

桜島の火山活動—2017年9月～2018年1月31日—*

Volcanic Activity of Sakurajima Volcano – September 1, 2017 – January 31, 2018 –

鹿児島地方気象台
福岡管区気象台地域火山監視・警報センター
Kagoshima Local Meteorological Office, JMA
Regional Volcanic Observation and Warning Center,
Fukuoka Regional Headquarters, JMA

- ・噴煙、噴火活動、降灰の状況（第1表、第3表、第4表、第1～3図、第6図-①②③⑤、第7図-①②③⑤、第9図、第10図、第11図-①～③、第14図、第15図、第20図）

昭和火口では、2017年4月26日の噴火再開以降、10月上旬にかけて断続的に噴火が発生したが、10月中旬以降は減少した。弾道を描いて飛散する大きな噴石が最大で4合目（昭和火口より800～1,300m）まで達し、噴煙は最高で火口縁上2,800mまで上がった。噴火は9月170回、10月37回、11月1回、12月1回、1月1回発生した。このうち爆発的噴火は9月38回、10月5回、11月、12月及び1月は発生していない。噴火回数に対する爆発的噴火回数の比率は約20%で、2009年から2013年頃（約80%）にかけての噴火活動が活発な頃と比べ、前期間（6月～8月）同様に爆発的噴火の割合は少なかった。噴煙の高さが火口縁上3,000m以上の噴火は、発生しなかった。火砕流は観測されなかった。9月には時々、高感度の監視カメラで明瞭に見える火映を観測した。

南岳山頂火口では、2017年5月17日に噴火が発生して以降、しばらく噴火は観測されなかったが、10月31日12時21分の噴火以降は、桜島の噴火の主体は南岳山頂火口となった。11月7日10時25分に爆発的噴火が発生し、噴煙が火口縁上1,300mまで上がった。南岳山頂火口で爆発的噴火が発生したのは、2012年12月2日以来である。11月13日22時07分の爆発的噴火では、弾道を描いて飛散する大きな噴石が5合目（南岳山頂火口より1,000～1,300m）まで達し、これは今期間の最大の飛散距離であった。噴煙は天候不良のため不明であった。この噴火に伴い、鹿児島県及び宮崎県の一部では、窓ガラスが揺れるなどの空振があった。

この期間の噴煙の最高は、1月18日10時24分の噴火による火口縁上2,500mであった。噴火は9月なし、10月1回、11月5回、12月なし、1月12回発生した。このうち爆発的噴火は9月、10月、12月はなし、11月は4回、1月は4回発生した。11月13日から11月29日にかけて、夜間に高感度の監視カメラで火映を時々観測した。南岳山頂火口で火映を観測したのは、2012年12月20日以来である。

鹿児島地方気象台で観測した降灰は、9月92g/m²（降灰日数13日）、10月55g/m²（降灰日数19日）、11月2g/m²（降灰日数8日）、12月0g/m²（降灰日数1日）、1月3g/m²（降灰日数3日）であった。

鹿児島県が実施している降灰の観測データから推定した桜島の火山灰月別噴出量は、9月約24万トン、10月約7万トン、11月約7万トン、12月約4万トンであった。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。

- ・地震や微動の発生状況（第2表、第6図-⑥～⑧、第8図、第11図-④⑤、第12図、第13図、第15図）

B型地震は9月4日から19日にかけて概ねやや多い状態で経過した。10月から1月にかけては少ない状態で経過した。B型地震の月回数は9月：1,453回、10月：591回、11月：131回、12月：515回、1月195回であった。

A型地震は少ない状態で経過した。震源は、南岳直下の深さ0～3km付近、及び桜島の東側の深さ5～7km付近に分布した。

* 2018年5月7日受付

火山性微動は、9月から10月はやや多い状態であったが、11月以降は少ない状態で経過した。9月、10月、12月及び1月には調和型微動を時々観測した。

・地殻変動の状況（第6図-⑨、第14～18図、第21～24図）

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9月以降、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。

