

第 135 回
火山噴火予知連絡会資料

(その2) 桜島

平成 28 年 6 月 14 日

火山噴火予知連絡会資料（その2）

目次

桜島

気象庁	3
東大震研	33
京大桜島	35
地理院	44
砂防部	53
海保	58

桜 島 (2016年5月31日現在)

桜島の噴火活動は、活発な状態で経過した。

昭和火口では2016年2月5日に爆発的噴火¹⁾が発生し、噴煙が火口縁上2,200mまで上がり、噴石が3合目(昭和火口より1,300~1,800m)まで達した。同日19時13分に火口周辺警報を発表し、噴火警戒レベルを2(火口周辺規制)から3(入山規制)に引き上げた。爆発的噴火はその後時々発生し、今期間(2016年1月から5月)44回で、うち8回大きな噴石が4合目(昭和火口より800~1,300m)まで達した。噴煙の高さが火口縁上3,000m以上の噴火²⁾は15回発生し(そのうち爆発的噴火は10回)、5月1日15時36分の爆発的噴火では、多量の噴煙が火口縁上4,100mに達した。ごく小規模な火砕流が3回発生し、昭和火口の東および南東側へ400~500m流下した。

南岳山頂火口では、噴火が10回発生した。噴煙の高さが火口縁上3,000m以上の噴火は2回発生し、5月13日16時38分の噴火では、多量の噴煙が火口縁上3,700mに達した。

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の月別の噴出量は、2016年1月約3万トン、2月及び3月約10万トン、4月約20万トンとわずかずつ増加した。

地殻変動観測では、2015年8月の急激な山体膨張が停止した後に続いていた山体の収縮傾向が2016年1月頃から停滞している。また、GNSS観測では始良カルデラを挟む基線で引き続き伸びの傾向が続いた。

火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は1日あたり100~600トンと2016年1月以前より増加した。

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。

○ 概況 (2016年1月~2016年5月31日)

・噴煙、噴火活動、降灰の状況(表1、表3、表4、図1~7、図17-①②③⑤、図18、図20-①②③⑤、図22-①②、図25、図31、図33)

昭和火口では、爆発的噴火を含む噴火が、2015年9月28日以降、2016年1月までは観測されなかったが、2月5日18時56分に爆発的噴火が発生し、やや多量の噴煙が火口縁上2,200mまで上がり、弾道を描いて飛散する大きな噴石が3合目(昭和火口より1,300~1,800m)まで達した。その後も爆発的噴火は時々発生した。噴火は1月0回、2月55回、3月14回、4月52回、5月22回、合計143回発生した。そのうち爆発的噴火は、2月22回、3月5回、4月15回、5月2回、合計は44回であった。大きな噴石が4合目(昭和火口より800~1,300m)まで達する爆発的噴火は8回発生した。噴煙の高さが火口縁上3,000m以上の噴火は15回発生し、5月1日15時36分の爆発的噴火では、多量の噴煙が火口縁上4,100mに達した。ごく小規模な火砕流が3回発生し、昭和火口の東および南東側へ400~500m流下した。

3月26日に実施した現地調査では、桜島島内の鹿児島市黒神町付近(昭和火口から

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。

東側約4 km) で3月26日10時44分昭和火口の爆発的噴火に伴って降ったと推定される最大約8 mmの小さな噴石(火山れき)を確認した。4月2日03時11分昭和火口の爆発的噴火では、桜島島内の鹿児島市有村町から古里町(昭和火口から南側約3 km)にかけて降ったと推定される最大約2 cmの小さな噴石(火山れき)を確認した。

南岳山頂火口では、噴火が10回発生した。噴煙の高さが火口縁上3,000m以上の噴火は2回発生し、5月13日16時38分の噴火では、多量の噴煙が火口縁上3,700mに達した。

鹿児島地方気象台では、2016年1月なし、2月4 g/m²(降灰日数2日)、3月0.5 g/m²未満(降灰日数1日)、4月5 g/m²(降灰日数6日)、5月10 g/m²(降灰日数6日)の合計19 g/m²(降灰日数15日)の降灰を観測³⁾した。

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の月別の噴出量は、2016年1月約3万トン、2月及び3月約10万トン、4月20万トンとわずかずつ増加した。2016年1月から4月までの総噴出量は約40万トンであった。

・昭和火口、南岳山頂火口及び桜島山体の状況(図8~16)

2016年4月20日と5月18日に桜島周辺からの赤外熱映像装置による観測を実施し、昭和火口近傍及び南岳南東側山腹ではこれまでと同様に熱異常域が観測された。それ以外の火口周辺や山腹では特段の変化は認められなかった。2006年当初、火口近傍及び南岳南東側山腹にみられた熱異常域は、2009年以降、縮小傾向にある。昭和火口の噴火活動が活発化した影響により、この領域上に噴火に伴う砕屑物が堆積した影響が考えられる。

2016年2月6日に鹿児島県、3月11日に陸上自衛隊第8師団の協力を得て上空からの観測を実施した。2月6日の赤外熱映像装置による観測では、2015年12月2日の観測時と比較して昭和火口内の温度の上昇が認められたが、その他の観測では昭和火口周辺および昭和火口の形状に特段の変化は認められなかった。南岳山頂火口では2月6日および3月11日の観測とも白色の噴煙が上がっており、火口内の状況は確認できなかった。

2016年2月18日に桜島の黒神河原においてセオドライトを用いた火口形状観測を実施した。2015年10月15日に行った観測に比べて、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435mで、前回(約433m)と同程度であった。

・地震や微動の発生状況(表2、図19、図21、図22-③④、図23、図24)

火山性地震は少ない状態で経過した。震源は、南岳から北岳直下の海拔下0~5 km付近、桜島南西部の海拔下7~9 km付近、桜島西部の海拔下7 km付近に分布した。

火山性微動は少ない状態で経過した。

・地殻変動の状況(図26~30、図34~38)

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見られない。

GNSS連続観測では、始良カルデラの膨張を示す伸びの傾向は2013年6月頃からほぼ停滞していたが、2015年1月頃から伸びの傾向がみられる。島内では8月15日の急激な変動後は山体の収縮傾向がみられていたが、2016年1月頃から停滞している。

5月28日05時45分に発生した継続時間約1分の振幅の小さな火山性微動に伴い、ごくわずかな地殻変動を観測した。

・火山ガス（二酸化硫黄）の状況（図17④、図20④）

1日あたりの火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は100～600トンと、噴火活動が低調であった2015年9月～2016年1月頃までの100トン前後の状況より増加した。

- 1) 桜島では、爆発地震を伴い、爆発音または体感空振または噴石の火口外への飛散を観測、または東郡元空振計、あるいは島内空振計のいずれかで一定以上の空振を観測した場合に爆発的噴火としている。
- 2) 桜島では噴火活動が活発なため、噴火のうち、爆発的な噴火もしくは一定規模以上の噴火の回数を計数している。資料の噴火回数はこの回数を示す。
- 3) 鹿児島地方気象台（桜島南岳の西南西、約11km）における前日09時～当日09時に降った1㎡あたりの降灰量を観測している。

表 1 桜島 最近1年間の月別噴火回数（2015年4月～2016年5月）

2015～2016年		4月	5月	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	噴火回数	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	6	1	3	12
	爆発的噴火	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
昭和	噴火回数	241	244	103	21	6	96	—	—	—	—	55	8	51	22	847
	爆発的噴火	112	169	64	14	5	46	—	—	—	—	22	5	15	2	454

表 2 桜島 最近1年間の月別地震回数・微動時間（2015年4月～2016年5月）

2015～2016年		4月	5月	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		1443	868	1633	862	1321	569	47	98	37	33	486	129	256	164	7946
微動時間（時間：分）		204	119	247	49	2	29	0	—	—	—	14	1	8	255	928

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
(2015年4月～2016年5月)

2015～2016年		4月	5月	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/㎡）		107	309	18	6	0	4	1	—	—	—	4	0	5	10	464
降灰日数		12	14	7	9	3	6	2	0	0	0	2	1	6	6	68

表 4 桜島 最近1年間の月別の火山灰の噴出量（2015年3月～2015年4月）

2015年		3月	4月	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）		68	120	100	30	6	9	4	7	3	6	3	10	10	20	376

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。
周辺に堆積した火山灰が風により観測容器に舞い込んだ可能性がある。



図 1 桜島 2016 年 2 月 5 日 18 時 56 分の昭和火口の爆発的噴火の状況
 (海淵カメラ：大隅河川国道事務所設置)
 大きな噴石(黄色円内)が3合目(昭和火口より1,300~1,800m)まで達した。



図 2 桜島 2016 年 3 月 26 日及び 4 月 2 日の昭和火口の爆発的噴火に伴って降ったと推定される小さな噴石(火山れき)の採取場所

- 採取場所 1 : 3 月 26 日 10 時 44 分昭和火口の爆発的噴火に伴って降ったと推定される最大約 8mm の小さな噴石(火山れき)を採取した場所
- 採取場所 2 : 4 月 2 日 03 時 11 分昭和火口の爆発的噴火に伴って降ったと推定される最大約 2 cm の小さな噴石(火山れき)を採取した場所



図 3 桜島 2016 年 4 月 2 日 03 時 11 分の昭和火口の爆発的噴火の状況
(海淵可視カメラ：大隅河川国道事務所設置)



図 4 桜島 2016 年 4 月 2 日 03 時 11 分の昭和火口の爆発的噴火に伴って降ったと推定される小さな噴石（火山れき）

桜島島内の鹿児島市有村町から古里町（昭和火口から南側約 3 km）にかけて、最大約 2 cm の小さな噴石（火山れき）を確認した。



図5 桜島 2016年4月30日09時25分の昭和火口の爆発的噴火の状況
(早崎可視カメラ：大隅河川国道事務所設置)
爆発的噴火に伴い、ごく小規模な火砕流が昭和火口の南東側に約500m流下した。



図6 桜島 2016年5月1日15時36分の昭和火口の爆発的噴火の状況
(牛根カメラ)
多量の噴煙が昭和火口の火口縁上4,100mまで上がり、南東へ流れた。



図 7 桜島 2016 年 5 月 13 日 16 時 38 分に南岳山頂火口で発生した噴火
 (牛根カメラ)
 多量の噴煙が南岳山頂火口の火口縁上 3,700m まで上がり、北東へ流れた。



図 8 桜島 観測点位置図 (燈丸は撮影位置を、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。

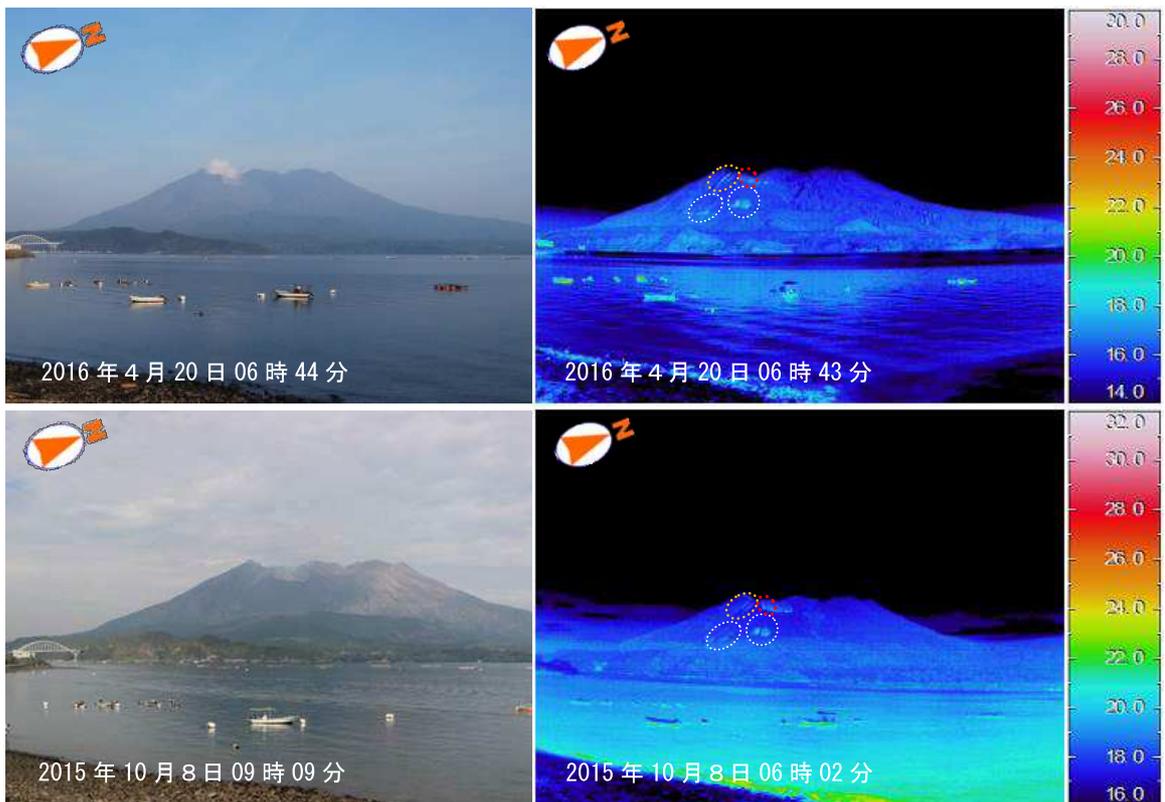


図 9 桜島 道の駅たるみずからの可視画像及び赤外熱映像装置による地表面温度分布
 昭和火口近傍（橙破線内）及び南岳南東側山腹（白破線内）、昭和火口内壁の一部（赤破線内）では、これまでと同様に熱異常域が観測されたが、特段の変化は認められなかった。

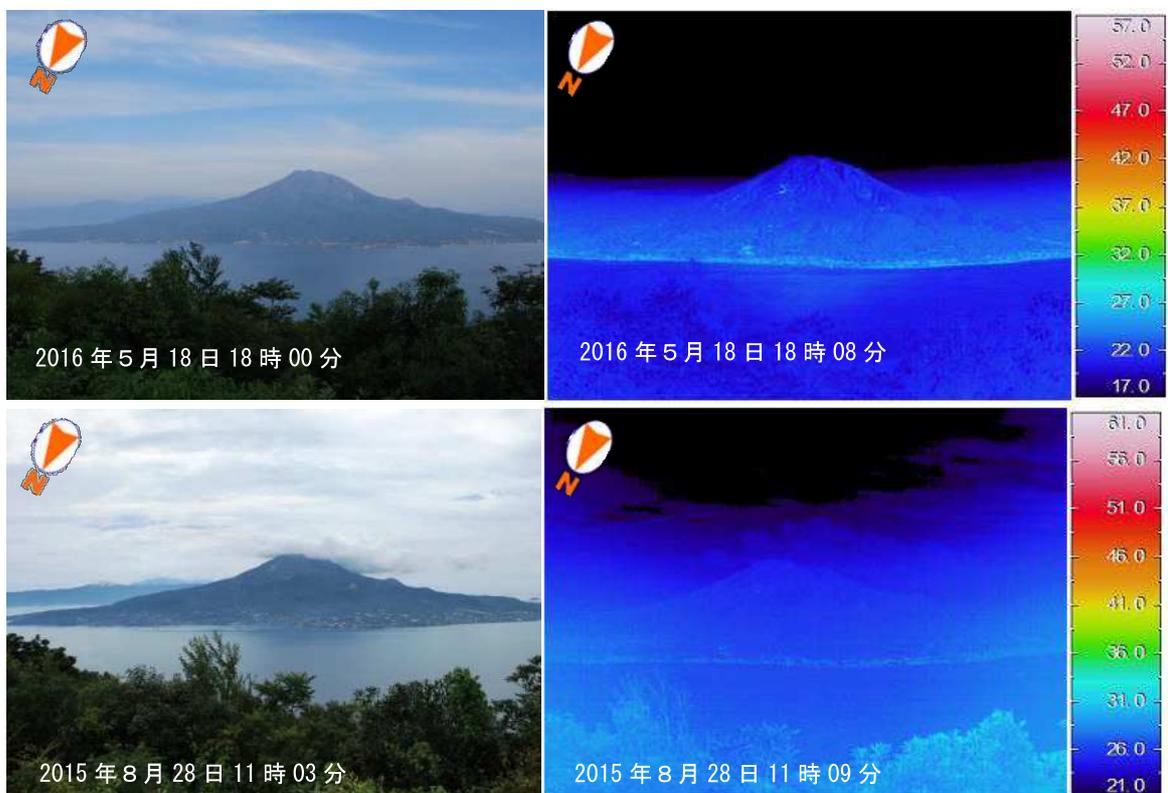


図 10 桜島 寺山公園からの可視画像及び赤外熱映像装置による地表面温度分布
 桜島の北側斜面から北西側斜面にかけて特段変化は認められなかった。5合目から6合目付近にかけて高温域（白破線内）を認めたが、構造物（砂防堰堤等）の影響による。

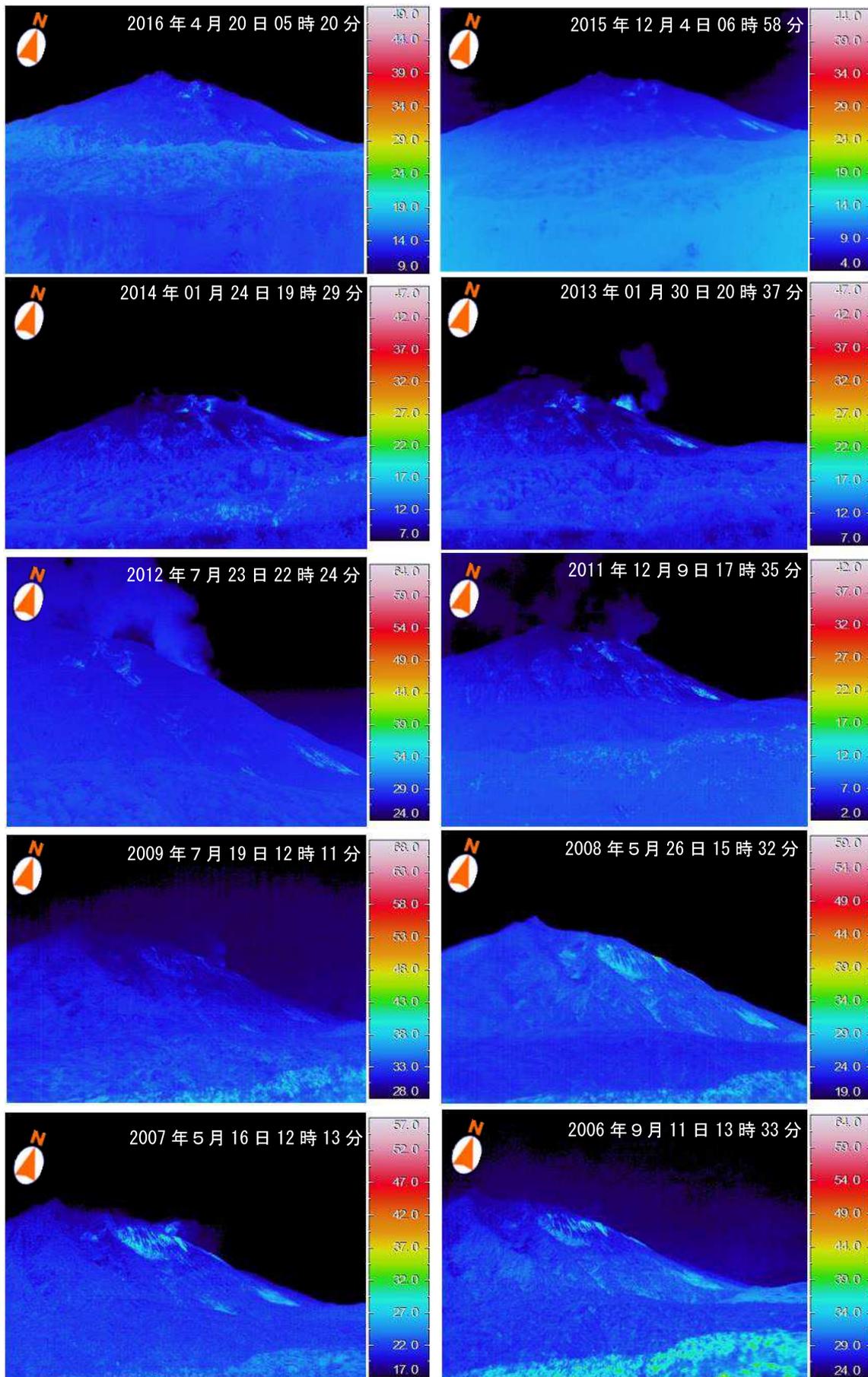


図 11 桜島 有村展望所からの赤外熱映像装置による地表面温度分布
 (2006年9月11日～2016年4月20日)

2006年当初、火口近傍及び南岳南東側山腹にみられた熱異常域は、2009年以降、縮小傾向にある。昭和火口の噴火活動が活発化した影響により、この領域上に噴火に伴う碎屑物が堆積した影響が考えられる。

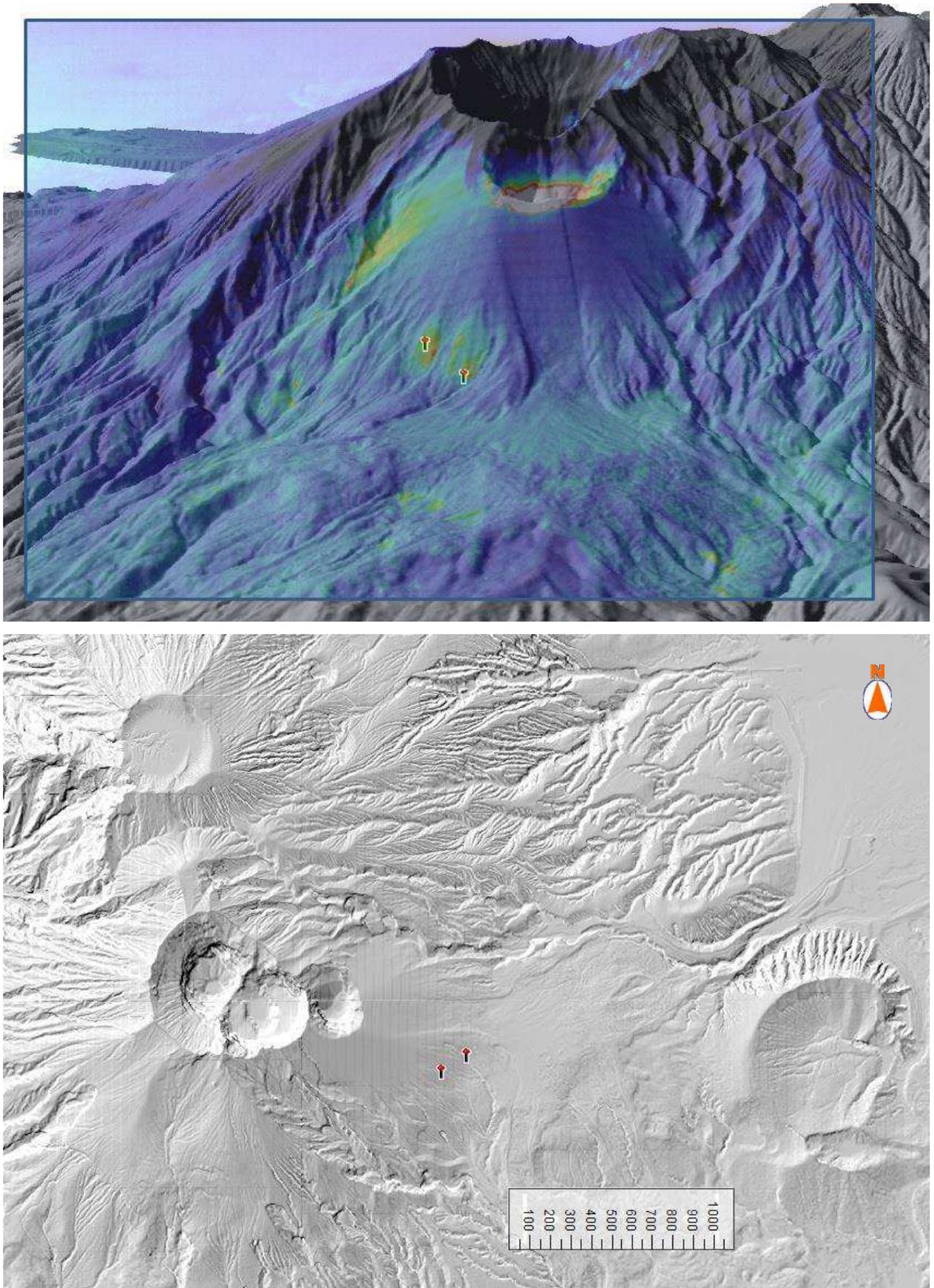


図 12 桜島 2016 年 2 月 6 日上空からの赤外熱映像装置地表面温度分布
 南岳南東側山腹の熱異常域を大隅河川国道事務所提供の 5 m メッシュ数値地図にカシミール 3 D によって合成表示した (上図)。下図は上図の熱異常域周辺のポイントを平面で表示。

