

第 151 回 火山噴火予知連絡会資料

(その1の5)

硫黄島

令和4年 12 月6日

火山噴火予知連絡会資料(その1の5)

目次

硫黄島	
気象庁	3-10
防災科研	11-44
地理院	45-52
海保	53-64
JAXA	65-67
気象庁資料に関する補足事項	68

硫 黄 島

(2022 年 6 月～2022 年 10 月)

7 月上旬から 8 月上旬にかけてと 10 月前半に、翁浜沖で、小規模な噴火が確認された。噴出に伴って、新鮮なマグマが噴出したと推定される。GNSS 連続観測では、島全体の隆起を示す地殻変動が長期的に継続しており、地震活動や噴気活動も、やや活発な状態が続いている。そのような中で、マグマの噴出が初めて観測されたことから、火山活動が高まる可能性もあり、今後の活動の推移には注意が必要である。

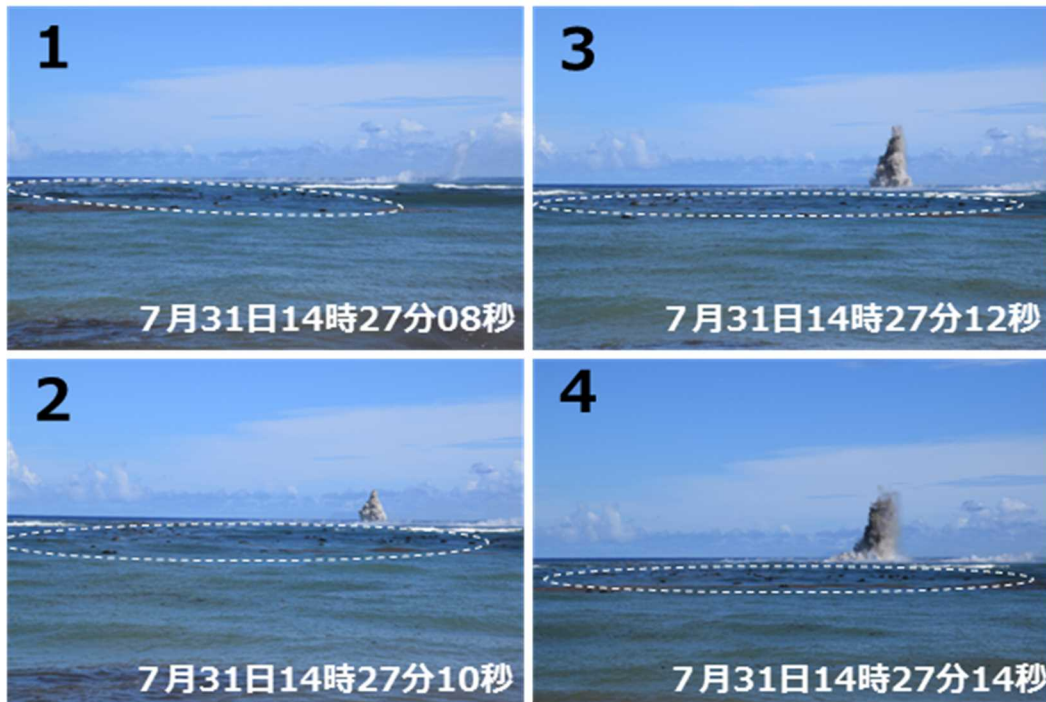


図 1 硫黄島 噴火発生時の連続写真 (2022 年 7 月 31 日 14 時 27 分)

- ・ 7 月上旬から 8 月上旬にかけてと 10 月上旬に、翁浜沖で、断続的に小規模な噴火が確認された。
- ・ 噴火に伴い、最大高さ 30m 程度の水柱が噴出していることを確認した。
- ・ 噴出地点周辺には軽石と思われる浮遊物がみられた (白点線内)。

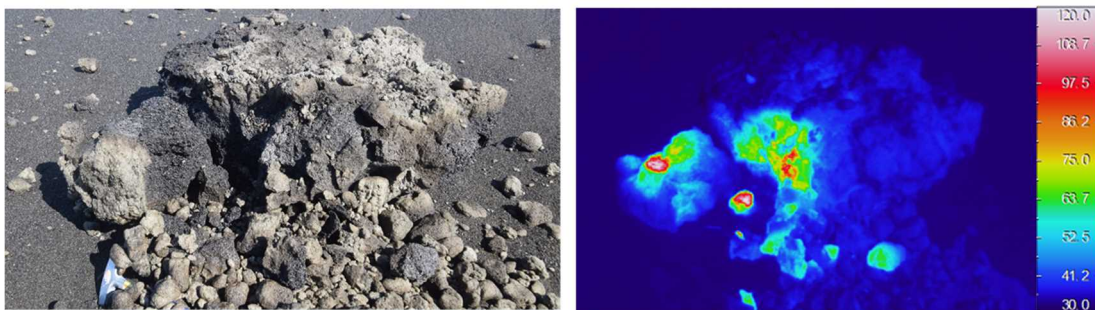


図 2 硫黄島 噴出物の状況

- ・ 噴出地点周辺及び翁浜海岸には噴火により放出されたとと思われる軽石が漂着していた。
- ・ 軽石はもろく、割れた内部は 120℃ を超えていた。

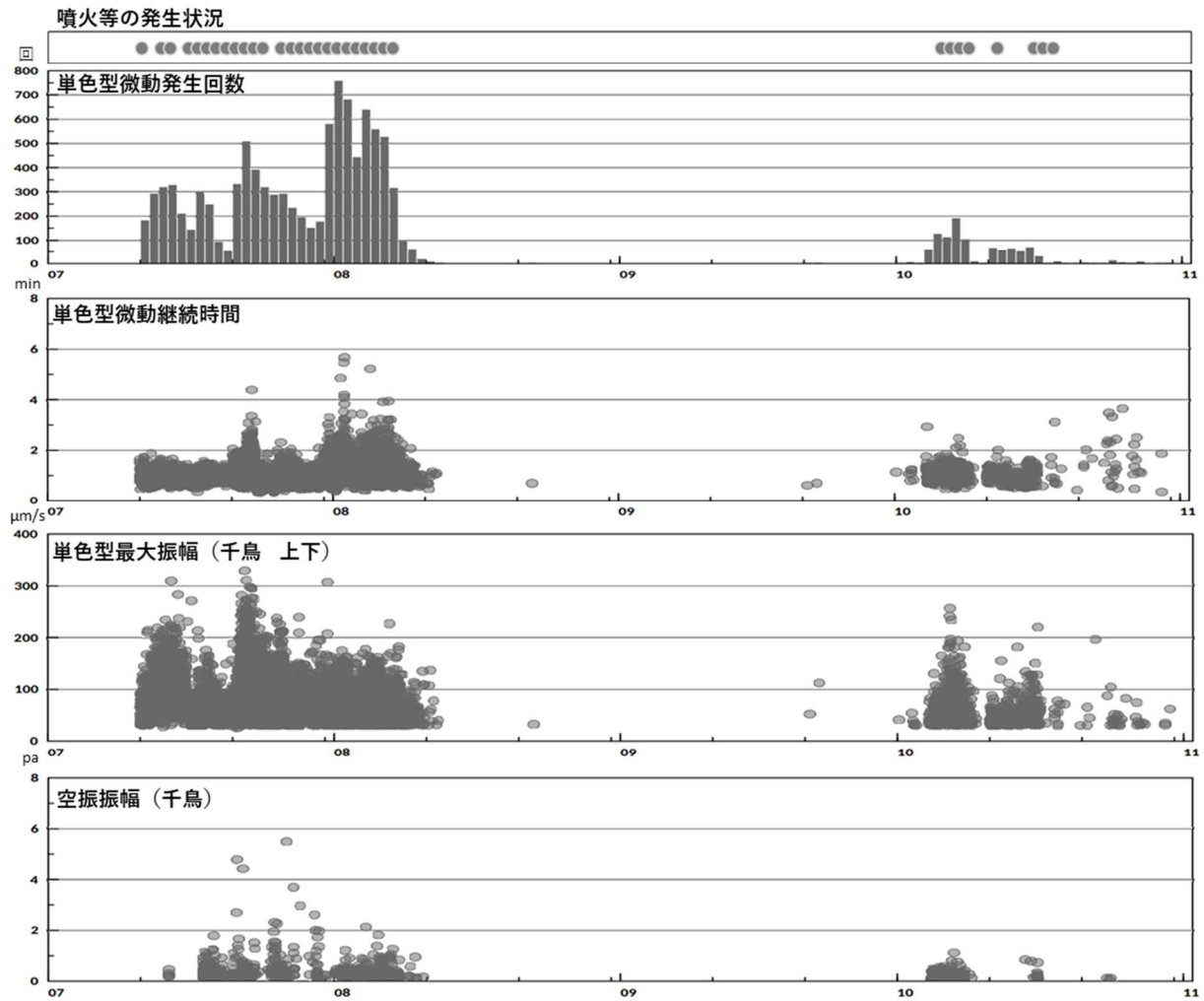


図 3 硫黄島 噴火等と単色型微動の発生状況 (2022 年 7 月 1 日～10 月 31 日)

噴火等の発生状況は海上自衛隊硫黄島航空基地隊運航隊気象班からの情報及び気象庁機動観測班の現地観測による

- ・ 噴火等に伴い単色型微動が増加した。
- ・ 単色型微動には空振を伴うものもみられた。

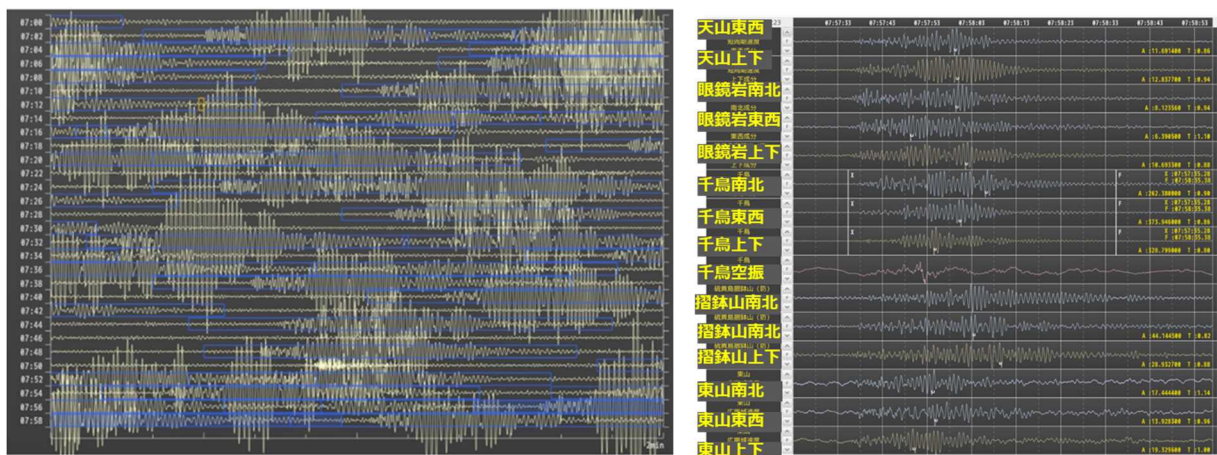


図 4 硫黄島 単色型微動及び空振波形

左：1 時間波形 (2022 年 7 月 22 日 7 時台) 右：波形切り出し画面 (2022 年 7 月 27 日 7 時 57 分)

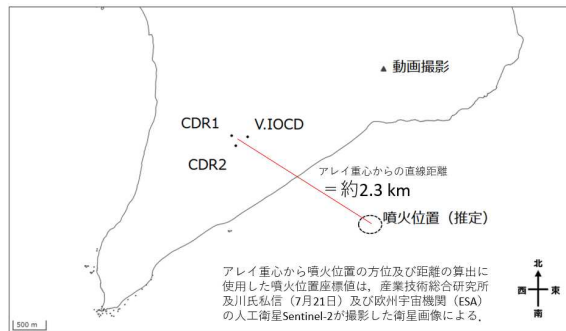


図 5 硫黄島 7 月 28 日から 8 月 4 日にかけて実施した臨時観測における観測点配置

- ・ 三角印は動画撮影位置を示す。
- ・ 3 つの点は地震計設置位置を示す。千鳥観測点 (V. IOCD) と臨時に設置した CDR1、CDR2 の計 3 点の上下動成分でアレイを構成した。それぞれの地震計の固有周期は概ね 1 秒である。

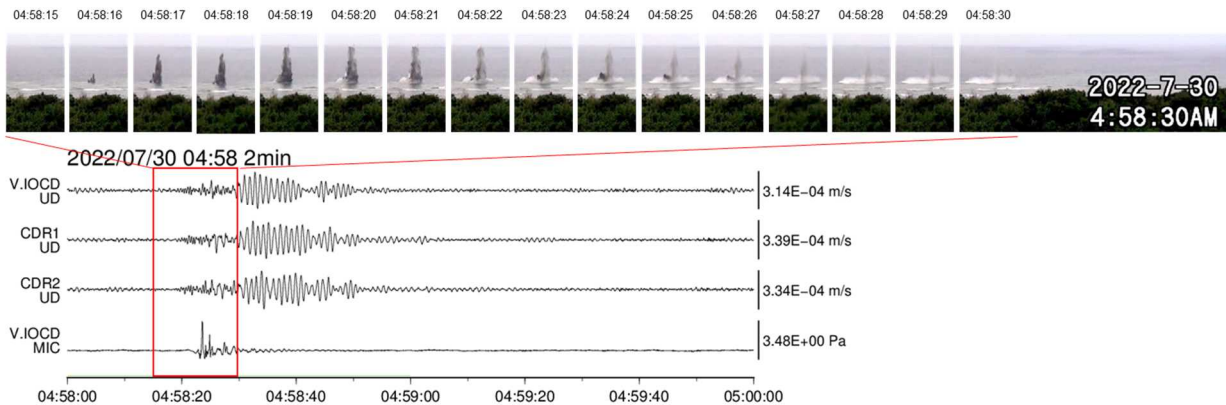


図 6 硫黄島 噴火に伴う震動・空振波形の例 (7 月 30 日)

上図は噴火を撮影した画像 (撮影位置は図 5 参照) であり、画像上部の撮影時刻の誤差は最大で 1 秒である。下図は上から千鳥観測点の上下動速度波形、臨時観測点 CDR1、CDR2 の上下動速度波形及び千鳥観測点の空振波形を示す。

- ・ 今期間、翁浜沖での噴火等の発生に伴い、周期約 1 秒の単色型微動を伴う震動が観測された。
- ・ 周期約 1 秒の単色型微動に先行して高周波成分が卓越する波形が認められるものもみられた。
- ・ 噴火等は、単色型微動の観測に先行して発生していたことがわかった。

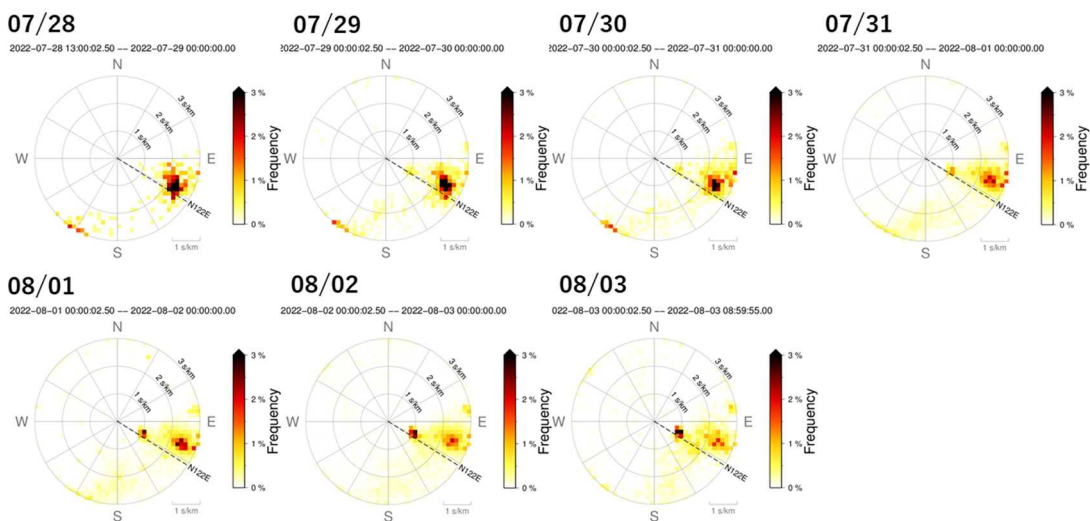


図 7 硫黄島 単色型微動についてのセンブランス法による解析結果 (7 月 28 日～8 月 3 日)

上図はセンブランス法により 5 秒間の移動時間窓で 2.5 秒おきに算出したスローネスpekトルの頻度分布を日別に集計したもの。集計にあたっては、センブランス値が 0.75 以下のもの、および翁浜以外でのイベント発生時間帯のものをあらかじめ除外した。センブランス値の算出にあたって、個々の地震計の特性は補正していない。黒点線は観測点からみたおよその噴火位置 (衛星写真から推定) の方向を示す。

- ・ 単色型微動は概ね噴出地点方向の浅部から到来していると推測される。

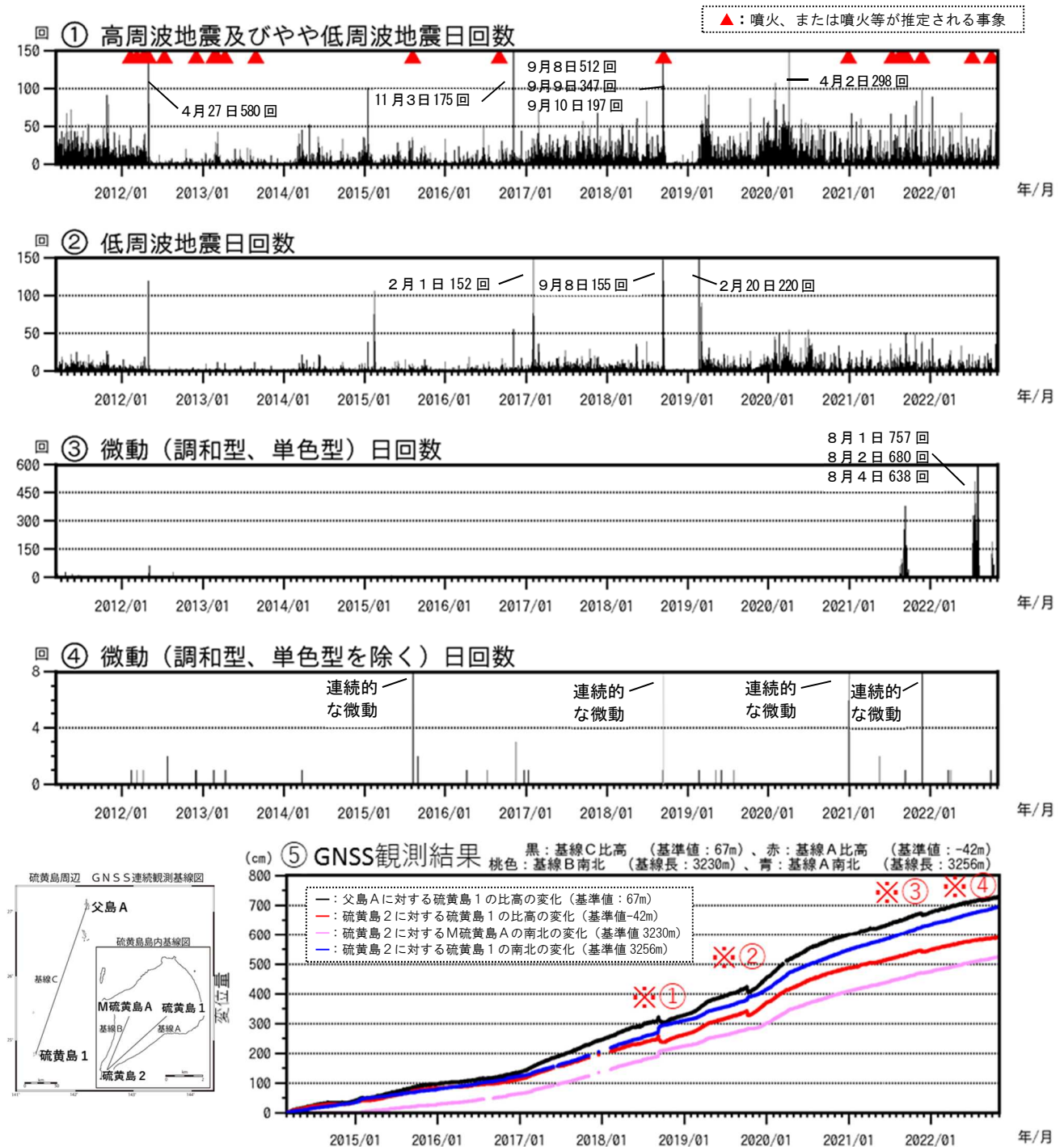


図8 硫黄島 火山活動経過図（2011年3月8日～2022年10月31日）

⑤中の番号は図9の各番号に対応

- ・火山性地震は、概ねやや少ない状態で経過した。
- ・7月上旬から8月上旬及び10月上旬に単色型微動が観測された。
- ・単色型微動の増加は2021年8月から9月にもみられた。このときも単色型微動の発生に伴い、空振の発生や翁浜沖での海水噴出が確認されており、噴火が発生していた可能性がある。
- ・GNSS連続観測では、長期的に島全体の隆起が継続している。

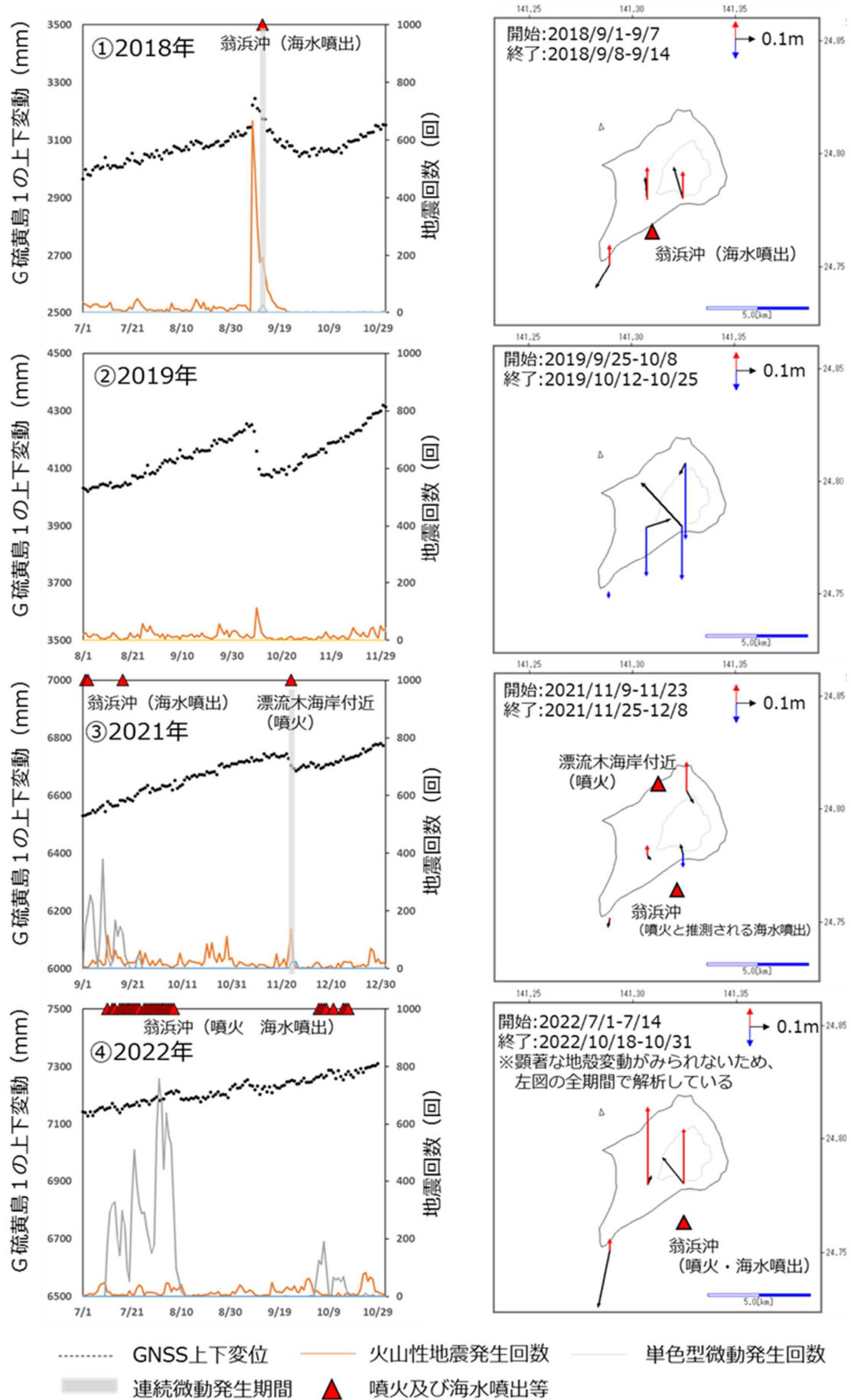


図 9 硫黄島 過去にみられた地殻変動（前ページ）

- ・①2018 年 9 月 8 日からの一時的な火山性地震の増加に伴い、急激な隆起を観測した。また、翁浜沖では海底噴火の発生と推測される海水噴出が認められた。
- ・②2019 年 10 月 10 日から 14 日にかけて硫黄島北部が沈降する地殻変動がみられた。火山性地震の一時的な増加はみられたが、顕著な表面現象は確認されていない。
- ・③2021 年 11 月 23 日から 25 日頃にかけて島中心部で沈降がみられた。11 月 24 日には島北部の漂流木海岸で噴火が発生した。この噴火に伴い 23 日から 24 日にかけて火山性地震の増加がみられた。また、24 日から 26 日頃にかけて連続的な火山性微動が観測された。なお、2021 年 8 月から 9 月にかけて、翁浜沖で海底噴火の噴出と推測される海水噴出とその発生前後で単色型微動の増加が確認された。
- ・④2022 年 7 月からの翁浜沖の噴火・海水噴出に伴う明瞭な地殻変動は観測されていない。

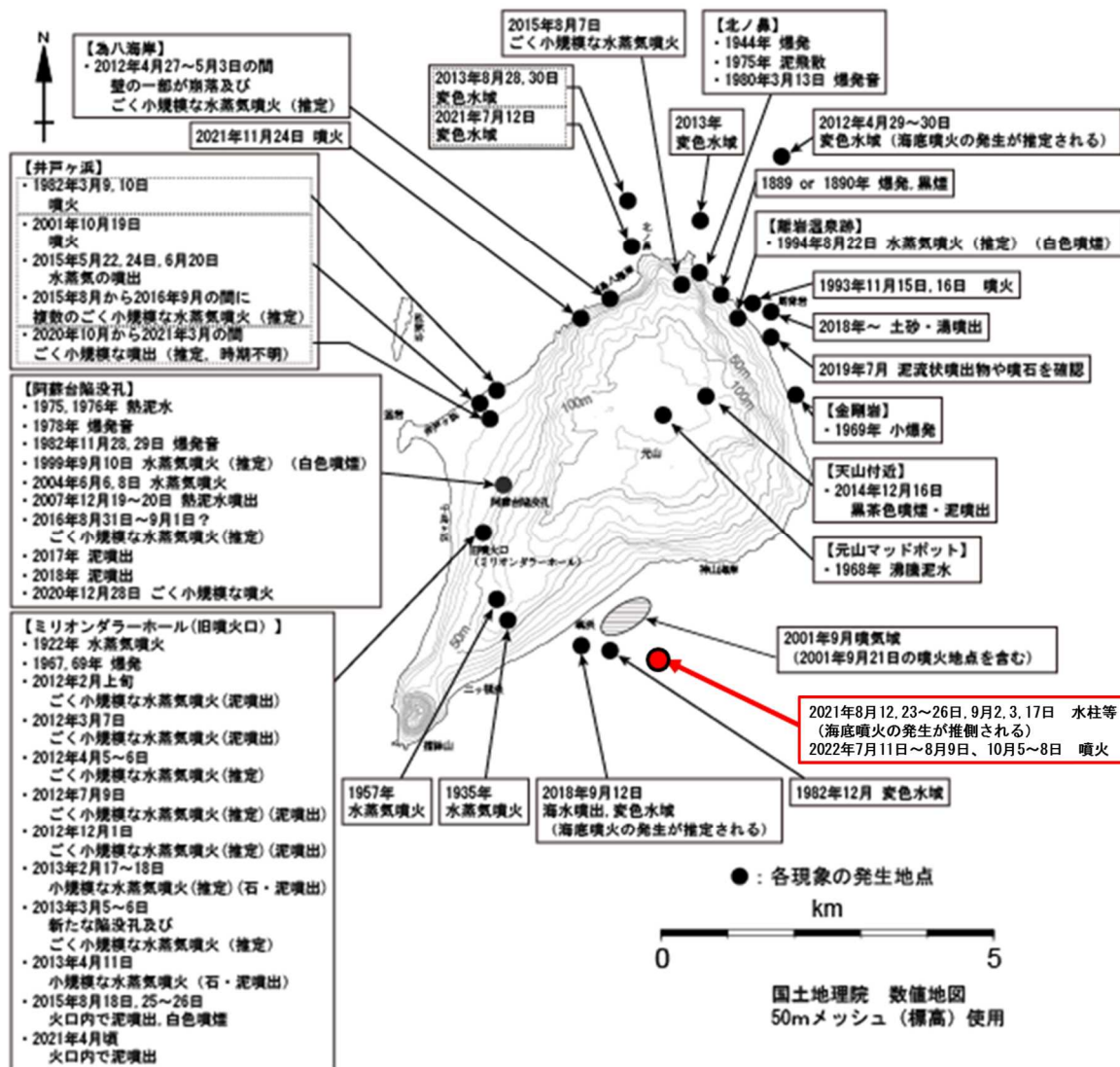


図 10 硫黄島 過去に噴火等が確認された地点及びその後の状況

「鵜川元雄・藤田英輔・小林哲夫，2002，硫黄島の最近の火山活動と 2001 年噴火，月刊地球，号外 39 号，157-164。」を基に、気象庁において一部改変及び 2004 年以降の事象について追記

