

第 150 回 火山噴火予知連絡会資料

(その2の2)

諏訪之瀬島

令和 4 年 7 月 5 日

火山噴火予知連絡会資料(その2の2)

目次

諏訪之瀬島	
気象庁	3-10
京大防災研	11-14
地理院	15-22
砂防部	23-25
海保	26-27

島 瀨 之 訪 諏

(2021 年 12 月～2022 年 5 月)

御岳火口では、2020 年 10 月下旬以降、活発な噴火活動が継続している。2021 年 12 月中旬から 2022 年 1 月中旬にかけて爆発が増加したほか、4 月上旬にも爆発が増加し、火口中心から 1 km 前後まで飛散する大きな噴石を多数観測した。

地震活動と地殻変動では、2020 年 9 月以降、やや深部のマグマだまりへの多量のマグマの蓄積を示すような変化は認められない。

諏訪之瀬島では、長期的にわたり噴火活動が活発となっており、今後も噴火が発生し、火口から概ね 2 km の範囲に大きな噴石が達する可能性がある。

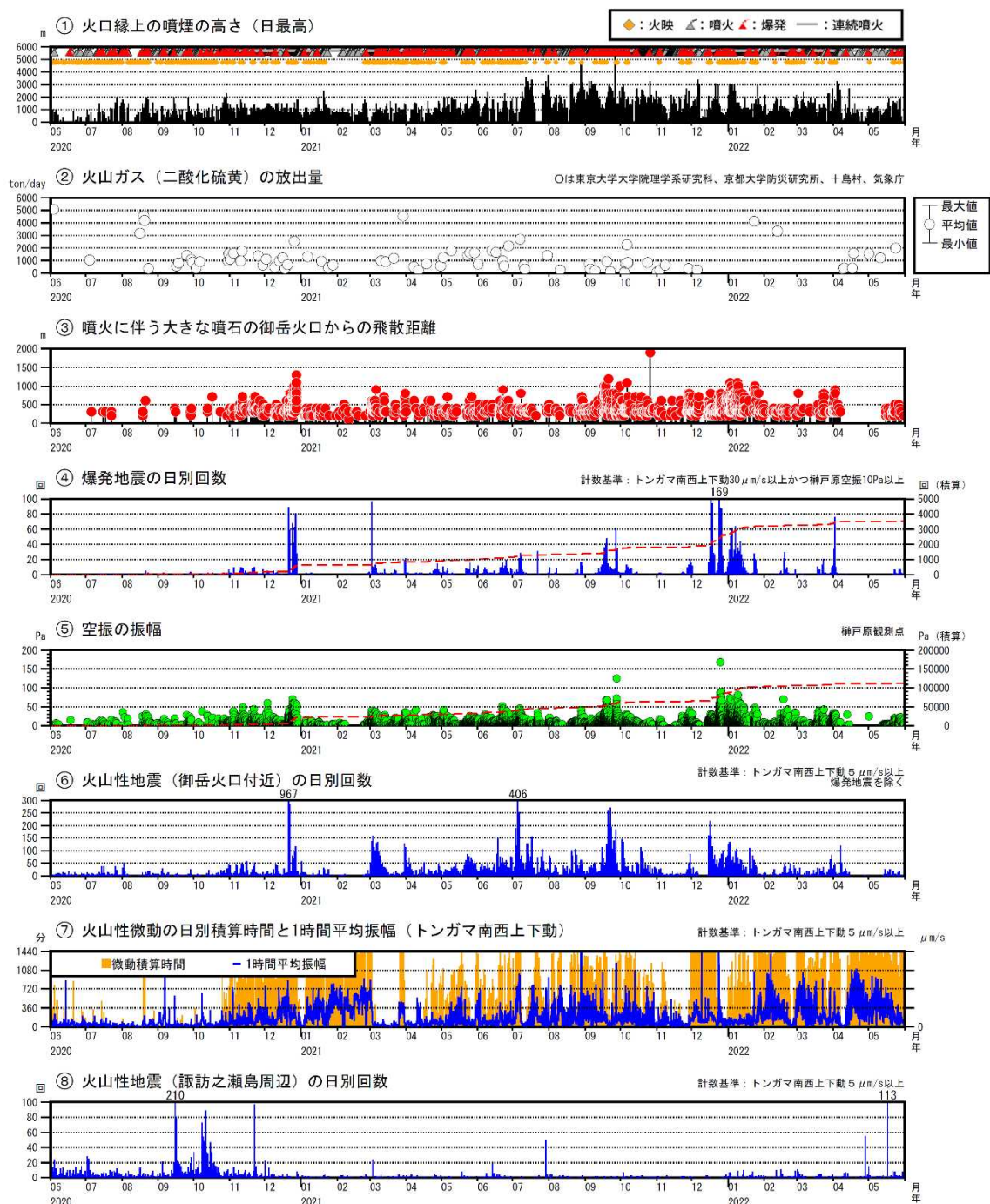


図 1 (前ページ) 諏訪之瀬島 火山活動経過図 (2020 年 6 月～2022 年 5 月 31 日)

<2021 年 12 月～2022 年 5 月 31 日の状況>

- ・御岳火口では活発な噴火活動が継続している。噴火による噴煙の高さの最高は火口縁上 3,400m であった (12 月 6 日)。
- ・御岳火口では夜間に高感度の監視カメラで火映を観測した。
- ・12 月中旬から 1 月中旬にかけて爆発が増加した。12 月 24 日には爆発は 169 回発生し、25 日には 100Pa を超える空振が観測された。この一連の活動での爆発回数は 1,259 回だった。4 月上旬にも一時的に爆発が増加した。4 月 5 日から 5 月 21 日まで爆発はほぼ発生せず、噴石の飛散もほとんど観測されなかった。
- ・1 月 2 日 20 時 09 分及び 9 日 01 時 06 分の爆発では、火口中心から約 1.1km まで大きな噴石が飛散した。
- ・東京大学大学院理学系研究科、京都大学防災研究所、十島村及び気象庁が実施した観測では、火山ガス (二酸化硫黄) の放出量は、1 月から 2 月にかけて 1 日あたり 3,400～4,100 トン多い状態となったが、4 月から 5 月には 300～2,000 トンと減少した。
- ・御岳火口付近の地震は、ほとんどが B 型地震で爆発の増加に対応して多い状態となった。諏訪之瀬島の西側と推定される地震は、概ね少ない状態で経過したが、4 月 28 日と 5 月 17 日に一時的に増加した。
- ・火山性微動は主に噴火に伴って発生した。
- ・十島村役場によると、集落 (御岳火口の南南西約 3.5km) では、時々降灰や鳴動が確認された。また、諏訪之瀬島から南南西約 20km の悪石島においても降灰が確認された

トンガマ南西観測点の地震計が機器障害等により欠測の場合は、ナベタオ観測点 (計数基準: 上下動 $0.5 \mu\text{m/s}$ 、爆発地震計数基準: 上下動 $3 \mu\text{m/s}$) で計数している。

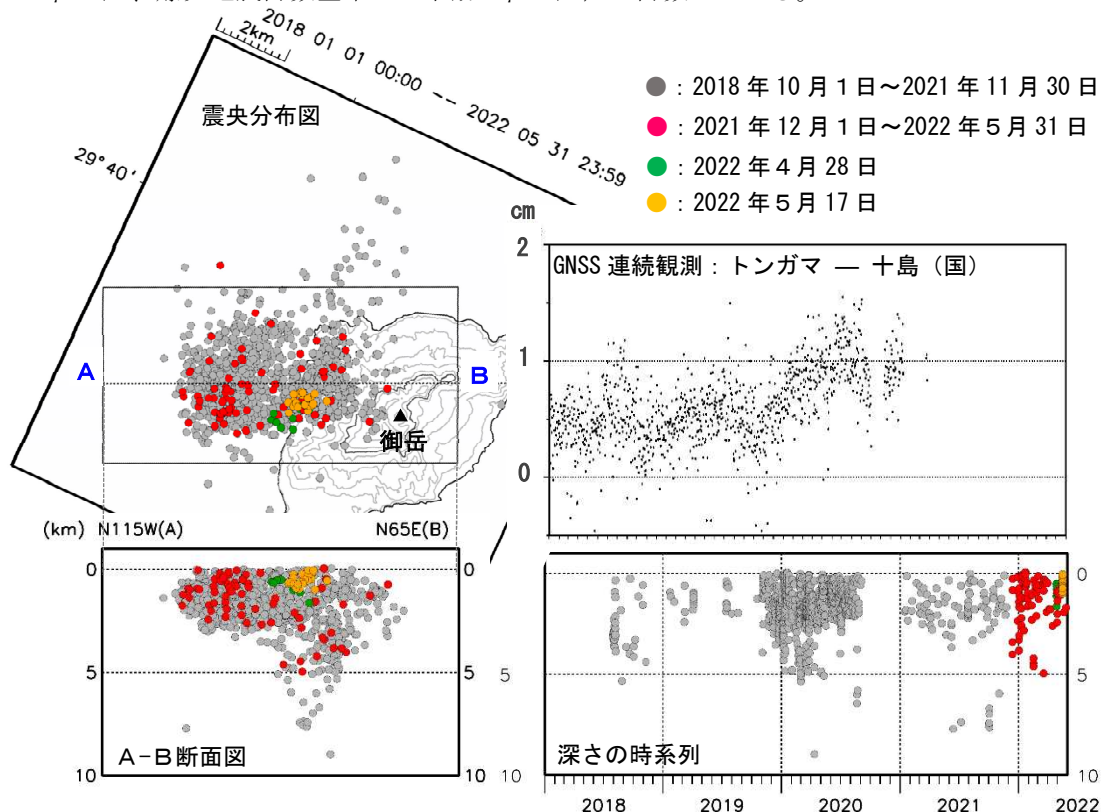


図 2 諏訪之瀬島 震源分布図 (2018 年 1 月～2022 年 5 月 31 日)

<2021 年 12 月～2022 年 5 月 31 日の状況>

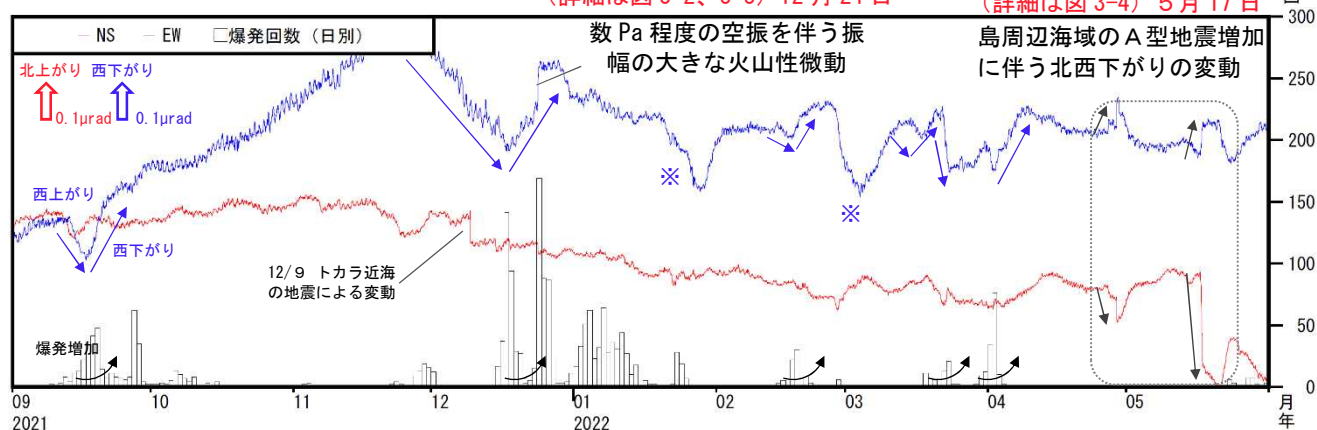
震源が求まった火山性地震 (赤色) は、火口から島の西側にかけての深さ 0～3 km 付近ほか、3～5 km に分布した。4 月 28 日 (緑色) と 5 月 17 日 (橙色) には、島に近い場所の深さ 0～1 km 付近で地震が増加した。

