

西之島火山の 2013 – 2014 年噴火活動†

小野 智三*¹, 濱崎 翔五*¹, 矢島 広樹*², 伊藤 弘志*³, 野上 健治*⁴

Volcanic eruption of Nishi-no-shima volcano in 2013–2014†

Tomozo Ono*¹, Shogo Hamasaki*¹, Hiroki Yajima*², Koji Ito*³, and Kenji Nogami*⁴

Abstract

The Japan Coast Guard has been routinely observing volcanic activities of Nishi-no-shima volcano from aircraft, conducting aerial photographic survey, thermal infrared measurement and visual observation. The Nishi-no-shima volcano erupted on November 20, 2013 for the first time in 40 years. We report the volcanic activities from November 20, 2013 to September 17, 2014.

1 はじめに

海上保安庁では、海上交通安全の確保を目的として長年海底火山や火山島である海域火山を航空機や測量船等を用いて監視観測を行ってきた。

日本には活火山として認定された火山は 110 ヶ所あるが、そのうち海域火山としては、伊豆大島や三宅島などの伊豆・小笠原列島から火山列島に至る南方諸島方面の 23 ヶ所および鹿児島県の錦江湾にある若尊や桜島などのトカラ列島を経て先島諸島までの南西諸島方面の 10 ヶ所の計 33 ヶ所を監視観測対象としている。

通常時は、南方諸島方面は年間 2 回、南西諸島方面は年間 4–5 回定期的に監視観測を行い、さらに不定期ではあるが当庁航空機が他業務で海域火山近傍を飛行した時に監視観測を行っている。

また、南方諸島方面の火山列島以南の福岡ノ場や日光海山などの海域火山では、海上自衛隊と

協力して年間 5 回程度の定期監視観測を行っている。さらに今回の西之島の活動に対応し 2013 年 12 月からは、海上自衛隊と航空自衛隊の所属航空機が硫黄島への空輸等で西之島近傍を飛行する際に両隊の業務に支障が出ない可能な範囲で西之島の噴火活動を監視し、簡単な報告をしていただいている。

海域火山の特異な火山活動情報が一般船舶等から通報があった時は、海上保安庁では直ちに航空機による臨時観測を行い、必要に応じて航行警報等の措置をとり、気象庁や火山噴火予知連絡会に報告され火山活動の判定に用いられる。

今回の西之島火山での噴火活動では 2013 年 11 月 20 日に噴火活動が確認されて以来、海上保安庁は海上自衛隊と協力して 2014 年 9 月 17 日までの 10 ヶ月間に航空機を用いた火山調査を海上保安庁 27 回、海上自衛隊が 8 回の合計 35 回実施し

† Received September 29, 2014; Accepted November 14, 2014

* 1 海洋調査課 海洋防災調査室 Geodesy and Geophysics Office, Hydrographic Surveys Division

* 2 技術・国際課 Technology Planning and International Affairs Division

* 3 海上保安大学校 海事工学講座 Academic of Maritime Science and Technology, Japan Coast Guard Academy

* 4 東京工業大学 Tokyo Institute of Technology

た。調査項目は、目視観測、空中写真撮影、熱計測の3項目について実施し、活動状況の把握に大いに活用されている。西之島火山は未だ活動中であるが、今回はこれら一連の調査結果を報告する。

2 西之島火山の概要

西之島は、「日本周辺海域火山通覧（第4版）」（伊藤・他，2012）によると、東京から南へ約930 km、父島の西方約130 kmにある無人島（Fig. 1）で、南北約650 m、幅約200 m、島頂は中央部付近（27°14.8'N, 140°52.5'E, 25 m）で、全体

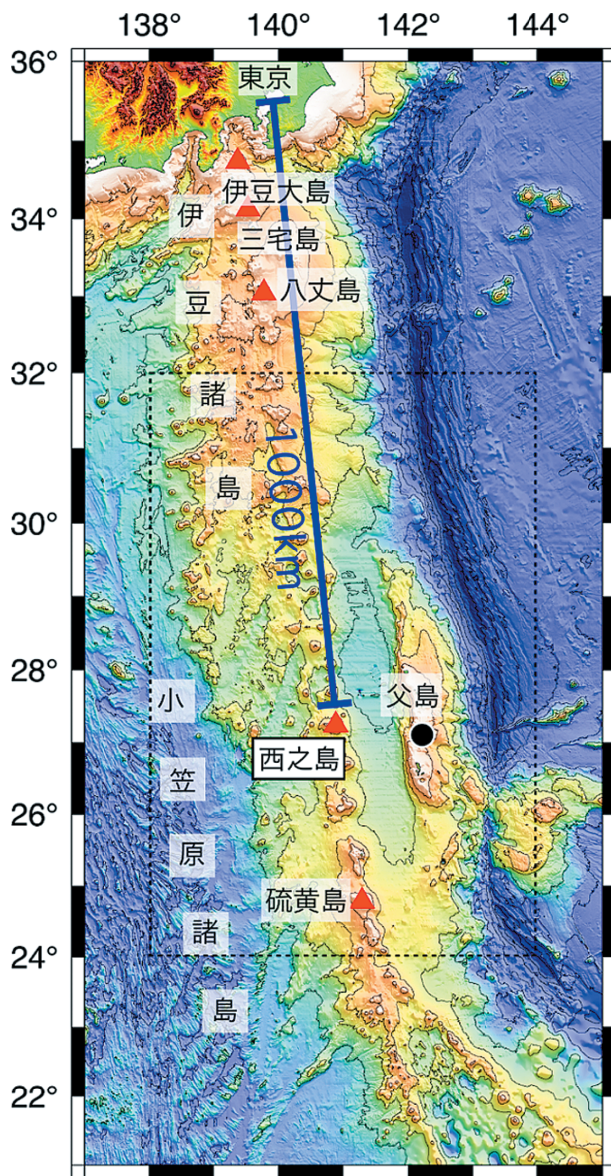


Fig. 1. Index map showing the location of Nishi-no-shima volcano.

図1. 西之島位置図。

として平低な SiO₂ 58–60 wt% の安山岩質である旧島（以後、本稿では「1973年西之島」と呼ぶ）と、1973–74年噴火活動で形成された新島（以後、本稿では、「西之島新島」と呼ぶ）から構成される。西之島火山の山体は、西之島西方約12 kmに位置する古い火山体と西之島を含む新しい火山体から成っている。古い火山体は山体斜面に谷が刻まれ、北北西–南南東方向の断層により変異を受けている。新しい山体は顕著な谷の発達は認められない。これらの火山体には側火山がいくつか認められ、顕著なものとして西之島の南約10 kmには西之島南海丘が存在する（Fig. 2）。

1973年5月、1973年西之島の南側約600 mの海底で有史以来噴火記録のない西之島火山が活動を開始した。噴火活動は1974年6月頃までの約1年間継続した。噴火活動中は活動する火口の位置を数回変えながら、火砕物や溶岩流を放出して新島を形成した。このとき形成された新島は、1973年12月に西之島新島と命名された。1974年6月頃、西之島新島は漂砂等により1973年西之島と接続し、その後西之島新島の大半が波浪による侵食のためその一部が残存するのみとなった。1999年1月では西之島新島は、面積250,100 m²、標高15.2 mとなった。

西之島新島からは、シソ輝石普通輝石安山

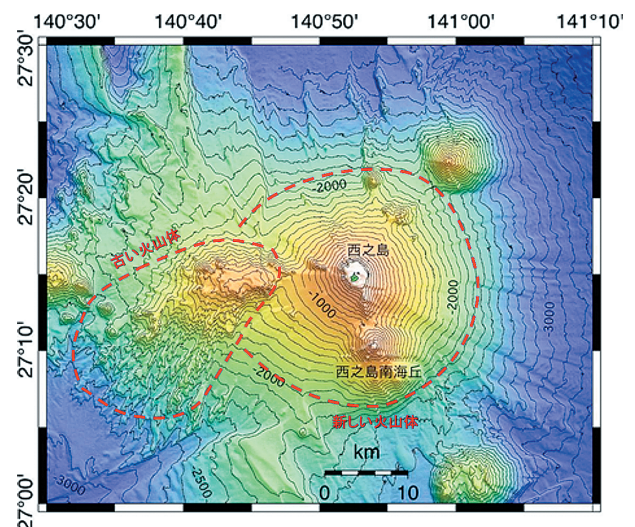


Fig. 2. Bathymetric map around Nishi-no-shima volcano.

図2. 西之島周辺の海底地形図。

岩、カンラン石単斜輝石安山岩が採取されている。岩石成分は SiO_2 58.4–58.9 wt%, Na_2O 0.41–0.42 wt%, K_2O 1.12–1.16 wt% である（伊藤ほか、2012）。

噴火活動直前の調査は 2013 年 6 月に行い、西之島東岸に変色水域が認められたものの特異な火山活動は認められなかった。

3 調査概要

今回の西之島火山での噴火活動では 2013 年 11 月 20 日に噴火活動が確認されて以来、2013 年 11 月 22 日まで、毎日観測を実施した。噴火活動の発見当初であるこの期間の活動状況は、典型的な海底火山活動であるマグマ水蒸気噴火を継続し、新たな陸地が成長を続けていることと噴火活動が衰えることはないことが確認された。2013 年 11 月 22 日にはマグマ噴火となり本格的な噴火活動へ移行したことから、それ以後は数日おきに実施することにした。また活動開始から 4 ヶ月が経過した 2014 年 3 月からは、噴火活動が新たな陸地の中央にある噴火口からの噴火活動と緩やかな溶岩流の拡大と安定した活動様相を示していることから、1 ヶ月に 1 回の観測頻度で実施している。

航空機は火山灰を含んだ噴煙に突入して飛行するとエンジン故障の可能性があるため、過去においては墜落した例もあるため、いかなる観測項目においても噴煙に突入しない様に特に留意して実施している（Photo 1）。

調査項目のうち目視観測は毎回実施した。空中写真撮影、熱計測の 2 項目は機体の物件投下口から撮影し、噴煙高度が概ね 1,500–1,800 m 前後あることから、噴煙に突入しないために最低高度を 2,100 m とし、この高度以上での撮影を実施した。そのため、最低高度以下に濃密な雲がある天候状況では実施できなかった。

目視観測は、航空機の高度を 1,200 m で西之島全体及び付近海域の状況の観測、600 m で活動中の火口付近や溶岩流等の活動状況の観測、450 m または 300 m では、600 m で観測した活動場所の詳細な観測を実施した。飛行方向は、噴煙に機体