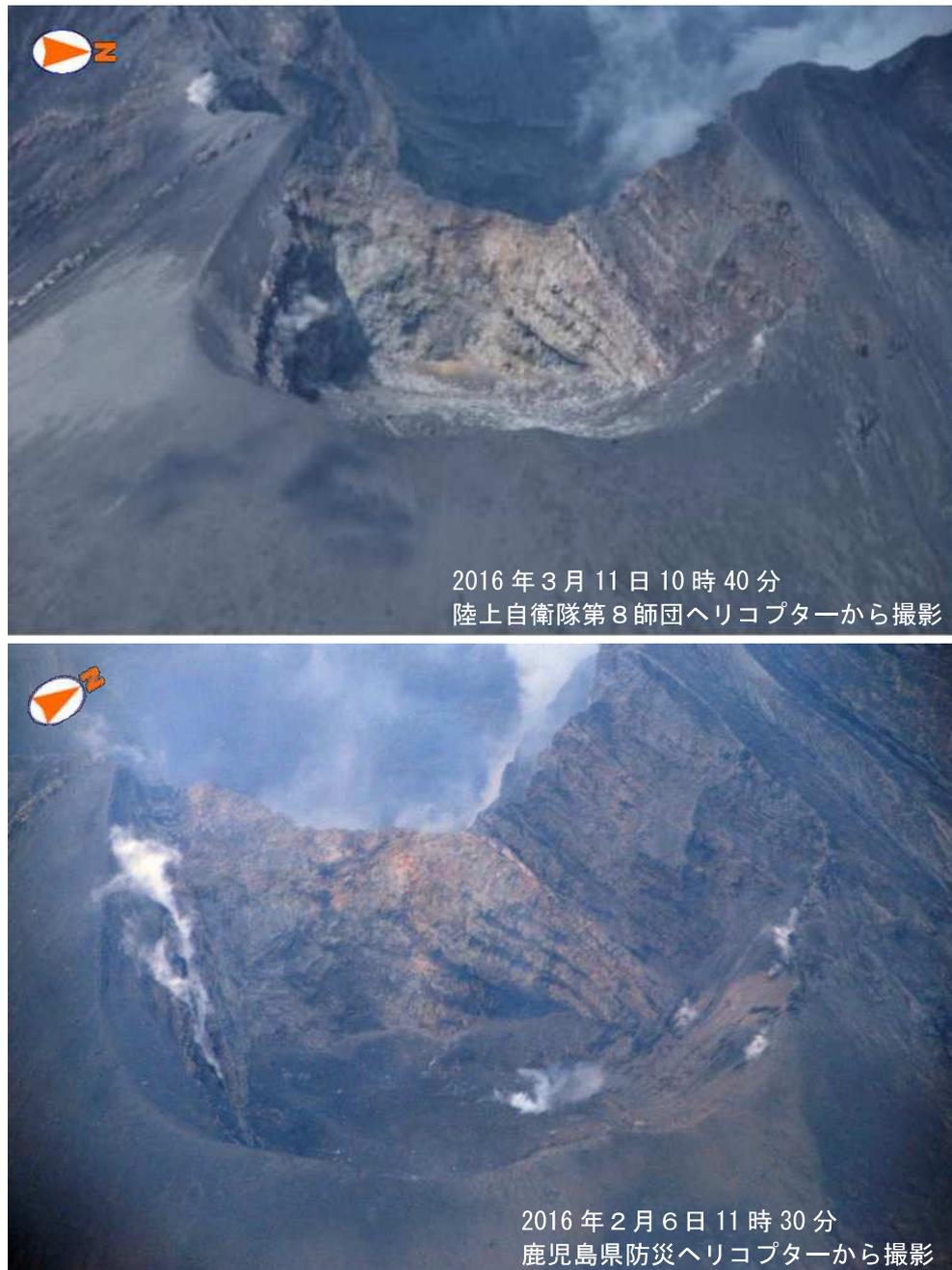


図 13 桜島 昭和火口内の状況（上：2016年3月11日、下：2016年2月6日）

- ・ 2月6日の観測と同様に、火口底に火山灰や噴石が堆積しているのを確認した。
- ・ 2月6日の観測と比較して、火口の形状に特段の変化は認められなかった。



図 14 桜島 南岳山頂火口及び昭和火口の状況
(上：2016年3月11日、下：2016年2月6日)
南岳山頂火口からは白色の噴煙が火口縁上 300mまで上がっており、火口内の状況は噴煙のため確認できなかった。

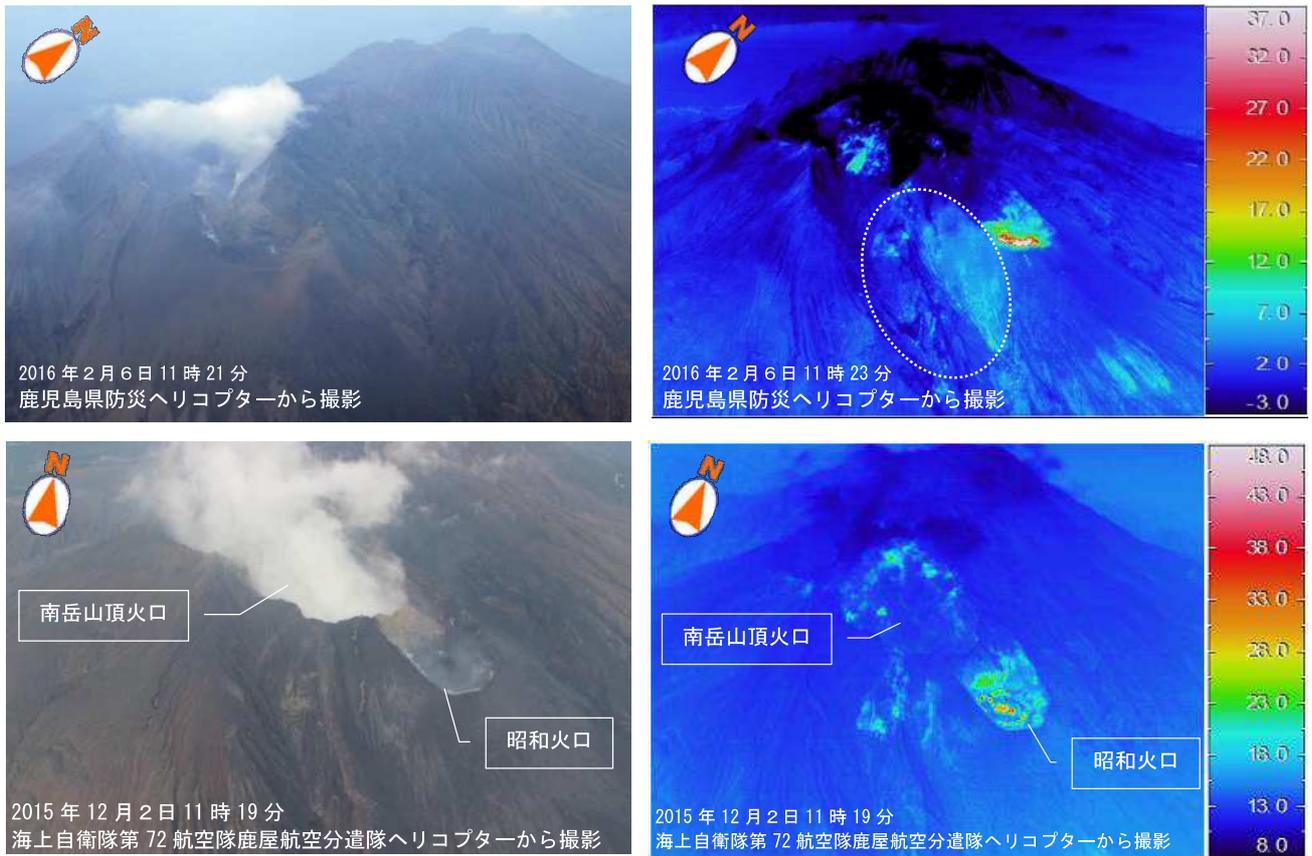


図 15 桜島 昭和火口内、昭和火口周辺、南岳山頂火口の可視画像及び赤外熱映像装置による地表面温度分布（上段：2016年2月6日、下段：2015年12月2日）

- ・昭和火口の赤外熱映像装置による観測では、前回（2015年12月2日）の観測と比べ、火口底の温度上昇が認められた。
- ・昭和火口の南側で2月5日18時56分の爆発的噴火で放出された噴石により、周囲より温度の高い領域（点線内）が確認されたが、南岳山頂火口及び昭和火口周辺に新たな熱異常域は認められなかった。
- ・南岳山頂火口からは白色の噴煙が火口縁上100mまで上がっており、火口内の状況は確認できなかった。赤外熱映像装置による観測では、前回（2015年12月2日）の観測と比べ大きな変化は認められなかった。

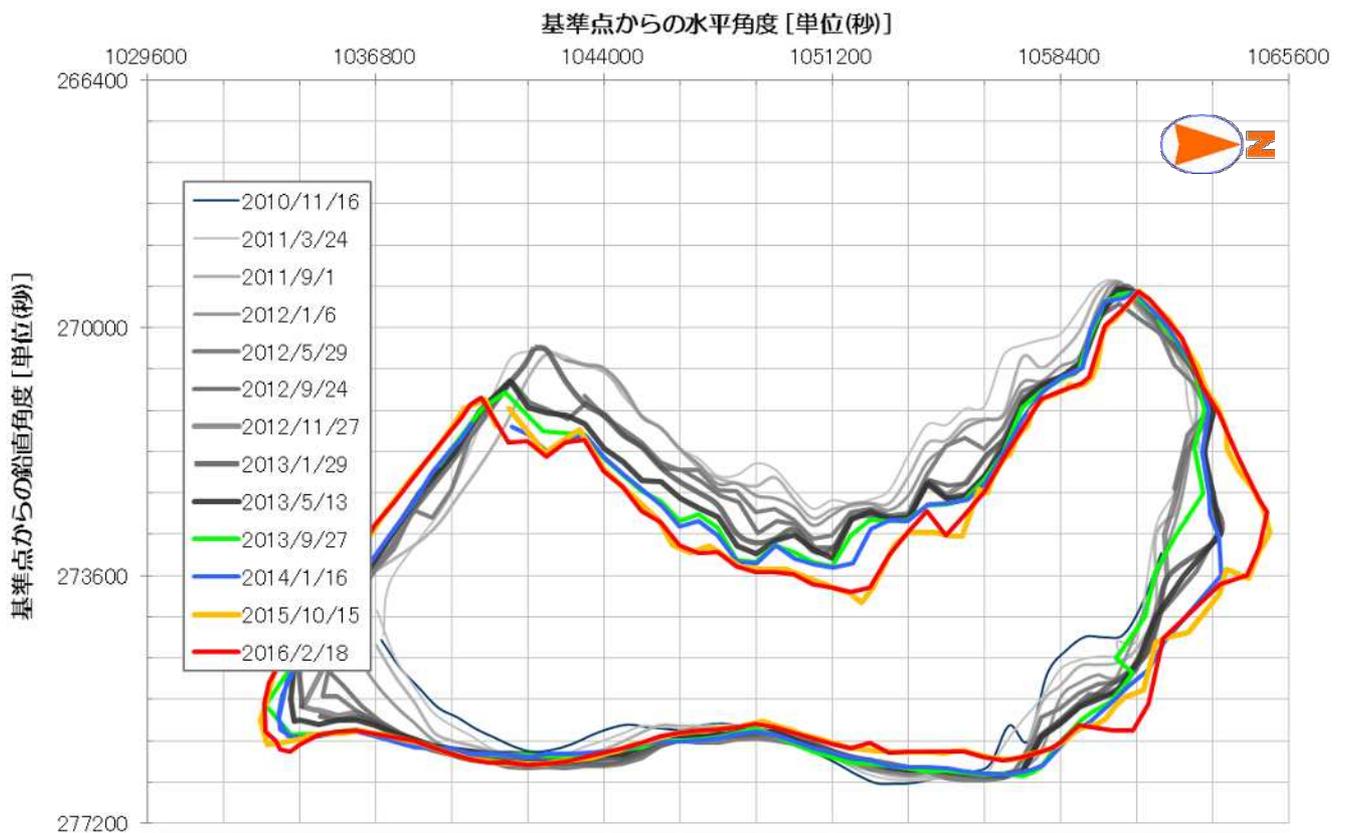
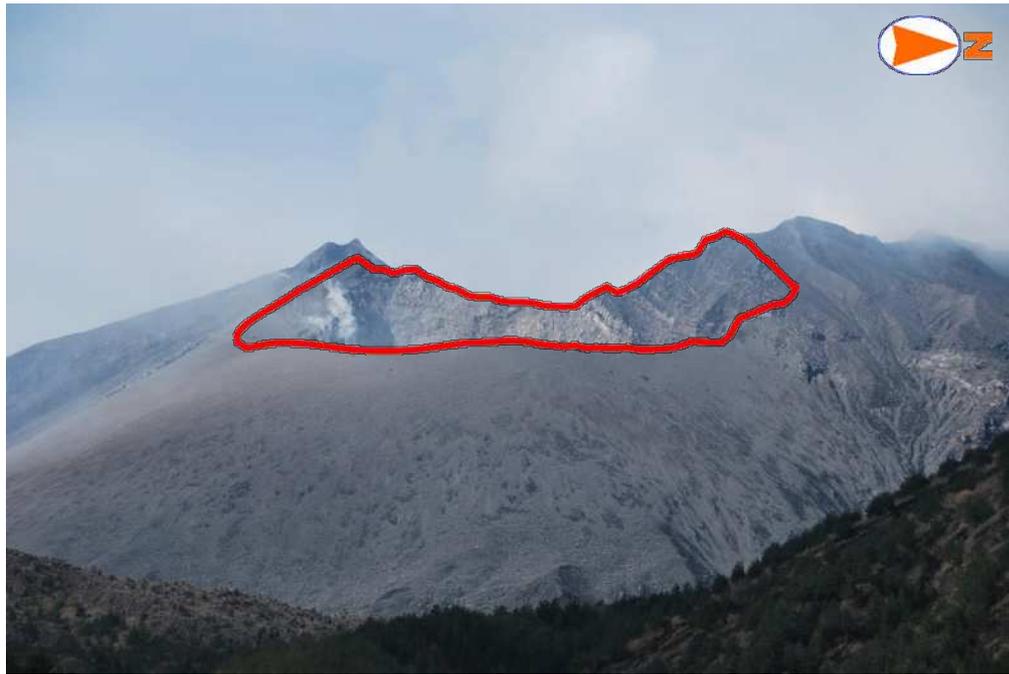


図 16 桜島 昭和火口形状 (2010 年 11 月 16 日～2016 年 2 月 18 日)

- ・ 2015 年 10 月 15 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 435m で、前回 2015 年 10 月 15 日(約 433m)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。

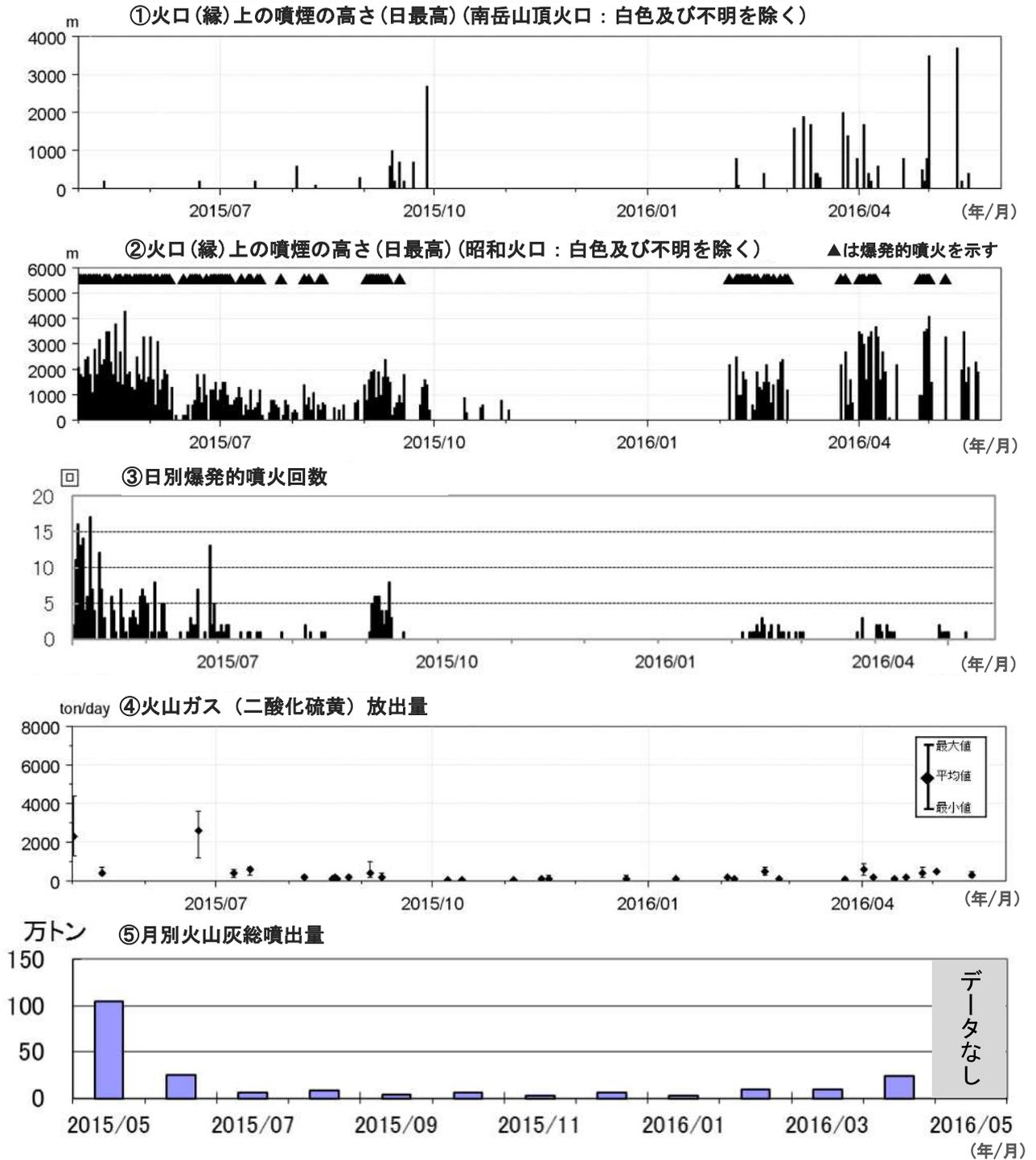


図 17 桜島 最近 1 年間の活動状況 (2015 年 5 月～2016 年 5 月)

<2016 年 1 月～5 月の状況>

- ・ 2015 年 9 月 28 日以降、2016 年 1 月まで噴火は観測されなかったが、2016 年 2 月 5 日から爆発的噴火が時々発生した。
- ・ 火山ガス(二酸化硫黄)の 1 日あたりの放出量は、100～600 トンと概ね少ない状況で経過した。
- ・ 火山灰の月別噴出量は、2016 年 1 月約 3 万トン、2 月及び 3 月約 10 万トン、4 月約 20 万トンとわずかずつ増加した。

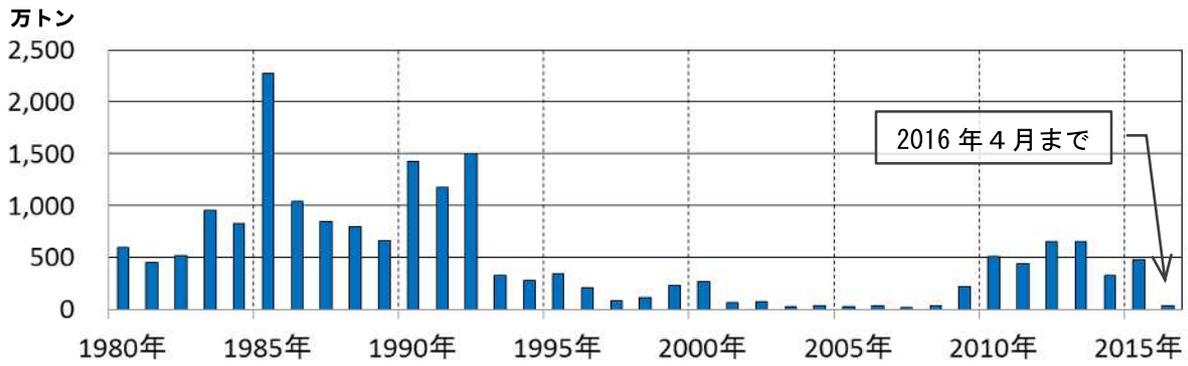


図 18 桜島 年別の火山灰の総噴出量（1980年～2016年4月）
 2016年の4月までの総噴出量は、約43万トンと昨年（2015年）の4月までと比べ少ない状況で経過した。

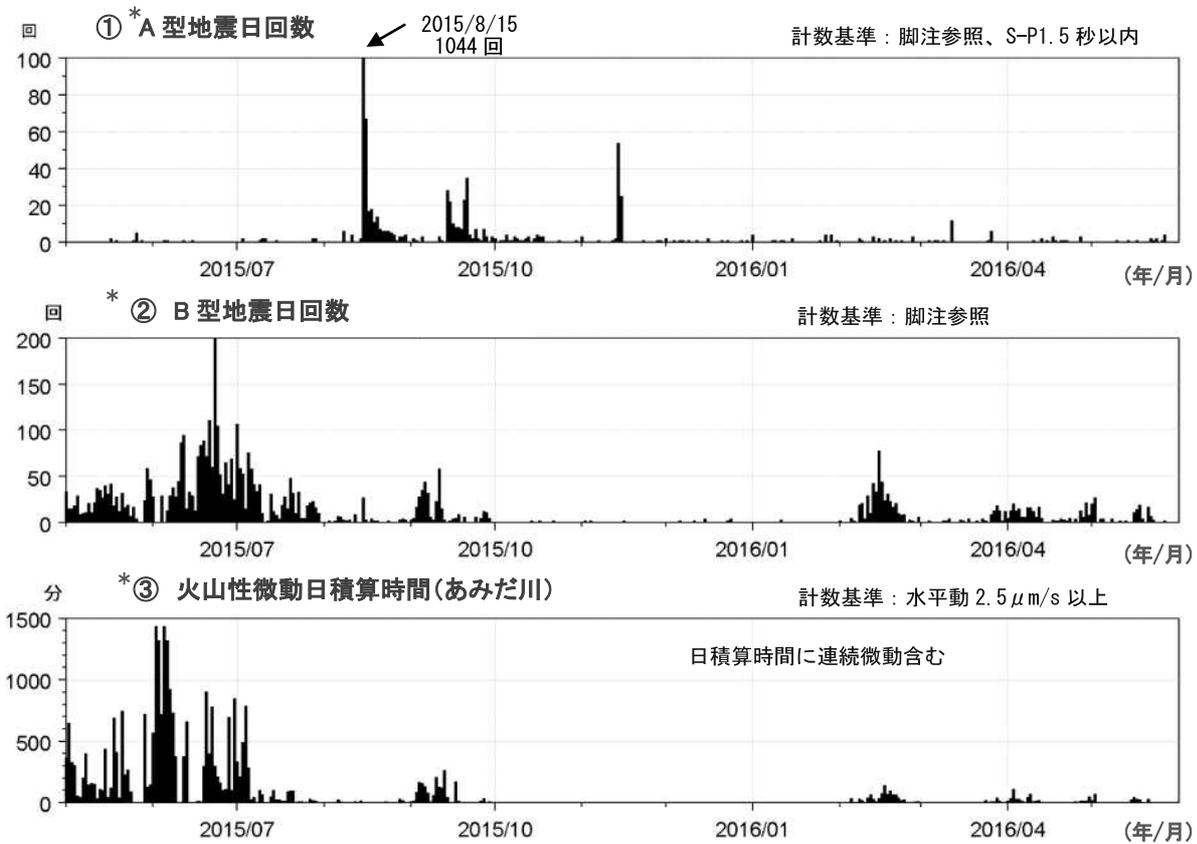


図 19 桜島 最近1年間の地震・微動の状況（2015年5月～2016年5月）
 <2015年5月～2016年5月の状況>
 ・火山性地震は2015年8月15日に一時的に多くなったが、それ以降は少ない状況で経過した。
 ・火山性微動は少ない状況で経過した。

*2014年5月23日までは「赤生原（計数基準 水平動：0.5 μ m）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 μ m/s 横山：水平動 1.0 μ m/s）している。

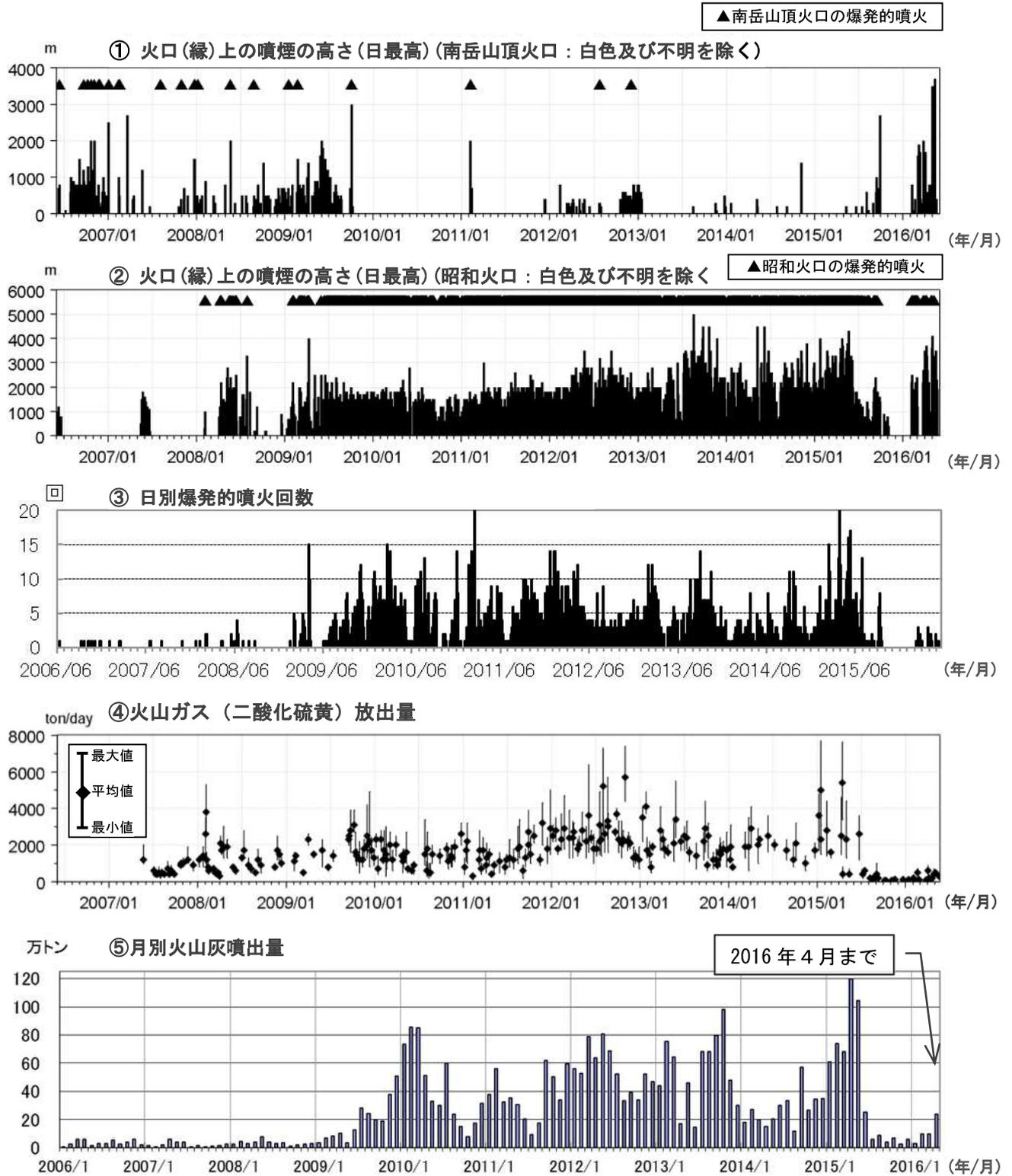


図 20 桜島 昭和火口噴火活動再開(2006年6月)以降の噴煙、火山灰、火山ガスの状況(2006年6月~2016年5月)