2020 年 9 月から 2021 年 1 月まで、観測点の障害により検知力や震源の精度が低下。

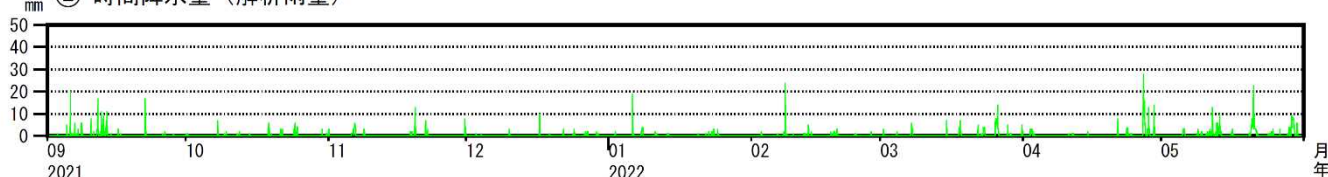
① 傾斜変動（ナベタオ）と爆発回数

（詳細は図3-2、3-3）12月24日

（詳細は図3-4）5月17日



② 時間降水量（解析雨量）



③ 噴石の飛散距離

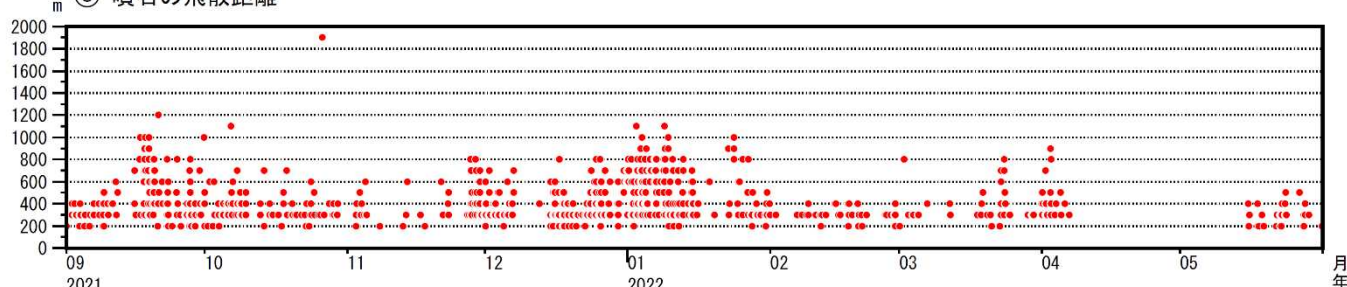


図3-1 諏訪之瀬島 傾斜変動（ナベタオ観測点）と爆発（2021年9月～2022年5月31日）

- ・ 傾斜計では爆発の増加に前駆して西上がりの変動が観測され、その動きが解消される西下がりの過程で、噴石を火口中心から1 km 前後まで飛散させる爆発が増加する現象が繰り返された。この変動は諏訪之瀬島西側のやや深部へのマグマの蓄積と御岳火口直下へのマグマの上昇を示唆していると考えられる。
- ・ 12月24日には西下がりの傾斜変動が観測される中、数Pa程度の空振を伴う振幅の大きな火山性微動が発生し、西下がりの変動の加速と爆発の増加がみられた（図3-2、3-3）。
- ・ 2022年1月以降は、それ以前と比較して短期間のうちに西上がり及び西下がりの動きが繰り返し観測されたが、爆発の増加と対応しない事例（図中※）も一部みられた。

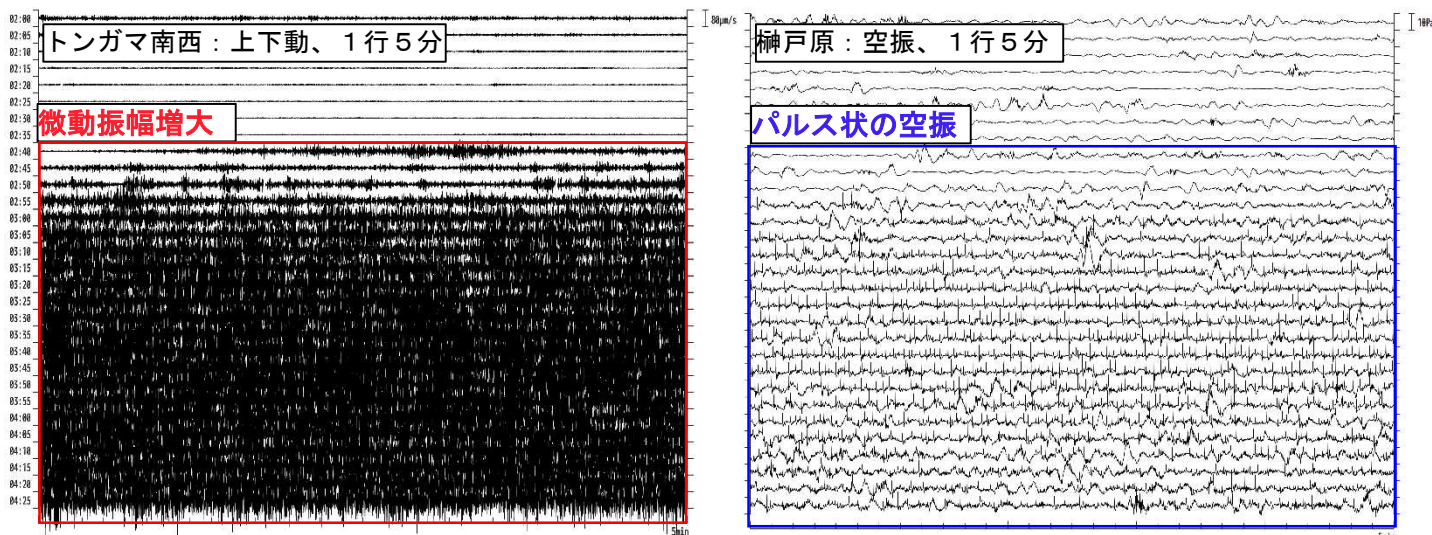
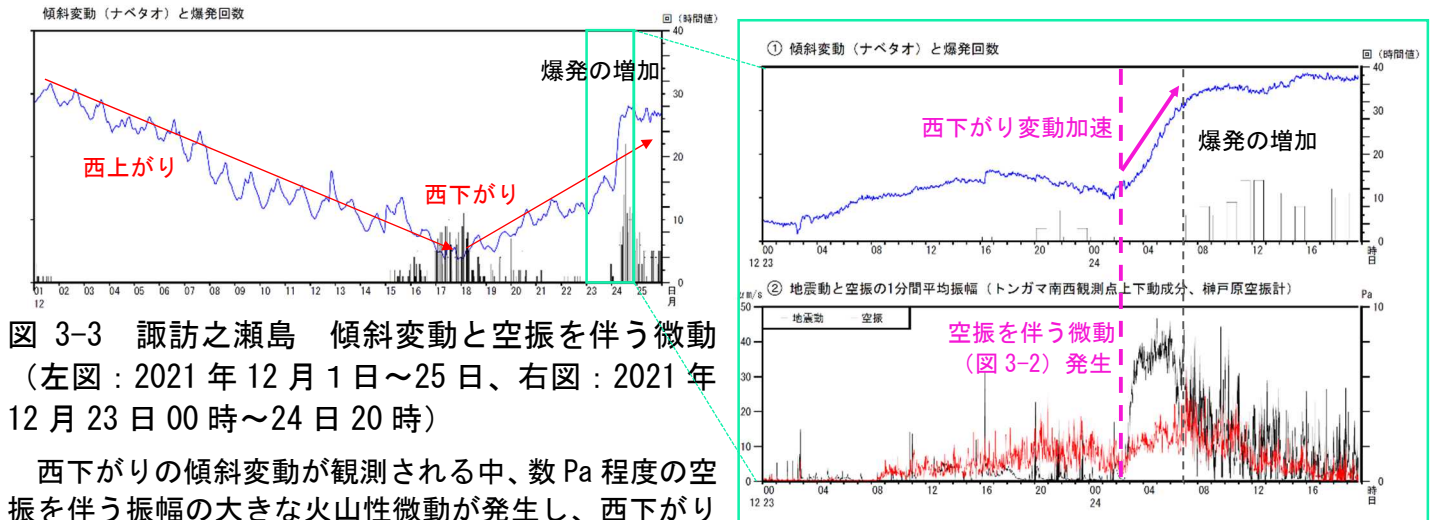


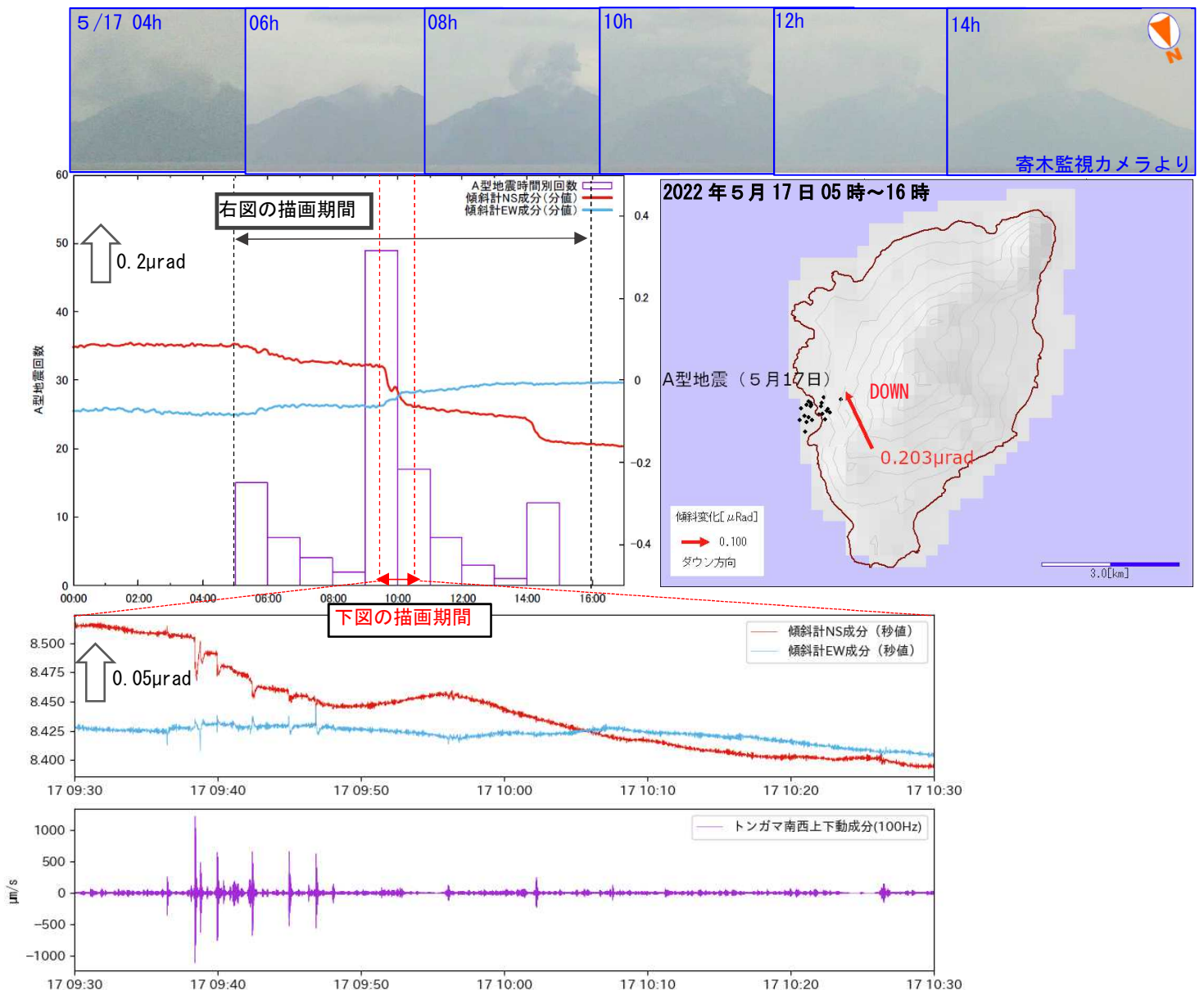
図3-2 諏訪之瀬島 空振を伴う火山性微動（2021年12月24日02時00分～04時30分）

