

第 138 回

火山噴火予知連絡会資料

(その1)

桜島、口永良部島

平成 29 年 6 月 20 日

火山噴火予知連絡会資料（その1）

目次

桜島.....	3
気象庁 3-40	
東大震研 41-42	
京大桜島 43-53	
防災科研 54-55	
産総研 56	
地理院 57-68	
砂防部 69-73	
口永良部島.....	74
気象庁（気象研含む） 74-92	
京大桜島 93-94	
地理院 95-98	

桜 島

(2017年5月31日現在)

桜島では、2016年8月から2017年2月まで噴火の発生はなかったが、3月25日に8ヶ月ぶりに噴火が南岳山頂火口で発生した。4月4日にも南岳山頂火口で噴火が発生した。その後、しばらくは噴火の発生はなかったが、4月26日に昭和火口で昨年7月26日以来の噴火が発生した。この後、昭和火口での噴火活動が活発化した。

南岳山頂火口では、3月25日18時03分に噴火が発生し、火砕流が南側へ約1,100m流下した。噴煙は火口縁上500mまで上がり雲に入った。5月5日12時13分の噴火では噴煙が火口縁上2,500mまで上がり雲に入った。今期間（2017年1月から5月）、噴火が6回発生したが、爆発的噴火は観測されなかった。

昭和火口の5月2日03時20分の噴火では、噴煙が火口縁上4,000mまで上がり弾道を描いて飛散する大きな噴石が6合目（昭和火口より300～500m）まで達した。この噴火により、桜島の西側から北西側の鹿児島市から日置市及びいちき串木野市で降灰を確認した。今期間、昭和火口で噴火は66回発生し、このうち11回は爆発的噴火であった。また、5回の噴火では、大きな噴石が5合目（昭和火口より500～800m）まで達した。噴煙の高さが火口縁3,000m以上の噴火は8回発生し（このうち爆発的噴火は3回）、最高は5月2日の4,000mであった。昭和火口の噴火では火砕流は発生しなかった。

1日あたりの火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、1月から3月にかけては100～300トンと少ない状況だったが、4月は300～500トン、5月は300～1,700トンとやや増加した。

GNSS連続観測では、始良カルデラ（鹿児島湾奥部）の地下深部の膨張は続いている。

昭和火口及び南岳山頂火口から概ね2km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及び火砕流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（火山れき）が遠方まで風に流されて降るため注意が必要である。

爆発的噴火に伴う大きな空振によって窓ガラスが割れるなどのおそれがあるため注意が必要である。また、降雨時には土石流に注意が必要である。

平成28年2月5日に火口周辺警報（噴火警戒レベル3、入山規制）を発表した。その後、警報事項に変更はない。

○ 概況（2017年1月～2017年5月31日）

- ・噴煙、噴火活動、降灰の状況（表1、表3、表4、図1～6、図16①～③⑤、図18①～③⑤、図20、図21、図22①～③、図27、図28、図33）

南岳山頂火口では、3月25日18時03分に噴火が発生し、火砕流が南側へ約1,100m流下した。噴煙は火口縁上500mまで上がり雲に入った。今期間、噴火は6回発生した。爆発的噴火は観測されなかった。南岳山頂火口で噴火が発生したのは、2016年6月3日以来である。噴煙の高さの最高は5月5日12時13分に発生した噴火で、火口縁上2,500mまで上がり雲に入った。

昭和火口では、2016年7月27日から2017年4月25日まで噴火の発生はなかったが、4月26日に噴火が発生した。噴煙が火口縁上1,700mまで上がった。以降、活発な噴火活動が続いている。噴火は4月に19回、5月に47回発生した。このうち爆発的噴火は4月2回、5月9回発生した。噴煙の高さが火口縁上3,000m以上の噴火は8回発生し、最高は火口縁上4,000m（5月2日03時20分）であった。4,000mを超

える噴火が発生したのは、2016年7月26日以来である。この噴火により桜島の西側から北西側の鹿児島市から日置市及びいちき串木野市で降灰を確認した。弾道を描いて飛散する大きな噴石は期間中、最大5合目（昭和火口より500～800m）まで達した。同火口では、5月2日の夜間には、高感度の監視カメラで確認できる程度の微弱な火映が観測された。火映が観測されたのは、2015年9月16日以来である。火砕流は観測されなかった。

鹿児島地方気象台で観測した降灰は、2017年1月から4月まではなく、5月は11g/m²（降灰日数10日）であった。

鹿児島県の降灰観測データをもとに解析した桜島の火山灰月別噴出量は、3月約3万トン、4月約7万トンであった。この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。

・南岳山頂火口、昭和火口及び桜島山体の状況（図7～15）

2月3日に海上自衛隊第1航空群の協力により実施した上空からの観測では、昭和火口とその周辺は前回（2017年1月11日）の観測と比較して、形状等に特に変化はなく、火口内に留まる程度の噴気が約10m上がっているのを確認した。火口底は火山灰や噴石が堆積し、閉塞していた。南岳山頂火口は、A火口、B火口ともに火口内に留まる程度の白色の弱い噴気が約10m上がっていて、いずれの火口底も火山灰や噴石が堆積し閉塞していた。

4月19日、5月16日に現地調査を実施した。昭和火口近傍及び南岳南東側山腹で、これまでと同様に熱異常域が観測されたが、特段の変化は認められなかった。それ以外の火口周辺や山腹には、熱異常域は認められなかった。

2月6日に桜島の黒神河原において経緯儀を用いた火口形状観測を実施した。2016年8月25日に行った観測と比べて火口の形状にはほとんど変化がなかった。火口幅の最大は約426mで、前回（約434m）と同程度であった。

・地震や微動の発生状況（表2、図17①～③、図19、図22④⑤、図23～25、図27、図28、図34）

B型地震は期間の初めは少ない状態で経過したが、南岳山頂火口の噴火発生前の3月19日からやや増加し、25日の噴火前まで1日あたり40～60回で推移した。噴火発生以降は1日あたり30回程度で推移し4月上旬頃までやや多い状況であった。B型地震の3月の月回数は670回、4月は636回だった。

A型地震は少ない状態で経過した。震源は、南岳直下の海拔下0～3km付近、桜島西部の海拔下3～9km付近、及び桜島東部の5km付近に分布した。

火山性微動は、噴火活動再開後はやや増加した。

この資料は気象庁のほか、国土地理院、九州地方整備局大隅河川国道事務所、鹿児島大学、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及び鹿児島県のデータを利用して作成した。

・ 地殻変動の状況（図17⑤、図26～31、図35～39）

桜島島内の傾斜計及び伸縮計では、2015年8月15日の急激な変動以降、顕著な山体膨張を示す変動はみられていない。2017年3月25日以降、一部の噴火の発生前にわずかな伸張が、発生直後にわずかな収縮が観測されている。

GNSS連続観測では、始良カルデラ（鹿児島湾奥部）の地下深部の膨張は続いている。

・ 火山ガス（二酸化硫黄）の状況（図16④、図17④、図18④、図28）

1日あたりの火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、1月から3月にかけては100～300トンで、昨年（2016年）9月～12月（20～100トン）と比べやや増加した。噴火再開後の4月は300～500トン、5月は300～1,700トンであった。

表 1 桜島 最近 1 年間の月別噴火回数 (2016 年 6 月～2017 年 5 月)

2016～2017年		6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	合計
南岳山頂 火口	噴火回数	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	7
	爆発的噴火	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
昭和 火口	噴火回数	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	19	47	72
	爆発的噴火	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	14

表 2 桜島 最近 1 年間の月別地震回数・微動時間 (2016 年 6 月～2017 年 5 月)

2016～2017年	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	合計
地震回数	126	62	154	104	26	24	93	67	134	673	647	192	2,302
微動継続時間の合計(時)	1	0	0	-	-	-	-	-	0	0	4	130	135

2014 年 5 月 24 日以降は赤生原周辺工事のため、あみだ川で計測。微動時間は分単位で切捨て。

表 3 桜島 最近 1 年間の鹿児島地方気象台での月別降灰量と降灰日数
(2016 年 6 月～2017 年 5 月)

2016～2017年	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	合計
降灰量 (g/m ²)	22	74	0	-	-	-	-	-	-	-	-	11	107
降灰日数	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	16

表 4 桜島 最近 1 年間の月別の火山灰の噴出量 (2016 年 5 月～2017 年 4 月)

2016～2017年	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	合計
降灰量 (万トン)	10	4	3	5	8	2	3	2	2	1	3	7	50

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。

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。



図 1 桜島 4 月 26 日 05 時 11 分の昭和火口の噴火の状況（東郡元監視カメラ）

- ・ 噴煙が火口縁上 1,700m まで上がり北西に流れた。
- ・ 昭和火口で噴火を観測したのは、2016 年 7 月 26 日以来。



図 2 桜島 4 月 28 日 11 時 01 分の昭和火口の爆発的噴火の状況（垂水荒崎監視カメラ）

噴煙が火口縁上 3,200m まで上がり、弾道を描いて飛散する大きな噴石が 6 合目（昭和火口より 300 から 500m）まで達した。



図3 桜島 5月2日03時20分の昭和火口の噴火の状況

噴煙が火口縁上4,000mまで上がり北西側(鹿児島市街側)へ流れた。



図4 桜島 5月2日03時20分の昭和火口の噴火による降灰の状況

鹿児島市城山町付近でアスファルトの白線が、見えなくなる程度のやや多量の降灰を確認した。

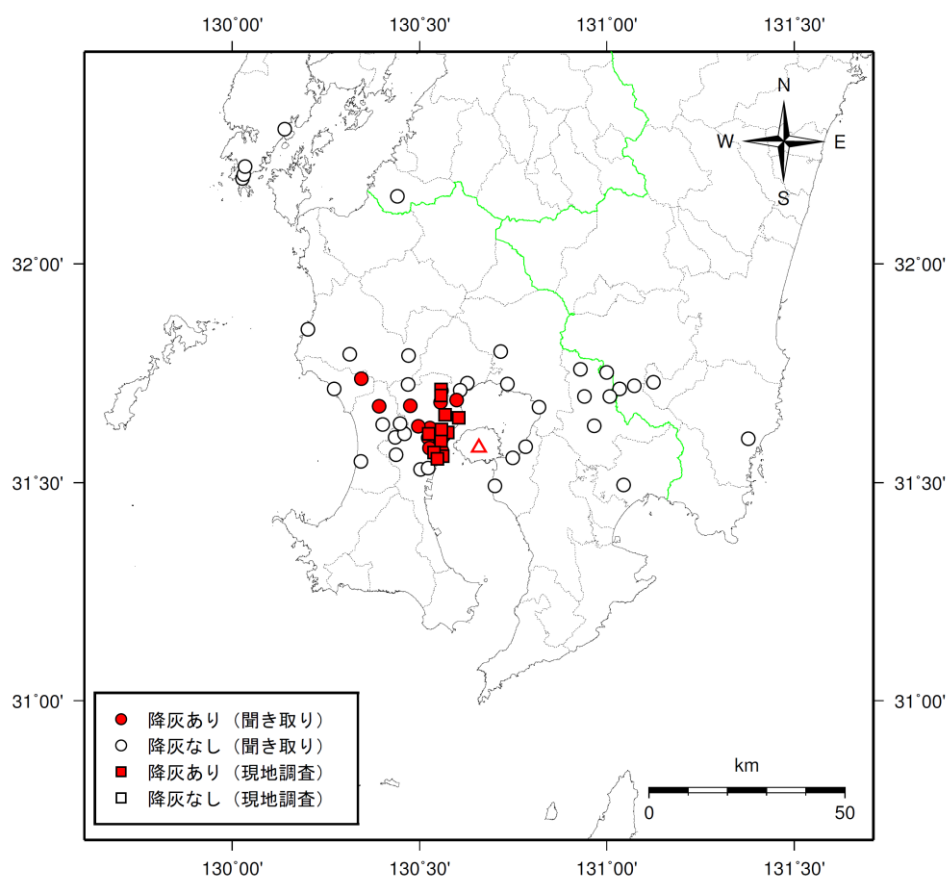


図5 桜島 5月2日03時20分の昭和火口の噴火による降灰分布

現地調査および電話による聞き取り調査では、桜島の西側から北西側の鹿児島市から日置市及び、いちき串木野市にかけての広い範囲で降灰を確認した。



図 6 桜島 3 月 25 日 18 時 03 分の南岳山頂火口の噴火の状況
(海潟監視カメラ: 大隅河川国道事務所設置)

- ・噴火に伴い火砕流が発生し、南岳山頂火口の南側へ約 1,100m 流下した。
- ・噴煙が火口縁上 500m (南岳山頂火口) まで上がり雲に入った。



図 7 桜島 観測点位置図 (橙丸は撮影位置を、矢印は撮影方向を示す)

各地点では、赤外熱映像装置による地表面温度分布の撮影と併せ、目視観測、デジタルカメラにより火口及びその周辺の状況の観測を行った。

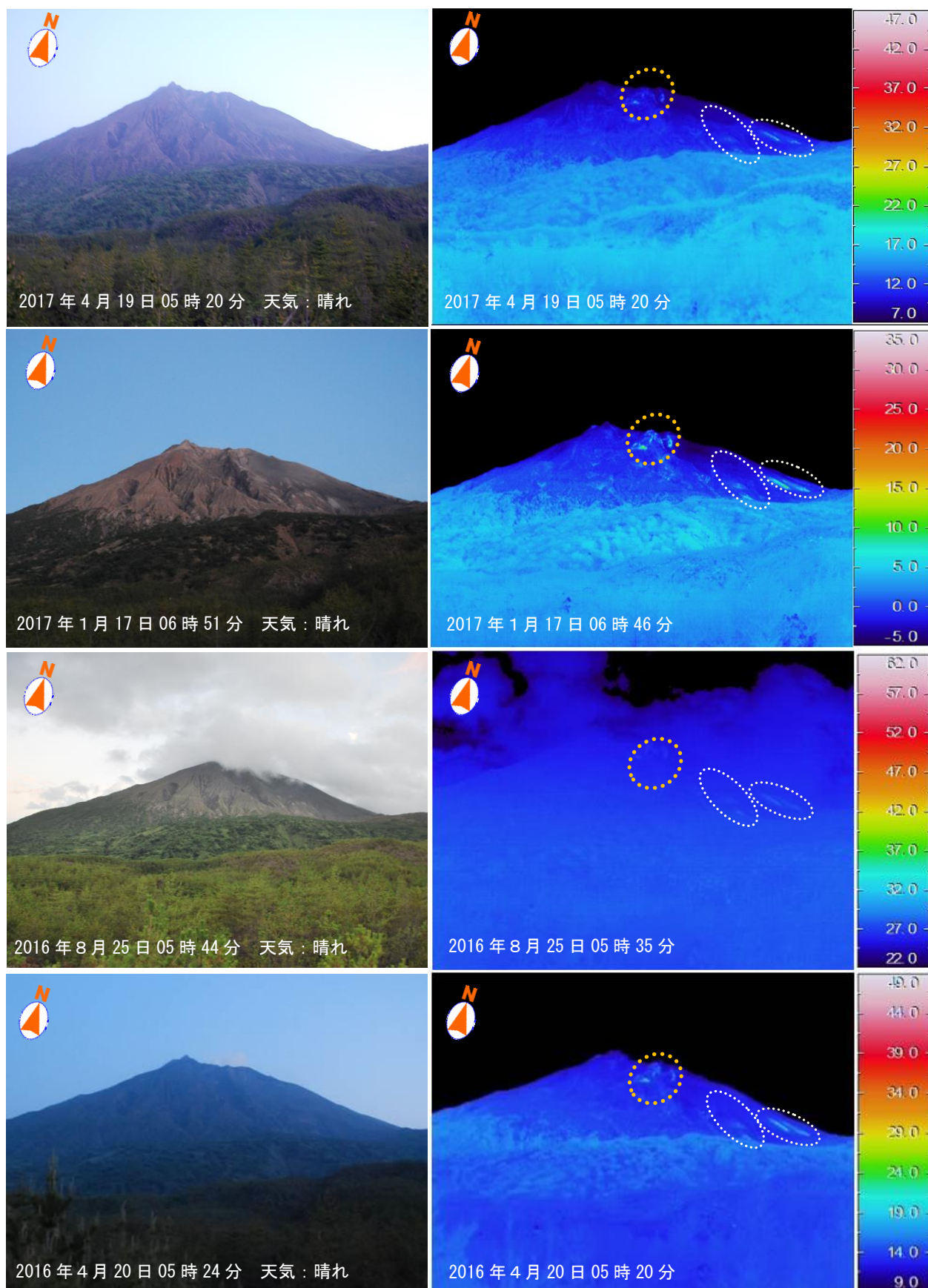


図 8 桜島 昭和火口近傍及び南岳南東側山腹の状況（有村展望所から観測）

<2017 年 4 月 19 日の状況>

- ・日の出前のため、昭和火口から噴煙は不明であったが、火山ガスの臭気を観測した。
- ・赤外熱映像装置による観測では、昭和火口近傍（橙破線内）及び南岳南東側山腹（白破線内）にこれまでと同様に熱異常域が観測された。

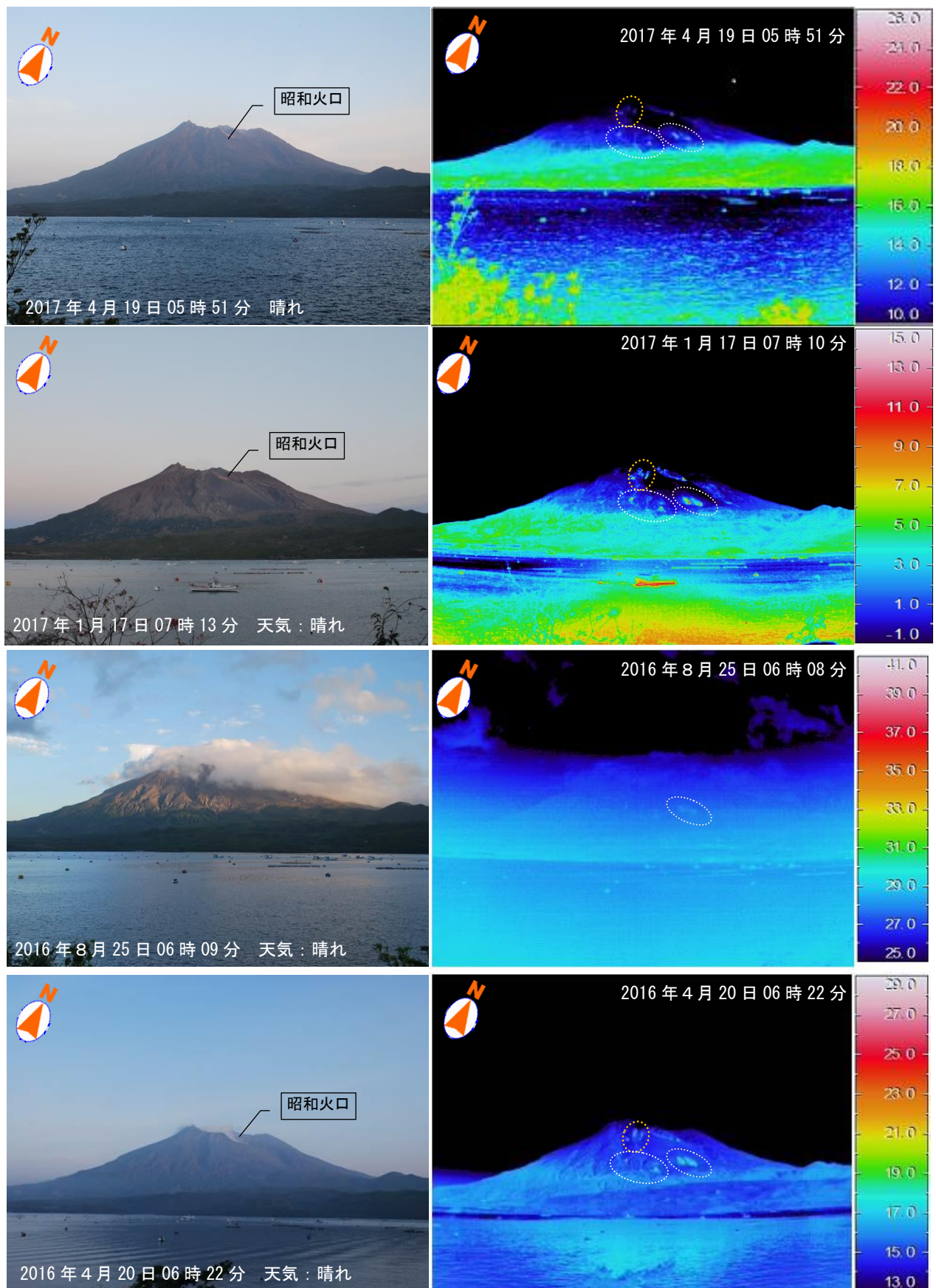


図9 桜島 昭和火口及び南岳南東側山腹の状況(垂水市海潟トンネル脇道から観測)

<2017年4月19日の状況>

- ・南岳山頂火口及び昭和火口から噴煙は観測されなかった。
- ・赤外熱映像装置による観測では、昭和火口近傍(橙破線内)及び南岳南東側山腹(白破線内)にこれまでと同様に熱異常域が観測された。

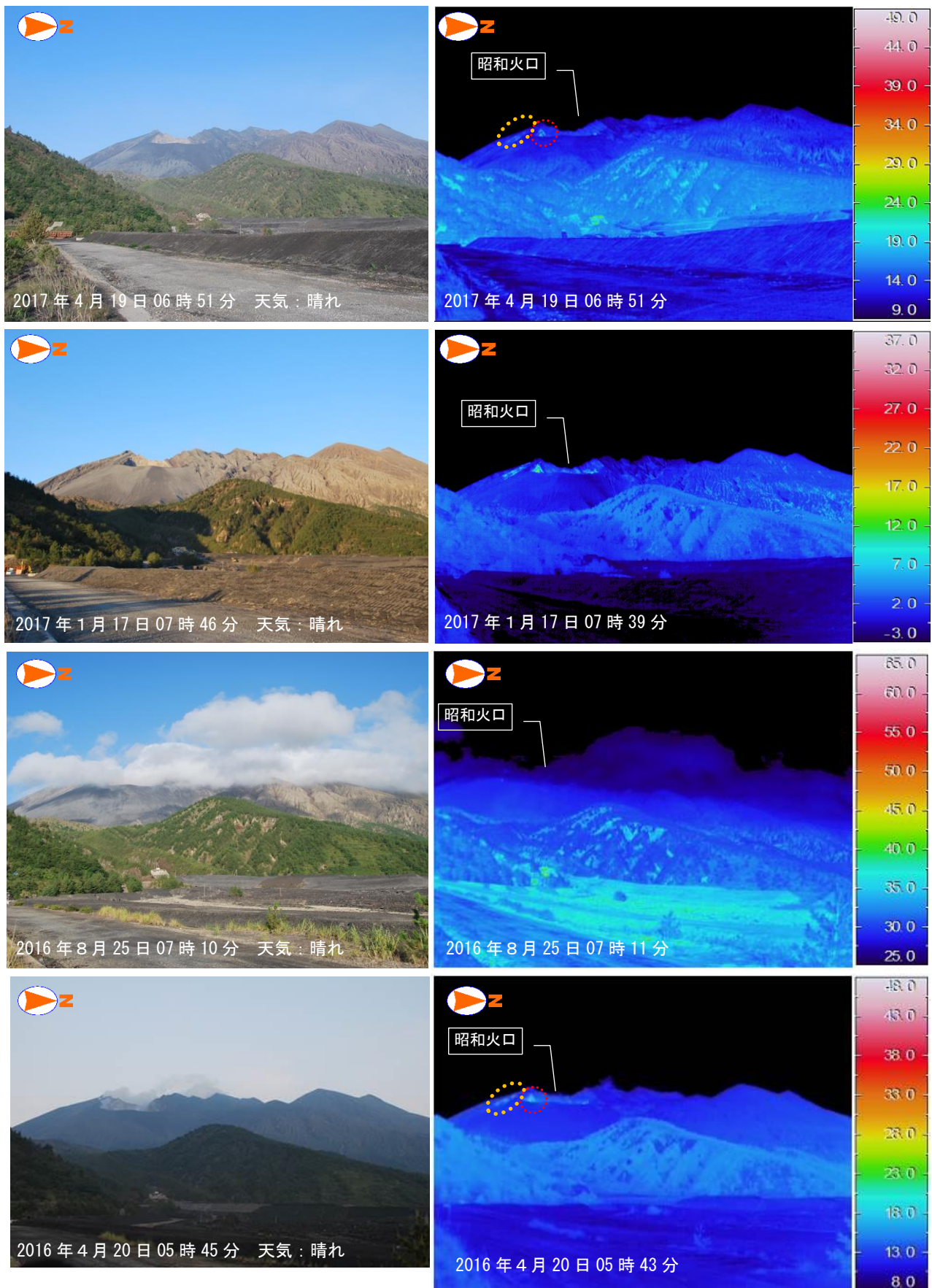


図 10 桜島 北岳及びその周辺の状況（黒神河原から観測）

<2017 年 4 月 19 日の状況>

権現山などの周辺には、これまでの観測と同様に、熱異常域は認められなかった。

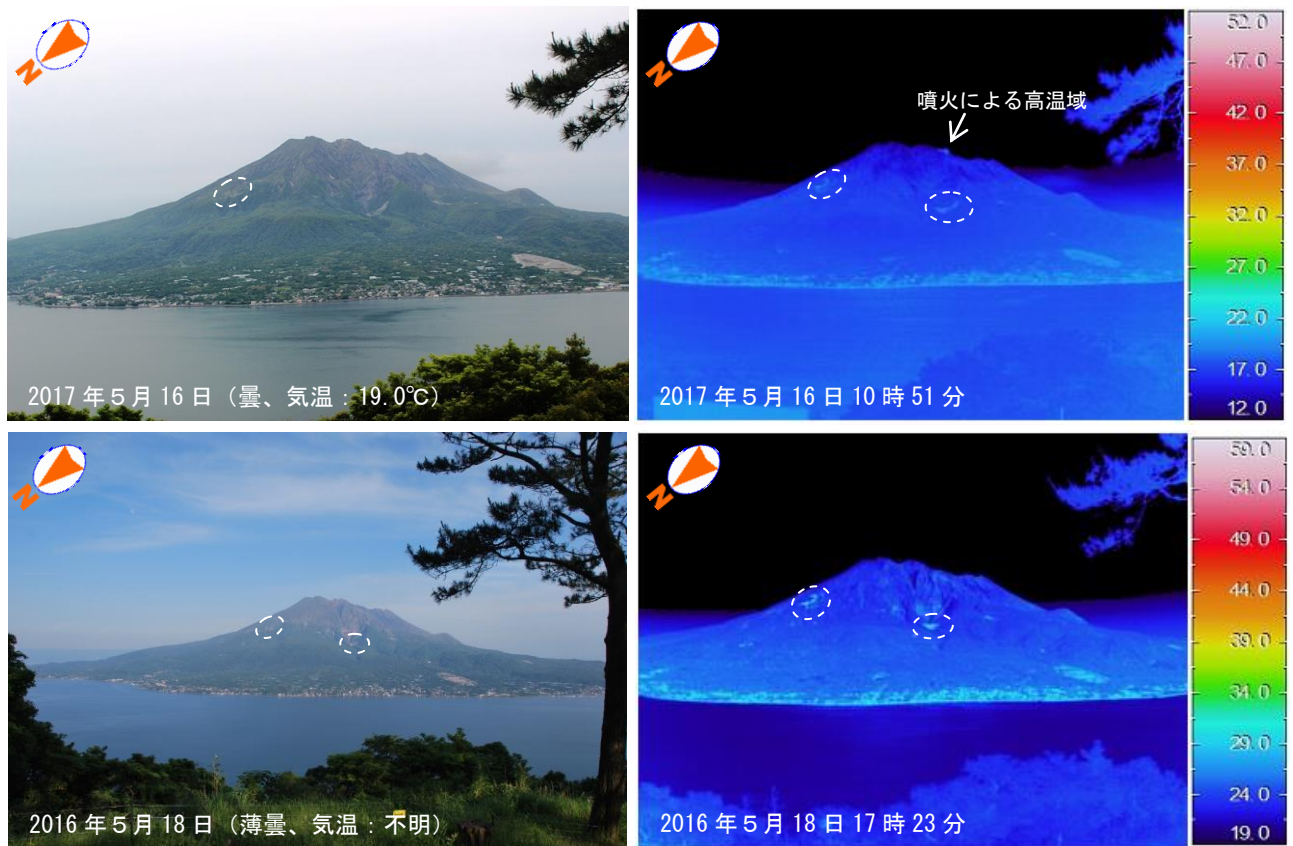


図 11 桜島 北側斜面及び北西側斜面にかけての状況 (吉野公園から観測)

<2017 年 5 月 16 日の状況>

- ・ 桜島の北側斜面から北西側斜面にかけて熱異常域は認められなかった。
- ・ 白破線内の高温域は構造物 (砂防堰堤等) による影響である。

* 吉野公園の気温は吉野公園内管理事務所の観測値を採用した。

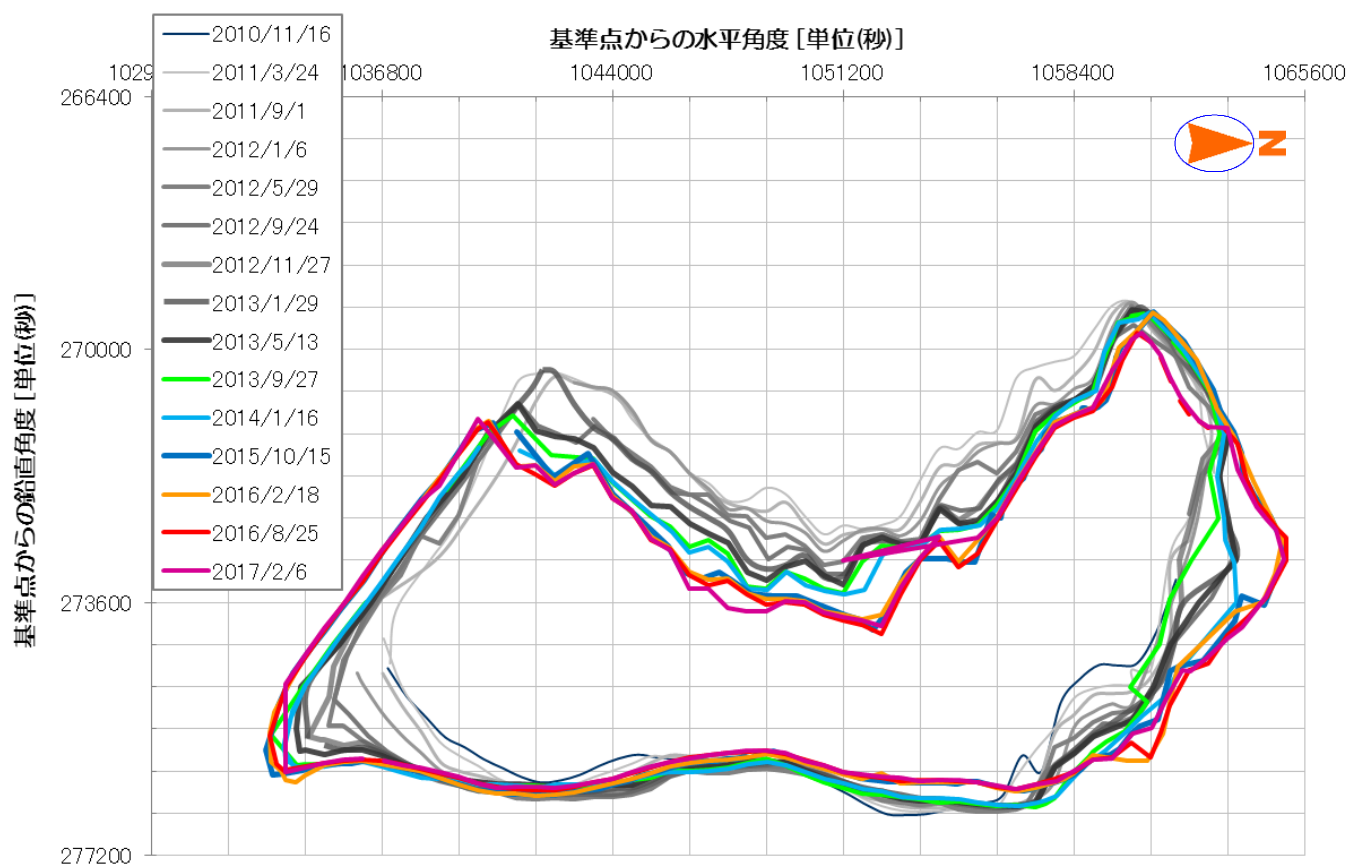


図 12 桜島 昭和火口形状 (2010 年 11 月 16 日～2017 年 2 月 6 日)

- ・2016 年 8 月 25 日行った火口形状の観測に比べて、火口の形状にはほとんど変化がなかった。
- ・火口幅の最大は約 426m で、前回 2016 年 8 月 25 日 (約 434m) と同程度であった。

上の図は、昭和火口から約 2,800m の地点で、基準点から火口縁上を水平方向と垂直方向の角度 (単位 : 秒) をプロットしたものである。計測点は火口縁上を水平方向に概ね角度 10 秒おきに測定した。また、最も左の点から最も右の点の距離を昭和火口の幅としている。

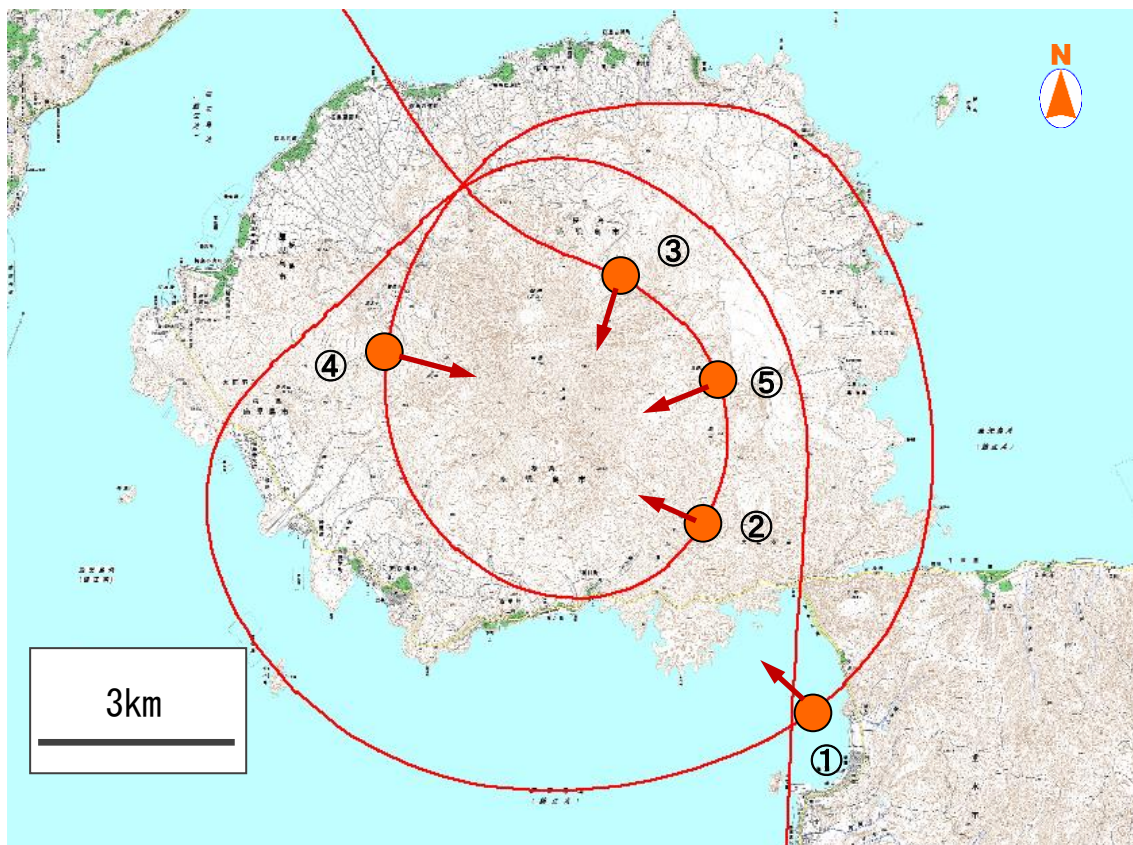


図 13 桜島 2017 年 2 月 3 日の上空からの観測 飛行ルート及び図 14、15 の撮影位置図（橙丸は撮影位置を、矢印は撮影方向を示す）

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図画像』を使用した。



図 14 桜島 昭和火口周辺の状況（可視画像（右図）と拡大図（左図））

<2017 年 2 月 3 日の状況>

- ・火口内に留まる程度の噴気が約 10m 上がっていた。
- ・火口底は閉塞していた。

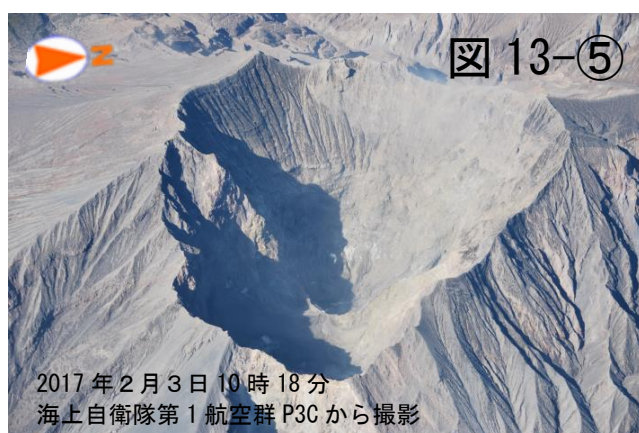


図 15 桜島 南岳山頂火口周辺の状況

＜2017 年 2 月 3 日の状況＞

- ・ 火口内に留まる程度の弱い噴気が約 10m 上がっていた。
- ・ 火口底に見られていた水たまりは消滅し、火口底は閉塞していた。

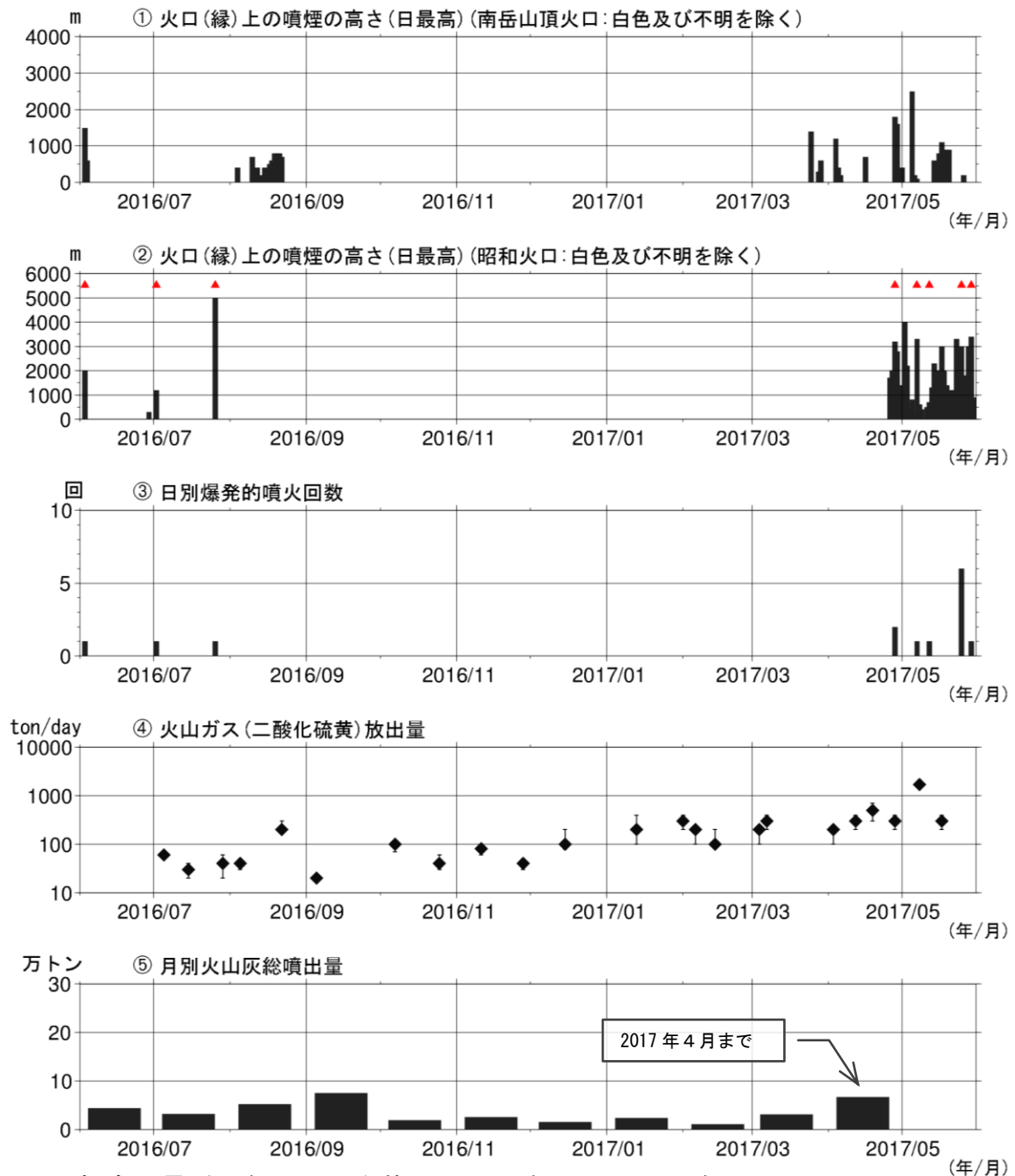


図 16 桜島 最近 1 年間の活動状況 (2016 年 6 月～2017 年 5 月 31 日)

<2017 年 1 月～2017 年 5 月 31 日の状況>

- ・昭和火口では、4 月 26 日に昨年 7 月以来の噴火が発生した。以降、活発な噴火活動が続いた。
- ・南岳山頂火口では、3 月 25 日に昨年 6 月以来の噴火が発生した。今期間、噴火が 6 回発生した。
- ・火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、1～3 月にわずかに増加した。
- ・火山灰の月別噴出量は少ない状況で推移した。

* 図 16⑤、図 18⑤、図 22③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 2017 年 4 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。

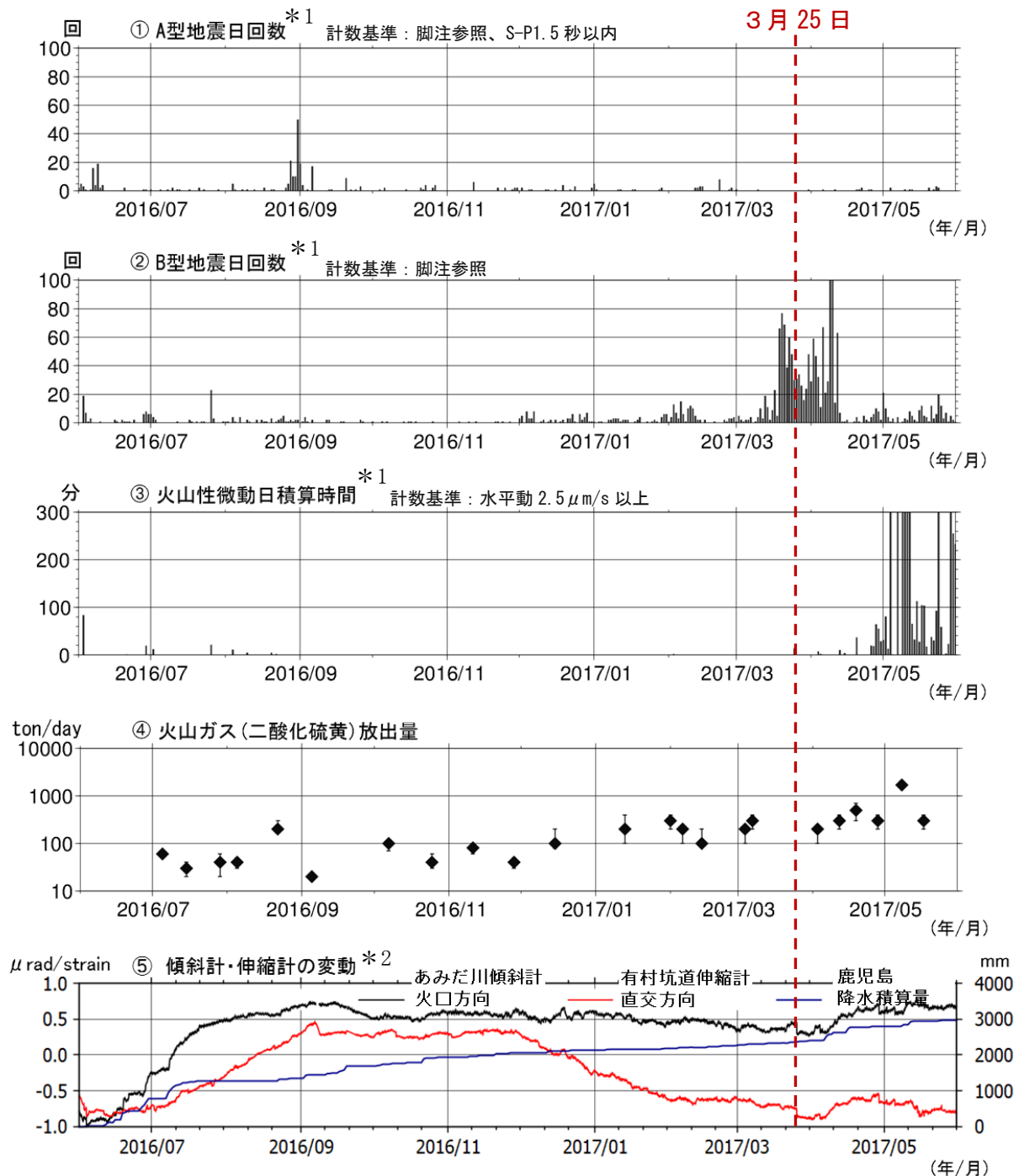


図 17 桜島 最近 1 年間の地震・微動及び伸縮計・傾斜計の状況

(2016 年 6 月～2017 年 5 月 31 日)

<2017 年 1 月～2017 年 5 月 31 日の状況>

- ・ B型地震は少ない状態で経過したが、3月25日の噴火の発生前後はやや多い状況であった。A型地震は少ない状況で経過した。
- ・ 火山性微動は、噴火再開後はやや増加した。
- ・ 傾斜計・伸縮計は、2016年12月頃からの山体収縮の傾向が2月上旬頃から停滞し、3月25日の噴火の前にはわずかな隆起が認められた。その後、4月にはわずかな山体膨張が認められたが、噴火活動の継続に伴い収縮傾向にある。

*1 2014年5月23日までは「赤生原（計数基準 水平動： $0.5 \mu\text{m/s}$ ）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 $2.5 \mu\text{m/s}$ 横山：水平動 $1.0 \mu\text{m/s}$ ）している。

*2 あみだ川傾斜計データは数年にわたる長期トレンドを補正している。

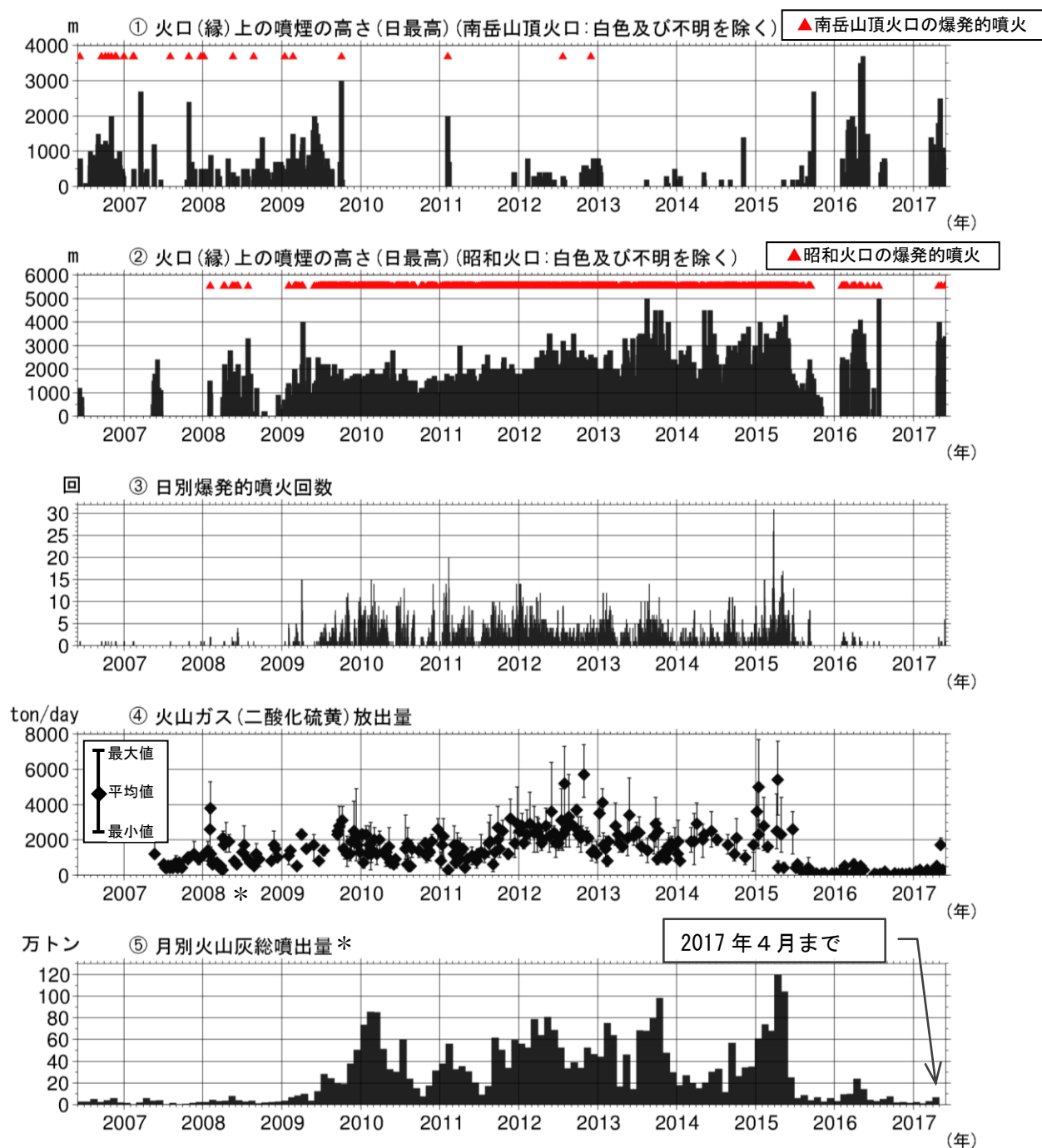


図 18 桜島 昭和火口噴火活動再開(2006年6月)以降の噴煙、火山灰、火山ガスの状況 (2006年6月～2017年5月31日)