*図 17、図 18、図 20 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。周辺に堆積した火山灰が風により観測容器に舞い込んだ可能性がある。

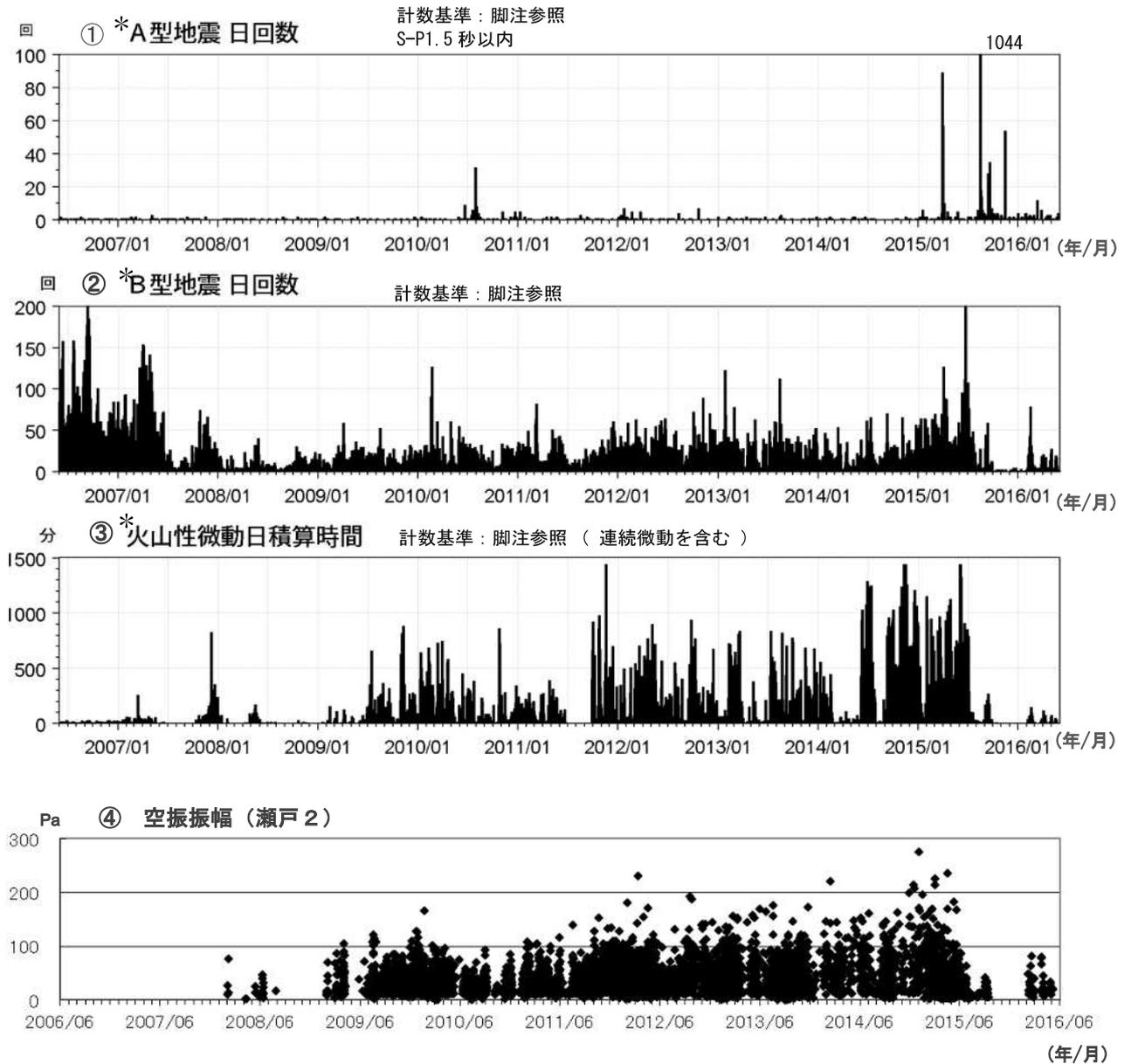


図 21 桜島 昭和火口噴火活動再開 (2006 年 6 月) 以降の地震・微動・空振の状況 (2006 年 6 月～2016 年 5 月)

*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。

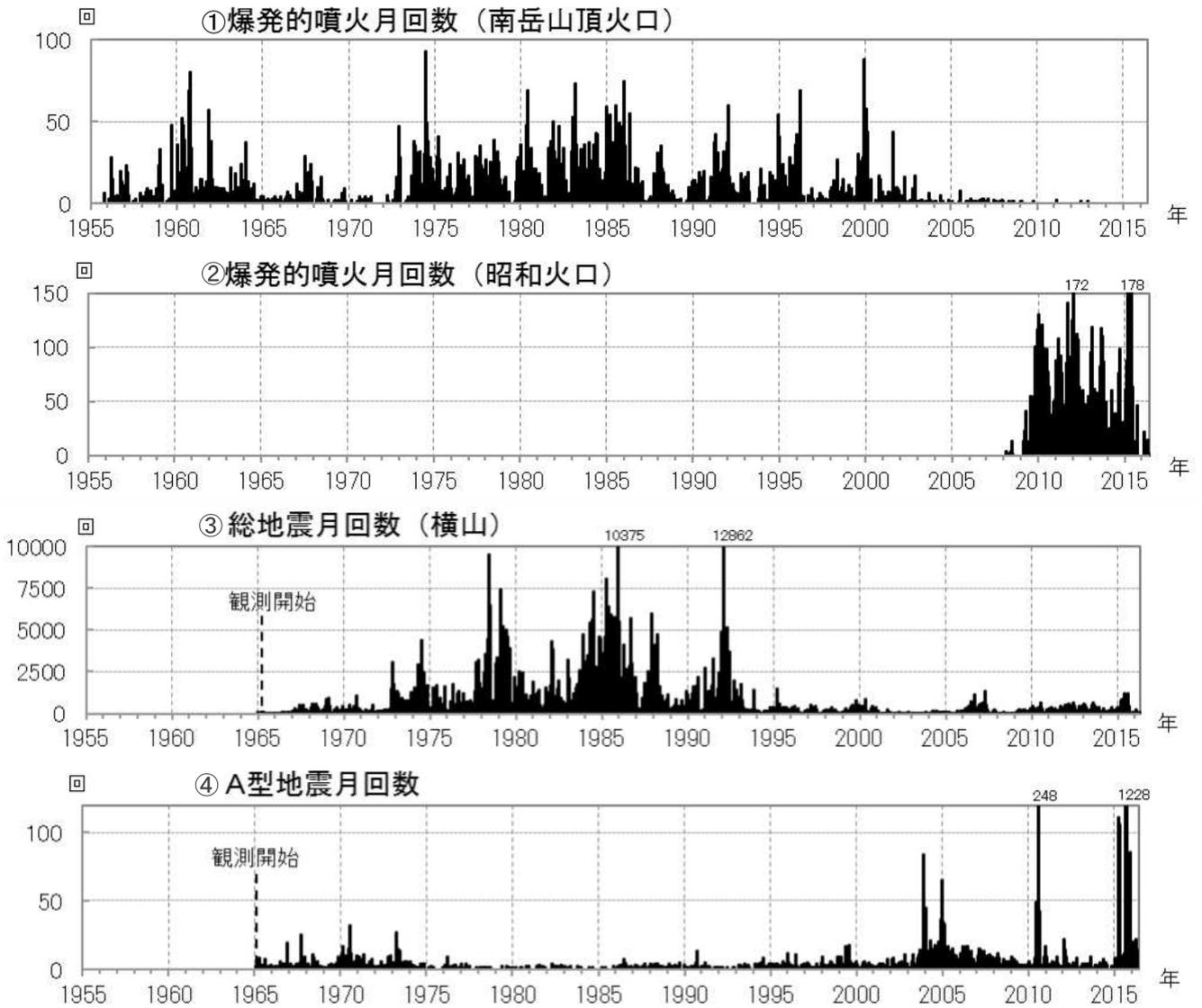


図 22 桜島 長期の活動状況（1955 年 1 月～2016 年 5 月）

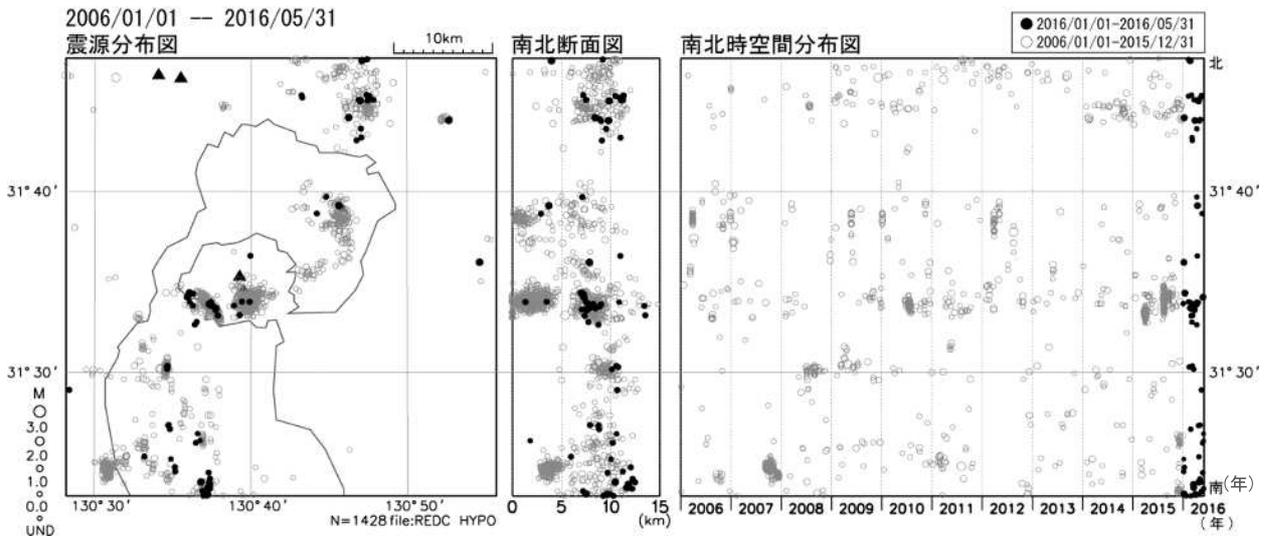


図 23 桜島 一元化震源による桜島周辺の震源分布図 ●：2016 年 1 月～ 2016 年 5 月 31 日の震源 ○：2006 年 1 月～ 2015 年 12 月 31 日の震源
 <2016 年 1 月～2016 年 5 月 31 日の状況>

震源は、桜島島内の直下のほか、桜島の南西から北東方向の湾内にも分布した。

*速度構造：JMA2001 速度構造モデル（上野他，2002）

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。

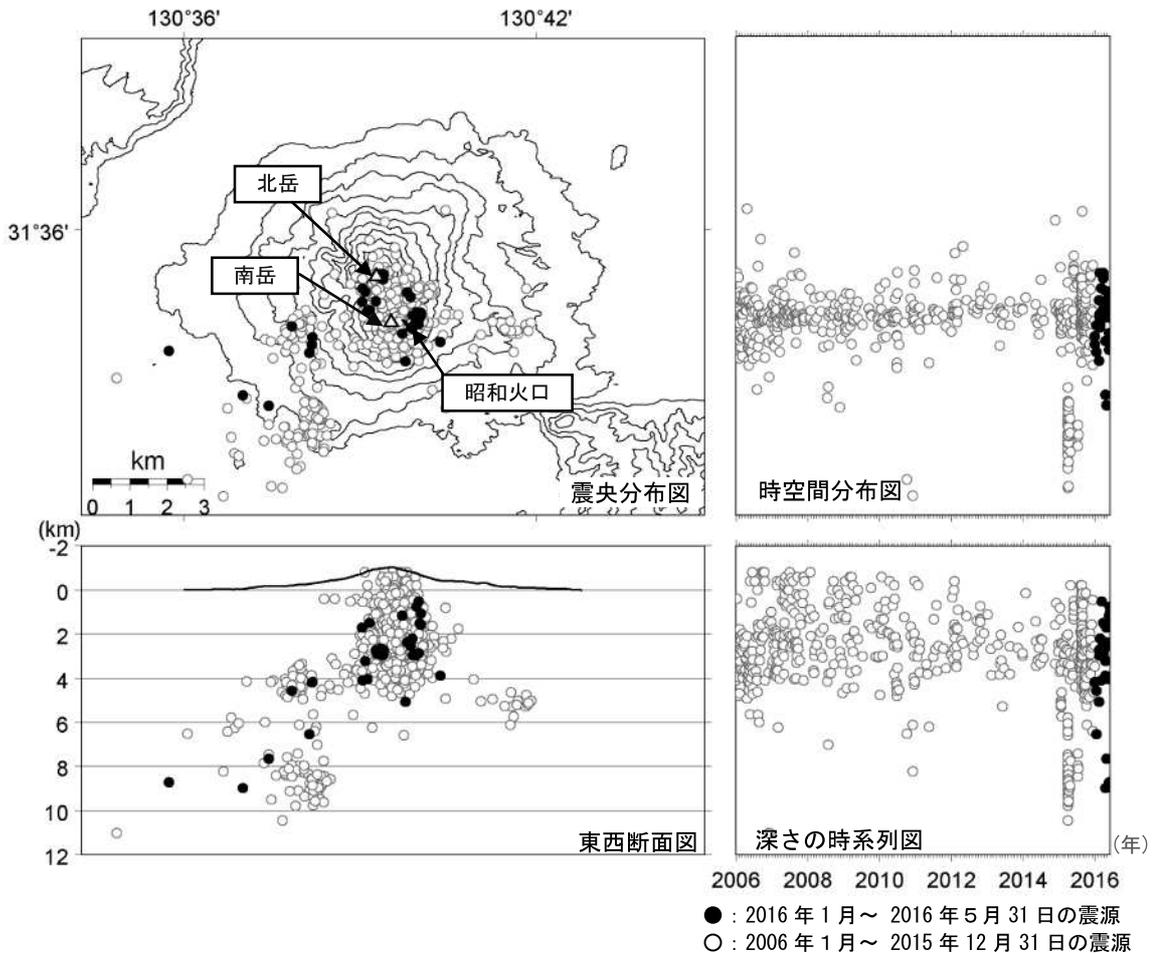


図 24 桜島 震源分布図(2006 年 1 月～2016 年 5 月 31 日)

<2016 年 1 月～5 月の状況>

震源は、南岳から北岳直下の海拔下 0～5 km 付近、桜島南西部の海拔下 4～9 km 付近、桜島西部の海拔下 9 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 50 m メッシュ (標高)』を使用した。

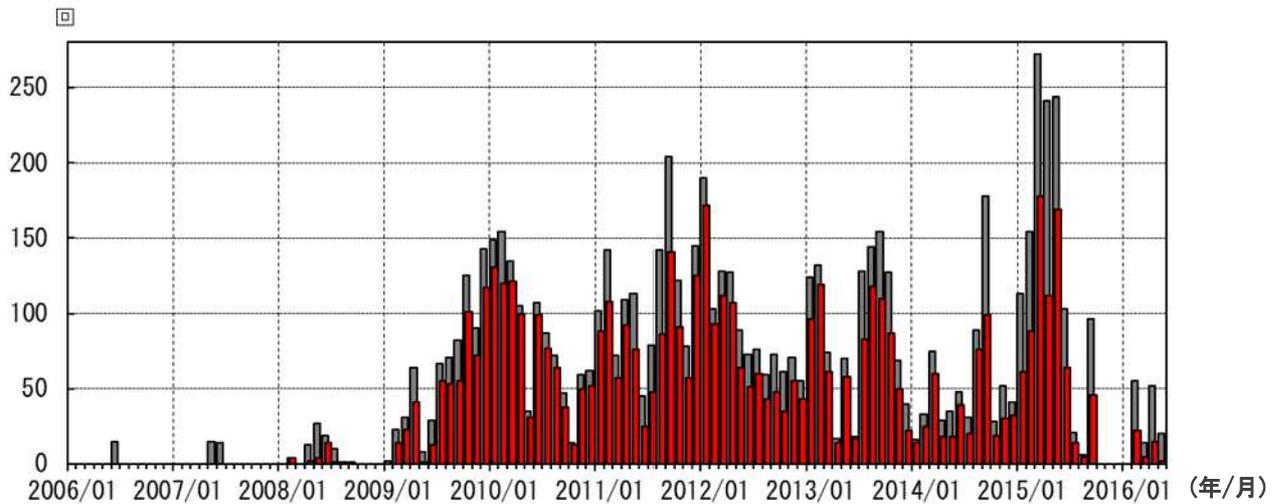


図 25 桜島 昭和火口の月別爆発的噴火回数 (2006 年 1 月～2016 年 5 月 31 日)

2015 年 9 月 28 日以降、2016 年 1 月まで噴火は観測されなかったが、2016 年 2 月 5 日から爆発的噴火が時々発生した。

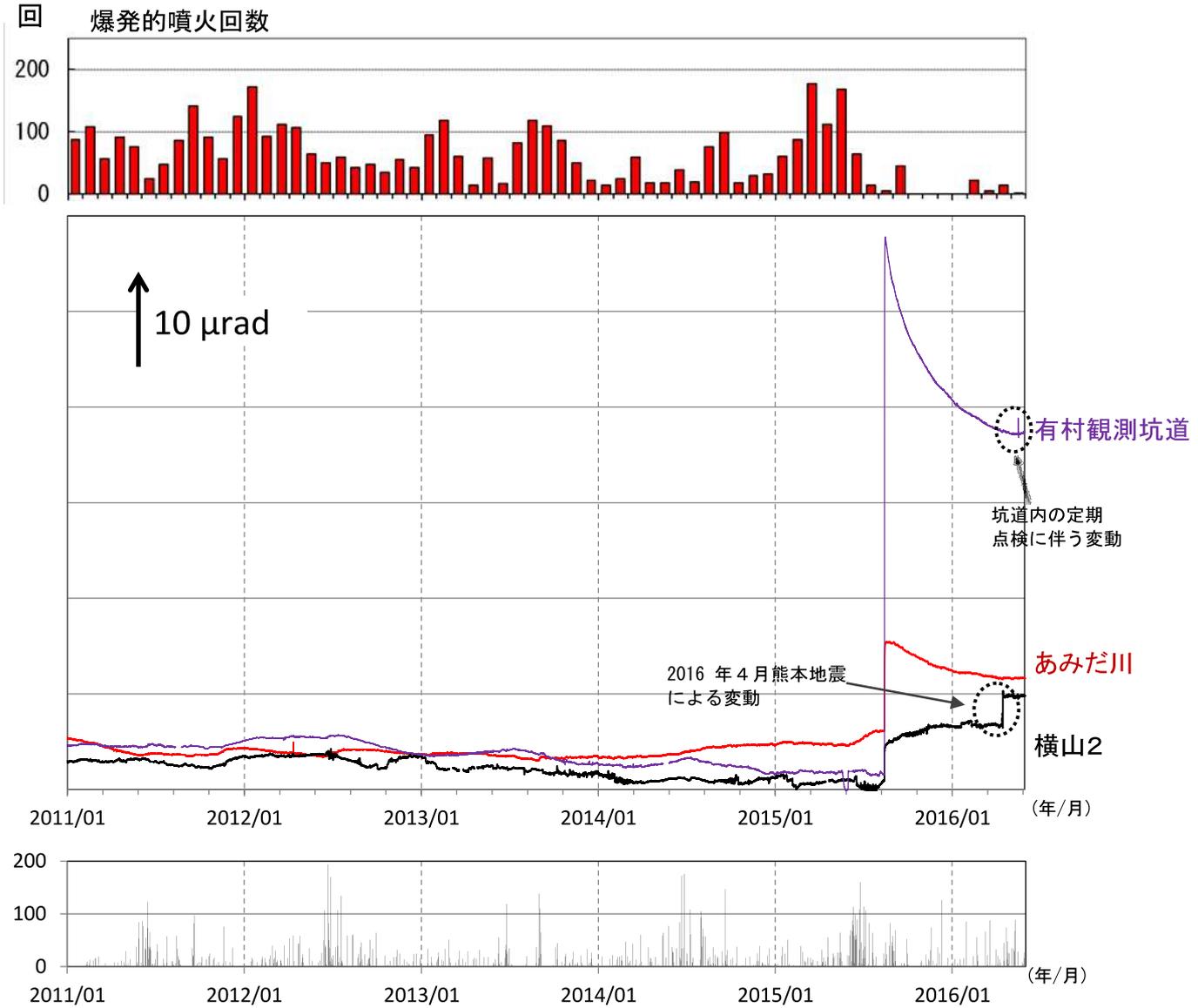


図 26 桜島 爆発回数及び傾斜変動(2011年1月～2016年5月)

- ・2015年8月15日の変動の後は有村観測坑道のデータで山下がりの傾向が顕著にみられる。
- ・横山2は2015年8月15日の変動の後も山上がりの傾向がみられたが、2015年12月頃から停滞している。2016年4月にみえるステップは平成28年(2016年)熊本地震の影響によるものと考えられる。

* グラフは時間値を使用し潮汐補正済み

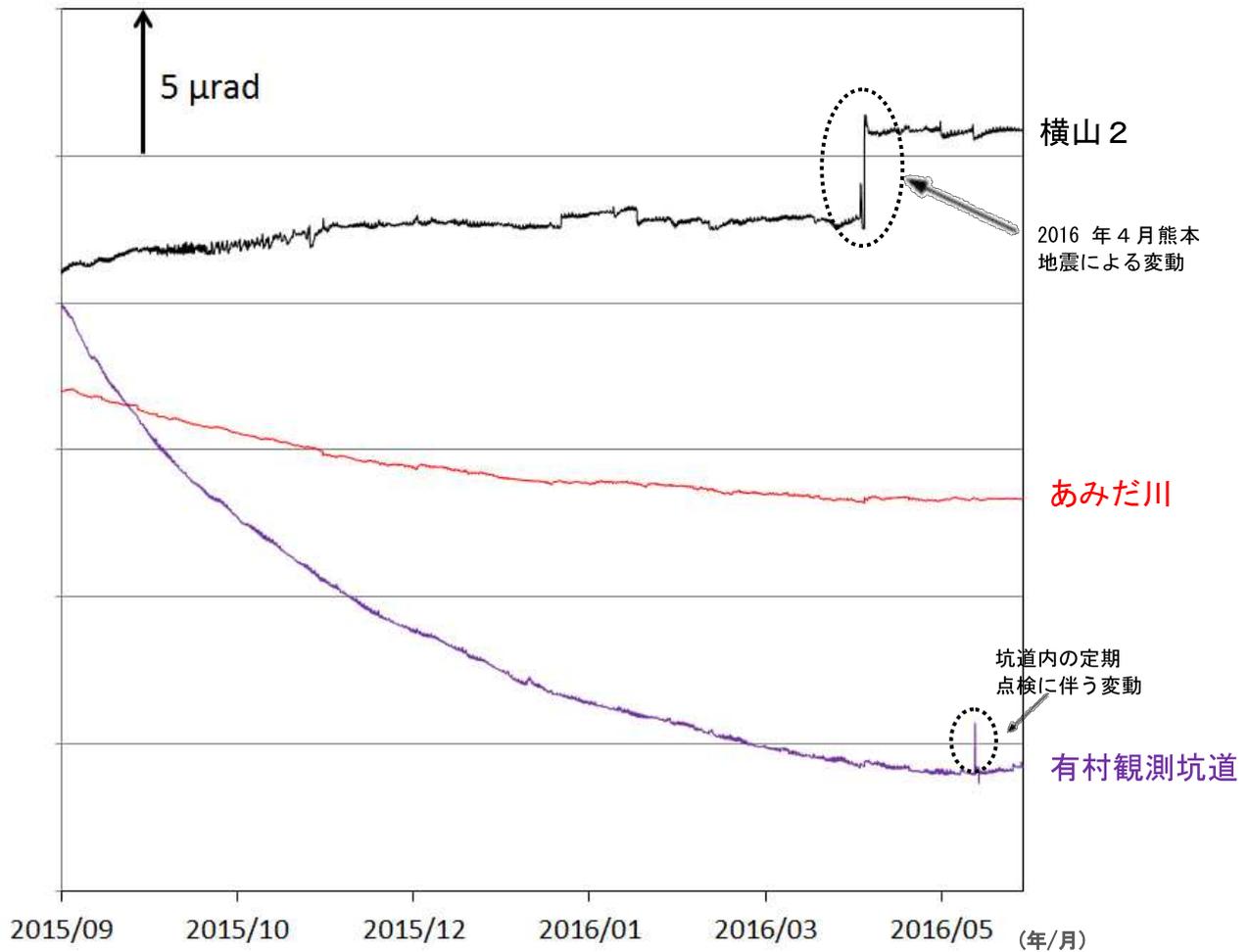


図 27 桜島 傾斜変動(2015 年 9 月～2016 年 5 月 前図の期間後半部の拡大)

- ・ 2015 年 8 月 15 日の変動の後には有村観測坑道のデータで山下がりの傾向が顕著にみられる。
- ・ 横山 2 は 2015 年 8 月 15 日の変動後も山上がりの傾向がみられたが、2015 年 12 月頃から停滞している。