12月24日02時台から火山性微動の振幅増大と数Pa程度の空振が増加した。

諏訪之瀬島



西下がりの傾斜変動が観測される中、数 Pa 程度の空振を伴う振幅の大きな火山性微動が発生し、西下がりの変動の加速と爆発の増加がみられた。



- ・ 5 月 17 日の周辺海域での地震増加の際には、北西下がりの変動が観測された。
- ・ 地震増加時の表面活動等には特段の変化は認めなかった。

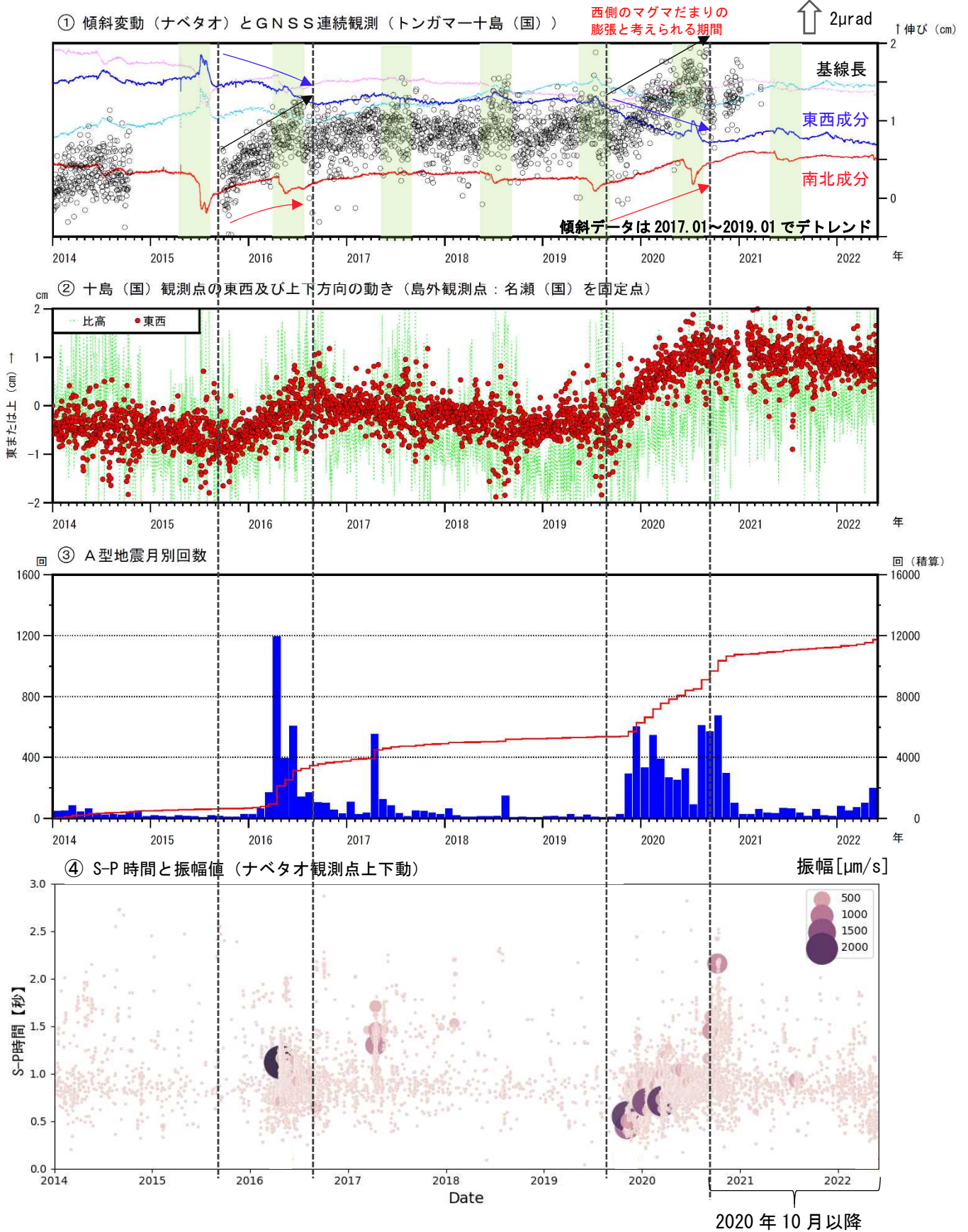


図 4 諏訪之瀬島 地殻変動と諏訪之瀬島周辺の地震活動(2014 年 1 月~2022 年 5 月 31 日)

2020 年 10 月以降は、傾斜計及び GNSS 連続観測において、島西側のやや深部のマグマだまりの膨張を示す変化は認められない。

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 諏訪之瀬島における SAR 干渉解析結果

ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

1. はじめに

ALOS-2/PALSAR-2 で撮像された諏訪之瀬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.
23-3020 (SM1_U2-8)	南行	右	39.6°	2021. 03. 15	2022. 03. 14	第 1 図 - A
131-580 (SM1_U2-6)	北行	右	32.4°	2020. 12. 29	2022. 01. 25	第 1 図 - B

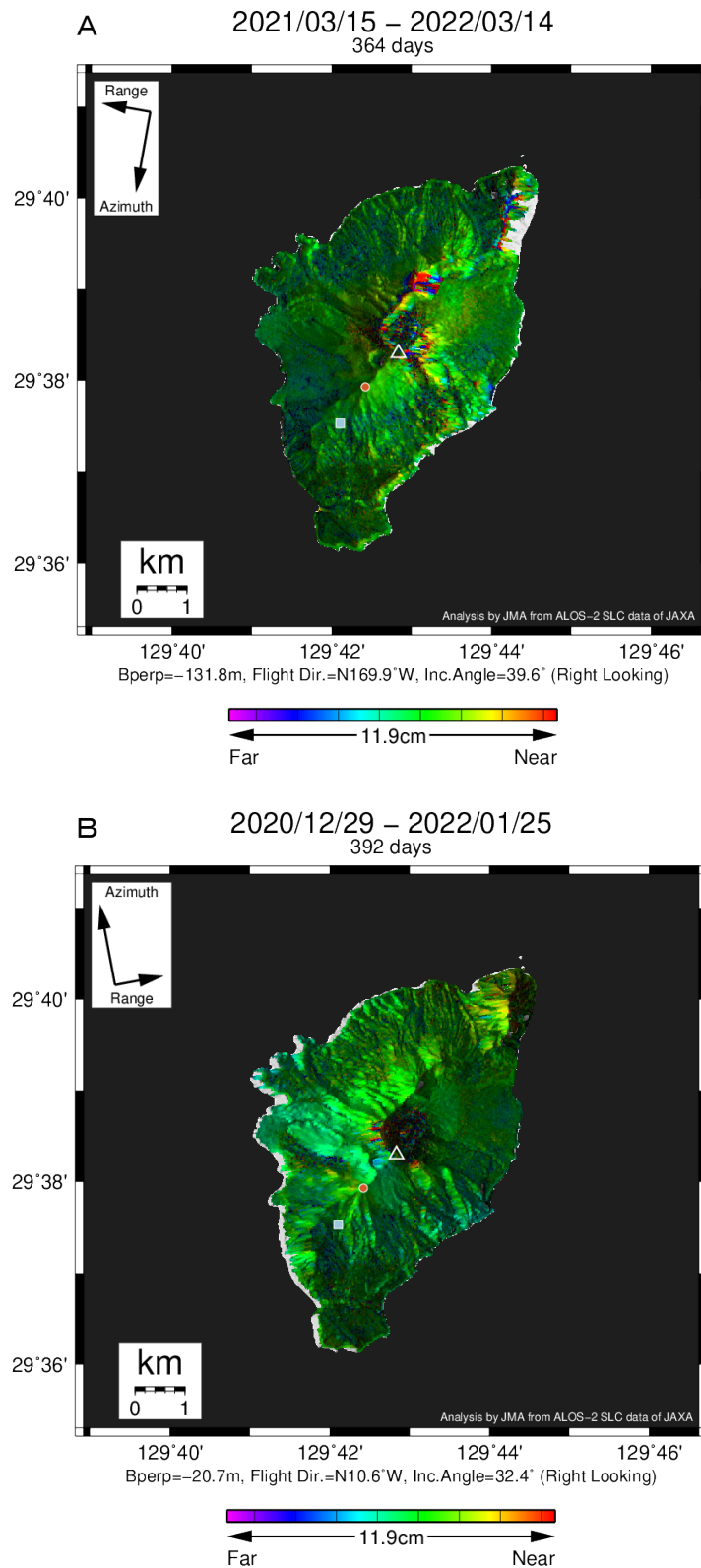
3. 解析結果

北行軌道、南行軌道の長期ペアについて解析を行った。いずれもノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

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 諏訪之瀬島の干渉解析結果

パス 23 (SM1_U2-8) (A) 及びパス 131 (SM1_U2-6) (B) による諏訪之瀬島の干渉解析結果
 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。
 ノイズレベルを超えるような位相変化は認められない。

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。

諏訪之瀬島における長期的噴火活動・地震活動の推移

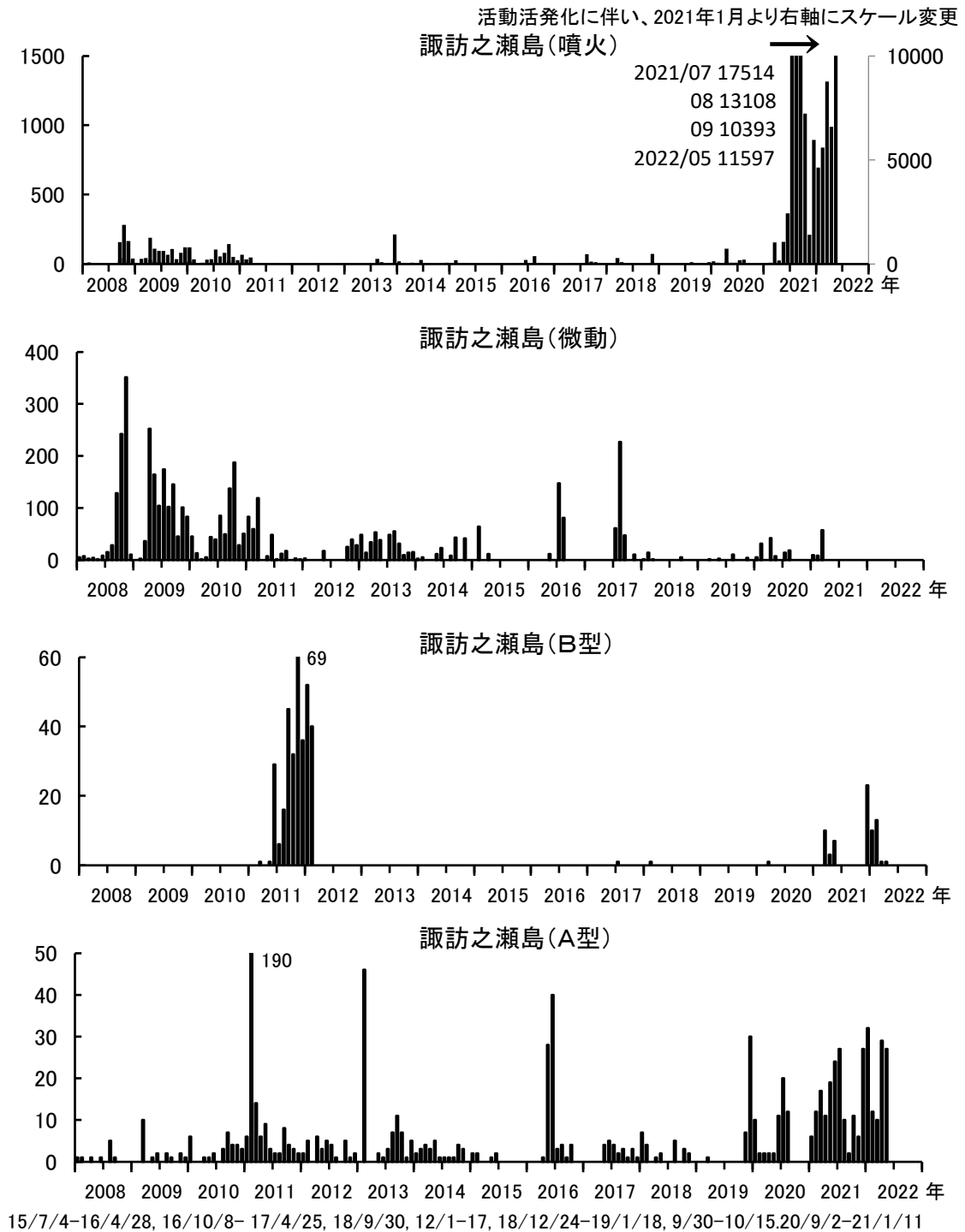


図1. 諏訪之瀬島における火山性地震の月別発生回数

(2022年5月31日まで)

地震判定: GPS観測室における上下動地動振幅が $5 \mu\text{m/s}$ 以上

噴火: 空気振動を伴うイベント

爆発: 噴火のうちGPS観測室での空振振幅が 10Pa 以上

微動: 1分以上継続する振動

A型: S-P3秒以内の構造性地震

B型: 空振を伴わない火山性地震(A型除く)