Photo 1. Survey aircraft Bombardier Q300.
写真 1. ボンバルディア Q300 型調査機。

が突入しない様に留意しつつ、また観測で使用しているボンバルディア Q300 型機は、高翼機であるため、旋回中に観測窓からの視界が得られないという特性を考慮して、風上側を西之島からの距離を約 1–3 海里（約 1.85–5.56 km）離れた場所を往復飛行しつつ目視による噴火活動状況の記録、デジタルカメラ及びデジタルビデオカメラによる撮影を実施した。さらに現場上空では、搭乗員操作による航空機搭載の熱赤外線カメラによる活動状況の録画を行った。

空中写真撮影は、物件投下口からデジタルスチルカメラによる撮影を撮影高度 2,100–3,000 m で実施した。最低撮影高度は既述のとおりであるが、撮影高度は撮影データに雲が映り込まない様に撮影当日の雲高よりやや低い高度を選択した。使用機材は、Nikon D3200 及び PENTAX 645D であり、解像度はそれぞれ 2,400 万画素と 6,700 万画素である。この性能は標準レンズを使用して撮影高度 2,600 m で撮影した場合、1 画素あたりの分解能は、0.3 m と 0.2 m に相当する。この結果高精度な撮影結果が期待できる。

撮影時は、標準レンズを使用し撮像の歪み等に留意した。またカメラには水平儀を装着し撮像が垂直写真になる様に工夫した。

撮影範囲は、溶岩流による撮影対象の変化が大きいことから、他機関の観測結果や新聞等マスコミの撮影画像等により撮影範囲を決定した。コース間隔は、撮影範囲を包含する様に、また撮影測

線数をより少なくして解析時の効率化を図るために、撮影予定高度である 2,600 m で単測線となるように設定し、予想を上回る範囲に活動区域が拡大していた場合を想定して、単測線の両側にサイドラップが 30% 以上となる測線間隔 1,440 m とする測線を設定した。

さらに、南北方向あるいは東西方向だけでの測線では噴煙の流出方向による進入が困難になることも想定されることから、東西方向及び南北方向の 90° 異なる測線をそれぞれ 1 セット準備した。撮影は実体視による地形観測を可能とするために、オーバーラップを考慮して撮影した。オーバーラップは 60% を基準としたが、噴煙のため撮影できない区域を少なくするためオーバーラップを 80% 程度まで増加して撮影した。

熱画像装置を用いた温度計測は、相対的な温度画像である航空機搭載の熱赤外カメラと異なり温度の定量的な計測が可能である。使用した熱画像装置は、TESTO 製 890 型で温度の空間分解能は 0.71 mrad である。

この温度計測も物件投下口から熱画像装置を用いて西之島の温度を計測した。この温度計測により活動中の溶岩流や火口の状況や温度分布が判明した。ここに各調査の調査項目等については Table 1 に示す。

4 調査結果

2013 年 11 月 20 日

西之島の南東約 500 m の付近に噴火活動を確認した。噴火位置には、黒いスコリアで形成された火砕丘からなる新たな陸地を確認した。新たな陸地の形状は尖端方向を北北東にした長径約 100 m、短径約 70 m の卵型で、長径の軸線は北北東-南南西であった。噴火口は新たな陸地の南側に偏って存在し直径約 30 m であった。周辺海域に浮流しているパミス・スコリア等は認められなかった。噴煙の高度は約 600 m で南から南南東方向へ約 10 km 流れていた。約 1-2 分毎にコックステールジェットを伴う黒色噴煙を吹き上げる爆発的噴火が発生し、爆発的噴火の持続時間は

Table 1. List of survey items.

表 1. 調査項目一覧。

No.	調査日	使用航空機	観測項目	観測者
1	2013/11/20	LAJ501	目視・赤外画像	本庁
2	2013/11/21	MA725	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁
3	2013/11/22	MA725	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁
4	2013/11/24	-	写真	三管
5	2013/11/26	MA725	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁
6	2013/11/30	MA722	目視	三管
7	2013/12/1	MA725	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁
8	2013/12/4	-	写真	三管
9	2013/12/7	-	写真	三管
10	2013/12/13	MA725	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁
11	2013/12/16	-	写真	海自
12	2013/12/18	-	写真	海自
13	2013/12/24	MA725	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁
14	2013/12/26	MA725	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁
15	2013/12/28	-	写真	三管
16	2014/1/3	-	写真	三管
17	2014/1/12	MA725	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁
18	2014/1/16	-	写真	海自
19	2014/1/17	-	写真	海自
20	2014/1/20	MA725	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁
21	2014/1/27	-	写真	海自
22	2014/1/28	-	写真	海自
23	2014/2/2	-	写真	三管
24	2014/2/3	MA725	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁
25	2014/2/10	-	写真	三管
26	2014/2/11	MA725	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁
27	2014/2/21	MA725	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁
28	2014/2/28	MA725	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁
29	2014/3/24	MA725	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁
30	2014/4/15	MA725	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁
31	2014/5/21	MA722	目視・垂直・赤外画像	本庁
32	2014/6/11	-	写真	海自
33	2014/6/13	MA722	目視・赤外画像	本庁
34	2014/7/23	MA722	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁
35	2014/8/26	MA722	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁
36	2014/9/12	-	写真	海自
37	2014/9/17	MA722	目視・垂直・温度計測・赤外画像	本庁

約 15-20 秒であった。噴火時以外は連続的に白色噴煙を放出していた。変色水は、新たな陸地を中心とした直径約 1,000 m で北側を西之島に接した茶色の変色水域があり、その周りに緑色で幅約 2,000-3,000 m、長さ約 10,000 m の扇状となった変色水域を認めた。噴火口には高い熱源を認めたが、西之島及び変色水域には、特異な高温域は認められなかった。日没後、噴火により放出された火山弾が赤く発光しているのを確認した。

2013年11月21日

2013年11月20日の噴火位置で噴火活動を継続しているのを確認した。第1火口の中心位置は簡易の空中写真測量の結果から $27^{\circ}14.5'N$, $140^{\circ}52.6'E$ (概位)である (Fig. 3a)。新たな陸地の形状は楕円形で昨日よりやや大きくなり、東西約110 mで南北は約130 m、新たな陸地中央やや南東側に噴火口が形成された (第1火口)。この第1火口は直径約35 m、高さは北側の火口縁で約20–30 mであった。新たな陸地の面積は約 0.01 km^2 で地表には直径約1–2 mの岩石が多数確認できた。地表面からは数条の白色噴気があるのを確認した。噴火口からは、白色噴煙が高さ約900 mで南南東へ流れていた。約1–1.5分間隔で黒色噴煙を伴う爆発的噴火があり、多数の約1–1.5 mの大きさの火山弾がコックステールジェットを呈して放出されていた。西之島の南側、火砕丘付近から西へ約1,000 m、東へ約1,500 m、幅約700 mで北側を西之島に接する茶色の変色水域を確認した。西之島西岸から新島の東約2,000 m、幅約1,200 mの緑色の変色水を確認した。さらに西之島の南約10 kmに位置する西之島南海丘付近に直径約1,000 mの緑色の変色水域を確認した。

空中写真測量の解析結果から、今回の噴火位置は、1973–1974年噴火の際の1973年9月14日の噴火開始位置と一致することが分かった。

2013年11月22日

第1火口は、前日に引き続きほぼ同じ位置で噴火活動を継続していた。新たな陸地の大きさは昨日とほぼ同じであるが、火砕物により高さが若干増していた。

第1火口の東側に前日まで認められなかった小火口の第1a火口が形成されていた (Fig. 3b, Photo 2)。第1火口では、前日まで噴出していた白色噴煙が認められなくなり、連続的に青白色の火山性ガスが高さ約600 mまで放出されていた。爆発的噴火は約2分毎に発生し、茶褐色の噴煙を噴き上げていた。火口の温度は 183°C (計測高度



Photo 2. Number 1 and 1a craters (photo taken by Japan Coast Guard on Nov. 22, 2013).

写真2. 第1火口および第1a火口 (2013年11月22日海上保安庁撮影)。

2,900 m) であった。

第1a火口は、連続的に放出する青白色の火山性ガスは認められなかったが、約2分毎に茶褐色の噴煙を伴う爆発的噴火が第1火口とは同時または交互のタイミングで発生していた。火口の温度は計測限界を超えた 250°C 以上 (計測高度2,900 m) と第1火口より高温であった。

これら2つの火口での爆発的噴火に伴う茶褐色の噴煙は、高度約600 mに達し、風によって南東に約1,000–1,500 mたなびいていた。西之島周辺の変色水域は色調に変化はないが、規模は縮小していた。西之島の南約10 kmの西之島南海丘付近の変色水域は認められなかった。

2013年11月24日

(三管区撮影写真より考察)

新たな陸地の大きさは2013年11月22日と比べてほぼ変化がないが、溶岩が北東方向に流出し、海岸に達して海岸付近で白い湯気をあげていた。第1火口及び第1a火口からは、約2分おきに爆発的噴火を繰り返しており、噴煙の高さは約450 mで噴煙の色は灰色であった。火口内には赤熱した溶岩を確認することができた。噴火時には赤熱したものを含んだ火山弾を放出し、その着弾範囲は火口から半径約200–300 mで付近海面に

達していた。変色水域は、規模が縮小していた。

2013年11月26日

第1火口の北東側へ流れた溶岩流は新たな陸地の海岸線からさらに東へ約50m伸びていることを確認した (Fig. 3c)。新たな陸地の南側海岸付近には大量の水蒸気が南東方向に約800m、高さは約30mで海面に接した状態で立ち上っていた。熱赤外画像の観測によると、溶岩流の噴出口は2ヶ所あり、それぞれの噴出口から溶岩流が東と南方向に向け流下しているのを確認した。この南下した溶岩流が海中に流れ込んでいる可能性があった。噴火は、2013年11月20-21日に見られた様なマグマ水蒸気爆発からストロンボリ式噴火に変化しており、4分以下の間隔で間欠的または連続的に非爆発的なストロンボリ式噴火をしていた。噴火時には、黒色の噴煙を数10m立ち昇らせることもあった。また、火山弾やマグマの噴出が赤外カメラ画像では確認できても、目視では確認できないこともあった。噴火活動の頻度からマグマの供給レートには変化がないと思われた。新たな陸地の南側から茶褐色の変色水が、南東方向へ約500m、幅約100mで流れていた。また、別の変色水は、西之島と火砕丘の間から南西方向に約600m、南東方向に約400mで幅30-50mで帯状に流れていた。

2013年11月30日

(三管区撮影写真より考察)

第1火口の火砕丘東側に流下している溶岩流により新たな陸地は2013年11月26日よりも拡張しているように見えた。溶岩流の海面に接する場所付近には水蒸気の白色噴気があり、時折高く噴出するのが確認できた。新たな陸地の西側には茶褐色の変色水域を確認した。第1火口、第1a火口から噴煙を確認した。噴煙は、第1火口では約1.5-2分間隔で噴出し、高さは約20-30m程度の高さで時折約100mの噴出があった。

