

第 147 回 火山噴火予知連絡会資料

(その2の5)

諏訪之瀬島

令和 2 年 12 月 23 日

火山噴火予知連絡会資料(その2の5)

目次

諏訪之瀬島	
気象庁	3-21
京大防災研	22-23
地理院	24-29
海保	30-31

諏訪之瀬島 (2020 年 11 月 30 日現在)

御岳火口では、10 月下旬以降、噴火活動が活発化している。

御岳火口では、長期的に噴火を繰り返しており、今後も火口周辺に影響を及ぼす程度の噴火が発生すると予想される。火口から概ね 1 km の範囲では、噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石に警戒が必要である。風下側では火山灰だけでなく小さな噴石が遠方まで風に流されて降るため注意が必要である。

○ 概況 (2020 年 6 月～2020 年 11 月 30 日)

・噴煙などの表面現象の状況 (図 1、図 2、図 3-①、図 4-①)

おたけ

御岳火口では、活発な噴火活動が続いている。噴火規模に大きな変化は認められない。

10 月下旬以降、噴火活動はより活発化し、頻繁に噴火を繰り返している。噴火による噴煙の最高の高さ¹⁾は 2,300m であった。また、噴火により火口から 200～700m 程度噴石が飛散するのを時々観測している。

同火口では概ね期間を通して、夜間に高感度の監視カメラで火映を観測した。

11 月 4 日から 9 日にかけて現地調査を実施した。赤外熱映像装置による観測では山体の地表面温度分布に特段の変化は認められなかった。

・地震、微動の発生状況 (図 3-②～⑥、図 4-②～⑤、図 5～10)

2019 年 11 月頃から諏訪之瀬島周辺を震源とする A 型地震が一時的な増減を繰り返している。期間内では 9 月中旬から 10 月中旬にかけて増加した。9 月上旬までの地震の震源は主に島の西側海域であったが、9 月中旬以降は島の北西海域を震源とする地震が増加している。島周辺を震源とする地震により島内の震度観測点 (鹿児島十島村諏訪之瀬島) で震度 1 以上を 17 回観測した。このうち最大規模の地震は 10 月 8 日 12 時 34 分に発生したマグニチュード 4.1 の地震で、震度 3 を観測した。

10 月下旬以降、噴火活動の活発化に対応して、爆発地震、B 型地震及び火山性微動が増加している。爆発地震の規模は 4 月下旬の活発化時よりは概ね小さいが、B 型地震はやや振幅が大きいものも発生している。

・地殻変動 (図 3-⑦、図 4-⑥、図 11、図 12)

傾斜計では、2019 年後半から従来のトレンドと異なる北西方向の変動がみられる。

GNSS 連続観測では、島内の基線で 2019 年 12 月頃からわずかな伸びが認められていたが、2020 年 9 月頃から停滞している。

光波測距観測では、山体斜面との斜距離に特段の変化は認められなかった。

1) 2003 年 3 月 28 日以降、噴煙の最高高度は監視カメラによる観測値と十島村役場諏訪之瀬島出張所の報告値のうち高い値を用いている。

・火山ガスの状況（図 4-⑦）

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 日あたり 400～5,100 トンであった。



図 1-1 諏訪之瀬島 噴火の状況（11 月 12 日：寄木監視カメラ）

11 月 12 日 02 時 57 分に発生した噴火では、弾道を描いて飛散する大きな噴石が火口から約 600m まで達した。



図 1-2 諏訪之瀬島 噴火の状況（11 月 13 日、上：キャンプ場監視カメラ 下：寄木監視カメラ）

11 月 13 日 09 時 20 分に発生した噴火では、噴煙が火口縁上 1,500m まで達した。



図 2-1 諏訪之瀬島 諏訪之瀬島東側斜面の地表面温度分布（東方沖より 11 月 5 日に撮影）

前回観測時（2019 年 12 月 14 日）と同様に御岳火口周辺及び火口北側斜面、東海岸線上部に引き続き地熱域が認められたが、周囲との温度差は小さく、大きな変化は認められない。