* 2016 年 4 月に横山でみられる変動は平成 28 年熊本地震の影響によるものと考えられる。

* 有村観測坑道の 2016 年 5 月にみられる変動は定期点検による

* グラフは時間値を使用し潮汐補正済み

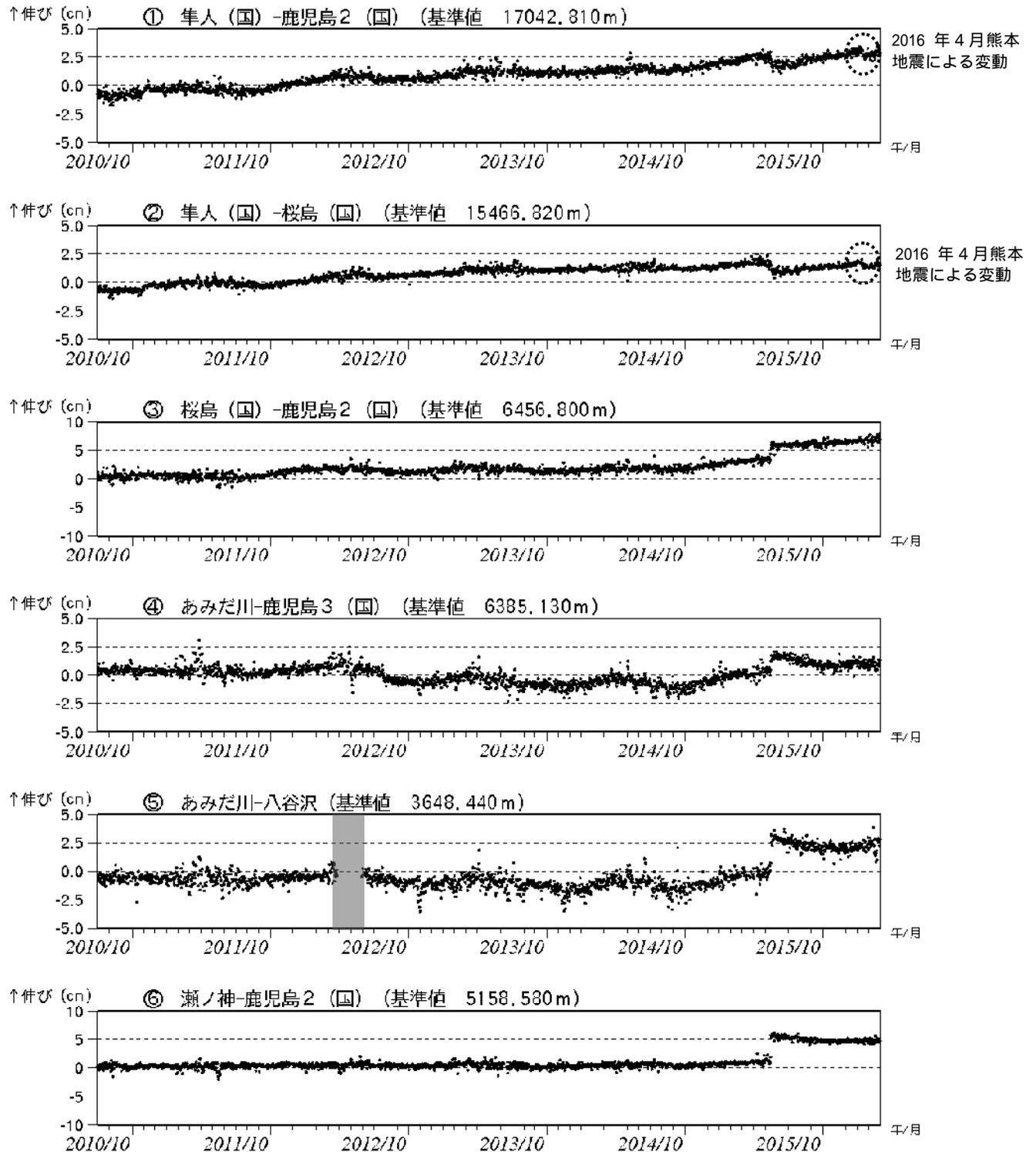


図 29-1 桜島 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月 ~ 2016 年 5 月 31 日)

- ・ 2015 年 1 月頃から始良カルデラ (鹿児島湾奥部) を挟む基線に伸びの傾向がみられる。
- ・ 島内では 8 月 15 日の急激な変動後は山体の収縮傾向がみられていたが、2016 年 1 月頃から停滞している。

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。

この基線は第 30 図の ~ に対応している。

解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。

(国): 国土地理院の観測点を示す。

灰色の部分は機器障害による欠測を示す。

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。

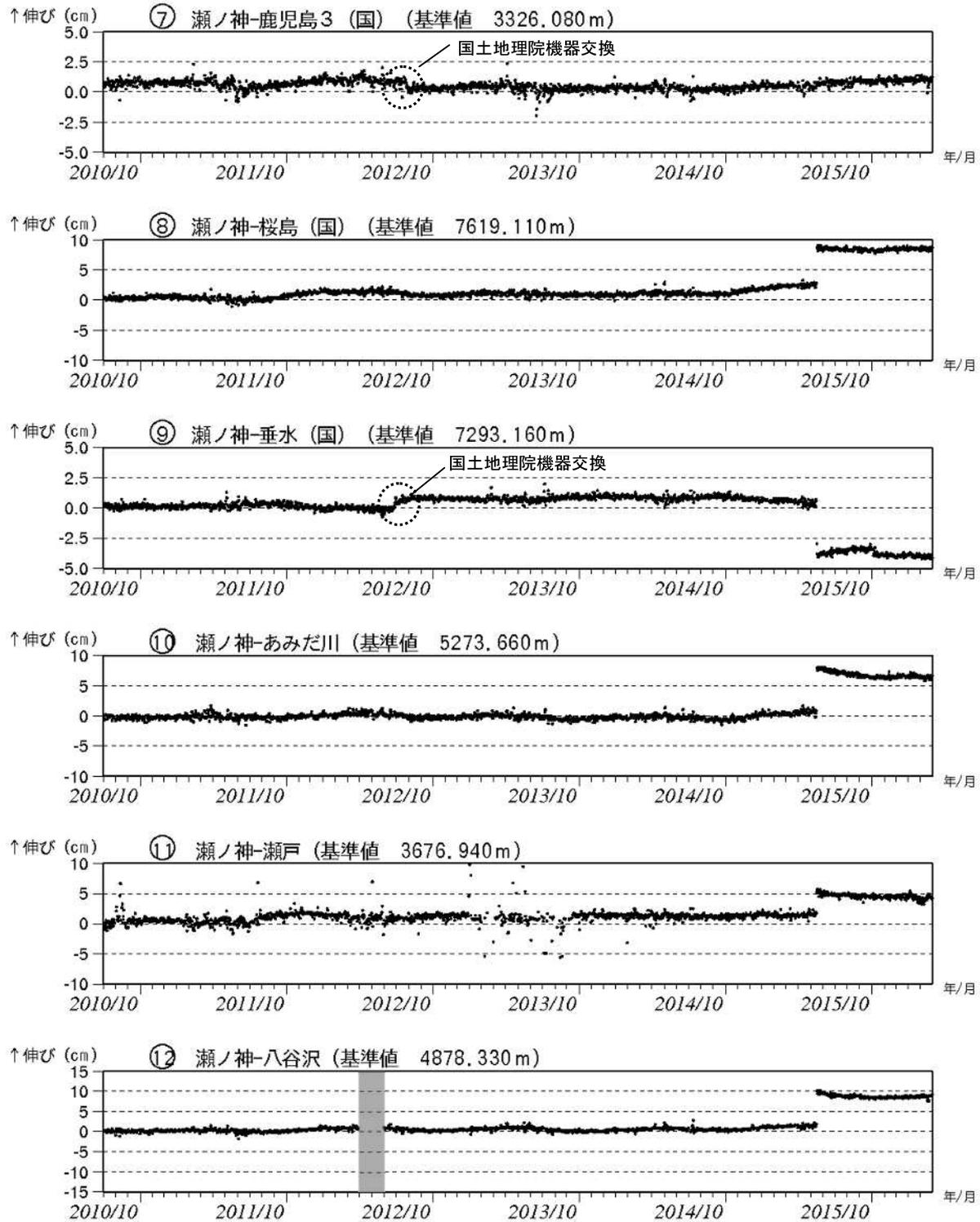


図 29-2 桜島 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2016 年 5 月 31 日)

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。
この基線は第 30 図の⑦～⑫に対応している。

解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。

(国)：国土地理院の観測点を示す。

灰色の部分は機器障害による欠測を示す。

⑦の基線は 2012 年 10 月 27 日に鹿児島 3 (国) のアンテナ交換を行っている。

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。

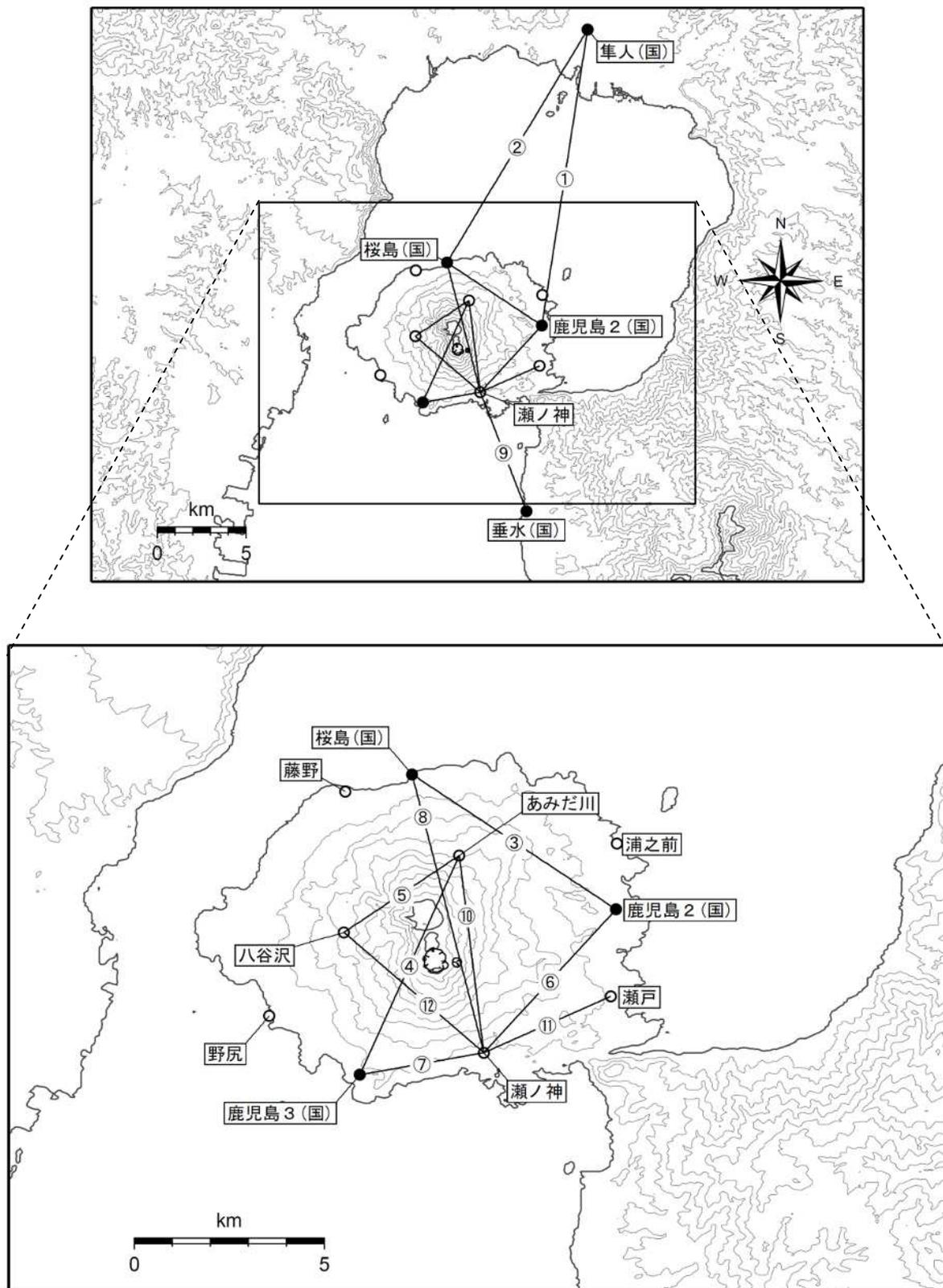


図 30 桜島 GNSS 連続観測基線図

小さな白丸は気象庁、小さな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。

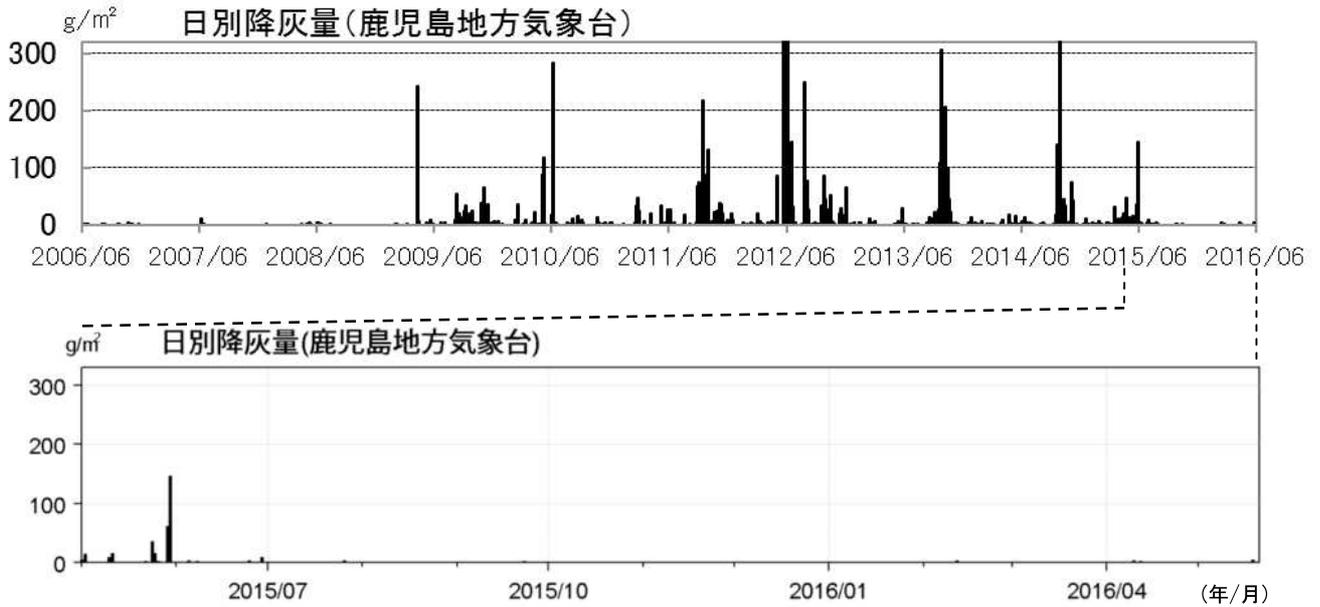


図 31 桜島 鹿児島地方気象台での降灰量（2006 年 6 月～2016 年 5 月 31 日）
2016 年 1 月～2016 年 5 月 31 日に 19g/m²（降灰日数 15 日）の降灰を観測した。

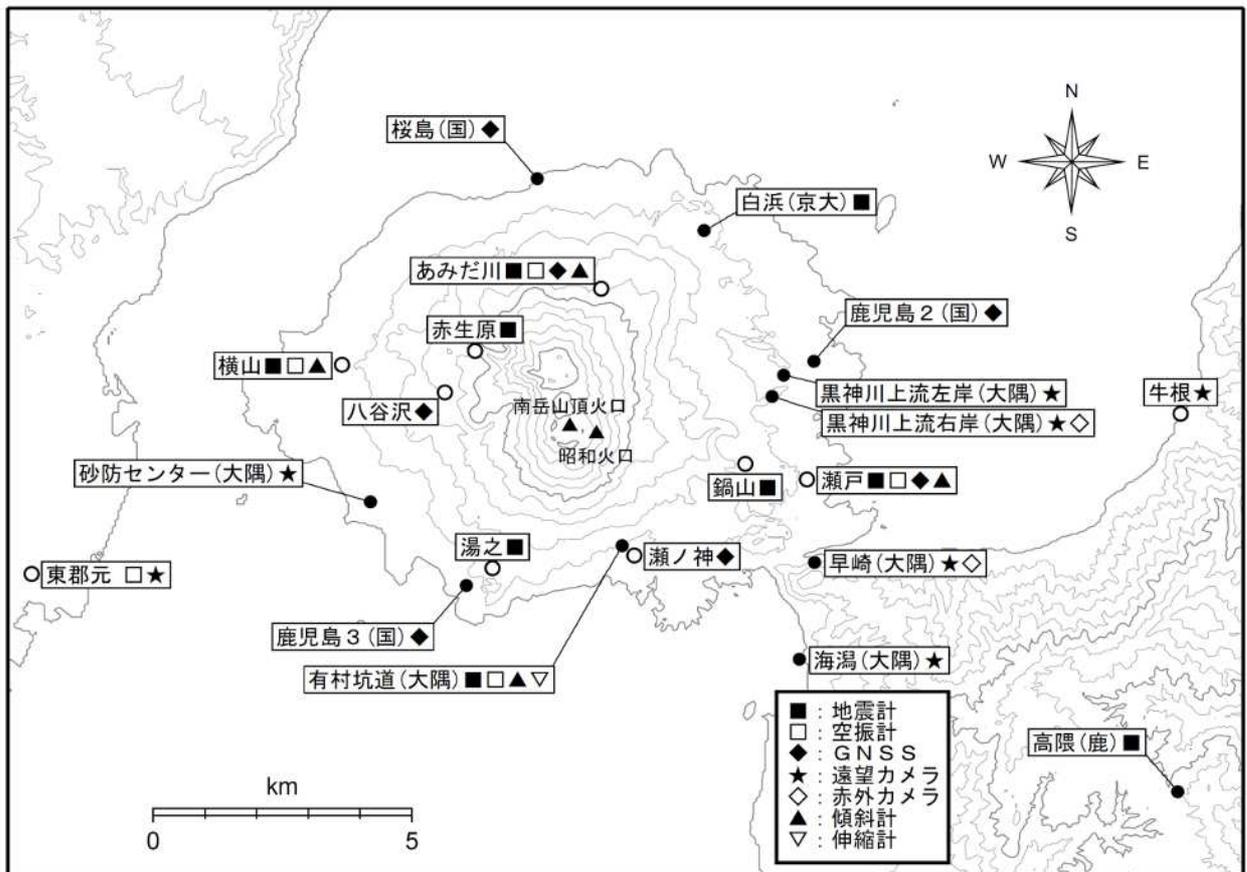


図 32 桜島 観測点配置図

（大隅）：大隅河川国道事務所設置、（国）：国土地理院設置

（京大）：京都大学防災研究所設置、（鹿）：鹿児島大学設置

（小さな白丸は気象庁、小さな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。

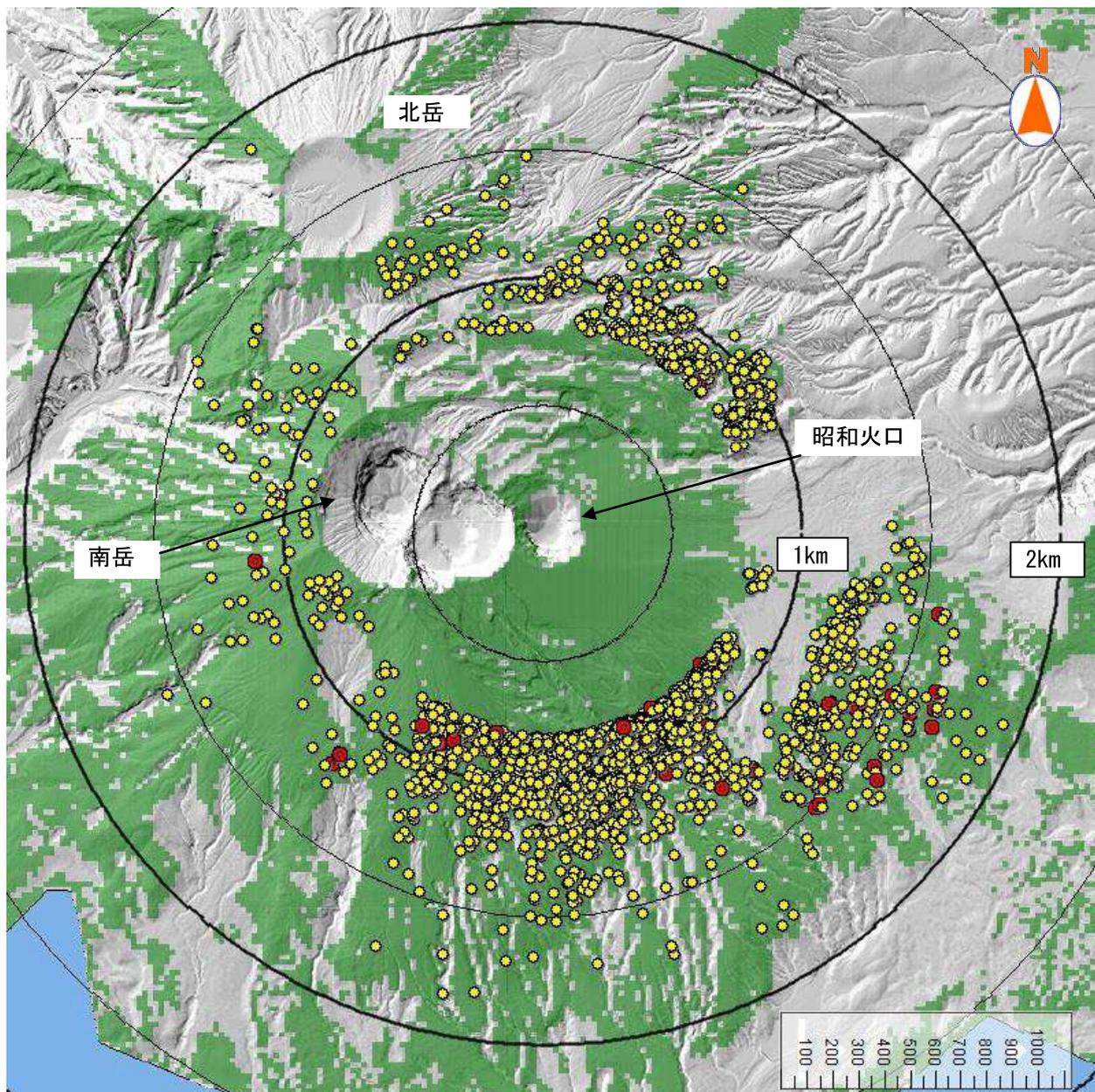


図 33 桜島 昭和火口から放出された大きな噴石の落下地点
(2016年2月5日～2016年5月31日)

爆発的噴火（計 20 例）および噴火（計 5 例）について、遠望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）。同心円は昭和火口中心からの距離を示す。

昭和火口近傍に落下した噴石は計測せず、水平距離で概ね 800m 以上飛散したものを可能な限りプロットしている（1 回の爆発的噴火に対し複数の噴石の落下位置を算出）。

黄色の点は 2012 年 4 月～2016 年 1 月、赤色の点は 2016 年 2 月 5 日～2016 年 5 月 20 日の大きな噴石の落下地点を示す。緑色の領域は、早崎カメラ（大隅河川国道事務所設置）、海潟カメラ（大隅河川国道事務所設置）及び東郡元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。噴石の計測は早崎赤外カメラ、海潟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。

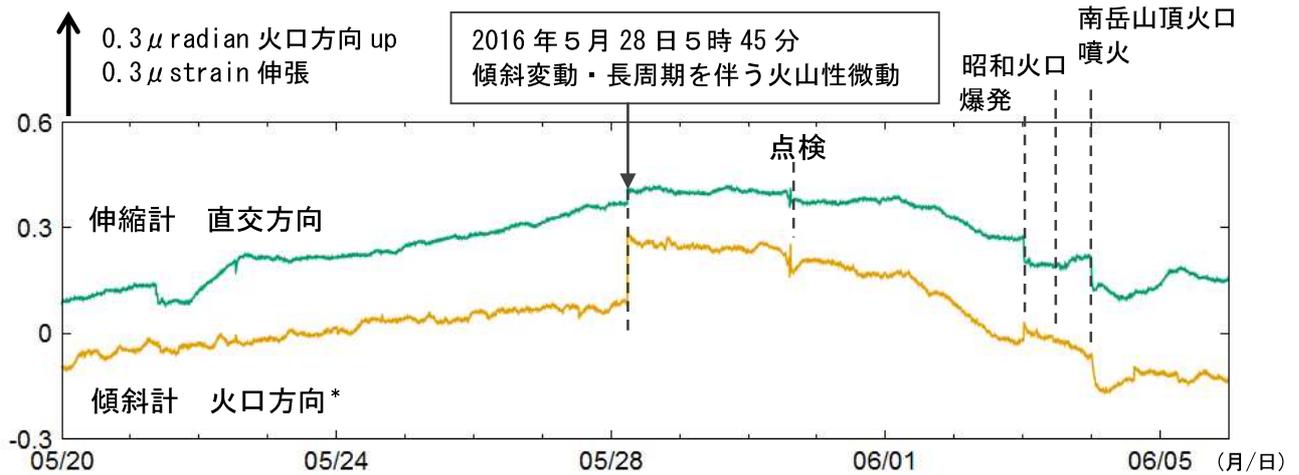


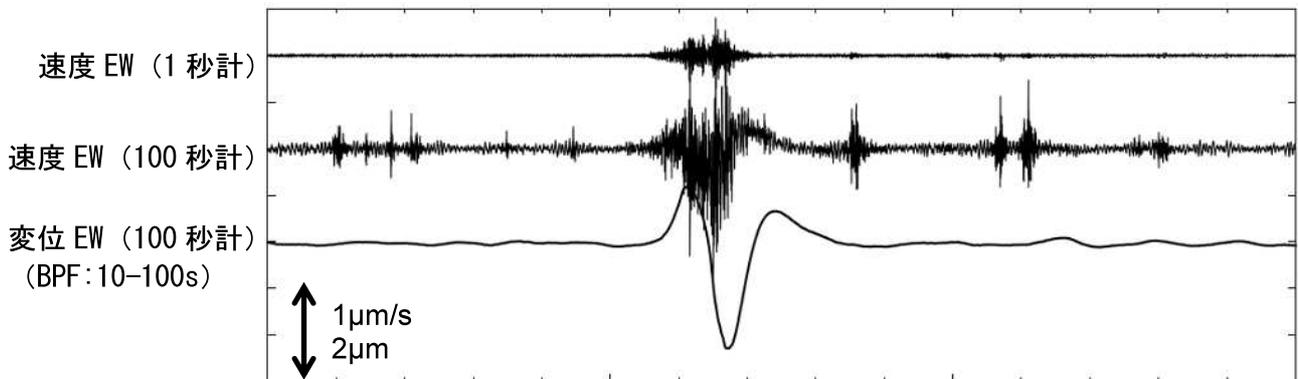
図 34 桜島 有村観測坑道伸縮計及び傾斜計の推移（2016年5月20日～6月5日）

