

第 136 回 火山噴火予知連絡会資料

(その 1 の 1)

桜島

平成 28 年 10 月 4 日

火山噴火予知連絡会資料（その1）

目次

桜島.....	3
気象庁 3-31（気象研 30-31）	
東大震研 32-33	
京大桜島 34-43	
地理院 44-53	
砂防部 54-64	

桜 島

(2016 年 9 月 10 日現在)

昭和火口では、5 月から 7 月にかけて噴火が時々発生したが、7 月 27 日以降はごく小規模な噴火も観測されていない。5 月 8 日 02 時 01 分には、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が発生した。6 月 3 日 00 時 21 分の爆発的噴火では、ごく小規模な火砕流が発生し、昭和火口の南東側へ 400m 流下した。噴煙の高さが火口縁上 3,000m 以上の噴火は 4 回発生し、7 月 26 日 00 時 02 分の噴火では、多量の噴煙が火口縁上 5,000m に達した。

南岳山頂火口では、5 月に噴煙の高さが火口縁上 3,000m 以上の噴火が 2 回発生した。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。8 月にはごく小規模な噴火を時々観測した。

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 5 月約 10 万トン、6 月約 4 万トン、7 月約 3 万トン、8 月約 5 万トンと少ない状況で推移した。

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 連続観測では始良カルデラの膨張を示す基線の伸びの傾向が続いている。

1 日あたりの火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、5 月までは 300～500 トンとやや少ない状態であったが、7 月以降は 100 トン未満とさらに減少した。

昭和火口及び南岳山頂火口から概ね 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。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（2016 年 5 月～2016 年 9 月 10 日）

・噴煙、噴火活動、降灰の状況（表 1、表 3、表 4、図 1～7、図 13-①②③⑤、図 14、図 16-①②③⑤、図 18-①②、図 19、図 26、図 28）

昭和火口では、5 月から 7 月にかけて噴火が時々発生した。7 月 27 日以降、ごく小規模な噴火も観測されていない。噴火は 5 月 22 回、6 月 4 回、7 月 2 回、8 月なし、合計 28 回発生した。そのうち爆発的噴火は、5 月 2 回、6 月 1 回、7 月 2 回、8 月なし、合計 5 回であった。5 月 8 日 02 時 01 分には、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が発生した。6 月 3 日 00 時 21 分の爆発的噴火では、ごく小規模な火砕流が発生し、昭和火口の南東側へ 400m 流下した。噴煙の高さが火口縁上 3,000m 以上の噴火は 4 回発生した。

7 月 26 日 00 時 02 分の噴火では、多量の噴煙が火口縁上 5,000m に達した。同日実施した現地調査及び聞き取り調査では、桜島島内の西側から南西側でやや多量の降灰（1 平方メートル当たりの最大で 334 g）が観測されたほか、鹿児島市から日置市にかけての広い範囲で降灰を確認した。小さな噴石（火山れき）は確認されなかった。

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。

同じく噴煙が5,000mに達した2013年8月18日の噴火では、島内の1平方メートルあたりの降灰量が最大で約4kgであったことから、今回の噴火による噴出物の量はこの噴火の10分の1未満であったと考えられる。

南岳山頂火口では、5月に噴煙の高さが火口縁上3,000m以上の噴火が2回発生した。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。8月にはごく小規模な噴火を時々観測した。

鹿児島地方気象台では、2016年5月10g/m²（降灰日数6日）、6月22g/m²（降灰日数2日）、7月74g/m²（降灰日数2日）、8月0.5g/m²未満（降灰日数2日）の合計106g/m²（降灰日数12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5月約10万トン、6月約4万トン、7月約3万トン、8月約5万トンと少ない状況で推移した。

・昭和火口、南岳山頂火口及び桜島山体の状況（図8～12）

2016年5月18日と8月25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。

2016年8月25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。2016年2月18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434m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15、図17、図18-③④、図20、図21）

火山性地震は概ね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0～5km付近に分布したほか、8月26日から9月1日にかけて桜島南西部の海拔下7～10km付近でA型地震が一時的にやや増加した。桜島南西部で地震が増加したのは、2015年3月31日から4月2日にかけて以来であった。

火山性微動は少ない状態で経過した。

・地殻変動の状況（図22～25、図29）

桜島島内の傾斜計では、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。9月7日から8日にかけて、わずかな収縮を示す地殻変動を観測した。伸縮計では7月頃からわずかな伸張がみられている。

GNSS連続観測では、始良カルデラの膨張を示す基線の伸びの傾向が続いている。

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13④、図16④）

1日あたりの火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、5月以降も少ない状態が続いており、5月300～500トン、7月30～40トン、8月40～200トン、9月20トンであった。8月22日の観測では、一時的に200トンとやや増加したが、これは、南岳山頂火口でごく小規模な噴火活動が発生した時期に実施されたものである。

- 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1m²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 9 月～2016 年 8 月)

2015～2016年		9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	合計
南岳山頂 火口	噴火回数	2	—	—	—	—	—	6	1	3	1	—	—	13
	爆発的噴火	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
昭和 火口	噴火回数	96	—	—	—	—	55	8	51	22	4	2	—	238
	爆発的噴火	46	—	—	—	—	22	5	15	2	1	2	—	93

表 2 桜島 最近 1 年間の月別地震回数・微動時間 (2015 年 9 月～2016 年 8 月)

2015～2016年		9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	合計
地震回数		569	47	98	37	32	485	129	256	164	126	62	154	2,159
微動継続時間の合計(時)		29	0	—	—	—	14	1	8	4	1	0	0	57

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 9 月～2016 年 8 月)

2015～2016年		9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	合計
降灰量 (g/m ²)		4	1	—	—	—	4	0	5	10	22	74	0	120
降灰日数		6	2	0	0	0	2	1	6	6	2	2	2	29

表 4 桜島 最近 1 年間の月別の火山灰の噴出量 (2015 年 9 月～2016 年 8 月)

2015～2016年		9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	合計
降灰量 (万トン)		4	7	3	6	3	10	10	20	10	4	3	5	85

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 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 2 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。

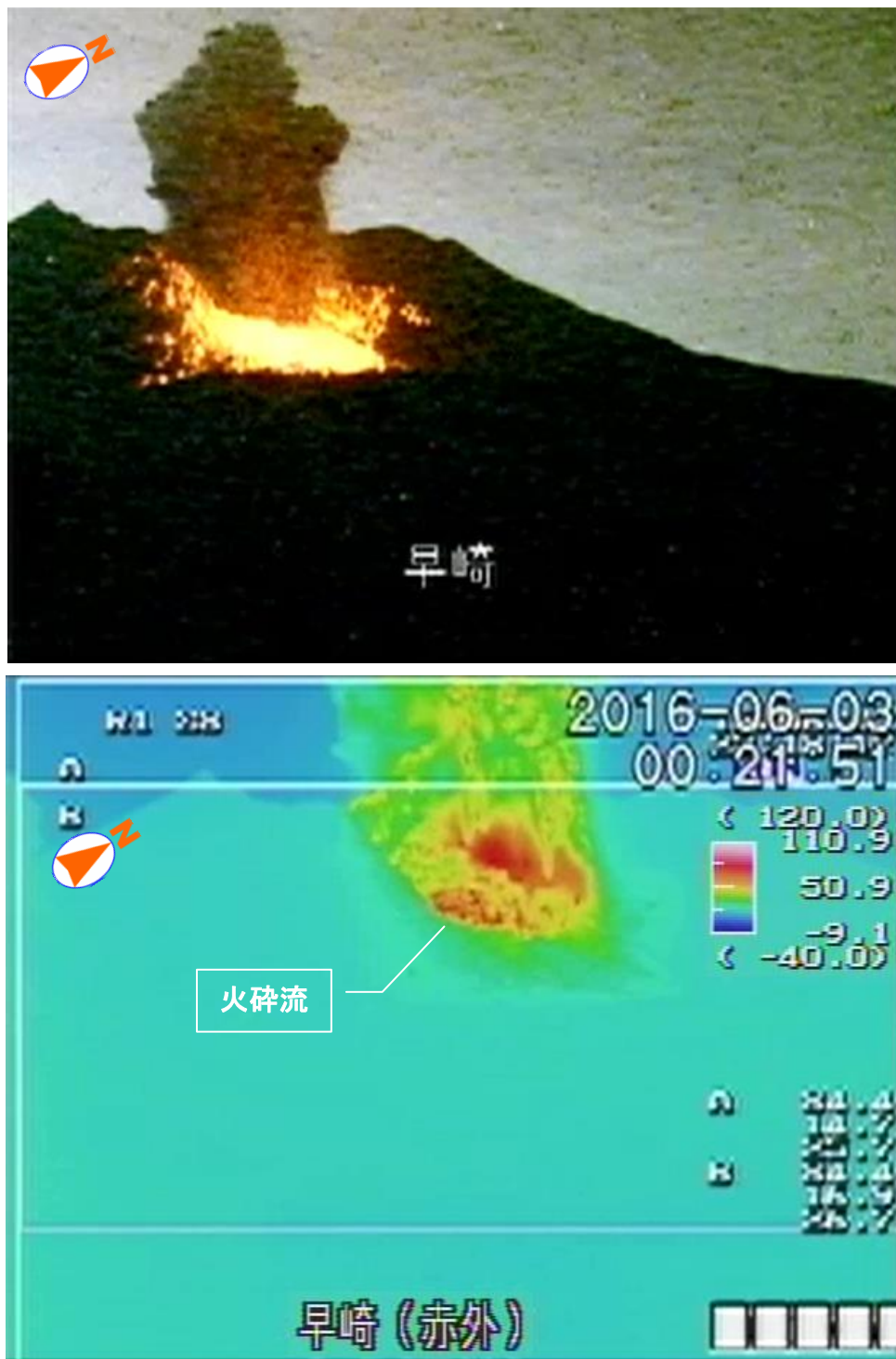


図3 桜島 2016年6月3日00時21分の昭和火口の爆発的噴火の状況
 （早崎可視カメラ（上図）及び早崎赤外カメラ（下図）：大隅河川国道事務所設置）

爆発的噴火に伴い、火砕流が昭和火口の南東側に約400m流下し、弾道を描いて飛散する大きな噴石が5合目（昭和火口より500～800m）まで達した。



図 4 桜島 2016 年 7 月 26 日 00 時 02 分の昭和火口の爆発的噴火の状況
(海潟カメラ：大隅河川国道事務所設置)

爆発的噴火に伴い、弾道を描いて飛散する大きな噴石が 5 合目（昭和火口より 500～800m）まで達した。

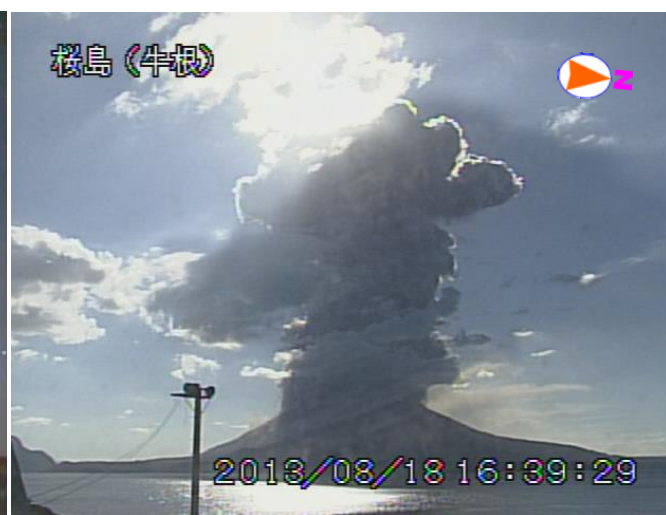


図 5 桜島 2016 年 7 月 26 日 00 時 02 分と 2013 年 8 月 18 日の昭和火口の爆発的噴火の比較
(牛根カメラ)

爆発的噴火に伴う噴煙が 5,000m に達した。噴出物の量は少ないとみられる。

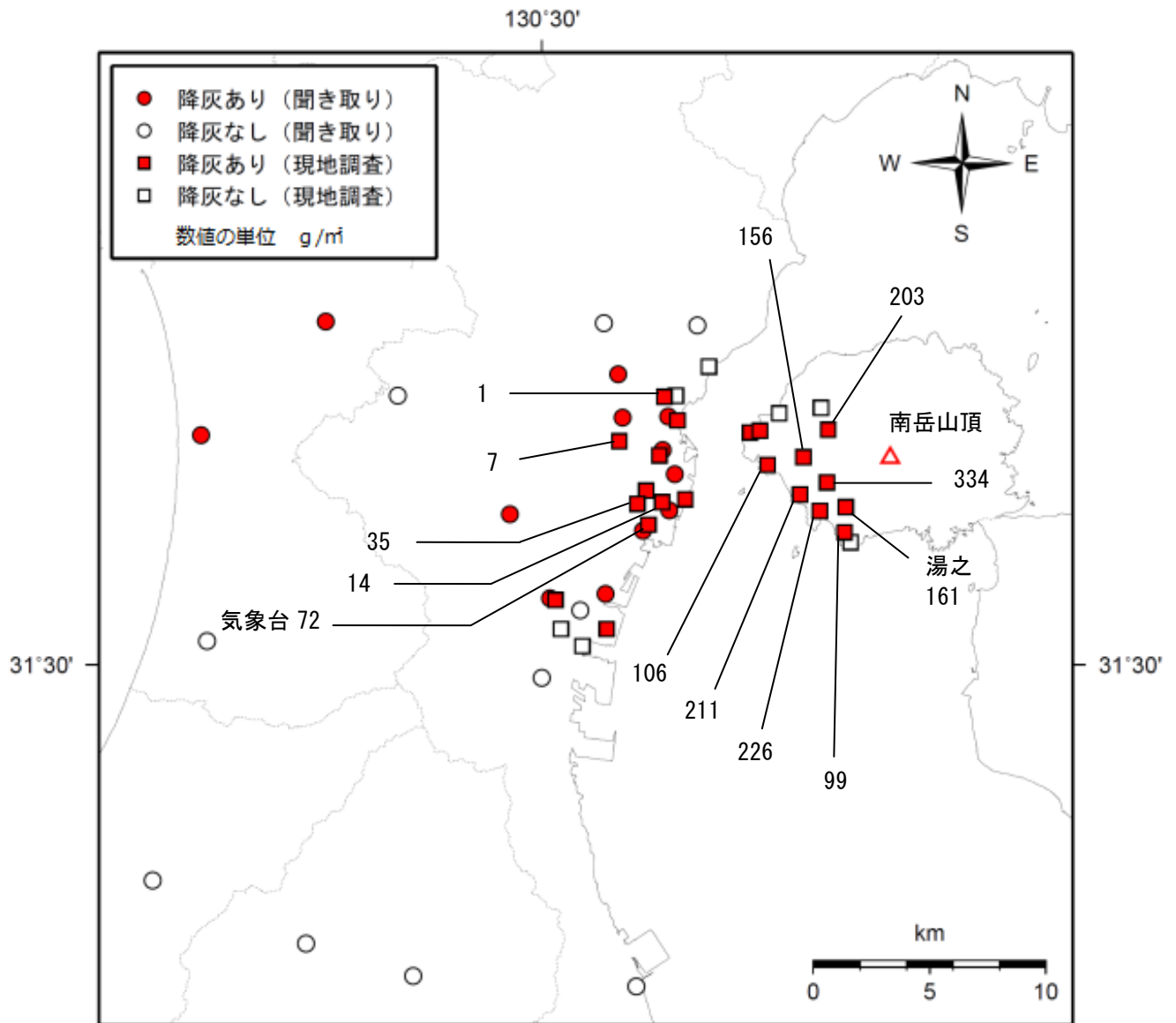


図 6 桜島 2016 年 7 月 26 日 00 時 02 分の昭和火口の爆発的噴火による降灰分布

- ・桜島島内の西側から南西側でやや多量の降灰が観測されたほか、鹿児島市から日置市にかけての広い範囲で降灰を確認した。
- ・2013 年 8 月 18 日の噴火では、島内の 1 平方メートルあたりの降灰量が最大で約 4 kg であったことから、今回の噴火による噴出物の量は今回の噴火の 10 分の 1 未満であると考えられる。



図 7 桜島 2016 年 7 月 26 日 00 時 02 分の昭和火口の爆発的噴火による降灰の状況

- ・桜島島内でやや多量の降灰が観測されたほか、広い範囲で降灰を観測した。
- ・小さな噴石 (火山れき) は観測されなかった。



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。

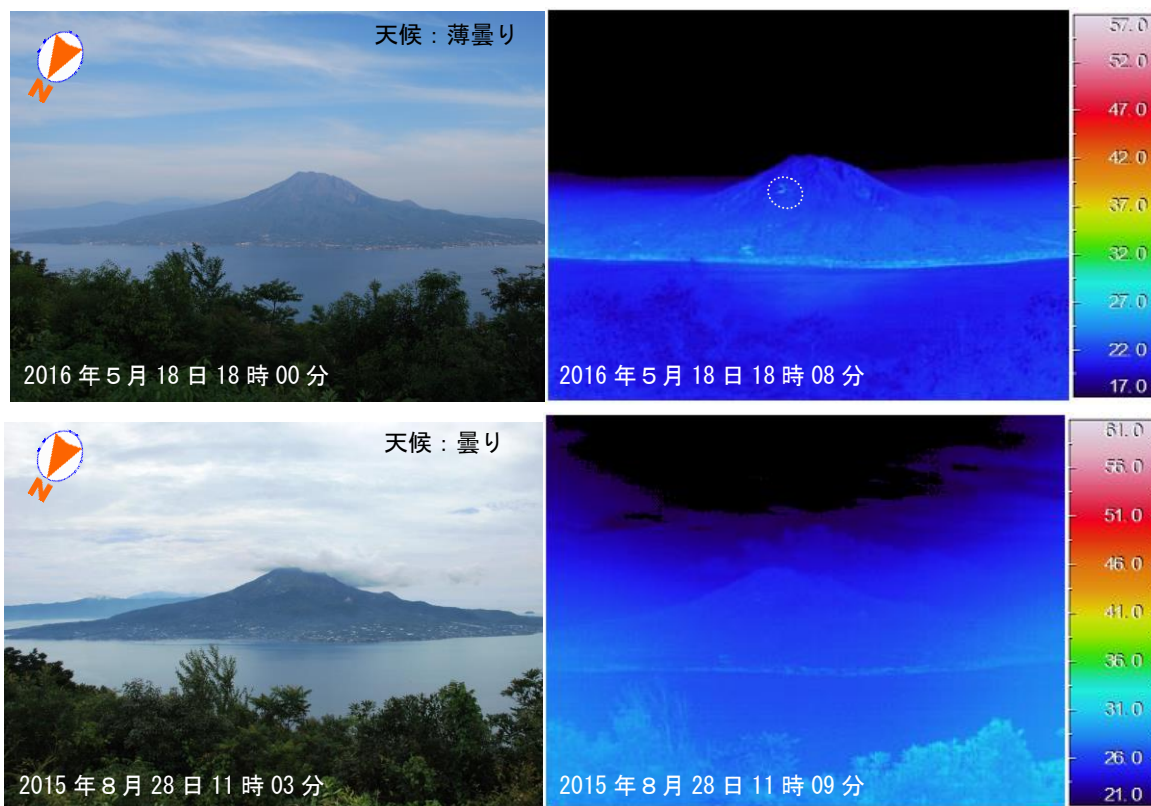


図 9 桜島 寺山公園からの可視画像及び赤外熱映像装置による地表面温度分布

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）は、構造物（砂防堰堤等）の影響による。



図 10 桜島 海淵トンネル脇道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
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。雲や水蒸気の影響で熱異常域は明瞭ではないものの、これまでの観測と比べ大きな変化は認められなかった。

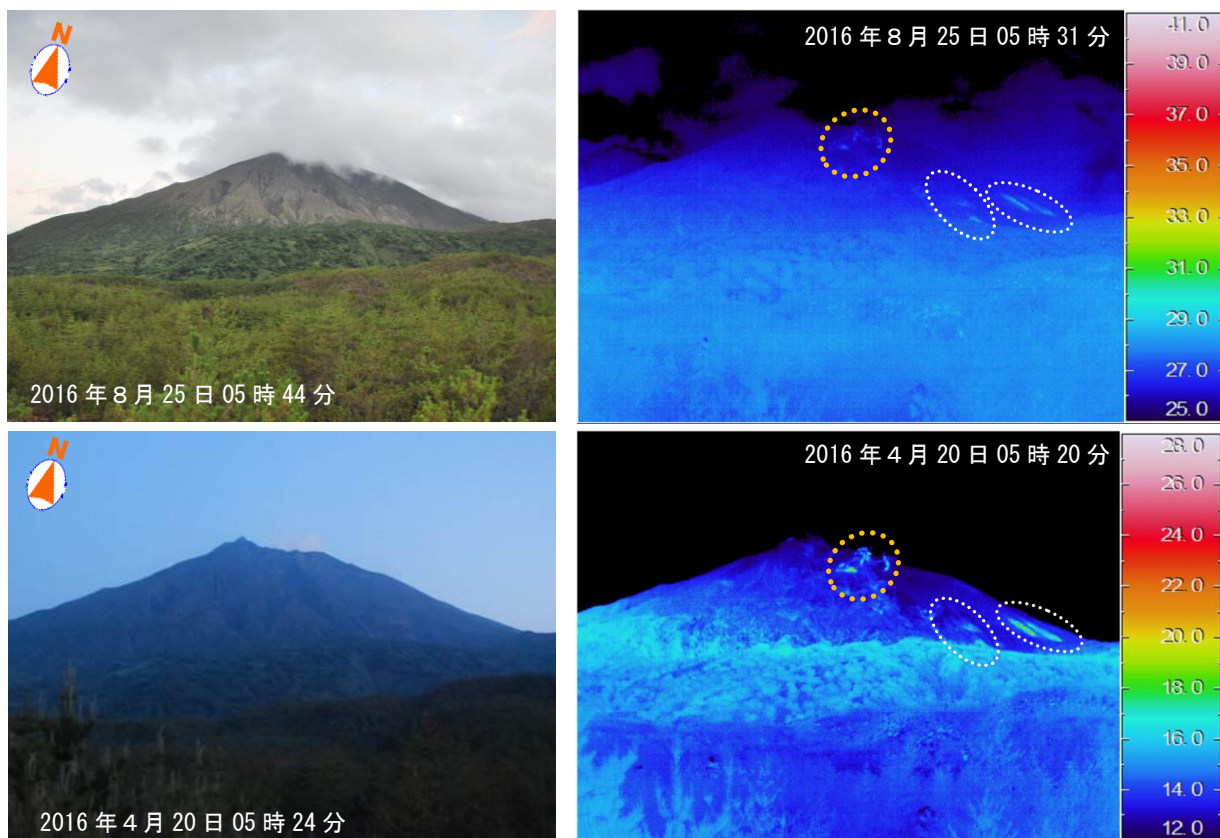


図 11 桜島 有村展望所からの赤外熱映像装置による地表面温度分布

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。雲や水蒸気の影響で熱異常域は明瞭ではないものの、これまでの観測と比べ大きな変化は認められなかった。

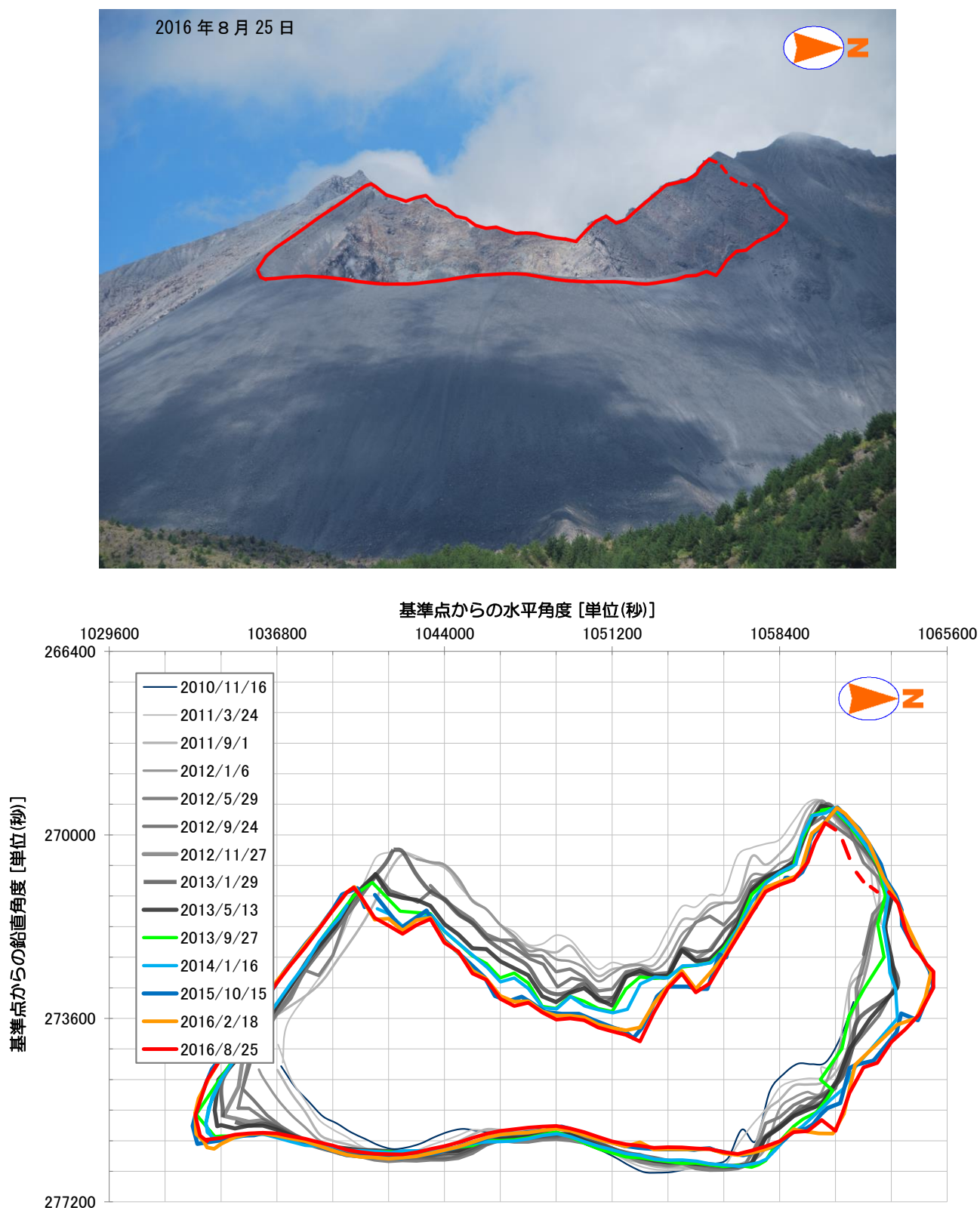


図 12 桜島 昭和火口形状 (2010 年 11 月 16 日～2016 年 8 月 25 日)

- ・ 2016 年 2 月 18 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 2016 年 2 月 18 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。

