

第 149 回  
火山噴火予知連絡会資料

(その2の1)

桜島

令和3年12月27日

# 火山噴火予知連絡会資料(その2の1)

## 目次

桜島.....

気象庁	3-12
京大防災研	13-23
地理院	24-36
砂防部	37-44
海保	45

# 桜 島

(2021 年 6 月～12 月 13 日)

南岳山頂火口では、2021年5月に入り噴火活動が低下し低調な状態となっているが、9月以降わずかな活発化の傾向が認められる。

火山ガス（二酸化硫黄）の1日あたりの放出量は、やや多い状態で推移している。

桜島島内の傾斜計及び伸縮計では、2021年9月13日から山体の隆起・膨張を示すわずかな地盤変動が観測された。この変動は10月中旬頃から一時的に停滞したが、11月以降再びごくわずかな変動が観測されている。

GNSS連続観測では、桜島島内の山体隆起・膨張を示す変動については、2020年4月頃から停滞している。一方、始良カルデラ（鹿児島湾奥部）の地下深部におけるマグマの蓄積を示すと考えられる基線の伸びは2021年6月頃から一時的に停滞していたが、10月頃から再び認められ、長期にわたりマグマが蓄積した状態と考えられる。

始良カルデラ（鹿児島湾奥部）の地下深部では長期にわたり供給されたマグマが蓄積した状態と考えられる。また、火山ガス（二酸化硫黄）の放出量はやや多い状態が続いており、桜島島内地下へのマグマの供給を示すと考えられる地盤変動も観測されていることから、現在噴火活動がみられる南岳山頂火口を中心に、噴火活動がさらに活発化する可能性がある。

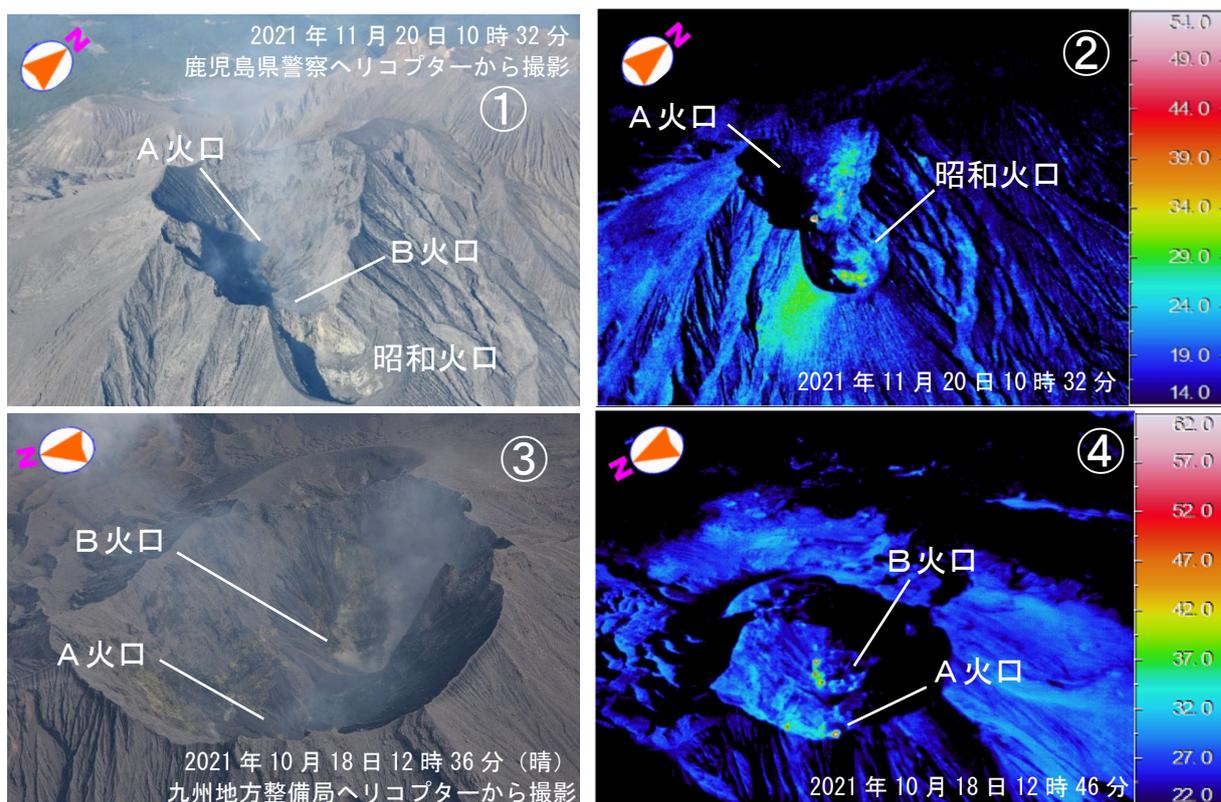


図 1 桜島 上空から観測した南岳山頂火口及び昭和火口周辺の状況

- ・南岳山頂火口及び昭和火口では、火口内及び火口周辺の状況に特段の変化は認められなかった。
- ・赤外熱映像装置による観測では、南岳山頂火口及び昭和火口内に地熱域を確認した。



図 2 桜島 図 1 の観測位置及び撮影方向

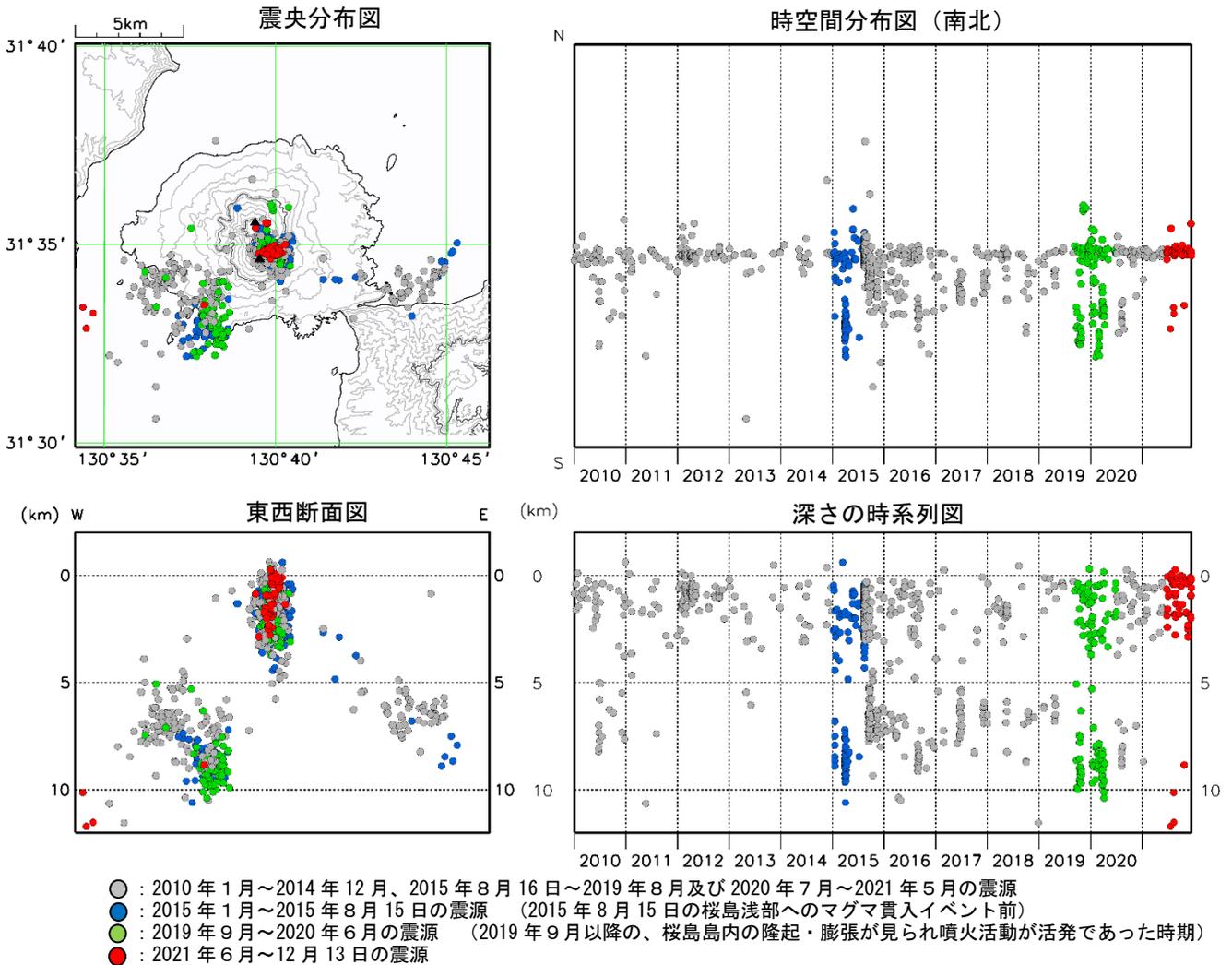


図 3 桜島 桜島の震源分布図 (2010 年 1 月～2021 年 12 月 13 日)

<2021 年 6 月～12 月 13 日の状況>

震源は主に南岳山頂直下の深さ 0～3 km に分布した。桜島南西側の A 型地震は少ない状態で経過した。

※決定された地震は全て A 型地震である。

※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。

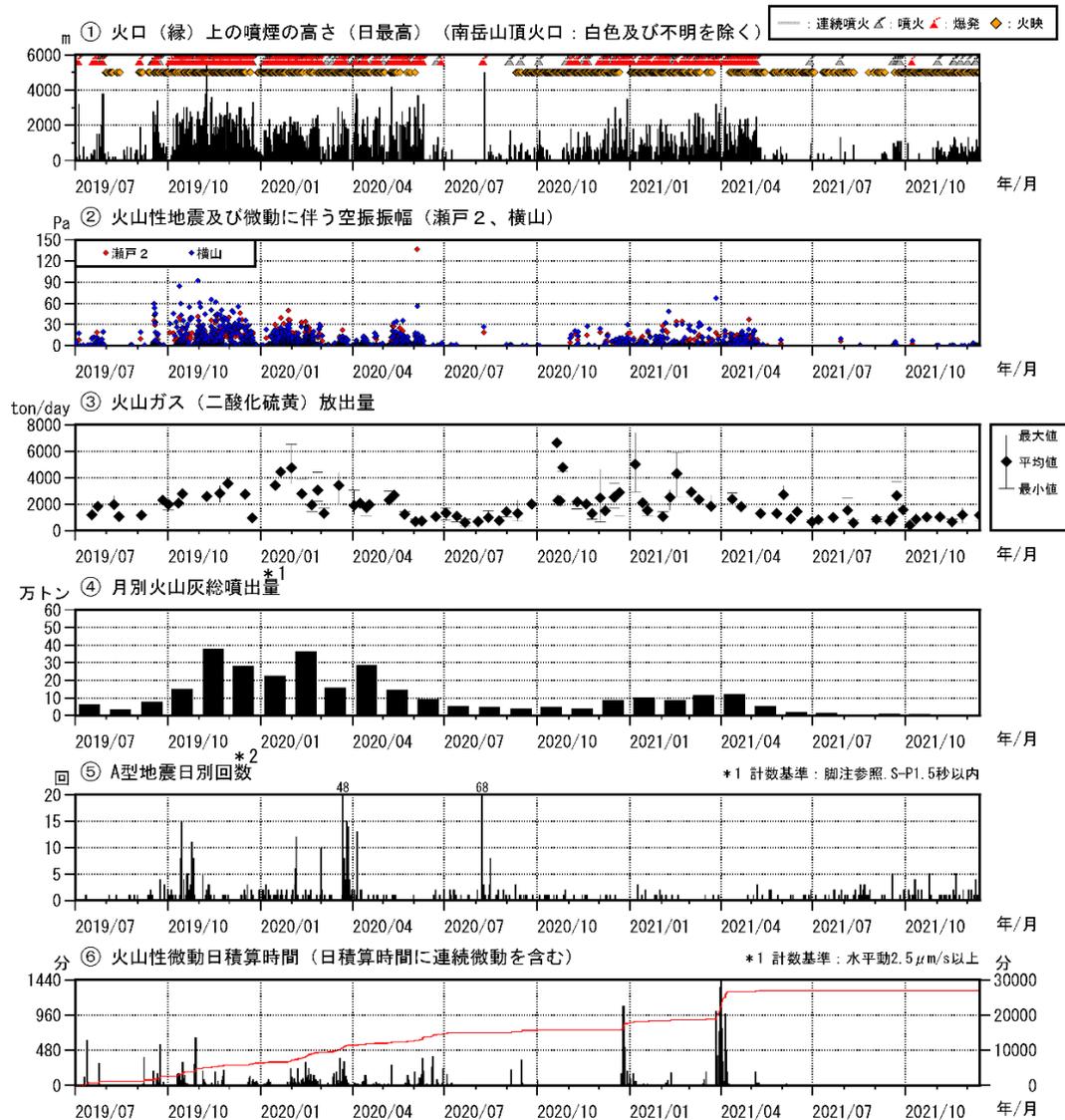


図 4 桜島 活動経過図 (2019 年 7 月～2021 年 12 月 13 日)

<2021 年 6 月～12 月 13 日の状況>

- ・南岳山頂火口における噴火活動は、2021 年 5 月に入り低下し低調な状態で経過しているが、9 月以降わずかな活発化の傾向が認められる。
- ・南岳山頂火口における火映は、高感度の監視カメラによりほぼ連日観測されている。
- ・火山ガス（二酸化硫黄）の 1 日あたりの放出量は、やや多い状態で推移している。
- ・火山灰の月別噴出量は、噴火活動が低下した 2021 年 5 月以降は 1 万トン前後と少ない状態であった。
- ・A 型地震は、桜島南西側の地震も含め少ない状態で経過している。
- ・火山性微動は主に噴火に伴うものが時々観測されたが、継続時間は短いものであった。

\*1 図 4④の火山灰の噴出量の算出は、中村（2002）による。鹿児島県の降灰観測データをもとに鹿児島地方気象台で解析して作成。鹿児島県の降灰観測データの解析は 2021 年 10 月までである。降灰の観測データには、桜島で噴火がない場合でも風により巻き上げられた火山灰が含まれている可能性がある。また、2018 年 3 月から 6 月は新燃岳の降灰が含まれている可能性がある。

\*2 2014 年 5 月 23 日までは「赤生原（計数基準 水平動：0.5 μm/s）及び横山観測点」で計数していたが、24 日以降は赤生原周辺の工事ノイズ混入のため「あみだ川及び横山観測点」で計数（計数基準 あみだ川：水平動 2.5 μm/s 横山：水平動 1.0 μm/s）している。

桜島 傾斜計及び伸縮計の時系列変化

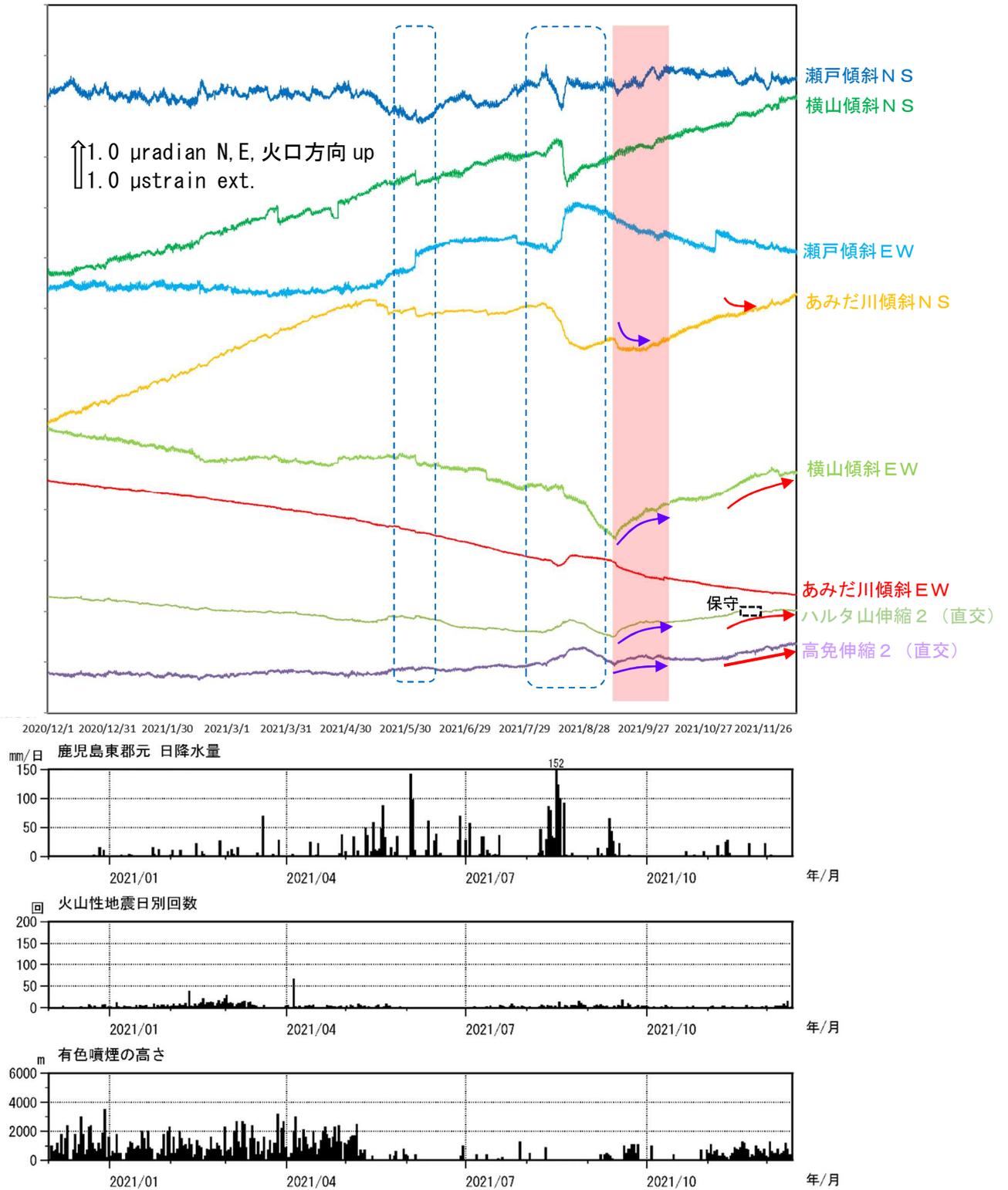


図 5 桜島 地盤変動の状況 (2020 年 12 月～2021 年 12 月 13 日)

- ・ 2021 年 9 月 13 日から山体膨張を示すわずかな地盤変動が観測された（赤網掛け、紫矢印）が、10 月中旬頃から概ね停滞した。その後、11 月に入り、再び山体膨張を示すごくわずかな地盤変動（赤矢印）が観測されている。
- ・ 地盤変動データの一部には、降水の影響によると考えられる変化が表れている（青破線内）。

※図の作成には、大隅河川国道事務所の有村観測坑道、京都大学のハルタ山観測坑道及び高免観測坑道の観測データを使用した。

※有村傾斜計の火口方向は約  $N331^\circ E$ 、直交方向は約  $N60^\circ E$  を示す。

※傾斜計及び伸縮計のデータは時間値を使用し、潮汐補正済み。

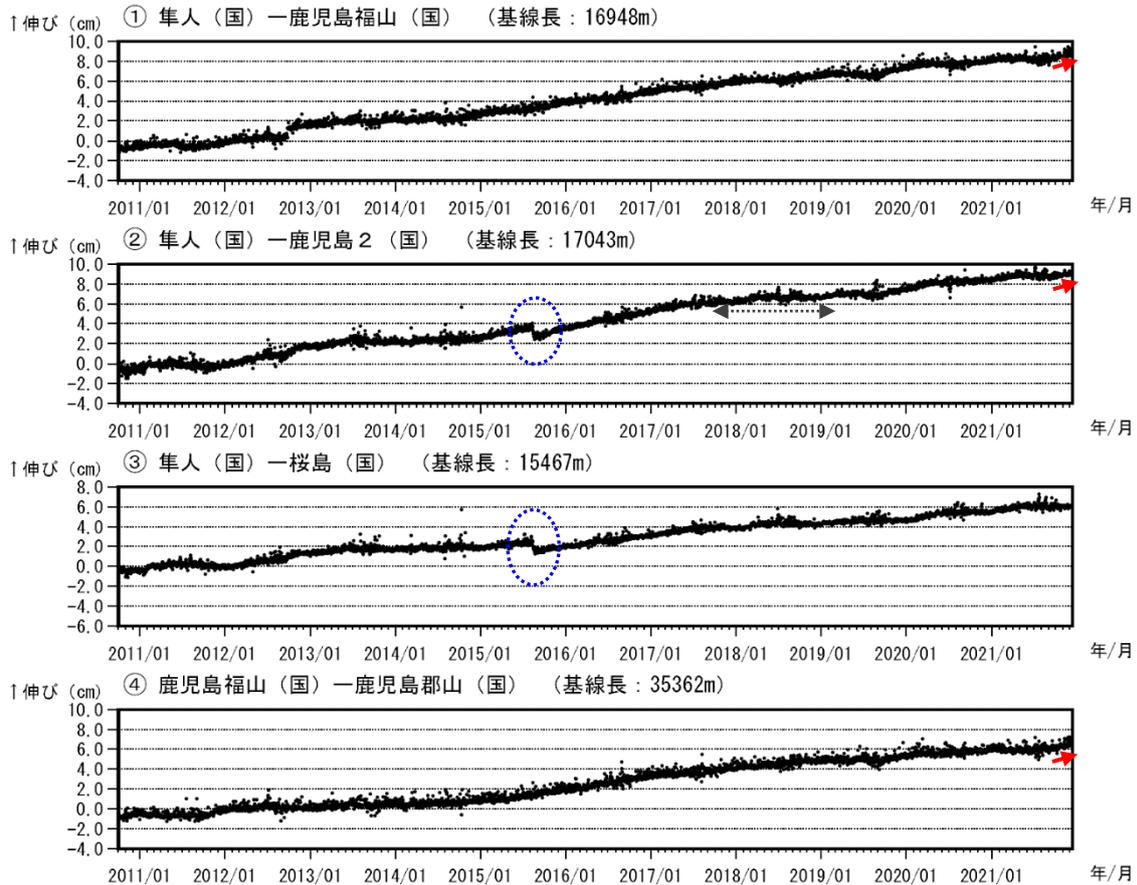


図 6 桜島 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2021 年 12 月 13 日)