- ・5月上旬頃から下旬にかけて島内の傾斜計・伸縮計でゆっくりとした膨張が観測されていた。
- ・5月28日の火山性微動発生に伴い、島内各観測点の傾斜計でわずかな山上りの変化を観測した。微動発生時は天候不良のため、火口周辺の状況は不明である。
- ・この微動発生後、島内の伸縮計、傾斜計では山下がりの変化を観測するようになった。

*傾斜計データは2015年8月15日の変動の後の山下がりの傾向が続いている。期間に限り線形近似によりトレンド補正を行っている

*グラフは分値を使用し潮汐補正済み

瀬戸 震動波形



瀬戸 傾斜計

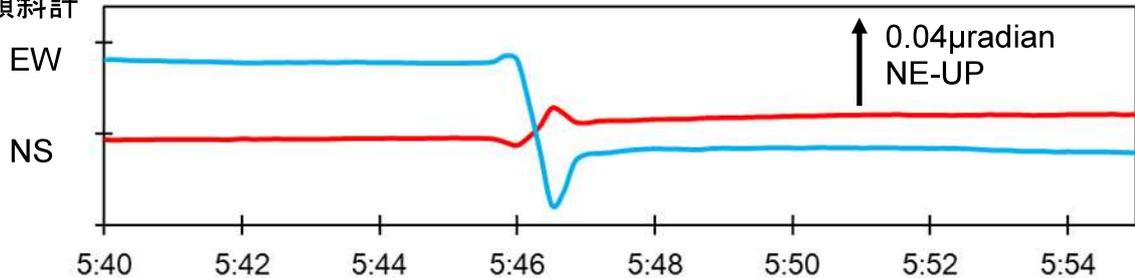


図 35 桜島 2016年5月28日05時45分に発生した火山性微動の波形とそれに伴う傾斜変動（瀬戸観測点：短周期地震計、広帯域地震計、傾斜計）

- ・島内の広帯域地震計の波形には、周期40～50sの長周期成分が明瞭に含まれる。
- ・この火山性微動に伴い、島内の傾斜計ではわずかな山上りの変化が観測された。

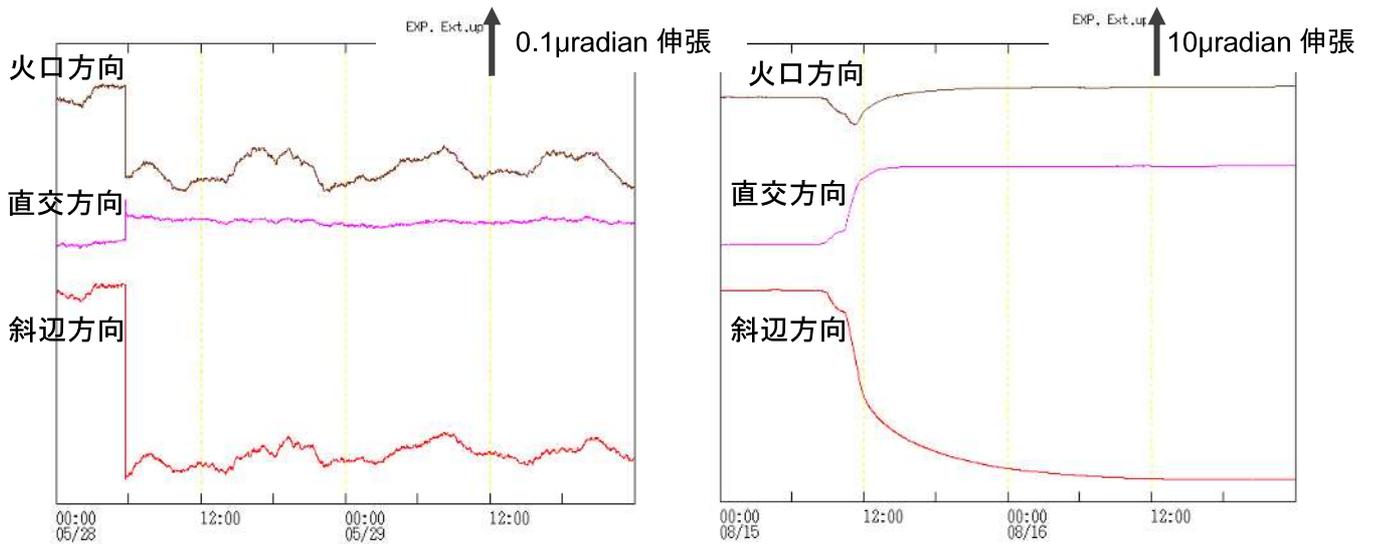


図 36 桜島 有村坑道伸縮計による 2016 年 5 月 28 日 05 時 45 分に発生した微動に伴う変動（左図）と 2015 年 8 月 15 日のマグマ貫入に伴う変動（右図）の比較

- ・ 2015 年 8 月 15 日の変動に比べ数 100 分の 1 程度の変動量である。
- ・ 2015 年 8 月 15 日の変動の初期～中期あたりの変化パターンと類似している。

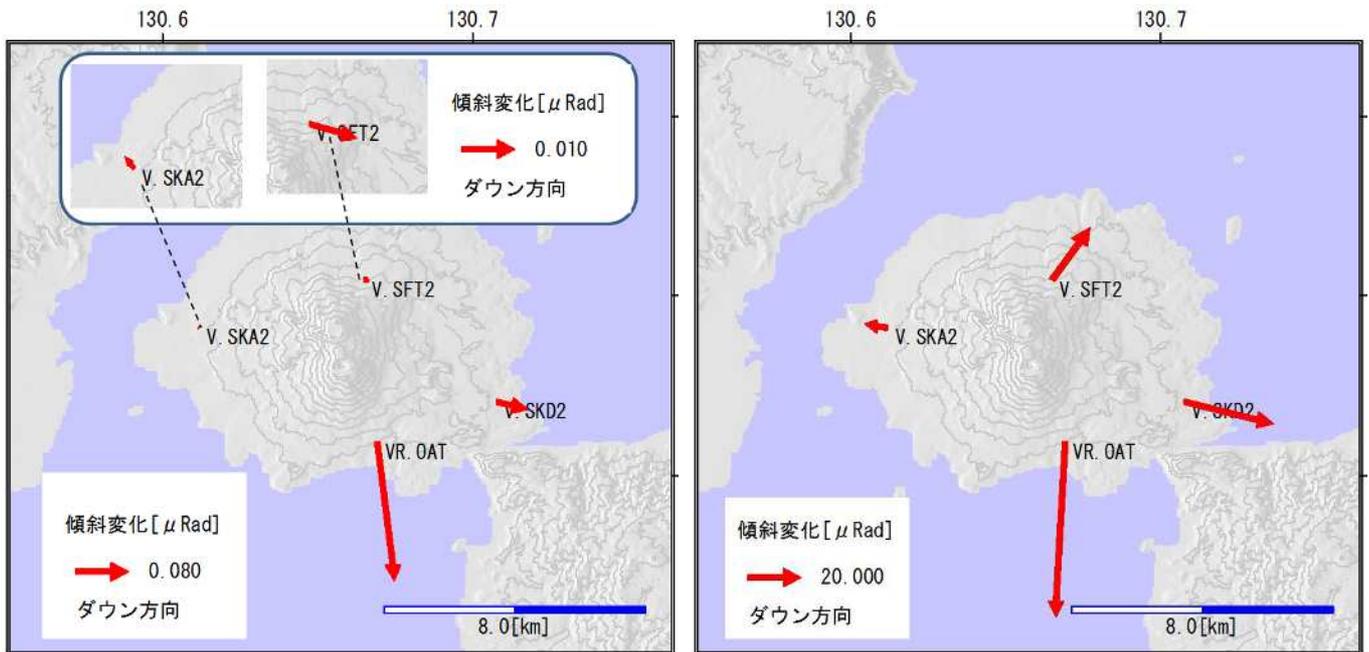


図 37 桜島 2016 年 5 月 28 日 05 時 45 分に発生した微動に伴う傾斜変動(左図)と 2015 年 8 月 15 日のマグマ貫入に伴う傾斜変動（右図）のパターン比較

- ・ 2015 年 8 月 15 日と比べ類似した変動パターンを示しているが、変動量は数 100 分の 1 程度である。
- ・ 2016 年 5 月 28 日の変動は有村観測坑道の変動量が他観測点に比べ大きい。地殻変動の膨張源の重心がやや有村側の浅い位置にある可能性や膨張の機構がやや異なることが考えられる。

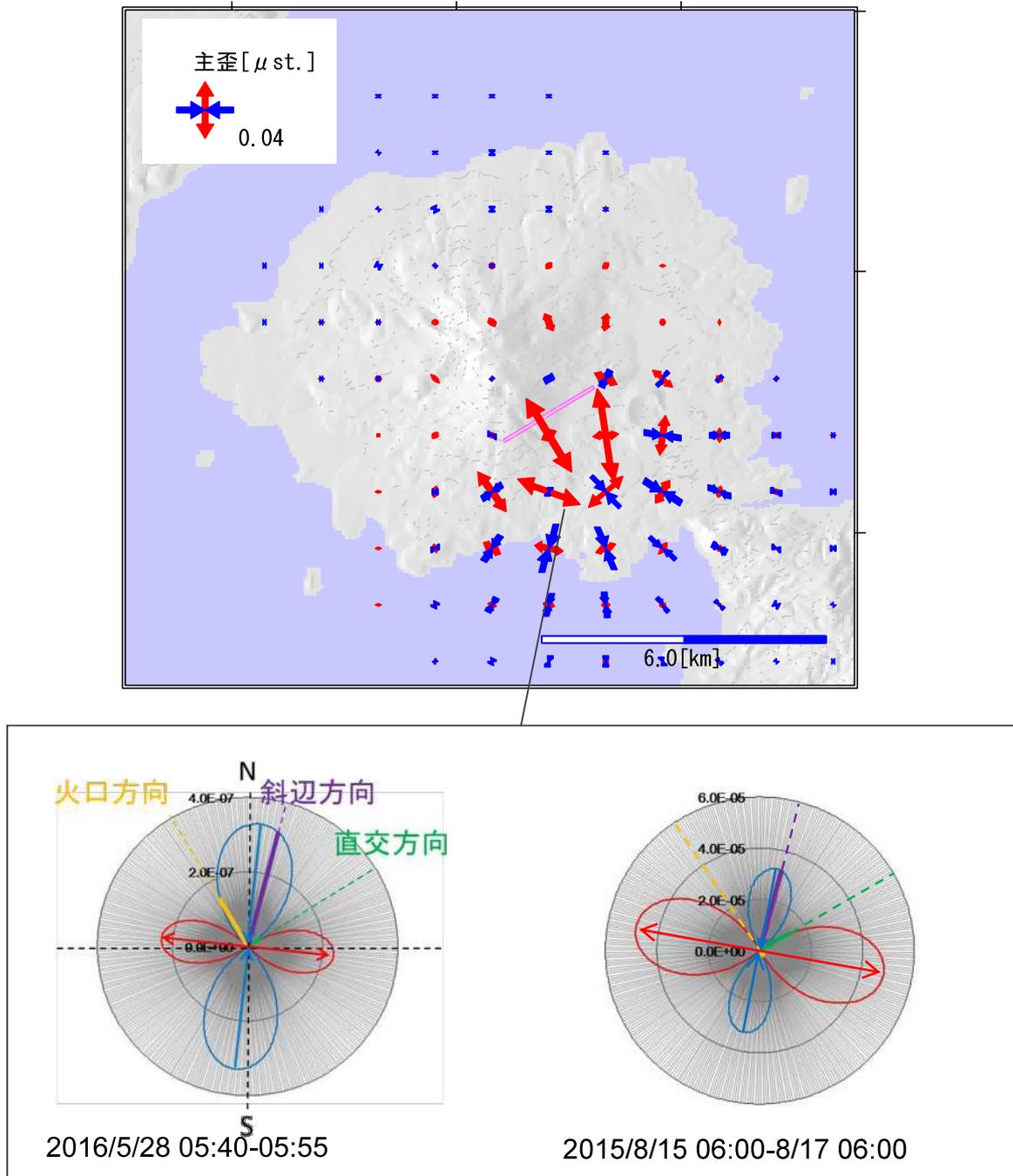


図 38 開口モデルを仮定した場合の島内の主歪み場及び有村観測坑道における観測値から推測される主歪の向きと大きさ

- ・ 2016 年 5 月 28 日 05 時 45 分に発生した振幅の小さな火山性微動の発生に伴う地殻変動の有村観測坑道における南北圧縮（青矢印）、東西伸張（赤矢印）の主歪を示す。これは 2015 年 8 月 15 日のダイクによる歪場と類似したセンスであるが圧縮-伸張の量比が異なる。島内の主歪み場の図（上図）に示されるように、ダイクの位置や走向のわずかな変化により有村観測坑道における主歪のセンスは大きく変化するが、今回の現象が 2015 年 8 月 15 日の現象に近接した位置で発生し、地殻変動としては類似した機構を持った現象であった可能性も考えられる。なお、この火山性微動の発生前後において地震が少ない状態が続いていた。

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。2015 年 8 月のダイク貫入イベントにともない A1-G 観測点は北に約 2 cm、西に約 1-2 cm 変位したようであるが、この大きさはノイズレベルに近く、はっきりとはしない。この変位量は InSAR によって求められた変位量と概ね調和的である。その後は有意な変動がみられていないようである。

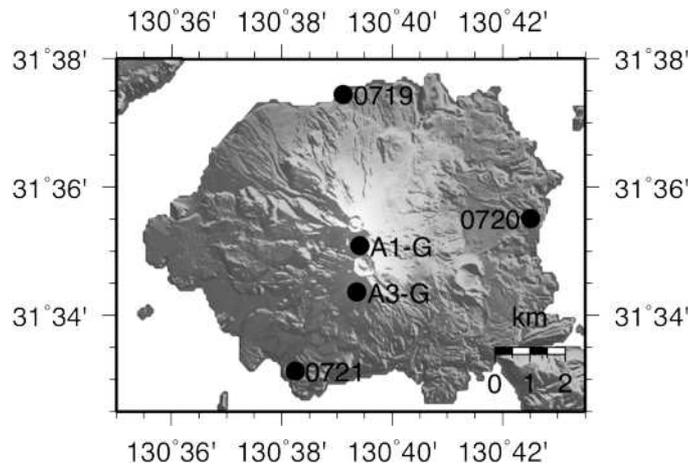


図 1 : GPS 観測点の分布。丸印は無人ヘリにより投入した観測点、四角印は国土地理院の観測点を示す。

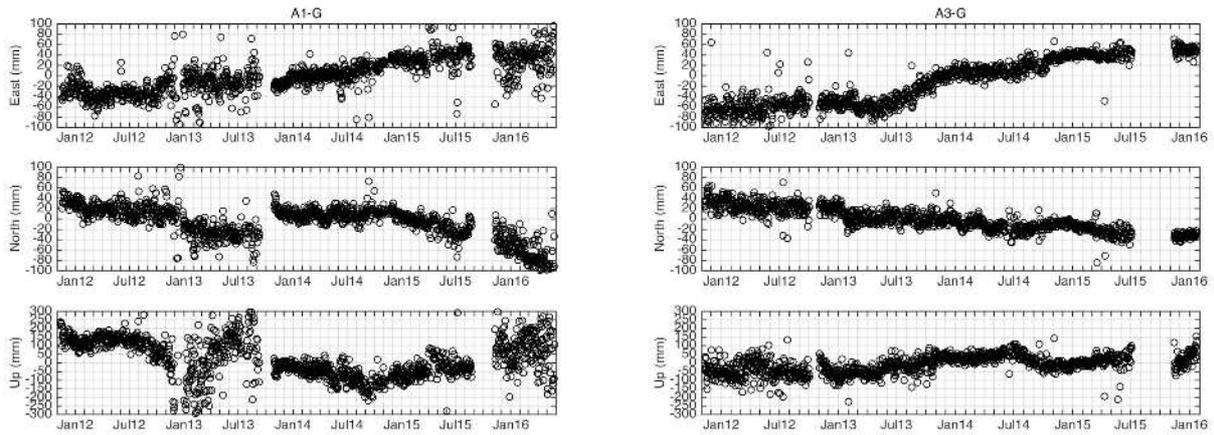
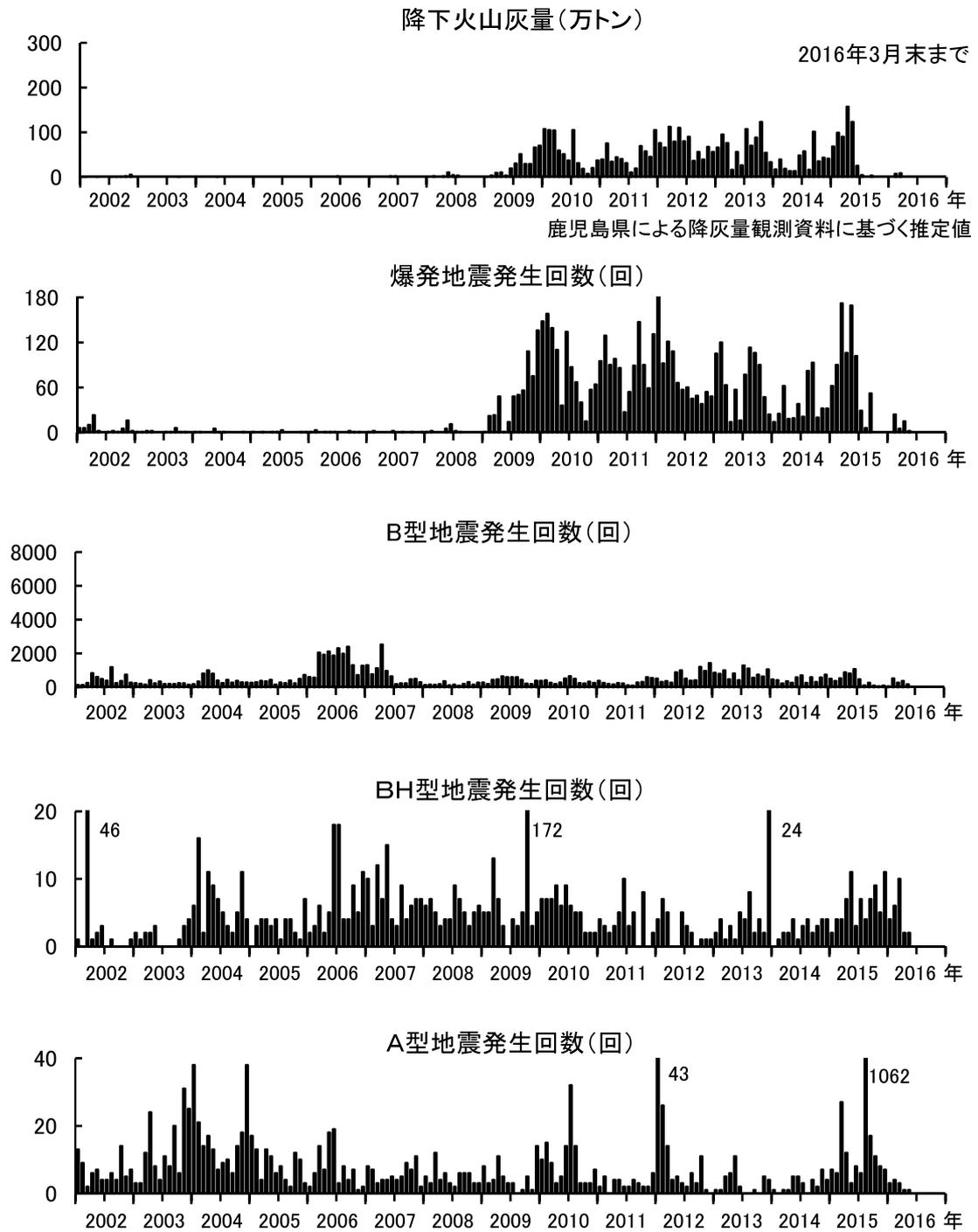


図 2 : 各 GPS 観測点の座標の時系列. 各座標は ITRF2008 を基準としている. A1-G の時系列中 2011 年 11 月下旬に見られるオフセット, 2012 年 11 月・2013 年 11 月・2015 年 11 月の両点の観測システム交換にともなうオフセットは補正してある.

	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



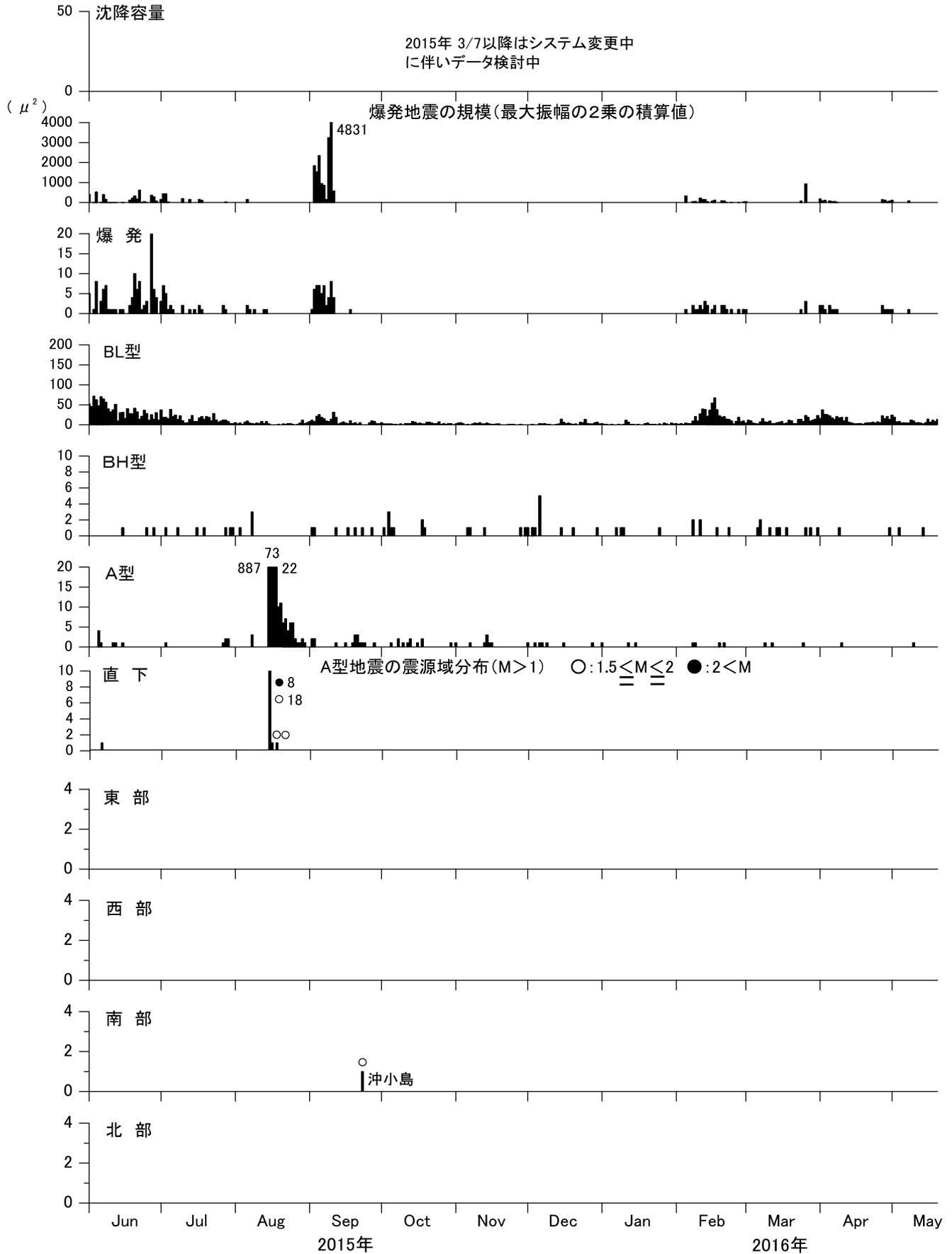
桜島における火山性地震の月別発生回数と降下火山灰量
(2016年5月20日まで)

桜島

第135回火山噴火予知連絡会
桜島の最近の噴火活動・地震活動の推移

京大防災研究所

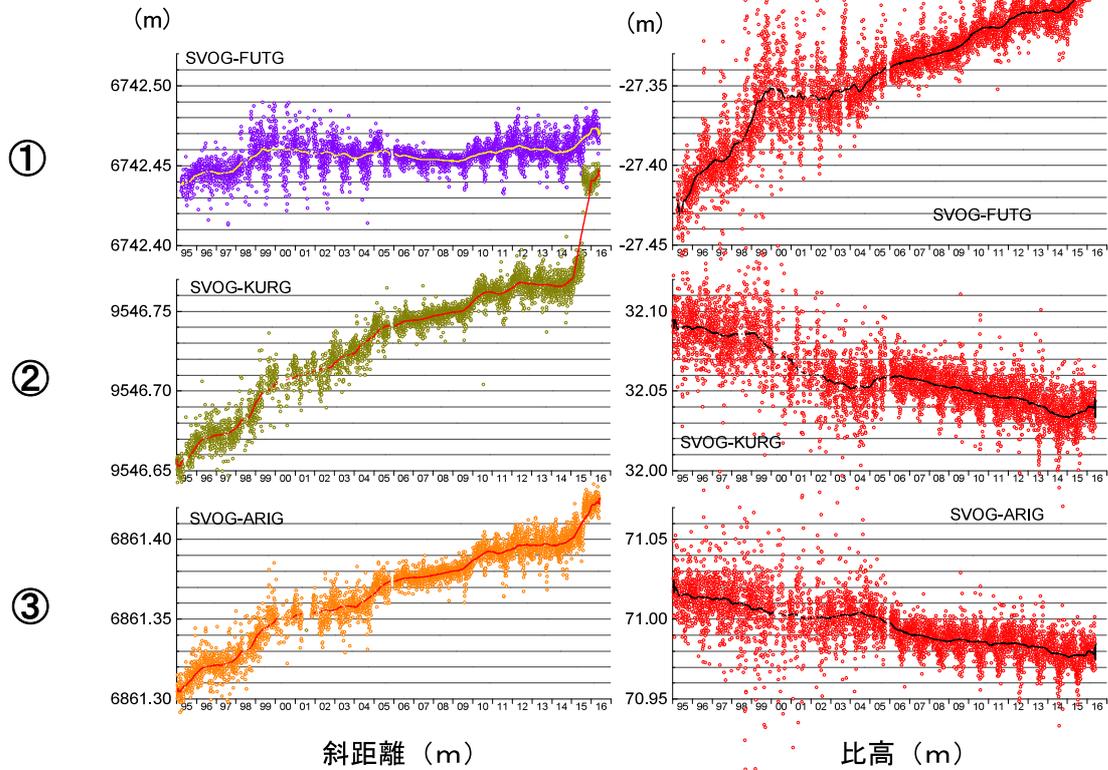
($\times 1000\text{m}^3$)