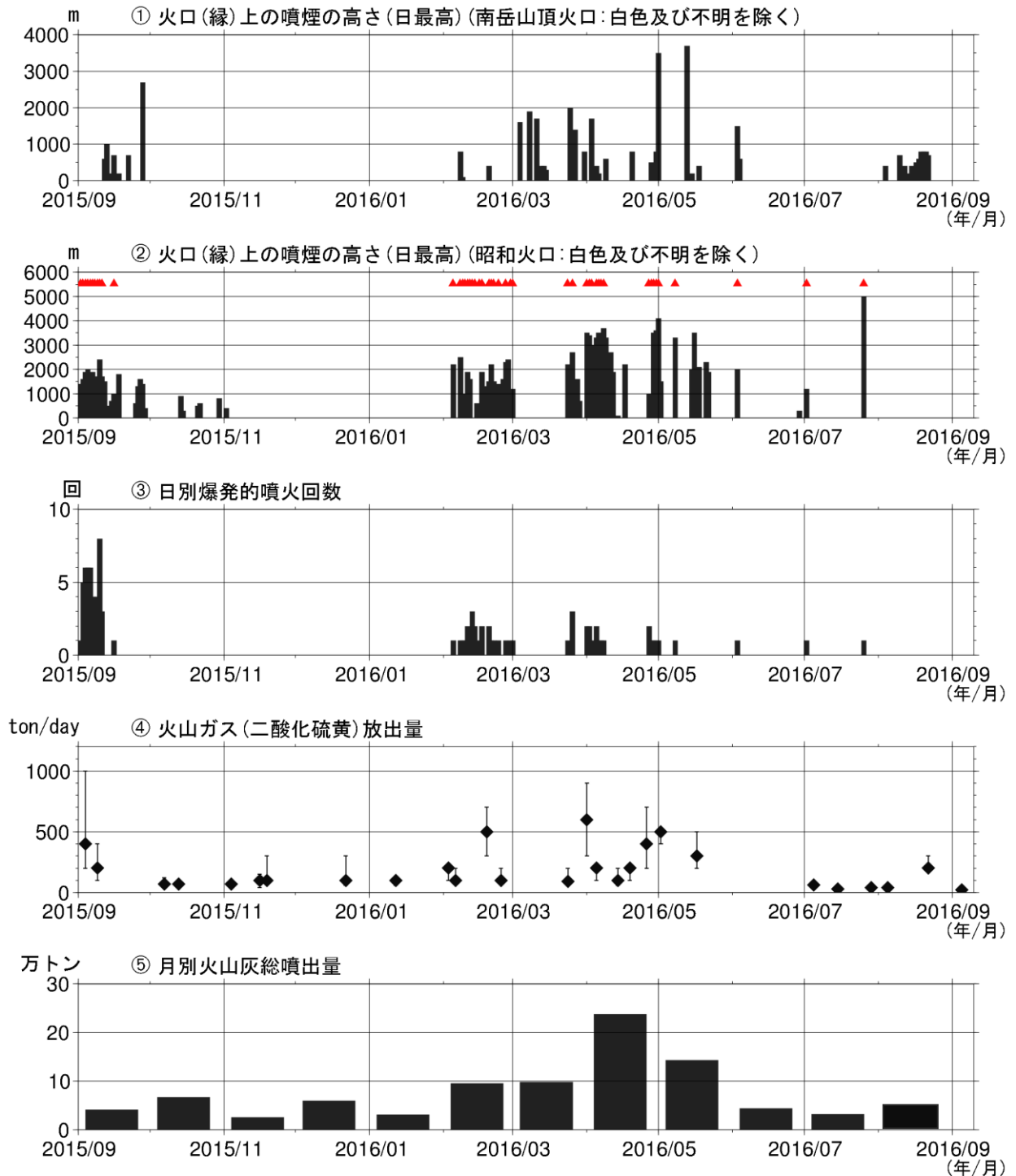


図 13 桜島 最近 1 年間の活動状況 (2015 年 9 月～2016 年 9 月 10 日)

<2016 年 5 月～9 月 10 日の状況>

- ・昭和火口では、5 月から 7 月にかけて噴火が時々発生した。7 月 27 日以降、ごく小規模な噴火も観測されていない。
- ・南岳山頂火口では、5 月に噴煙の高さが火口縁上 3,000m 以上の噴火が 2 回発生した。8 月にはごく小規模な噴火を時々観測した。
- ・火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、5 月までは 300～500 トンと少ない状態であったが、7 月以降は 100 トン未満とさらに減少した。
- ・火山灰の月別噴出量は、2016 年 5 月約 10 万トン、6 月約 4 万トン、7 月約 3 万トン、8 月約 5 万トンと少ない状況で推移した。

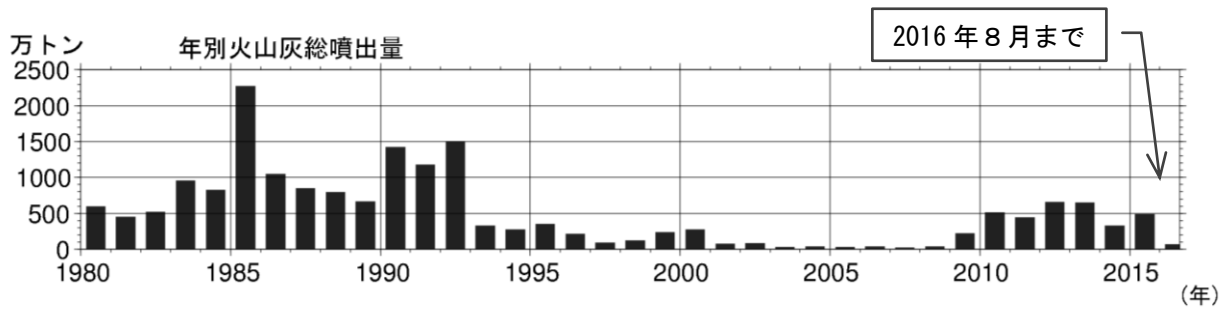


図 14 桜島 年別の火山灰の総噴出量（1980 年～2016 年 8 月）

2016 年の 8 月までの総噴出量は、約 65 万トンと昨年（2015 年）の 8 月までと比べ少ない状況で経過した。

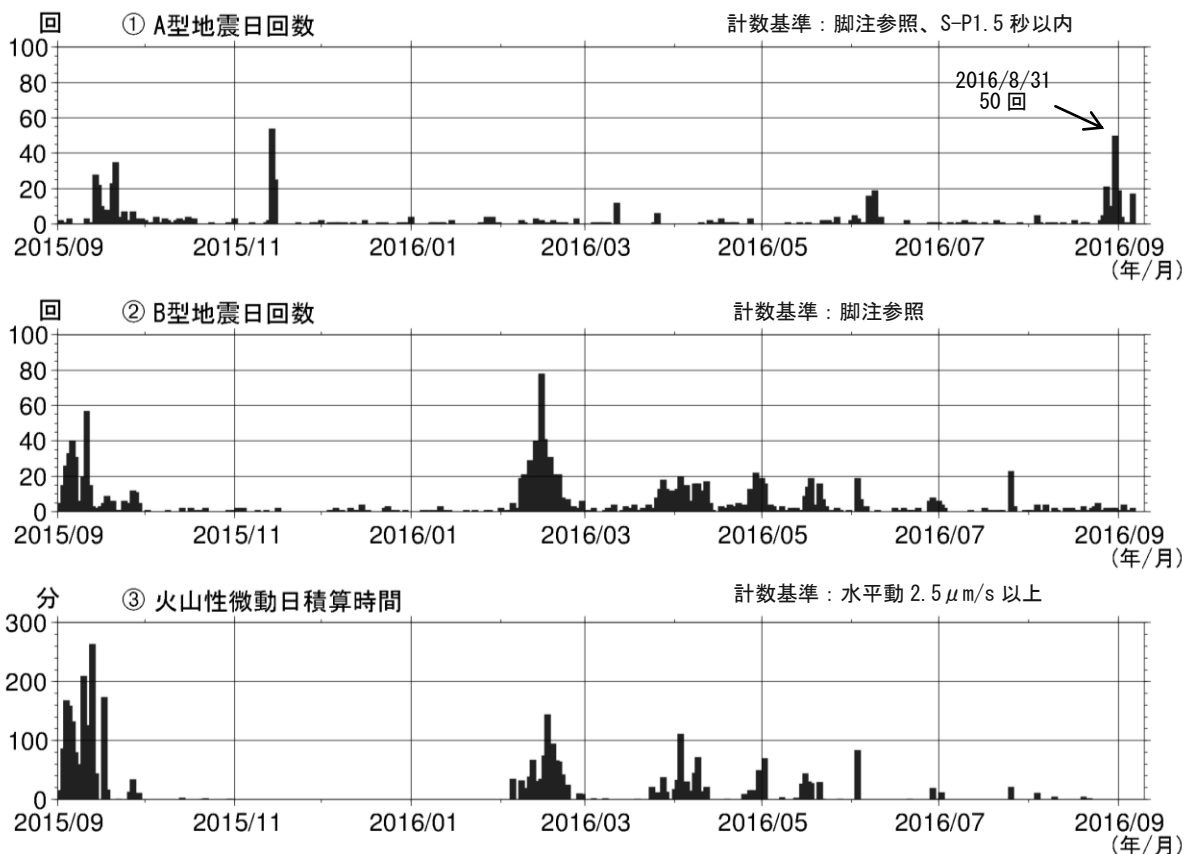


図 15 桜島 最近 1 年間の地震・微動の状況（2015 年 9 月～2016 年 9 月 10 日）

<2016 年 5 月～2016 年 9 月 10 日の状況>

- ・火山性地震は概ね少ない状況で経過した。
- ・8 月 26 日から 9 月 1 日にかけて、A 型地震が一時的にやや増加した。
- ・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： $0.5 \mu\text{m}$ ）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 $2.5 \mu\text{m/s}$ 横山：水平動 $1.0 \mu\text{m/s}$ ）している。

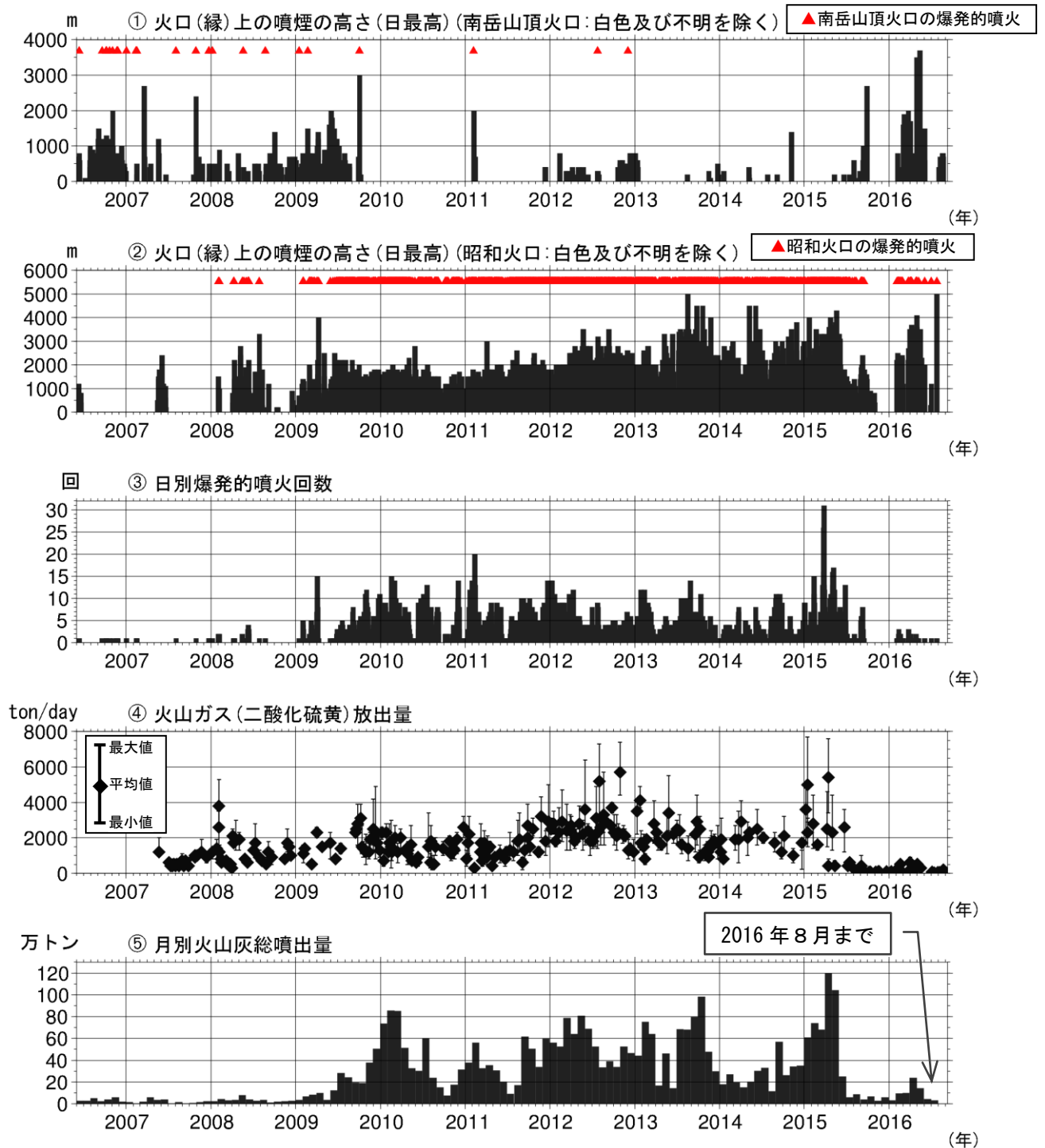


図 16 桜島 昭和火口噴火活動再開(2006 年 6 月)以降の噴煙、火山灰、火山ガスの状況(2006 年 6 月～2016 年 9 月 10 日)

*図 12、図 13、図 15 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。

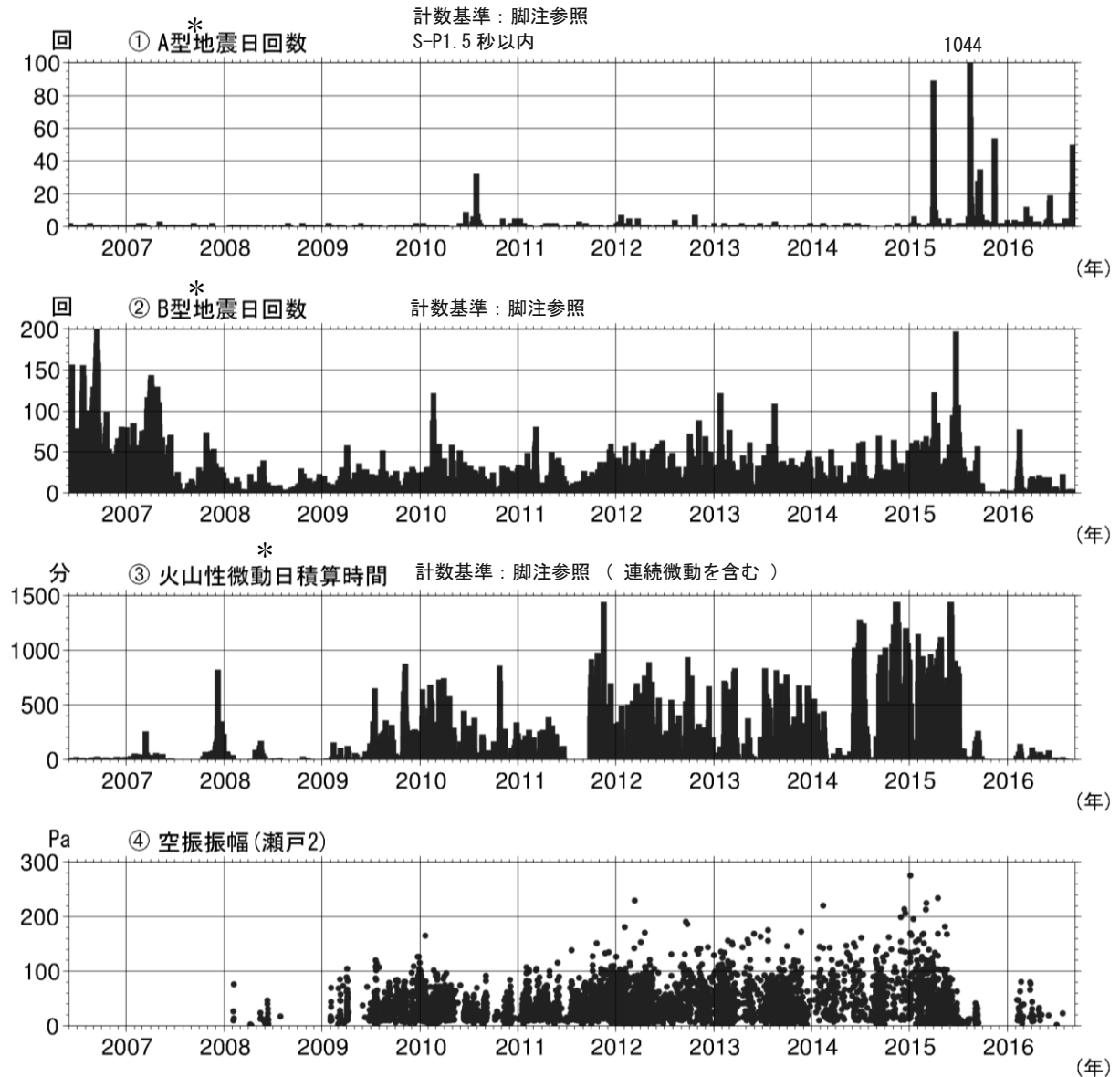


図 17 桜島 昭和火口噴火活動再開（2006 年 6 月）以降の地震・微動・空振の状況
（2006 年 6 月～2016 年 9 月 10 日）

*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。

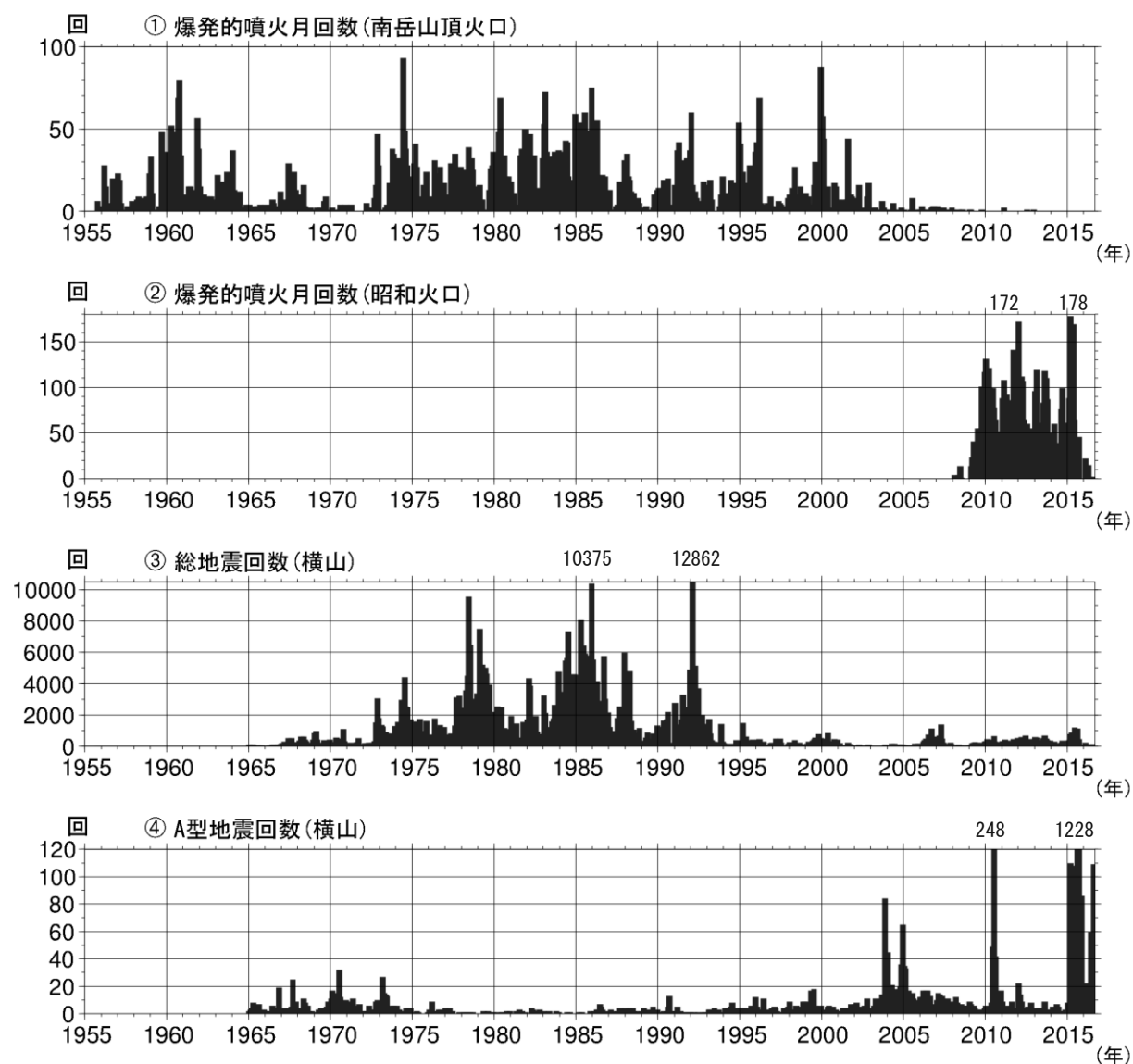


図 18 桜島 長期の活動状況 (1955 年 1 月～2016 年 9 月 10 日)

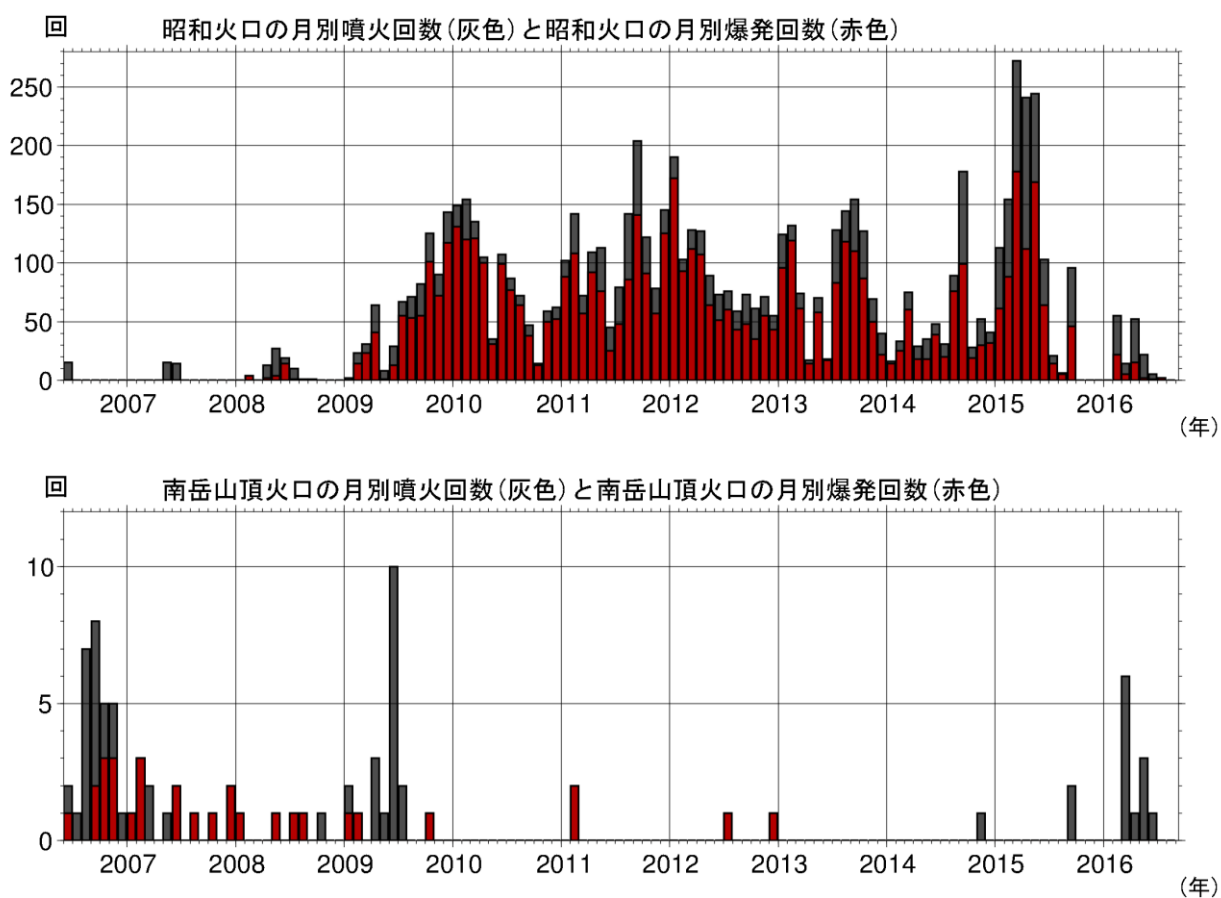


図 19 桜島 昭和火口と南岳山頂火口の月別爆発的噴火回数

(2006 年 1 月～2016 年 9 月 10 日)

- ・昭和火口では、5 月から 7 月にかけて噴火が時々発生した。
- ・南岳山頂火口では、5 月に噴煙の高さが火口縁上 3,000m 以上の噴火が 2 回発生した。