- ・ 7 月上旬から 8 月上旬にかけて及び 10 月上旬に翁浜沖で噴火が確認された。

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 硫黄島における SAR 干渉解析結果

元山から海岸方向に向かって衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。

1. はじめに

ALOS-2/PALSAR-2 で撮像された硫黄島周辺のデータについて干渉処理を行ったので報告する。

2. 解析データ

解析に使用したデータを第 1 表に示す。

第 1 表 干渉解析に使用したデータ

Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
16-3120 (SM1_U2-7)	南行	右	36.1°	2022. 04. 18	2022. 10. 17	第 1 図 - A
125-480 (SM1_U2-6)	北行	右	32.4°	2022. 02. 06	2022. 08. 07	第 1 図 - B

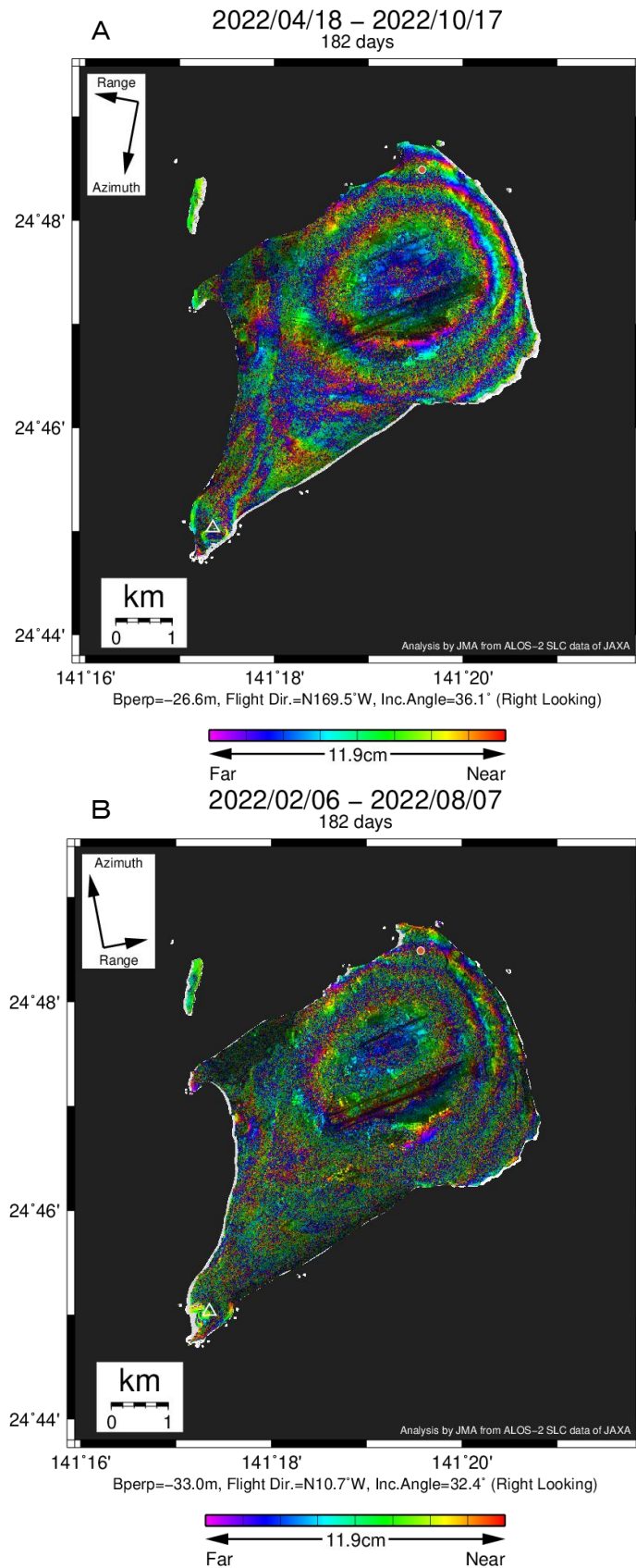
3. 解析結果

北行軌道、南行軌道の長期ペアについて解析を行った。いずれの軌道においても、元山から海岸方向に向かって衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。

なお、各干渉解析結果について、電離圏遅延補正を行っていないため、ノイズが重畳している可能性がある。

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。また、一部のデータは、PIXEL で共有しているものであり、JAXA と東京大学地震研究所の共同研究契約により JAXA から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、国土地理院の数値地図 10m メッシュ（標高）を元にした DEHM を、地形の描画には数値地図 25000（行政界・海岸線）のデータを使用した。ここに記して御礼申し上げます。

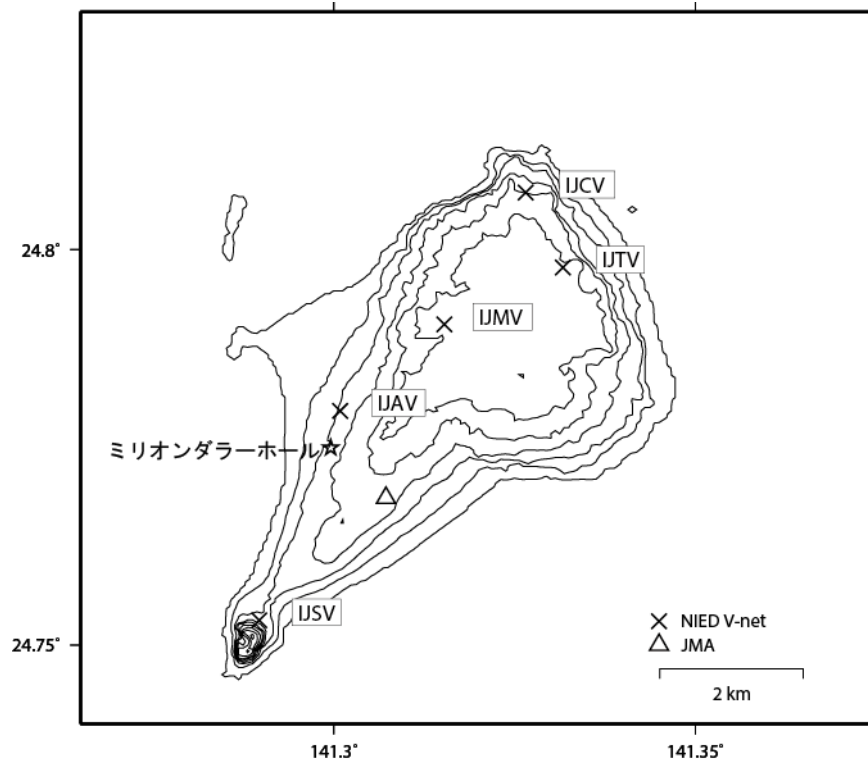


第 1 図 硫黄島の干渉解析結果

パス 16 (SM1_U2-7) (A) 及び 125 (SM1_U2-6) (B) による硫黄島周辺の干渉解析結果

図中の白三角印は山頂位置を示す。丸印は GNSS 観測点、四角印は傾斜観測点を示す。
元山から海岸方向に向かって衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。

硫黄島の火山活動について



この地図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図 50mメッシュ（標高）を使用した。

IJMV=地震計（短周期）、GNSS

IJTV=地震計（短周期）、GNSS

IJSV=地震計（短周期・広帯域）、GNSS

資料概要

○翁浜沖（南海岸沖）の噴火活動について

2022 年 7 月 11 日-8 月 10 日頃、10 月 4 日-8 日頃に、翁浜沖で噴火が発生した。また噴火に伴う単色微動が観測された（図 1-2）。7 月 12-15 日に行った現地調査では、数分おきに間欠的に発生する噴火と噴火地点付近の海面を浮遊する物体がみられた。海岸に打ち上げられていた物体を調査したところ、高温の軽石であり、新しいマグマであることを確認した。小笠原硫黄島では多数の水蒸気噴火の記録はあるがマグマ噴火と確認された噴火はこれが初めてである。なお、2021 年 9 月にも同じ地点で単色微動を伴う噴火が発生し、その時も噴火地点を浮遊する物体が確認されていることから、当時もマグマ噴火が発生していた可能性がある。

○地震活動と地殻変動について

硫黄島では、活発な地震活動が続いている（図 3）。硫黄島の元山（東側）では、年間 50cm～100cm 程度の急激な隆起が進行中である（図 4-7）。翁浜沖の噴火の発生前後に顕著な変化は無く、これまでの活動と比べて大きな変化はない。

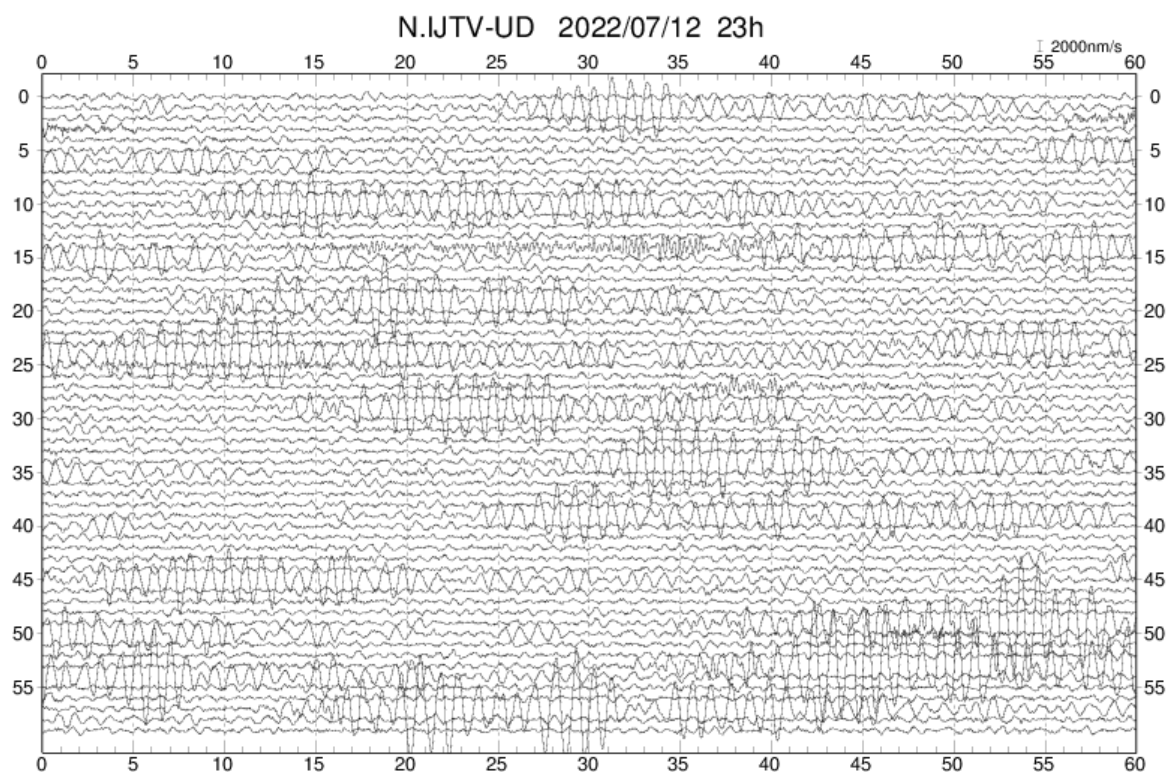


図 1 天山観測点の地震計上下動成分の記録(2022 年 7 月 12 日 23 時台)

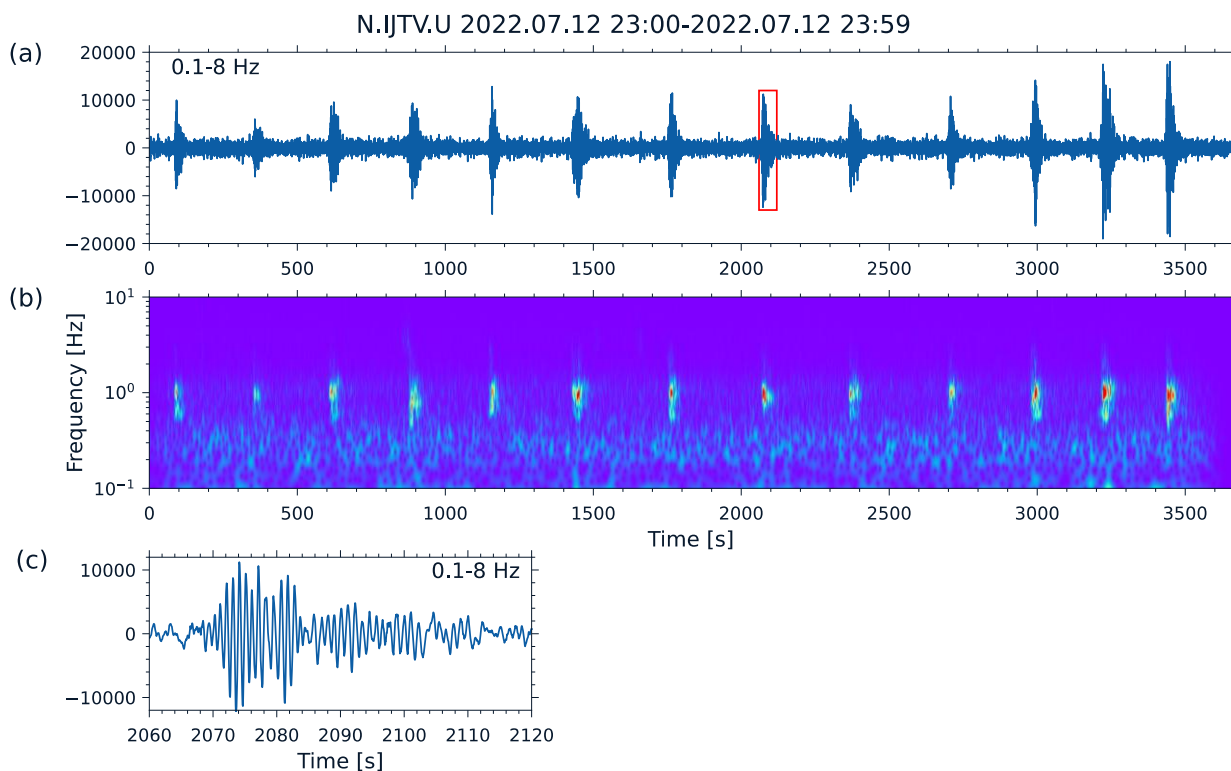


図 2 単色微動発生時の硫黄島 V-net 天山観測点における (a) 1 時間の上下動速度記録、
(b) ランニングスペクトル、(c) 単色微動波形の拡大図 ((a) で赤四角で囲った部分)。

硫黄島の地震活動 (2022/5/1~2022/10/31)

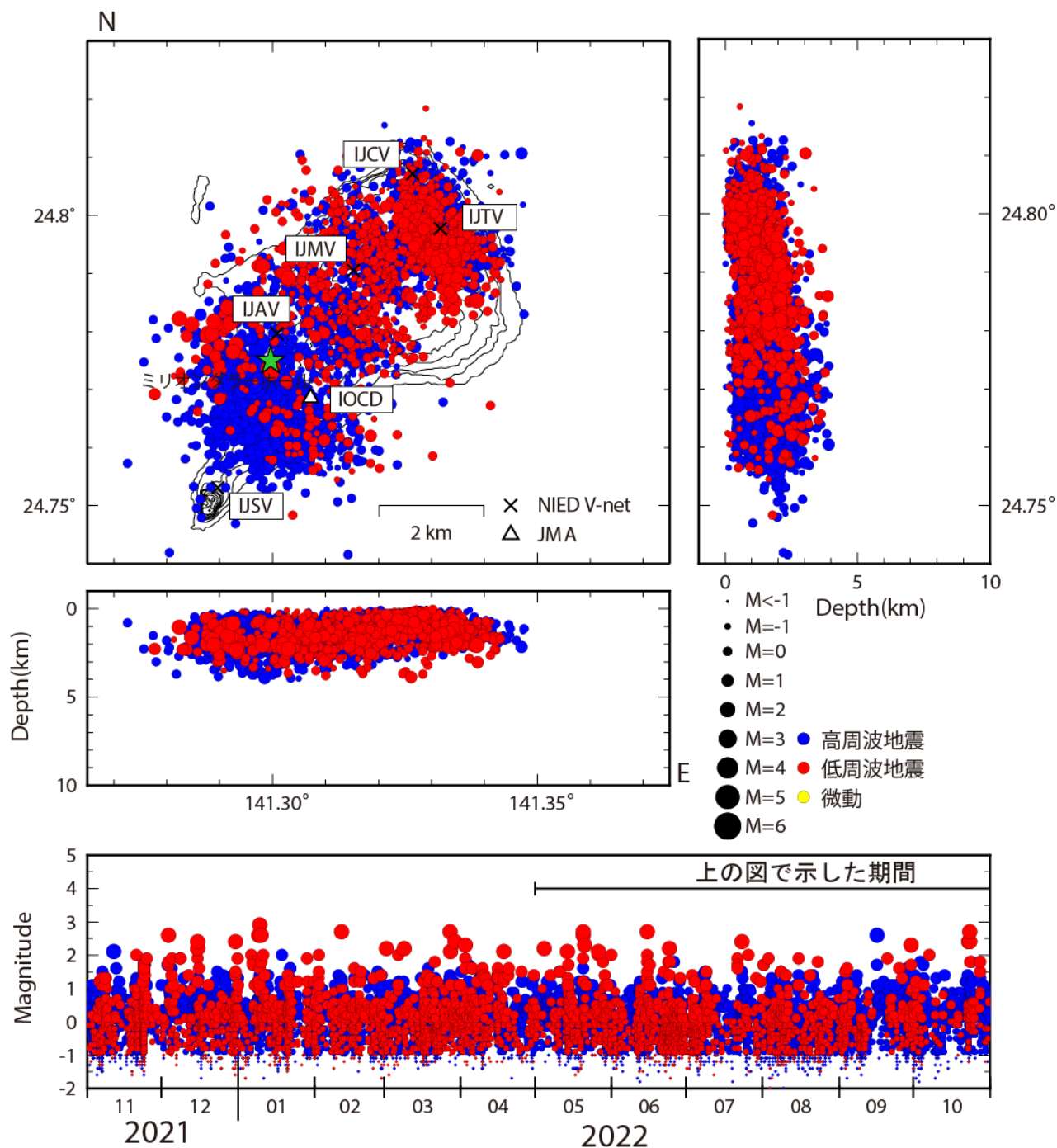


図 3 硫黄島の地震活動 (2022/5/1~2022/10/31)

地震数は連続記録からカウントした。

震源決定には、気象庁の観測点（位置は図中）も使用した。

地図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図 50mメッシュ（標高）を使用した。

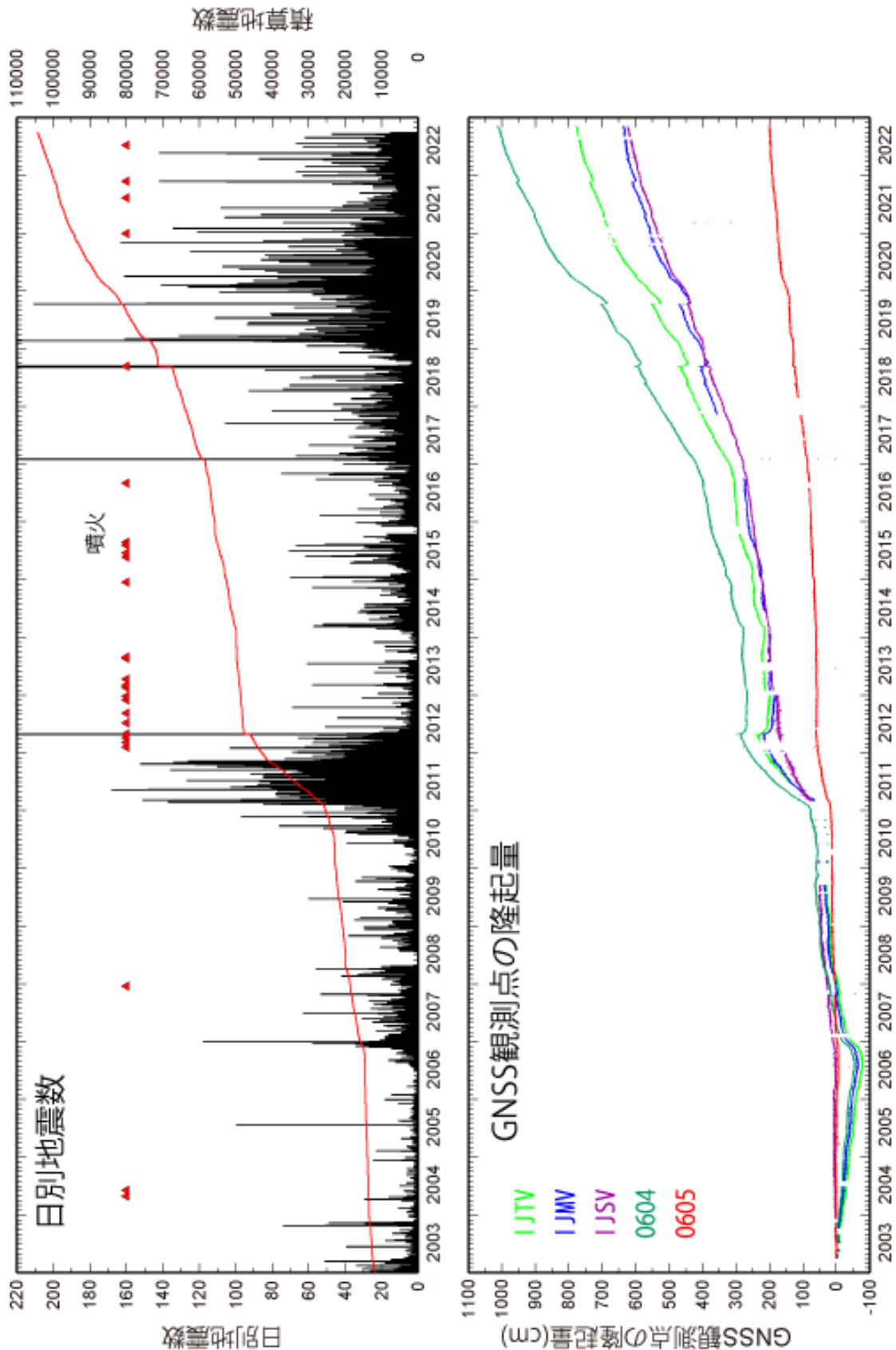


図4 硫黄島日別地震回数と隆起活動（2003/01/01～2022/9/30）

硫黄島の日別地震数と島内の GNSS 観測点の隆起量の比較。0604 と 0605 は国土地理院 GEONET 観測点。基準点は国土地理院の母島観測点。本解析には国土地理院のデータを使用した。

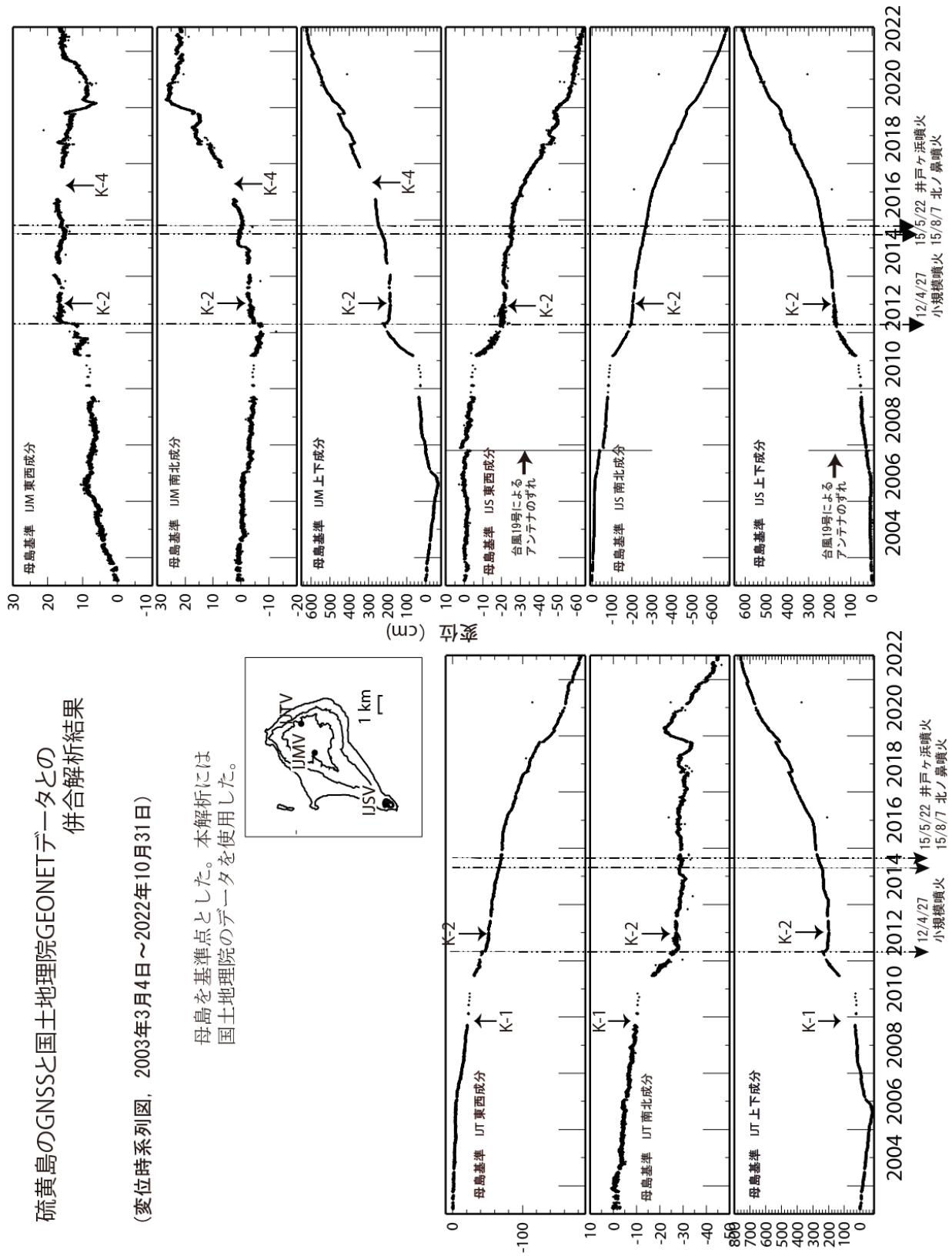


図 5 硫黄島の GNSS と国土地理院 GEONET データとの解析結果

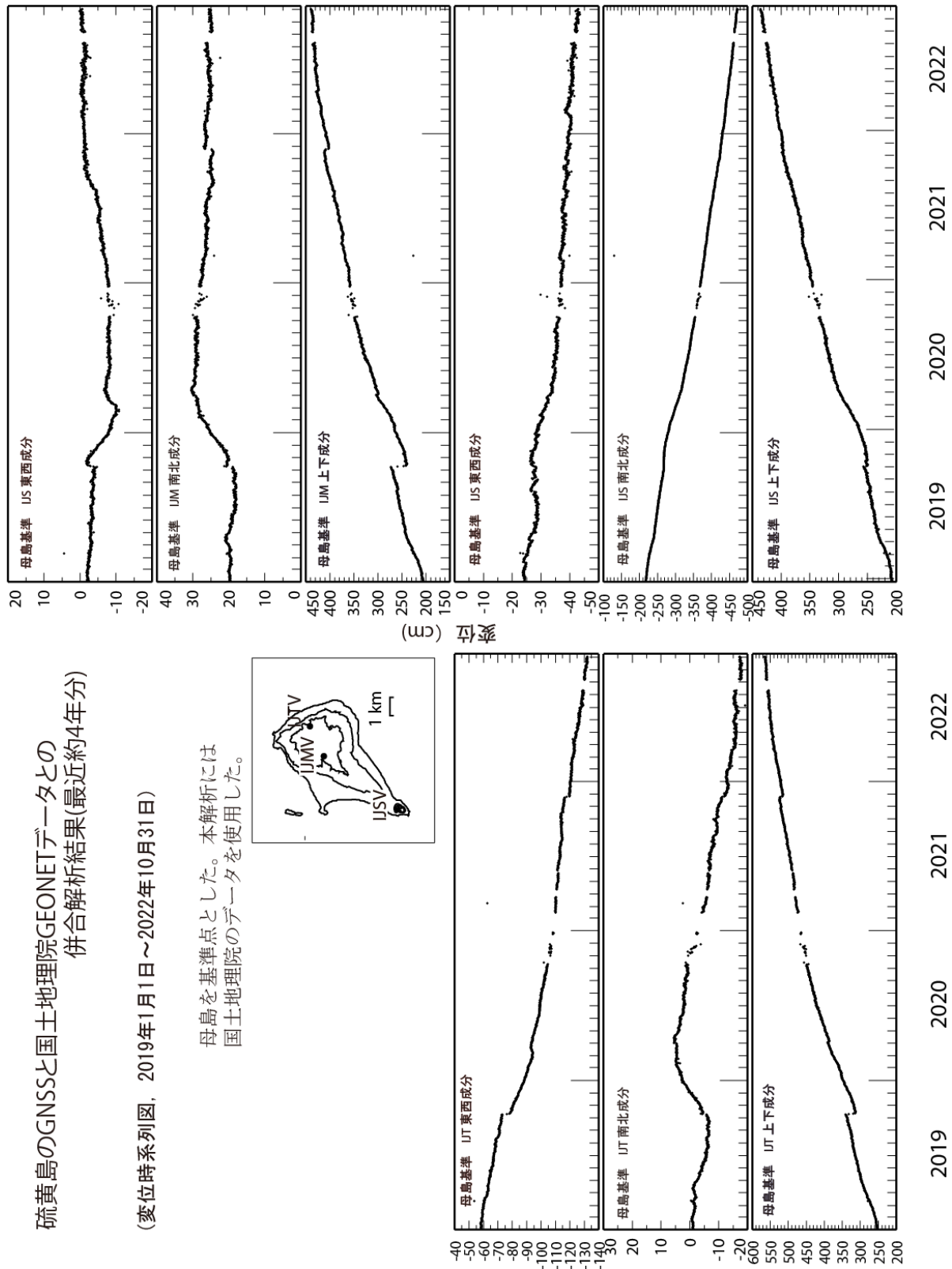


図 6 硫黄島の GNSS と国土地理院 GEONET データとの解析結果(2019 年以降)

