

第 149 回 火山噴火予知連絡会資料

(その2の3)

西之島

令和 3 年 12 月 27 日

火山噴火予知連絡会資料(その2の3)

目次

西之島	
気象庁	3-8
気象研	9-13
東大地震研	14-15
防災科研	16-22
産総研	23-27
地理院	28-32
海保	33-39
JAXA	40-43
JAMSTEC	44-45

西 之 島

(2021 年 6 月～2021 年 11 月)

8 月 14 日に噴煙高度が火口縁上 1,900m の噴火が確認された。

8 月以降に噴火が確認されていることから、引き続き、小規模な噴火が発生する可能性がある。

また、2013 年以降活動期と休止期を繰り返していることを考慮すると、今後、火山活動がより活発化する可能性も否定できない。

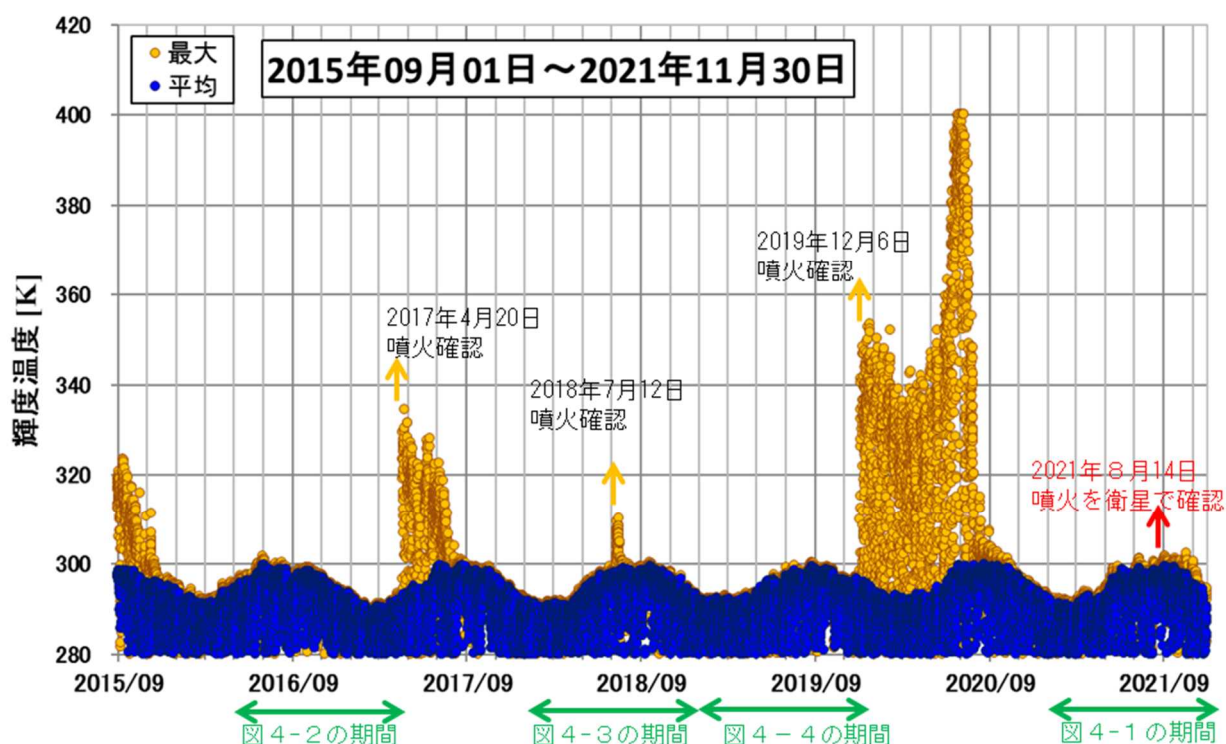


図 1 西之島 気象衛星ひまわり 8 号及び 9 号の観測による西之島付近の輝度温度の変化
夜間の 1 時間ごとの輝度温度（中心波長 $3.9\mu\text{m}$ 帯、HIMAWARI-8/AHI）をプロット（アルゴリズム）西之島（ 27.247°N , 140.874°E ）を中心に $0.28^\circ \times 0.28^\circ$ の範囲（ $15 \times 15 = 225$ 格子点）を抽出。島を含む画素とその周辺 224 格子点の輝度温度について平均値を算出。島の周辺の平均値はバックグラウンドとみなしている。

- ・西之島付近の地表面温度は、2020 年 8 月以降、周囲とほとんど変わらない状態となっていた。
- ・8 月 14 日、気象衛星で噴火を検知したが（図 2）、輝度温度に明瞭な上昇は見られなかった。
- ・その後、8 月中旬頃から、西之島付近の地表面温度に、周囲と比較してわずかに高い傾向が認められるようになるが、その輝度温度の上昇の程度は、溶岩流出が確認された過去の時期に比べると、目立つものではなく、わずかな上昇である。

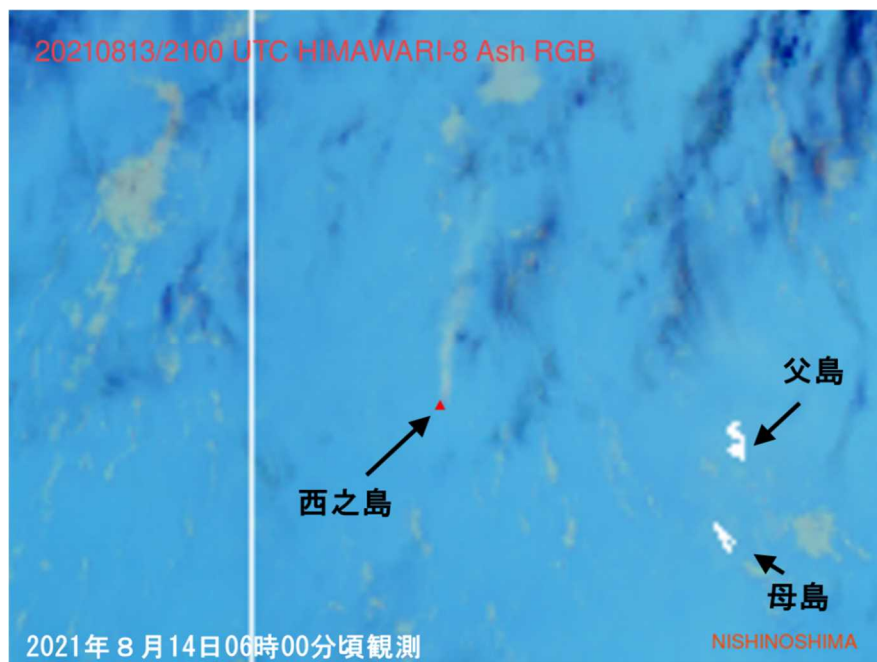


図 2 西之島 気象衛星ひまわり 8 号で観測された火山灰を含む噴煙

・ 8 月 14 日、気象衛星ひまわり 8 号で、火山灰を含む噴煙を観測した。噴煙高度は火口縁上 1,900m と推定される。

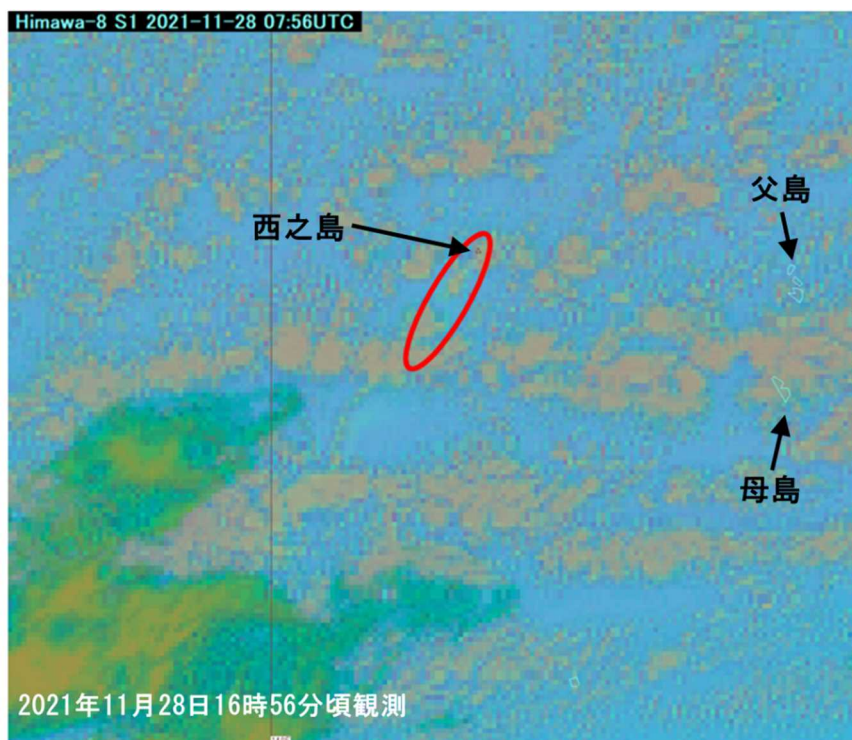


図 3 西之島 気象衛星ひまわり 8 号で観測された火山ガス

・ 気象衛星ひまわり 8 号で、11 月 28 日、15 時 50 分頃から 18 時 50 分頃にかけて、火山ガスと推定される撮像を確認した。

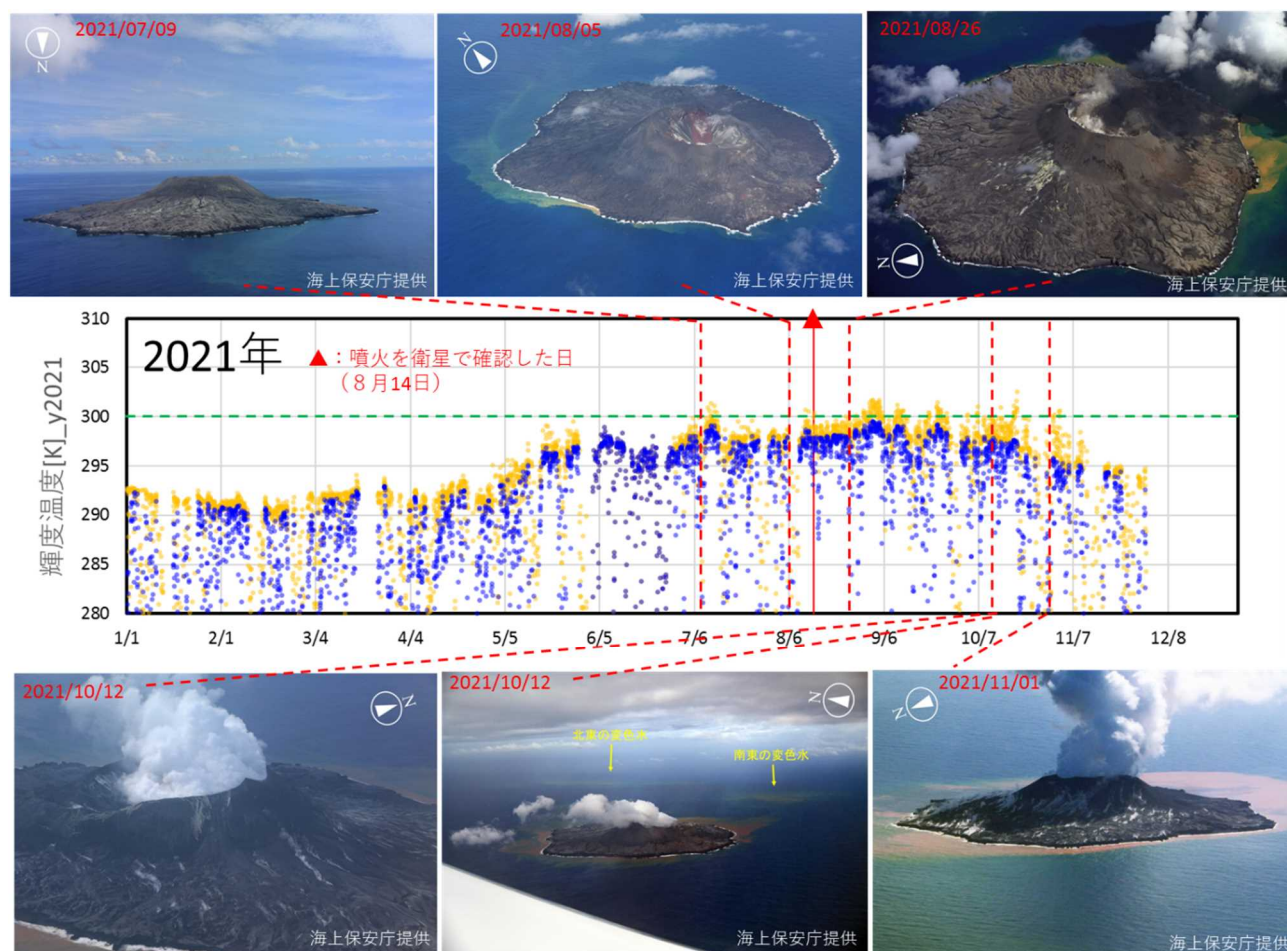


図 4 - 1 西之島 輝度温度の推移と上空からの活動状況の対応 (2021 年)

- ・ 比較的活動が穏やかであった 2016 年、2018 年、2019 年の同時期と比較すると、2021 年 8 月以降、輝度温度がわずかに高めに推移しており、西之島周辺の変色水域は、2021 年 8 月頃から、それ以前と比較して、また、過去の同時期と比較して、濃い可能性がある。
- ・ 2021 年 10 月、11 月は、それ以前と比較して、また、過去の同時期と比較して、中央火口からの噴気の量が多い可能性がある。また、火砕丘の外側における噴気も目立つようになっている。
- ・ 2017 年 4 月、2018 年 7 月、2019 年 12 月のそれぞれの噴火前において、上記のような状況は明確には認められない。

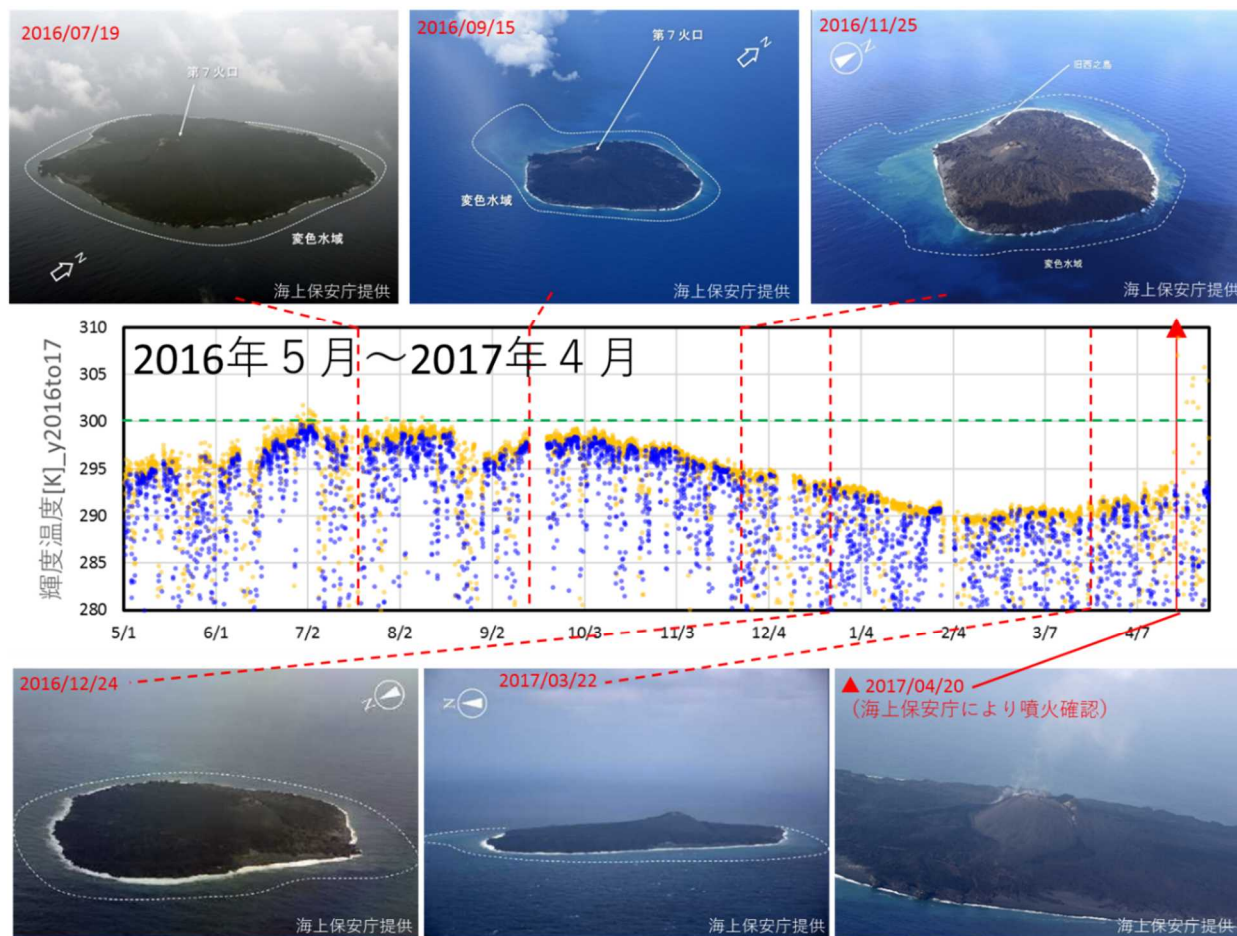


図 4 - 2 西之島 輝度温度の推移と上空からの活動状況の対応 (2016 年～2017 年)