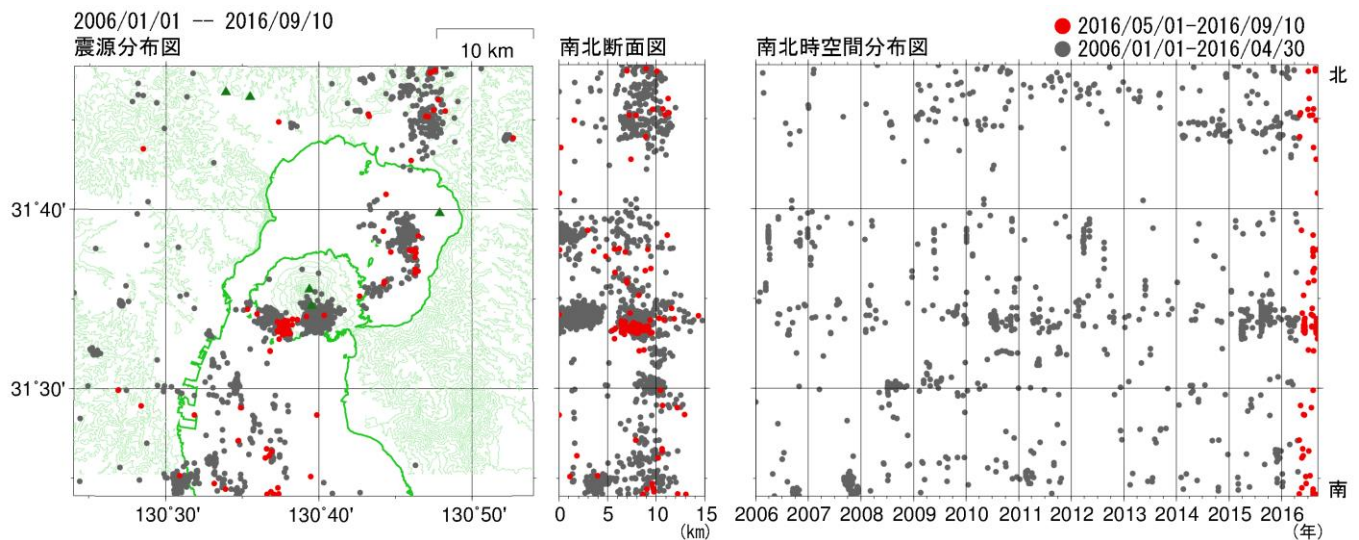


図 20 桜島 一元化震源による桜島周辺の震源分布図

<2016 年 5 月～2016 年 9 月 10 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。

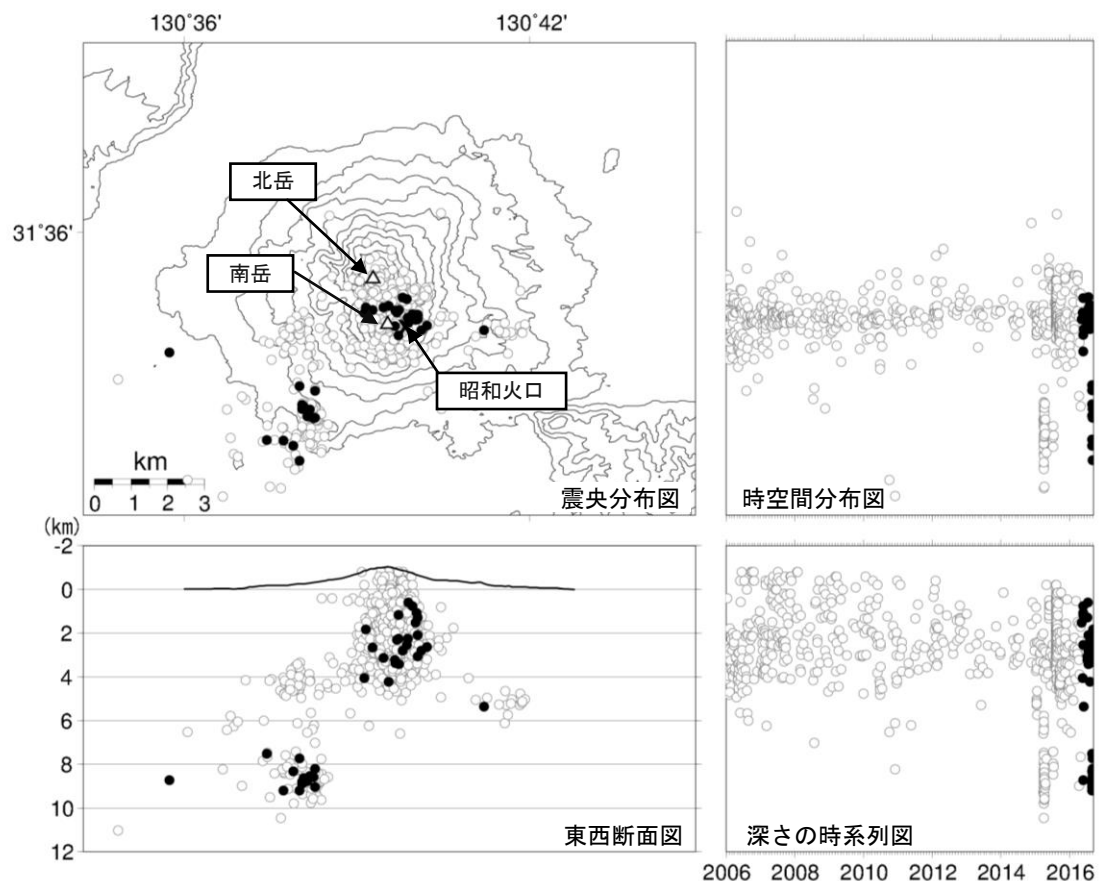


図 21 桜島 震源分布図(2006 年 1 月～2016 年 9 月 10 日)

● : 2016 年 5 月～ 2016 年 9 月 10 日の震源
○ : 2006 年 1 月～ 2015 年 12 月 31 日の震源

<2016 年 5 月～ 9 月 10 日の状況>

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 7～10km 付近、桜島西部の海拔下 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 50 mメッシュ（標高）』を使用した。

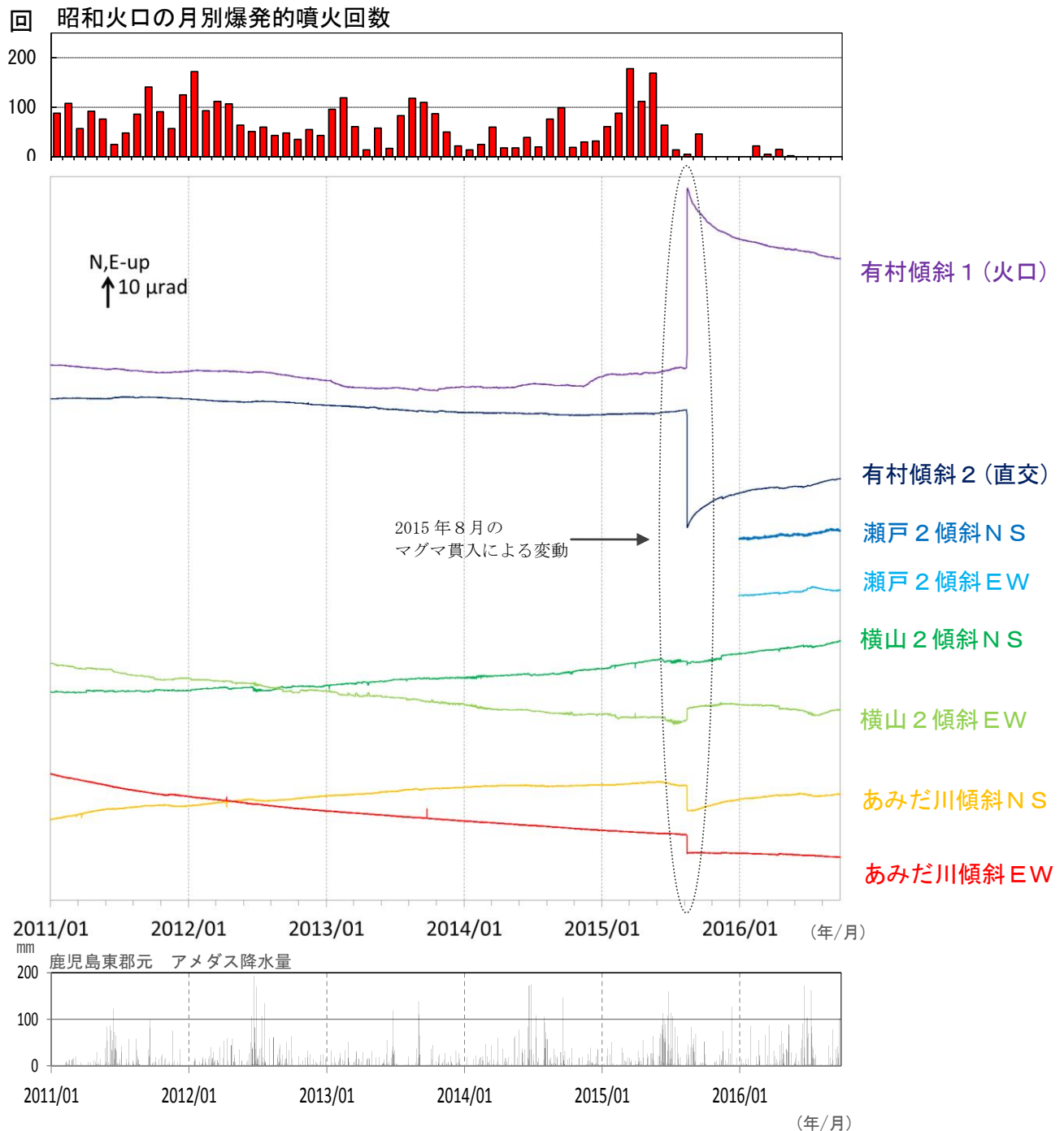


図 22 桜島 昭和火口の月別爆発回数及び傾斜変動(2011 年 1 月～2016 年 9 月 25 日)

- ・ 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 7 月下旬頃からわずかな山上がりの傾向がみられる。

* 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。

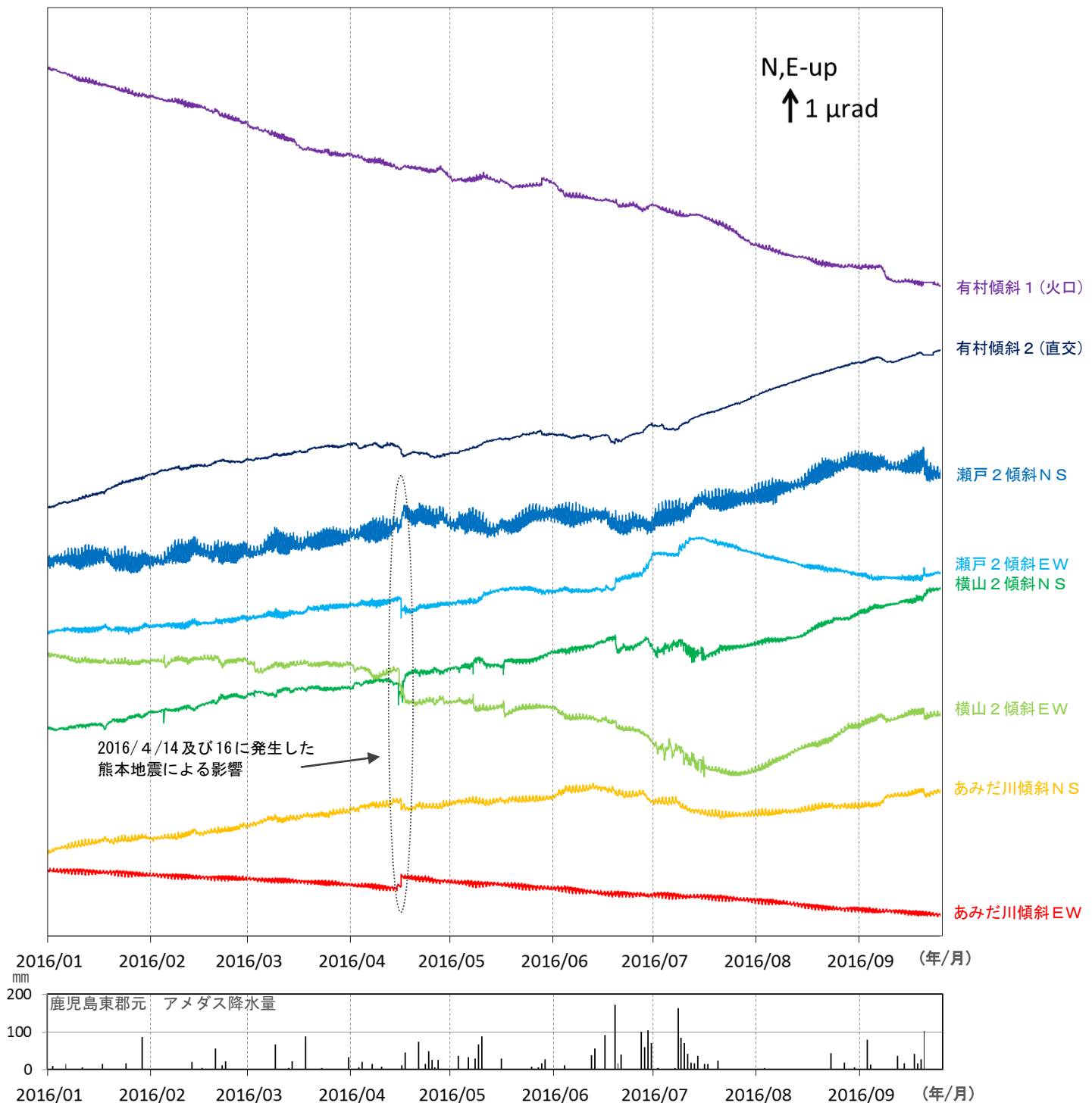


図 23 桜島 傾斜変動 (2016 年 1 月～2016 年 9 月 25 日 前図の期間後半部の拡大)

- ・ 2015 年 8 月 15 日の変動の後是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 7 月下旬頃からわずかな山上がりの傾向がみられる。
- * 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。

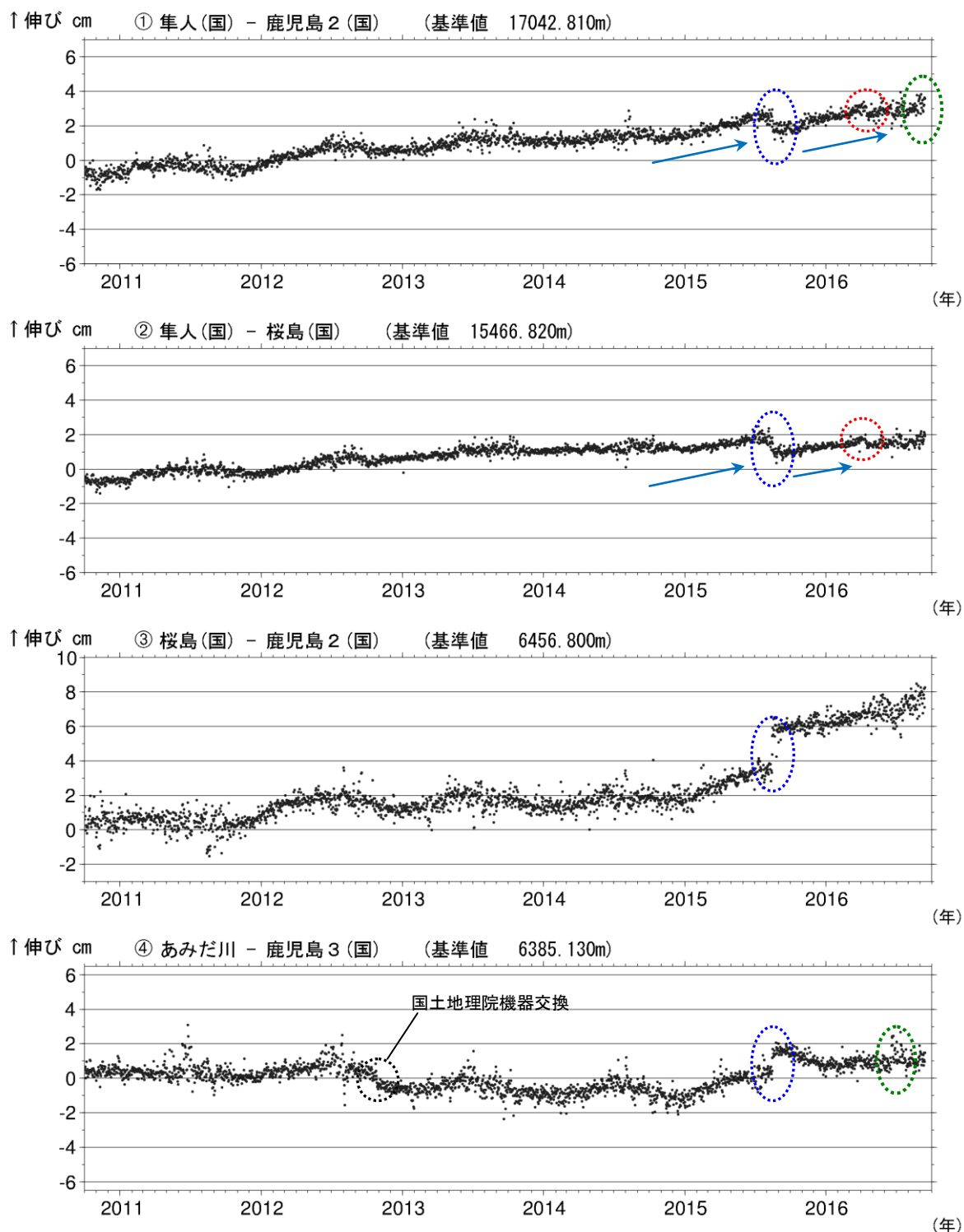


図 24-1 桜島 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2016 年 9 月 10 日)

GNSS 連続観測では、始良カルデラの膨張を示す基線の伸びの傾向が続いている。

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。

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と考えられる。

この基線は図 25 の①～④に対応している。灰色の部分は機器障害による欠測を示す。

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。

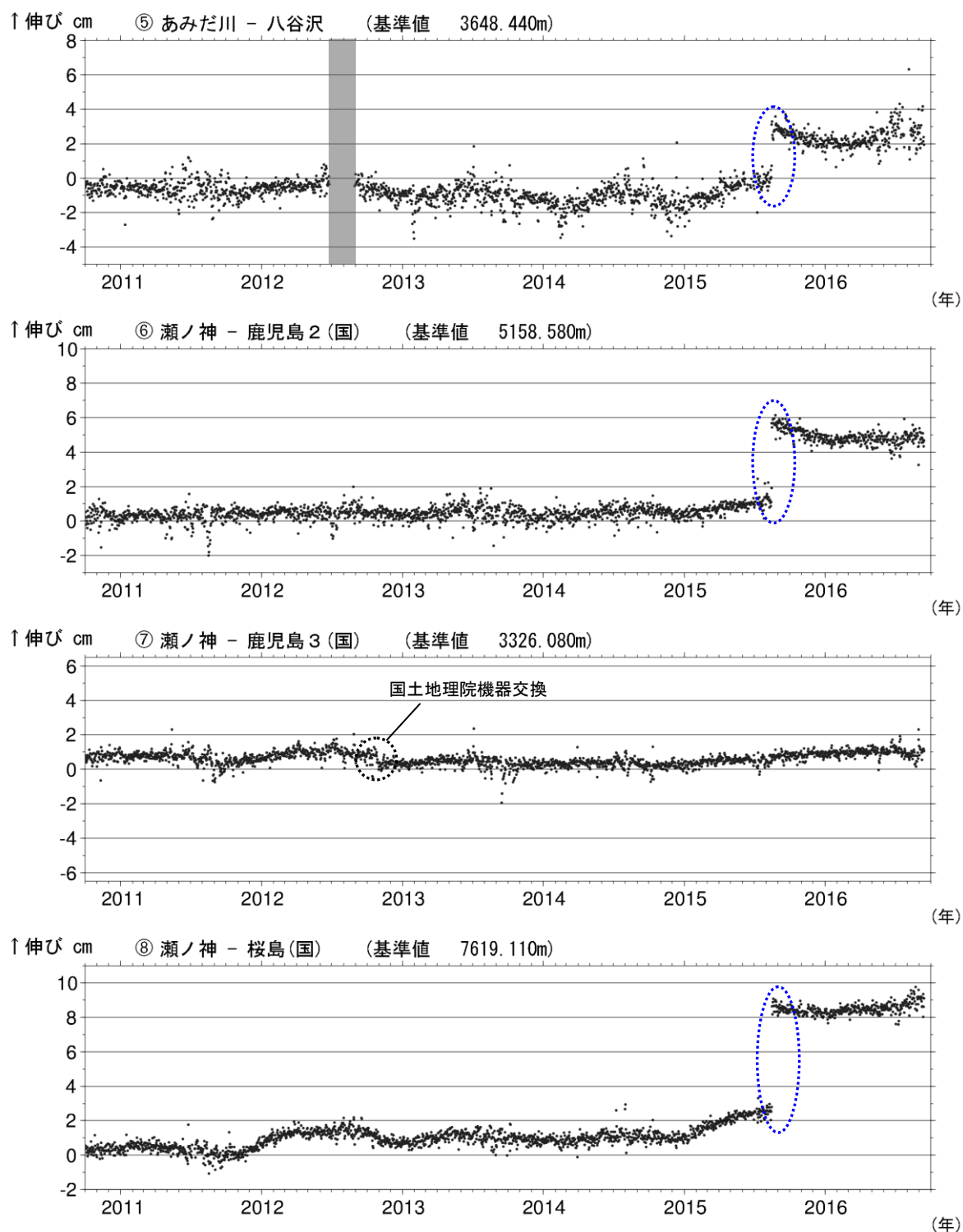


図 24-2 桜島 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2016 年 9 月 10 日)

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。

青色の破線は 2015 年 8 月のマグマ貫入による変動を示す。

この基線は図 25 の⑤～⑧に対応している。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 26 日に鹿児島 3 (国) のアンテナ交換を行っている。

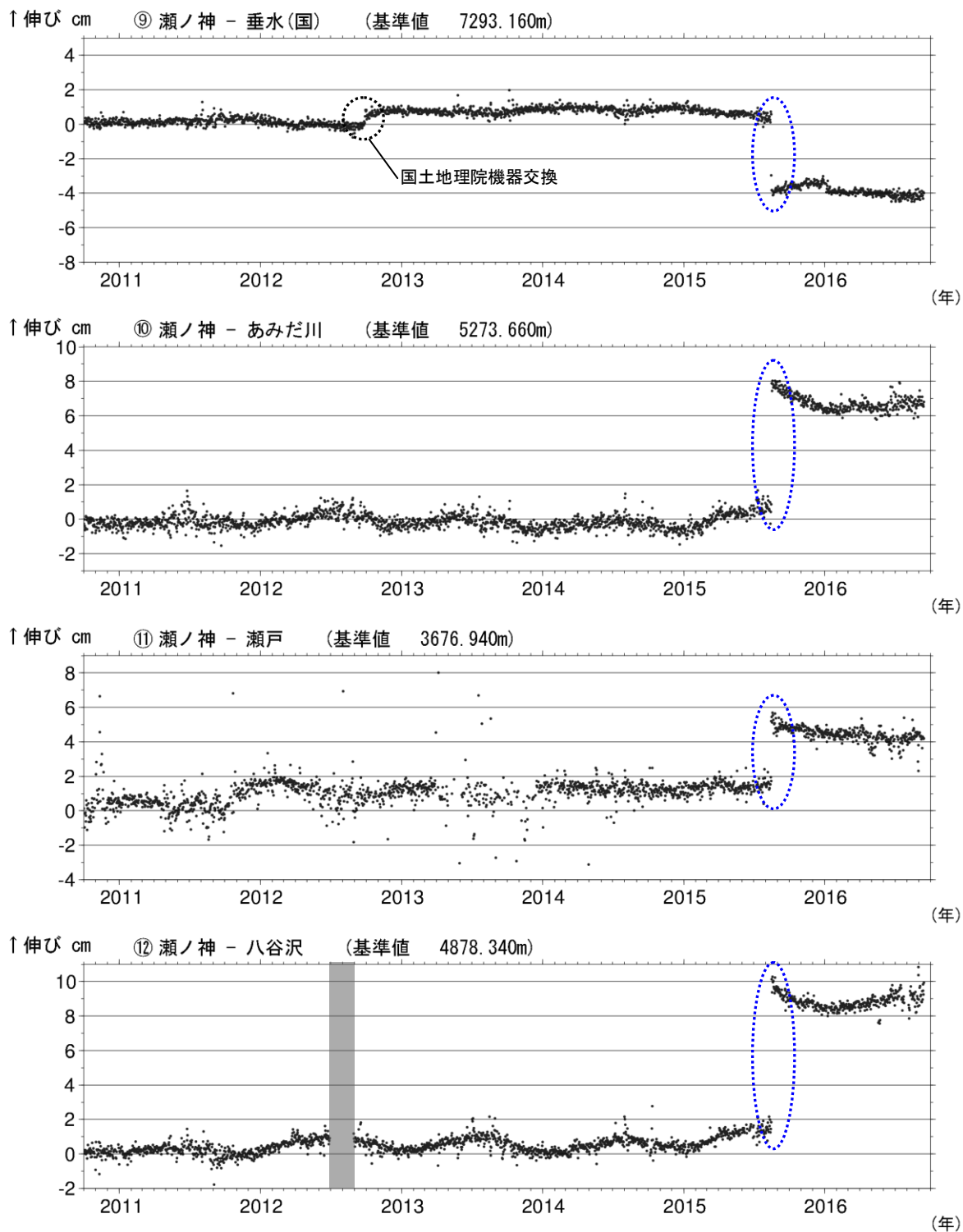


図 24-3 桜島 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2016 年 9 月 10 日)

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。

青色の破線は 2015 年 8 月のマグマ貫入による変動を示す。

この基線は図 25 の⑨～⑫に対応している。灰色の部分は機器障害による欠測を示す。

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。

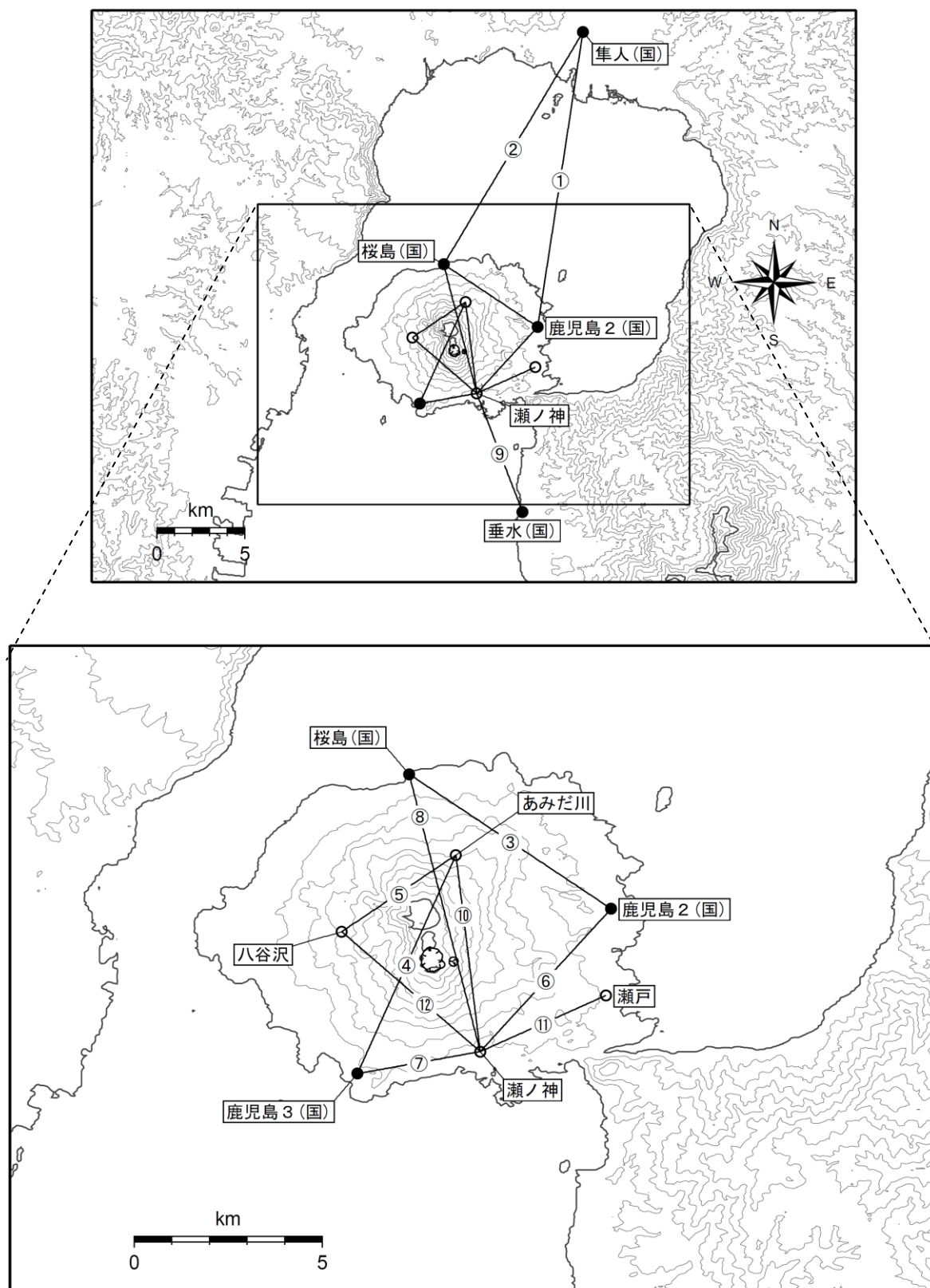


図 25 桜島 GNSS 連続観測基線図

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。
 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。