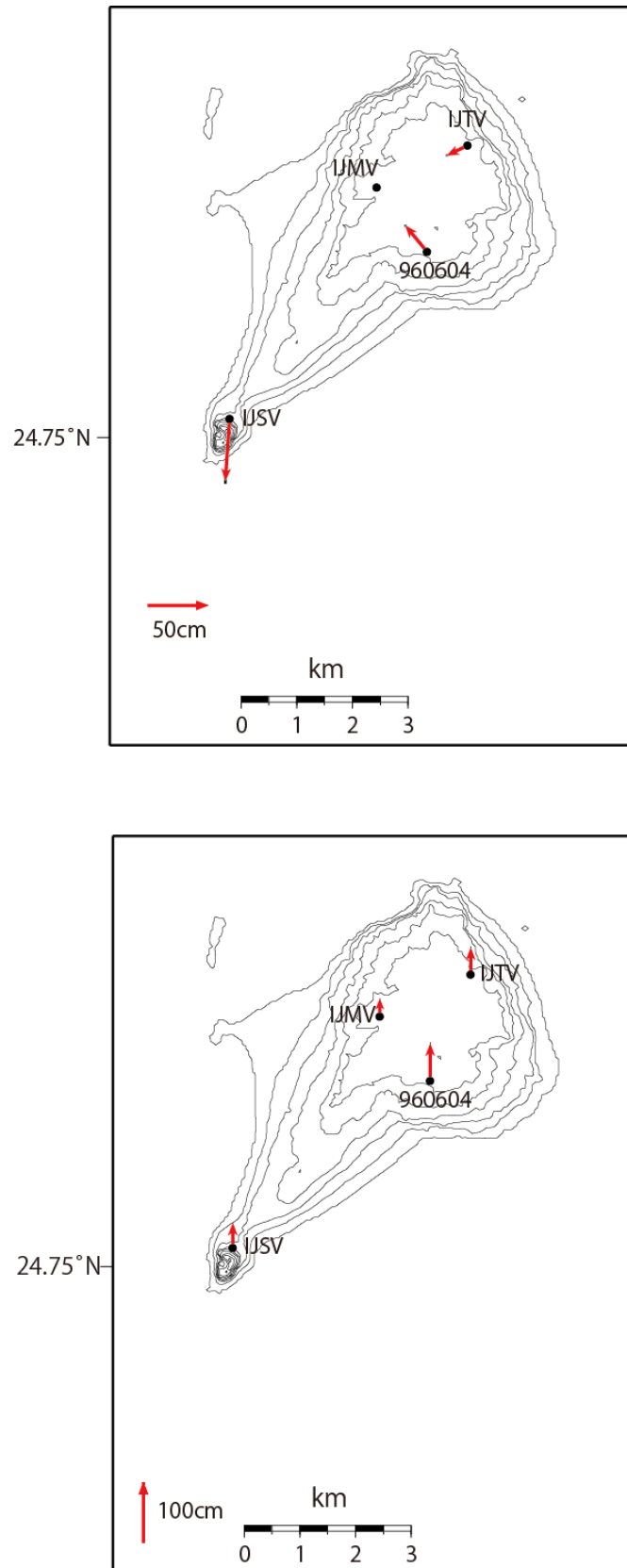


図 7 硫黄島 V-net および国土地理院 GEONET 観測点における GNSS 解析結果.
 【母島(0603)固定】(2021/10/1~2022/10/31)
 (上段: 水平成分、下段: 上下成分)

表1 GNSS観測履歴

0280	天山 (IJTV)		2003/3/4	1 周波観測開始
		K-1	2010/12/14～2011/6/16	バッテリー劣化の為、欠測
			2013/1/30	2 周波機器更新
		K-2	2013/2/20	2 周波観測開始
		K-3	2015/10/14～2015/12/8	欠測
		K-5	2017/11/14～2017/12/5	欠測
0281	眼鏡岩 (IJMV)		2004/11/1	1 周波観測開始
			2007/10/21	アンテナずれる
			2007/11/26	アンテナ再設置
			2013/8/12～2013/9/26	欠測
			2013/1/30	2 周波機器更新
		K-2	2013/2/20	2 周波観測開始
			2014/1/21～2014/6/17	通信障害の為、欠測
		K-4	2016/9/29～2017/11/14	機器故障のため欠測
0440	摺鉢山 (IJSV)	K-6	2018/7/20～	テレメータ故障のため欠測
			2003/3/4	1 周波観測開始
			2013/1/30	2 周波機器更新
		K-2	2013/2/20	2 周波観測開始

小笠原硫黄島翁浜沖噴火の現地調査

概要

7月11日から小規模な噴出活動が確認されている硫黄島翁浜沖の噴火について現地調査と聞き取り調査を行った。その結果、噴火は概ね数分に1回程度の頻度で発生し、高さ数10m程度の小規模なウォータードーム状やコックスティール状の噴煙を上げていた。噴火に伴って数m程度の大きさの岩塊が海上を浮遊しており、それらの一部は白煙を上げていた。翁浜に漂着した岩塊は極めて新鮮な火山弾で、大型のものは内部が120℃以上の高温であった。一連の噴火は低噴出率の水蒸気マグマ噴火であったと考えられる。

現地調査

防災科研では7月12日～15日にかけて渡島し、翁浜沖で発生している噴火(図1、図2)について噴煙の状態や噴出物の産状を観察した。位置は北緯24°45'23.45"、東経141°19'28.10"付近でほぼ2021年8月12日より噴火が度々生じていた場所であった。噴火は数分に1回程度の頻度で発生しており、噴煙は褐色の高さ数10m程度以下の小規模なウォータードーム状やコックスティール状であった(図3、図4)。噴火時には最初の噴出が大きい傾向があり、その後1分以内程度の間に数回程度小規模な噴出を繰り返して小康状態に入っていた。噴火に伴う降下火山灰の飛散や陸地への堆積については確認することができなかった。しばしば噴煙や放出物が落下したあとにSO₂を多く含むと思われるやや青白い霧状の噴煙が拡散するのが認められた(図4)。噴火後は噴火に伴って浮き上がったとみられる数m程度の大きさの岩塊が浮遊しており(図5、図6)、南西の風に乗って移動していた。それらの一部はしばらくの間白煙を上げていた。

漂流岩塊が浜に漂着する瞬間を捉えることができなかったが、13日の調査時には翁浜に新鮮なスコリア質の岩塊(1個)が定置していた(図7)。南東海岸の入江では数個の軽石礫が波打ち際で確認された(図8)。14日の翁浜の調査時には前日にはほとんど無かった岩塊が多数漂着していた(図9)。13日午後～14日朝までの南寄りの風が吹いていた時期に漂着したものとみられる。14日に確認した岩塊も極めて新鮮で、破壊が進んでいないものは表面に明瞭な急冷縁を持ち、遅延発泡で内部が膨張したパン皮状ないし水冷火山弾の構造を持っていた(図10、図11)。大きさは30cm～80cm程度のものが目立っており、最大のもので153cmの大きさがあった(図12)。大型の岩塊はまだ内部が熱いものがあり、表層部を破壊すると湯気が生じた。簡易型のIRカメラでの計測では少なくとも120℃以上の高温を保っていた(図13、図14)。このほかに小さな軽石礫の破片もあったと思われるが、既存の硫黄島噴出物や福徳岡ノ場に由来する漂着軽石と混ざっている状態から選別しての確認は行っていない。

現地調査後の噴火活動概要

7月中旬以降の聞き取り調査や気象庁機動観測班の提供資料によると、噴火活動は短い中断期間をはさみつつも8月9日頃まで頻繁に続き、大型の岩塊や軽石の漂流が続いた。8月8日前後には火口付近に浅瀬が生じていた可能性があるが、明瞭な島の存在は確認されていない。10月4日から11日頃にかけて再び同程度の噴煙規模の噴火が頻発し、少量の白煙を上げる浮遊岩塊が確認された。噴火位置はほとんど変化していないが、10月の噴火では7月～8月に比べて100m弱北西に移動した可能性がある。

噴火様式について

小規模ながら高温の火山弾や軽石を噴出した一連の噴火は、低噴出率で継続した水蒸気マグマ噴火であったと考えられる。水深(海上保安庁の海底地形図によると50mより浅い)を考慮すると海面付近まで火砕丘が成長したとしても噴出量が100万m³のオーダーを大きく超えないと推測される。2021年の噴火でも少量の浮遊した岩塊の目撃があり、このころからマグマが噴出していた可能性がある。

以上は現時点での調査結果のまとめであり、今後の精査により修正されることがある。

謝辞 海上自衛隊硫黄島航空基地隊気象班と気象庁機動観測班には現地調査や聞き取り調査に御協力いただいた。記して御礼申し上げる。

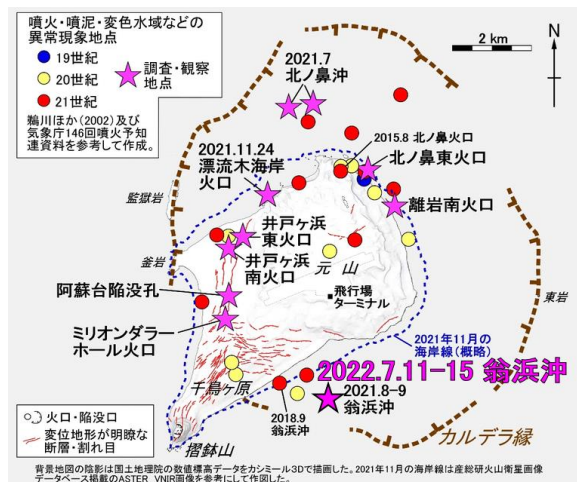


図1 翁浜沖火口の位置図



図2 摺鉢山山頂からみた噴火地点

2022年7月13日9:34:06-9:34:18

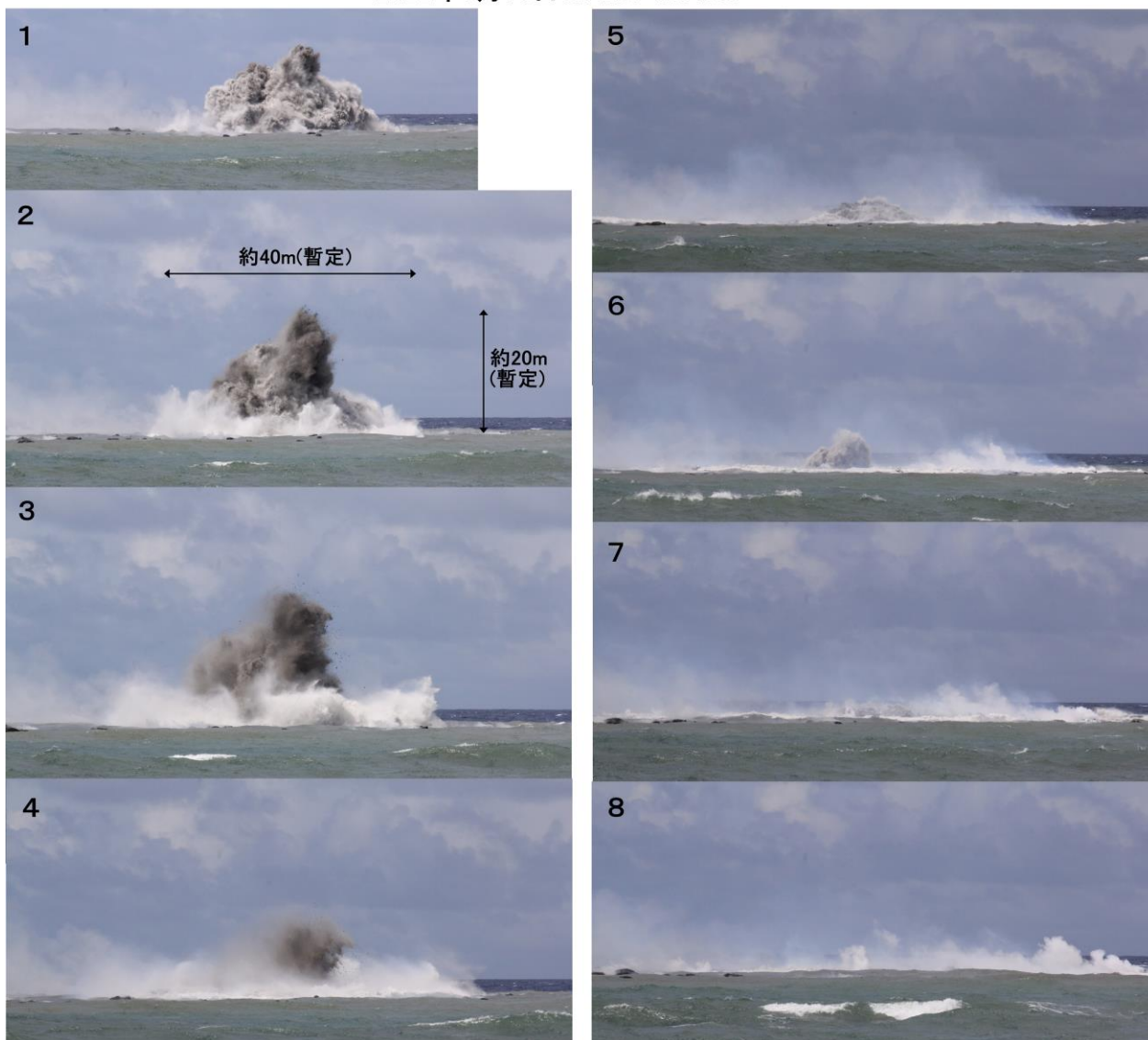


図3 翁浜(北側約0.9km)からみた噴火(7月13日)

2022年7月14日6:24:24-6:24:50

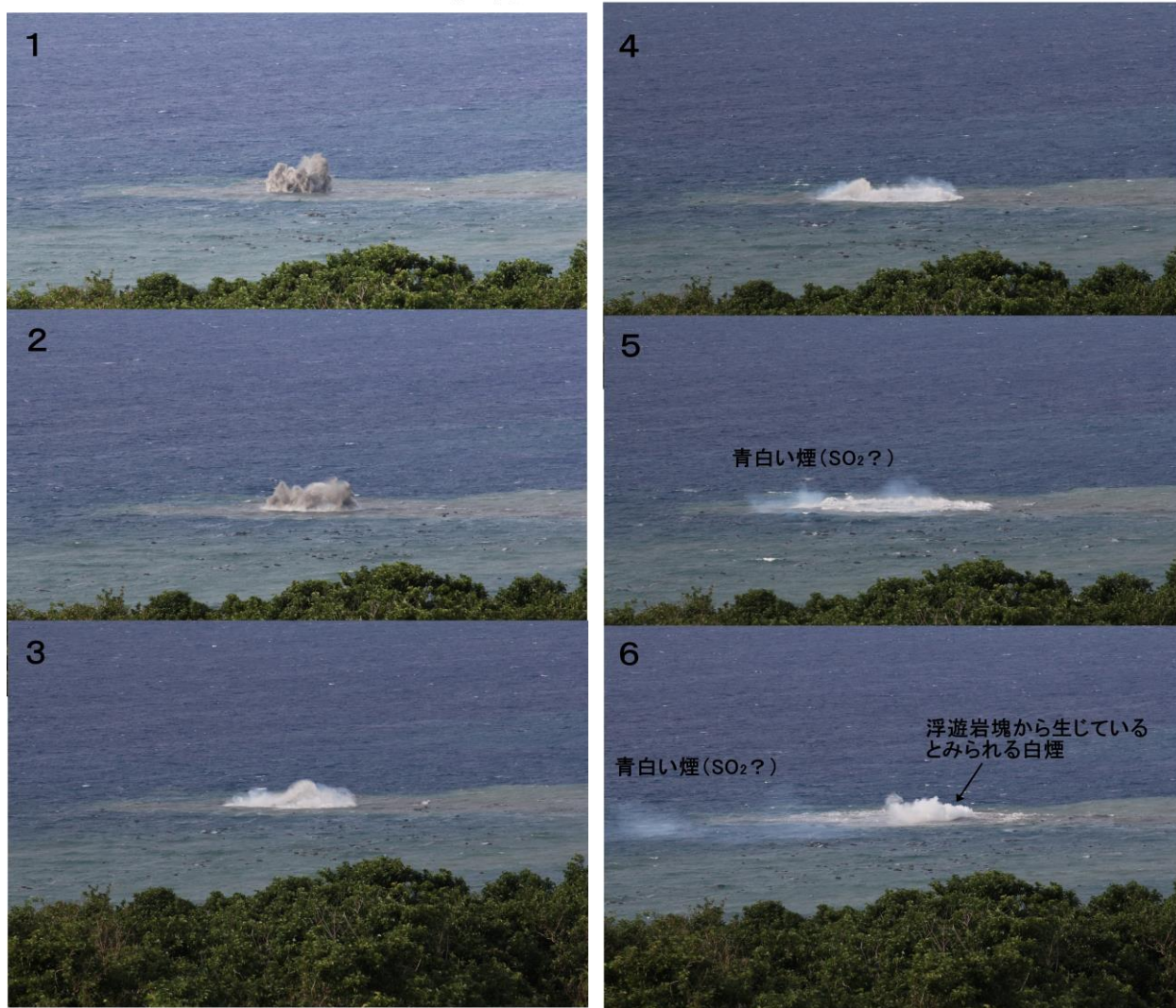


図4 隊舎地区(北側約 2.4km)からみた噴火 (7月14日)



図5 摺鉢山山頂(西南西約 3.6km)からみた噴火 (7月13日14:45)
 噴火地点の周囲には漂流岩塊が多数認められた。その一部は白煙を上げていた。

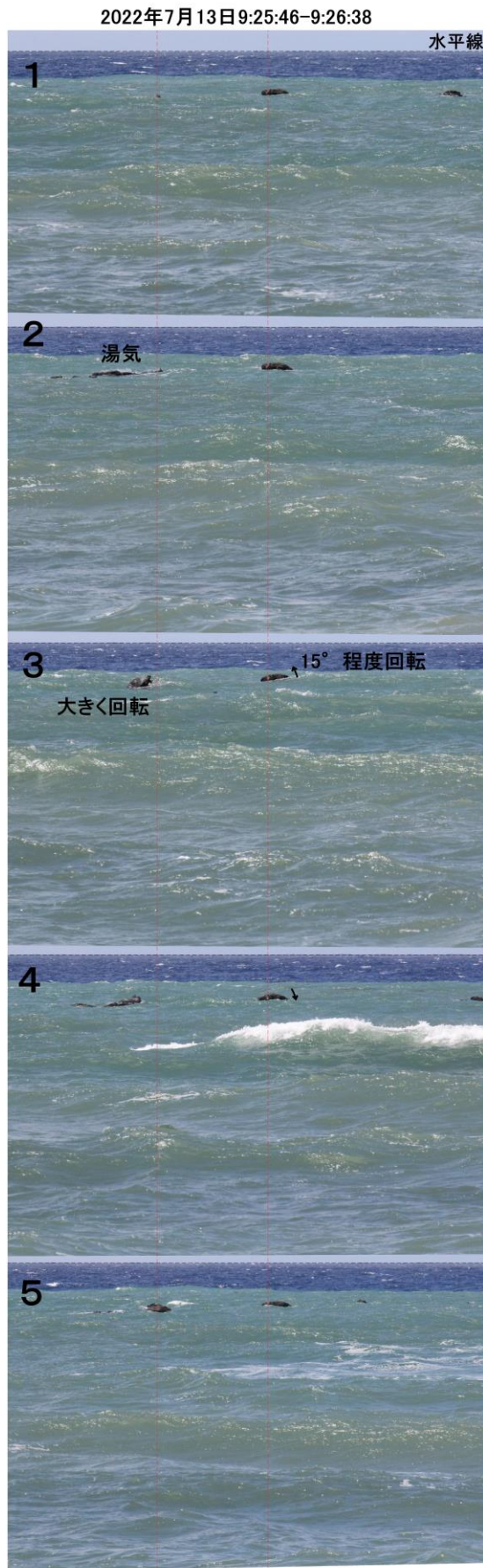


図6 翁浜沖の漂流岩塊(7月13日)
岩塊の相対位置や姿勢が波に揺られて変化しており、浅瀬に着底しているのではなく浮遊していたと考えられる。



図7 翁浜に打ち上げられた漂着岩塊（7月13日）
見かけ密度が全体に大きいので、漂着後に波により
表層の軽石状部が破壊除去されたものと考えられる。



図8 南東海岸に打ち上げられた軽石礫
（7月13日）



図9 翁浜に打ち上げられた漂着岩塊（7月14日）
前日の調査時以降に漂着したとみられる。



図10 翁浜に打ち上げられた漂着岩塊（7月14日）
右側には急冷縁が残存。内部はよく発泡している。



図11 図8の岩塊の表面付近の断面。
外側から内側に暗色の急冷縁、黄褐色の軽石状部、
褐色～暗灰色のスコリア状部へと移り変わる。



図12 翁浜に打ち上げられた漂着岩塊（7月14日）
今回の調査で最大の大きさのもの（長径153cm）。
遅延発泡による急冷縁のひび割れが表面全体に発達。

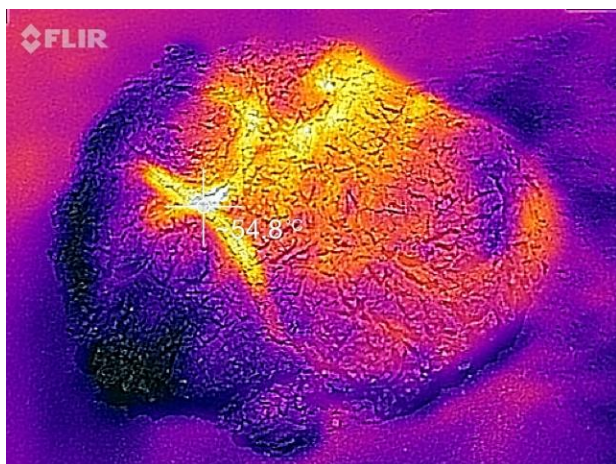


図 13 図 10 の岩塊のスマートフォン接続型 IR カメラ画像。表面の亀裂に沿って温度が高い。

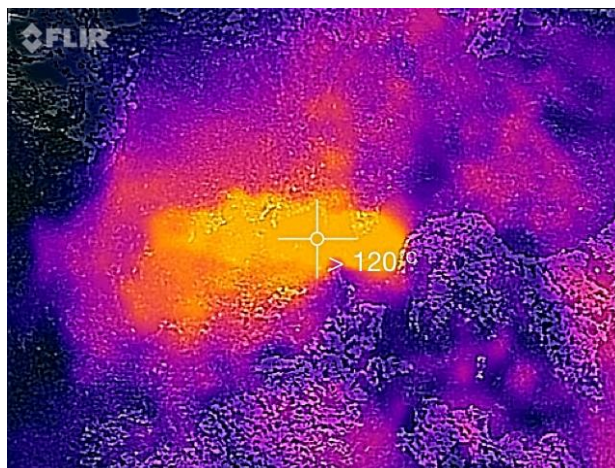


図 14 図 10 の岩塊のやや内側のスマートフォン接続型 IR カメラ画像。120℃以上(画像プロパティの情報では 150℃)の高温を保っていた。

小笠原硫黄島翁浜沖噴火噴出物の岩石学的特徴

概要

7月11日から8月9日頃まで続いた硫黄島翁浜沖噴火の本質物質とみられる漂着試料は全岩化学組成が $\text{SiO}_2=61.2\sim61.4$ wt%のカンラン石含有単斜輝石粗面デイサイトであった。石基火山ガラスの化学組成は $\text{SiO}_2=61.9\sim64.0$ wt%の範囲にあり、経時的に石基火山ガラスの SiO_2 量がやや減少する傾向がみられた。既知の硫黄島噴出物とよく似ているが、石基組織の結晶度がやや高い点で異なっており、マグマの上昇過程に違いがある可能性がある。

試料

検討試料は防災科研が7月13日に翁浜で採取したスコリア質岩塊と南東海岸で採取した淡褐色軽石礫、7月14日に翁浜で採取した火山弾岩塊、気象庁機動観測班が7月31日に翁浜で採取したスコリア質岩塊と8月2日に東海岸で採取した淡褐色軽石礫である。試料の噴出日時は不明であるが、漂着状況からみて採集日に近いと考えられる。これらの試料について薄片観察と全岩化学組成、石基火山ガラス化学組成の測定を行った。火山弾岩塊試料は表面から暗褐色の急冷縁部(厚さ1~2 cm程度)、黄褐色~淡赤褐色の軽石状部(厚さ3~10 cm程度)、中心部の暗灰色のスコリア状部へと移り変わる構造を持つ(図1)。軽石状部・スコリア状部の欠片は水に浮く場合があり見かけ密度が 1 g/cm^3 を下回っていることがある。薄片を使用する観察や測定には最も発泡度や結晶度が低いと思われる急冷縁部分を優先的に使用した。淡褐色軽石礫試料(図2)は火山弾岩塊の軽石状部と同程度かより高い発泡度であるとみられる。

顕微鏡観察

岩石薄片を作成し偏光顕微鏡で観察した。鏡下ではいずれの試料も変質作用を受けた形跡は認められない。斑晶($>300\text{ }\mu\text{m}$)や微斑晶($100\sim300\text{ }\mu\text{m}$)の鉱物として斜長石、単斜輝石、カンラン石、Fe-Ti 酸化物、燐灰石が確認された。多く含まれる斜長石斑晶は最大で3 mmの大きさがあり、清澄なものやガラス包有物に富むものが存在する。苦鉄質鉱物は単斜輝石が主で最大で2 mm、カンラン石は1 mm以下で量も少ない。数種の斑晶鉱物からなる集斑状組織も認められる(図3a)。石基は大部分が褐色火山ガラスからなり、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 程度の矩形状や針状の斜長石や単斜輝石、カンラン石等の微晶(マイクロライト)を含む(図3b)。既知の硫黄島噴出物(図4)に比較して、微斑晶サイズの結晶に富み、石基の微晶に矩形状のものが比較的多い傾向がある。モード測定の結果、斑晶は10~12 vol%程度、微斑晶は5~6 vol%程度含まれる。なお福徳岡ノ場2021年噴火の漂流軽石に多量に含まれているチョコチップ状の暗色包有物はほとんど存在していない。

全岩化学組成

全岩化学組成は東大地震研設置の蛍光X線分析装置を用い外西ほか(2015)の方法で測定した。1試料から1分析試料を作成し計11試料を分析した。全岩化学組成は $\text{SiO}_2=61.1\sim61.4$ wt%、Total Alkali($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)= $10.6\sim10.8$ wt%の範囲に集中しており、個々の試料の色調・組織の見かけの違いによらずほぼ一定であったと考えられるが、細かくみると7月31日~8月1日の試料はそれ以前に比べて若干 SiO_2 に富む傾向があるように見える(表1、図5)。組成変化図上では硫黄島火山噴出物の既存の分析値の比較的珪長質な試料とほぼ重なる位置にプロットされる(図5)。福徳岡ノ場2021年噴火の漂流軽石試料とは K_2O 図などで一部重なるが、 MgO 図などで明確に区別できる。

火山ガラス化学組成

火山ガラス化学組成については鏡面研磨薄片を作成して防災科研設置のSEM-EDS(JEOL JSM-IT500 & OXFORD Ultim MAX65)で主成分組成を測定した。測定は電子ビーム照射によるアルカリ元素の移動を避けるため約 $5\text{ }\mu\text{m}$ 角の領域で行った。スコリア質な試料では粒間ガラスに含まれるサブ

小笠原硫黄島

第 151 回火山噴火予知連絡会

防災科学技術研究所・東京大学地震研究所

ミクロンサイズの微細な結晶とまとめて測定した。加速電圧は 15 kV、照射電流は 0.5 nA、測定時間は 40 sec である。結果は $\text{SiO}_2=61.9\sim64.0$ wt%、Total Alkali=10.9~12.2 wt% で既知の硫黄島火山噴出物の石基火山ガラスないし石基平均の分析値の範囲内の比較的珪長質な位置にある(図 6)。スコリア質試料では同時期採取の軽石質な試料に比べて分析値のばらつきが大きく、 SiO_2 や CaO に乏しく K_2O に富むなどの傾向がある。これは火山弾内部などでの徐冷時の結晶作用の進行による in situ のメルト分化や測定範囲内の微細結晶の影響によると考えられる。これらを除外し急冷の度合いが高い試料(軽石や火山弾の急冷縁部分)だけに着目すると、採集日が古い物から新しいものにかけて SiO_2 量が減少する傾向があるように見える(図 7)。全岩化学組成はほとんど一定であるので、マグマの上昇過程の違いで温度や揮発性成分量などに経時的な変化があり、それを反映して結晶度が低下した可能性がある。