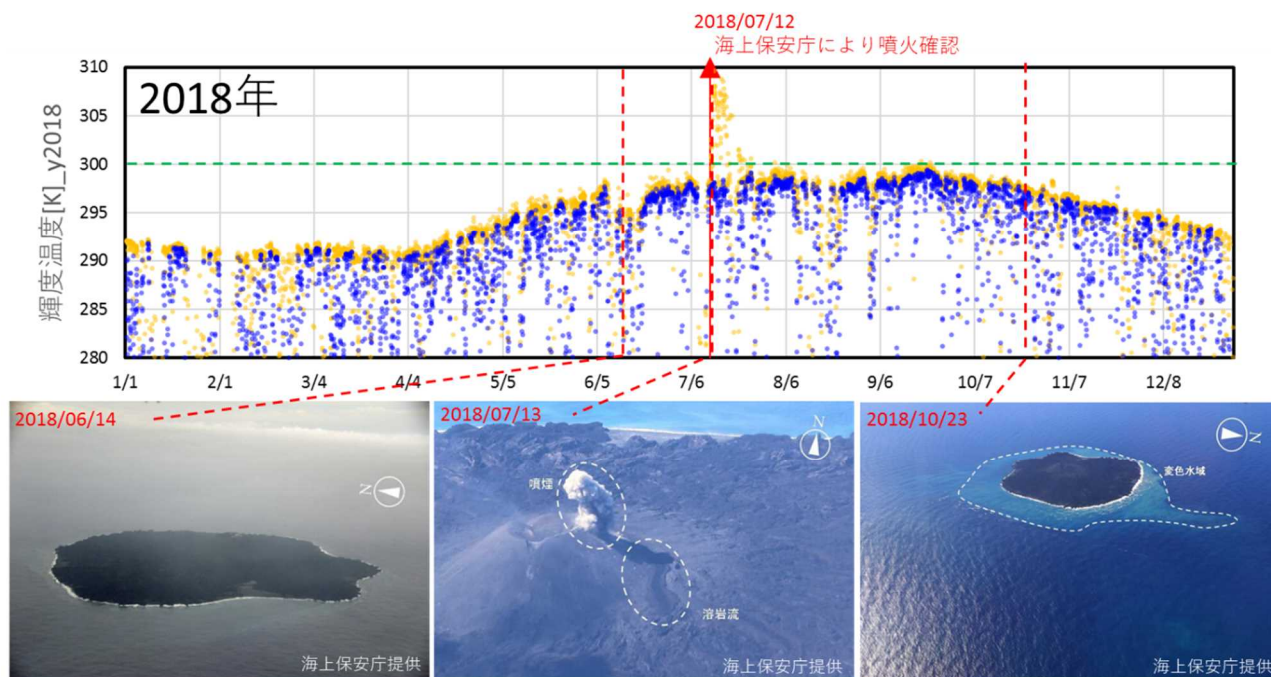


図 4 - 3 西之島 輝度温度の推移と上空からの活動状況の対応 (2018 年)

※2018 年 7 月 13 日には溶岩を流出し、輝度温度に高まりが見られるが、7 月下旬以降は周囲とほとんど同じ状態となった。

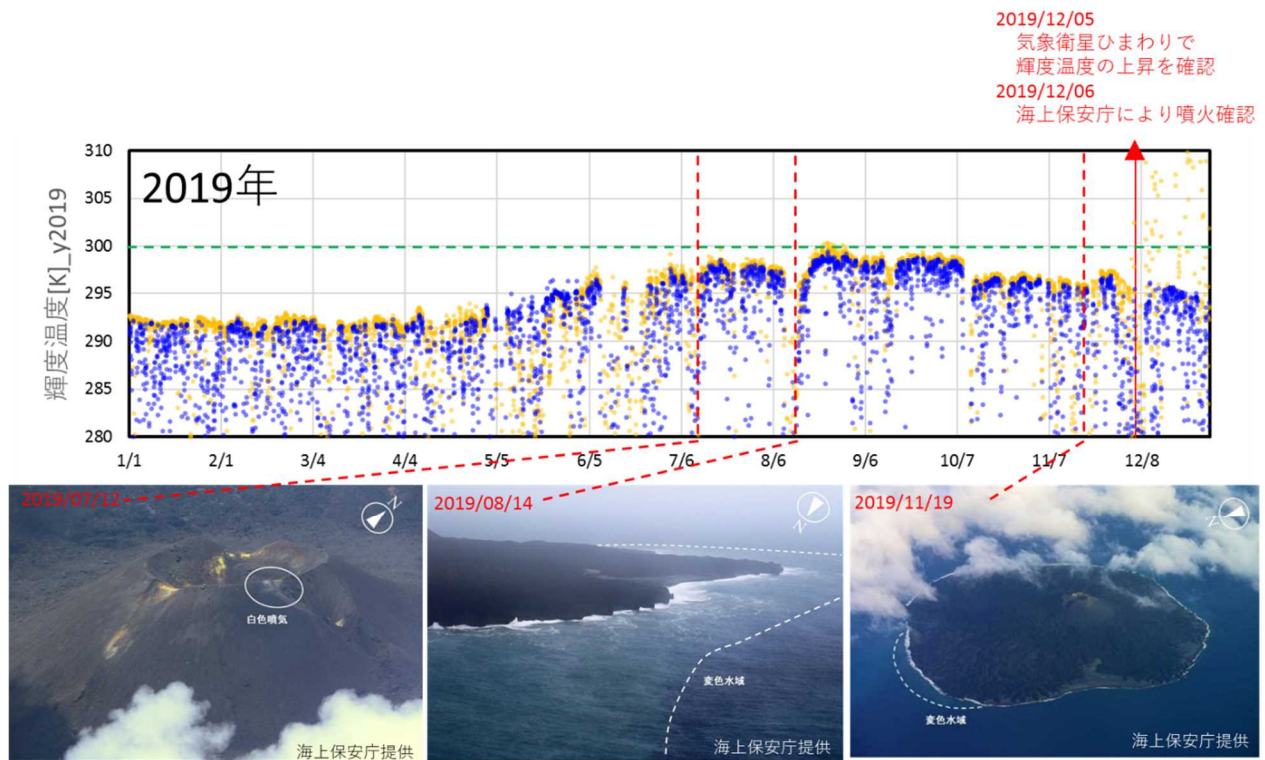


図 4 - 4 西之島 輝度温度の推移と上空からの活動状況の対応（2019 年）

気象庁資料に関する補足事項

1. データ利用について

- ・資料は気象庁のほか、以下の機関のデータも利用して作成している。

北海道地方（北方領土を含む）：国土交通省北海道開発局、国土地理院、北海道大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所、北海道、地方独立行政法人北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所及び公益財団法人地震予知総合研究振興会

東北地方：国土交通省東北地方整備局、国土地理院、東北大学、弘前大学、北海道大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、青森県及び公益財団法人地震予知総合研究振興会

関東・中部地方：関東地方整備局、中部地方整備局、国土地理院、東北大学、東京工業大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所、長野県、新潟県、山梨県、神奈川県温泉地学研究所及び公益財団法人地震予知総合研究振興会

伊豆・小笠原地方：国土地理院、東京大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所、東京都

九州地方・南西諸島：九州地方整備局大隅河川国道事務所、九州地方整備局長崎河川国道事務所（雲仙砂防管理センター）、国土地理院、九州大学、京都大学、鹿児島大学、東京大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所、宮崎県、鹿児島県、大分県、十島村、三島村、屋久島町、公益財団法人地震予知総合研究振興会及び阿蘇火山博物館

2. 一元化震源の利用について

- ・2001 年 10 月以降、Hi-net の追加に伴い検知能力が向上している。
- ・2010 年 10 月以降、火山観測点の追加に伴い検知能力が向上している。
- ・2016 年 4 月 1 日以降の震源では、M の小さな地震は、自動処理による震源を表示している場合がある。自動処理による震源は、震源誤差の大きなものが表示されることがある。
- ・2020 年 9 月以降の震源は、地震観測点の標高を考慮する等した新手法で求められている。
- ・2021 年 12 月現在、次の期間の地震について、暫定的に震源精査の基準を変更しているため、その前後の期間と比較して微小な地震での震源決定数の変化（増減）が見られる。

- ① 2020 年 9 月 1 日から 10 月 23 日まで、② 2021 年 1 月 9 日から 3 月 7 日まで、③ 2021 年 4 月 19 日以降

3. 地図の作成について

- ・資料内の地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 25000 (行政界・海岸線・地図画像)』、『数値地図 50m メッシュ (標高)』、『基盤地図情報』及び『電子地形図 (タイル)』を使用した。

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた西之島の地形変化

2021 年 8 月の噴火に伴い、中央火砕丘の北東側において、約 80cm を超える衛星から遠ざかる方向の位相変化が検出された。また、南側においても局所的な伸長変化が認められた。なお、陸域面積の大きな変化はなかったが、中央火砕丘付近を中心に噴火活動に伴う顕著な相関度の低下や、後方散乱強度の増減が認められた。

1. はじめに

2020 年 8 月末に多量の降灰を伴う噴火が終息した西之島では、短期ペアでは干涉性も次第によくなり、中央火砕丘近傍の局所的な地殻変動や、気象条件の影響と考えられる全島的な相関度の低下が時折あるほかは落ち着いた状態が継続していたが、2021 年 8 月には、小規模な噴火活動があった。本報告では、2021 年 6 月以降の SAR (SPT) データについての解析結果を報告する。

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、干涉画像、相関画像および強度画像を第 1,2,3 図に示す。

干涉画像解析（第 1 図）では、8 月の噴火前までのペアでは概ね良好な干涉画像が得られた。14 日間のペア（図 A）ではほとんど変化は認められないが、28 日間のペア（図 B, C）では、中央火砕丘の北東部と南側で局所的な衛星視線方向伸長の位相変化が認められた。8 月の噴火を挟むペア（図 D）では、中央火砕丘から北北西側沿岸にかけて非干涉領域が認められ、中央火砕丘の北東側では、2 サイクル（約 20cm）以上の衛星から遠ざかる方向の位相変化が確認された。さらに、その後のペア（図 E）でも同様の場所において、7 サイクル（約 80cm）以上伸長変化が認められた。一方、直近のペア（図 F）では、全島的に非干涉領域が広がっている。

相関画像解析（第 2 図）では、噴火前までのペアにおいて、中央火砕丘内側と外側の北西～西側領域で低相関度領域が認められるが、いずれも局所的な変化にとどまっている。噴火後のペアでは、干涉画像の非干涉領域と調和的な場所において相関度が低くなっているほか、海岸付近においても低相関度が認められる（図 E）。最新のペア（図 F）では、期間が 14 日であるにもかかわらず、全島的に極端に相関度が悪い結果となった。

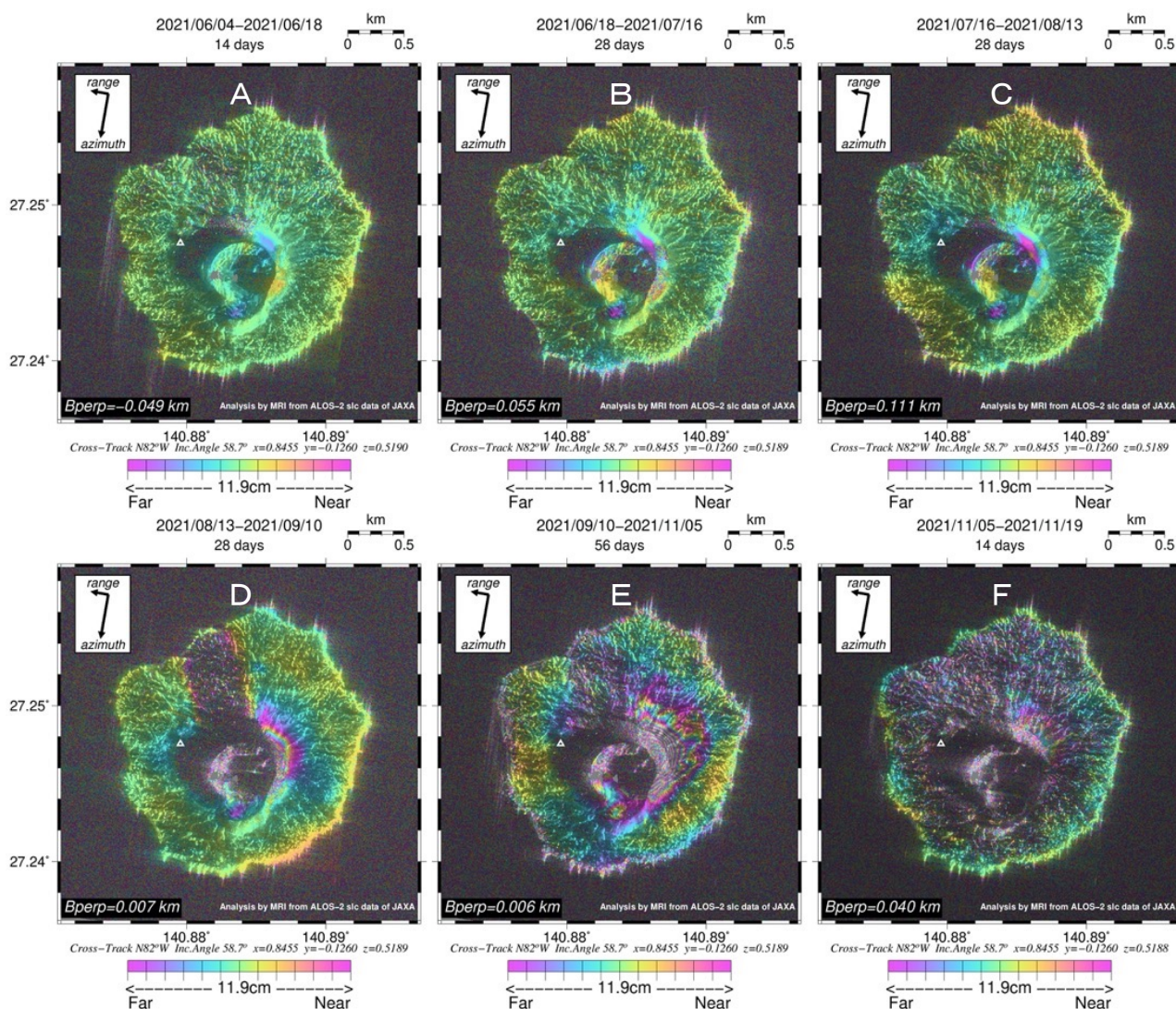
加色混合法による強度画像解析（第 3 図）では、8 月の噴火前までは特段大きな変化はないが、噴火を挟むペア（図 D）で、後方散乱強度の低下が認められ、主に降灰主体の噴火が推察される。続くペア（図 E）では、同じ場所において後方散乱強度が戻っており、噴火直後の降灰状態は取り除かれたと考えられるが、最新のペア（図 F）では、中央火砕丘の東側を中心に再び後方散乱強度の低下が認められ、降灰があった可能性が考えられる。

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、2020 年 12 月以降、強度画像から読み取った陸域面積は微減しているものの大きな変化はない（2021/11/19 現在）。また、低相関度領域の面積は、0.4km² 以下で推移していたが、直近のペアではやや大きな値を示している。これは噴火に伴う降灰の影響も考えられるが、撮像間隔の長さも影響しているかもしれない。CIRC による観測は、天候不順などの影響で観測頻度は多くないが、観測頻度の高い GCOMC の観測結果と併

せて評価すると、直近でやや上昇傾向となっている。

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。

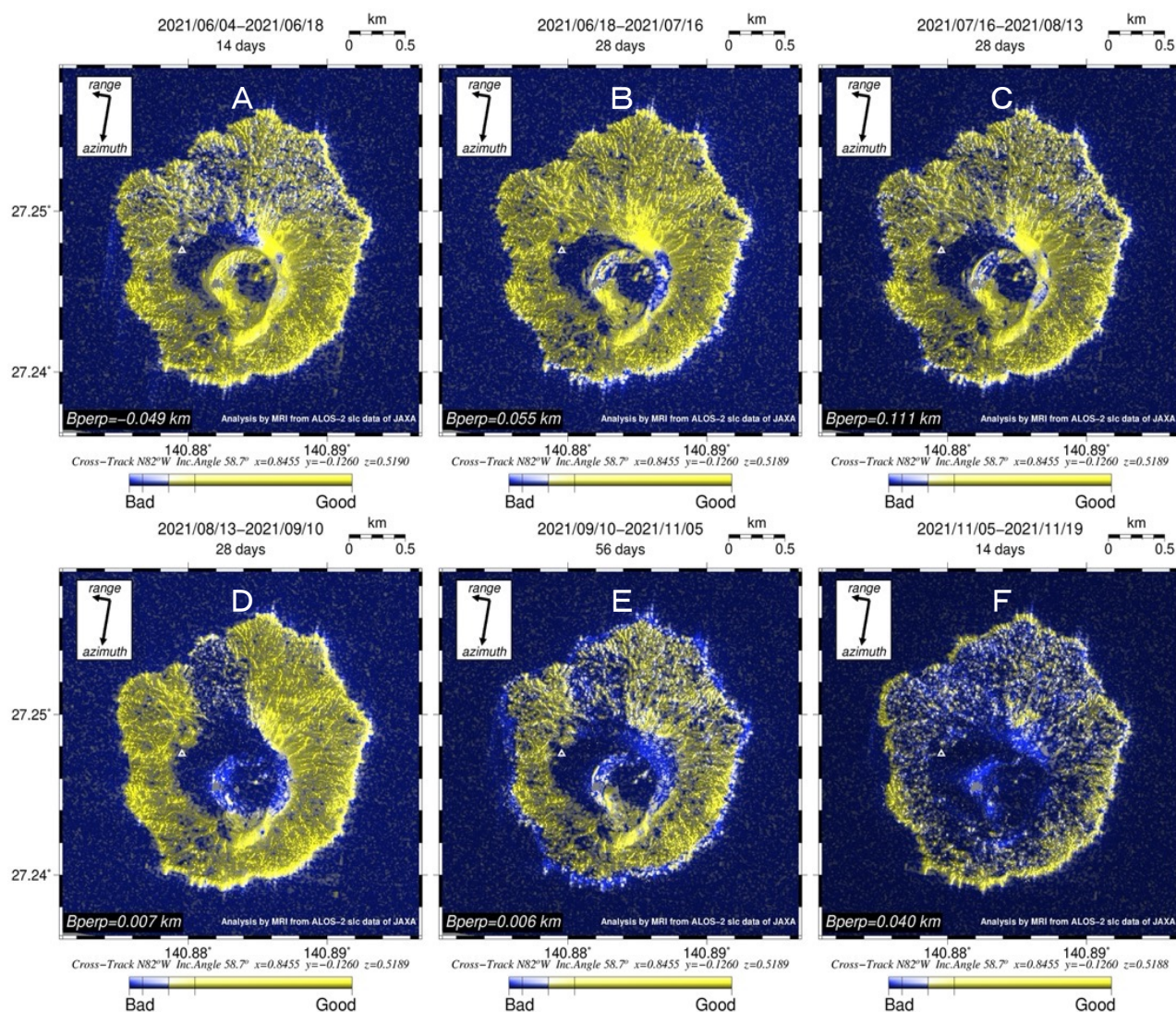


第 1 図 path14 (SPT) における干渉画像

図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。各ペアの期間が異なることに注意。8 月の噴火以降、中央火砕丘付近で非干渉領域が拡大している。噴火後約 2 か月のペア（図 E）では、中央火砕丘の北東側で 7 サイクル（約 80cm）以上の衛星から遠ざかる方向の位相変化が検出された。また、南部でも局所的な伸長変化が認められるが、直近のペア（図 F）では全島的に非干渉領域が広がっている。なお、対象領域が狭いため、対流圏遅延補正は行っていない。