諏訪之瀬島

第150回火山噴火予知連絡会

京大防災研究所

諏訪之瀬島における短期的噴火活動・地震活動の推移

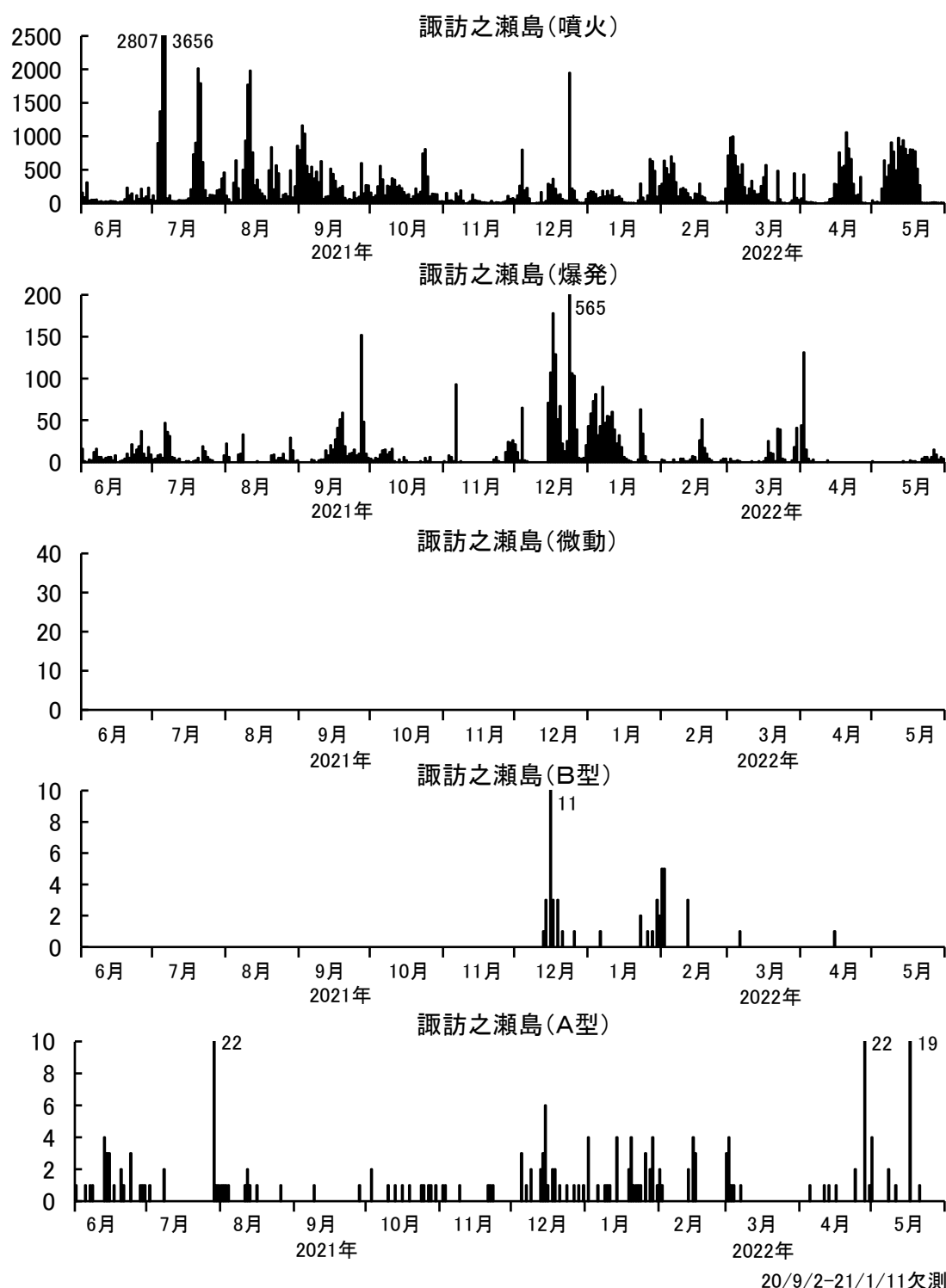


図2. 諏訪之瀬島における火山性地震の日別発生回数

(2022年5月31日まで)

地震判定: GPS観測室における上下動地動振幅が $5 \mu\text{m/s}$ 以上

噴火: 空気振動を伴うイベント

爆発: 噴火のうちGPS観測室での空振振幅が 10Pa 以上

微動: 1分以上継続する振動

A型: S-P3秒以内の構造性地震

B型: 空振を伴わない火山性地震(A型除く)

諏訪之瀬島

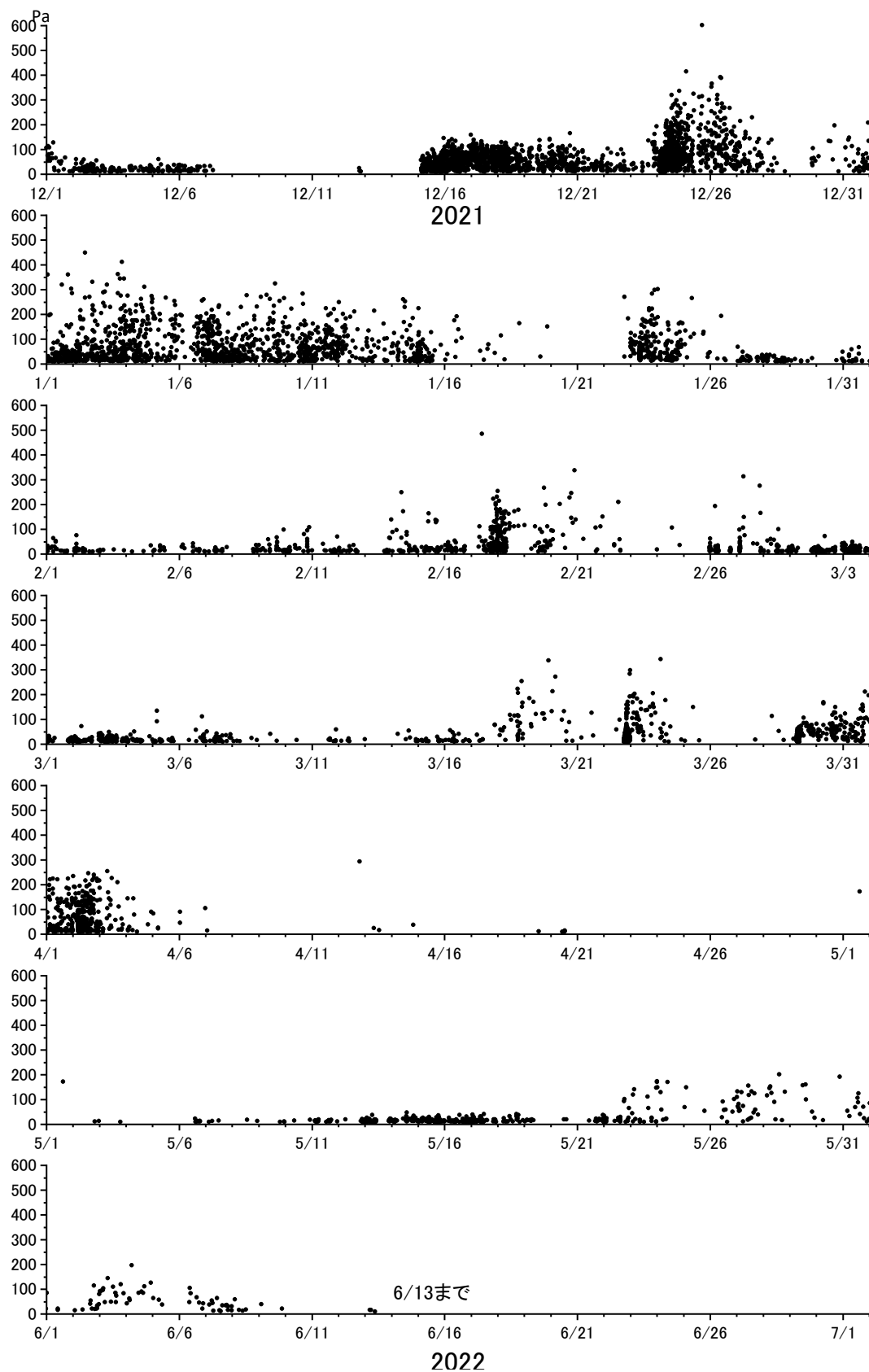


図3. 噴火に伴う空振振幅の推移(2021年12月1日～2022年6月13日まで)

SWA点(御岳火口から0.7 km)において10Pa以上のイベントを抽出

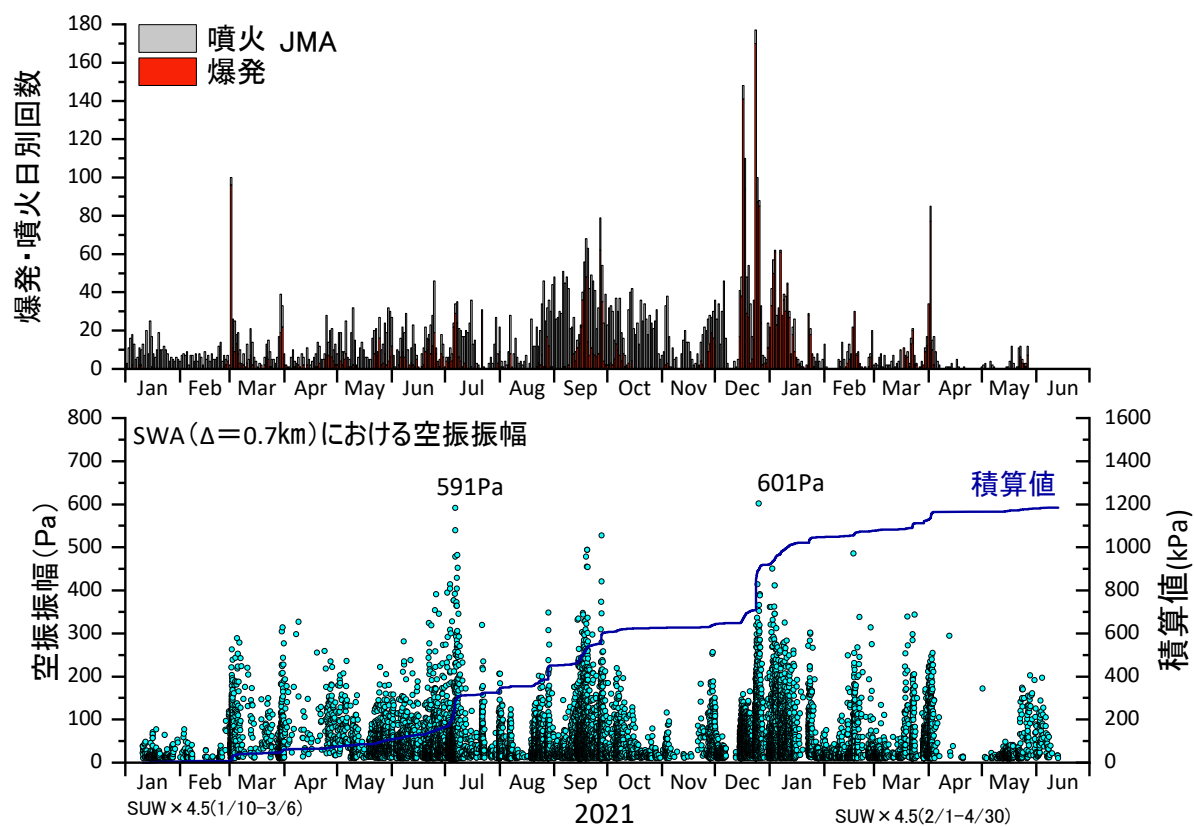


図4. JMA観測点における爆発・噴火日別回数とSWA点(御岳火口から0.7km)における空振振幅とその積算値(2021年1月1日～2022年6月13日まで)

諏訪之瀬島の地殻変動

Crustal Deformations of Suwanosejima Volcano

第1図から第3図は、諏訪之瀬島周辺のGNSS連続観測結果である。

第1図上段に基線の配置を、下段には各観測局の保守履歴を示した。

第2-1図および第2-2図は、第1図上段に示した基線の基線長変化グラフで、左列は最近約5年間（2017年5月～2022年5月15日）、右列は最近約1年間（2021年5月～2022年5月15日）の時系列である。顕著な地殻変動は観測されていない。

第3図は、電子基準点および気象庁のGNSS観測点の統合解析から得られた水平変動ベクトル図であり、「枕崎」を固定局としている。上段に最近3か月間（2022年2月～5月）を、下段に最近1年間（2021年5月～2022年5月）を示す。顕著な地殻変動は観測されていない。

第4図は、「だいち2号」のSAR干渉解析結果である。ノイズレベルを超える変動は見られない。

第5図および第6図は、「だいち2号」の干渉SAR時系列解析結果である。各図の上段は、それぞれ2015年3月～2022年3月および2014年10月～2022年3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。第5図（南行）では、御岳の地点A周辺に、衛星から遠ざかる変動が見られる。