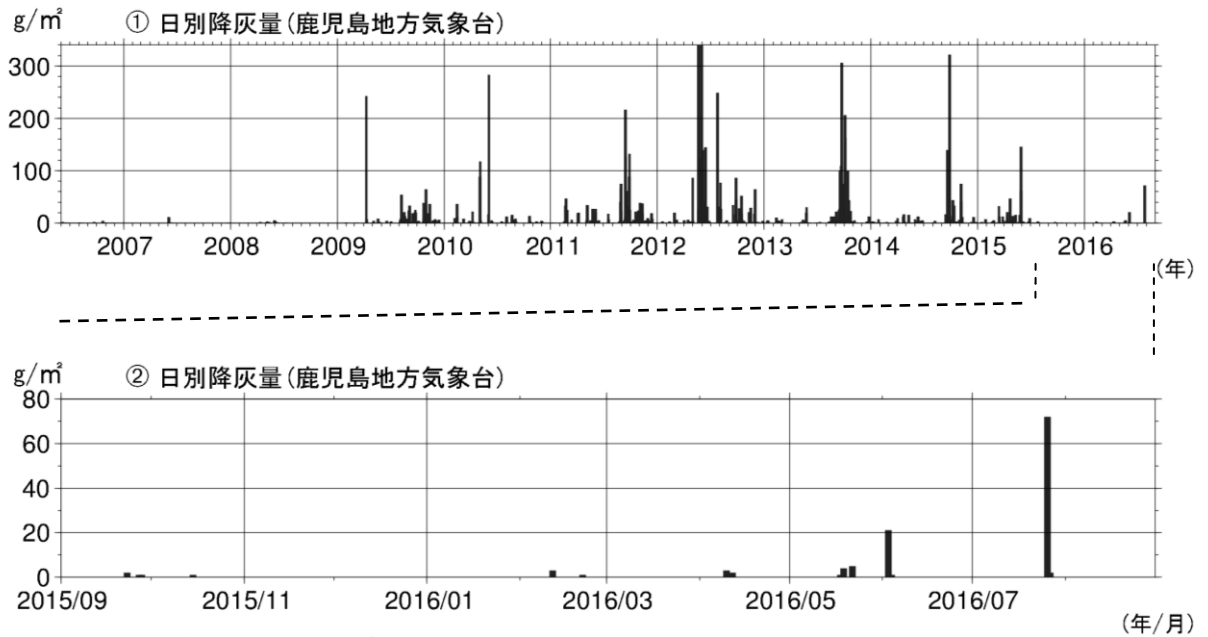


図 26 桜島 鹿児島地方気象台での降灰量 (2006 年 6 月～2016 年 8 月)

2016 年 5 月～2016 年 8 月に $106\text{g}/\text{m}^2$ (降灰日数 12 日) の降灰を観測した。

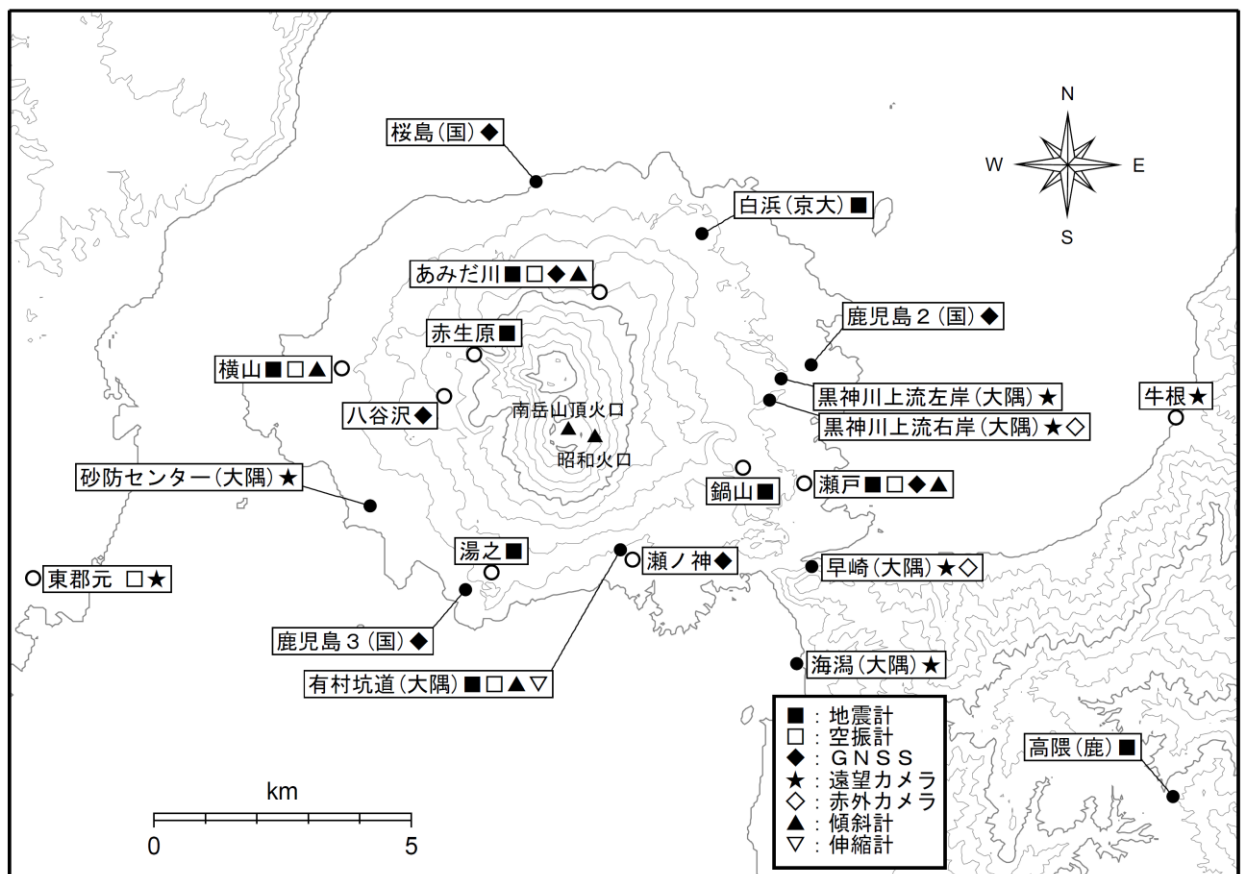


図 27 桜島 観測点配置図

(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。

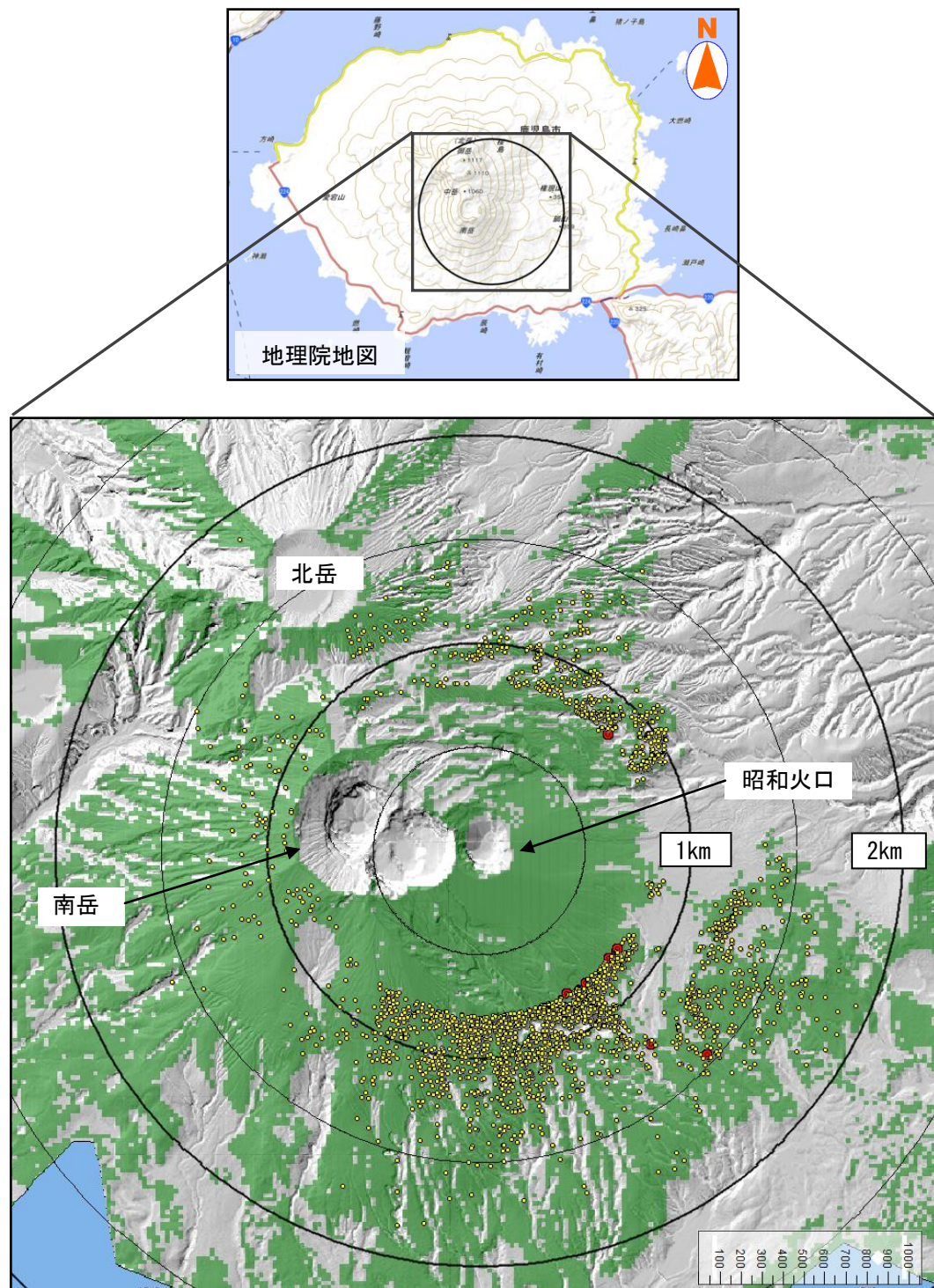


図 28 桜島 昭和火口から放出された大きな噴石の落下地点
(2016 年 5 月～2016 年 9 月 10 日)

爆発的噴火（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 4 月、赤色の点は 2016 年 5 月 1 日～2016 年 9 月 10 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。

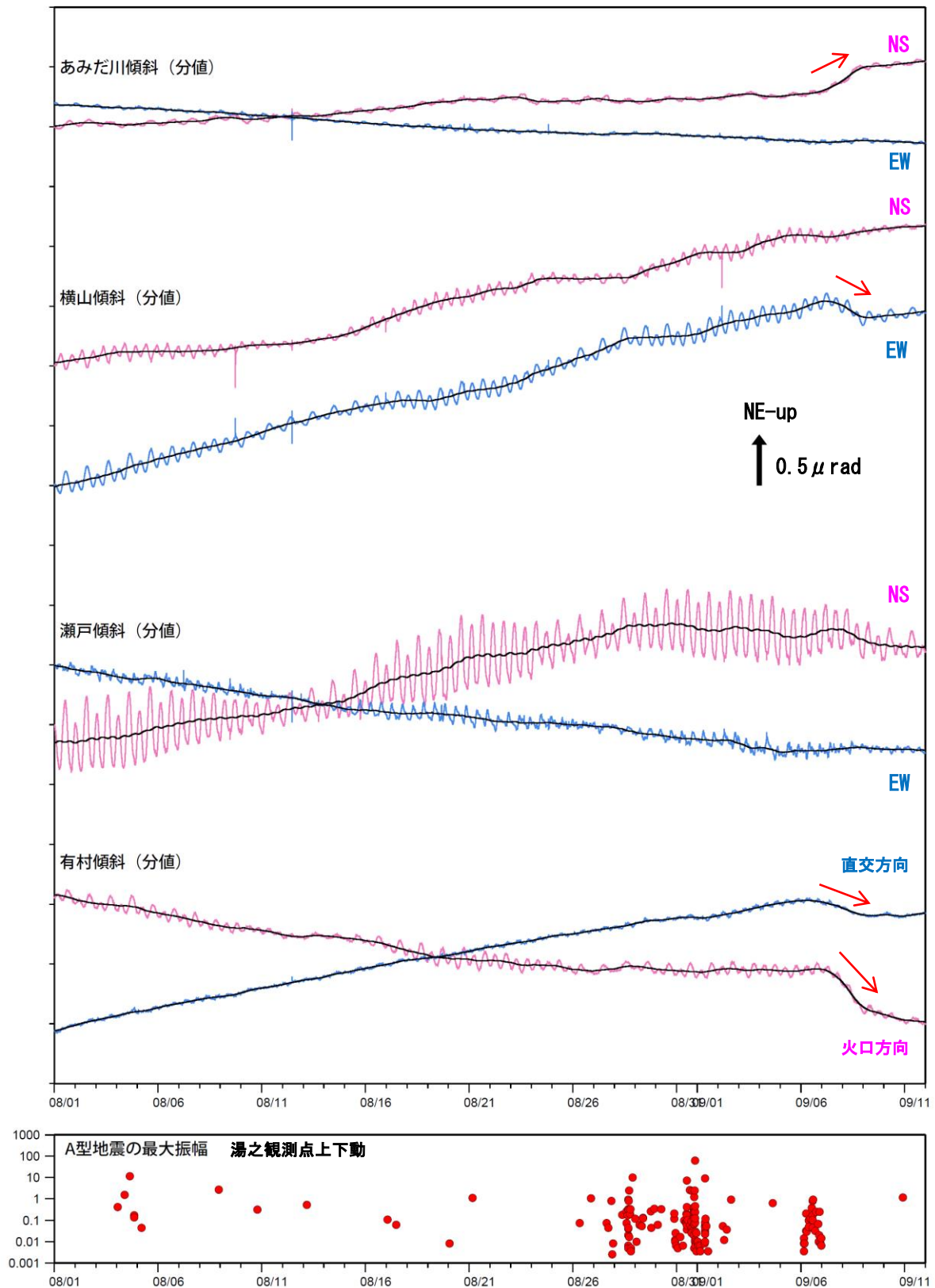


図 29-1 桜島 傾斜変動 (2016 年 8 月 1 日～9 月 11 日)

9 月 7 日から 8 日にかけて、わずかな収縮を示す地殻変動を観測した。

* 潮汐の影響が大きいため、24 時間移動平均線を黒線で示した。

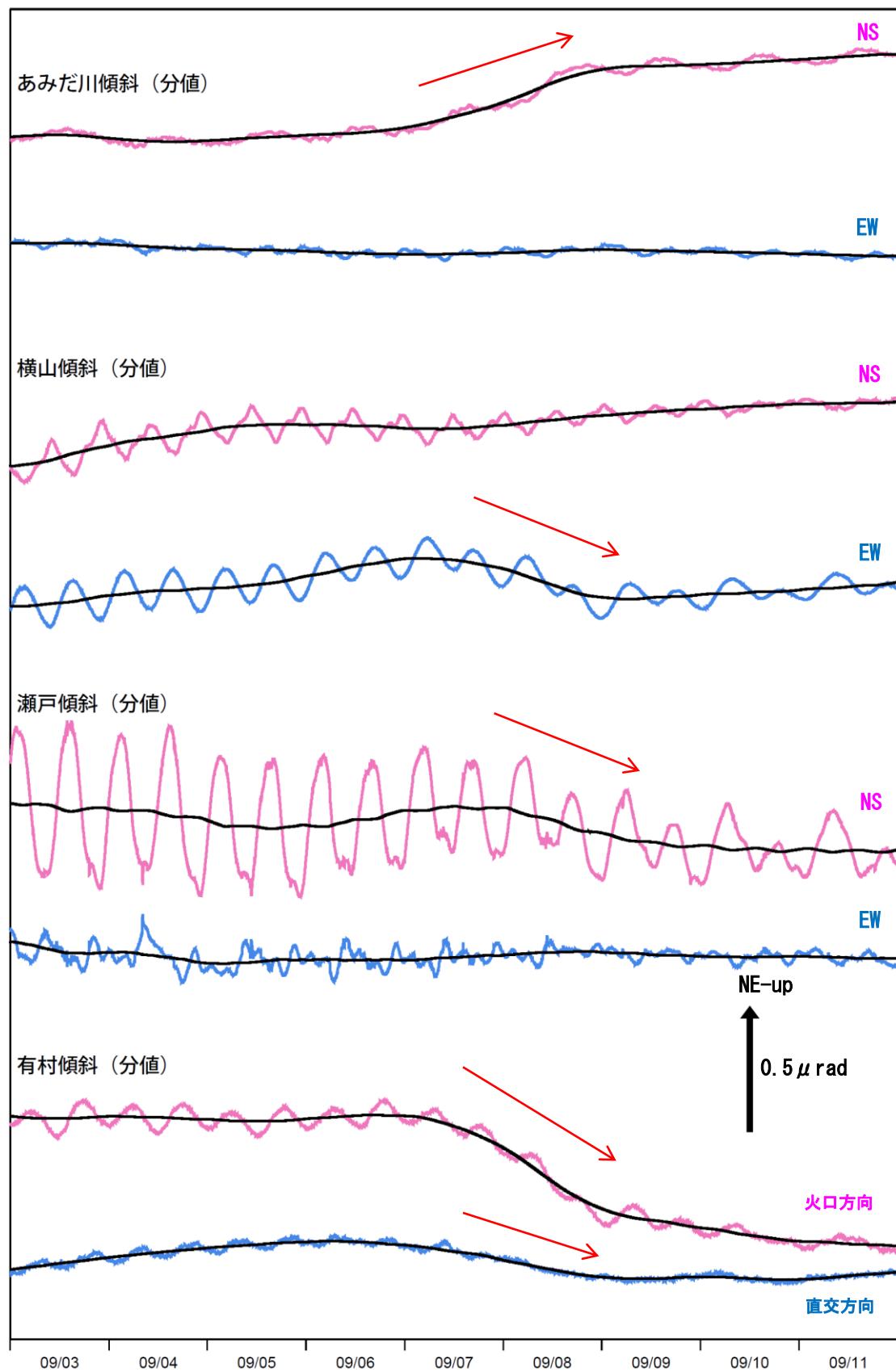


図 29-2 桜島 傾斜変動 (2016 年 9 月 3 日～9 月 11 日)

図 29-1 の期間拡大図

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

気象ノイズを超える変動は認められない。

1. 使用データ

表 1 干渉解析に使用したデータ

Path-Frame	軌道方向	照射方向	データ 1	データ 2	図番号
23-2980	南行	右	2016.02.08	2016.09.05	図 1

2. 解析結果

気象の影響と思われる、標高と相関する位相変化が見られるが、それを超える変動は認められない。

謝辞

本解析で用いた PALSAR-2 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宇宙航空開発機構（JAXA）にて観測・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沢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。

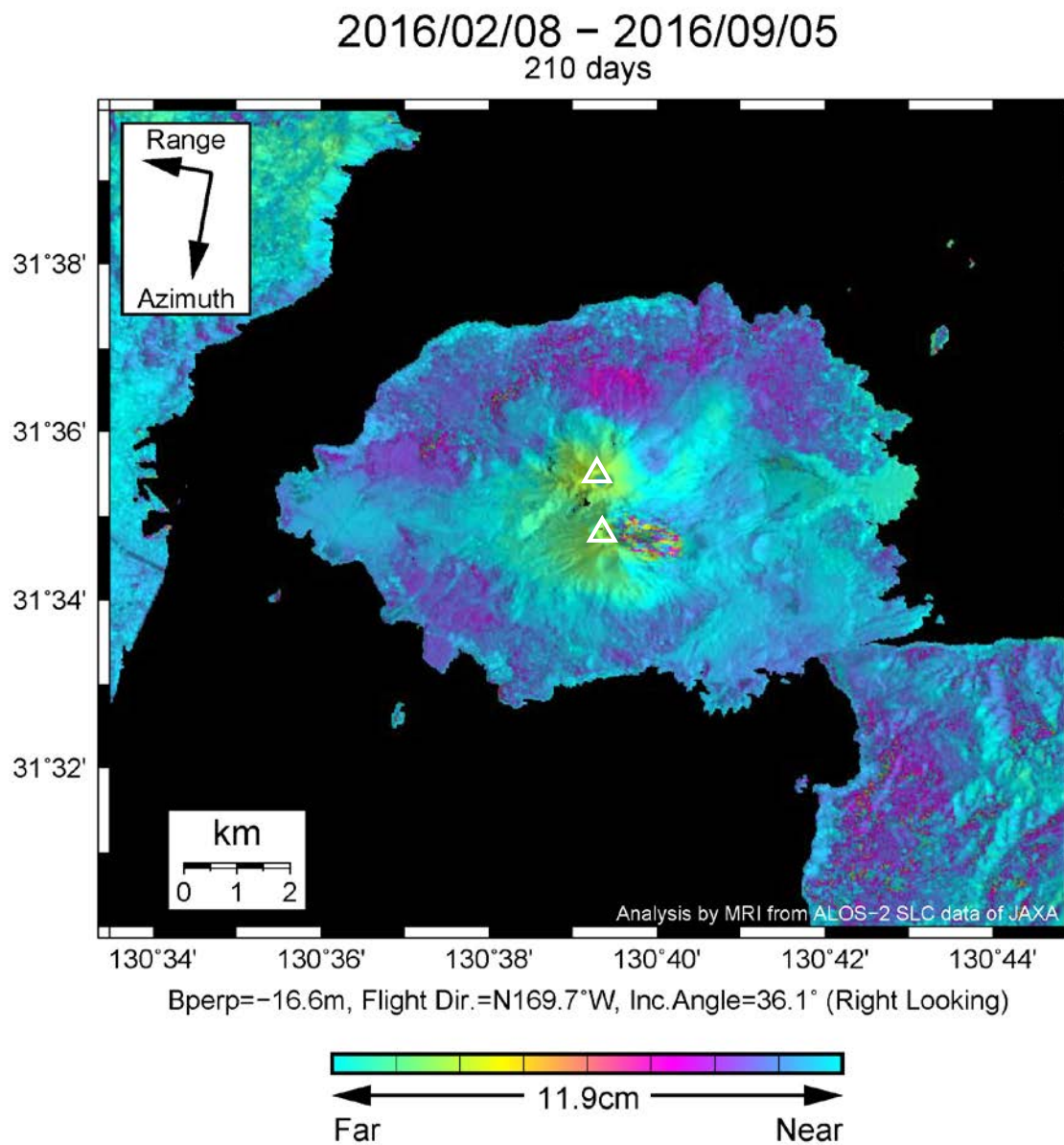


図 1 パス 23-2980 の解析結果

気象の影響と思われる、標高と相関する位相変化が見られる。

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。

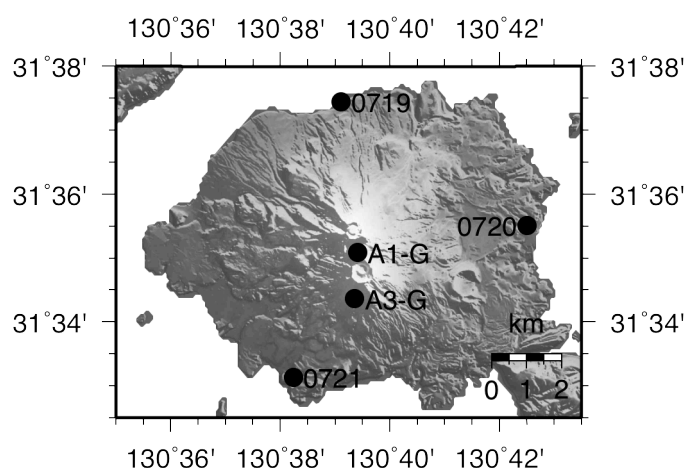


図 1 : GPS 観測点の分布。丸印は無人ヘリにより投入した観測点、四角印は国土地理院の観測点を示す。

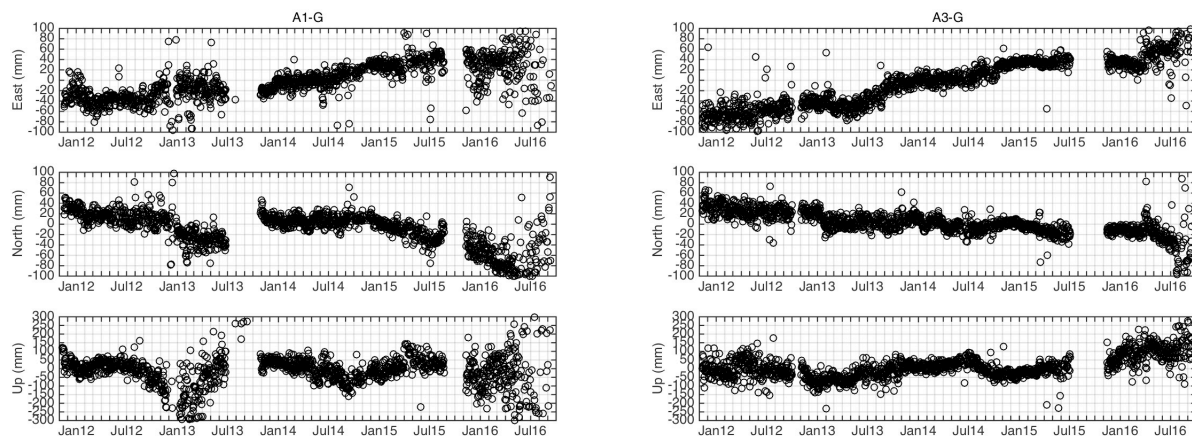
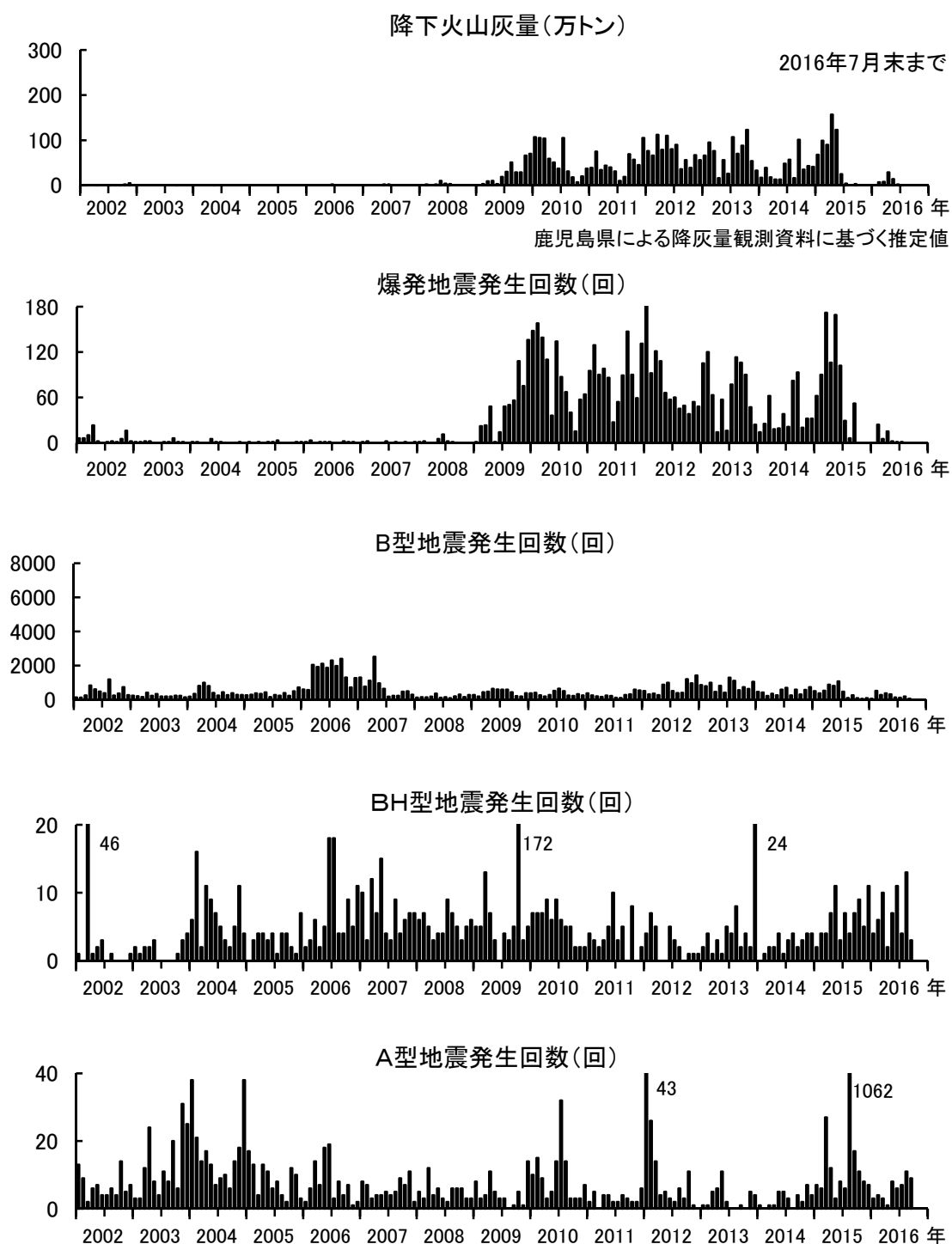


図 2 : 各 GPS 観測点の座標の時系列. 各座標は ITRF2008 を基準としている. A1-G の時系列中 2011 年 11 月下旬に見られるオフセット, 2012 年 11 月・2013 年 11 月・2015 年 11 月の両点の観測システム交換にともなうオフセットは補正してある.