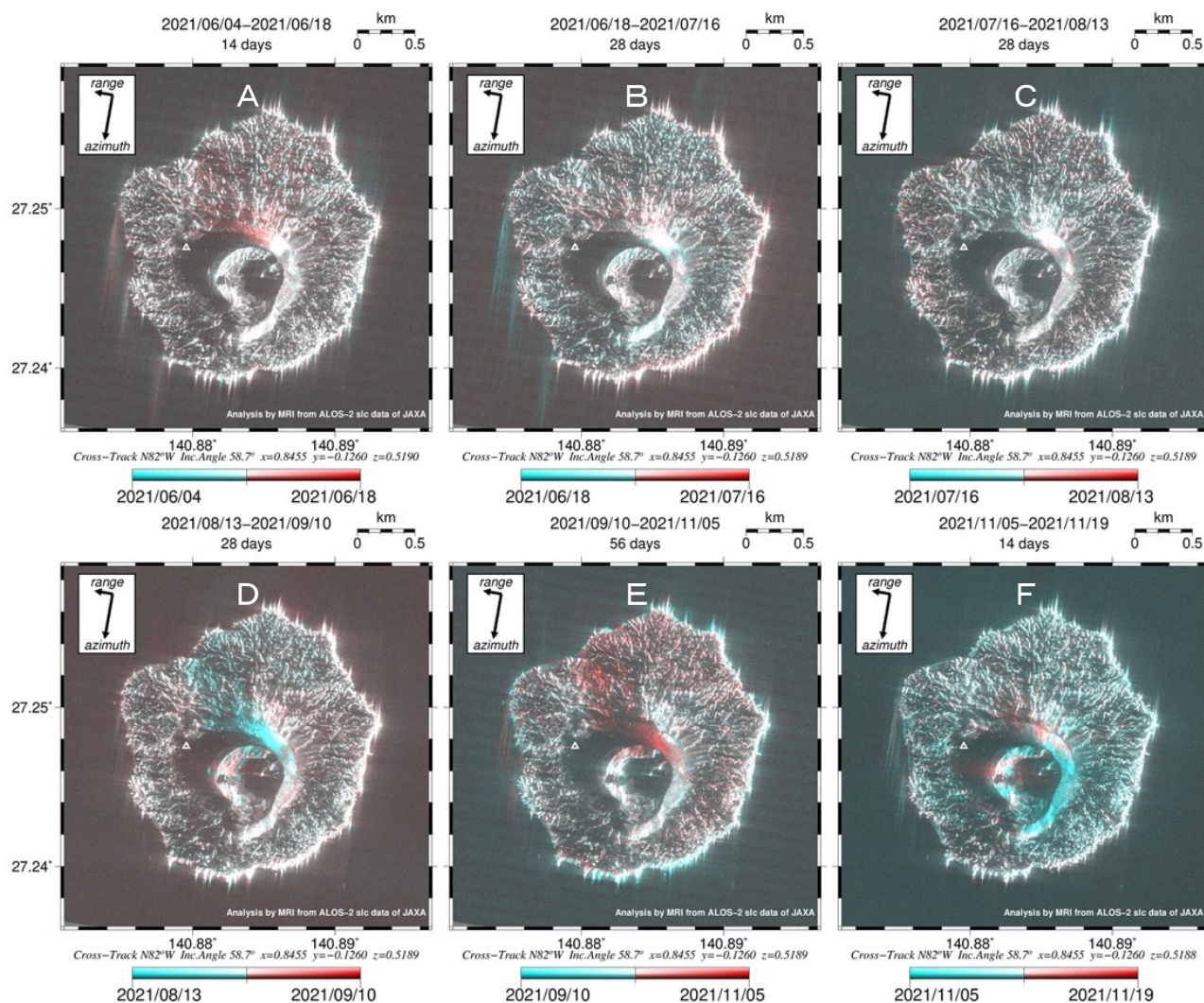
第 1 表 解析に使用したデータ

Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
14-3081 (SPT)	南行	右側	58.7°	2021.06.04	2021.06.18	第 1, 2, 3 図-A
				2021.06.18	2021.07.16	第 1, 2, 3 図-B
				2021.07.16	2021.08.13	第 1, 2, 3 図-C
				2021.08.13	2021.09.10	第 1, 2, 3 図-D
				2021.09.10	2021.11.05	第 1, 2, 3 図-E
				2021.11.05	2021.11.19	第 1, 2, 3 図-F



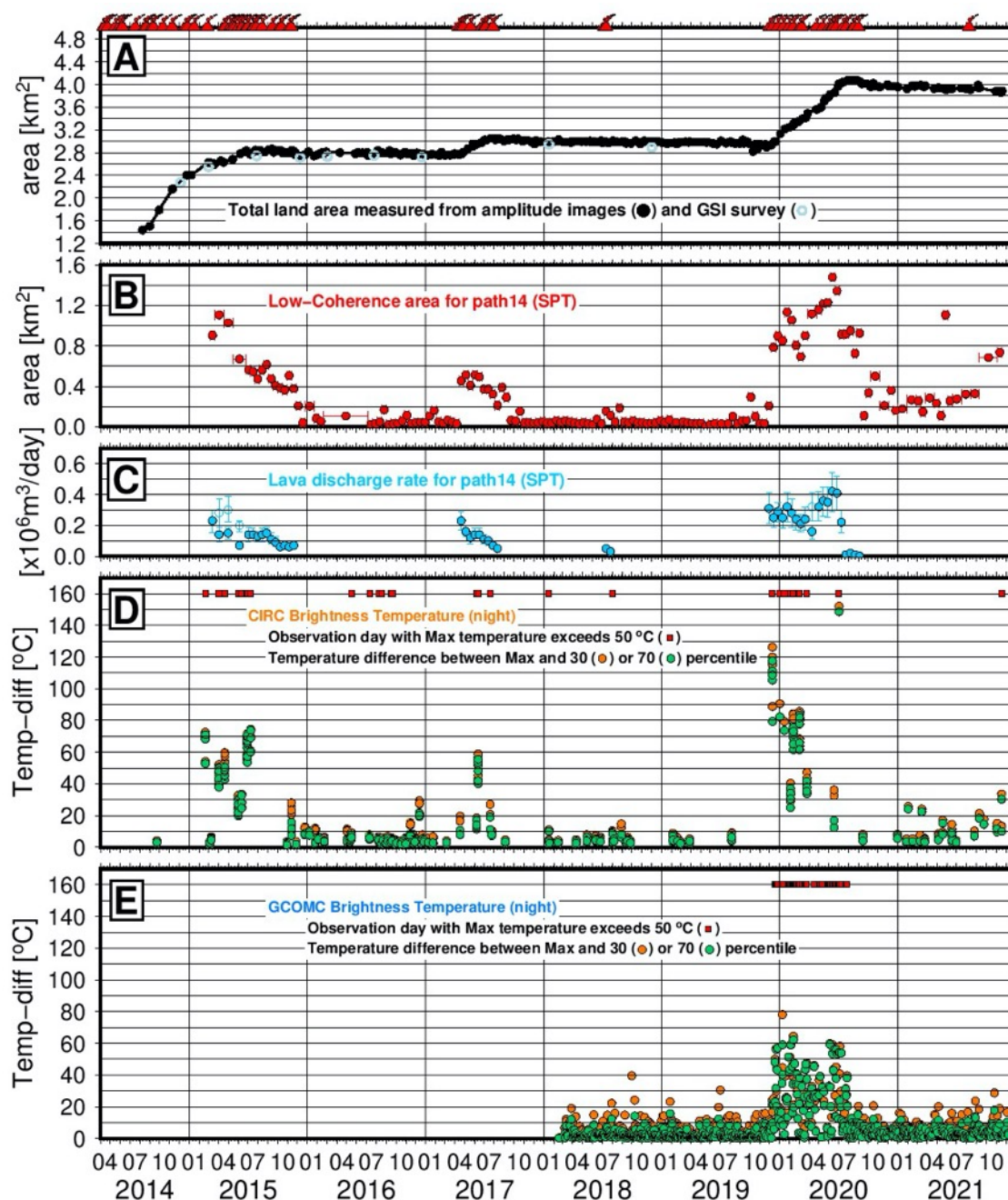
第 2 図 path14(SPT)における相関画像

図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。青色部分は相関度 0.2 以下の部分を示す。8 月の噴火前 (図 A,B,C) は中央火砕丘内と中央火砕丘外の西側から北西側で低相関度領域が顕著である。噴火後は北北西側 (図 D), 沿岸部 (図 E), 全域 (図 F) で各々低相関度領域が顕著である。



第 3 図 path14(SPT)における強度画像

図中の三角印は旧西之島の山頂位置を示す。各ペアにおける後方散乱について、新しいデータが強い場合は赤色、古いデータが強い場合はシアン色で表現される。A では中央火砕丘の北側で 6/18 の後方散乱強度が強くなっている。8 月の噴火前後（図 D）は中央火砕丘の北側から沿岸部にかけて後方散乱強度の低下が認められ、この地域を中心に降灰があったと考えられる。次のペア（図 E）では、当該場所の後方散乱強度は戻っており、降灰部分が除去されたまたは硬化したと考えられる。さらに、図 F の期間では、中央火砕丘東側を中心に後方散乱強度の低下が認められ、再び降灰があった可能性が示唆される。



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：陸域面積は約4.0km²弱で大きな変化はない（2021年11月19日現在）。噴火マークは、海上保安庁から火山噴火予知連絡会に報告された資料から読みとった。○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、2020年12月以降は約0.4km²以下で推移していたが、直近ではやや大きくなっている。

C：強度画像の比較と相関画像の結果から今期間における溶岩流下はない。

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2021/11/17）。

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2021/12/8）。

■は最高温度50℃以上の観測日，●は最高温度と30パーセントイル値の差分温度，●は最高温度と70パーセント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。

西之島における 2013 年以降の噴出物の化学組成変化

概要: 西之島における 2013 年以降の噴出物の化学組成について、2021 年の調査で採取された試料の分析データを加えて整理した。その結果、2019–2020 年第 4 期噴火の溶岩と火砕物の間に顕著な組成差があることがわかった。第 4 期噴火により岩石の化学組成が大きく変わったことはすでに分かっていたが、その変化のタイミングは、第 4 期噴火前半の溶岩流出末期と考えられる。第 4 期噴火では溶岩流も組成がやや苦鉄質に変化した後、火砕噴火へと移行した。噴火様式の変化は、マグマ組成の劇的変化に対応して起きていたと考えられる。

分析試料:

2019–2020 年噴火における溶岩のうち、島北端（2020 年 5 月頃に形成）を構成する溶岩 2 試料およびそれを覆う火砕物（火山礫および弾道放出岩塊）5 試料。令和 3 年度西之島総合学術調査（環境省）の予備調査時（2021 年 7 月）に採取されたもの。

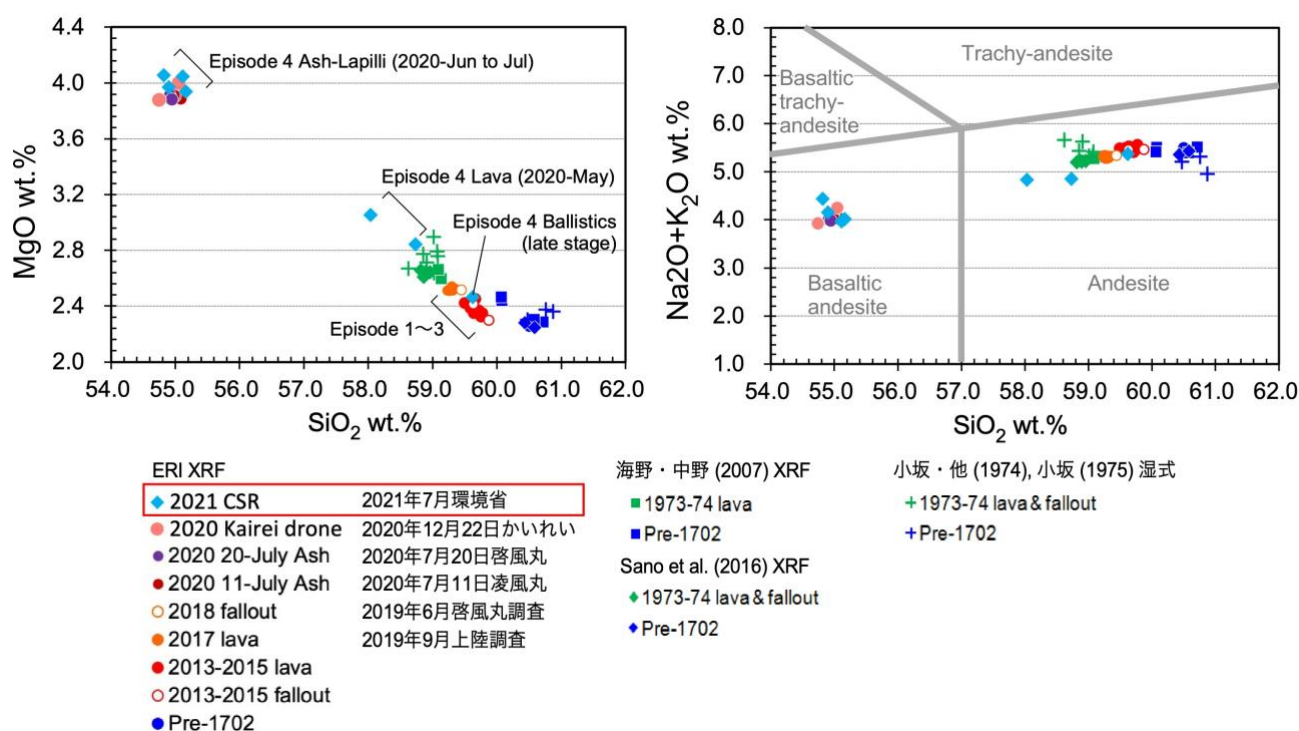


図1 西之島噴出物の全岩化学組成とその変遷。第1期から第4期前半にかけてしだいに苦鉄質に変化した後、2020 年 6–7 月の火砕噴火において玄武岩質安山岩に組成がジャンプする。第 4 期末期の火山岩塊は第 1–2 期と同様の組成を有するが、この岩塊は類質物質であり、第 4 期末期のマグマ組成そのものを反映していない可能性がある。

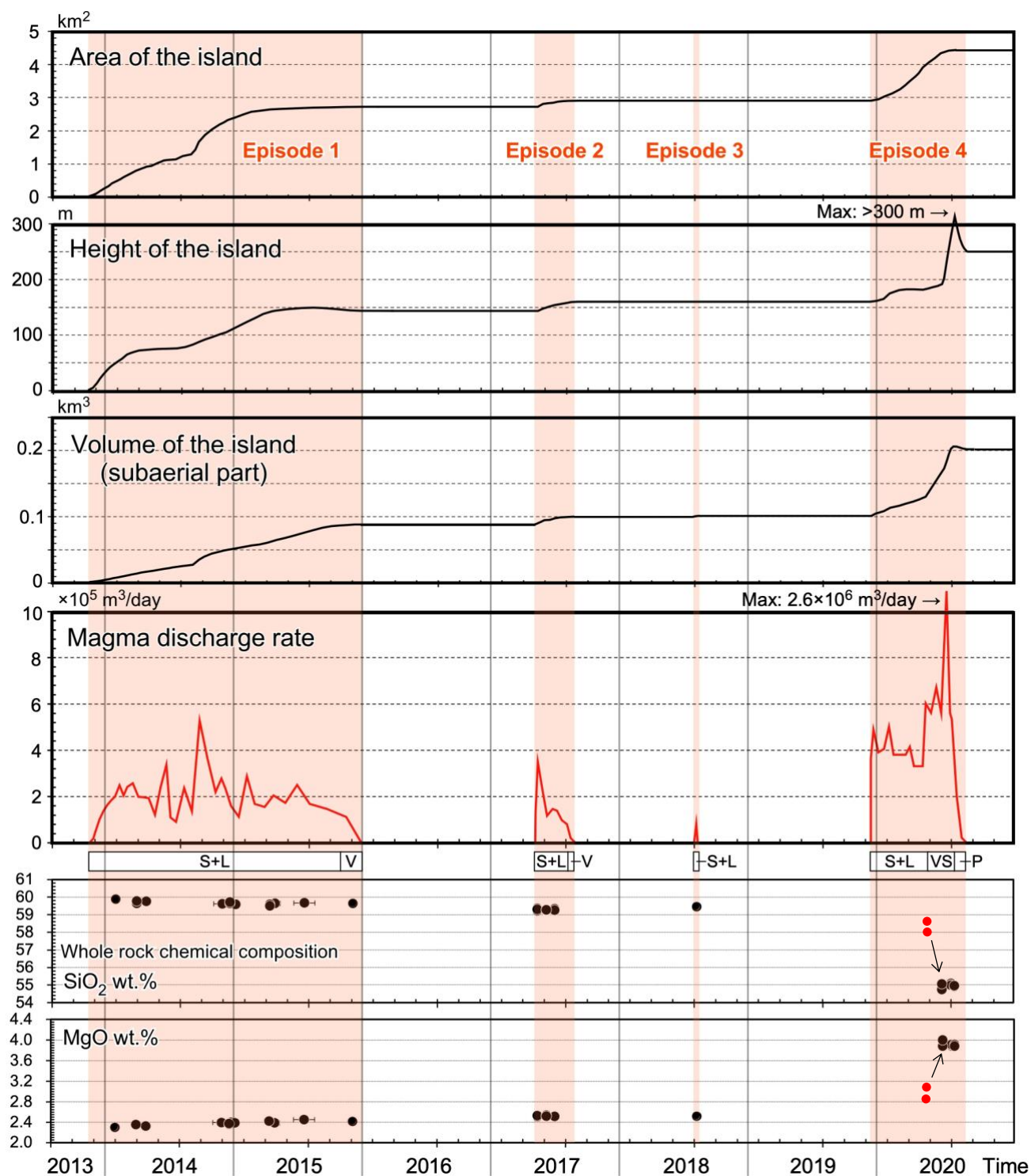


図2 西之島における2013年以降の地形（面積・標高・陸上部分体積）、マグマ噴出率、噴火様式、噴出物組成の変遷。噴火様式は、S: ストロンボリ式、V: ブルカノ式、L: 溶岩流、VS: バイオレント・ストロンボリアン、P: マグマ水蒸気爆発。

西之島 2021 年 8 月 14 日噴火噴出物と 9 月上旬の小噴火について

9 月上旬の西之島総合学術調査の際に 8 月 14 日の噴火による堆積物を採取し記載岩石学的検討をおこなった。本質物の可能性が高いガラス質岩片は脆性的に破断した形状を示しており、噴火様式は灰噴火や水蒸気マグマ噴火に該当する可能性がある。石基ガラス化学組成は 2020 年 7 月の噴火と同様に比較的苦鉄質な組成であった。また調査期間中には小規模な火山灰噴煙を放出する噴火や火口壁の崩落が発生した。

1. はじめに

9 月上旬に実施された環境省の西之島総合学術調査では、西之島への上陸はせずに 9 月 3 日から 9 月 7 日にかけて西之島沖に滞在し、調査船（第二開洋丸）からの観察とドローンを利用した記録装置の設置・回収や試料の採集をおこなった。ここでは 8 月 14 日噴火の噴出物の特徴と調査期間中に発生した小噴火について概要を報告する。