2013年12月1日

新たな陸地の大きさは2013年11月30日に比べて大きさに顕著な変化は認められなかった (Fig. 3d)。第1火口からは青白色に噴煙が高さ約2,000mに垂直に立ち昇っており、黒色噴煙を伴う噴火が時々あることを確認した。このときの黒色噴煙の噴煙高度は約1,000mであった。第1火口ではストロンボリ式噴火を認めた。溶岩流は第1a火口付近にある火砕丘東側山腹の溶岩流出口から流出しているのを確認した。溶岩流先端の海岸線には、ところどころ白色の水蒸気が認められた。新たな陸地は、南北約200m、東西約250m、面積約0.03km²となった。茶褐色の変色水が新島西岸から西方向へ約300m伸びており、別の変色水が西岸から薄い茶褐色で西方向へ約200m伸びているのを確認した。

2013年12月4日

(三管区撮影写真より考察)

高度約5,900mから観測した結果、約2分毎に黒色噴煙を伴う噴火が認められた。なお、噴煙高度等の火山活動の詳細については飛行高度が高かったため確認できなかった。西之島と新たな陸地間の海域に薄い茶褐色の変色水が東北東-西南西方向に幅約100m、長さ約800mで伸びていた。撮影された写真及び熱赤外カメラ画像を解析したところ、新たに南西方向への溶岩流が確認され、新たな陸地は従来の東方向、南東方向に加え南西方向へも拡大していることが確認できた。

2013年12月7日

(三管区撮影写真より考察)

西之島を高度約2,100-2,400mで撮影した。目視観測では、詳細に確認できなかったが、赤外線画像では約20秒毎に噴火が認められた。撮影された写真及び熱赤外線画像を解析したところ、12月4日に南西方向へ伸びていた溶岩流は、さらに西方向へ流下しているのが確認された。

2013年12月13日

第1火口から約5分間隔で噴火し、黒色噴煙を

高さ約 150 m まで噴き上げており、薄青色の噴煙を垂直に高さ約 1,000 m まで連続的に放出しているのが認められた。溶岩流は第 1 火口の火砕丘の西側山腹から北西、西南西、南西の三方向に流下し、海面に接する先端部で盛んに水蒸気を上げていた (Fig. 3e)。第 1 火口の火砕丘東斜面には南北方向に長さ約 50 m、幅約 20 m の範囲に噴気帯ができており数ヶ所から白色の噴気を上げていた。新たな陸地は、南北約 330 m、東西約 410 m、面積約 0.08 km² となった。西之島と新たな陸地の間から南東方向に長さ約 800 m、幅約 250 m の茶褐色の変色水が分布していた。なお、東側の溶岩流については、顕著な変化は認められなかった。

2013 年 12 月 16 日

(海上自衛隊撮影写真より考察)

依然活発な噴火活動を継続しており、新たな陸地の中央にある第 1 火口に溶岩が認められた。新たな陸地の西半分の北西から南東にかけての溶岩流に拡大していた。

2013 年 12 月 18 日

(海上自衛隊撮影写真より考察)

火山活動は依然活発に継続していた。第 1 火口には、赤熱した溶岩が認められた。第 1 火口西側山腹にある溶岩流出口からは盛んに溶岩が流出していた。北側海岸での水蒸気の発生状況から溶岩流は北向きであると確認できた。西之島と新たな陸地の間の東西方向約 500 m の海域には、茶褐色の変色水域が認められた。

2013 年 12 月 24 日

第 1 火口、第 1a 火口に加えて新たに第 1 火口の北北東側に新たな第 2 火口が認められた。第 1 火口から薄い青白色の噴煙が連続的に放出され、約 30 秒に 1 回程度、灰白色の噴煙が高さ約 50 m まで吹き上げていた。第 1a 火口からは、青白い噴煙が放出され、赤熱した溶岩が認められた。第 2 火口は、第 1 火口及び第 1a 火口と同様に約 30 秒に 1 回程度の頻度で灰白色の噴煙が高さ約 50

m まで吹き上げ、連続的に白色の噴煙を放出していた。溶岩流は北西に伸張し、西之島南岸の直前まで達していた。なお南側から東側の溶岩流に大きな変化は認められなかった (Fig. 3f)。東側溶岩流の海岸線約 50 m に渡って水蒸気が立ち上っていた。新たな陸地は、南北約 520 m、東西約 490 m、面積約 0.15 km² となった。薄い青白色の変色水が火砕丘から西へ幅約 50 m、長さ約 1,000 m の範囲に広がっていた。また、西之島と火砕丘の間の水路には茶褐色の変色水が認められた。

2013 年 12 月 26 日

新たな陸地の北側に延びた溶岩流の先端が西之島と接合しているのを確認した (Fig. 3g)。北東方向へ延びている溶岩流は海面と接する先端で水蒸気を上げていた。第 1 火口及び第 2 火口では、30 秒から 1 分程度の間隔で噴火し茶色の噴煙を高さ約 100 m に放出していた。第 1 火口からは青白色、第 2 火口からは灰白色の噴煙を連続的に放出していた。第 1 火口火砕丘の西側山腹にある溶岩流出口が赤熱しているのを確認した。新たな陸地は、南北約 530 m、東西約 510 m、面積約 0.17 km² となった。火砕丘及び溶岩流の北東岸に茶褐色で半径約 500 m の半円形をした変色水、新たな陸地の西岸に薄い茶褐色で半径約 300 m の半円形に広がる変色水域を認めた。

2013 年 12 月 28 日

(三管区撮影写真より考察)

火口から数分毎に噴煙を上げ活動中であることを確認した。新たな陸地の北西及び北東岸では、白色の水蒸気が認められた。西之島と新たな陸地の接合部東側海岸付近に褐色の変色水域と、新たな陸地南東岸に接合して半径約 150 m の半円形の褐色の変色水域を認めた。

2014 年 1 月 3 日

(三管区撮影写真より考察)

第 1 火口及び第 2 火口から薄い褐色と灰白色の噴煙をそれぞれ放出しているのを確認した。溶岩

流による西之島との接合部分は、12月28日と比べて長くなり、幅約300mになっているのを認めた。新たな陸地は、12月28日と比べて東側及び西側の両側に大きく拡張していた。新たな陸地の東岸から東南東方向に幅約200m、長さ約800mに伸びる褐色の帯状の変色水域を認めた。

2014年1月12日

第1火口及び第2火口が活動中であり、第1火口からは数分毎に噴火し灰色の噴煙を放出しているのを確認した。第2火口からは、連続的に白色の噴煙を高さ約1,200mまで放出し、第2火口周辺には白色の噴煙が立ち昇っていた。2013年12月26日と比べて、新たな陸地は溶岩流により、東西南北の4方向に拡大しているのが認められた (Fig. 3h)。新たな陸地は、南北約570m、東西約720m、面積約0.29 km²となった。新たな陸地の東海岸から黄土色の変色水が、南東方向へ帯状に幅約50-100m、長さ約500mに渡って分布していた。

2014年1月20日

火山活動は前回の1月12日と比べて活発化しているのを確認した。第1火口からは連続的に青白色のガスを放出しており、約1-1.5分毎に灰色の噴煙を伴う爆発的な噴火を確認した。この爆発的噴火時には、空振を感じた。第2火口からは、灰白色の噴煙を連続的に放出し、断続的に噴火しているのを確認した。2つの火口からは噴火に伴い溶融状態の溶岩を噴き上げているのを確認した。新たな陸地は溶岩流により、北東、南東、西方向へ拡大していた (Fig. 3i)。変色水域は、東岸の2013年11月に活動していた古い溶岩流付近から濃い褐色の変色水が、南南東方向へ帯状に幅約100m、長さ約900mに渡って分布していた。1月20日で活動開始してから2ヶ月が経過し、依然活発な活動を継続していた。その結果形成された新たな陸地は、南北約610m、東西約790m、面積約0.34 km²となった。

2014年2月2日

(三管区撮影写真より考察)

第1火口及び第2火口が活動中であることを確認した。溶岩流は、北東、南東、南西方向へ流下しているのが認められた。新たな陸地の東海岸の湾内に黄土色の変色水域が分布し、湾口から南北方向へ幅約300m、長さ約2,000mで帯状に分布しているのを確認した。

2014年2月3日

第1火口及び第2火口の火口内に赤熱部を認めた。第1火口の火砕丘から白色の水蒸気が発生していた。第1火口から薄青色の噴煙を放出し、第2火口からの噴煙は、薄褐色で高さ約1,000mまで達して北北東方向へ長さ約4,000m流れていた。第1火口からは噴火は認められなかったが、第2火口では熱赤外カメラ画像でストロンボリ式噴火を認めた。溶岩流は新たな陸地の北西・南西・北東・南東の各方向へ延伸していた (Fig. 3j)。前回調査の2014年1月20日と比べると、北西方向へ約50m延伸し、西之島との接続部分が拡大した。また北東・南東方向へはそれぞれ約100m陸地が拡大し、その間に湾状地形を形成していた。新たな陸地は、南北約710m、東西約890m、面積約0.44 km²となった。

褐色の変色水域が、北東・南東方向の溶岩流により形成された湾内に分布し、湾口から東向きに約200mで扇状に分布していた。さらに扇状の変色水域に連続して、薄い褐色の変色水域が帯状に西之島の東方向へ幅約300m、長さ約5,000mで分布し、その先端からごく薄い褐色の変色水域が北東方向へ幅約400m、長さ約1,000mで帯状に分布していた。

2014年2月10日

(三管区撮影写真より考察)

第1火口及び第2火口が活動中であり、噴煙が高さ約1,500mまで達していたのを確認した。新たな陸地の北東海岸付近に水蒸気が上がっていたのが認められた。2月3日に形成されていた東海

岸の湾部に乳白色の変色水域があり、西之島の海岸線から薄い褐色の変色水が北東方向へ向けて分布していたのをそれぞれ確認した。

2014年2月11日

第1火口からは青白色の火山ガスが噴出していた。また、第1火口の火砕丘では、水蒸気が発生していたのを確認した。第2火口ではストロンボリ式噴火を繰り返す、ほぼ休みなく薄い褐色の噴煙を噴出し、噴煙は高度約1,000 mに達し、東から北東方向へ約3,000 mに渡って流れていた。各火口内には、赤熱した溶岩を認めることができた。溶岩流は北東、北、西、南の各方向へ流下し、北側の溶岩流は西之島中央部にあった池をほぼ覆った (Fig. 3k)。褐色の変色水域が、新たな陸地の東側にある湾内から帯状で東北東方向へ幅約100 m、長さ約2,000 mの範囲に分布しているのを確認した。熱画像を解析した結果、溶岩流は主に東方向及び南方向に流下しているが、第1火口の東側及び南側では、新しい溶岩流が流下しているのが確認できた。新たな陸地は、南北約750 m、東西約920 m、面積約0.47 km²となった。

2014年2月21日

第1火口、第2火口及び第1火口の火口丘北東斜面に新たに確認された第1b火口の3ヶ所から

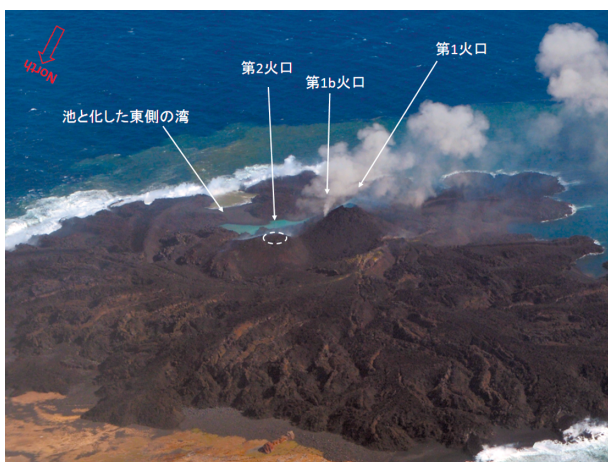


Photo 3. Number 1b crater (photo taken by Japan Coast Guard on Nov. 22, 2013).