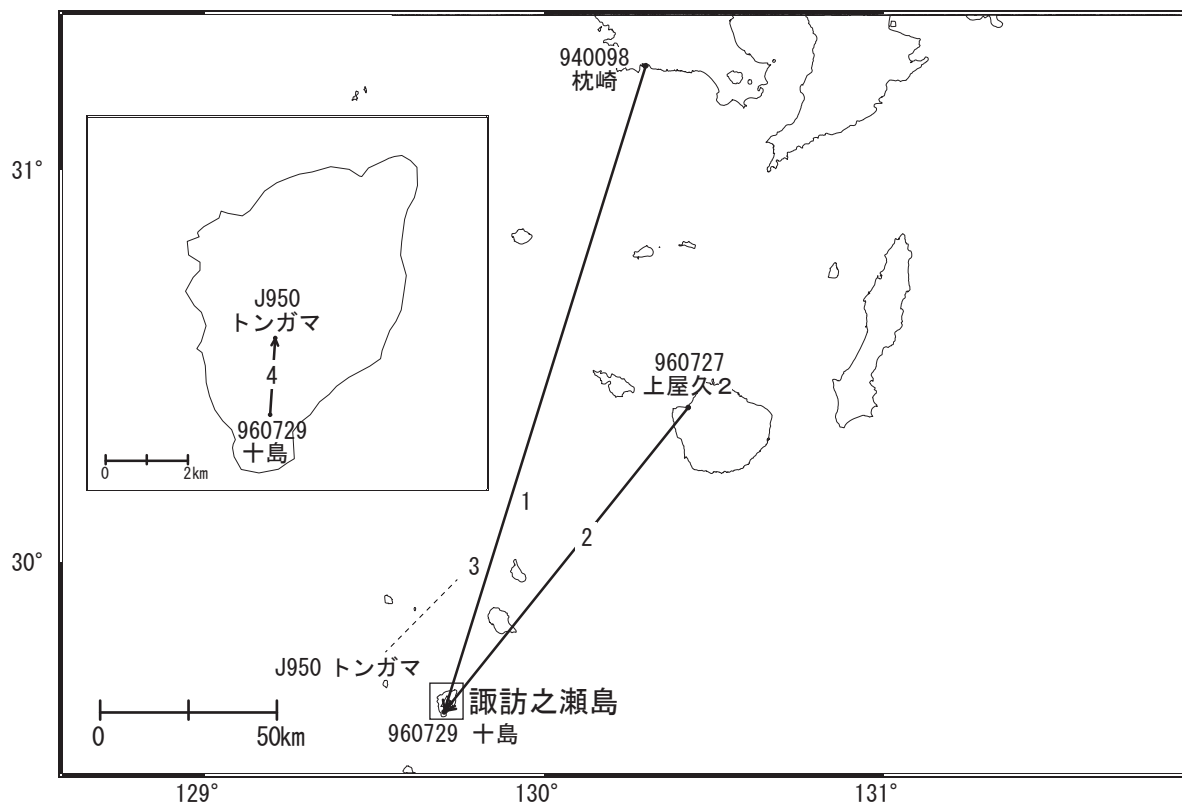
謝辞

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。

諏訪之瀬島

G N S S 連続観測結果では、顕著な地殻変動は見られません。

諏訪之瀬島GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



諏訪之瀬島周辺の各観測局情報

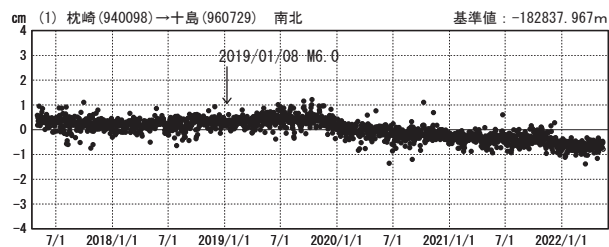
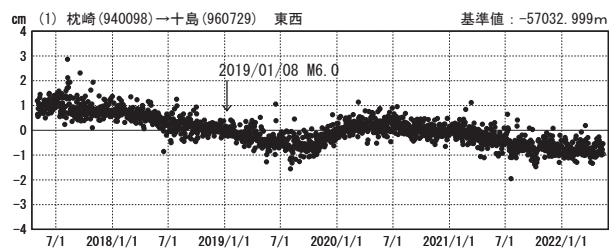
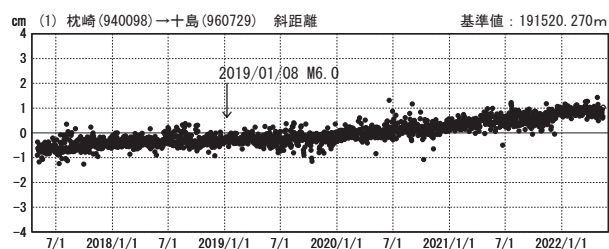
点番号	点名	日付	保守内容
940098	枕崎	20180913	アンテナ・受信機交換
		20190107	受信機交換
		20191003	受信機交換
960727	上屋久2	20210610	伐採
960729	十島	20191112	受信機交換

第1図 諏訪之瀬島のGNSS連続解析器線図(上段)、観測局の保守履歴(下段)

第150回火山噴火予知連絡会

成分変化グラフ（長期）

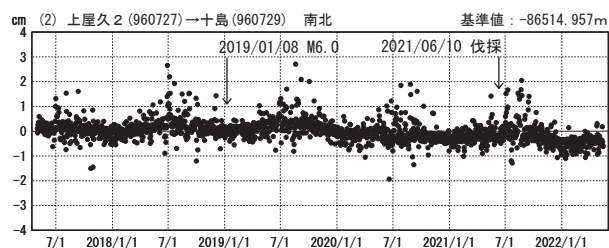
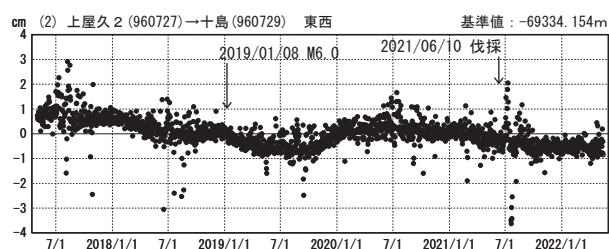
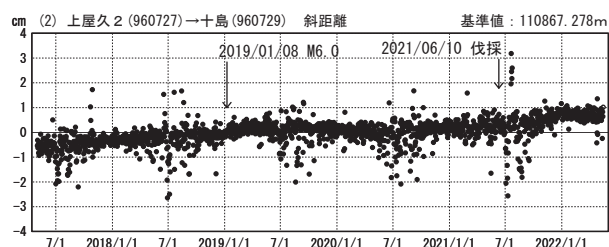
期間：2017/05/01～2022/05/15 JST



●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

成分変化グラフ（長期）

期間：2017/05/01～2022/05/15 JST

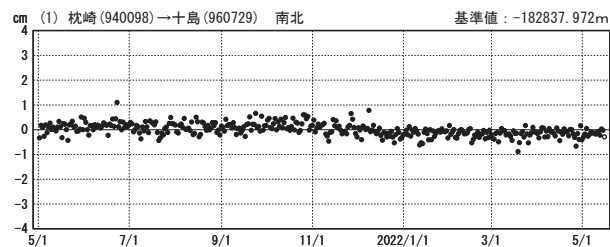
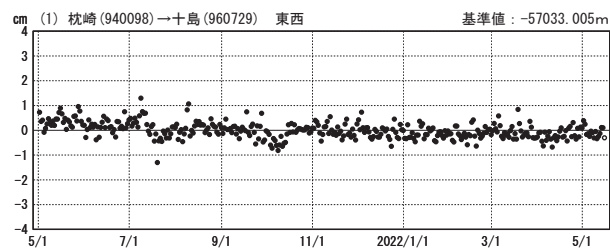
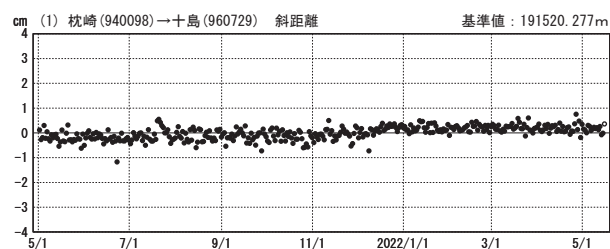


●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

国土地理院・気象庁

成分変化グラフ（短期）

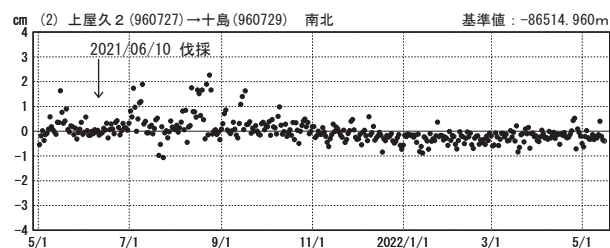
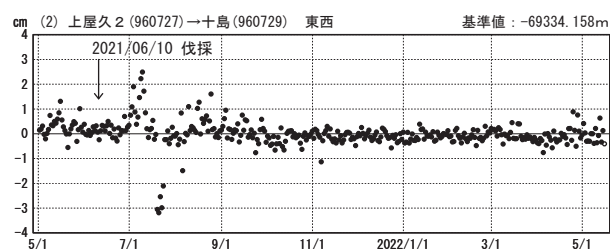
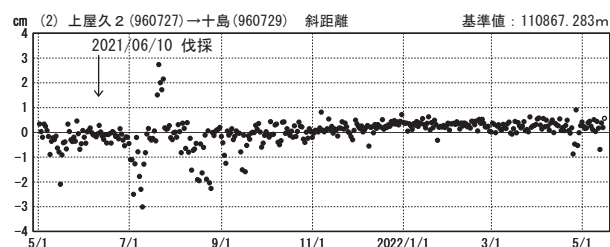
期間：2021/05/01～2022/05/15 JST



国土地理院・気象庁

成分変化グラフ（短期）

期間：2021/05/01～2022/05/15 JST



国土地理院・気象庁

※[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

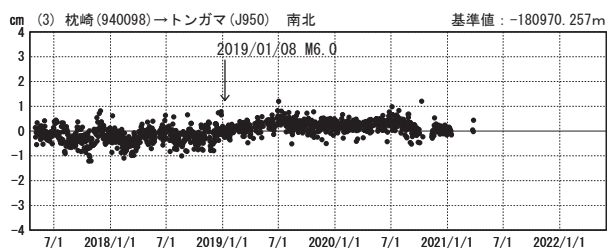
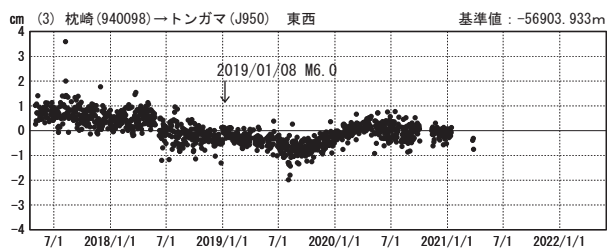
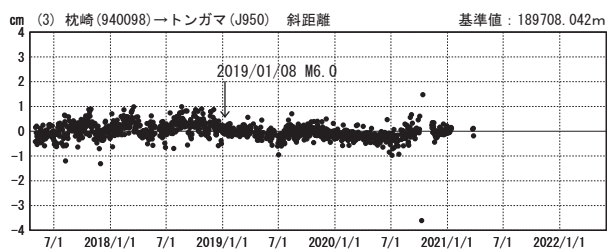
第2-1図 諏訪之瀬島周辺のGNSS連続解析器線図による成分変化グラフ

(左列：2017年5月～2022年5月15日、右列：2021年5月～2022年5月15日)

諏訪之瀬島

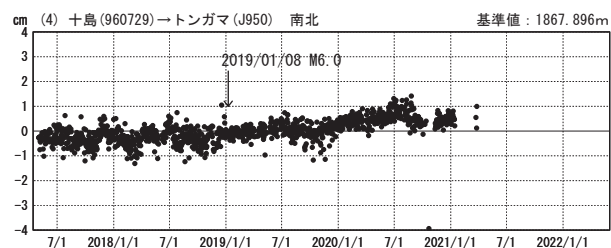
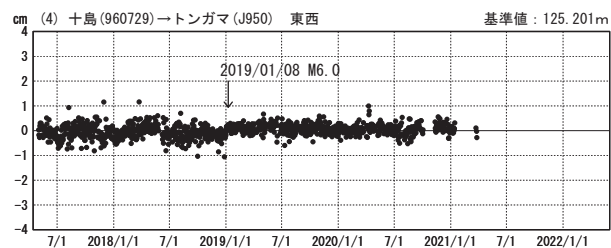
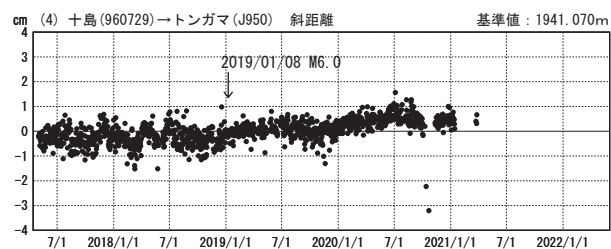
成分変化グラフ（長期）