図 2-2 諏訪之瀬島 トンガマ尾根の地表面温度分布 (11 月 5 日トンガマ GNSS 観測点より撮影)
噴気や地熱域は認められなかった。

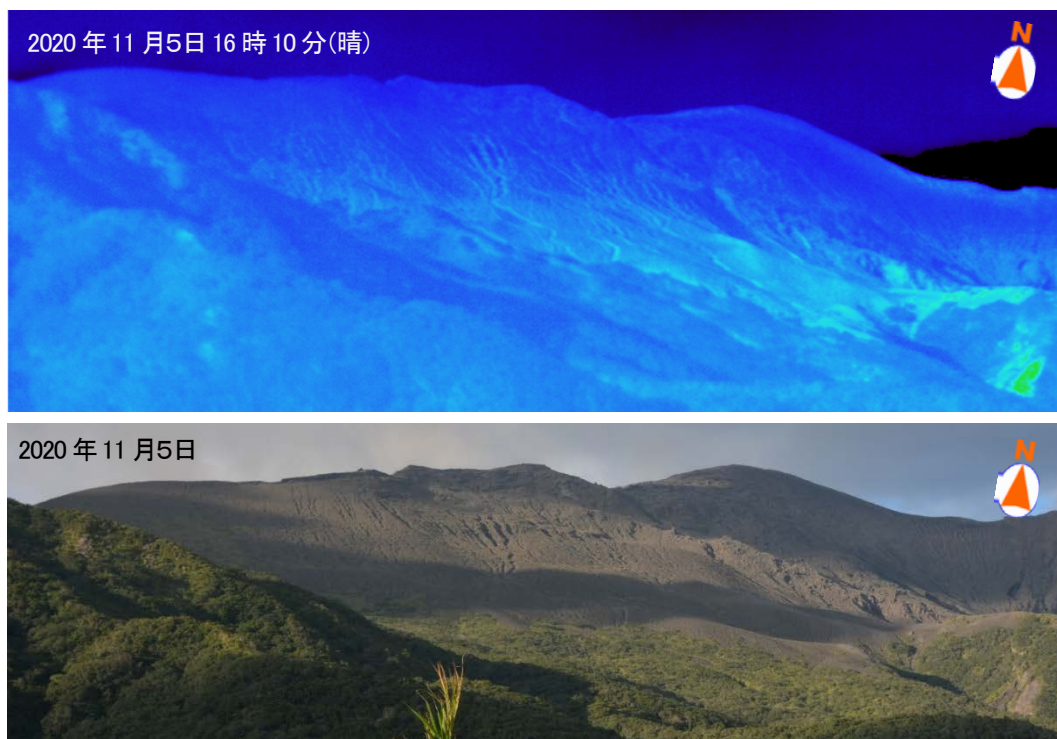


図 2-3 諏訪之瀬島 御岳火口南東斜面の地表面温度分布 (11 月 5 日牧場より撮影)
噴気や地熱域は認められなかった。

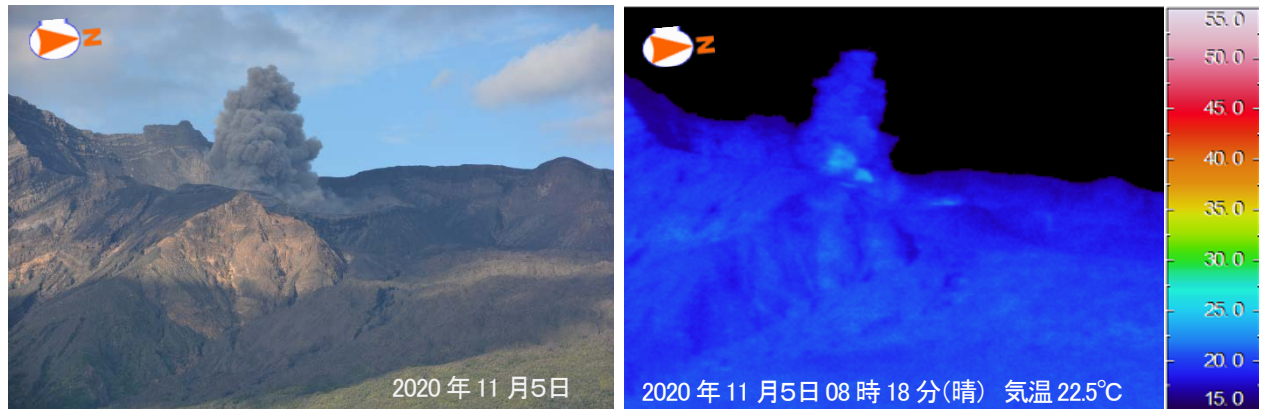


図 2-4 諏訪之瀬島 11 月 5 日 08 時 18 分頃に発生した噴火の状況（東方沖より撮影）
噴火は御岳火口内の南側で発生していると推定される。



図 2-5 諏訪之瀬島 図 3-1～4 の撮影位置と撮影方向

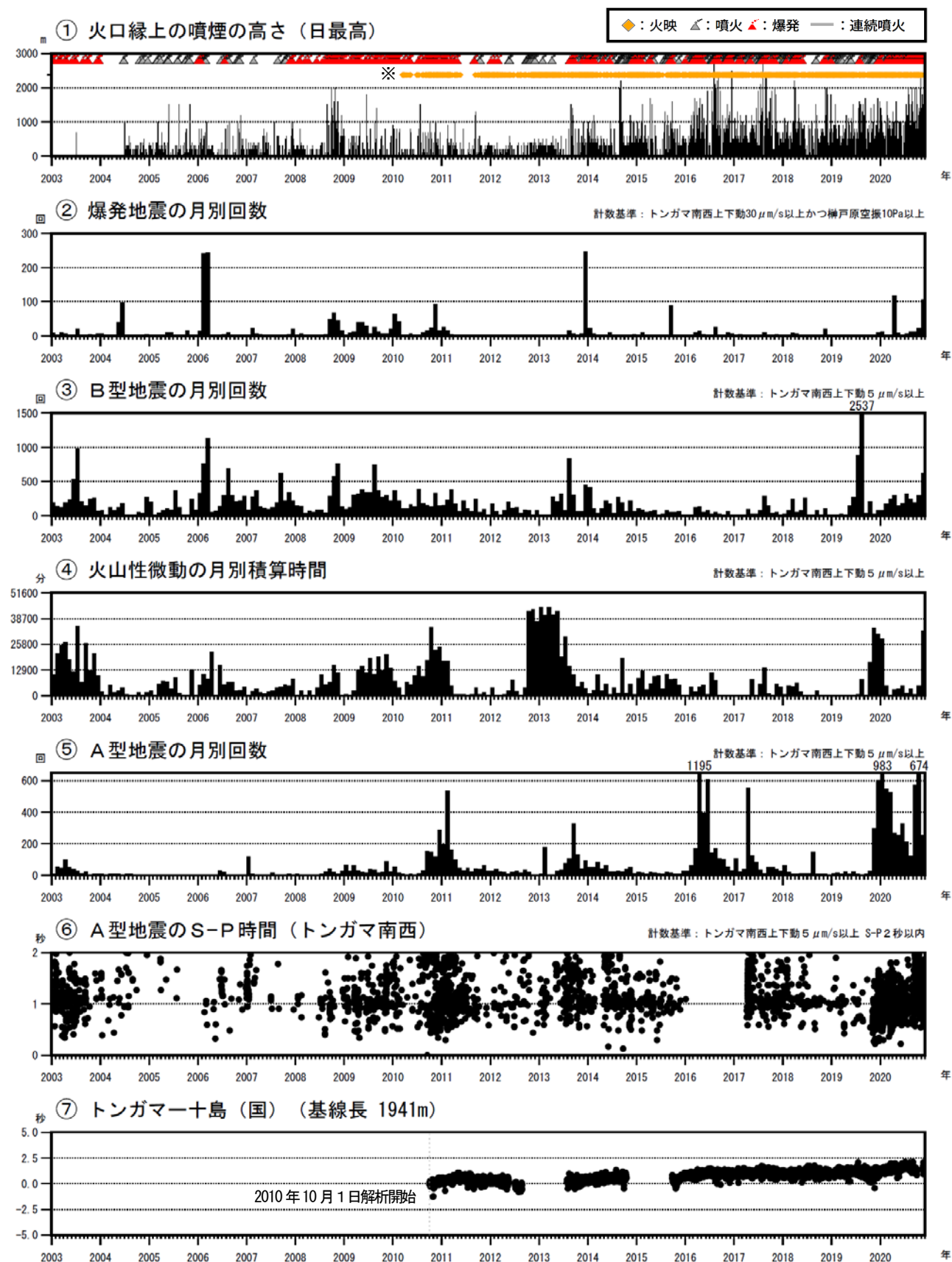


図3 諏訪之瀬島 長期の火山活動経過図（2003年1月～2020年11月30日）

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。

⑦の基線は図13の①に対応している。⑦の基線の空白部分は欠測を示している。

※ 気象庁が設置した監視カメラの高感度化により、2010年以降、火映の観測が可能となった

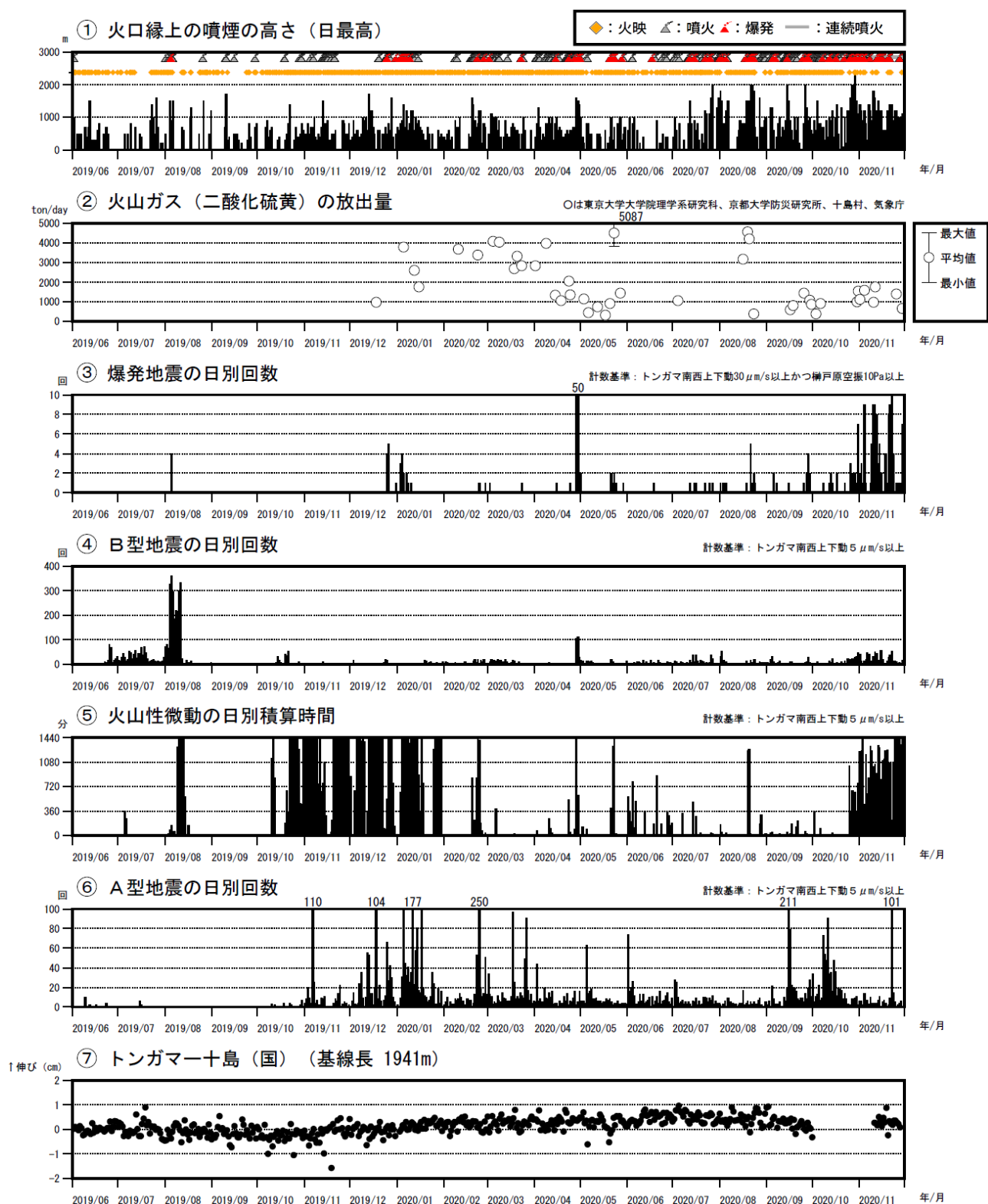


図4 諏訪之瀬島 短期の火山活動経過図（2019年12月～2020年11月30日）

<2020年6月～2020年11月30日の状況>

- ・ 噴火による噴煙の高さの最高は、火口縁上2,300mであった。
- ・ 御岳火口では概ね期間を通して、夜間に高感度の監視カメラで火映を観測した。
- ・ 9月中旬から10月中旬にかけて諏訪之瀬島周辺を震源とするA型地震が増加した。
- ・ GNSS連続観測では、島内の基線で2019年12月頃からわずかな伸びが認められていたが、2020年9月頃から停滞している
- ・ 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日あたり400～5,100トンであった。

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。

諏訪之瀬島

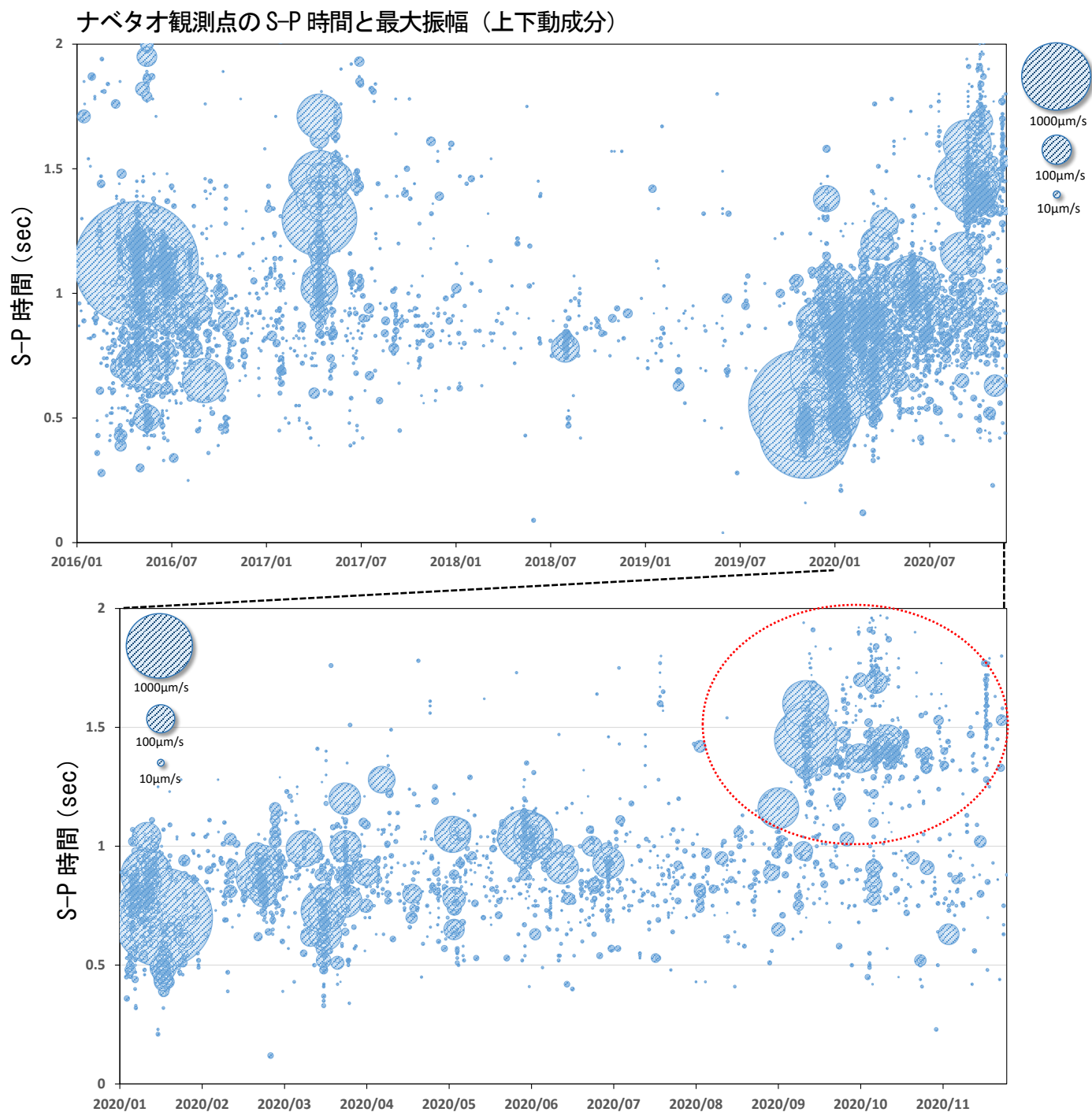


図5 諏訪之瀬島 ナベタオ観測点で観測されたA型地震の S-P 時間と最大振幅
(2020 年 1 月～2020 年 11 月 30 日)

2020 年 9 月中旬頃から、島の北西海域を震源とする S-P 時間がやや大きい地震が増加している。これらの地震は主に諏訪之瀬島の北西海域で発生している。また、島の西側海域を震源とする S-P 時間 0.5～1.0 秒程度の地震は減少している。