火山性地震の日別発生回数(2016.5.20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

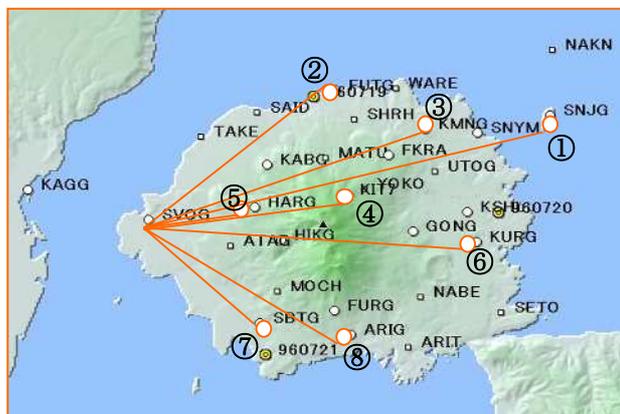
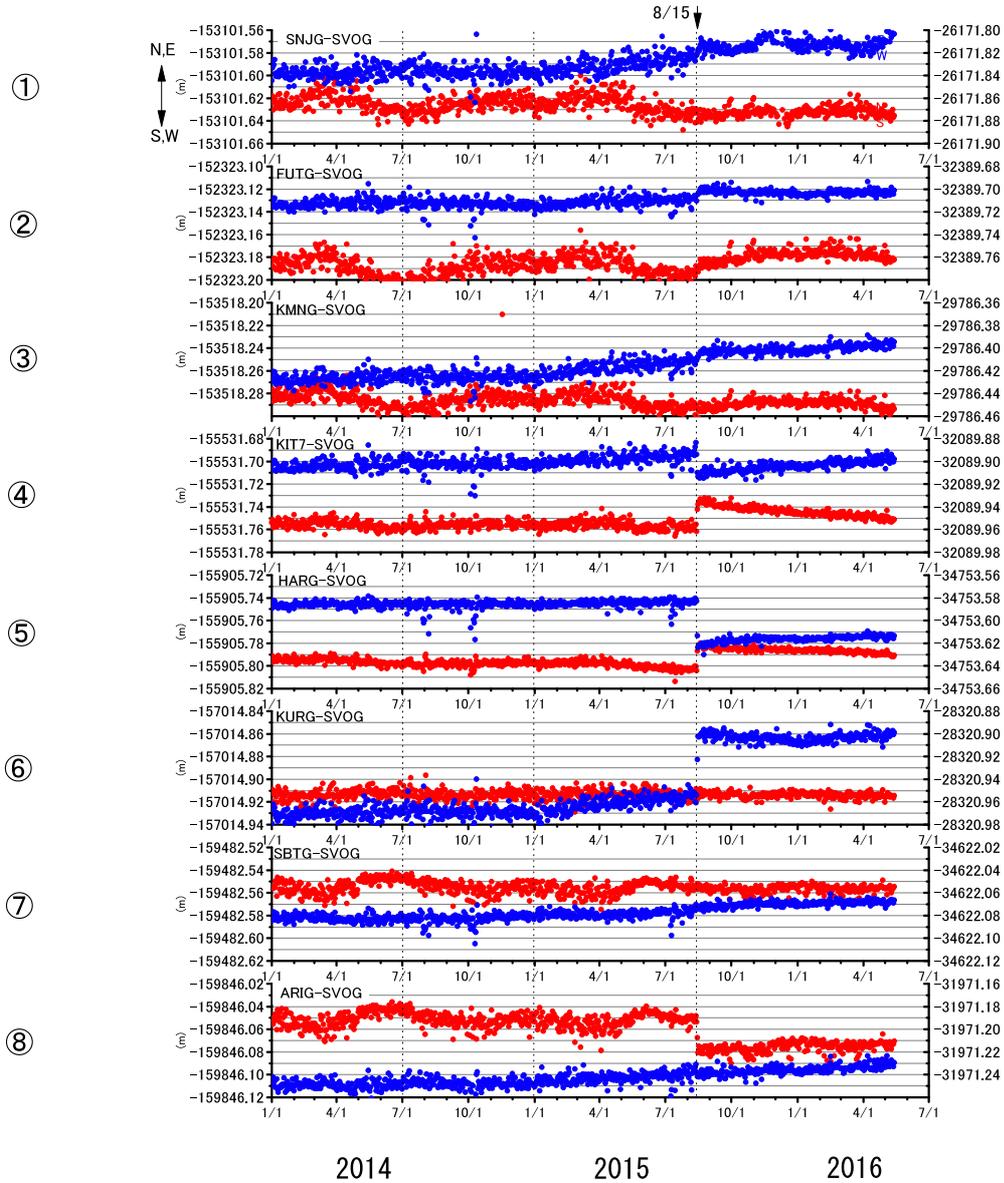
GPS 連続観測 1/3(2016年5月30日まで)

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



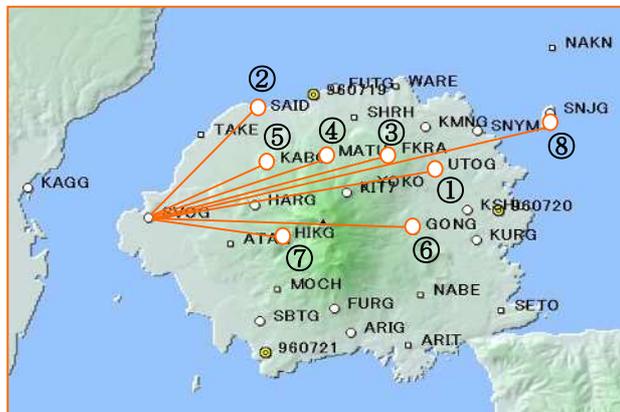
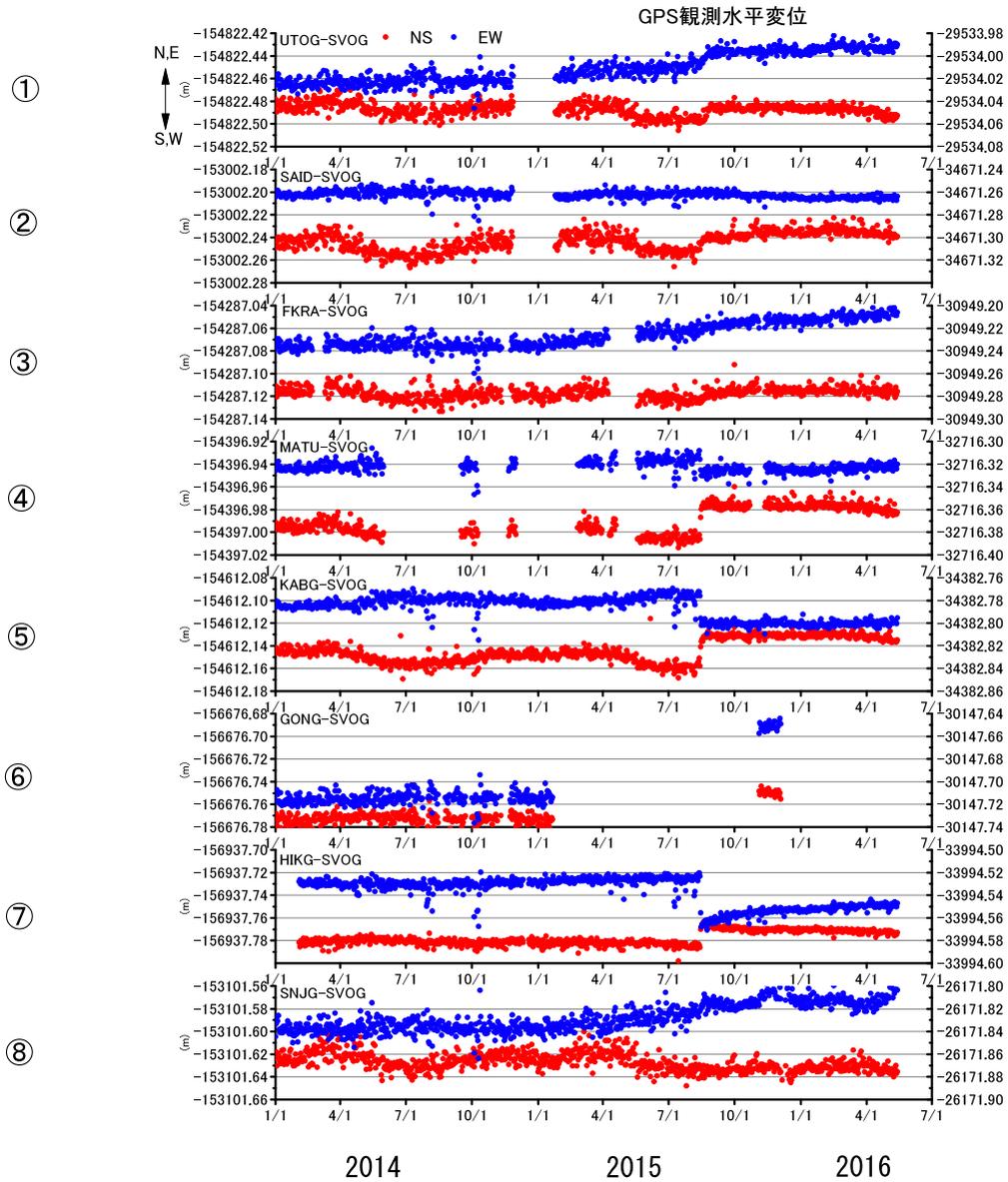
国土地理院発行の数値地図 50m
メッシュ(標高)から作成

GPS 連続観測 2/3(2016 年 5 月 30 日まで)

桜島

第 135 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・理学研究科

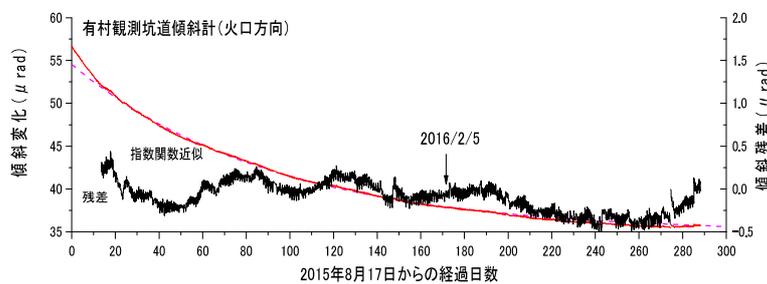
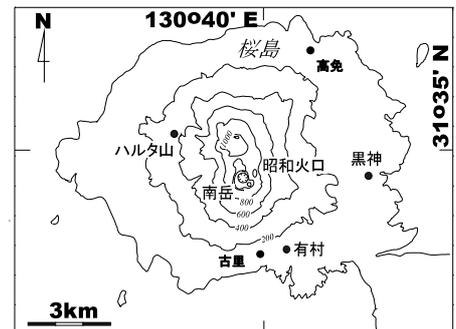
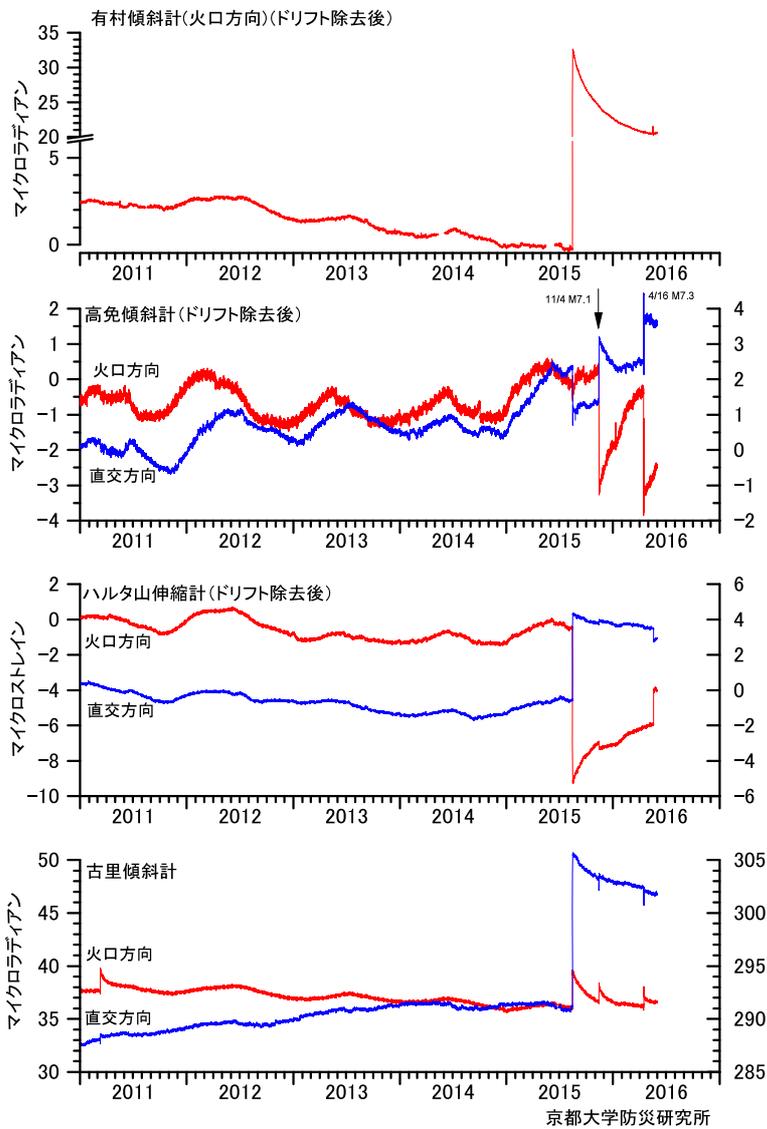


国土地理院発行の数値地図 50m
 メッシュ(標高)から作成

GPS 連続観測 3/3(2016 年 5 月 30 日まで)

桜島

傾斜およびひずみ変化

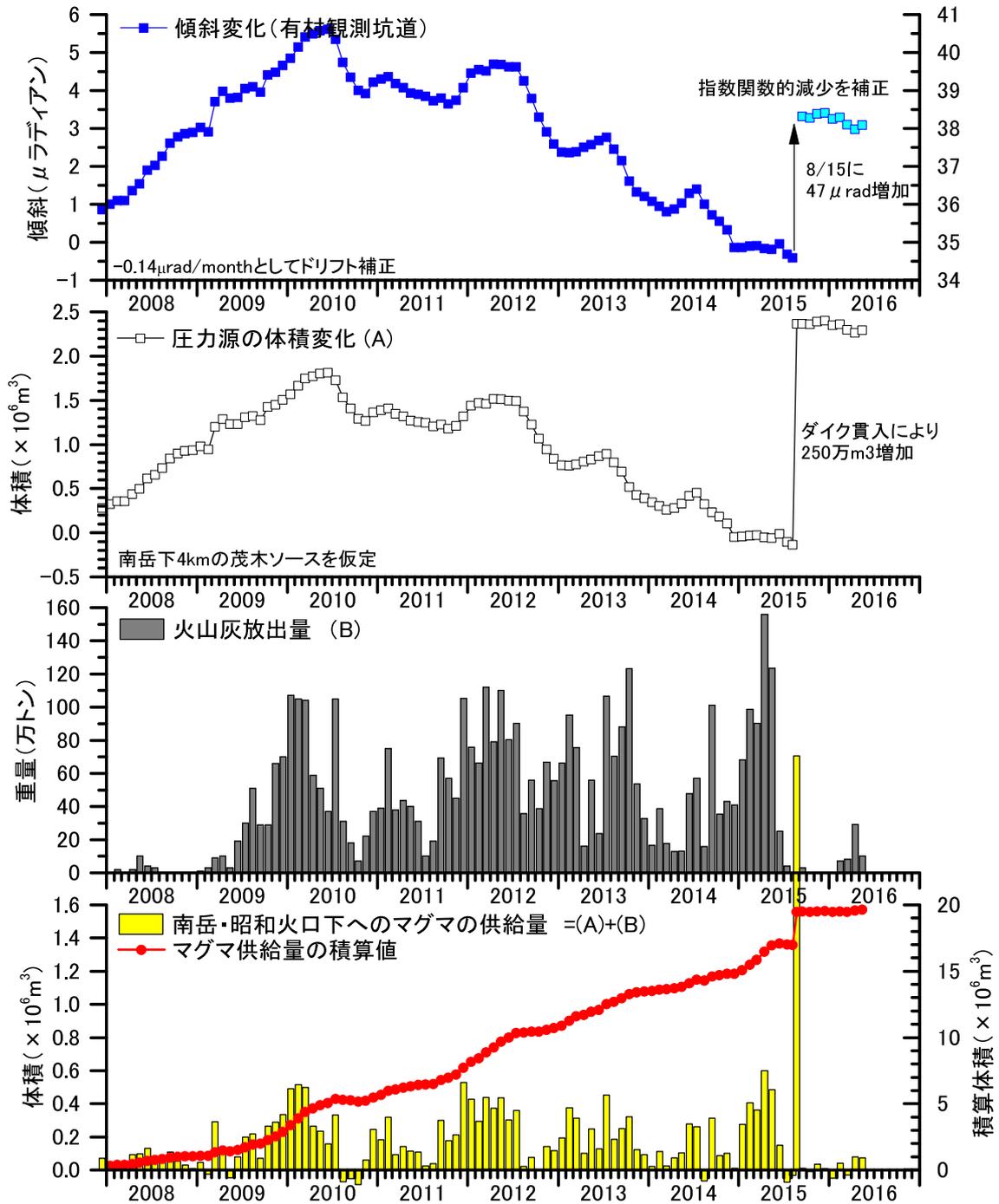


傾斜およびひずみ変化 (2016年5月30日まで)

2015年8月17日以降沈降収縮

桜島

南岳山頂下へのマグマ供給量の見積もり



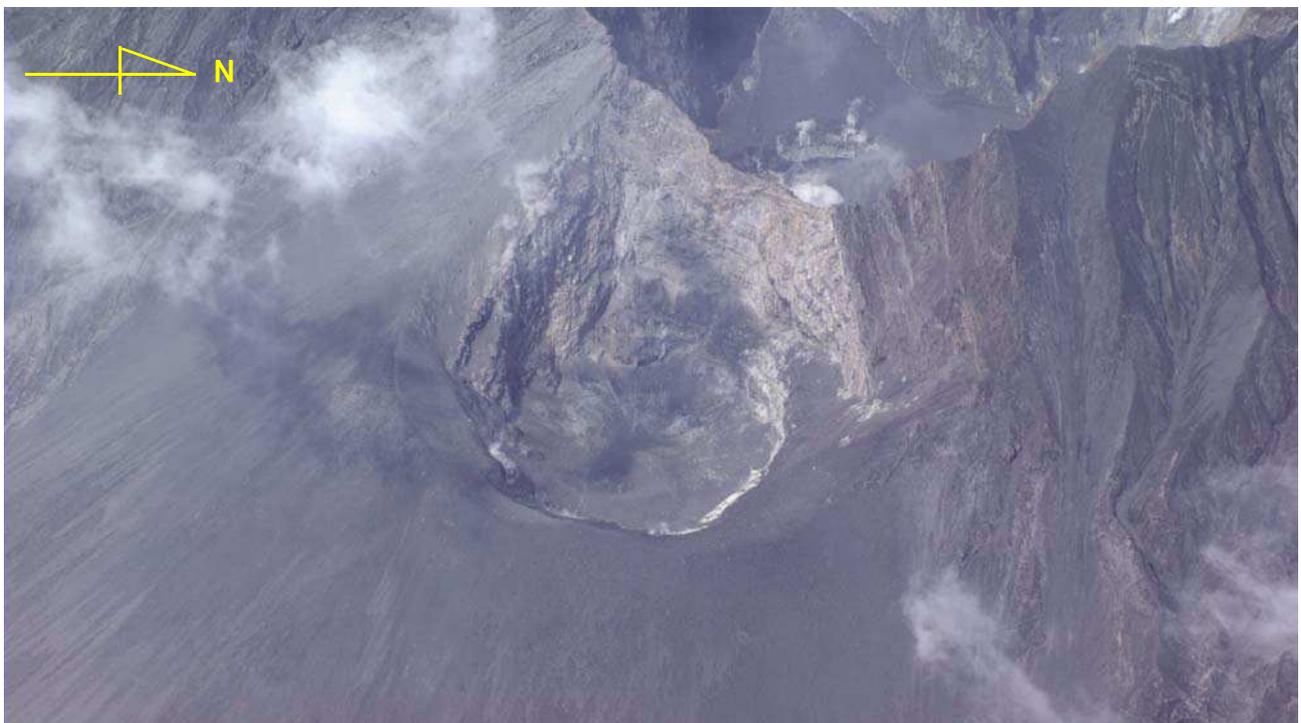
南岳山頂下へのマグマ供給量の見積もり

マグマ供給量は 2015 年 9 月以降ほぼ停止

桜島



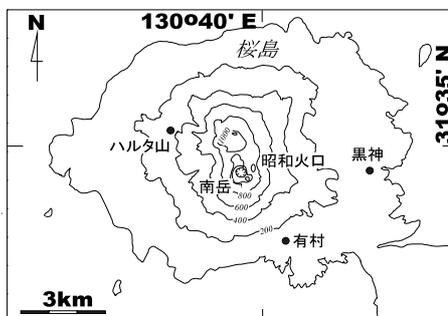
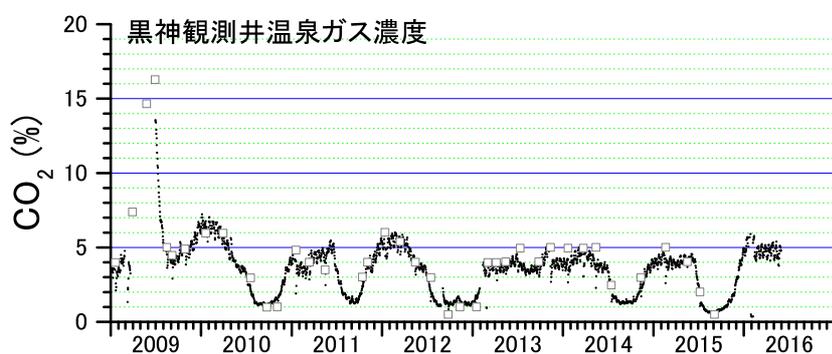
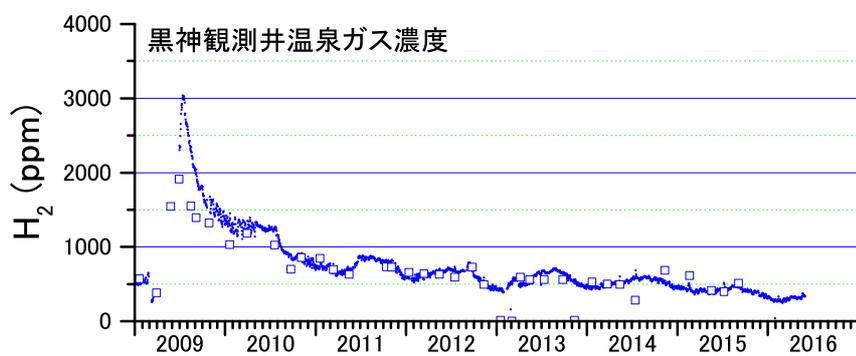
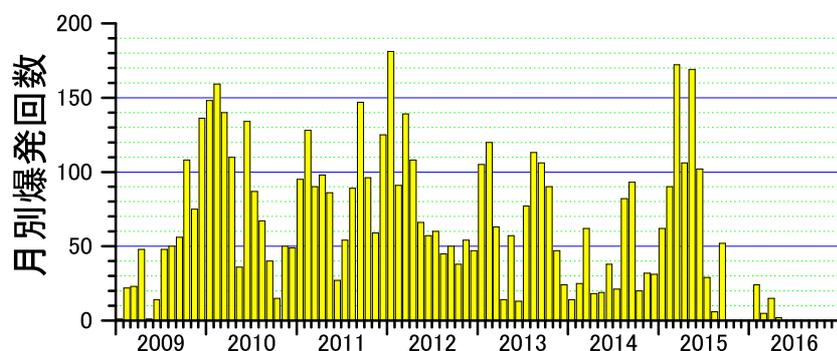
南岳山頂火口



昭和火口

2016 年 5 月 5 日 NHK エンタープライズ撮影

桜島



黒神温泉ガス

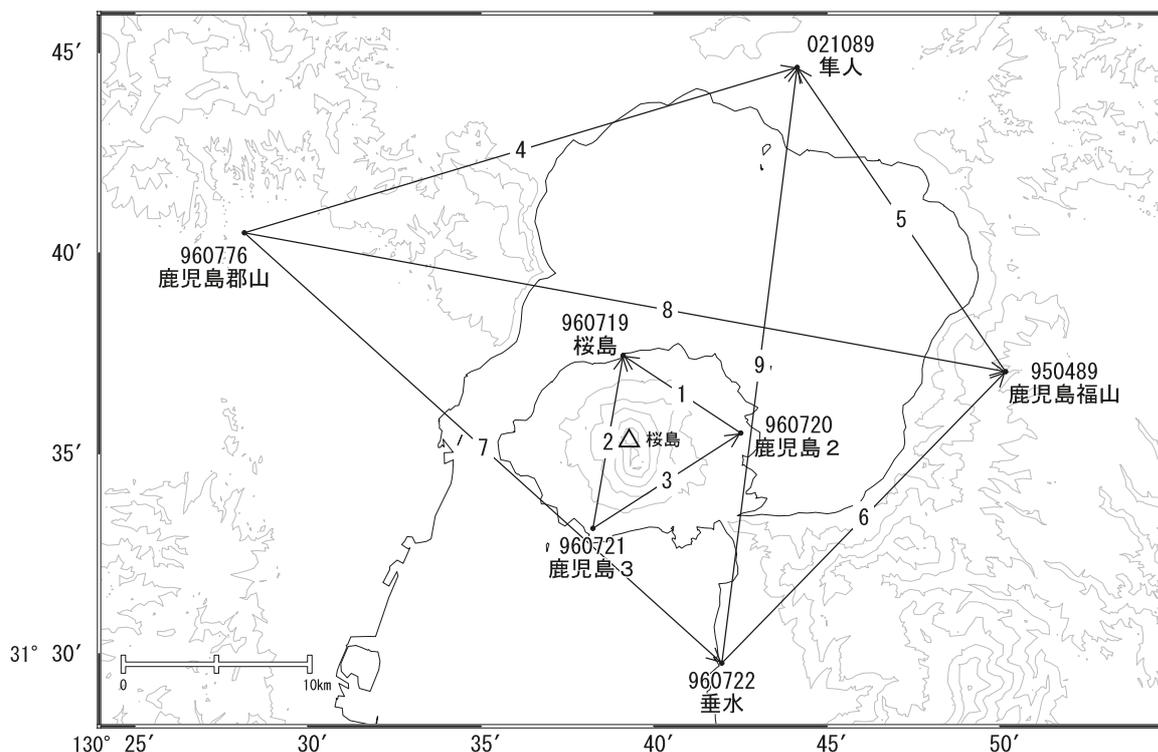
2015年12月以降、二酸化炭素濃度増加

桜島

桜島

桜島島内の基線では、2015年1月上旬頃から伸びの傾向が見られており、2015年8月15日の前後で伸びが見られた後はほぼ停滞していましたが、2016年1月頃から再び伸びの傾向が見られます。鹿児島（錦江）湾を挟む一部の基線で、2015年1月上旬頃から伸びの傾向が見られます。なお、「平成28年熊本地震」の影響を受け、全体的に南北方向にわずかな短縮が見られます。