有村観測坑道の傾斜計及び伸縮計では11月7日頃から山体の隆起、膨張と考えられる変化が継続したが、11月13日22時07分の爆発的噴火とそれに続くごく小規模な噴火が断続的に発生したことにより、それまでの隆起、膨張は解消された。

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。

・火山ガス（二酸化硫黄）の状況（第6図-④、第7図-④）

1日あたりの火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、9月は300トンとやや少ない状態であったが、10月～12月は400～1,800トンと増加しやや多い状態となった。1月は1,300～2,600トンと多い状態であった。

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。

第1表 桜島 最近1年間の月別噴火回数 (2017年2月~2018年1月)

Table 1. Monthly numbers of eruptions at Sakurajima volcano (February 2017–January 2018).

2017~2018年		2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	合計
南岳山頂	噴火回数	0	2	2	2	0	0	0	0	1	5	0	12	24
火口	爆発的噴火	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	8
昭和	噴火回数	0	0	19	47	14	7	98	170	37	1	1	1	395
火口	爆発的噴火	0	0	2	9	2	1	20	38	5	0	0	0	77

第2表 桜島 最近1年間の月別地震回数・微動時間 (2017年2月~2018年1月)

Table 2. Monthly numbers of volcanic earthquakes and duration of tremors (February 2017–January 2018).

2017~2018年		2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	合計
地震回数		134	673	647	192	350	674	1,633	1,501	737	142	545	209	7,437
微動継続時間の合計(時)		0	0	4	130	75	0	35	17	19	4	1	3	288

微動時間は分単位切捨て。「0」は1時間未満の微動を観測したことを、「-」は微動を全く観測しなかったことを表す。

第3表 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(2017年2月~2018年1月)

Table 3. Monthly amounts of volcanic ash fall and monthly numbers of ash fall days at Kagoshima Local Meteorological Office (February 2017–January 2018).

2017~2018年		2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	合計
降灰量 (g/m ²)		-	-	-	11	2	-	-	92	55	2	0	3	165
降灰日数		0	0	0	10	2	0	0	13	19	8	1	3	56

降灰量は0.5g/m²未満切捨て。「0」は0.5g/m²未満のわずかな降灰を観測したことを、「-」は降灰を全く観測しなかったことを表す。

第4表 桜島 最近1年間の月別の火山灰の噴出量 (2017年1月~2017年12月)

Table 4. Weights of volcanic ash ejected from Sakurajima volcano (January 2017–December 2017).

2017年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
降灰量 (万吨)	2	1	3	7	14	5	2	15	24	7	7	4	91

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。



第1図 桜島 9月29日00時55分の昭和火口の噴火の状況(牛根監視カメラ)
・噴煙が火口縁上2,800mまで上がり雲に入った。

Fig. 1. Visible image of Sakurajima on September 29, 2017.