⑤図の2017年1～4月の総噴出量は、約13万トンと前年(2016年)の4月まで(約46万トン)と比べ少ない状態で経過した。

*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。

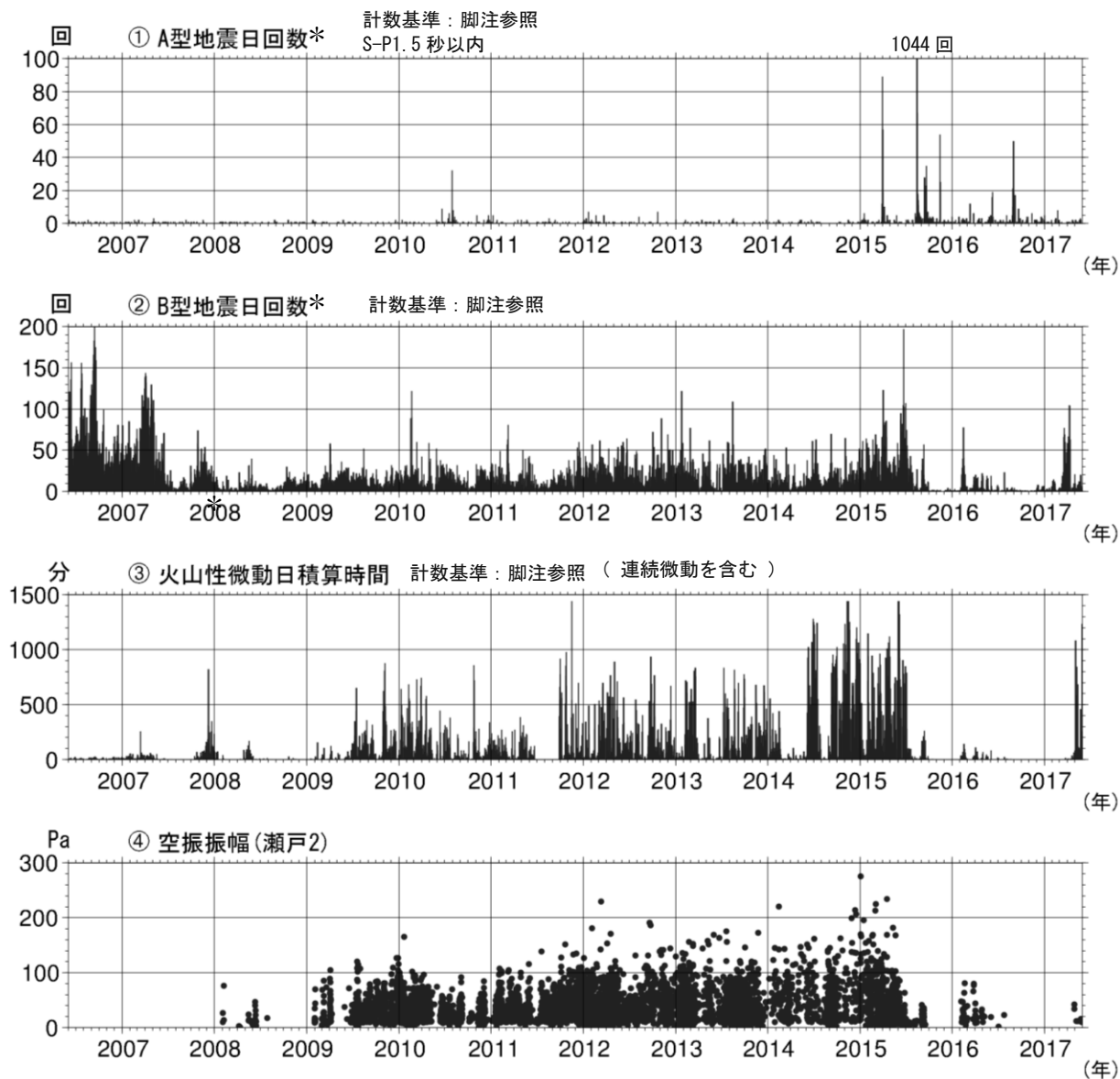


図 19 桜島 昭和火口噴火活動再開（2006 年 6 月）以降の地震、微動、空振の状況
（2006 年 6 月～2017 年 5 月 31 日）

*2014 年 5 月 23 日までは「赤生原及び横山観測点」で計数（計数基準 赤生原：水平動 $0.5 \mu\text{m/s}$ 横山：水平動 $1.0 \mu\text{m/s}$ ）していたが、2012 年 7 月 19～26 日、11 月 18～22 日は赤生原障害のため、2014 年 5 月 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 $2.5 \mu\text{m/s}$ 横山：水平動 $1.0 \mu\text{m/s}$ ）している。

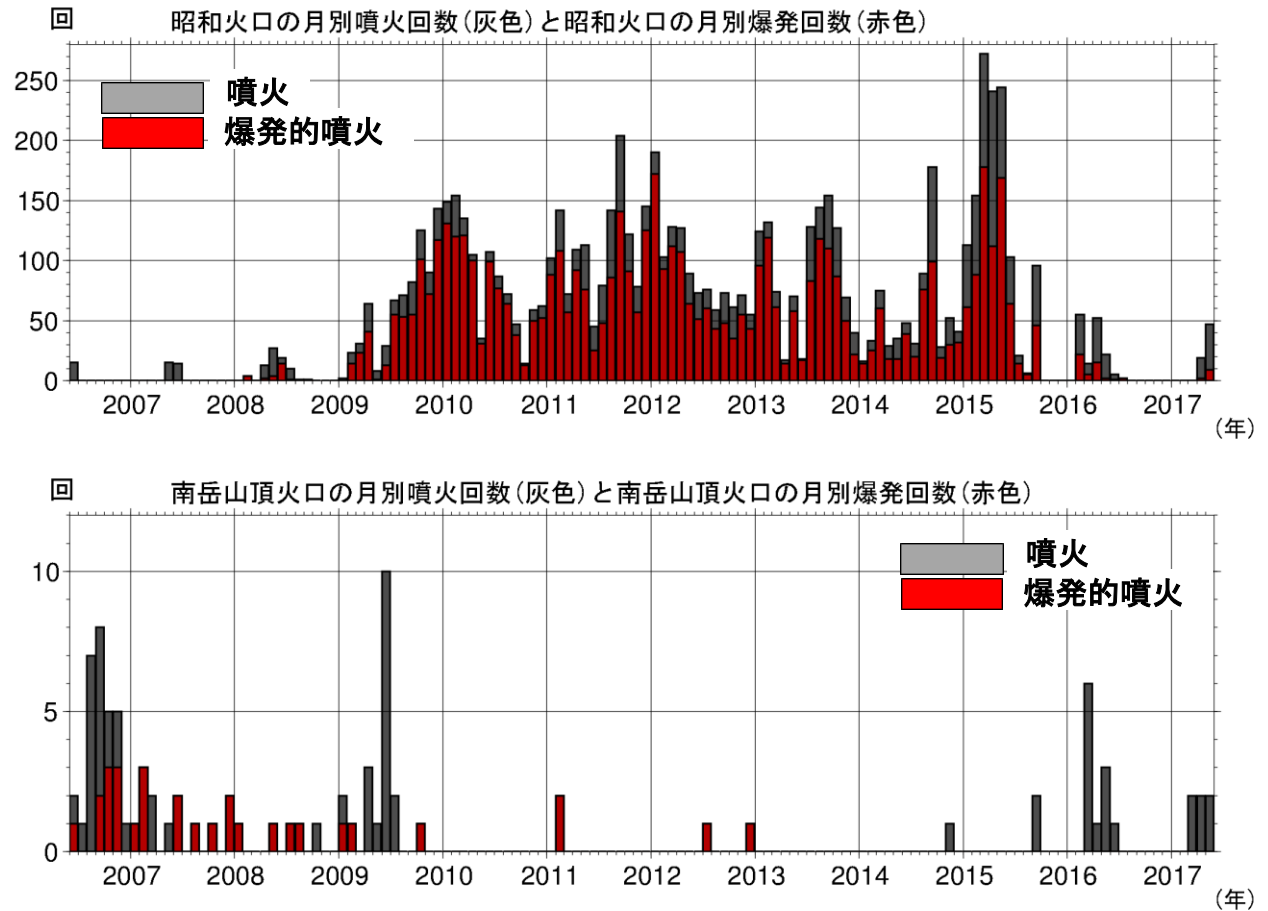


図 20 桜島 昭和火口と南岳山頂火口の月別爆発的噴火回数

(2006 年 6 月～2017 年 5 月 31 日)

- ・昭和火口では、4 月以降、噴火が時々発生した。
- ・南岳山頂火口では、3 月以降、噴火は 6 回発生した。

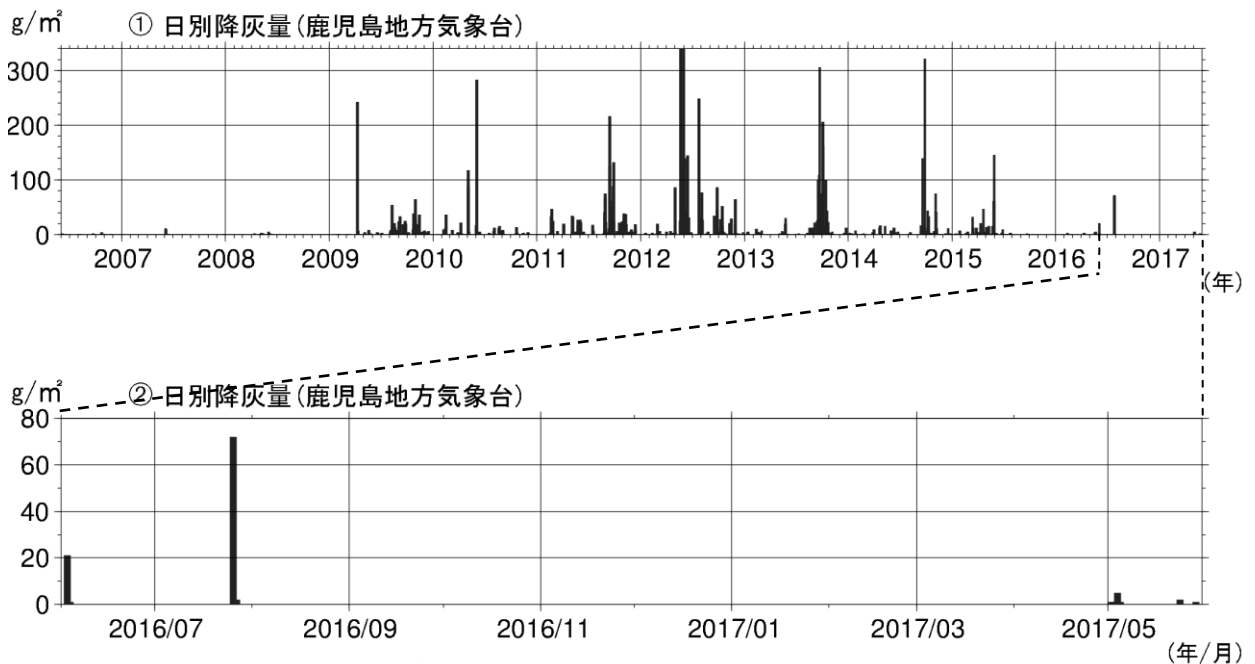


図 21 桜島 鹿児島地方気象台での降灰量 (2006 年 6 月～2017 年 5 月)

2017 年 5 月には、11g/m²観測された。

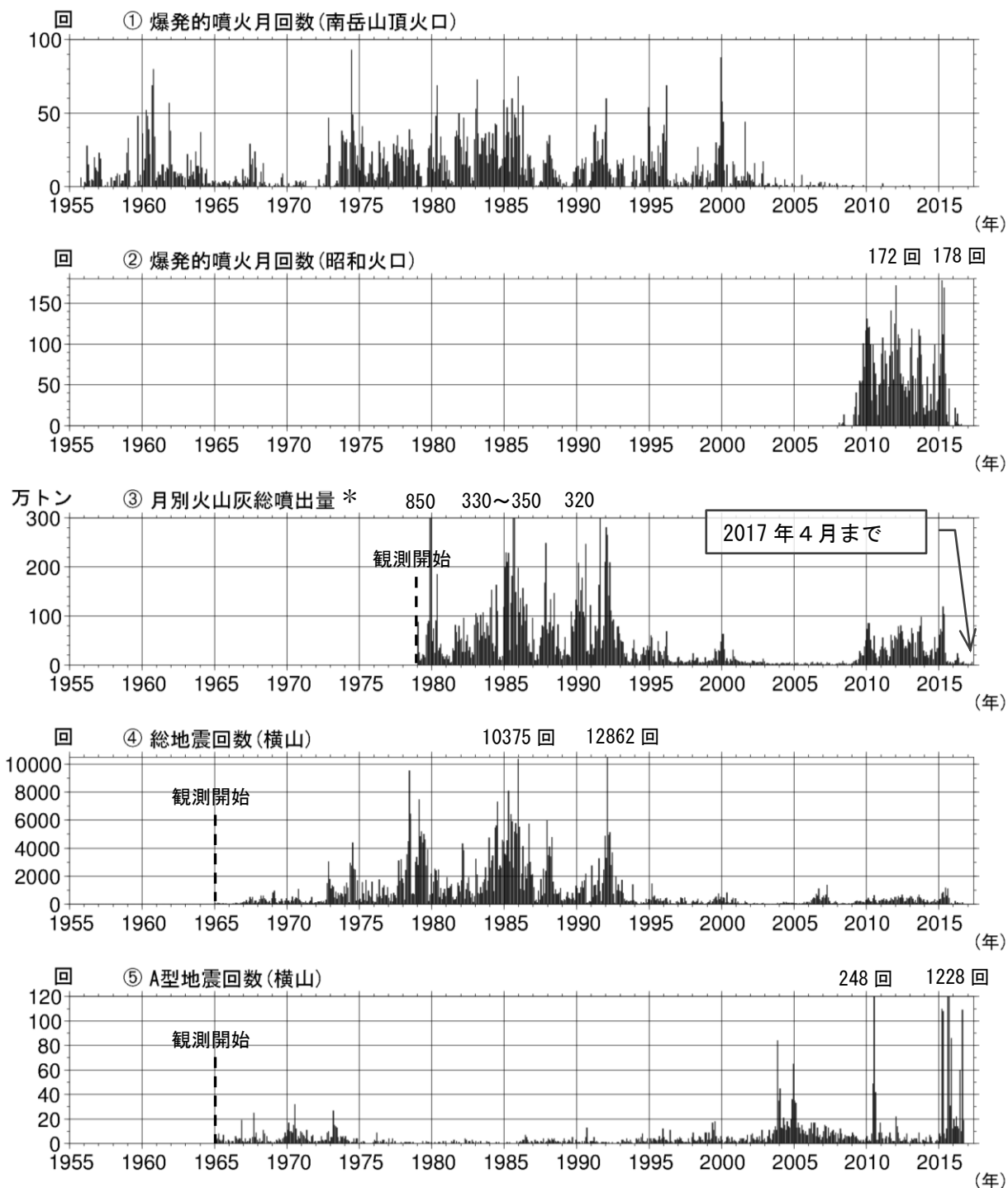


図 22 桜島 長期の活動状況 (1955 年 1 月～2017 年 5 月 31 日)

* 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。

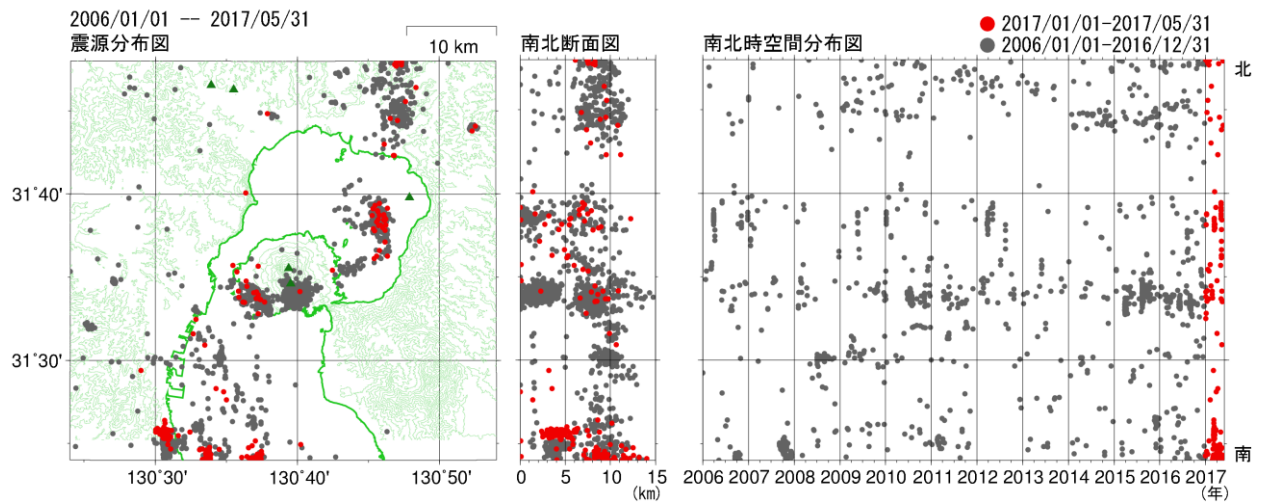


図 23 桜島 一元化震源による桜島周辺の震源分布図

＜2017 年 1 月～2017 年 5 月 31 日の状況＞

震源は、桜島の南西から北東方向の湾内にも分布した。

*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。

*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表示されることがある。

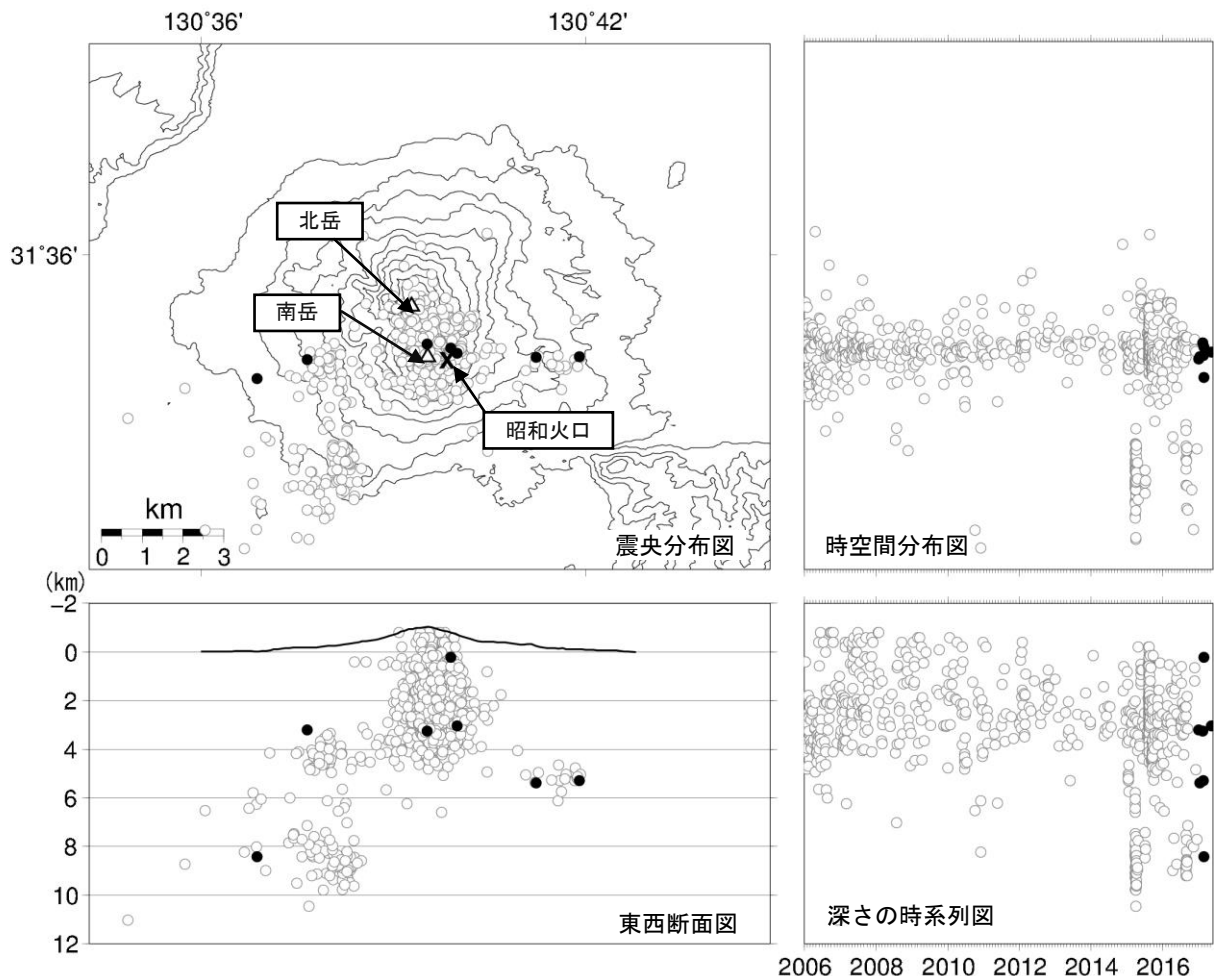


図 24 桜島 震源分布図(2006 年 1 月～2017 年 5 月 31 日) ●：2017 年 1 月～ 2017 年 5 月 31 日の震源
○：2006 年 1 月～ 2016 年 12 月 31 日の震源

＜2017 年 1 月～2017 年 5 月 31 日の状況＞

震源は、南岳直下の海拔下 0～3 km 付近、桜島西部の海拔下 3～9 km 付近、及び桜島東部の 5 km 付近に分布した。

*速度構造：半無限構造 ($V_p=2.5\text{km/s}$, $V_p/V_s=1.73$)

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。

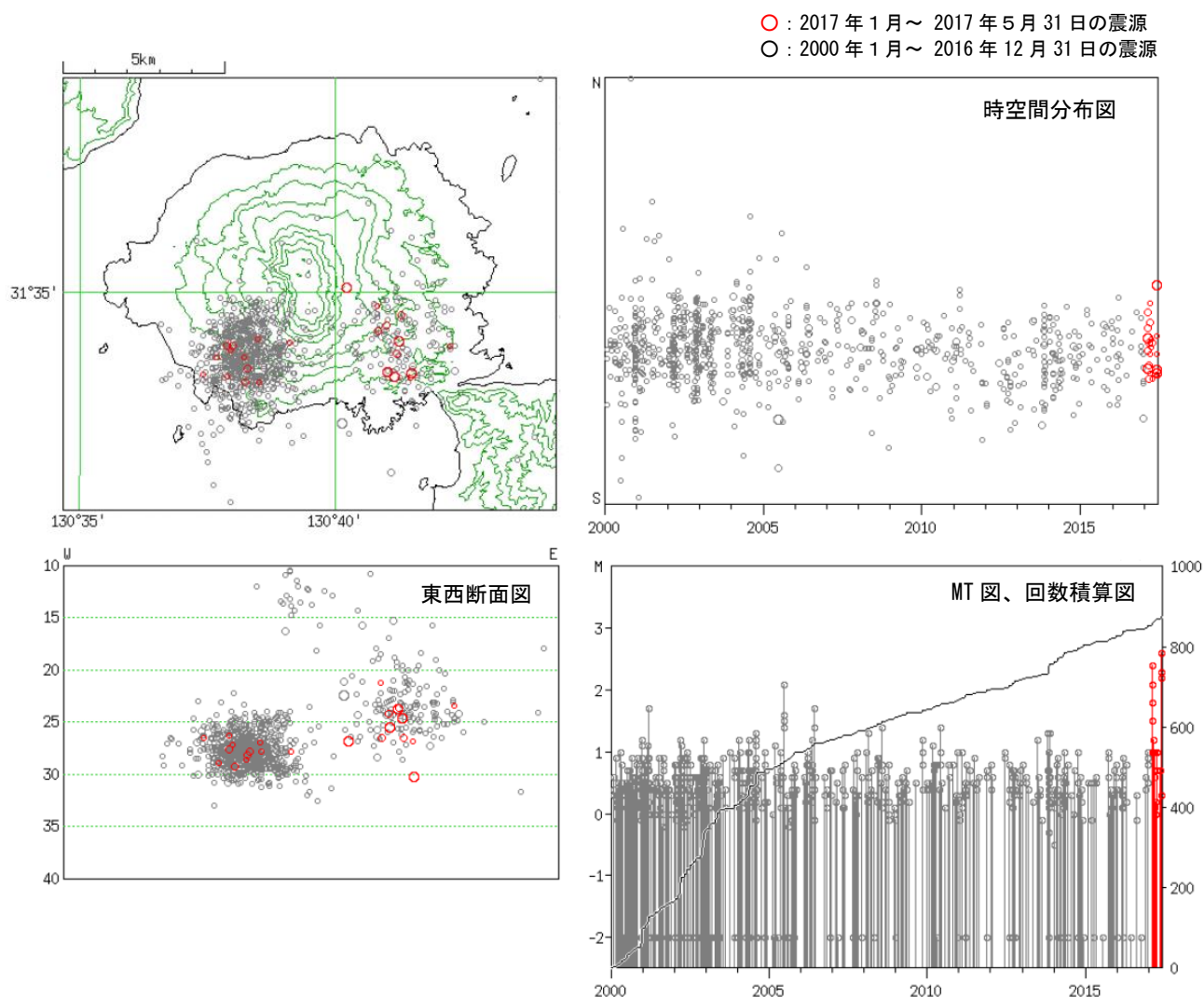


図 25 桜島 一元化震源による桜島の低周波地震分布図

＜2017 年 1 月～2017 年 5 月 31 日の状況＞

震源は、主に桜島の南西方向および南東方向に分布した。

*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。

*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。

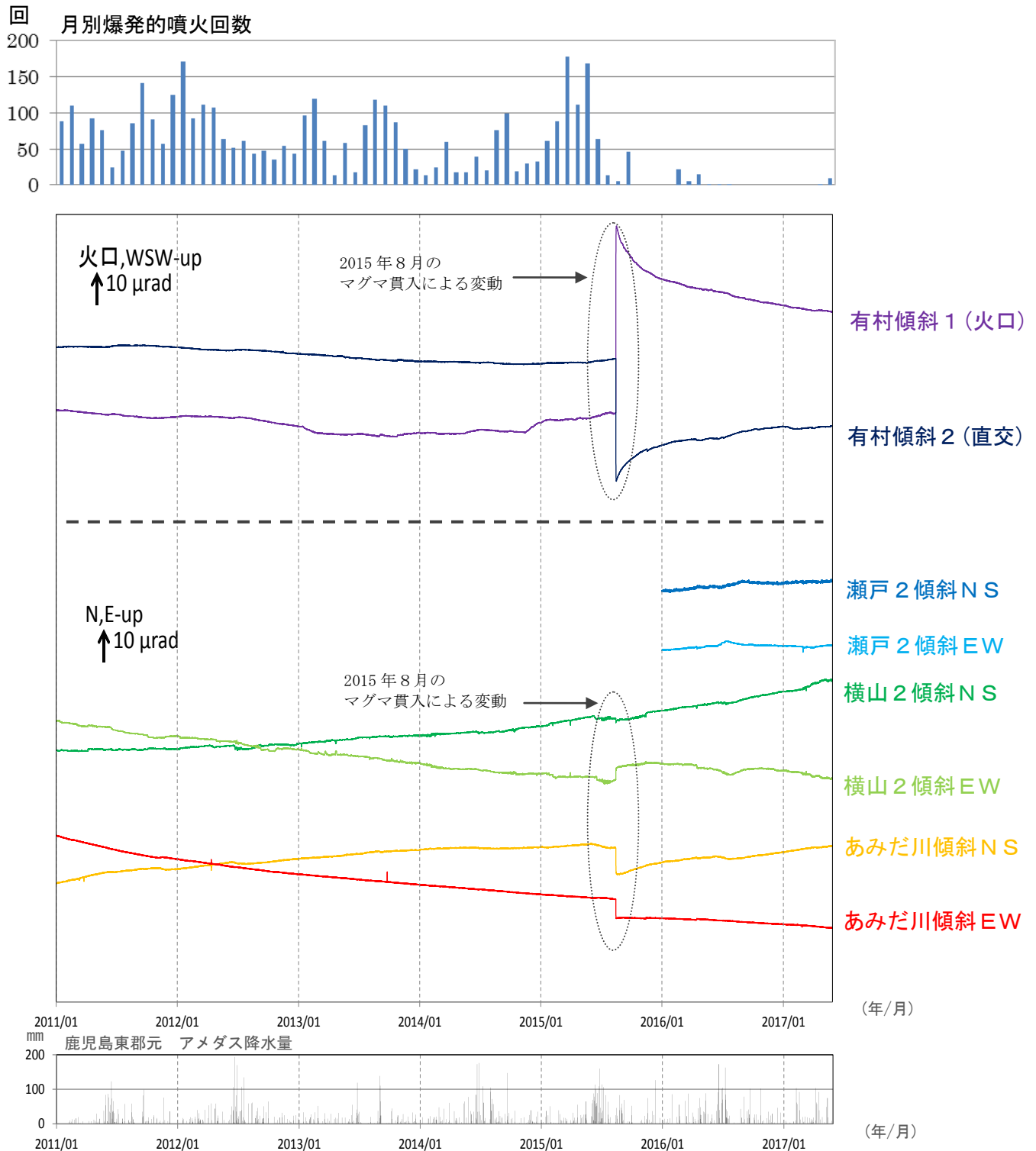


図 26 桜島 昭和火口の月別爆発回数及び傾斜変動(2011 年 1 月～2017 年 5 月 31 日)

2015 年 8 月 15 日の変動の後には有村観測坑道のデータに山下がりの傾向が顕著にみられたが、2017 年 1 月以降、変動は緩やかとなっている。

* 瀬戸 2 は 2015 年 3 月 26 日にセンサー交換を行ったため、データが安定した 2016 年 1 月 1 日以降のデータを使用した。

* グラフは時間値を使用し潮汐補正済み。

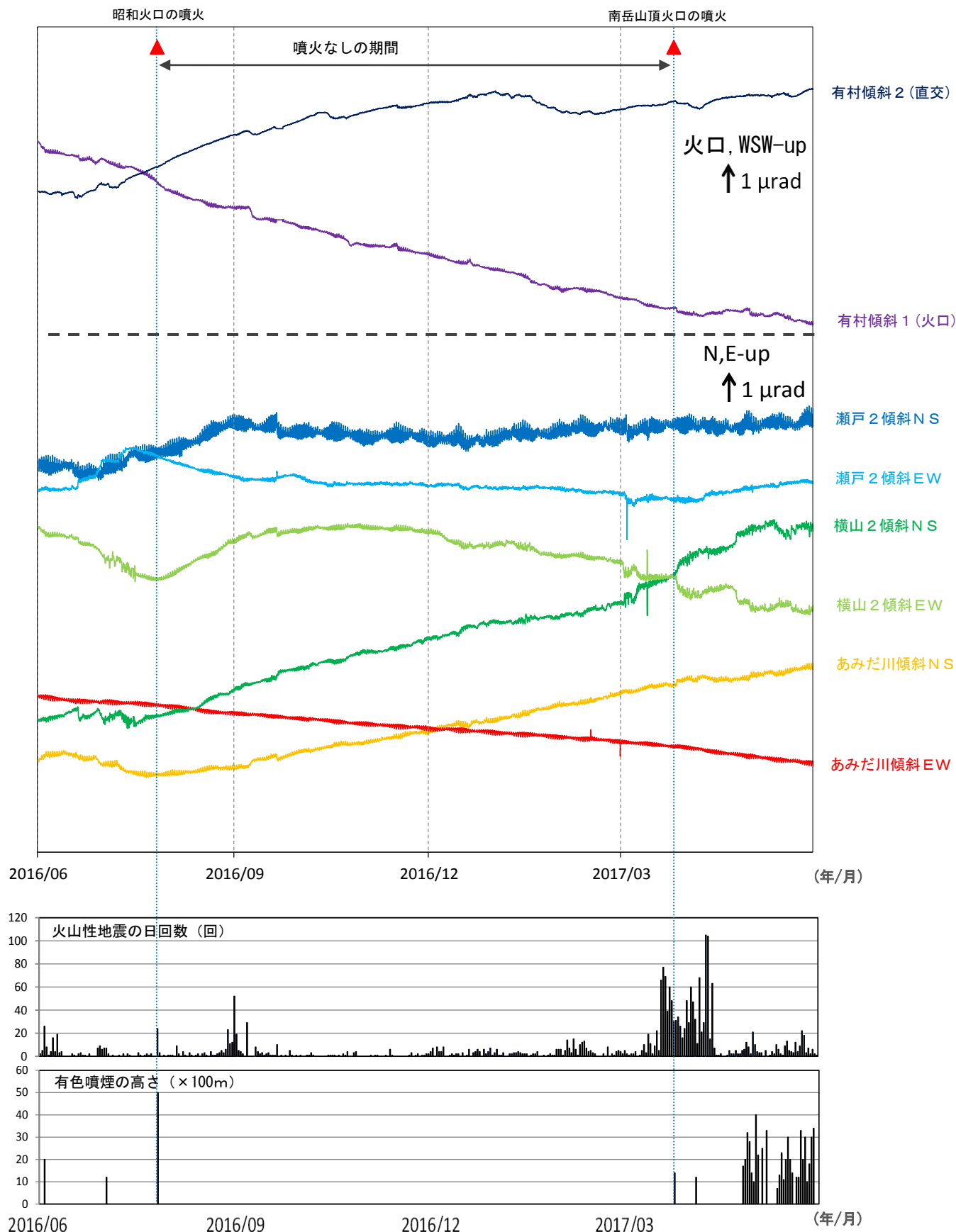


図 27 桜島 傾斜変動と地震回数及び噴煙の状況

(2016 年 6 月～2017 年 5 月 31 日 図 26 の期間後半部の拡大)

傾斜計には特段の変化は認められなかった。

* 瀬戸 2 は 2015 年 3 月 26 日にセンサー交換を行ったため、データが安定した 2016 年 1 月 1 日以降のデータを使用した。

* グラフは時間値を使用し潮汐補正済み。

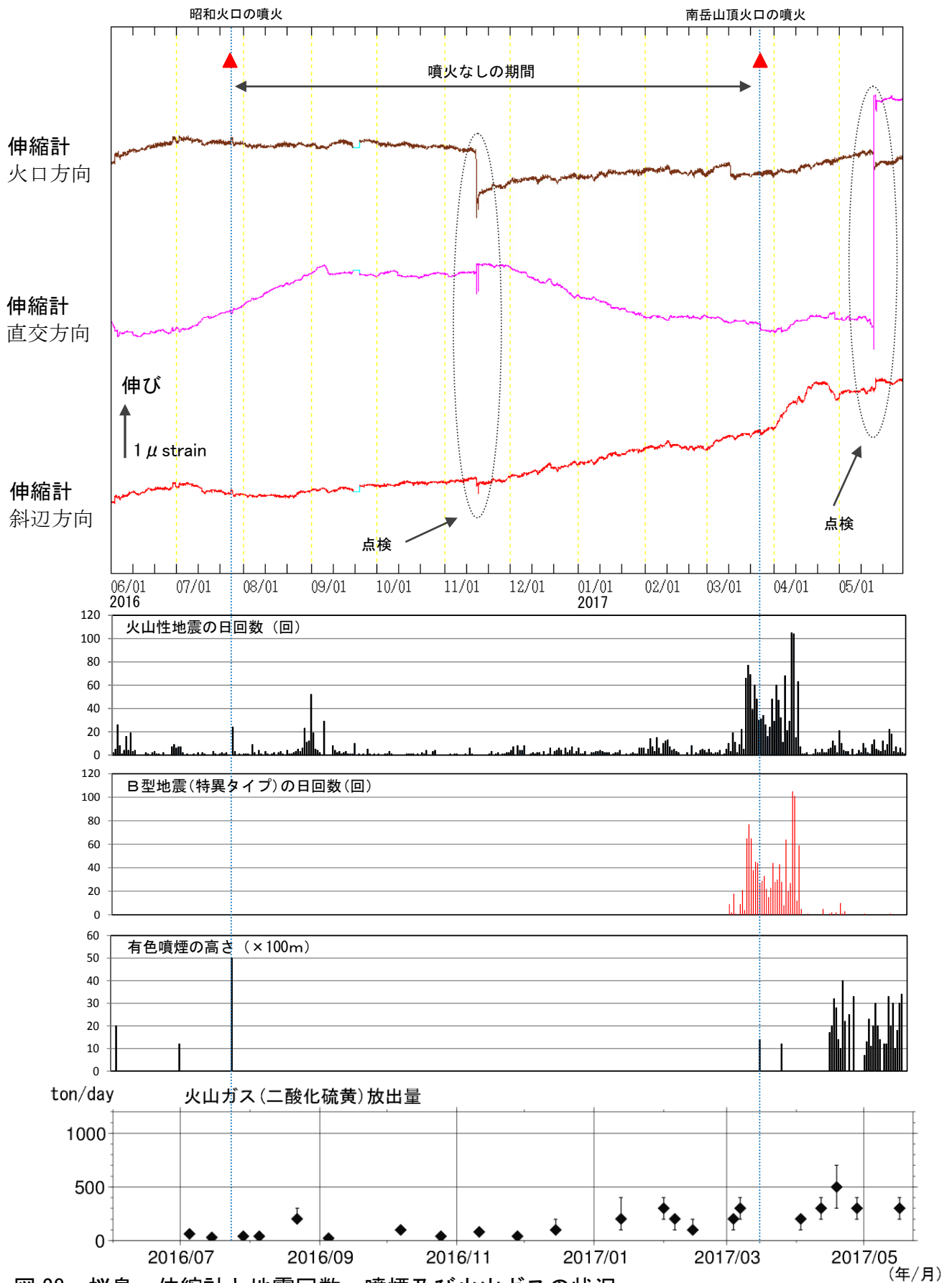


図 28 桜島 伸縮計と地震回数、噴煙及び火山ガスの状況

(2016 年 6 月 1 日～2017 年 5 月 31 日)

- ・伸縮計では、山体の膨張を示す変化は認められなかった。
- ・B型地震が3月25日の噴火前に増加した。B型地震は図34に示す高周波から低周波へ移行するタイプの地震である。
- ・火山ガスの放出量は3月25日の噴火前の1～3月にわずかに増加した。

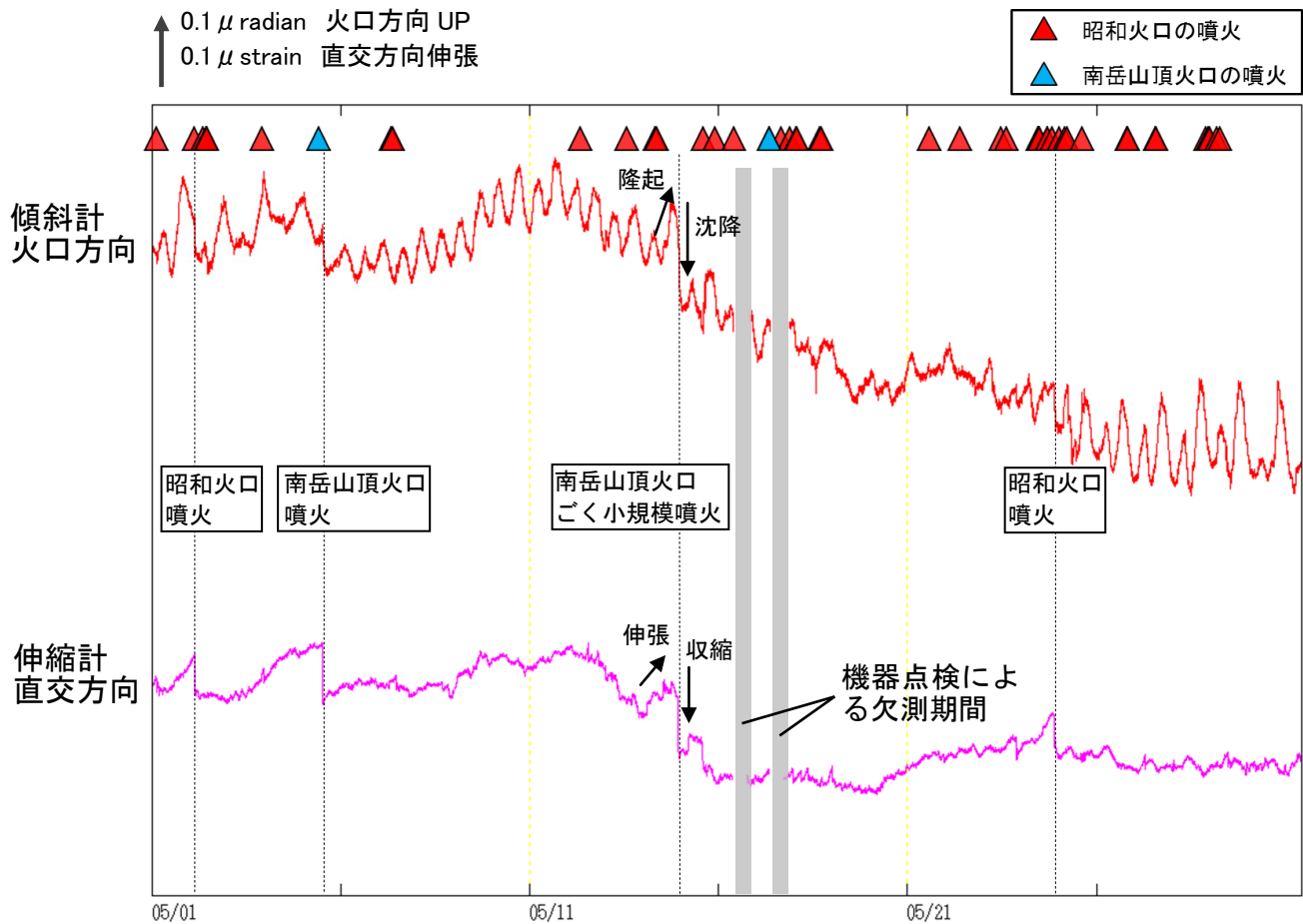


図 29 桜島 有村観測坑道の傾斜計、伸縮計の状況

(2016 年 5 月 1 日～2017 年 5 月 31 日)

ごく小規模以上の噴火の内、一部の噴火時に噴火前のわずかな山体の隆起（伸び）と噴火後のわずかな沈降（縮み）が観測された。

* 噴火の発生前後に傾斜計及び伸縮計のデータに変化が認められたイベントについてのみ、破線を引いて表示している。

* ごく小規模の噴火については、凡例の噴火マークを表示していない。

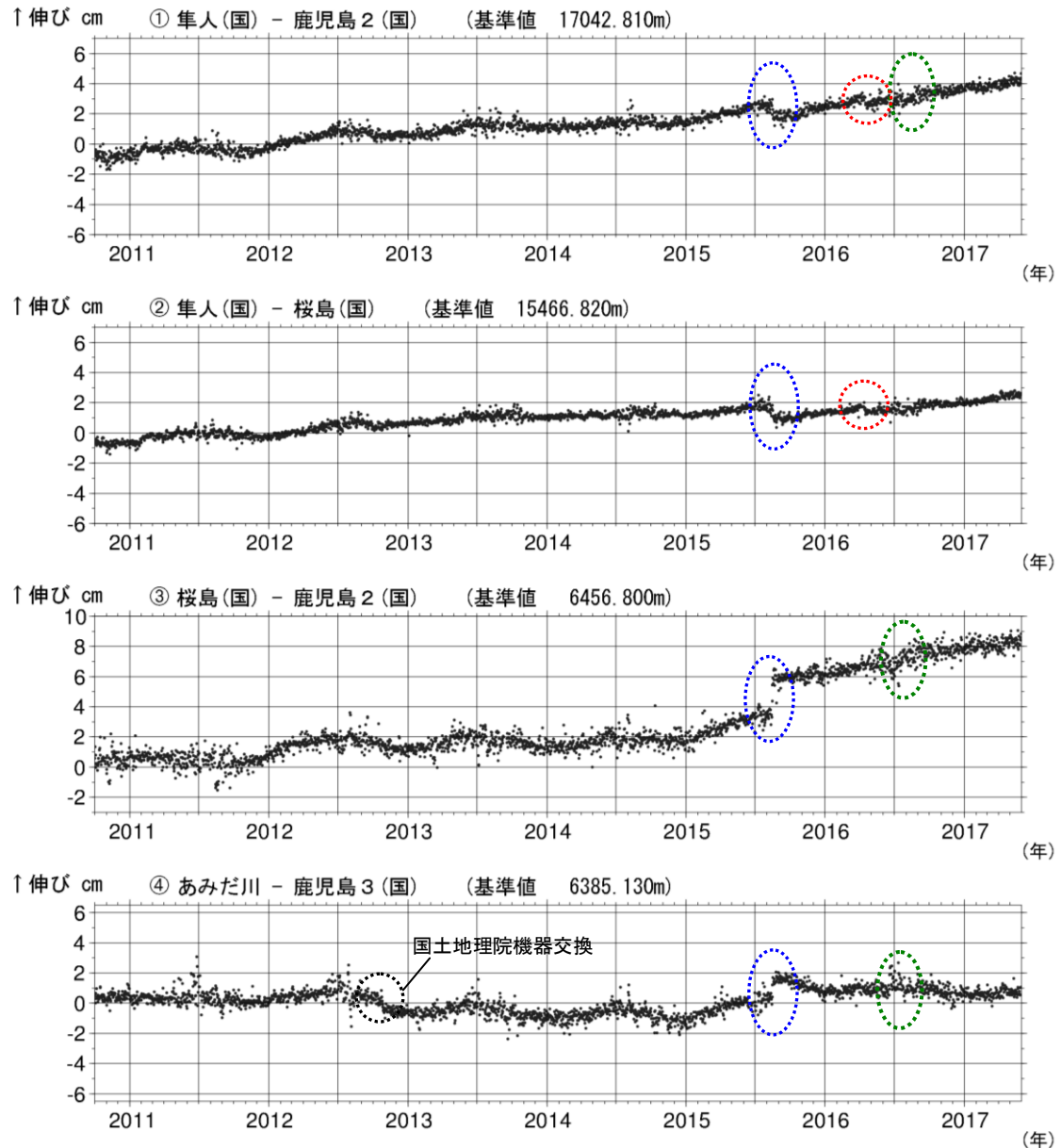


図 30-1 桜島 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2017 年 5 月 31 日)

GNSS 連続観測では、2015 年頃から始良カルデラ（鹿児島湾奥部）の地下のマグマだまりが膨張する傾向がみられる。

解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。

（国）：国土地理院の観測点を示す。

緑色の破線は気象の影響による乱れとみられる。青色の破線は 2015 年 8 月のマグマ貫入による変動を示す。赤色の破線は平成 28 年（2016 年）熊本地震の影響による変動である。

この基線は図 31 の①～④に対応している。

④の基線は 2012 年 10 月 26 日に鹿児島 3（国）のアンテナ交換を行っている。

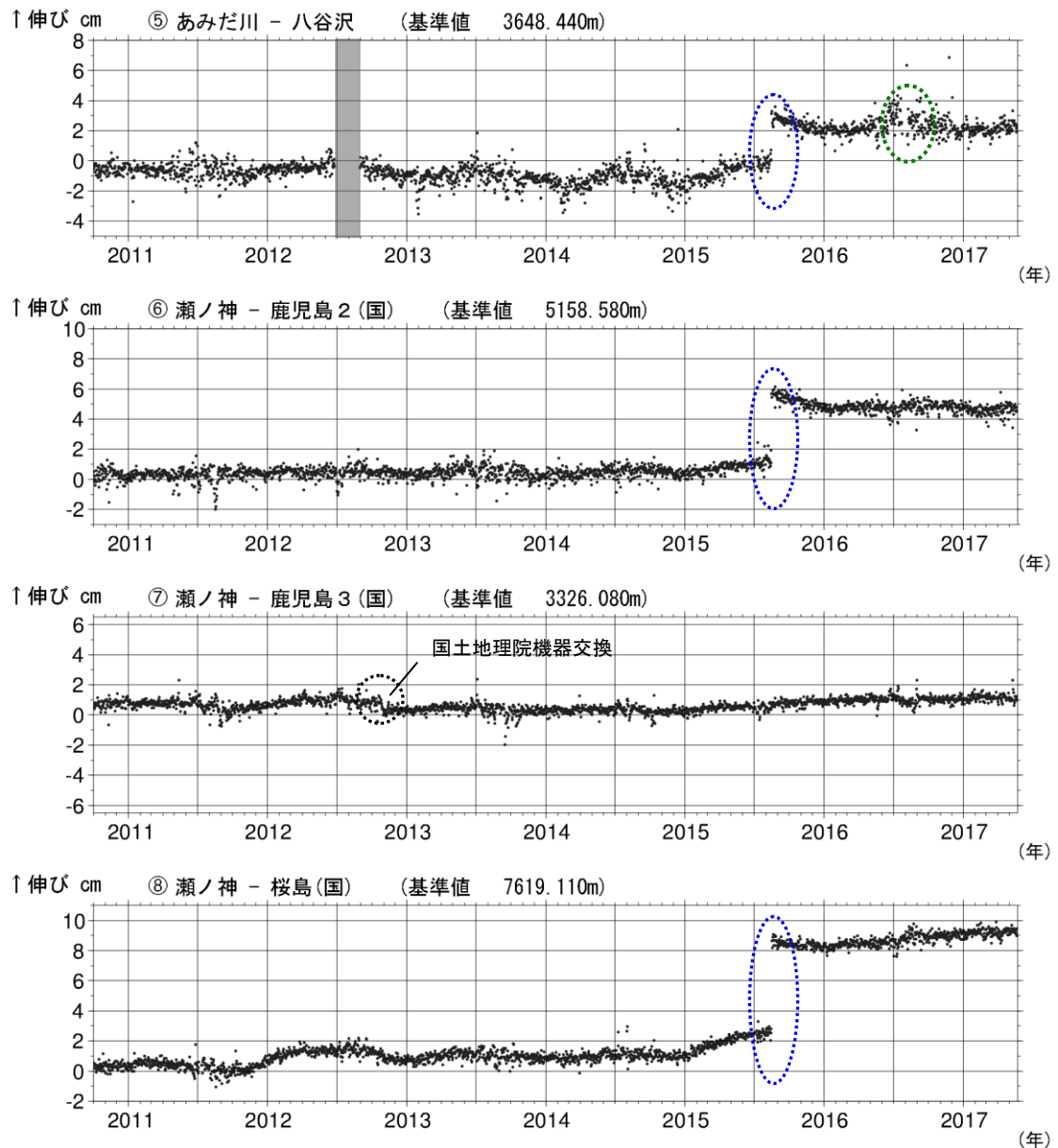


図 30-2 桜島 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2017 年 5 月 31 日)