写真3. 第1b火口(2014年2月21日 海上保安庁撮影).

の噴煙を認めた (Photo 3)。第1火口からは、薄褐色の噴煙を連続的に、第2火口から白色及び灰色の噴煙を間欠的に、第1b火口からは灰色及び黒っぽい灰色の噴煙を数分毎に噴出していた。溶岩流は東側に向け流出し、東海岸の湾口を閉塞し池を形成した。溶岩流の一部は西側にも流出し、海面に接した場所で水蒸気を上げていた。薄褐色の変色水域が東側海岸の湾口から海岸線に沿って南岸から西岸まで幅200—300 mで分布した。

2014年2月28日

噴煙が第1火口及び第2火口の2ヶ所で認められた。第1火口の噴煙は、色が青白く連続的に噴出していた。第2火口では約15—30秒間隔で間欠的にストロンボリ式噴火が起き、北方向へ長さ約500 m、高さ約1,500 mの灰白色の噴煙を噴出した。溶岩流は南東方向、南方向、南西方向へ拡張していることが認められた (Fig. 3l)。前回の2月21日に確認した、第1火口火砕丘の東に位置する池の面積は若干縮小していた。新たな陸地は、南北約820 m、東西約1,020 m、面積約0.56 km²となった。新たな陸地の東海岸の湾部から明るい褐色の変色水域が北北東方向へ幅約200 m、長さ約3,000 mの範囲に分布しているのを確認した。熱計測の結果、拡張している溶岩流の表面が高温であることが確認できた。

2014年3月24日

噴煙は第1火口、第2火口と第2火口のさらに北側に新たな小火孔 (第2a火口) に確認された (Photo 4)。第1火口は薄い褐色の噴煙を連続的に噴出し、数分に1回の頻度で溶岩片を放出した。第2火口は、ほぼ連続的に白色の噴煙を高さ約150 mまで噴出した。第2a火口は、30分に1回の程度の頻度で第2火口とともに、灰色の噴煙を噴出しているのを認めた。第2火口内に赤熱部分を認め、さらに、第1火口の火砕丘の東側斜面の数ヶ所に赤熱部分を確認した。熱赤外カメラ (動画) によると、第2火口はストロンボリ式噴火の様相を示し、活発に活動しているのが認めら

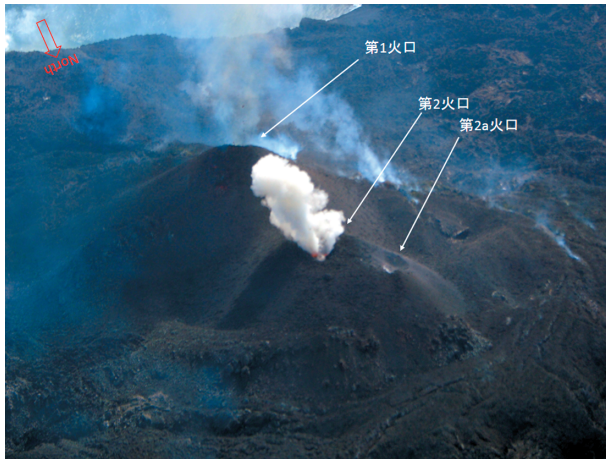


Photo 4. Number 2a crater (photo taken by Japan Coast Guard on Mar. 24, 2014).

写真4. 第2a火口(2014年3月24日 海上保安庁撮影).

れた。空中写真及び熱赤外カメラ画像によると、溶岩流の拡張により新たな陸地は、前回の2月28日の観測と比較して、東方向の拡張が顕著な場所で約125 m、南、西方向についてもそれぞれ約50 m程度に拡大しているのが認められた(Fig. 3m)。新たな陸地の大きさは、東西方向で約1,180 m、南北方向で約920 m、面積は約0.72 km²となった。変色水域は新たな陸地全域の海岸線付近に幅約300-500 mに薄い褐色で分布していることを確認した。

2014年4月15日

噴火活動は依然として継続しており、第1火口と第2火口の2ヶ所から噴煙を噴出しているのを確認した。第1火口は爆発を伴う薄い褐色の噴煙及び溶岩片を噴出した。第2火口は、火砕丘を拡大させ、第2a火口を包含しているのを確認した。また火口底及び火口内壁に赤熱溶岩を確認した。第2火口からは、間歇的に白色及び灰色の噴煙を噴出し、北の風によって南方向へ高さ約600 m、長さ3-4 kmに流されていた。噴煙の噴出間隔は、前回の観測と比べて長くなっていた。西側の溶岩流出口からは、火山性ガスと思われる薄い青白色の噴煙が立ち上っているのを認めた。新たな陸地は溶岩流により、東方向に延伸中であり、その海面に接する溶岩流先端部では、盛んに水蒸気を上

げている状況であった。また前回の観測と比べると、新たな陸地の南部にも、溶岩流による地形変化が認められた(Fig. 3n)。計測の結果、新たな陸地の大きさは東西方向に約1,190 m、南北方向に約1,000 m、面積は約0.77 km²であった(計測値は概算値)。変色水は、薄い褐色で新たな陸地の東側海岸線から帯状に幅約200-300 mで南西方向へ長さ約4,000-5,000 mに分布していた。

2014年5月21日

噴火活動は依然として継続しており、第1火口と第2火口の間に新たな第3火口を確認した。第3火口は青白色の噴煙を連続的に噴出し、しばしばストロンボリ式噴火を繰り返していた。第2火口は、大量の白色噴煙を連続的に噴出していた。噴煙は南西の風により北東方向へ長さ約7,500-9,500 m、高さ約180-250 mで流れていた。第1火口には、噴火活動は認められなかった。熱計測画像の解析によると、溶岩流は第3火口から南方向へ1本流れ、第2火口の火砕丘の東山腹2ヶ所から東方向へ2本流れているのを認めた。海面に接する溶岩流先端部では、盛んに水蒸気を上げている状況であった(Fig. 3o)。なお、西之島の西側は雲に覆われていたため有効な熱赤外線計測ができなかった。新たな陸地が、溶岩流により前回の調査時と比較して、東側海岸線から南側海岸線にかけて約50-100 m沖合へ延伸していた。新たな陸地と西之島の接合部及び新たな陸地の西海岸については、大きな変化は認められなかった。計測の結果、新たな陸地の大きさは東西方向に約1,300 m、南北方向に約1,090 m、面積は約0.91 km²であった(計測値は概算値)。面積は、2014年3月20日頃から増加率が若干鈍化しているが、ほぼ一定に増加していた。薄い青白色の変色水が西之島の周辺に幅約200 mで分布しており、熱赤外線計測の結果、溶岩流先端部付近の変色水域では、周辺水温より約3°C高い場所があることを認めた。

2014年6月11日

(海上自衛隊撮影写真より考察)

第2火口の東側に、青白色の噴煙を噴出する新たな第4火口を認めた。また、2014年5月21日に確認された第3火口及び第2火口から、灰白色の噴煙を放出しているのを確認した。この噴煙は北東方向へ長さ約6,000 mで流出していた。今回確認された第4火口からは溶岩流が南東方向へ流出していた。西之島の海岸線付近に、褐色の変色水域が分布している場所を認めた。

2014年6月13日

第2火口、第3火口及び海上自衛隊により2014年6月11日に確認された第4火口の3ヶ所で噴火活動を確認した。第1火口から噴煙等の噴火は認められないが、第1火口付近及び山腹から水蒸気が発生していた。第2火口では、約10秒毎に噴火を繰り返し、薄い褐色噴煙を噴出していた。第3火口では、青白色の噴煙を噴出し、間欠的に赤熱した溶岩片を火口縁から高さ約50–100 mの高さに放出していた。第4火口では、青白色の噴煙を連続的に噴出していた。また、火口は直径約10–20 m (目測値)で、火口内は溶岩に満たされた溶岩湖の状態を呈していた。3ヶ所の火口から噴出された噴煙は、南東方向に流出し雲高約550 mの中に没していた。新たな陸地の東岸1ヶ所と西岸1ヶ所に水蒸気を上げている場所を確認した。新たな陸地の東岸の溶岩流から西之島北岸を経て西之島西岸にかけた海岸線付近一帯に距岸約200–400 mの海域に緑色の変色水が分布していた。熱赤外カメラ画像では第1火口を除く3ヶ所の火口から激しく溶岩片を吹き上げるストロンボリ式噴火を確認した。溶岩流は、第4火口付近から南東方向に途中で3方向へ分岐しながら扇状に広がっていた。また、第2火口の火砕丘から西側へ伸びている溶岩流の先端部の海岸付近で盛んに水蒸気を上げていた状況を確認した。西之島南海丘付近に、変色水域等の特異事象は認められなかった。

2014年7月23日

新たな陸地の東岸に新たな第5火口を確認した。第5火口は灰白色の噴煙を連続的に噴出しており、火口から東方向へ2本の溶岩流が流出していた。第2火口は灰色の噴煙を噴出し、2–3分毎に爆発していた。第3火口は青白色の噴煙を噴出していた。第1火口跡に、噴気・噴煙は認められなかった。第4火口は溶岩流等により埋没しており確認できなかった。

