第 147 回 火山噴火予知連絡会資料

(その2の2)

西之島

令和2年12月23日

火山噴火予知連絡会資料(その2の2)

目次

気象研9-16東大震研17-21産総研22-25地理院26-30海保31-42

気象衛星ひまわりの観測および海洋気象観測船による観測では、8月下旬 以降噴火は確認されていない。

また、気象衛星ひまわりの観測では、西之島付近で認められていた、周囲 に比べて輝度温度の高い領域は8月以降ほぼ認められず、溶岩流出も停止し ていると考えられる。

噴火活動はほぼ停止していると考えられ、西之島の火山活動は低下している。一方、山頂火口では噴気活動が引き続き認められており、噴火活動が再 開する可能性がある。

令和2年12月18日に火口周辺警報(入山危険)及び火山現象に関する海 上警報を発表し、警戒が必要な範囲を山頂火口から1.5kmに縮小した。

○ 概況(2020年6月~2020年12月17日)

・衛星による地表面温度及び噴火の状況

気象衛星ひまわりの観測では、2019 年 12 月 6 日に噴火の再開が確認されて以降、西之島 付近で周辺に比べて輝度温度が高い領域が認められており、6 月下旬以降は約 400K 前後の 値で推移していたが、7 月中旬頃から急激に低下し、8 月には輝度温度の高い領域がほぼ 認められなくなった。その後も西之島付近の輝度温度は周囲とほとんど変わらない状態と なっており、溶岩流出は停止していると考えられる。

また、6月中旬以降、気象衛星ひまわりの観測で噴火が確認されるようになり、7月以降、噴煙高度が火口縁上4,000m程度に達する噴火が継続的に確認された。8月中旬頃から 噴煙高度は低下し、8月下旬以降噴火は確認されていない。

・現地の状況(図2~図5)

7月および11月に海洋気象観測船による海上からの観測を実施した(7月11日、20日、11月2日)。

7月の観測では、大量の火山灰を噴出する活発な噴火が確認され、大きな噴石が火砕丘の麓まで飛散し、上空に流された噴煙から火山灰の降下が認められた。11日夜には、火口縁上200m程度まで噴出する赤熱した溶岩や火山雷が確認された。

11月の観測では噴火は確認されず、山頂火口から白色の噴気が確認された。また、火 砕丘北側の溶岩流下域において、表面に生じている複数の亀裂から水蒸気の弱い白煙が認 められた。



夜間の 1 時間ごとの輝度温度(中心波長 3.9μm 帯、HIMAWARI-8/AHI)をプロット<アルゴリズム>西之島(27.247°N,140.874°E)を中心に0.28 度 x 0.28 度の範囲(15 × 15=225 格子点)を抽出。島を含む画素とその周辺224 格子点の 輝度温度について平均値を算出。島の周辺の平均値はバックグランドとみなしている。

図1 西之島 気象衛星ひまわり8号及び9号の観測による西之島付近の輝度温度の変化 (2015年9月~2020年12月17日)

- ・2019 年 12 月 5 日から西之島付近で周辺に比べて輝度温度が高い領域が認められるようになり、その後、2017 年の噴火活動期を上回る輝度温度が継続して観測された。
- ・5月下旬から輝度温度が更に上昇し、6月下旬以降は約400K前後の値で推移していたが、7 月中旬頃から急激に低下し、8月には周囲に比べて輝度温度の高い領域がほぼ認められなく なった。その後も西之島付近の輝度温度は周囲とほとんど変わらない状態となっており、溶 岩流出は停止していると考えられる。



図2 西之島 気象衛星ひまわりで観測された火山灰を含む噴煙 (2020年7月31日18時00分頃観測)

赤三角が西之島の位置を示す。

・6月中旬以降、気象衛星ひまわりで噴火が確認されるようになり、7月は火口縁上4,000m程度の噴煙が継続的に確認された。

・8月29日以降、噴煙は観測されていない。



 7月11日16時12分 P1(山頂から北東に6km)から撮影



②7月11日20時18分
 P2(山頂から東に4km)から撮影



③7月11日20時33分頃(P1~P2間から撮影)



図3~図5の撮影地点

- 図3 西之島 海上からの観測による噴火の状況(2020年7月11日)
 - : 山頂火口から黒色の噴煙が連続的に噴出し、火口縁上約 1,700m(※)の高さに達した後、西側に流れていた。大きな噴石は火砕丘の麓まで飛散し、上空に流された噴煙から火山灰の降下が認められた。
 - ②③:夜間には火口縁上200m(※)程度まで噴出する赤熱した溶岩や火山雷が確認された。

※図5③の火砕丘の高さを、図5④の火砕丘の高さ(160mと仮定。参考:国土地理院)をもとに約200mと仮定し、その値を用いて見積もった値

参考:国土地理院(https://www.gsi.go.jp/kanri/kanri61003.html)



11月2日11時09分(P4から撮影)



2 11月2日12時52分(P5から撮影)

図4 西之島 海上からの観測による西之島の状況(2020年11月2日)

- ・噴火は確認されず、山頂火口から白色の噴気が確認された。
- ・火砕丘北側の溶岩流下域において、表面に生じている複数の亀裂から、水蒸気の弱い白煙が認めら れた。表面の一部では高温になっていると考えられる(②破線内)。