解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。

(国) : 国土地理院の観測点を示す。

緑色の破線内は気象の影響による乱れとみられる。青色の破線内は 2015 年 8 月のマグマ貫入による変動である。灰色の部分には機器障害による欠測を示す。

この基線は図 31 の⑤～⑧に対応している。

⑦の基線は 2012 年 10 月 26 日に鹿児島 3 (国) のアンテナ交換を行っている。

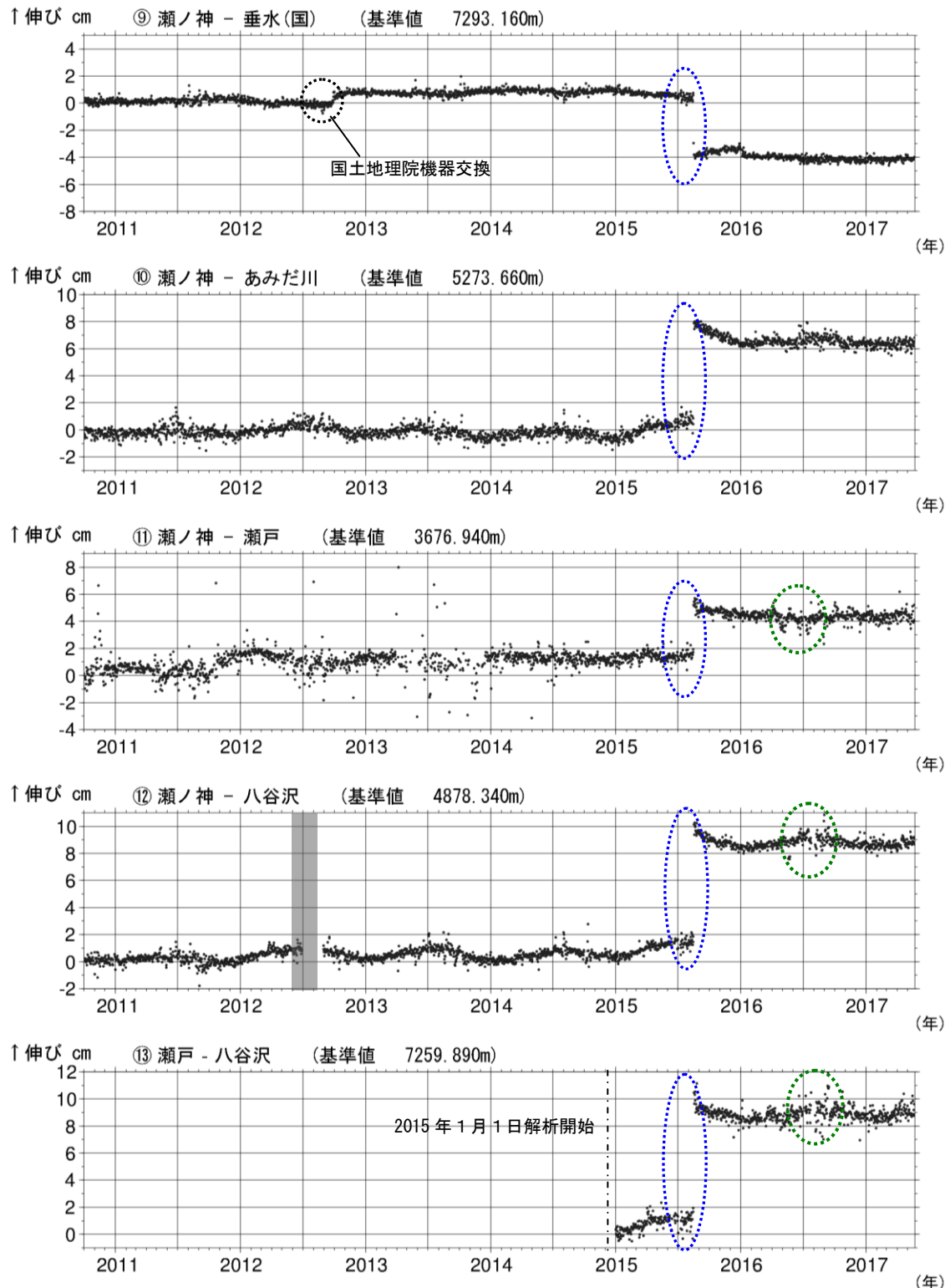


図 30-3 桜島 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2017 年 5 月 31 日)

解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。

(国)：国土地理院の観測点を示す。

緑色の破線内は気象の影響による乱れとみられる。青色の破線内は 2015 年 8 月のマグマ貫入による変動である。灰色の部分は機器障害による欠測を示している。

この基線は図 31 の⑨～⑫に対応している。

⑨の基線は 2012 年 9 月 27 日に垂水(国)のアンテナの交換を行っている。

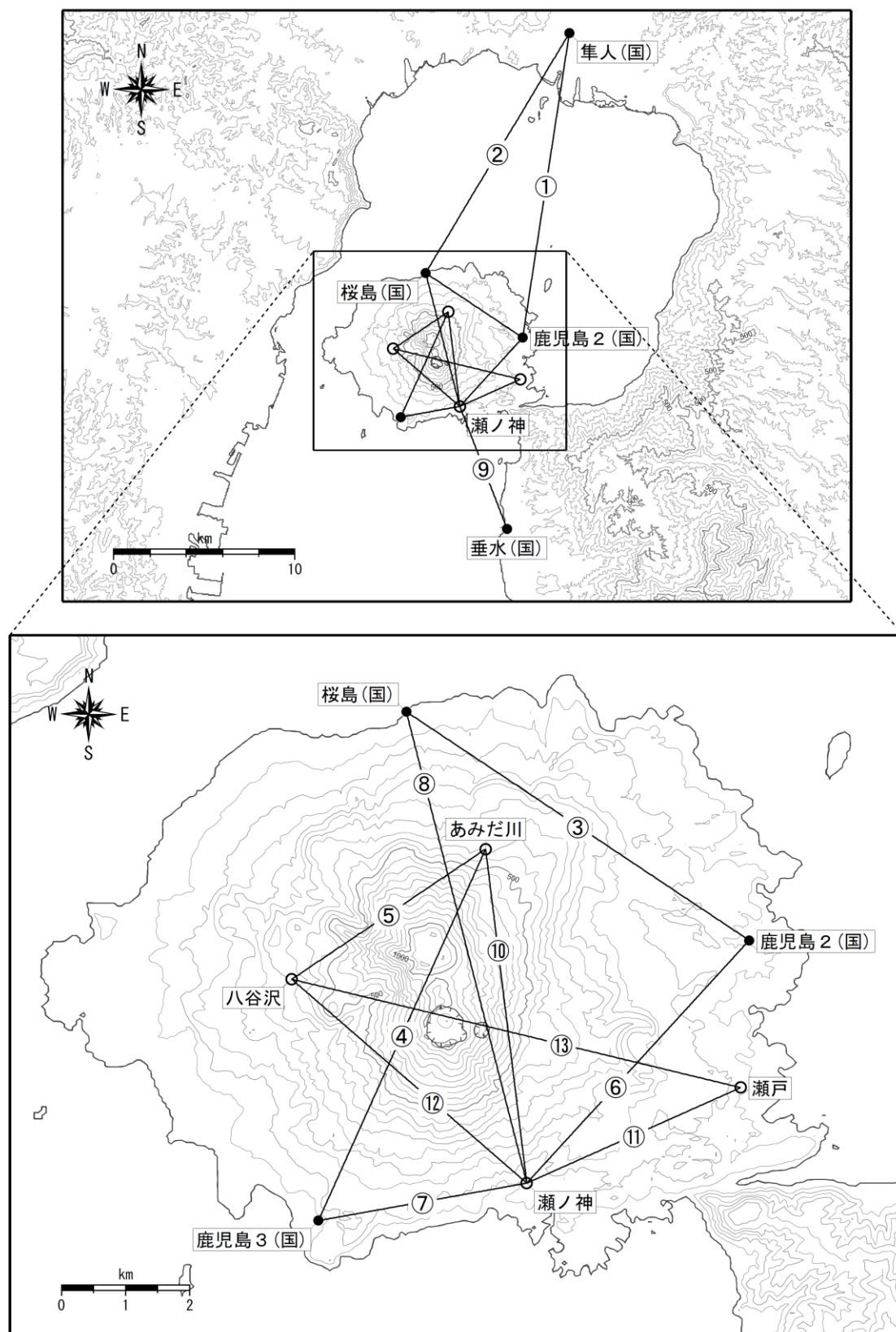


図 31 桜島 GNSS 連続観測基線図

白丸は気象庁、黒丸は国土地理院の観測点位置を示している。
 地図の作成に当たっては、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ（標高）』を使用した。
 桜島島内及び始良カルデラ周辺の気象庁・国土地理院の 9 観測点の基線による観測を行っている。

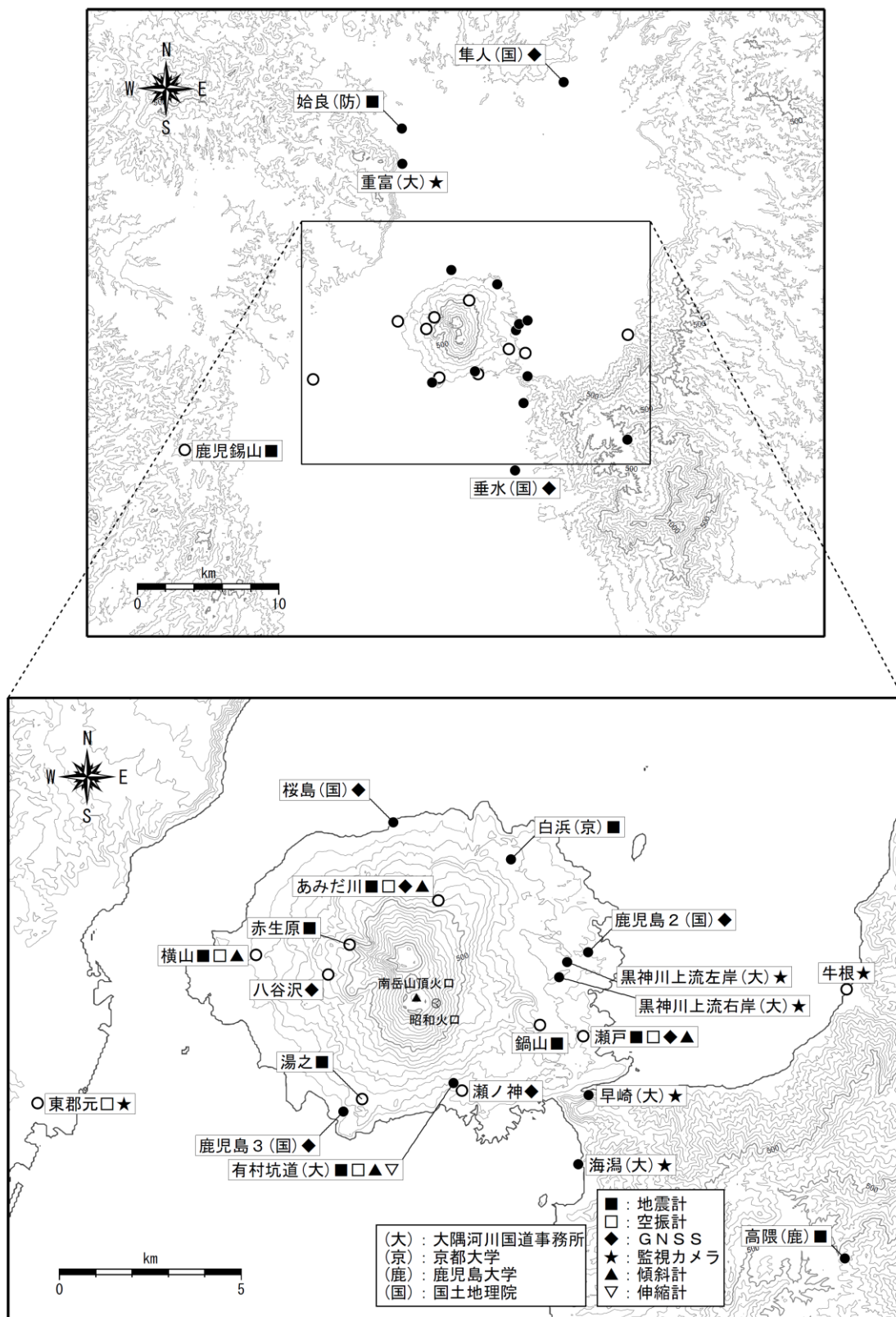


図 32 桜島 観測点配置図

白丸は気象庁、黒丸は気象庁以外の観測点位置を示している。

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

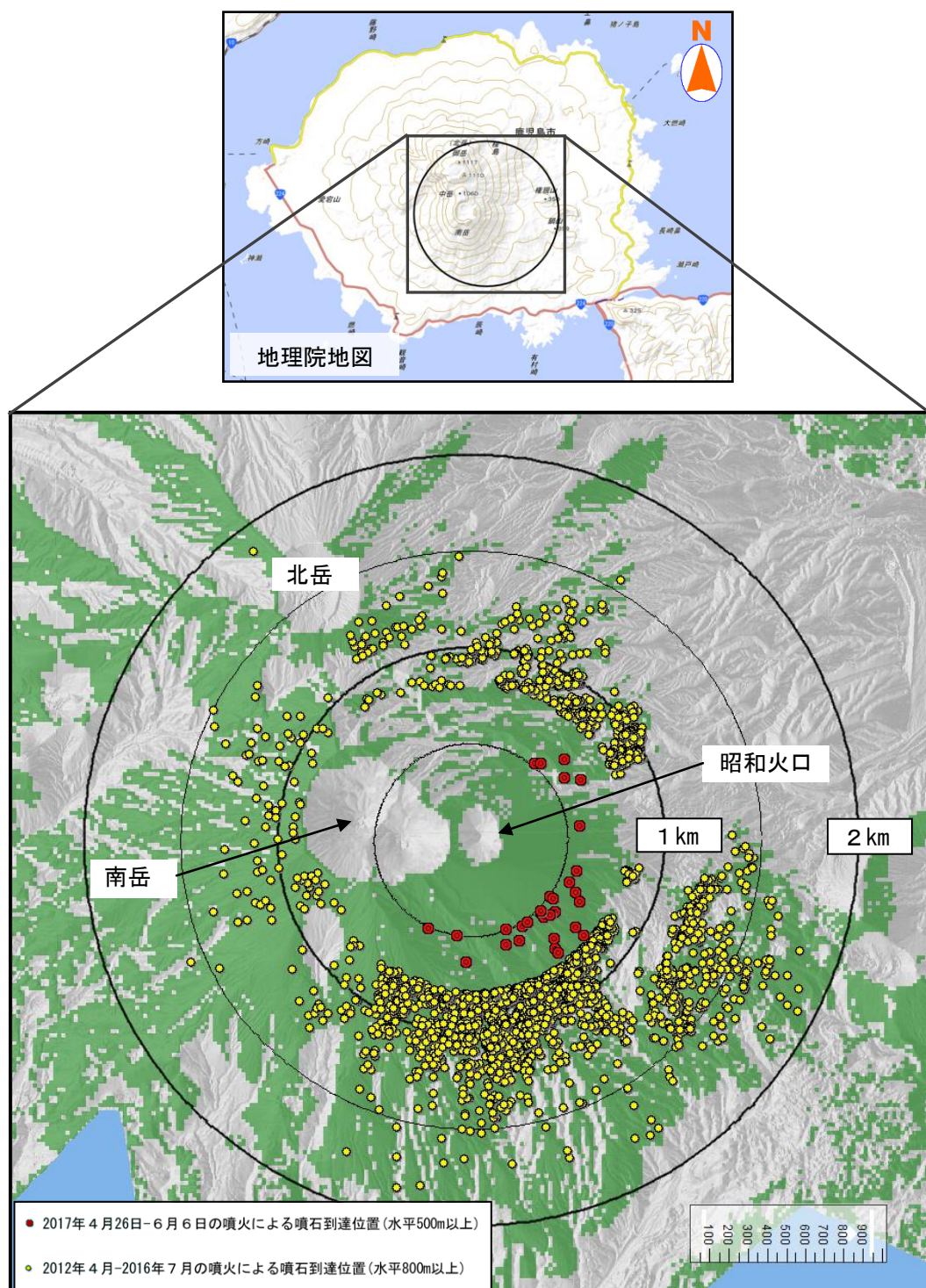


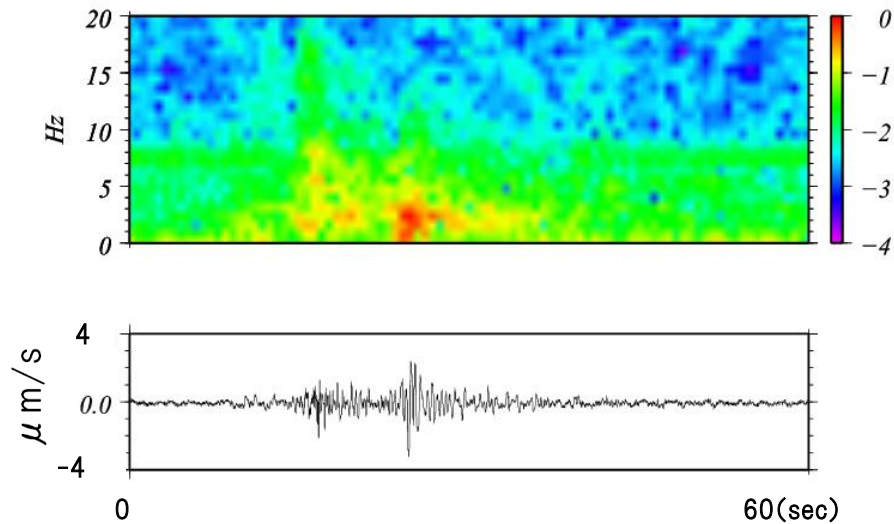
図 33 桜島 昭和火口から放出された大きな噴石の落下地点（2017 年 4 月～6 月 6 日）

2017 年 4 月から 6 月 6 日までに発生した噴火の内、水平距離で 500m 以上飛散した事例（計 9 例）について、監視カメラ映像から噴石の落下地点を計測しプロットした（図中赤点）。1 回の噴火に対し複数の噴石の落下位置を算出している。同心円は昭和火口中心からの距離を示す。

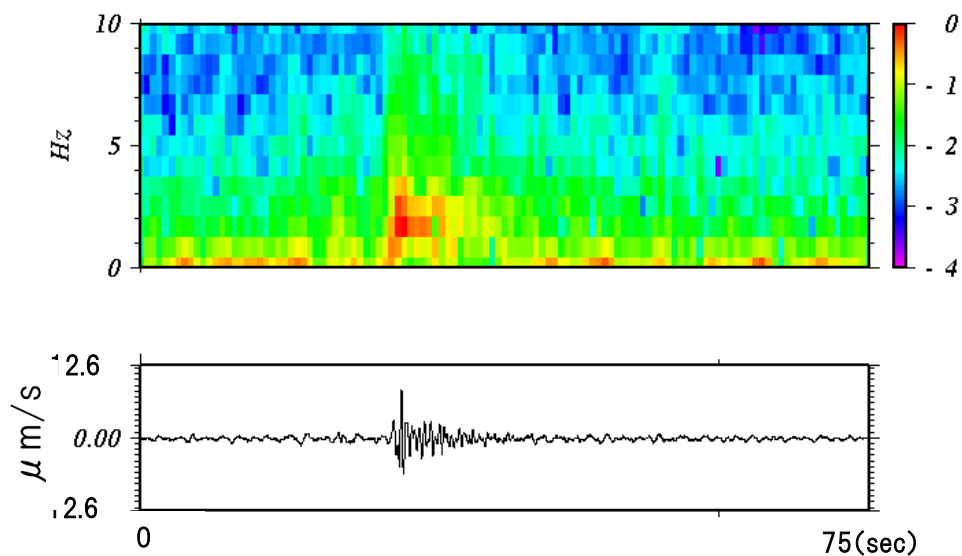
以前の資料では、噴石が水平距離で概ね 800m 以上飛散したものをプロットしていたが、今期間に 800m 以上飛散する事例がなかったため、500m 以上飛散したものをプロットした。

緑色の領域は、早崎監視カメラ（大隅河川国道事務所設置）、海淵監視カメラ（大隅河川国道事務所設置）及び東郡元監視カメラのいずれかで噴石の落下が確認可能な範囲を示す。領域はカシミール 3D で算出した。噴石の計測は海淵及び東郡元カメラで行った。

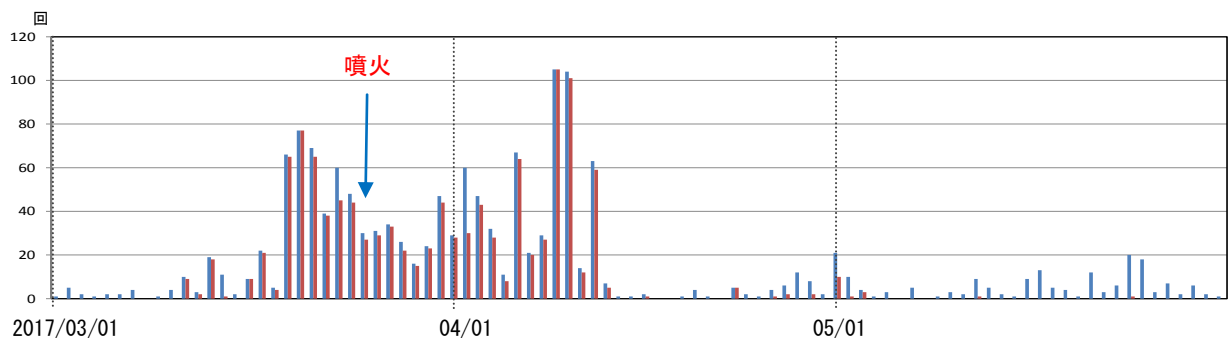
* 地図の作成にあたっては、大隅河川国道事務所提供の数値地図（5 m メッシュ）を使用した。



2017 年 4 月 23 日 12 時 32 分に発生した B 型（特異タイプ）地震（有村観測点）



2017 年 6 月 7 日 17 時 39 分に発生した通常みられる B 型地震（有村観測点）



2017 年 3 月～5 月の全 B 型地震（青）と B 型地震（特異タイプ）（赤）

図 34 桜島 3 月～5 月の火山性地震（B 型地震）の状況

上図：3 月 25 日の噴火前から増加した B 型地震（特異タイプ）の波形とランニングスペクトル（有村観測点）

中図：桜島で通常みられる B 型地震の波形とランニングスペクトル（有村観測点）

下図：B 型地震（特異タイプ）と通常みられる B 型地震の発生状況（2017 年 3 月～5 月）

- ・ B 型地震（特異タイプ）は南岳山頂火口噴火発生前の 3 月 11 日に発生し、次第に増加
- ・ B 型地震（特異タイプ）は地震の開始は高周波で始まり低周波へ移行
- ・ B 型地震（特異タイプ）の卓越周波数の多くは先行部分が 5～6 Hz、後ろは 1～2 Hz
- ・ 桜島でこのような B 型地震（特異タイプ）は過去ほとんどみられない

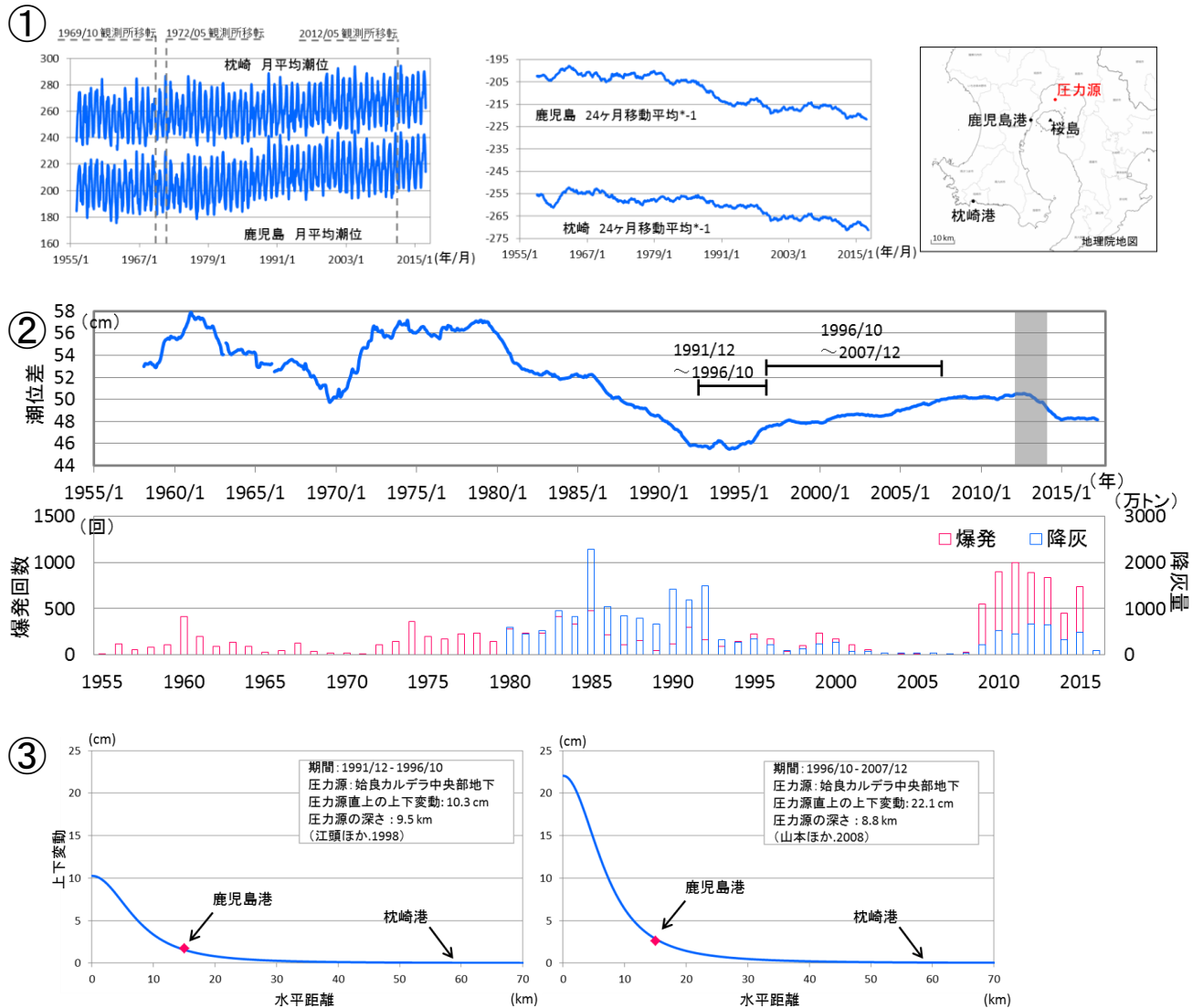


図 35 潮位差から見積もった始良カルデラ周辺の地殻変動推移

① (左図) 月平均潮位 (中図) 前 24 ヶ月平均潮位 (右図) 観測点配置図

期間 (1958 年 2 月～2016 年 12 月)、24 ヶ月移動平均した値を期間の終わりに表示

② (上図) 鹿児島港・枕崎港の潮位差 (下図) 桜島 年間降灰量と年爆発回数

期間 上図 (1952 年 2 月～2016 年 12 月) 下図 (爆発: 1955 年～2016 年, 降灰 1980 年～2016 年)

③ 圧力源直上での上下変動と水平距離

期間 左図 (1991 年 12 月～1996 年 10 月) 右図 (1996 年 10 月～2007 年 12 月)

過去に行われた水準測量の解析結果の報告に合わせて期間を設定

* 気温変化等による潮位の長周期的な影響を除去するために 24 ヶ月移動平均をとり、桜島に近い鹿児島港と遠方にある桜島の影響が少ないと考えられる枕崎港の潮位の差から、火山活動に伴う潮位の変化を確認する。(②上図中の増加は鹿児島港の地盤の隆起を意味する。)

- ・ 1980 年から 1993 年頃までは、鹿児島港の地盤の沈降 (マグマ溜りの収縮) に伴う潮位差の減少が考えられる。1993 年以降、潮位差は増加しており、地盤の隆起 (地下のマグマの膨張) を示唆している。2012 年 3 月に鹿児島港検潮所の移設が行われており、上図中灰色で示す領域の変化は移設に起因している可能性がある。
- ・ 過去の水準測量に関する報告 (江頭ほか, 1997, 山本ほか, 2008) で、測量値にもっとも適合する圧力源モデルの理論値 (③図実線) が求められている。各期間で上下変動に影響する主圧力源は始良カルデラの中央部地下にあると推定されており、潮汐差から見積もった変動量と圧力源直上からの水平距離を図中の点に示す。潮位観測の精度の問題上およそ ± 1 cm の誤差が考えられるが、過去の報告の理論値とも整合する。

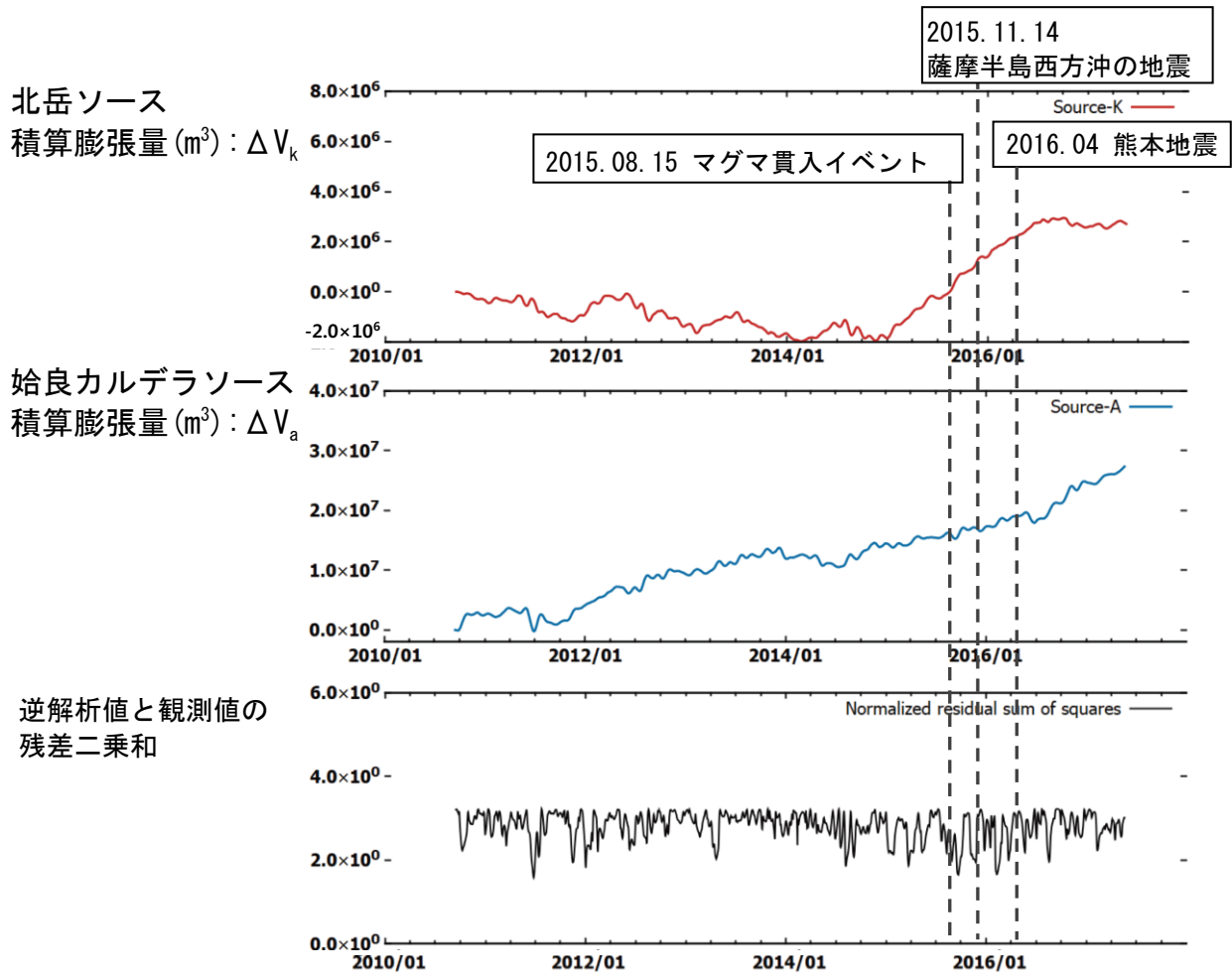


図 36 桜島 GNSS 基線長による茂木モデルの時間依存インバージョンで見積もられた
体積変化量の時間推移 (2010 年 1 月～2017 年 5 月)

・始良カルデラの膨張は継続している。

・2015 年 1 月頃からの島内の膨張は、2016 年 10 月頃から停滞している。

＊膨張量解析は、図 37 に示した位置に茂木ソースを固定し、同じく図 37 に示した国土地理院
及び気象庁の GNSS 観測点のデータを用いて行った。

＊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
地震及び 2016 年 4 月の熊本地震の非静的・余効変動の効果は補正し、除去している。

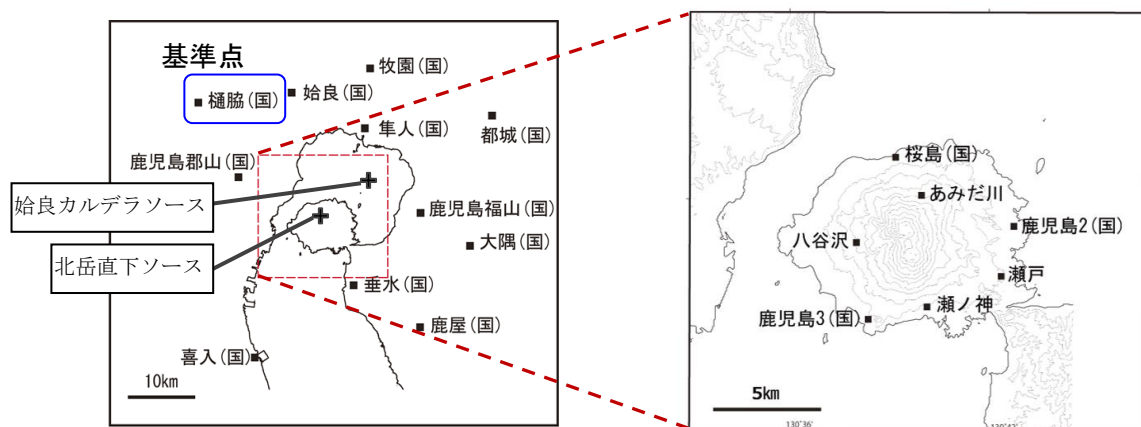


図 37 桜島 地殻変動の時間推移推定に用いた GNSS 観測点とソースの位置
＋：膨張源の位置 (国)：国土地理院の GEONET 観測点

北岳直下ソース ΔV_k : N31° 35′ 33.20″ E130° 39′ 03.80″ 深さ海拔下 4.9km

始良カルデラソース ΔV_a : N31° 39′ 48.72″ E130° 44′ 18.30″ 深さ海拔下 11.0km

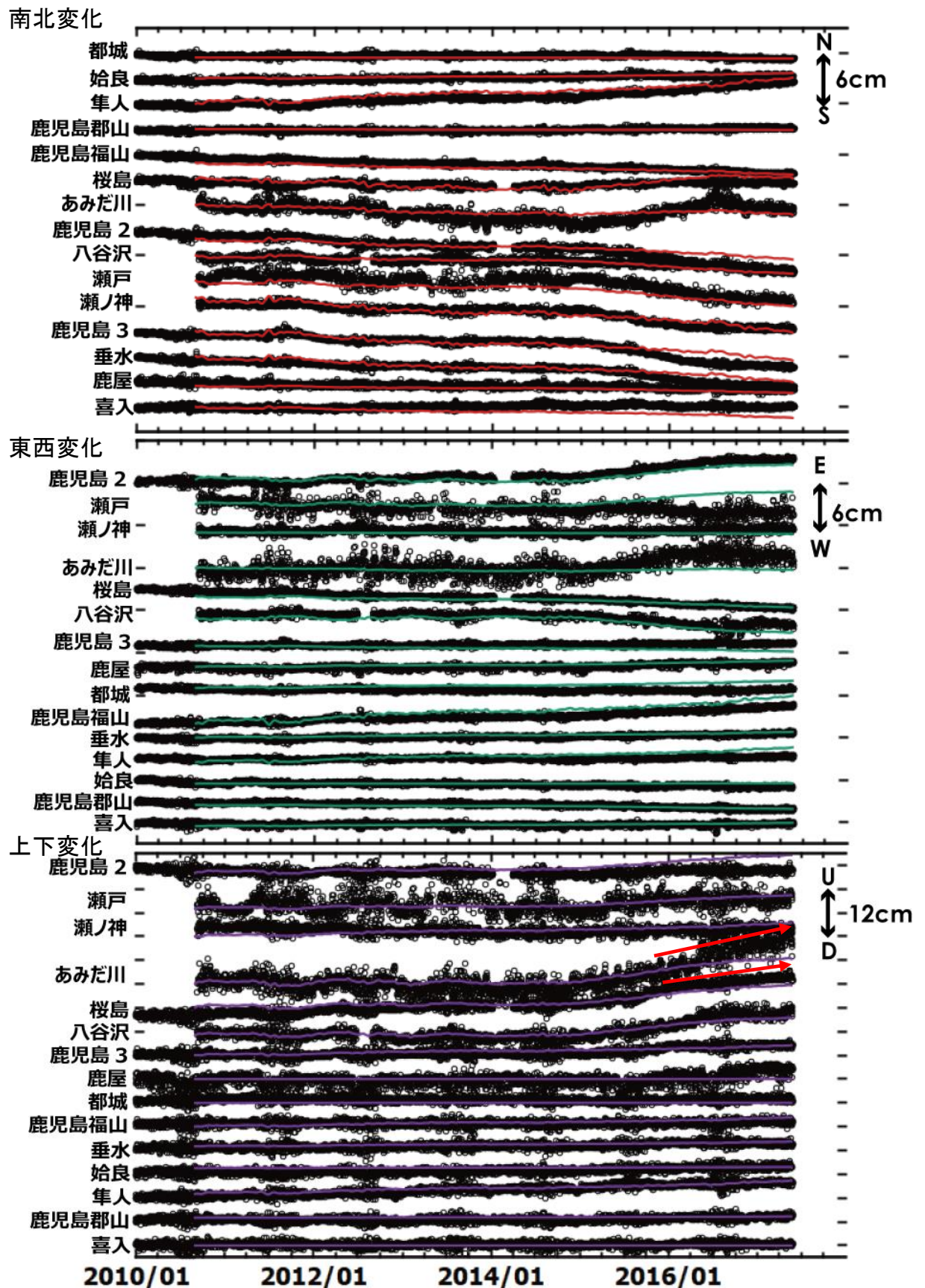


図 38 桜島 地殻変動の時間推移推定に用いた GNSS 観測点の観測値とインバージョン推定値 (○: 観測値、赤線、緑線、紫線: インバージョンによる推定値)

- ・ 桜島島内北部の一部観測点では、2015 年 1 月からの隆起傾向が継続している。
- ・ 桜島島内の観測点の水平成分には、2016 年 10 月以降特段の変化は認められない。

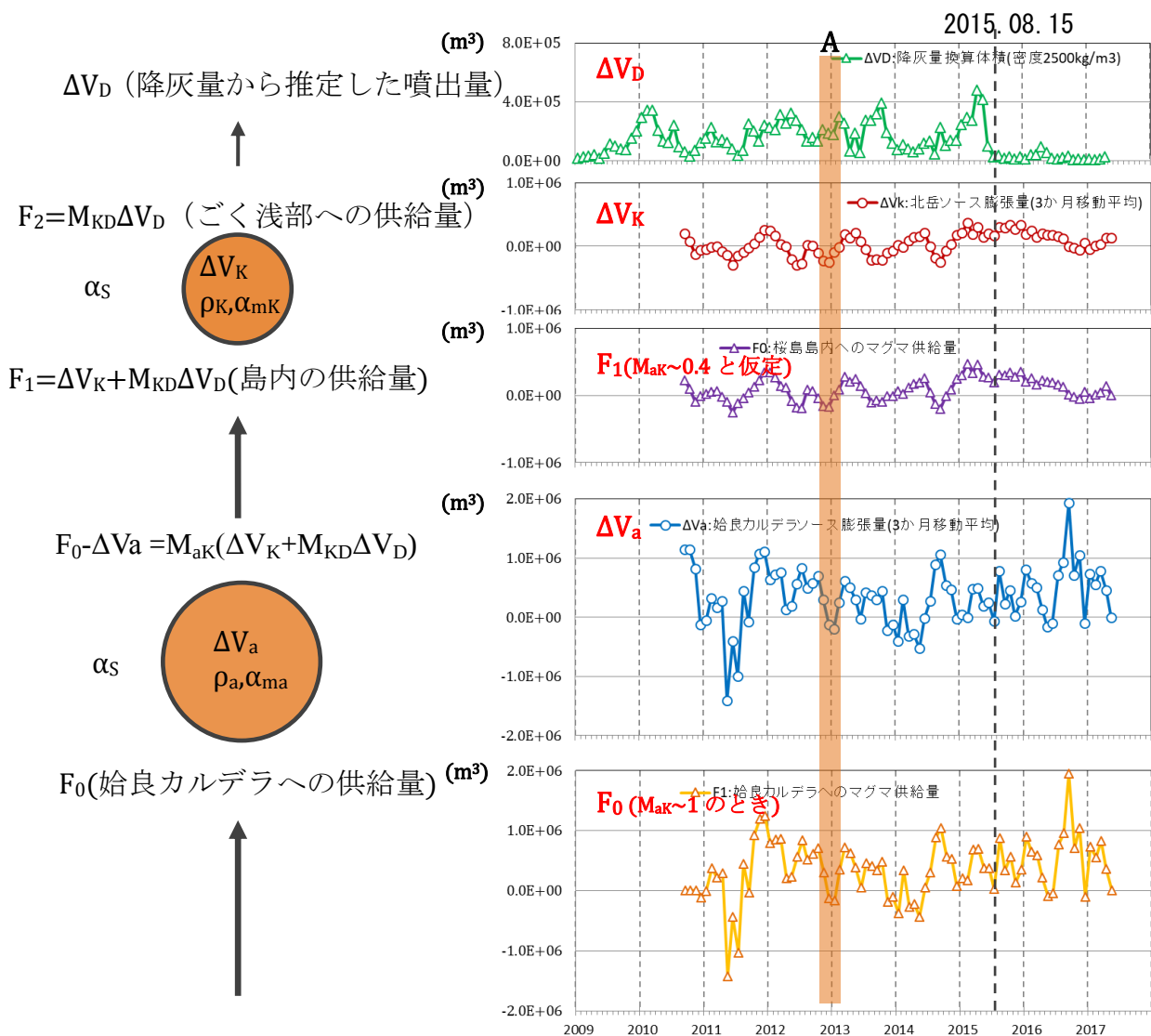


図 39 桜島 地殻変動推移によるマグマ収支の時間変化の推定

* 2015 年 8 月のマグマ貫入に関わる体積変化は議論に含まれていない。

* 図 18⑤等にした月別総降灰量(重量)から、元のマグマ(密度 2500kg/m^3 仮定)の体積を推定した。

* 放出体積 ΔV_D を北岳ソースの位置での体積変化量に換算するため、始良カルデラソースの体積の変化が乏しい時期(図中の A)を利用して $M_{KD} \sim 0.4$ と推定した。これにより島内へのマグマ供給量 F_1 を推定した。

* 始良カルデラソースからある質量のマグマが上昇し、北岳ソースに共有された際のソース周囲の岩石の体積変動比 M_{aK} は、マグマの密度 ρ_a, ρ_K 、マグマの圧縮率 α_{ma}, α_{mK} 、周囲の岩石の圧縮率 α_s を用い、 $M_{aK} = \Delta V_a / \Delta V_D = (\rho_a / \rho_K) (1 + \gamma_a / 1 + \gamma_K)$ (ここで $\gamma_a = \alpha_{ma} / \alpha_s, \gamma_K = \alpha_{mK} / \alpha_s$) であり、上方へのマグマ供給系では $(\rho_a / \rho_K) > 1, (1 + \gamma_a / 1 + \gamma_K) < 1$ が予想されるため、発泡度、揮発性分量、圧力などによって変化するが、 $M_{aK} = 1$ と仮定し、島内へ供給されたマグマの始良カルデラにおける換算体積 F_0 及び始良カルデラへのマグマ供給量 F_0 を推定した。

・ 桜島島内へのマグマ供給量 (F_1) は 2015 年後半から次第に減少し、2017 年 1 月頃からは横ばいで推移している。

・ 始良カルデラソースの蓄積量 (ΔV_a) とマグマ供給量 (F_0) は概ね等しく、一部が島内に供給されていることが推測される。

・ 2014 年下半年期～2015 年頃から始良カルデラへのマグマ供給量 (F_0) はやや増加し、その後は概ね横ばいで推移している。

桜島における GPS 観測（無人ヘリコプターによる投入）

地震研究所では、桜島山頂付近に無人ヘリコプターで GPS 観測機材を投入し、観測を行っている。消費電力の都合上 1 日の駆動時間は 7-8 時間である。得られたデータは IPSY-OASIS II を用いて解析を行い、各観測点の 1 日ごとの座標を求めた。各日の座標の繰り返し誤差は水平成分で 1-2 cm, 鉛直成分が 2-3 cm であった。この値は、ピラーを立てるなどして土台を固定し 24 時間観測を行う場合の繰り返し誤差よりも悪いが、変動が大きいと思われる火口近傍での変動を計測するには十分な精度であると考えられる。2016 年春先以降座標の決定精度が悪化している。原因は不明であるが、アンテナへの降灰が原因の一つとして考えられるかもしれない。また、2016 年 9 月以降は A1-G のみで観測が行われている。

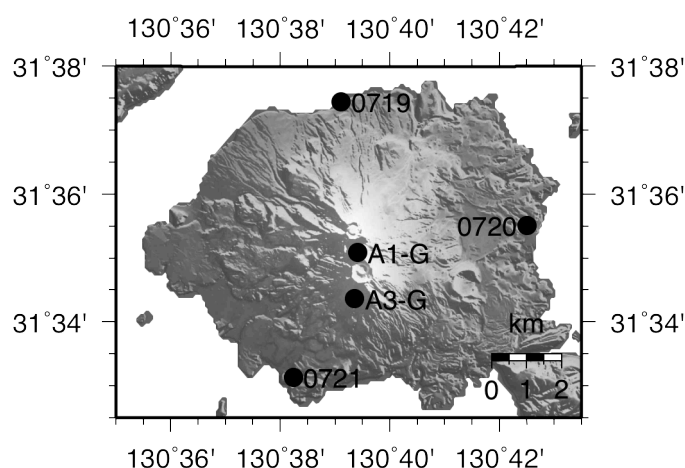


図 1 : GPS 観測点の分布。丸印は無人ヘリにより投入した観測点、四角印は国土地理院の観測点を示す。

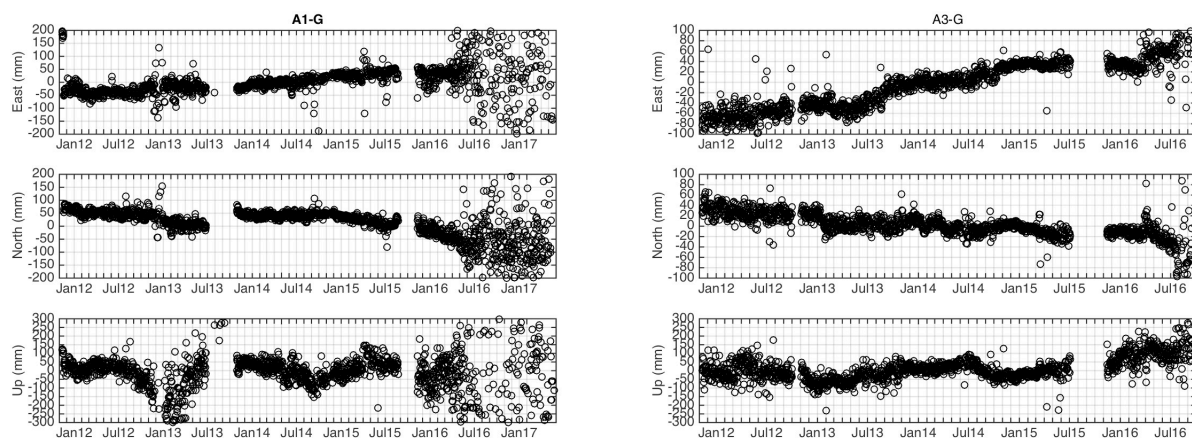
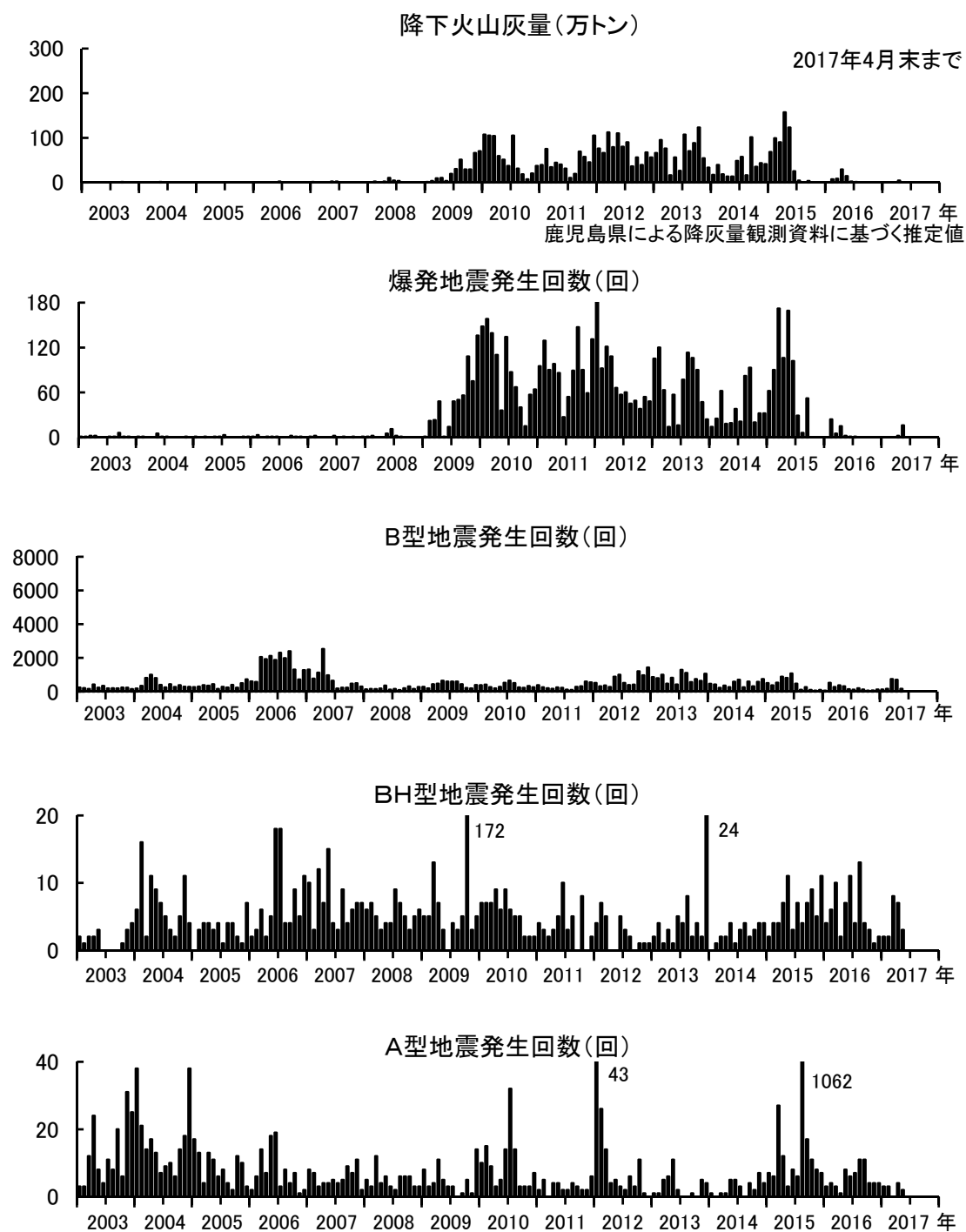


図 2 : 各 GPS 観測点の座標の時系列. 各座標は ITRF2008 を基準としている. A1-G の時系列中 2011 年 11 月下旬に見られるオフセット, 2012 年 11 月・2013 年 11 月・2015 年 11 月の両点の観測システム交換にともなうオフセットは補正してある.