	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

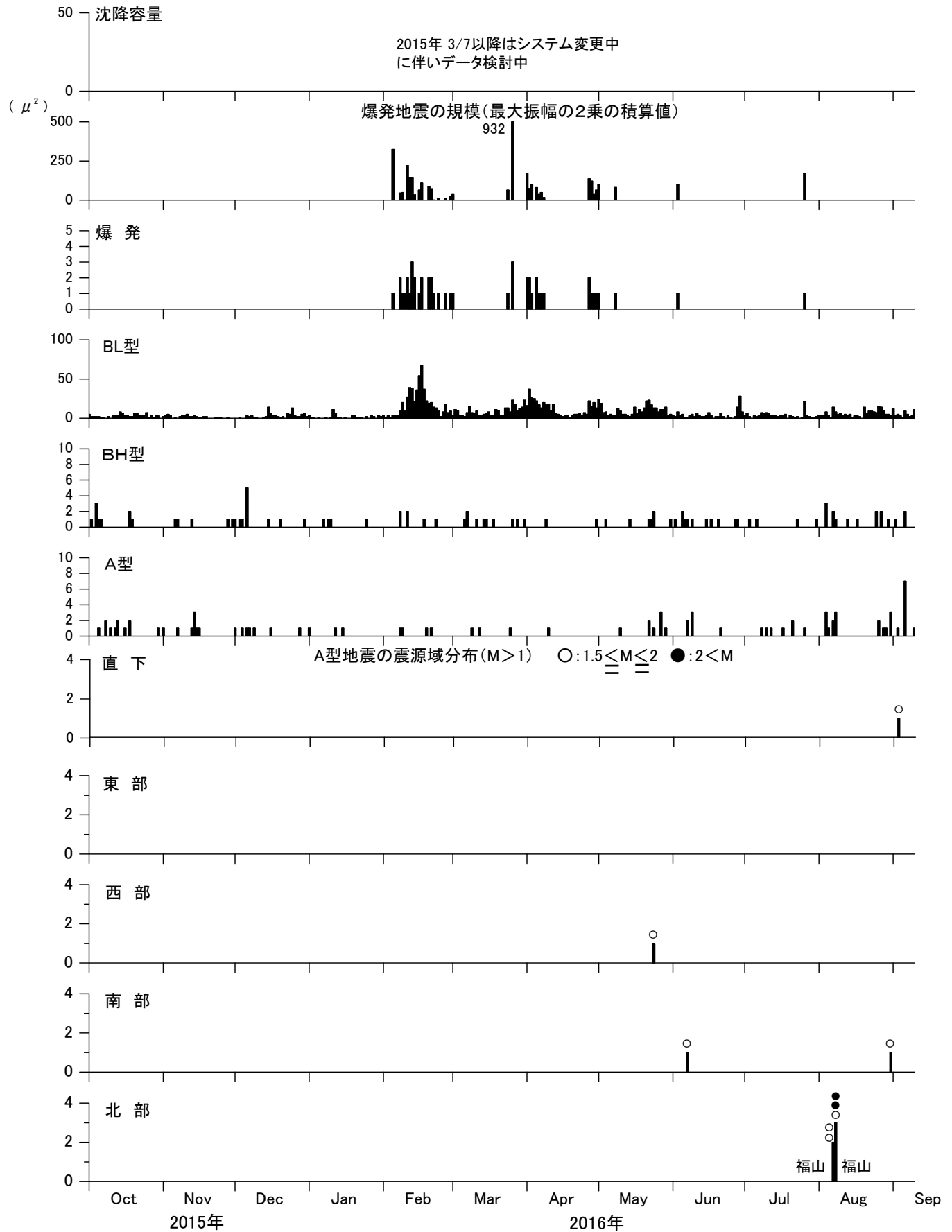


桜島における火山性地震の月別発生回数と降下火山灰量
(2016年9月10日まで)

桜島

桜島の最近の噴火活動・地震活動の推移

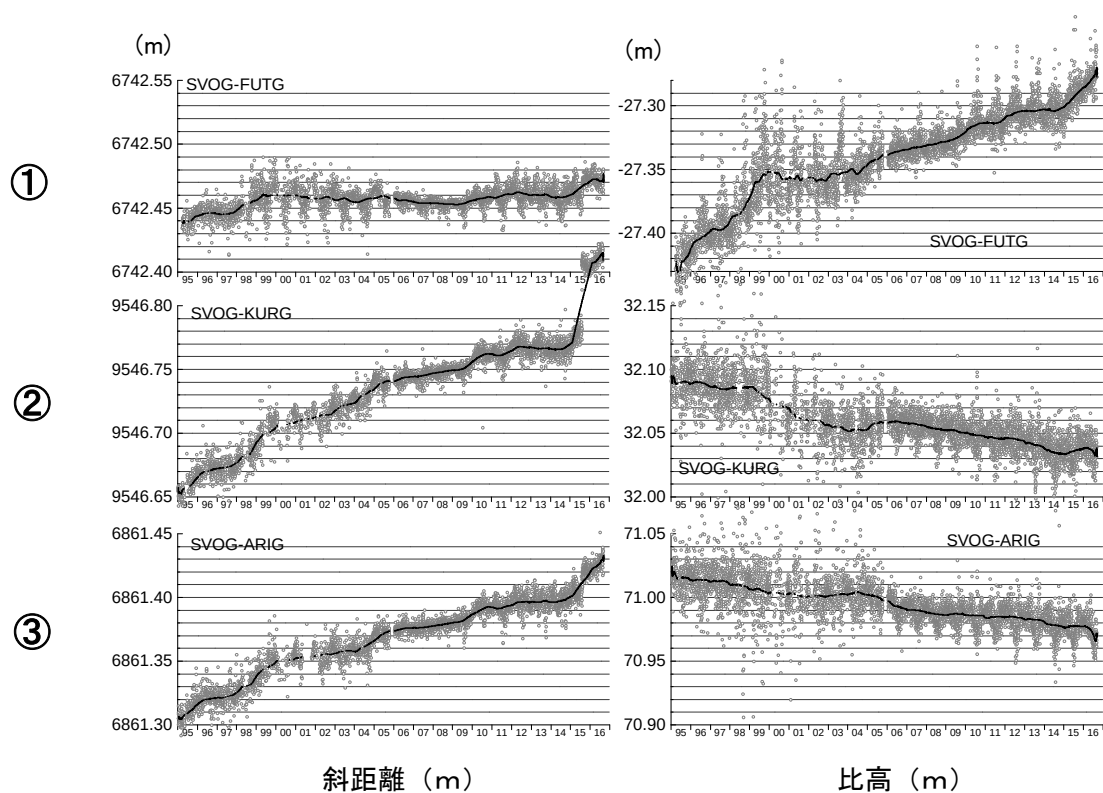
($\times 1000\text{m}^3$)



火山性地震の日別発生回数(2016.9.10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 9 月 10 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)

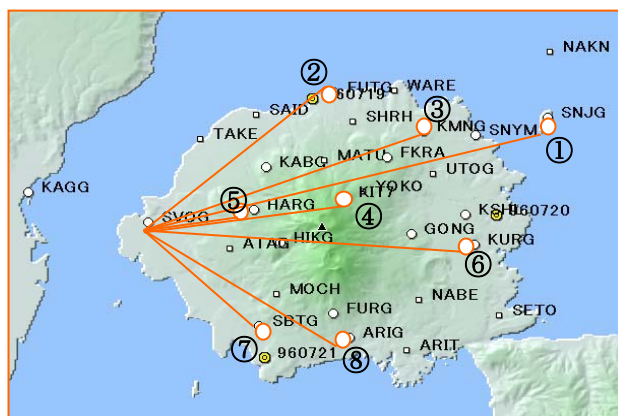
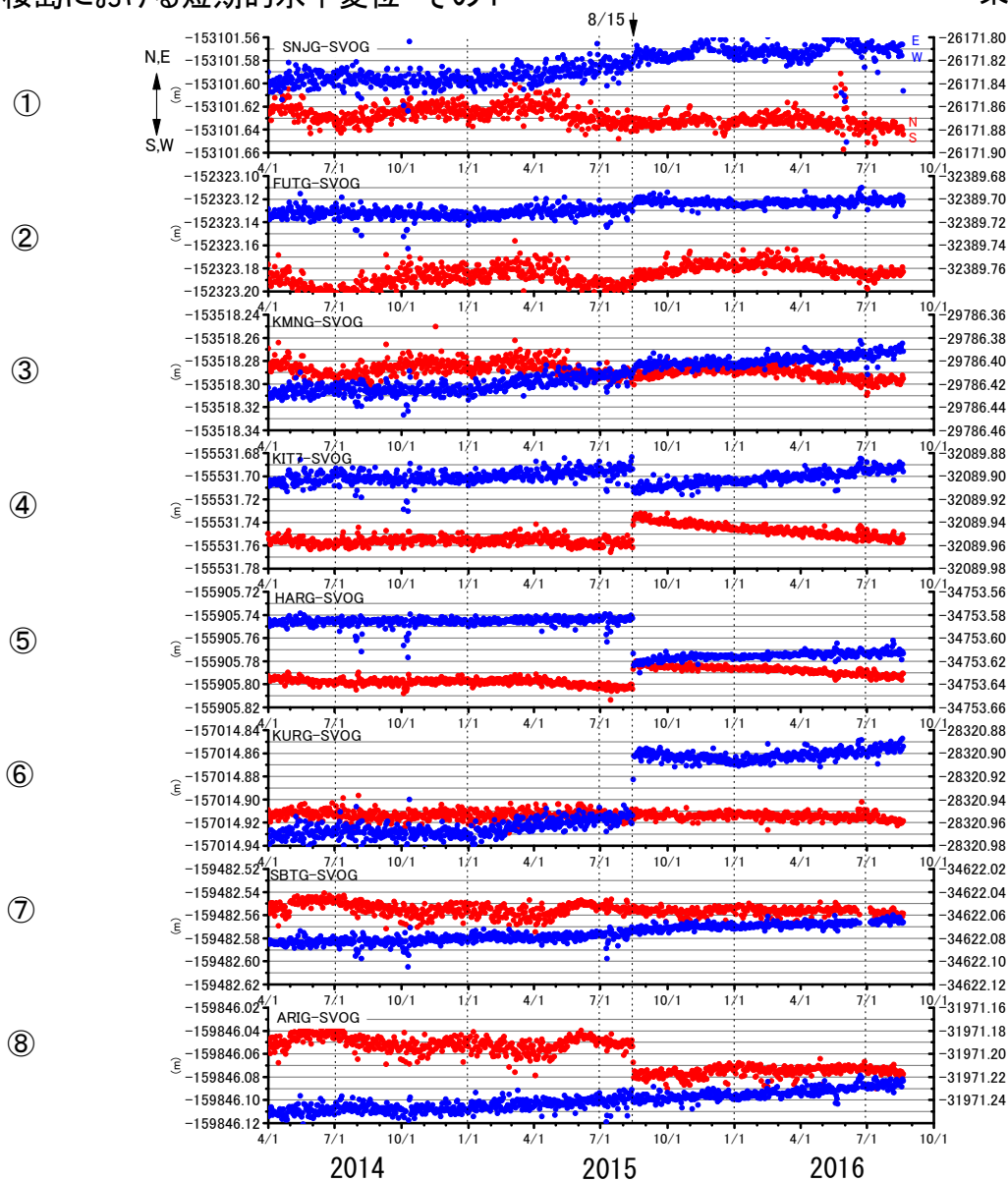
桜 島

第 136 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(2016 年 9 月 10 日まで)

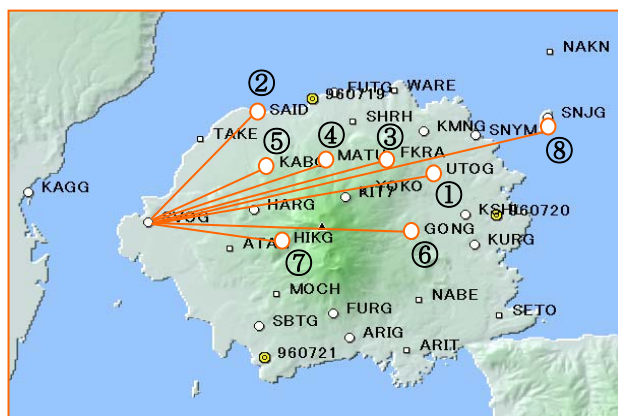
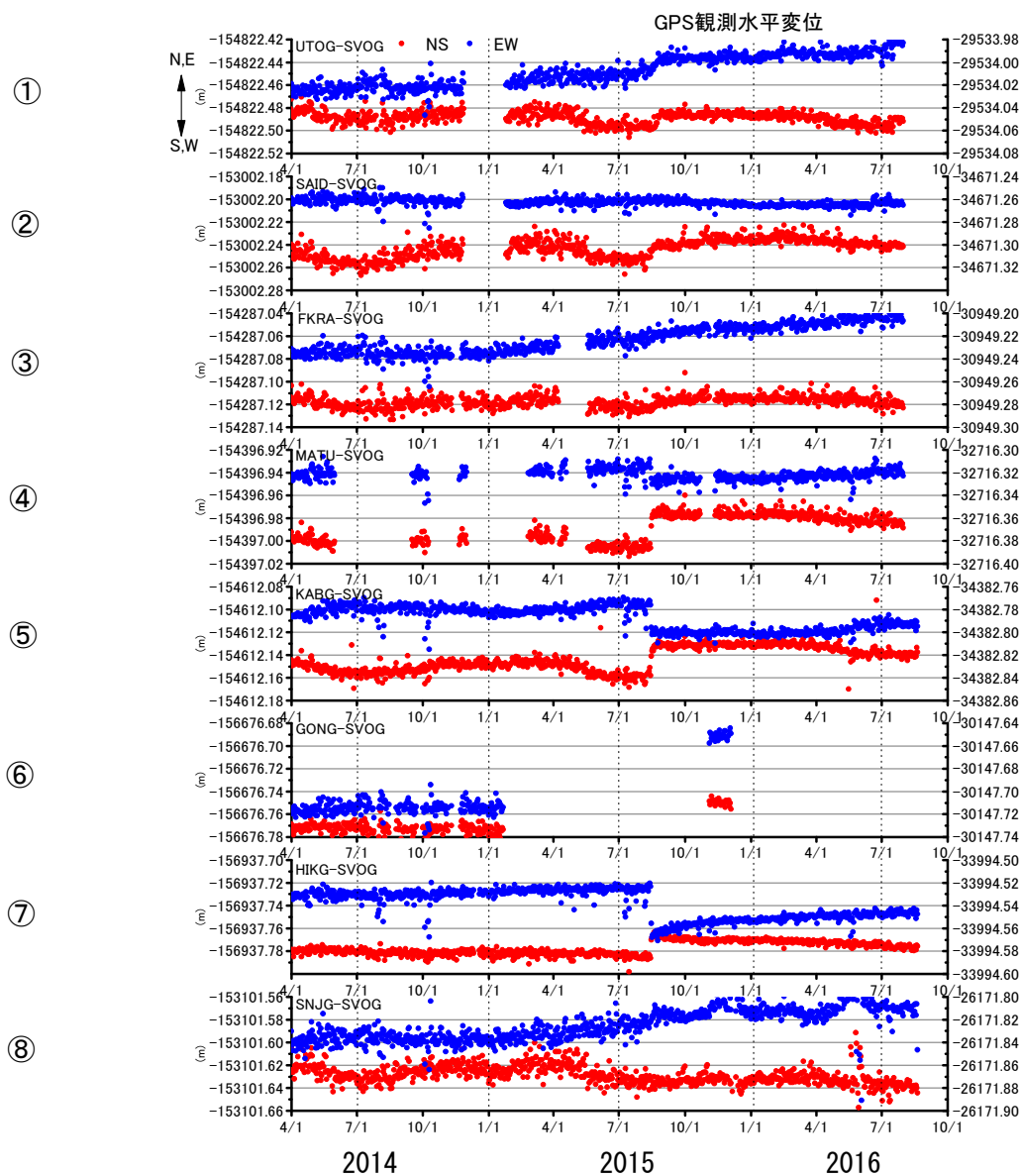
桜 島

第 136 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

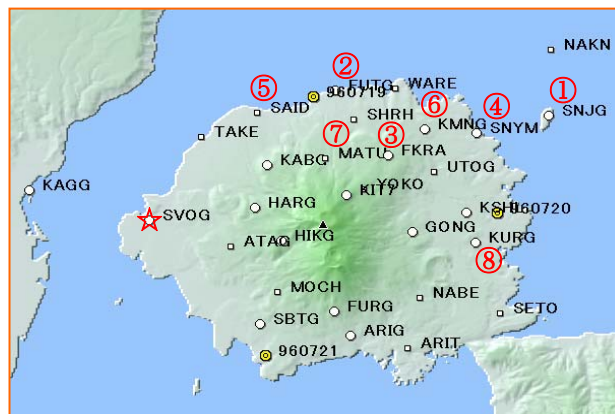
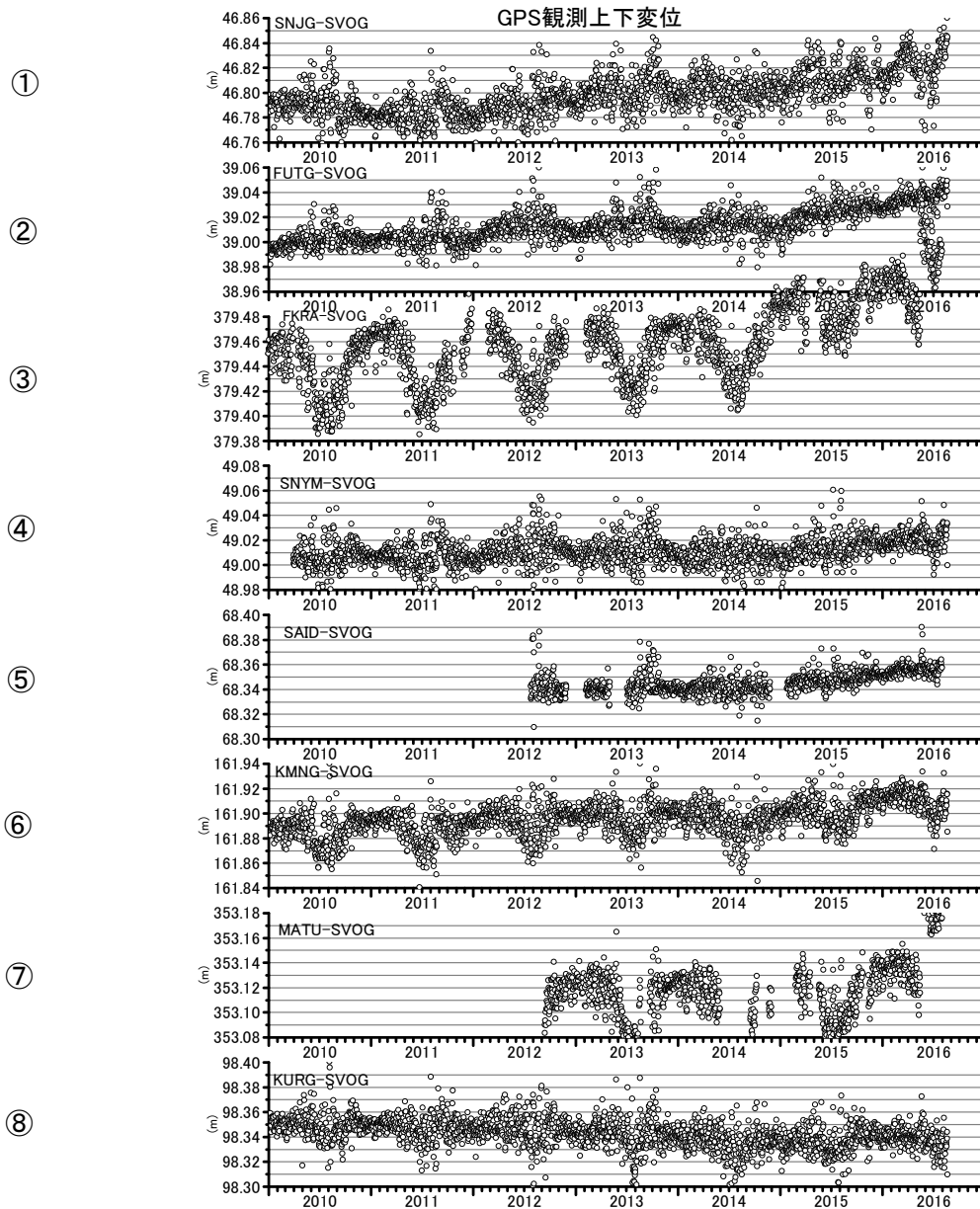
GPS 連続観測 3/3(2016 年 9 月 10 日まで)

桜 島

第 136 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

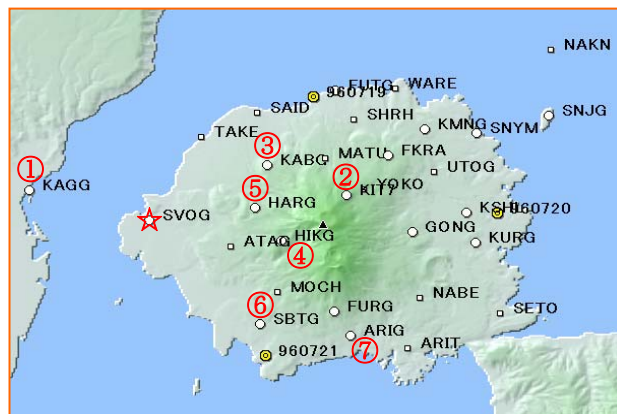
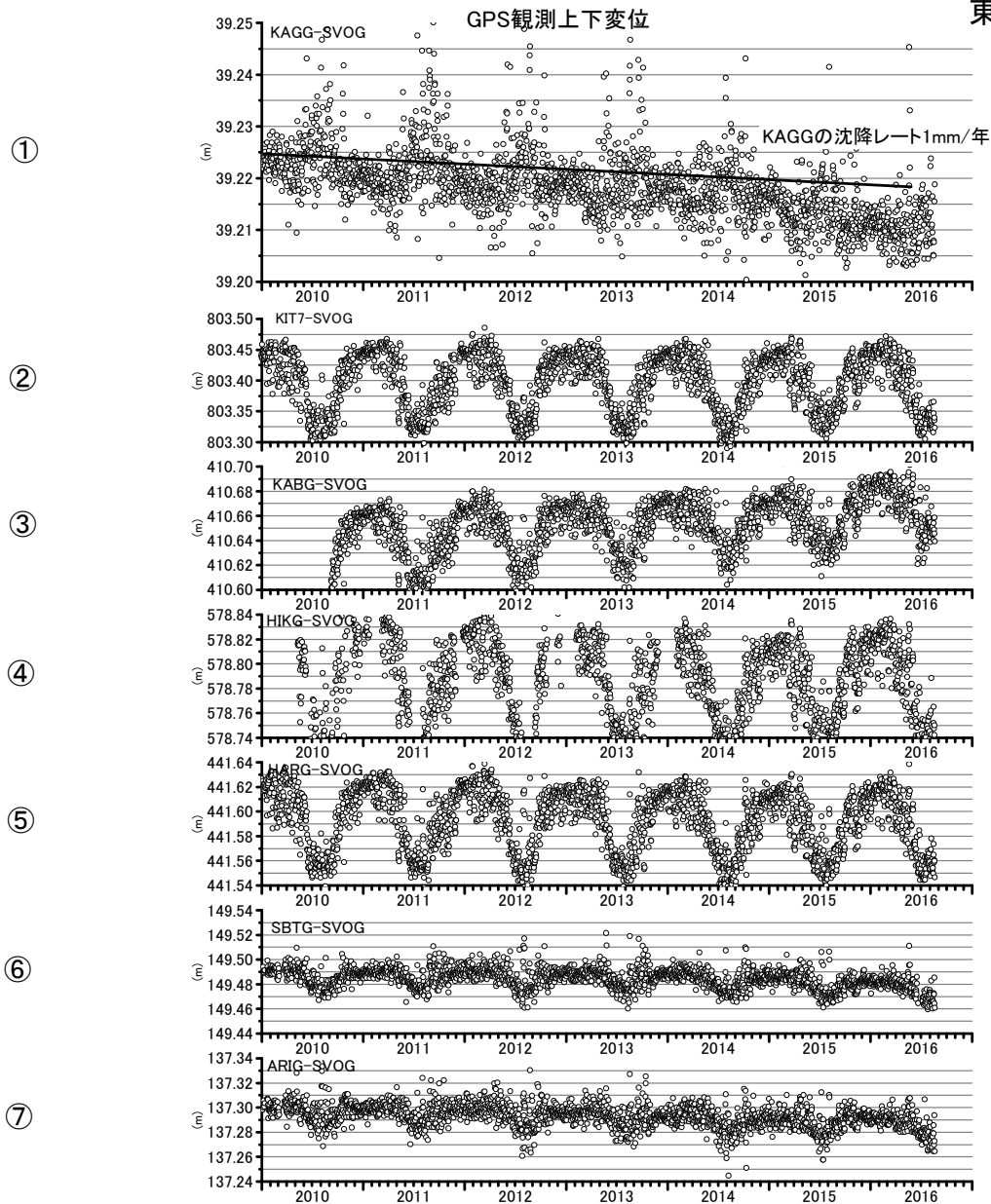
GPS 連続観測 1/2(2016 年 9 月 10 日まで)