始良カルデラ (鹿児島湾奥部) を挟む基線では、始良カルデラの地下深部の膨張を示す伸びは 2021 年 6 月頃から一時的に停滞していたが、10 月頃から再び認められる (赤矢印)。始良カルデラの地下深部では、長期にわたり供給されたマグマが蓄積した状態と考えられている。

これらの基線は図 7 の①～④に対応している。

基線の空白部分は欠測を示している。

解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。

2012 年 1 月以降のデータについては、解析方法を変更している。

基線②は霧島山の深い場所での膨張によるとみられる変動の影響を受けている可能性がある (黒色矢印)。

青色の破線内は 2015 年 8 月のマグマ貫入による変動を示す。

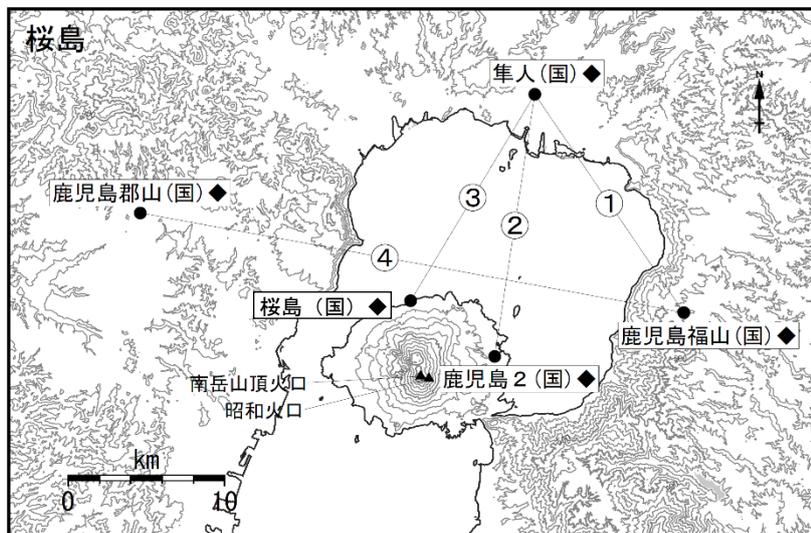


図 7 桜島 GNSS 連続観測基線図

※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。

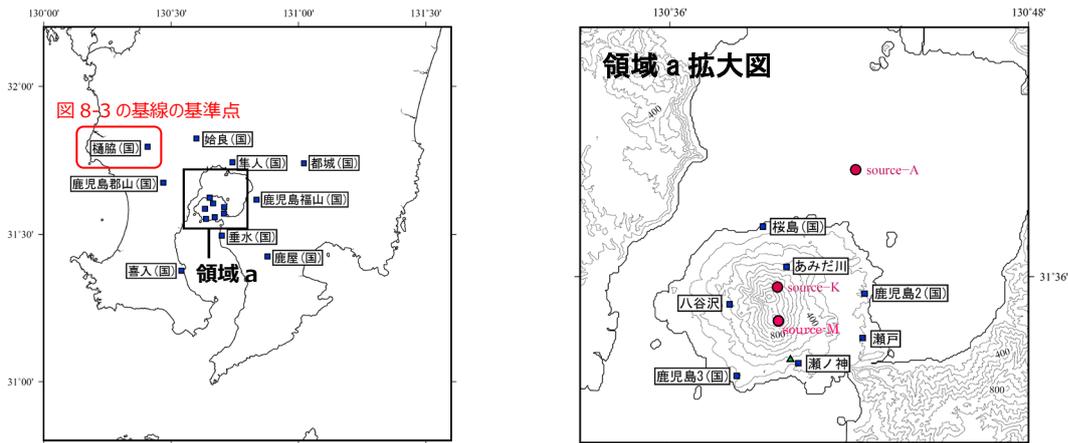


図 8-1 桜島 図 8-2～3 の解析に用いた GNSS 観測点の位置及び固定した変動源の位置図

・変動源はいずれも茂木モデル（ポアソン比：0.25）を仮定した。また、モデルの中心位置は以下の場所に固定し、体積変化量のみを算出した。

(膨張源の位置) ソース A の位置: N31° 39′ 05.40″ E130° 42′ 13.00″ 深さ海拔下 8.0km  
 ソース K の位置: N31° 35′ 42.00″ E130° 39′ 36.00″ 深さ海拔下 4.4km  
 ソース M の位置: N31° 34′ 41.80″ E130° 39′ 36.00″ 深さ海拔下 1.5km

※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。

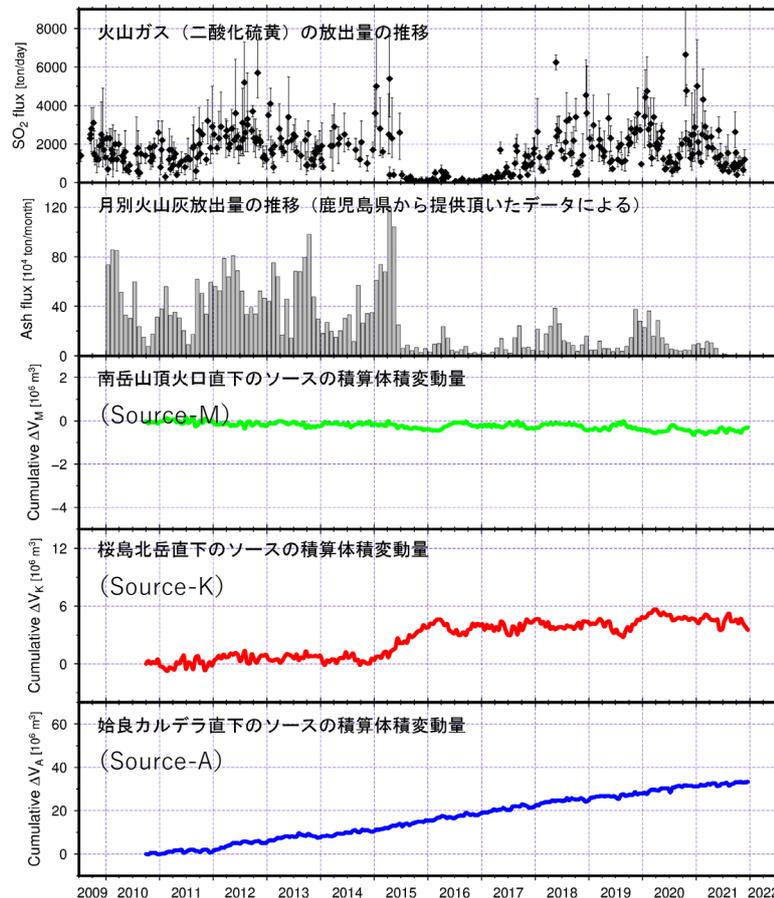


図 8-2 桜島 インバージョン解析により推定した膨張源の体積増加量と火山ガス(二酸化硫黄) および火山灰の放出量 (2010年10月～2021年11月)

- ・始良カルデラ (Source-A) は、長期にわたって膨張傾向が継続している。
- ・桜島島内 (Source-K) は、2020 年の終わりころ以降はノイズレベルを明瞭に超える特段の変化は認められていない。
- ・桜島島内へのマグマ供給期 (2011 年終わり～2012 年前半、2015 年前半、2019 年終わり頃～2020 年初め頃) は火山ガス (二酸化硫黄) の放出量の増加が認められる。一方、2020 年 9 月頃以降の放出量の変化に伴う地殻変動は、明瞭なものは見られていない。

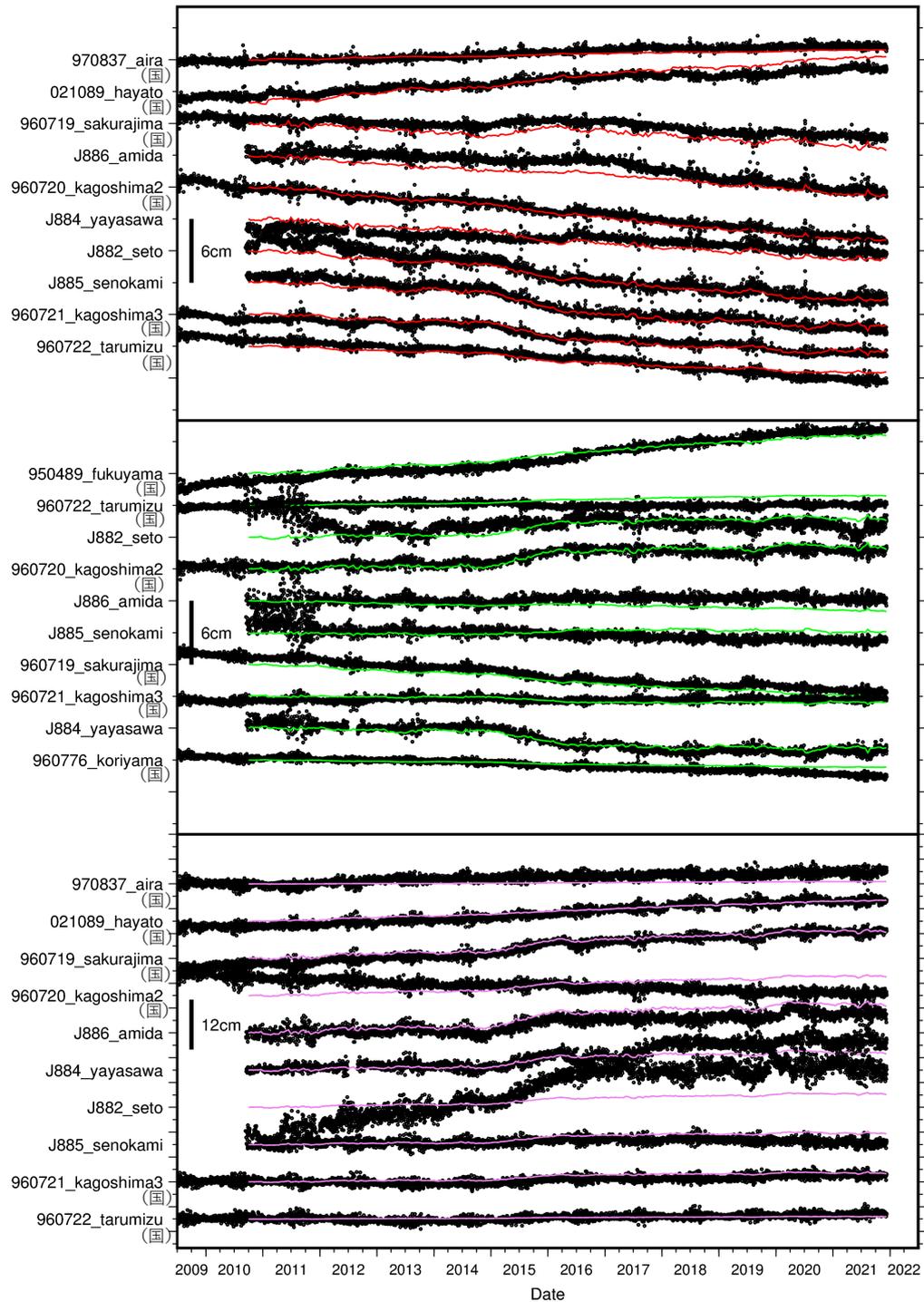


図 8-3 桜島 地殻変動の時間推移推定に用いた GNSS 観測点の観測値とインバージョン推定値 (○：観測値、赤線、緑線、紫線：インバージョンによる推定値)  
(2010年10月～2021年11月)

\*テクトニックな広域変動の効果、2015年8月の島内へのマグマ貫入、2015年11月14日の薩摩半島西方沖の地震、2016年4月の熊本地震の非静的変動・余効変動、及び霧島山北西の深さ約10kmをソースとする火山性地殻変動の効果は補正量を推定し、除去している。

\*GNSSデータの誤差は平均0の正規分布を仮定した。

## 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 桜島における 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 で撮像された桜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.
23-2980(SM1_U2-7)	南行	右	36.1°	2020.11.09	2021.09.13	第 1 図 - A
131-620(SM1_U2-9)	北行	右	42.9°	2021.03.09	2021.11.30	第 1 図 - B

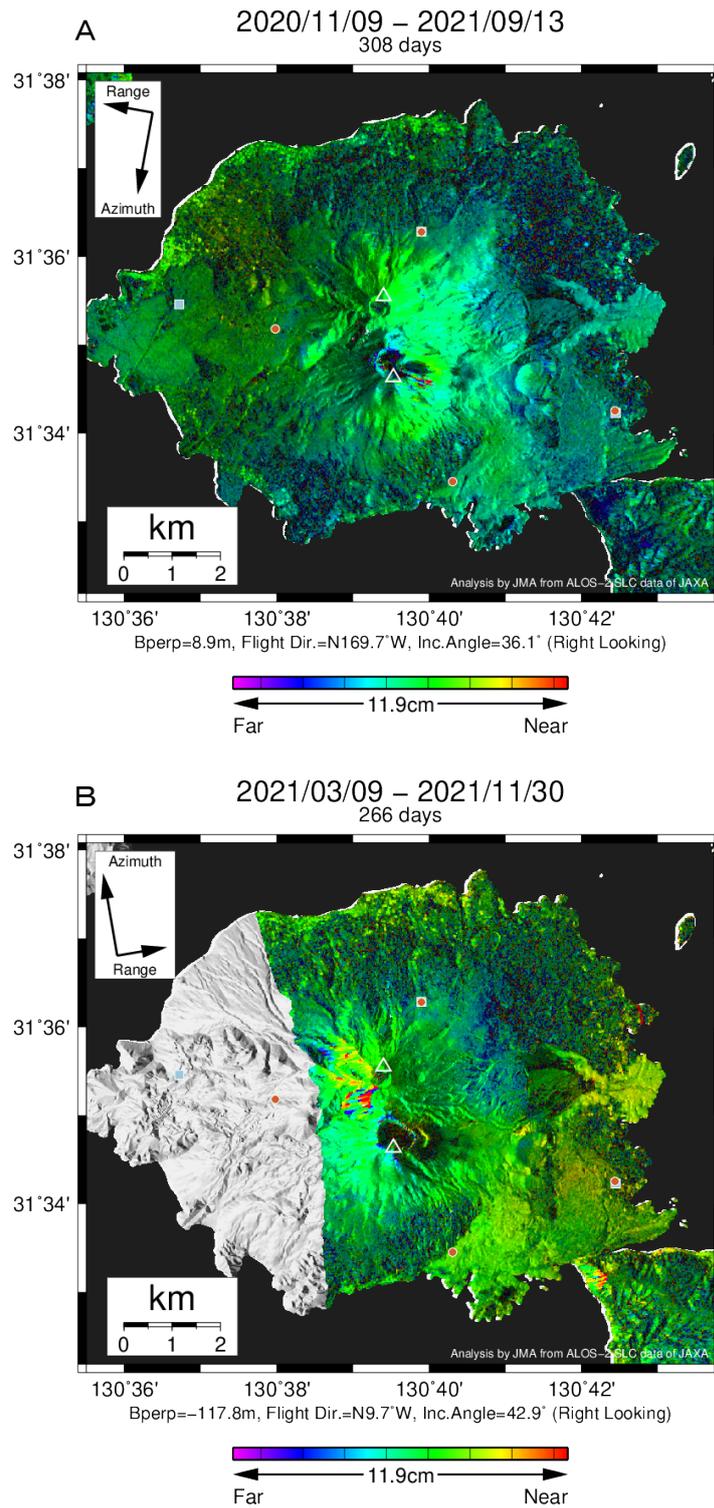
## 3. 解析結果

北行軌道、南行軌道の長期ペアについて解析を行った。いずれにおいて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 桜島の干渉解析結果

パス 23 (SM1\_U2-7) (A) 及びパス 131 (SM1\_U2-9) (B) による桜島の干渉解析結果

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。

桜島の長期的噴火活動・地震活動の推移

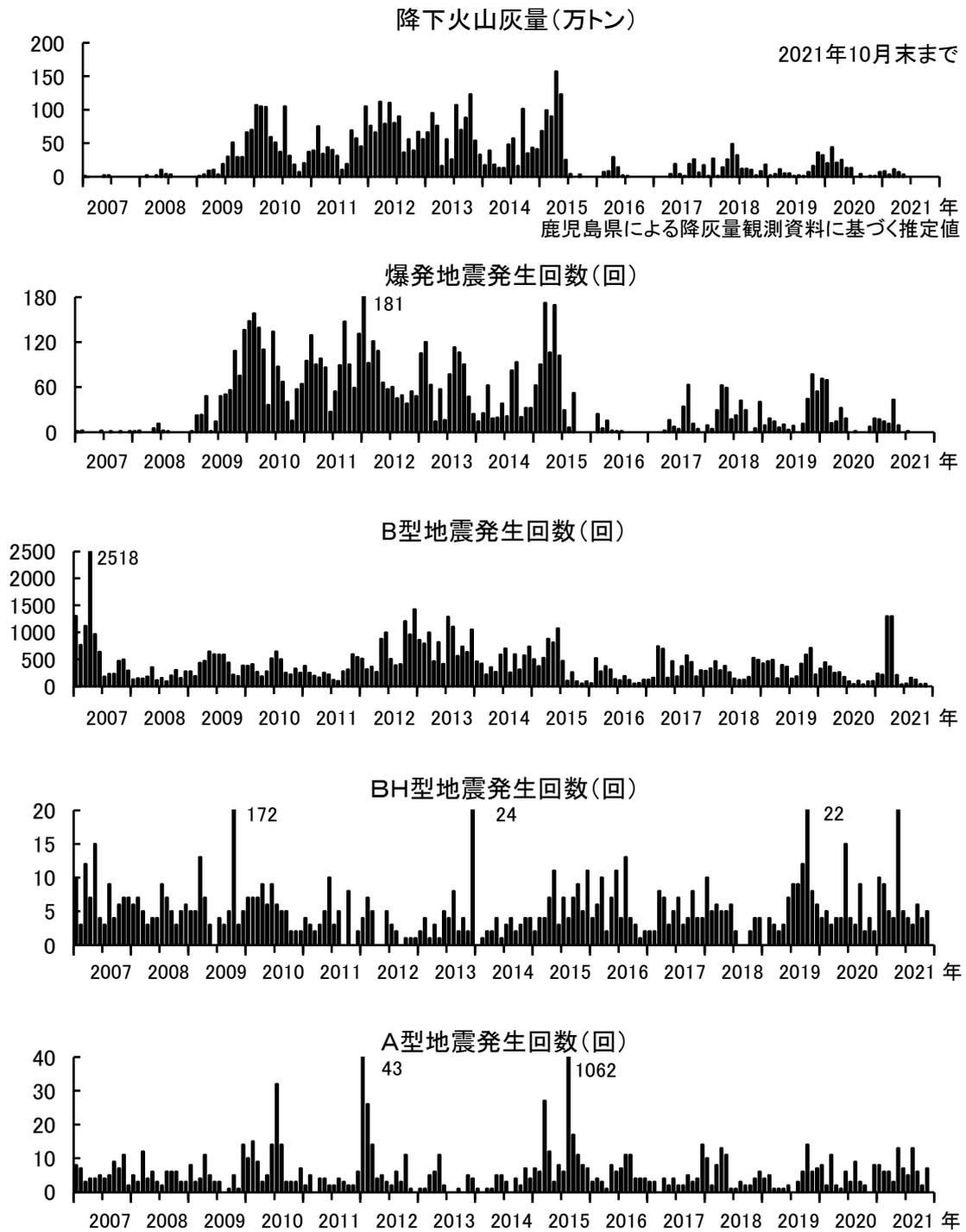
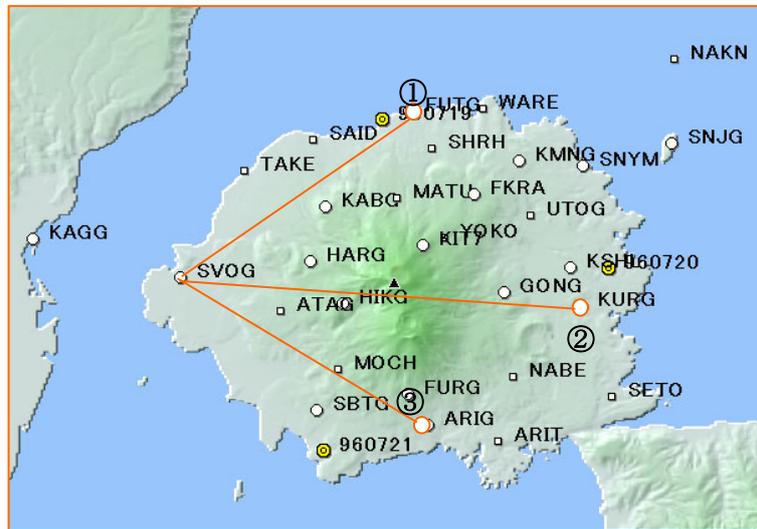
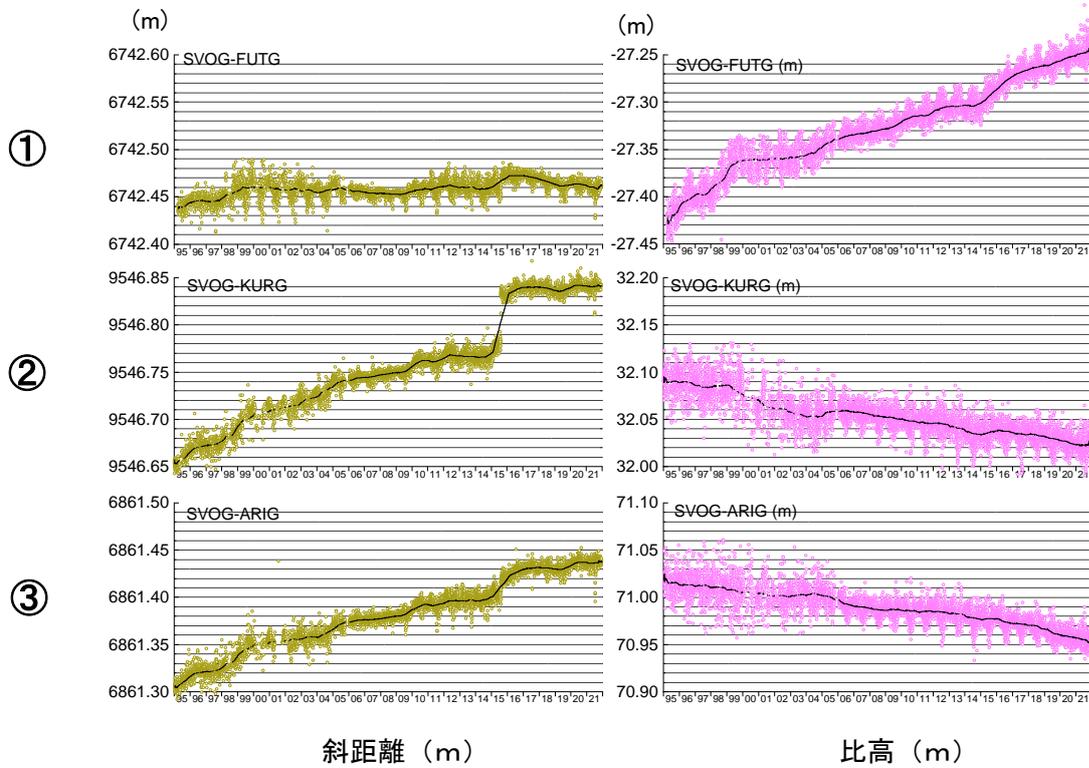