第2図 桜島 11月13日22時07分の南岳山頂火口の爆発的噴火の状況
海潟監視カメラ（大隅河川国道事務所設置）

- ・弾道を描いて飛散する大きな噴石が5合目（南岳山頂火口より1,000～1,300m）まで達した（赤丸）。
- ・噴煙は天候不良のため不明。

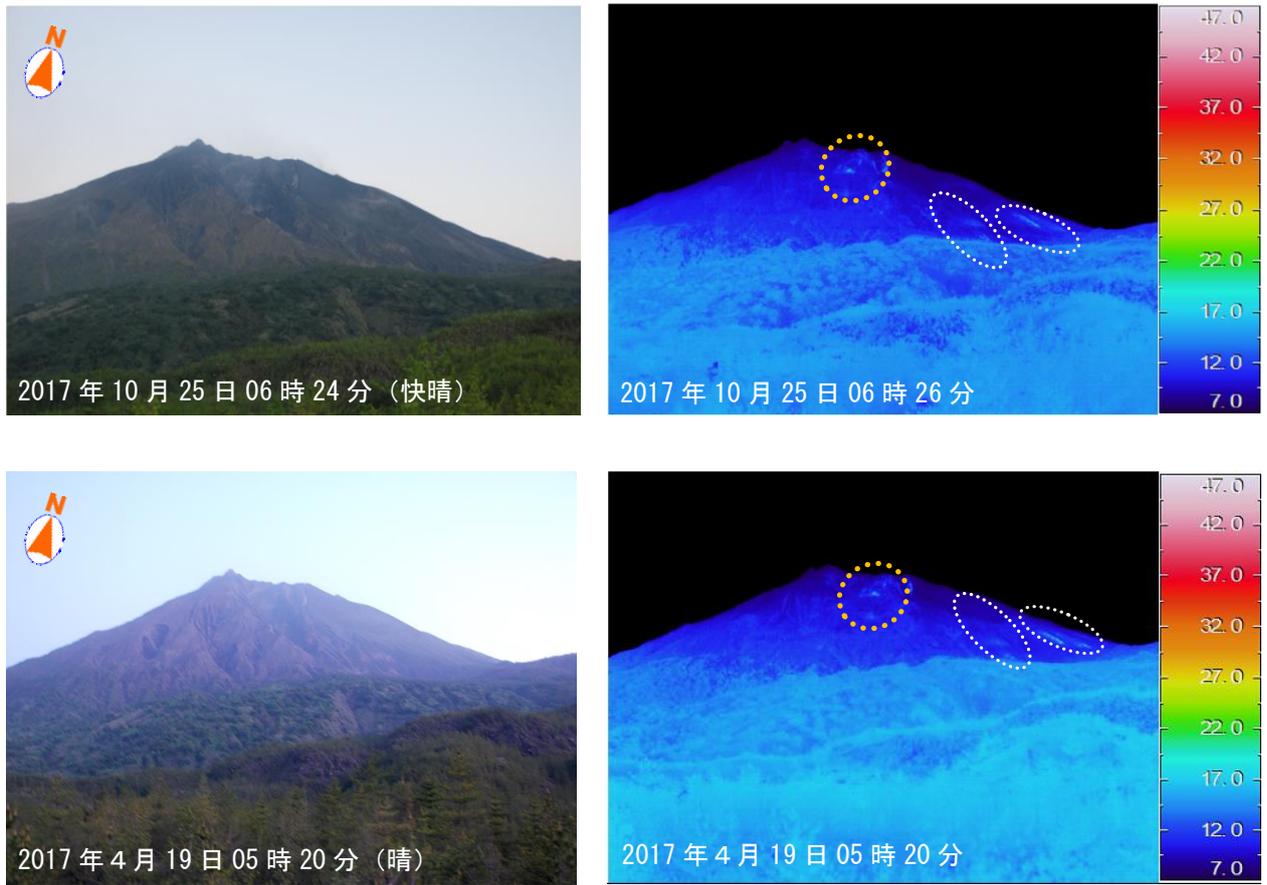
Fig. 2. Visible image of Minamitake crater on November 13, 2017.



第3図 桜島 11月13日23時16分の南岳山頂火口の火映の状況
海潟監視カメラ（大隅河川国道事務所設置）

- ・南岳山頂火口では、11月13日23時10分から14日02時30分にかけて高感度の監視カメラで火映を観測した。
- ・火映が観測されているなかで、ごく小規模な噴火が断続的に発生した。
- ・南岳山頂火口で火映を観測したのは、2012年12月20日以来である。