① 2020年11月2日12時27分



② 2020年7月20日09時21分頃



③ 2020年7月11日15時57分



④参考:2019年6月7日04時59分

図5 西之島 東側(P2)から撮影した西之島の状況の比較

・2020年7月の観測では、2019年6月と比べ火砕丘の明瞭な拡大が認められた(図中矢印部分)。 その後も、火砕丘の拡大に伴う地形変化が認められる。



図 6 西之島 気象衛星ひまわりによる輝度温度と噴煙高度の変化(2020年6月~9月) だいち2号による強度解析結果(気象研究所による解析)と上空および海上からの観測結果とあわせ、気象衛星ひまわりによ る噴煙高度と輝度温度を時系列で並べている。

・6月中旬頃から、大量の火山灰噴出と溶岩流出を伴った活発な噴火活動がみられ、火砕丘も拡大した。その後、7月の輝度温度の低下に対応するように溶岩流出が減少し、火山灰噴出を主とする活動に移行したと考えられる。

・上空からの観測では8月19日以降、気象衛星ひまわりでは8月29日以降噴火は確認されていない。

火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通じて JAXA の協力により実施した ALOS-2/PALSAR-2 を用いた強度解析結果を示しています。国立研究開発法人防災科学技術研究所開発のソフトウェア及び国土 地理院技術資料 C1-No. 489 を使用しています。(解析:気象研究所、原初データ所有: JAXA)

西之島

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた西之島の地形変化

2019 年 12 月に再噴火を開始した西之島では、断続的に海岸までの溶岩流下を繰り返し、島の面積は約4km²まで拡大した。2020 年 7 月には降灰主体の噴火活動に変化し、8 月末には噴火活動が終息したと考えられる。強度画像と相関画像の解析から計算した2019 年 12 月に開始した噴火(第 IV 期)の溶岩噴出率は、2013 年 11 月に開始した噴火(第 I 期)と同程度かそれ以上の溶岩噴出率だったことが分かった。

1. はじめに

2019 年 12 月に再噴火を開始した西之島について,2020 年 6 月 19 日以降の ALOS-2/PALSAR-2 データを用いて解析を行った。また,高頻度で観測されている高分解能のスポットライト(SPT) モードの SAR データを用いた溶岩の噴出率についても考察したので,以下報告する。

2. 解析結果

解析に使用した SPT モードの SAR データを第1表に、干渉画像、相関画像および強度画像を第 1、2、3 図に示す。干渉画像解析(第1図)では、9月11日までのペアにおいて、溶岩流下およ び降灰に伴うと考えられる非干渉領域が島の多くを占めていたが、それ以降のペアでは、良好な干 渉画像が得られ、中央火砕丘の北東部と南側で衛星視線方向伸長の位相変化が認められた。相関画 像解析(第2図)では、7月31日までのペアについて、島の一部を除いて低相関度領域が徐々に拡 大し、9月11日までのペアにおいて、ほぼ全島的に低い相関度領域が占めた。それ以降のペアで は、噴火前に比べると相関度は低いが、全島的に相関度が高くなっており、少なくとも地形変化を 伴うような噴火活動は発生していないと推定される。なお、本報告期間では降灰の影響による相関 度低下が顕著なため、溶岩流下面積の推定には誤差が含まれることに注意が必要である。加色混合 法による強度画像解析(第3図)では、6月19日と7月3日のペアにおいて、明瞭な溶岩流下が認 められた。それ以降のペアでは、古い日付の後方散乱強度が支配的であることを示すシアン色領域 が拡大しており、少なくとも8月14にかけて降灰による影響が全島的に拡がったと考えられる。 その後、島北西部(8月28日までのペア)とそれ以外(9月11日までのペア)で後方散乱強度の 回復が認められ、以降のペアにおいては全島的に極端な強度変化は認められない。また、7月3日 から8月14日にかけて中央火砕丘の形状が大きく変化していることがわかる。

ALOS-2の観測開始以降,強度画像による陸域面積,相関画像による低相関度領域,CIRCおよび GCOMCによる温度変化の時系列結果を第4図に示す。その結果,強度画像から読み取った陸域面 積は,2019年12月の噴火以降,断続的に拡大しており約4.0km²にまで達していることがわかった (2020/11/6現在)。なお、陸域の拡大は、概ね北側が主体であるが、ほぼ全方位において拡大して いることが分かった(第5図)。また、低相関度領域の面積は、1~1.5km²前後で推移していたが、 2020年7月以降は降灰の影響もあり変動幅が大きくなっている。CIRCによる観測は、天候不順な どの影響で観測頻度が少ないが、観測頻度の高いGCOMCの観測結果と併せて評価すると、2019年 12月から2020年8月にかけて高温で推移しており、これは陸域の拡大時期とも調和的である。

SPT モードの相関画像と強度画像から,溶岩流下域(面積)を算出し,仮定した溶岩層厚(陸域: 2.5~5m,海域:10m)*を使って,各噴火ステージにおける溶岩噴出率を計算した。撮像間隔が14日以上のペアについては,過少見積もりとなることに注意が必要であるが,2019年12月に開始し

西之島

気象研究所

た噴火活動(第 IV 期)は、平均で約 0.18~0.32×10⁶m³/日の噴出率が計算されており、同様の算出 方法で計算した 2013 年 11 月~2015 年 12 月の噴火(第 I 期)と比べて同程度かそれ以上の溶岩噴 出を伴う噴火活動だったことがわかった(第 2 表)。

※: 東京大学地震研究所 http://www.eri.u-

tokyo.ac.jp/2017/04/21/2013%E5%B9%B411%E6%9C%8821%E6%97%A5%E8%A5%BF%E4%B9%8B%E5%B3% B6%E3%81%AE%E5%99%B4%E7%81%AB%E6%B4%BB%E5%8B%95/#20170428funshutsu