期間：2017/05/01～2022/05/15 JST



成分変化グラフ（長期）

期間：2021/05/01～2022/05/15 JST



●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

国土地理院・気象庁

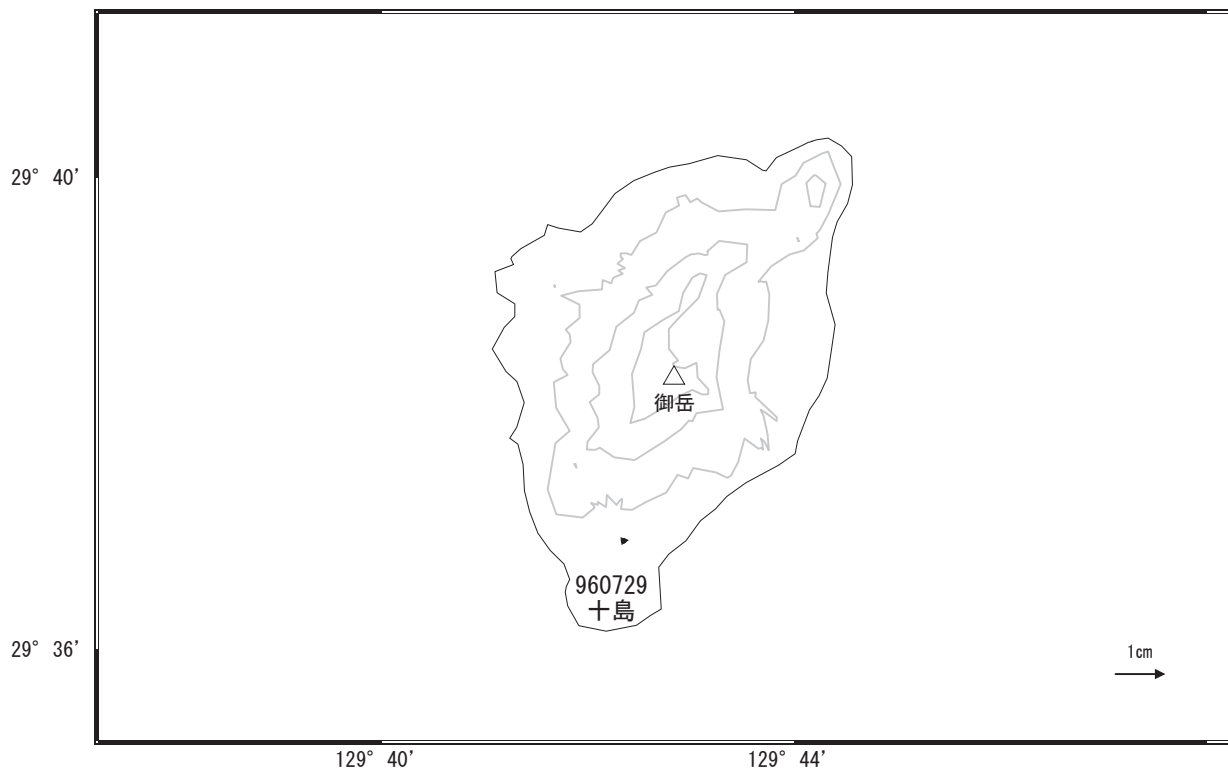
※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第2-2図 諏訪之瀬島周辺のGNSS連続解析器線図による成分変化グラフ

(左列：2017年5月～2022年5月15日、右列：2021年5月～2022年5月15日)

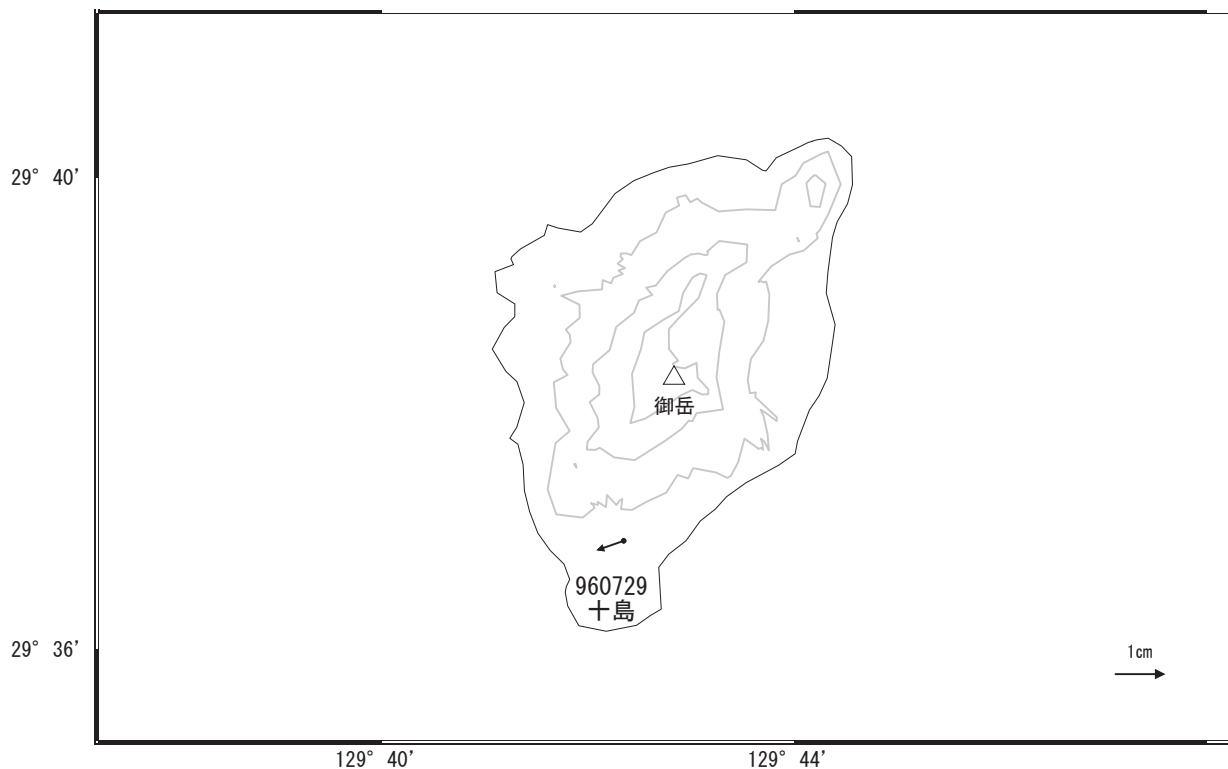
諏訪之瀬島周辺の地殻変動(水平:3か月)

基準期間:2022/02/06~2022/02/15[F5:最終解]
 比較期間:2022/05/06~2022/05/15[F5:最終解]



諏訪之瀬島周辺の地殻変動(水平:1年)

基準期間:2021/05/06~2021/05/15[F5:最終解]
 比較期間:2022/05/06~2022/05/15[F5:最終解]



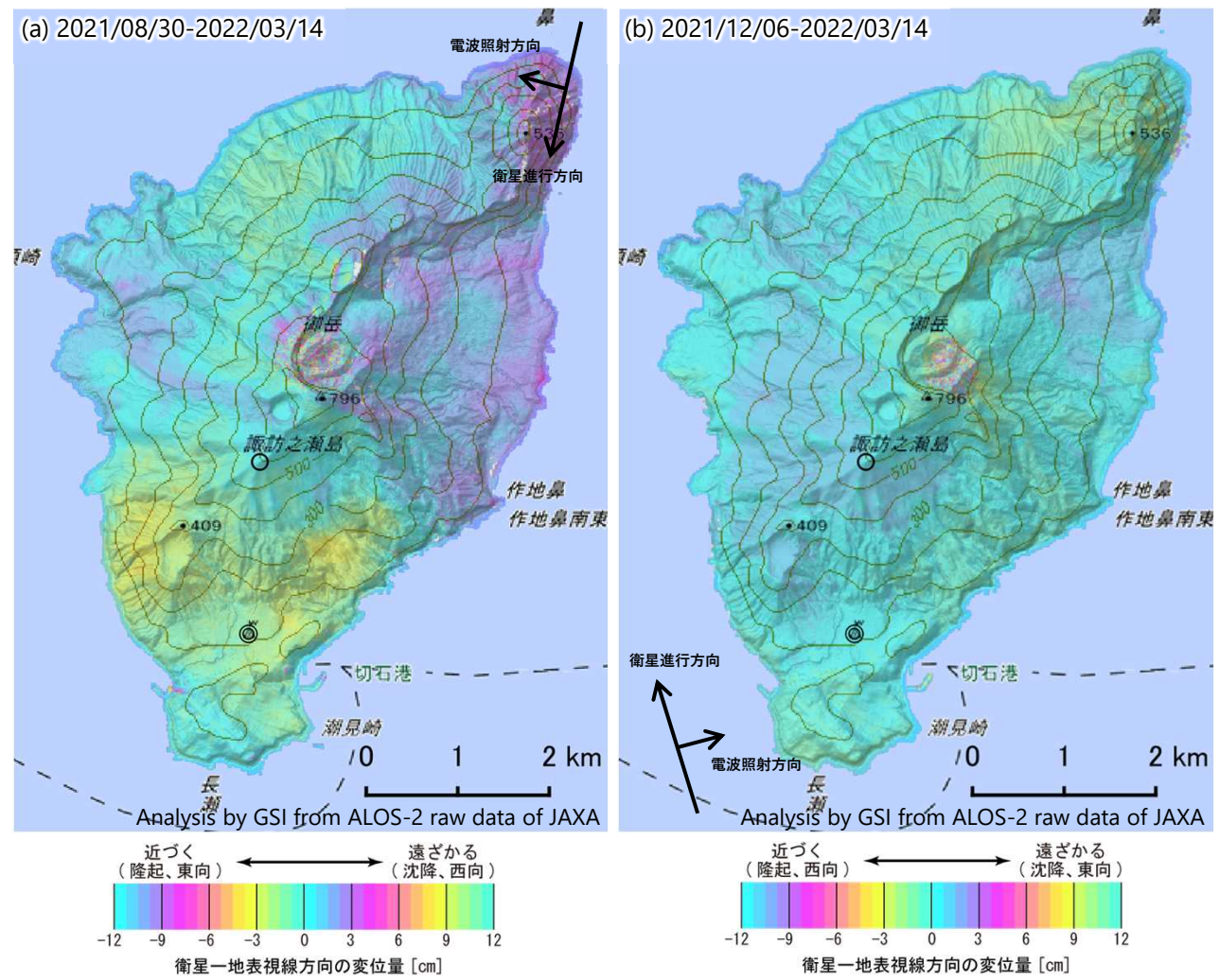
第3図 諏訪之瀬島周辺の電子基準点・気象庁GNSS観測点の統合解析による水平変動ベクトル図

(上段:2022年2月~5月、下段:2021年5月~2022年5月)

諏訪之瀬島

諏訪之瀬島のSAR干渉解析結果について

ノイズレベルを超える変動は見られません。



	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2021/08/30 2022/03/14 12:20頃 (196日間)	2021/12/06 2022/03/14 0:25頃 (98日間)
衛星進行方向	南行	北行
電波照射方向	右(西)	右(東)
観測モード*	U-U	U-U
入射角	39.7°	43.7°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 311m	- 24m