新たな陸地は、溶岩流により2014年5月21日の調査時と比較して東方向へ約30–280 m沖合へ延伸していた。海面に接する溶岩流先端部では、盛んに水蒸気を上げていた (Fig. 3p)。新たな陸地の大きさは東西方向に約1,550 m、南北方向に約1,070 m、面積は約1.08 km²、最高点は第1火口頂部で海面から高さ75 mであった (計測値は概算値)。

変色水域は、西之島の東部から北東に帯状で茶褐色から薄い褐色に変化しながら、長さ約1,000–2,000 m、幅約500 mで分布していた。また島周辺の海岸に沿って、幅約100–500 mの褐色から黄緑色の変色水域が分布していた。

熱画像計測の結果、第2火口で約200°C、第3火口で約150°C、第5火口で約317°Cを確認した。第1火口に噴気・噴煙は認められなかったが、火口内において周囲の温度よりも30°C以上高温の約78°Cであった。第2火口の火砕丘に、周囲の温度よりも約40–70°C高温の熱異常を数ヶ所確認した。第5火口からの溶岩流先端部の海岸付近では、周囲の海水温度よりも約6°C高い約27°Cであった。他の変色水域でも、周囲の海水温度よりも約3°C高い約25°Cを確認した。なお、西之島南東区域は噴煙に覆われていたため有効な熱画像計測ができなかった。

2014年8月26日

第2火口は、2014年7月23日と比べて拡大し、火口内に溶岩マウンドが形成されていることが確認された。この溶岩マウンドは楕円形に近い形状で大きさ長径約90 m、短径約60 mで、南東側に直径約40 mの丸餅のような円形の高まりがあっ

た。高さは海面から 87 m、第 2 火口の火口底からでは約 20 m であった。溶岩マウンドの頂部付近からは、約 3-4 分毎に溶岩片を含む白色の噴煙を噴出しており、熱赤外画像によると噴煙の噴出部が高温であることが確認できた。熱計測の結果、高温域の最高温度は約 220°C であった。第 2 火口東側に新たな第 6 火口が認められた。第 6 火口内には、赤熱部が認められ連続して白色の噴煙を噴出しているが、溶岩片の飛散は認められなかった。この第 6 火口からは東方向に海岸線に達する溶岩流を流出し、海面に接する先端部で水蒸気を上げていた (Fig. 3q)。この先端部付近の水温は、周囲の水温より約 4°C 高い約 25°C であった。熱計測の結果、火口の最高温度は約 280°C であった。第 3 火口は、爆発的な噴火活動は認められず火口内壁の西側数ヶ所から火山性ガスと思われる青白色の噴気を放出していた。熱計測の結果、噴気の放出場所では、付近と比べやや高温の約 70-82°C であった。第 1 火口は、前回の観測時と変化なく噴気・噴煙等の噴火活動は認められなかったが、第 1 火口を形成する 2 つの火口跡内の温度は周囲の温度よりも 30°C 以上高温の約 63°C であった。第 5 火口では、噴気・噴煙等の活動及び溶岩流出も認められなかった。

新たな陸地は、溶岩流により 2014 年 7 月 23 日の調査時と比較して北東方向へ約 200-250 m 沖合へ延伸していた。計測の結果、新たな陸地の大きさは東西方向に約 1,550 m、南北方向に約 1,240 m、面積は約 1.21 km² であった (計測値は概算値)。また、西側と南側の海岸線では、波浪によるものと思われる浸食により、7 月 23 日と比べて約 10-20 m 後退している場所があった。熱赤外カメラ画像で西側海岸線の比較的新鮮と思われる崩落場所 2ヶ所で熱異常を確認した。この崩落場所付近で溶岩流の割れ目及び噴気孔による高温域が認められた。新たな陸地の西側への溶岩流の大規模な供給は確認されていないが、溶岩流表面や海水に接している部分は冷却されているものの、溶岩流の内部は高温であったことを示している。

今回確認された溶岩マウンドが大きく成長し完

全に第 2 火口を閉塞した場合、爆発的噴火を起こす可能性があることが想起された。

2014 年 9 月 12 日

(海上自衛隊撮影写真より考察)

第 2 火口の火砕丘頂部から褐色の噴煙が噴出しているのを認めた。溶岩流は北東から北方向に延伸し、西之島の一部を埋没させているが、1973 年西之島は、溶岩流により埋没していなかった。遠距離からの撮影のため、第 2 火口付近の詳細な状況は確認できなかった。西之島の北東側、西側及び南西側の 3ヶ所に変色水域を確認した。北東岸の変色水域は茶褐色で、東方向に帯状で幅約 100 m、長さ約 500 m で分布していた。島の西側の変色水域は黄緑色で、海岸線に沿って幅約 50-100 m で分布していた。島の南西側の変色水域は黄褐色で、海岸線に沿って幅約 20-100 m で分布していた。

2014 年 9 月 17 日

2014 年 8 月 26 日に確認された溶岩マウンドは一部を残して溶岩マウンドの北側に形成された第 7 火口の火砕丘に埋没していることを確認した。第 7 火口には、27° 14.66'N, 140° 52.74'E と北緯 27° 14.63'N, 140° 52.74'E (位置は概位) の間に約 30 m 間隔で直線状に並んだ 3 個の火口からなる火口列を認めた。第 7 火口からは、溶岩ブロック及び溶岩片を伴う噴煙を連続的に噴出しており、溶岩片は火口縁から約 100 m の高さまで噴き上げていた。火砕丘は、第 2 火口の上に成長しその頂部の高さは 97 m に達していた。

噴煙は、褐色で高度約 1,400 m まで達し、東方向へ約 10 km に伸びていた。熱計測の結果 3 つの火口の温度は、約 200-310°C であった。第 7 火口の最下部から溶岩流が北向きに流出し、末端部は扇状に広がり 1973 年西之島を除いた西之島の大部分を覆っていた (Fig. 3r)。この溶岩流の一部は海岸線に達しており、先端部付近の水温は周囲の水温より約 3°C 高い約 24°C であった。なお、第 7 火口以外の溶岩流では特異な熱異常は確認で

きなかった。

計測の結果、新たな陸地は溶岩流により8月26日の調査時と比較して北方向に約500 m 延伸していた。新たな陸地の大きさは東西方向に約1,570 m、南北方向に約1,450 m、面積は約1.49 km²であり（計測値は概算値）、新たな陸地を含む西之島全体に対する比率は約95%となった。

変色水域は、西之島の北側、西側及び南側の3ヶ所に分布していた。北側の変色水域は褐色で、北海岸から南東方向へ帯状に幅約400 m、長さ約500 mで分布していた。西側の変色水域は褐色で、西岸一帯に幅約100–200 mで分布していた。南側の変色水域は薄い緑色で、南海岸線付近に幅約50–100 mで分布していた。

西之島の南方海上の27°10.82'N, 140°53.39'E 付近（西之島南海丘付近）に直径約150 mの円形で薄い緑色の変色水域が分布しており、熱赤外画像によると付近海面と比較して若干低温であることがわかった。これは海底から火山性変色水の湧出があることを示している。

溶岩マウンドの近傍に活発な活動を継続している火孔列が形成された。このことは深部から供給されるマグマを適度に放出していることから、溶岩マウンドの爆発の可能性は低くなったと考えられる。

5 1973–1974年噴火との比較

5.1 1973–1974年噴火の概要

1973–1974年の噴火活動は「日本近海における海底火山の噴火」（小坂, 1991）により詳しく報告されている。小坂（1991）によると、1973年4月12日に撮影された写真に変色水域が写っていたことから、初めて噴火活動の開始が認知された。以後1973年5月にかけて相次いで漁船等からの変色水域の報告があり、1973年5月末には噴煙が認められ、海底火山の爆発的な噴火が確認された。

1973年9月14日には、爆発的な噴火活動をしている直径約150 m、高さ約40 mの新島が、1973年西之島の南端から東へ116°、600 mの場

所に確認された。

このときの新島の位置は今回の活動が確認された場所とほぼ同じで、また噴火形態や形成された噴火活動初期の火砕丘の大きさもほぼ同じであった。

その後、1973年9月末には、1973年9月14日に確認された新島である第1新島の山腹西側に形成された小さな側火口から溶岩流を流出し、その後、第1新島の西方約200 mの位置に第2新島を生成した。さらに1973年10月初めには、第2新島からさらに西に約100 mの位置に、第3新島を生成した。噴火は第3新島の西側海中でも確認された。しばらくの期間、第3新島の位置で噴火が継続し、噴出物のため第1–第3新島は接続した。1973年10月末には第3新島の火砕丘の北麓から放射状の溶岩流出跡が確認された。この火砕丘は第1新島のあった場所から西南西に約430 mの位置にあり、5月末の噴火位置からだと約760 mも移動していることが分かった。1973年11月末から12月には噴火は元の第1新島の位置に戻り噴火活動により火砕丘を発達させた。1973年12月にこれら新島を西之島新島と名付け、1973年10月から活動してきた第3新島近傍の火口を第1火口、1973年11月から活動している第1新島の位置の火口を第2火口と呼称することとした。1973年2月下旬頃には、活動形態はマグマ噴火の陸上火山の様相を示してきた。

1974年1月から3月にかけてさらに噴火口は移動し第2火口の北側に第3–5火口を形成して溶岩流を流出し、新島の急激な面積増加があった。1974年3月末頃から活動は小康状態であったが1974年4月に再び活動が活発化し、新島北部の西海岸で大幅な陸地の増加があった。1974年6月上旬頃から急速に活動が衰え、1974年7月上旬には沈静化した（小坂, 1991）。

このように1973–1974年活動は噴火口の位置が変化する特徴的な活動をしていたことから、マグマ水蒸気爆発の期間が長く、形成された火砕丘による新島も海食により成長が遅れ、マグマ噴火の様相を示す活動までに3ヶ月程度費やしてい

た。

5.2 1973-1974年活動と2013-2014年活動との比較

1973-1974年活動に対して今回の2013-2014年活動は、早期にマグマ噴火となり、継続的にマグマの噴出を行っていることが大きな特徴である。そのため火砕丘の成長や溶岩流により陸地の拡張が安定的に行われた。

活動当初からある第1火口が2014年5月までの約半年に、周辺に小火孔を形成したこともあったが、ほぼ同じ1つの噴火口からの噴火を継続して火砕丘を発達させ、その北側に2013年12月24日に確認された第2火口に主な噴火活動を引き継いでいる。

今回の活動では、1973-1974年活動のように、噴火活動によって形成された火砕丘が小規模の段階で別の噴火口に移動することで、この火砕丘が海食により縮小・消滅することなく、安定的に拡大し西之島と接続するまでになった。

また1973-1974年活動の活動期間は、休止期間を含めて、新島が確認された1973年4月から翌年の7月までの15ヶ月間で沈静化したが、2013-14年活動は、活動が確認された2013年11月から2014年9月現在に至る10ヶ月間、活動休止期間はなく活発な活動を継続している。

6 火口及び溶岩噴出位置の変遷

6.1 第1火口

活動当初から存在し2014年6月13日に活動が休止しているのが確認された。活動休止までに火口周辺に小火孔を数ヶ所生じさせながら火砕丘を成長させた。

第1火口は2013年12月初旬に西側に大きく崩れたクレーター状地形の東側に火砕丘を再成長させ、以後は順調に円錐形の火砕丘となった (Photo 5)。火口の形状は1つのクレーター状地形であったが、2014年3月24日頃には、東西に並んだ2ヶ所の穴状火口となった。噴火形態はストロンボリ式噴火を繰り返し、火砕物で山体を成長させて



Photo 5. Number 1 crater (photo taken by Japan Coast Guard on Nov. 22, 2013).