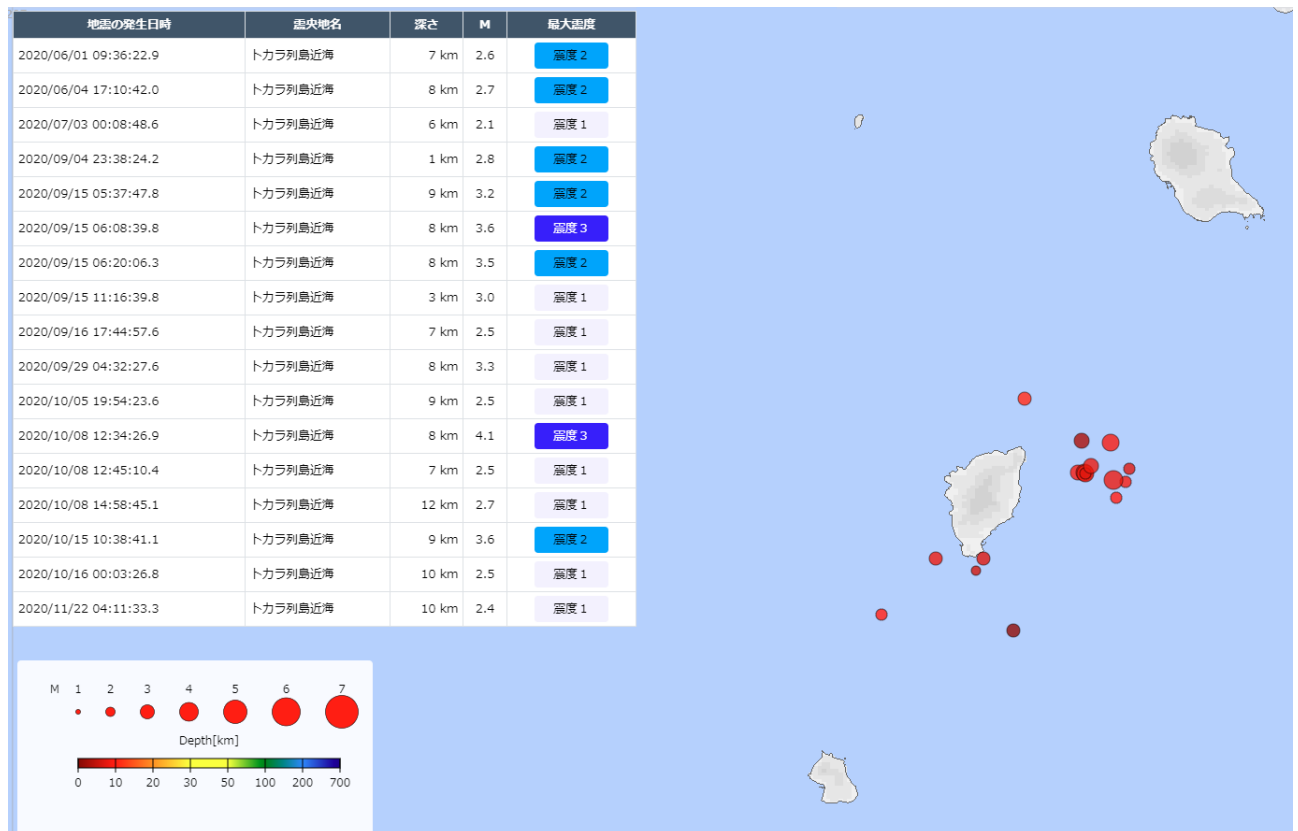


図6 諏訪之瀬島 諏訪之瀬島の震度観測点（鹿児島十島村諏訪之瀬島）で震度1以上を観測した地震（2020年6月～2020年11月30日）

諏訪之瀬島付近を震源とする地震により震度1以上を17回観測した（一元化震源）。

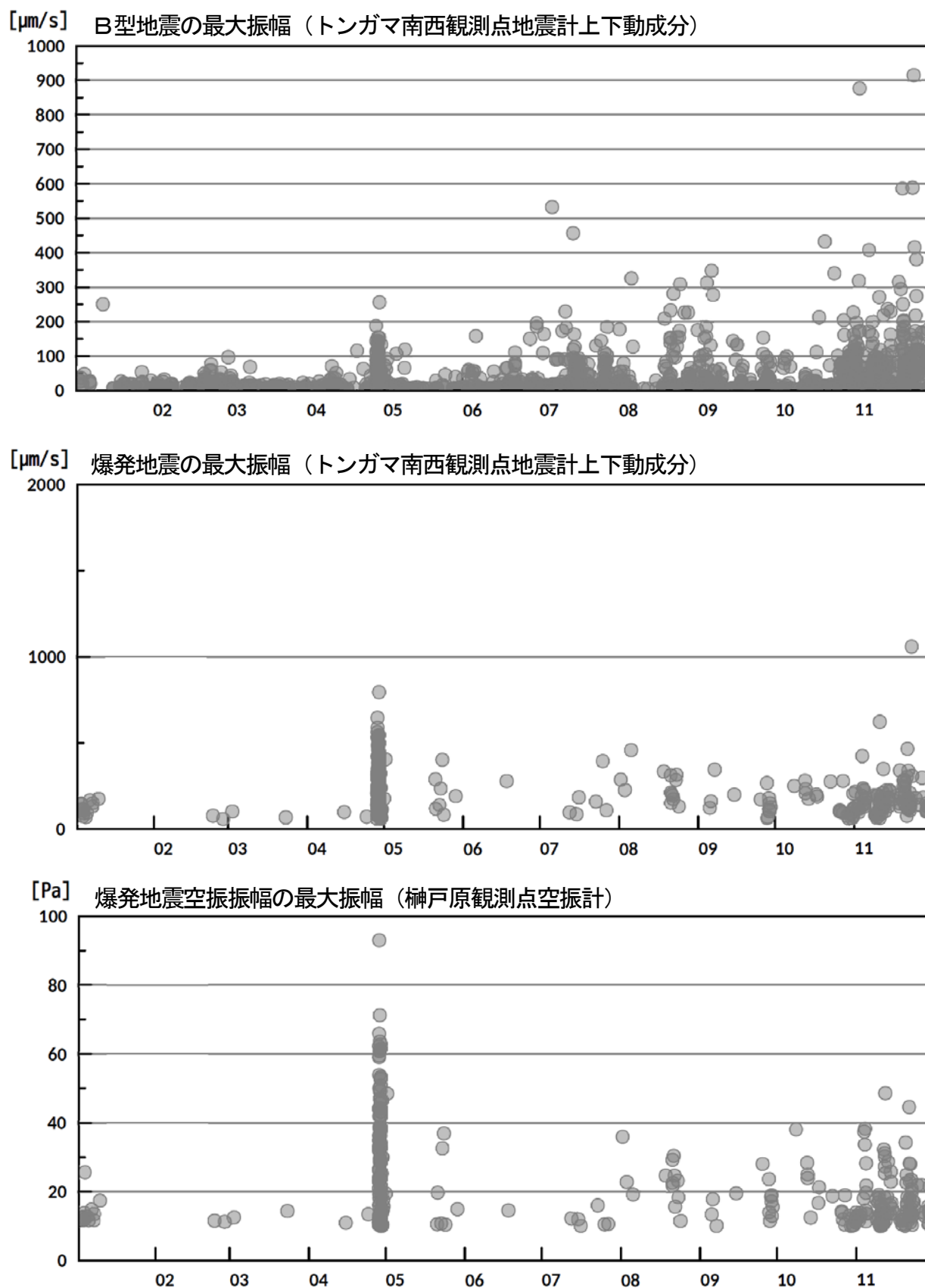


図 7-1 諏訪之瀬島 B型地震及び爆発地震の最大振幅（2020 年 1 月～2020 年 11 月 30 日）

10 月下旬頃より低周波地震、爆発地震が増加している。B型地震はやや振幅の大きいものも認められる。爆発地震の振幅は 4 月下旬の多発時よりも小さい。

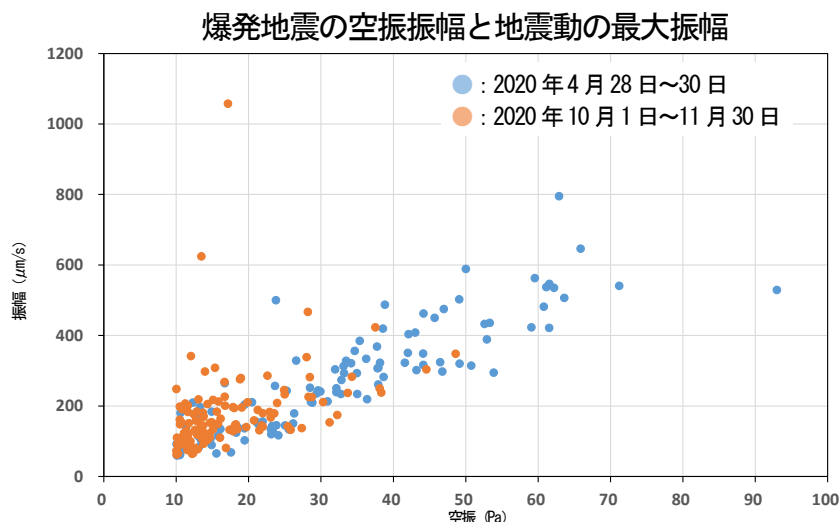


図 7-2 諏訪之瀬島 噴火活動が活発な時期の爆発地震の空振振幅と最大振幅

4 月下旬の活発化時と 10 月以降の爆発の規模を比較すると、4 月の活発化時の方が規模は大きい。

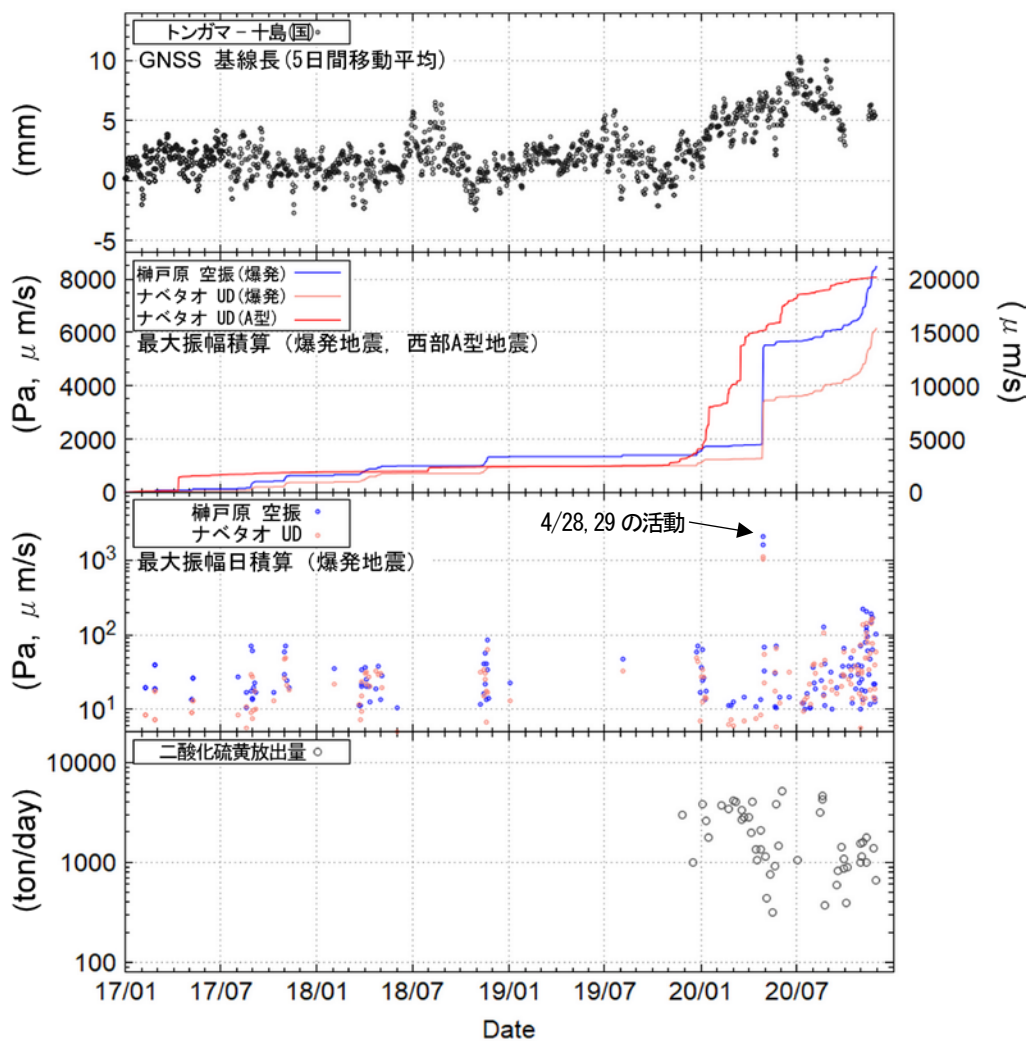
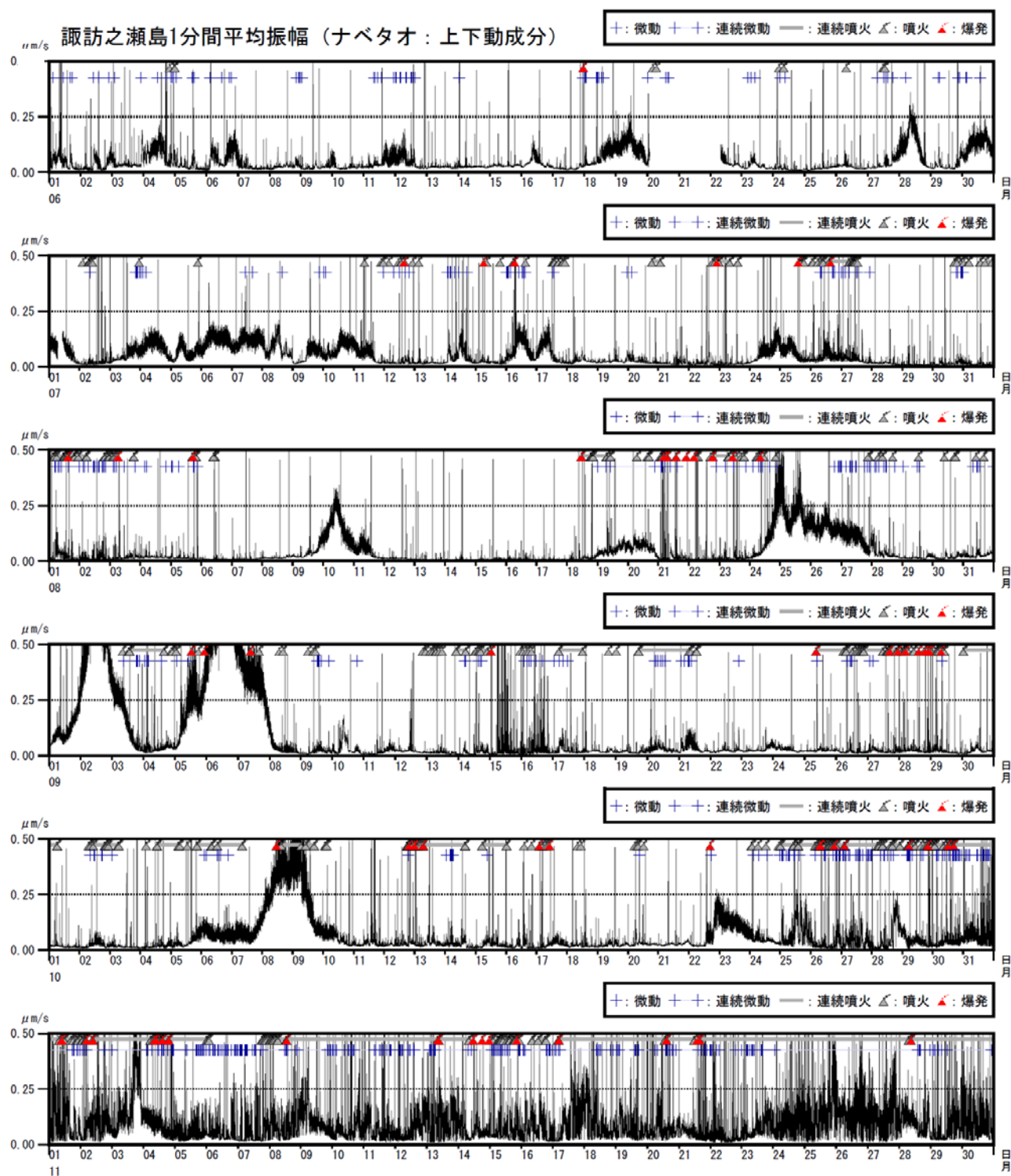