以上は現時点でのまとめであり、今後の精査により修正されることがある。

謝辞 海上自衛隊硫黄島航空基地隊気象班には現地調査に御協力いただいた。気象庁機動観測班には貴重な試料を御提供していただいた。以上の方々に記して御礼申し上げる。

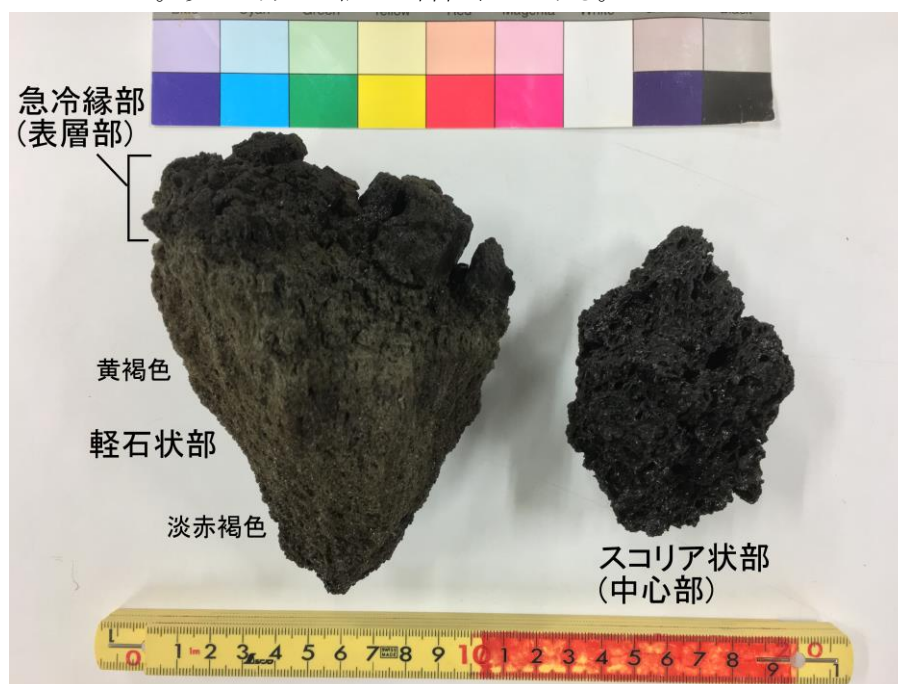


図 1 火山弾状漂着岩塊 (IWO22071401: 直径 85 cm) を砕いた試料の写真
翁浜で 7 月 14 日に採取されたもの。左: 急冷縁から軽石状部。右: 中心部の暗灰色スコリア状部。



図 2 淡褐色軽石礫
(IWOJMA220802pm: 直径 7 cm)

8 月 2 日に東海岸離岩付近で気象庁機動観測班により採取されたもの。

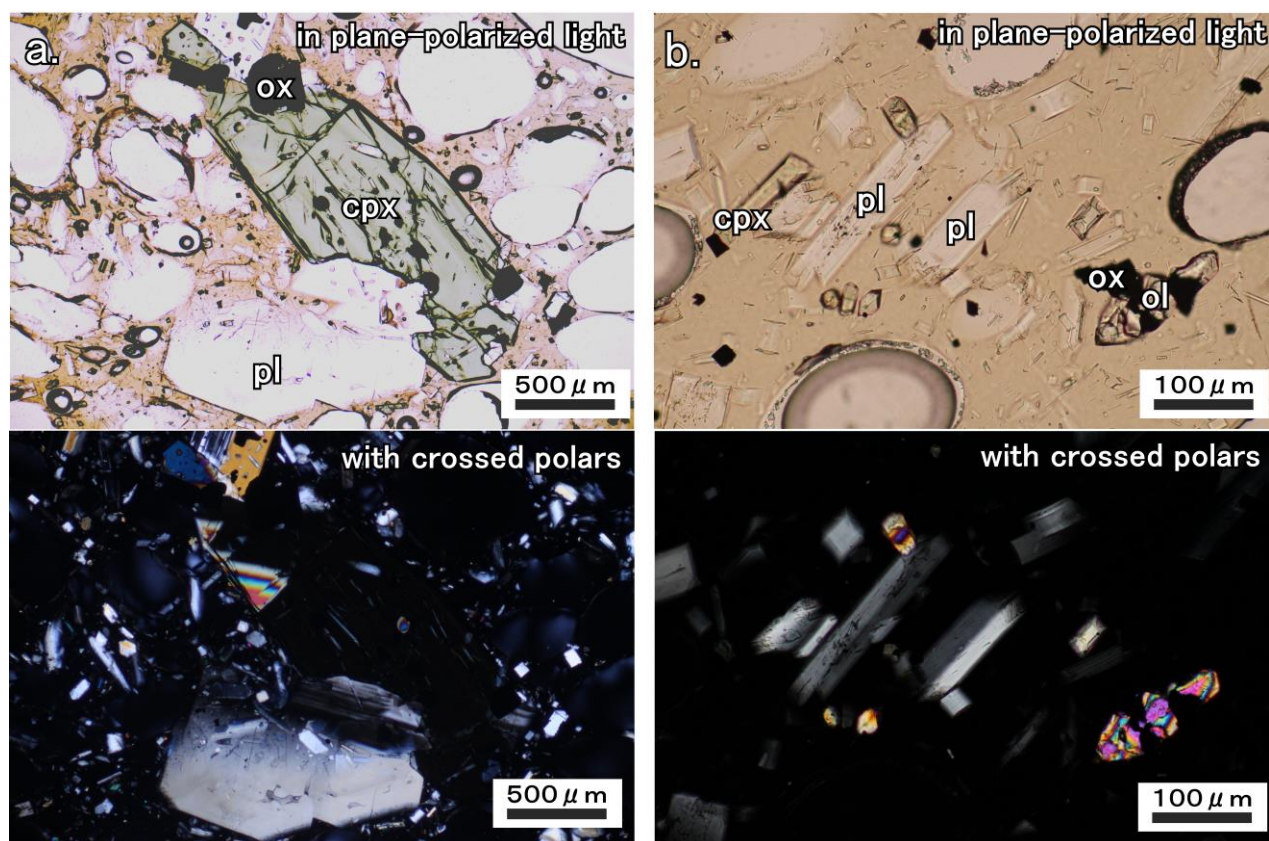


図3 翁浜沖噴火噴出物の偏光顕微鏡写真

a: 斑晶斜長石・単斜輝石・Fe-Ti 酸化物の集斑状組織(40x)。 b: 石基部分の拡大(200x)。褐色ガラスのなかに微晶・微斑晶が散らばっている。気泡壁に付着している黒色不透明の物質は樹脂固め作業の際に混入した研磨粉。pl: 斜長石、cpx: 単斜輝石、ol: カンラン石、ox: Fe-Ti 酸化物。

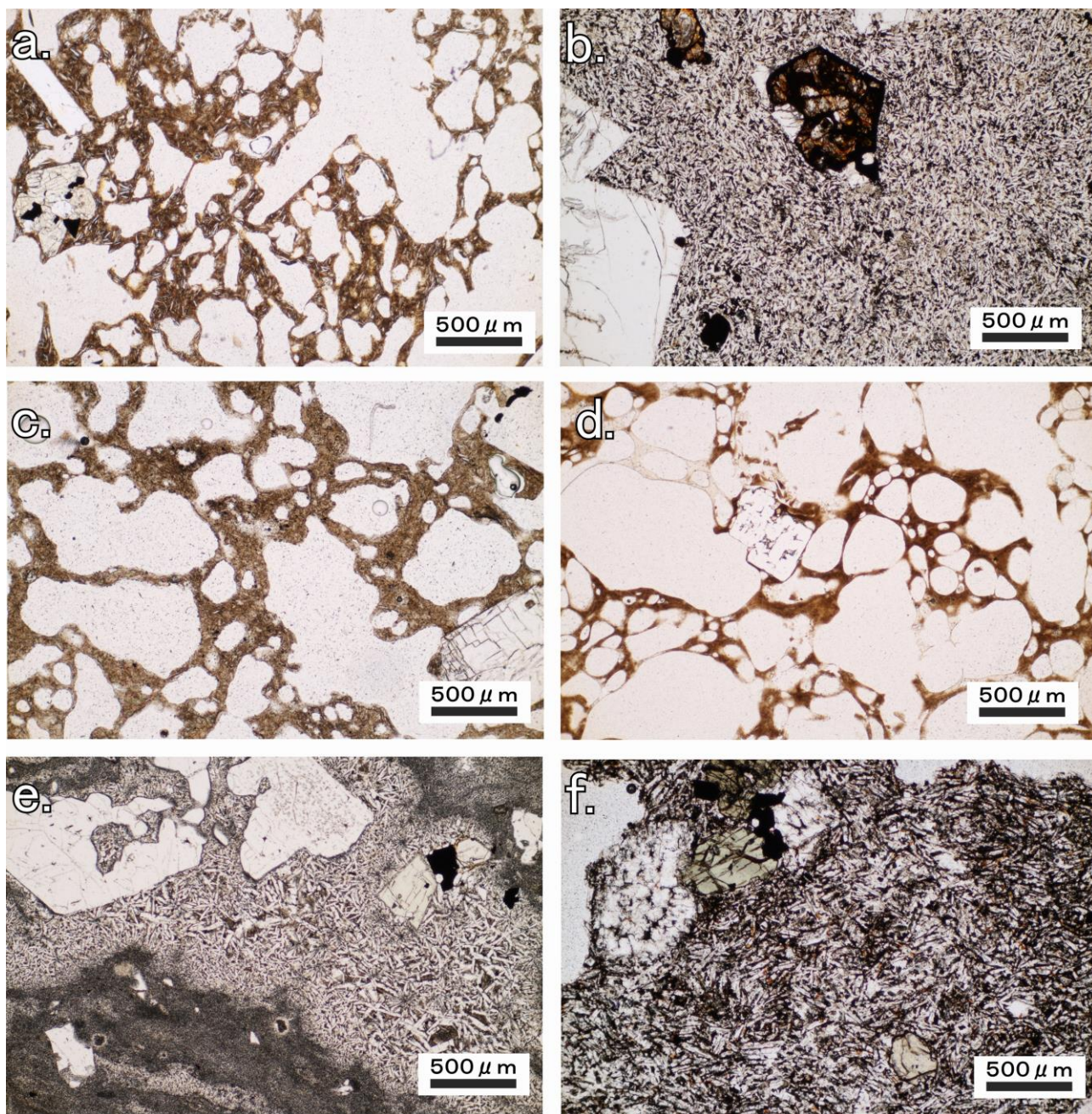
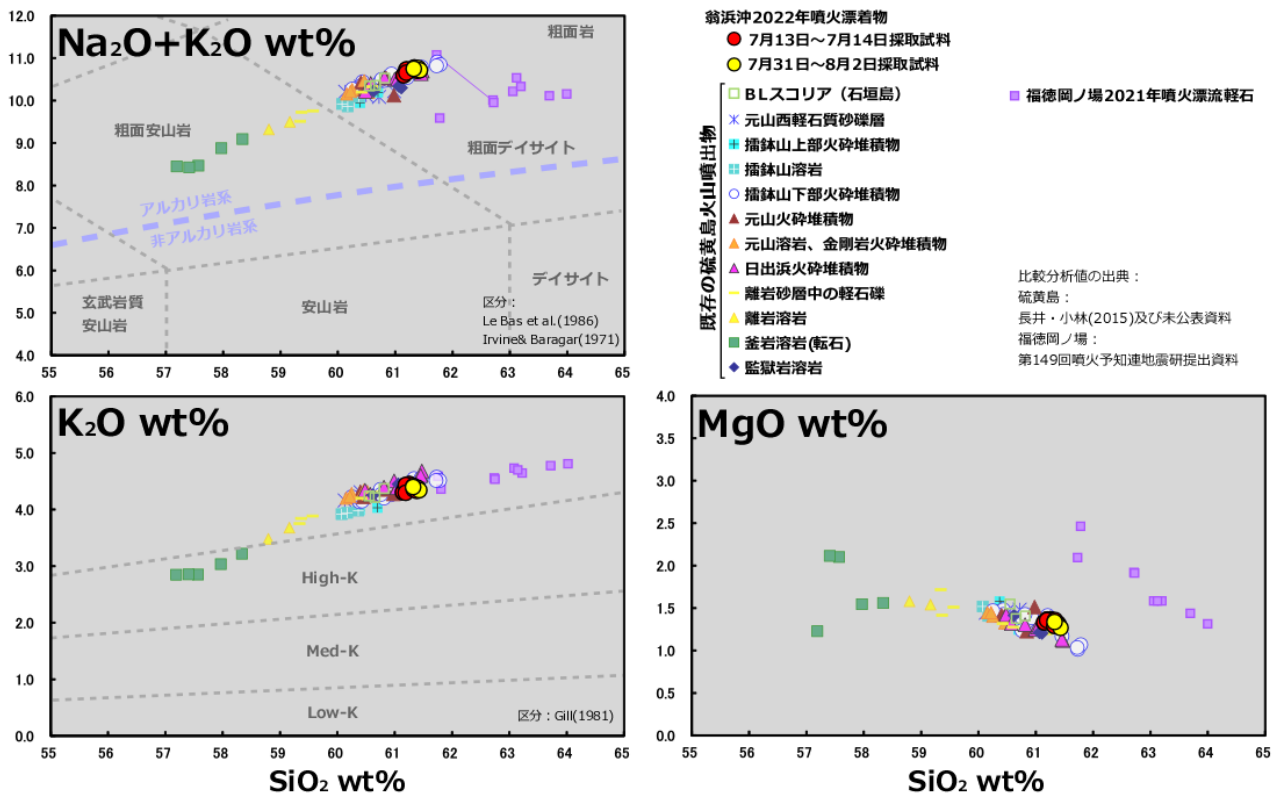


図 4 硫黄島の既知の粗面デイサイト質噴出物の偏光顕微鏡写真

a: 摺鉢山上部火砕堆積物のスコリア礫、b: 摺鉢山溶岩、c: 摺鉢山中部火砕堆積物のスコリア礫、d: 摺鉢山下部火砕堆積物のスコリア礫、e: 元山溶岩、f: 監獄岩溶岩（いずれも開放ポーラー）。火砕物と溶岩では石基の微晶量は大きく異なるが、どちらの場合も多くは針状結晶であり、矩形状の微晶や微斑晶サイズの結晶に乏しい。

表 1 翁浜沖噴火噴出物の全岩化学組成
全鉄を tFeO とし、主成分について合計 100%に規格化した。

試料の形態	採集日	試料名	(wt%) SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	tFeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	total
スコリア質岩塊	7月13日	IWO22071301	61.20	0.84	16.41	6.02	0.23	1.36	2.87	6.36	4.29	0.43	100.00
淡褐色軽石礫	7月13日	IWO22071302a	61.33	0.84	16.26	6.01	0.24	1.36	2.76	6.43	4.35	0.42	100.00
淡褐色軽石礫	7月13日	IWO22071302b	61.39	0.84	16.35	6.00	0.23	1.32	2.76	6.38	4.32	0.42	100.00
火山弾状岩塊	7月14日	IWO22071401	61.32	0.83	16.42	6.02	0.23	1.31	2.72	6.30	4.42	0.42	100.00
火山弾状岩塊	7月14日	IWO22071402	61.25	0.82	16.38	6.05	0.24	1.37	2.75	6.27	4.44	0.42	100.00
火山弾状岩塊	7月14日	IWO22071403	61.15	0.82	16.57	5.99	0.23	1.33	2.90	6.30	4.30	0.42	100.00
火山弾状岩塊	7月14日	IWO22071404	61.20	0.83	16.38	6.06	0.24	1.36	2.78	6.30	4.43	0.43	100.00
火山弾状岩塊	7月14日	IWO22071405	61.32	0.81	16.49	5.93	0.23	1.29	2.77	6.35	4.39	0.41	100.00
スコリア質岩塊	7月31日	IWOJMA220731B	61.40	0.83	16.39	5.95	0.23	1.29	2.71	6.39	4.38	0.42	100.00
スコリア質岩塊(褐色軽石部)	7月31日	IWOJMA220731D	61.33	0.84	16.32	6.05	0.24	1.34	2.73	6.33	4.41	0.42	100.00
淡褐色軽石礫	8月2日	IWOJMA220802pm	61.43	0.81	16.53	5.81	0.23	1.27	2.80	6.38	4.34	0.41	100.00



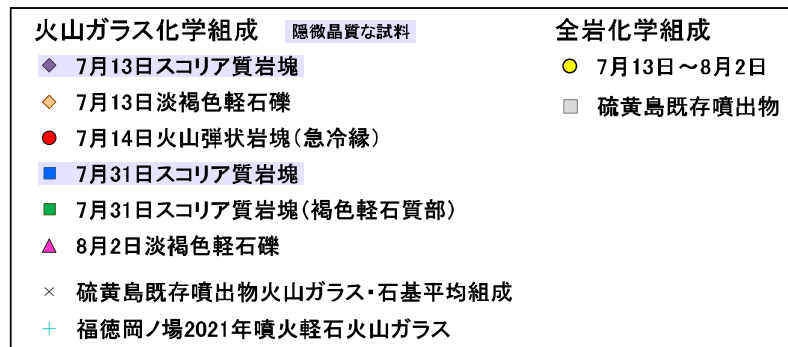
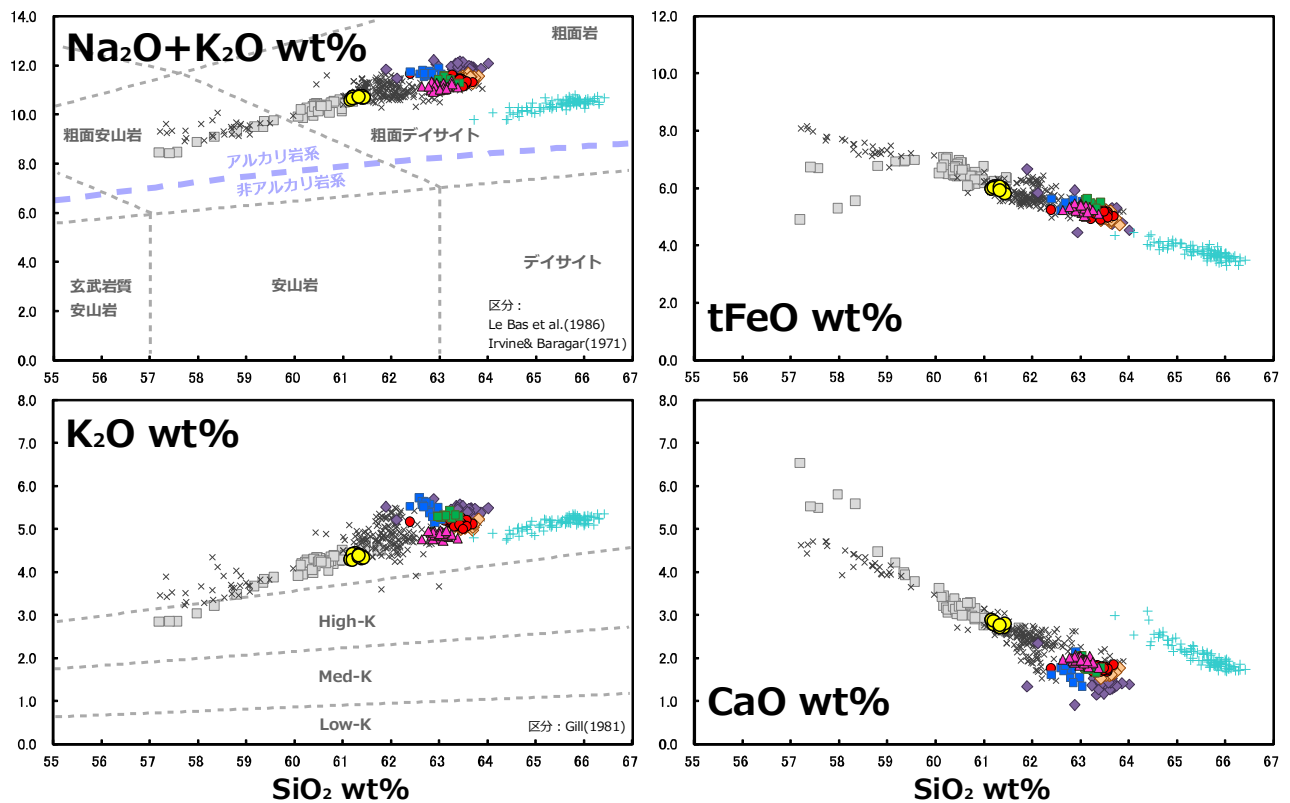
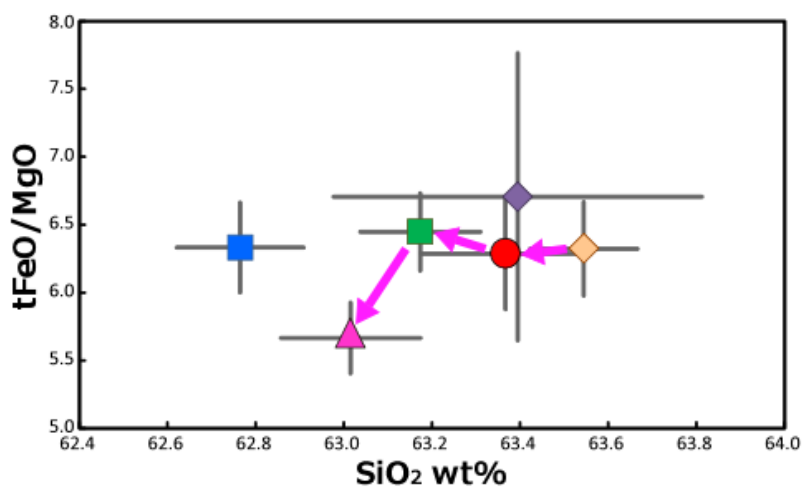
図 6 翁浜沖噴火噴出物の火山ガラス化学組成：SiO₂組成変化図

図 7 翁浜沖噴火噴出物の火山ガラス化学組成の時間変化

凡例は図 2 と同じ。各試料のポイントは平均値、エラーバーは標準偏差(1σ)を示す。矢印は急冷の度合いが高い試料(軽石や急冷縁)についての採取(噴出)順序を示す。

小笠原硫黄島の 2022 年噴火に関する PALSAR-2 データの解析結果

小笠原硫黄島の翁浜沖で発生した噴火に関する調査のため、だいち 2 号の PALSAR-2 データの解析を実施した。

散乱強度画像

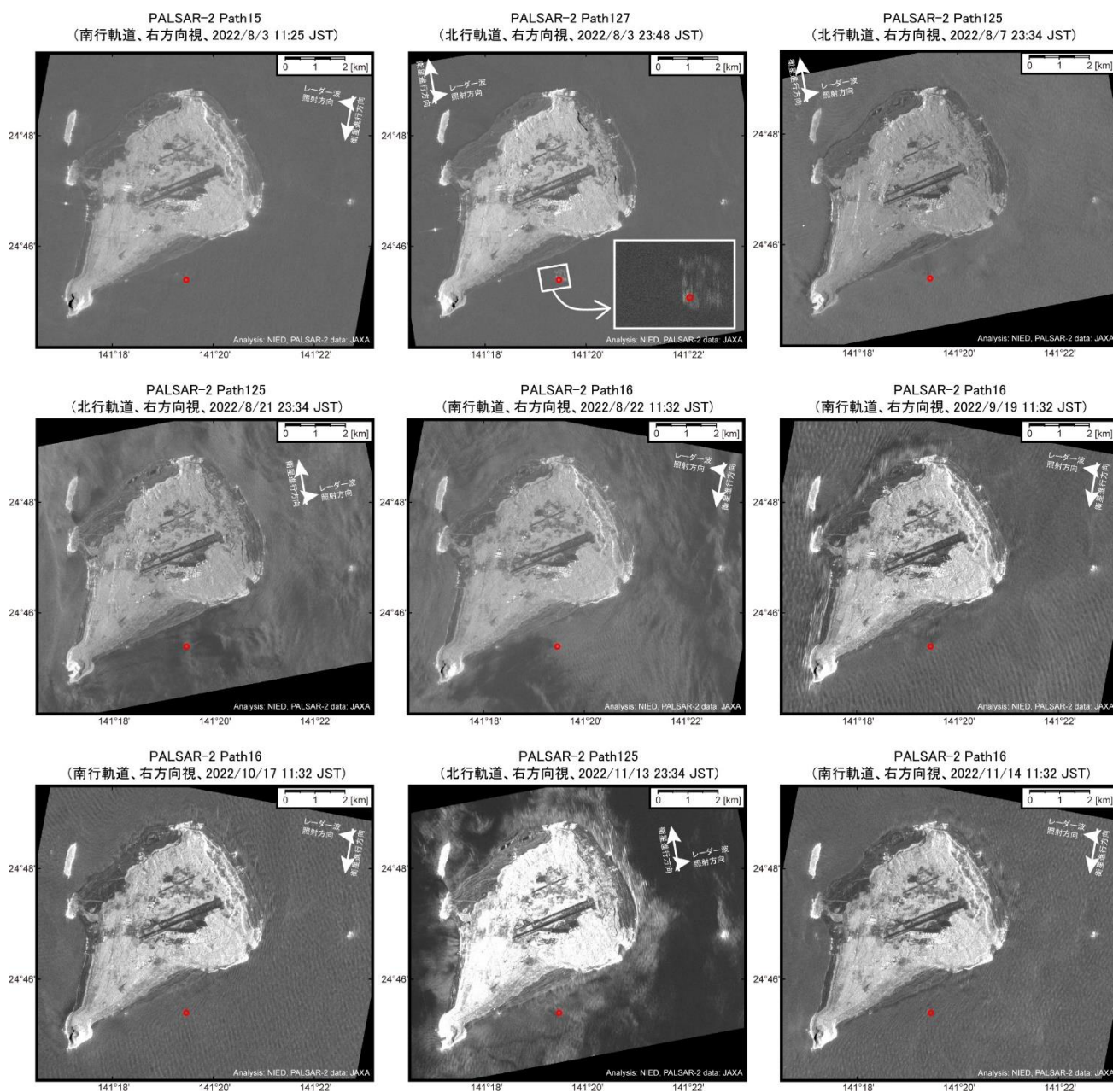
第 1 図は、2022 年 8 月以降に北行軌道(パス 125、127)の右方向視、および、南行軌道(パス 15、16)の右方向視で取得された PALSAR-2 データを解析して得られた散乱強度画像を示す。2022 年 8 月 3 日にパス 127 で取得された画像において、防災科研が 2022 年 7 月 14 日に実施した現地調査から推定された噴火発生地点(図中の赤丸)付近に注目すると、周辺と比べて若干強い散乱強度が求まった。この散乱強度の分布は、パス 15 とパス 127 で異なることから、時間的に安定して存在する対象からの散乱ではなく、噴火に伴う波や噴出物等からの散乱が検出された可能性が示唆される。それ以外の画像においては、噴火発生地点付近に、噴火に関する特徴的な散乱強度分布は見られない。

DSI (Difference of split-band interferograms) 法による地殻変動

パス 16(南行軌道、右方向視)とパス 125(北行軌道、右方向視)で取得された PALSAR-2 データに DSI 法(補足参照)を適用し、地殻変動を検出した。第 2 図は、島内に設置されている電子基準点(硫黄島1)の日々の座標値(F5 解)を用いて、フィリピン海プレートに対する変化量として示したものである。これらの変化についての概要は以下の通り。

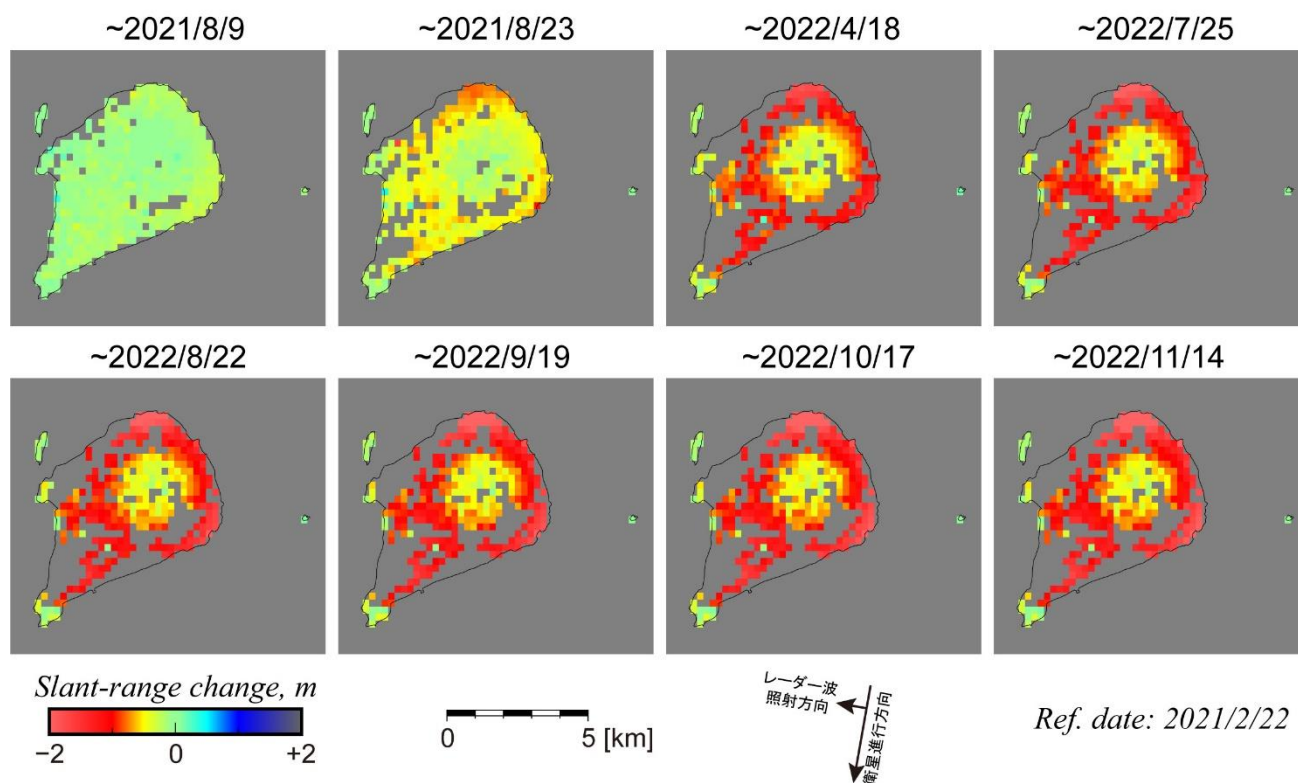
- ・元山東海岸と北の鼻付近で、大きなスラントレンジ短縮が求まり、その変化速度は 1.6 m/yr を超えている。この変化は隆起が卓越していることを示しているが、元山東海岸では、西進を伴うことが特徴である。(第 3 図)
- ・北の鼻および千鳥ヶ原以外では、この期間に顕著な地殻変動速度の変化は見られない(第 3 図)。
- ・北の鼻付近では、パス 16、パス 125 とともに、2022 年春頃に 10-20cm の変化ギャップが見られる。これは局所的な沈降(絶対的には隆起している)が生じた可能性を示す。(第 3 図、第 4 図)
- ・千鳥ヶ原では、パス 125 において、2022 年春頃に 10-20cm の地殻変動ギャップが見られる(第 3 図、第 4 図)。これは、隆起もしくは西進の変化が生じた可能性を示唆する。

謝辞. 本解析で使用した PALSAR-2 データの一部は、火山 WG からの観測要求に基づいて実施された観測により得られたデータであり、火山 WG を通じて提供された。また、PIXEL で共有している PALSAR-2 データも用いた。PALSAR-2 データの所有権は宇宙航空研究開発機構が有する。解析においては、国土地理院の基盤地図情報 10m メッシュ標高、および、GEONET F5 解を使用した。

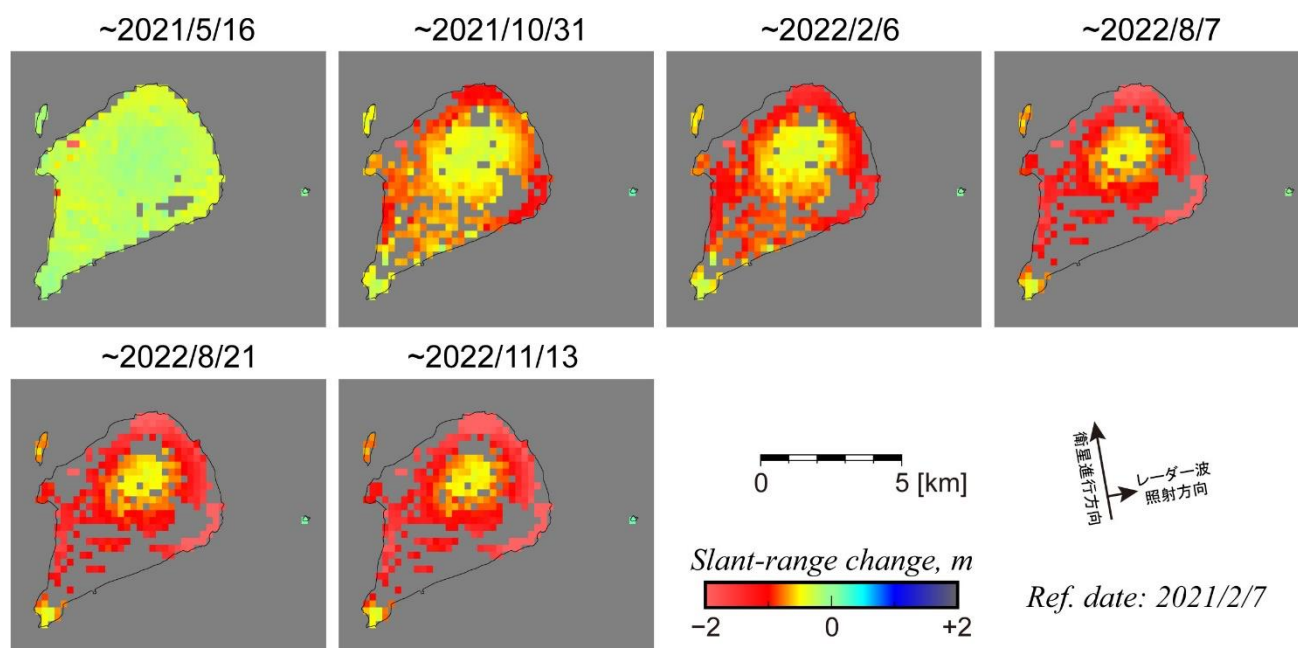


第 1 図. だいち 2 号の PALSAR-2 により取得された SAR データを解析して得られた散乱強度画像. 赤丸は 2022 年 7 月 14 日に防災科研が実施した現地調査に基づいて推定された噴火発地点.