	緯度 (度)	経度 (度)	標高 (m)
A1-G	31.5848	130.6569	1058
A3-G	31.5727	130.6560	740

表 1 : GPS 観測点の座標.

桜島の長期的噴火活動・地震活動の推移

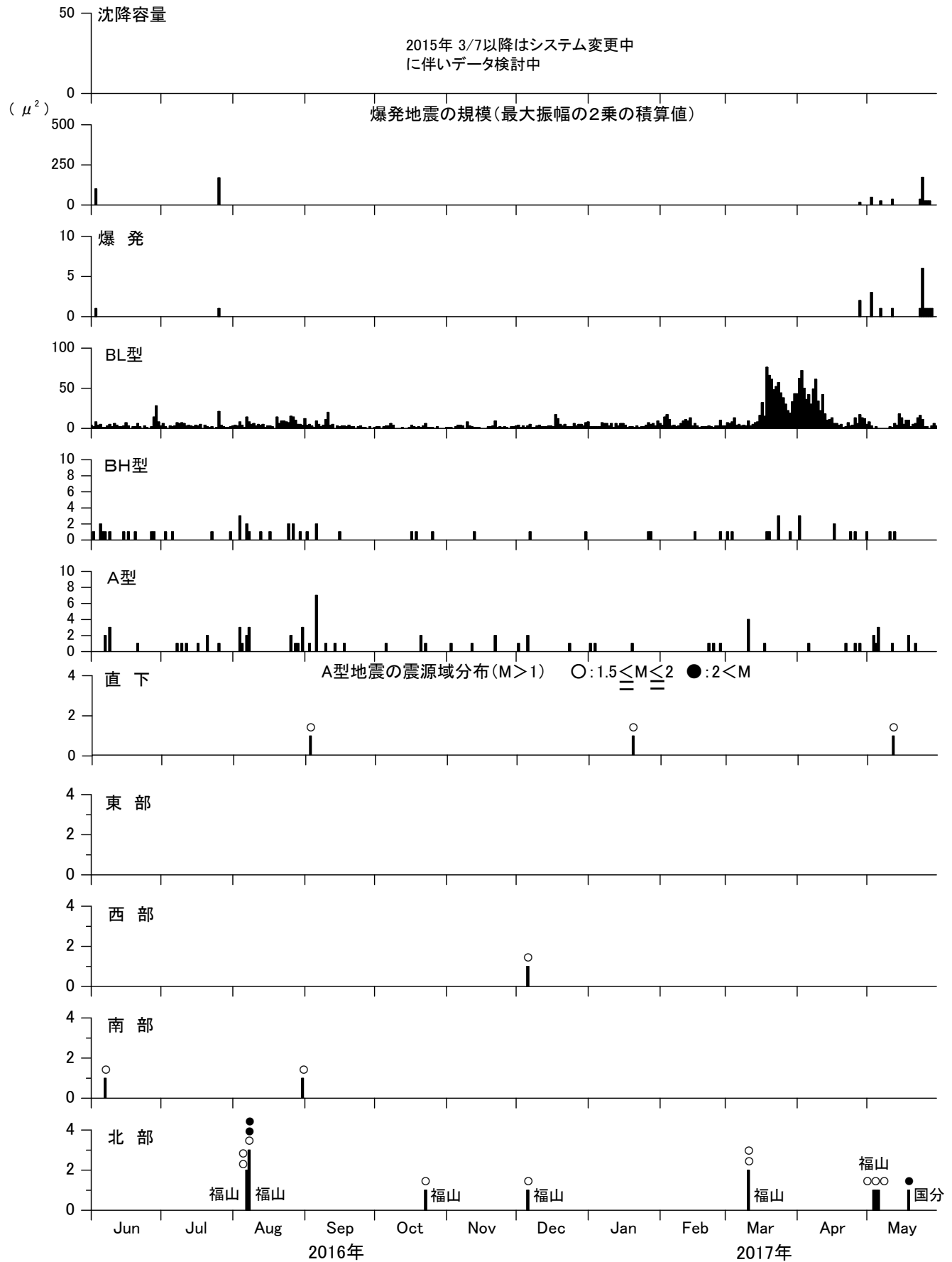


桜島における火山性地震の月別発生回数と降下火山灰量
(2017年5月31日まで)

桜島

桜島の最近の噴火活動・地震活動の推移

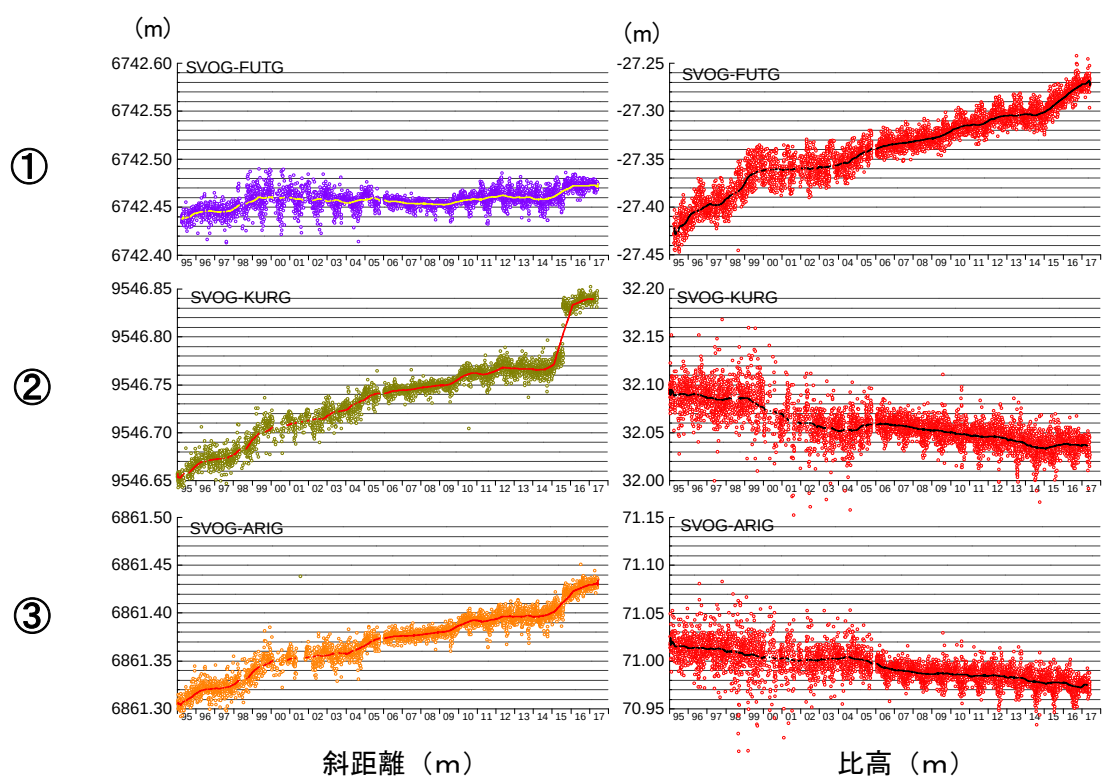
($\times 1000\text{m}^3$)



火山性地震の日別発生回数(2017.5.31まで)

桜島

桜島における長期的基線長変化



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(2017 年 5 月 31 日まで)

データ収録 : 24 時間/日

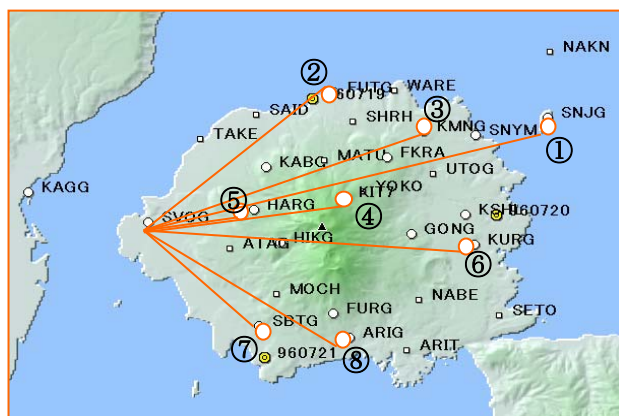
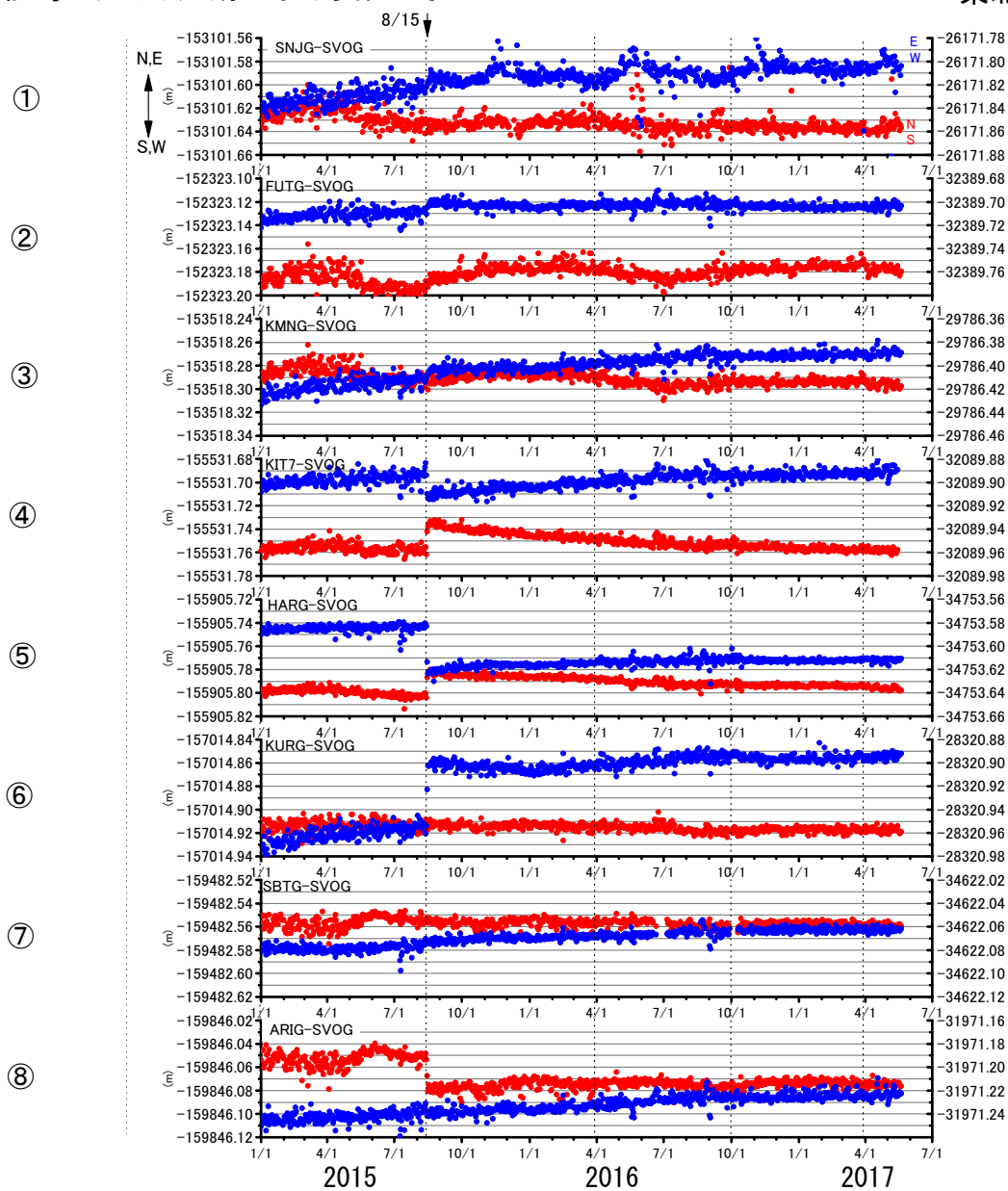
サンプリング間隔 : 15 秒(1995 年 - 2005 年 5 月)

サンプリング間隔 : 1 秒(2005 年 6 月以降)

桜 島

第 138 回火山噴火予知連絡会
桜島における短期的水平変位 その1

京大防災研究所
東北大・理学研究科



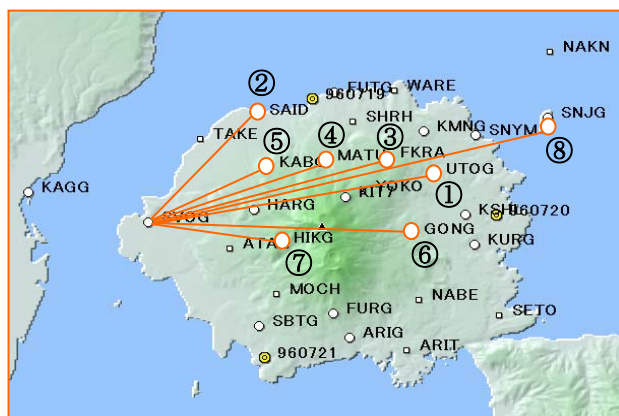
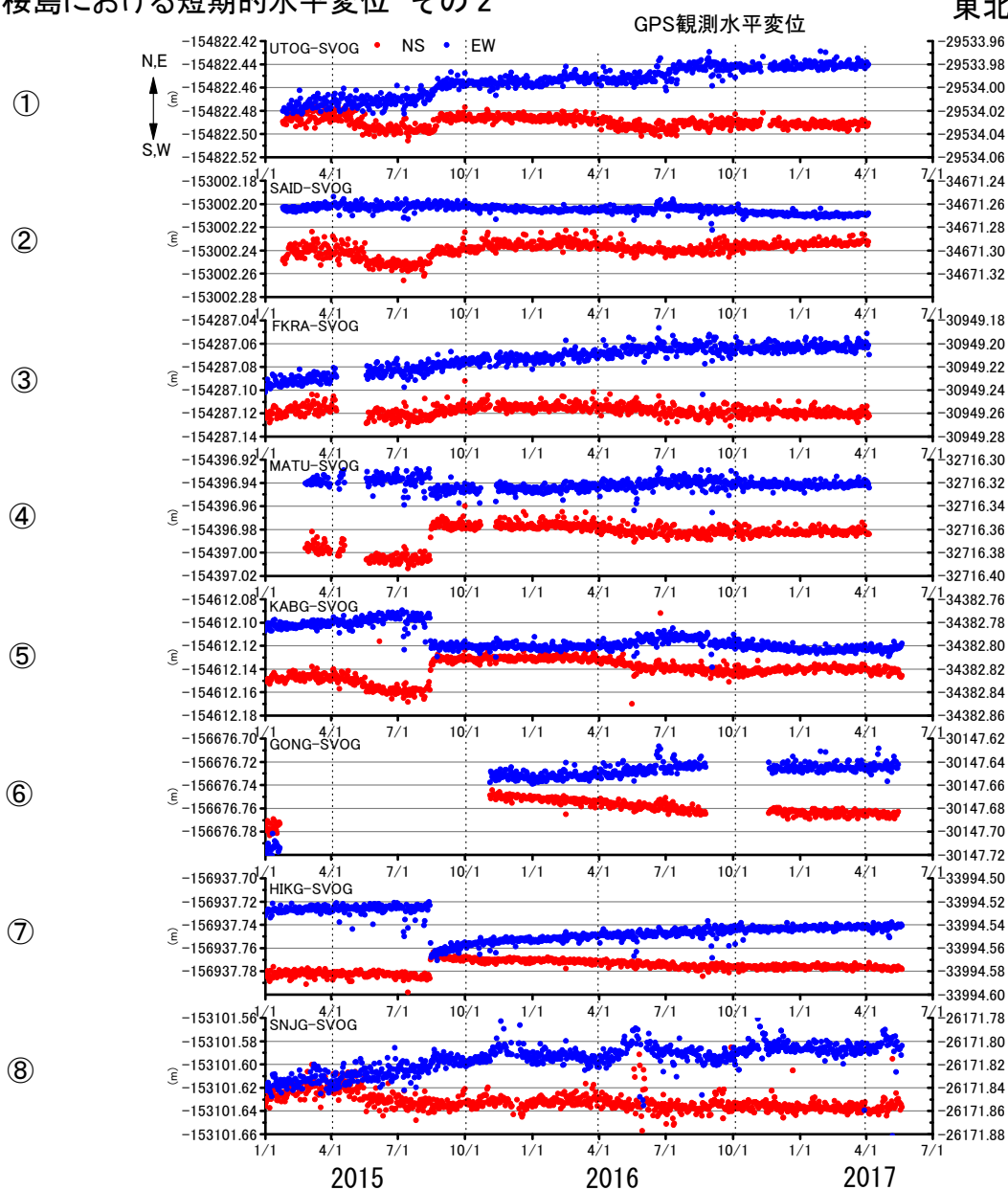
国土地理院発行の数値地図 50m
メッシュ(標高)から作成

GPS 連続観測 2/3(2017 年 5 月 31 日まで)

桜 島

第 138 回火山噴火予知連絡会
桜島における短期的水平変位 その 2

京大防災研究所
東北大学・理学研究科



国土地理院発行の数値地図 50m
メッシュ(標高)から作成

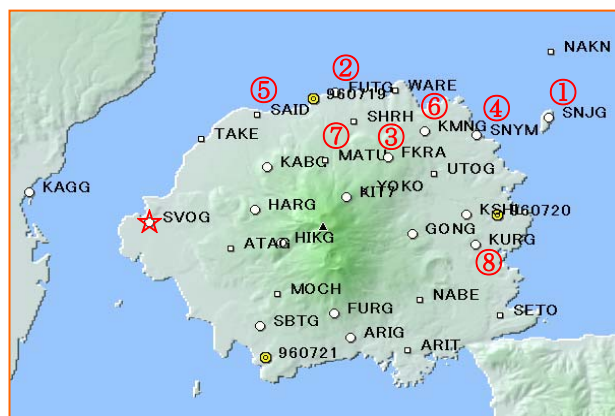
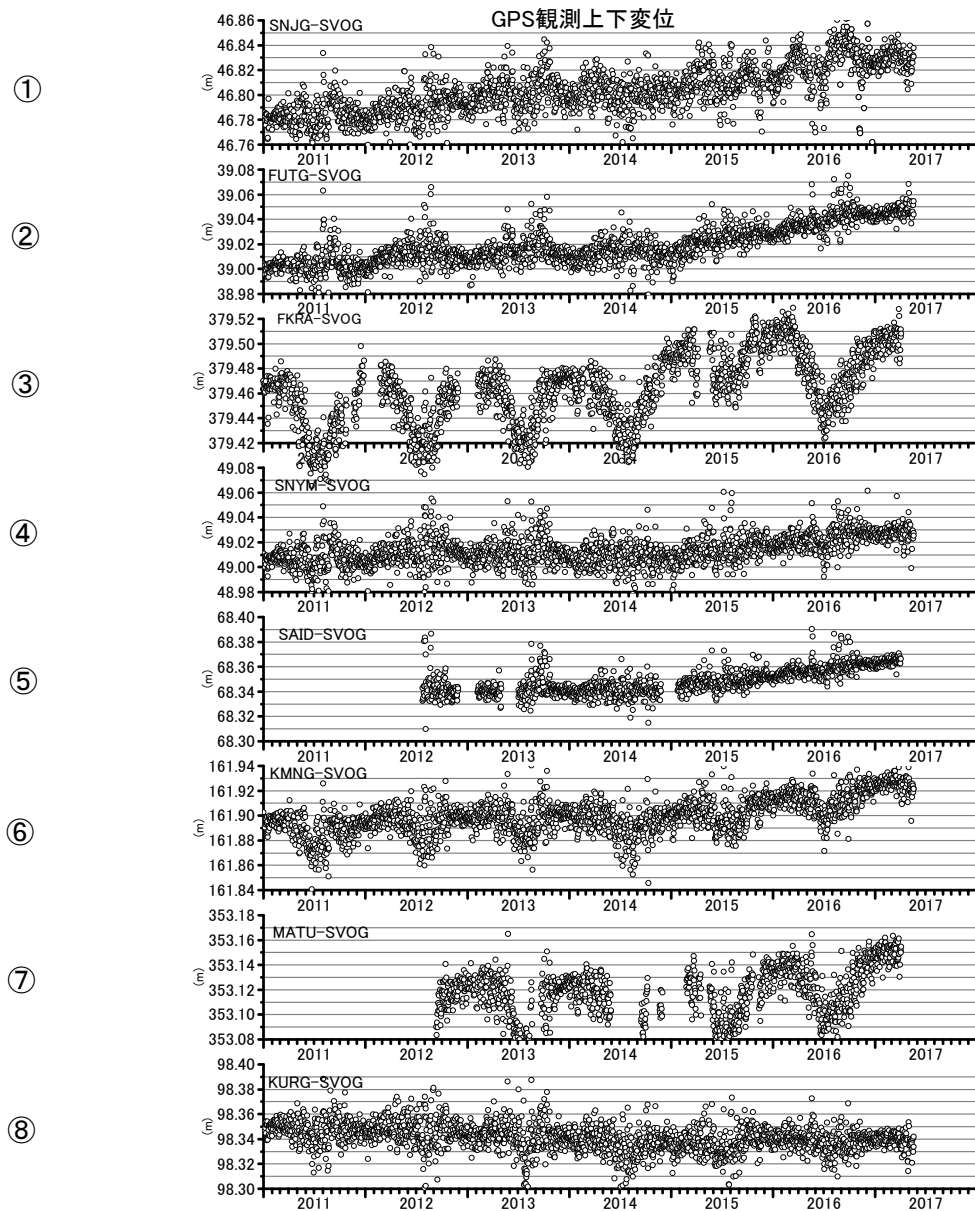
GPS 連続観測 3/3(2017 年 5 月 31 日まで)

桜 島

第 138 回火山噴火予知連絡会

桜島における長期的上下変位 その 1

京大防災研究所
東北大理学研究科



国土地理院発行の数値地図
50mメッシュ(標高)から作成

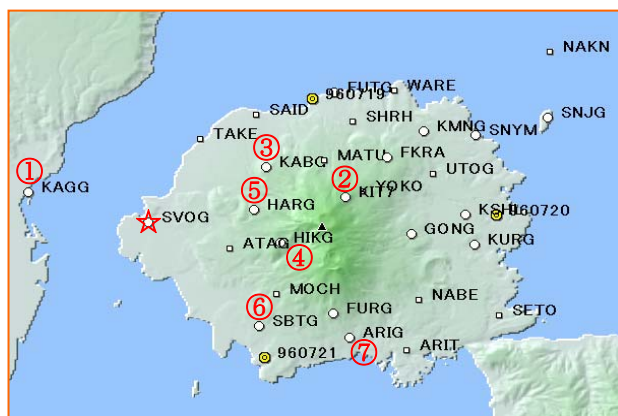
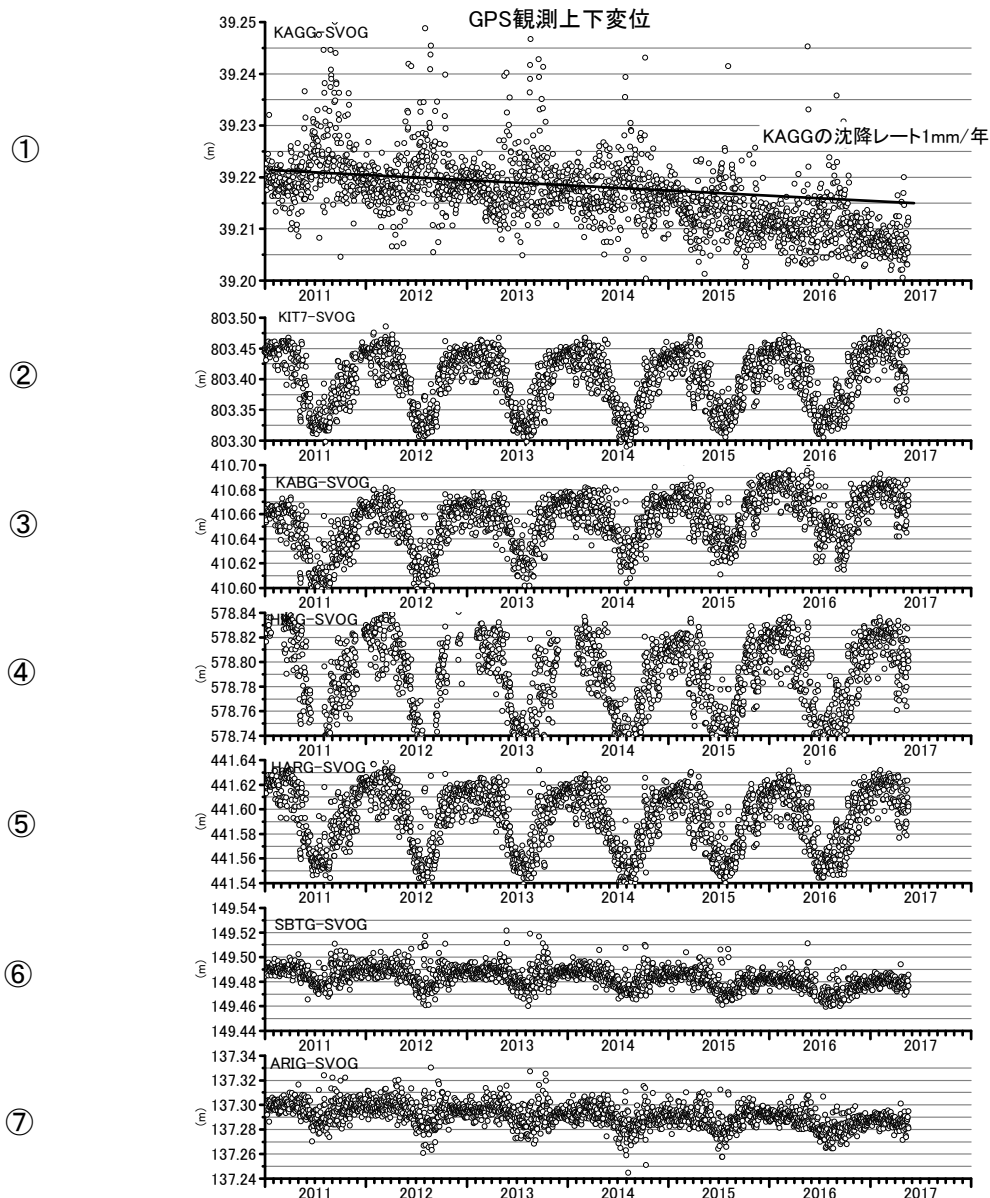
GPS 連続観測 1/2(2017 年 5 月 31 日まで)

桜 島

第 138 回火山噴火予知連絡会

桜島における長期的上下変位 その 2

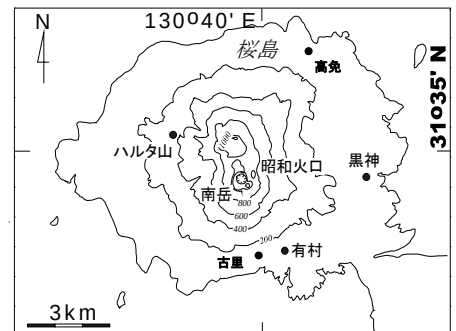
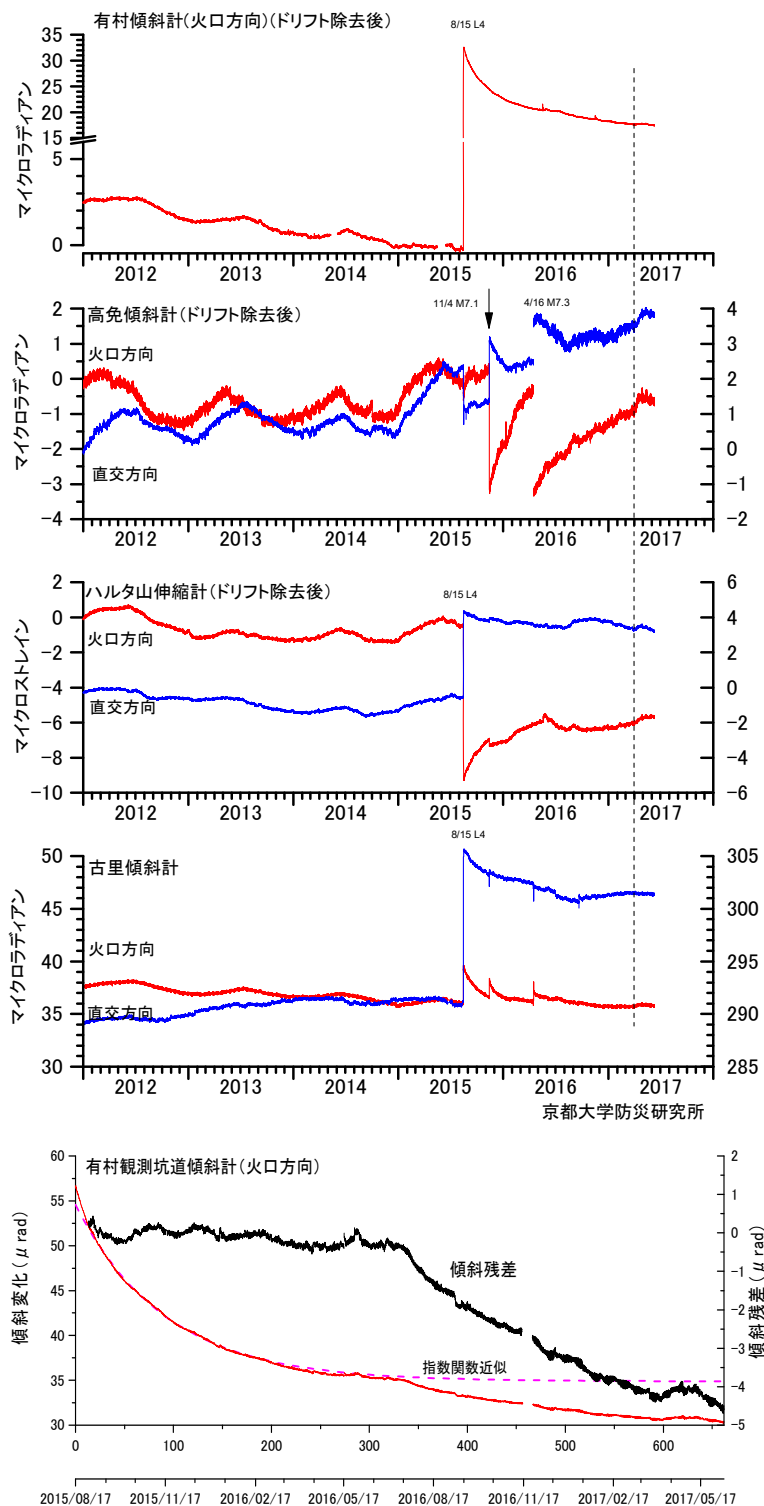
京大防災研究所
東北大理学研究科



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 2/2(2017 年 5 月 31 日まで)

桜 島

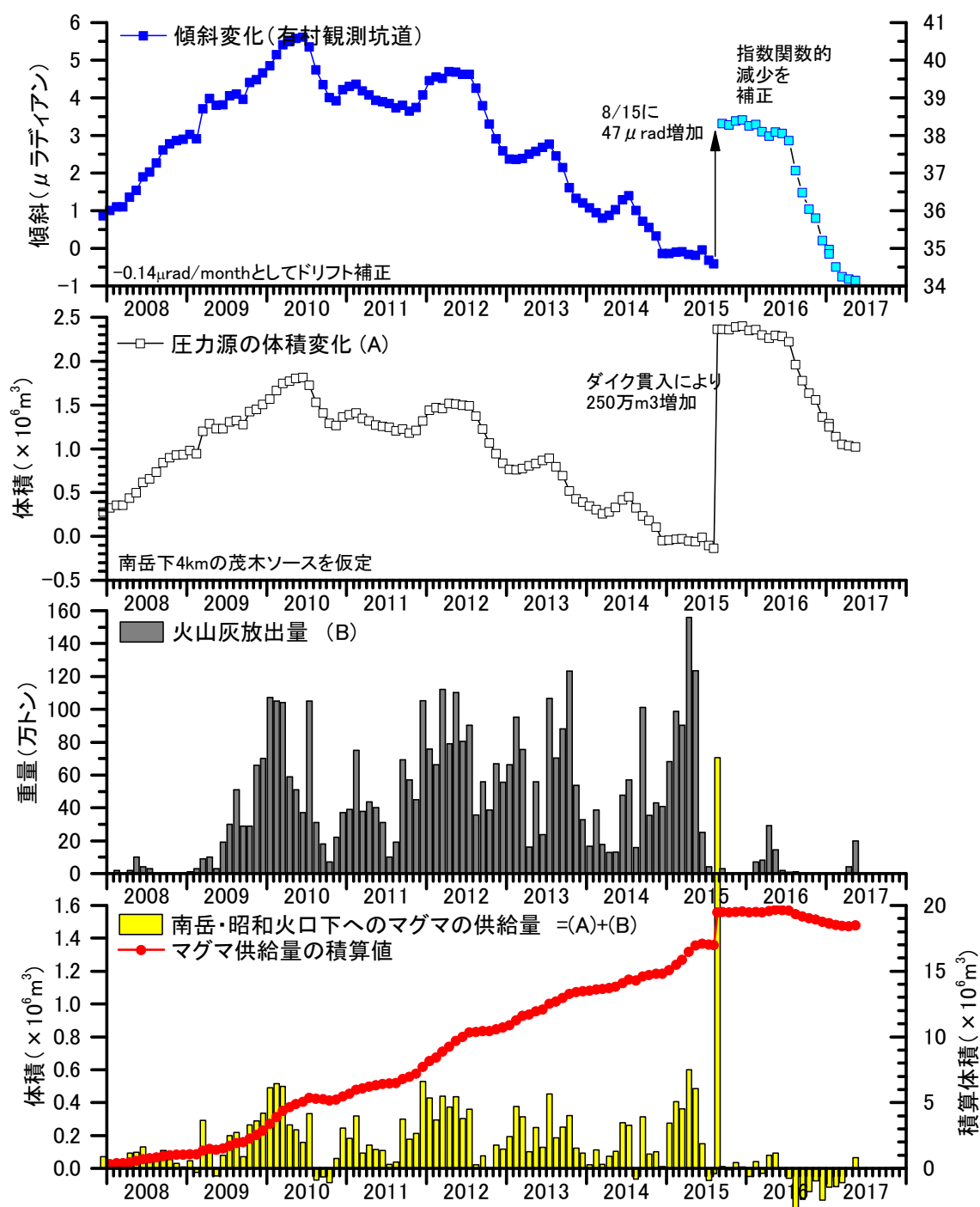


傾斜およびひずみ変化 (2017 年 5 月 31 日まで)

2017 年 4 月上旬から、南岳火口方向の隆起がみられる

桜 島

南岳山頂下へのマグマ供給量の見積もり



南岳山頂下へのマグマ供給量の見積もり

マグマ供給量は 2015 年 9 月以降ほぼ停止

桜 島



南岳山頂火口

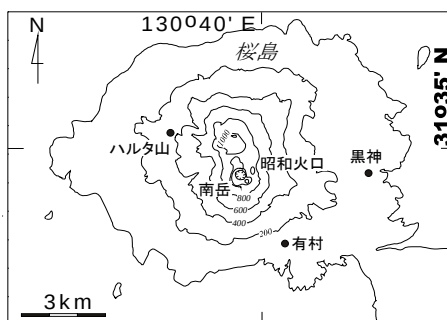
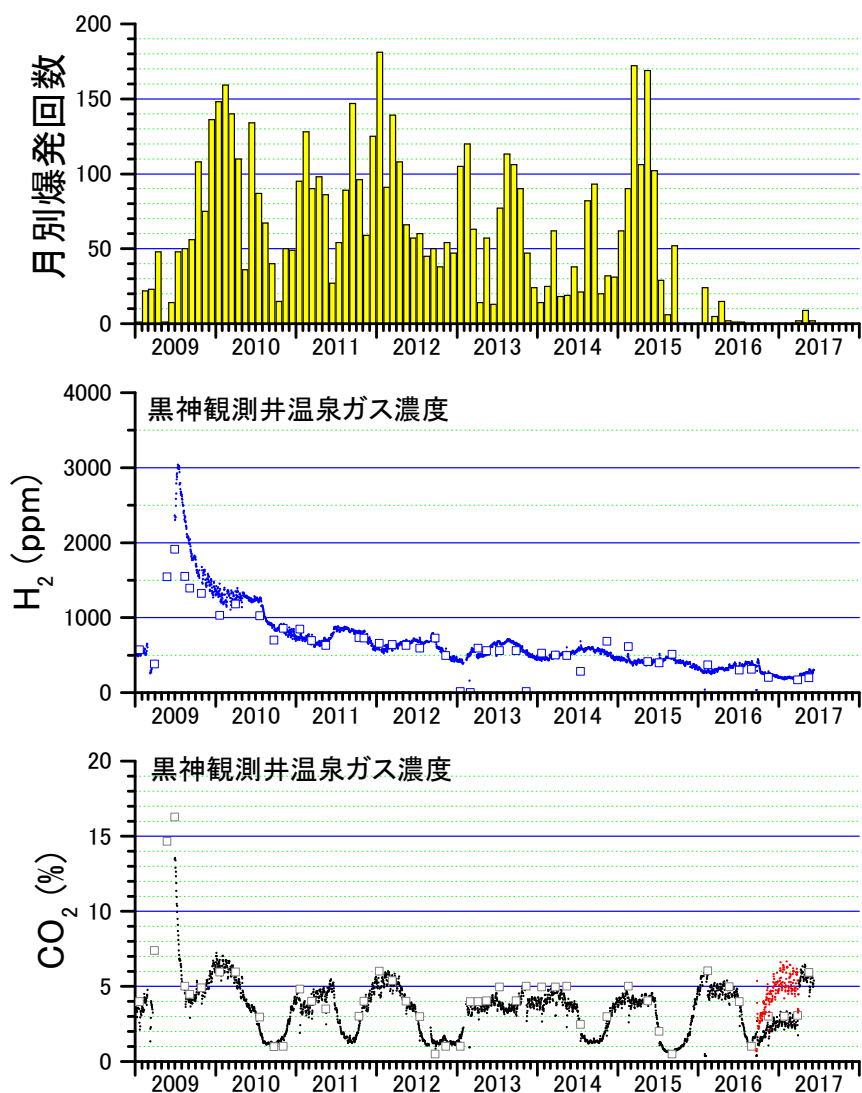


昭和火口

2017 年 5 月 15 日 鹿児島県防災ヘリより撮影

A 火口には水が溜まっており、3 月 25 日以降の南岳の噴火は、B 火口より発生したと考えられる

桜島



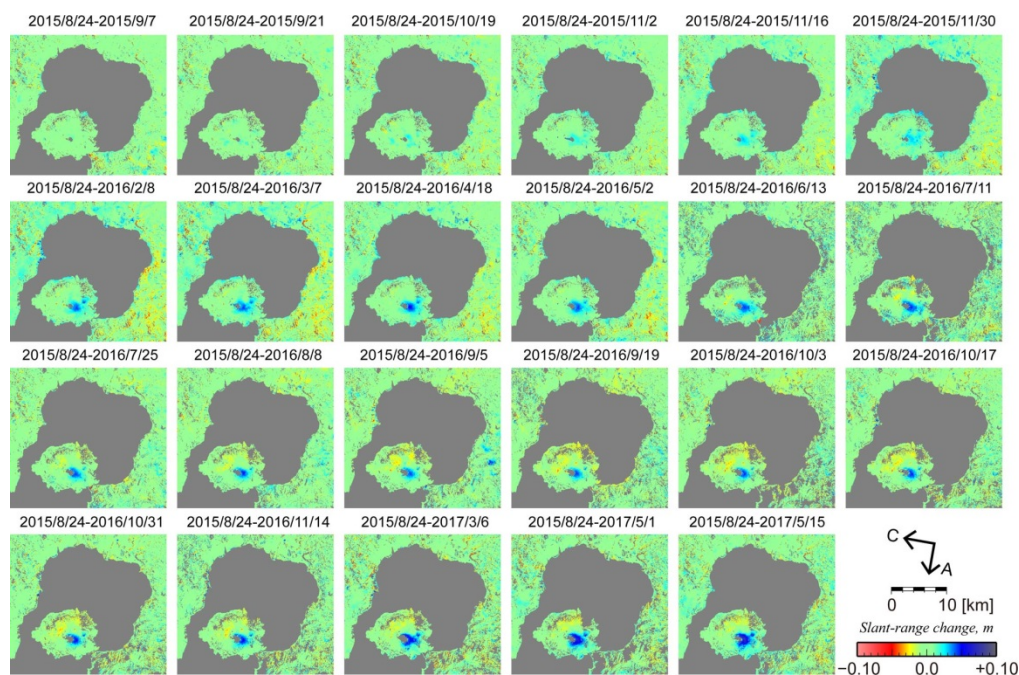
黒 神 温 泉 ガ ス

2016 年 9 月 21 日～2017 年 3 月 27 日はサンプリングが 1 日 3 回で
あったので、CO₂ 濃度が低く観測されているので補正した(赤点)

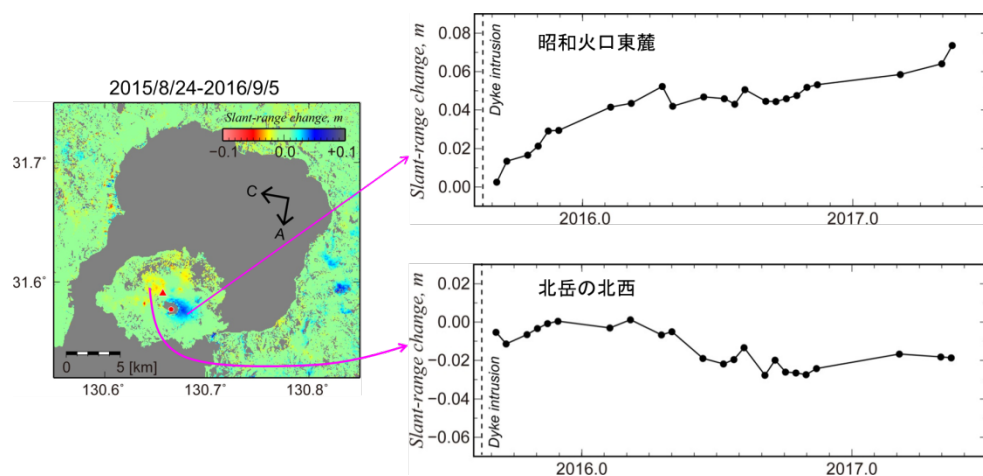
桜 島

PALSAR-2 データを用いた SAR 干渉解析による桜島の地殻変動

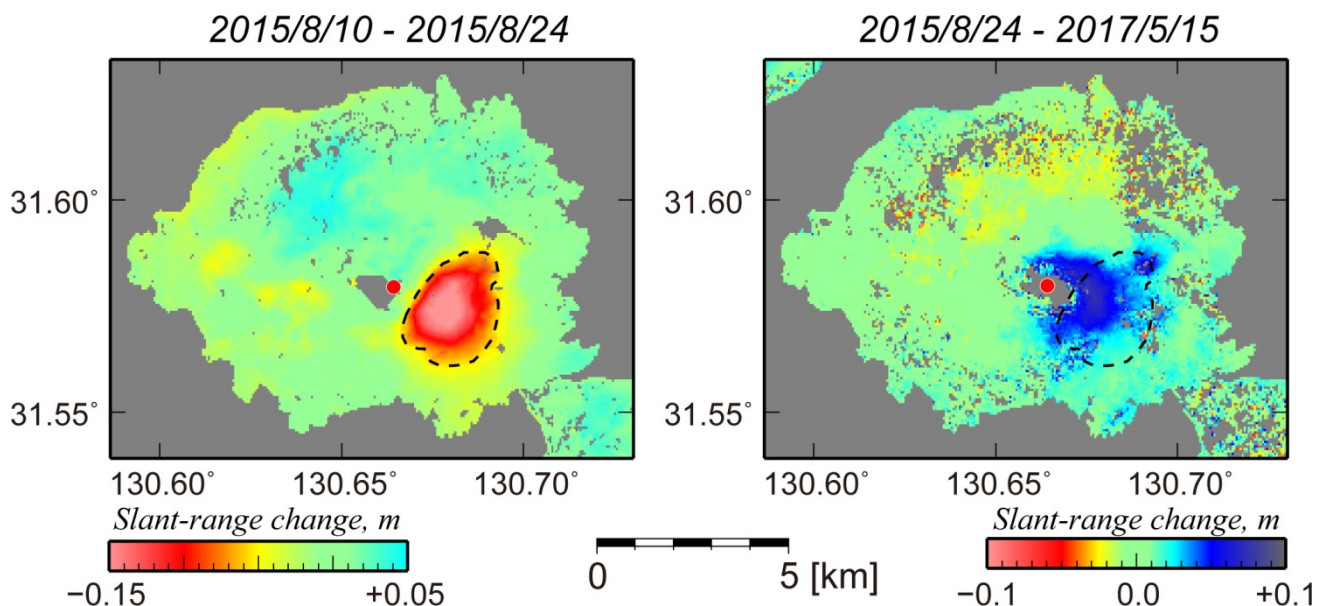
- 昭和火口周辺において、2015 年ダイク貫入イベント直後から、指数関数的に減衰する地殻変動(衛星—地表間距離伸長変化)が見られた(第 1 図、第 2 図)。
- 2016 年春頃から 2016 年秋頃の期間において、北岳の北西付近に衛星—地表間距離の短縮が見られる(第 1 図、第 2 図)。
- 昭和火口周辺の衛星—地表間距離伸長変化の空間分布は、ダイク貫入に伴う地殻変動の空間分布と明らかに異なる(第 3 図)。
- 昭和火口周辺の地殻変動は、昭和火口のやや東側の深さ 800m(楕円体高)に位置する収縮力源(岡田モデルの点力源、傾斜は 0 度)で説明することができる(第 4 図)。
- 2017 年 4 月頃に、昭和火口東麓の衛星—地表間距離伸長変化の加速が見られる(第 3 図)。