図 8 諏訪之瀬島 活動経過図 (2017 年 1 月～2020 年 11 月 30 日)

2019 年 9 月頃から基線長 (トンガマー十島 (国)) の伸び、島の西側海域を震源とする地震の増加が認められたが、2020 年 9 月頃からは基線長の伸びは停滞し、西側海域の地震は減少している。基線長の伸びの時期に二酸化硫黄放出量に増加が認められる。

10 月下旬からの噴火活動活発化に対応して爆発地震の振幅積算に増加が認められる。



10 月下旬からの噴火活動活発化に対応して火山性微動の振幅が大きくなっている。

微動マークのないところの平均振幅大は気象などの火山活動以外の要因による。

6 月 20 日から 22 日にかけて、データが欠測している時間帯がある。

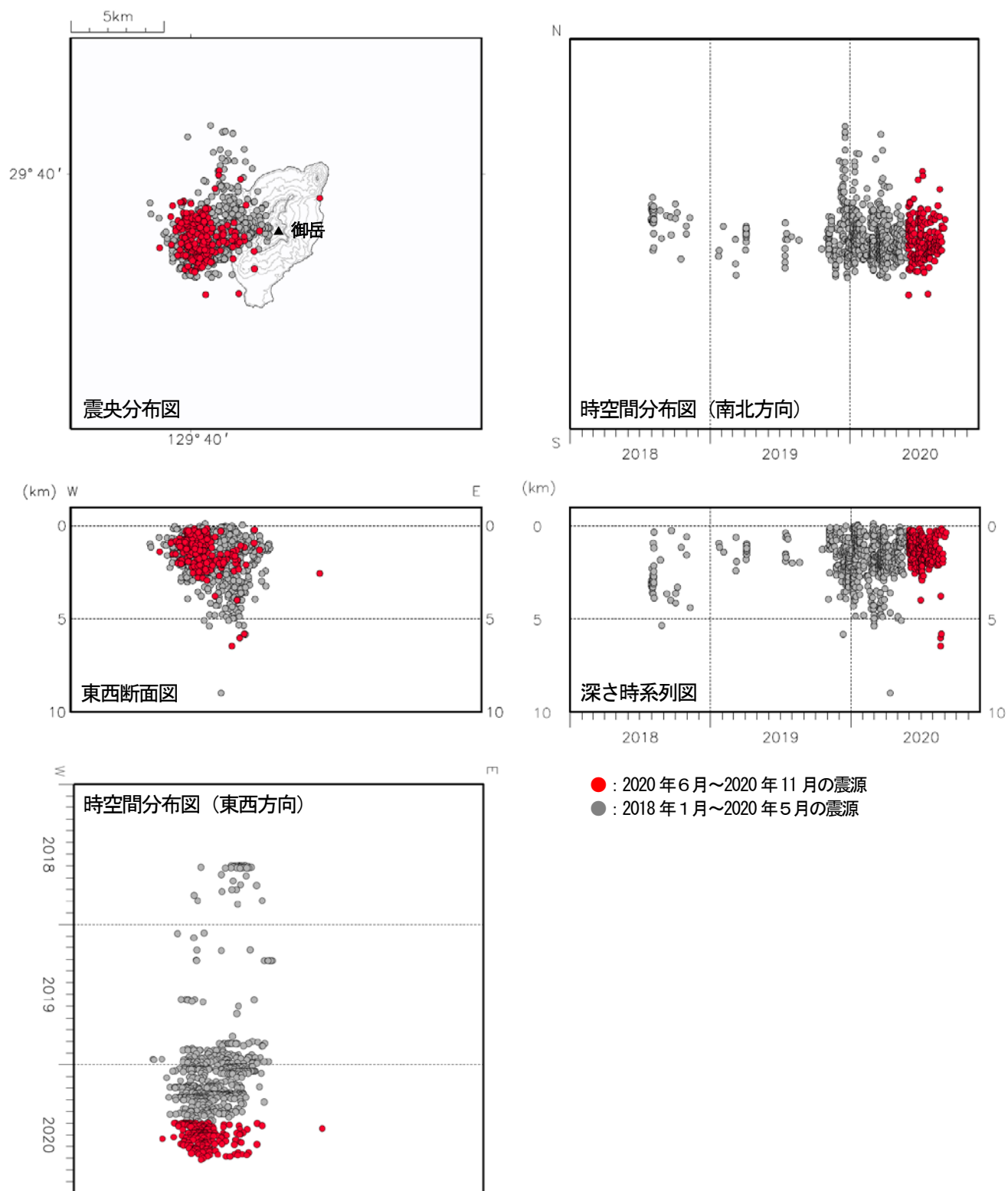


図 10-1 諏訪之瀬島 震源分布図 (2018 年 1 月～2020 年 11 月 30 日)

<2020 年 6 月～2020 年 11 月 30 日の状況>

震源が求まった火山性地震は主に諏訪之瀬島西方付近に分布した。

2018 年 8 月より諏訪之瀬島の震源決定をしている。

9 月頃から一部観測点の障害により震源決定できていない。

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50m メッシュ (標高)』を使用した。

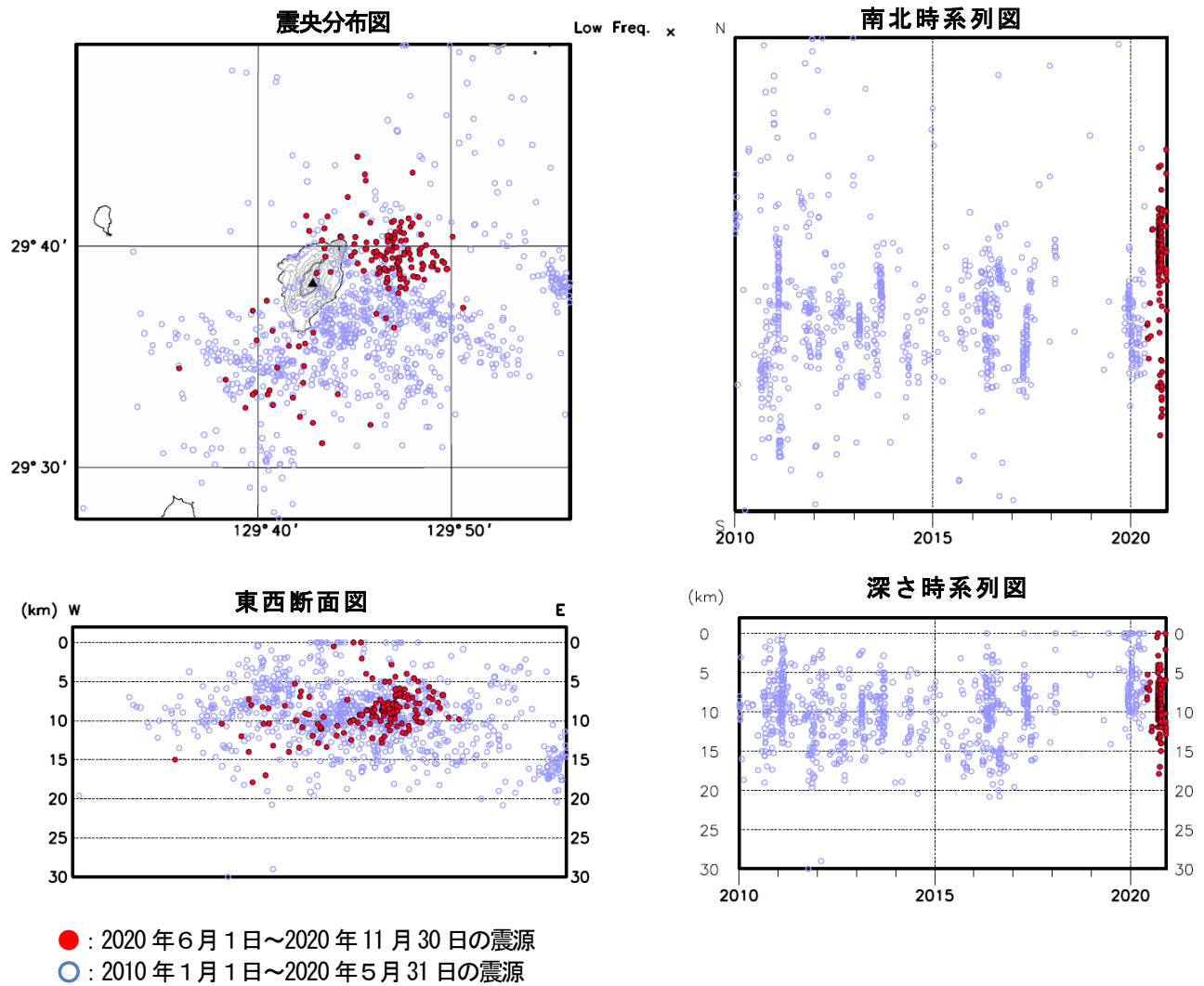


図 10-2 諏訪之瀬島 一元化震源による震源分布図 (2010 年 1 月～2020 年 11 月 30 日)

表示している震源には、震源決定時の計算誤差の大きなものがあることがある。

2020 年 4 月 18 日以降の地震について、暫定的に震源精査の基準を変更しているため、それ以前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。