桜 島

第 136 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

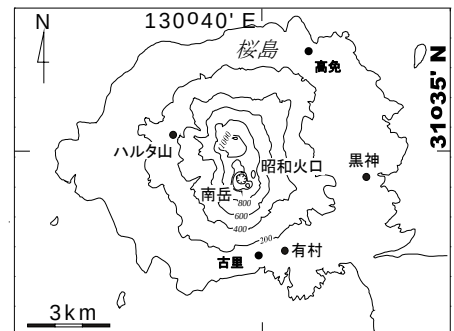
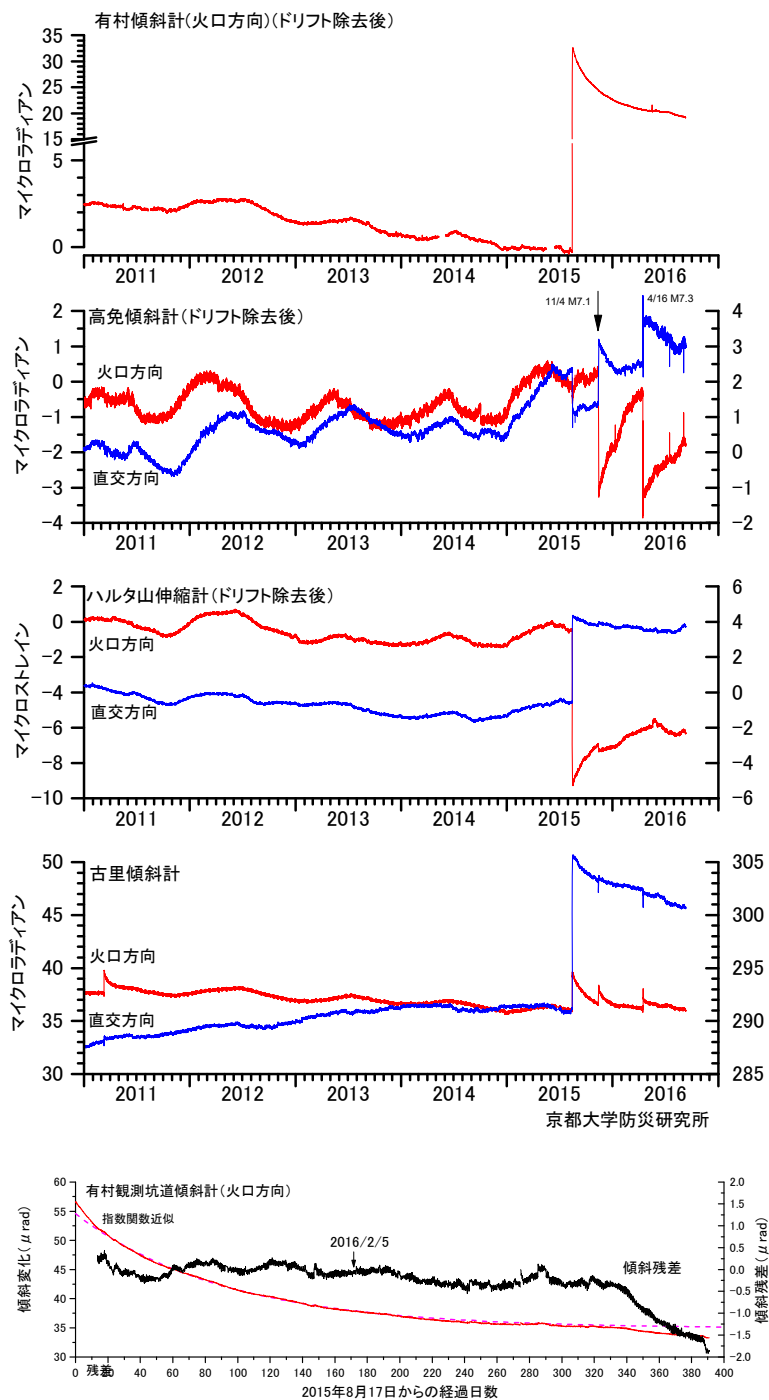
京大防災研究所
東北大理学研究科



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(2016 年 9 月 10 日まで)

桜 島

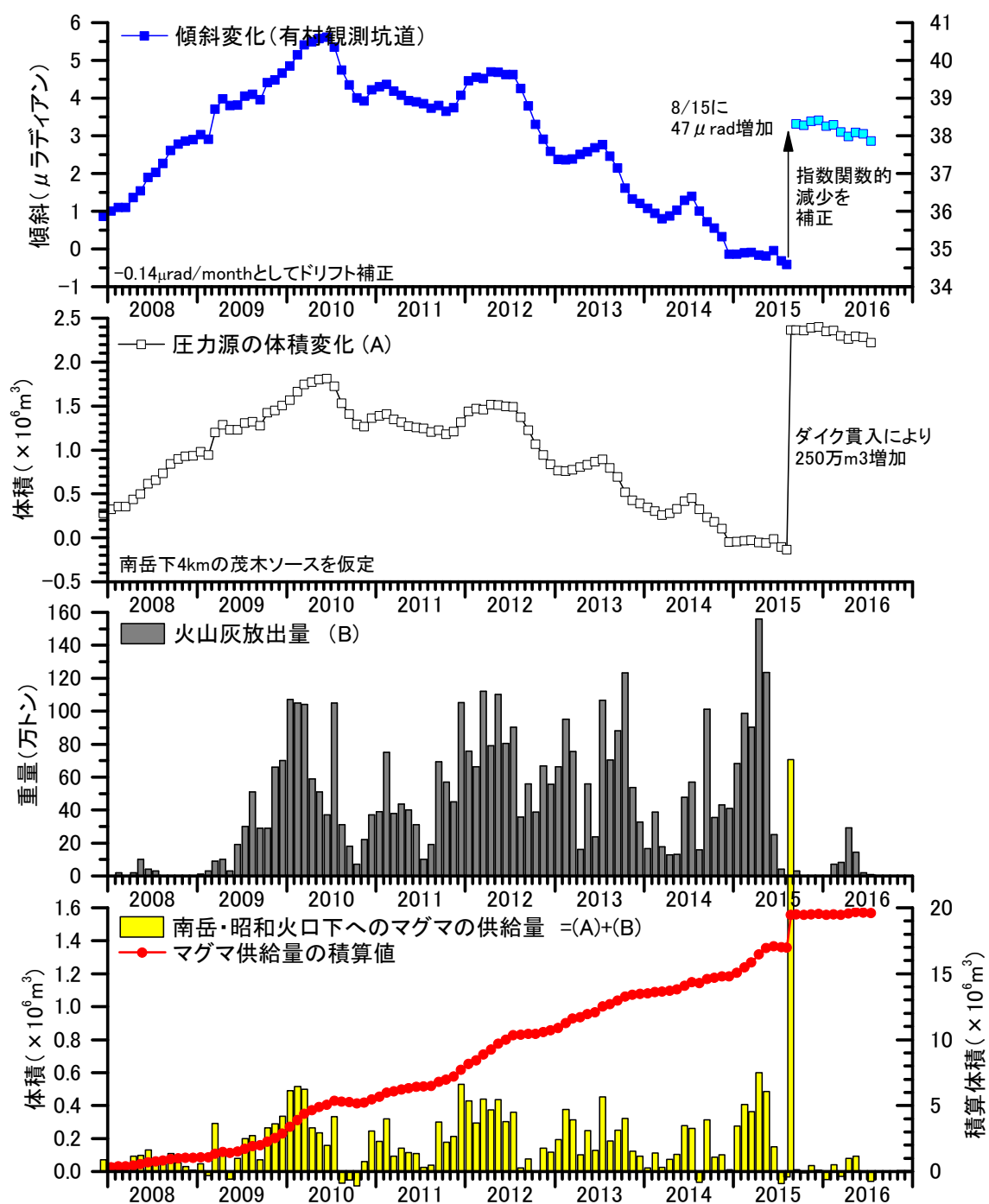


傾斜およびひずみ変化 (2016 年 9 月 10 日まで)

2015 年 8 月 17 日以降沈降収縮

桜 島

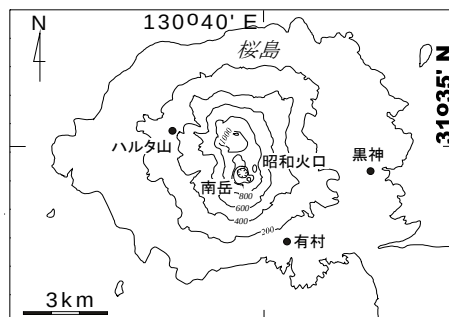
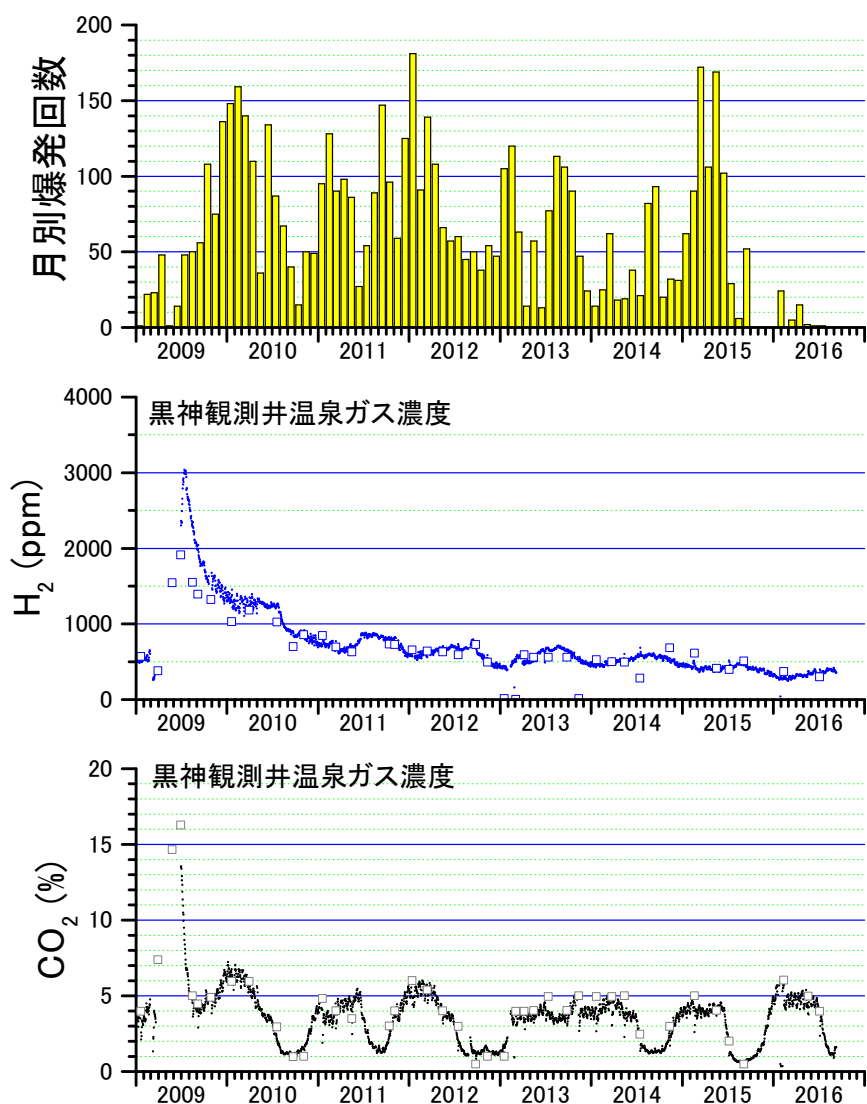
南岳山頂下へのマグマ供給量の見積もり



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

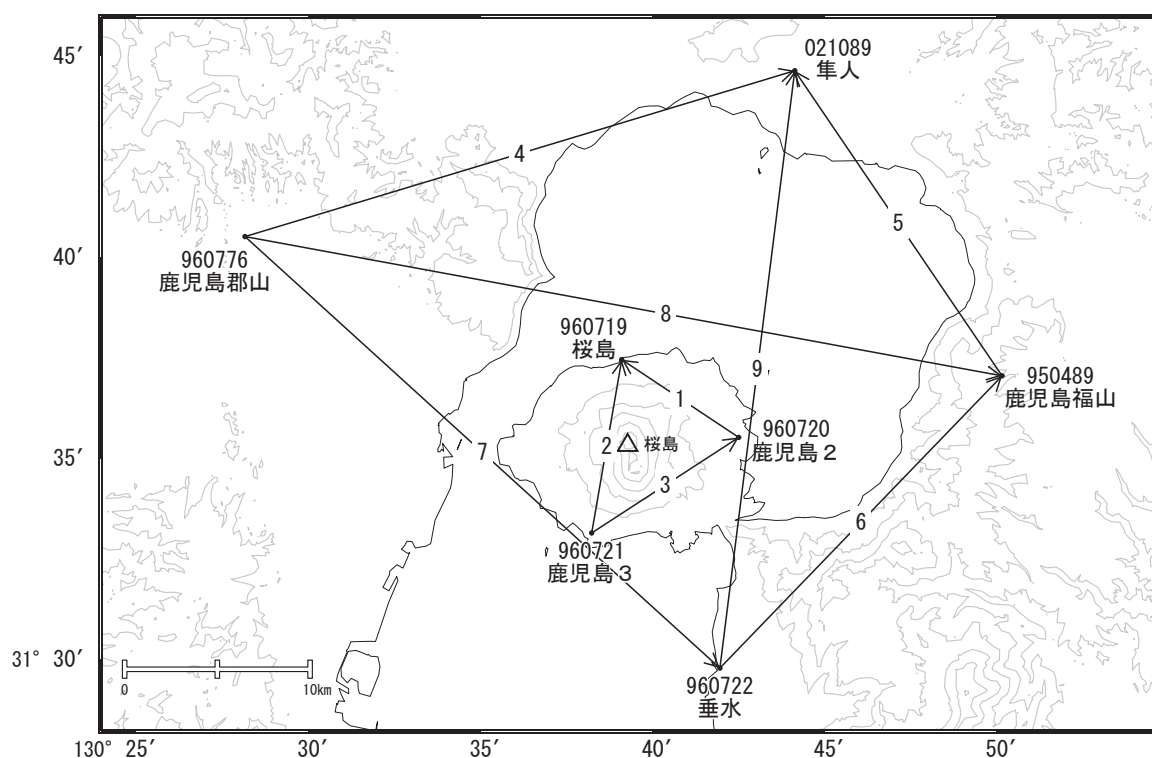


黒 神 温 泉 ガ ス

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。

桜島周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

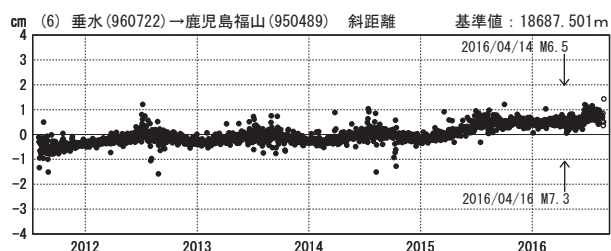
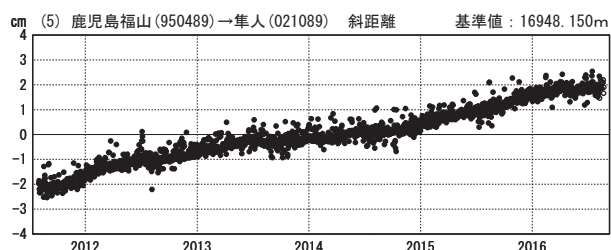
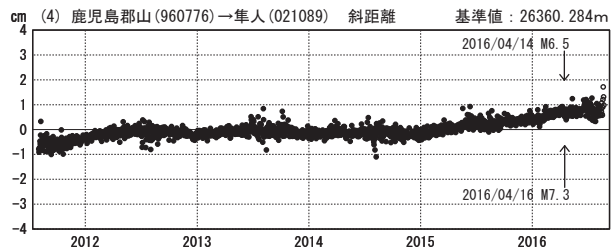
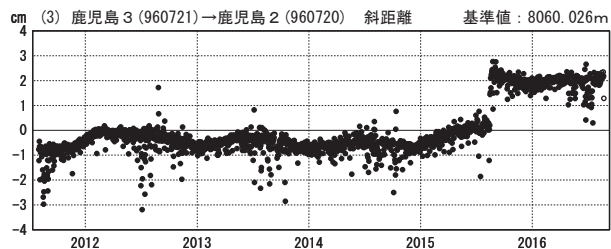
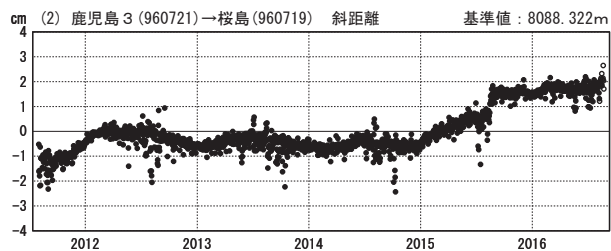
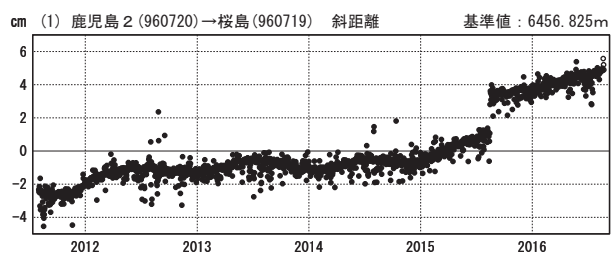


桜島周辺の各観測局情報

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

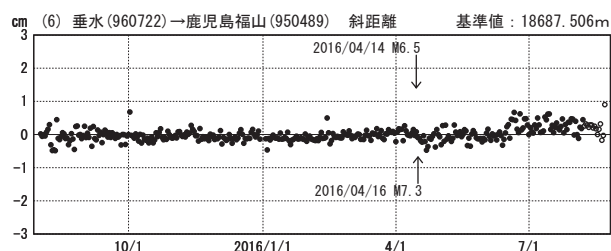
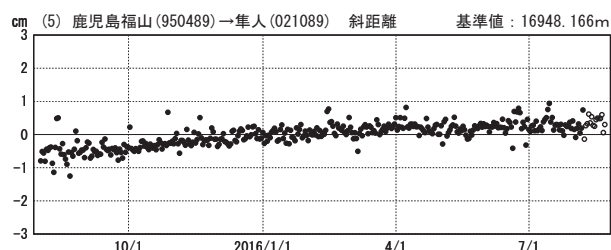
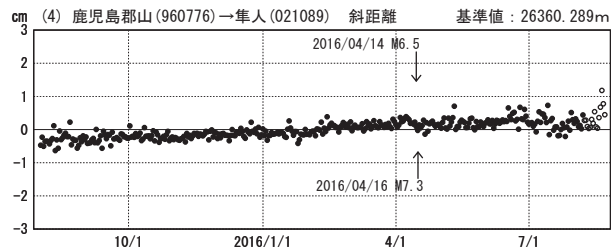
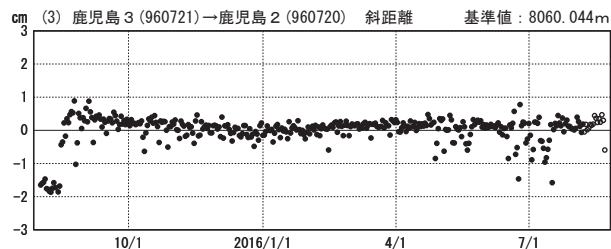
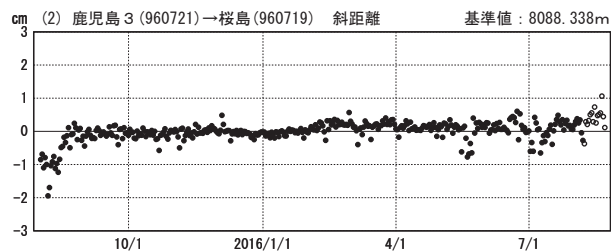
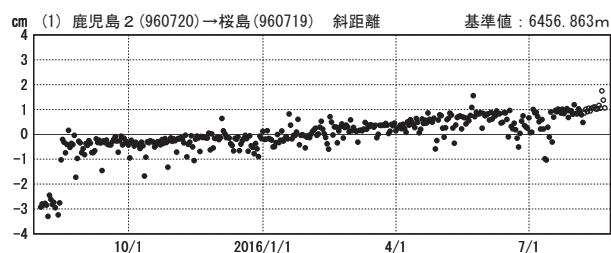
基線変化グラフ

期間：2011/08/01～2016/08/21 JST



基線変化グラフ

期間：2015/08/01～2016/08/21 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

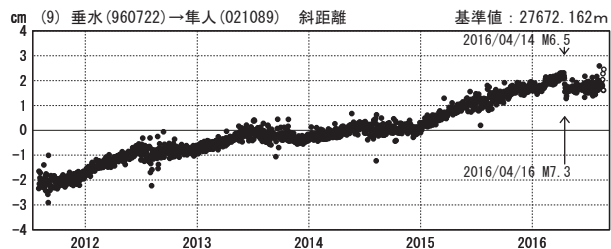
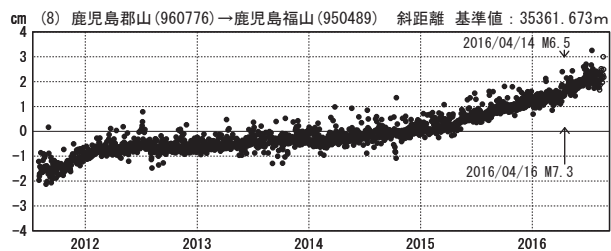
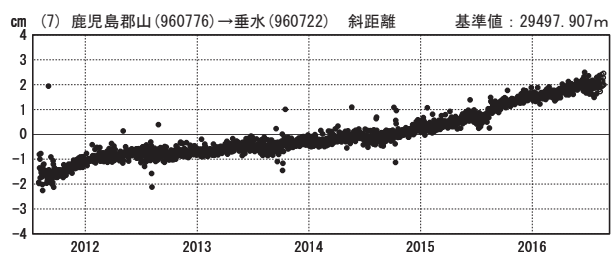
国土地理院

※[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

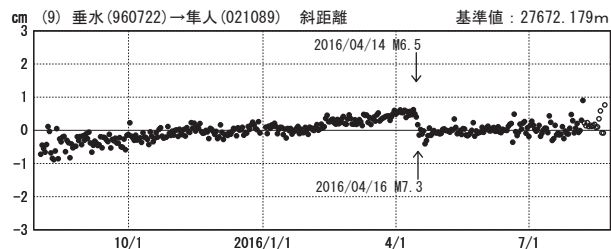
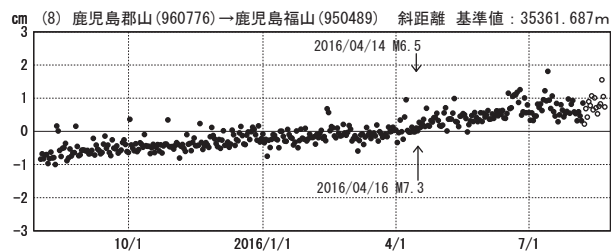
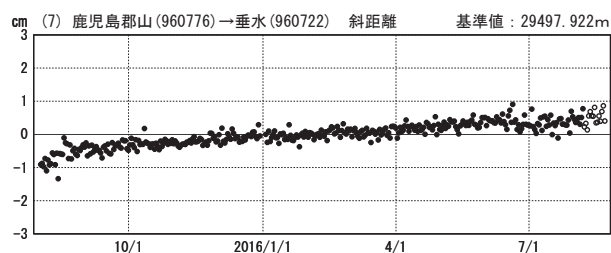
期間：2011/08/01～2016/08/21 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

基線変化グラフ

期間：2015/08/01～2016/08/21 JST



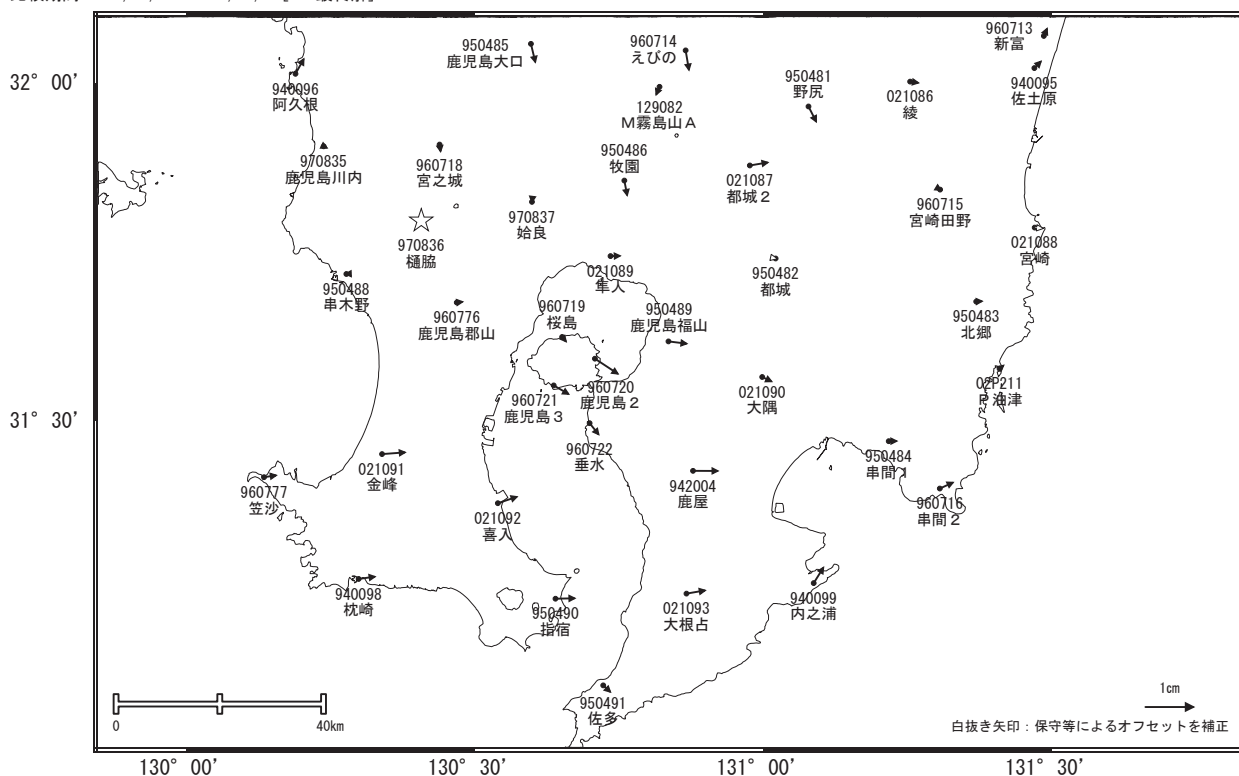
国土地理院

※[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

南九州地方の地殻変動(水平:3ヶ月)