謝辞

本解析で用いた PALSAR-2 データは、火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実 証実験(衛星解析グループ)に基づいて、宇宙航空研究開発機構(JAXA)にて観測・提供されたも のである。PALSAR-2 に関する原初データの所有権は JAXA にある。PALSAR-2 の解析ソフトウェ アは、防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発された *RINC* を使用した。また、処理の過程や結 果の描画においては、国土地理院技術資料 C1-No.489 から生成した地形データを使用した。本解析 で用いた CIRC のデータは、JAXA の火山活動・林野火災速報システムから提供された。ここに記 して御礼申し上げます。

第1表 解析に使用したデータ

Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.								
				2020.06.19	2020.07.03	第1,2,3図-A								
				2020.07.03	2020.07.17	第1,2,3図-B								
				2020.07.17	2020.07.31	第1,2,3図-C								
				2020.07.31	2020.08.14	第1,2,3図-D								
14-3081	责任	南行 右側 5	58.7°	58.7°	2020.08.14	2020.08.28	第1,2,3図-E							
(SPT)	1111				56.7	56.7	56.7	56.7	50.7	50.7	50.7	2020.08.28	2020.09.11	第1,2,3図-F
							2020.09.11	2020.09.25	第1,2,3図-G					
							2020.09.25	2020.10.09	第1,2,3図-H					
											2020.10.09	2020.11.06	第1,2,3図-I	
									2020.11.06	2020.12.04	第1,2,3図-J			

第2表 溶岩噴出率ほかの計算結果

西之島の噴火	噴出率(万 m ³ /日) 噴出量(万 m ³)		噴火 M ^{※4}
	平均	最大	(DRE 換 算体積)	
第 I 期 ^{※1} 2013 11-2015 12	20	50	>10,000	>4.5
第 II 期(120 日) 2017.4.20-2017.8.18 (2017.4.20-2017.7.31) ^{※2}	9 ~ 16 (15) ^{**2}	17~29	$1,100 \sim 1,900$ $(1,600)^{\&2}$	3.4~3.7
第 III 期(18 日) 2018.7.12-2018.7.30	3 ~ 6	3~7	50 ~ 100	2.1~2.4
第 IV 期(268 日): 2019.12.5-2020.8.28	18 ~ 32	30 ~ 54	4,700~8,500	4.1~4.3
(参考) 西之島(1973-1974) 霧島山新燃岳 2011 年噴火 三宅島 2000 年噴火 雲仙普賢岳噴火(1991-1995)			$>1,700^{*3}$ $>1,000^{*1}$ $>260^{*1}$ $>21,000^{*1}$	>3.6 >3.4 ^{**1} >2.8 ^{**1} >4.7 ^{**1}

XI: Maeno F, Yasuda A, Nakano S, Yoshimoto M, Ohminato T, Watanabe A, Kaneko T, Nakada S, Takeo M (2018) Formation process of a new volcanic island at Nishinoshima, Ogasawara, Japan, inferred from eruptive products. J Adv Mar Sci Technol Soc 24:35–44.

X2: Kaneko, T., Maeno, F., Yasuda, A. et al. The 2017 Nishinoshima eruption: combined analysis using Himawari-8 and multiple high-resolution satellite images. Earth Planets Space 71, 140 (2019). https://doi.org/10.1186/s40623-019-1121-8.

※3: 気象庁 (2013) 日本活火山総覧第4版.

※4: 溶岩の比重を 2.5g/cm³として早川(1993)の式:M=log m - 7(m:噴出物の質量)で計算.

27.24*

Ear

140.88° k N82°W Inc.Angle 58.7° x=0.8455 y=-0.1260 z=0.5189 – 11.9cm –---

Near

気象研究所



砕丘の北東部および南側で衛星視線方向伸長の位相変 化が顕著である。

27.24*

Bperp:

-0.030 km

Bad

-Track N82"W Inc.Angle 58.7" x=0.8455 y=-0.1260 z=0.5189

Good

気象研究所



A~Fに比べて全島的に相関度が戻りつつある。

気象研究所



140.88* 140.89* Cross-Track N82°W Inc.Angle 58.7° x=0.8455 y=-0.1260 z=0.5189 2020/11/06 2020/12/04

る。G~Jでは、降灰の影響は落ち着き、地形変化に伴う 強度差も認められない。



第4図 A: すべてのパスの強度画像から算出した陸域面積, B: path14の低相関度領域, C: 溶岩噴出 率, D: CIRC により検出された温度推移, E: GCOMC により検出された温度推移

A:2019年12月の再噴火以降は陸域の拡大が継続しており約4.0km²まで拡大した(2020年12月4日現在)。 噴火マークは、海上保安庁により火山噴火予知連絡会に報告された資料から読みとった。〇は国土地理院で 実施された空中写真等の計測結果による面積を示す。

B: 概ね2週間毎に撮像されている Path14 を用いた低相関度領域は,2019年12月の再噴火以降は約0.7~1.5km²で推移しており,断続的な溶岩の流出が示唆される。

C:強度画像の比較と相関画像の結果から溶岩流の面積を算出し、仮定された溶岩の厚さ(陸域 2.5~5m, 海域 10m)を使って日換算した溶岩噴出率を計算した。○は撮像間隔が 14 日以上で過少見積もりしている可 能性があるため、当該期間に応じて整数倍で算出した値を示す。

