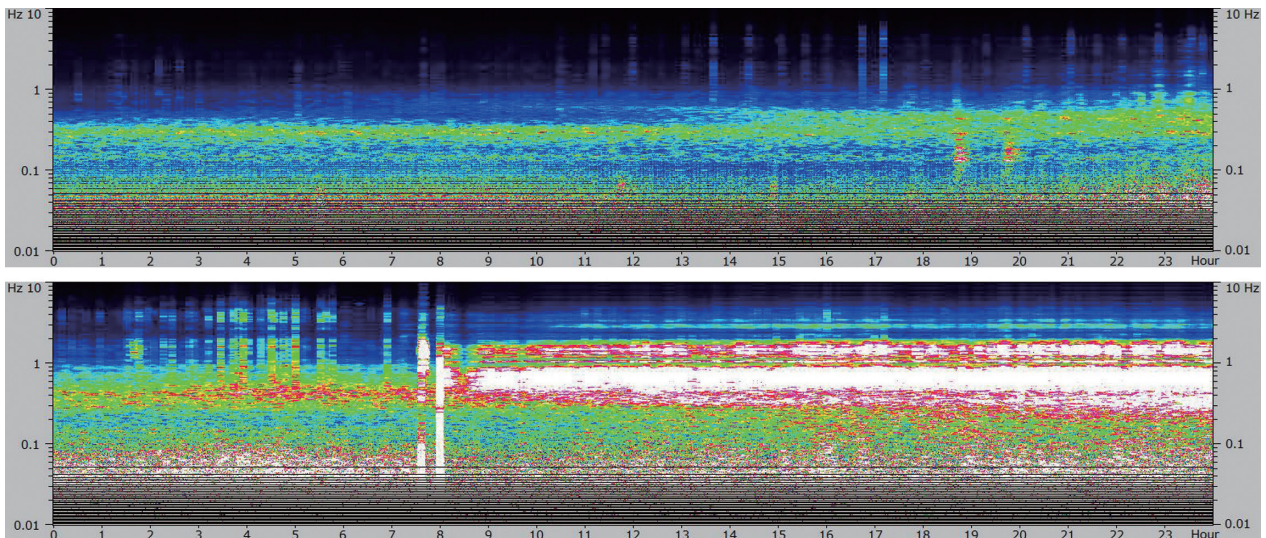


図 16. 自動送信されてきた2017年4月17日(上)と18日(下)の24時間ランニングスペクトル画像



謝 辞：海洋研究開発機構の山室悠太氏には、上陸作業に際して大変有用な助言、およびガイドロープ固定用のスクリューパーグを貸して頂きました。中村義行船長をはじめとする新青丸の皆様には、船上作業のサポートや作業艇とゴムボートの運用をして頂きました。東京大学地震研究所の篠原雅尚教授には、新青丸から撮影した上陸調査の写真を提供して頂きました。塩原 肇教授と飯高 隆准教授には、本稿を改善するうえで大変有益な査読意見を頂きました。ここに記して感謝申し上げます。この観測は、科研費基盤研究 A (No. 16H02221, 研究代表者：武尾実) と科研費基盤研究 A (No. 15H01794, 研究代表者：杉岡裕子) を用いて実施された。

## 文 献

- 海上保安庁海洋情報部, 2017, 海域火山データベース 西之島, <http://www1.kaiho.mlit.go.jp/GIJUTSUKOKUSAI/kaiikai/kaiyo18-2.htm>, (参照 2017-10-03).
- 川上和人, 2017, 西之島上陸探検記, 海洋政策研究所 Ocean Newsletter, 394, [https://www.spf.org/opri-j/projects/information/newsletter/backnumber/2017/394\\_3.html](https://www.spf.org/opri-j/projects/information/newsletter/backnumber/2017/394_3.html), (参照 2017-10-06).
- 気象庁編, 2017, 「日本活火山総覧 (第 4 版)」, [http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/souran/menu\\_jma\\_hp.html](http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/souran/menu_jma_hp.html), (参照 2017-09-28).
- 国土地理院, 2017, 西之島付近の噴火活動関連情報, <http://www.gsi.go.jp/gyoumu/gyoumu41000.html>, (参照 2017-10-06).
- Maeno F., S. Nakada and T. Kaneko, 2016, Morphological evolution of a new volcanic islet sustained by compound lava flows, *Geology*, **44**, 259-262.
- 前野 深・中野 俊・吉本充宏・大湊隆雄・渡邊篤志・川上和人・千田智基・武尾 実, 2017, 新火山島の初上陸調査—西之島 (東京都小笠原村)—, 地学ニュース, **126**, N1-N13.
- 東京大学地震研究所, 2017, ひまわり 8 号 AHI 画像による西之島の活動再活性化開始時期の推定, 第 138 回火山噴火予知連絡会資料 (その 5) 西之島, 22.
- 渡邊篤志・森田裕一, 2008, アナタハン島での長期間オフライン地震観測点の設置, 震研技報, **14**, 53-57.
- 渡邊篤志・大湊隆雄・及川 純・松島 健, 2014, 三本嶽点の記 (大野原島観測点新設の記録), 震研技報, **20**, 19-24.