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50m メッシュ (標高)』を使用した。

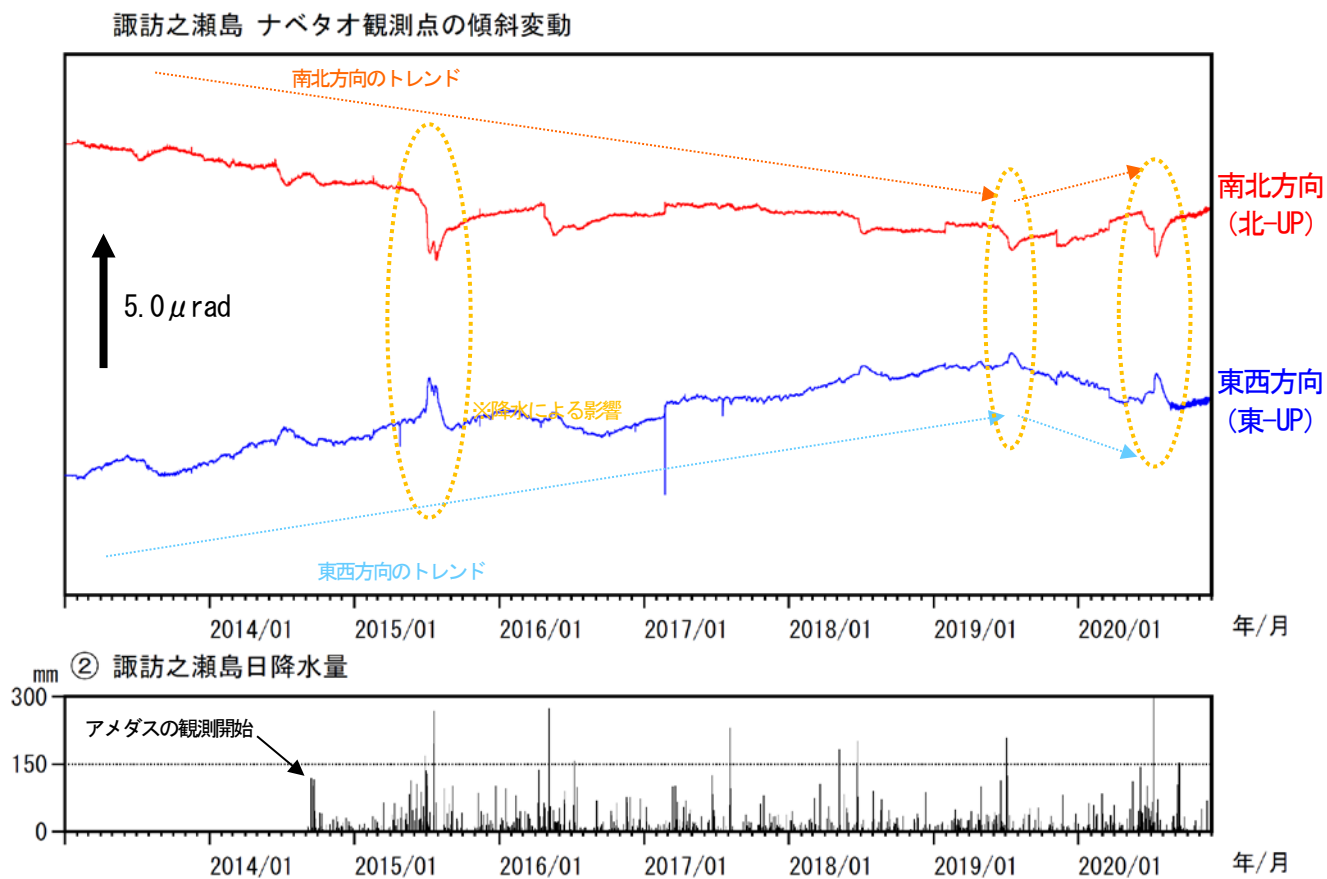


図 11 諏訪之瀬島 ナベタオ傾斜計の変化 (2013 年 1 月～2020 年 11 月 30 日) (時間値、潮汐補正済)
2019 年後半から従来のトレンドと異なる北西方向の変動がみられる。

※ナベタオ観測点では、梅雨の時期にまとまった降水があった後、南東方向が大きく上がる傾斜変動が例年みられている。

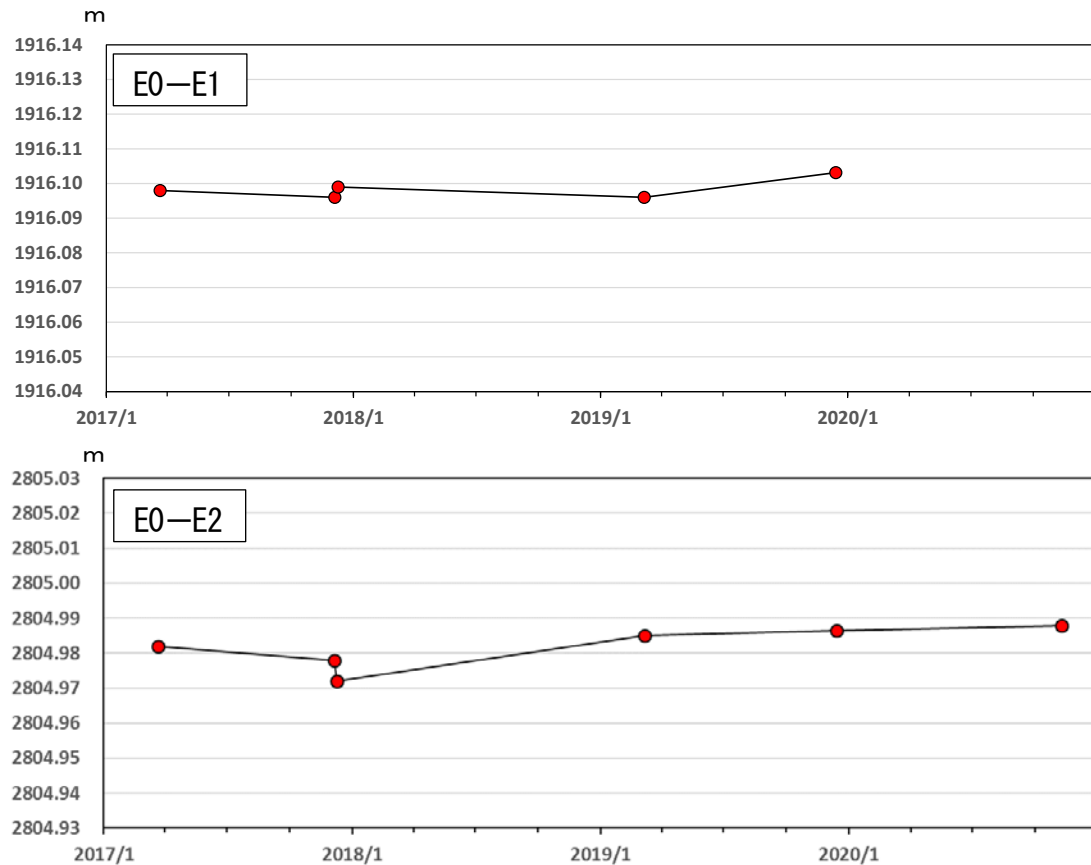


図 12-1 諏訪之瀬島 光波測距観測による斜距離変化 (2017 年～2020 年 11 月)

光波測距観測では特段の変化は認められない。

※11 月の調査ではE0-E1 の観測値は得られなかった。



図 12-2 諏訪之瀬島 光波測距観測の観測点配置図

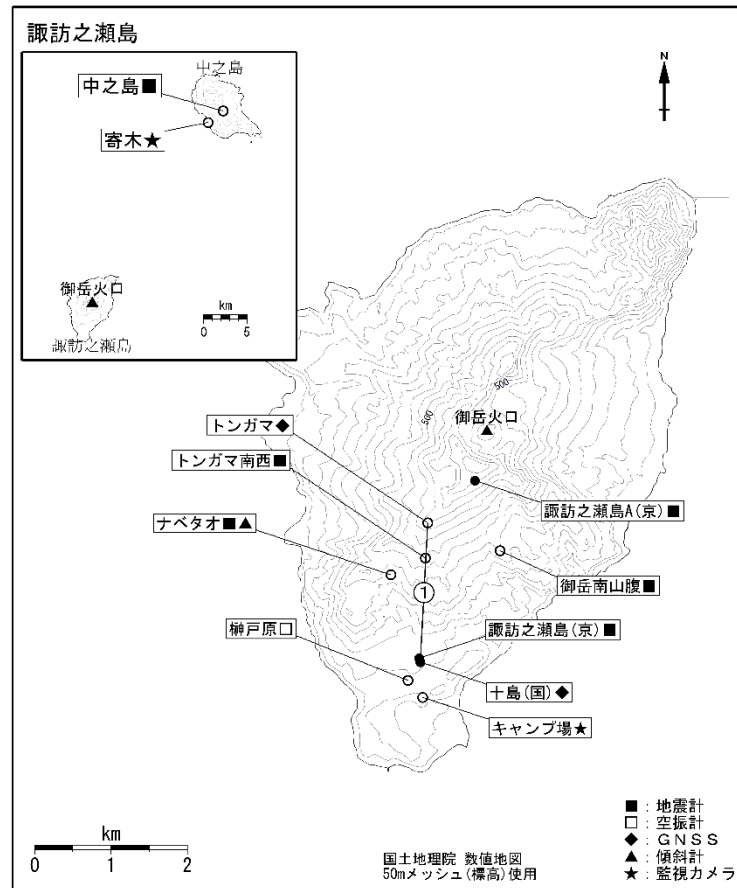


図 13 譚訪之瀬島 観測点配置図と GNSS 連続観測による基線番号

小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示す。

(国) : 国土地理院 (京) : 京都大学

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

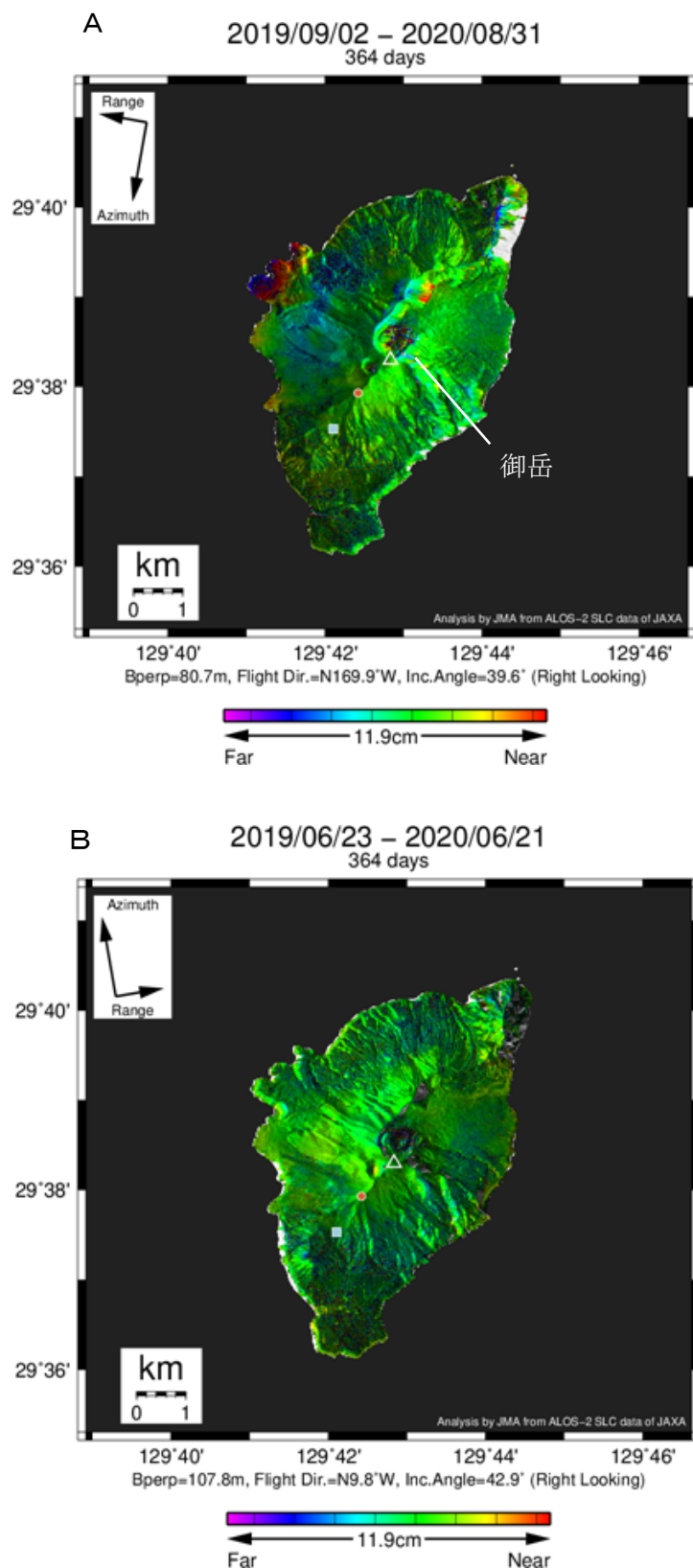
Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
23-3020 (SM1_U2-8)	南行	右	39.6°	2019.09.02	2020.08.31	第 1 図 - A
132-580 (SM1_U2-9)	北行	右	42.9°	2019.06.23	2020.06.21	第 1 図 - B

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検出されなかった。

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) および パス 132 (SM1_U2-9) 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。