* 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

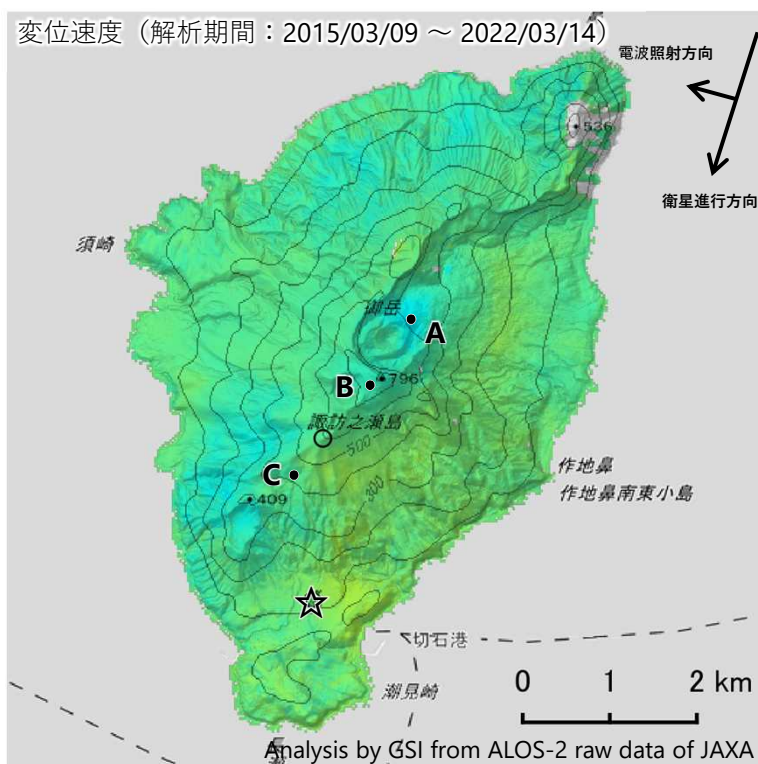
背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

第 4 図 「だいち 2 号」 PALSAR-2による諏訪之瀬島周辺地域の解析結果

諏訪之瀬島

諏訪之瀬島の干渉SAR時系列解析結果（南行）

御岳の地点A周辺に、衛星から遠ざかる変動が見られます。

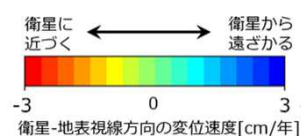


衛星名	ALOS-2
観測期間	2015/03/09 ～ 2022/03/14 (2562日間)
衛星進行方向	南行
電波照射方向	右(西)
観測モード*	U
入射角	39.7°
偏波	HH
データ数	22
干渉ペア数	46

* U：高分解能(3m)モード

◎ 国土地理院のGNSS観測点

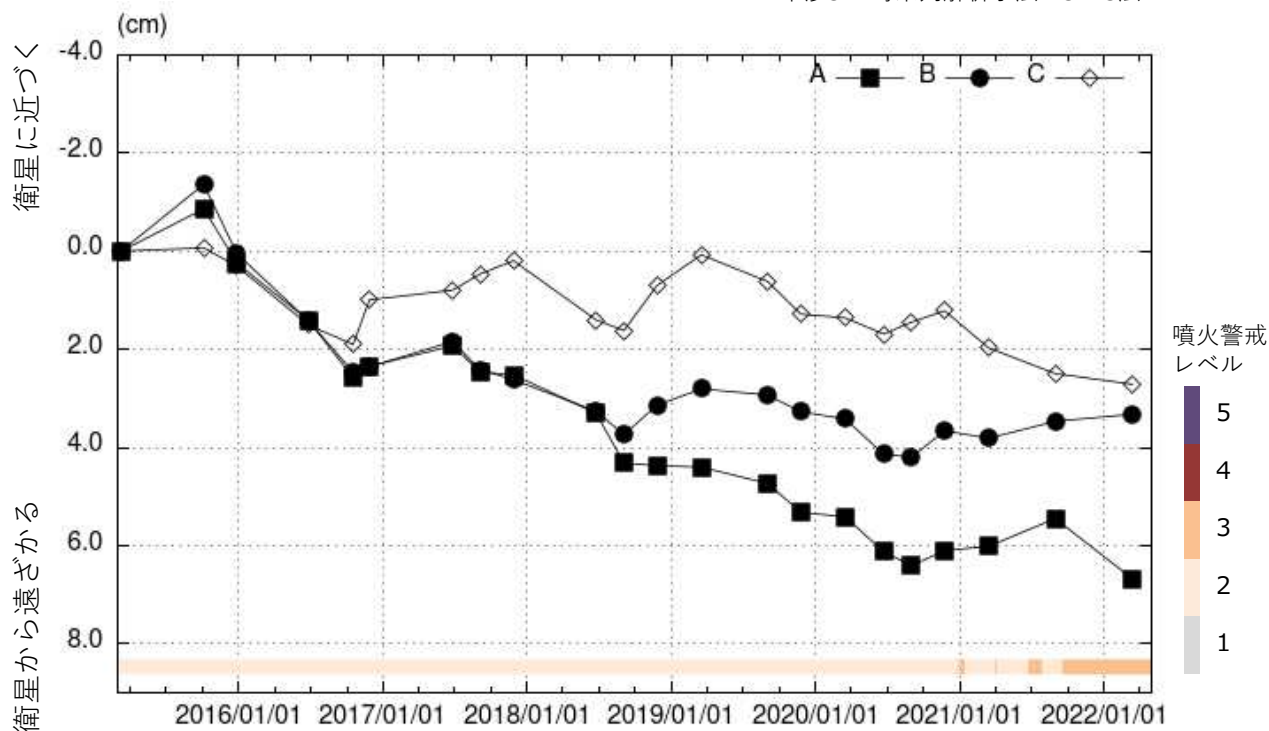
○ 国土地理院以外のGNSS観測点



背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

※参照点は電子基準点「十島」付近（☆）

干渉SAR時系列解析手法：SBAS法



地点A・B・C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。

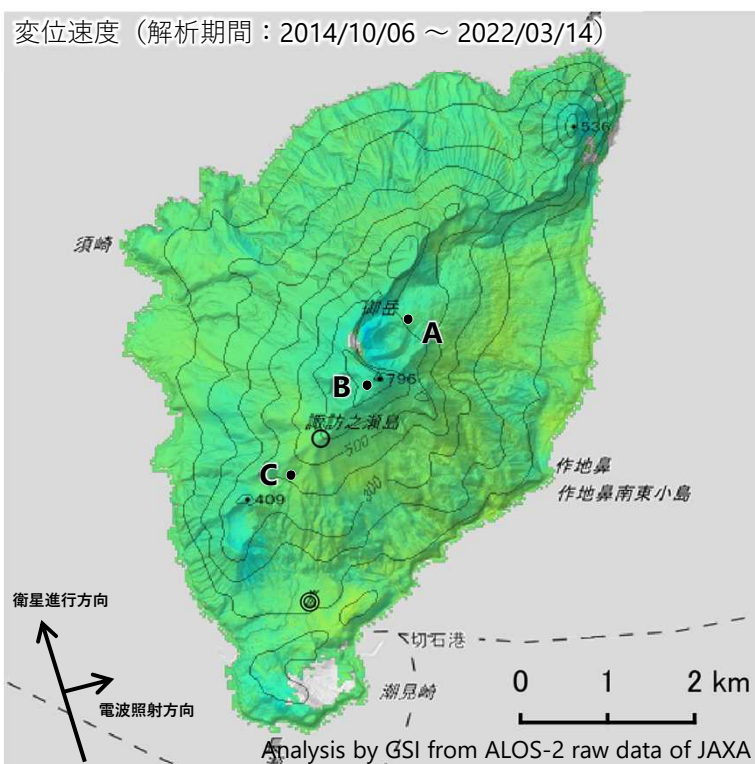
第5図 諏訪之瀬島の干渉SAR時系列解析結果（2015年3月～2022年3月）

（上段）変位速度の分布 （下段）変動の時系列データ

諏訪之瀬島

諏訪之瀬島の干渉SAR時系列解析結果（北行）

ノイズレベルを超える変動は見られません。

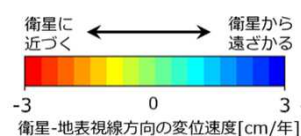


衛星名	ALOS-2
観測期間	2014/10/06 ～ 2022/03/14 (2716日間)
衛星進行方向	北行
電波照射方向	右(東)
観測モード*	U
入射角	43.7°
偏波	HH
データ数	22
干渉ペア数	66

* U：高分解能(3m)モード

◎ 国土地理院のGNSS観測点

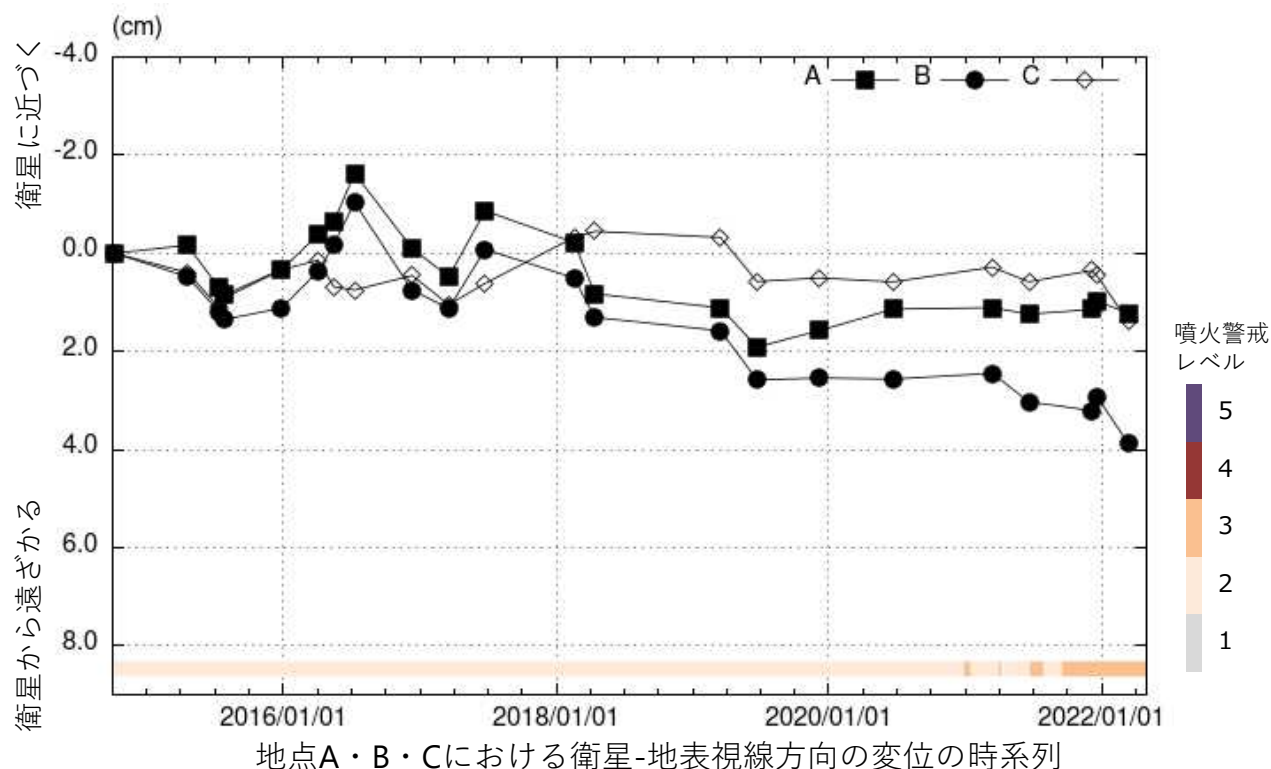
○ 国土地理院以外のGNSS観測点



背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

※参照点は電子基準点「十島」付近（☆）

干渉SAR時系列解析手法：SBAS法



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。

第6図 諏訪之瀬島の干渉SAR時系列解析結果（2014年10月～2022年3月）

諏訪之瀬島

（上段）変位速度の分布 （下段）変動の時系列データ

第 150 回火山噴火予知連絡会

国土交通省砂防部
九州地方整備局
鹿児島県

・ 降灰状況（図 1～6）

諏訪之瀬島では、溪流において土石流を引き起こす原因となる降灰量の調査のため、鹿児島県が火山噴火緊急減災対策砂防計画に基づき、2021 年 1 月 6 日に簡易降灰量計 3 基を設置し、7 日より観測を開始した。2 月 6 日に追加で 1 基設置し、現在 4 箇所では観測している。収集した降灰は、十島村の非常勤職員により、フェリーの定期便の運行に合わせ、概ね週 2 回収し、降灰量を算定している。

国土交通省は土砂災害防止法に基づき、一定規模以上の降灰があった際には緊急調査を行うため、鹿児島県より報告を受けている。

期間内（2021 年 11 月 28 日～2022 年 5 月 14 日）では、2022 年 3 月 22～3 月 24 にかけて御岳で爆発が多発したことから降灰厚が増加。図 3 の手法にて計算した結果、最も火口に近い S1 観測点で、降灰厚が 0.614cm であり、3 月 24 日時点で降灰厚累計値は 2.537cm であった。