写真5. 第1火口(2013年11月22日 海上保安庁撮影)。

いった。活動休止後の現在は、2ヶ所の火口跡が存在する。

第1火口の火砕丘の西麓の溶岩流出口が大量の溶岩を流出させ、新たな陸地の拡大に大きな貢献をした。

6.2 第2火口

2013年12月24日に活動が確認され、火砕丘を成長させ、約8ヶ月間活動を継続した火口である (Photo 6)。

2014年3月24日には、第2火口端北西側にクレーター状の小火孔を形成したが、2014年4月



Photo 6. Number 2 crater (photo taken by Japan Coast Guard on Dec. 24, 2013).

写真6. 第2火口(2013年12月24日 海上保安庁撮影)。

15日には、この小火孔を取り込み大きく成長していた。2014年8月26日には火口内に溶岩マウンドを形成しているのが確認されたが、2014年9月17日には北側に形成された火砕丘に埋没した。

6.3 第3火口

2014年5月21日に第1火口と第2火口の間で活動が確認された火口である (Photo 7)。

第3火口の形状は、東側が大きく崩れた形の馬蹄形である。この第3火口内の第2火口側に噴煙や溶岩片が噴出する火孔を有していた。

当初は溶岩片を放出するストロンボリ式噴火を呈し、火口からは溶岩流を流出していたが、2014年7月23日には火口には青白色の火山性ガスの放出のみとなり、2014年9月17日に第7火口の火砕丘に埋没した。火口付近からは南方向及び東方向へ溶岩流を流出させている。

6.4 第4火口

2014年6月11日の海上自衛隊により確認され、第1-3火口の火砕丘の東山麓に溶岩を流出させつつ噴火活動を行っていた火口である (Photo 8)。

2014年7月23日には活動休止していた。

6.5 第5火口

2014年7月23日に第4火口のさらに東側の海

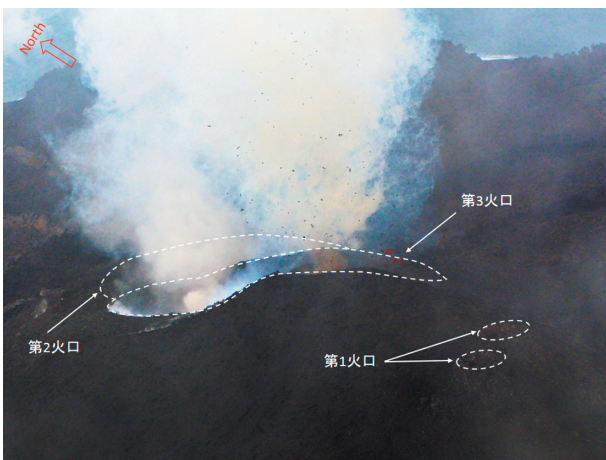


Photo 7. Number 3 crater (photo taken by Japan Coast Guard on May. 21, 2014).

写真7. 第3火口(2014年5月21日 海上保安庁撮影)。



Photo 8. Number 4 crater (photo taken by Japan Maritime Self Defense Force on Jun. 11, 2014).

写真8. 第4火口(2014年6月11日 海上自衛隊撮影)。



Photo 9. Number 5 crater (photo taken by Japan Coast Guard on Jul. 23, 2014).

写真9. 第5火口(2014年7月23日 海上保安庁撮影)。

岸線付近で活動を確認された火口で、火口からは溶岩流を流出させつつ噴火活動を行っていた (Photo 9)。

2014年8月26日の観測では活動休止が確認された。

6.6 第6火口

2014年8月26日に確認され、第1-3火口の山体の東側に位置し火孔を形成する火口である (Photo 10)。火口の火孔からは盛んに噴煙を放出し、溶岩流を流出させていた。2014年9月17日



Photo 10. Number 6 crater (photo taken by Japan Coast Guard on Aug. 26, 2014).

写真10. 第6火口(2014年8月26日 海上保安庁撮影).



Photo 12. Eruption on November 20, 2013 (photo taken by Japan Coast Guard).

写真12. 噴火活動 (2013年11月20日 海上保安庁撮影).



Photo 11. Number 7 crater (photo taken by Japan Coast Guard on Sep. 17, 2014).

写真11. 第7火口(2014年9月17日 海上保安庁撮影).

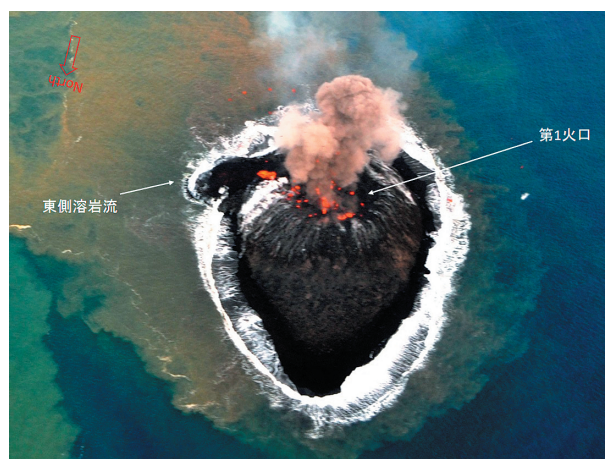


Photo 13. East side lava flow on November 22, 2013 (photo taken by Japan Coast Guard).

写真13. 東側溶岩流 (2013年11月22日 海上保安庁撮影).

の調査時には、噴火活動を休止していた。

6.7 第7火口

2014年9月17日に確認された。第2火口の溶岩マウンドの北側に形成された火砕丘にあり、火口列状の複数の火孔と溶岩流出口を有し、ストロンボリ式噴火を継続している (Photo 11)。

7 噴火活動による地形変化 (今回の活動経緯と特徴)

2013年11月20日の活動確認時にすでに火砕丘が形成され (Photo 12), 2013年11月22日に

は火砕丘の南東側に溶岩流の流出が確認された (Photo 13)。この溶岩流は、火口東縁付近から流出した。2013年12月1日には東側に大きく拡がり5本のロープを持つ溶岩流に成長した (Photo 14)。

2013年12月13日には火砕丘の西側山腹に2ヶ所の西側溶岩流出口から北及び西方向へ伸びる溶岩流が認められ、東側への流出は止まっていた (Photo 15)。火砕丘は2013年12月1日まで見られたような単純な円錐形の火砕丘でなく、元々の

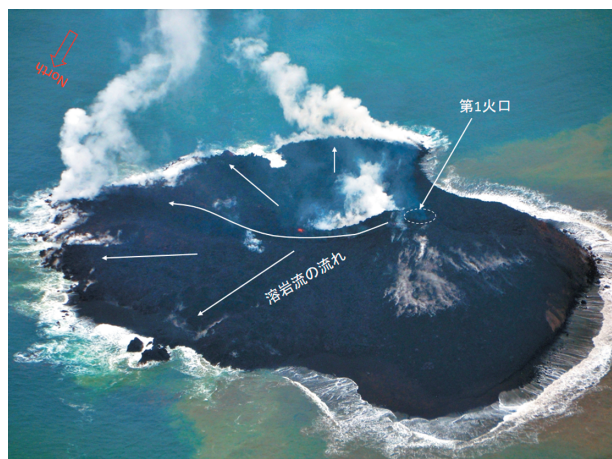


Photo 14. Expanded east side lava flow on December 1, 2013 (photo taken by Japan Coast Guard).
写真 14. 拡大した東側溶岩流 (2013年12月1日 海上保安庁撮影).

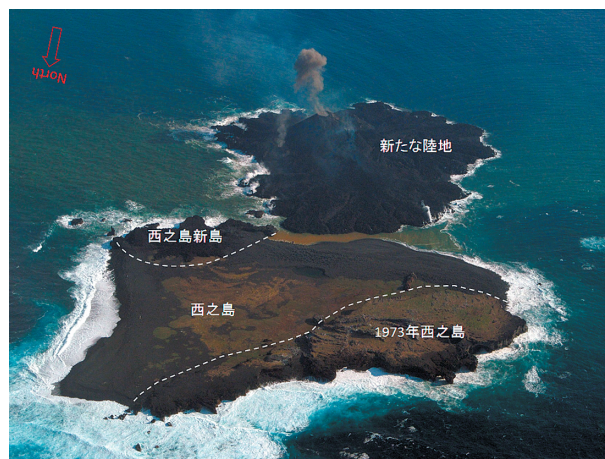


Photo 16. Lava flow (newly generated landmass) approaching Nishi-no-shima on December 24, 2013 (photo taken by Japan Coast Guard).
写真 16. 西之島に接近する溶岩流 (新たな陸地) (2013年12月24日 海上保安庁撮影).



Photo 15. Number 1 crater and west side lava flow on December 13, 2013 (photo taken by Japan Coast Guard).
写真 15. 第1火口と西側溶岩流 (2013年12月13日 海上保安庁撮影).

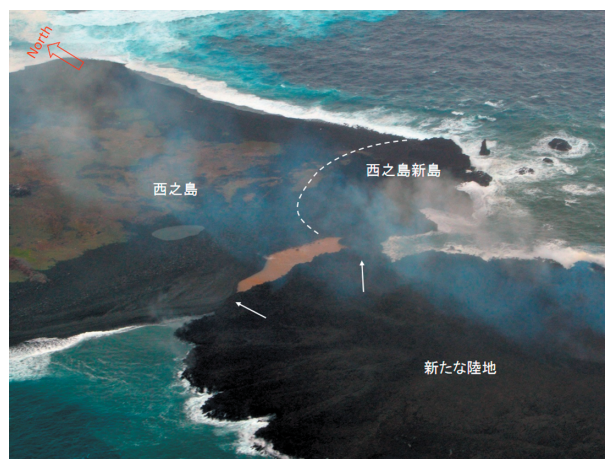


Photo 17. Lava flow (newly generated landmass) attached to Nishi-no-shima on December 26, 2013 (photo taken by Japan Coast Guard).
写真 17. 西之島と接岸した溶岩流 (新たな陸地) (2013年12月26日 海上保安庁撮影).