2. 8 月 14 日噴火噴出物の分布

島全体を覆う 2020 年(第 4 噴火期)噴出の火山灰層は表面に脆性的なひび割れが生じる程度に硬く、また至る所に深いガリーが形成されている。これを覆っている未固結で表面が滑らかな細粒火山灰層が 8 月 14 日噴火の噴出物と考えられる。正確な層厚分布は判明していないが北北西方向に厚く(図 1)、火砕丘の南側では存在が確認できない。火砕丘の主火口内には厚く存在するようであるが(図 2)、火砕丘の北斜面では 7 月の環境省調査時にあった崖地形などがほぼそのまま残っておりあまり厚くない(図 3)。火砕丘北麓付近でおおよそ 10cm 以上、北海岸付近で数 cm の層厚があると考えられる(図 4)。噴石の着地跡は確認されていないが、火砕丘南西麓に新鮮な着地跡のような窪みが複数認められる(図 5)。火砕丘の主火口内には北側に偏って深い窪みが生じており、ここが噴火口と考えられる。

3. 調査中の噴火活動

噴気活動は火口内だけでなく、火口縁付近や火砕丘外側の山麓溶岩源でも活発に行われていた。調査中にもごく小規模な火山灰を含む噴煙の発生があったが、特に顕著であった以下の事例を報告する。なおこれらの噴煙からの降下火山灰を採取することはできなかった。

○9 月 3 日の崩落による噴煙発生

9 月 3 日 12 時 20 分頃に赤褐色の噴煙が主火口から拡散し、火口上 200m 程度の高さまで達し北側に流れた(図 6)。その後の観察で北側火口壁の赤褐色粗粒火砕岩の絶壁に崩落した痕跡が確認されたことから(図 7)、崩落で生じた土埃状の噴煙であり噴火は発生しなかった可能性が高い。

○9 月 5 日の連続噴煙

9 月 5 日の午前 8 時前に主火口北東部に褐色の薄い火山灰噴煙が確認された。噴煙は継続的に存在し、9 時前から 10 時半頃まで勢いが強く最高で火口上 300m 程度まで到達した(図 8、図 9)。13 時頃まで弱く断続し、その後夕方まで時折薄い噴煙の存在が認められた。噴出口は少なくとも 2 ヶ所に存在し(図 10)、主に噴出したほうは 8 月 14 日火口内の北東部に推定された。船上からは見えない位置であるが、噴火中のドローン観察によると小噴出孔が数個存在していたらしい。もう 1 ヶ所は主火口の火口壁上部にあり(図 10)、火山灰噴煙の噴出は断続的で他の噴気孔と同様に白煙を上げることもあった。これらの火口はおおまかに北北東-南南西方向に配列していた(図 1)。

4. 8 月 14 日噴火の火山灰試料の特徴

○顕微鏡観察

観察試料は、火砕丘北側の溶岩原上部で 8 月 14 日噴出物とみられる細粒火山灰層を吸引式の採取装置により採取したものである(図 1)。洗浄した直径約 250–500 μm の火山灰粒子について実体顕微鏡と走査型電

子顕微鏡を用いて観察した(図 11～図 13)。その結果以下のような粒子が識別された。

ガラス質岩片：本質物質である可能性が高い、新鮮な褐色透明や黒色透明のガラス質粒子で、発泡度は様々でブロック状や不定形スコリア状の形態をしているもの。観察試料の 2 割程度含まれる。液滴状の形態のものはほとんどなく、また急冷を示すような構造もほとんど観察されていない。結晶度は高く針状ないし長柱状のマイクロライトが多く含まれる(図 12、図 13)。

やや変質したガラス質岩片：黒色不透明のブロック状、スコリア状のガラス質岩片で脱ガラス化が進んでおり、表面に被膜が生じたり赤褐色に酸化しているもの。6 割程度含まれる。

石質岩片：溶岩などの結晶度の高い岩片で 2 割程度含まれる。

そのほかに強変質岩片や結晶片が含まれるが、量は少なくそれぞれ数%程度である。

○石基ガラス化学組成

250 μm 以下の火山灰粒子について、走査型電子顕微鏡付属の EDS 分析装置を用いてガラス質岩片の石基ガラスの主成分組成を測定した。また、北西側海岸部で採取した 2020 年噴火(第 4 噴火期)の噴出物試料(図 1)も比較の為に分析した。その結果、8 月 14 日噴火の石基ガラスは $\text{SiO}_2=58\sim 59\text{wt}\%$ 付近と $62\sim 65\text{wt}\%$ に集中する傾向にあり、2018 年以前の噴出物に比べて苦鉄質な性質を示す第 4 噴火期噴出物(2020 年 7 月 20 日に気象庁の調査船で採取された試料や今回採取の 2020 年噴出火山灰層)に類似している(図 14)。

5. まとめ

以上の特徴から、8 月 14 日噴火には 2020 年 7 月とよく似た苦鉄質なマグマが関与した可能性が高い。噴火は爆発的であり細粒な火山灰が北北西方向に降下した。既存の山体からリサイクルしたとみられる弱く変質したガラス質岩片や石質岩片の割合が多く、熱水変質体由来の強変質岩片は少ない。本質物とみられる新鮮なガラス質岩片は 2 割程度含まれていたと見積もられる。脆性的に破断した形状を示しており、噴火様式は灰噴火や水蒸気マグマ噴火に該当する可能性がある。9 月上旬の調査時点でもごく小規模な火山灰噴煙の発生や火口壁の崩落があり、小規模な噴火活動が継続していたと考えられる。

本報告は現時点でのまとめであり、今後の解析の進展によって訂正されることがある。

謝辞：環境省西之島総合学術調査の参加者・関係者の皆様には調査全般にわたり御協力していただいた。自然環境研究センターの港氏には貴重な写真を提供していただいた。以上の方々に御礼申し上げます。

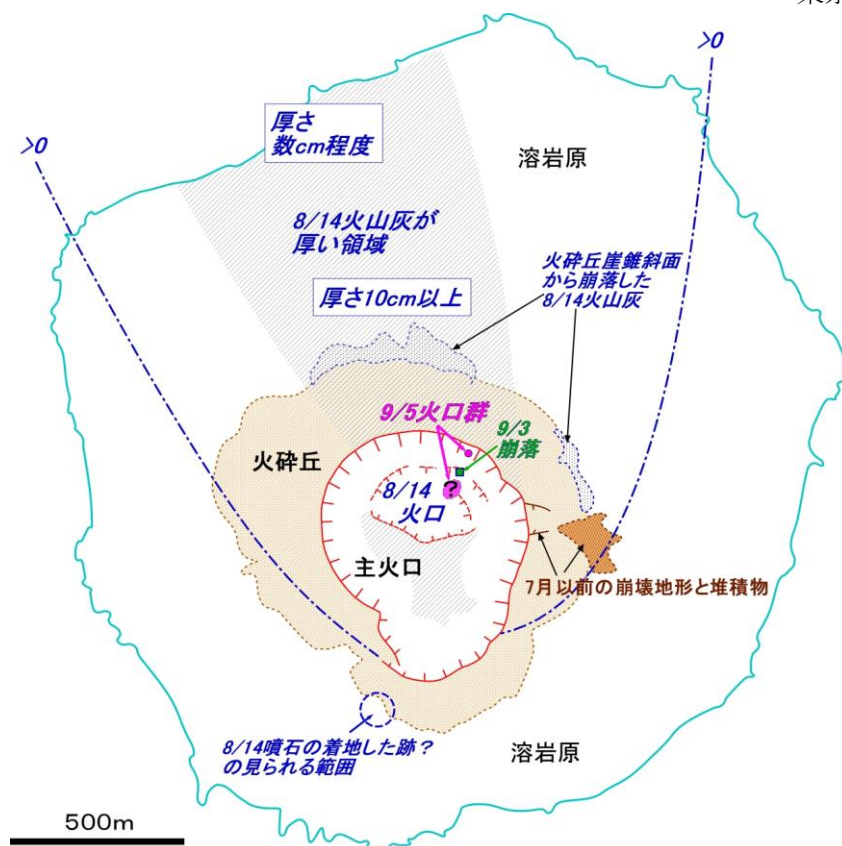


図 1 西之島の 8 月 14 日噴火噴出物の分布概略図
9 月調査時に発生した噴火や崩落現象の推定位置も記入した。



図 2 主火口内壁の崖錐斜面を覆う 8 月 14 日噴火火山灰層。

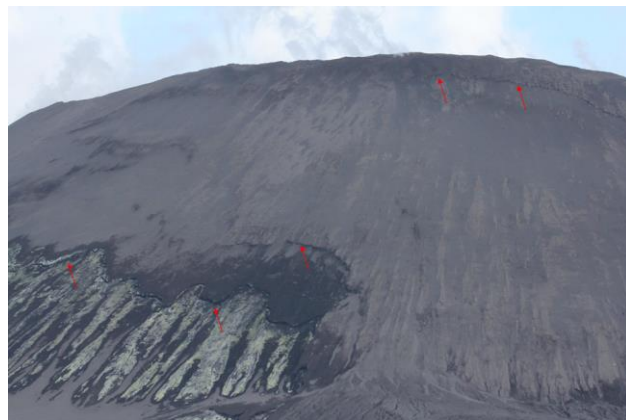


図 3 火砕丘北側斜面。8 月 14 日噴火の噴出物は薄く、7 月には存在した崖地形(矢印)が残っている。

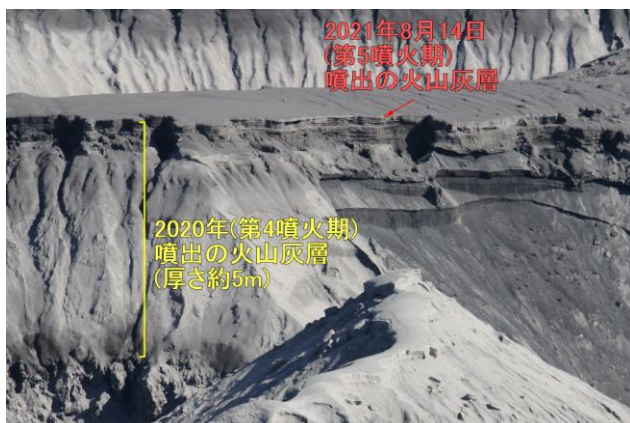


図 4 北海岸で 2020 年噴出物表面を薄く覆う 8 月 14 日噴火噴出物とみられる火山灰層(矢印)。



図 5 噴石によるインパクトクレーターの可能性がある火砕丘南西麓の凹地形。火口はやや右奥方向。



図 6 西之島南岸沖から撮影された 9 月 3 日の崩落に伴うとみられる赤褐色の“噴煙”。上位の白い雲は噴煙ではなくいわゆる島雲。左:12:20 頃(自然環境研究センター・港氏撮影)。右:12:25 頃。

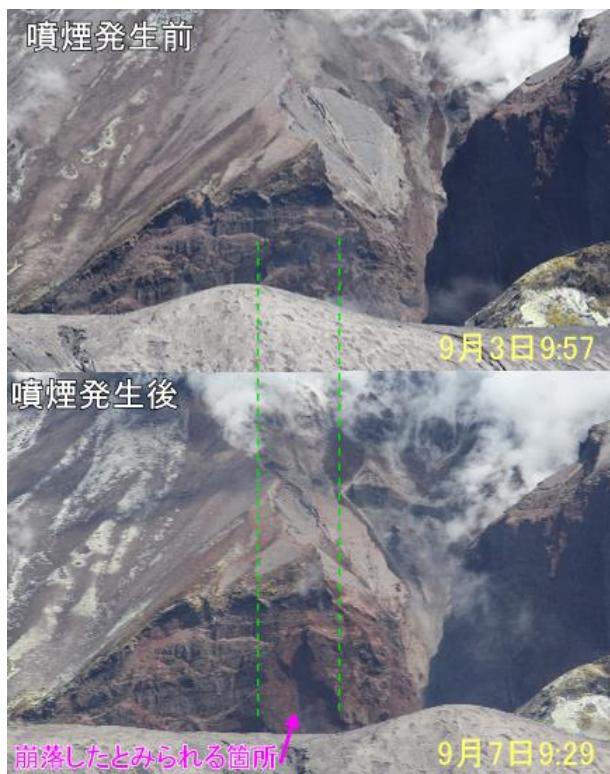


図 7 南岸沖から撮影した 9 月 3 日の噴煙の発生地点と考えられる崩落跡。火口内壁の赤褐色粗粒火砕岩の急斜面に噴煙発生時を挟んで変化が生じている。



図 8 北東沖からみた 9 月 5 日噴火の噴煙。



図 9 東岸沖からみた 9 月 5 日噴火の噴煙。



図 10 南岸沖からみた 9 月 5 日噴火の噴出孔。8 月 14 日噴火の火口内(火口縁に遮られて見えない)と火口壁上部の 2 ヶ所から噴煙が上がっている。

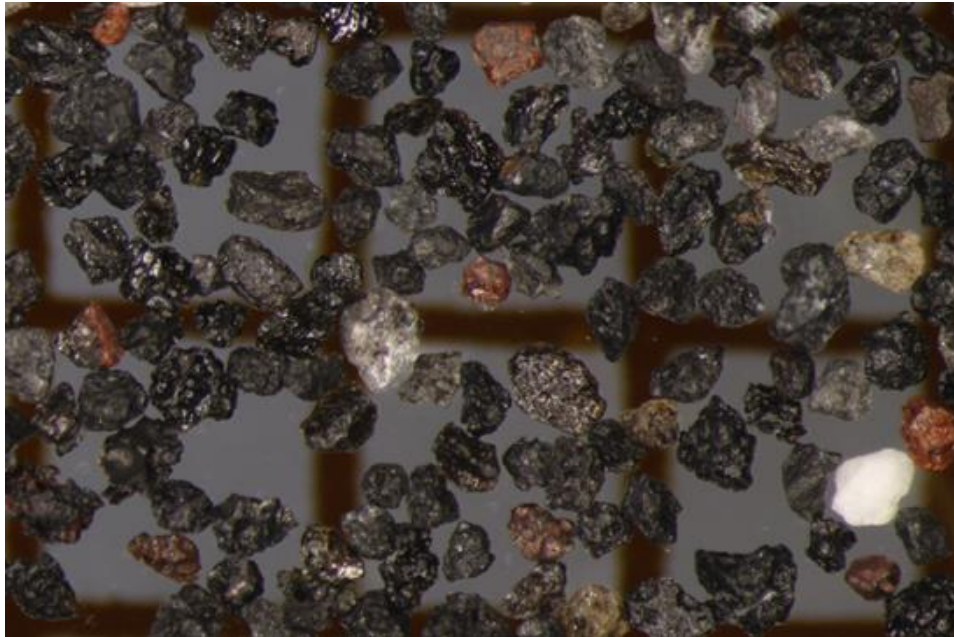


図 11 水洗した 8 月 14 日噴火の火山灰粒子。背景の格子の間隔は 2mm。

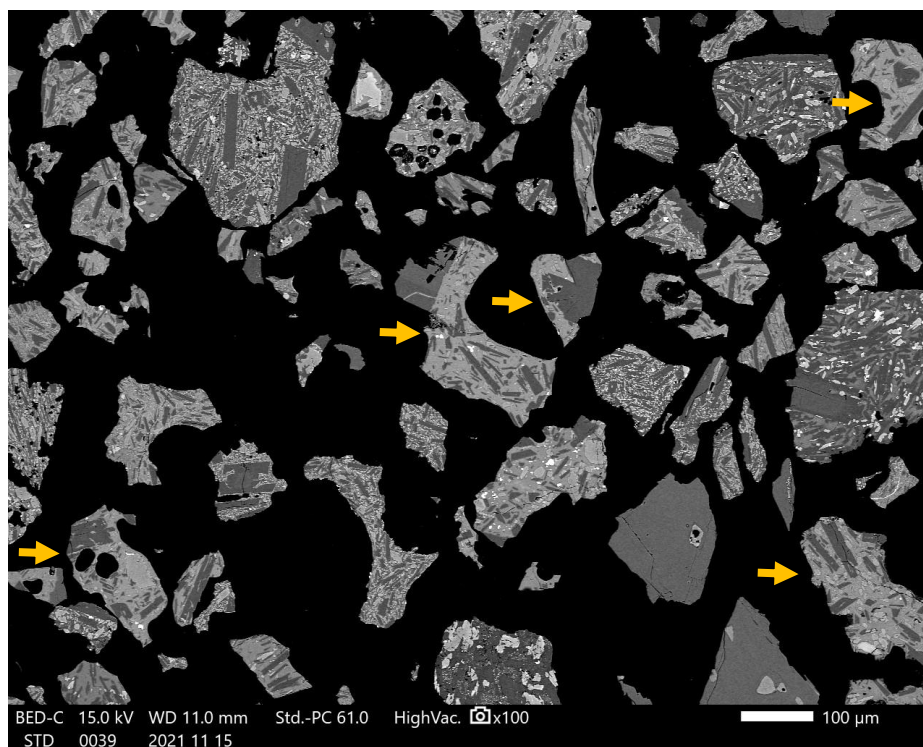


図 12 8 月 14 日噴火の火山灰粒子薄片の反射電子像。
矢印はガラス質岩片(やや苦鉄質：石基ガラス $\text{SiO}_2=58\text{--}59\text{wt}\%$ 付近のもの)。

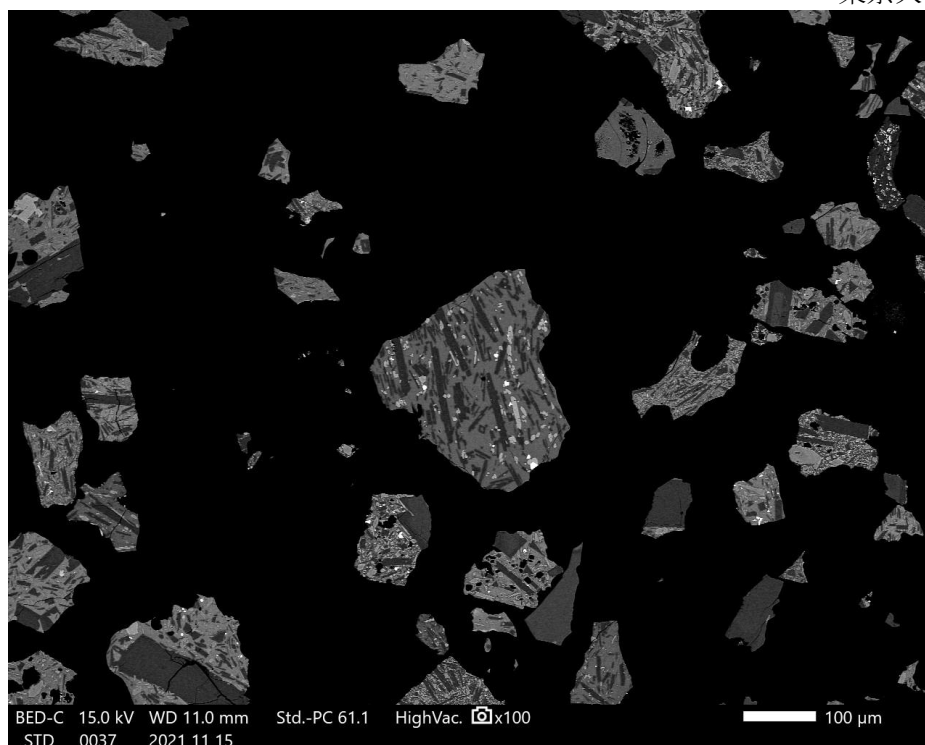


図 13 8 月 14 日噴火の火山灰粒子薄片の反射電子像。
中央の粒子はやや珪長質なガラス質岩片(石基ガラス $\text{SiO}_2=65\text{wt}\%$)。