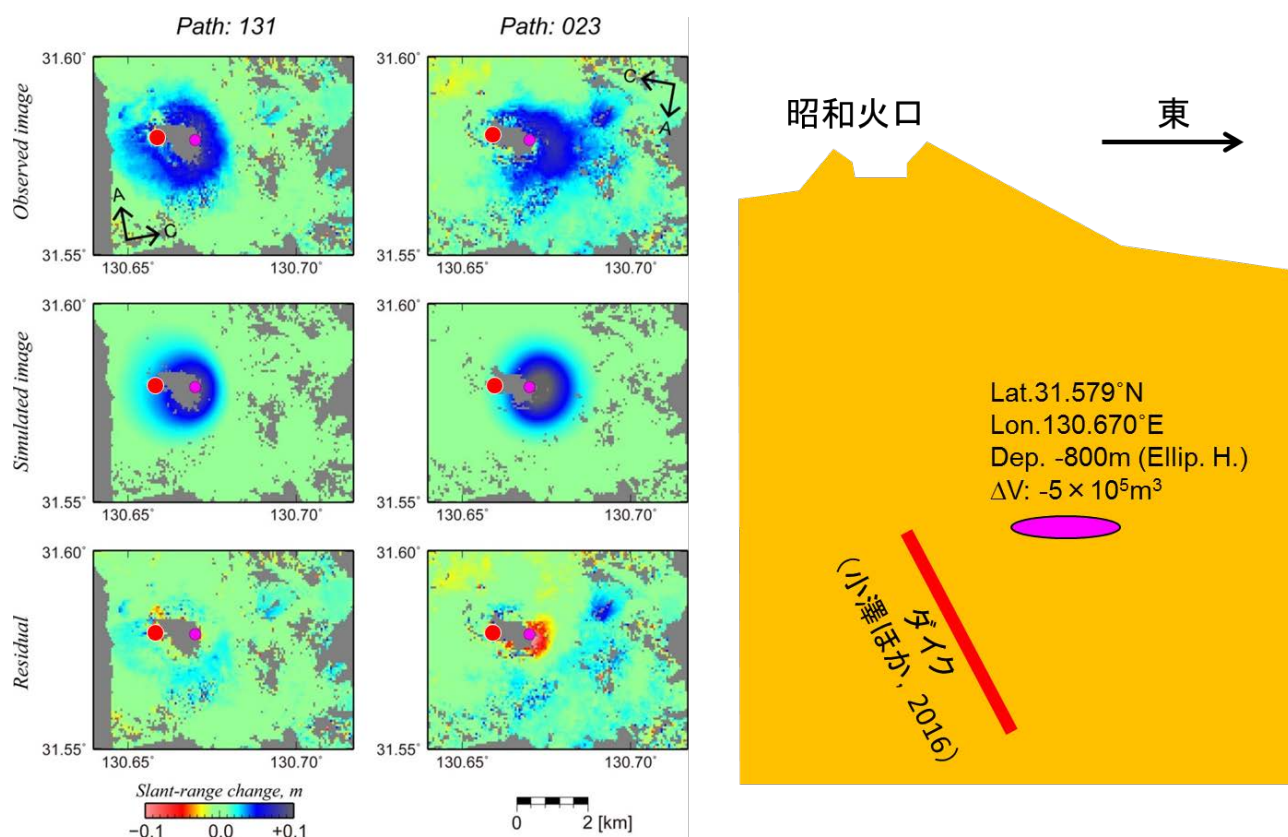
第 1 図. PALSAR-2 データ(東上空からの観測)を用いた SAR 干渉解析により求めた桜島周辺のスラントレンジ変化量分布. 各画像の上にしめす日付は、使用したデータの観測日を示す(すべて、基準日は 2015 年 8 月 24 日)。



第 2 図. 昭和火口東麓で見られた衛星—地表間距離伸長変化と北岳の北西で見られた衛星—地表間距離短縮変化の時間変化. 赤丸印および赤三角印は昭和火口および北岳の位置を示す。



第 3 図. ダイク貫入時(左図)とダイク貫入後(右図)の地殻変動分布の比較。破線はダイク貫入時に見られた地殻変動の縁をトレースしたものである。赤丸印は昭和火口の位置を示す。



第 4 図. 昭和火口東麓に見られる衛星－地表間距離伸長変化に関する地殻変動モデル。岡田モデルの点力源(傾斜、走向は0度に固定)を仮定し、パラメータは試行錯誤で探索した。赤丸印は昭和火口、紫丸印は推定した地殻変動力源の位置を示す。

謝辞. 本解析で使用した PALSAR-2 データは、東京大学地震研究所と宇宙航空研究開発機構(JAXA)の共同研究に基づいて提供されたものであり、PIXEL で共有しているものである。PALSAR-2 データの所有権は JAXA が有する。解析および図の作成においては、国土地理院の基盤地図情報 10m メッシュ標高を使用した。

2017 年 3 月～6 月の桜島噴出物構成粒子の変化

2017 年 3 月に活動再開した桜島南岳火口および昭和火口の噴出物の構成粒子は、いずれも本質物と考えられるガラス質の黒色～褐色粒子を多く含むことから、両火口へのマグマの上昇・噴出が示唆される。また、溶岩片や変質岩片は、火口拡大の進行を示唆する。

2017 年 3 月 25 日に活動再開した南岳火口、及び 4 月 26 日に活動再開した昭和火口からの噴出物の構成粒子を観察した。観察に用いた試料は、3 月 25 日噴出物から 6 月 1 日噴出物までである。

活動開始直後の南岳火口 3 月 25 日噴出物は、熱水変質等を受けた既存の火山体あるいは活動休止以前の噴出物からもたらされた粒子がその半数以上を占めていた。4 月 4 日の噴出物では、本質物と考えられるガラス光沢をもつ黒色～褐色粒子の割合が過半数を占めるまで増加した。また、昭和火口の噴出物も、活動開始時の 4 月 25 日噴出物を除くと、4 月 26 日以降の噴出物には本質物と考えられるガラス光沢をもつ黒色～褐色粒子が多く含まれる。本質粒子の割合は噴火によってやや増減があるものの、30～60%程度で推移している。これらのガラス光沢粒子は、昭和火口の活動が活発であった 2010 年～15 年前半に噴出していた火山灰にも多く含まれる粒子である。このことから、南岳火口および昭和火口へのマグマの供給・噴出が再開していると考えられる。

2015 年以前の昭和火口からの噴出物に比較すると、熱水変質を受けた白色変質岩片がやや多く、また石質岩片の量も多いことから、火口の拡大が継続していると考えられる。

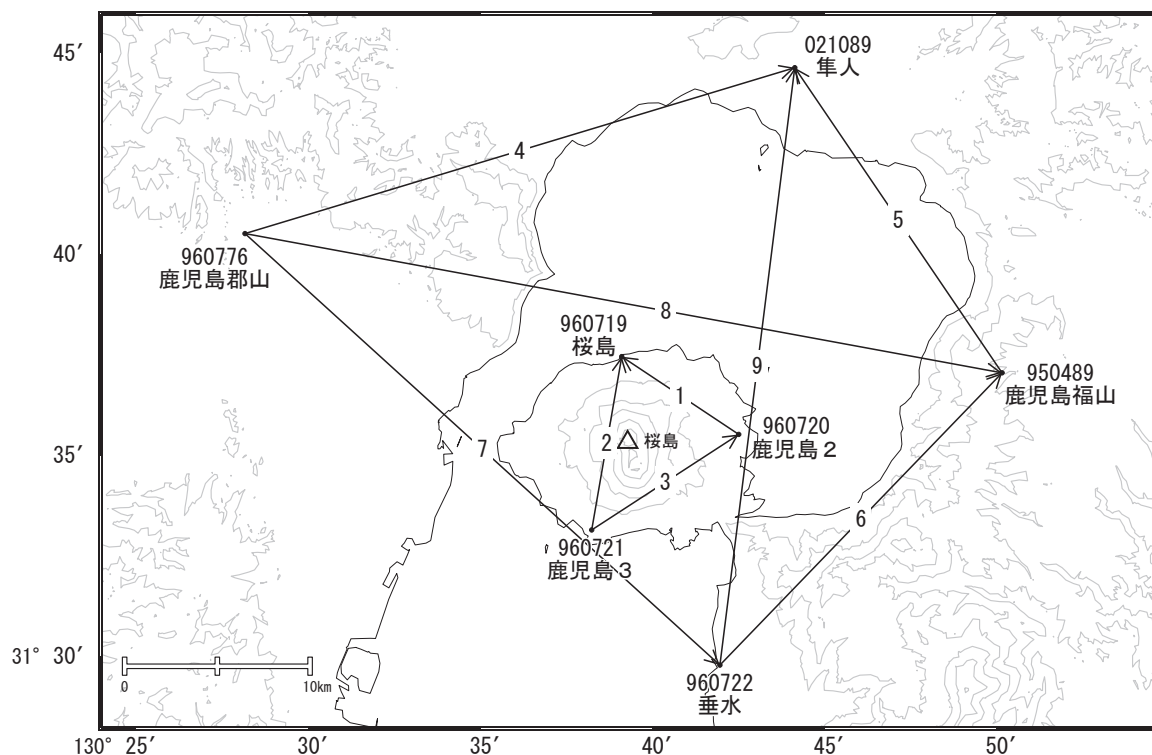


写真 1 昭和火口 4 月 26 日噴出物（左）と 5 月 2 日噴出物（右）。5 月 2 日噴出物には、新鮮で発泡した褐色火山ガラス質粒子（G）が多く含まれている。H は熱水変質粒子。

桜島

桜島島内の「桜島」-「鹿児島2」の基線での伸びと「桜島」の隆起が継続しています。鹿児島（錦江）湾を挟む「鹿児島郡山」-「隼人」、「鹿児島福山」-「隼人」等の基線で伸びが継続しています。

桜島周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

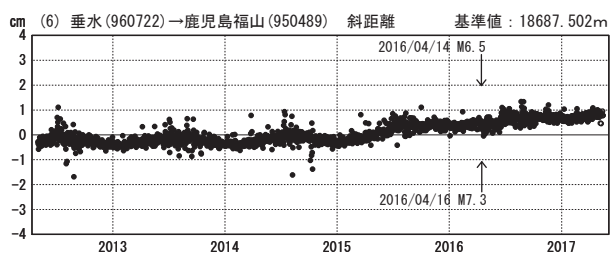
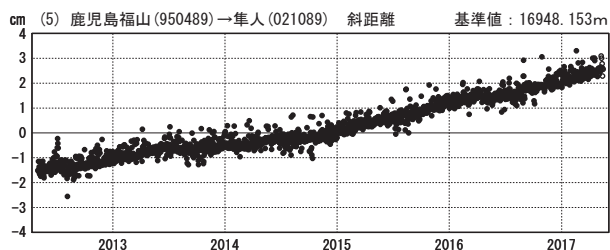
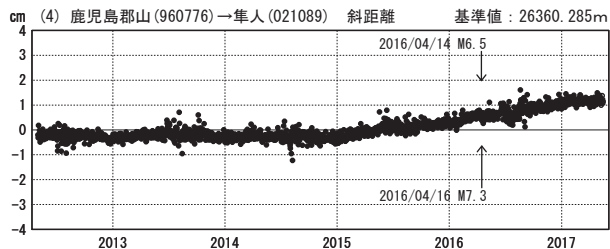
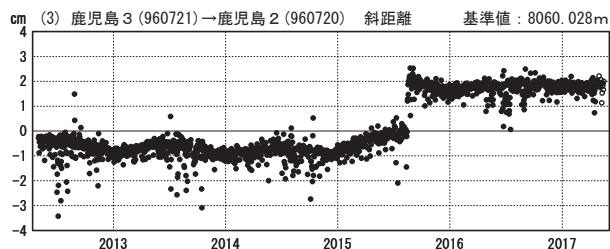
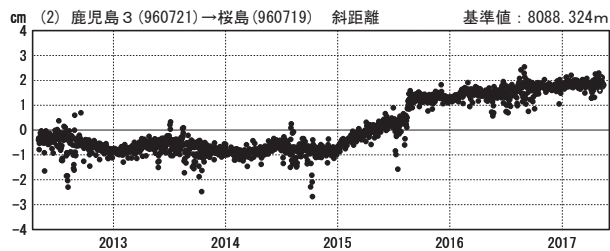
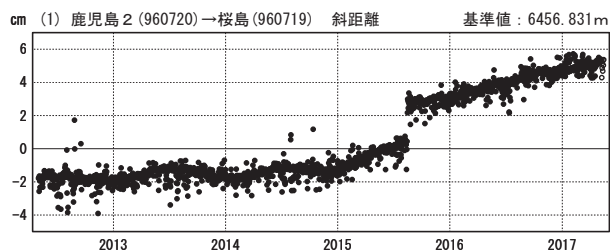


桜島周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
950489	鹿児島福山	20120912	アンテナ・受信機交換
960719	桜島	20121012	アンテナ交換
		20170118	受信機交換
960720	鹿児島2	20121012	アンテナ交換
		20170118	受信機交換
960721	鹿児島3	20121012	アンテナ交換
		20170118	受信機交換
960722	垂水	20120912	アンテナ・受信機交換
		20160104	アンテナ交換
960776	鹿児島郡山	20120326	伐採
		20120912	アンテナ・受信機交換
021089	隼人	20120912	アンテナ・受信機交換
		20170131	アンテナ交換

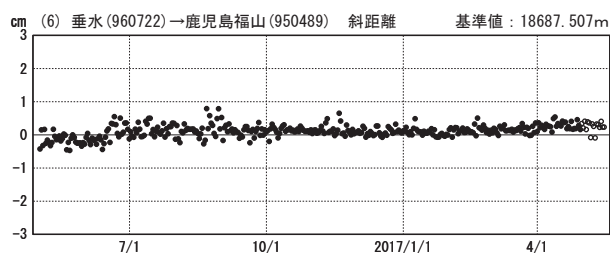
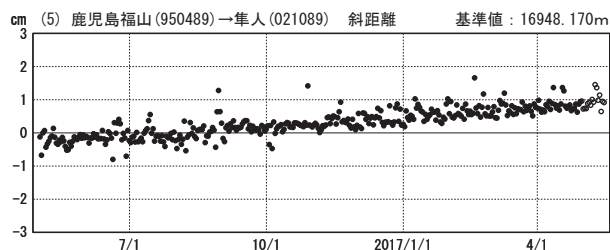
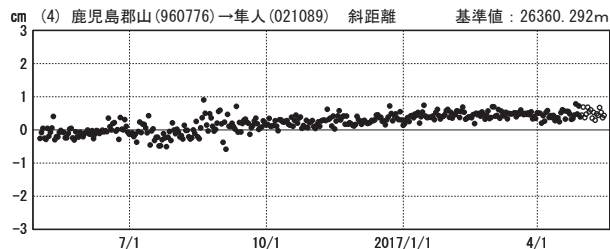
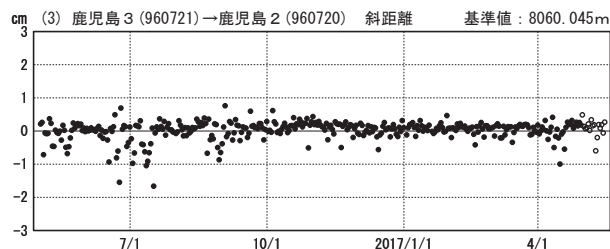
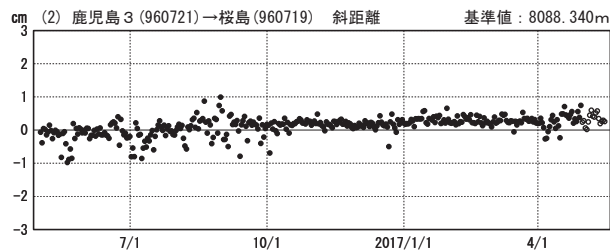
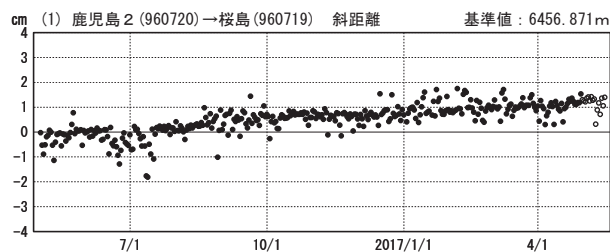
基線変化グラフ

期間：2012/05/01～2017/05/15 JST



基線変化グラフ

期間：2016/05/01～2017/05/15 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

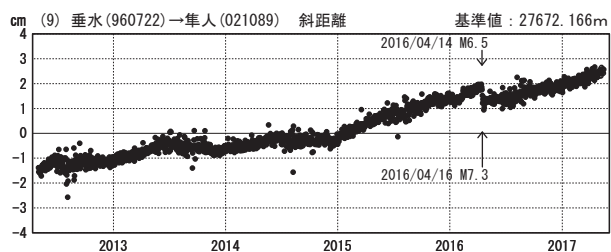
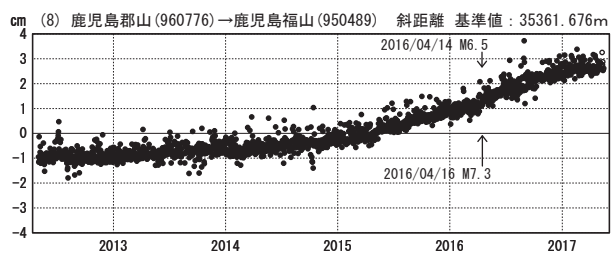
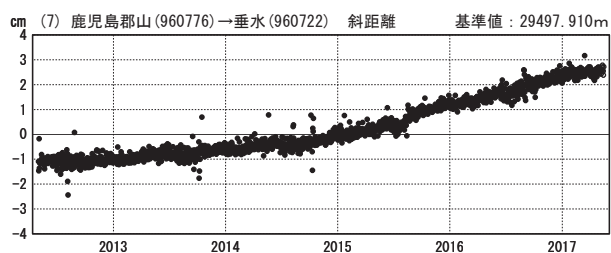
国土地理院

※[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

桜島

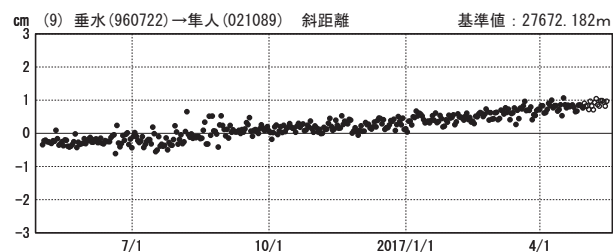
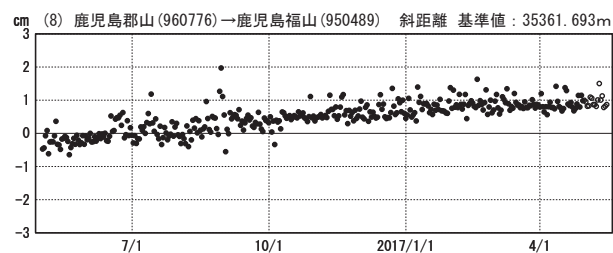
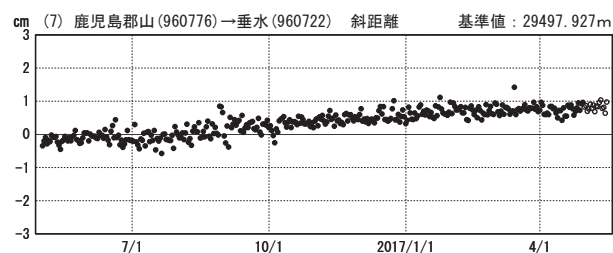
基線変化グラフ

期間：2012/05/01～2017/05/15 JST



基線変化グラフ

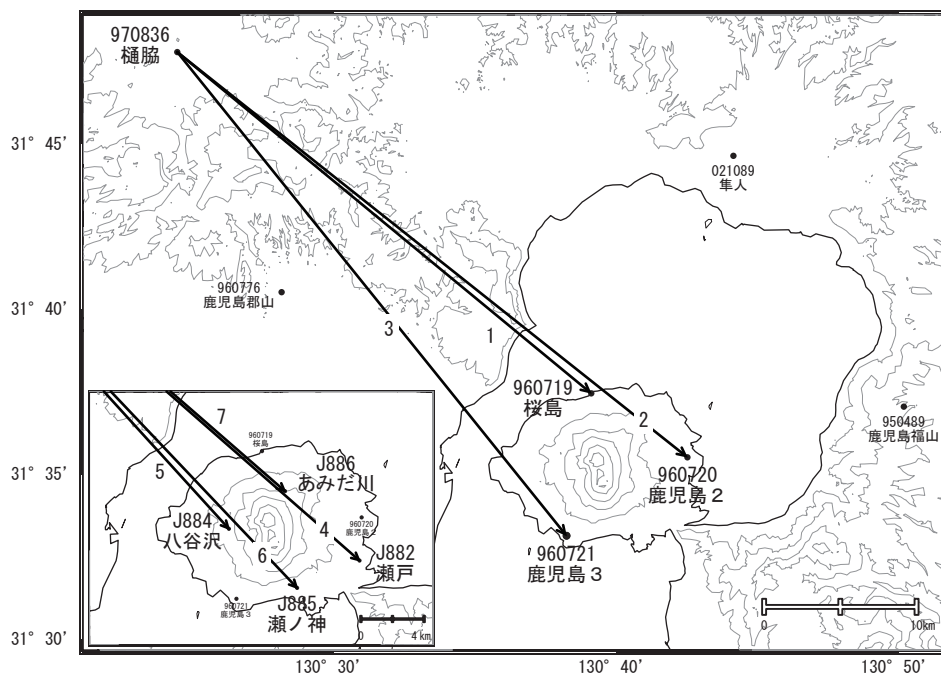
期間：2016/05/01～2017/05/15 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3: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

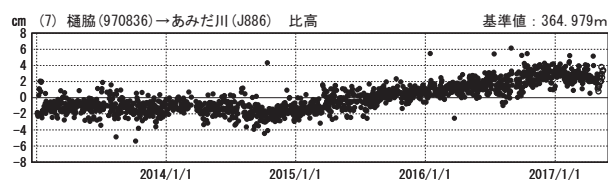
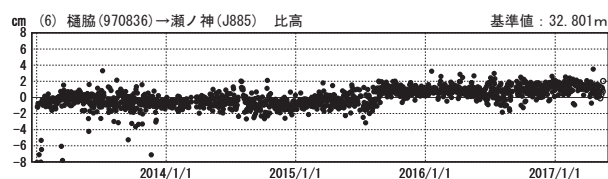
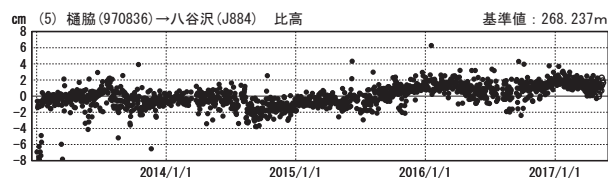
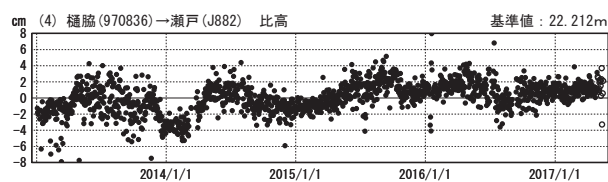
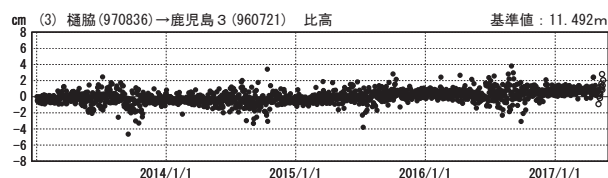
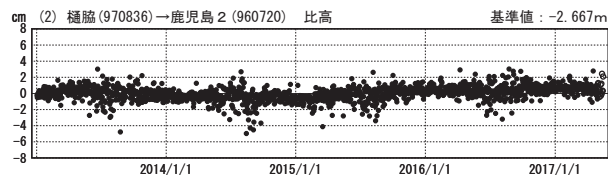
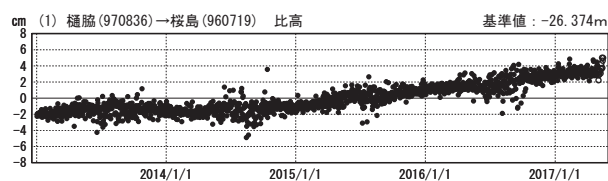
点番号	点名	日付	保守内容
970836	樋脇	20121205	アンテナ交換

※[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

桜島

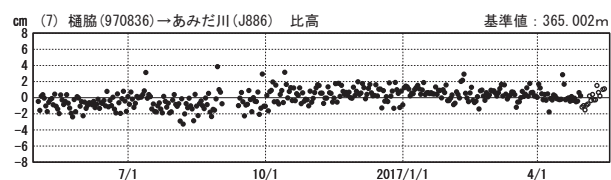
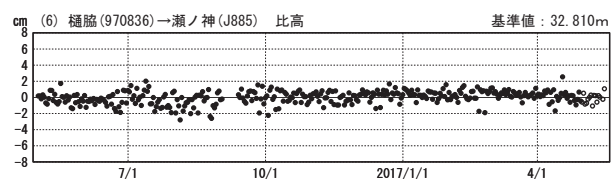
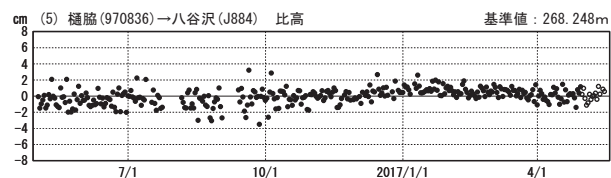
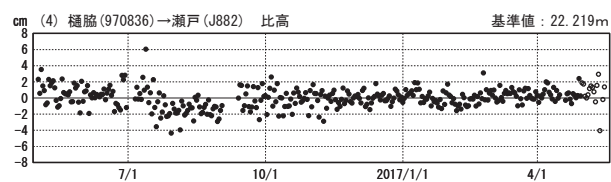
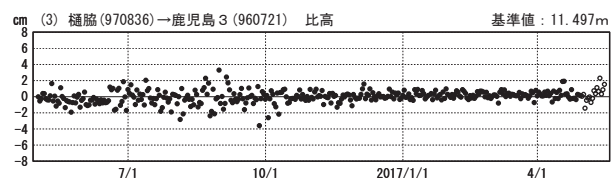
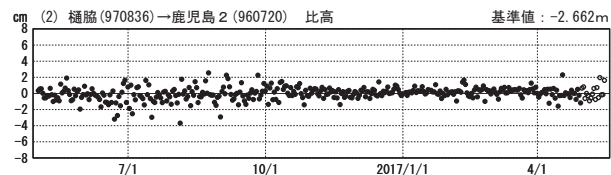
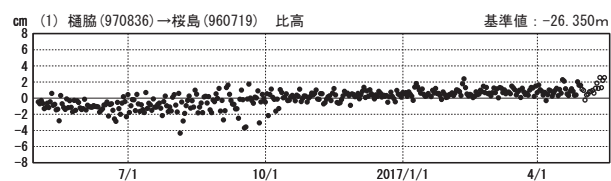
比高変化グラフ

期間：2013/01/01～2017/05/15 JST



比高変化グラフ

期間：2016/05/01～2017/05/15 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

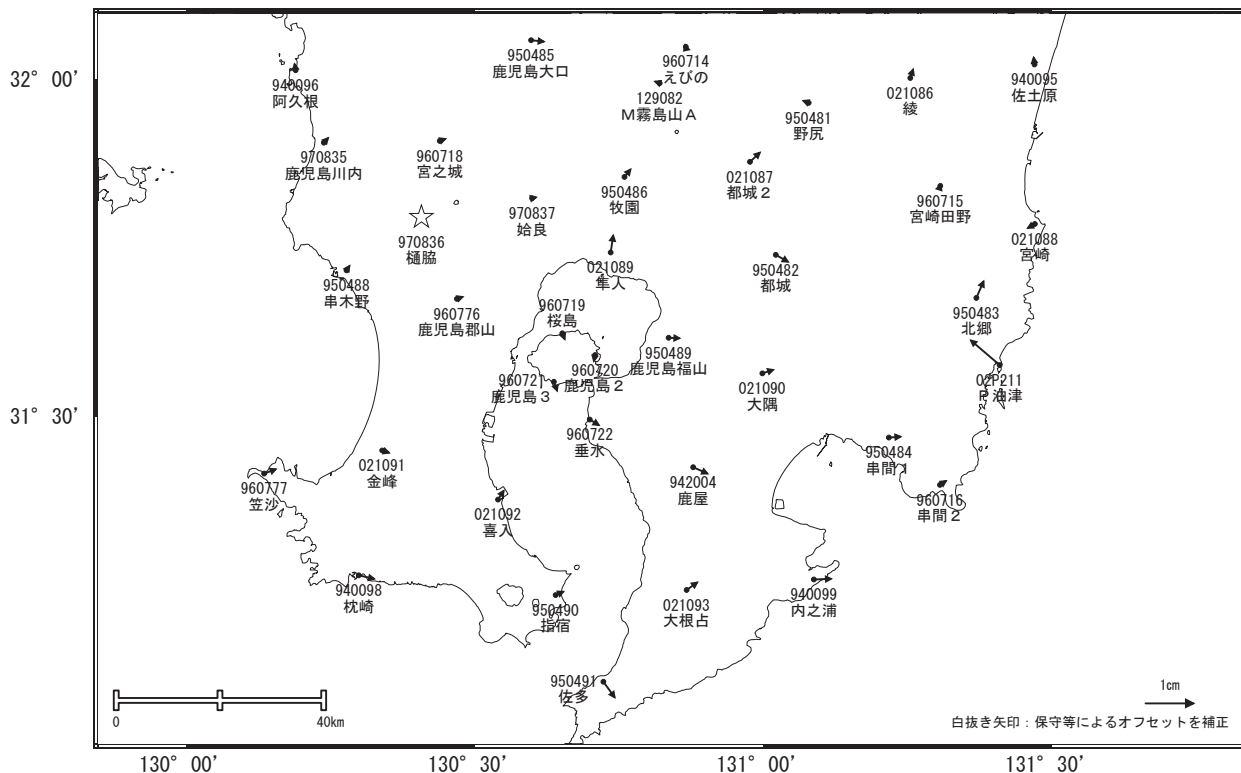
国土地理院・気象庁

※[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

桜島

南九州地方の地殻変動(水平:3ヶ月)

基準期間:2017/02/06~2017/02/15[F3:最終解]
比較期間:2017/05/06~2017/05/15[R3:速報解]

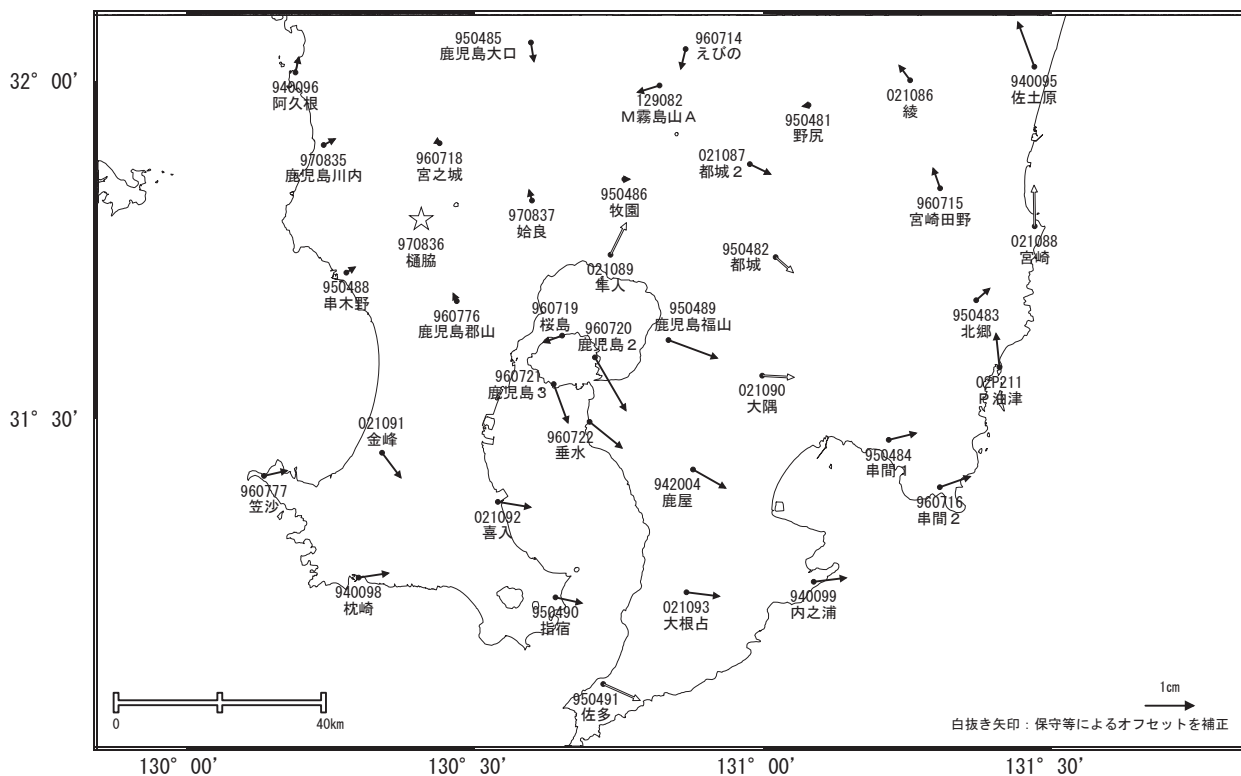


☆ 固定局:樋脇(970836)

国土地理院

南九州地方の地殻変動(水平:1年)

基準期間:2016/05/06~2016/05/15[F3:最終解]
比較期間:2017/05/06~2017/05/15[R3:速報解]



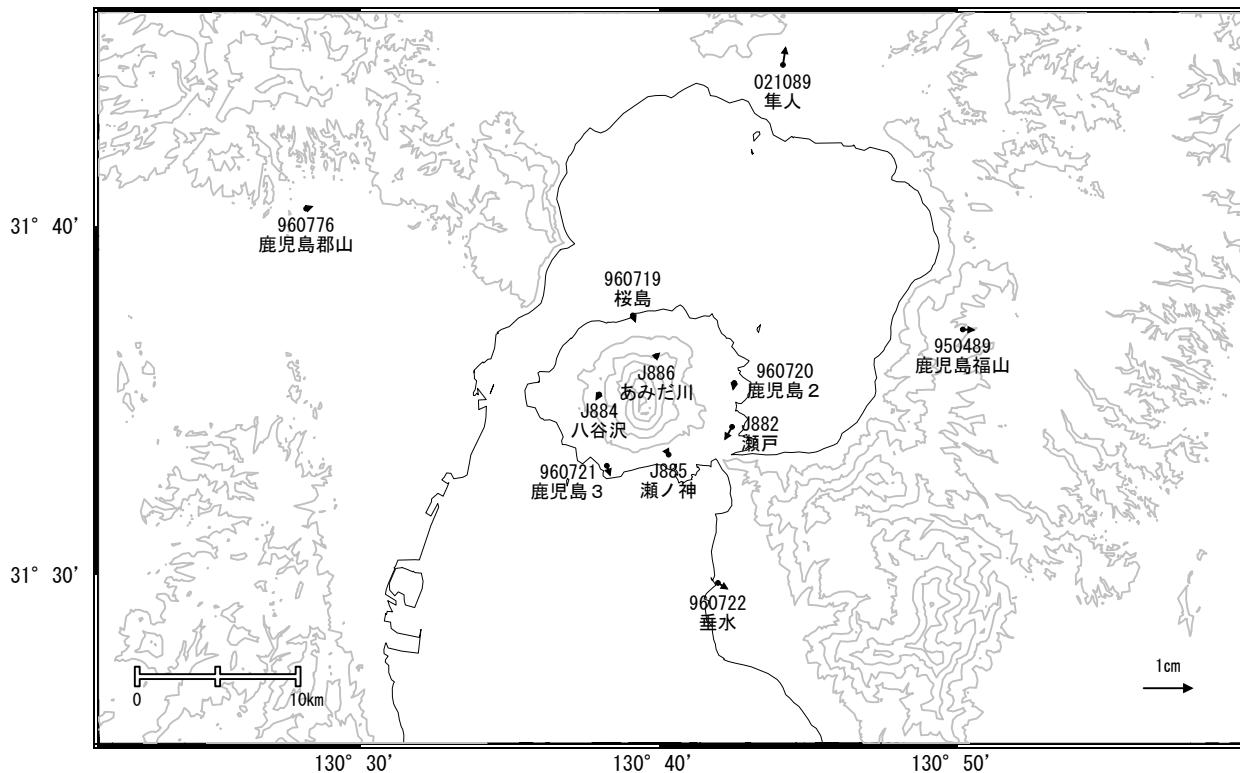
☆ 固定局:樋脇(970836)

国土地理院

桜島

桜島周辺の地殻変動(水平:3ヶ月)

基準期間:2017/02/06~2017/02/15[F3:最終解]
 比較期間:2017/05/06~2017/05/15[R3:速報解]

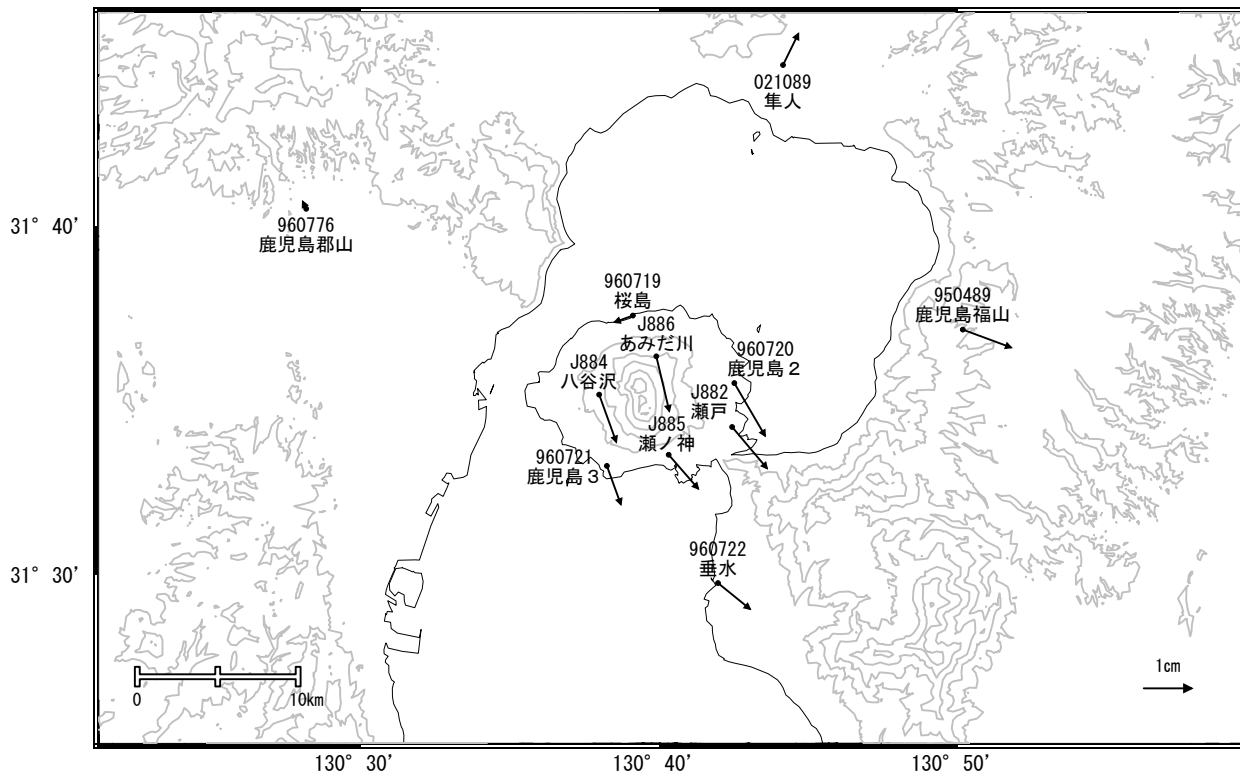


固定局:樋脇(970836)

国土地理院・気象庁

桜島周辺の地殻変動(水平:1年)

基準期間:2016/05/06~2016/05/15[F3:最終解]
 比較期間:2017/05/06~2017/05/15[R3:速報解]



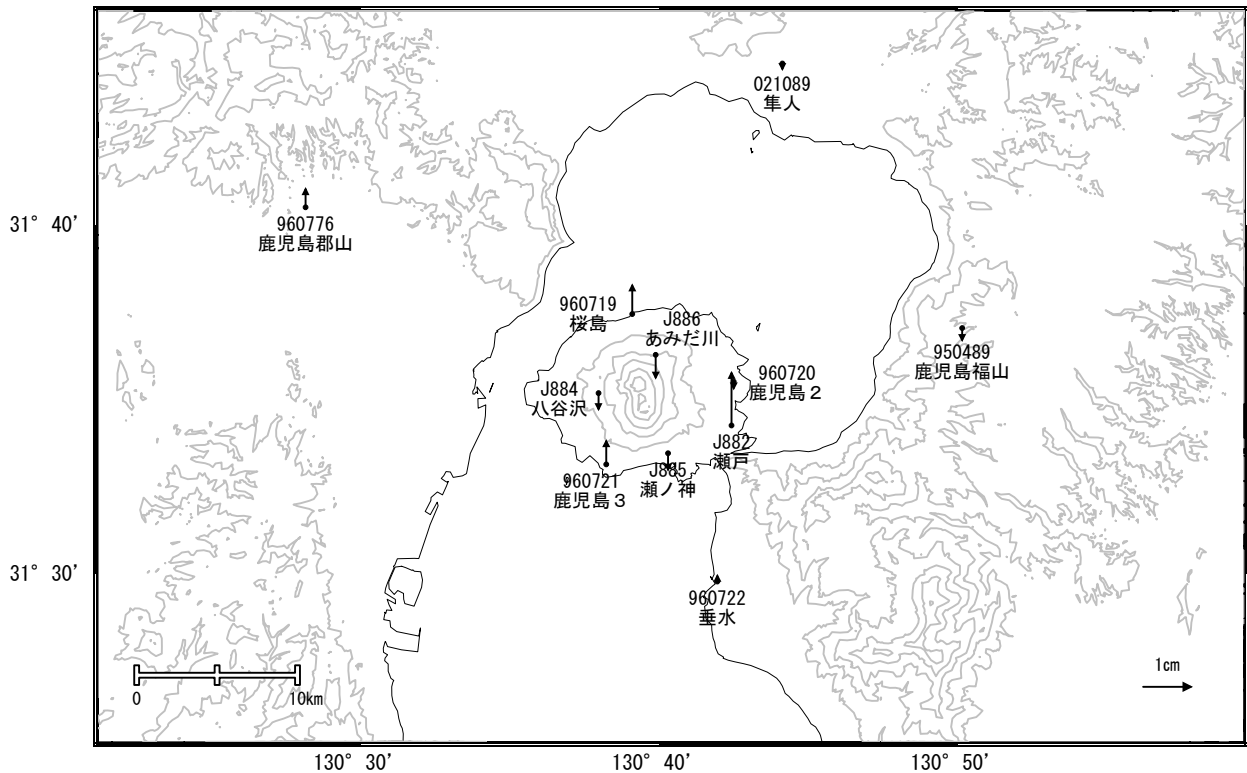
☆ 固定局:樋脇(970836)

国土地理院・気象庁

桜島

桜島周辺の地殻変動(上下:3ヶ月)

基準期間:2017/02/06~2017/02/15[F3:最終解]
比較期間:2017/05/06~2017/05/15[R3:速報解]

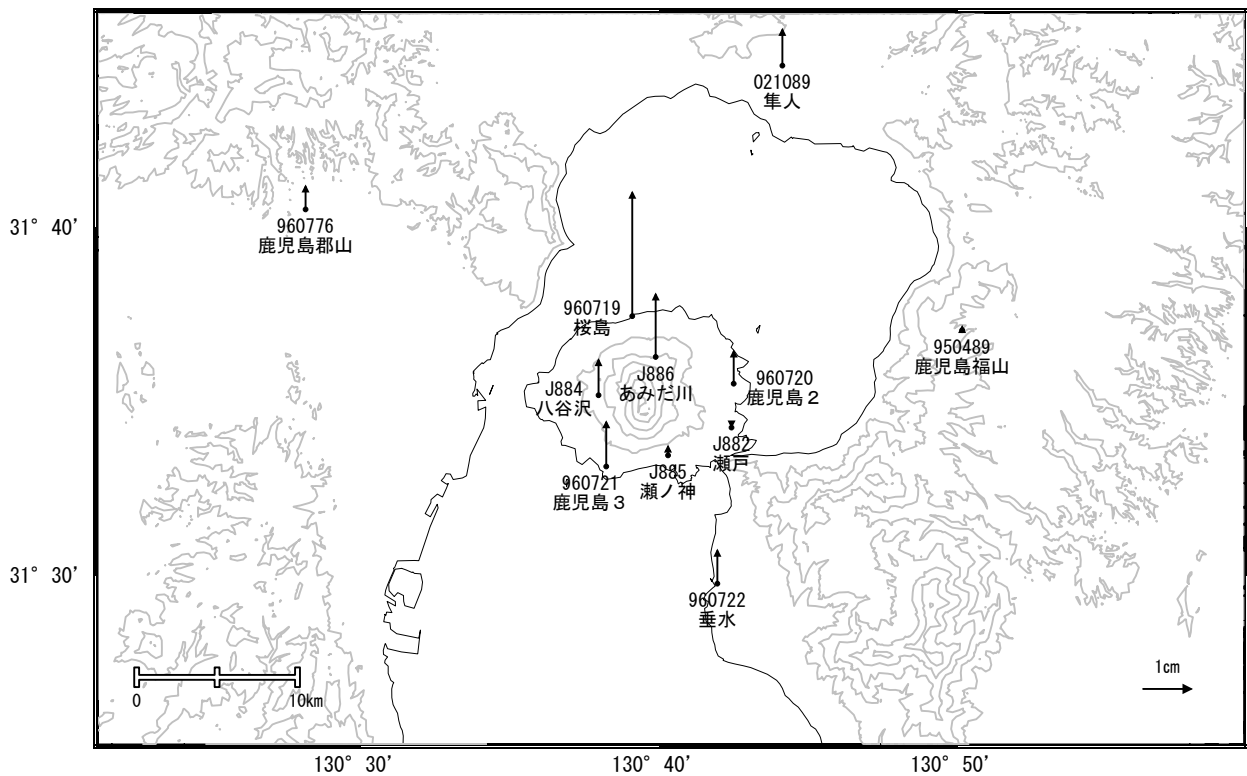


☆ 固定局:樋脇(970836)

国土地理院・気象庁

桜島周辺の地殻変動(上下:1年)

基準期間:2016/05/06~2016/05/15[F3:最終解]
比較期間:2017/05/06~2017/05/15[R3:速報解]



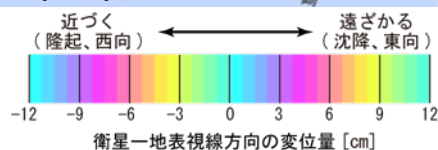
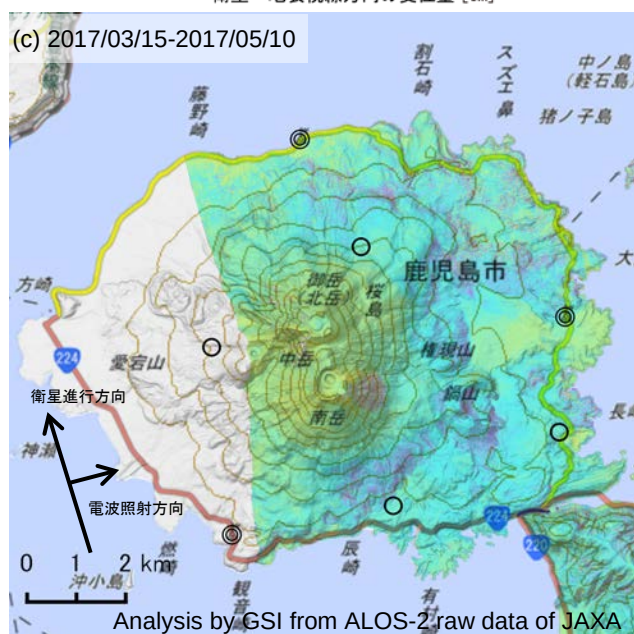
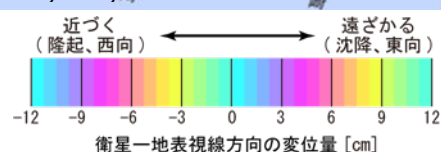
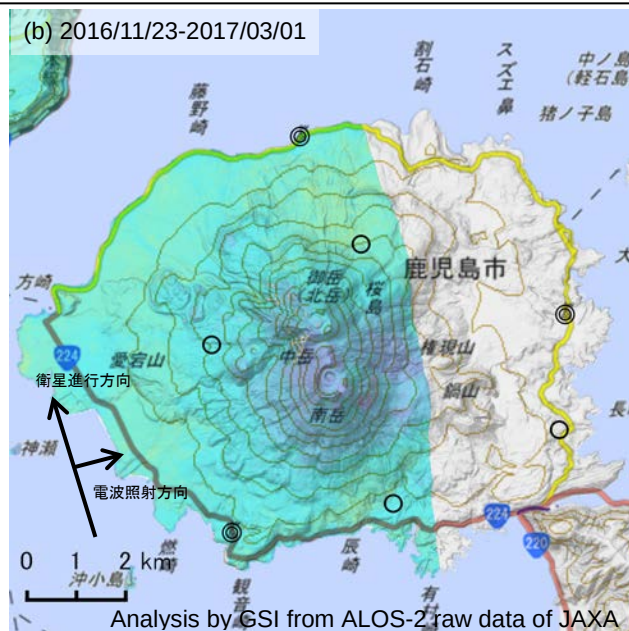
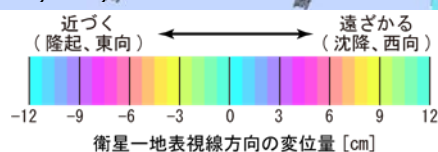
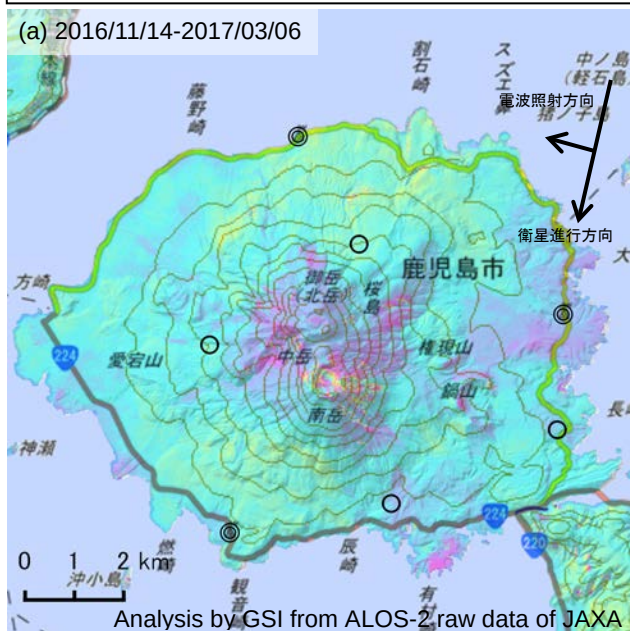
☆ 固定局:樋脇(970836)