D: CIRC により観測された西之島周辺(旧山頂から半径 3km)の温度推移(最新データは 2020/9/14)。

E:GCOMC により観測された西之島周辺(旧山頂から半径 3km)の温度推移(最新データは 2020/11/29)。 ■は最高温度 50℃以上の観測日,●は最高温度と 30 パーセンタイル値の差分温度,●は最高温度と 70 パー センタイル値の差分温度を示す。例えば,最高温度 50℃以上の観測日において,差分温度が高いほど局所的, 低いほど広範な熱異常を示しているとみなせる。



図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。赤色部分は2019年12月以降の噴火活動により拡大した陸域部 分を示す。シアン色は噴火前に比べて,後方散乱強度が低下した領域を示しており,主に降灰による影響と 考えられる。また,中央火砕丘部分は噴火活動による地形変化に伴う影響も含まれる。

ひまわり8号による西之島2019-20年噴火の観測(15)

2019年12月4日から始まった西之島の噴火で,5日から始まった溶岩の噴出活動は,熱異常がほぼ一定で 高い状態が2ヶ月に渡って続いた(S2)後,2020年2月以降低下傾向を示す(S3)ようになった(図1).3月~ 4月にかけて熱異常がやや低い状態が続いた(S4)が,4月末より増加傾向を示すようになり(S5),6月に 入って加速,下旬にはこれまでにない高い値を示すに至った.6月28日をピークに急速に低下(S6)し,7月 末にはバックグラウンドレベルとなった.それ以降,現在まで1.6-μmバンドでは熱異常は認めらない (S7).

低粘性溶岩の噴出的噴火において,夜間ひまわり1.6-µmバンドの熱異常(輝度値)と噴出率の間には正の相関関係が認められ,図1の熱異常の時間変化は基本的には噴出率の変化を示していると考えられる. ただし,6月中旬から7月(図1の火砕丘急成長ステージ)は,溶岩噴泉の活動が主体であった可能性が高く,この期間の噴出率推定値は参考値となる. 2020年12月11日



図1. 夜間ひまわり8号1.6-µm赤外画像による熱異常(R1.6Mx)の時間変化(2019年11月1日~2020年 10月1日 UTC). 放射率は0.95,大気透過率は0.9とし,太陽迷光補正はKaneko et al.(2018)に従った.

西之島

西之島における近年の噴出物の化学組成変化

概要: 2020年7月に気象庁観測船上にて採取された西之島噴火の火山灰について,実体顕微 鏡および SEM による観察を行い(図1),全岩および石基ガラス組成,代表的な斑晶鉱物 の化学組成を分析した。その結果,SiO2含有量は全岩で約55 wt.%を示し,玄武岩質安山岩 の特徴を有していることがわかった(図2~3)。斑晶鉱物については,これまでより高い An 値を示す斜長石の増加,かんらん石量の増加など,全体として未分化なマグマの寄与が 増えたことを示す(図4)。石基ガラスについても約57-63 wt.%を示し,これまでよりも苦 鉄質成分に富む(図5)。2018年までの噴出物から推定されているマグマの貯留環境を考慮 すると,最新の活動では,より深部に由来する苦鉄質マグマの浅部へのインプットが劇的に 増大していたと考えられる。

[分析試料]

・2020 年 7 月 11 日噴火による火山灰:西之島の北北西約 18.5 km 地点において,気象庁気 象観測船凌風丸の船首,フライングデッキ,船尾で採取された火山灰¹⁾。

・2020 年 7 月 20 日噴火による火山灰:西之島の南~東~北側にかけての火口から 4~6 km の海域において,気象庁気象観測船啓風丸の羅針甲板,船橋甲板で採取された火山灰²⁾。



図1 西之島における (a) 2020 年7月11 日噴火の火山灰 (125-250 µm) と (b) 2020 年7月20 日噴 火の火山灰 (粒径 250-500 µm)。よく発泡した不規則形状・多角形状の黒〜褐色粒子を主体とす る。(c) 2020 年7月11 日と (d) 2020 年7月20 日の火山灰の反射電子像。石基結晶度は粒子ごとに ばらつきがあるが,これまでの活動で噴出した火山灰でも同様の特徴が観察されている。

[分析結果]



図 2 西之島噴出物の全岩化学組成。2020 年噴火は火山灰のみ。その他は溶岩およびスコリアである。2020 年データ(●)は、7/11、7/20 ともに 125-250 µm の試料で、両者の組成的特徴はほぼ一致 する。2020 年 7/20 の Ash-F(-)は、粒径 125 µm 以下(SiO₂ 含有量がやや高い)と 250-500 µm(SiO₂ 含有量がやや低い)の試料である。Le Bas et al. (1986)の Total alkali-Silica ダイアグラムにもとづく と、玄武岩質安山岩に分類される。



図3 西之島における 2013 年以降の噴出物の化学組成の変遷。2020 年の分析値は粒径 125-250 µm の火山灰試料で代表させている。2018 年まで噴出物の化学組成に弱い変化傾向(SiO₂の減少, MgO や CaO の増加)が認められていた。Zr など液相濃集元素は減少傾向を示していた。2020 年噴出物の 組成変化は、これまでの変化よりもはるかに大きい。液相濃集元素比においても変化が認められる。



図4 西之島における 2013 年以降の噴出物における代表的な斑晶鉱物の化学組成とその変遷。これ までより高い An 値を示す斜長石(斑晶コアおよびリム)の増加,かんらん石量の増加など,全体と して未分化なマグマの寄与が増えたことを示す。