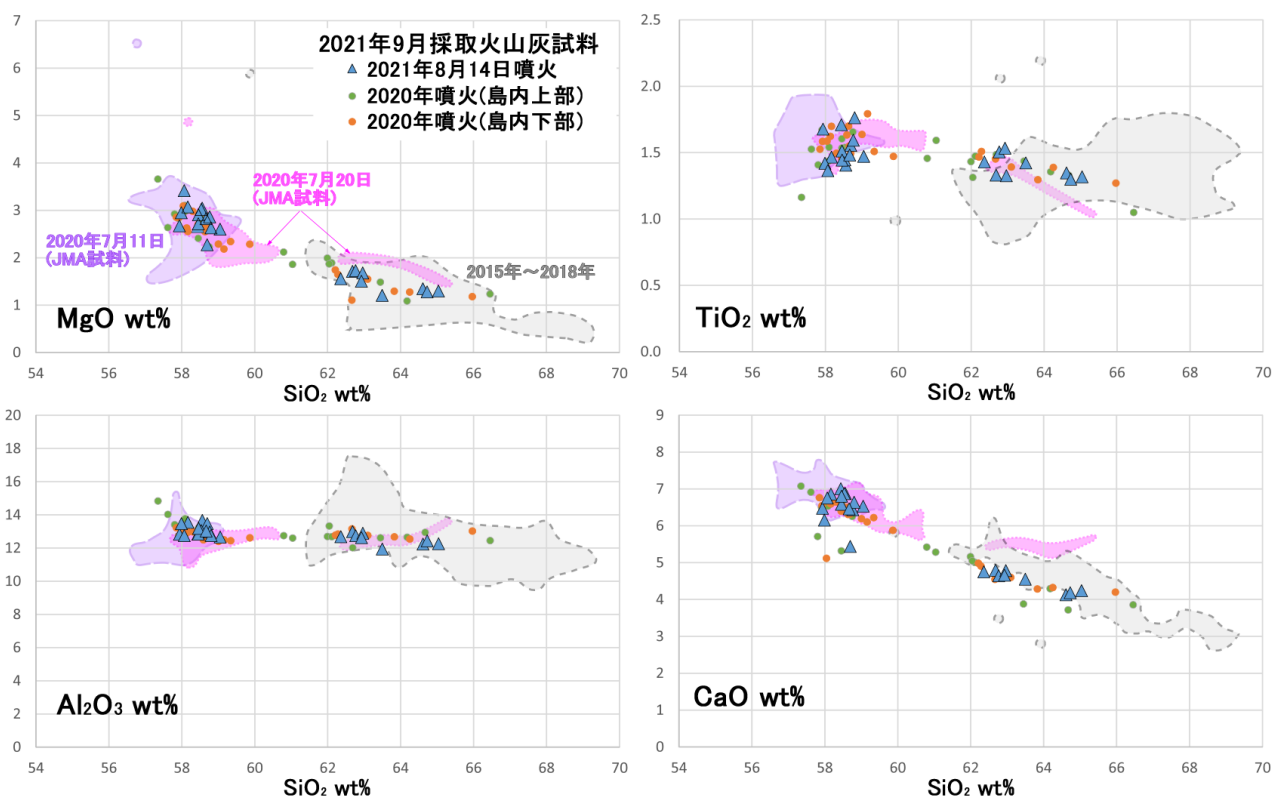


図 14 2021 年 9 月に採取した西之島火山灰試料の石基ガラス組成
今回の試料は防災科研設置の SEM-EDS (JEOL JSM-IT500 + Oxford UltimMAX65) で測定した。比較のために 2020 年までに採取された試料の石基ガラスの組成範囲(第 145 回予知連地震研提出資料)も示した。

西之島, 2021 年 11 月 25 日の活動

概要

共同通信社の社機により 11 月 25 日に西之島を上空から観察したところ、有色噴煙と降灰を確認したため、小規模な噴火活動をしていると判断される。

本文

2021 年 11 月 25 日に西之島を共同通信社の社機からから観察した。11 時 52 分頃の直前に比較的大きな噴火があったようで、たなびく噴煙から降灰を確認した（写真 1）。また、火口から有色噴煙が立ち上り、火口の外側にも多数の噴気が認められた（写真 2）。さらに西之島の風下側を飛行した際、航空機に微量の火山灰が付着した（写真 3）。機体に付着した火山灰をふき取り持ち帰り、顕微鏡観察を行ったところ、泥サイズ以下（ $<63\mu\text{m}$ ）以下の極細粒の粒子（おそらくガラス質の岩石片と結晶）からなる火山灰であった（写真 3）。火口外に降灰が確認されたため、極小規模ではあるが噴火が発生しているといえる。



写真 1 11 時 54 分頃に東から望む西之島。到着数分前に比較的大きな噴火があったようで、たなびく噴煙から火山灰が降下している（囲った部分）。

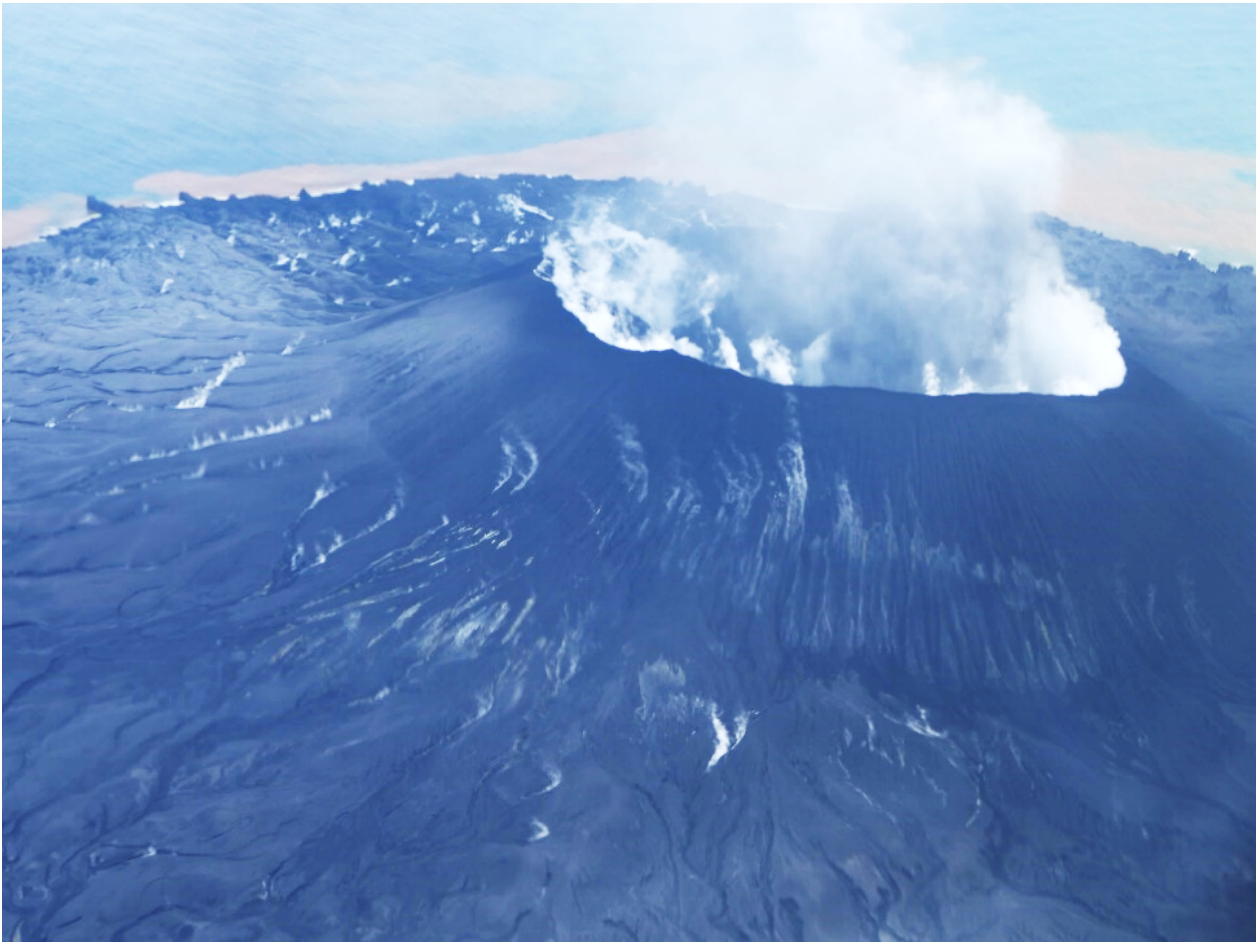


写真2 有色噴煙を上げる西之島（北東側から 11 時 53 分頃）。火口以外からも噴気が上がる。



写真3 飛行機の機体についた火山灰。機頭に付着した火山灰。13:20 頃硫黄島で給油中に撮影。

西之島

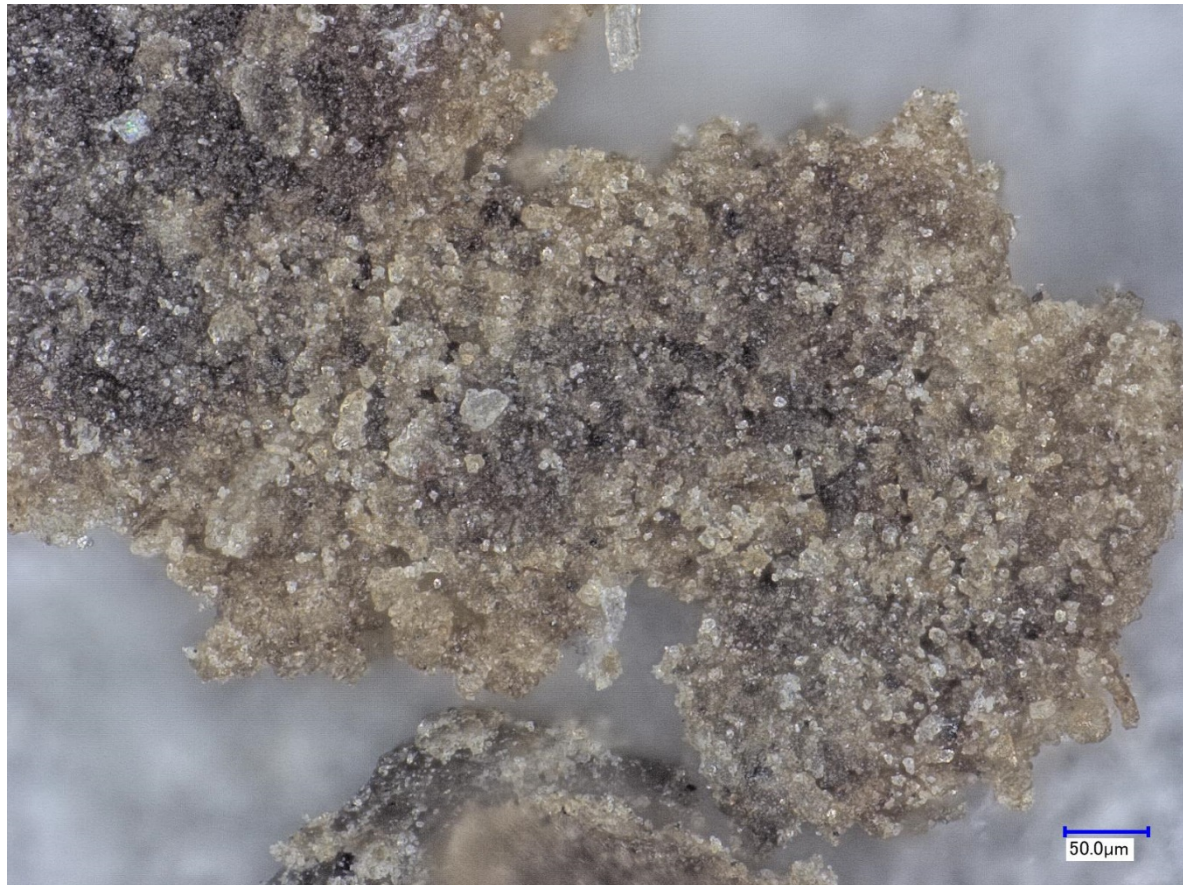


写真 4 機体に付着した火山灰のデジタル顕微鏡写真.

10 μm 以下の細粒の粒子で構成される. 深度合成と HDR 処理を行っている.

謝辞：共同通信社には上空から西之島を観察する機会を与えていただいた. ここに記して感謝します.

TROPOMI による西之島の二酸化硫黄放出率観測 (2)

人工衛星 Sentinel-5 Precursor 搭載のセンサー TROPOMI (TROPOspheric Monitoring Instrument) を用いて、西之島の 2021 年 8 月噴火以降の二酸化硫黄 (SO_2) 放出率を解析した (図 1)。ひまわり 8 号で火山灰の放出が確認された 8 月 14 日には (図 2A), SO_2 放出率は平均で約 $3300 \text{ ton day}^{-1}$ であった。その後 9 月までは、天候などの条件がよい日でも各日の解析画像で SO_2 雲が確認できない場合 (図 1 の × 印) や放出率の低い状態が続いていた。10 月に入ると、 SO_2 雲が明瞭に確認できるようになり (図 2B), 11 月前半まで放出率は日平均で $1000\text{--}1500 \text{ ton day}^{-1}$ 程度の値を維持した。放出率は 11 月後半に減少し、12 月には再び明瞭な SO_2 雲が確認できない状態である (図 2C, D)。

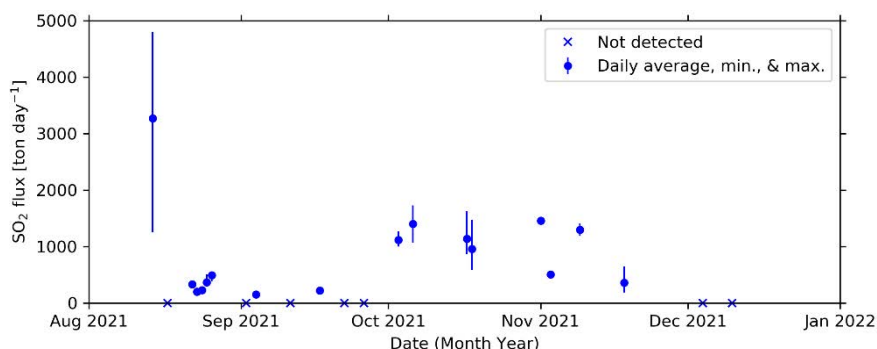


図 1 SO_2 放出率解析結果。エラーバーは各日の最大値・最小値に対応する。× 印 (Not detected) は、天候などの条件がよくても SO_2 雲が確認できない日を示す。

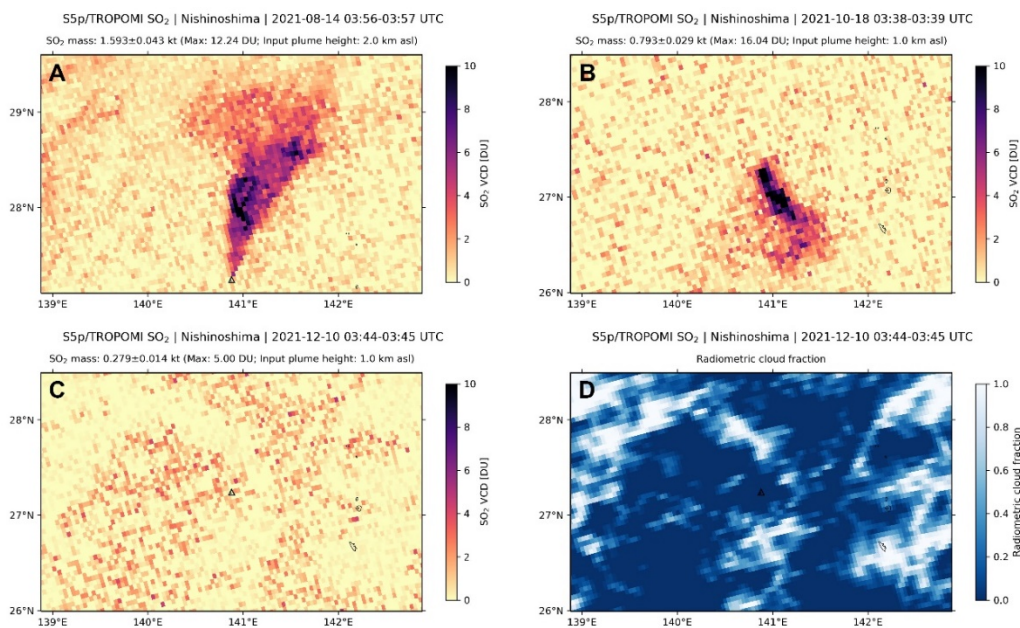


図 2 A) 8 月 14 日, B) 10 月 18 日, および C) 12 月 10 日の SO_2 鉛直カラム量分布と, D) 12 月 10 日の雲量の観測結果

西之島

方法 解析は Theys *et al.* [2019, *Sci. Rep.*] に従い、Level-2 オフライン・プロダクトを使用し、SO₂ の傾斜カラム量が誤差の 3 倍以上の値を示すピクセルを SO₂ 雲の存在する領域と判断した。雲により SO₂ 雲が隠されているデータは、解析の対象から除外した。SO₂ の鉛直カラム量は、通常は海拔 0–1 km のボックスモデルを仮定した際の air mass factor に基づく PBL の値を使用し、8 月 14 日のみ噴煙高度を海拔 2 km と仮定し、PBL と海拔 7 km のモデルである TRL を線形補間して使用した。風速は、気象庁父島観測点のゾンデ観測による値を使用し、風速一定とした場合の輸送距離から 1 時間ごとの SO₂ 放出率を算出した [森田ほか, 2021, 日本火山学会秋季大会 P1-35]。

謝辞 TROPOMI のデータは、BIRA-IASB, DLR, ESA, および EU Copernicus Program により Copernicus Open Access Hub で公開されているものを使用した。

西之島の地殻変動 Crustal Deformations of Nishinoshima Volcano

国土地理院
Geospatial Information Authority of Japan

第 1 図は、「だいち 2 号」の SAR 干渉解析結果である。8 ～ 9 月のペア (d) では、火砕丘の北東斜面及び南東側に衛星から遠ざかる変動が見られる。また、火砕丘の北側で非干渉領域が見られる。9 ～ 11 月のペア (e) では、火砕丘の北東側に衛星から遠ざかる大きな変動が見られ、火砕丘の南西側にも衛星から遠ざかる変動が見られる。11 月のペア (f) では、島のほぼ全域に非干渉領域が見られる。