図1. 桜島における火山性地震の月別発生回数と降下火山灰量  
(2021年11月30日まで)

桜島



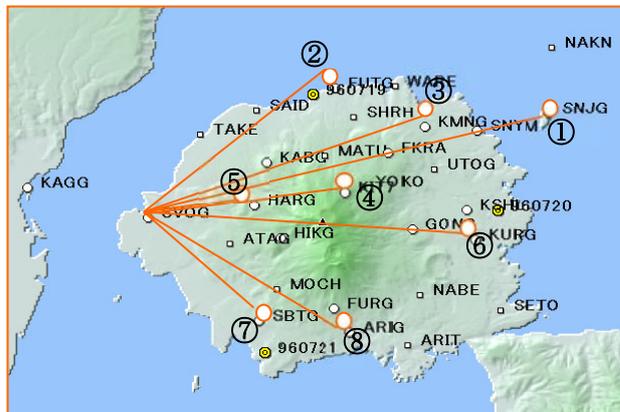
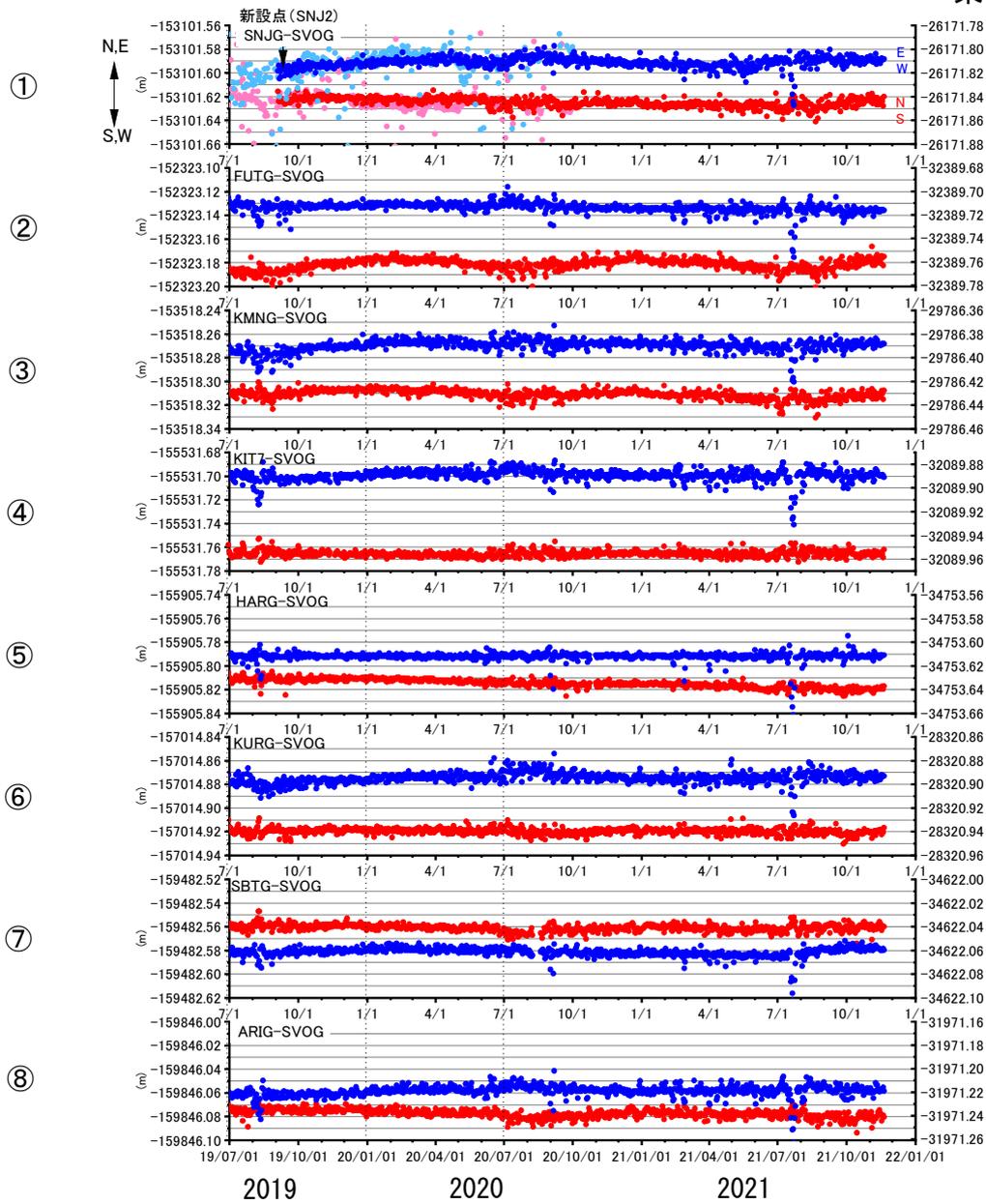


国土地理院発行の数値地図 50mメッシュ (標高)から作成

GPS 連続観測 1/3(2021 年 11 月 30 日まで)  
 データ収録 : 24 時間/日  
 サンプルング間隔 : 15 秒(1995 年 - 2005 年 5 月)  
 サンプルング間隔 : 1 秒(2005 年 6 月以降)

図 3. 桜島における長期的基線長変化

桜 島

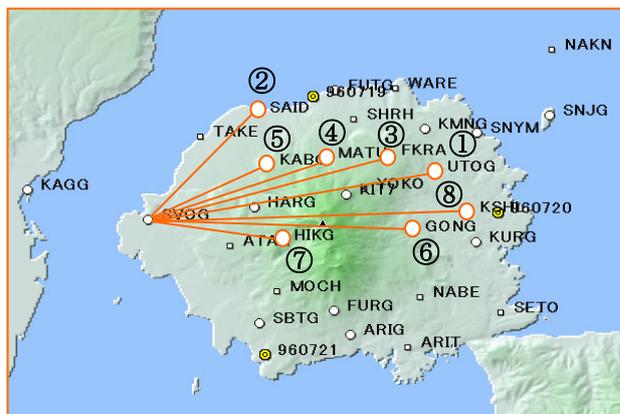
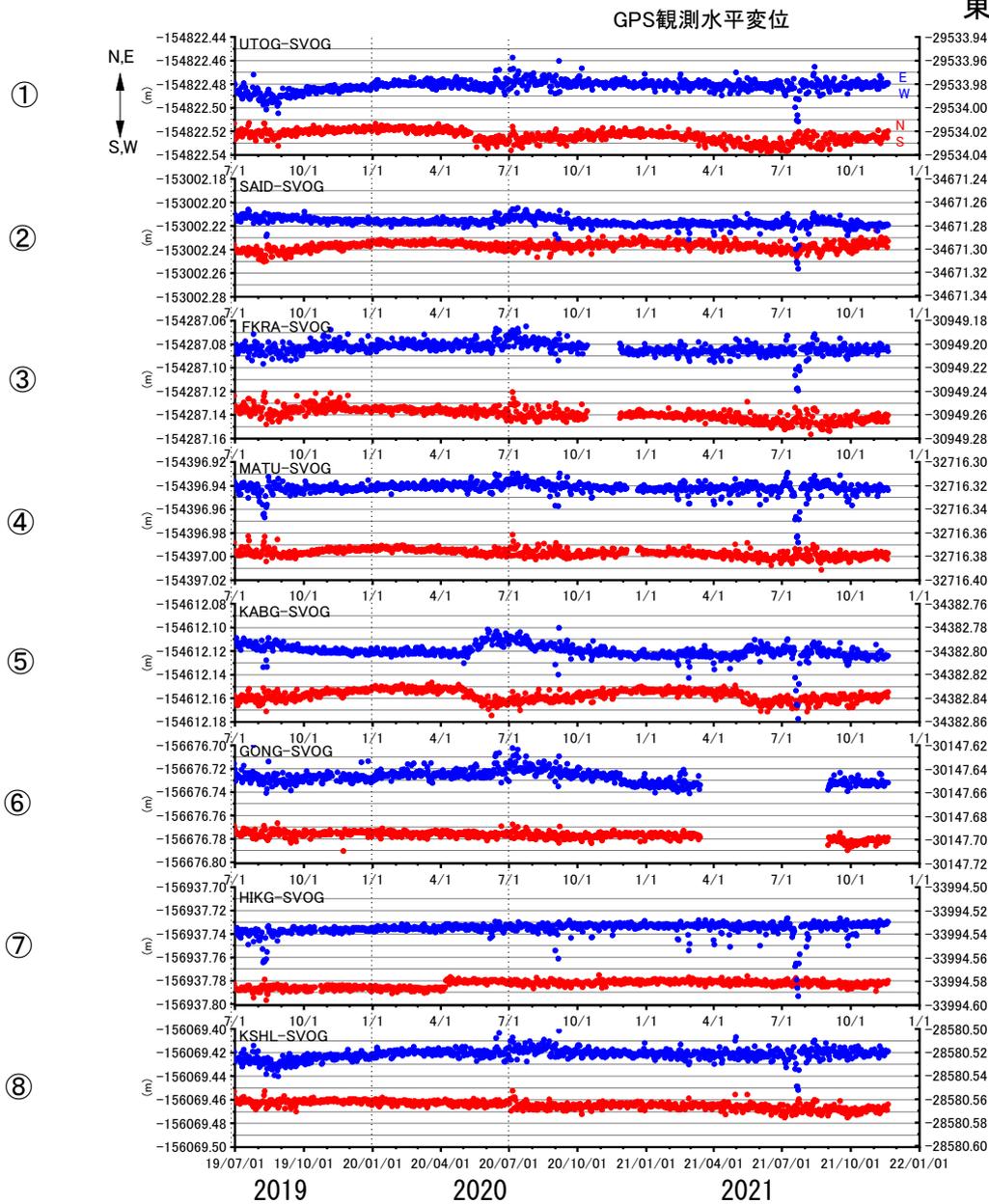


国土地理院発行の数値地図 50m  
メッシュ(標高)から作成

GPS 連続観測 2/3(2021年11月30日まで)

図 4. 桜島における短期的水平変位 その1

桜島

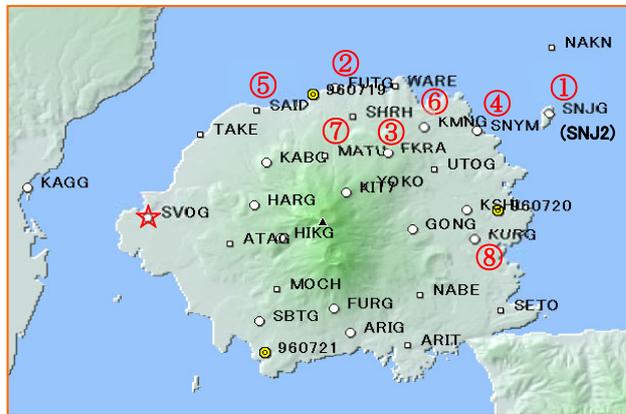
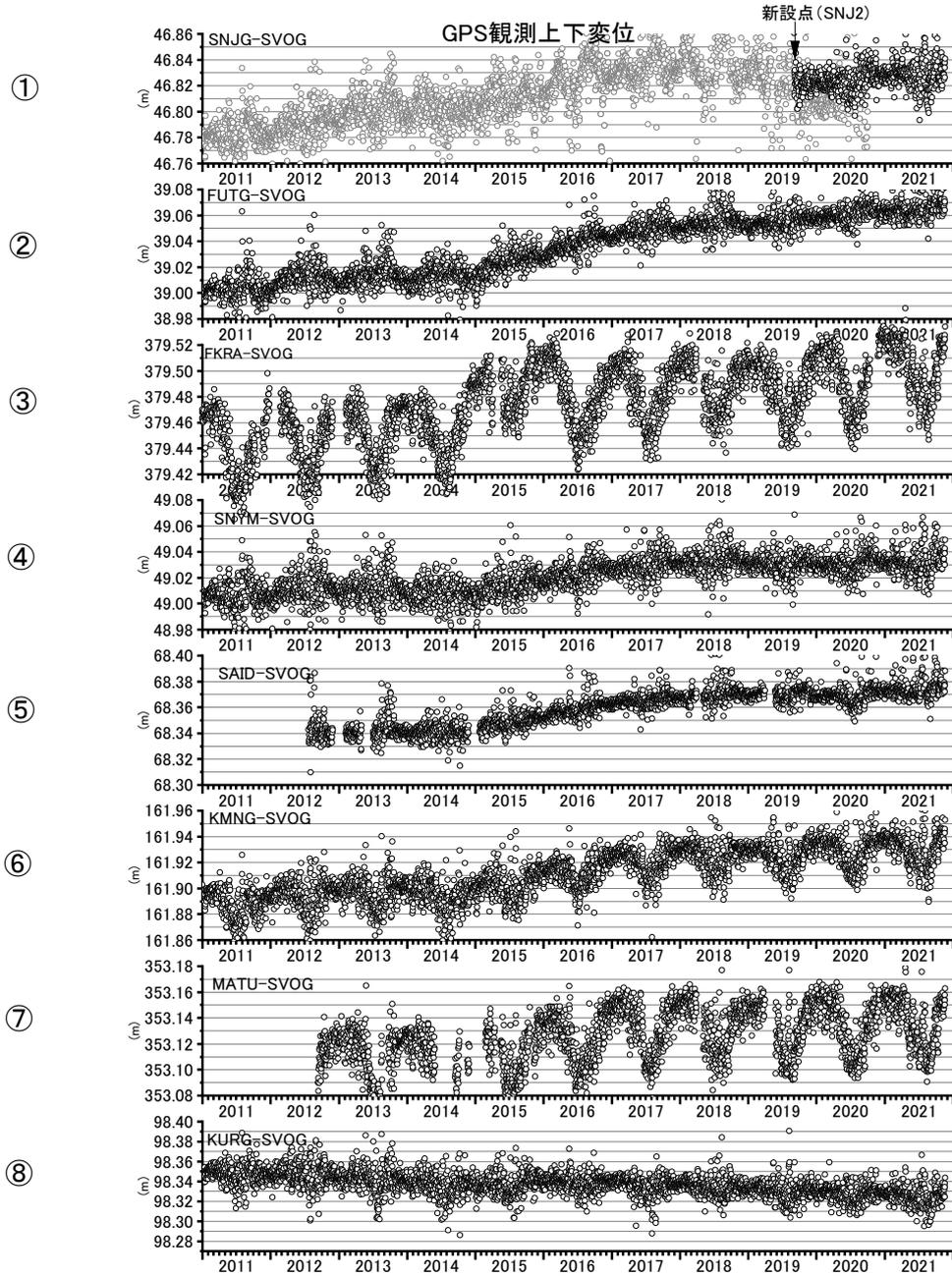


国土地理院発行の数値地図 50m  
メッシュ(標高)から作成

GPS 連続観測 3/3(2021 年 11 月 30 日まで)

図 5. 桜島における短期的水平変位 その 2

桜島



国土地理院発行の数値地図  
50mメッシュ(標高)から作成

GPS 連続観測 (2021 年 11 月 30 日まで)

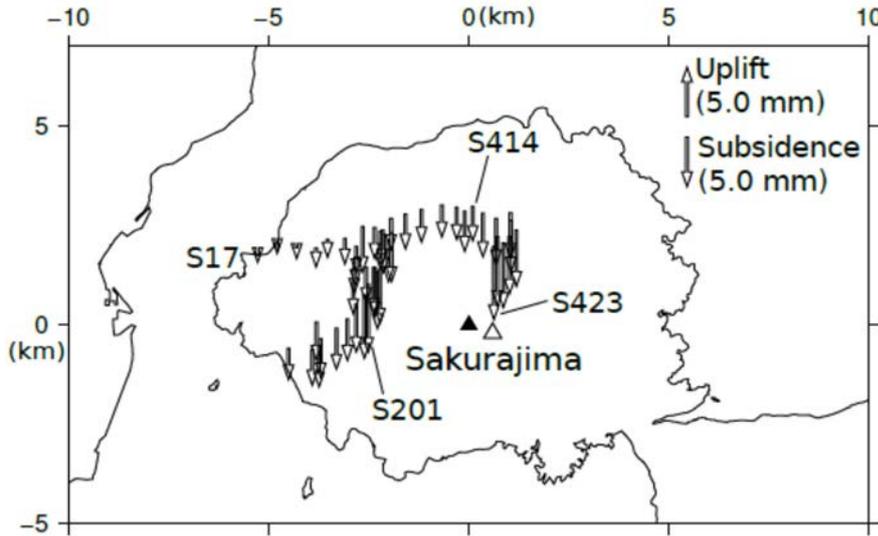
図 6. 桜島における長期的上下変位

第 149 回火山噴火予知連絡会

京大防災研究所  
京大理学研究科  
九大理学研究院  
気象庁

水準測量結果

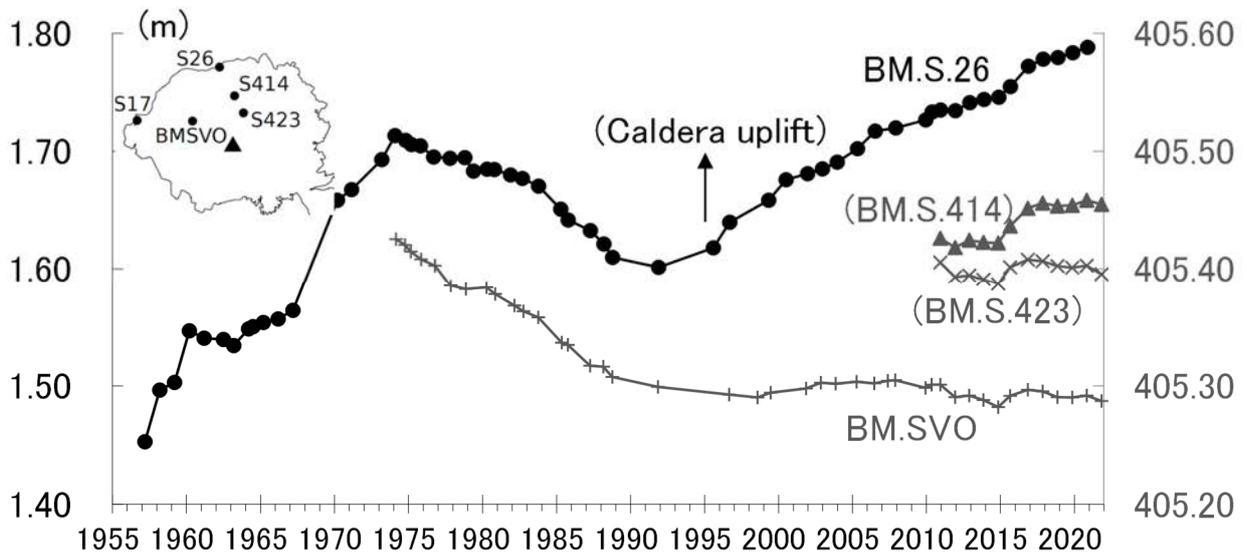
(最新測量:2021年11月1日-12日)



桜島中央付近で地盤沈降(例えば S.423 において-7.3mm、S.201 において-3.5mm)

北岳北麓の桜島北岸近くでも地盤沈降(例えば S.414 において-3.5mm)