国土地理院・気象庁

桜島

桜島の SAR 干渉解析結果について

判読) ノイズレベルを超える変動は見られない。



◎ 国土地理院 GNSS 観測点

○ 国土地理院以外の GNSS 観測点

衛星名	(a)	(b)	(c)
観測日時	2016/11/14 2017/03/06 12:18 頃 (112 日間)	2016/11/23 2017/03/01 0:18 頃 (98 日間)	2017/03/15 2017/05/10 0:18 頃 (56 日間)
衛星進行方向	南行	北行	北行
電波照射方向	右	右	右
観測モード*	U-U	U-U	U-U
入射角(中心)	36.3°	39.7°	43.0°
偏波	HH	HH	HH
垂直基線長	+344 m	+27 m	-24 m

*U: 高分解能(3m)モード

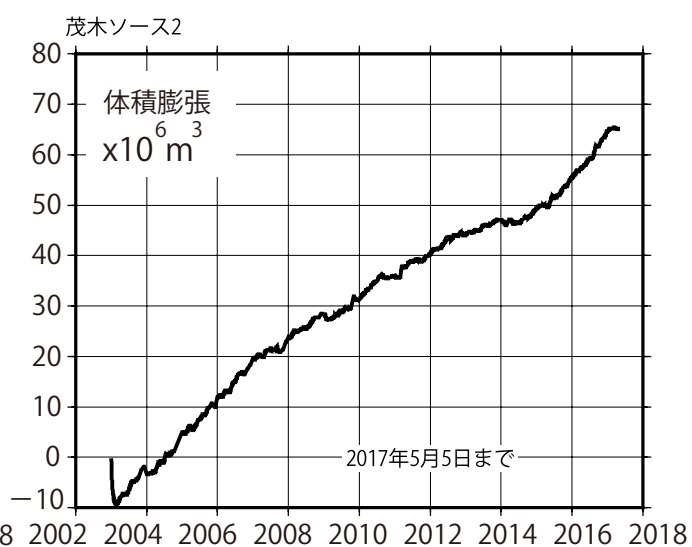
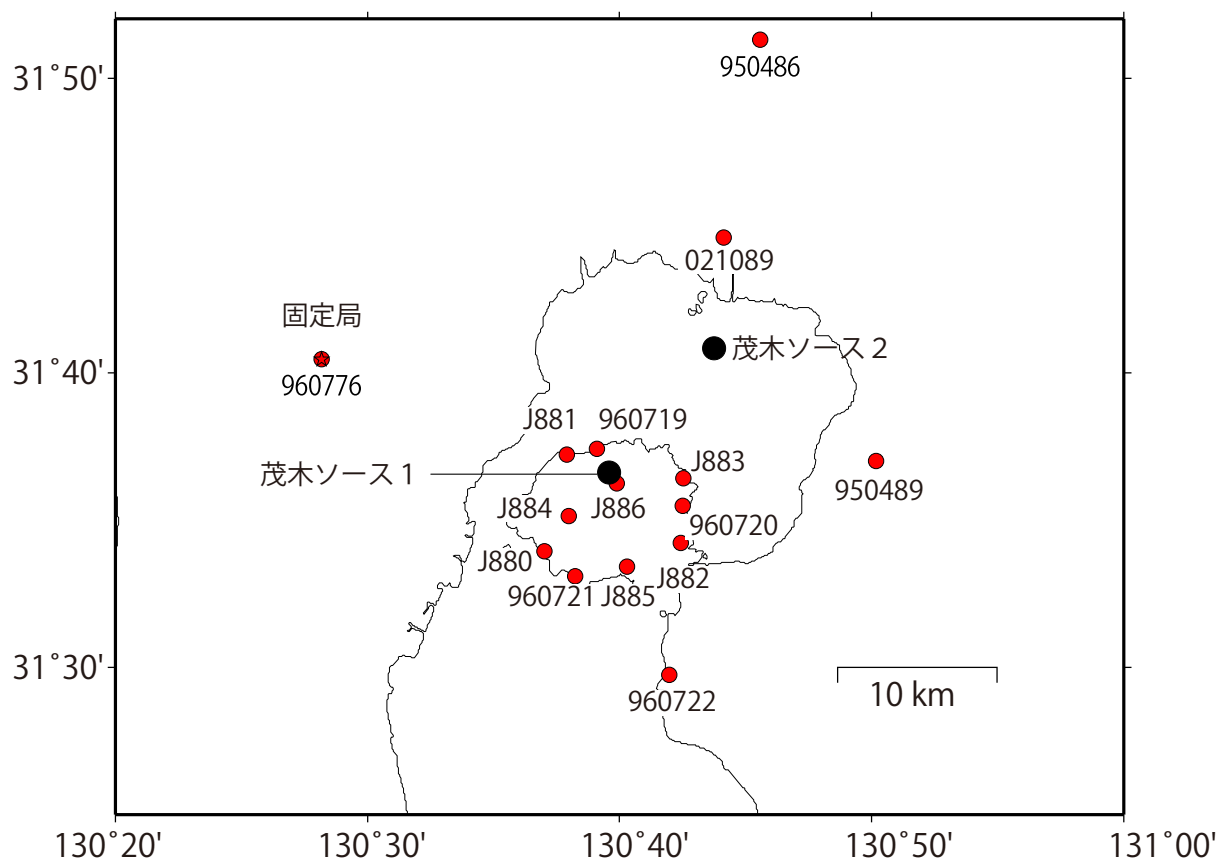
背景: 地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

本成果は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動による

桜島

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



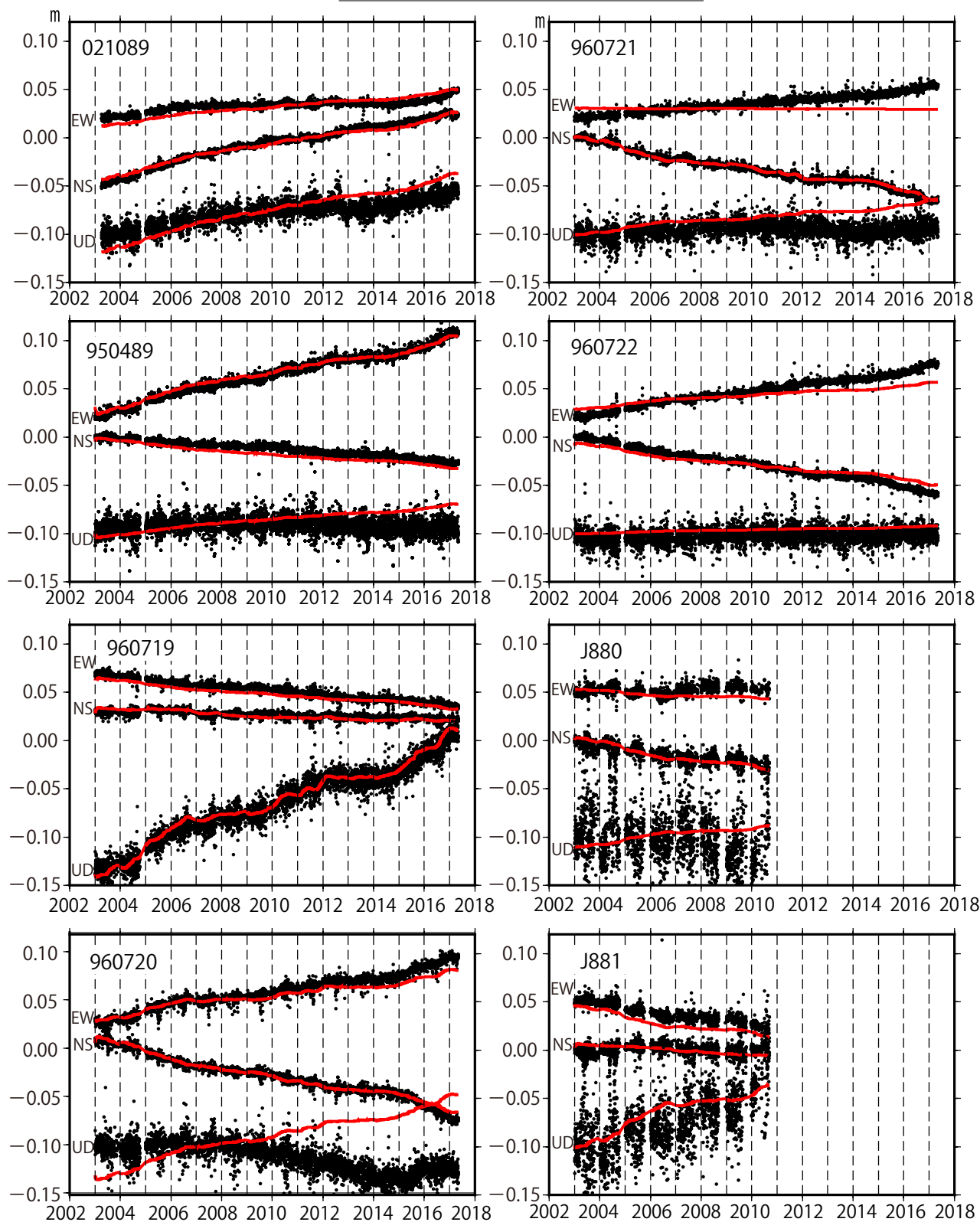
茂木ソース1:緯度 31.603° 経度 130.656° 深さ 5km

茂木ソース2:緯度 31.670° 経度 130.709° 深さ 10km

*電子基準点の保守等による変動は補正済み

桜島周辺の観測点の座標時系列(黒丸)と計算値(赤線)

時間依存のインバージョン

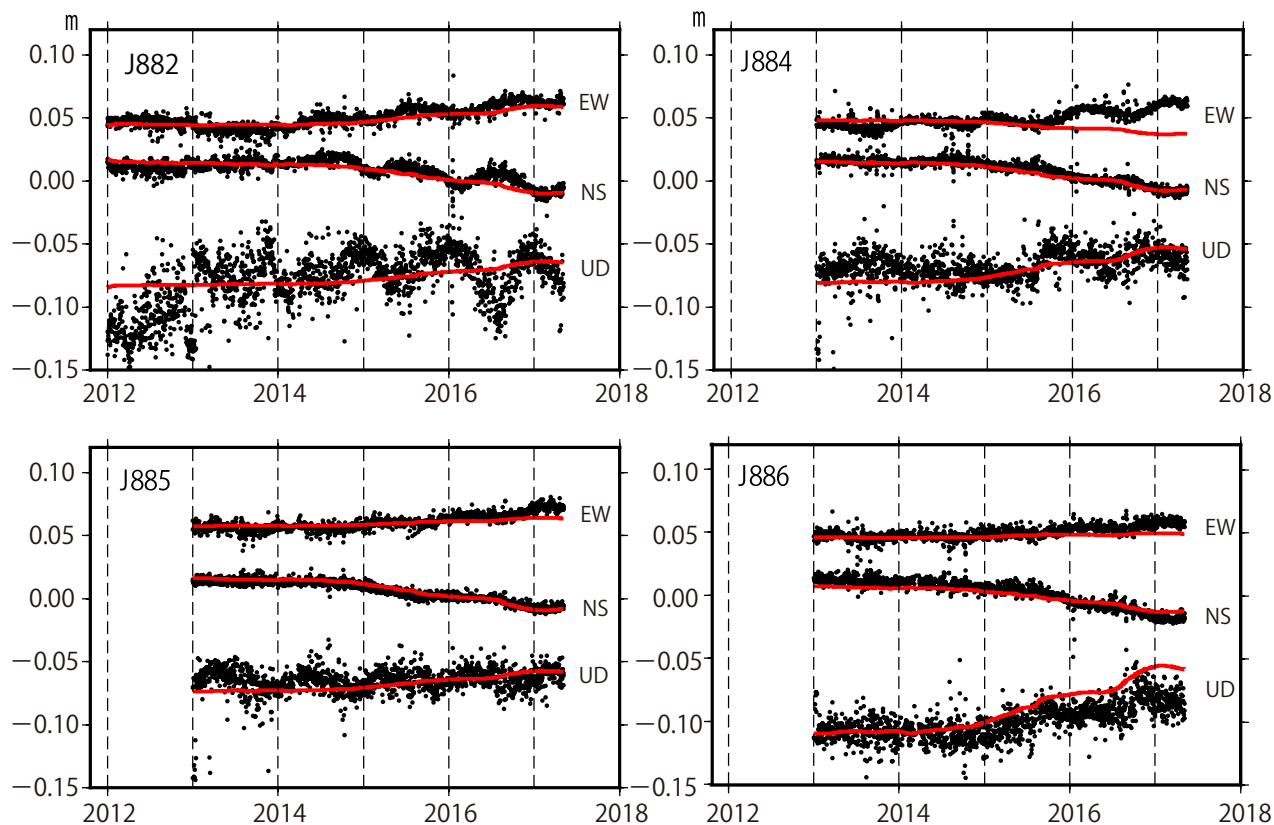


固定局960776 EW,NS,UDは東西,南北,上下変動 周期成分は除いている

* 電子基準点の保守等による変動は補正済み
 2015/8/15のダイク貫入の変動は除いている
 2016熊本地震の変動は除いている

桜島周辺の観測点の座標時系列(黒丸)と計算値(赤線)

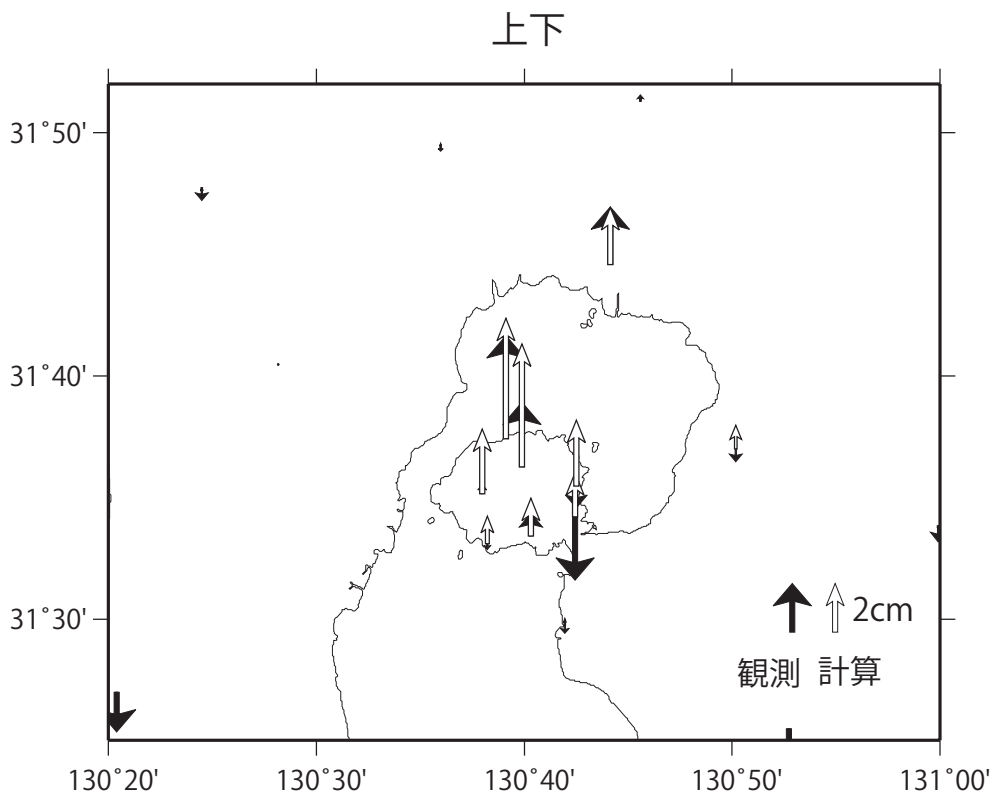
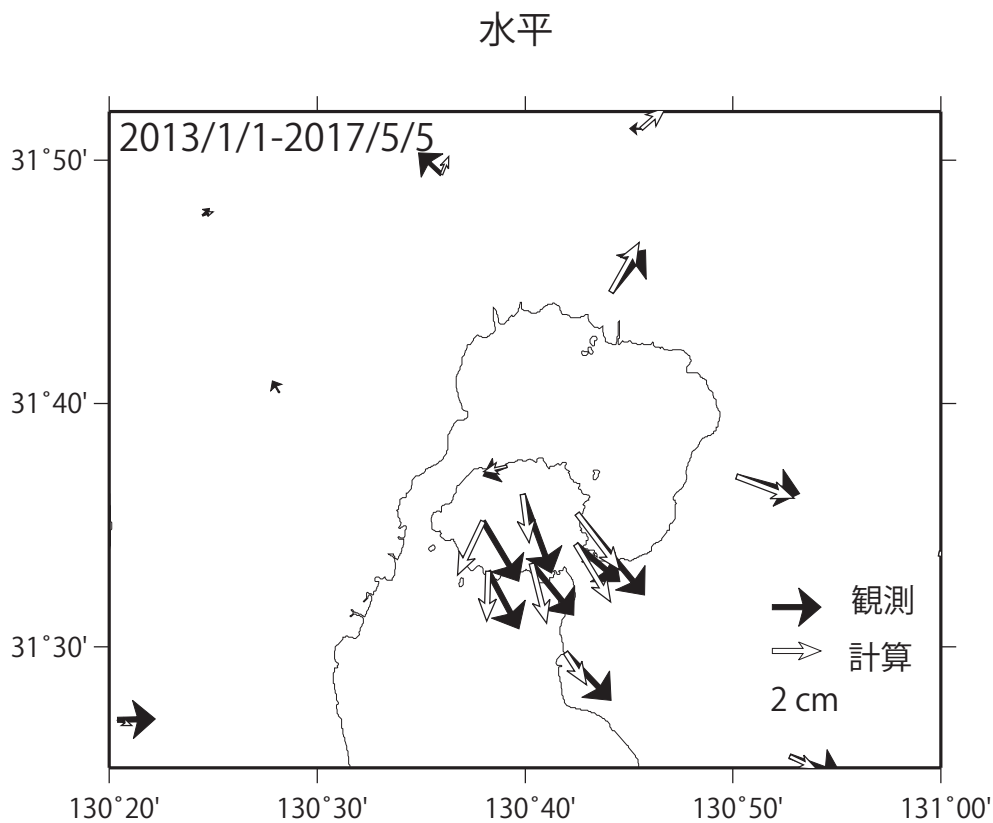
時間依存のインバージョン



固定局960776 EW,NS,UDは東西,南北,上下変動 周期成分は除いている

* 電子基準点の保守等による変動は補正済み
 2015/8/15のダイク貫入の変動は除いている
 2016熊本地震の変動は除いている

桜島の周辺の地殻変動(観測値:黒と計算値:白の比較)



国土交通省砂防部
九州地方整備局大隅河川国道事務所

・土石流発生状況（表1・表2、図1）

- ・2016(平成28)年1月～12月の土石流発生回数は25回^{表1} (2015(平成27)年1月～12月は45回^{表3})
- ・2017(平成29)年1月～5月の土石流発生回数は3回^{表2} (2016(平成28)年1月～5月は4回^{表1})
- ・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。

表2 各溪流における土石流発生状況^{*1, 2, 3}
(2017年1月～2017年5月)

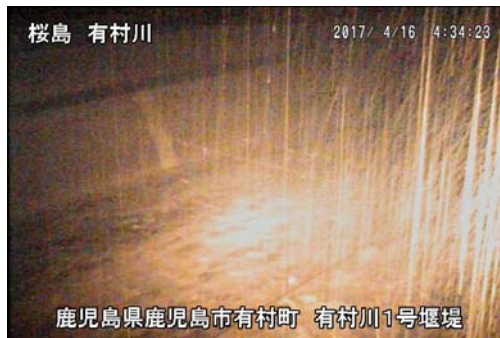
[illegible][illegible]

*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。

土石流の様子



有村川 (2017/4/16)



有村川 (2017/5/13)



野尻川 (2017/5/13)



野尻川 (2017/5/13)

図 1 土石流の発生状況

桜島

・ 降灰状況（図2～5）

2017年（平成29年）1月～2017年（平成29年）5月の降灰量（有村1）は約6kg/m²であり前年同期間約15kg/m²と比較し減少した。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。

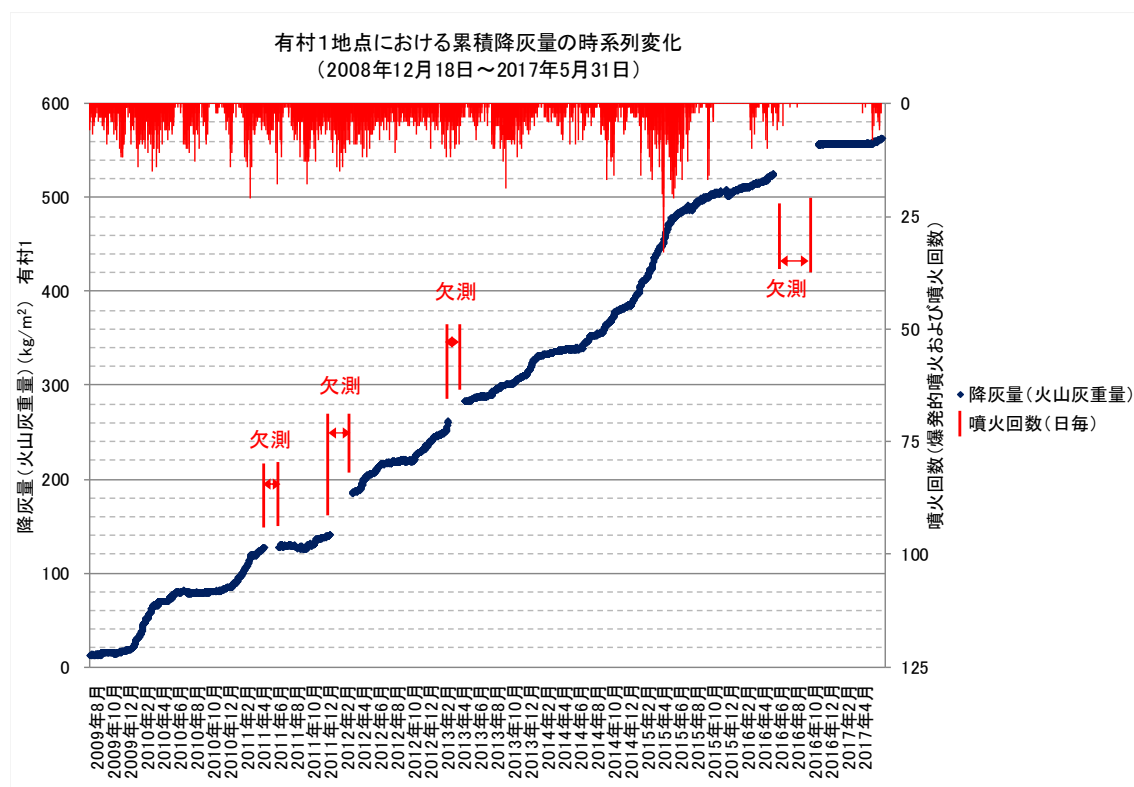


図2 自動降灰量計による降灰量の推移(2008年12月18日～2017年5月31日)

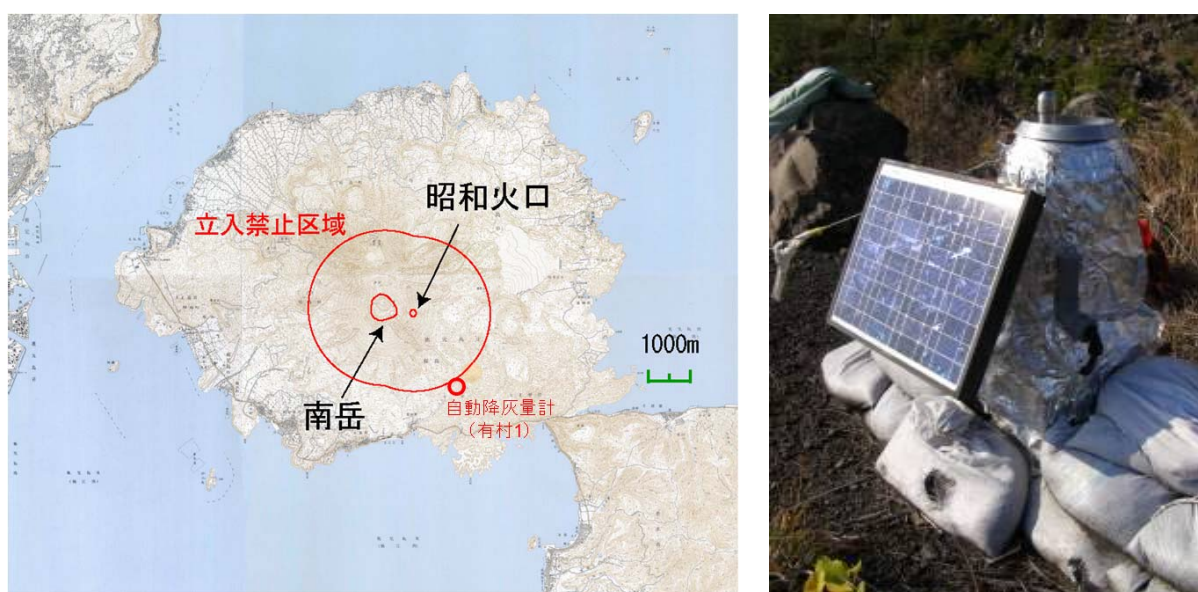


図3 自動降灰量計設置位置図および写真

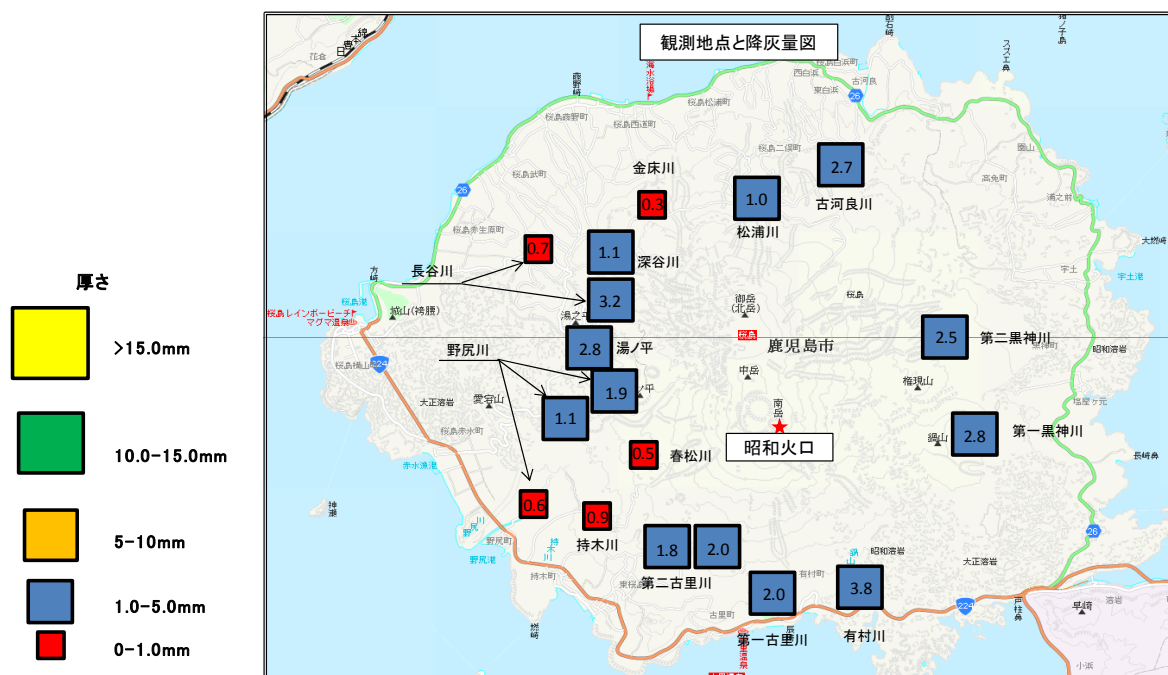


図4 桜島島内降灰量の分布（2016年1月～2016年12月）

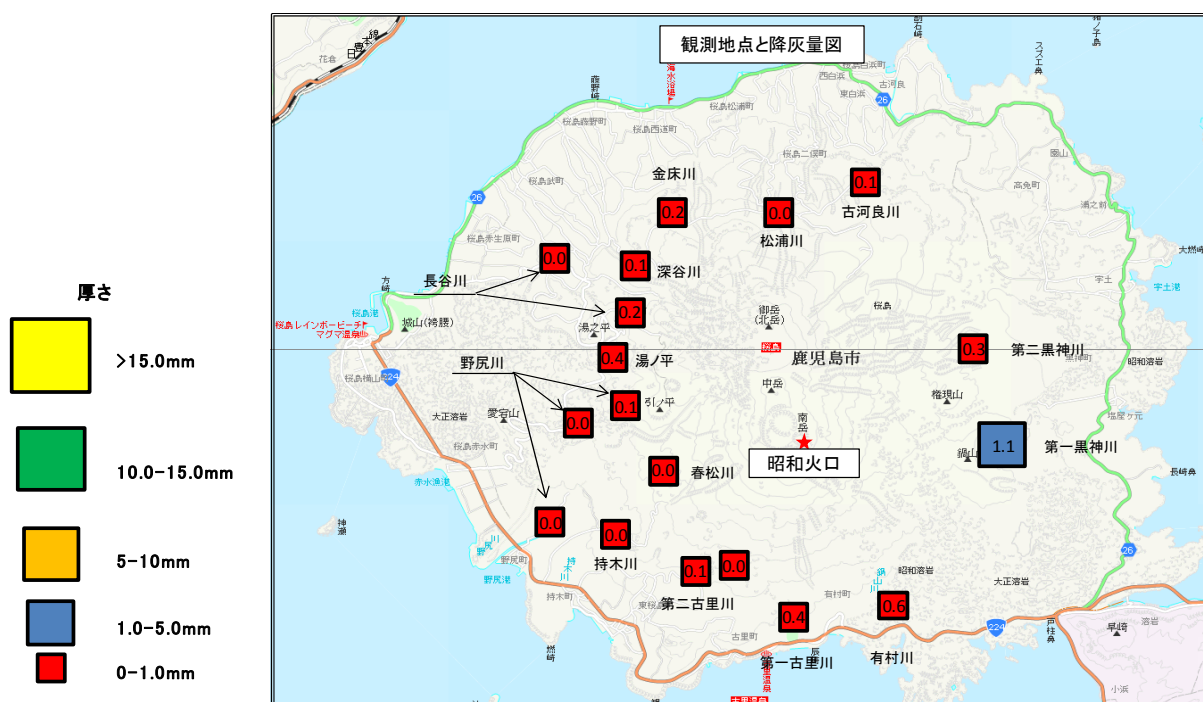


図5 桜島島内降灰量の分布（2017年1月～2017年4月）

データ：九州地方整備局大隅河川国道事務所

桜島

(参考)

表3 各溪流における土石流発生状況(2015年1月～2015年12月)

発生回数	発生月日	溪流名	発生時雨量(mm)			備考
			20分雨量	時間雨量	連続雨量	
1	1/15	野尻川	16	22	30	
2	1/15	有村川	9	18	24	
3	1/15	持木川	15	24	33	
4	2/22	有村川	4	12	40	
5	3/19	野尻川	7	8	16	
6	3/19	持木川	6	6	14	
7	4/6	野尻川	7	7	7	
8	4/6	有村川	10	17	36	
9	4/19	野尻川	11	16	29	
10	4/19	有村川	5	12	21	
11	5/3	野尻川	6	6	6	
12	5/12	野尻川	9	9	9	
13	5/12	持木川	5	6	17	
14	6/2	持木川	9	17	20	
15	6/2	第一古里川	14	28	32	
16	6/2	有村川	17	31	37	
17	6/3	野尻川	10	21	28	
18	6/3	有村川	8	18	53	
19	6/8	野尻川	9	17	24	
20	6/8	持木川	9	17	25	
21	6/8	有村川	15	17	62	
22	6/11	有村川	10	10	10	
23	6/11	黒神川	17	27	64	
24	6/14	野尻川	16	28	102	
25	6/14	有村川	15	22	33	
26	6/14	黒神川	14	25	110	
27	6/24	有村川	12	32	63	
28	6/25	黒神川	10	24	59	
29	7/6	有村川	11	20	40	
30	7/21	黒神川	10	21	34	
31	8/16	有村川	12	24	30	
32	8/16	持木川	20	28	62	
33	8/16	野尻川	22	30	56	
34	8/16	黒神川	13	26	64	
35	8/31	有村川	31	43	46	
36	8/31	第二古里川	20	29	36	(参考値)※1
37	8/31	黒神川	16	25	28	
38	9/6	有村川	16	39	49	
39	9/6	野尻川	8	36	51	
40	9/6	黒神川	0	34	57	
41	10/1	野尻川	14	15	15	
42	12/10	野尻川	26	27	68	
43	12/10	持木川	30	31	74	
44	12/10	有村川	17	18	49	
45	12/10	黒神川	27	36	65	
平均			13.1	21.8	40.6	

- * 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。
- * 黒神川上流のワイヤーセンサーは、2009年4月14日～2010年3月19日及び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。
- * 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
- * 第二古里川雨量計故障のためXバンドレーダによる流域平均雨量を記載。

桜島

口 永 良 部 島 (2017 年 5 月 31 日現在)

口永良部島では、2015 年 6 月 19 日の噴火後、噴火は観測されていない。

火山性地震は少ない状態で経過していたが、2 月には月回数が 195 回とやや多い状態となった。3 月以降は再び少ない状態で経過している。火山性微動は観測されていない。

火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、2016 年 5 月以降、1 日あたり概ね 100～200 トンで経過していたが、4 月以降は概ね 200～500 トンで経過しており、わずかに増加している。

現地調査では、火口周辺の地形や噴煙及び熱異常域の状況に特段の変化はみられなかった。

2015 年 5 月 29 日と同程度の噴火が発生する可能性は低くなっているものの、火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、2014 年 8 月の噴火前（1 日あたり概ね 100 トン以下）よりもやや多い状態で経過していることから、引き続き噴火が発生する可能性がある。

新岳火口から概ね 2 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及び火砕流に警戒が必要である。向江浜地区から新岳の南西にかけての火口から海岸までの範囲では、火砕流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風に流されて降るおそれがあるため注意が必要である。降雨時には土石流の可能性があるので注意が必要である。

○ 概況 (2017 年 1 月～5 月 31 日)

・噴煙など表面現象の状況 (図 1～4、図 5-①、図 6-1-①、図 6-2-①)

口永良部島では、2015 年 6 月 19 日の噴火後、噴火は観測されていない。

噴煙の高さは、概ね火口縁上 100～200m で経過したが、時々 500m 以上まで上がる日があった（最高：800m）。

期間中に実施した現地調査では、噴気の状況に変化は見られず、赤外線熱映像装置による観測では、2015 年 3 月頃から同年 5 月 29 日の噴火前に温度上昇が認められていた新岳火口西側割れ目付近の熱異常域の温度は、引き続き低下した状態で経過している。

・地震、微動の発生状況 (図 5-②③、図 6-1-③～⑥、図 6-2-③～⑦、図 7、図 8、図 12～14)

火山性地震は少ない状態で経過していたが、2 月には月回数が 195 回とやや多い状態となった。3 月以降は再び少ない状態で経過している。震源が決まった火山性地震は 38 個で、新岳火口付近と古岳火口付近の海拔下 0～1 km 付近に分布した。深部低周波地震は、5 月に 4 回発生した。口永良部島で深部低周波地震が発生したのは 2015 年 5 月 19 日以来である。

火山性微動は観測されていない。

・火山ガスの状況（図 5-⑧、図 6-1-②、図 6-2-②）

東京大学大学院理学系研究科、京都大学防災研究所、屋久島町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、2016 年 5 月以降、1 日あたり概ね 100～200 トンで経過していたが、4 月以降は概ね 200～500 トンで経過しており、わずかに増加している。

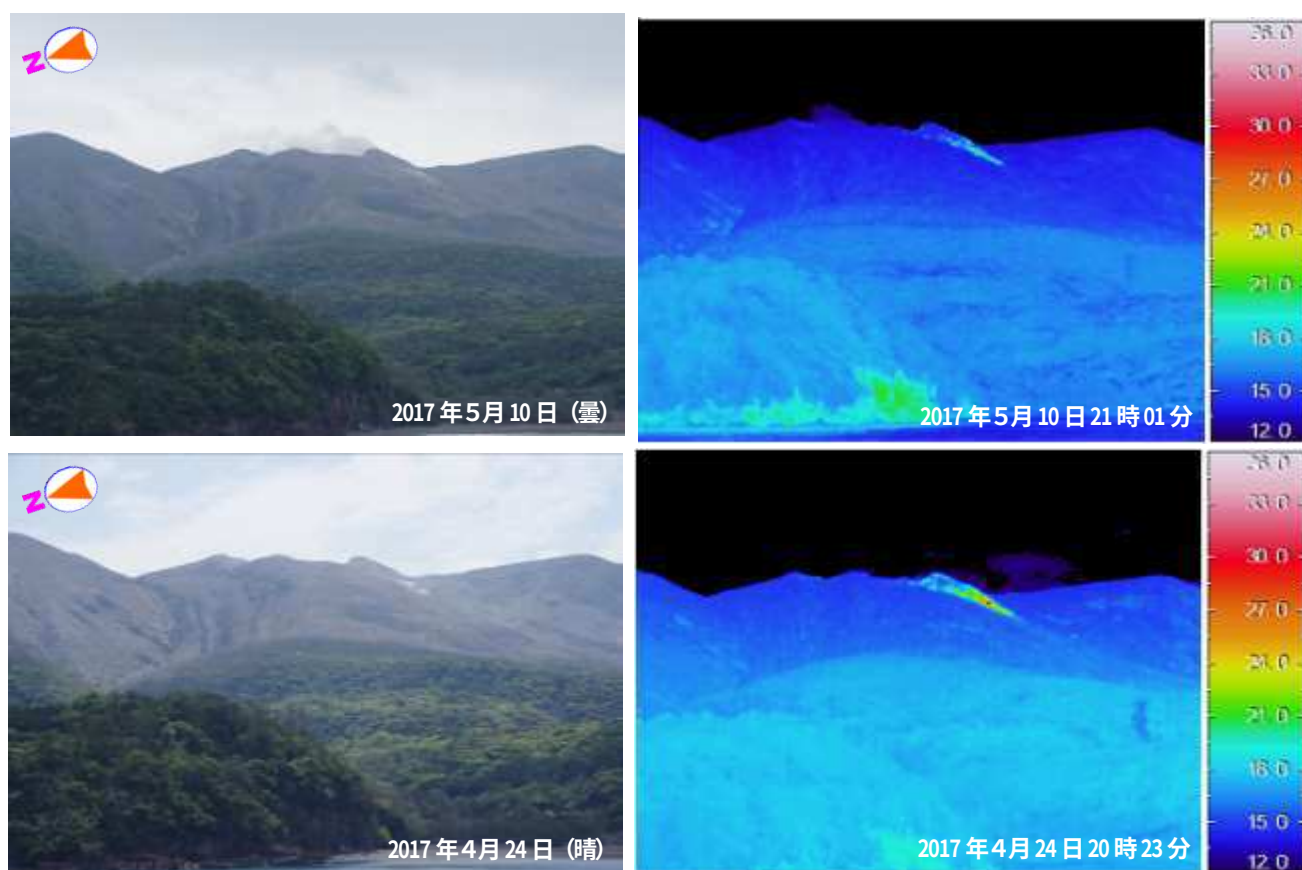
・地殻変動の状況（図 5-④～⑦、図 6-2-⑧、図 8～10）

GNSS 連続観測では、火口を挟む基線で 2016 年 1 月頃から縮みの傾向が認められていたが、今期間は概ね横ばいとなっている。その他の山麓の基線では火山活動によると考えられる変化は認められない。

傾斜計では、火山活動によると考えられる変化は認められない。



図 1 口永良部島 噴煙の状況（2017 年 2 月 19 日、本村西監視カメラによる）
2 月 19 日に白色の噴煙が最高で火口縁上 800m まで上がった。



本村から撮影した可視画像と地表面温度分布（上図：2017 年 5 月 10 日、下図：2017 年 4 月 24 日）

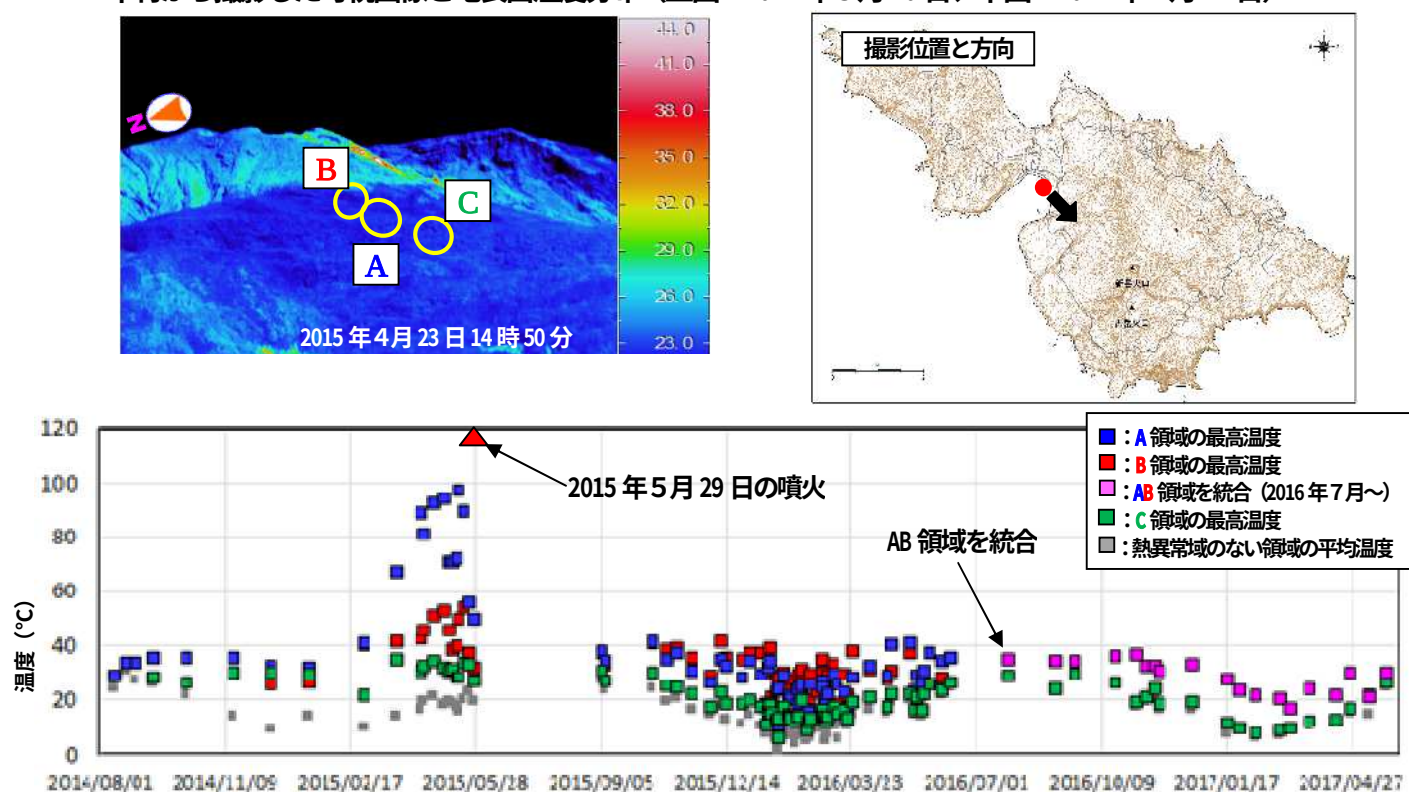
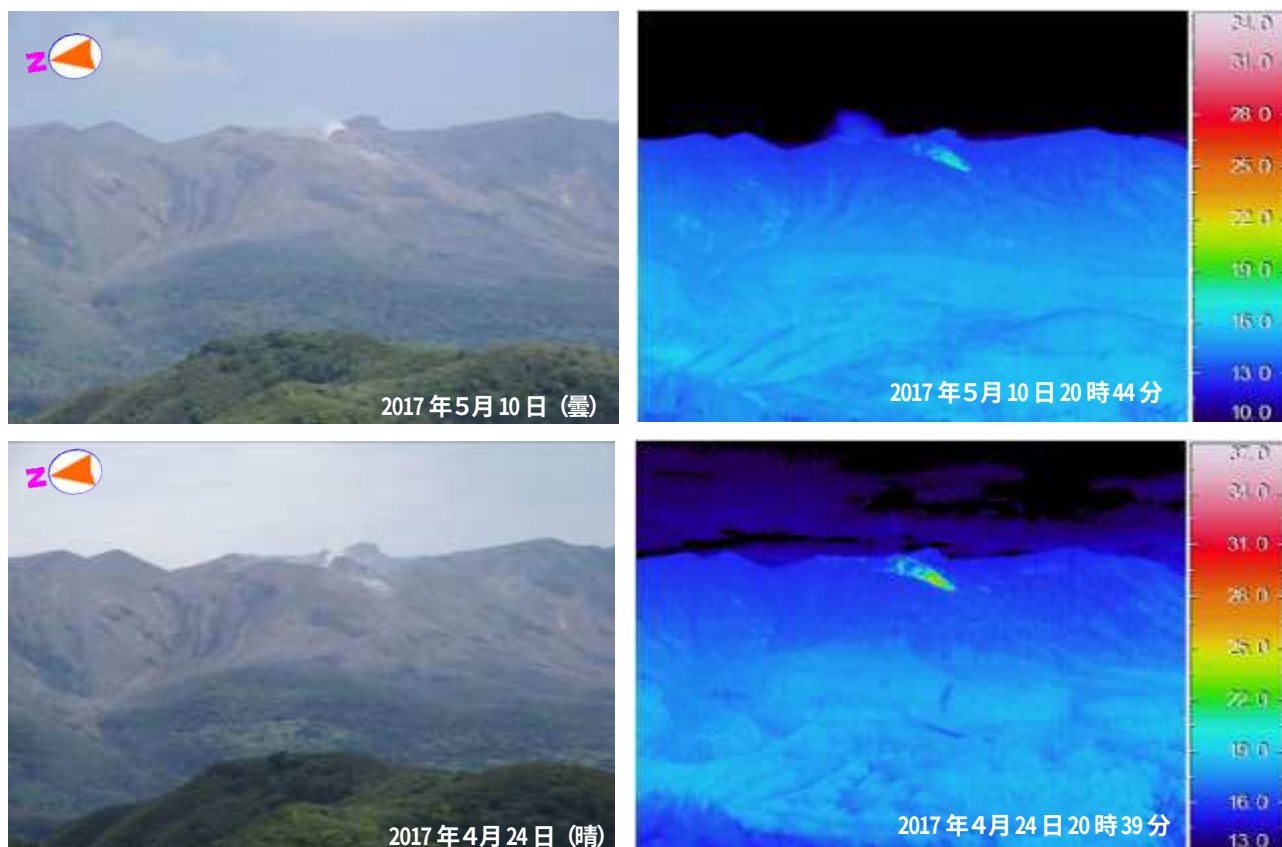


図 2 口永良部島 新岳西斜面の地表面温度分布と熱異常域の温度時系列

（2014 年 8 月 12 日～2017 年 5 月 23 日：本村から新岳の北西側を撮影）

2015 年の 3 月頃から同年 5 月 29 日の噴火前に温度上昇が認められていた新岳火口西側割れ目付近の熱異常域の温度は、引き続き低下した状態で経過している。