火砕丘が大きく崩れ、西側に口を開けた馬蹄形状でその東側に新たな火砕丘が形成されている複雑な地形に変化していた。この複雑な地形は以後の活動により火砕丘に埋もれていった。

2013年12月24日には2013年12月1日の西側溶岩流出口から北側に流出している溶岩流が大きく延伸して西之島に接近していた (Photo 16)。また今までの噴火口の北東側に小さな火砕丘を伴う新たな噴火口が認められた。東側の溶岩流の海に接する先端部では小規模な海食が認められた。

2013年12月26日には、西之島に溶岩流が接岸し、接岸部に取り囲まれたところに茶褐色の変色水の池が出現した (Photo 17)。

2014年1月3日には、2013年12月26日に認められた接岸部の池も消滅し西之島に溶岩流が流れ込んでいた。

2014年1月12日は、西側溶岩流出口から2本の溶岩流が、それぞれ北と南に回り込みながら東に向け延伸していた (Photo 18)。南側と西側に

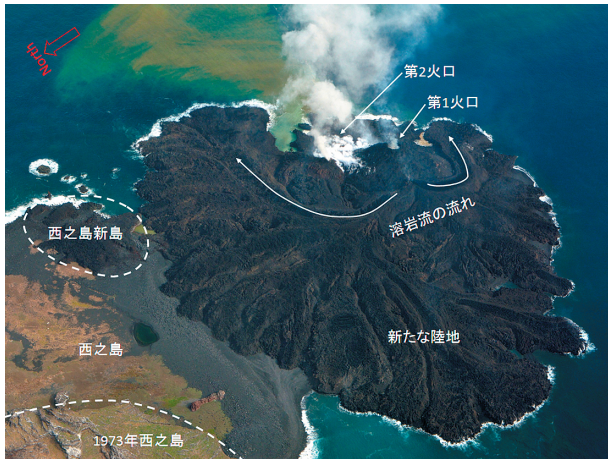


Photo 18. Lava flow running around the pyroclastic cone on January 12, 2014 (photo taken by Japan Coast Guard).

写真 18. 火砕丘を回り込んで拡大する溶岩流 (2014年1月12日 海上保安庁撮影).



Photo 20. A “pond” that was formerly a bay of the east side on February 3, 2014 (photo taken by Japan Coast Guard).

写真 20. 池と化した東側の湾 (2014年2月21日 海上保安庁撮影).

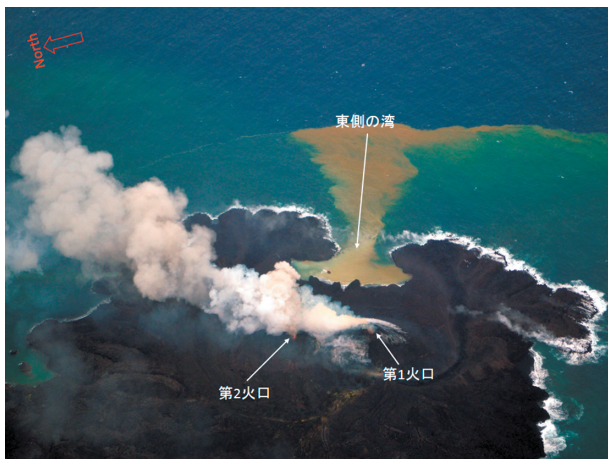


Photo 19. A bay of the east side on February 3, 2014 (photo taken by Japan Coast Guard).

写真 19. 東側の湾(2014年2月3日 海上保安庁撮影).

もそれまで形成した溶岩流内部を通過して途中から地表に湧き出した溶岩流があり、地形が拡大していた。第1火口の火砕丘では、継続して噴火活動があり、2013年12月24日に確認された第2火口も火砕丘が成長していた。

2014年2月3日には、西側溶岩流出口から北と南へ分岐して東側へ流出している2本の溶岩流により湾を形成した (Photo 19)。湾奥の地形は若干波浪による浸食作用で変化があるもののほぼ2013年12月以来の地形を保っている。

2014年2月21日には、2014年2月3日に形成

されていた湾が、溶岩流の延伸及び浸食作用による漂砂の影響により湾口が閉塞され池と化していたが、3月24日には溶岩流に埋没し消滅した (Photo 20)。

2014年4月15日には、第2火口の火砕丘も火砕物の堆積により第1火口火砕丘の半分程度の高さまで成長した。第2火口が確認された2013年12月24日以来、第1火口と第2火口の2ヶ所からストロンボリ式噴火を継続しており、この溶岩片等の火砕物で火砕丘が成長している。

2014年5月21日には、第1火口と第2火口の間に新たな火口である第3火口が認められた。第3火口は東側が大きく崩れた馬蹄形の地形で火口からは東側に向け溶岩流を流下させていた。

2014年6月13日から7月23日の間には、新たな陸地の東側に溶岩を流出する第4–6火口を形成しては休止を繰り返していた。この一連の活動ではこれら火口の溶岩流によって、東側への新たな陸地の大幅な拡大をもたらした。一方、新たな陸地の北方向及び西方向には溶岩流の流下もなかったことから、地形の大きな変化はなかった。

2014年8月26日には、噴火活動に大きな変化があった。第2火口の火口内に長径約90m、短径約60m、高さ約20mの溶岩マウンドが形成され、この溶岩マウンドの頂部から白色の噴煙を噴



Photo 21. Lava mound of Number 2 crater on August 26, 2014 (photo taken by Japan Coast Guard).

写真 21. 第2火口の溶岩マウンド (2014年8月26日海上保安庁撮影).



Photo 22. Nishi-no-shima buried by the lava flow on August 26, 2014 (photo taken by Japan Coast Guard).

写真 22. 西之島を飲み込む溶岩流 (2014年8月26日海上保安庁撮影).

出していた (Photo 21). また、第1-3火口群の山体の東側に溶岩流を伴った新たな第6火口が認められた。第6火口には赤熱した溶岩が褐色の噴煙を噴き上げているのが見えた。溶岩流は東側に延び海岸付近で2本に枝分かれして海中に没していた。

2014年9月17日には、溶岩マウンドの北端に若干移動した位置に第7火口が出現し、溶岩マウンドの上に火砕丘を形成していた。この火砕丘は高さ約100mに達し、溶岩マウンドのほぼ全部

と第3火口を完全に埋没させていた (Photo 22)。第7火口は、火砕丘頂部北側の2-3ヶ所に直線状の火孔列を形成し、盛んにストロンボリ式噴火を繰り返しているのが認められた。2014年3月24日以来北向きの溶岩流はなく、新たな陸地と西之島との境界に変化はなかったが、第7火口の火砕丘北側にある第7火口の火孔列最下部の火孔に溶岩流出口が形成され、北側に扇状の溶岩流を流出させ、1973年西之島を除いた大部分の西之島を埋没させていた。なお第6火口は活動を休止していた。

8 まとめ

噴火活動の発見当初はコックステールジェットを伴う典型的な海底火山の形態であるマグマ水蒸気爆発であったが、火砕丘の成長に伴い火口が海水面から離れマグマ噴火に移行した。その後ストロンボリ式噴火となり、火口周辺に溶岩片を放出し火砕丘を成長させた。2014年8月26日には第2火口内に溶岩マウンドを形成したことから、放出されるマグマの成分が変わり噴火様式が変化するかと思われたが、2014年9月17日には、この溶岩マウンドを埋没させるほどの火砕丘を形成し、第7火口の直線状に並んだ火孔列からは溶岩片を放出するストロンボリ式噴火を再開させていた。

火口は、噴火活動開始の2013年11月に噴火活動が発見された場所に第1火口ができ、2013年12月に第2火口が出現した。2014年5月まではこの2つの火口を主体として噴火活動を継続し火砕丘を形成させた。その後第1火口は2014年5月に活動を休止し、第2火口は2014年8月に火口内に溶岩マウンドを形成させたが、2014年9月に第7火口が形成した火砕丘に埋没した。第1・第2火口の間形成された第3火口は、溶岩流を南東から南方向に流出させたが、現在は第2火口同様に第7火口の火砕丘に埋没した。

溶岩流出口は、活動初期の2013年11月中は第1火口の東側にあり東に向け溶岩を流出させていたが、2013年12月に入り第1火口の西側に溶岩

流出口が形成されると溶岩の流出を停止した。第1火口の西側の西側溶岩流出口は、2013年12月-2014年4月頃まで第1・第2火口の火砕丘を取り囲むように溶岩流を流出させ、ほぼ全方向に新たな陸地を拡大させた。第4-6火口は、第1-3火口の火砕丘の東側の溶岩流の上に次々に出現し溶岩を流出させたが、個々の活動は短期間で終了した。これら第4-6火口の活動に伴い西側流出口からの溶岩流出は確認できなくなった。現在では、第7火口の火砕丘北側に形成された溶岩流出口から北向きに溶岩を流出させ、1973年西之島を除く西之島の大部分を埋没させている。

新たな陸地は、活動当初から2014年9月17日までの間に、大きさは東西方向に約1,570 m、南北方向に約1,450 m、面積約1.49 km²と拡大し、1973年西之島を除く西之島の大部分を埋没させる勢いである。これはすでに記述したように、噴火位置を大きく変化させることなく、主に第1火口、第2火口及び第7火口からの噴出物とその付近にある溶岩流出口からの溶岩流が陸地の増加に貢献したことが大きい。さらに1973-1974年の噴火活動時に、1973年西之島の東側海底にあった最大水深約200 mの噴火口をその噴出物で埋めており、2013-2014年活動開始時には、西之島近傍の海底は水深50 m以浅の遠浅の地形となっていた。このことから、溶岩流等により容易に新たな陸地と化したものである。しかしながら、今後はこの噴火活動が継続しても海底地形で概ね水深50 m程度の場所では新たな陸地が拡大する可能性があるが、それを超えて大きくなることはほぼないであろう。

西之島の南約5海里（約9.26 km）にある西之島南海丘付近で2013年11月21日と2014年9月17日に、変色水域が発見された（Photos 23 and 24）。2014年9月17日にこの変色水域付近を熱赤外カメラで撮影したところ、この変色水域において海底から湧出していることを示す温度変化が認められた。この事象は2013年11月21日と2014年9月17日の2日間しか確認されていないが、西之島の噴火活動に連動して西之島南海丘付

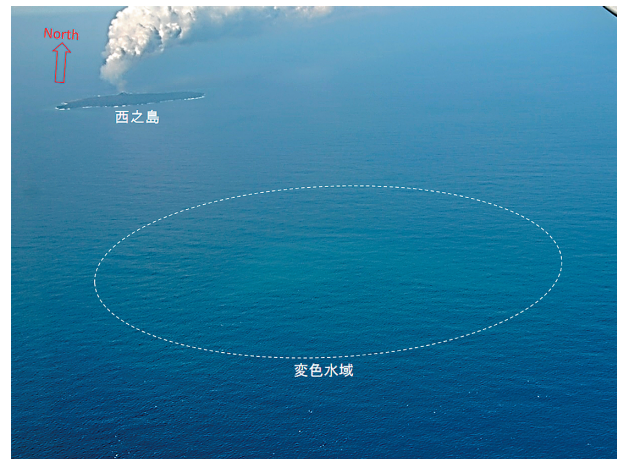


Photo 23. Discolored water area to the south of Nishi-no-shima volcano on September 17, 2014 (photo taken by Japan Coast Guard).