図5 2015年以降の西之島噴出物の石基ガラス組成。赤丸,橙丸がそれぞれ2020年7月11日と20日の噴出物の分析値。これまでの陸上噴出物の石基ガラス組成は,概ねSiO2含有量62wt.%より富む特徴を示していた。2020年7月噴出物は約58-59wt.%に集中し,MgOなど苦鉄質成分に富む。高結晶度の粒子については,分化した特徴を示し,これまでの噴出物の石基ガラス組成と重なる。苦鉄質成分側への石基ガラス組成変化は,全岩化学組成における変化と調和的である。2013年以降の噴出物の斑晶鉱物の分析から,浅部低温マグマ溜りへの深部高温マグマの注入が推定されていること³⁾を考慮すると,2019年12月から開始した今回の活動では,より深部に由来する苦鉄質マグマの寄与が増大したと考えられる。

[参考文献]

- 1) 東京大学地震研究所(2020) 西之島における2020年7月11日噴火の火山灰,火山噴火予知連絡会 資料. 2020年7月22日.
- 2) 東京大学地震研究所(2020) 西之島における2020年7月20日噴火の火山灰,火山噴火予知連絡会 資料,2020年8月4日.
- 3) 前野・安田ほか(2018)海洋理工学会誌, 24, 1, 35-44.

2020年7月11日および20日の西之島噴出物構成粒子の特徴

2020 年 7 月 11 日および 20 日の西之島噴出物はほぼすべての粒子が本質物と考えられ、黒色 ~濃褐色粒子が約 7 割、褐色粒子が 3 割程度含まれる. 黒色~濃褐色粒子の石基はほぼ結晶化し ている. また黒色~濃褐色粒子は破断面で囲まれた角張った外形をもつことから固結状態で破砕 したと推測される.

西之島で7月11日および20日に採取された火山灰試料の構成粒子を解析した.11日には黒色 噴煙が4400~5000mまで上昇し,夜間には赤熱した溶岩が火口縁上200m程度まで噴出してい るのが観測された.20日の噴火に関する火山観測報は発表されていないが,前日19日及び翌日21 日の観測報によると噴煙高度は火口縁上3500~4100mであった.観察した試料は,気象観測船 「凌風丸」・「啓風丸」上で気象庁により採取された火山灰である.観察には水洗・篩い分けし た125~250µmおよび250~500µmの粒子を用いた(図1~4).

光学実体顕微鏡による観察では(図1~3),7月11日・20日の噴出物はいずれも黒色~濃褐色 不透明粒子(図3左)を約7割,褐色半透明粒子(図3右)を約3割含む.これらの粒子の特徴 は漸移的であることから同源であり,色調の違いは石基ガラス中の微細結晶の結晶度の違いを反 映していると考えられる.火山灰粒子のほぼすべてが同源の粒子からなり,熱水変質岩片や溶岩 片などはほとんど見られないことから,噴出物粒子はマグマが固結・破砕した本質物と考えられ る.ほとんどの粒子は破断面で囲まれた外形を示すが,褐色半透明粒子の一部は液滴が固結した 外形をもつ.発泡度は全体に低い.7月11日噴出物(図1)と比べると,7月20日の噴出物(図 2)は黒色~濃褐色で,破断面で囲まれた粒子の割合がやや高い.

電子顕微鏡による観察では、噴出物粒子の大部分は破断面で囲まれた外形をもち(図4・5),石 基の結晶度は極めて高く,黒色粒子の石基はほぼ完晶質である(図6・7).結晶質の石基には石基 結晶を横断する多数の亀裂が見られることから,結晶度が高く固結状態にあるマグマが破砕され 噴出したものと考えられる.マグマ水蒸気噴火噴出物の表面にしばしば見られる,外来水により マグマが急激に冷却・収縮することによって形成される収縮割れ目等の急冷組織は見いだされな かった.



図1. 2020年7月11日の西之島噴出物の構成粒子の実体顕微鏡像(250~500 µm).7月20日 噴出物に比べて半透明褐色粒子多く,また凹凸の目立つ不定形の外形を示すやや発泡した 粒子が目立つ.



図2. 2020年7月20日の西之島噴出物の構成粒子の実体顕微鏡像(125~250 µm). 黒色~濃褐 色不透明粒子が約7割,褐色半透明粒子が約3割含まれる.破断面で囲まれた角張った粒 子が多い.



図 3. 2020 年 7 月 20 日の西之島噴出物の構成粒子に含まれる典型的な粒子. 左:黒色不透明~ 濃褐色半透明の粒子. 破断面で囲まれた角張った外形を示す. 右:褐色半透明の粒子. 発 泡した液滴の外形を示す.



図 4. 2020 年 7 月 11 日 (左) および 20 日 (右) の西之島噴出物の構成粒子の走査電子顕微鏡 写真. いずれも破断面で囲まれた角張った外形を示す粒子がその大部分を占める.



図 5. 2020 年 7 月 11 日 (左) および 20 日 (右) の西之島噴出物の構成粒子の走査電子顕微鏡 写真.いずれも破断面で囲まれた角張った外形を示す.収縮割れ目等外来水による急激な 冷却を示す証拠は確認できない.



図 6 2020 年 7 月 11 日 (左) および 20 日 (右) の西之島噴出物の構成粒子の断面の走査電子 顕微鏡写真.いずれの噴出物も極めて結晶度が高い.



図77月11日噴出物の大部分を占める黒色不透明火山灰粒子の断面の走査電子顕微鏡写真.石 基は1µm以下のごく細粒の結晶からなり、ほぼ完晶質である.石基結晶を横断する多数 の割れ目が発達する.