さらに、国土交通省では諏訪之瀬島の火山活動の活発化に伴い、2021 年 7 月 3 日に降灰ゲージ・降灰マーカーを設置した。降灰状況はインターバルカメラにより、九州地方整備局及び鹿児島県が随時確認することができる。降灰ゲージ・降灰マーカーでも、2022 年 3 月 24 日には最大 1 cm 程度降灰していることが確認された。（図 4）

また、国土交通省では 2021 年 11 月より鹿児島大学地頭園教授、鹿児島県及び十島村と合同で現地調査を実施している。（2021 年 11 月 14 日、2022 年 2 月 28 日、2022 年 4 月 6 日に実施。）

4 月 6 日の調査において、ヘリ調査では集落上流の斜面では厚い火山灰の堆積は認められず、地上調査における浸透能調査が極端に低下している状況では無く、少ない雨では土石流の発生の可能性は低いことが確認された。（図 5 及び図 6）

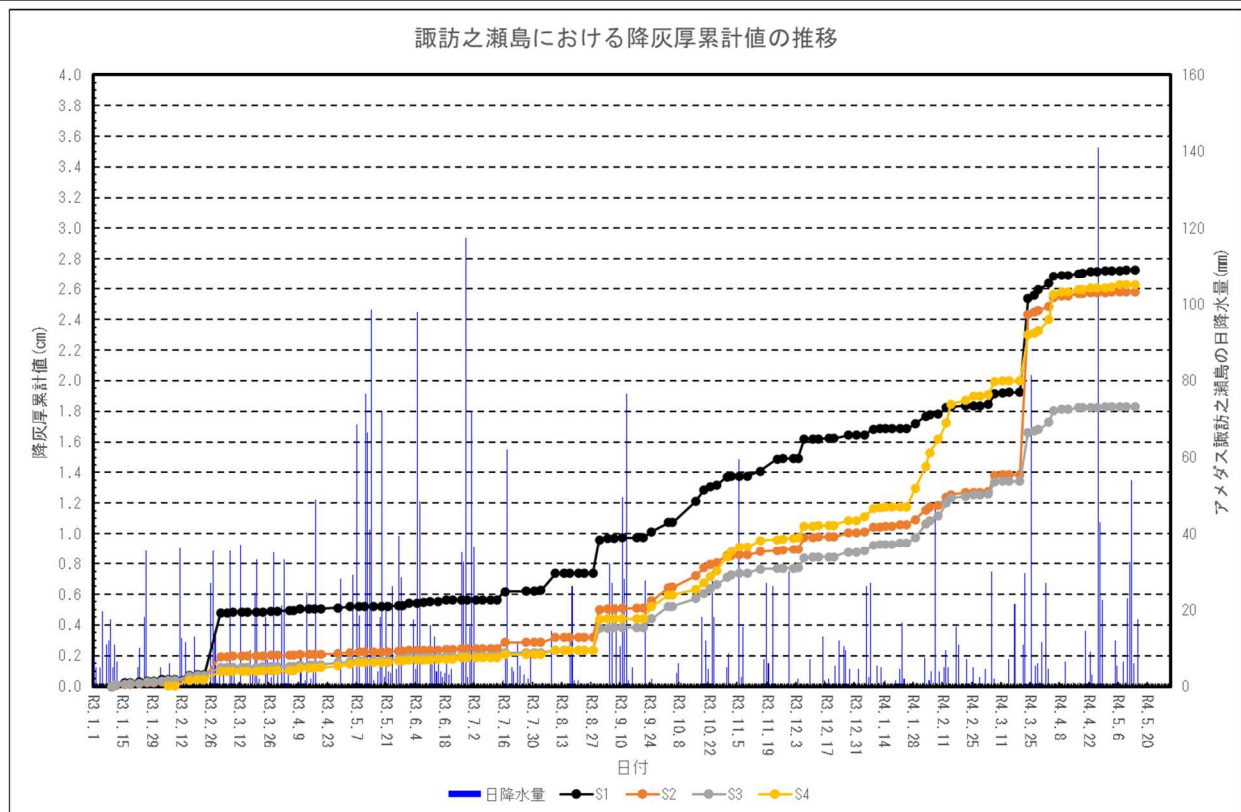
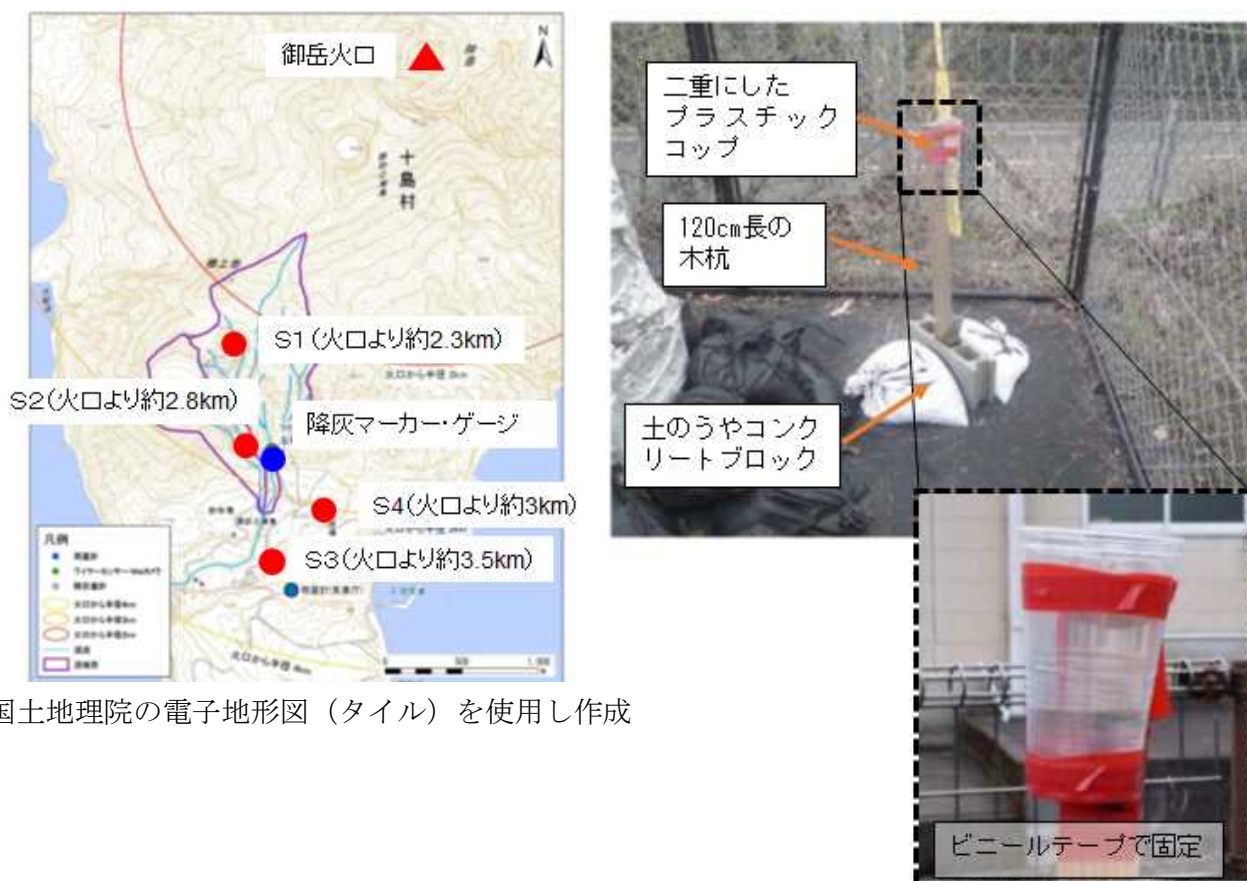


図 1 諏訪之瀬島における降灰厚累計値の推移（2021 年 1 月 7 日～2022 年 5 月 14 日）

第 150 回火山噴火予知連絡会

国土交通省砂防部
九州地方整備局
鹿児島県



国土地理院の電子地形図（タイル）を使用し作成

図2 簡易降灰量計及び降灰ゲージ・降灰マーカージ設置位置図および写真

降灰は、現地で雨水も含めて「密閉できる袋」にて回収の後、鹿児島市内へ配送。配送された降灰等は乾燥ののち、乾燥重量とコップの呑口面積から「単位面積当たりの降灰量」を算定。



図3 降灰量調査の方法

第 150 回火山噴火予知連絡会

国土交通省砂防部
九州地方整備局
鹿児島県



図 4 降灰ゲージ・降灰マーカーでの監視状況

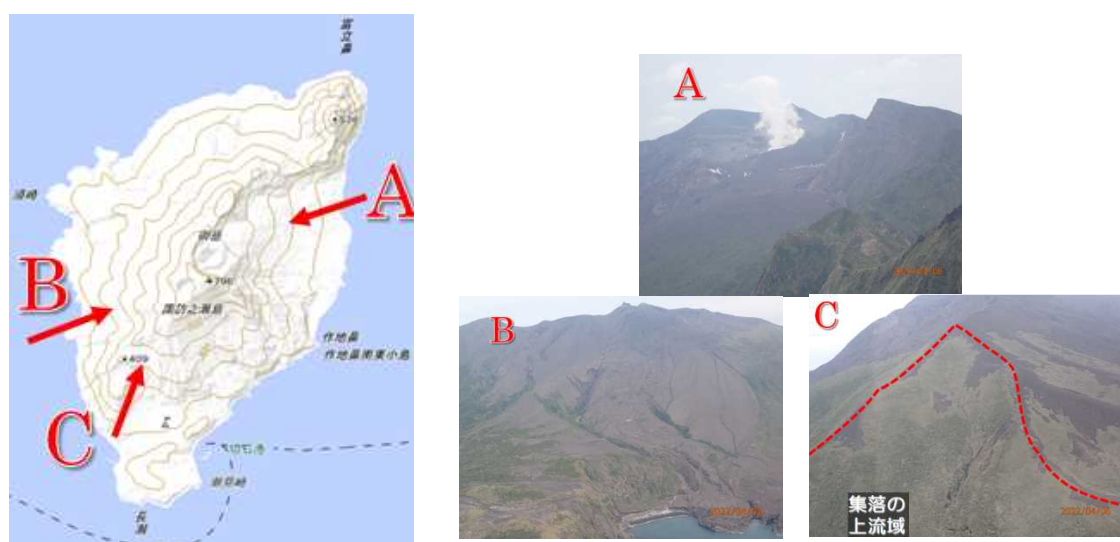


図 5 ヘリ調査の状況（2022 年 4 月 6 日実施）

浸透能調査の様子
(2021/11/14)



浸透能調査の様子
(2022/ 4 / 6)

図 6 地上での浸透能調査の様子

諏訪之瀬島



第 1 図 諏訪之瀬島

地形図は国土地理院の電子地形図（タイル）を使用した

矢印は画像の撮影場所を示す

○ 最近の活動について

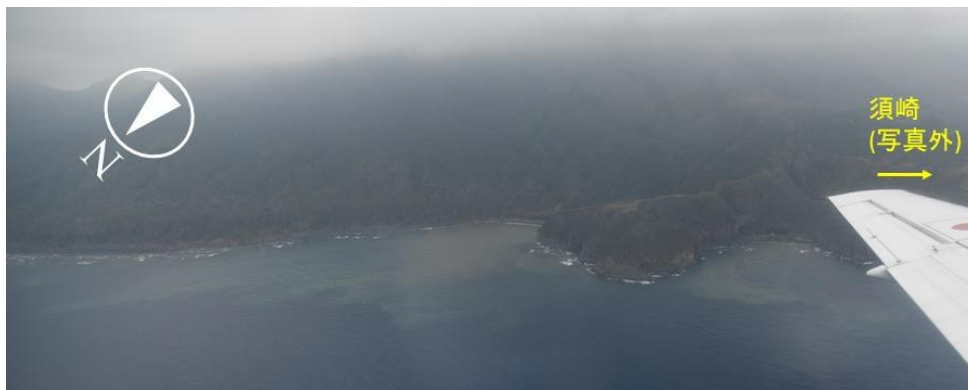
年月日	活 動 状 況
2022/3/15	・島全体が雲に覆われていたが、冠雲を突き抜けて上昇する噴煙を認めた（第 2 図）。 ・諏訪之瀬島西岸の須崎北方及び南方に茶褐色～黄緑色の変色水が分布していた（第 3・4 図）。



第 2 図

諏訪之瀬島から突き抜ける噴煙

2022 年 3 月 15 日 13:13 撮影

第 3 図 諏訪之瀬島東岸
須崎北方の変色水2022 年 3 月 15 日 14:28
撮影第 4 図 諏訪之瀬島東岸
須崎南方の変色水2022 年 3 月 15 日 14:29
撮影