基準期間:2016/04/28~2016/05/07[F3:最終解]
比較期間:2016/07/28~2016/08/06[F3:最終解]

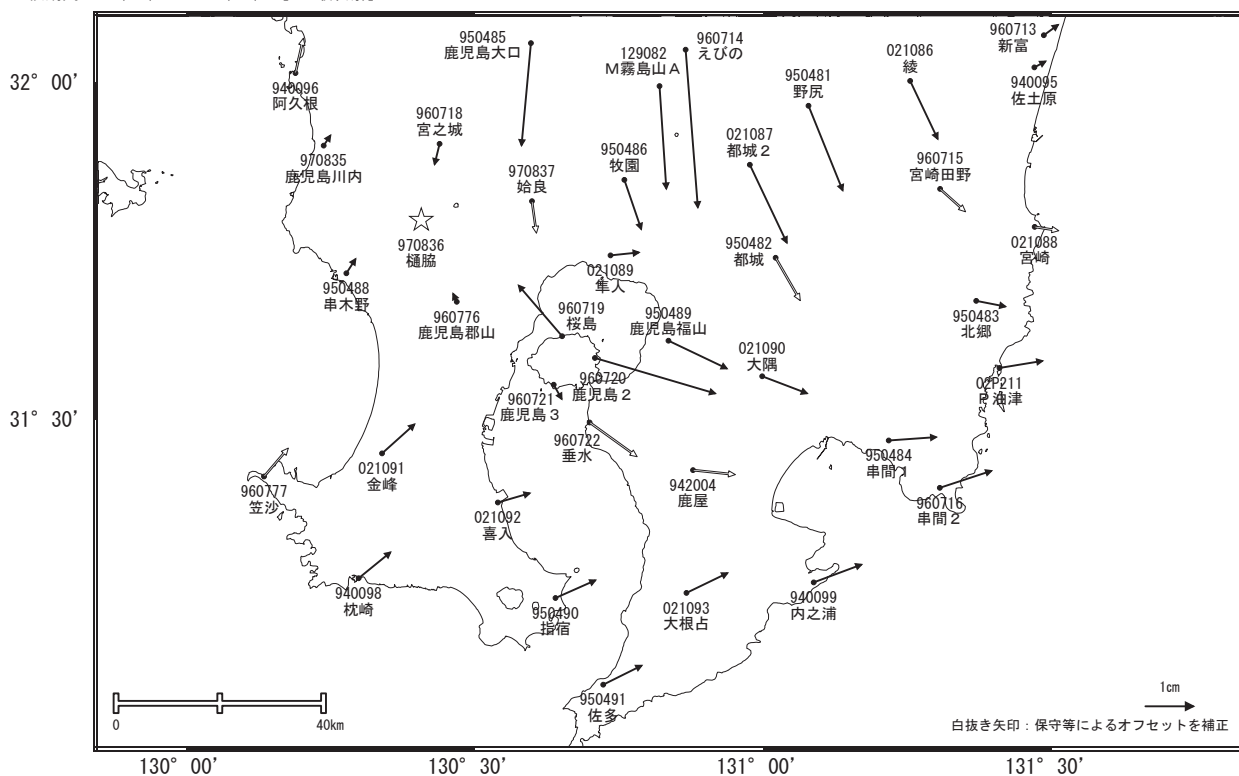


☆ 固定局: 樋脇(970836)

国土地理院

南九州地方の地殻変動(水平:1年)

基準期間:2015/07/28~2015/08/06[F3:最終解]
比較期間:2016/07/28~2016/08/06[F3:最終解]



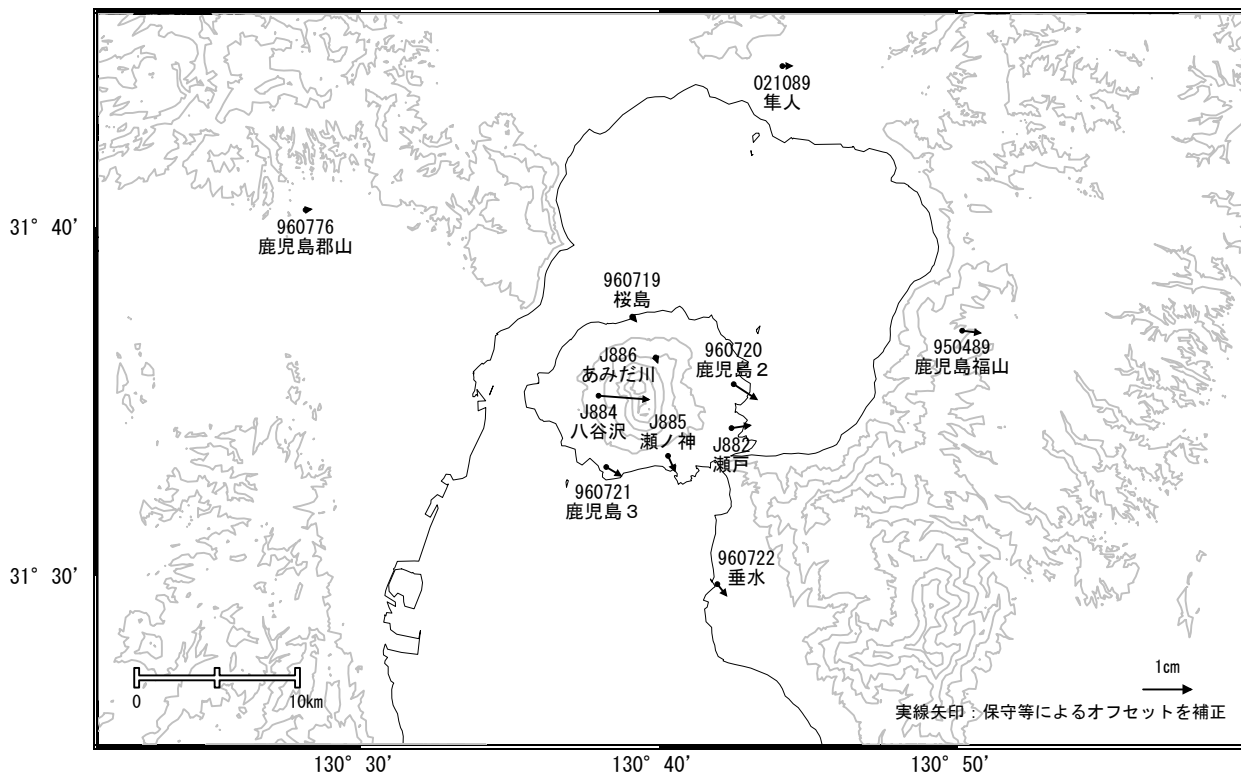
☆ 固定局: 樋脇(970836)

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:2016/04/28~2016/05/07[F3:最終解]
 比較期間:2016/07/28~2016/08/06[F3:最終解]

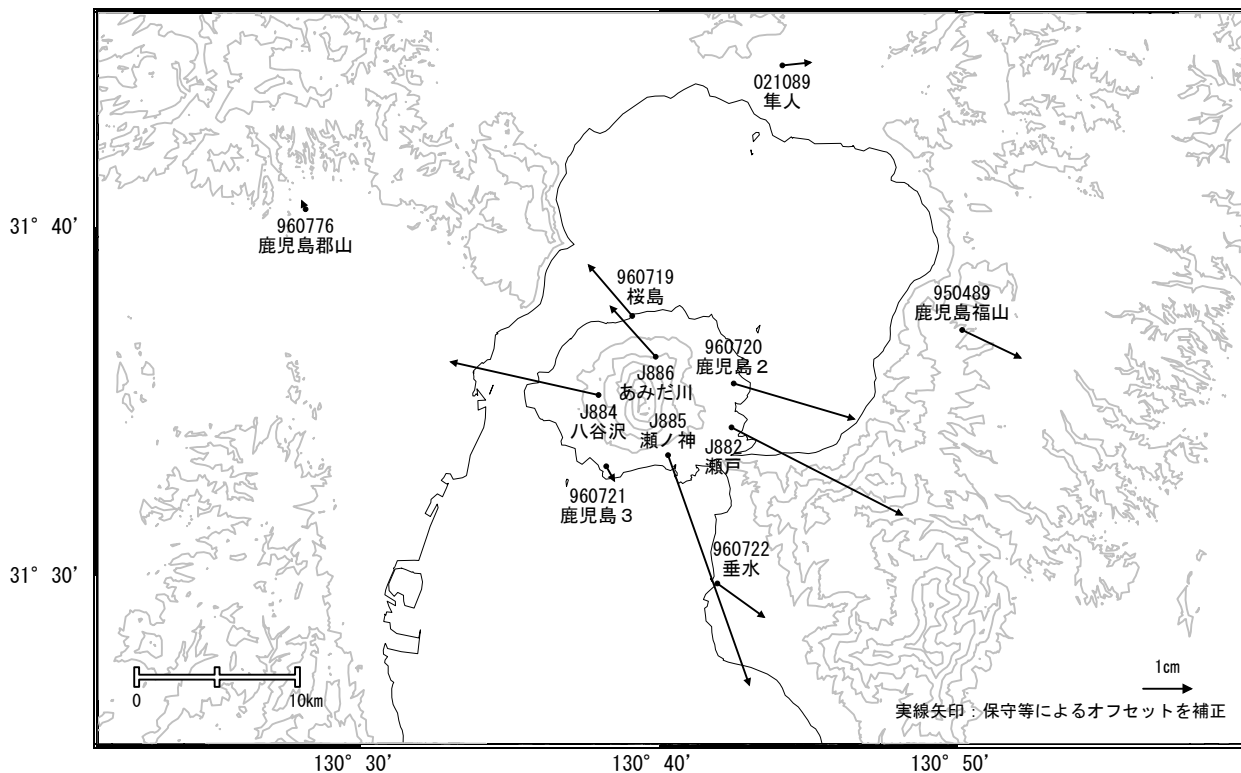


☆ 固定局: 樋脇 (970836)

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:2015/07/28~2015/08/06[F3:最終解]
 比較期間:2016/07/28~2016/08/06[F3:最終解]



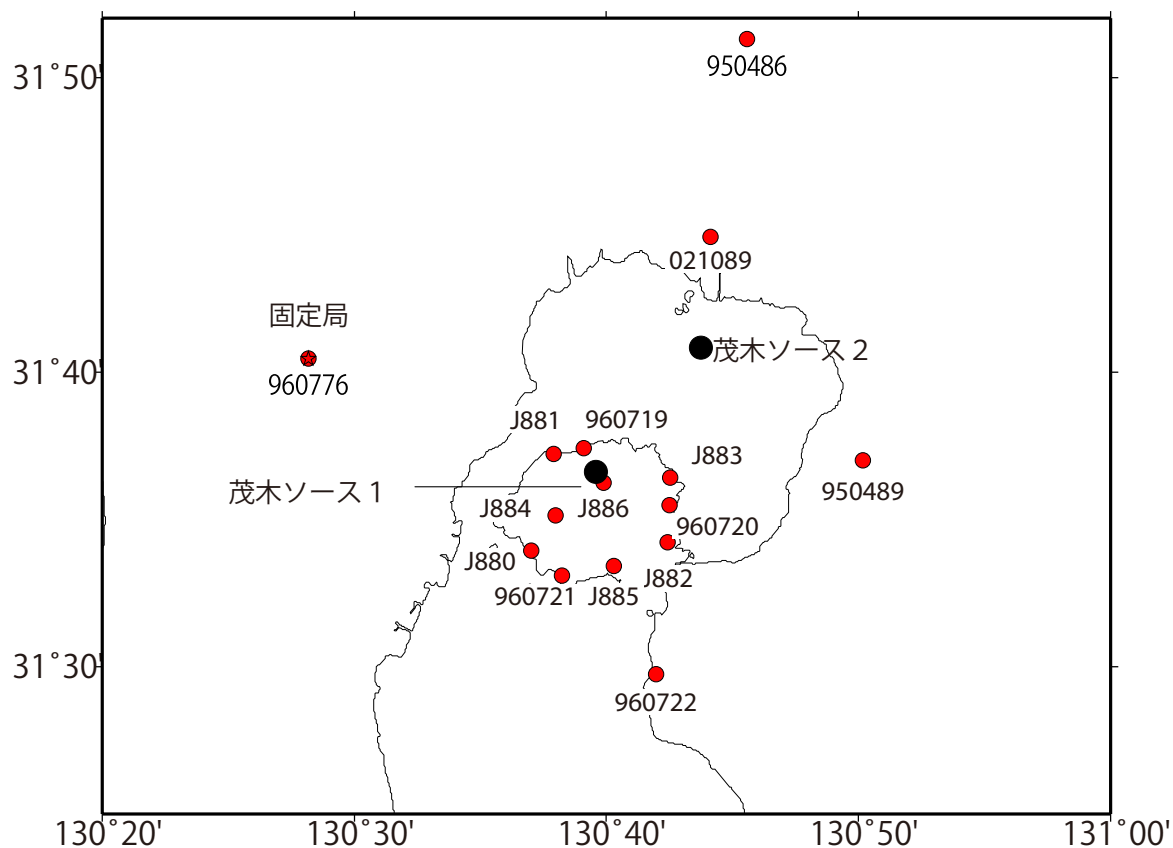
☆ 固定局: 樋脇 (970836)

国土地理院・気象庁

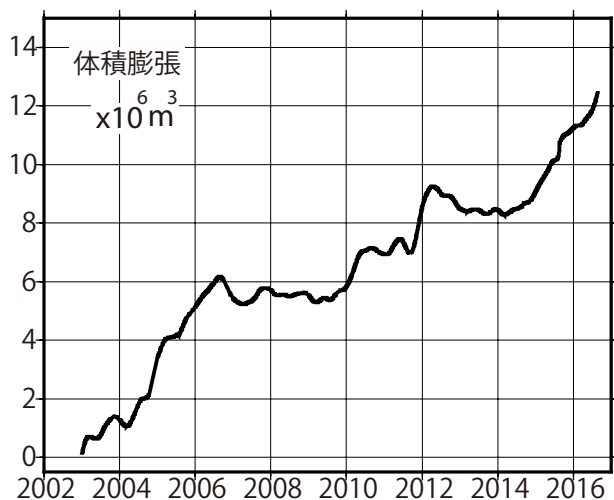
桜島

桜島の茂木ソースの位置と体積変化

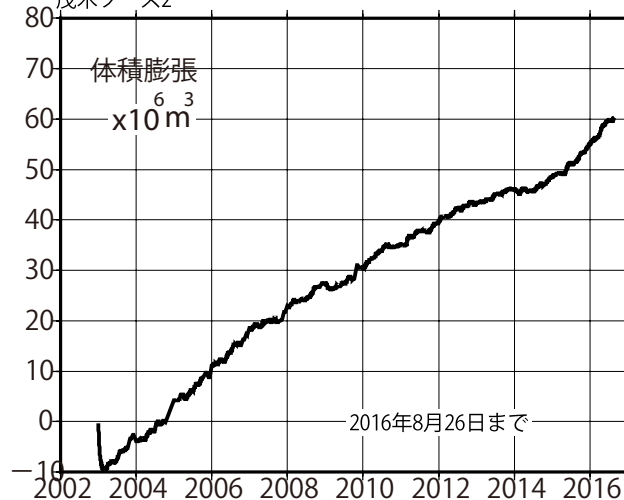
時間依存のインバージョン解析



茂木ソース1



茂木ソース2



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

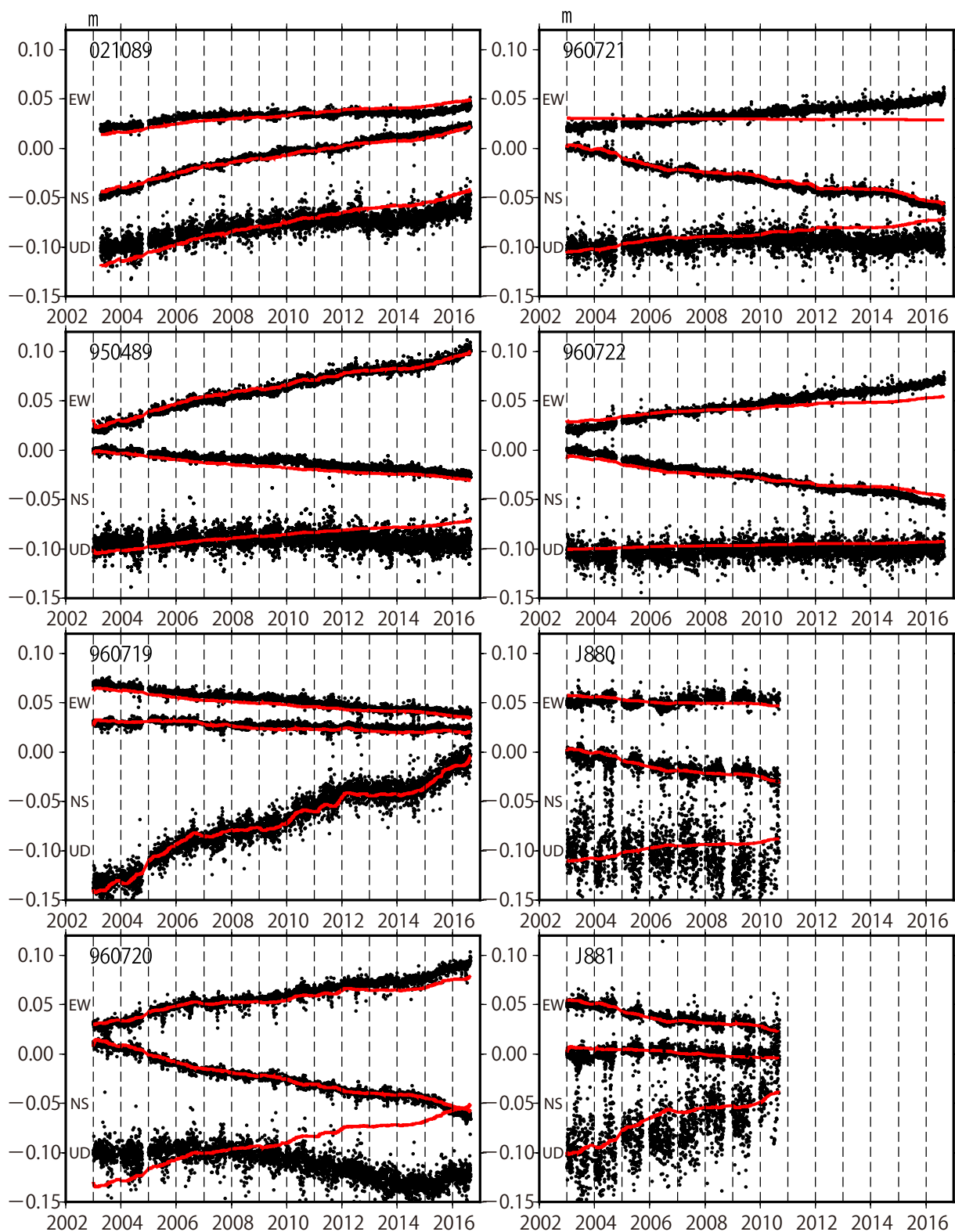
*電子基準点の保守等による変動は補正済

2015/8/15のダイク貫入の変動は除いている

2016年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

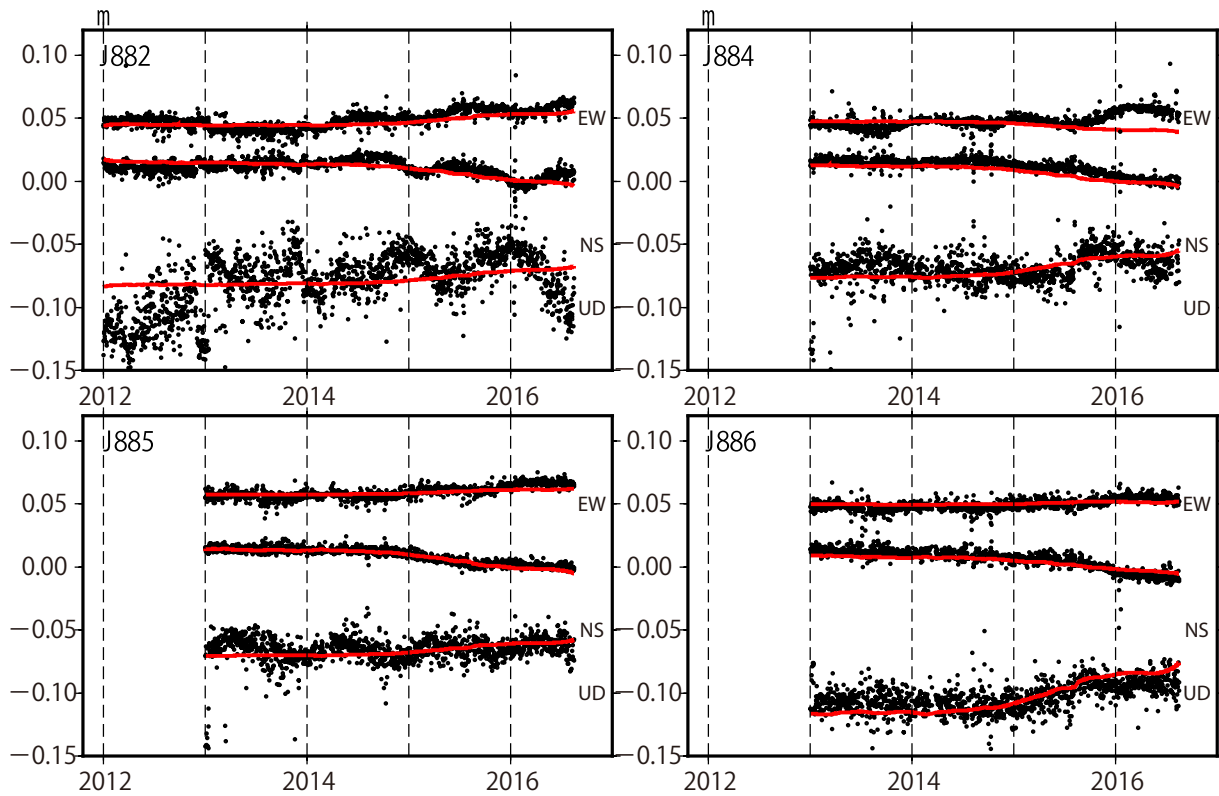
2015/8/15のダイク貫入の変動は除いている

2016年熊本地震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.