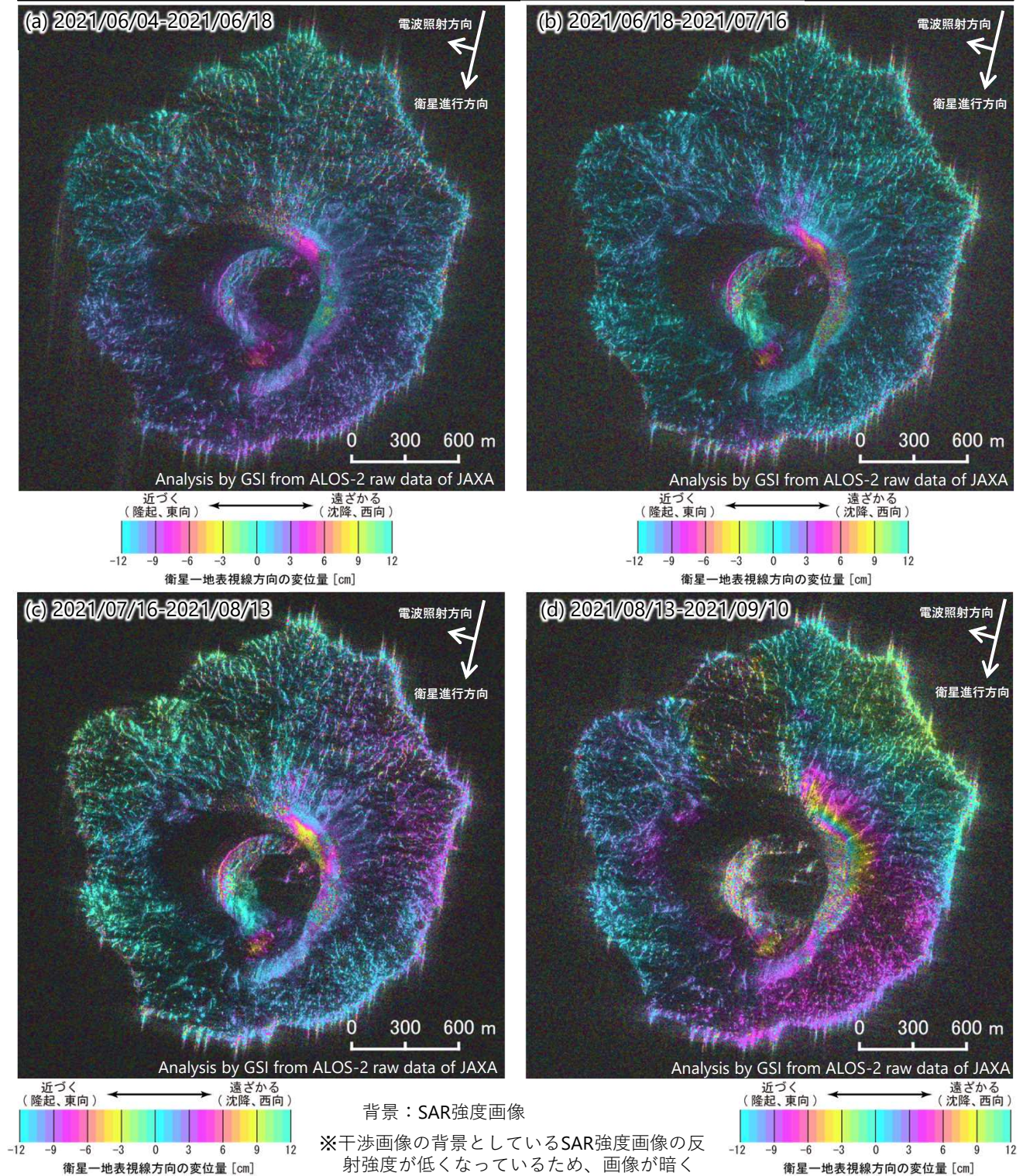
第 2 図は「だいち 2 号」の SAR 強度画像である。11 月 19 日の画像 (f) では、火砕丘の東側で地形の変化が見られる。

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。

西之島のSAR干渉解析結果について

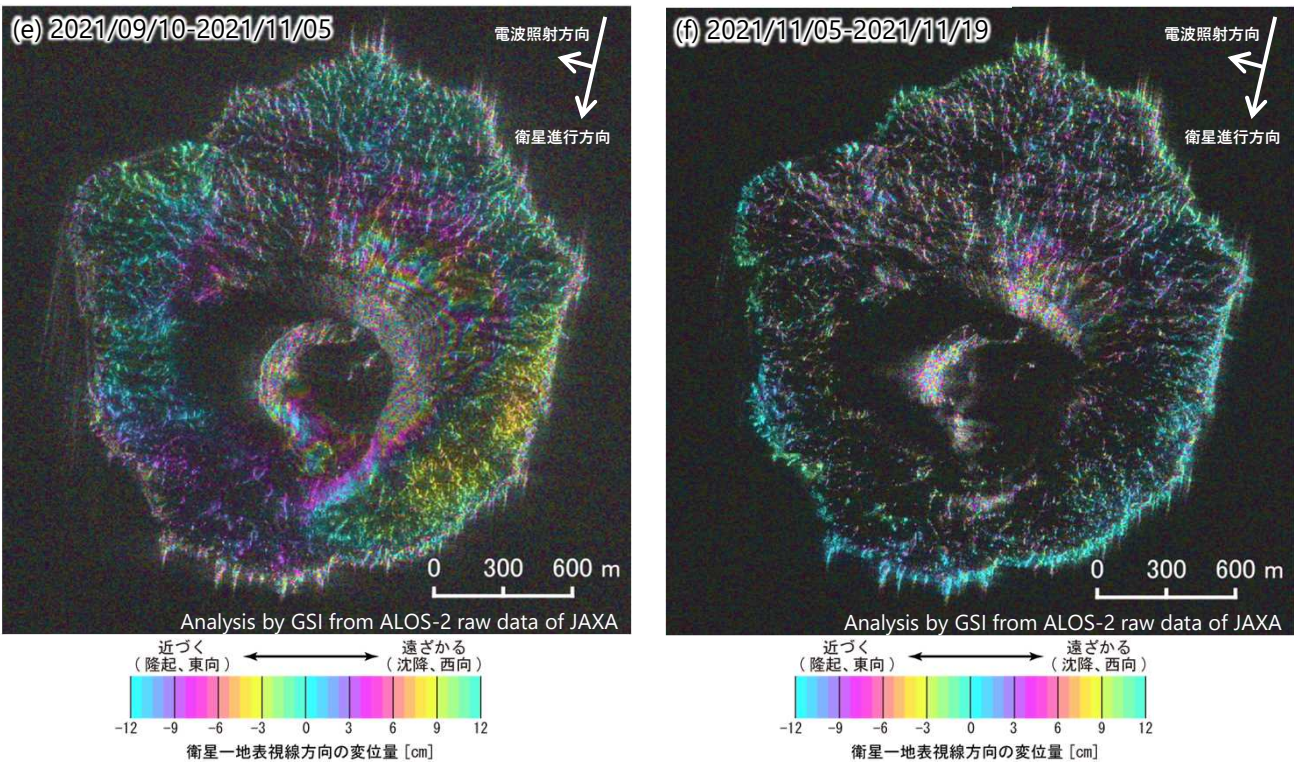
(d)では、火砕丘の北東斜面及び南東側に衛星から遠ざかる変動が見られます。また、火砕丘の北側で非干渉領域が見られます。(e)では、火砕丘の北東側に衛星から遠ざかる大きな変動が見られ、火砕丘の南西側にも衛星から遠ざかる変動が見られます。(f)では、島のほぼ全域に非干渉領域が見られます。



本解析で利用したデータの一部は、火山噴火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



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	2021/06/04 2021/06/18 11:18頃 (14日間)	2021/06/18 2021/07/16 11:18頃 (28日間)	2021/07/16 2021/08/13 11:18頃 (28日間)	2021/08/13 2021/09/10 11:18頃 (28日間)	2021/09/10 2021/11/05 11:18頃 (56日間)	2021/11/05 2021/11/19 11:18頃 (14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	HH	HH	HH	HH	HH	HH
垂直基線長	+ 49 m	- 55 m	- 111 m	- 7 m	- 6 m	- 40 m

* S：スポットライト（3×1m）モード

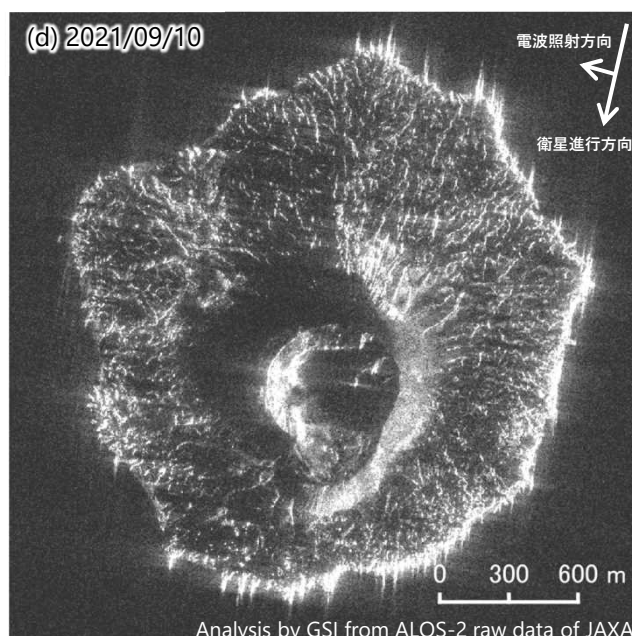
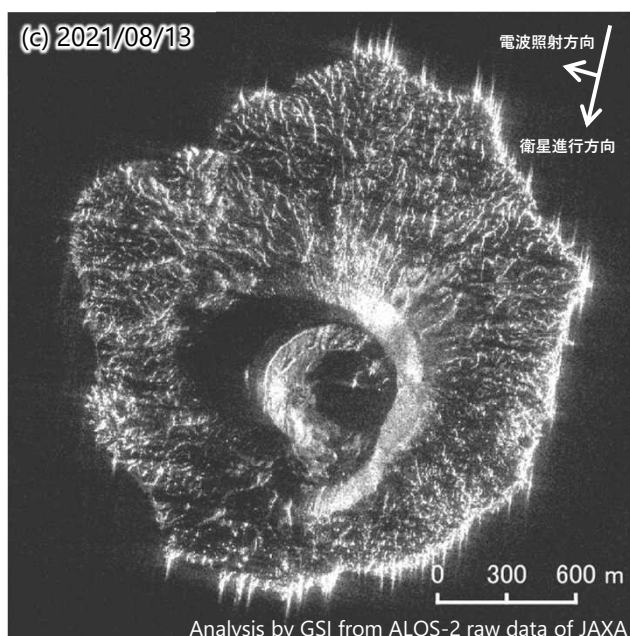
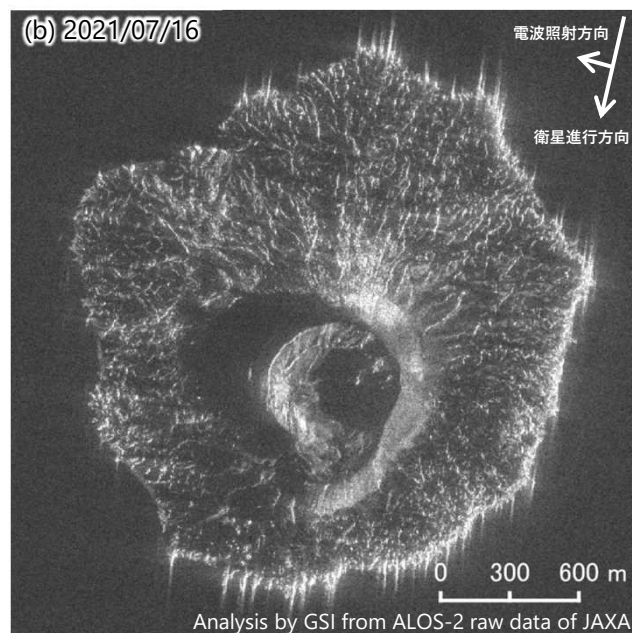
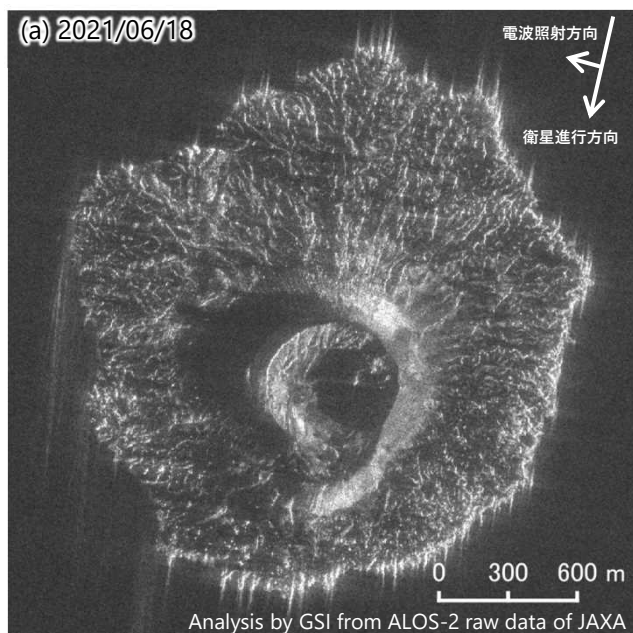
本解析で使ったデータの一部は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

第 1 図つづき 「だいち 2 号」 PALSAR-2による西之島の解析結果

西之島

西之島のSAR強度画像について

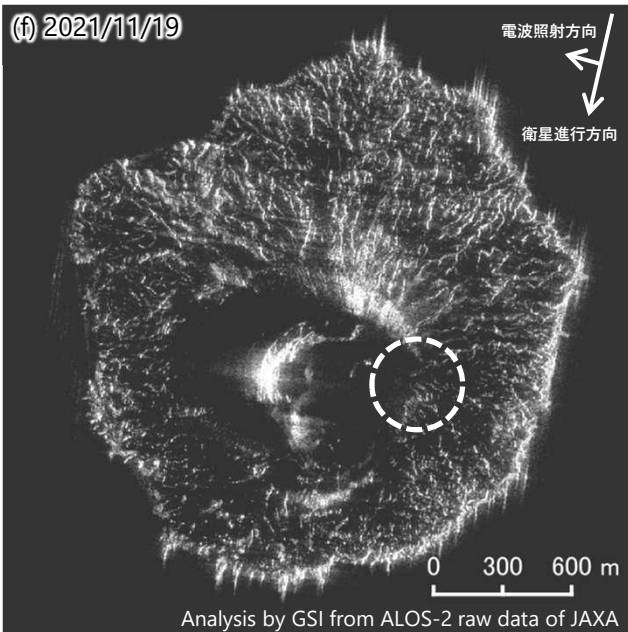
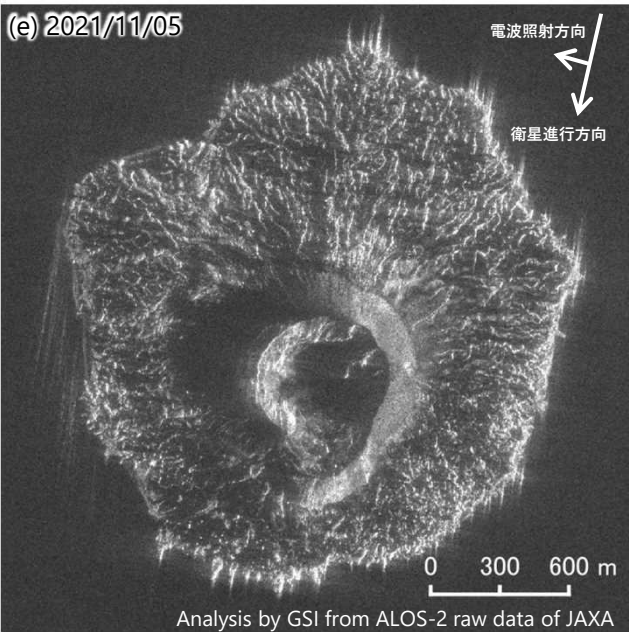
(f)では、火砕丘の東側に地形の変化が見られます（白破線）。



本解析で使用したデータの一部は、火山噴火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

西之島



	(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	2021/06/18 11:18頃	2021/07/16 11:18頃	2021/08/13 11:18頃	2021/09/10 11:18頃	2021/11/05 11:18頃	2021/11/19 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	HH	HH	HH

* S：スポットライト（3×1m）モード

本解析で使用了たデータの一部分は、火山噴火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



第 1 図 西之島

地形図には沿岸の海の基本図「6556-8」(2017)を使用した。

海岸線は SPOT7 (©Airbus DS/Spot Image (2020)) の

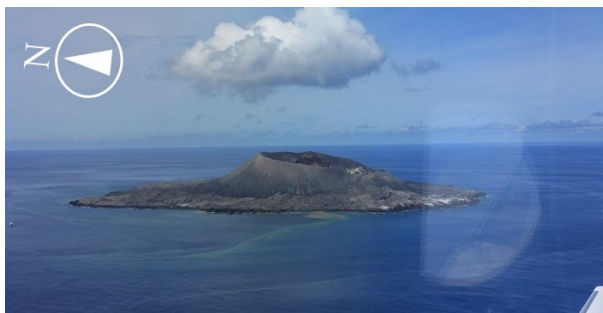
衛星画像 (11 月 17 日撮影) から作成した。

矢印は画像の撮影場所を示す

○ 最近の活動について (変化・新規事項の文頭に*をつけている)

年月日	調査機関等	活 動 状 況
2021/7/9	海上保安庁	*火口内、噴気の放出箇所付近が硫黄の昇華物と思われる黄色に変色していた (第 4 図)。 ・火砕丘の火口内壁及び北側火口縁から白色噴気の放出が認められた (第 4 図)。 ・島の南西部から西に約 2 km 黄褐色の変色水域が分布していた (第 2 図)。 ・島の北部に黄緑色の変色水域が分布していた (第 3 図)。 ・火口内壁は火砕丘の表面より高温であった (第 5 図)。

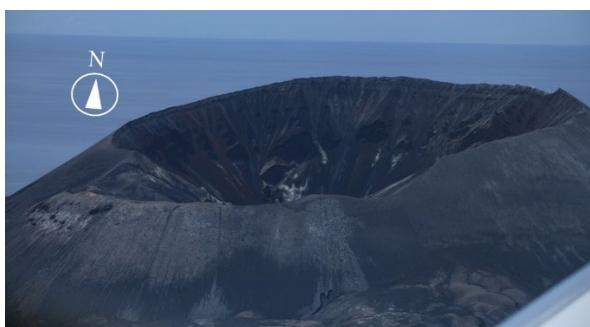
西之島



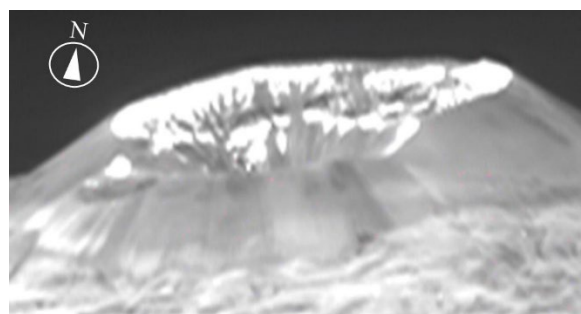
第 2 図 西之島 西部
2021 年 7 月 9 日 13:53 撮影



第 3 図 西之島 北部
2021 年 7 月 9 日 13:51 撮影



第 4 図 西之島 南部火口
2021 年 7 月 9 日 13:52 撮影



第 5 図 西之島 南部火口 (熱画像)
2021 年 7 月 9 日 13:52 撮影

2021/8/5	海上保安庁	* 火砕丘北側の中腹に微小な白色の火山ガスの放出が認められた。(第 7 図) * 火砕丘火口内及び南部の麓、沿岸部で赤褐色に変色している箇所が認められた (第 6・8 図)。 ・ 火砕丘の火口内壁から白色噴気の放出が認められた (第 8 図)。 ・ 島の南西岸の 2 か所から非常に濃い茶褐色の変色水域が分布しており、島の南西部から北部にかけて黄褐色の変色水域が分布していた (第 6 図)。 ・ 火口内壁は火砕丘の表面より高温であった (第 9 図)。
----------	-------	---