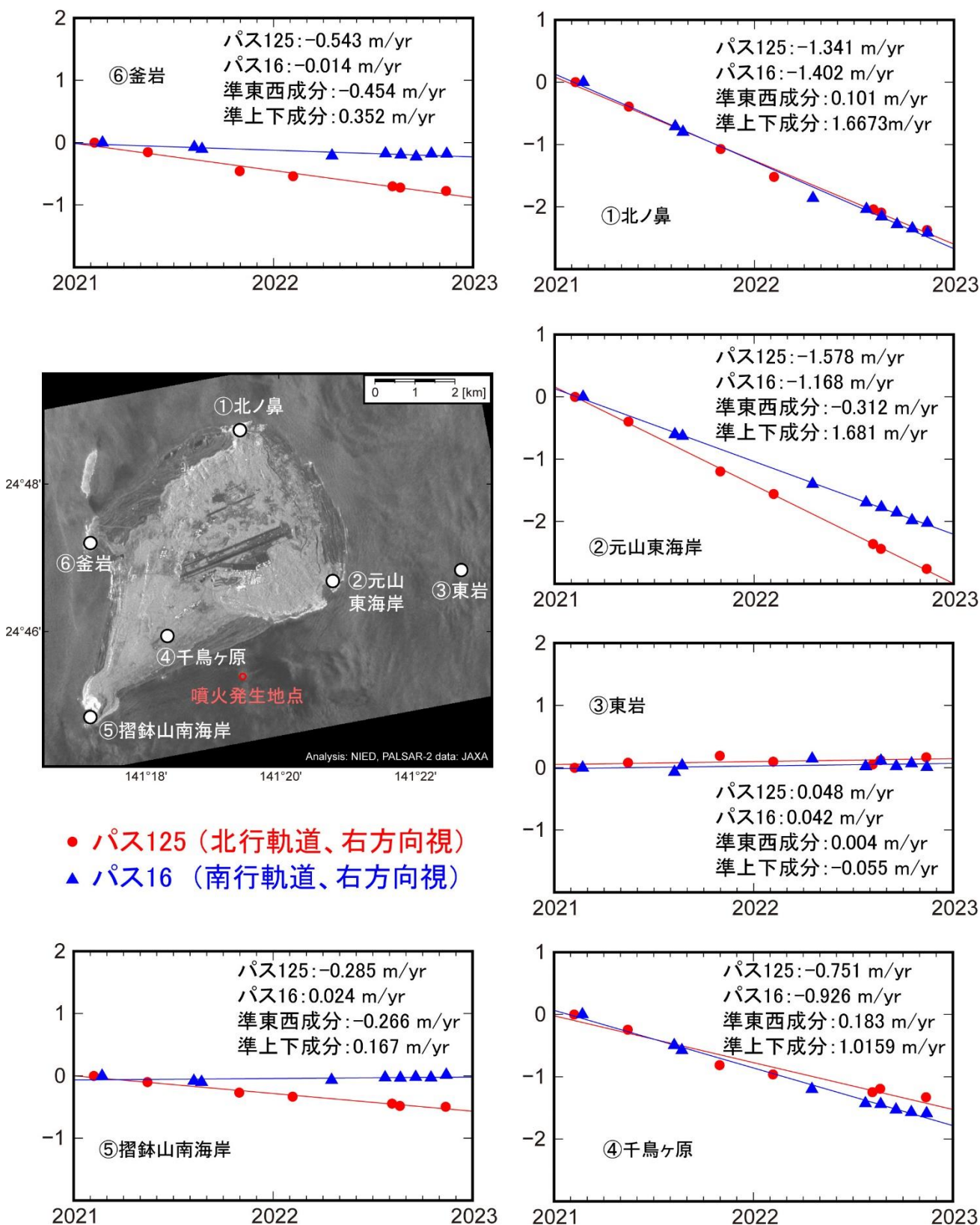
(a) Path16



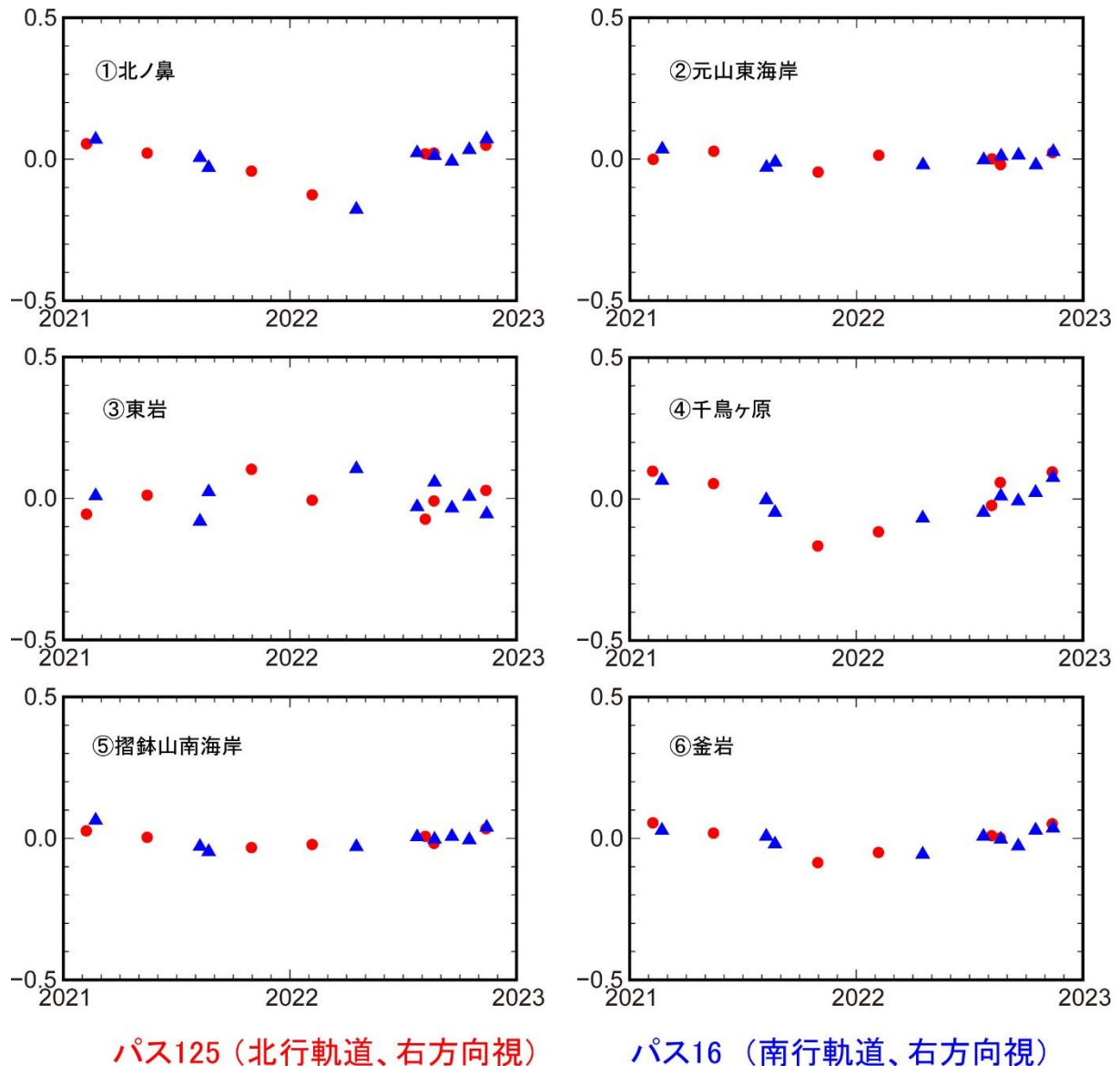
(b) Path125



第 2 図. DSI (Difference of split-band interferograms)法により求めた小笠原硫黄島の地殻変動。(a)パス 16(南行軌道、右方向視)の解析結果. 2021 年 2 月 22 日からの積算量。(b) パス 125(北行軌道、右方向視)の解析結果. 2021 年 2 月 7 日からの積算量.



第 3 図. 各地点におけるスラントレンジ変化時系列. 赤丸印はパス 125、青三角印はパス 16 のスラントレンジ変化を示す. 赤線および青線は、パス 125 およびパス 16 のスラントレンジ変化にあてはめた近似直線.



第 4 図. デトレンドしたパス 125 (赤丸印) およびパス 16 (青三角) で得られたスラントレンジ変化.

【補足】 DSI (Difference of split-band interferograms)法

Single Look Complex (SLC)画像にバンドパスフィルターを適用することにより、異なる周波数の SLC 画像を作成し、それぞれの周波数について得られた干渉画像の差を求める手法。一般に、大きな地殻変動が生じた場合、アンラッピング処理の困難により、スラントレンジ変化量へ変換が困難になる。DSI 法を適用することにより、疑似的に長い波長で観測した場合の干渉画像を作成することができる。本解析の場合、地殻変動が 3.7m を超えなければ、位相の折り返しが生じないので、アンラッピング処理が不要となる。一方、ノイズが増幅され、精度が劣化するという特徴も有する。

Ozawa, T., and Y. Himematsu (2022) Impact of crustal deformation detection by the DSI (difference of split-band interferograms) method with PALSAR-2 data: a case study on the 2016 Kumamoto Earthquake, Earth Planets Space, 74, 72, <https://doi.org/10.1186/s40623-022-01635-0>.

小笠原硫黄島の活動的火山群の状況（2022 年 11 月下旬）

概要

11 月 22 日～29 日の調査期間中、翁浜沖では噴火は確認されなかったが、熱水の湧昇が続いていた。陸上の火山群では北東部の離岩火山・離岩南火山で 2022 年 6 月中旬までに新噴出孔の形成や小砕屑丘の成長がおこなわれた。その後も活動度が高い状態で、離岩火山ではごく最近も噴石が飛散した形跡があり、離岩南火山では継続的な熱水の噴出が続いていた。これらの陸上の火山群の噴出物は粘土または粘土混じりの砂礫からなり、粗粒な本質粒子は含まれていないとみられる。

現地調査

防災科研では 11 月 22 日～29 日にかけて渡島し、翁浜沖噴火地点の観察と 7 月の渡島時に調査ができなかった島内各地の活動的な火山の現地調査をおこなった（図 1）。

翁浜沖噴火地点（11 月 24 日・27 日調査）

滞在中に噴火の発生は確認できなかった。噴火地点ではほぼ常時、青白ないし青緑色の変色水が湧きだしており、湧昇地点は数ヶ所あるように見えた（図 2）。翁浜には漂着火山弾（多くは破片状）や軽石が分布していた（図 3、図 4）が、比較的高い位置に残っているので夏場の台風等の暴風時に打ち上げられたものとみられる。

離岩南火山（11 月 26 日・28 日調査）

11 月の状況を図 5～図 7 に示す。これまで湯だまりが存続していた噴出孔 A では、水位が 8m 程度低下し中央部の縦穴状噴出孔に直径 5m 程度の小さな湯だまりが残されていた（図 8）。噴出孔 A の北方で 2021 年 10 月中旬以降確認されている小規模な熱水の噴出孔を噴出孔 I とする。これは数個の小孔が連なった長径 3m 程度の小噴出孔で、熱水（温度は 66.1℃）が少量あふれて海岸方向に流下していた（図 9）。

噴出孔 C では中央部に再び直径 16m の噴出孔が形成されており（図 7）、粘土混じりの砂礫状の噴出物はその火山口縁では 1.2m、噴出孔 C 外縁部で 10～20cm 程度の厚さで堆積していた（図 10、図 11）。火山口底表面は流動の痕跡をもつパンケーキ状の泥状堆積物で覆われていた（図 10）。海岸の噴出孔 G の火山口地形は海食で失われたが、露出した岩盤の割れ目から熱水が連続的に斜めに噴き上げていた（図 12）。流れ出した熱水の温度は 90.5℃であった。噴出孔 G の周囲には泥水を噴き出していた時期の噴出物と思われる数枚の薄い泥層が砂に挟まっていた（図 13）。噴出孔 C・噴出孔 G の再活動は海上保安庁の HP 掲載写真からみて 2022 年 4 月 18 日から 6 月 17 日の間に開始していたとみられる。

噴出孔 F では F6 の東側に重なる形で直径約 15m、比高 1.6m 程度の小砕屑丘を作る噴出孔群（F7）が形成していた（図 14）。噴出孔内には小規模な泥だまりがあり、泥を少量噴き飛ばす噴出活動が続いていた。これも海上保安庁の HP 掲載写真からみて 2022 年 6 月 17 日には現状の形状に近くなっていたと考えられる。噴気孔 H は噴出孔 C と F の間にある以前から存在する噴気孔である。今回の調査時には噴気はジェット音を伴っており、表層の砂礫が吹き飛ばされた直径 2～3m 程度の浅い火山口地形を形成していた（図 15）。

離岩火山（11 月 26 日・28 日調査）

離岩では海上保安庁 HP 掲載の 6 月 17 日に撮影された写真ならびに 8 月上旬の気象庁機動観測班の現地調査によって湯だまりをもつ新たな噴出孔が確認されていた。今回の調査時（図 16、図 17）には周囲の岩礁が大きく欠けており噴出孔は海没していたが、海没の主因が波浪による浸食か爆発による破壊であるかは明らかではない。周囲の岩礁や砂州の上には粘土混じりの砂礫質の噴出物が堆積していた。噴出物は粒度や風化程度の異なる 2～3 層からなり（図 18）、数回程度に分かれて噴出・堆積した可能性がある。想定される噴火地点から 50 ないし 70m 程度の範囲の地表には新鮮な着弾クレーター（図 19）が多数形成されており、ごく最近にも噴石を飛散するような噴火が発生した可能性が高い。噴石は主に変質した凝灰岩や古い溶岩である。

北ノ鼻東火口(11 月 27 日調査)

火口周辺の噴気地帯では噴気活動が活発で、簡易 IR カメラの計測で 100℃程度の温度をもつ小噴気孔が多数存在する。北ノ鼻東火口の海側に 2021 年 10 月以降に熱水の噴出が確認されていた噴出孔(直径約 5m)では、最近活動した痕跡は認められなかった(図 20)。

漂流木海岸火口(11 月 25 日調査)

昨年 11 月 24 日の噴火で形成された火口群であるが、しばらく続いていた噴気・熱水流出活動はほぼ終息していた(図 21)。12 月の調査時に比べて噴出孔 A では池の水位が低下し、火口縁から水面まで 10m 程度、池の直径 60m 程になっていた(図 22)。内部で小規模な熱水の湧出があるとみられ、水の色が褐色を帯びている部分と緑色を帯びている部分があった。噴出孔 B1、B2 の池の色は緑色であり、水位は 1.5～2m 程度低下していた(図 23)。水温は 32℃で、気泡の小規模な湧出地点が全体に散らばっていた。熱水噴出活動が盛んだった噴出孔 C1 では火口内に池はなく、以前の湯だまりとほぼ等しい範囲が一段深い窪地となっており深さは約 7m であった(図 24)。

井戸ヶ浜東火口(11 月 25 日調査)

噴出孔の湯だまりは存在せず、内部はほぼ砂で埋まっていた。その西側にひろがる地熱地帯での噴気活動は活発で小規模な碎屑丘や泥だまりをもつ小噴気孔が複数形成されていたが、立ち込める噴気の影響で詳細な調査を行っていない(図 25)。

井戸ヶ浜南火口(11 月 25 日調査)

地形の変化はほとんどなく、最近活動した痕跡は認められなかった。

阿蘇台陥没孔(11 月 23 日調査)

噴気活動は微弱なままであった(図 26)。火口底は埋積されたままで湯だまりは認められなかった(図 27)。簡易 IR カメラの計測では西側火口壁で最高約 76℃、火口底で約 32℃であった。陥没孔北側の地熱地帯には開口割れ目が分布していた。

ミリオンダラーホール火口(11 月 23 日調査)

最近噴出活動があった痕跡はなく、噴出孔 A、C 内に 2021 年に形成された小噴出孔群は埋積が進んでいた(図 28、図 29)。火口東壁では開口割れ目が発達しており、特に小噴出孔 21d から 21e にかけては北側の正断層に接続するとみられる大きな開口割れ目が形成されていた(図 28)。火口壁の崩壊が起きた痕跡があり、崩落物によって小噴出孔 21c はほぼ埋没していた(図 29)。火口内の噴気活動は確認できなかった。北東側にある小噴気孔(図 30)の簡易 IR カメラの計測結果は約 87℃であった。

まとめ

硫黄島の翁浜沖噴火地点では熱水の湧昇による変色水がわずかに見られた。陸上の火口群では 2022 年 6 月中旬までに離岩火口・離岩南火口で活動の活発化があり、新噴出孔の形成や小碎屑丘の成長がおこなわれた。その後も活動度が高い状態が続き、離岩火口ではごく最近も爆発によって 50～70m 程度の範囲に噴石が飛散した形跡が認められた。離岩南火口では複数の小噴出孔で継続的な熱水の噴出が続いていた。これら以外の火口では噴出活動の明瞭な痕跡を確認できなかった。これらの陸上の火口群の噴出物はこれまでと同様に粘土または粘土混じりの砂礫が主体で、翁浜沖噴火のような粗粒な本質粒子は含まれていないとみられる。

以上は現時点での調査結果のまとめであり、今後の精査により修正されることがある。

謝辞 海上自衛隊硫黄島航空基地隊気象班と気象庁機動観測班には現地調査に御協力いただいた。記して御礼申し上げる。

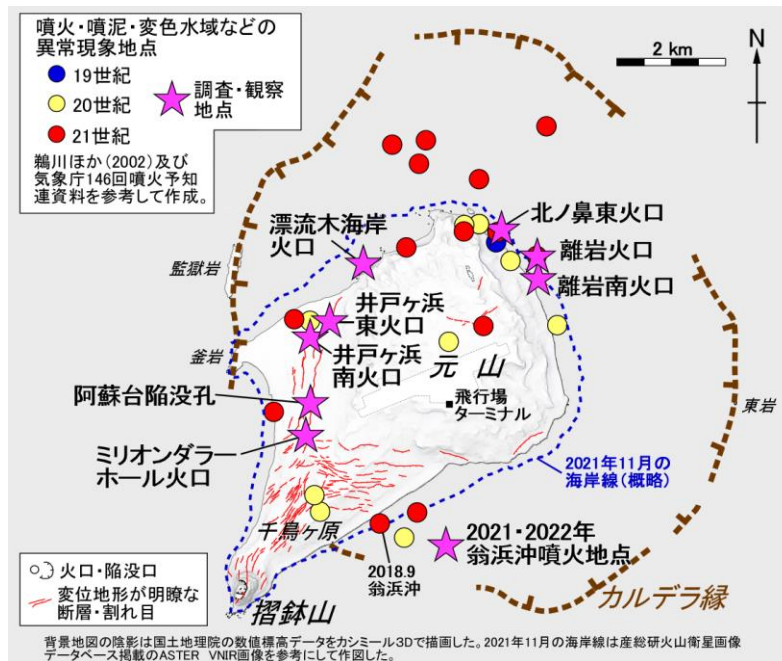


図1 調査した火口の位置図



図2 北方からみた翁浜沖噴火地点(11月26日)



図3 翁浜に定置した漂着軽石(11月24日)



図4 翁浜に定置した漂着火山弾(11月27日)

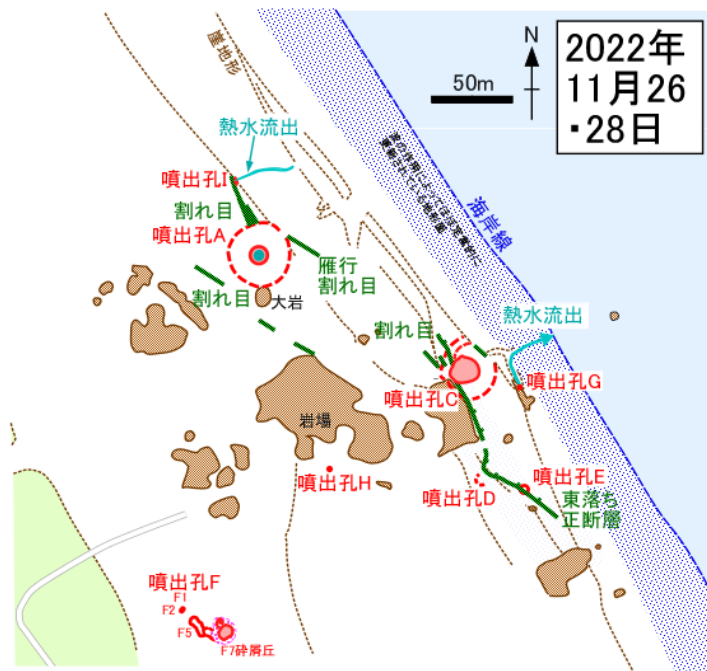


図5 離岩南火口の見取り図(11月26・28日)



図6 離岩南火口噴出孔A付近(11月28日)



図7 離岩南火口噴出孔C付近(11月26日)



図8 離岩南火口、北側からみた噴出孔A(11月26日)



図 9 離岩南火口噴出孔 I (11 月 26 日)



図 10 噴出孔 C 内の新噴出孔火口底 (11 月 28 日)

図 11 噴出孔 C 火口縁の新噴出孔噴出物
(11 月 28 日)

図 12 噴出孔 G の熱水噴出(11 月 28 日)

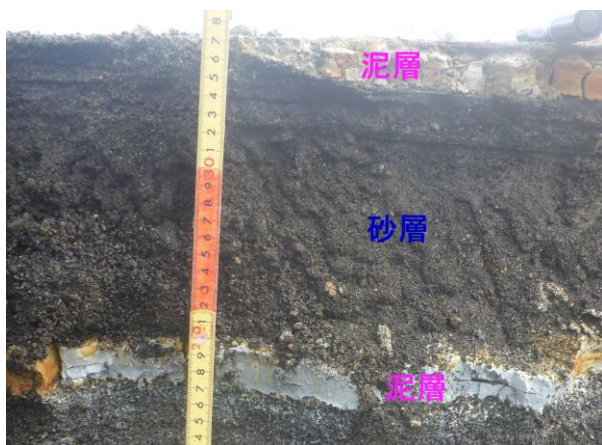


図 13 噴出孔 G の粘土質噴出物(11 月 26 日)



図 14 噴出孔 F (F7) の碎屑丘(11 月 26 日)



図 15 噴出孔 H の噴気(11 月 26 日)

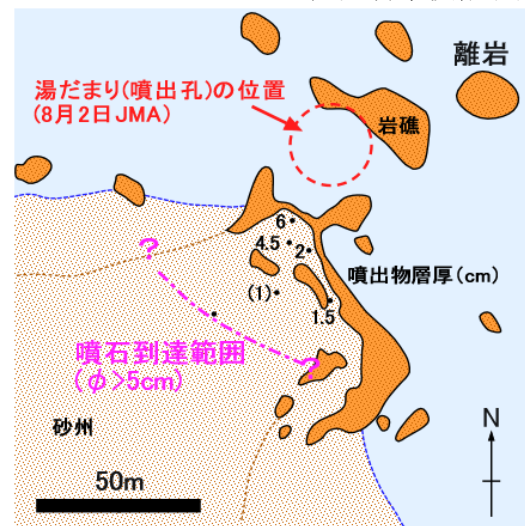


図 16 離岩火口の見取り図(11 月 26・28 日)



図 17 離岩火口の噴出孔周辺 (11 月 26 日)

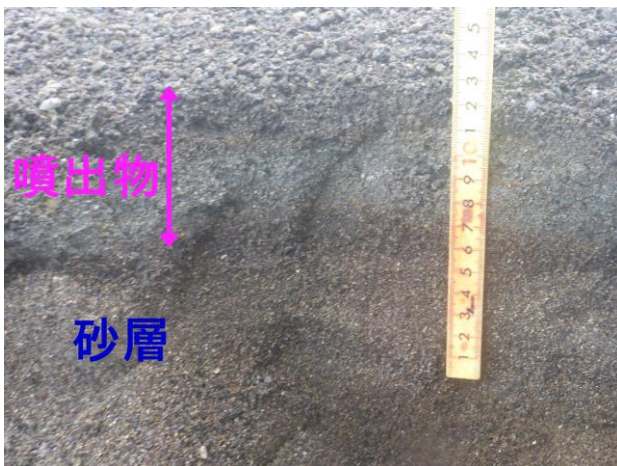


図 18 離岩火口噴出物(11 月 26 日)



図 19 離岩火口の新鮮な噴石着弾跡(11 月 26 日)



図 20 北ノ鼻東火口海側の新噴出孔(11 月 27 日)

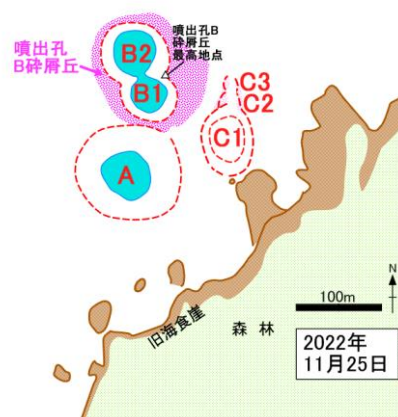


図 21 漂流木海岸火口の見取り図(11 月 25 日)



図 22 漂流木海岸火口 A 噴出孔(11 月 25 日)



図 23 漂流木海岸火口 B1 噴出孔(手前)、B2 噴出孔(奥) (11 月 25 日)



図 24 漂流木海岸火口 C1 噴出孔(11 月 25 日)



図 25 井戸ヶ浜東火口西側の地熱地帯の噴気孔群(11 月 25 日)



図 26 阿蘇台陥没孔(11 月 23 日)