この地図の作成には、国土地理院発行の『基盤地図情報』『基盤地図標高（数値標高モデル）』を使用した。



番屋ヶ峰から撮影した可視画像と熱画像（上図：2017 年 5 月 10 日、下図：2017 年 4 月 24 日）

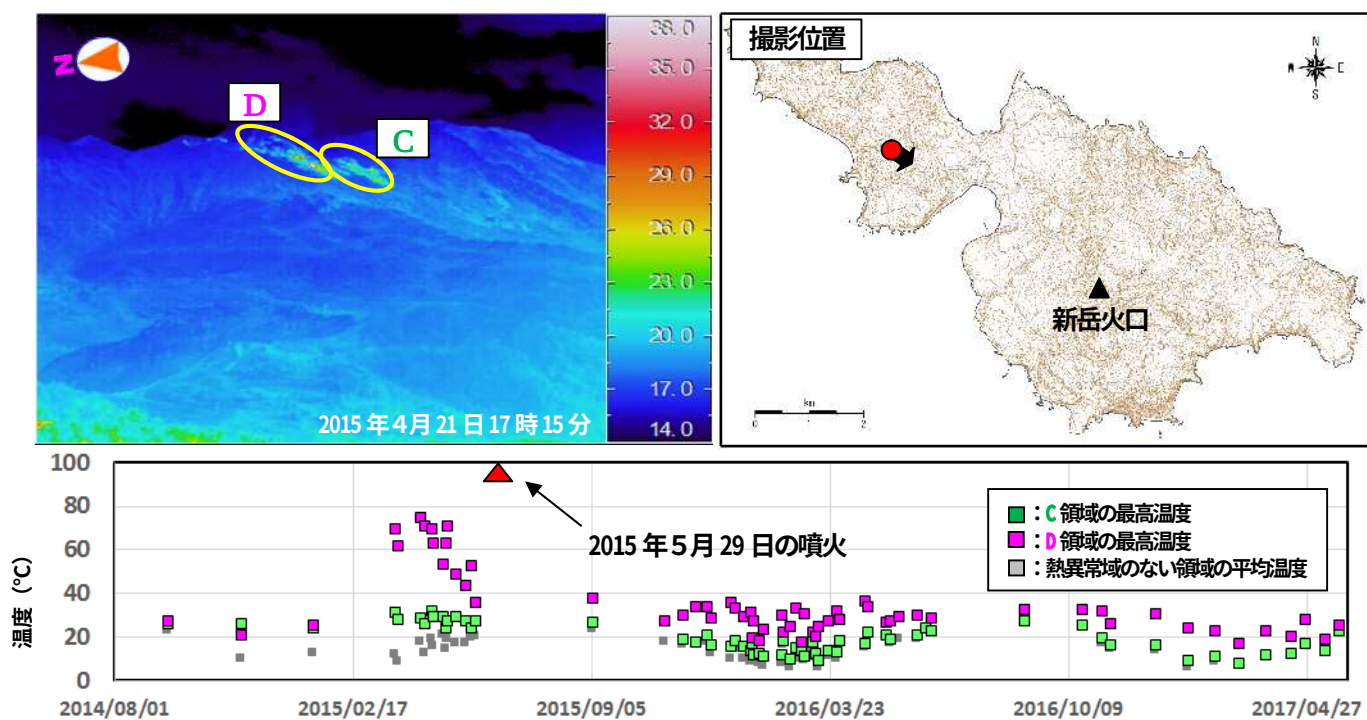
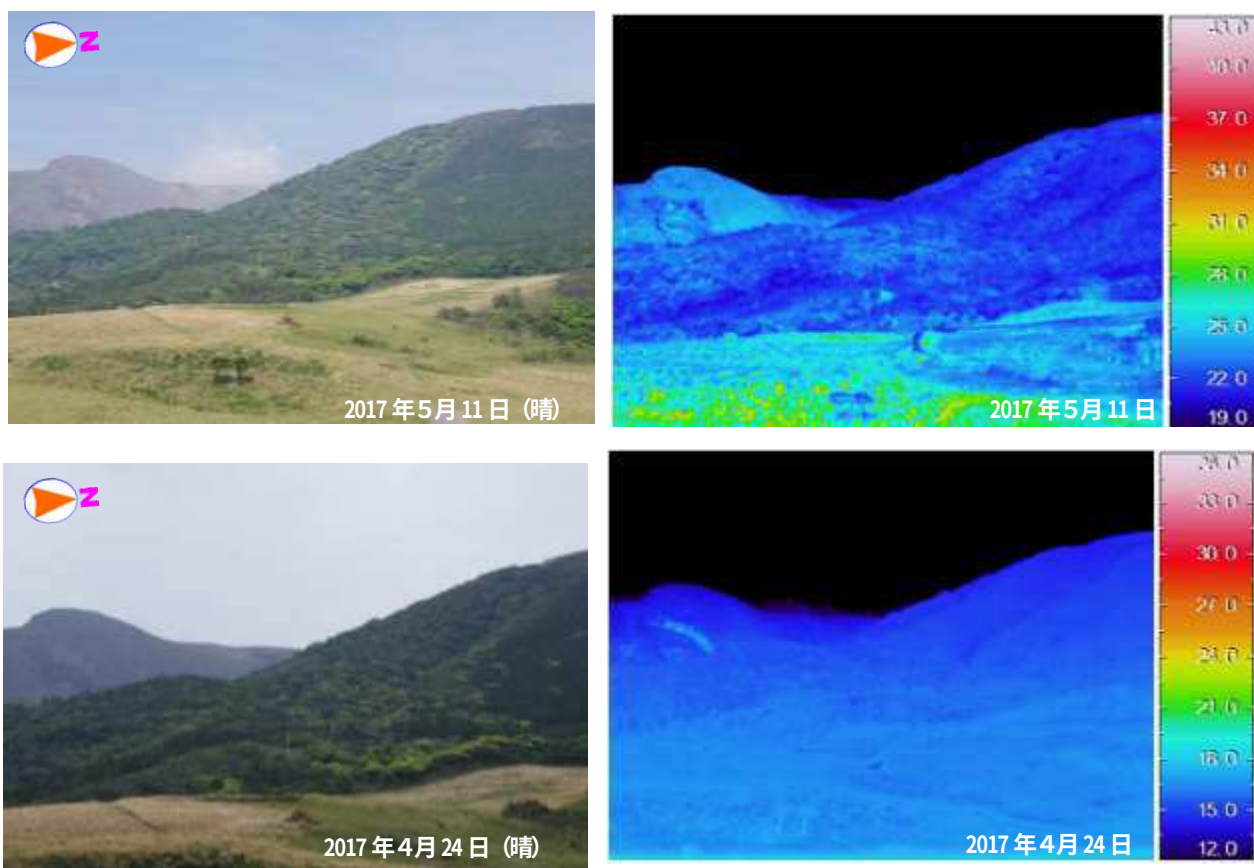


図 3 口永良部島 新岳西斜面の地表面温度分布と熱異常域の温度時系列

(2014 年 9 月 14 日～2017 年 5 月 23 日：番屋ヶ峰から新岳の北西側を撮影)

2015 年の 3 月頃から同年 5 月 29 日の噴火前に温度上昇が認められていた新岳火口西側割れ目付近の熱異常域の温度は、引き続き低下した状態で経過している。

この地図の作成には、国土地理院発行の『基盤地図情報』『基盤地図標高 (数値標高モデル)』を使用した。



湯向牧場から撮影した可視画像と熱画像（上図：2017 年 5 月 11 日、下図：2017 年 4 月 24 日）

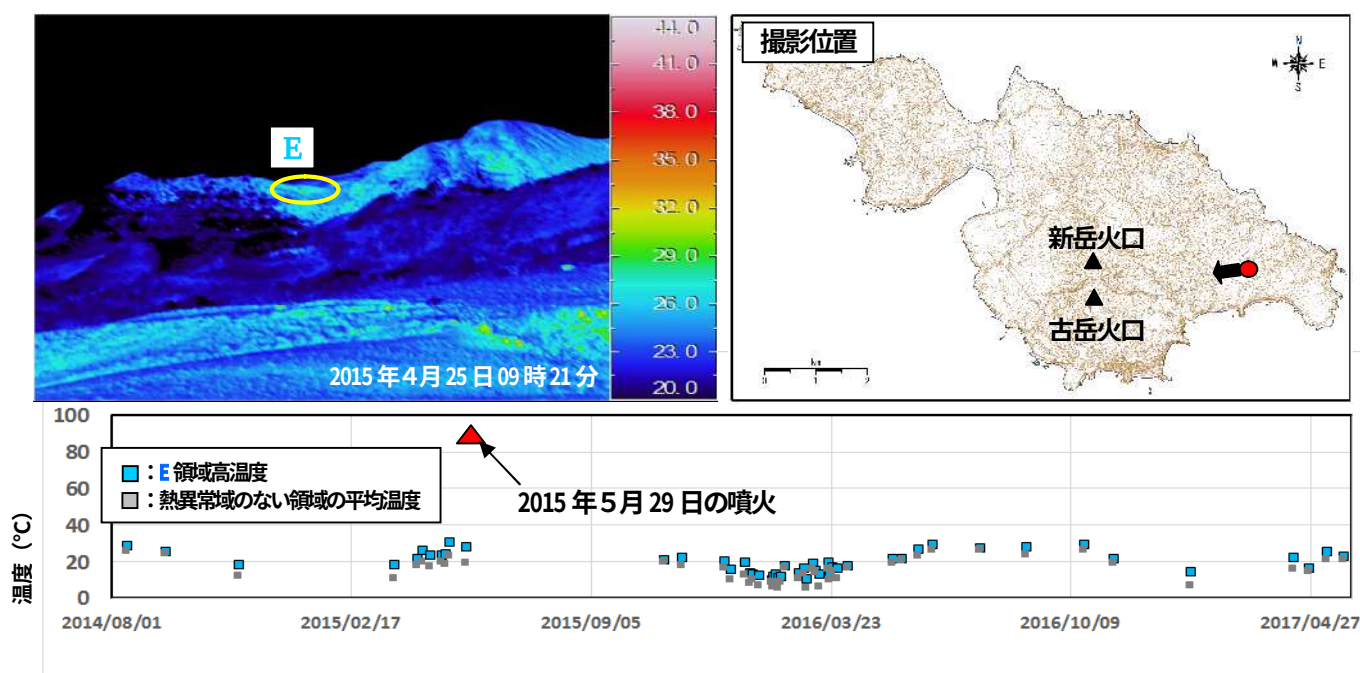


図 4 口永良部島 新岳及び古岳東斜面の地表面温度分布と熱異常域の温度時系列
(2014 年 8 月 12 日～2017 年 5 月 23 日：湯向牧場から新岳の東側を撮影)

古岳火口北東側の熱異常域に特段の変化は認められない。

この地図の作成には、国土地理院発行の『基盤地図情報』『基盤地図標高（数値標高モデル）』を使用した。

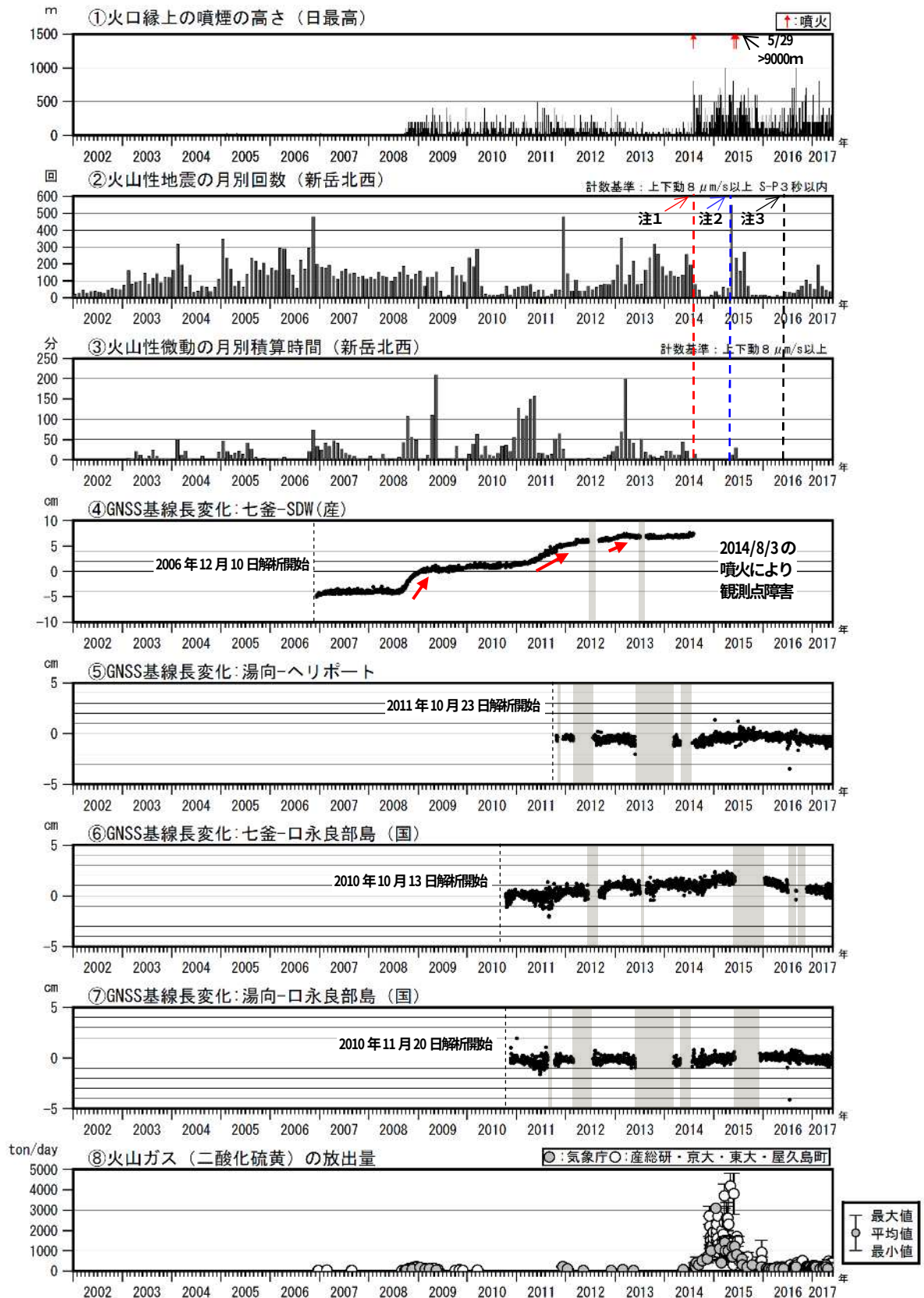


図5 口永良部島 長期の火山活動経過図（2002年1月～2017年5月31日）

④の赤矢印は山体膨張を示すと考えられる変化を示す。

注1：2014年8月3日の噴火により火口周辺の観測点が障害となったため、噴火以降は新岳火口から約2.3kmにある新岳北東山麓観測点の上下動 $1\mu\text{m/s}$ 以上で計数しており、検知力が低下している。

注2：2015年5月23日に島内のごく浅いところを震源とする地震（震度3、M2.3：暫定値）が発生したことから、監視を強化するため、5月1日から計数基準を新岳北東山麓観測点上下動 $1\mu\text{m/s}$ 以上、または新岳西山麓観測点上下動 $3\mu\text{m/s}$ に変更している。また、2015年5月29日の噴火及びその後の停電や通信障害の間は、永迫観測点も使用して計数している。

注3：2016年6月1日からは火口近傍に野池山3観測点を設置しており、検知力が向上している。

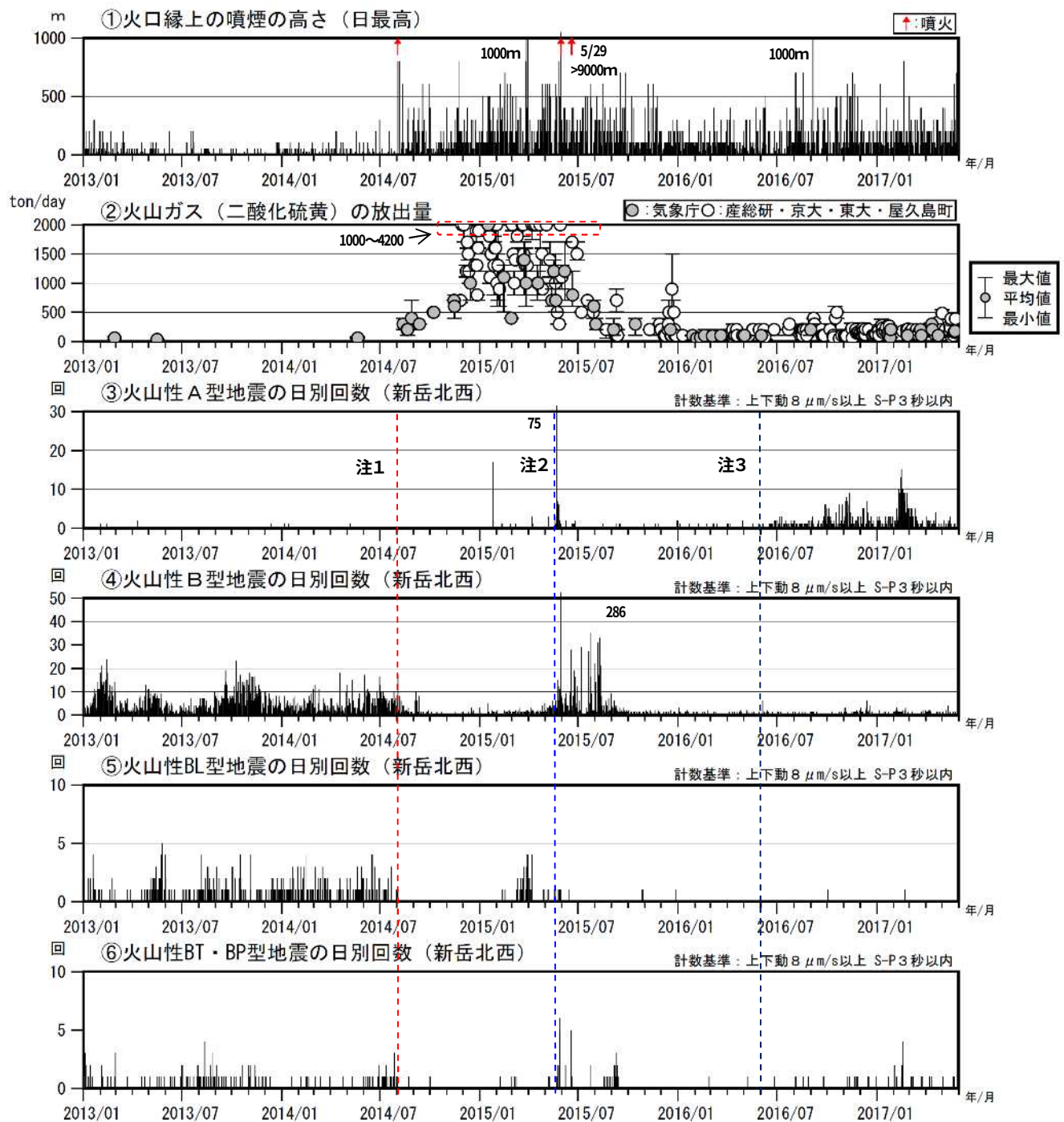


図6-1 口永良部島 最近の火山活動経過図（2013年1月～2017年5月31日）

注1：2014年8月3日の噴火により火口周辺の観測点が障害となったため、噴火以降は新岳火口から約2.3kmにある新岳北東山麓観測点の上下動 $1\mu\text{m/s}$ 以上で計数しており、検知力が低下している。

注2：2015年5月23日に島内のごく浅いところを震源とする地震（震度3、 $M2.3$ ：暫定値）が発生したことから、監視を強化するため、5月1日から計数基準を新岳北東山麓観測点上下動 $1\mu\text{m/s}$ 以上、または新岳西山麓観測点上下動 $3\mu\text{m/s}$ に変更している。また、2015年5月29日の噴火及びその後の停電や通信障害の間は、永迫観測点も使用して計数している。

注3：2016年6月1日からは火口近傍に野池山3観測点を設置しており、検知力が向上している。

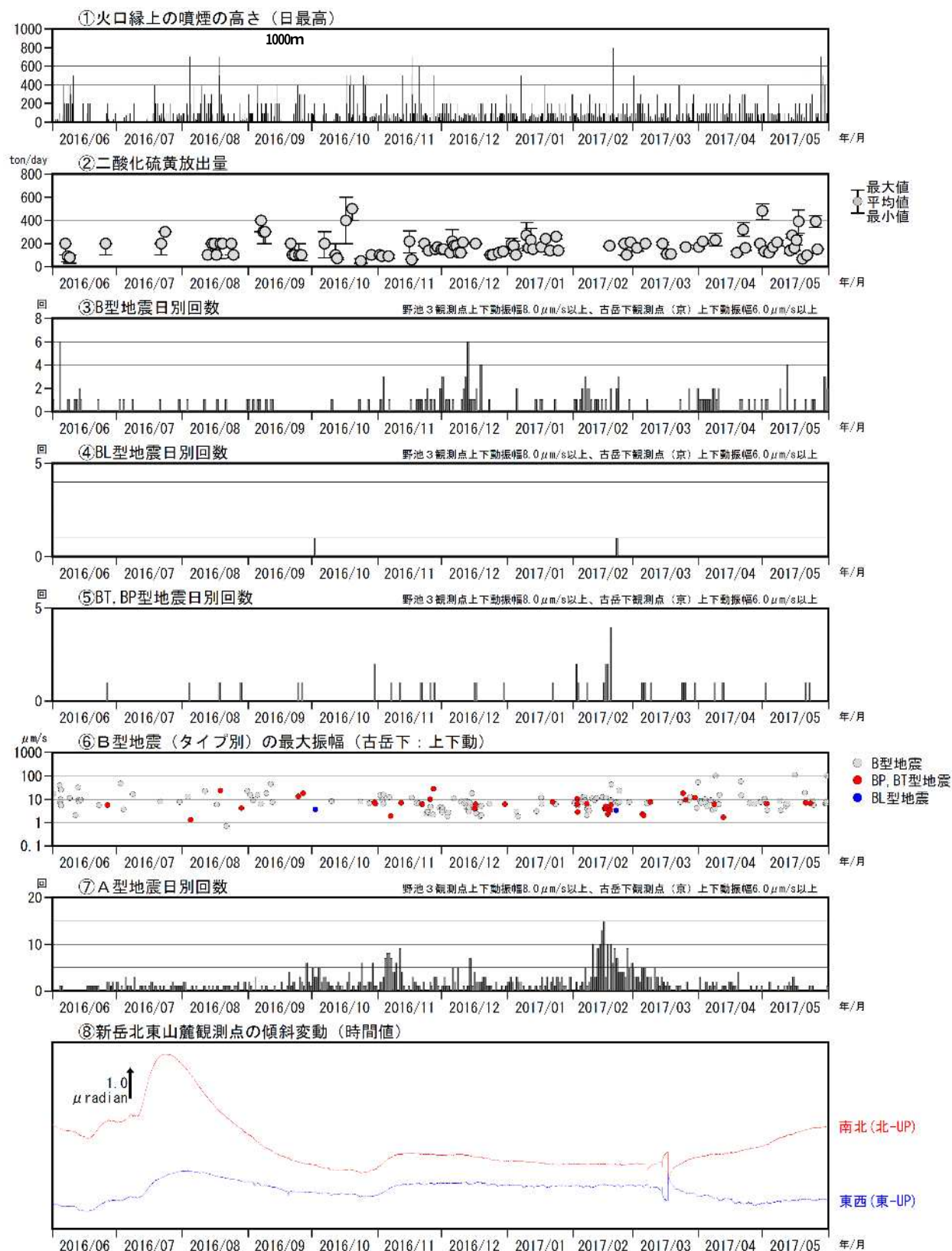


図6-2 口永良部島 最近の火山活動経過図（2016年6月～2017年5月31日）

<2017年1月～5月31日の状況>

- 火山性地震は少ない状態で経過していたが、2月には月回数が195回とやや多い状態となった。3月以降は再び少ない状態で経過している。
- 火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、2016年5月以降、1日あたり概ね100～200トンで経過していたが、4月以降は概ね200～500トンで経過しており、わずかに増加している。

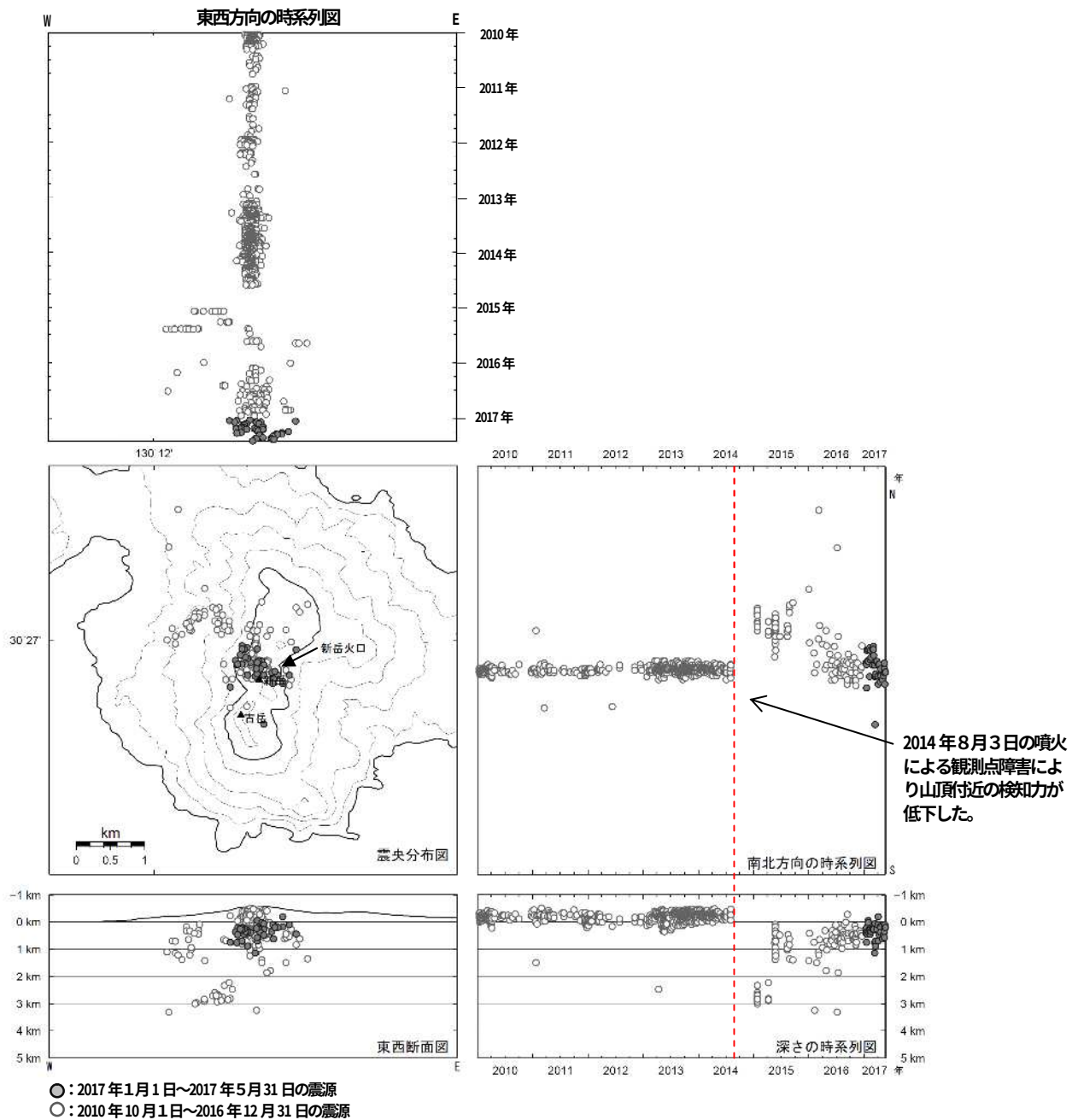


図7 口永良部島 火山性地震の震源分布 (2010年1月～2017年5月31日)

<2017年1月～5月31日の状況>

震源は主に新岳火口付近と火口のやや東側の海拔下0～1km付近に分布した。

※半無限速度構造： $V_p=2.5\text{km/s}$ ($V_p/V_s=1.73$)

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。

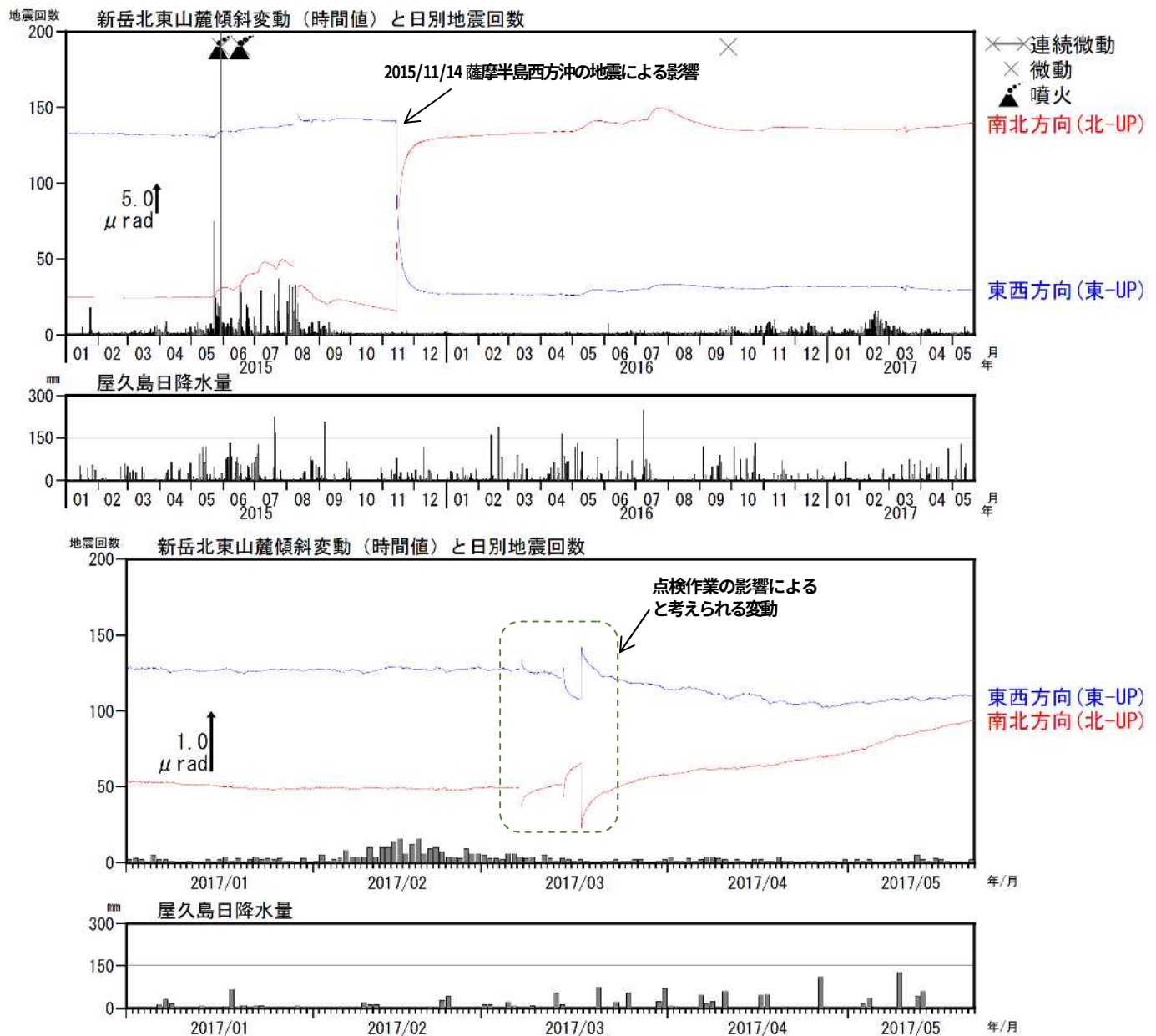


図8 口永良部島 新岳北東山麓観測点の傾斜変動

上段：2015年1月～2017年5月31日、下段：2017年1月～5月31日

<2017年1月～5月31日の状況>

火山活動に起因すると考えられる特段の変化は認められなかった。

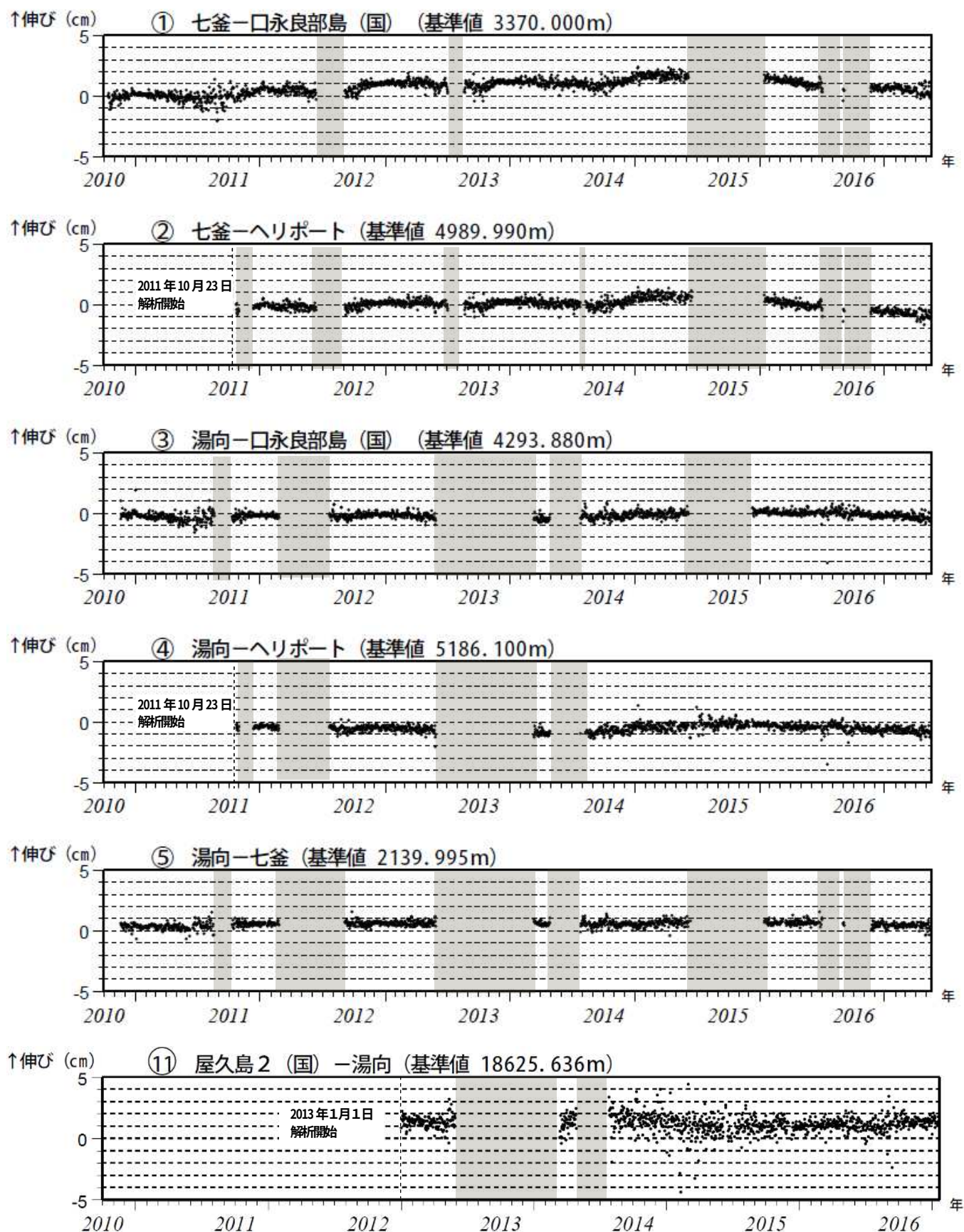


図9 口永良部島 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2017 年 5 月 31 日)

GNSS 連続観測では、火口を挟む基線で 2016 年 1 月頃から縮みの傾向が認められていた。2016 年 7 月 4 日から 11 月 20 日まで観測点の障害により変化は不明であったが、復旧後は縮みが止まりほぼ一定となっている。その他の山麓の基線では火山活動によると考えられる変化は認められない。

これらの基線は図 10 の①～⑤⑪に対応している。灰色部分は観測点障害のため欠測を表す。

(国)：国土地理院

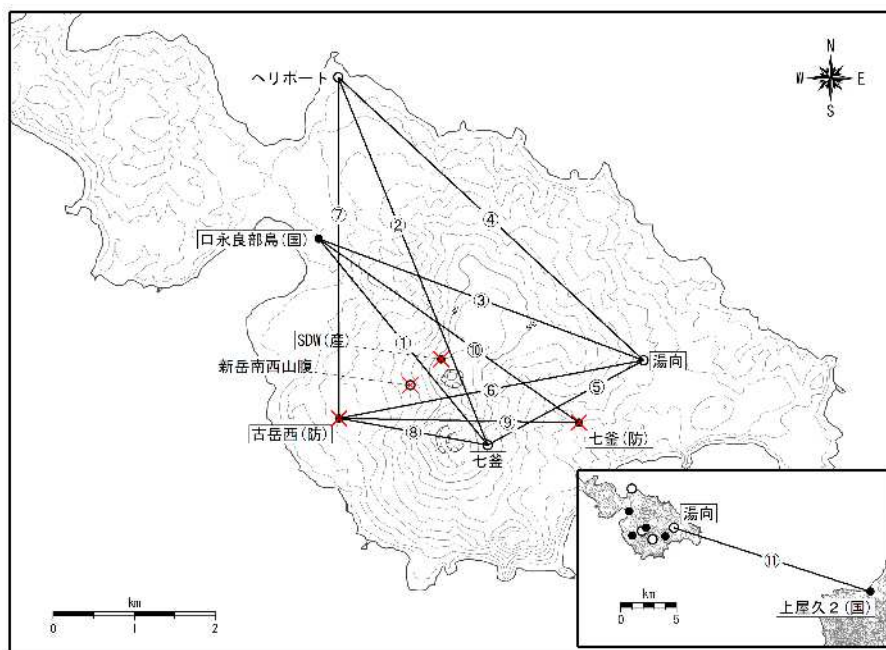


図 10 口永良部島 GNSS 連続観測基線図 (2017 年 5 月 31 日現在)

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、(防): 防災科学技術研究所、(産): 産業技術総合研究所

図中の赤×印は、噴火や停電等により障害となった観測点を示す。

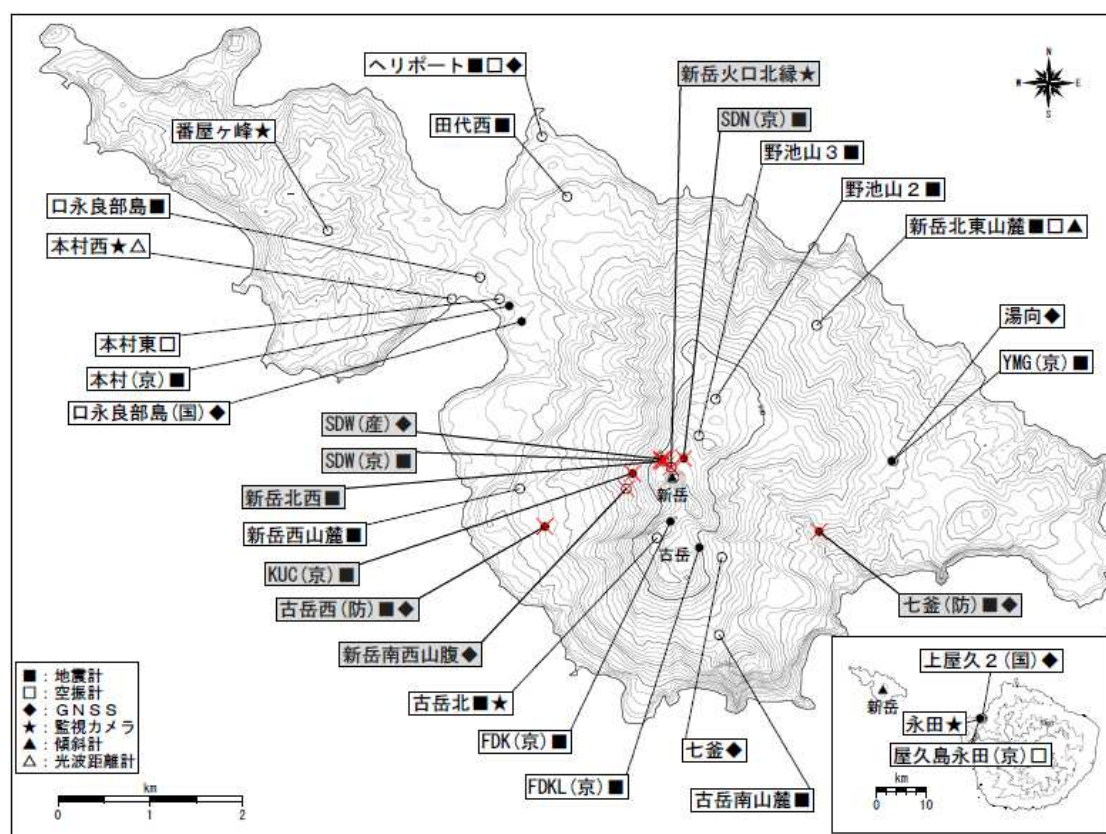


図 11 口永良部島 観測点配置図 (2017 年 5 月 31 日現在)

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、(産): 産業技術総合研究所、(防): 防災科学技術研究所

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。

図中の赤×印及び灰色の観測点名は、噴火や停電等により障害となった観測点を示す。

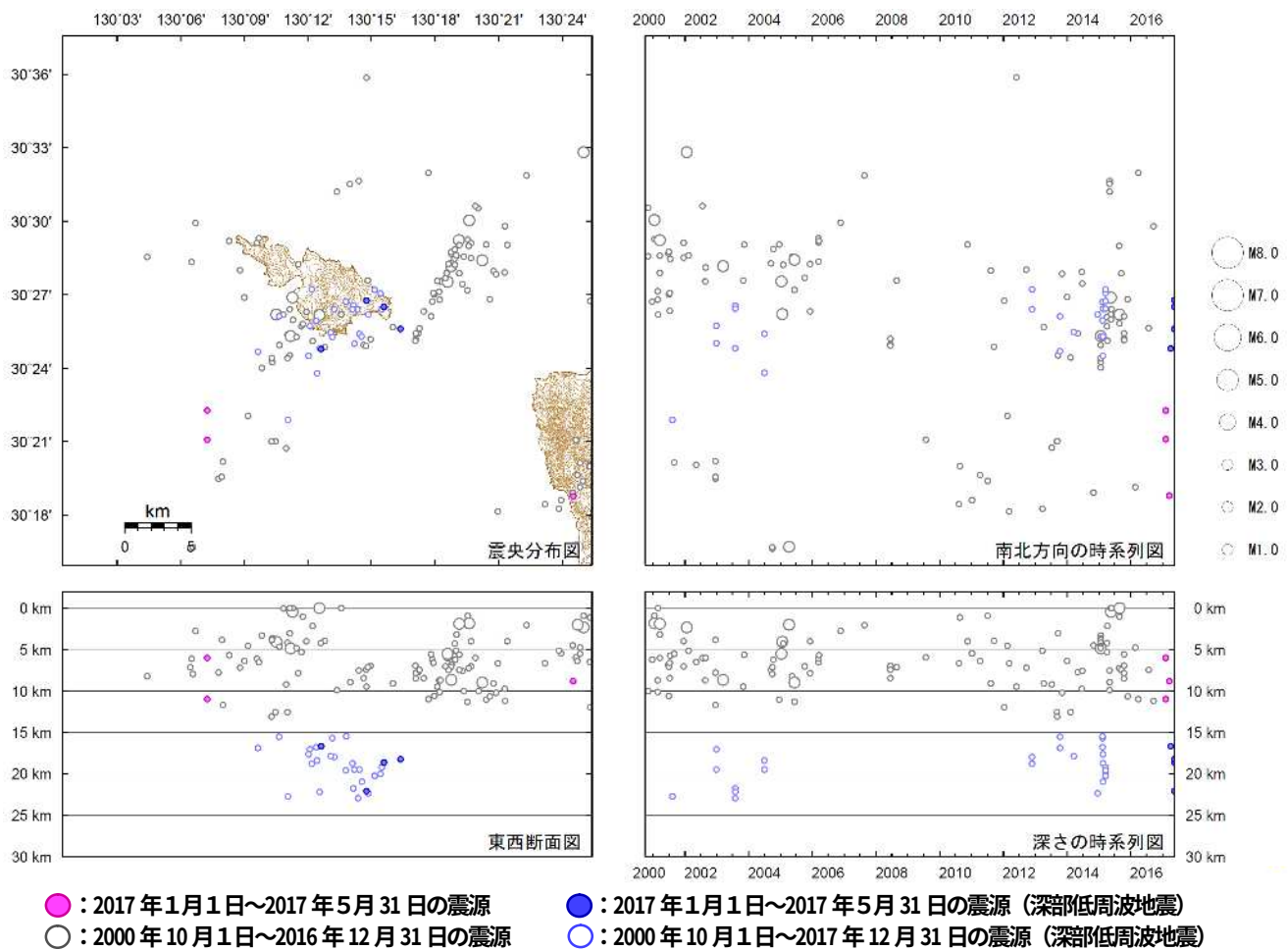


図 12 口永良部島 一元化震源による震源分布 (2000 年 10 月～2017 年 5 月 31 日)

<2017 年 1 月～5 月 31 日の状況>

- ・震源は口永良部島の東側海域の深さ 5～12km 付近であった。
- ・深部低周波地震は口永良部島付近の深さ 15～20km 付近に発生した。(図 13～14)

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表示されることがある。

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。

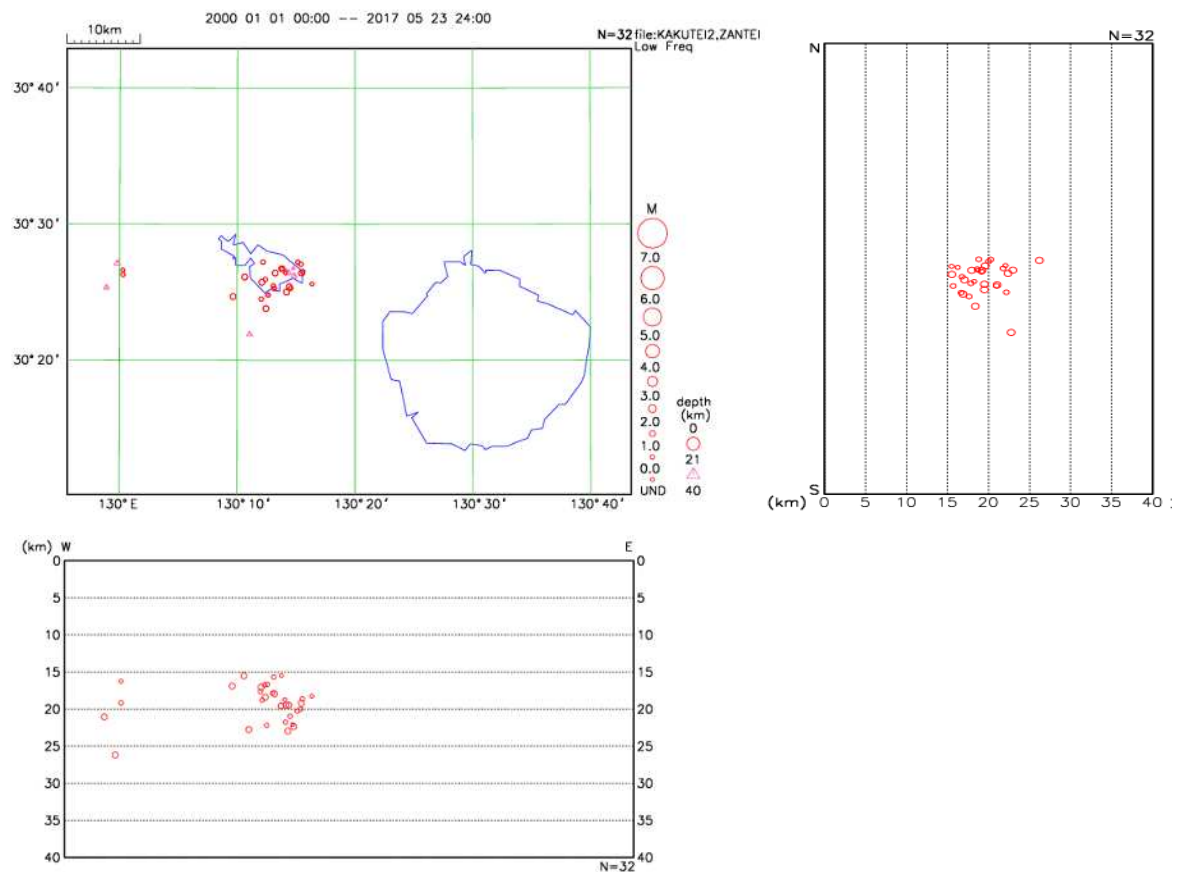


図 13 口永良部島 低周波地震の震源分布図及び断面図
(2000 年 10 月 1 日～2017 年 5 月 23 日)
口永良部島直下の深さ 15km～25km に発生している。