西之島の地殻変動

Crustal Deformations of Nishinoshima Volcano

第1図は、「だいち2号」のSAR 干渉解析結果である。2020年6月のペア((a))は、島の一部で 火山噴出物の影響とみられる非干渉地域が見られるが、7~8月のペア((b)、(c))で島の広い範囲 で降灰や溶岩などによるとみられる非干渉地域が見られるようになった。まだ、8月末以降のペア((d) ~(f))では、火砕丘の周辺の広範囲で衛星から遠ざかる変動が見られ、島全体が収縮しているものと 考えられる。また、火砕丘の北東斜面で変動が見られる。

第2図は「だいち2号」のSAR強度画像である。6月~7月の画像((a),(b))では海岸線の変化 が見られる。8~11月の画像((c)~(f))では、火砕丘に変化が見られる。また、7月~11月の画像 ((b)~(f))では島の広い範囲で降灰等によるとみられる反射強度の低い領域が見られる。

謝辞

ここで使用した「だいち2号」の原初データの所有権は、JAXAにあります。これらのデータは、「だいち2号」に関する国土地理院とJAXAの間の協定に基づき提供されました。

国土地理院

西之島のSAR干渉解析結果について

(a)では、火山噴出物の影響とみられる非干渉地域(砂目模様の場所)が見られます。 (b)(c)では、島の広い範囲で降灰や溶岩等によるとみられる非干渉領域が見られます。 (d)~(f)では、火砕丘の周辺の広範囲で衛星から遠ざかる変動が見られます。また、火 砕丘の北東斜面で変動が見られます。



本解析で使用したデータの一部は、火山噴予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

西之島

第1図 「だいち2号」PALSAR-2による西之島の解析結果

国土地理院



背景:SAR強度画像

	(a)	(b)	(C)	(d)	(e)	(f)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2020/06/05 2020/06/19 11:18頃 (14日間)	2020/07/03 2020/07/17 11:18頃 (14日間)	2020/07/31 2020/08/14 11:18頃 (14日間)	2020/08/28 2020/09/11 11:18頃 (14日間)	2020/09/25 2020/10/09 11:18頃 (14日間)	2020/10/09 2020/11/06 11:18頃 (28日間)
衛星進行方向	南行	南行	南行	南行	南行	南行
電波照射方向	右(西)	右(西)	右(西)	右(西)	右(西)	右(西)
観測モード*	S-S	S-S	S-S	S-S	S-S	S-S
入射角	58.7°	58.7°	58.7°	58.7°	58.7°	58.7°
偏波	НН	НН	НН	НН	НН	НН
垂直基線長	+ 19 m	- 100 m	- 20 m	+ 84 m	- 46 m	- 58 m

* S:スポットライト (3×1m) モード

本解析で使用したデータの一部は、火山噴予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

第1図つづき 「だいち2号」PALSAR-2による西之島の解析結果

国土地理院

第147回火山噴火予知連絡会

西之島のSAR強度画像について

(a)(b)では、海岸線の変化が見られます。(c)~(f)では、火砕丘の形状に変化が見られま す。また、(b)~(f)では、島の広い範囲で降灰等によるとみられる反射強度の低い(暗 い)領域が見られます。





本解析で使用したデータの一部は、火山噴予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

第2図 「だいち2号」PALSAR-2による西之島のSAR強度画像

国土地理院



	(a)	(b)	(C)	(d)	(e)	(f)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2020/06/19 11:18頃	2020/07/17 11:18頃	2020/08/14 11:18頃	2020/09/11 11:18頃	2020/10/09 11:18頃	2020/11/06 11:18頃
衛星進行方向	南行	南行	南行	南行	南行	南行
電波照射方向	右(西)	右(西)	右(西)	右(西)	右(西)	右(西)
観測モード*	S	S	S	S	S	S
入射角	58.7°	58.7°	58.7°	58.7°	58.7°	58.7°
偏波	HH	HH	HH	НН	НН	HH

* S:スポットライト (3×1m) モード

だいち2号が捉えた西之島の成長を、YouTubeでご覧いただけます https://www.youtube.com/watch?v=iCHZ8B0QMy4





本解析で使用したデータの一部は、火山噴予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

第2図つづき 「だいち2号」PALSAR-2による西之島のSAR強度画像

西之島

西之島



地形図には沿岸の海の基本図「6556-8」を使用した。 海岸線は SPOT7 (©Airbus DS/Spot Image (2020))の 衛星画像(11月17日撮影)から作成した。 矢印は画像の撮影場所を示す

○ 最近の活動について

年月日	調査機関等	活 動 状 況
		火砕丘の山頂火口は3つの円が東西に連なったような
		形になっていた(第2図)。西の火口からは黒褐色の噴煙
		が連続的に噴出し、中央の火口からは赤熱した溶岩が噴
		煙と共に数秒間隔で噴出しており、溶岩は火口から100m
		弱程度の高さまで上がっていた。東の火口については噴
		煙に覆われており詳細な観測はできなかった。西と中央
		の火口からの噴煙は合流して高度約 2,400mまで上がっ
2020/6/19	海上保安庁	ており、風下では噴煙から降下する火山灰が認められた
		(第3図)。火山灰を含んだ薄い噴煙は東北東方向へ流
		れ、少なくとも約 180 kmの地点まで達しているのを認め
		た。火砕丘の山肌からは火山ガスが放出されていた。
		火砕丘の北東部の流出口から溶岩が白煙を上げながら
		北東方向へ流れていた(第4図)。溶岩は島の東岸から海
		へ流入しており、流入部で激しい水蒸気が発生してい
		た。流入部付近では茶褐色の変色水域が認められ、東方