第 6 図 西之島 全景
2021 年 8 月 5 日 14:11 撮影



第 7 図 西之島 火砕丘北側
2021 年 8 月 5 日 14:15 撮影



第 8 図 西之島 火口

2021 年 8 月 5 日 14:12 撮影



第 9 図 西之島 火口（熱画像）

2021 年 8 月 5 日 14:12 撮影

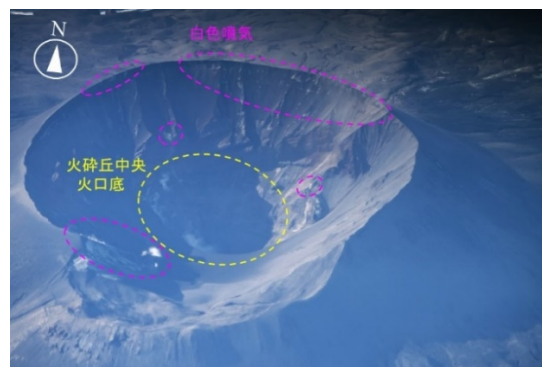
※2021/8/14 に気象庁の気象衛星ひまわりで噴火に伴う噴煙を確認。

2021/8/15	第三管区 海上保安本部	・火砕丘火口からの噴火及び噴煙は認められなかったが、白色噴気を確認。 ・島の周囲に黄緑色の変色水域が、南岸及び南西岸では茶褐色の変色水域が分布していた（第 10 図）。 ・火砕丘北部で火山灰が舞っていることを確認した（第 10 図）。
2021/8/16	海上保安庁	*8/5 の観測に比べ、火砕丘中央火口の火口底が大きく陥没していることを確認したが、深さ及び面積等は確認できなかった（第 8・11 図）。 *前日 8/15 に火山灰が舞っていた火砕丘北部では、8/5 の観測以降に堆積したと思われる火山灰が認められた（第 12 図）。 ・前日 8/15 の観測と同様、火砕丘火口からの噴火を認めず（第 11・12 図）。火砕丘中央火口底及び内壁、火口縁からの複数の白色噴気を確認（第 11 図）。 ・島の周囲に黄緑色の変色水域が、南東岸～南岸及び南西岸に茶褐色の変色水域の分布を認めた。



第 10 図 西之島 全景

2021 年 8 月 15 日 13:59 撮影



第 11 図 西之島 火砕丘火口

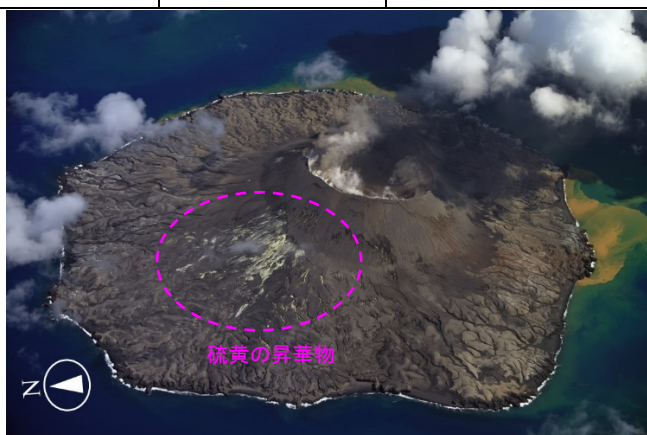
2021 年 8 月 16 日 16:15 撮影



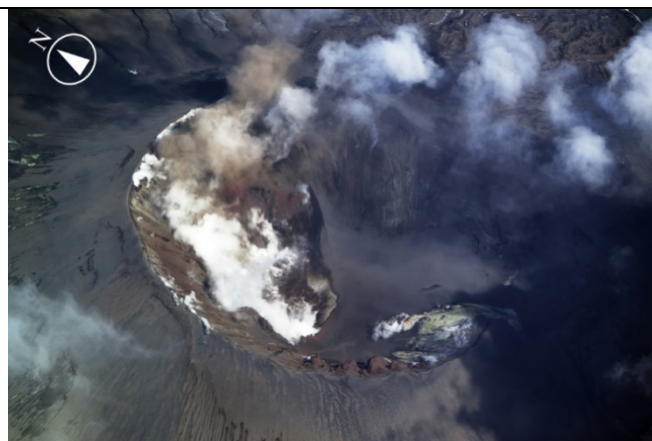
第 12 図 西之島 全景

2021 年 8 月 16 日 16:13 撮影

2021/8/26	海上保安庁	*観測中の噴火は認められなかったが、灰色及び白色の噴煙を確認した。(第13・14図)。 *また、火砕丘北部外側の斜面に硫黄の昇華物が広く分布していた(第13図)。 *島の東岸から南岸、西岸にかけて黄緑色の変色水域が、南岸及び南西岸の一部で濃い茶褐色の変色水域が分布していた(第13図)。
-----------	-------	--

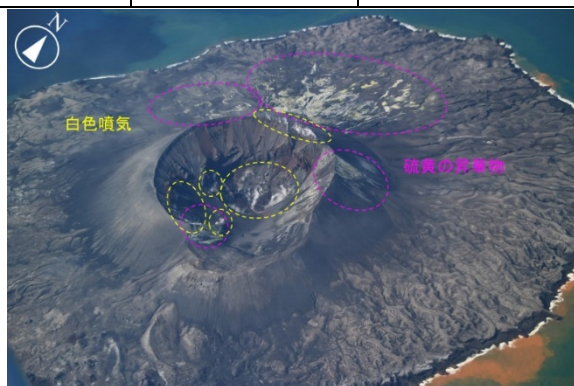


第13図 西之島 全景
2021年8月26日 14:08 撮影

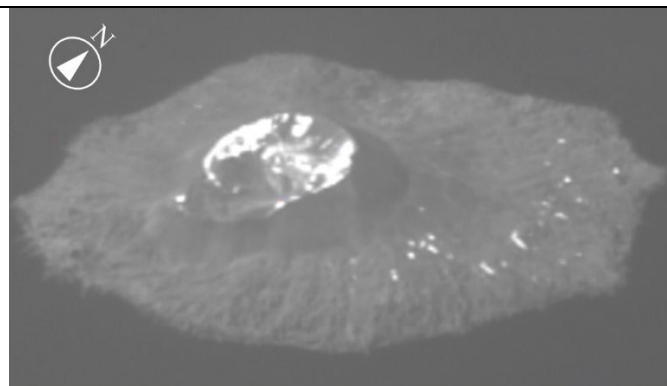


第14図 西之島 火砕丘火口
2021年8月26日 14:12 撮影

2021/9/12	海上保安庁	*噴火は認められず、火砕丘中央火口の火口底、火口内壁及び火口縁から白色噴気を認めた。(第15図)。 ・8/26の観測時よりも硫黄の昇華物の分布が増加していた(第13・15図)。 *島の全周、特に東岸から北岸、西岸にかけて黄緑色の変色水域が分布していた。また、北東岸、南東岸及び南西岸に濃い茶褐色の変色水域が分布していた(第17図)。 ・火砕丘中央火口や島の東部、北西部の一部が周辺より高温になっていた(第16図)。
-----------	-------	---



第15図 西之島
2021年9月12日 14:35 撮影



第16図 西之島 全景(熱画像)
2021年9月12日 14:27 撮影



第 17 図 西之島 全景

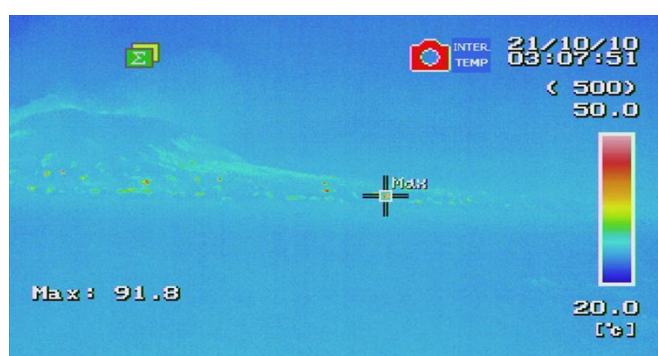
2021 年 9 月 12 日 14:24 撮影

2021/10/10	海上保安庁	当庁測量船により島の沿岸約 2km を周回し赤外線カメラにより調査を行った。 *観測中、風下になった際に硫黄臭がしていた。 *北部海岸線付近で最大温度 91.8℃を観測したほか、ほぼ島の全周において海岸線付近に高温部が存在した（第 18 図～21 図）。 *また、火砕丘北斜面にも高温部が存在した。これは、前回 9/12 の調査において硫黄の昇華物を確認した位置と同位置であった（第 20 図）。 ・火口縁や火口内については、撮影高度が低いため、火口南部において一部高温部を確認したほか明確な高温部を観測できなかった。
------------	-------	--



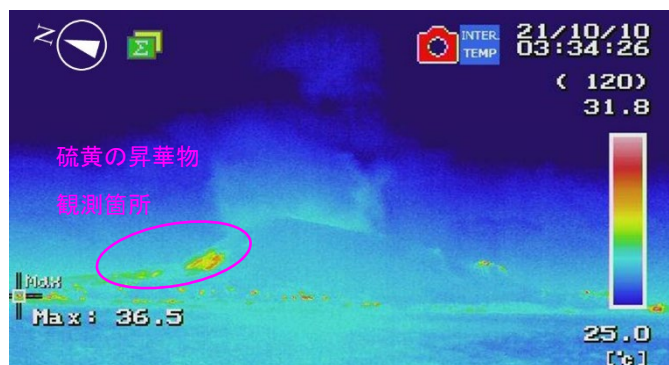
第 18 図 西之島 東部

2021 年 10 月 10 日 03:05 撮影



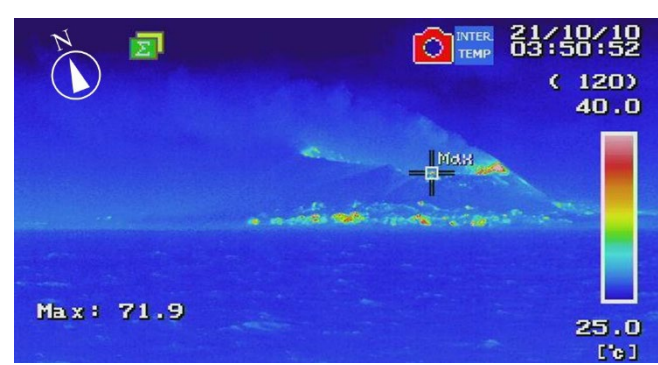
第 19 図 西之島 北部

2021 年 10 月 10 日 03:07 撮影



第 20 図 西之島 西部

2021 年 10 月 10 日 03:34 撮影

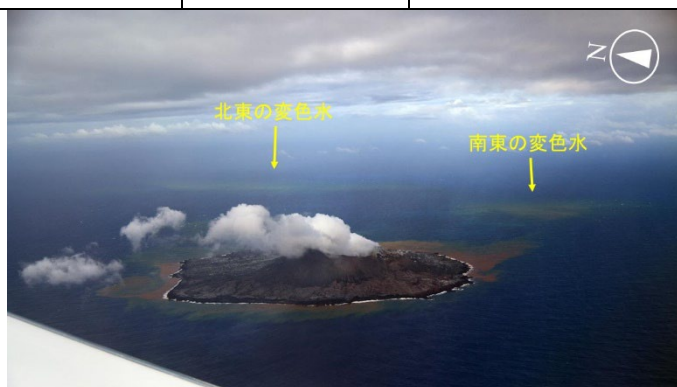


第 21 図 西之島 南部

2021 年 10 月 10 日 03:50 撮影

西之島

2021/10/12	海上保安庁	*噴火は認められなかったが、火砕丘中央火口から白色噴煙が火口縁上約 200m まで上がっていた（第 2 2・2 3 図）。 *中央火口火砕丘の北側及び東側外斜面に多数の筋状の火山ガスの放出が認められた（第 2 3 図）。 *島沿岸部のほぼ全周にわたって茶褐色の変色水域の分布を認めた（第 2 2 図）。 *西之島の北東(N27-16.7 E140-56.6)の地点から南方向に幅約 2 海里、長さ約 5 海里の帯状の黄緑色の変色水の分布を認めた（第 2 2 図）。 *西之島の南東(N27-13.6 E140-55.3)の地点に半径約 0.7 海里の黄緑色の変色水の分布を認めた（第 2 2 図）。
------------	-------	--



第 2 2 図 西之島 全景

2021 年 10 月 12 日 14:26 撮影



第 2 3 図 西之島 火口

2021 年 10 月 12 日 14:27 撮影

2021/11/1	第三管区 海上保安本部	*噴火は認められなかったが、火砕丘中央火口から白色噴煙が火口縁上約 2,700m まで上がっていた（第 2 4 図）。 *島の西側、北側及び東側に多数の筋状の火山ガスの放出が認められた（第 2 5 図）。 *島沿岸部のほぼ全周にわたって茶褐色の変色水域が分布しており、島の北には海岸から約 5km の範囲に黄褐色の変色水域が認められた（第 2 4 図）。
-----------	----------------	--



第 2 4 図 西之島全景

2021 年 11 月 1 日

12:43 撮影

西之島



第 2 5 図 西之島 全景

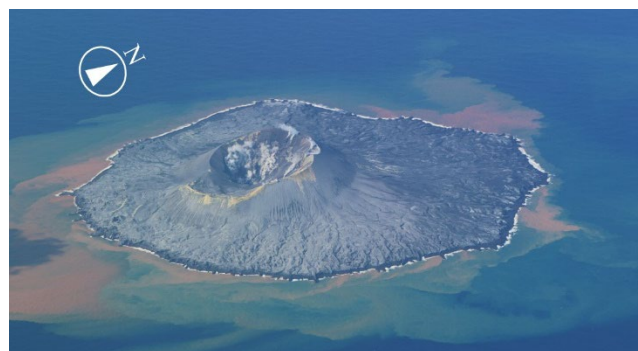
2021 年 11 月 1 日 12:49 撮影

2021/12/14	第 三 管 区 海上保安本部	*9/12 の観測以降、噴煙により観測できなかった火砕丘中央火口内壁及び火口縁に硫黄の昇華物が分布していた（第 1 5 ・ 2 8 図）。 *噴火は認められず、火砕丘中央火口内の複数個所から白色噴気を認めた（第 2 6 ～ 2 8 図）。 *11/1 の観測でみられた島の北側及び西側の筋状の火山ガスの放出が減少していた（第 2 5 ・ 2 6 ・ 2 9 図）。 ・島沿岸部のほぼ全周にわたって茶褐色の変色水域が分布していた（第 2 6 ・ 2 7 図）。
------------	-------------------	---



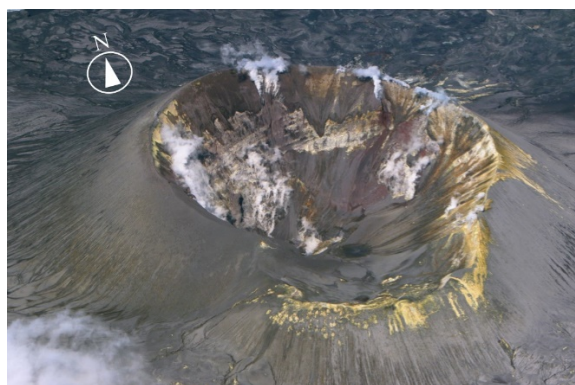
第 2 6 図 西之島 全景（東方から撮影）

2021 年 12 月 14 日 12:30 撮影



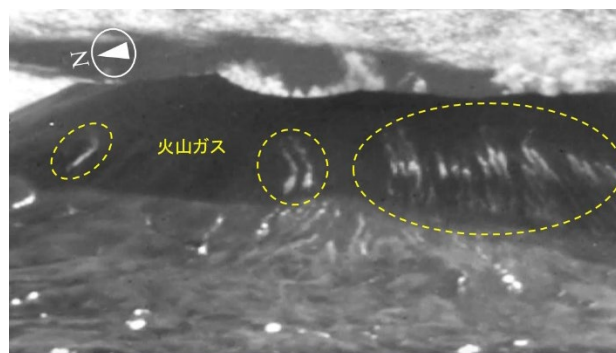
第 2 7 図 西之島 全景（西方から撮影）

2021 年 12 月 14 日 12:34 撮影



第 2 8 図 西之島 火砕丘火口

2021 年 12 月 14 日 12:33 撮影



第 2 9 図 西之島 北東部

2021 年 12 月 14 日 12:30 頃撮影

西之島

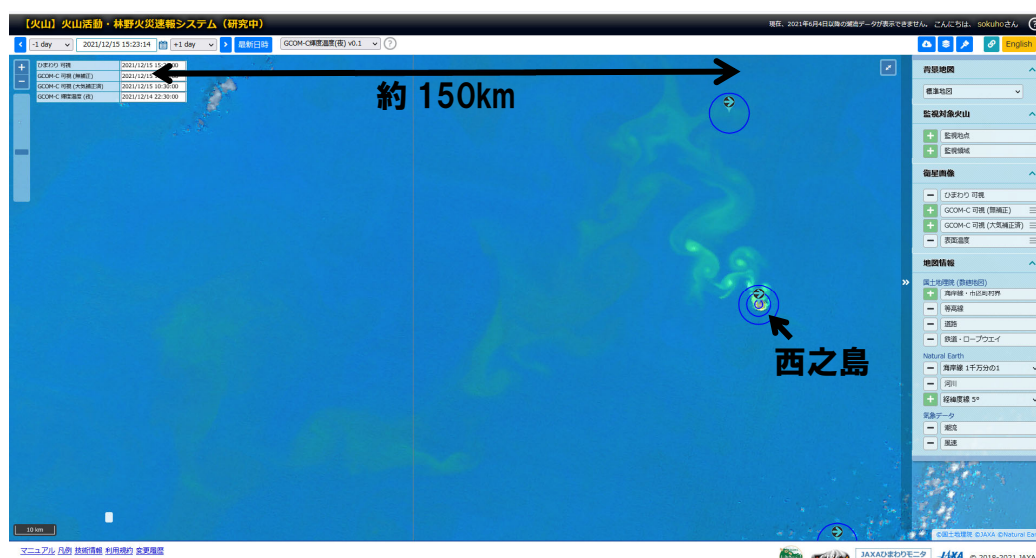
衛星「しきさい」(GCOM-C)による 西之島の変色水および地熱異常の観測

衛星「しきさい」(GCOM-C)は、平均 2 日間隔で可視光線から熱赤外線により地上を 250m 分解能で観測する衛星である。明るさを正確に測定でき、変色水や熱の観測が可能である。西之島周辺では、2021 年 8 月の噴火までの約 1 年間に 10km を超える範囲の変色水は見られなかった。噴火時に 10km を超える範囲の変色水が観測され、一度変色水が消失した後、9 月に再び変色水が拡大した。10 月以降は変色水の範囲が継続的に 10km を超え、12 月 15 日には 150km を超えた。西之島の沿岸には褐色の変色水が継続的に観測され、大量の変色水成分の存在を示唆すると考えられる。また、地熱異常について、2021 年 12 月 12 日現在も、熱赤外線輝度温度と気温の温度差が 2019 年 12 月の噴火前とくらべて高い状態が継続している。