諏訪之瀬島における長期的噴火活動・地震活動の推移

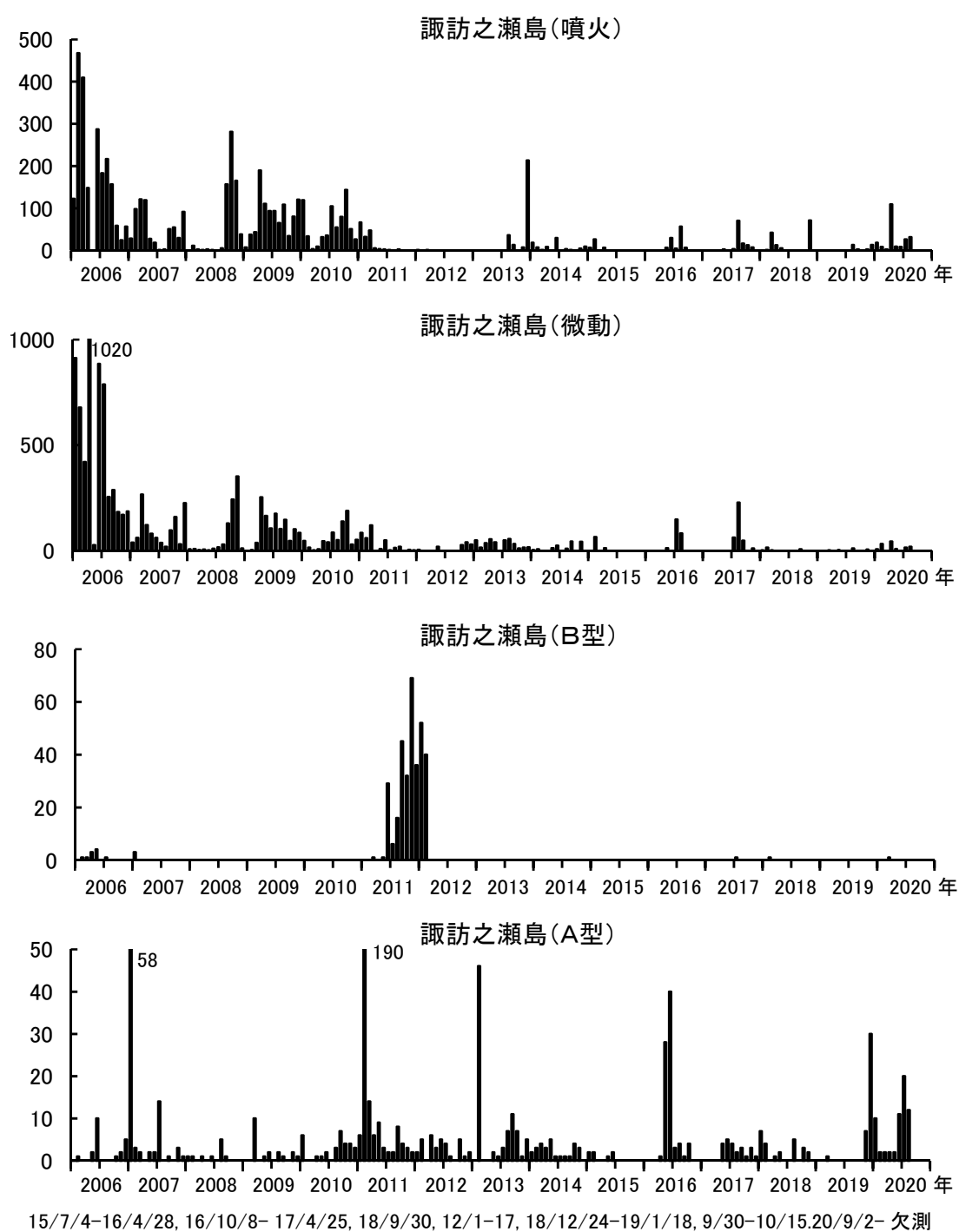


図1. 諏訪之瀬島における火山性地震の月別発生回数
(2020年11月30日まで)

諏訪之瀬島

諏訪之瀬島における短期的噴火活動・地震活動の推移

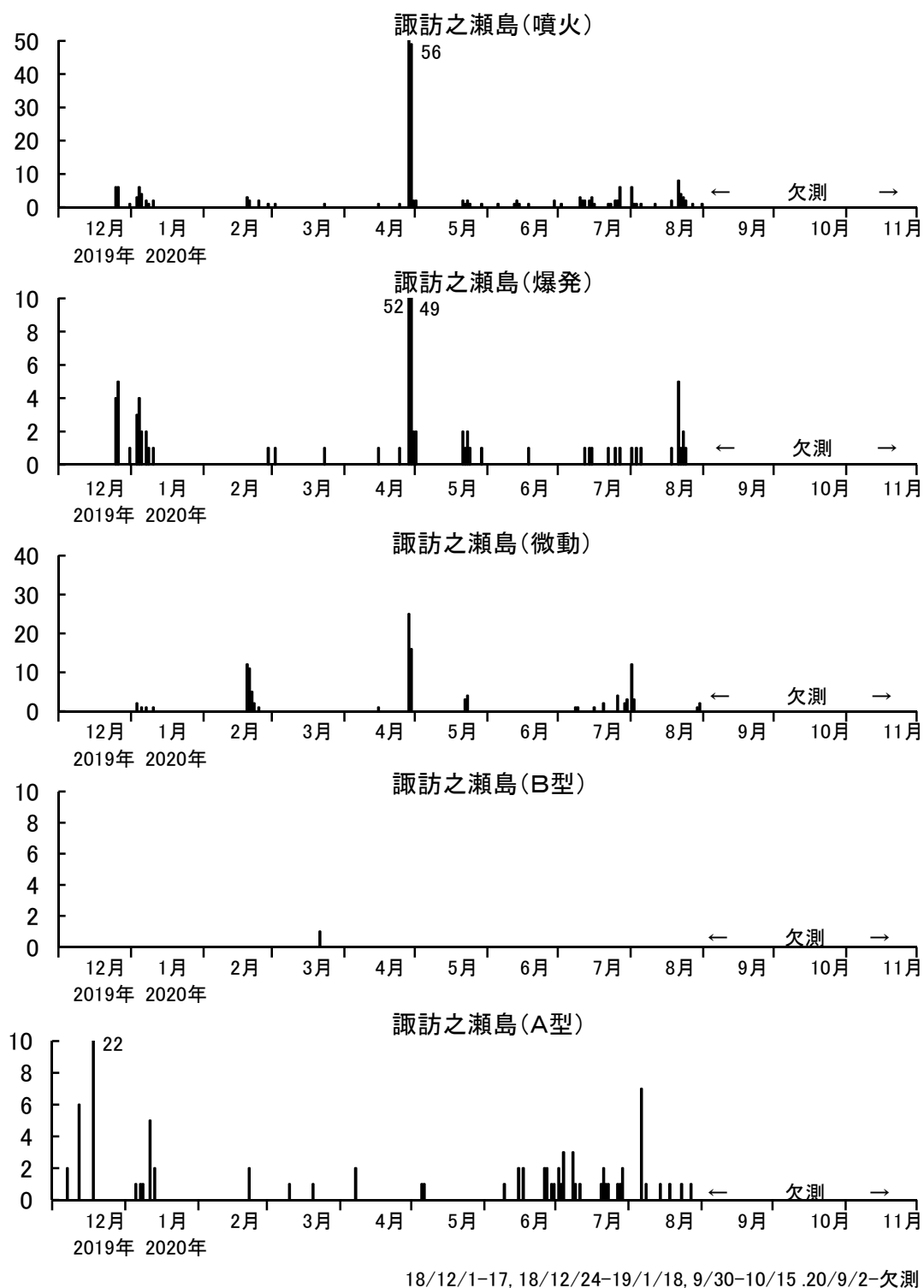


図2. 諏訪之瀬島における火山性地震の日別発生回数
(2020年11月30日まで)

諏訪之瀬島

諏訪之瀬島の地殻変動

Crustal Deformations of Suwanosejima Volcano

第 1 図から第 2 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 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（2015 年 11 月～2020 年 11 月）、右列は最近約 1 年間（2019 年 11 月～2020 年 11 月）の時系列である。

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（2020 年 8 月～2020 年 11 月）を、下段に最近 1 年間（2019 年 11 月～2020 年 11 月）を示す。

2019 年末頃から「十島」で南東方向、「トンガマ」で東方向の小さな変動が見られ、ほぼ同時期に「十島」－「トンガマ」の基線にわずかな伸びが見られる。これらの変化は 2020 年 3 月頃から鈍化している。

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。

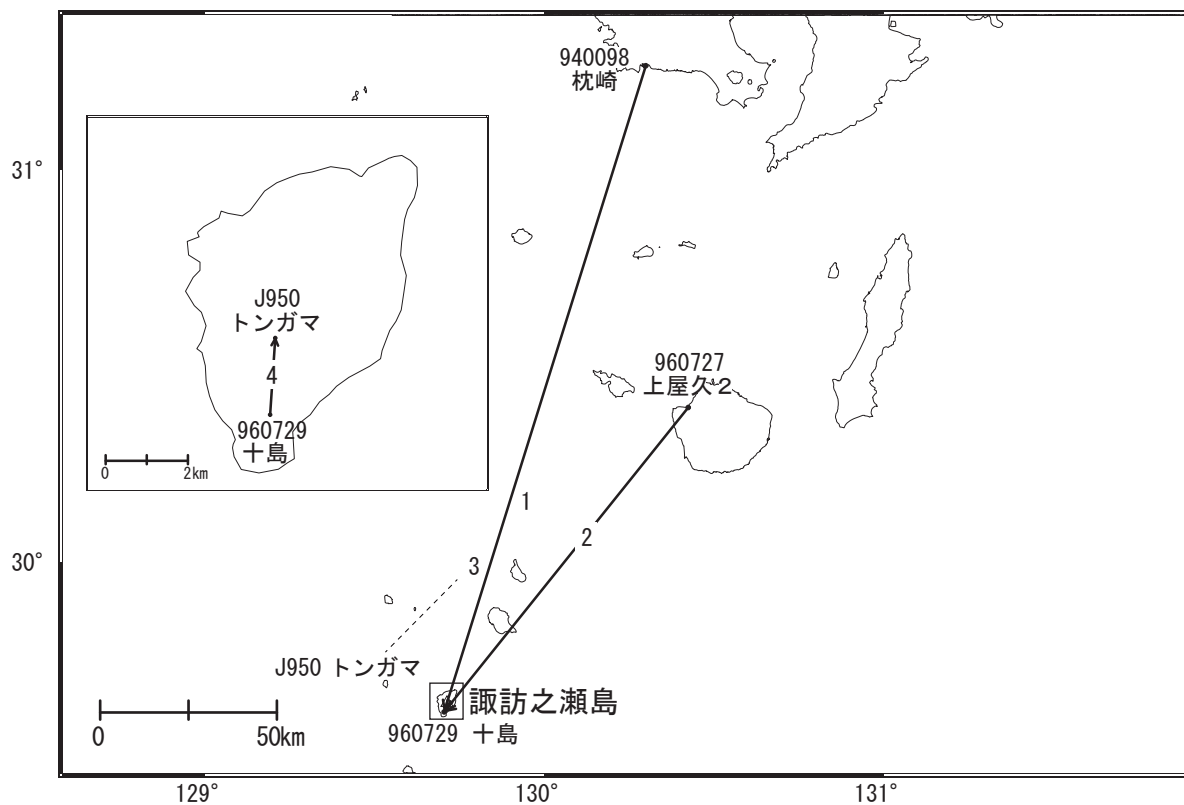
謝辞

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

顕著な地殻変動は観測されていません。

諏訪之瀬島GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



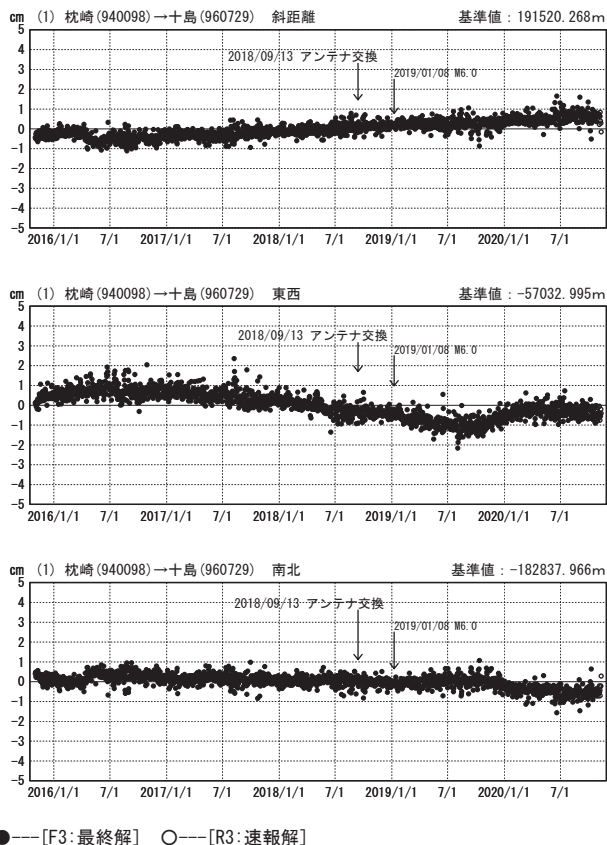
諏訪之瀬島周辺の各観測局情報

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
960726	南種子	20160712	受信機交換
		20180206	受信機交換
960727	上屋久2	20161206	受信機交換
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)