図 27 阿蘇台陥没孔の火口底(11 月 23 日)



図 28 南側からみたミリオンダラーホール火口 (11 月 23 日)



図 29 北側からみたミリオンドラーホール火口 (11 月 23 日)



図 30 ミリオンドラーホール火口北東側、東落ち正断層沿いの噴気孔 (11 月 23 日)

硫黄島の地殻変動

Crustal Deformations of Ioto Volcano

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

第1図から第5図は、硫黄島のGNSS連続観測結果である。

第1図の上段に基線の配置を、第1図の下段には、各観測局の保守履歴を示した。

第2図から第4図は、それぞれ第1図上段に示した基線の成分変化グラフで、左列は最近約5年間（2017年10月～2022年10月16日）、右列は最近約1年間（2021年10月～2022年10月16日）の時系列である。第5図は、電子基準点及び気象庁のGNSS観測点の統合解析から得られた最近3か月間（2022年2月～5月）の変動ベクトル図であり、「父島A」を固定局としている。「硫黄島1」及び「M硫黄島A」では隆起が、「硫黄島2」では南向きの変動が継続している。

第6図は、「だいち2号」のSAR干渉解析結果である。元山付近に収縮とみられる変動が、摺鉢山付近に周囲と比べて衛星から遠ざかる変動が見られる。阿蘇台断層に沿って変動が見られる。

第7図は、「だいち2号」の干渉SAR時系列解析結果である。第7図の上段は、2014年8月～2022年9月の変位速度である。下段は、上段に示した各地点における変位の時系列データである。島の東側の地点A周辺に、衛星に近づく変動が見られる。元山の地点B周辺及び摺鉢山の地点C周辺に、衛星から遠ざかる変動が見られる。

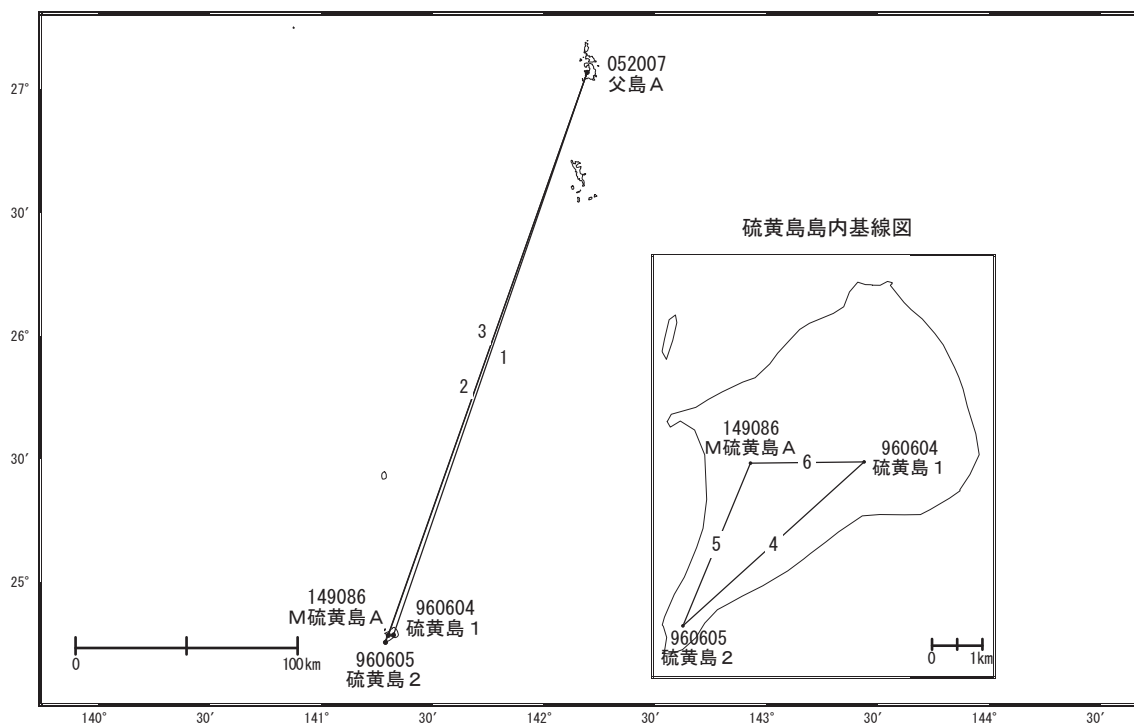
謝辞

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。

硫黄島

「硫黄島1」及び「M硫黄島A」では隆起が、「硫黄島2」では南向きの変動が継続しています。

硫黄島周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



硫黄島周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
960604	硫黄島1	20210224	受信機交換
960605	硫黄島2	20190228	受信機交換
149086	M硫黄島A	20210224	受信機交換
052007	父島A	20211205	受信機交換

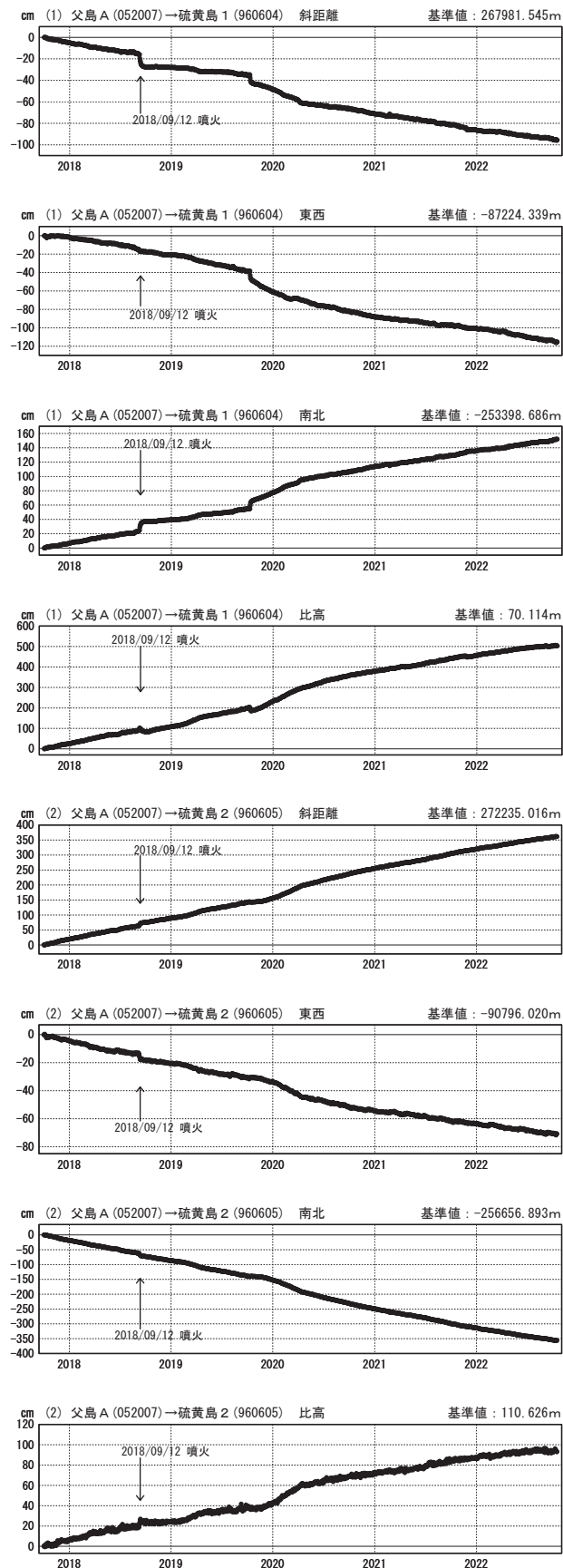
第1図 硫黄島のGNSS連続解析基線図(上段)、観測局の保守履歴(下段)

第151回火山噴火予知連絡会

国土地理院

成分変化グラフ（長期）

期間：2017/10/01～2022/10/16 JST



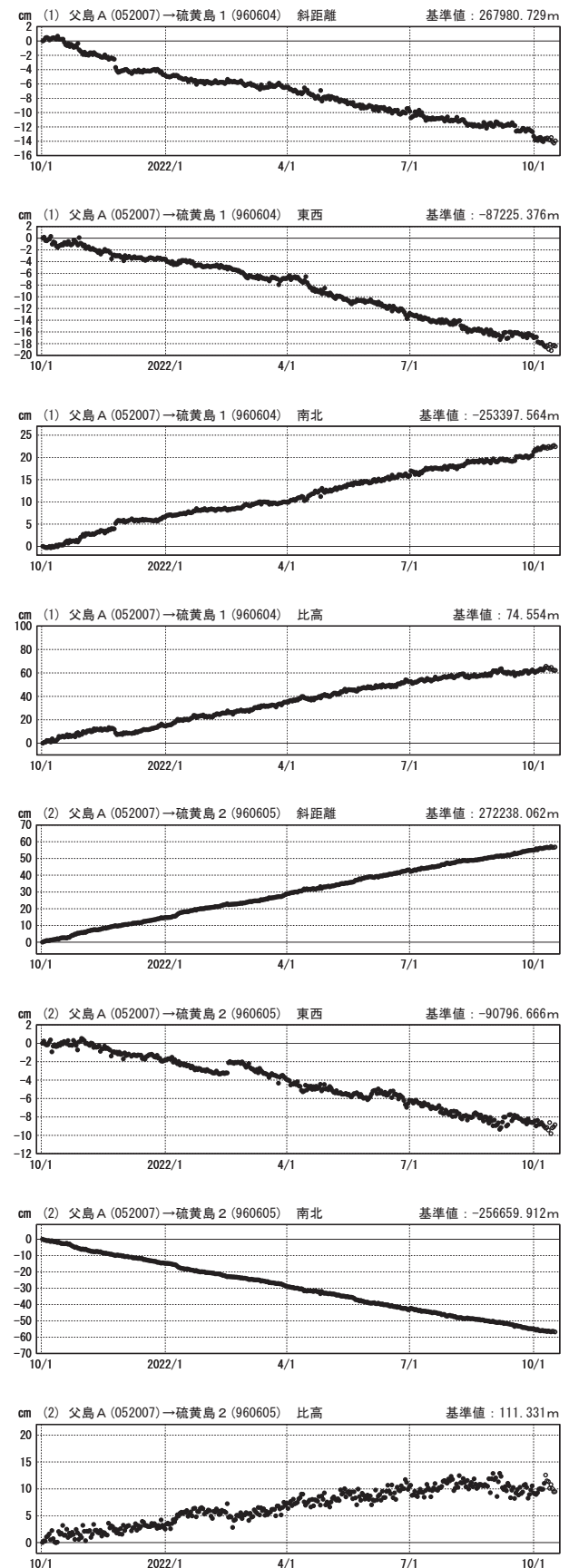
●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

国土地理院

成分変化グラフ（短期）

期間：2021/10/01～2022/10/16 JST



国土地理院

第2図 硫黄島のGNSS連続解析基線図による成分変化グラフ

(左列：2017年10月～2022年10月16日、右列：2021年10月～2022年10月16日)

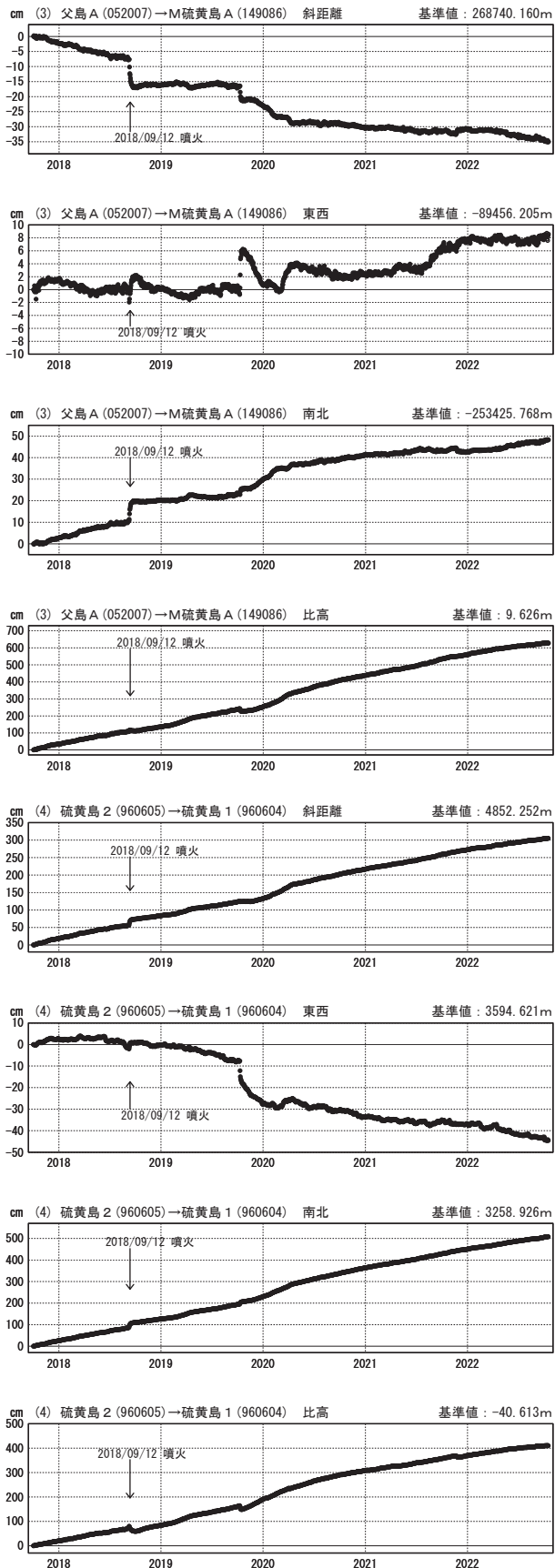
硫黄島

第 151 回火山噴火予知連絡会

国土地理院

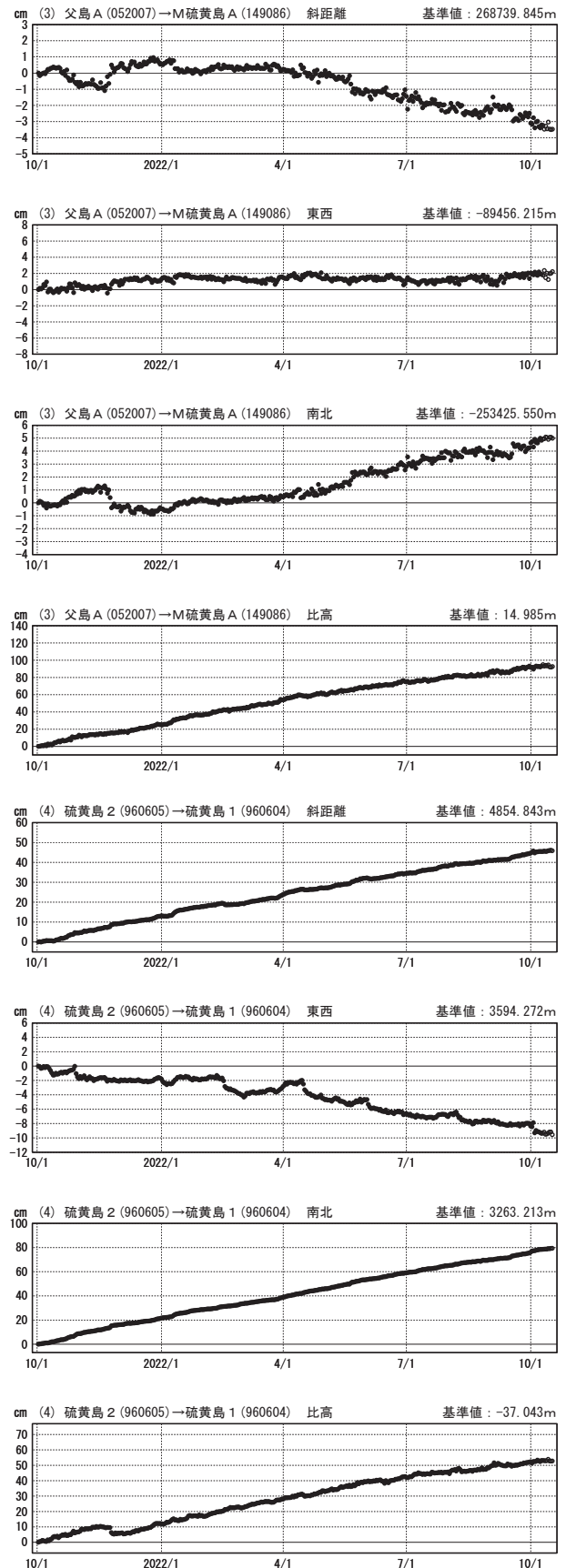
成分変化グラフ（長期）

期間：2017/10/01～2022/10/16 JST



成分変化グラフ（短期）

期間：2021/10/01～2022/10/16 JST



●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

国土地理院

※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第 3 図 硫黄島のGNSS連続解析基線図による成分変化グラフ

(左列：2017年10月～2022年10月16日、右列：2021年10月～2022年10月16日)

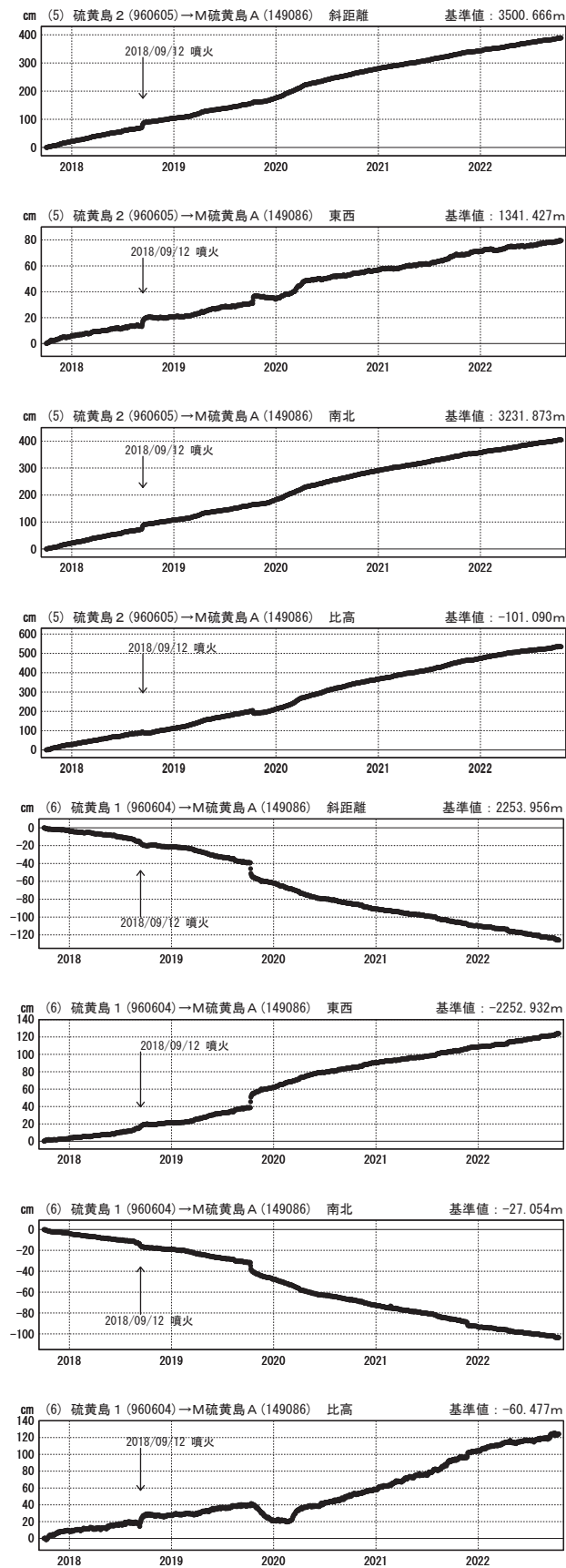
硫黄島

第151回火山噴火予知連絡会

国土地理院

成分変化グラフ（長期）

期間：2017/10/01～2022/10/16 JST



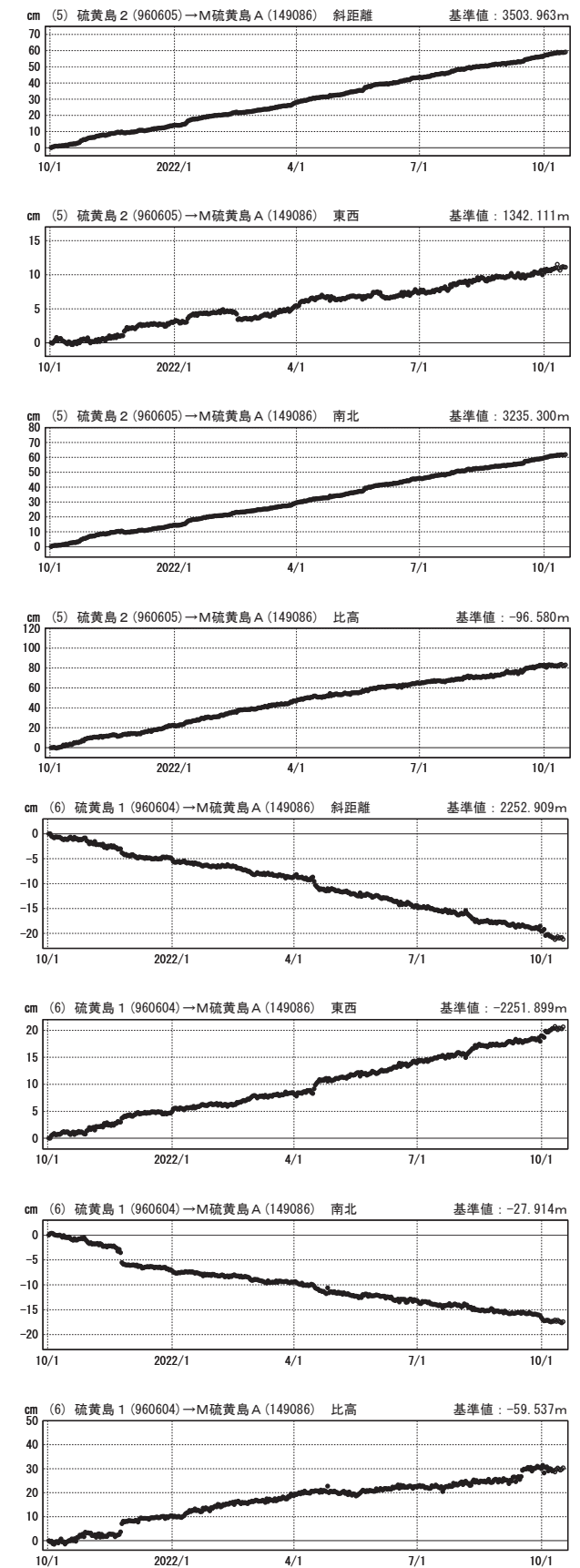
●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

国土地理院

成分変化グラフ（短期）

期間：2021/10/01～2022/10/16 JST



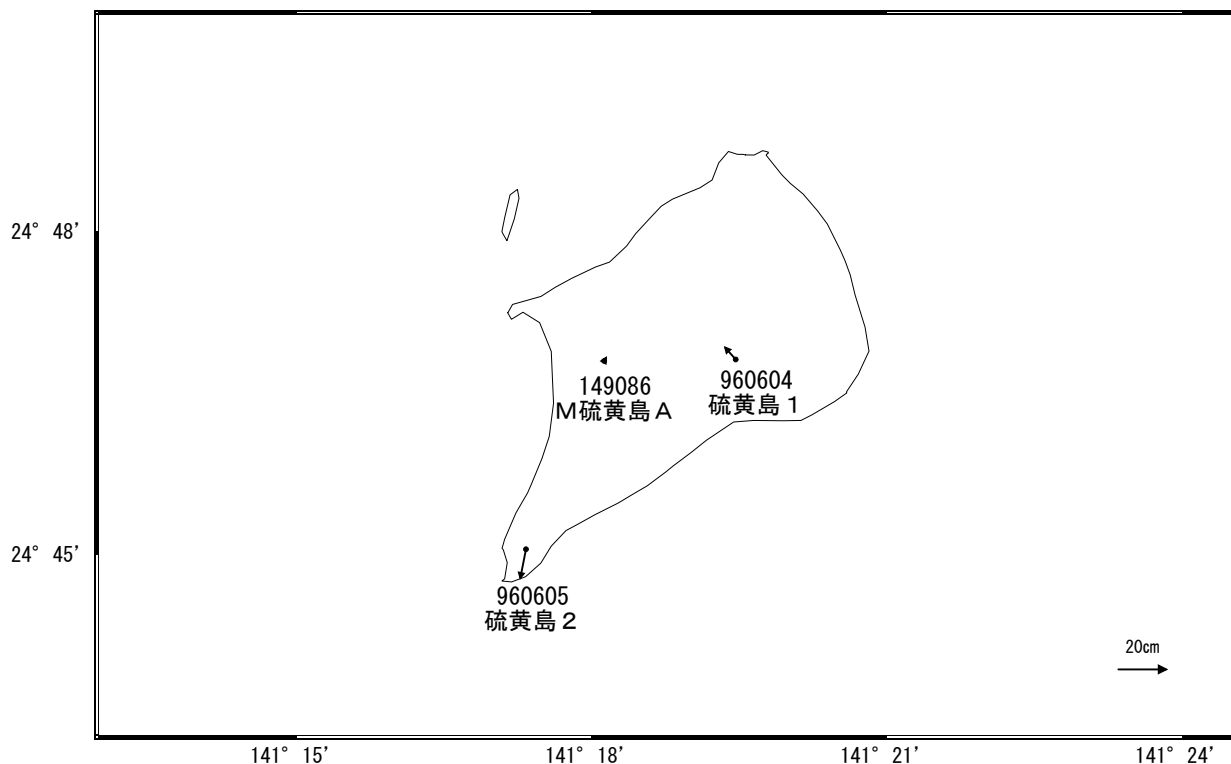
第4図 硫黄島のGNSS連続解析基線図による成分変化グラフ

(左列：2017年10月～2022年10月16日、右列：2021年10月～2022年10月16日)

硫黄島

硫黄島周辺の地殻変動(水平:3か月)

基準期間:2022/07/07~2022/07/16[F5:最終解]
比較期間:2022/10/07~2022/10/16[R5:速報解]

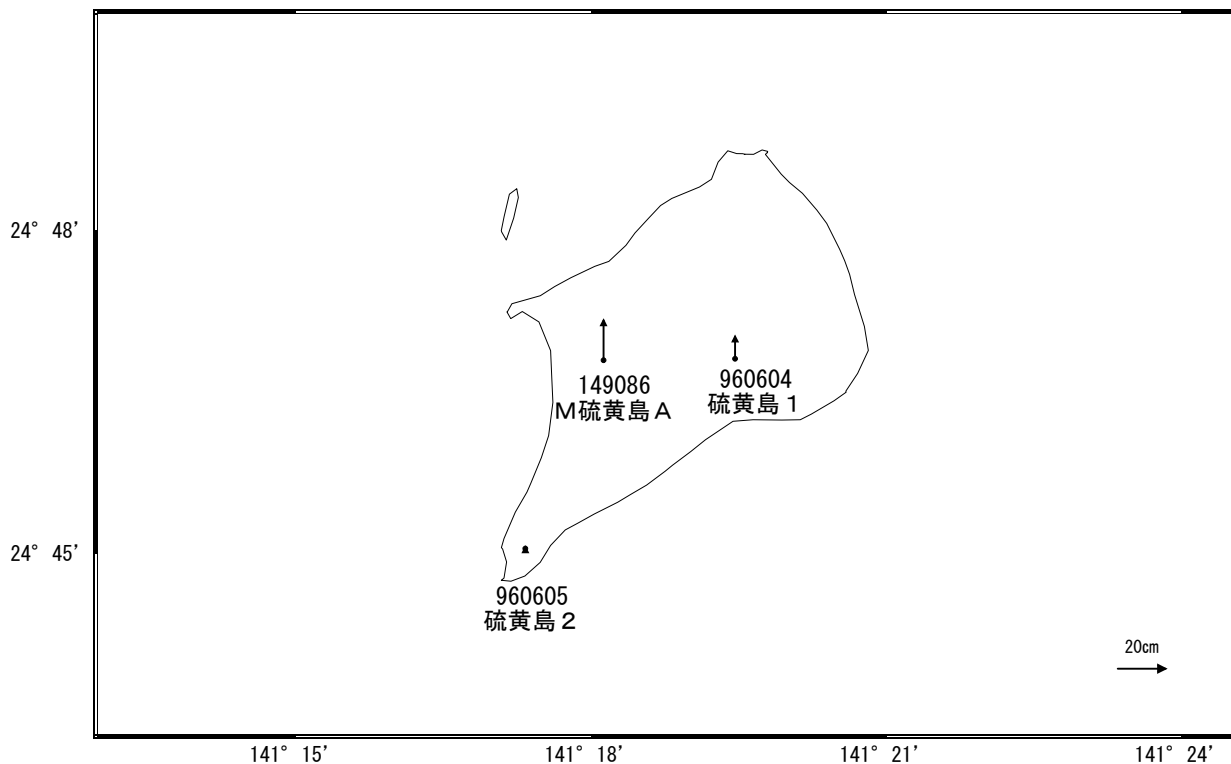


☆ 固定局:父島 A (052007)

国土地理院

硫黄島周辺の地殻変動(上下:3か月)

基準期間:2022/07/07~2022/07/16[F5:最終解]
比較期間:2022/10/07~2022/10/16[R5:速報解]



☆ 固定局:父島 A (052007)