桜島内の地盤上下変動(2020年11月~2021年11月)  
S17基準、▲は南岳、△は昭和火口の位置を示す



(最新データ:2021年11月 BM.S26は2020年データ)

BM.S17を基準としたBM.S26およびBM.SVOの比高の経年変化

2010年に新設した北岳路線のS.414(桜島北岸に近い)およびS.423(桜島中央部に近い)の比高の経年変化についても追加でプロットした。それぞれ、右目盛りの値に-80.05m、201.2mを足すことで比高値となるようにプロットした。

図7. 桜島の水準測量結果

桜島

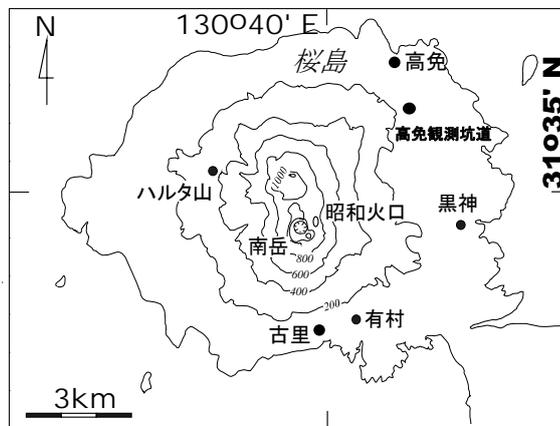
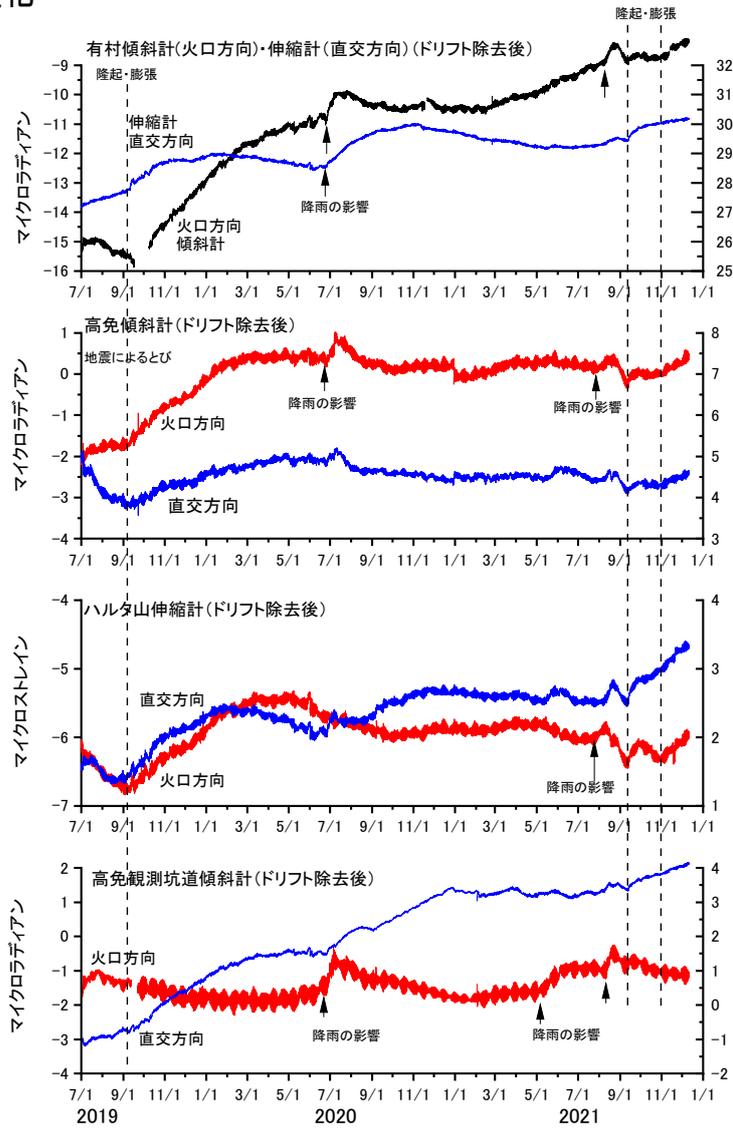


図 8. 傾斜およびひずみ変化 (2021年11月30日まで)  
9月13日と11月以降に隆起・膨張が見られる

桜島活動のまとめ(ハルタ山観測坑道伸縮計)

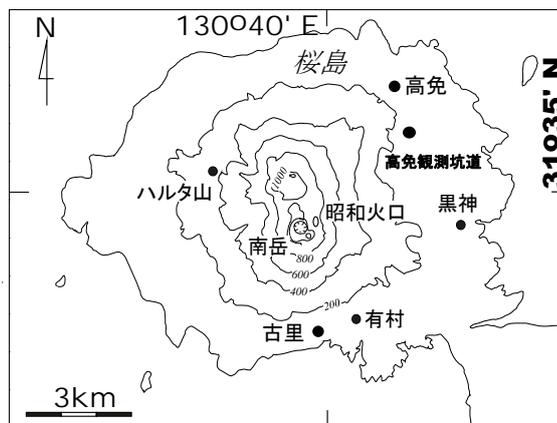
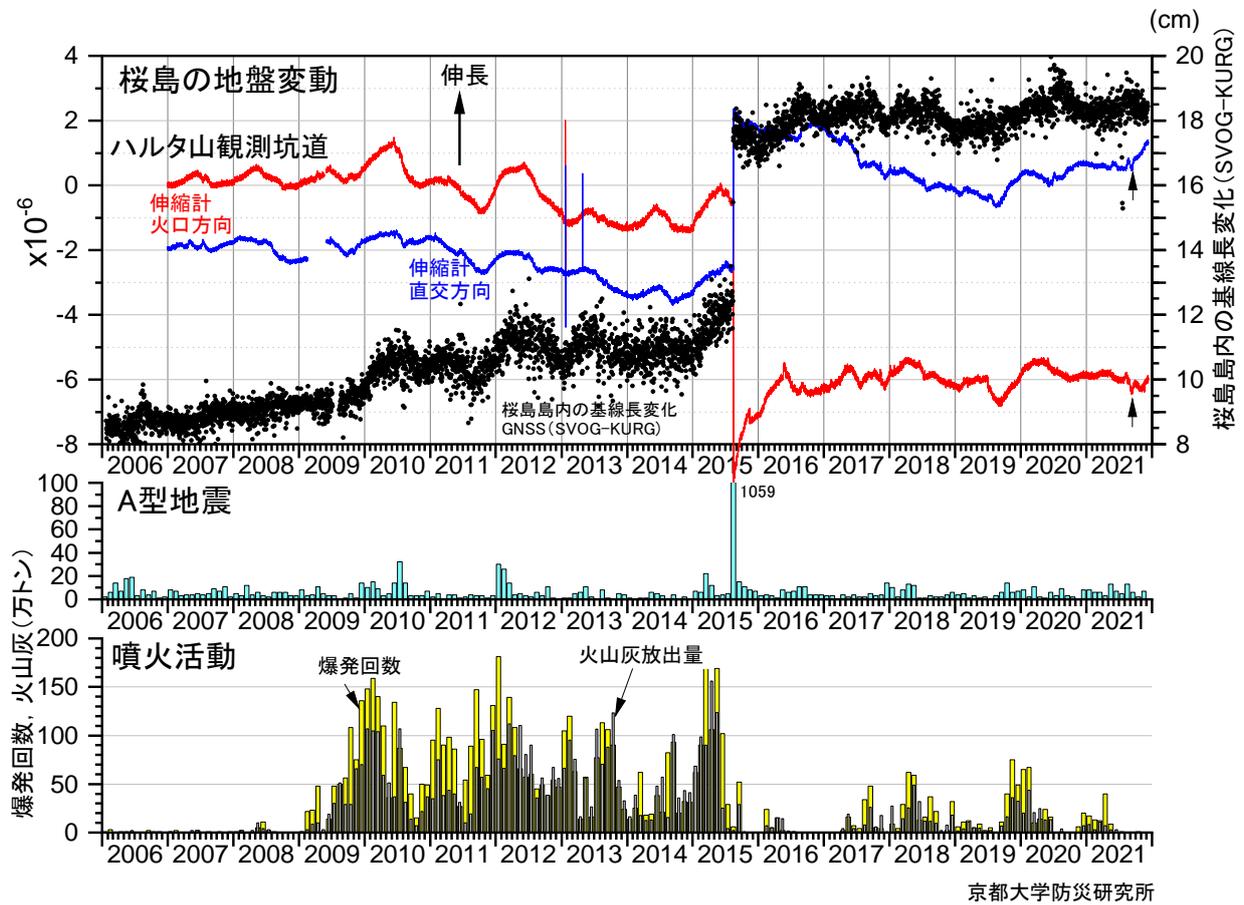


図9. 桜島の長期的な地盤変動 (2006年1月1日~2021年11月30日まで)

桜島

南岳山頂下へのマグマ供給量の見積もり

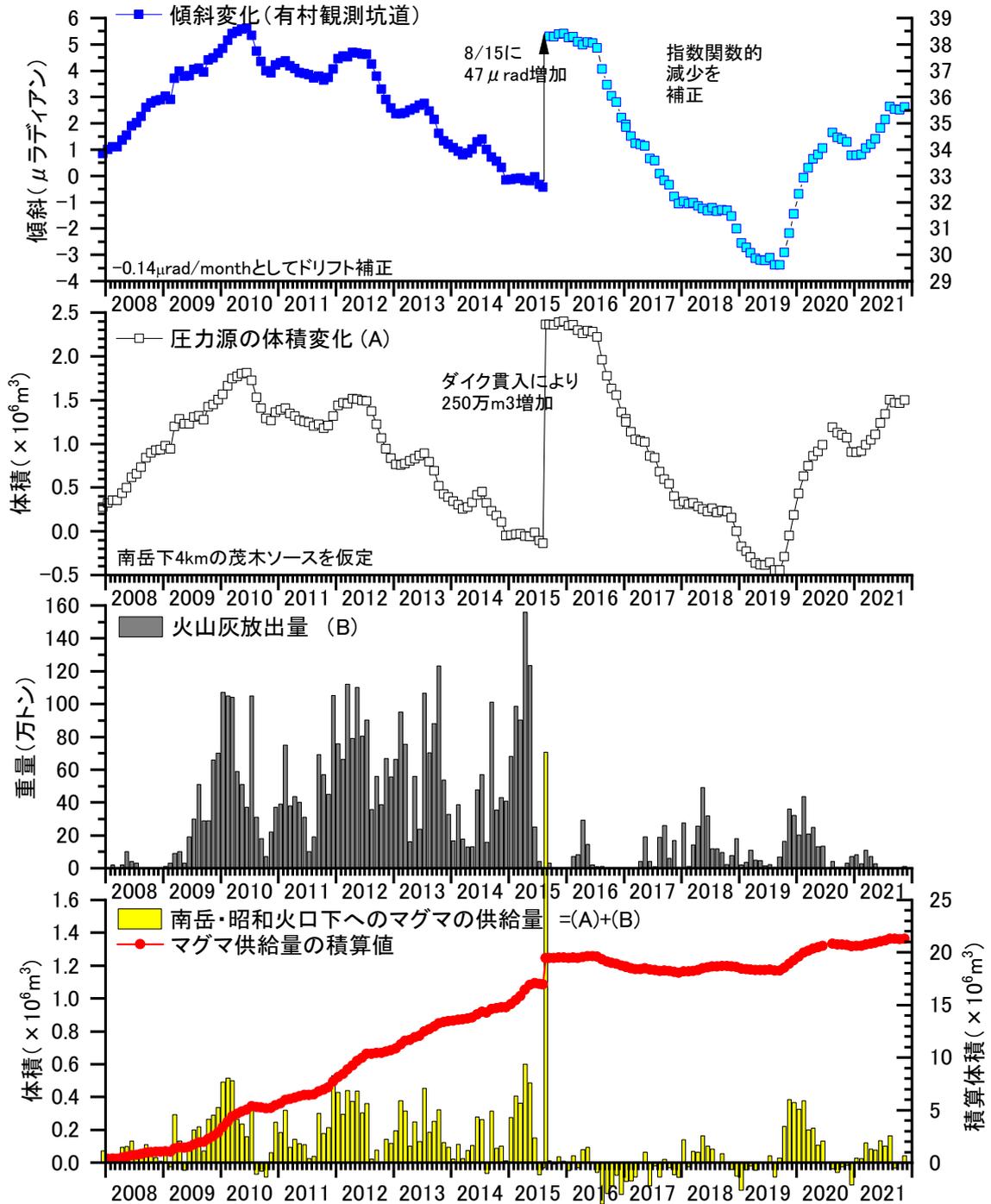


図 10. 有村観測坑道の傾斜変化から求めた、南岳山頂下へのマグマ供給量の見積もり

桜島

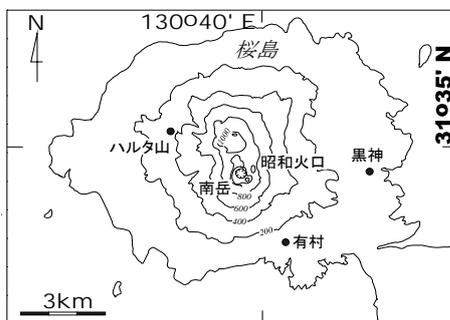
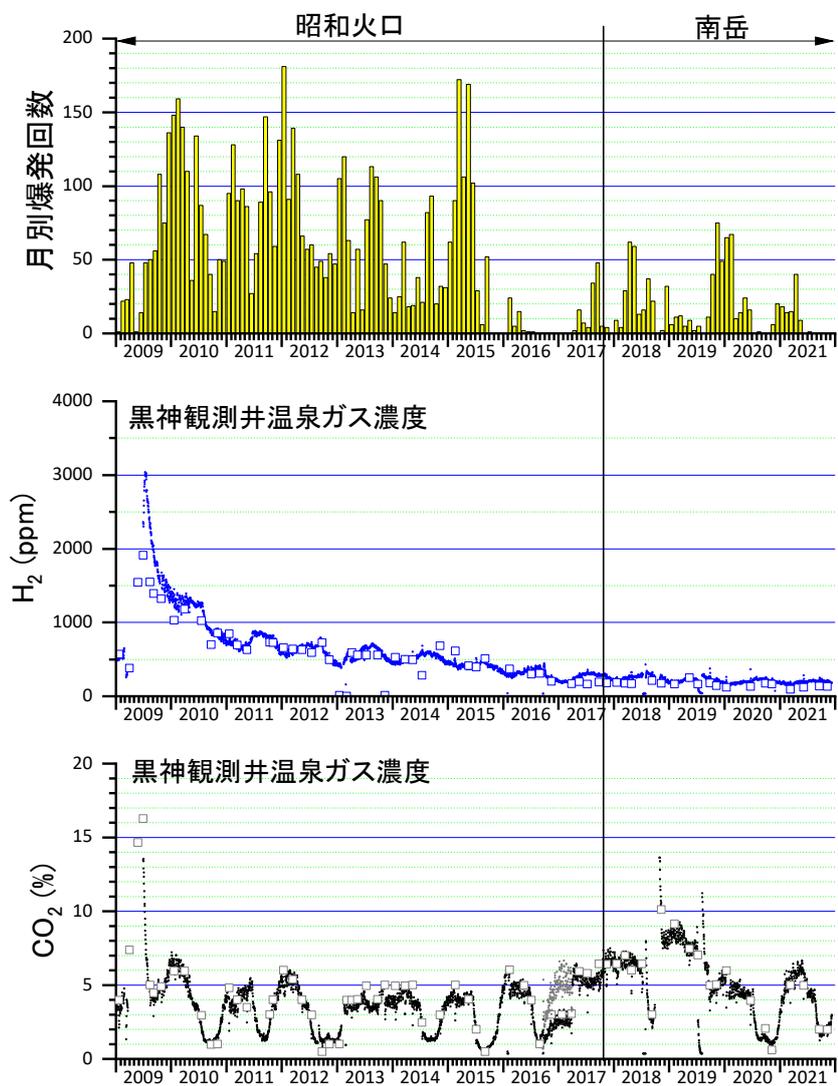


図 11. 黒神温泉ガス(2021 年 11 月 30 日まで)

CO<sub>2</sub>濃度は10月以降増加傾向がみられる。H<sub>2</sub>の濃度は依然として低下し続けている。

## 桜島周辺の地殻変動

## Crustal Deformations around Sakurajima Volcano

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

第1図から第3図は、桜島周辺における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各観測局の保守履歴を示した。

第2-1図及び第2-2図上段は、第1図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(2016年11月～2021年12月3日)の時系列、右列は最近約1年間(2020年11月～2021年12月3日)の時系列である。第2-2図中段は、桜島周辺の基線の配置、下段は「樋脇」の保守履歴を示した。第2-3図は第2-2図中段に示した基線の比高変化グラフである。鹿児島(錦江)湾を挟む「垂水」－「隼人」で2021年1月上旬からわずかな伸びは、2021年6月頃から停滞している。「鹿児島郡山」－「鹿児島福山」で2020年8月頃から見られたわずかな伸びは、2021年3月頃から停滞している。桜島島内の基線は2020年4月頃から停滞している。

第3-1図から第3-3図は、南九州地方及び桜島周辺のGNSS観測点における変動ベクトル図であり、上段に最近3か月間(2021年8月～2021年11月)を、下段に最近1年間(2020年11月～2021年11月)を示した。「樋脇」を固定局としている。第3-1図は南九州地方の水平変動ベクトル図、第3-2図及び第3-3図はそれぞれ桜島周辺の水平変動ベクトル図、上下変動ベクトル図である。最近1年間の水平変動ベクトルでは、始良カルデラの膨脹に伴う地殻変動が見られる。

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。

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。第5図上段は、2015年8月～2021年6月の変位速度、下段は、各地点における変動の時系列データである。第6図上段は、2015年8月～2021年9月の変位速度。下段は、各地点における変動の時系列データである。桜島の地点Aでは、衛星から遠ざかる変動が見られる。

第7図は、GNSS観測データに基づき、時間依存のインバージョン手法により桜島島内の変動源を茂木ソース1、始良カルデラの変動源を茂木ソース2と仮定して体積の増減を時系列的に推定した結果である。解析に使用する観測点が霧島山の力源の影響も受けるため、今回は霧島山の茂木ソースと同時解析を行った。上段は推定に用いた観測点の配置と変動源の位置図で、下段は推定された体積変化の時系列である。桜島島内の変動源(茂木ソース1)は、2020年以降は膨脹が停滞している。始良カルデラの変動源(茂木ソース2)は膨脹が継続している。

第8図および第9図は、推定された各観測点の地殻変動(計算値)と観測値の比較であり、第8図は時系列グラフ、第9図はベクトル図である。このモデルから推定した計算値は比較的よく再現されている。なお、960720「鹿児島2」の上下変動の計算値は観測値と系統的にずれているが、この観測点は昭和(1946年)溶岩流の上であり、局所的な圧密沈下を反映していることが原因と考えられる。

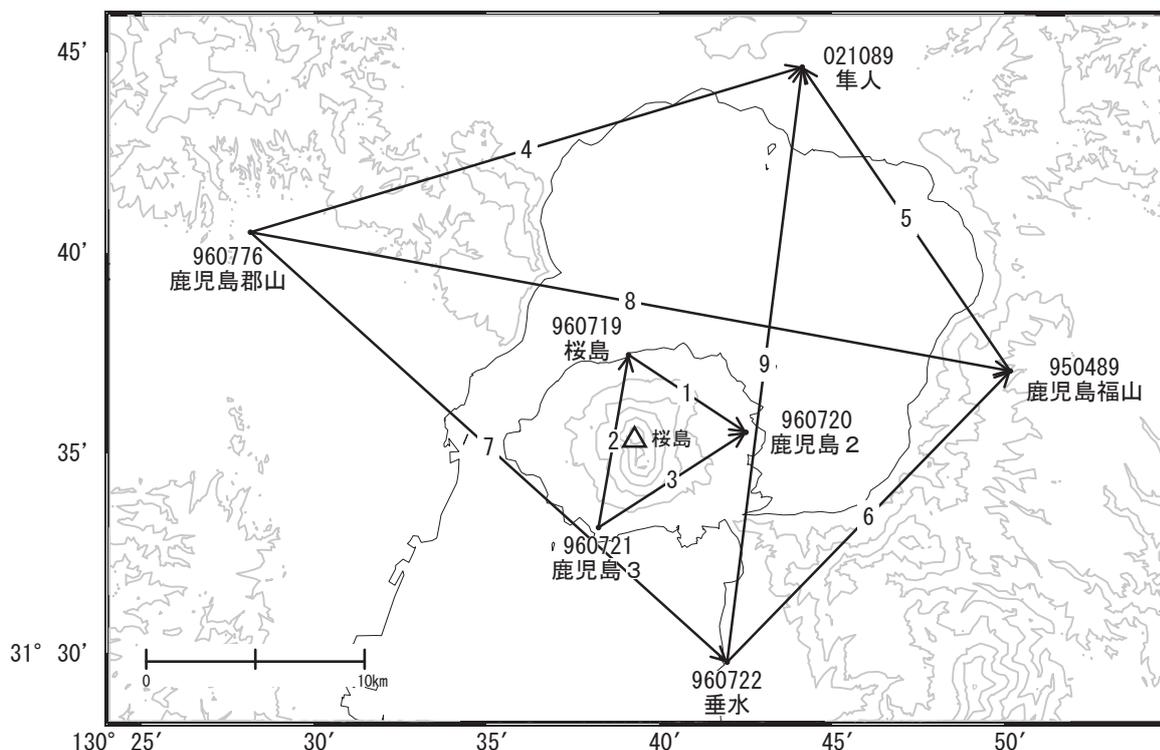
謝辞

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。

## 桜島

鹿児島（錦江）湾を挟む「垂水」-「隼人」で2021年1月上旬から見られたわずかな伸びは、2021年6月頃から停滞しています。「鹿児島郡山」-「鹿児島福山」で2020年8月頃から見られたわずかな伸びは2021年3月頃から停滞しています。桜島島内の基線は2020年4月頃から停滞しています。