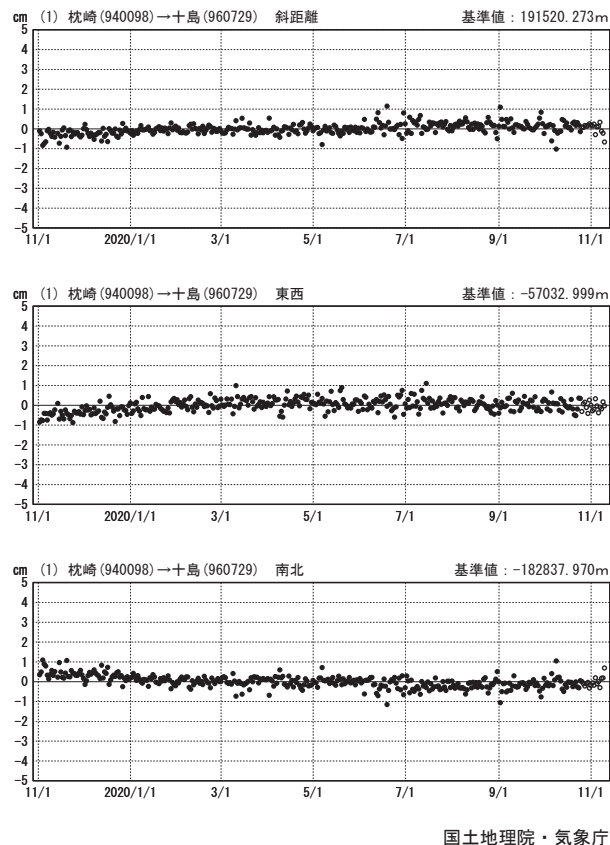
成分変化グラフ（長期）

期間：2015/11/01～2020/11/09 JST



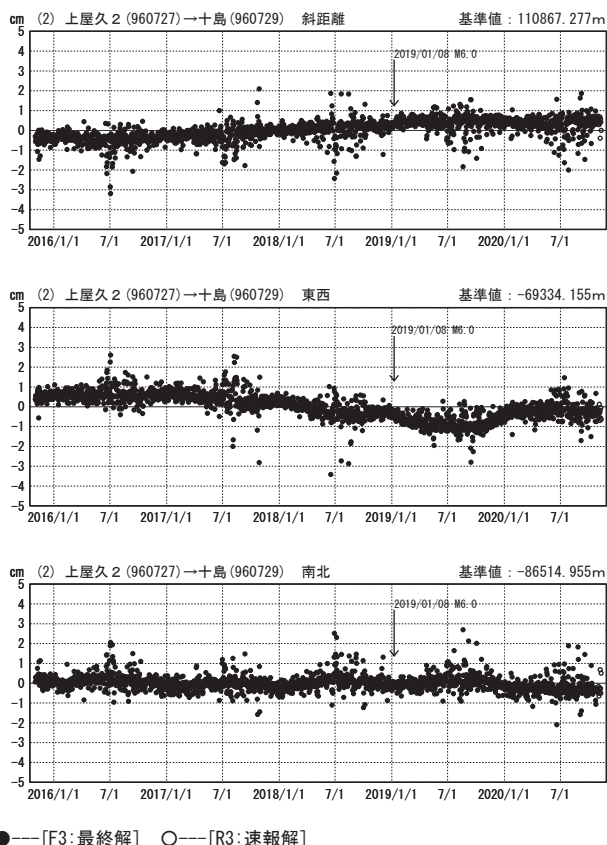
成分変化グラフ（短期）

期間：2019/11/01～2020/11/09 JST



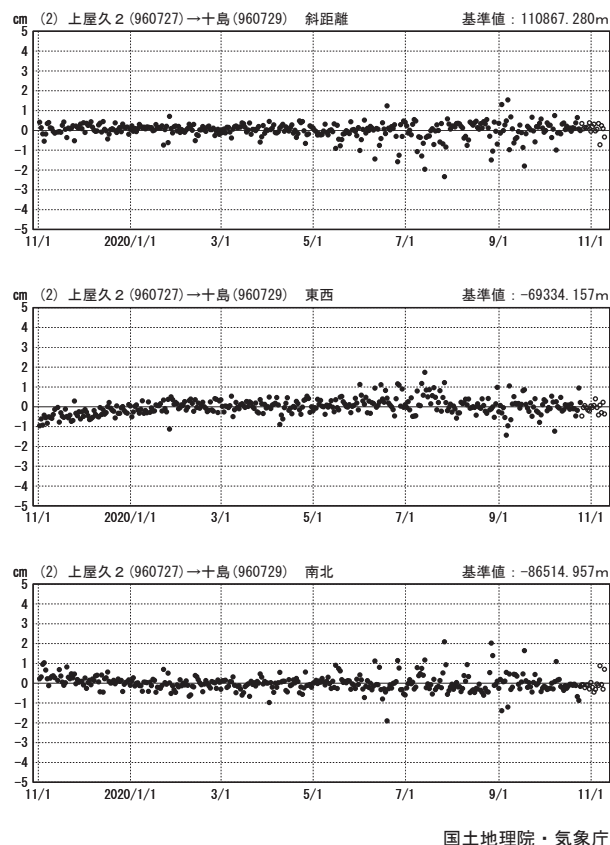
成分変化グラフ（長期）

期間：2015/11/01～2020/11/09 JST



成分変化グラフ（短期）

期間：2019/11/01～2020/11/09 JST



※[R3: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

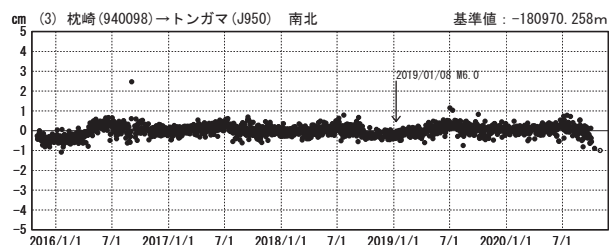
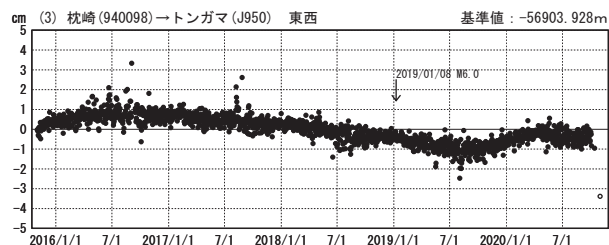
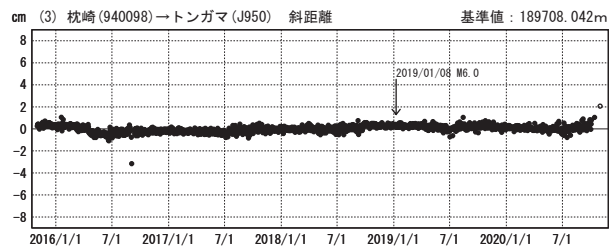
国土地理院・気象庁

諏訪之瀬島

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：2015年11月～2020年11月、右列：2019年11月～2020年11月）

成分変化グラフ（長期）

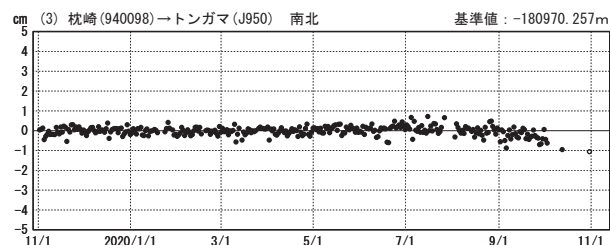
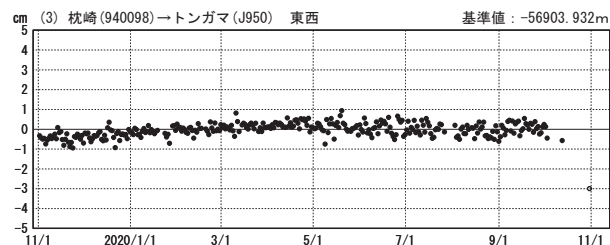
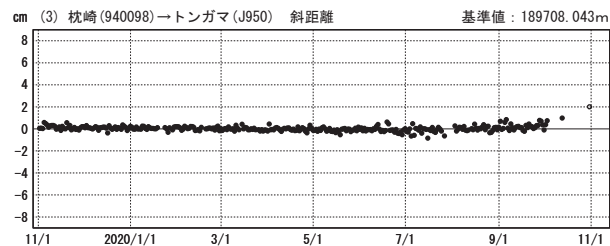
期間：2015/11/01～2020/11/09 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

成分変化グラフ（短期）

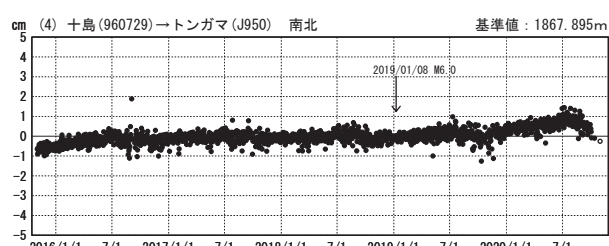
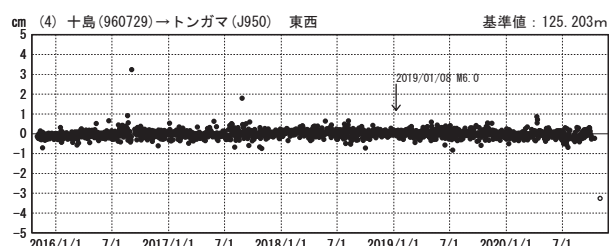
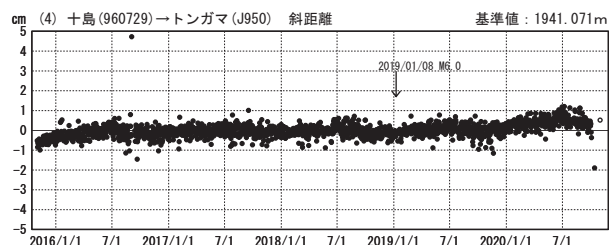
期間：2019/11/01～2020/11/09 JST



国土地理院・気象庁

成分変化グラフ（長期）

期間：2015/11/01～2020/11/09 JST

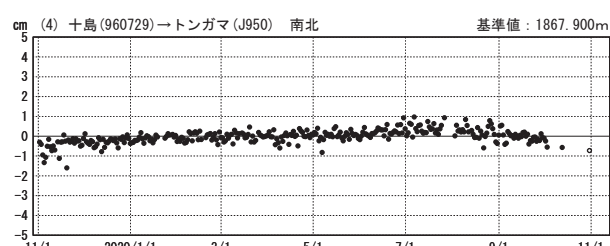
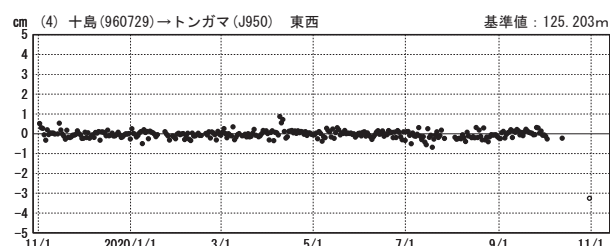
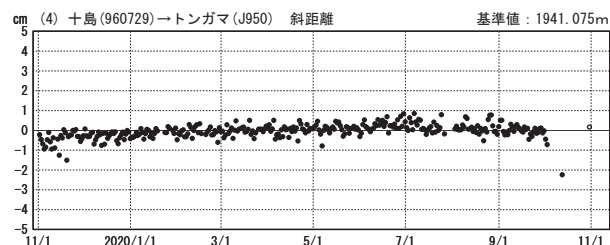