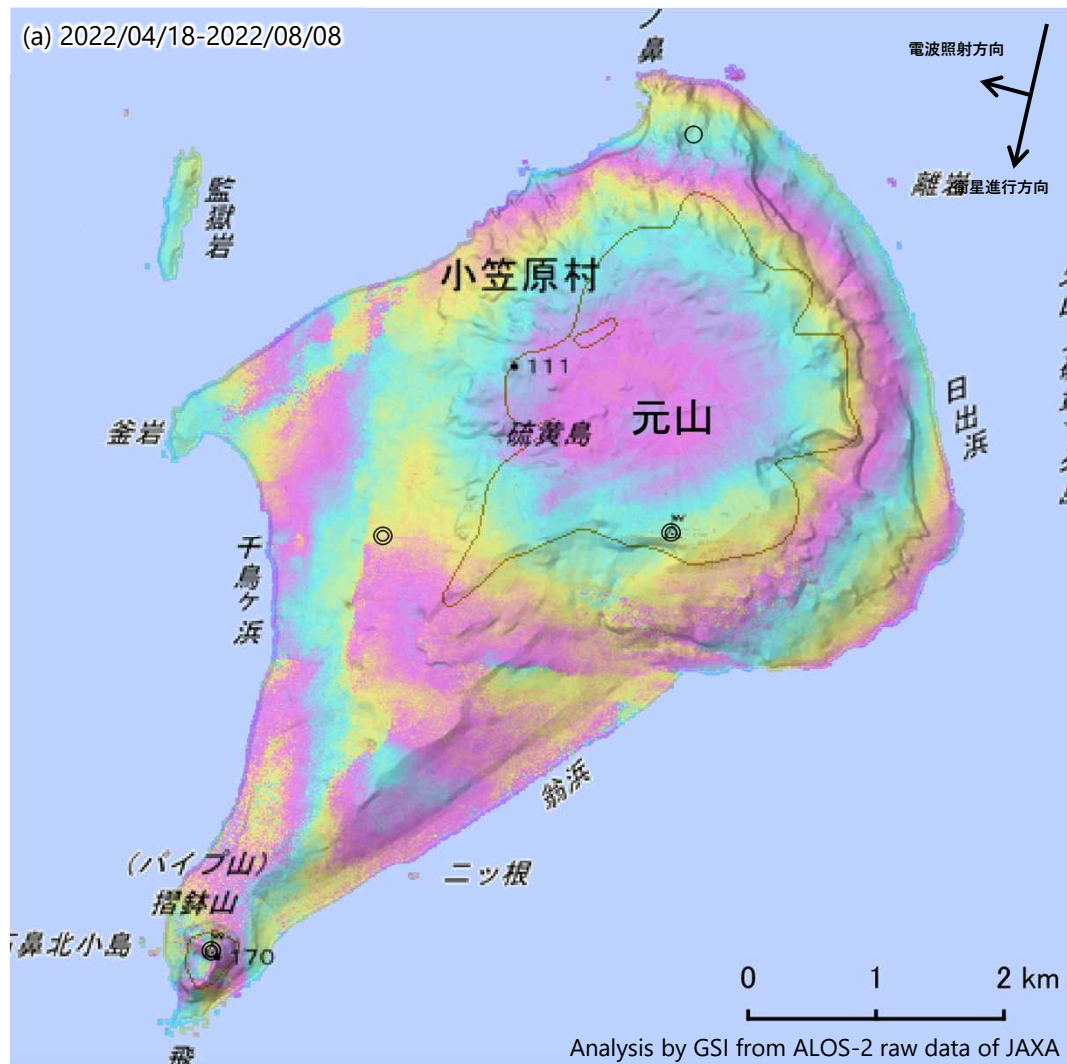
国土地理院

第 5 図 硫黄島の電子基準点・気象庁GNSS観測点の統合解析による変動ベクトル図
(2022年7月~10月、上段:水平、下段:上下)

硫黄島

硫黄島のSAR干渉解析結果について

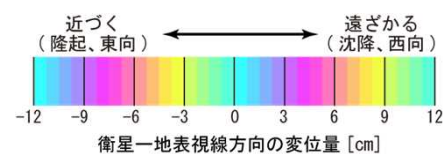
元山付近に収縮とみられる変動が、摺鉢山付近に周囲と比べて衛星から遠ざかる変動が見られます。阿蘇台断層に沿って変動が見られます。



	(a)
衛星名	ALOS-2
観測日時	2022/04/18 2022/08/08 11:32頃 (112日間)
衛星進行方向	南行
電波照射方向	右(西)
観測モード*	U-U
入射角	37.2°
偏波	HH
垂直基線長	-158m

* U：高分解能(3m)モード

- ◎ 国土地理院GNSS観測点
○ 国土地理院以外のGNSS観測点



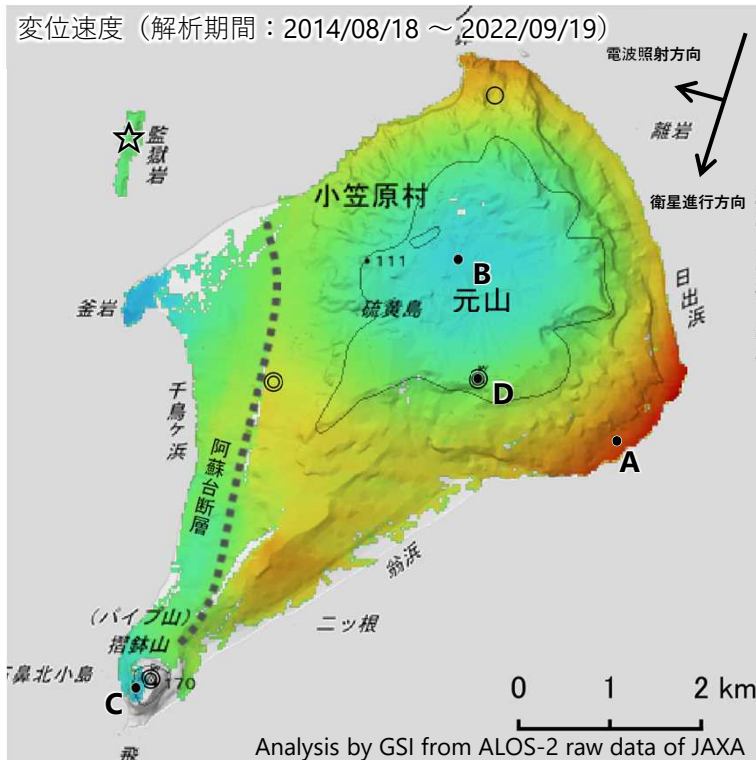
背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

第6図 「だいち2号」PALSAR-2による硫黄島の解析結果

硫黄島

硫黄島の干渉SAR時系列解析結果（南行）

島の東側の地点A周辺に、衛星に近づく変動が見られます。
元山の地点B周辺及び摺鉢山の地点C周辺に、衛星から遠ざかる変動が見られます。

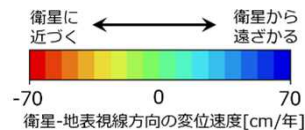


衛星名	ALOS-2
観測期間	2014/08/18 ～ 2022/09/19 (2954日間)
衛星進行方向	南行
電波照射方向	右(西)
観測モード*	U
入射角	37.2°
偏波	HH
データ数	41
干渉ペア数	74

* U：高分解能(3m)モード

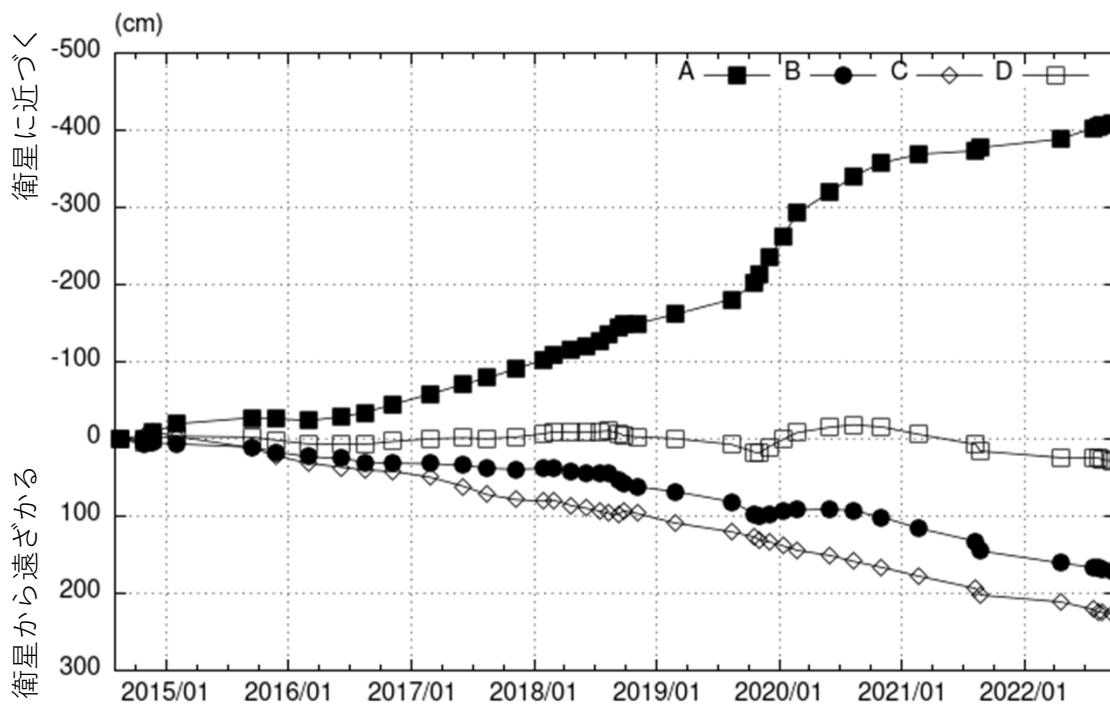
◎ 国土地理院GNSS観測点

○ 国土地理院以外のGNSS観測点



背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図 ※参照点は監獄岩（☆）

干渉SAR時系列解析手法：SBAS法



地点A・B・C・Dにおける衛星-地表視線方向の変位の時系列

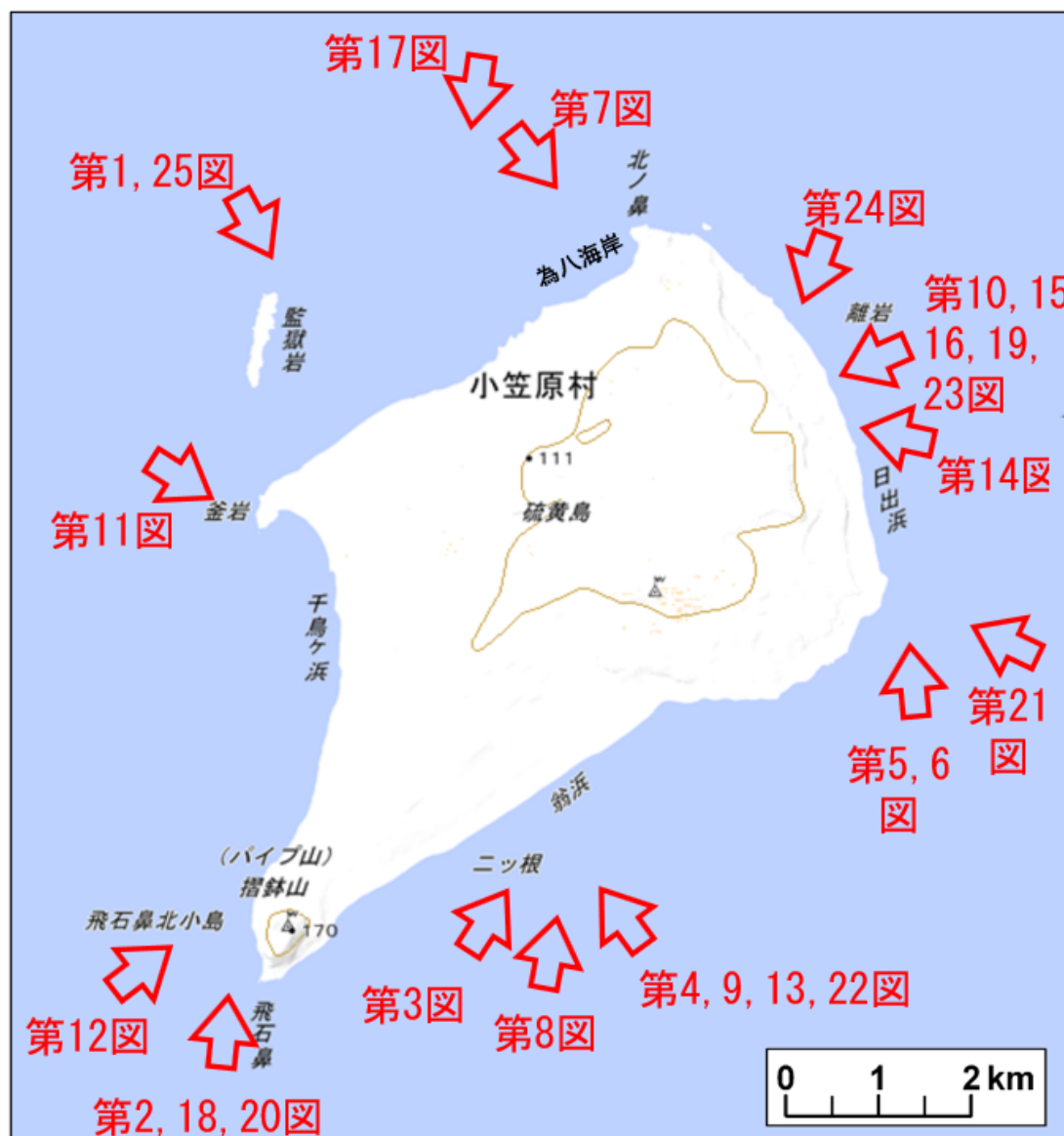
本解析で使用了データの一部分は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

硫黄島

第7図 硫黄島の干渉SAR時系列解析結果（2014年8月～2021年11月）

（上段）変位速度の分布 （下段）変動の時系列データ

硫黄島

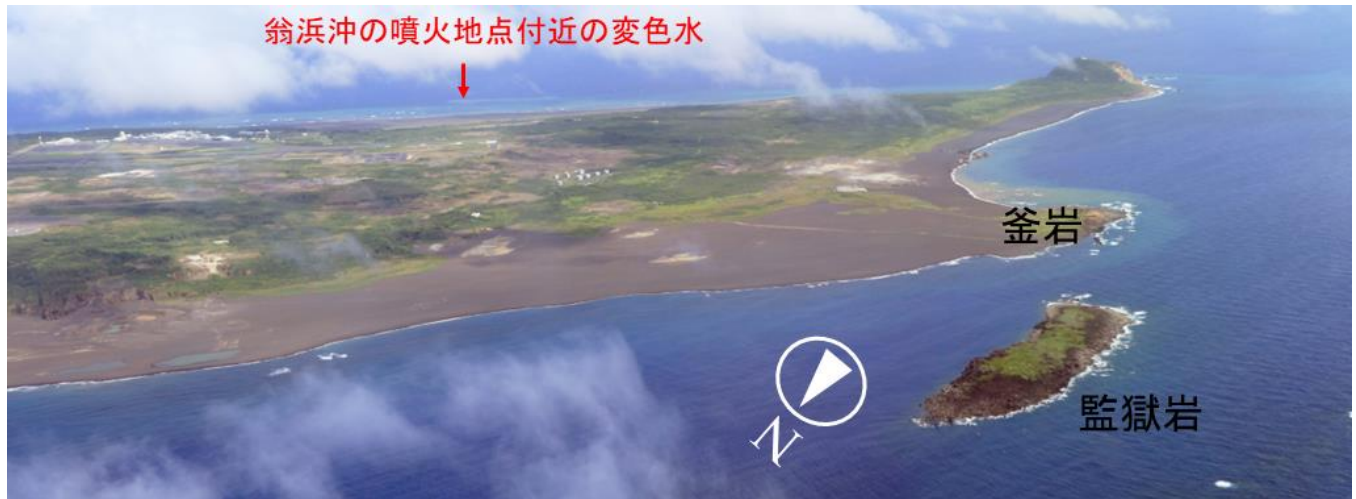


図には国土地理院の電子地形図（タイル）を使用した

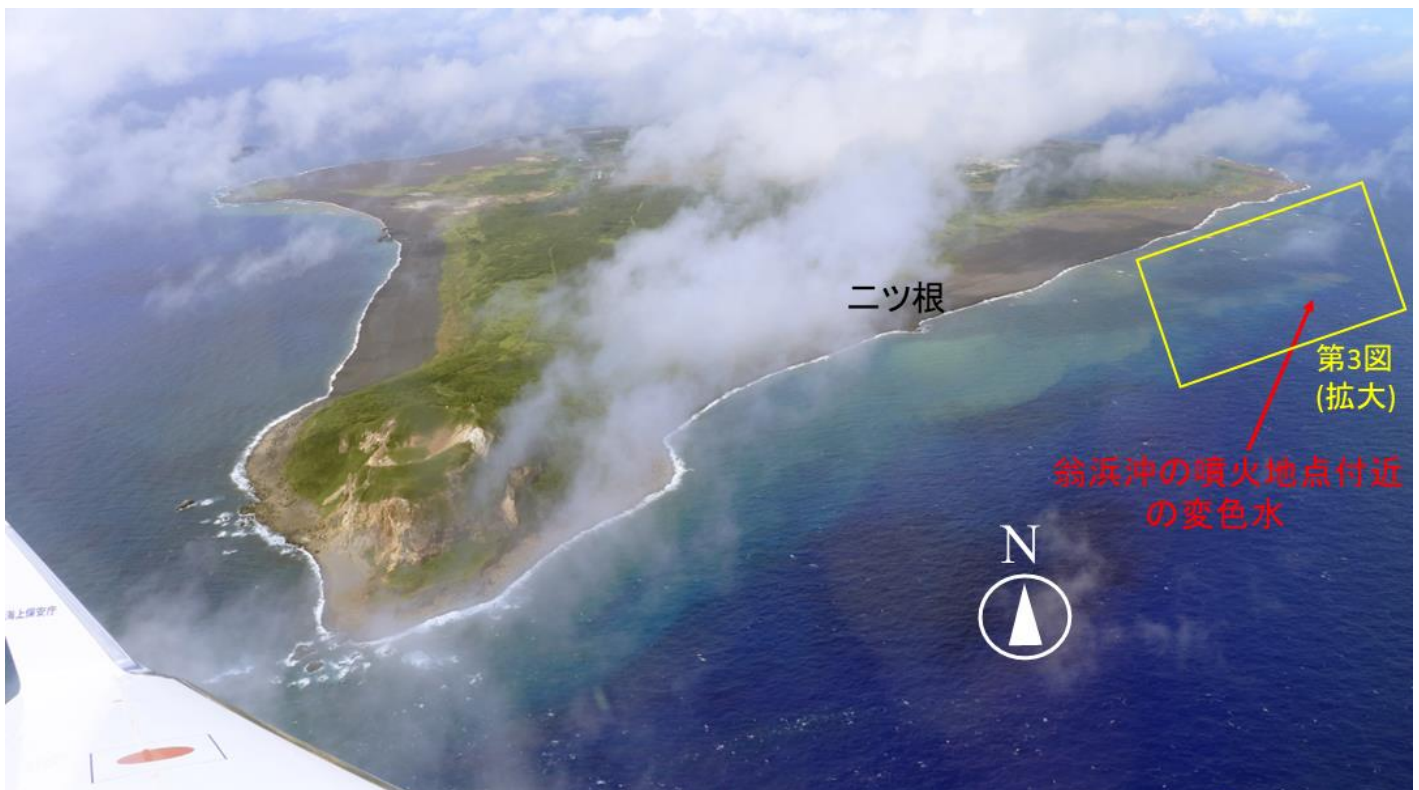
○ 最近の活動について

年月日	活 動 状 況
2022/7/11	・ 翁浜沖での噴火(2022/7/11～)について、気象庁から水柱の報告を受けた後に、航空機から観測を実施したが、付近海域に噴出物は認められなかった。なお、噴出点付近において茶褐色の変色水の湧出及び青白色の変色水域を認め、その周囲に茶褐色～黄緑色の濃厚な変色水域が分布していた（第 1～4 図）。 ・ 島のほぼ全周に濃厚な茶褐色～黄褐色、黄緑色の変色水が分布していた（第 1～7 図）。 ・ 離岩南部の噴出孔では、白色噴気を 4 箇所認めた。うち 1 箇所は、前回 6/17 観測と同様に、付近に茶褐色の湯だまりを認めた。噴出孔 A の湯だまりも継続して認めた（第 6 図）。

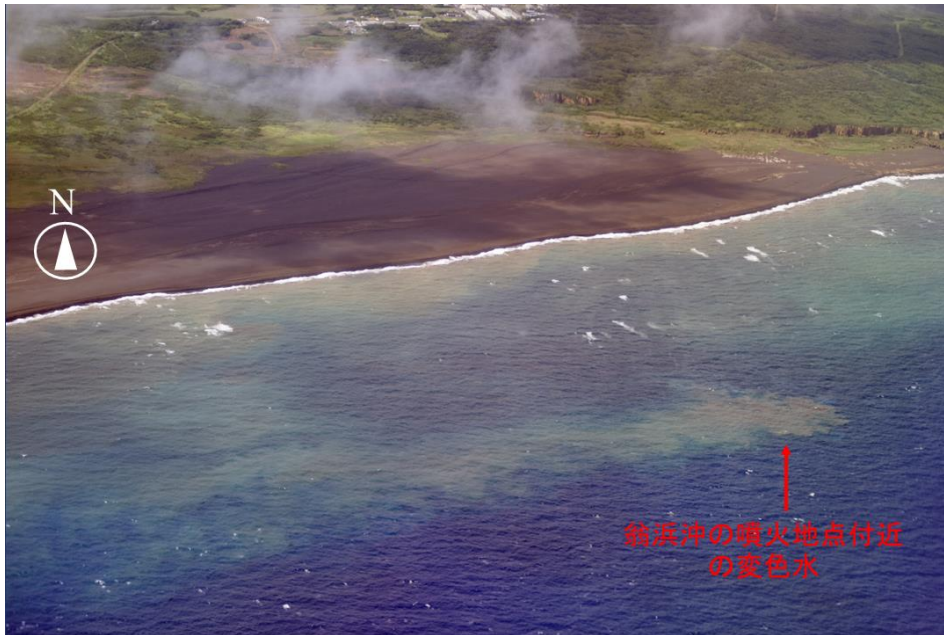
- ・ 前回 6/17 観測で噴気を認めた離岩においては、噴気を認めなかった。
- ・ 離岩から北ノ鼻の海岸沿いの 3 箇所では白色噴気を認めた（第 6 図）。
- ・ 北ノ鼻南西部の噴出孔 3 孔について、前回 6/17 観測から大きな変化はなく、2 孔で茶褐色、1 孔で緑色の変色水だまりを認め、白色噴気は認めなかった（第 7 図）。
- ・ 為八海岸における噴気は認められなかった。