桜島周辺GEONET（電子基準点等）による連続観測基線図(1)



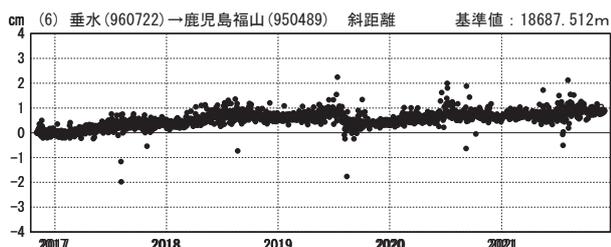
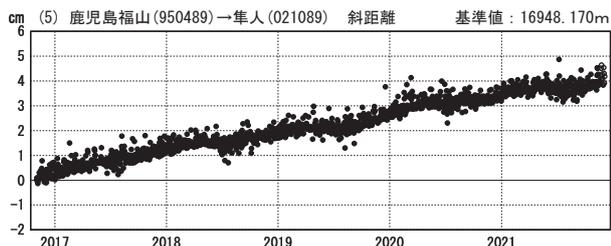
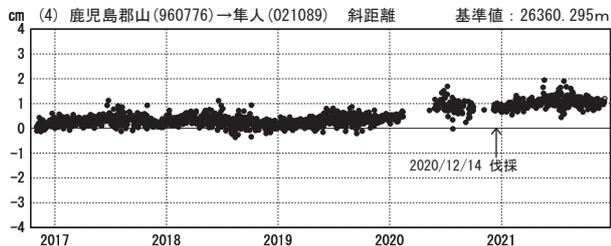
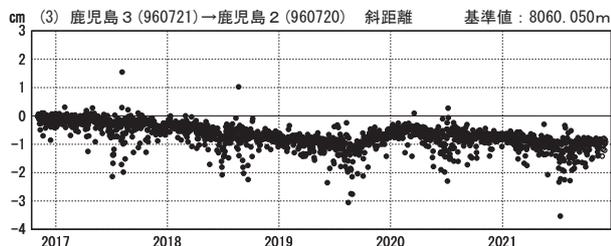
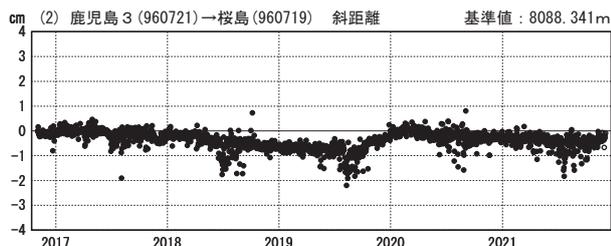
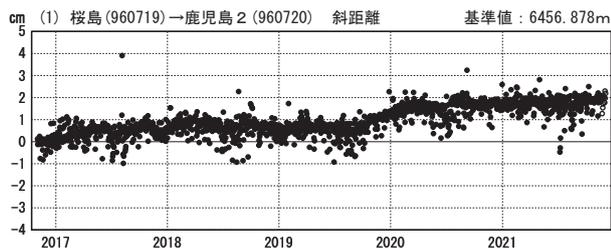
桜島周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
960719	桜島	20170118	受信機交換
		20210112	アンテナ交換・レドーム交換
960720	鹿児島2	20170118	受信機交換
960721	鹿児島3	20170118	受信機交換
960776	鹿児島郡山	20201214	伐採
		20210419	アンテナ交換
021089	隼人	20170131	アンテナ交換
		20190930	受信機交換

第1図 桜島のGNSS連続解析基線図（上段）、観測局の保守履歴（下段）

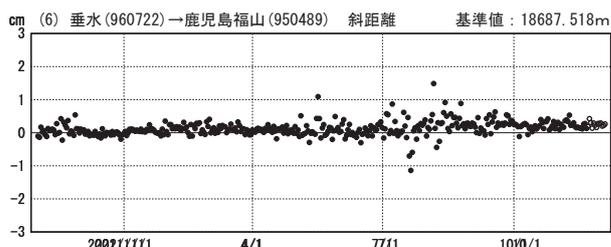
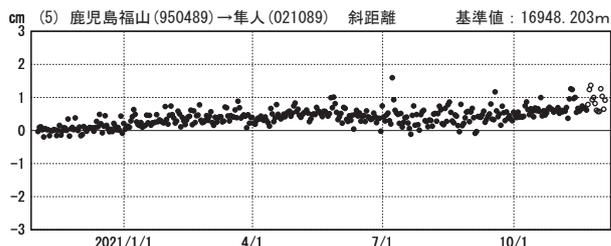
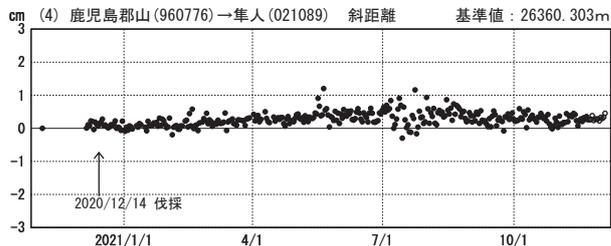
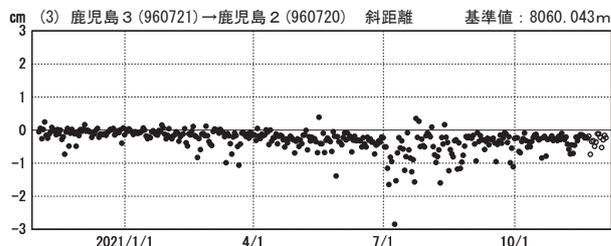
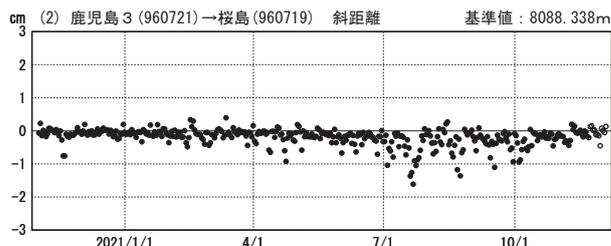
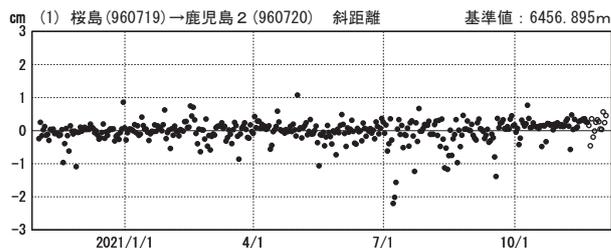
基線変化グラフ（長期）

期間：2016/11/01～2021/12/03 JST



基線変化グラフ（短期）

期間：2020/11/01～2021/12/03 JST



●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

国土地理院

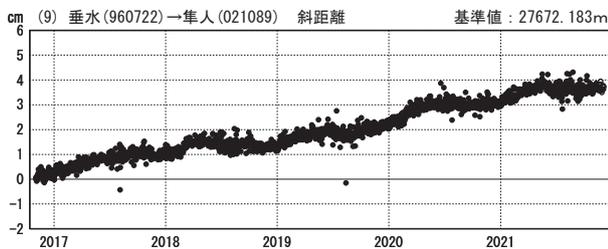
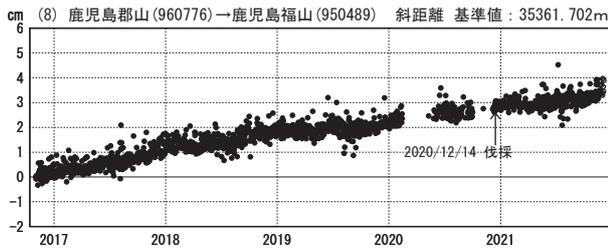
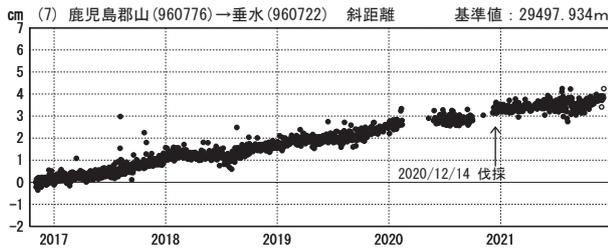
※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第2-1図 桜島周辺のGNSS連続解析基線図による基線変化グラフ  
(左列：2016年11月～2021年12月3日、右列：2020年11月～2021年12月3日)

桜島

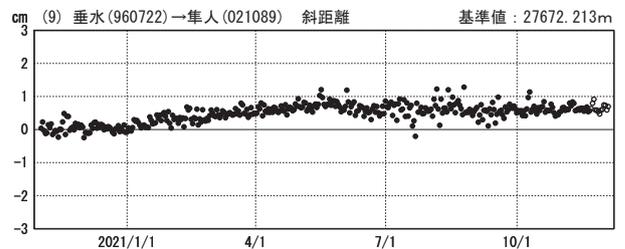
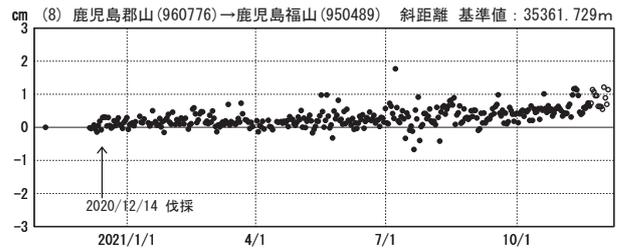
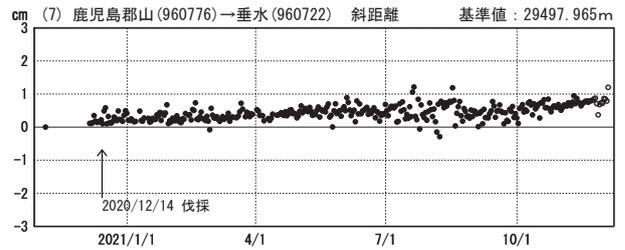
基線変化グラフ (長期)

期間: 2016/11/01~2021/12/03 JST



基線変化グラフ (短期)

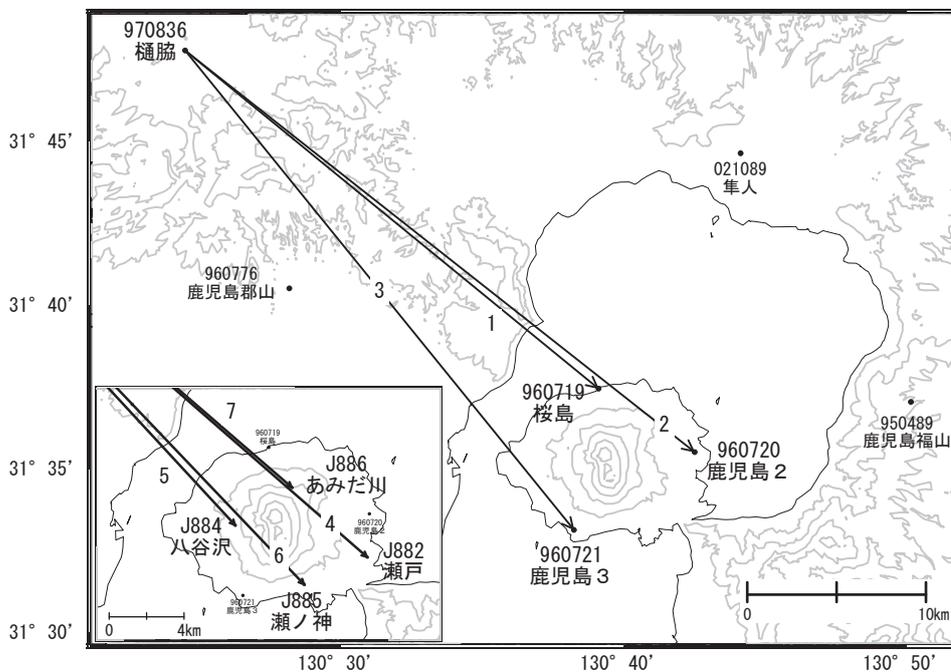
期間: 2020/11/01~2021/12/03 JST



●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

国土地理院

桜島周辺GEONET (電子基準点等) による連続観測基線図 (2)



桜島周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
970836	樋脇	20180123	受信機交換

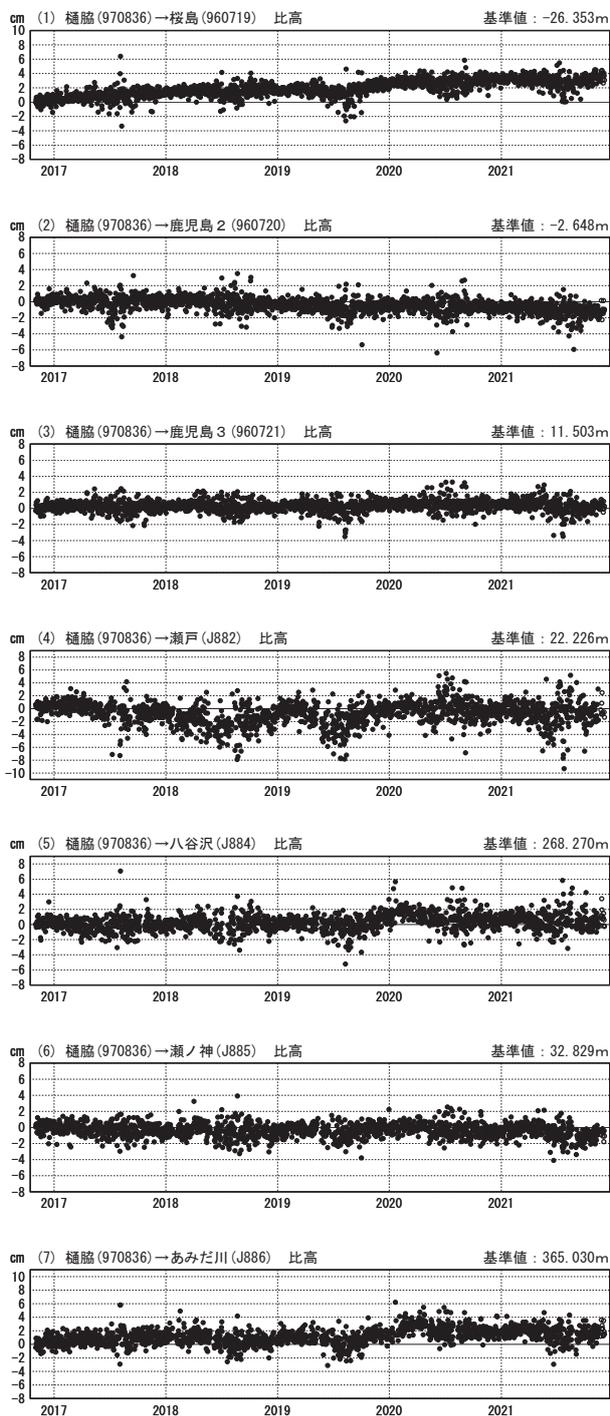
※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第2-2図 (上段) 桜島のGNSS連続観測による基線変化グラフ  
 (上左列: 2016年11月~2021年12月3日、上右列: 2020年11月~2021年12月3日)  
 (中段、下段) 桜島周辺のGNSS連続観測結果と観測局の保守履歴

桜島

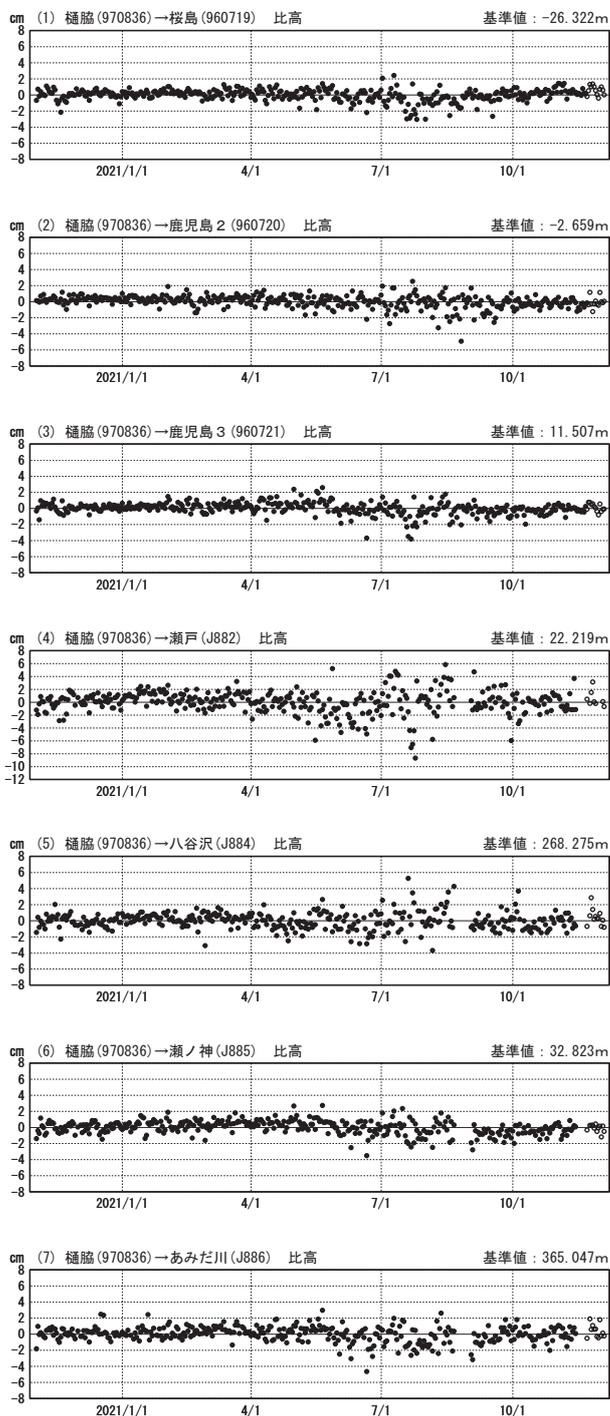
比高変化グラフ（長期）

期間：2016/11/01~2021/12/03 JST



比高変化グラフ（短期）

期間：2020/11/01~2021/12/03 JST



●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

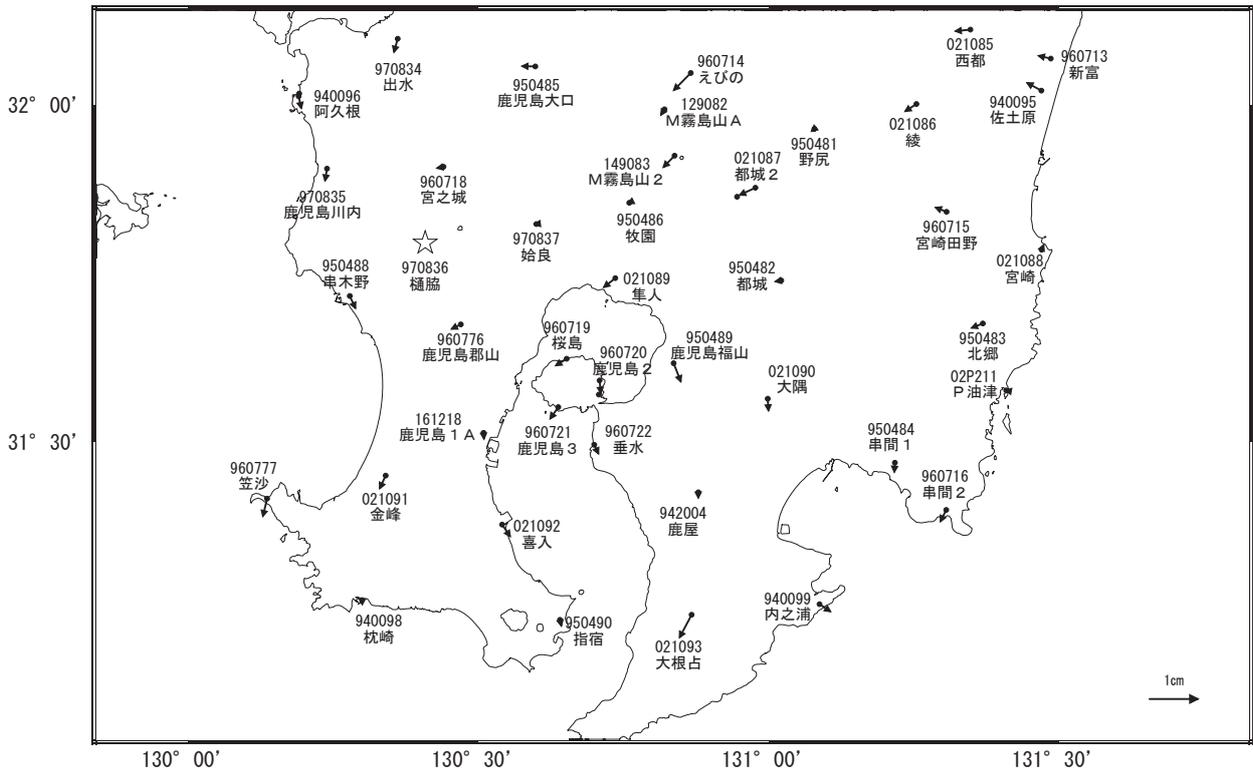
国土地理院・気象庁

※[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2-3図 桜島周辺のGNSS連続観測による比高変化グラフ  
(比高：左列 2016年11月~2021年12月3日、右列 2020年11月~2021年12月3日)

南九州地方の地殻変動(水平:3か月)

基準期間:2021/08/04~2021/08/13 [F5:最終解]  
比較期間:2021/11/04~2021/11/13 [F5:最終解]