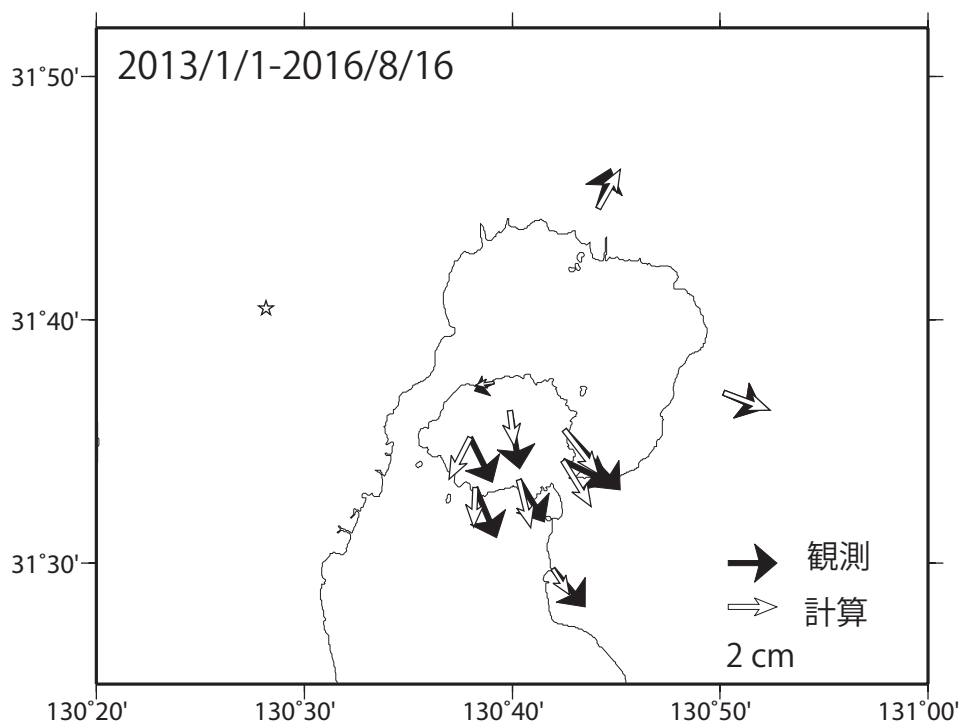
*電子基準点の保守等による変動は補正済み

2015/8/15のダイク貫入の変動は除いている

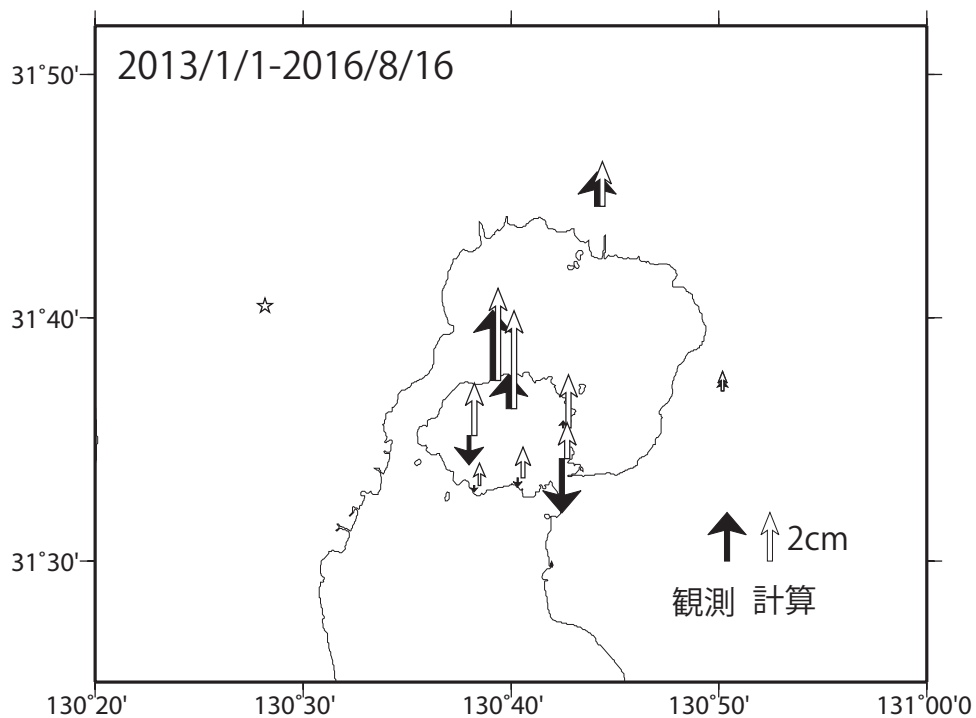
2016年熊本地震の変動は除いている

桜島の周辺の地殻変動(観測値:黒と計算値:白の比較)

水平



上下

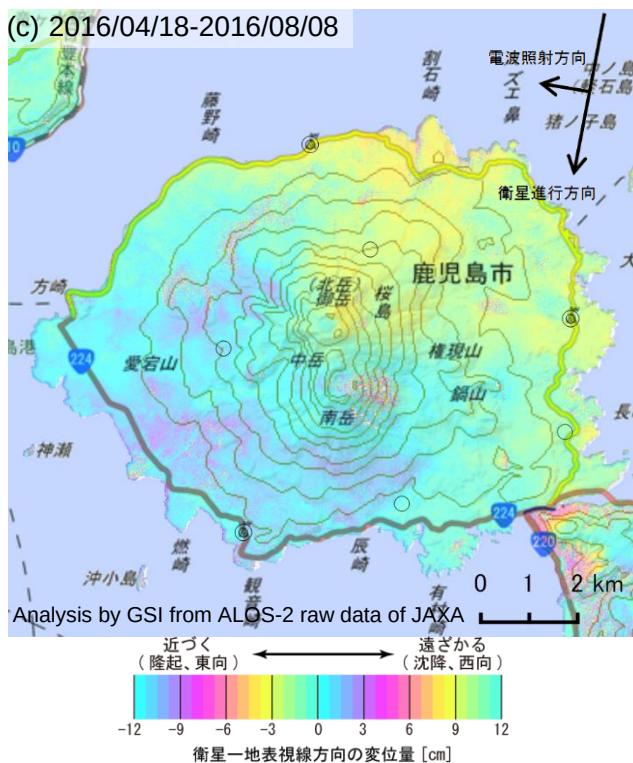
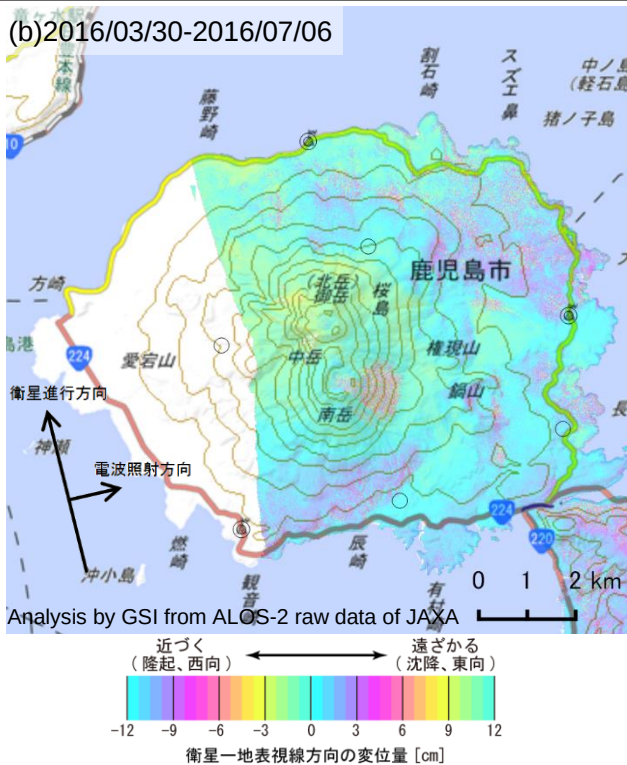
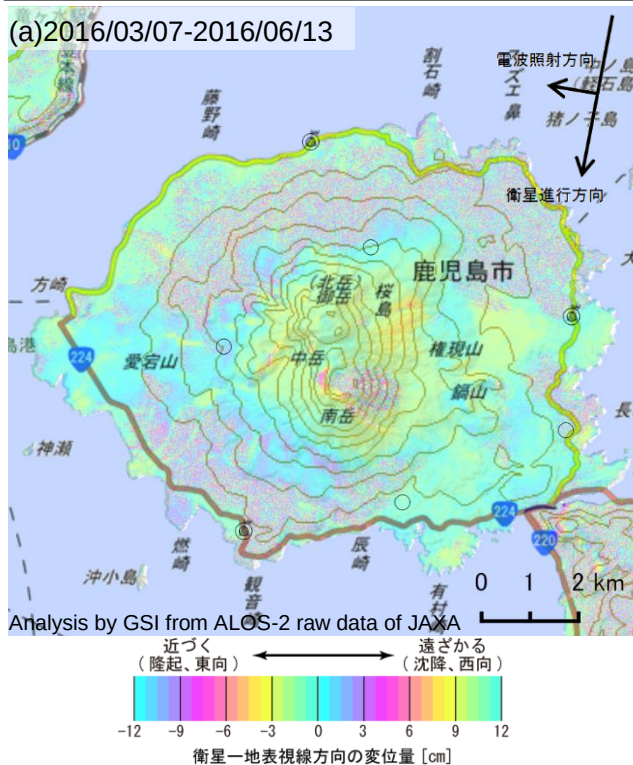


☆ 固定局960776

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。



	(a)	(b)	(c)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2016/03/07 2016/06/13 12:18 頃 (98 日間)	2016/03/30 2016/07/06 0:18 頃 (98 日間)	2016/04/18 2016/08/08 12:18 頃 (112 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)	36.2°	43.0°	36.3°
偏波	HH	HH	HH
垂直基線長	-164m	-42m	-4m

*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

桜島

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）

- ・ 2015（平成 27）年 1 月～12 月の土石流発生回数は 4 5 回 （前年同期間 4 1 回）
- ・ 2016（平成 28）年 1 月～ 9 月の土石流発生回数は 2 5 回 （前年同期間 4 0 回）
- ・ 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}
(2016年1月～2016年9月)

[illegible]

いずれの土石流も砂防施設により安全に流下し、被害なし。

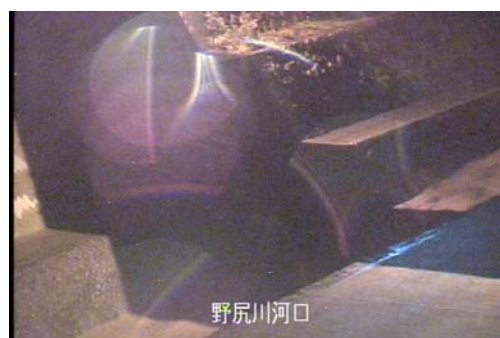
- *1 土石流発生はワイヤーセンサー設置時の切断で検知。ただし、溪流に複数のワイヤーセンサーを設置している場合は、最初に切断を検知した箇所のみ記載。
- *2 黒神川上流のワイヤーセンサーは、2010年6月19日以降、土石流によるワイヤー固定部の埋積および噴火警戒レベルの引き上げによる立入困難のため、未設置。
- *3 発生時雨量は、ワイヤーセンサー切断時の近傍雨量計による。
- *4 第二古里川雨量計故障のためXバンドレーダによる流域平均雨量を記載。

桜島

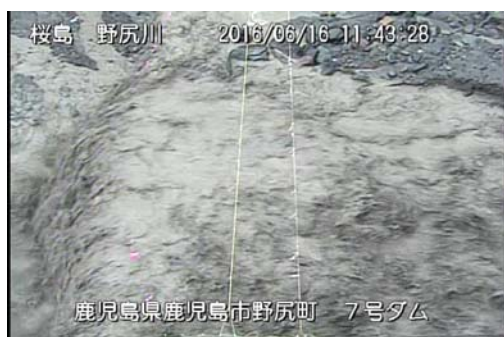
土石流の様子



野尻川 (2016/6/13)



野尻川 (2016/6/13)



野尻川 (2016/6/16)



野尻川 (2016/6/16)



野尻川 (2016/6/16)



野尻川 (2016/6/16)



野尻川 (2016/6/16)



持木川 (2016/6/19)

図1 土石流の発生状況

桜島

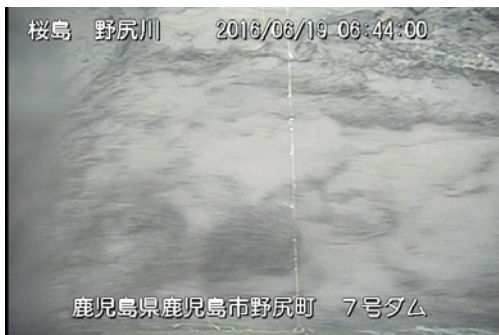
土石流の様子



持木川 (2016/6/19)



野尻川 (2016/6/19)



野尻川 (2016/6/19)



野尻川 (2016/6/19)



野尻川 (2016/6/19)



野尻川 (2016/6/19)



有村川 (2016/6/19)

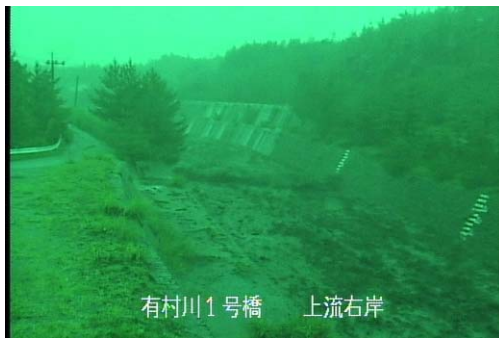


有村川 (2016/6/19)

図1 土石流の発生状況

桜島

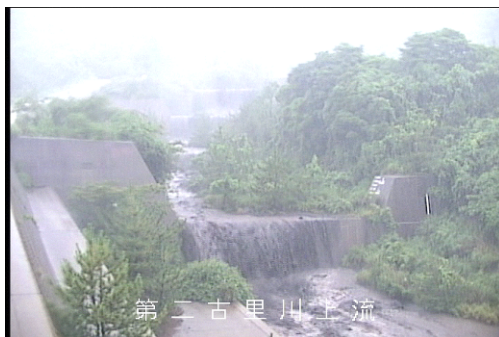
土石流の様子



有村川 (2016/6/19)



有村川 (2016/6/19)



第二古里川 (2016/6/19)



黒神川 (2016/6/19)



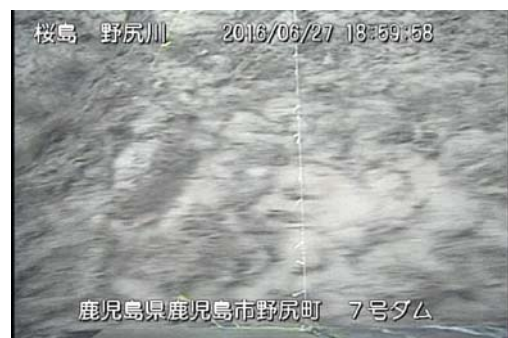
黒神川 (2016/6/19)



野尻川 (2016/6/27)



野尻川 (2016/6/27)



野尻川 (2016/6/27)

図1 土石流の発生状況

桜島

土石流の様子



野尻川 (2016/6/27)



野尻川 (2016/6/27)



有村川 (2016/6/27)



有村川 (2016/6/27)



有村川 (2016/6/27)



有村川 (2016/6/27)



黒神川 (2016/6/27)



持木川 (2016/6/28)

図1 土石流の発生状況

桜島

土石流の様子



持木川 (2016/6/28)



有村川 (2016/7/11)



有村川 (2016/7/11)



有村川 (2016/7/11)



有村川 (2016/7/11)



野尻川 (2016/7/11)



野尻川 (2016/7/11)



野尻川 (2016/7/11)

図1 土石流の発生状況

桜島

土石流の様子



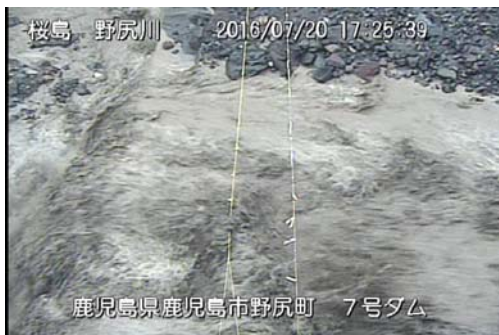
野尻川5号ダム下流

野尻川 (2016/7/11)



野尻川河口

野尻川 (2016/7/11)



桜島 野尻川 2016/07/20 17:25:39

鹿児島県鹿児島市野尻町 7号ダム

野尻川 (2016/7/20)



野尻川8号ダム

野尻川 (2016/7/20)



桜島 野尻川 2016/07/20 17:27:05

鹿児島県鹿児島市野尻町 4号ダム

野尻川 (2016/7/20)



野尻川5号ダム下流

野尻川 (2016/7/20)



野尻川河口

野尻川 (2016/7/20)



持木橋

持木川 (2016/9/17)

図1 土石流の発生状況

桜島

土石流の様子



野尻川 (2016/9/17)



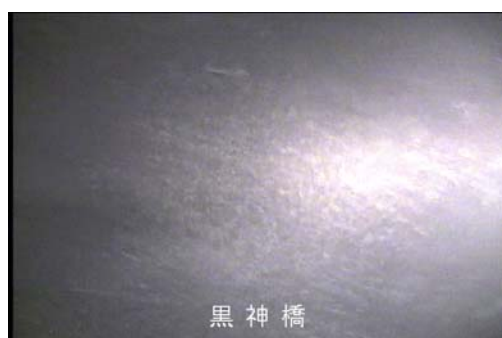
野尻川 (2016/9/17)



有村川 (2016/9/20)



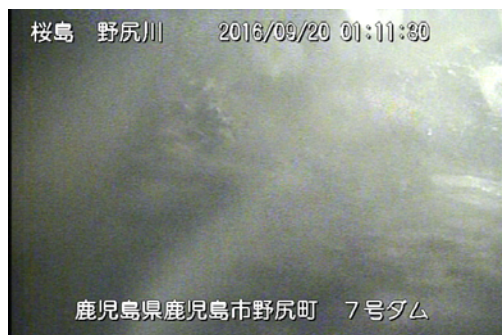
第一古里川 (2016/9/20)



黒神川 (2016/9/20)



野尻川 (2016/9/20)



野尻川 (2016/9/20)

図 1 土石流の発生状況

桜島

・ 降灰状況（図2～5）

2016年（平成28）5月～2016年（平成28）8月の降灰量（有村1）は自動降灰量計に不具合があり計測不可。本年度は、噴火が少なく降灰量も少ないと考えられる（2016年5月～8月までの降灰量（有村川降灰観測1回/月）は約 $1\text{kg}/\text{m}^2$ であり、前年同期間約 $8\text{kg}/\text{m}^2$ と比較し、約88%減少している。）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。

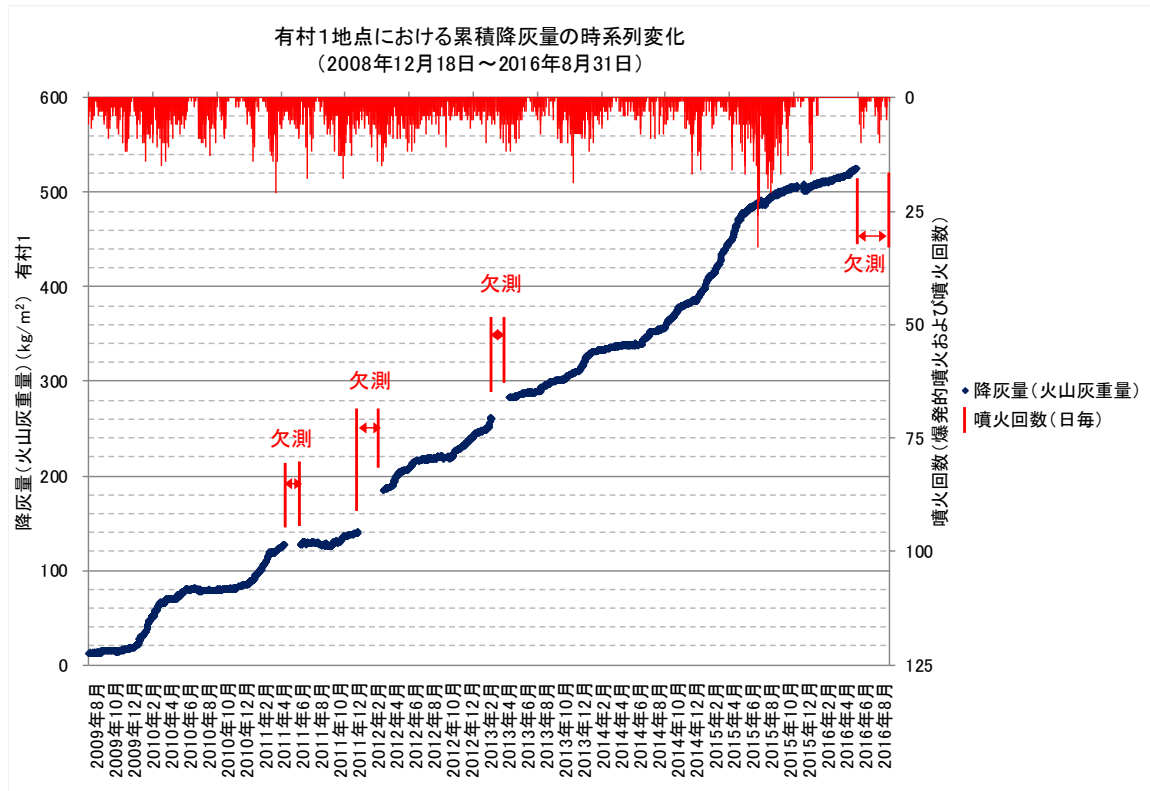


図2 自動降灰量計による降灰量の推移(2008年12月18日～2016年8月31日)

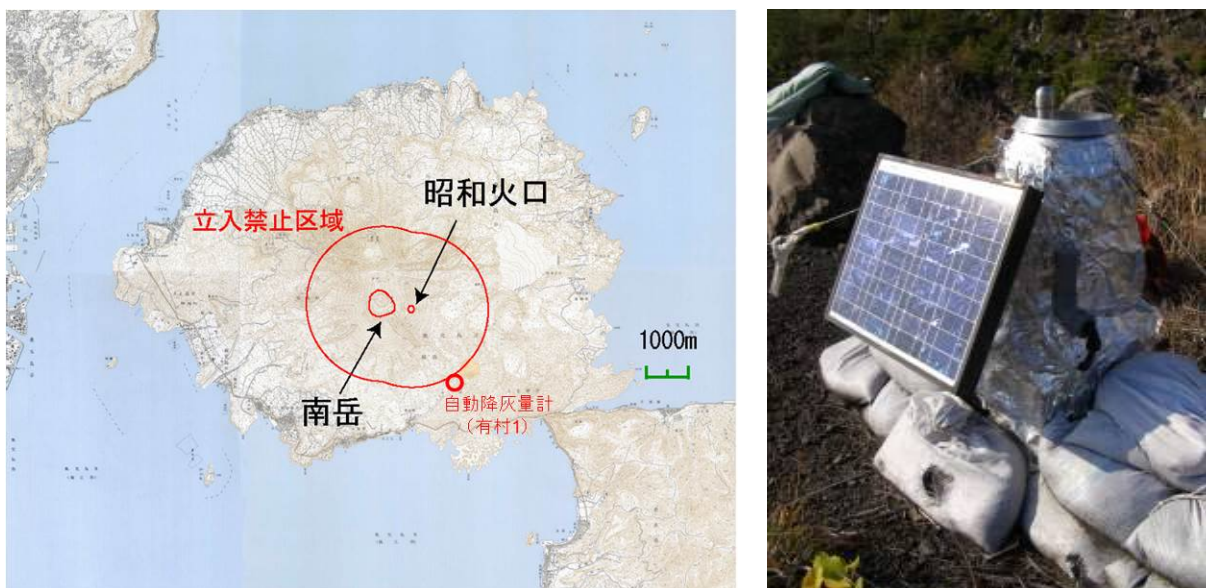


図3 自動降灰量計設置位置図および写真

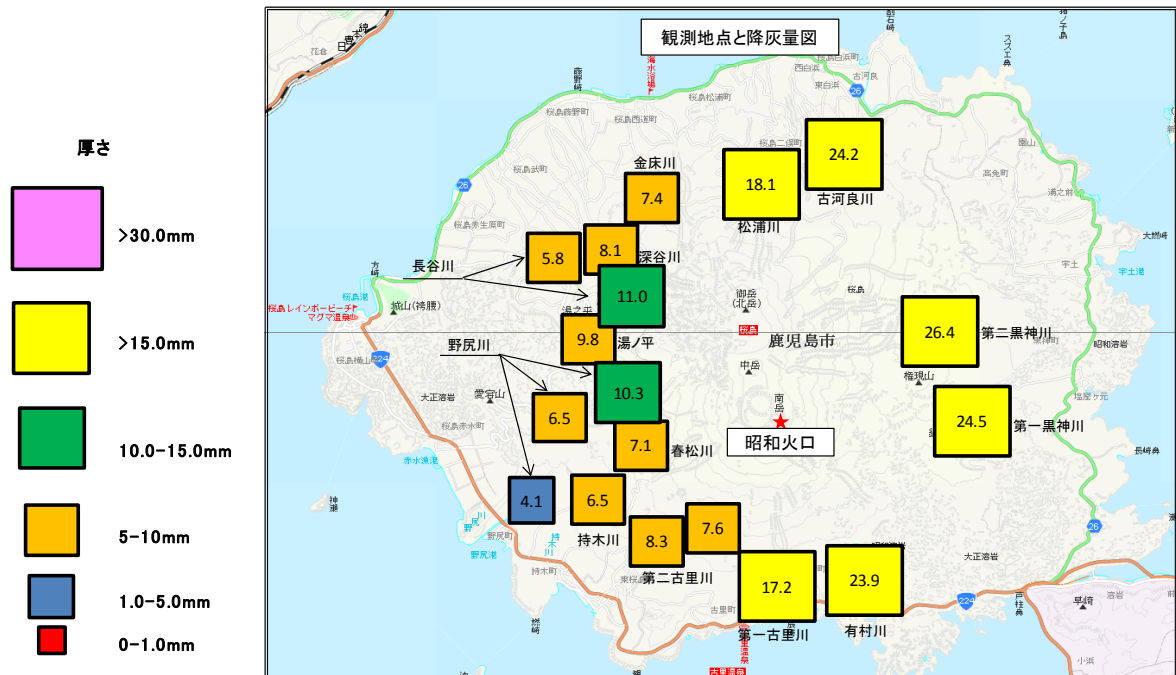


図4 桜島島内降水量の分布（2015年1月～2015年12月）

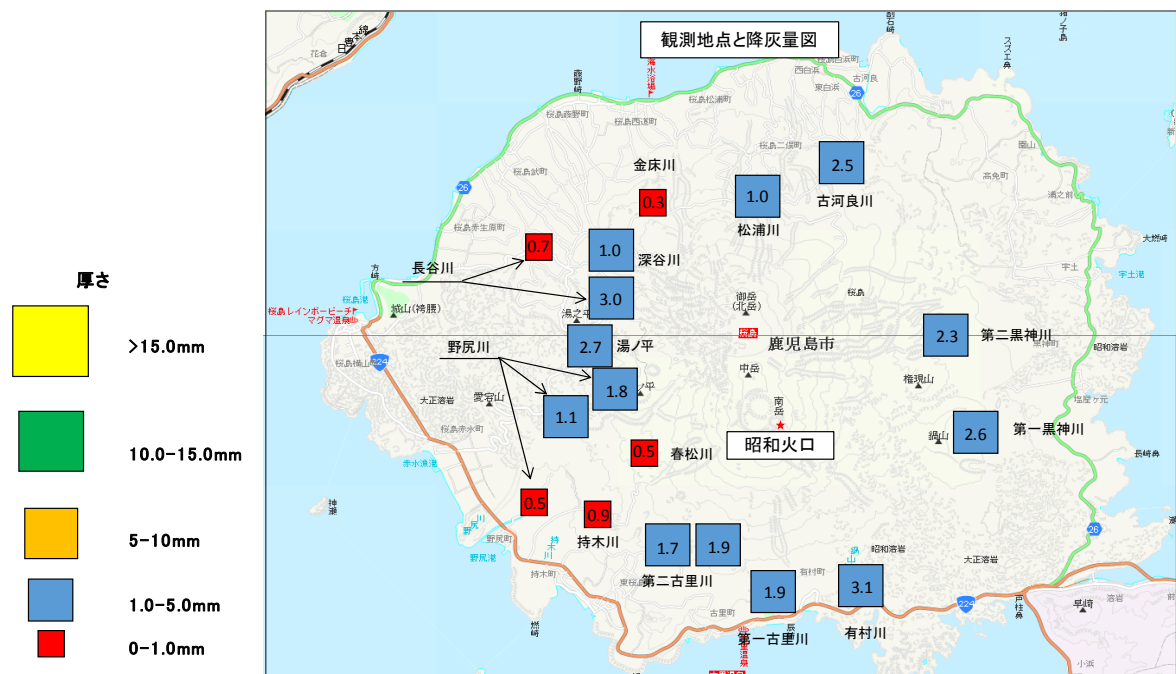


図5 桜島島内降水量の分布（2016年1月～2016年8月）

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(2014年1月～2014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	1/8	野尻川	10	11	11	
2	3/13	野尻川	9	18	52	
3	3/29	有村川	5	8	51	
4	5/12	野尻川	9	19	32	
5	5/12	有村川	15	18	42	
6	5/14	有村川	8	17	48	
7	5/14	野尻川	14	22	54	
8	6/10	野尻川	5	6	8	
9	6/17	野尻川	8	16	17	
10	6/20	野尻川	4	7	7	
11	6/21	野尻川	8	8	26	
12	6/21	有村川	6	10	23	
13	6/27	有村川	7	12	21	
14	6/27	野尻川	14	20	58	
15	6/27	有村川	13	16	53	
16	6/27	持木川	18	23	64	
17	6/27	黒神川	10	32	77	
18	6/27	有村川	12	28	100	
19	7/9	野尻川	14	21	32	
20	7/9	第二古里川	9	15	45	
21	7/30	有村川	8	10	10	
22	7/30	野尻川	11	14	14	
23	7/30	有村川	7	11	34	
24	8/1	持木川	22	24	24	
25	8/1	野尻川	22	22	22	
26	8/1	有村川	21	21	22	
27	8/26	野尻川	20	23	23	
28	8/26	有村川	12	12	12	
29	8/29	有村川	13	13	13	
30	9/19	有村川	7	14	22	
31	9/24	野尻川	6	11	18	
32	10/13	持木川	10	17	55	
33	10/13	有村川	8	14	19	
34	11/1	野尻川	19	19	23	
35	11/1	持木川	15	15	23	
36	11/1	第二古里川	13	13	13	
37	11/1	有村川	12	13	13	
38	11/1	第一古里川	9	13	13	
39	11/25	野尻川	8	9	19	
40	11/30	野尻川	6	17	27	
41	12/20	有村川	5	9	22	
平 均			11.0	15.6	30.8	

- * 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。