●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

※[R3: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

成分変化グラフ（短期）

期間：2019/11/01～2020/11/09 JST



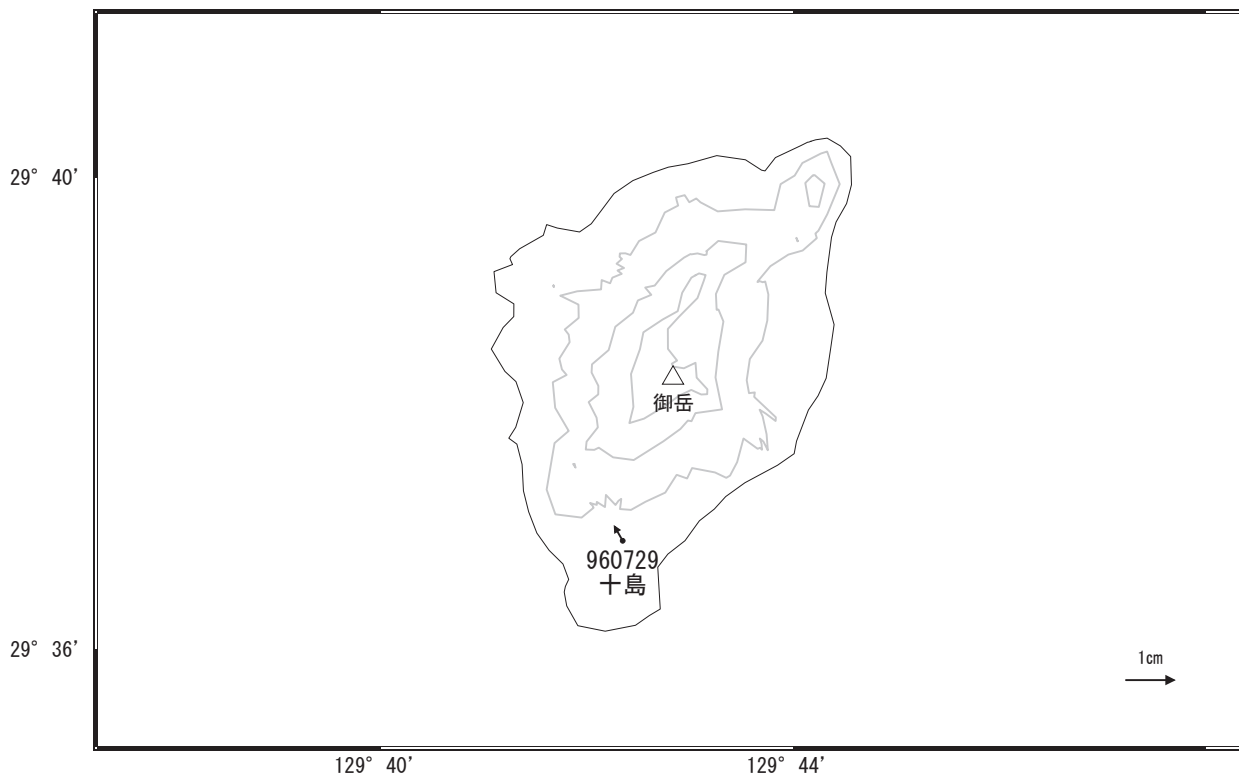
国土地理院・気象庁

諏訪之瀬島

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：2015年11月～2020年11月、右列：2019年11月～2020年11月)

諏訪之瀬島周辺の地殻変動(水平:3か月)

基準期間:2020/07/31~2020/08/09[F3:最終解]
比較期間:2020/10/31~2020/11/09[R3:速報解]

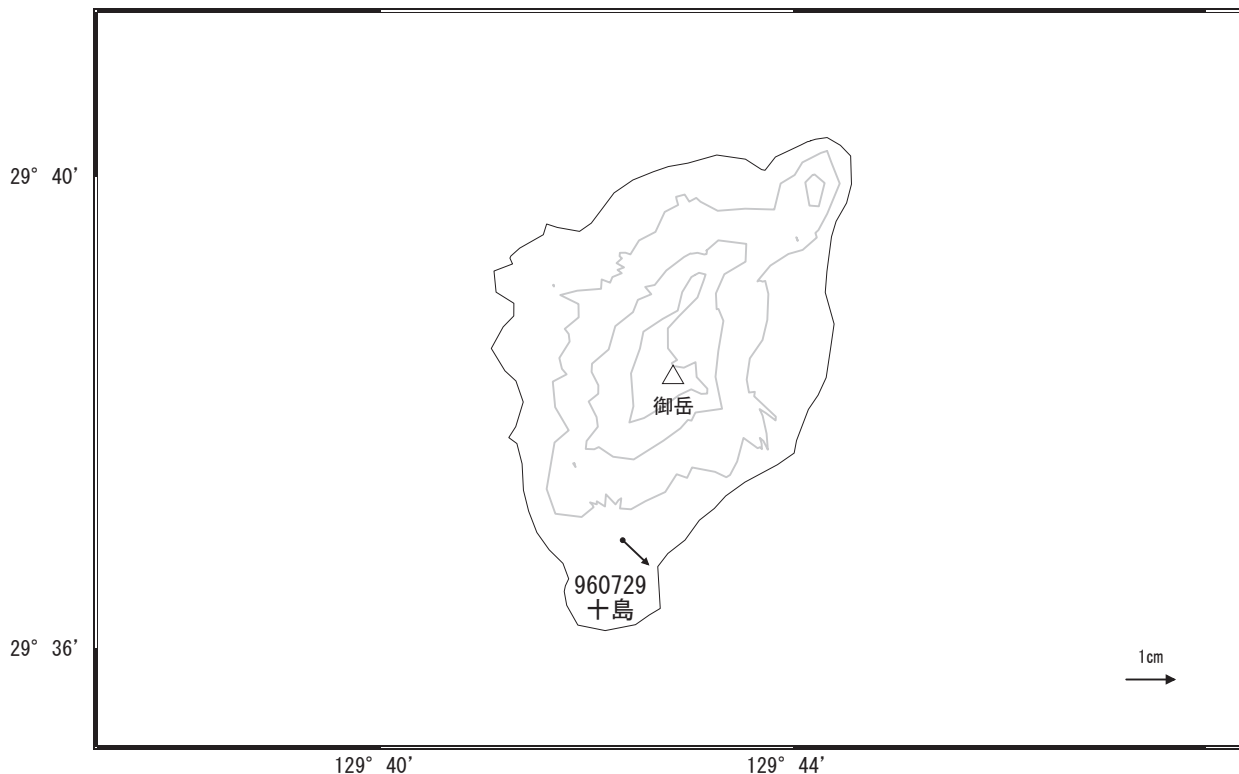


☆ 固定局:枕崎(940098)

国土地理院・気象庁

諏訪之瀬島周辺の地殻変動(水平:1年)

基準期間:2019/10/31~2019/11/09[F3:最終解]
比較期間:2020/10/31~2020/11/09[R3:速報解]



☆ 固定局:枕崎(940098)

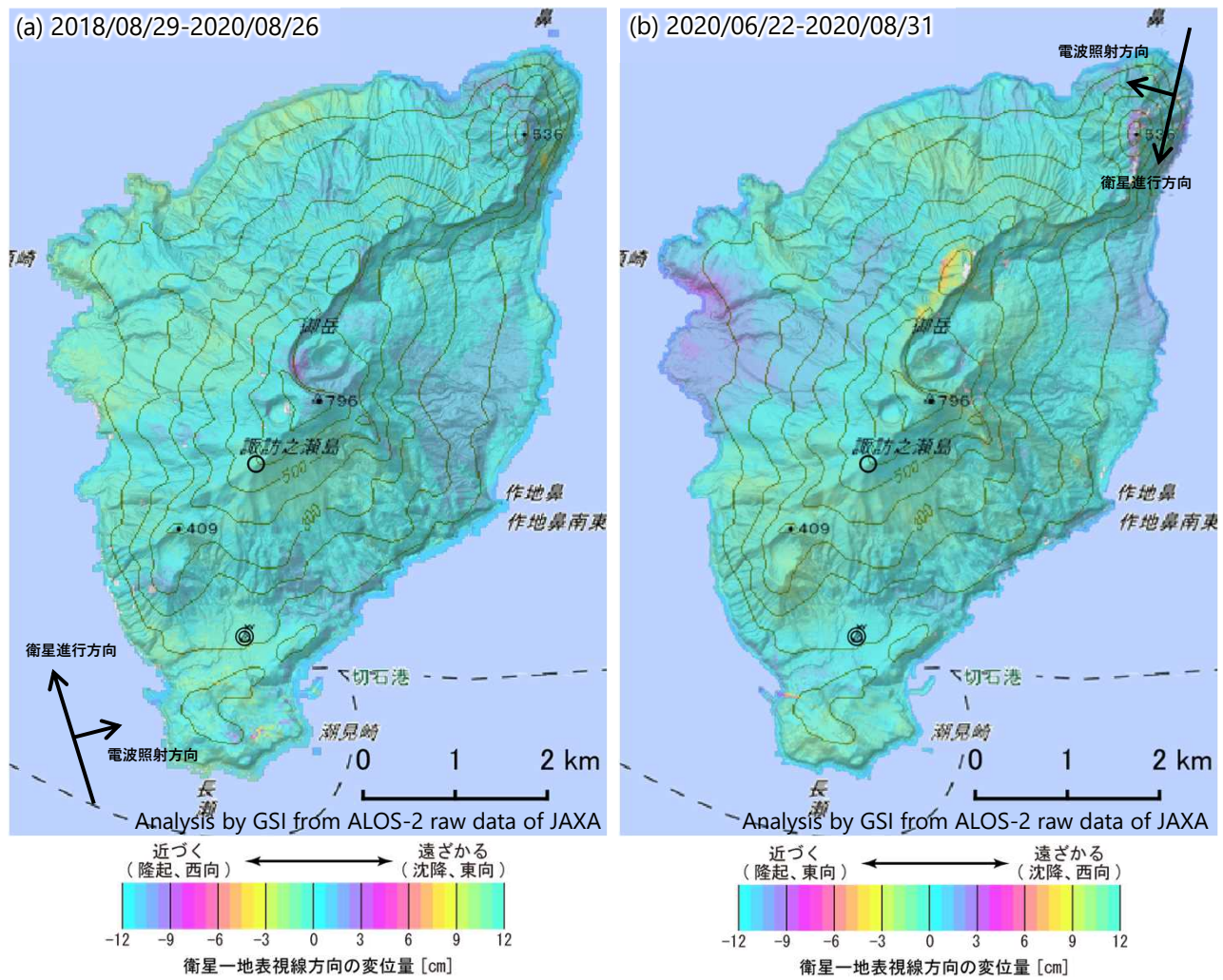
国土地理院・気象庁

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

(左列:2020年8月~2020年11月、右列:2019年11月~2020年11月)

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	2018/08/29 2020/08/26 0:18頃 (728日間)	2020/06/22 2020/08/31 12:20頃 (70日間)
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右(東)	右(西)
観測モード*	H-H	U-U
入射角	32.7°	39.7°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 97m	- 117m

* H：高分解能(6m)モード
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



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	調査機関等	活 動 状 況
2020/ 9 /29	第 十 管 区 海上保安本部	御岳山頂の赤熱した火口から数秒～十数秒間隔で小規模な噴火が発生していた（第 2 図～第 4 図）。 作地鼻付近に黄緑色の変色水域が幅約 50～100m で分布していた（第 5 図）。 富立岳南東の海岸沿いに黄緑色の変色水域が幅約 50～100m で分布していた（第 6 図）。
2020/10/25	第 十 管 区 海上保安本部	御岳火口内で断続的に小規模な噴火が発生しており、灰白色の噴煙が上がっていた（第 7 図）。 作地鼻付近から御岳東方の海岸沿いに黄緑色の変色水域が幅約 50m で分布していた。



第 2 図 諏訪之瀬島 火口
2020 年 9 月 29 日 12:19 撮影



第 3 図 諏訪之瀬島 火口 (拡大)
2020 年 9 月 29 日 12:18 撮影



第 4 図 諏訪之瀬島 火口 (熱画像)
2020 年 9 月 29 日 12:19 撮影



第 5 図 諏訪之瀬島
作地鼻付近の変色水域
2020 年 9 月 29 日 12:22 撮影



第 6 図 諏訪之瀬島
富立岳南東の変色水域
2020 年 9 月 29 日 12:23 撮影



第 7 図 諏訪之瀬島 火口付近
2020 年 10 月 25 日 13:42 撮影