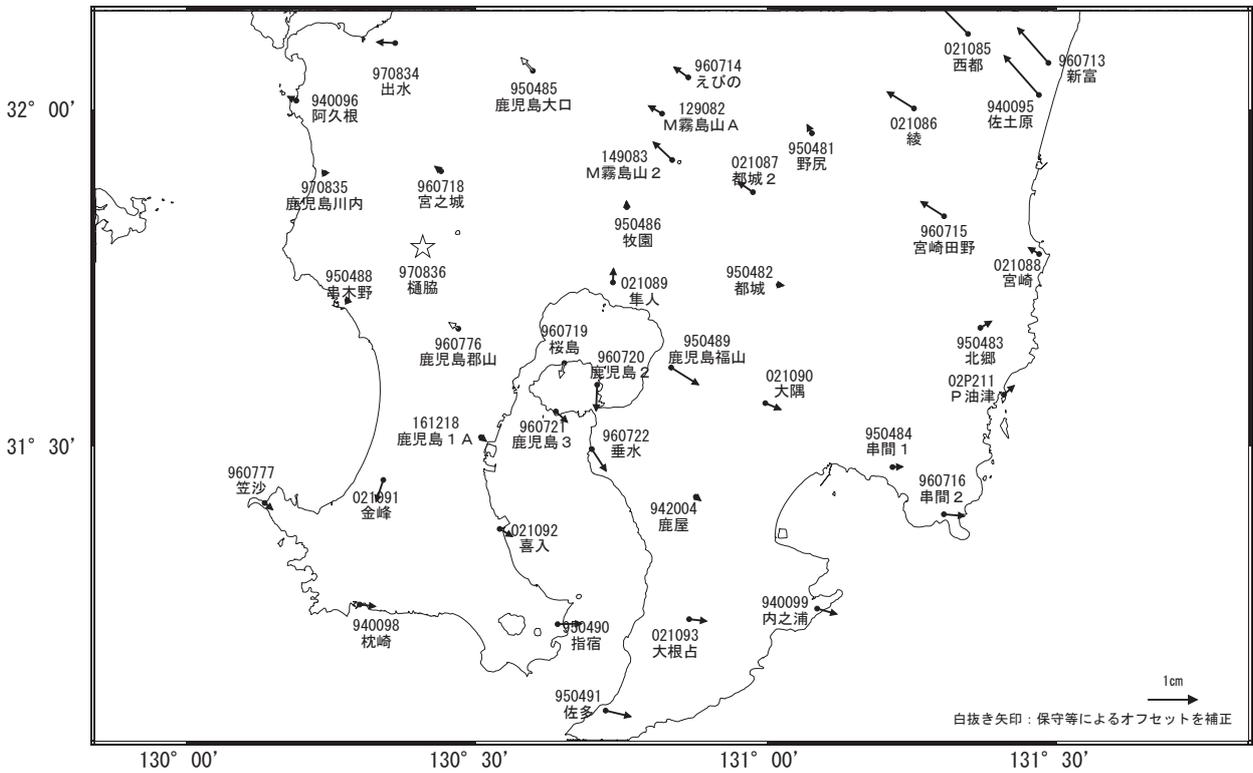


☆ 固定局:樋脇(970836)

国土地理院

南九州地方の地殻変動(水平:1年)

基準期間:2020/11/04~2020/11/13 [F5:最終解]  
比較期間:2021/11/04~2021/11/13 [F5:最終解]



☆ 固定局:樋脇(970836)

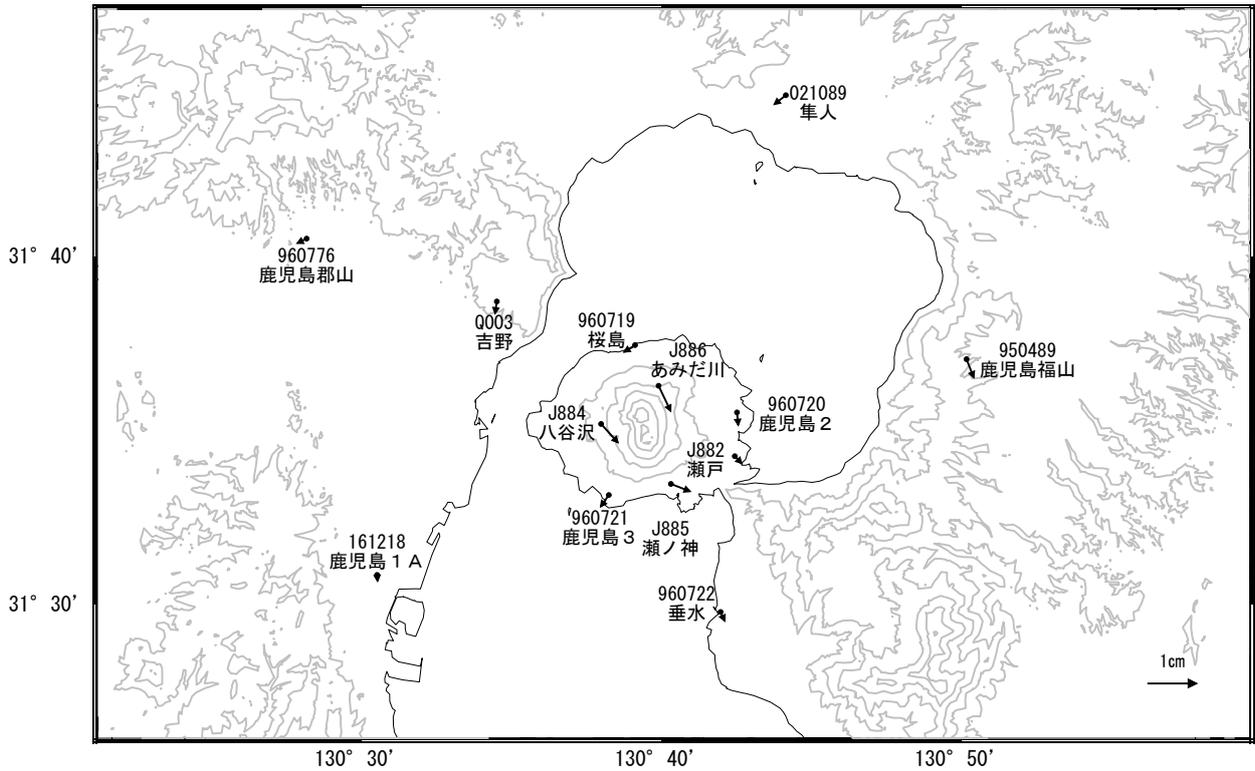
国土地理院

第3-1図 南九州地方におけるGNSS観測点の水平変動ベクトル図  
(上段:2021年8月~2021年11月、下段:2020年11月~2021年11月)

桜島

桜島周辺の地殻変動(水平:3か月)

基準期間:2021/08/04~2021/08/13[F5:最終解]  
 比較期間:2021/11/04~2021/11/13[F5:最終解]

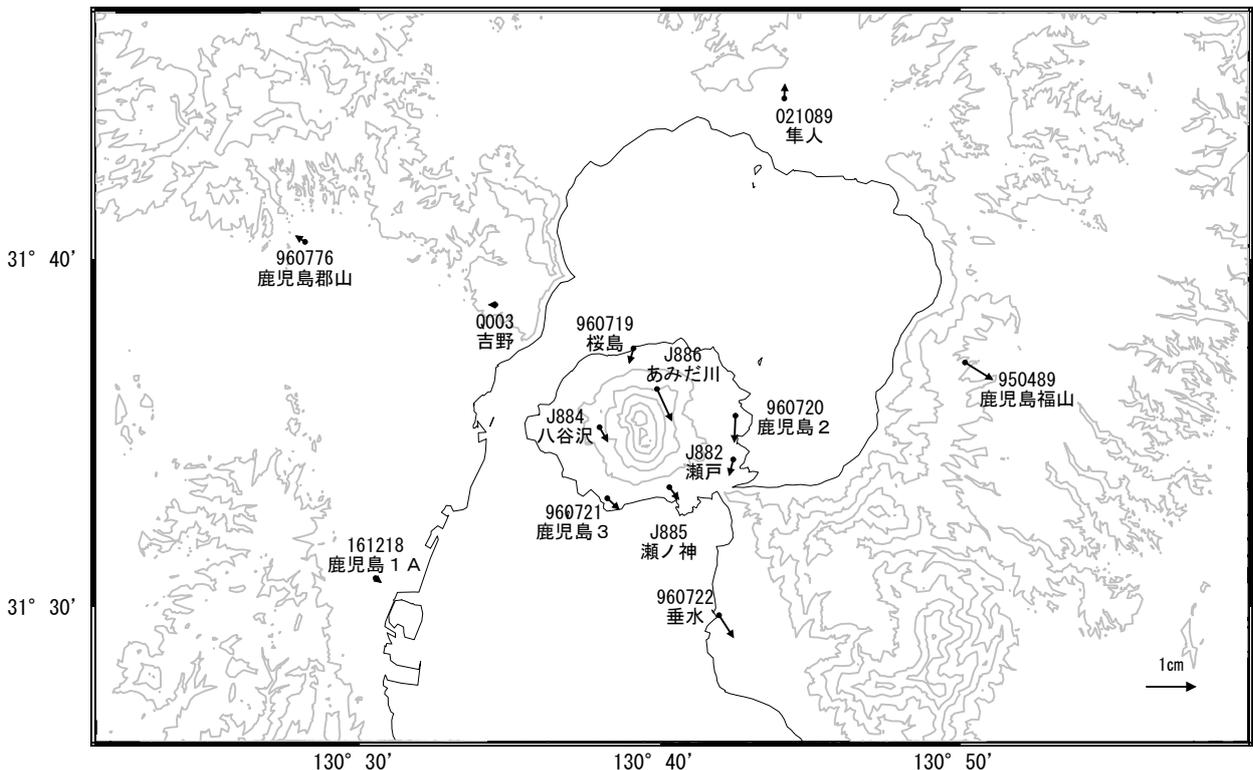


☆ 固定局:樋脇(970836)

国土地理院・気象庁・九州電力

桜島周辺の地殻変動(水平:1年)

基準期間:2020/11/04~2020/11/13[F5:最終解]  
 比較期間:2021/11/04~2021/11/13[F5:最終解]



☆ 固定局:樋脇(970836)

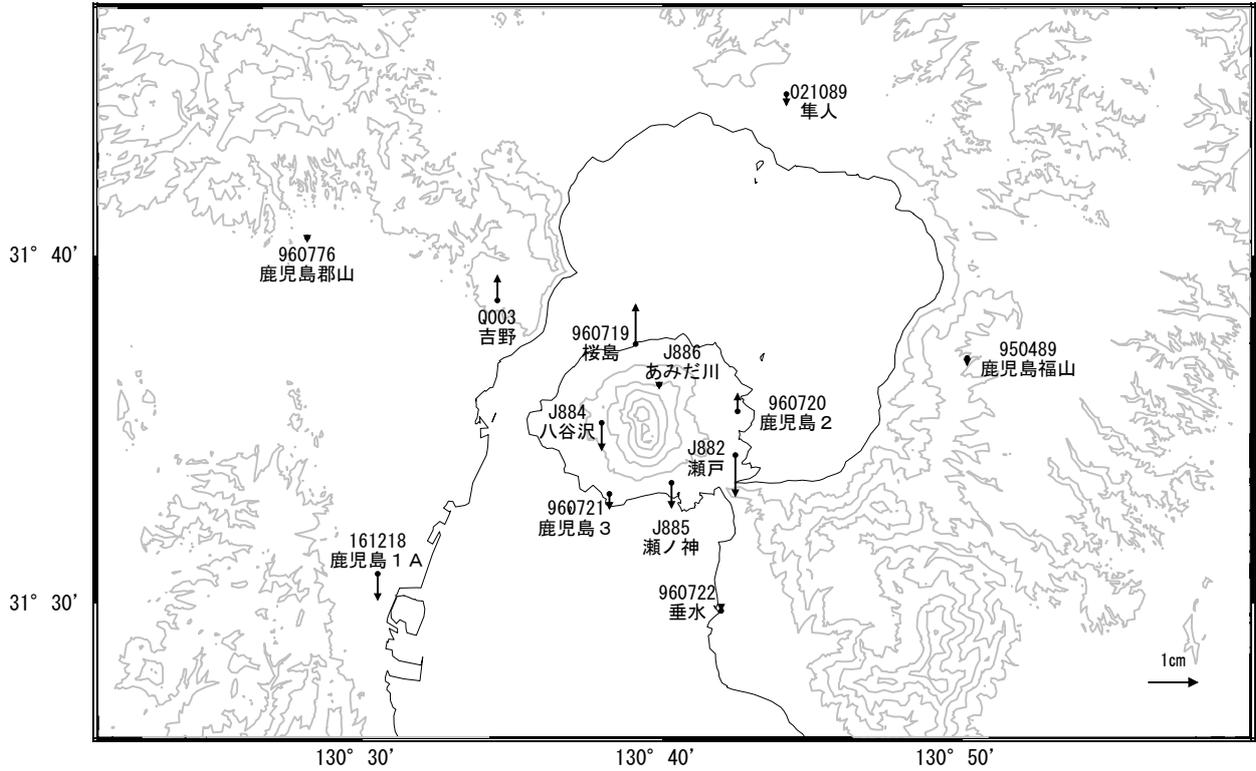
国土地理院・気象庁・九州電力

第3-2図 桜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:2021年8月~2021年11月、下段:2020年11月~2021年11月)

桜島

桜島周辺の地殻変動(上下:3か月)

基準期間:2021/08/04~2021/08/13[F5:最終解]  
 比較期間:2021/11/04~2021/11/13[F5:最終解]

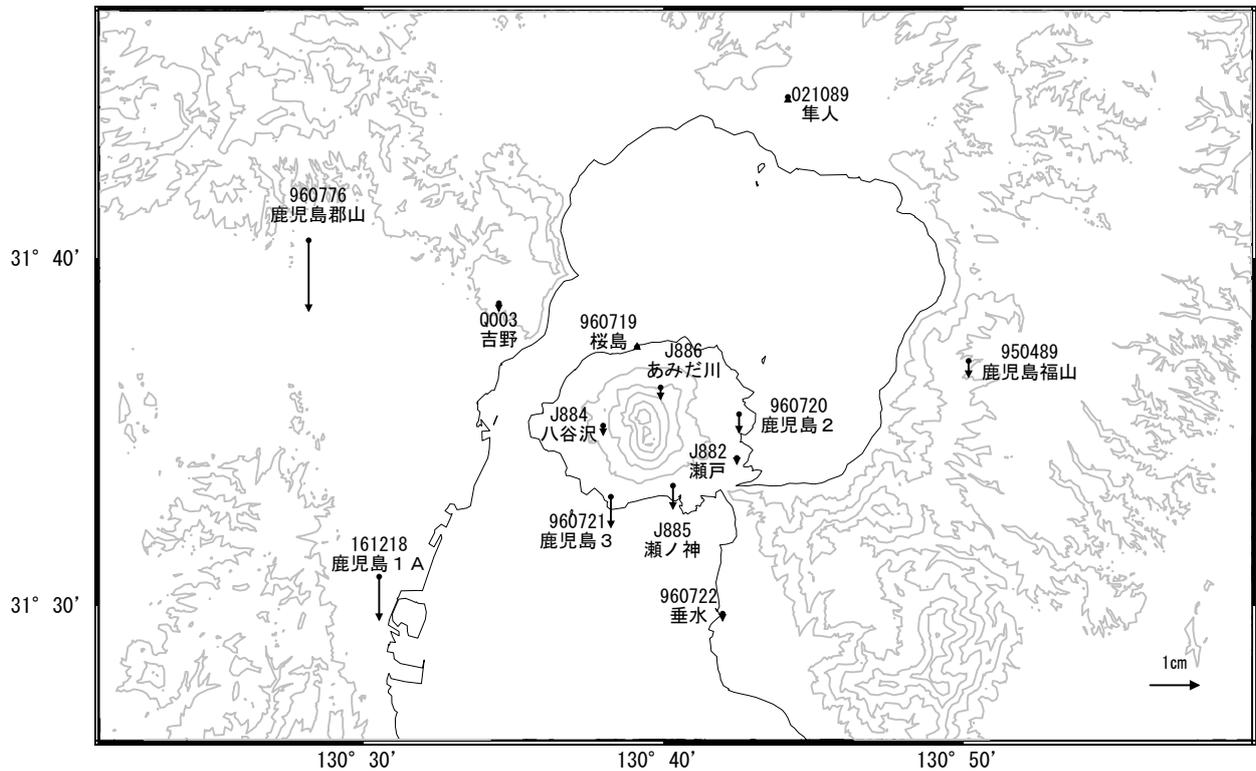


☆ 固定局:樋脇(970836)

国土地理院・気象庁・九州電力

桜島周辺の地殻変動(上下:1年)

基準期間:2020/11/04~2020/11/13[F5:最終解]  
 比較期間:2021/11/04~2021/11/13[F5:最終解]



☆ 固定局:樋脇(970836)

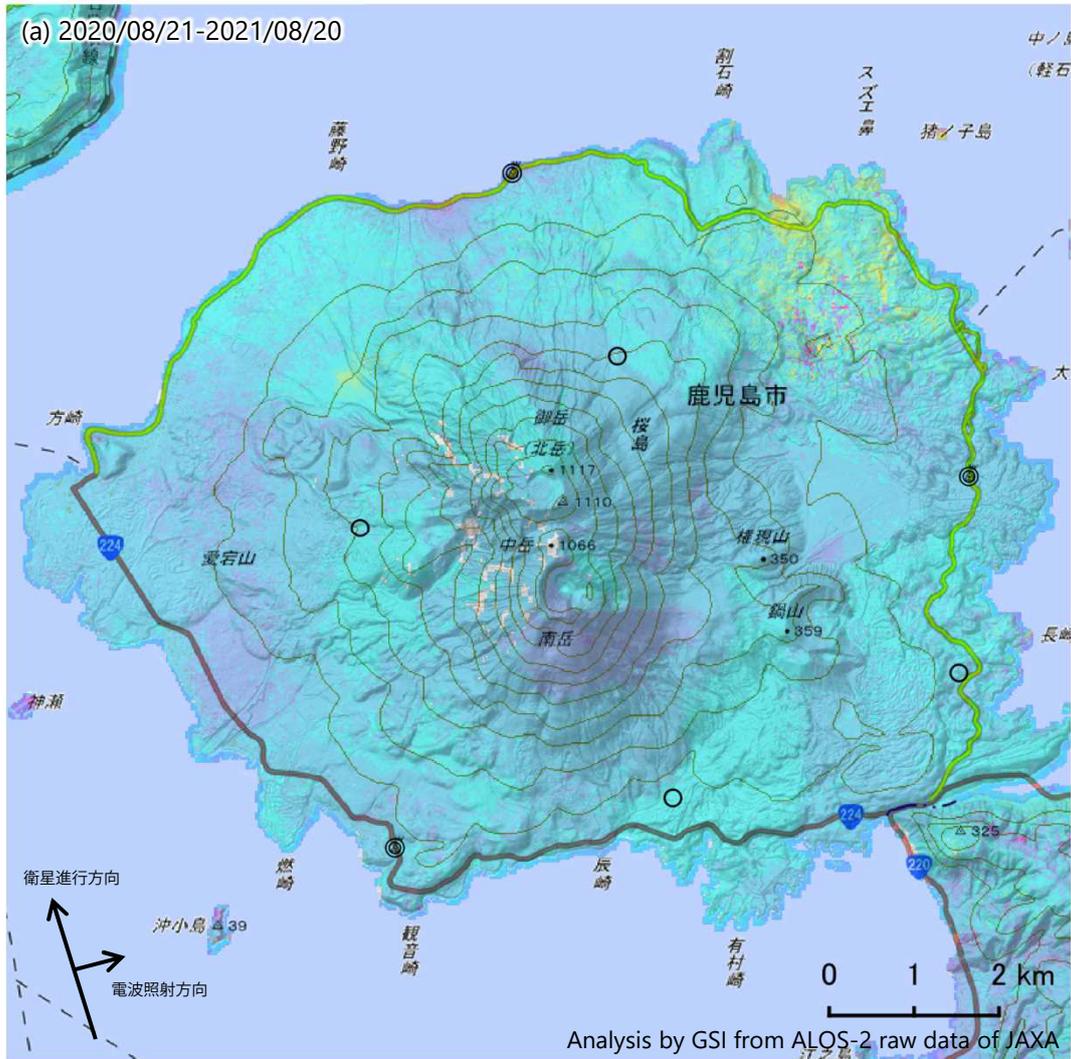
国土地理院・気象庁・九州電力

第3-3図 桜島周辺の電子基準点・気象庁GNSS観測点の統合解析による上下変動ベクトル図  
 (上段:2021年8月~2021年11月、下段:2020年11月~2021年11月)

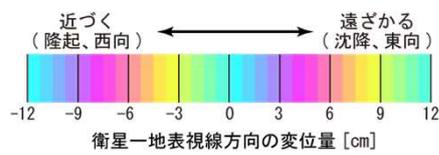
桜島

桜島の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)
衛星名	ALOS-2
観測日時	2020/08/21 2021/08/20 0:11頃 (364日間)
衛星進行方向	北行
電波照射方向	右(東)
観測モード*	H-H
入射角	30.1°
偏波	HH
垂直基線長	+ 107m