桜島周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

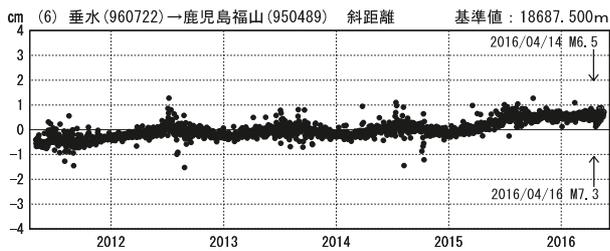
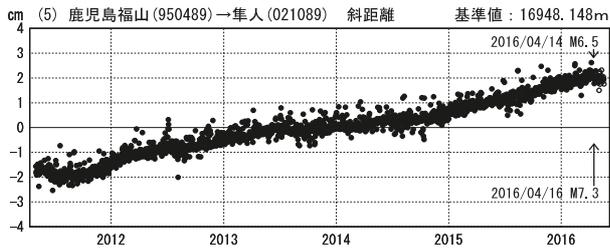
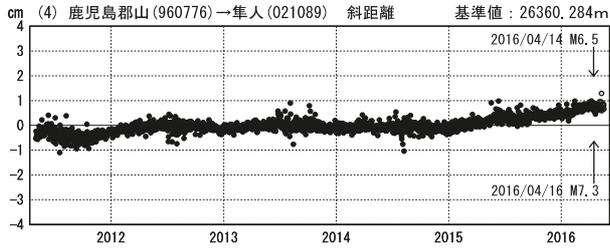
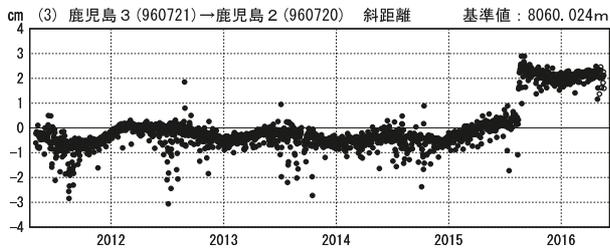
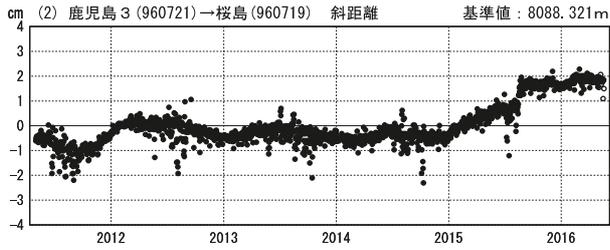
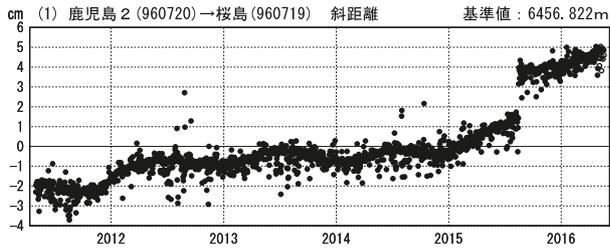


桜島周辺の各観測局情報

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
960720	鹿児島2	20121012	アンテナ交換
960721	鹿児島3	20121012	アンテナ交換
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

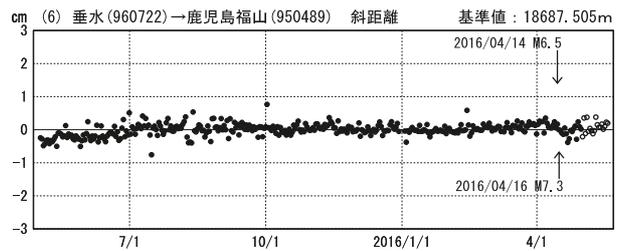
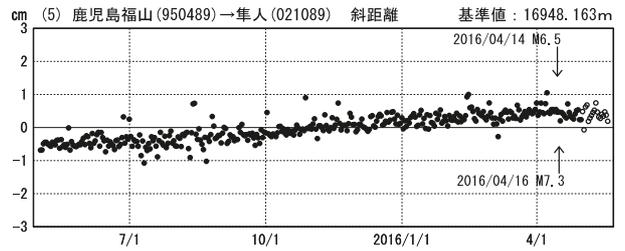
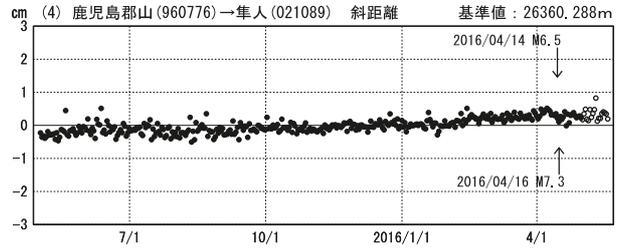
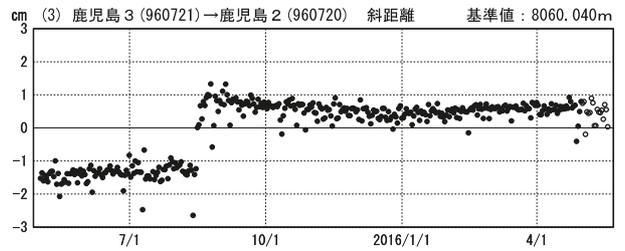
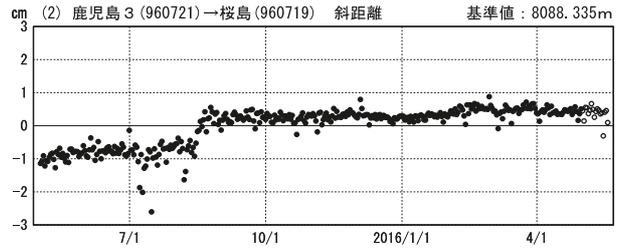
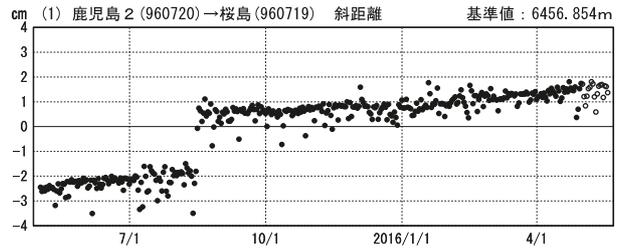
基線変化グラフ

期間：2011/05/01～2016/05/18 JST



基線変化グラフ

期間：2015/05/01～2016/05/18 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

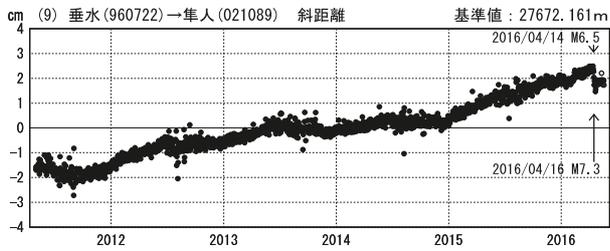
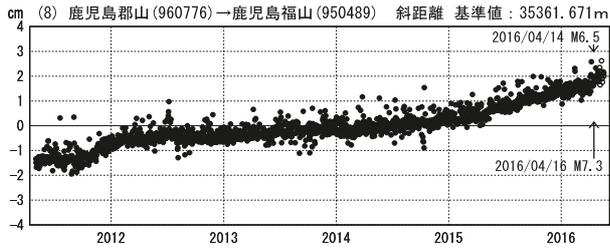
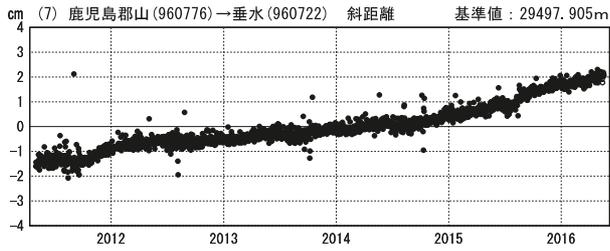
国土地理院

※[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

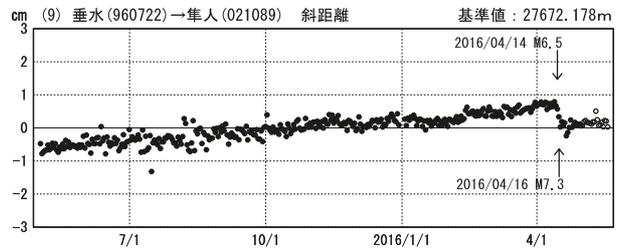
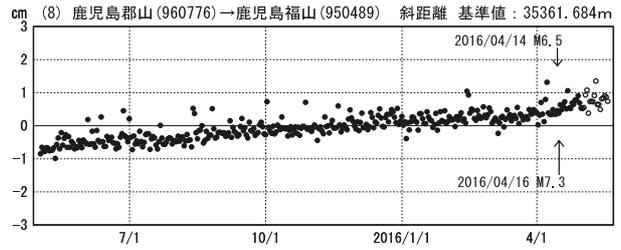
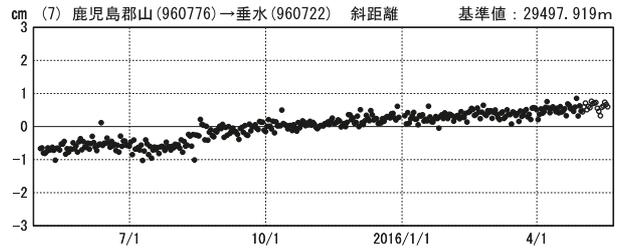
期間：2011/05/01～2016/05/18 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

基線変化グラフ

期間：2015/05/01～2016/05/18 JST

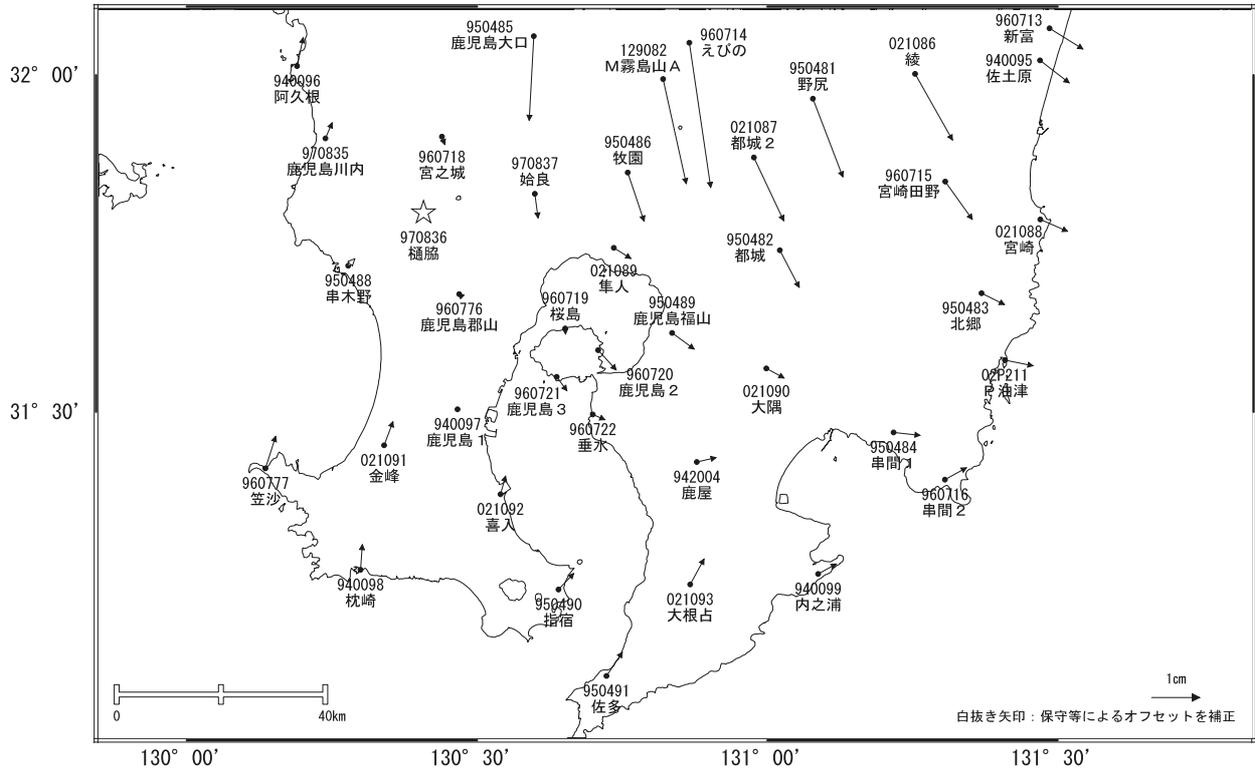


国土地理院

※[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

桜島周辺の地殻変動(水平:3ヶ月)

基準期間:2016/01/21~2016/01/30[F3:最終解]
比較期間:2016/04/21~2016/04/30[F3:最終解]

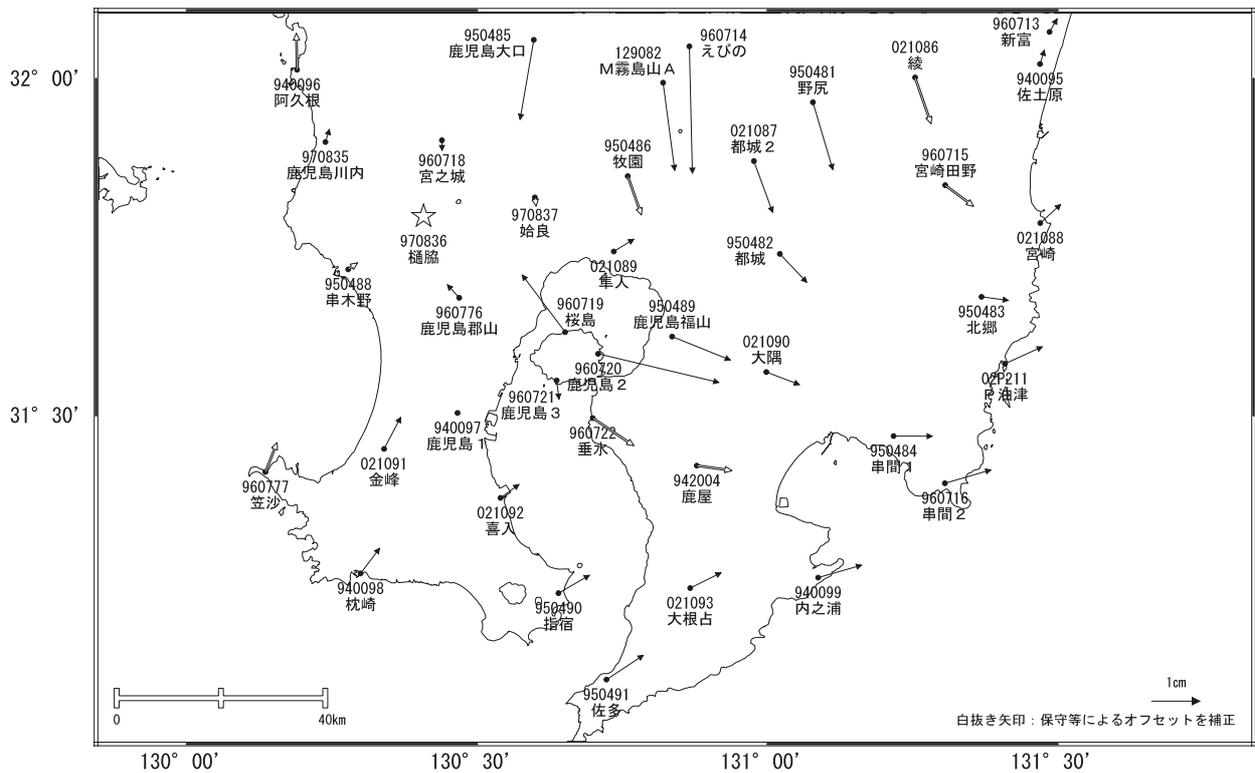


☆ 固定局: 樋脇(970836)

国土地理院

桜島周辺の地殻変動(水平:1年)

基準期間:2015/04/21~2015/04/30[F3:最終解]
比較期間:2016/04/21~2016/04/30[F3:最終解]



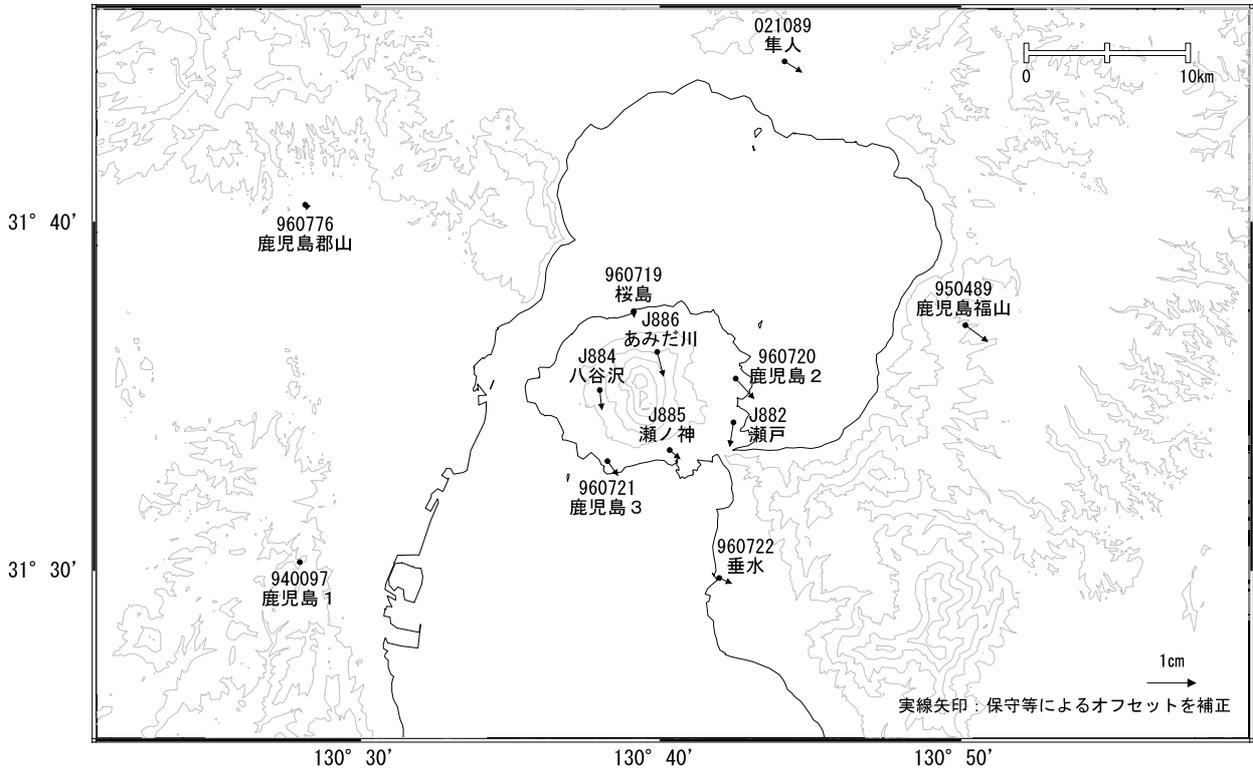
☆ 固定局: 樋脇(970836)

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:2016/01/21~2016/01/30[F3:最終解]
 比較期間:2016/04/21~2016/04/30[F3:最終解]

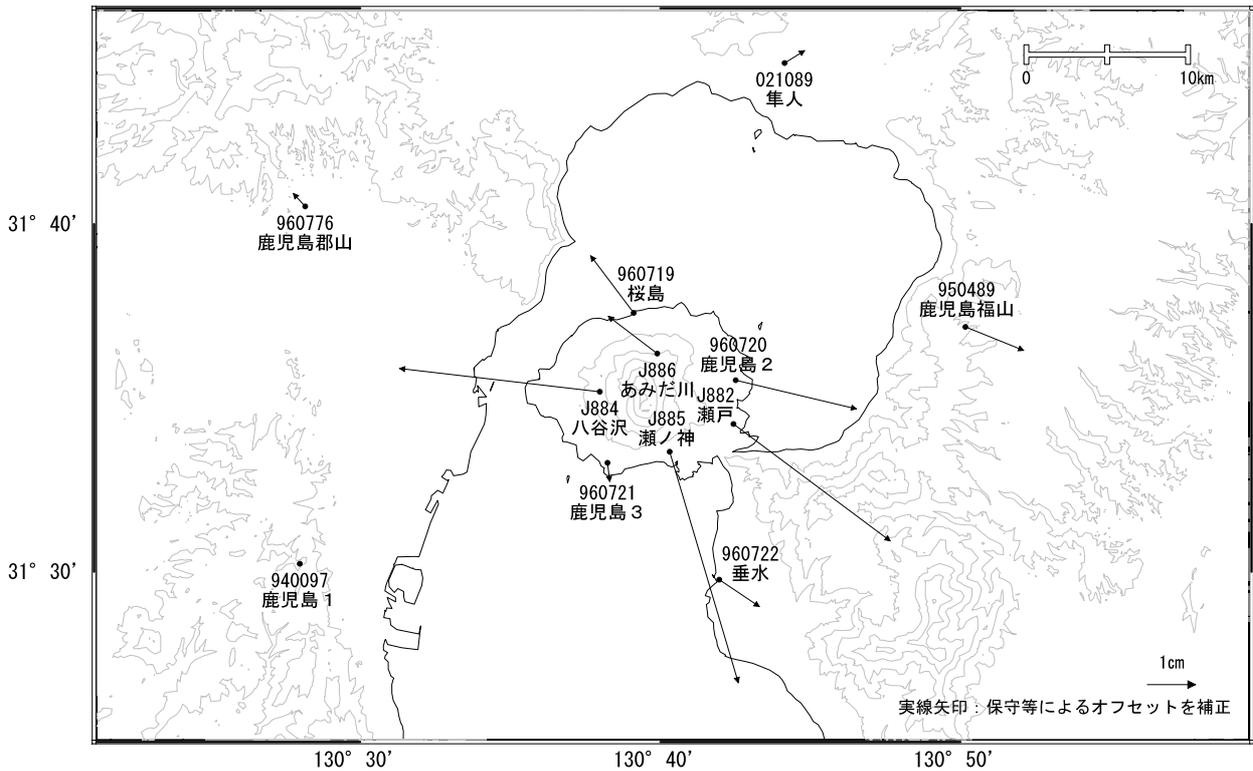


☆ 固定局:樋脇(970836)

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:2015/04/21~2015/04/30[F3:最終解]
 比較期間:2016/04/21~2016/04/30[F3:最終解]



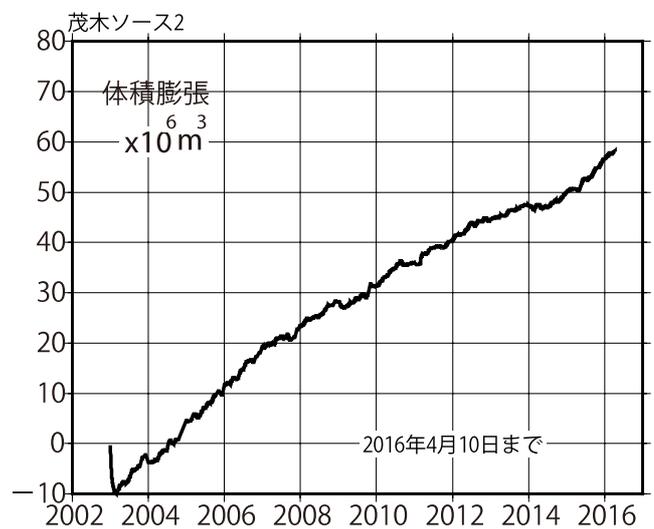
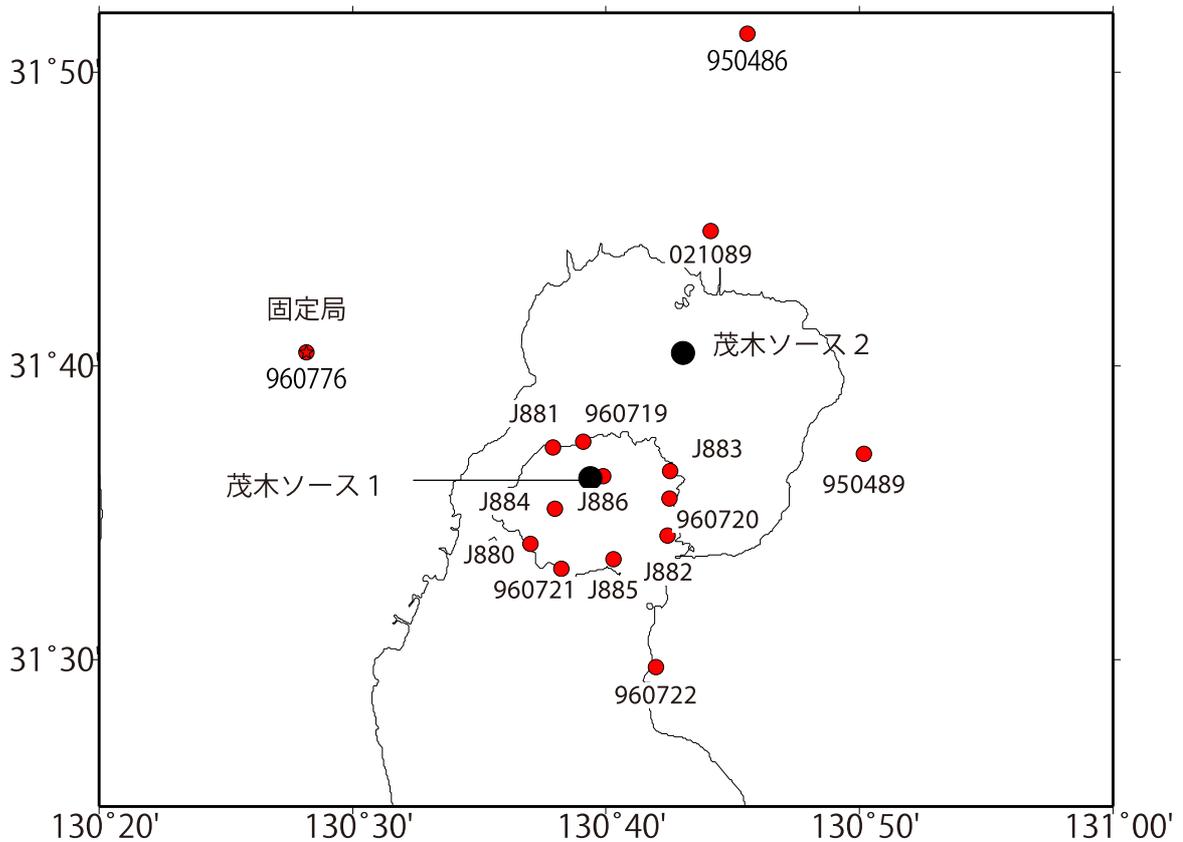
☆ 固定局:樋脇(970836)