写真 23. 変色水域 (2014年9月17日 海上保安庁撮影).



Photo 24. Discolored water area to the south of Nishi-no-shima volcano on November 21, 2013 (photo taken by Japan Coast Guard).

写真 24. 変色水域 (2013年11月21日 海上保安庁撮影).

近でも変色水域が出現している可能性がある。この海域の詳細な調査が待たれるが、海底では定常的に熱水の放出が行われている可能性も否定できない。

2013-14年活動は、海底で活動を開始し陸地を形成拡大し現在も継続中である。このような活動は世界的にも珍しい現象である。

海上保安庁では、航行船舶の安全確保のため噴火活動当初より当庁で保有する航空機という機動

力を積極的に活用し継続して調査を実施してきた。このことにより、本土から遠距離にある無人島であるにもかかわらず噴火活動の推移や地形の変遷など種々の事象を精密に捉えて、一連の活動を明らかにすることができた。これらの調査結果は火山学の発展にも寄与するものと確信している。

謝 辞

2013年11月20日の噴火活動開始以来現在まで継続して監視観測・情報提供で御協力いただいている防衛省海上幕僚監部、航空幕僚監部、海上自衛隊第4航空群、第31航空群、航空自衛隊第2輸送航空隊、航空気象群入間気象隊、第三管区海上保安本部羽田航空基地職員ほか関係者の方々に深く御礼申し上げます。

また、本稿執筆に際して御助言等いただいた査読者の方にも深く御礼申し上げます。

文 献

伊藤弘志・堀内大嗣・芝田 厚・鈴木 晃・小山 薫, 日本周辺海域火山通覧 (第4版) (2012), 海洋情報部研究報告, 48, 41-73.

小坂丈予, 西之島新島, 日本近海における海底火山の噴火 (1991) pp. 157-179, 東海大学出版会, 東京.

要 旨

海上保安庁では、2013年11月20日に確認された西之島火山の噴火活動を、航空機を活用して空中写真測量、熱赤外線計測、目視観測の3項目について継続的に調査している。この西之島火山の噴火活動の開始を確認した2013年11月20日から2014年9月17日までの活動状況について報告する。

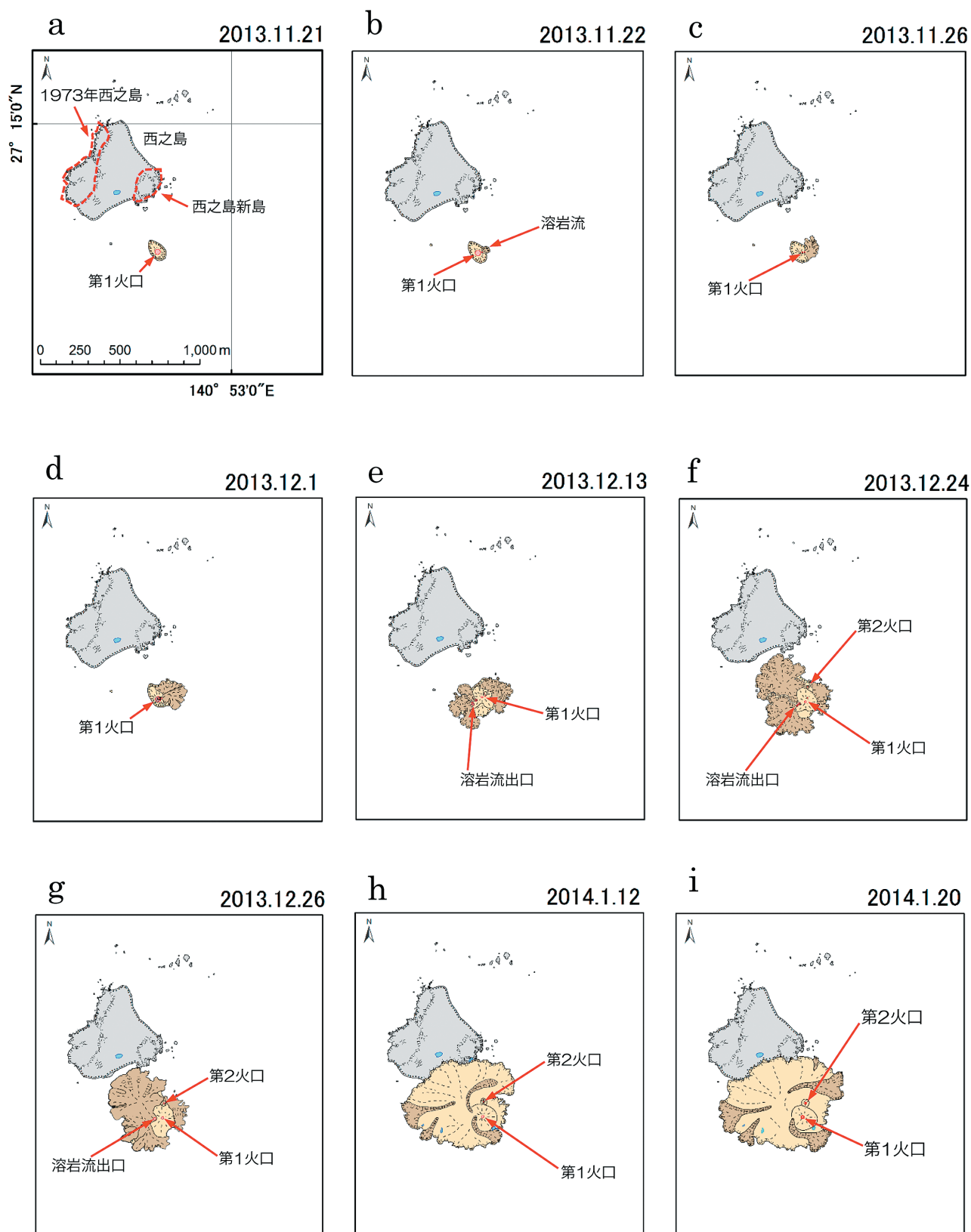


Fig. 3. Temporal change in topography of Nishi-no-shima volcano.

図3. 時系列で見た西之島の地形変化.

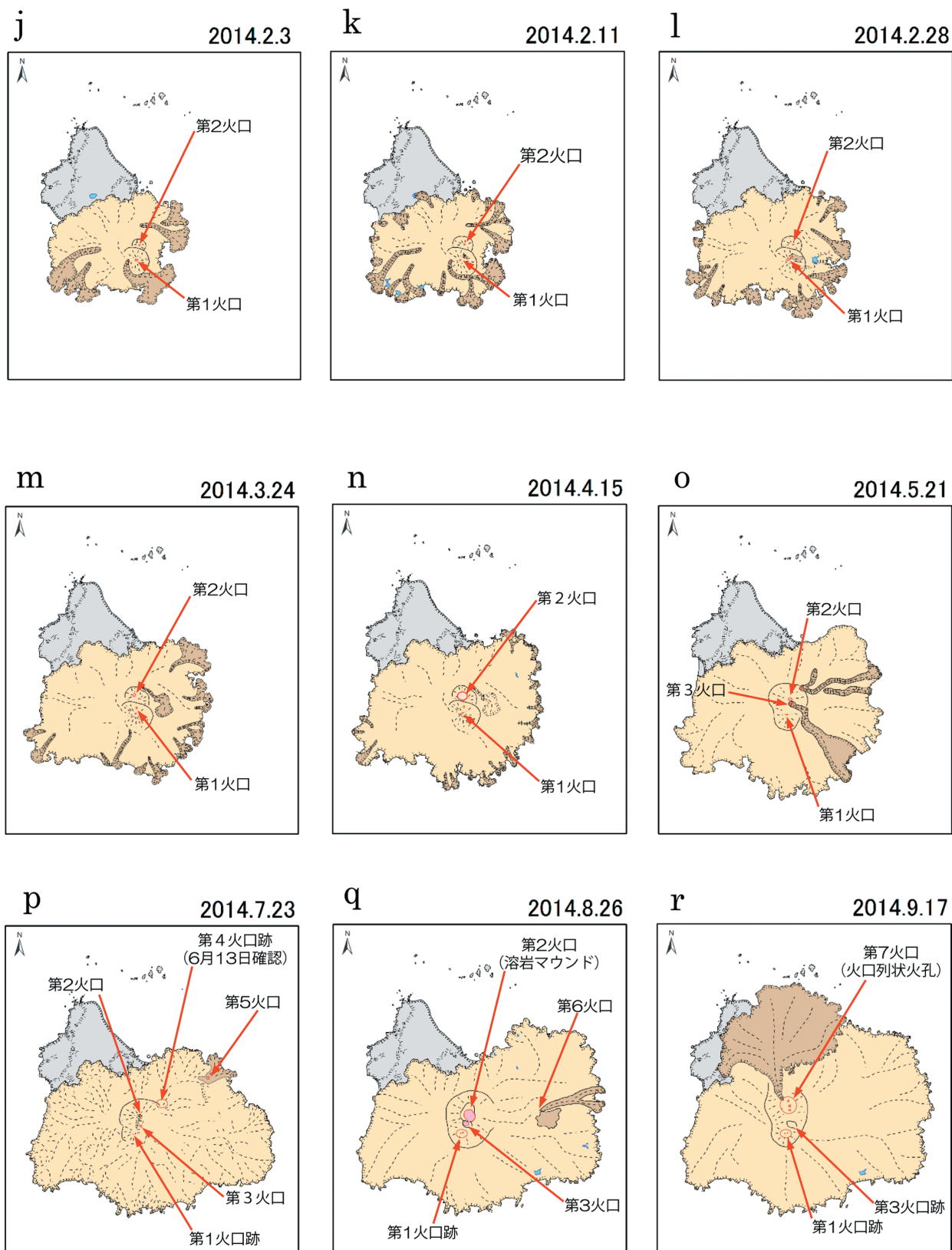


Fig. 3. (continued)

図3. 続き