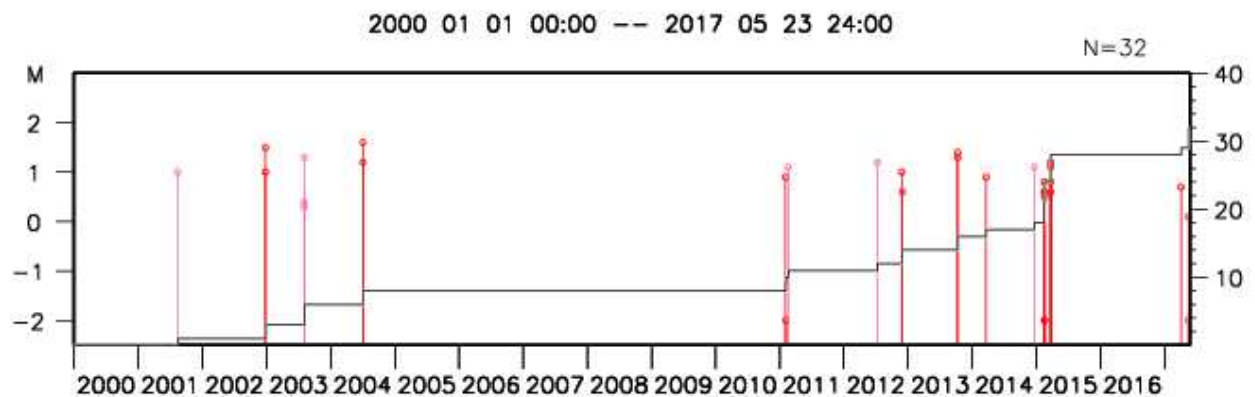


図 14 口永良部島 深部低周波地震の M-T 図及び回数積算グラフ
(2000 年 10 月 1 日～2017 年 5 月 17 日)

深部低周波地震は噴火前の 2015 年 5 月 19 日に発生して以来観測されていなかったが、今年 5 月から再び発生している。規模の時間的な変化は特に認められない。

<追加資料>

口永良部島 2017 年 6 月 14 日 15 時 59 分に発生した火山性地震の状況

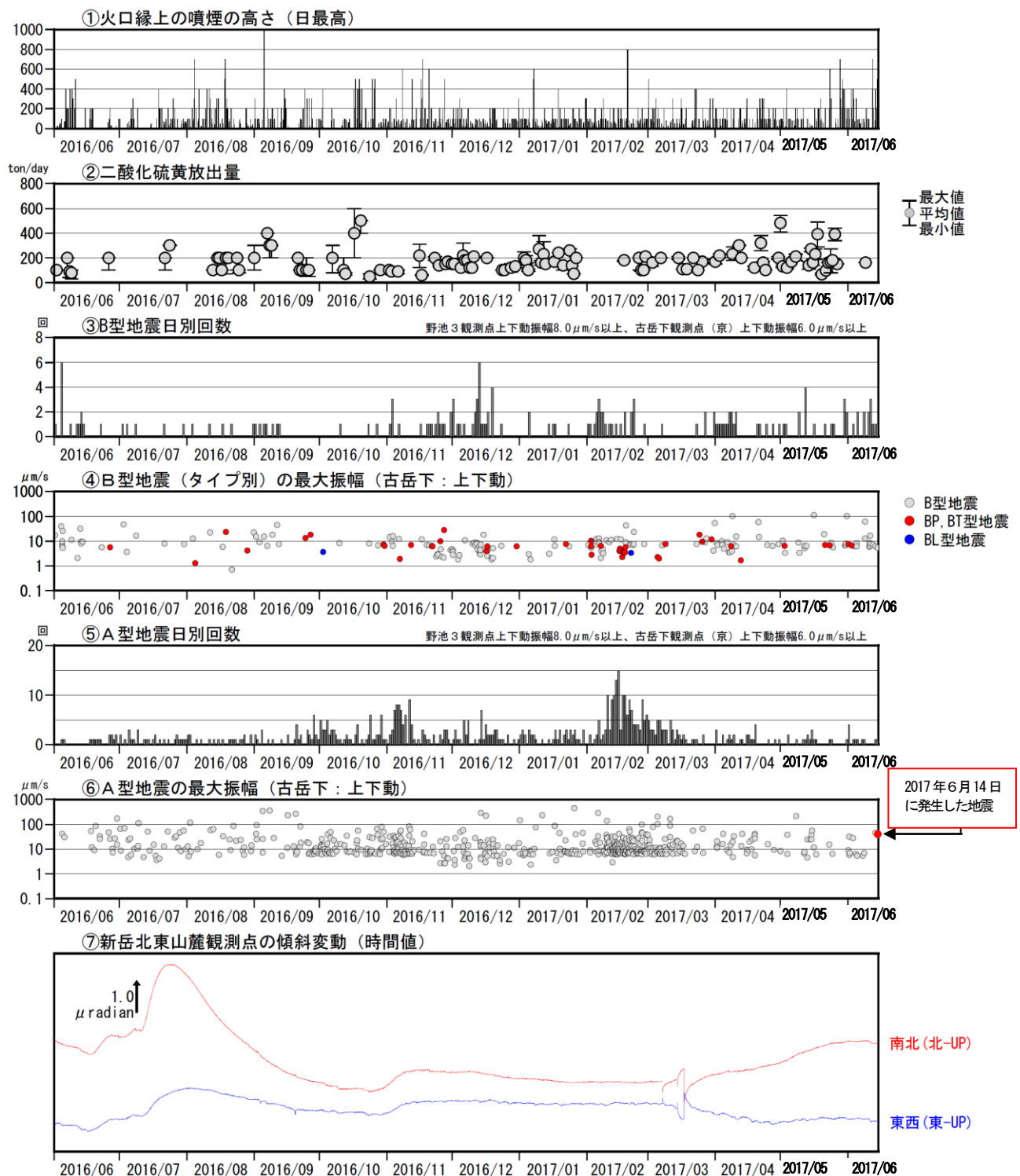


図 1 口永良部島 最近の火山活動経過図（2016 年 6 月～2017 年 6 月 14 日）

<2017 年 6 月 14 日の状況>

6 月 14 日に振幅がやや大きい A 型地震（図⑥の赤丸）が発生したが、その前後で火山活動に特段の変化は認められていない。

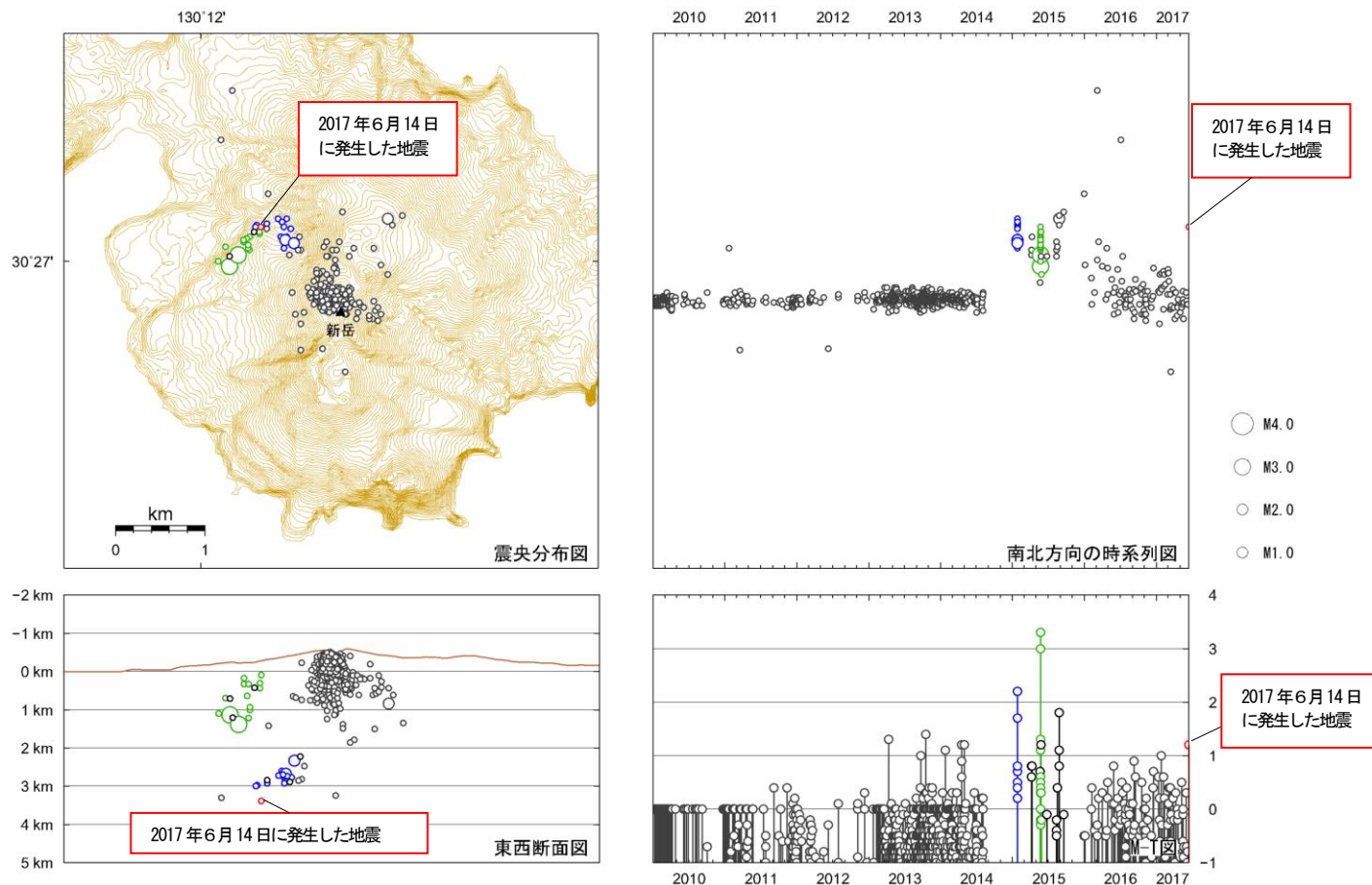


図2 口永良部島 火山性地震の震源分布 (2010年1月～2017年6月14日)

<2017年6月14日の状況>

- ・ 6月14日15時59分に振幅がやや大きいA型地震(図中の赤丸)が発生した。
- ・ 震源は新岳火口の北西側約1kmの海拔下3.4km付近と、2015年5月23日に多発した地震の震源域(図中の緑丸)よりも深く、2015年1月24日に多発した地震の震源域(図中の青丸)に近い場所に求まった。

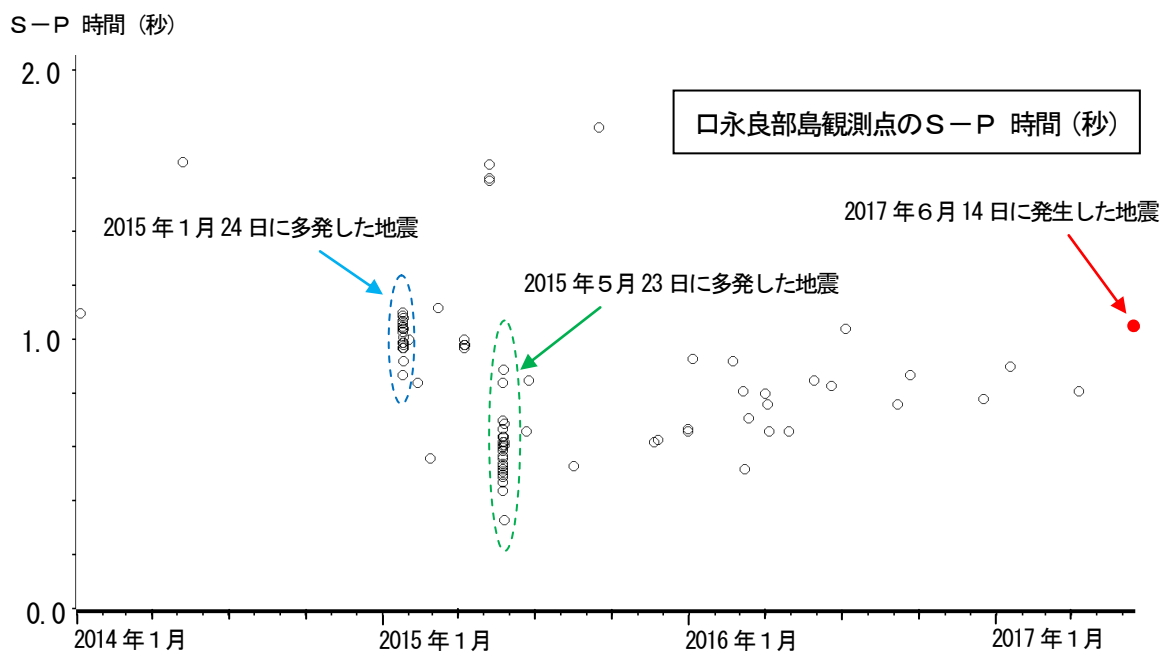


図3 口永良部島 A型およびBH型地震のS-P時間の時系列グラフ
(口永良部島観測点 2014年1月～2017年6月14日)

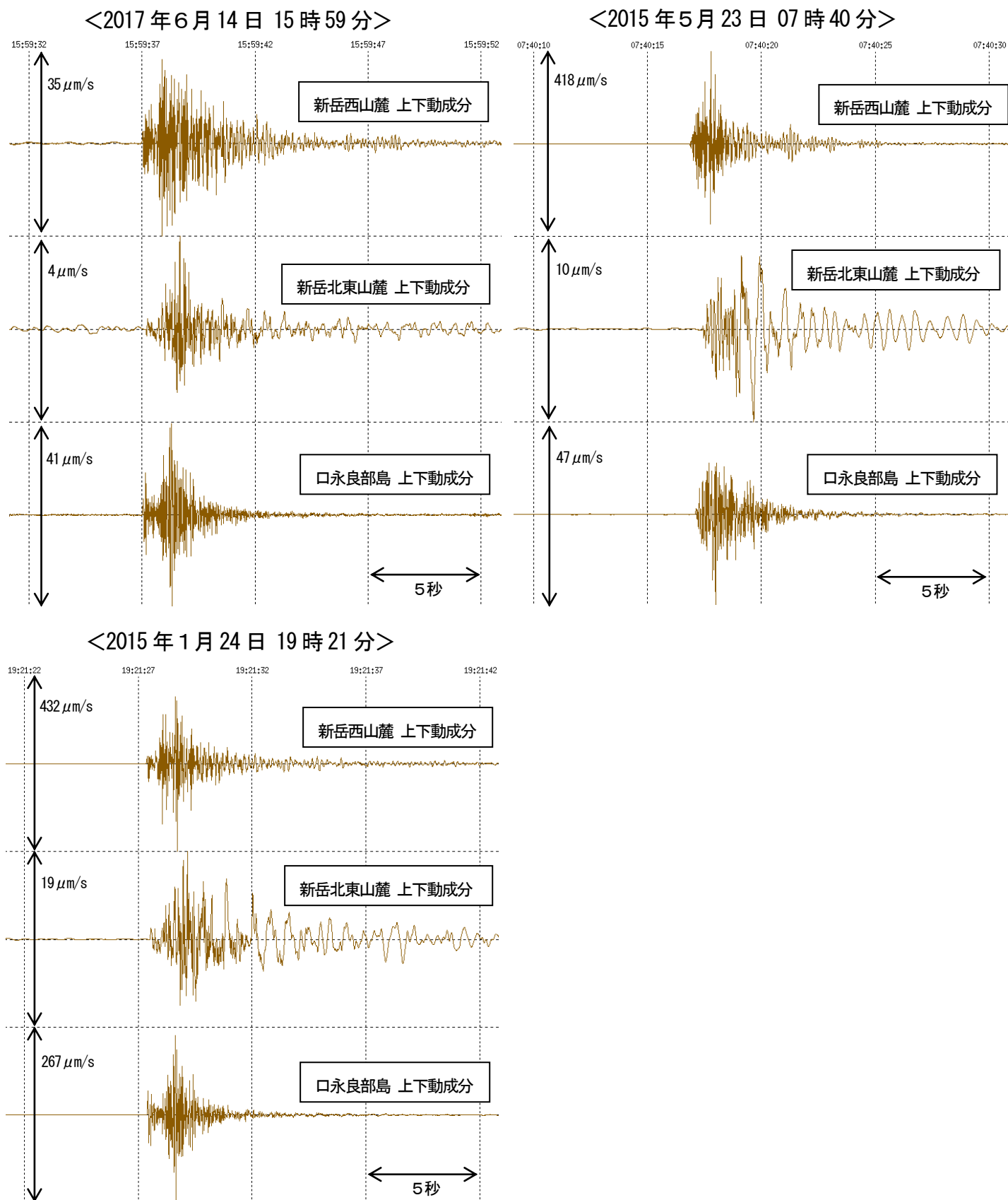


図 4 口永良部島 A 型地震の波形比較 (左上 : 2017 年 6 月 14 日 15:59、
右上 : 2015 年 5 月 23 日 07:40、左下 : 2015 年 1 月 24 日 19 時 21 分)

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 口永良部島における SAR 干渉解析結果

山頂の局所的な場所において、衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。

1. はじめに

2017 年 1 月以降に ALOS-2/PALSAR-2 で撮像された口永良部島周辺の複数パスのデータについて干渉処理を行ったので報告する。

2. 解析結果

解析に使用したデータを第 1 表に示す。国土地理院の GNSS 観測点（口永良部島）を無変動とした干渉画像を第 1 図および第 2 図に示す。長期ペア（約 1 年間）で新岳火口付近の局所的な場所において、衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。

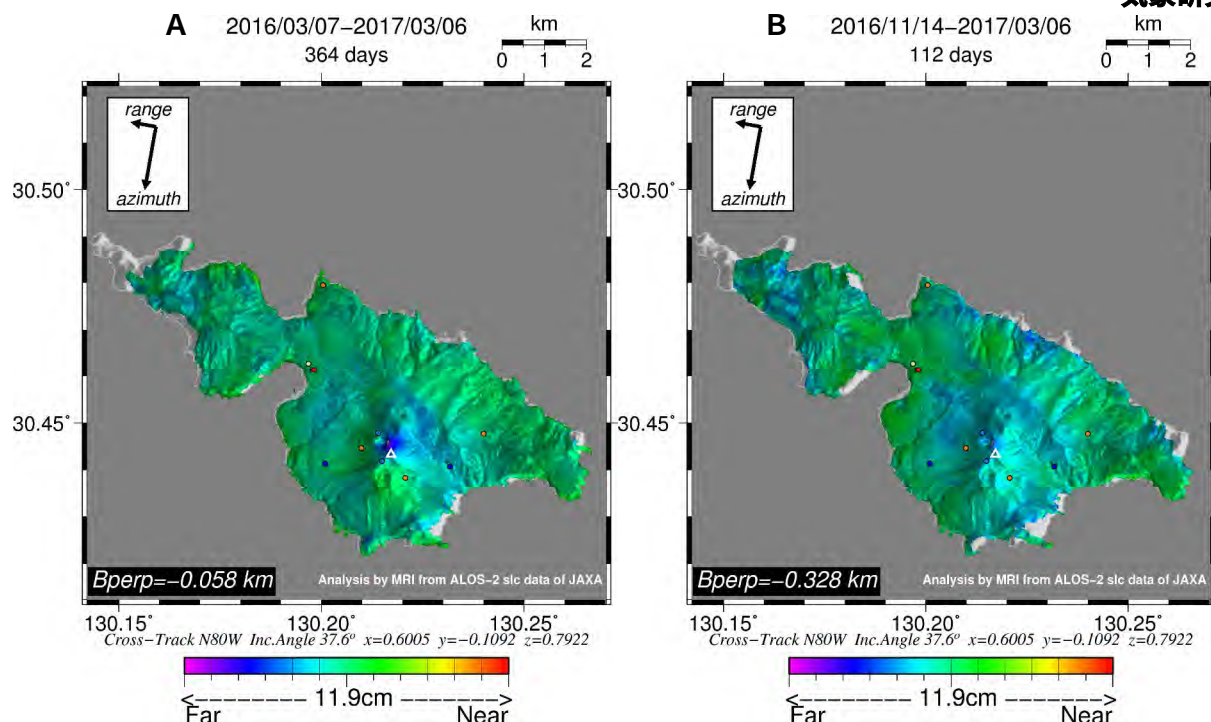
なお、各干渉解析結果について、対流圏遅延補正などを行っていないため、ノイズが重畳している可能性がある。

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 を使用した。ここに記して御礼申し上げます。

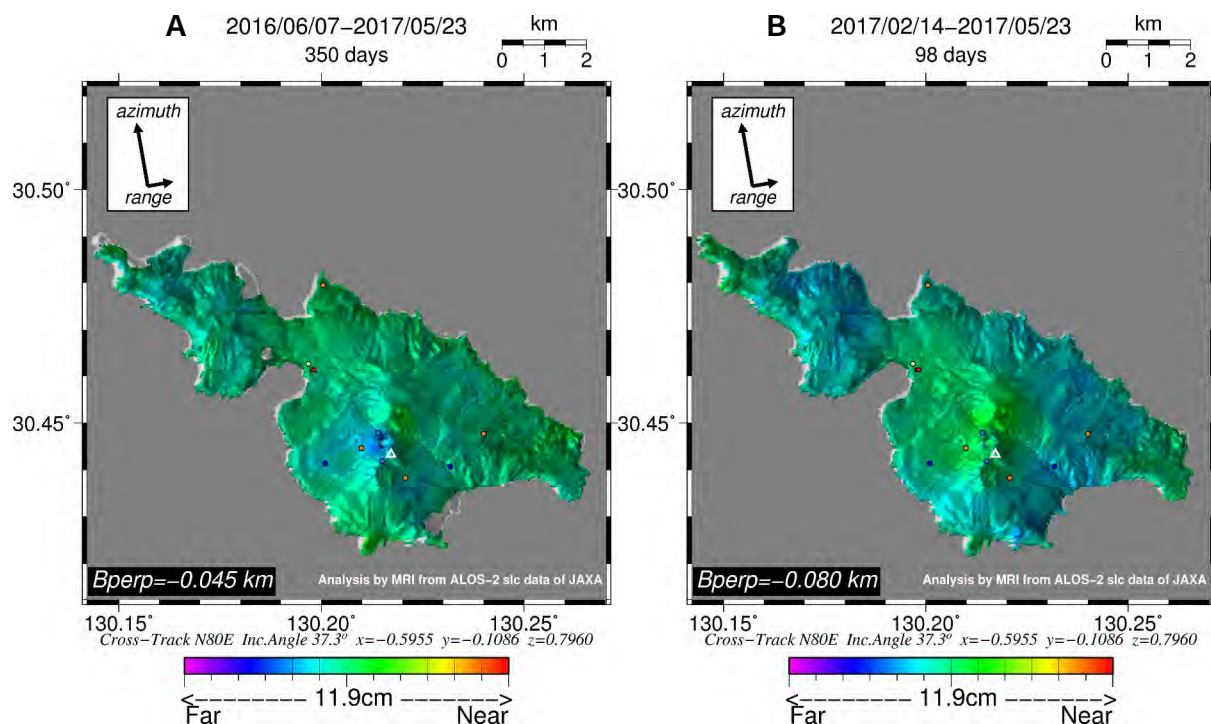
第 1 表 干渉解析に使用したデータ

Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
23-3000 (SM1_U2-7)	南行	右	42.9°	2016.03.07	2017.03.06	第 1 図-A
				2016.11.14	2017.03.06	第 1 図-B
131-600 (SM1_U2-6)	北行	右	34.3°	2016.06.07	2017.05.23	第 2 図-A
				2017.02.14	2017.05.23	第 2 図-B



第 1 図 path23 (SM1_U2-7) による干渉解析結果 (左：長期ペア, 右：短期ペア)

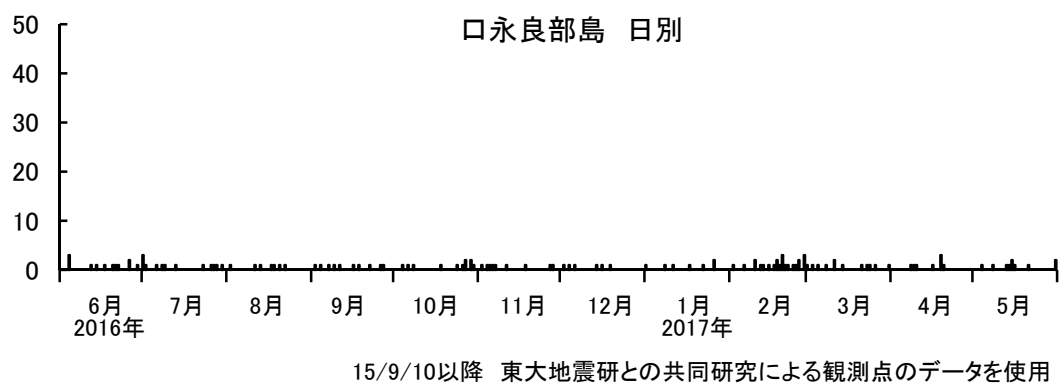
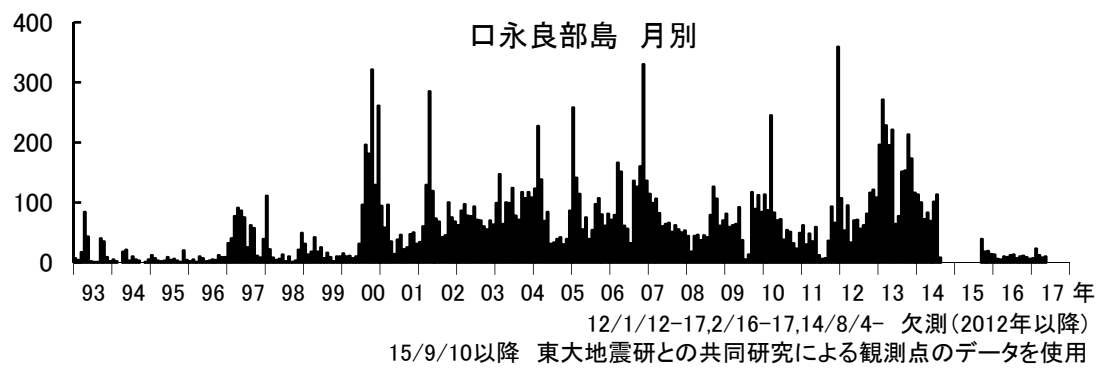
図中の白三角印は古岳の山頂位置を示す。丸印は GNSS 観測点を示す（橙：気象庁, 赤：国土地理院, 青：防災科学技術研究所, 水：産業総合技術研究所, 黄：京都大学防災研究所）新岳火口付近の局所的な場所において、衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。



第 2 図 path131 (SM1_U2-6) による干渉解析 (左：長期ペア, 右：短期ペア)

凡例は第 1 図と同じ。新岳火口付近の局所的な場所において、衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。

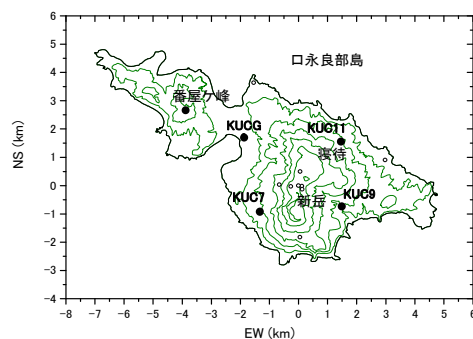
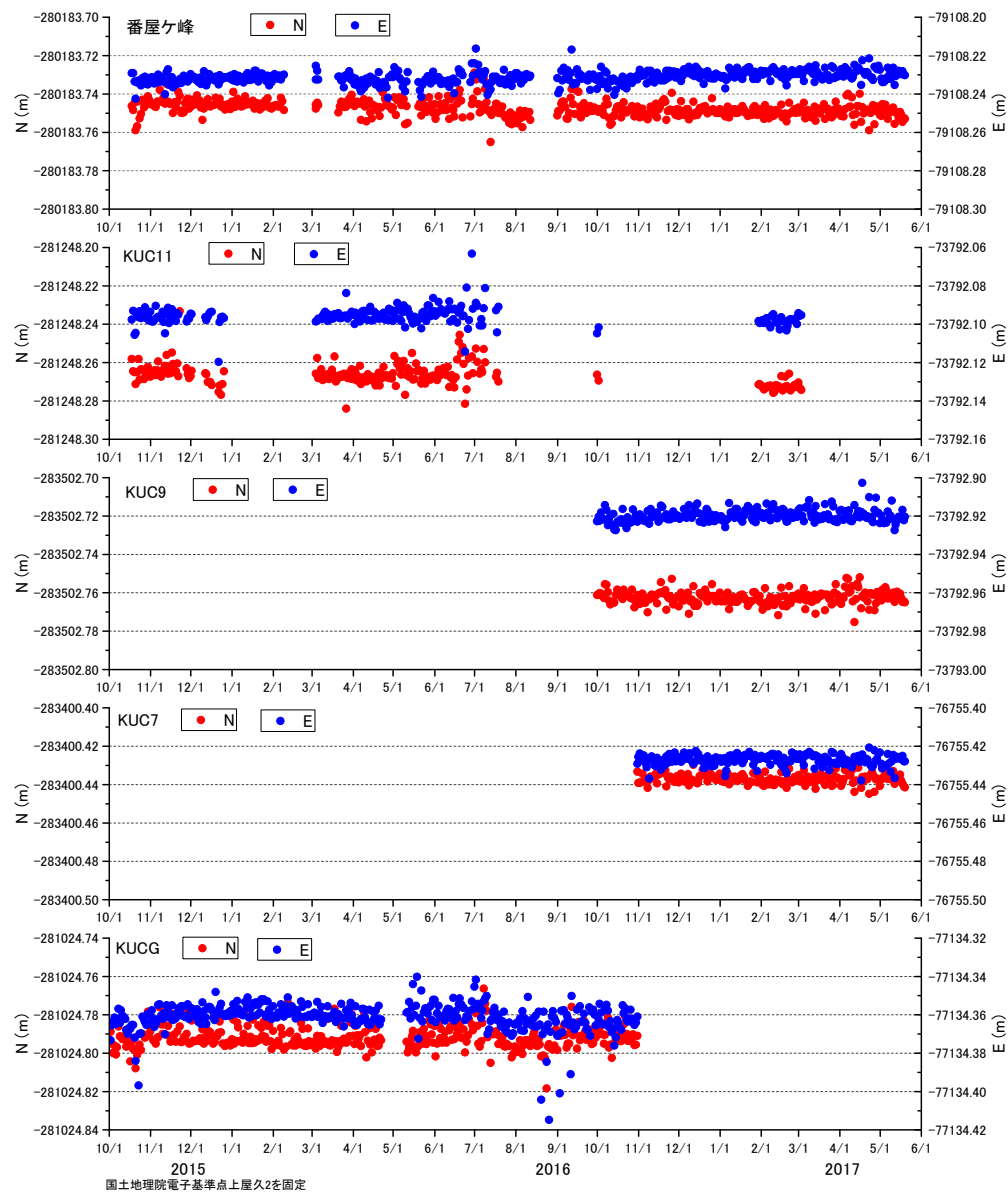
口永良部島における地震活動の推移



口永良部島における火山性地震の発生回数
(2017年5月31日まで)

口永良部島

口永良部島における水平変位



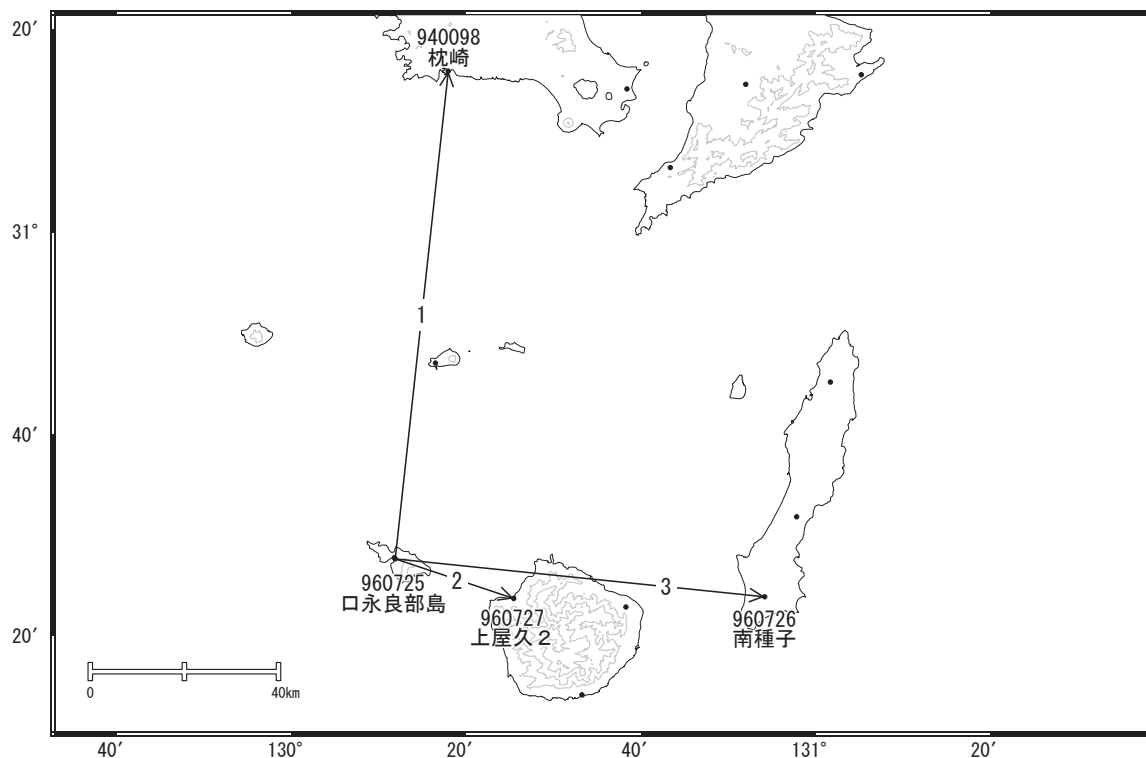
GPS 連続観測 (2017 年 5 月 31 日まで)

桜 島

口永良部島

顕著な地殻変動は観測されていません。

口永良部島周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(1)



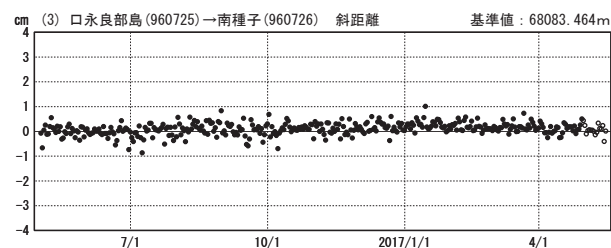
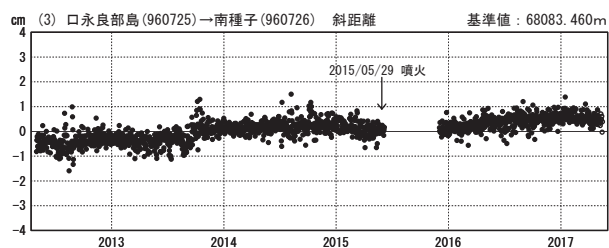
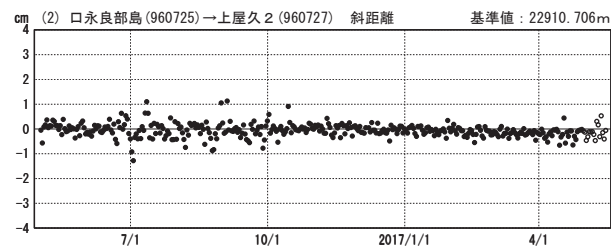
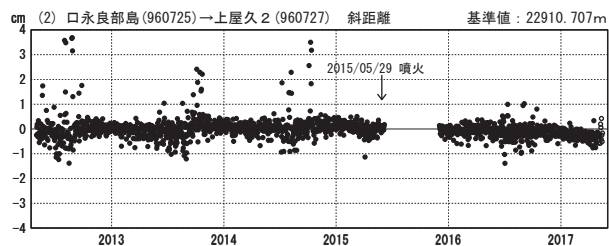
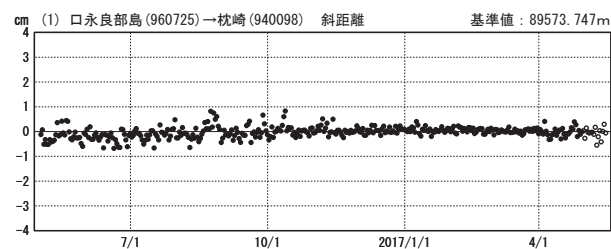
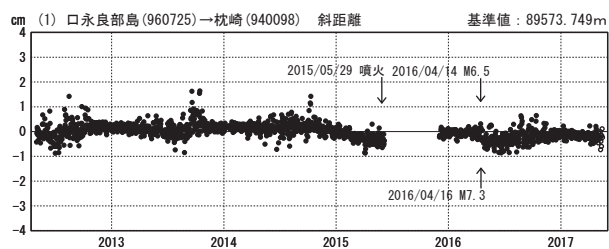
口永良部島周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
940098	枕崎	20121012	アンテナ・受信機交換
		20140114	アンテナ交換
960725	口永良部島	20121012	アンテナ交換
960726	南種子	20121009	アンテナ交換
		20160712	受信機交換
960727	上屋久2	20121012	アンテナ交換
		20161206	受信機交換

基線変化グラフ

期間：2012/05/01～2017/05/15 JST

期間：2016/05/01～2017/05/15 JST

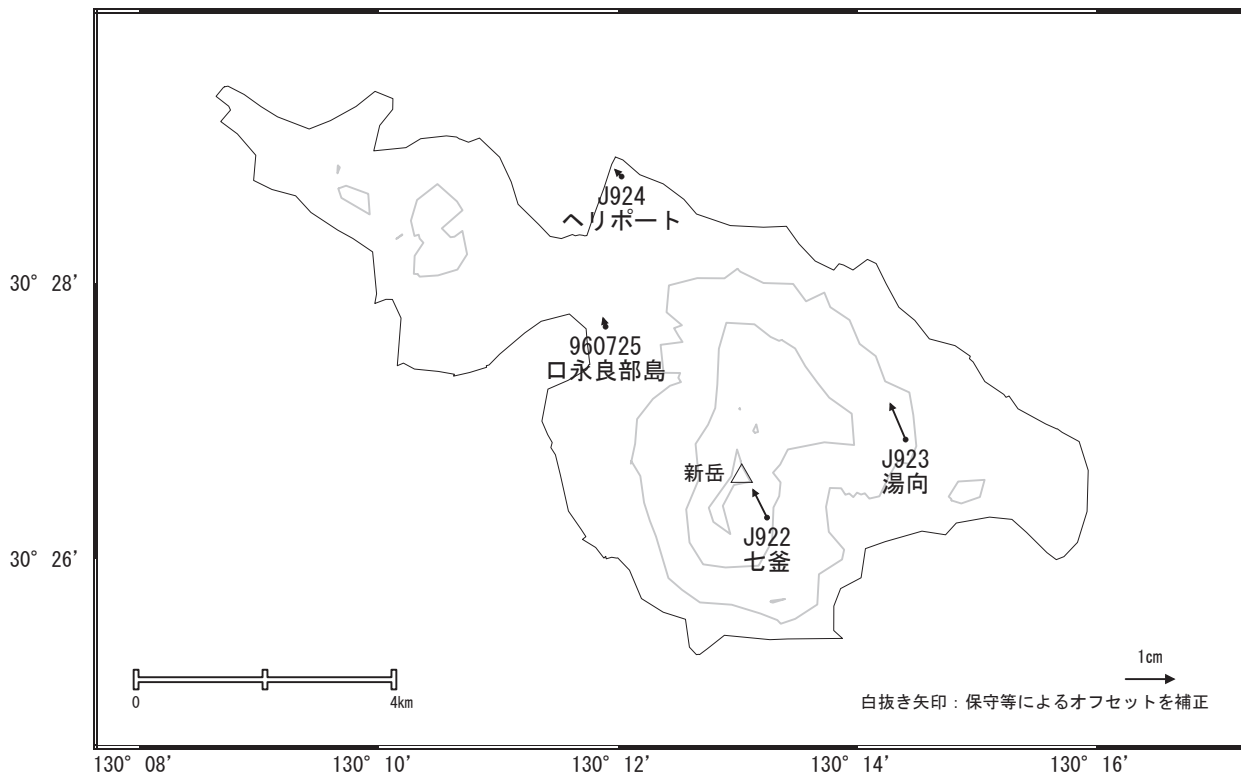


※停電のため、2015/6/7～12/2が欠測

●——[F3:最終解] ○——[R3:速報解]

国土地理院

口永良部島周辺の地殻変動(水平:3ヶ月)

基準期間：2017/02/06～2017/02/15 [F3:最終解]
比較期間：2017/05/06～2017/05/15 [R3:速報解]

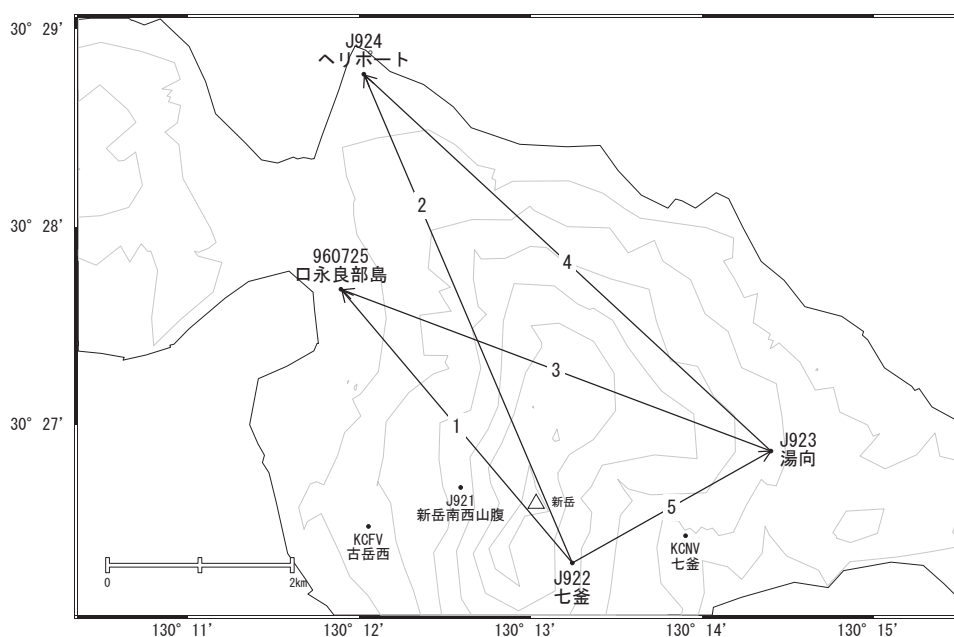
☆ 固定局：枕崎(940098)

国土地理院・気象庁

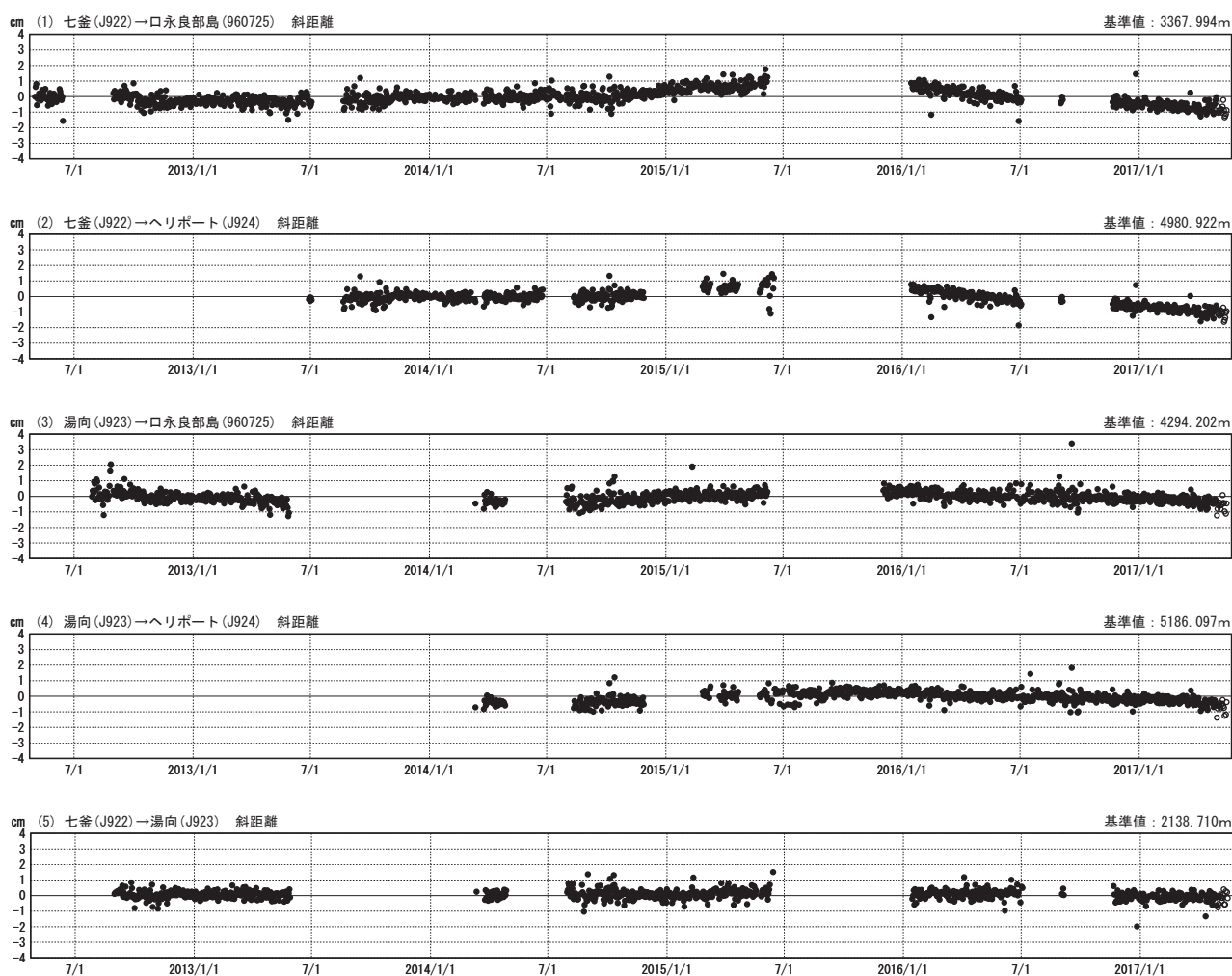
※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

口永良部島

口永良部島周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(2)



期間：2012/05/01～2017/05/15 JST



●— [F3: 最終解]

国土地理院・気象庁

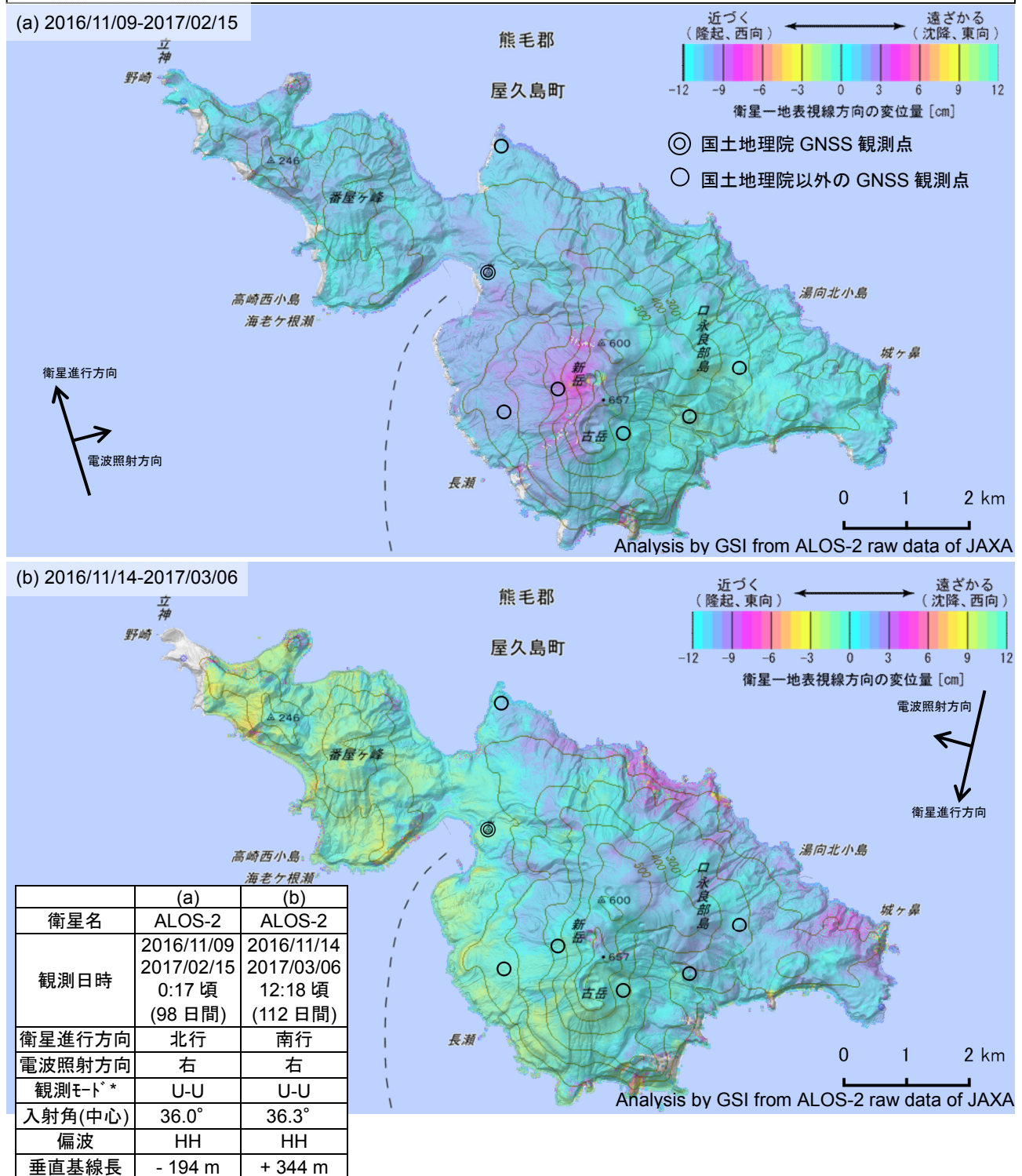
(注) 口永良部島 (960725) は停電のため、2015/6/7～12/2が欠測しました。

※ [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

口永良部島

口永良部島の SAR 干渉解析結果について

判読) ノイズレベルを超える変動は見られない。



口永良部島