第 1 図 硫黄島 全景（北西岸～西岸） 2022 年 7 月 11 日 14:20 撮影



第 2 図 硫黄島（西岸～南岸～東岸） 全景 2022 年 7 月 11 日 14:22 撮影

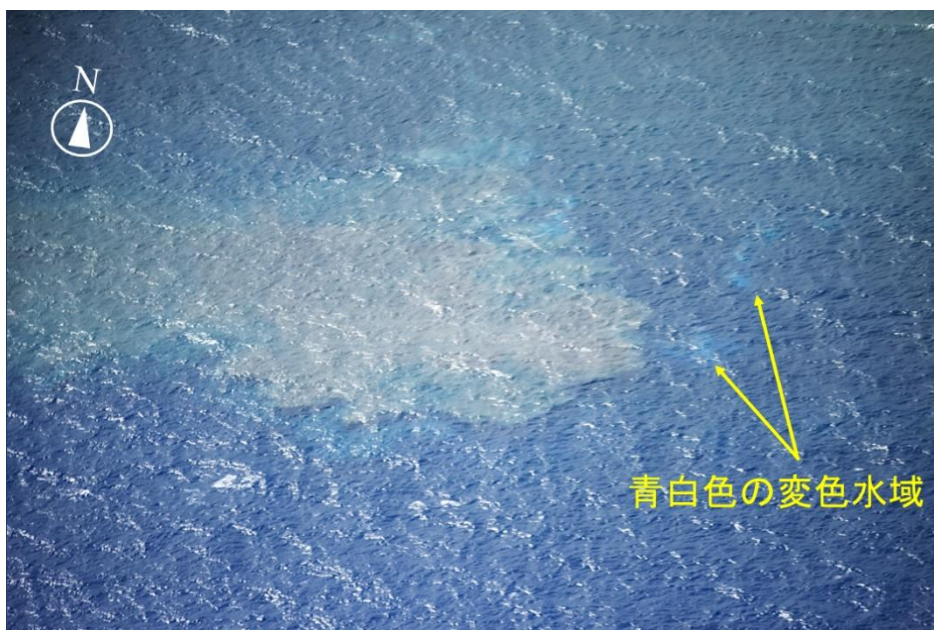


第 3 図

硫黄島東岸

翁浜沖の噴火地点付近

2022 年 7 月 11 日 14:22 撮影



第 4 図

硫黄島東岸

翁浜沖の噴火地点付近（拡大）

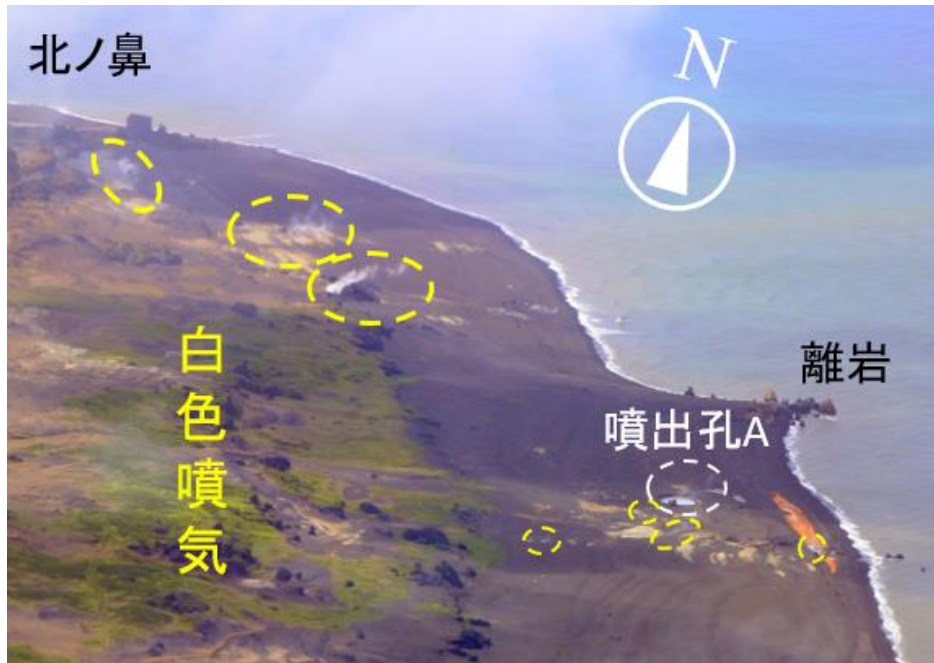
2022 年 7 月 11 日 14:22 撮影



第 5 図

硫黄島 東岸～北東岸

2022 年 7 月 11 日 14:23 撮影



第 6 図

硫黄島

離岩南部の噴出孔及び

離岩～北ノ鼻の海岸沿いの噴気

2022 年 7 月 11 日 14:23 撮影

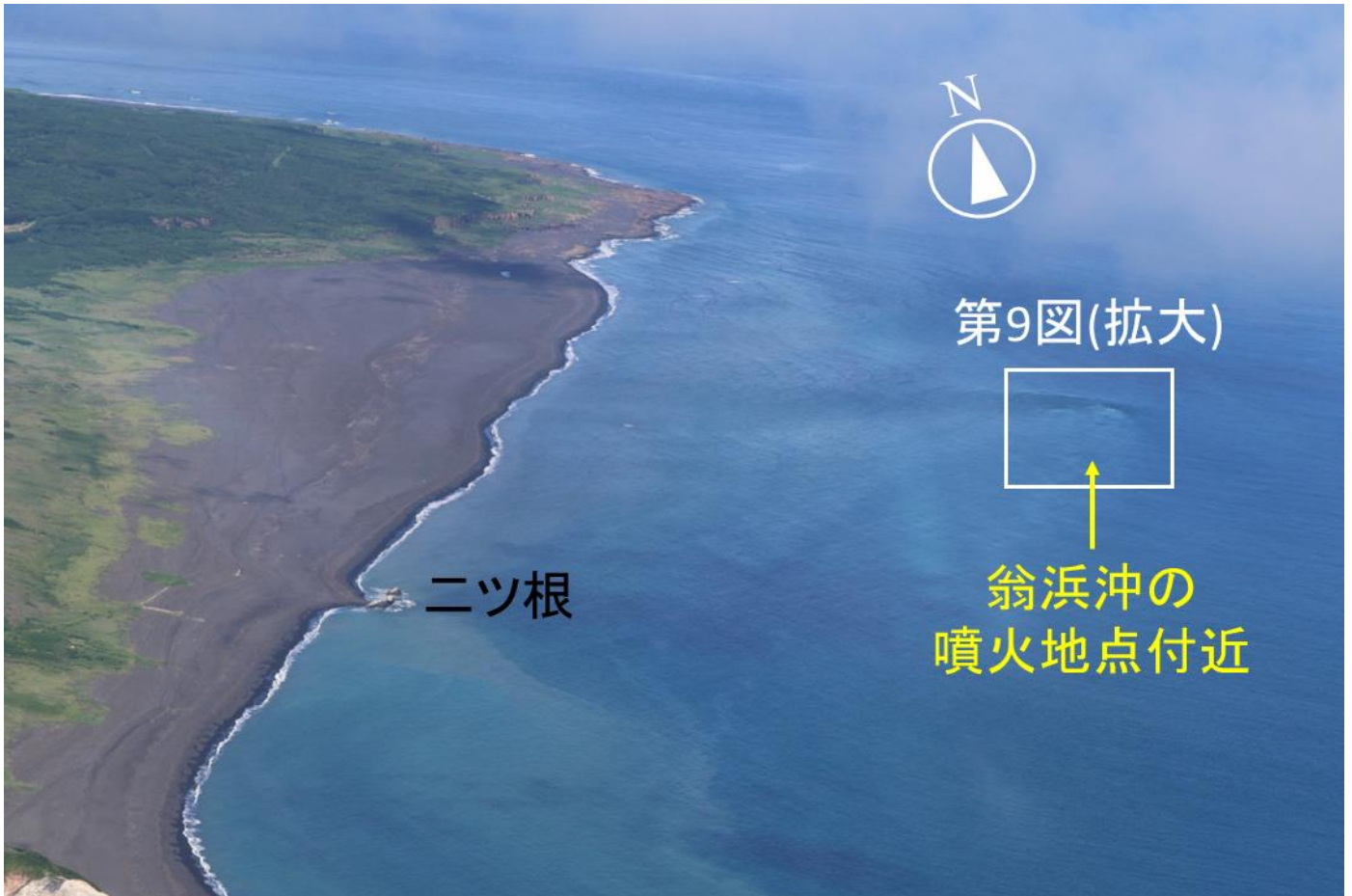


第 7 図

硫黄島 北ノ鼻南西部噴出孔

2022 年 7 月 11 日 14:21 撮影

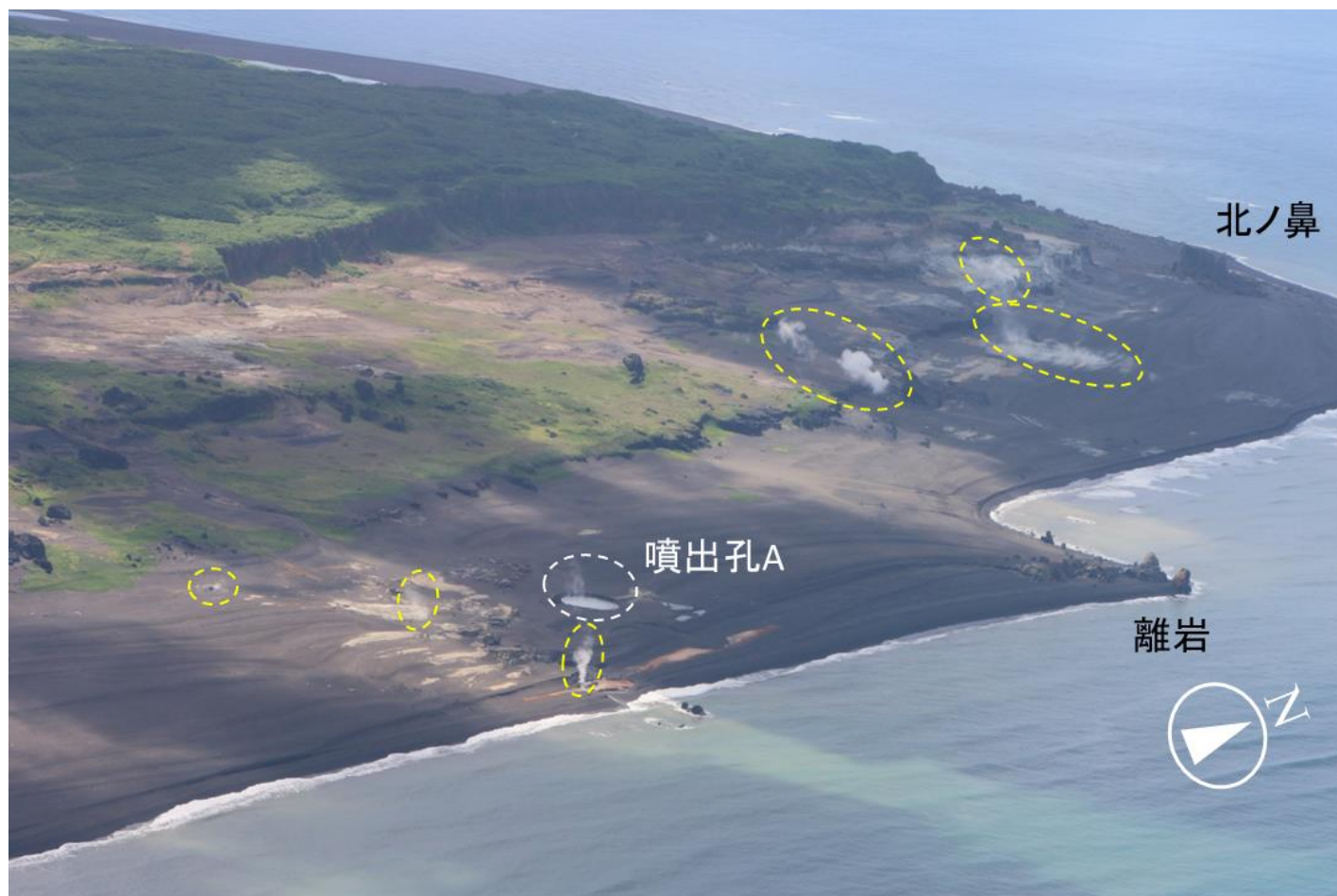
年月日	活 動 状 況
2022/8/15	・ 南東岸の翁浜沖の噴火地点付近において、気泡の湧出と青白色の変色水の湧出及び付近に黄緑色の変色水域を認めた（第 8・9 図）。 ・ 北北東岸の離岩付近に茶褐色～黄褐色、西岸の沈船群付近に濃厚な茶褐色の変色水が分布していた（第 10・11 図）。 ・ 離岩南部の噴出孔では、白色噴気を 3 箇所認めた。引き続き噴出孔の付近に茶褐色の湯だまりを認めた。噴出孔 A の湯だまりも継続して認めた（第 10 図）。 ・ 離岩から北ノ鼻の海岸沿いの 3 箇所で白色噴気を認めた（第 10 図）。



第 8 図 硫黄島南東岸 翁浜沖の噴火地点付近 2022 年 8 月 15 日 13:55 撮影



第 9 図 硫黄島南東岸 翁浜沖の噴火地点付近（拡大） 2022 年 8 月 15 日 13:56 撮影



第 10 図 硫黄島北北東岸 離岩南部の噴出孔及び離岩～北ノ鼻沿いの噴気
2022 年 8 月 15 日 13:52 撮影



第 11 図
硫黄島西岸
沈船群付近の変色水
2022 年 8 月 15 日 13:54 撮影

年月日	活 動 状 況
2022/8/23	・南東岸の翁浜沖の 2022. 7. 11 噴火地点付近において、直径約 10m の気泡の湧出を認めた（第 12・13 図）。また、噴火地点付近海域に黄緑色の変色水域を認めた。 ・離岩南部の噴出孔では、白色噴気を 3 箇所認めた。引き続き噴出孔の付近に茶褐色の湯だまりを認めた。噴出孔 A の湯だまりも継続して認めた（第 14・15 図）。 ・離岩から北ノ鼻の海岸沿いの 3 箇所で白色噴気を認めた（第 14・16 図）。 ・北東岸の日出浜～北西岸の監獄岩付近にかけて及び西岸の沈船群付近に茶褐色～黄褐色の変色水が分布していた（第 14～18 図）。 ・上記ヶ所以外の沿岸部に黄緑色の変色水が分布していた（第 12 図）。



第 12 図 硫黄島南東岸～南西岸 2022 年 8 月 23 日 13:20 撮影

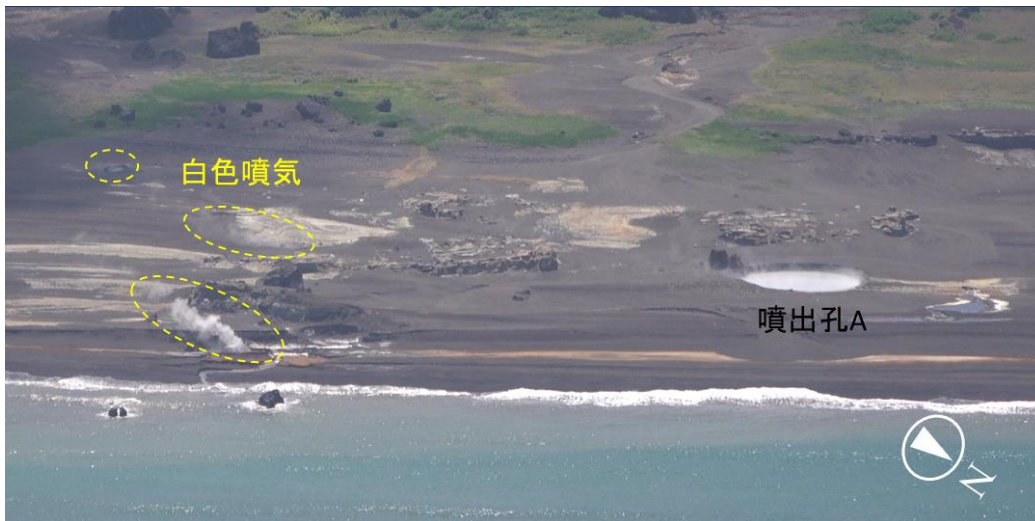


第 13 図
硫黄島
翁浜沖の噴火地点付近
2022 年 8 月 23 日 13:21
撮影

硫黄島



第 14 図 硫黄島北東岸 2022 年 8 月 23 日 13:17 撮影



第 15 図 硫黄島
離岩南部の噴出孔
2022 年 8 月 23 日 13:12
撮影



第 16 図 硫黄島
離岩～北ノ鼻の海岸沿いの
噴気
2022 年 8 月 23 日 13:13
撮影



第 17 図 硫黄島 北岸 2022 年 8 月 23 日 13:13 撮影



第 18 図 硫黄島 南西岸～南東岸 2022 年 8 月 23 日 13:15 撮影

年月日	活 動 状 況
2022/9/16	・悪天候により詳細な調査ができなかったため、確認できた事項のみ報告する。 ・北東岸の離岩南部噴出孔において、白色噴気を 2 箇所認めた。引き続き噴出孔の付近に茶褐色の湯だまりを認めた。噴出孔 A の湯だまりも継続して認めた（第 19 図）。



第 19 図

硫黄島

離岩南部の噴出孔

2022 年 9 月 16 日 14:51 撮影

年月日	活 動 状 況
2022/10/12	・南東岸の翁浜沖の噴火地点付近において、直径約 200m の明灰色の円型の変色水の湧出を認め、そこから海岸線に沿って北東方向に約 2,500m の帯状の明灰色～乳白色の変色水の分布を認めた（第 20～22 図）。なお、付近海域に水柱や浮遊物は認めなかった。 ・離岩南部の噴出孔では、白色噴気を 2 箇所認めた。引き続き噴出孔の付近に茶褐色の湯だまりを認めた。噴出孔 A の湯だまりも継続して認めた（第 23 図）。 ・離岩から北ノ鼻の海岸沿いの 3 箇所で白色噴気を認めた（第 23・24 図）。 ・北ノ鼻南西部の噴出孔 3 孔について、孔の大きさが小さくなっていた。なお、2 孔で茶褐色、1 孔で緑色の変色水だまりを認め、白色噴気は認めなかった（第 25 図）。 ・為八海岸における白色噴気を認めた（第 25 図）。 ・西岸の沈船群付近～摺鉢山の間を除いた硫黄島全周に、茶褐色～黄緑色の変色水が分布していた（第 20～25 図）。



第 20 図 硫黄島全景（南方から撮影） 2022 年 10 月 12 日 14:04 撮影

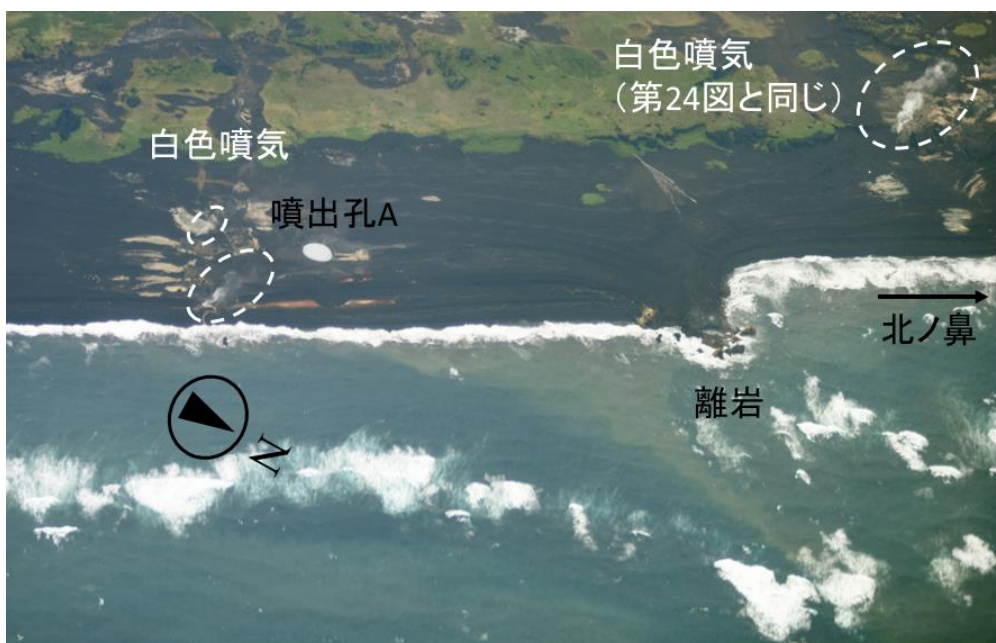
硫黄島



第 21 図 硫黄島全景（東方から撮影） 2022 年 10 月 12 日 14:00 撮影

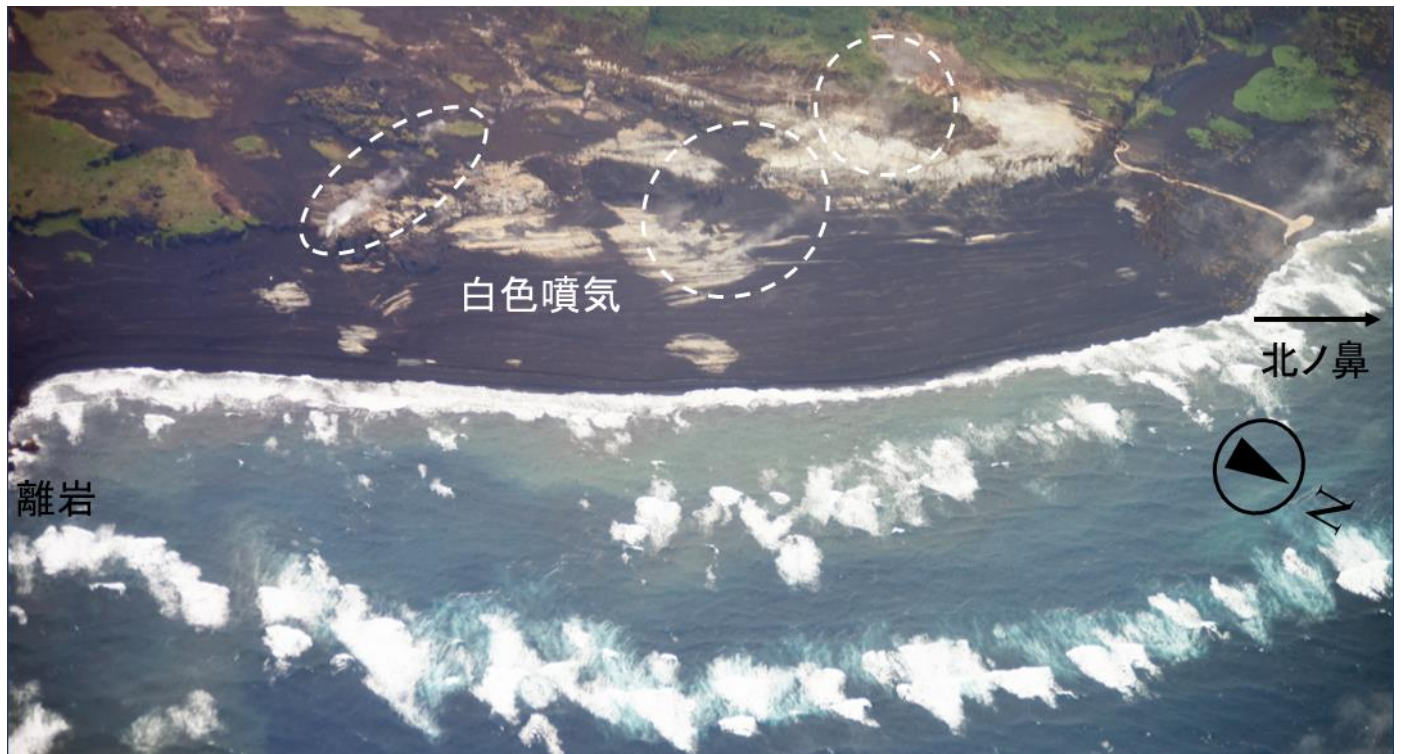


第 22 図 硫黄島
翁浜沖の噴火地点付近
2022 年 10 月 12 日
14:05 撮影

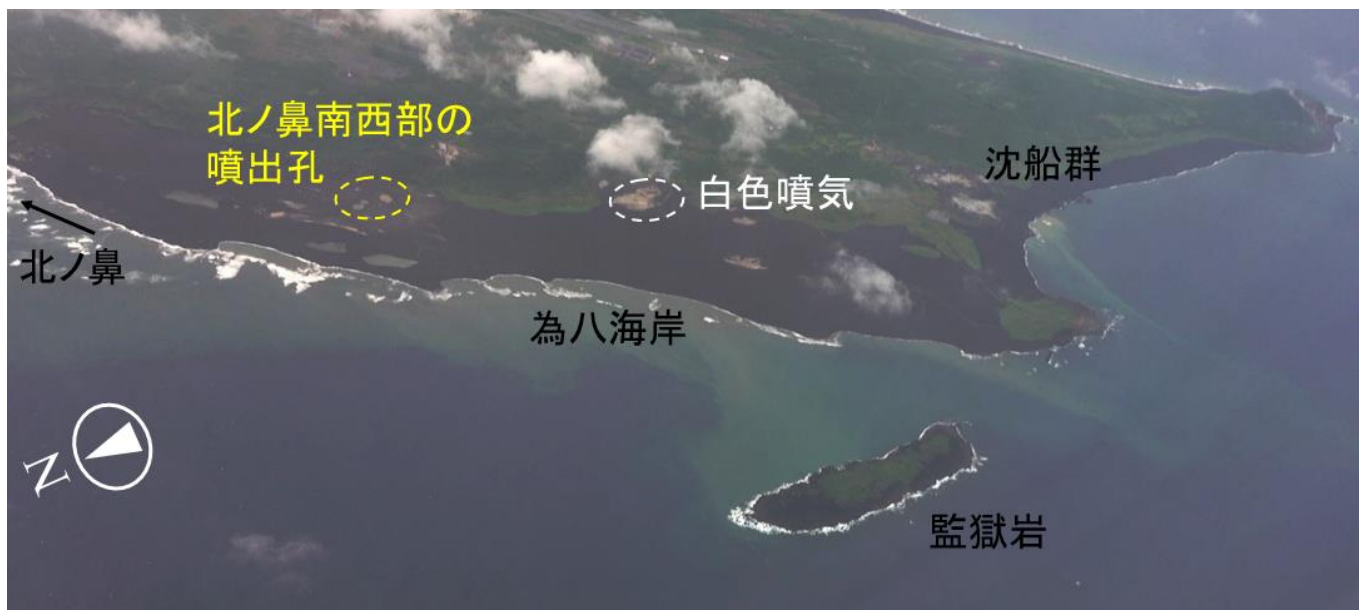


第 23 図 硫黄島
離岩南部の噴出孔及び
離岩～北ノ鼻の白色噴気
2022 年 10 月 12 日
14:00 撮影

硫黄島



第 24 図 硫黄島 離岩～北ノ鼻 2022 年 10 月 12 日 14:01 撮影



第 25 図 硫黄島 北岸～西岸 2022 年 10 月 12 日 14:08 撮影

光学観測衛星「Sentinel-2」の観測データを用いた 硫黄島の火山活動の観測結果

「Sentinel-2」衛星（以下 S2 という※）の観測データを用い、硫黄島周辺の火山活動を確認した。硫黄島の翁浜沖では、7 月 11 日から噴火が報告されている。S2 による翁浜沖の観測データから、7 月 15 日、8 月 4 日に高温部が、7 月 30 日、8 月 9 日には気泡らしき領域が、8 月 9 日から 9 月 3 日にかけては軽石と見られる領域がそれぞれ確認された。

※「Sentinel-2」(S2)は、欧州宇宙機関（ESA）が開発、運用している衛星である。陸域および沿岸域を可視光線から短波長赤外線まで、12 種の波長域を 10m～60m の地表面分解能で観測する衛星である。本資料の S2 画像は、EO-Browser†のデータおよび画面キャプチャである。†URL: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>

1. 硫黄島翁浜沖の短波長赤外線画像

図 1 に硫黄島翁浜沖の S2 短波長赤外線疑似カラー画像(RGB=2.2 μ m,865nm,665nm、東西約 600m)を示す。7 月 30 日、8 月 9 日に水色の海域が見られる。この疑似カラー画像では海岸の白波が水色に見えており（図 2(a)）、水色の海域は気泡を示唆する（※）。また、2022 年 7 月 15 日および 8 月 4 日の赤色箇所は長波長ほど輝度が高く、高温部を示唆する。

（※海上保安庁の航空機観測で 8 月 15 日および 8 月 23 日に気泡を確認している）

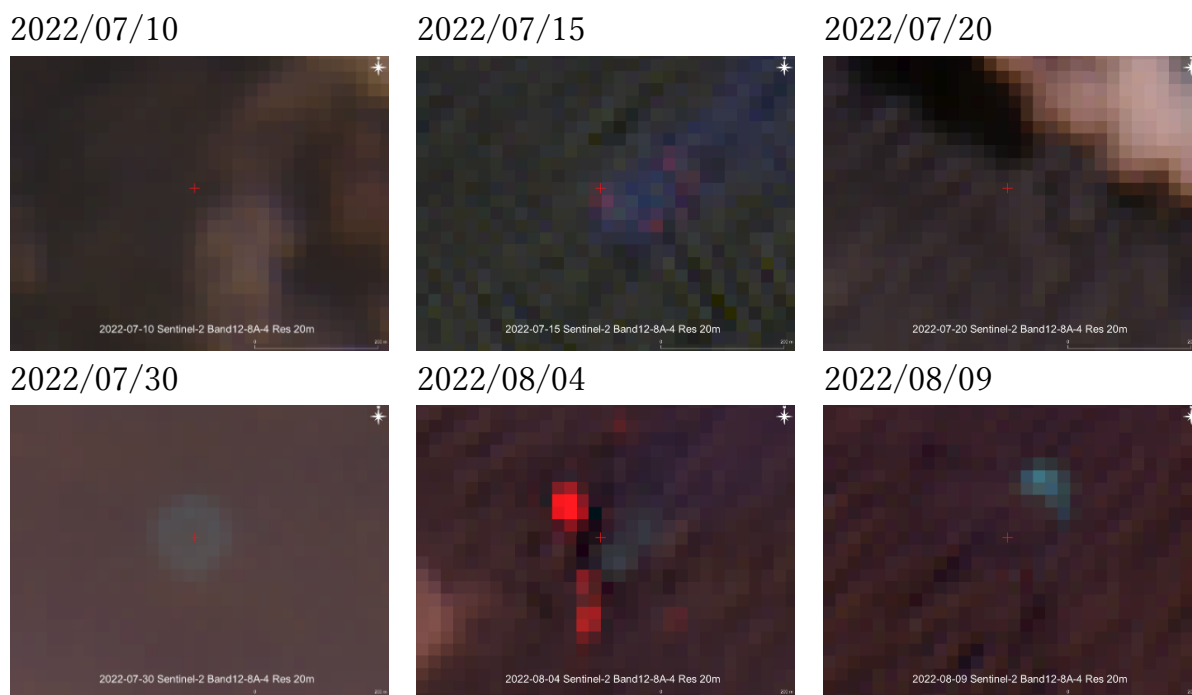


図 1：硫黄島翁浜沖の短波長赤外線画像（S2 衛星）

2. 硫黄島翁浜沖の高温部

図 2(a)の赤色の点が見られるように、8月4日の噴火箇所では、短波長赤外線($2.2\mu\text{m}$)の輝度が非常に高かった。 $2.2\mu\text{m}$ はほとんど水を透過しない波長のため、海面上の高温物を観測したと推察される。

図 3 は短波長赤外線 ($2.2\mu\text{m}$, $1.6\mu\text{m}$) の黒体放射輝度 (それぞれ点線、破線、縦軸は左側目盛) と、それら比 ($2.2\mu\text{m}/1.6\mu\text{m}$ 、実線、右側目盛) について、温度との関係を示したグラフである。温度が高くなるにつれて、 $2.2\mu\text{m}$ と $1.6\mu\text{m}$ の黒体放射輝度はともに上昇するが、輝度の比は変化する。この輝度比から、高温部の温度の概数を推定できる。

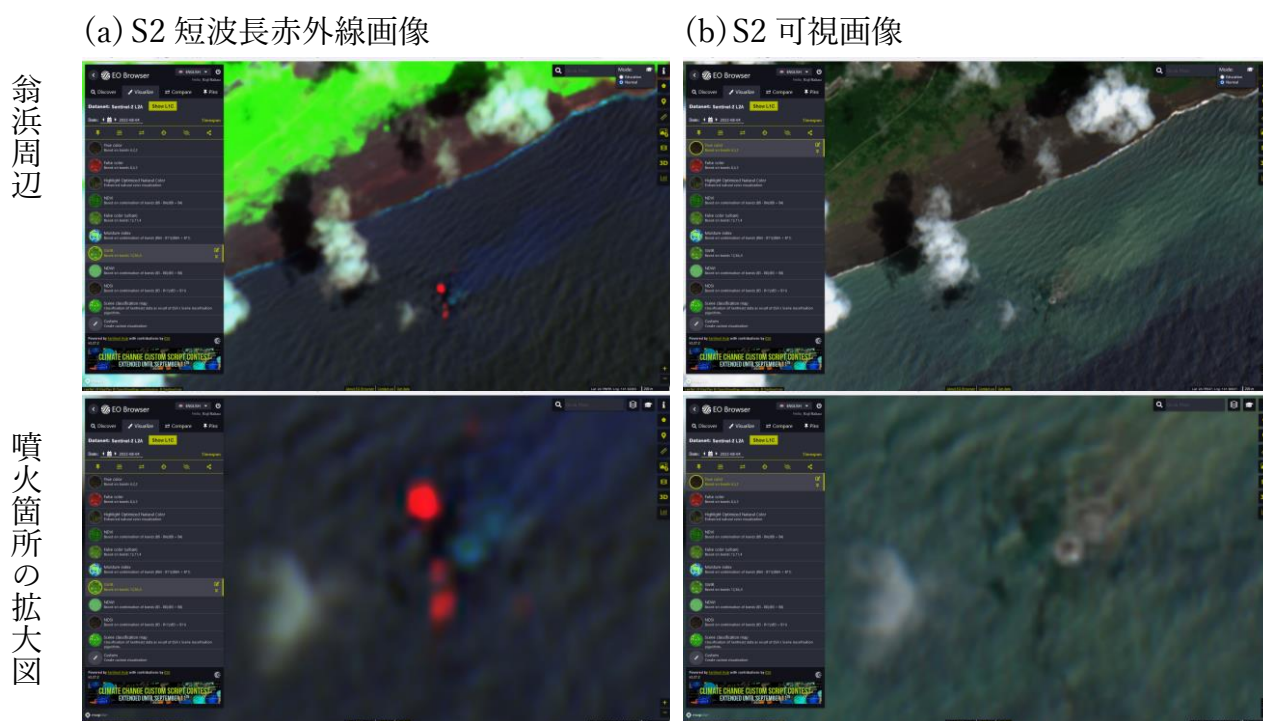


図 2：噴火箇所の可視および短波長赤外線画像

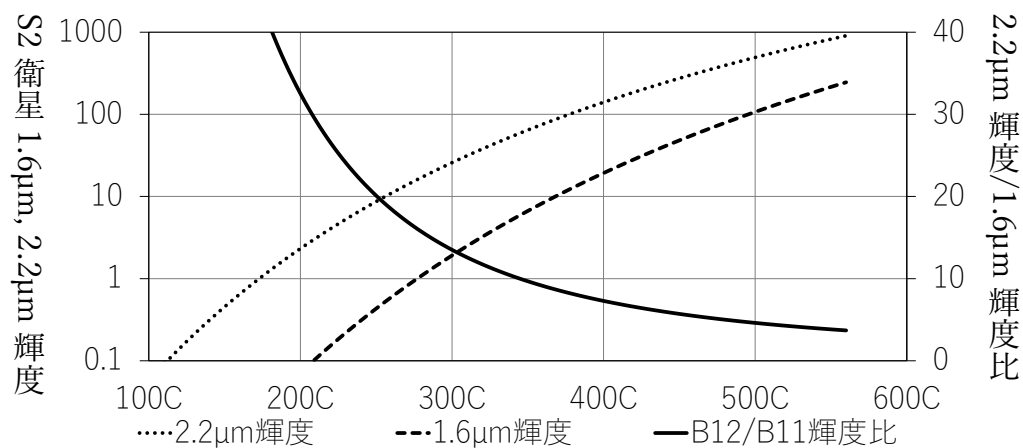


図 3： $2.2\mu\text{m}$ と $1.6\mu\text{m}$ の黒体放射輝度と比の関係

また、可視画像から、高温部の周辺に反射率の高い雲がないことが分かる。そこで、高温部と周辺の輝度差が高温物からの赤外線放射に近いと仮定し、 $1.6\mu\text{m}$ と $2.2\mu\text{m}$ の輝度比を算出すると、輝度比は 6.7 であった。図 3 に示した輝度比と温度の関係から、 400°C 前後の高温物により、この赤外線観測結果を説明できることが分かる。

以上

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手法で求められている。

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。