1. 西之島周辺の変色水観測結果

図 1 に 12 月 15 日の GCOM-C の海色画像を示す。GCOM-C による海色（海面射出放射輝度）プロダクトを火山活動速報システム(<https://kazan.jaxa.jp>)で表示したものである。西之島から西に 150km の範囲に変色水が広がっていることが分かる。西之島の変色水は、8 月の噴火後に一度途絶えたが、9 月以降範囲を広げ、12 月 15 日には約 150km を超えた。

図 1：西之島周辺の可視海色画像（12 月 15 日観測）



西之島

表 1 に西之島における変色水の観測結果の推移を示す。西之島は 2021 年 8 月の噴火までは、噴火の前後に変色水の規模が拡大していたが、2021 年 9 月以降は噴火活動がないまま、変色水が拡大している。

図 2 に GCOM-C の海色画像による変色水観測結果の推移を示す。GCOM-C による海色（海面射出放射輝度）プロダクトを可視化したもので、雲、陸面、衛星視野外等を黒く塗りつぶしている。通常は青い海水が、変色水の範囲では褐色から緑色になっている。

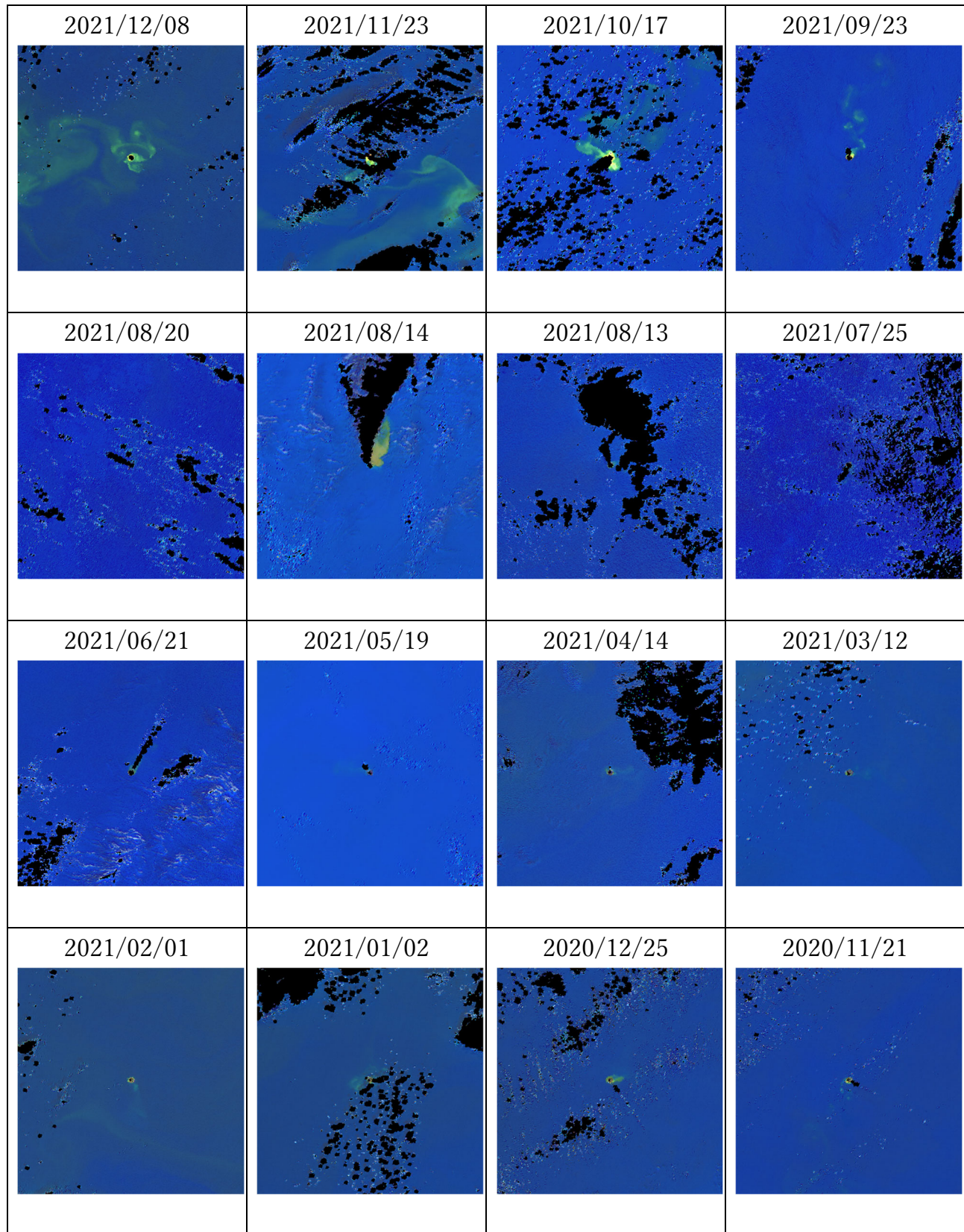
画像の中心が西之島付近である。変色水は、2021 年 8 月の噴火後、一度消失したのち、10 月以降には大きく範囲を広げた。

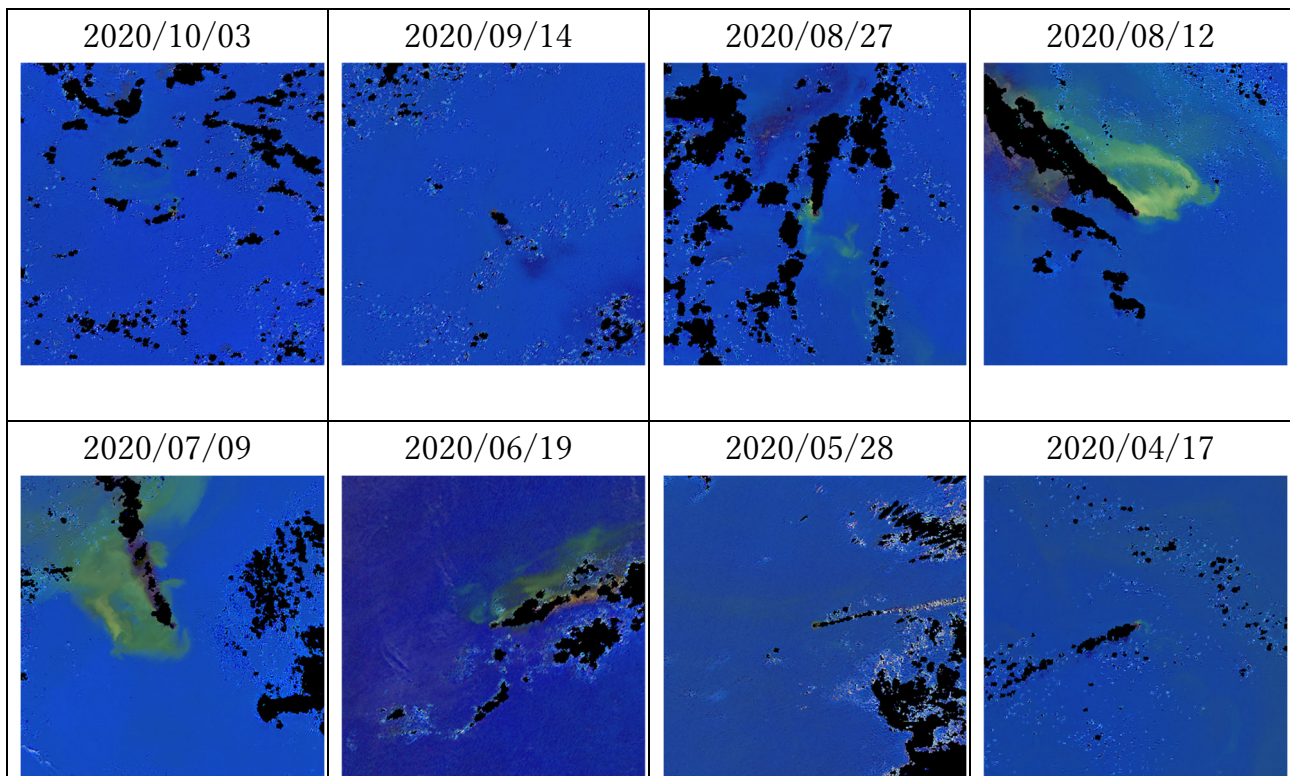
なお、海色プロダクトは様々な補正により海色を推定している。これまで航空機観測と傾向は一致し、正しく変色水を捉え、淡く広い変色水の検出に有効とみられる。しかし、開発時の想定に火山由来の変色水は含まれず、変色水箇所の海色には一定の誤差を含む可能性がある。これに対し、航空機観測は直接の目視観測であり、変色水が観測された場合には、確実な確認が可能であり、詳細な分布を把握できる。そのため人工衛星観測と航空機観測は、観測視野も異なることもあり、変色水の観測結果が異なる場合がありうる。

表 1：衛星「しきさい」(GCOM-C)による西之島の変色水の観測結果の推移

時期	変色水	変色水の観測結果
2020 年 4 月 1 日から 2020 年 5 月 29 日まで	なし	西之島中心から 10km を超える明確な変色水（以下、大規模な変色水という）はほとんど見られなかった。
2020 年 9 月 8 日まで	中→大	大規模な変色水が継続的に見られた。特に 6 月下旬から 8 月下旬には 50km を超える範囲に広がった。
2021 年 8 月 10 日まで	なし	大規模な変色水はほとんど見られなかった。
2021 年 8 月 17 日まで	最大	8 月 14 日の噴火前後に大規模な変色水が見られた。
2021 年 9 月 1 日まで	なし	大規模な変色水は見られなかった。
2021 年 12 月 15 日まで	中 →最大	継続的に大規模な変色水が観測された。特に 10 月以降は継続的に 50km を超える範囲に広がり、西之島周辺では褐色の変色水が見られた。

図 2：西之島周辺の海色の可視画像（色調強調）、（月 1 回（噴火時は週 1 回）の観測例）
（南北 100km、東西 89km の範囲を可視化、新しい画像から掲載）

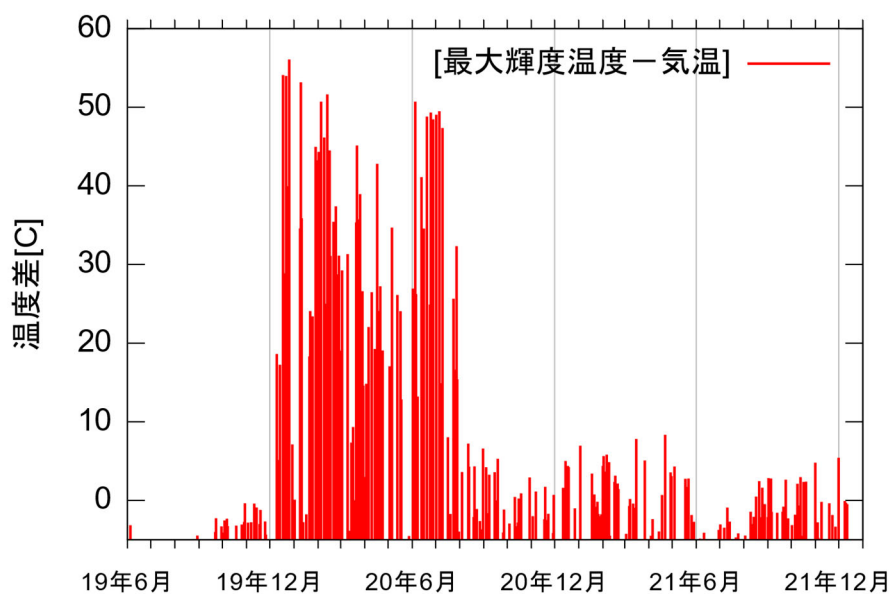




2. 西之島の地熱異常（気温との温度差）観測結果

図 3 は、西之島周辺の熱赤外線画像について、輝度温度と地表面付近の気温（GSM モデル GPV データ）の温度差の最大値の推移をグラフ表示したものである。2021 年 12 月においても、引き続き 2019 年の噴火前よりも温度差が大きい状態が継続していることが分かる。

図 3：西之島周辺の熱赤外線輝度温度と気温の温度差の推移



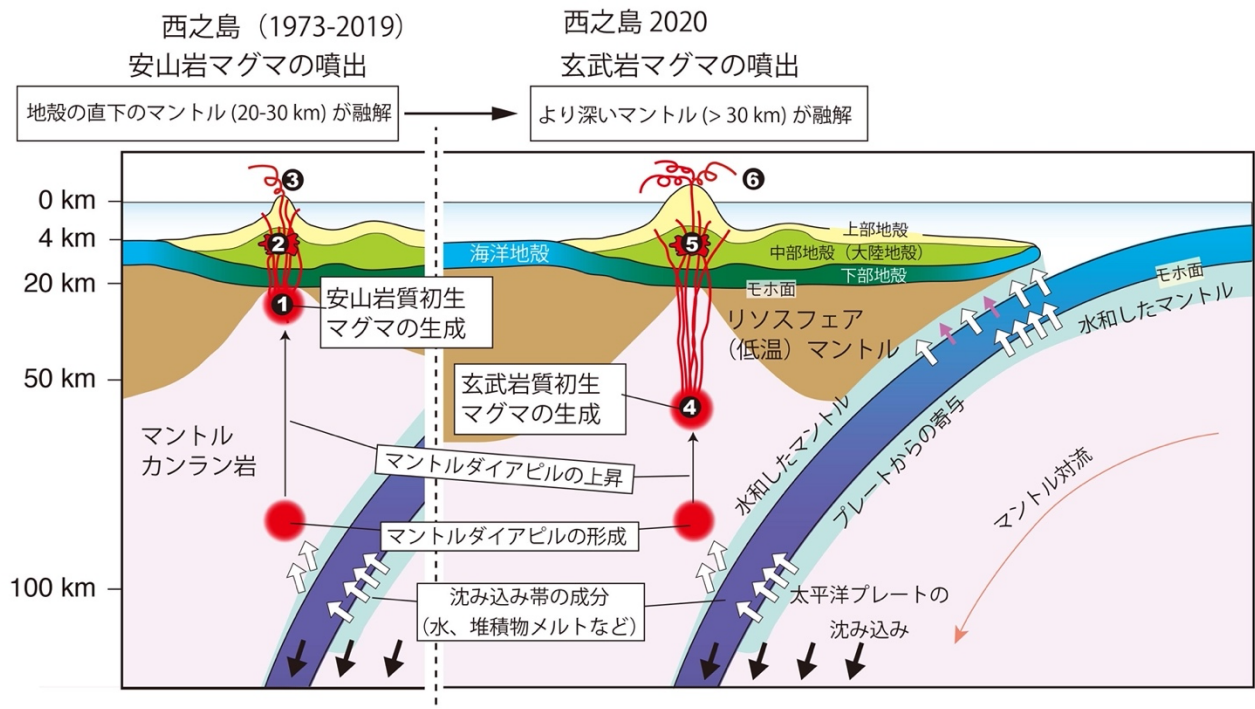
西之島

西之島 2020 年爆発的噴火における地形変化とマグマ生成モデル

西之島の 2020 年における爆発的な噴火（バイオレントストロンボリ式噴火）により黒と白の火山灰を交互に噴出した。従来の海底地形データと噴火後の海底地形データを比較した結果、後者は前者に比較してより地形的な凹凸が少なく、なめらかとなっていることが判明した。これは 2020 年の爆発的な噴火によって大量の火山灰が西之島周辺海域に堆積した結果であると推察される。2020 年噴火のマグマの化学組成は玄武岩からデイサイトに及ぶ。従来の安山岩溶岩の噴出とは異なり、より深いマントルに由来する玄武岩マグマが関与した可能性がある。

2021 年 1 月に行われた KS-21-2 次研究航海により、西之島から北へ 15 km 離れた水深 2500m の海底においても厚さ 1m の火砕堆積物が確認された。この火砕物は西之島の 2020 年における爆発的な噴火（バイオレントストロンボリ式噴火）によるものであり、玄武岩からデイサイトに及ぶ黒と白の火山灰を交互に噴出している。暫定的であるが、2018 年 7 月までに海上保安庁が収集した海底地形データと JAMSTEC「かいいい」KR20-E06 航海（2020 年 12 月）と「新青丸」KS-21-2 航海（2021 年 1 月）で取得した海底地形データを比較した。2020 年の爆発的噴火後のデータは噴火前のデータに比較してより地形的な凹凸が少なく、なめらかとなっていることが判明した。これは 2020 年の爆発的な噴火によって大量の火山灰が西之島周辺海域に堆積した結果であると推察される。

2020 年噴火の火山碎屑物の化学組成は玄武岩からデイサイトに及ぶ。従来の安山岩溶岩の噴出とは異なり、より深いマントルに由来する玄武岩マグマが関与した可能性がある。これまでの西之島の研究と今回の黒白互層を形成する玄武岩からデイサイトに及ぶマグマ活動を検討すると以下のモデルが考えられる。



1. 地殻直下の浅く、低圧のマントルの融解により初生安山岩マグマが生成する。
2. 地殻内のマグマ溜まりにおいて、かんらん石を主体とする結晶分化が進行する。
3. 1973 年から始まった西之島の噴火はほぼ均質な安山岩溶岩を噴出した。
4. より深いマントルが融解し、初生玄武岩マグマを生成する。プレートからの寄与により大量の揮発性物質（火山ガス）を含有している。
5. 急激に上昇してマグマ溜まりに貫入した玄武岩マグマは既存の安山岩マグマを押し出した。さらに安山岩マグマとの混合、既存の安山岩質地殻の融解によるデイサイトマグマを生成した。
6. 2019 年から 2020 年の噴火において、最初は大量の溶岩を噴出した（安山岩溶岩である可能性が大きい）。その後 2020 年 6 月から爆発的な噴火に移行し、その噴出物は玄武岩から、玄武岩質安山岩、安山岩、デイサイトと幅広い組成をもった。爆発的噴火にはマントルの深いところから上昇した揮発性物質に富む玄武岩マグマが寄与した。