年月日	調査機関等		活	動	状	況	
		向に流れた変色	水は緑	色に漸	移しな	がら約	5~6 kmまで
		分布していた。	北方向·	への溶	岩は流	出口付	近に新しい溶
		岩が出ており、	白煙を	上げて	いた。	島の北	西へ流れてい
		た溶岩は流入部	で水蒸	気が発	生して	いた(第4図)。



第2図 西之島 火口 2020年6月19日 14:47撮影



第3図 西之島 噴煙及び溶岩(北東) 2020年6月19日 14:47撮影



第4図 西之島 全景 2020年6月19日 14:13撮影

2020/6/29 火砕丘の南西部が崩れて開口しており、山頂の火口も 19日より大きな火口となっていた(第5図)。山頂の火 口からは黒色の噴煙が少なくとも高度3,400mまで上が っていた(雲と合流しており頂部の高さは不明)。また、 赤熱した溶岩が山頂火口から数秒間隔で噴出しており、 火口から約200mの高さまで噴出されていた。大きな噴 出物が火砕丘の麓から少なくとも約200mの距離まで飛	年月日	調査機関等	活 動 状 況
散していた。火砕丘の表面からは火山ガスが放出されて	年月日 2020/6/29	調査機関等 第 三 管 区 海上保安本部	活 動 状 況 火砕丘の南西部が崩れて開口しており、山頂の火口も 19日より大きな火口となっていた(第5図)。山頂の火 口からは黒色の噴煙が少なくとも高度3,400mまで上が っていた(雲と合流しており頂部の高さは不明)。また、 赤熱した溶岩が山頂火口から数秒間隔で噴出しており、 火口から約200mの高さまで噴出されていた。大きな噴 出物が火砕丘の麓から少なくとも約200mの距離まで飛 散していた。火砕丘の表面からは火山ガスが放出されて

年月日	調査機関等	活 動 状 況
		きなかった。
		火砕丘南西の開口部から溶岩(流出口付近では赤熱し
		ている)が白煙を上げながら南西方向へ流れていた(第
		5図、第6図)。溶岩は島の南西岸から海へ流入してお
		り、流入部で激しい水蒸気が発生していた。南西部には
		前述の溶岩の北側にも溶岩が流れており、表面はクリン
		カーのような形状をしており、溶岩の先端部ではその隙
		間から内部の赤熱している様子が認められた(第7図)。
		火砕丘の西側からも溶岩が流出しており、旧島の露出部
		分を覆って島の西部にある砂浜まで達していた(第6
		$(\mathbb{Z})_{\circ}$
		島の全周にわたって黄緑色の変色水が幅約1,000mで
		分布していた(第6図)。なお、西之島南海丘の変色水は
		認められなかった。



第5図 西之島 火砕丘崩壊部 2020年6月29日 13:29撮影



第6図 西之島 西部 2020年6月29日 13:29撮影



第7図 西之島 溶岩 (南西) 2020年6月29日 (左) 13:29 (右) 14:12 撮影

 依然として活発な噴火活動が認められるものの、天候 不良のため詳細な調査はできなかった(第8図)。 数秒~十数秒間隔で火口から噴出物を巻き上げてお 2020(7,20) 海 ト 保 安 床 	年月日	調査機関等	活 動 状 況
2020/1/20 福工保女力 り、噴煙は少なくとも約2,700mまで上かっていた(雲 と合流しており頂部の高さは不明)(第8図)。熱画像で は火口内壁の堆積物が崩れて火口底に流下している様子	2020/7/20	海上保安庁	依然として活発な噴火活動が認められるものの、天候 不良のため詳細な調査はできなかった(第8図)。 数秒~十数秒間隔で火口から噴出物を巻き上げてお り、噴煙は少なくとも約2,700mまで上がっていた(雲 と合流しており頂部の高さは不明)(第8図)。熱画像で は火口内壁の堆積物が崩れて火口底に流下している様子



第8図 西之島 遠景 2020年7月20日 13:50撮影

2020/8/19 海上保安庁 高の上空の広い範囲を覆う火山ガスの影響で視界であったため、詳細な調査はできなかった(第9区火砕丘の火口は大きく開口し、南側に傾斜していたロからは大量の火山ガスの放出が認められ、白色のが高度約 3000m まで上がっていた(第10回)。大き出物を巻き上げるような爆発的な活動は見られなかた。島の広範囲に火山灰が堆積し、地表の凹凸が消になっていた(第10回)。火砕丘の火口内壁は周囲高温な箇所が認められた。溶岩の流出は認められなた。	不)。噴なつらよか良、火煙噴(かりつ



第9図 西之島 遠景 2020年8月19日 13:26撮影



第10図 西之島 全景 2020年8月19日 14:14撮影

年月日	調査機関等	活 動 状 況
		火砕丘の大きく開口した火口から火山ガスの放出が認 められ、白色の噴煙が高さ約2500mまで上がっていた (雲と合流しており頂部の高さは不明)(第11図)。大き な噴出物を巻き上げるような爆発的な活動は見られなか
2020/8/23	20/8/23 第 三 管 区 海上保安本部	った。火口内壁は火砕丘の表面より高温であった(第12 図)。 北西岸から南西岸にかけて黄緑色の変色水が認められ
		た(第11図)。島の北側から南東側にかけて薄緑色の変 色水が西之島の海岸から2km以上の範囲まで広がってい た。
		西之島南海丘の変色水は認められなかった。