国土地理院・気象庁

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

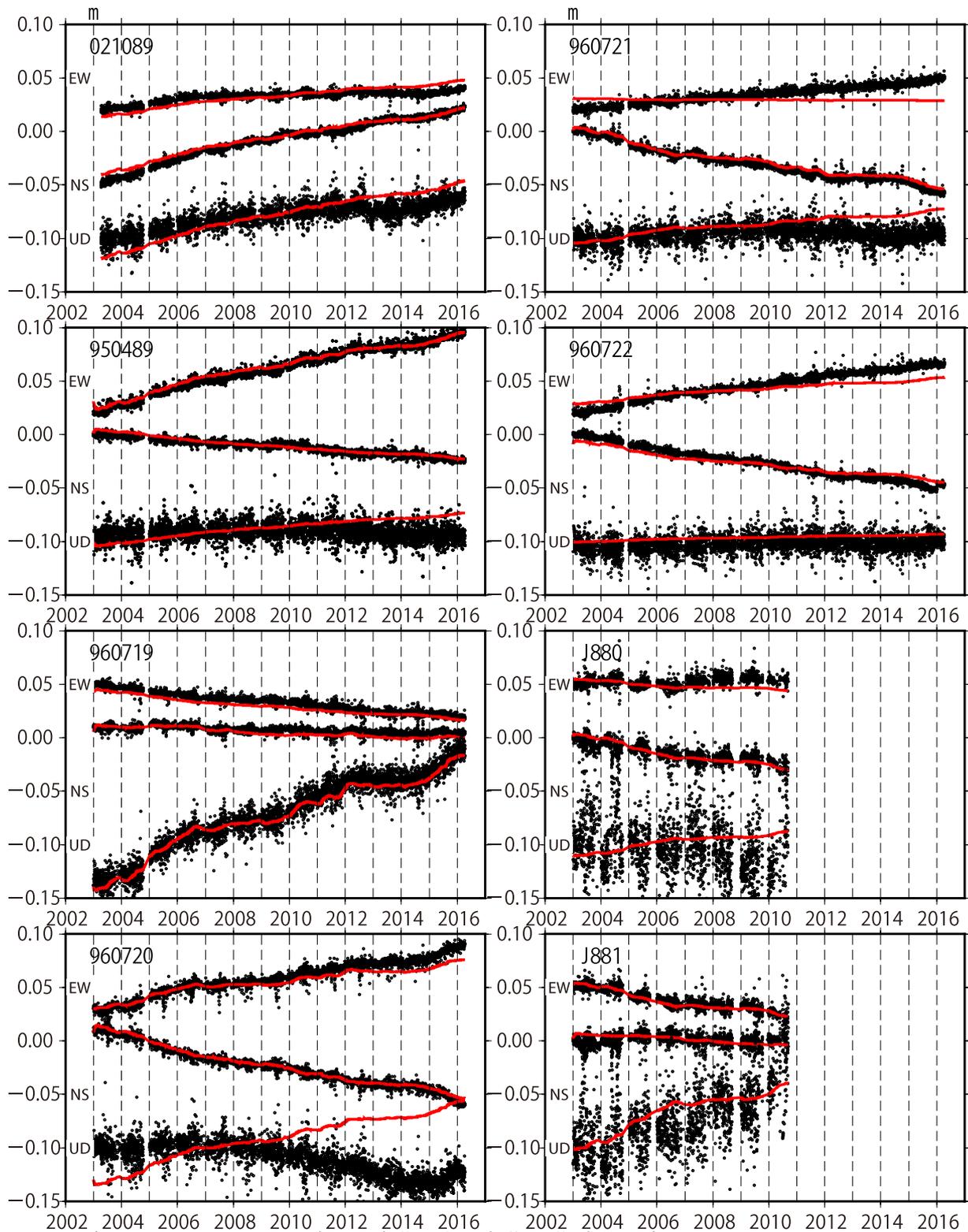


茂木ソース1: 緯度 31.603° 経度 130.656° 深さ 5km
 茂木ソース2: 緯度 31.670° 経度 130.709° 深さ 10km
 *電子基準点の保守等による変動は補正済
 2015/8/15のダイク貫入の変動は除いている

桜島

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

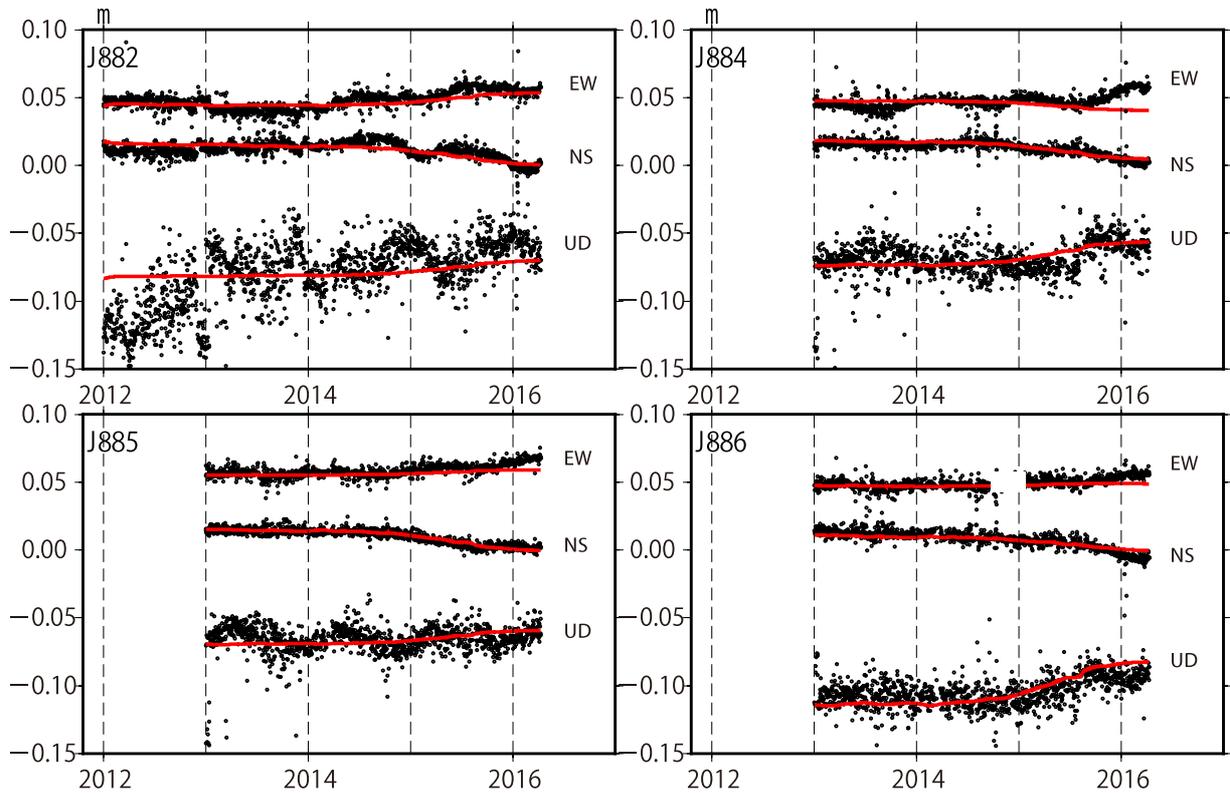


固定局960776. EW, NS, UDは東西、南北、上下変動. 周期成分は除いている.

*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

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



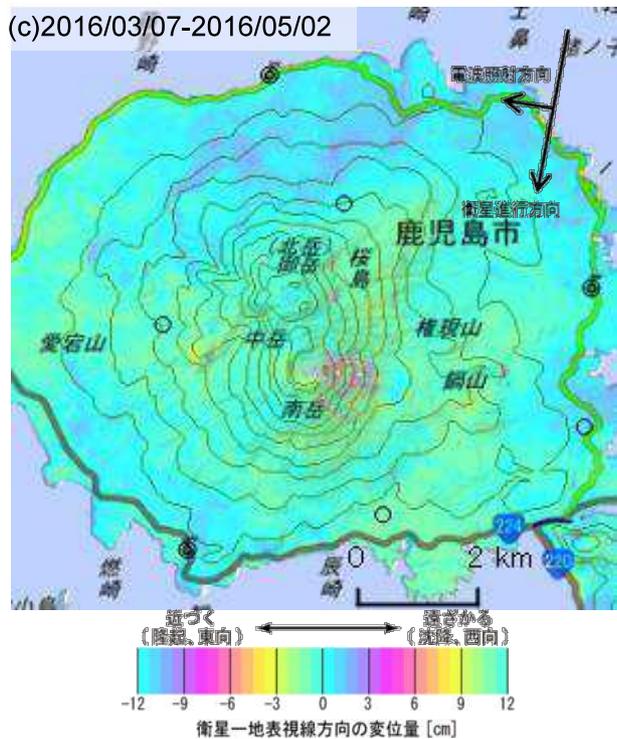
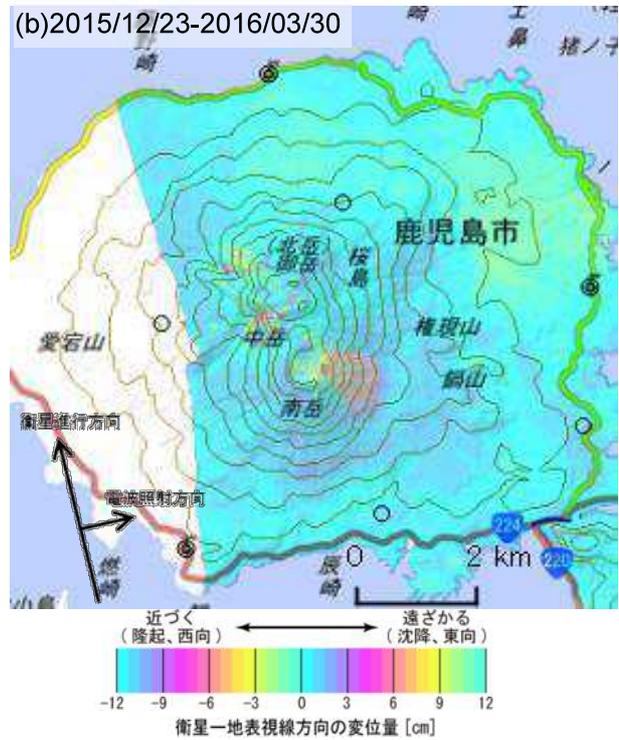
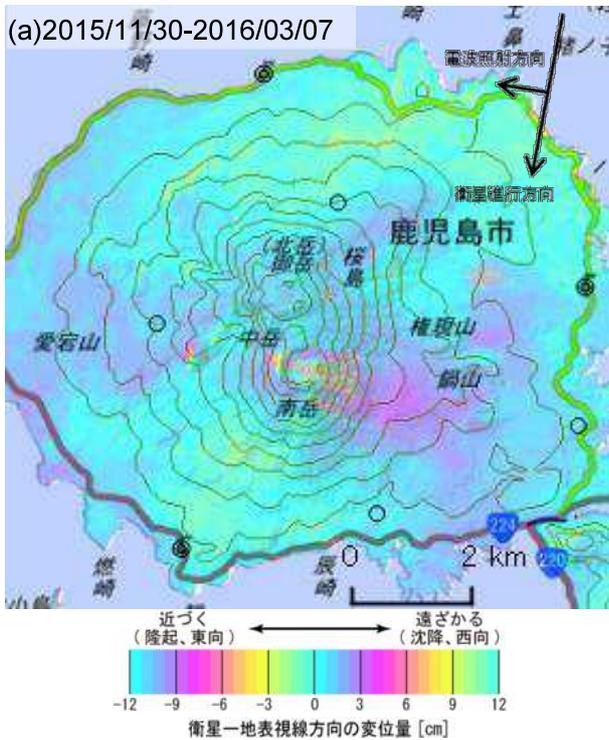
固定局960776. EW, NS, UDは東西、南北、上下変動. 周期成分は除いている.

*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

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。



	(a)	(b)	(c)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2015/11/30 2016/03/07 12:18 頃 (98 日間)	2015/12/23 2016/03/30 0:18 頃 (98 日間)	2016/03/07 2016/05/02 12:18 頃 (56 日間)
衛星進行方向	南行	北行	南行
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°	43.0°	36.2°
偏波	HH	HH	HH
垂直基線長	- 105m	- 100m	- 35m

*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

解析: 国土地理院 原初データ所有: JAXA

桜島

土石流の様子



野尻川 (2016/4/21)



野尻川 (2016/4/21)



野尻川 (2016/4/21)



野尻川 (2016/4/21)



野尻川 (2016/4/21)



野尻川 (2016/5/9)



有村川 (2016/5/10)



有村川 (2016/5/10)

図1 土石流の発生状況

桜島

・ 降灰状況 (図2～5)

2016年(平成28)1月～2016年(平成28)4月の降灰量(有村1)は約15kg/m²であり前年同期間約73kg/m²と比較し、約80%減少した。この間は桜島の南東方向に多く降灰が生じた。降灰量が増加すると土石流の発生頻度が高まる傾向があり注意が必要。

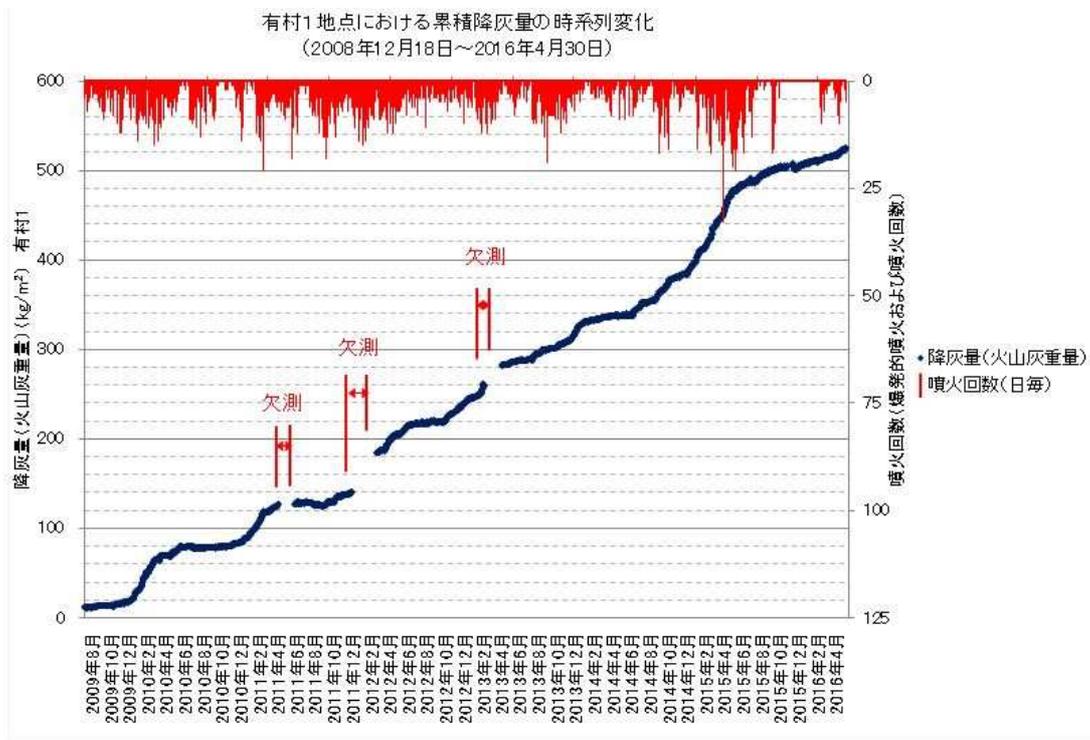


図2 自動降灰量計による降灰量の推移(2008年12月18日～2016年4月30日)

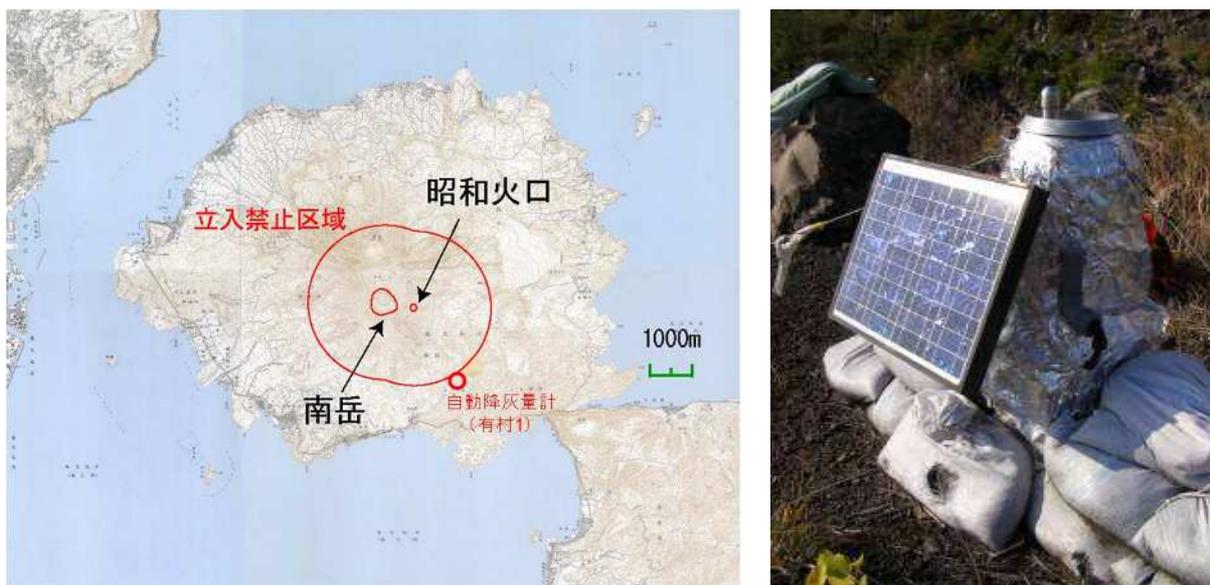


図3 自動降灰量計設置位置図および写真

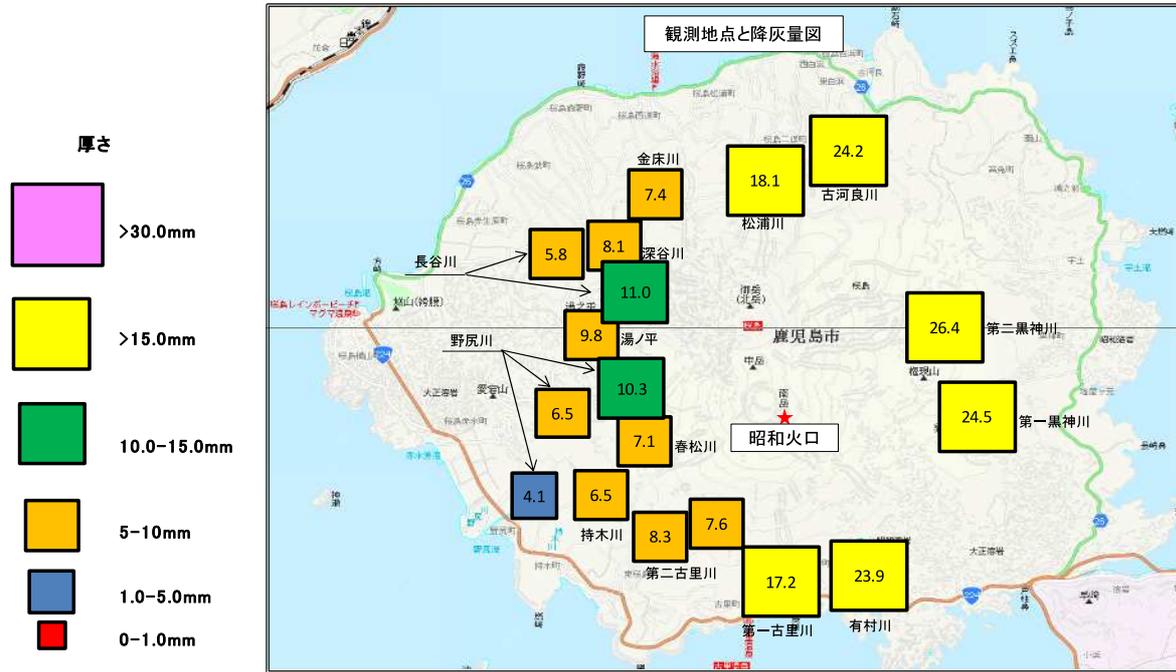


図4 桜島島内降灰量の分布 (2015年1月～2015年12月)

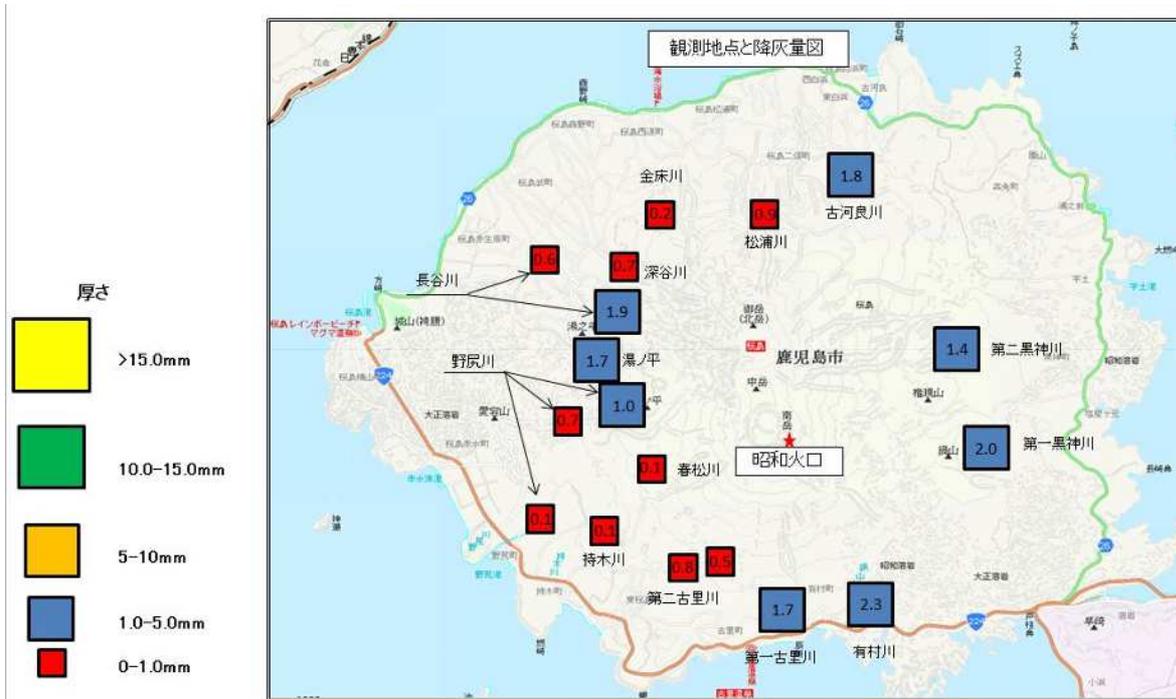
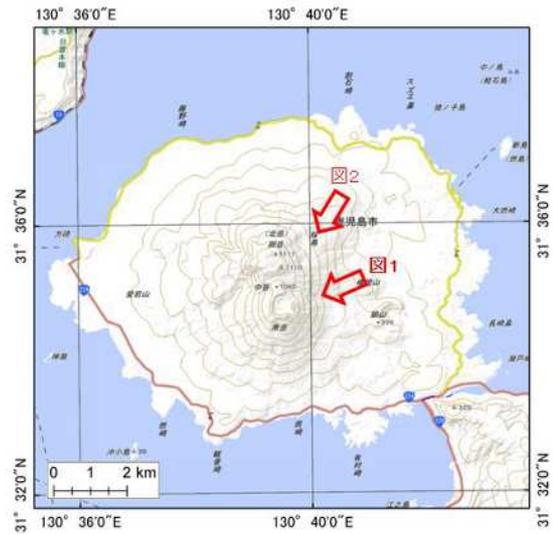


図5 桜島島内降灰量の分布 (2016年1月～2016年4月)

データ：九州地方整備局大隅河川国道事務所

桜島



地形図は国土地理院HPの地理院地図を使用した

○最近の活動について

年月日	調査機関等	活動状況
2016/2/26	第十管区 海上保安本部	昭和火口壁及び火口内から弱い白色噴気が認められた(図1 矢印)。 南岳火口内からは白色噴気が放出されていた(図2 矢印)。



図1 昭和火口の噴気

2016年2月26日 11:05 撮影



図2 南岳の噴気

2016年2月26日 11:01 撮影