- ◎ 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

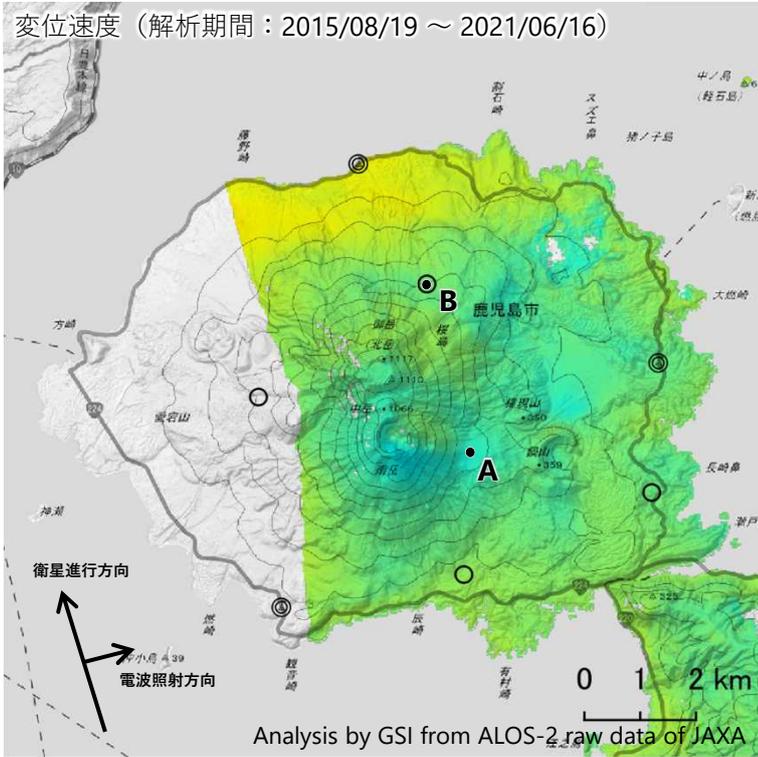
\* H：高分解能(6m)モード

第4図 「だいち2号」PALSAR-2による桜島周辺地域の解析結果

桜島

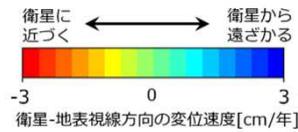
桜島の干渉SAR時系列解析結果（北行）

桜島の地点A周辺に、衛星から遠ざかる変動が見られます。

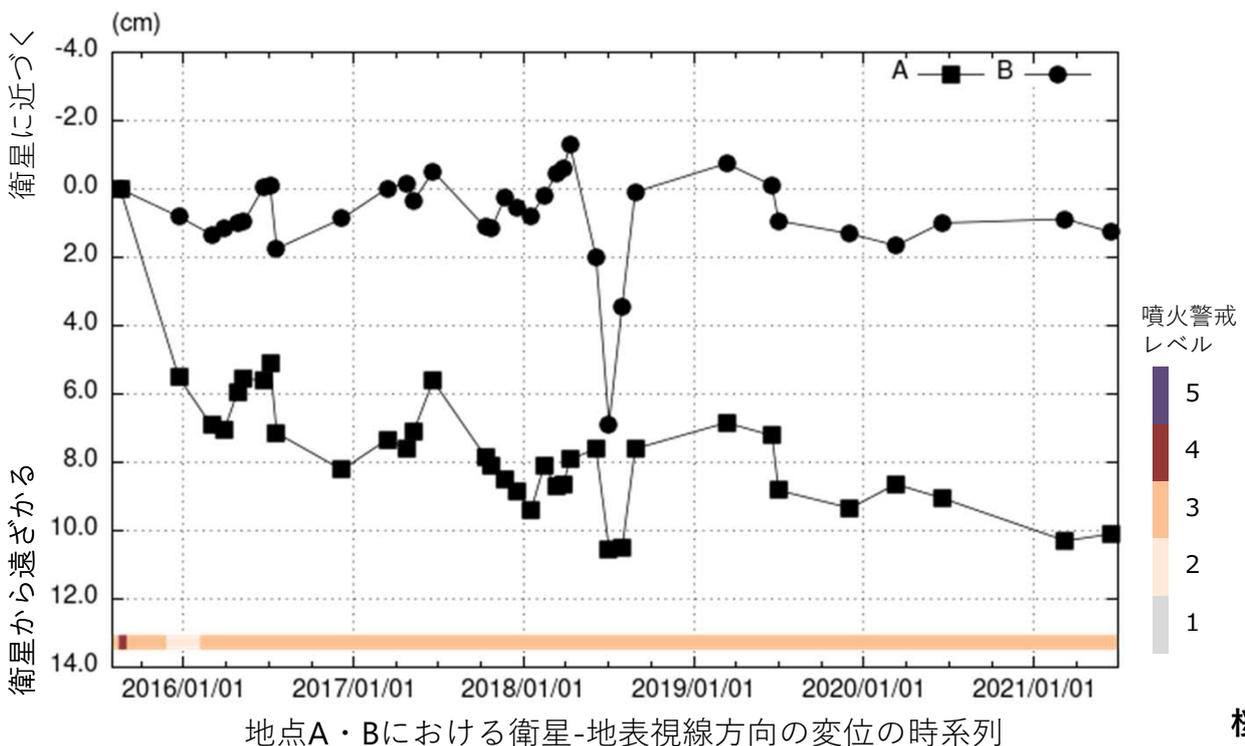


衛星名	ALOS-2
観測期間	2015/08/19 ～ 2021/06/16 (2128日間)
衛星進行方向	北行
電波照射方向	右(東)
観測モード*	U
入射角	41.4°
偏波	HH
データ数	35
干渉ペア数	164

- \* 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 ※参照点は電子基準点「鹿児島福山」付近  
干渉SAR時系列解析手法：SBAS法



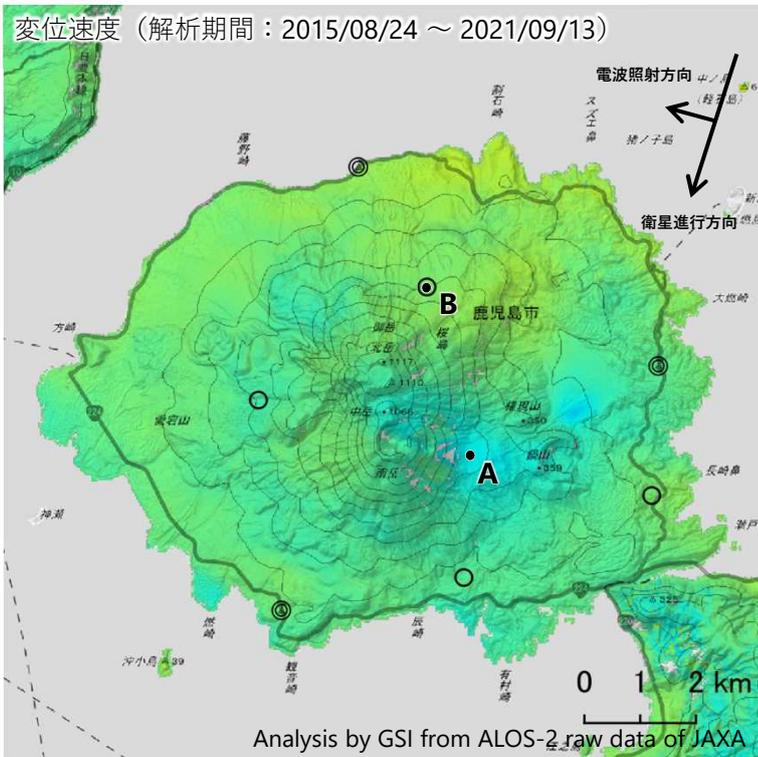
本解析で使用したデータの一部は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

第5図 桜島の干渉SAR時系列解析結果

(上段) 変位速度の分布 (2015年8月～2021年6月) (下段) 変動の時系列データ (2015年8月～2021年6月)

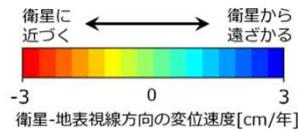
桜島の干渉SAR時系列解析結果（南行）

桜島の地点A周辺に、衛星から遠ざかる変動が見られます。

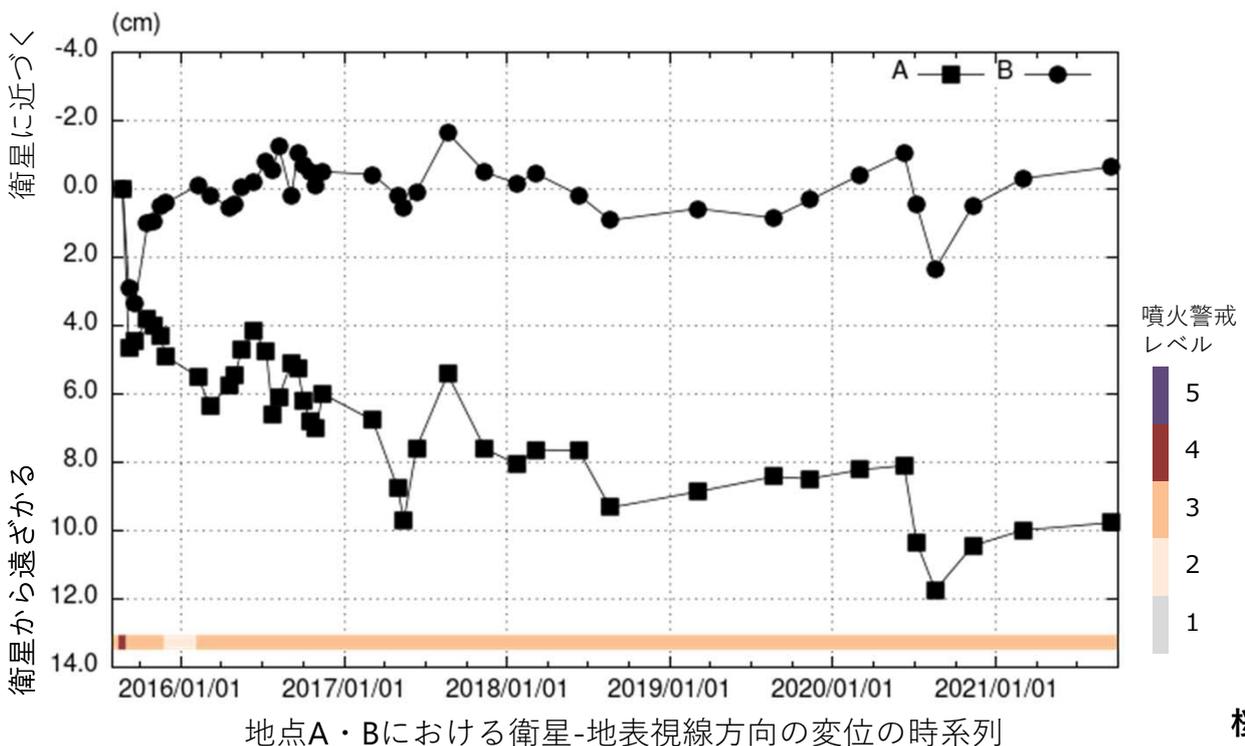


衛星名	ALOS-2
観測期間	2015/08/24 ～ 2021/09/13 (2212日間)
衛星進行方向	南行
電波照射方向	右(西)
観測モード*	U
入射角	36.4°
偏波	HH
データ数	42
干渉ペア数	201

- \* 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 ※参照点は電子基準点「鹿児島福山」付近  
干渉SAR時系列解析手法：SBAS法



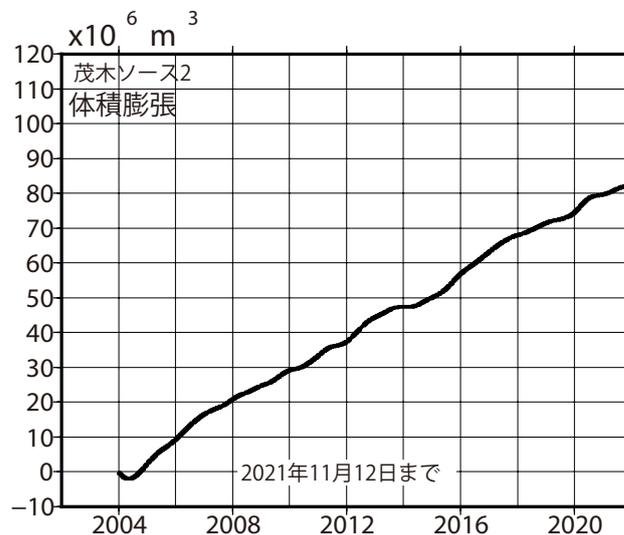
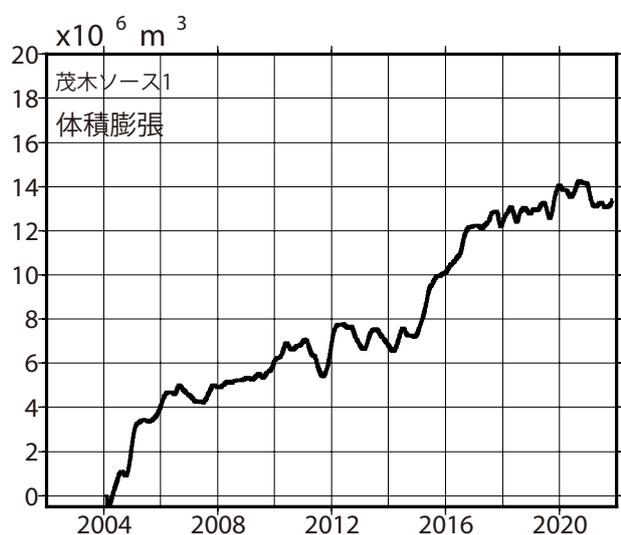
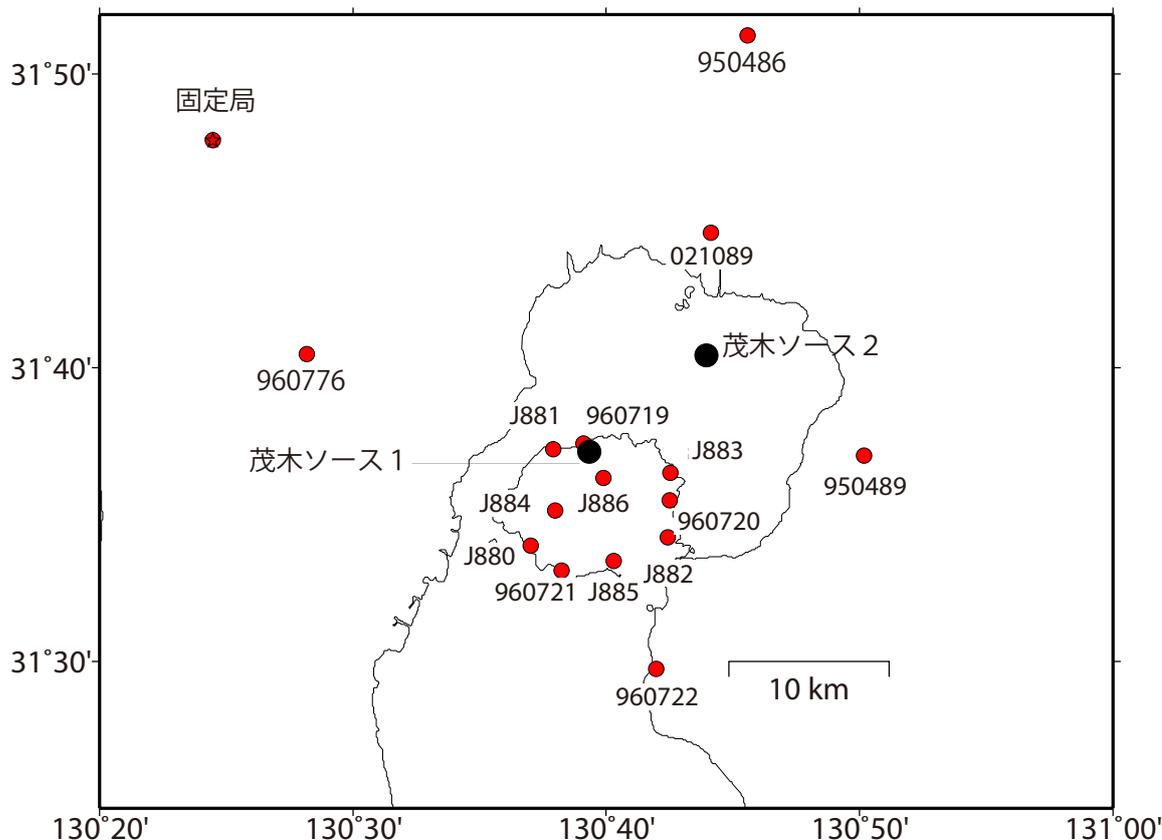
本解析で使用したデータの一部は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

第6図 桜島の干渉SAR時系列解析結果

(上段) 変位速度の分布 (2015年8月～2021年9月) (下段) 変動の時系列データ (2015年8月～2021年9月)

桜島の茂木ソースの位置と体積変化

時間依存のインバージョン解析



茂木ソース1: 緯度 31.619° 経度 130.656° 深さ 5km

茂木ソース2: 緯度 31.674 経度 130.733 深さ 10km

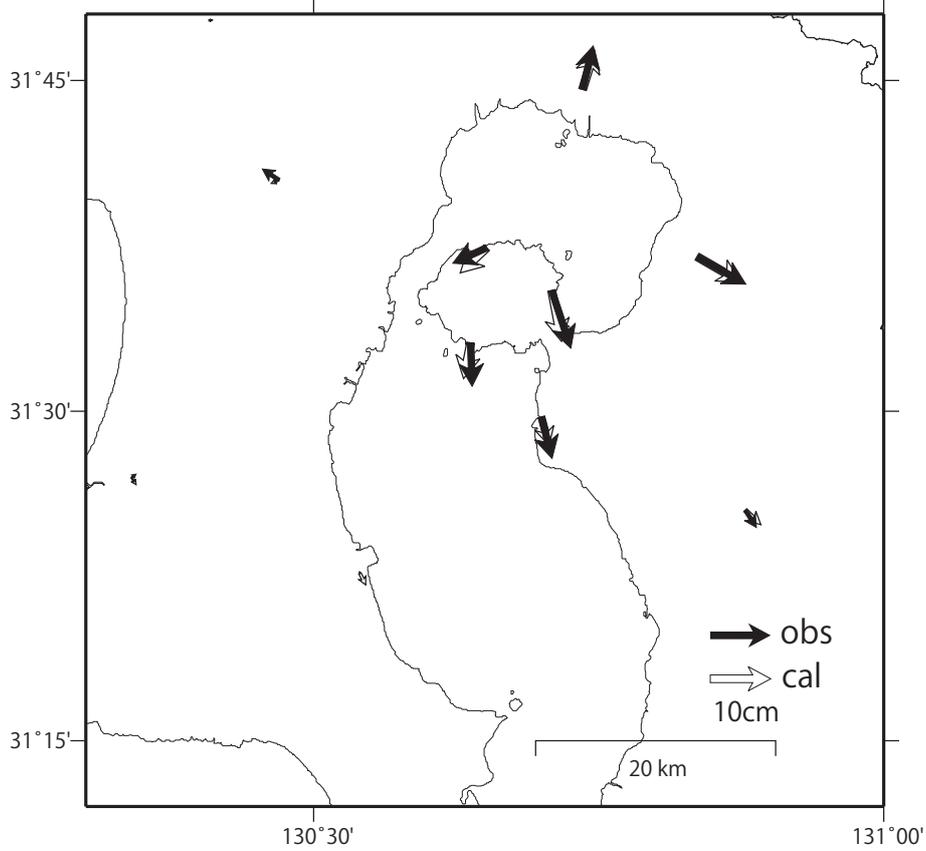
\*電子基準点の保守等による変動は補正済

第7図 時間依存インバージョンの手法による桜島の変動源の体積変化推定・茂木ソース2つを仮定  
 (上段: 推定に用いた観測点(赤点)の配置と茂木ソースの位置(黒丸)、  
 下段左、推定された茂木ソース体積の時間変化・桜島直下、  
 下段右、推定された茂木ソース体積の時間変化・始良カルデラ深部)

桜島

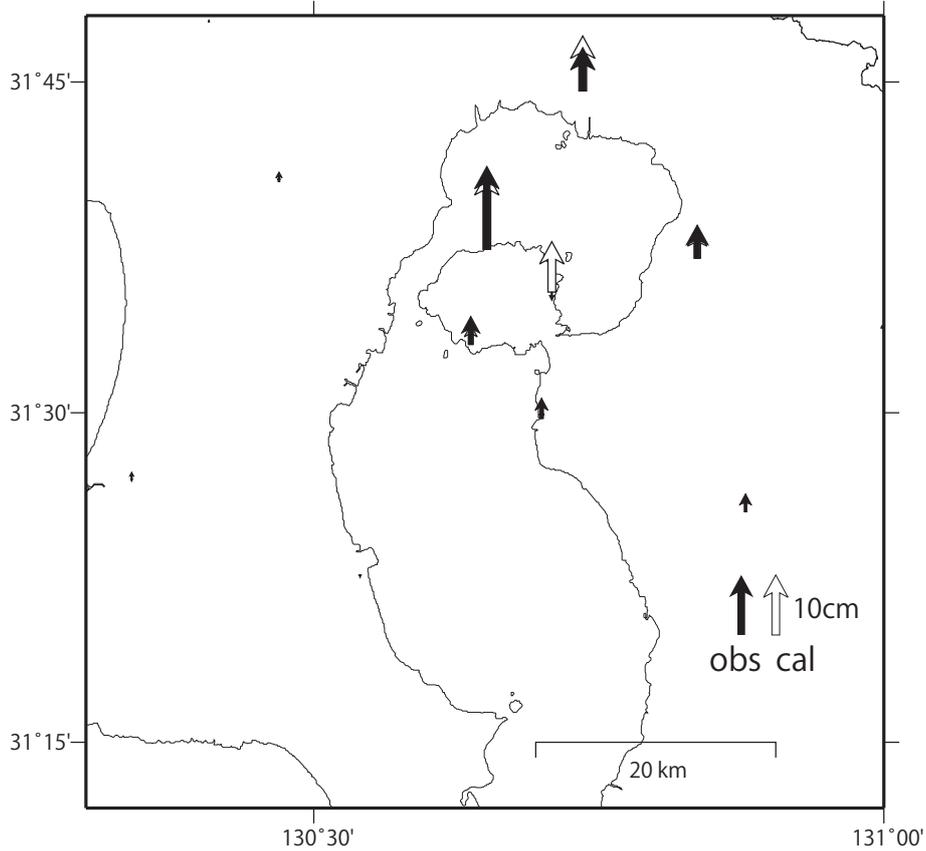
観測値(黒)と計算値(白)の比較  
水平

2004/1/1-2021/10/31



上下

2004/1/1-2021/10/31



第9図 推定された茂木ソースによる地殻変動計算値(白)と観測値(黒)の比較

桜島

・ 降灰状況 (図 1 ~ 4)