第11図 西之島 全景 2020年8月23日 12:57撮影



第12図 西之島 火口(赤外画像) 2020年8月23日 12:44 撮影

年月日	調査機関等	活 動 状 況
		火砕丘の大きく開口した火口の中心付近からは白色の
		火山ガスが立ち上っており、火口縁付近でも少量の火山
		ガスの放出が認められた(第13図)。火口南西部には硫
		黄の析出によると思われる黄色い変色が認められた。火
2020/0/5	第三管区	口内壁は火砕丘の表面より高温であった。内壁の火山ガ
2020/9/0	海上保安本部	ス放出部付近から火口内の堆積物が崩落し、土煙が舞い
		上がっている様子が認められた(第 14 図)。
		北西岸~北~南岸にかけて黄褐色の変色水が西之島の
		海岸から2km以上の範囲まで広がっていた。西之島南海
		斤付近でも黄褐色の変色水が認められた。



第13図 西之島 火口 2020年9月5日 13:32撮影



第14図 西之島 堆積物の崩落 2020年9月5日 13:35撮影

年月日	調査機関等	活 動 状 況		
2020/10/28	第 三 管 区 海上保安本部	火砕丘の火口内壁の複数個所及び北側火口縁から白色		
		の火山ガスの放出が認められた(第 15 図)。火口内壁は		
		火砕丘の表面より高温であった。		
		南東岸から南西岸の広範囲にかけて茶褐色の変色水域		
		が認められた(第15図)。		
		西之島南海丘付近の変色水は認められなかった。		



第15図 西之島 火口 2020年10月28日 15:13撮影

年月日	調査機関等	活 動 状 況		
2020/11/24	海上保安庁	火砕丘の火口内壁の複数個所及び北側火口縁から白色		
		の火山ガスの放出が認められた(第 16 図)。火口内壁は		
		火砕丘の表面より高温であった。		
		南東岸及び南西岸の広範囲に茶褐色の変色水域が認め		
		られた。		
		西之島南海丘付近の変色水は認められなかった。		



第16図 西之島 火口 2020年11月24日 13:57撮影

年月日	調査機関等	活動状況
2020/12/7	海上保安庁	火砕丘の火口内壁及び火口縁から白色の火山ガスの放
		出が認められた。火口縁南側の一部からは青白色の火山
		ガスの放出が認められた。火口内壁は火砕丘の表面より
		高温であった(第 17 図)。火砕丘北側の麓付近から微小
		な白色の火山ガスの放出が認められた(第 18 図)。
		南東岸及び南西岸に茶褐色の変色水域が認められた。

西之島南海丘付近の変色水は低雲高のため調査できな
かった。



第17図 西之島 火口付近 2020年12月7日 13:45撮影



第18図 西之島 火砕丘北部 2020年12月7日 14:14撮影

○西之島活動概況(2019年12月~2020年12月)

2019 年 12 月以降の観測では、火砕丘山頂火口からの噴火が繰り返し観測されており、 4月中旬には爆発的な噴火は一時落ち着いていた(溶岩の流出は継続)。その後4月末に爆 発的な噴火を確認し6・7月にかけて噴火の規模が大きくなっていった。しかし、8月の 観測では白色の噴煙が上がっていたものの、明らかに固形物を含むような爆発的な噴火は 確認できず、9月以降は火口内に留まる程度の火山ガスの放出を続けている。

溶岩の流出は火砕丘を中心に、火砕丘の麓から出てくるものが大部分であった。その多 くが火砕丘北東部の麓付近からであり、西之島北部の陸地拡大に大きく影響した。それ以 外では、山頂火口付近(2019年12月15日北西へ流下、2020年3月9日南西へ流下観測)、 火砕丘西部の麓(2020年6月29日観測)、火砕丘南西の開口部(2020年6月29日観測) から溶岩の流出を確認した。

変色水については、溶岩の海への流入部付近において褐色に近い変色水が、島の周囲に は黄緑色に近いものが分布していることが多く、噴火規模の大きかった6月頃は変色水の 分布も広範囲に及んだ。噴火の収まった2020年9月以降は、島の周囲に褐色に近い濃い変 色水が広範囲にわたって分布するようになっている。

表1 噴火概況

年月日	噴煙の色	噴煙高度	噴出頻度	その他
2019/12/6	薄い灰色	約 200m	数分間隔	
2019/12/15	灰色	約 300m	毎秒~数秒間隔	
2019/12/31	灰色	約 300m	毎秒~数秒間隔	
2020/1/17	濃い灰色	約 1800m	毎秒~数秒間隔	
2020/2/4	灰白色	約 2700m	毎秒~数秒間隔	
2020/2/17	灰白色	約 600m	毎秒~数秒間隔	
2020/3/9	灰色	約 1000m	連続的	
2020/3/15	灰白色	約 900m	連続的	
2020/4/6				白色の火山ガスを放出
2020/4/16				白色の火山ガスを放出
2020/4/19				白色の火山ガスを放出
2020/4/29	褐色	約 1500m	連続的	
2020/5/18	灰色	約 1800m	連続的	
2020/6/7	灰褐色	約 1500m	連続的	
2020/6/15	黒褐色	約 2000m	毎秒~数秒間隔	
2020/6/19	黒褐色	約 2400m	毎秒~数秒間隔	
2020/6/29	黒色	3400m以上	数秒間隔	
2020/7/20	黒灰色?	2700m以上	数秒~十数秒間隔	視界不明瞭
2020/8/19	白色	約 3000m		
2020/8/23	白色	2500m以上		
2020/9/5				白色の火山ガスを放出
2020/10/28				白色の火山ガスを放出
2020/11/24				白色の火山ガスを放出
2020/12/7				白色の火山ガスを放出

海上保安庁



第17図 西之島 噴火状況比較(第146回会議まで)



第18回 西之島 噴火状況比較(第146回会議以降)