2021 年 (令和 3 年) 6 月 ~ 2021 年 (令和 3 年) 11 月の降灰量 (有村 1) は約  $3.1\text{kg}/\text{m}^2$  であり前年同期間は約  $0.24\text{kg}/\text{m}^2$  であった。今後噴火が活発になり降灰量が増加した場合は、土石流の発生頻度が高まる傾向があり注意が必要。

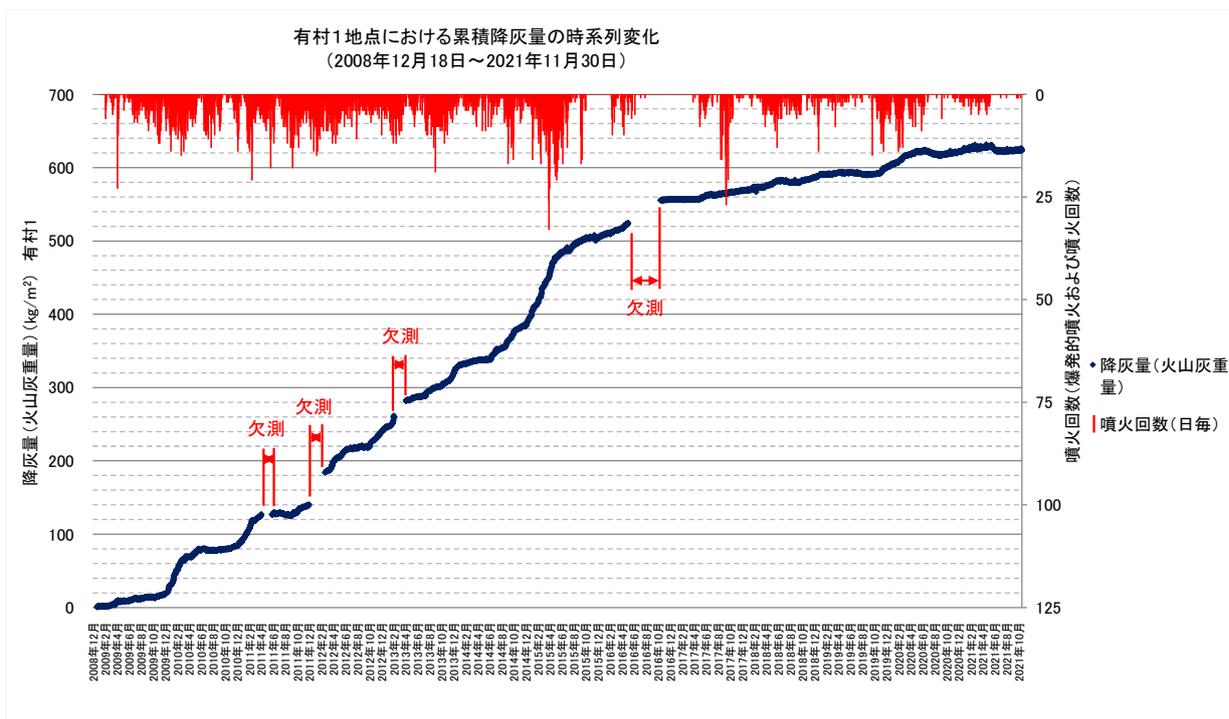


図 1 自動降灰量計による降灰量の推移 (2008 年 12 月 18 日 ~ 2021 年 11 月 30 日)

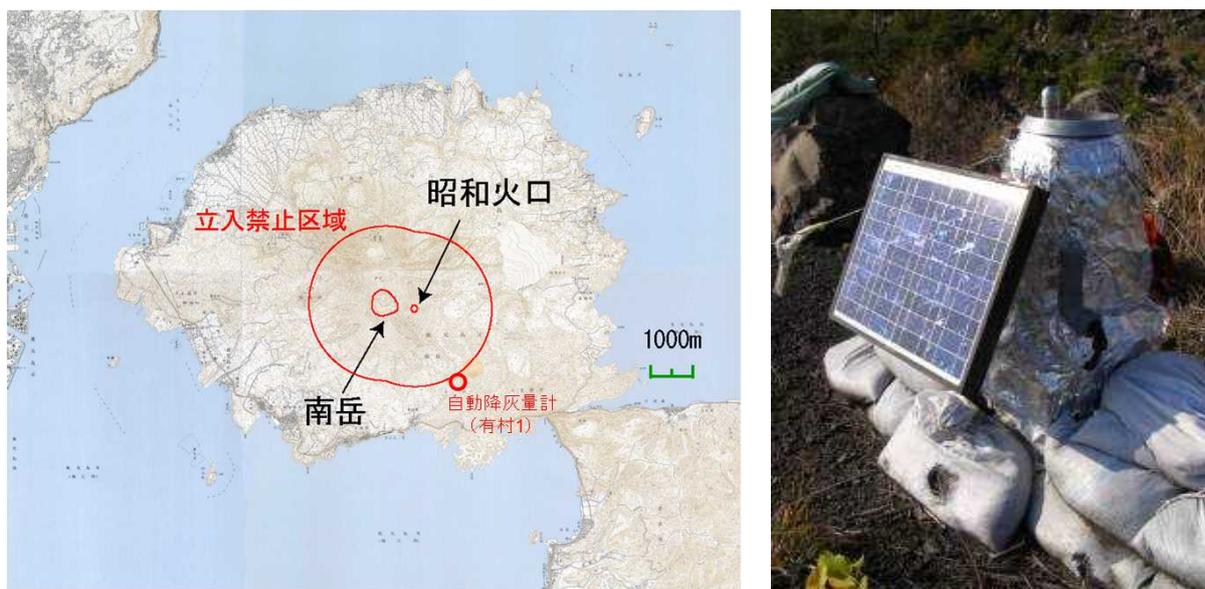


図 2 自動降灰量計設置位置図および写真

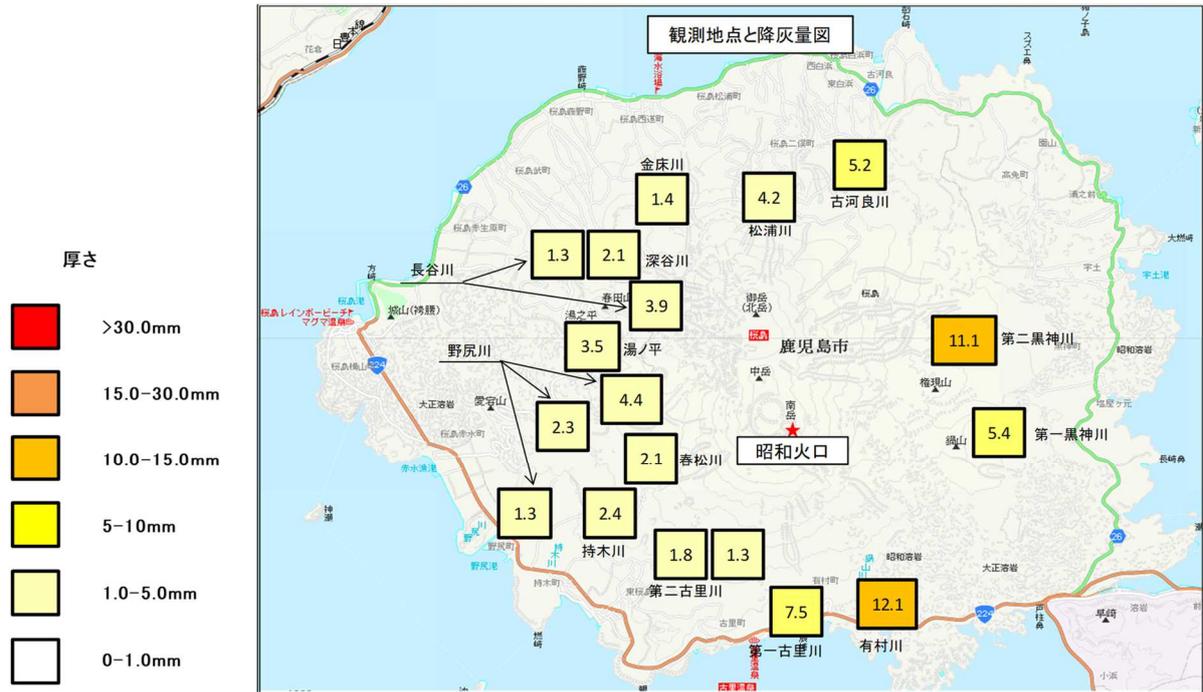


図3 桜島島内降灰量の分布 (2020年1月～2020年12月)

データ：九州地方整備局大隅河川国道事務所



図4 桜島島内降灰量の分布 (2021年1月～2021年10月)

データ：九州地方整備局大隅河川国道事務所

桜島における土石流発生状況

・土石流発生状況（表1～3、図5～6）

- ・2020(令和2)年1月～12月の土石流発生回数は32回<sup>表1</sup>（2019(令和元)年1月～12月は34回<sup>表3</sup>）
- ・2021(令和3)年1月～11月の土石流発生回数は21回<sup>表2</sup>（2020(令和2)年1月～11月は32回<sup>表1</sup>）
- ・2009（平成21）年以降、引き続き、弱い降雨強度（10mm/hr程度）、少ない連続雨量（20mm程度）でも土石流が発生。
- ・2020年の野尻川では、ワイヤーセンサー3段目切断規模が3回発生（全12回発生）。有村川では、3段目切断規模が1回発生（全9回発生）。黒神川では、3段目切断規模が1回発生（全7回発生）。
- ・2021年の野尻川では、3段目切断規模が2回発生（全6回発生）。有村川では、3段目切断規模が1回発生（全6回発生）。黒神川では、3段目切断規模が1回発生（全3回発生）。
- ・2021年の野尻川でピーク流量「野尻川1号堰堤」は、90m<sup>3</sup>/sであった。
- ・2021年の有村川でピーク流量「有村川3号堰堤」は、150～180m<sup>3</sup>/sであった。
- ・2021年の黒神川でピーク流量「黒神橋」は、97m<sup>3</sup>/sであった。

表1 各溪流における土石流発生状況<sup>\*1, 2, 3</sup>  
(2020年1月～2020年12月)

発生回数	発生月日	溪流名	発生時雨量(mm)			ワイヤーセンサー切断段数	ピーク流量(m <sup>3</sup> /s)
			20分雨量	時間雨量	連続雨量		
1	1/23	野尻川	8	10	11	3(180cm)	-
2	1/23	有村川	6	6	6	2(120cm)	-
3	2/12	野尻川	11	19	32	3(180cm)	-
4	2/12	有村川	3	7	16	3(180cm)	-
5	2/12	第一古里川	14	18	26	1(60cm)	-
6	2/12	黒神川	17	24	42	3(180cm)	-
7	3/27	有村川	3	5	12	1(60cm)	51.6
8	4/19	有村川	4	8	19	1(60cm)	-
9	5/15	野尻川	8	19	60	1(60cm)	-
10	5/16	有村川	6	20	83	1(60cm)	-
11	6/10	野尻川	5	6	6	1(60cm)	8.9
12	6/11	野尻川	8	11	48	3(180cm)	106.5
13	6/11	持木川	6	8	26	1(60cm)	-
14	6/11	有村川	6	7	25	2(120cm)	180.0
15	6/11	黒神川	20	28	87	1(60cm)	-
16	6/25	野尻川	6	6	6	2(120cm)	86.1
17	6/25	有村川	12	13	25	2(120cm)	-
18	6/25	持木川	15	22	52	1(60cm)	-
19	6/25	黒神川	9	38	46	1(60cm)	-
20	6/30	黒神川	33	50	126	2(120cm)	-

表2 各溪流における土石流発生状況<sup>\*1, 2, 3</sup>  
(2021年1月～2021年11月)

発生回数	発生月日	溪流名	発生時雨量(mm)			ワイヤーセンサー切断段数	ピーク流量(m <sup>3</sup> /s)
			20分雨量	時間雨量	連続雨量		
21	7/5	黒神川	12	39	100	1(60cm)	-
22	7/6	野尻川	16	25	128	1(60cm)	-
23	7/6	有村川	13	27	147	1(60cm)	-
24	7/6	黒神川	17	43	201	2(120cm)	-
25	7/24	野尻川	20	30	48	2(120cm)	-
26	7/24	持木川	19	25	43	1(60cm)	-
27	7/24	有村川	20	31	48	1(60cm)	99.0
28	7/24	黒神川	10	35	59	2(120cm)	-
29	9/6	野尻川	4	6	7	2(120cm)	-
30	9/12	野尻川	11	18	22	1(60cm)	-
31	9/18	野尻川	15	15	15	1(60cm)	-
32	11/20	野尻川	11	16	26	1(60cm)	-

発生回数	発生月日	溪流名	発生時雨量(mm)			ワイヤーセンサー切断段数	ピーク流量(m <sup>3</sup> /s)
			20分雨量	時間雨量	連続雨量		
1	3/20	野尻川	7	12	38	2(120cm)	-
2	3/20	有村川	11	24	52	1(60cm)	-
3	3/28	野尻川	-	-	-	3(180cm)	-
4	3/28	有村川	6	10	32	1(60cm)	-
5	5/5	有村川	4	10	23	1(60cm)	-
6	5/15	有村川	11	17	17	3(180cm)	177.7
7	5/15	野尻川	8	9	33	3(180cm)	-
8	5/15	持木川	24	30	54	2(120cm)	-
9	5/15	第二古里川	23	29	57	1(60cm)	-
10	5/15	第一古里川	14	20	46	1(60cm)	-
11	5/15	黒神川	22	43	79	2(120cm)	96.9
12	6/4	野尻川	17	21	115	2(120cm)	-
13	6/4	持木川	18	22	121	1(60cm)	-
14	6/4	有村川	27	51	143	2(120cm)	-
15	6/4	黒神川	27	43	147	3(180cm)	-
16	8/8	野尻川	5	12	27	2(120cm)	89.4
17	8/12	野尻川	18	19	54	2(120cm)	-
18	8/12	黒神川	14	29	64	1(60cm)	-
19	8/16	持木川	23	38	42	2(120cm)	-
20	8/16	第一古里川	26	55	68	1(60cm)	-
21	8/16	有村川	12	34	49	1(60cm)	154.6

黄色網掛けはワイヤーセンサー3段目の切断を示す

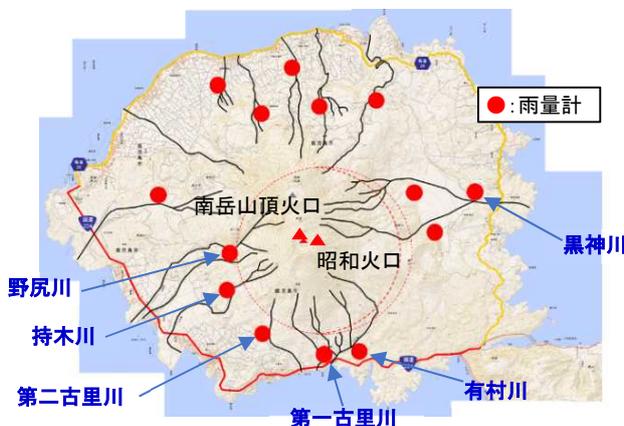
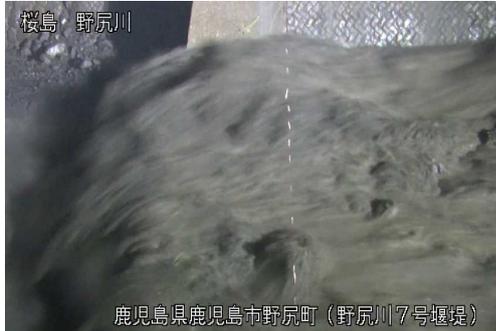


図5 雨量計設置位置図

- ・「-」はデータ障害の為、データなし
- ・ピーク流量は、ワイヤーセンサー（野尻川7号堰堤に設置）が切断されたもののうち画像判読が可能なものを「野尻川1号堰堤」において算出（※ワイヤーセンサー野尻川7号堰堤に設置）
- ・ピーク流量は、ワイヤーセンサー（有村川1号堰堤下流に設置）が切断されたもののうち画像判読が可能なものを「有村川3号堰堤」において算出（※ワイヤーセンサー有村川1号堰堤下流に設置）
- \*1 土石流発生はワイヤーセンサー設置時の切断で検知。ただし、溪流に複数のワイヤーセンサーを設置している場合は、最初に切断を検知した箇所のみ記載
- \*2 黒神川上流のワイヤーセンサーは、2010年6月19日以降、土石流によるワイヤー固定部の埋積および噴火警戒レベルの引き上げによる立入困難のため、未設置。
- \*3 発生時雨量は、ワイヤーセンサー切断時の近傍雨量計による。

図6 土石流の発生状況

土石流の様子



野尻川(2021/6/4)



野尻川(2021/6/4)



野尻川(2021/6/4)



野尻川(2021/6/4)



有村川(2021/6/4)



有村川(2021/6/4)



持木川(2021/6/4)



持木川(2021/6/4)

図6 土石流の発生状況

土石流の様子



黒神川(2021/6/4)



野尻川(2021/8/8)



野尻川(2021/8/8)



野尻川(2021/8/8)



野尻川(2021/8/8)



野尻川(2021/8/8)



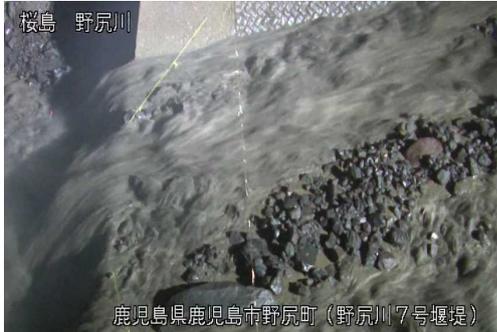
野尻川(2021/8/8)



野尻川(2021/8/8)

図6 土石流の発生状況

土石流の様子



野尻川(2021/8/12)



野尻川(2021/8/12)



野尻川(2021/8/12)



野尻川(2021/8/12)



黒神川(2021/8/12)



有村川(2021/8/16)



有村川(2021/8/16)



有村川(2021/8/16)

図6 土石流の発生状況

土石流の様子



有村川(2021/8/16)



第一古里川(2021/8/16)



持木川(2021/8/16)



持木川(2021/8/16)



# 桜島

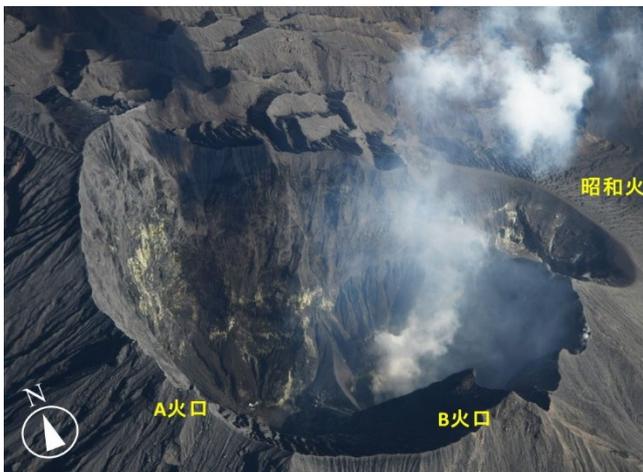


第 1 図 桜島

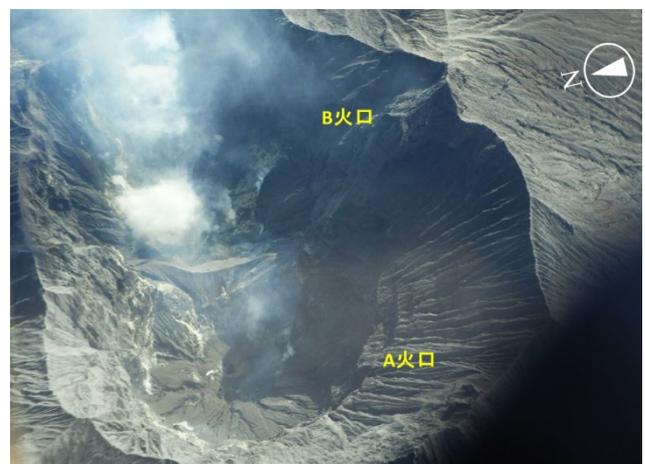
地形図は国土地理院の電子地形図（タイル）を使用した  
矢印は画像の撮影場所を示す

○最近の活動について

年月日	調査機関等	活動状況
2021/10/29	第十管区 海上保安本部	南岳 B 火口から白色噴気が放出されており、A 火口及び昭和火口においても小規模な白色噴気が認められた（第 2・3 図）。



第 2 図 桜島（火口）  
2021 年 10 月 29 日 11:21 撮影



第 3 図 桜島（火口）  
2021 年 10 月 29 日 11:23 撮影

桜島