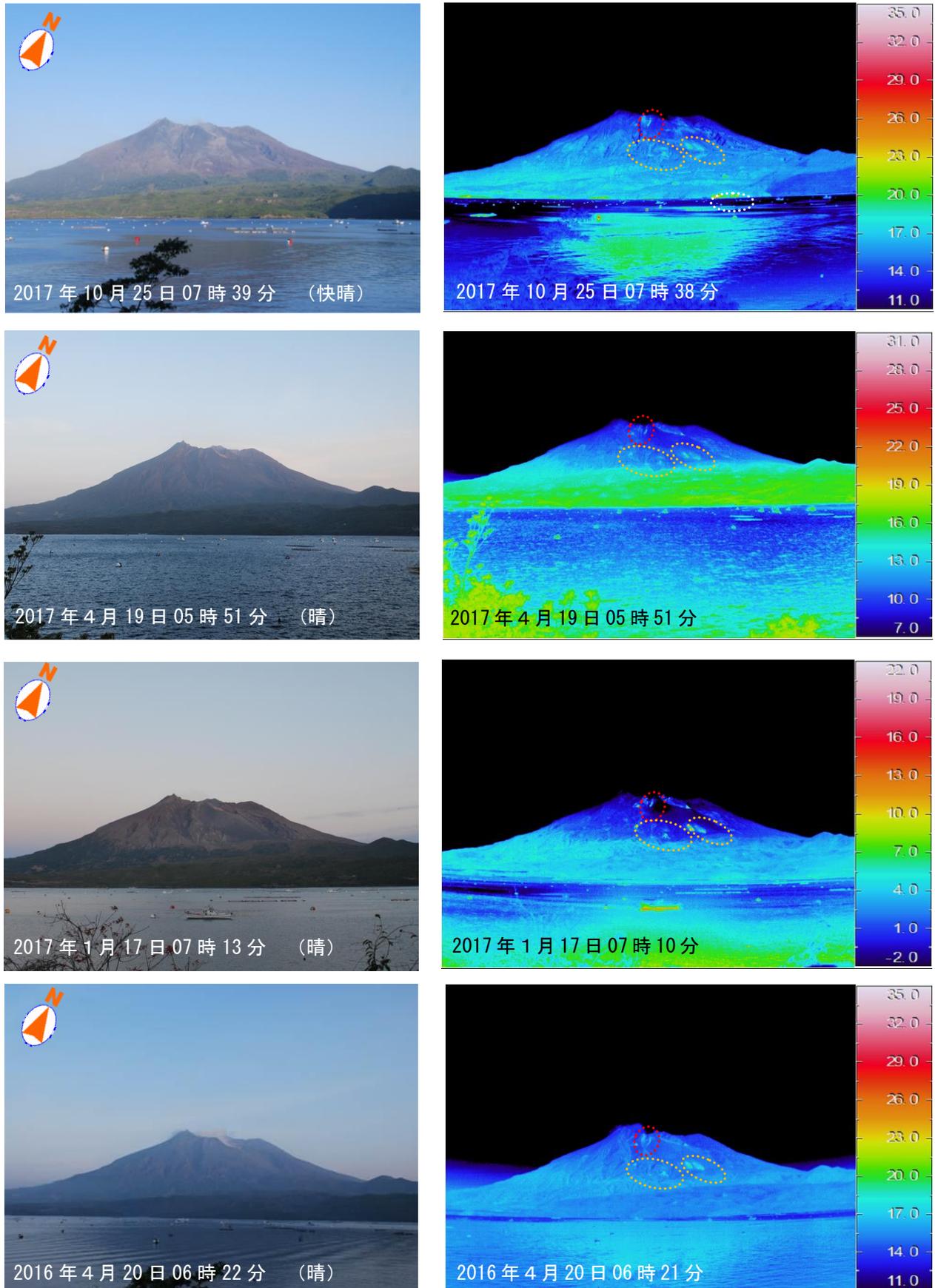
Fig.3. Visible image of Minamidake summit crater on November13, 2017



第4図 桜島 昭和火口近傍及び南岳南東側山腹の状況 (鹿児島市有村町から観測)

昭和火口近傍 (橙破線内) 及び南岳南東側山腹 (白破線内) 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。

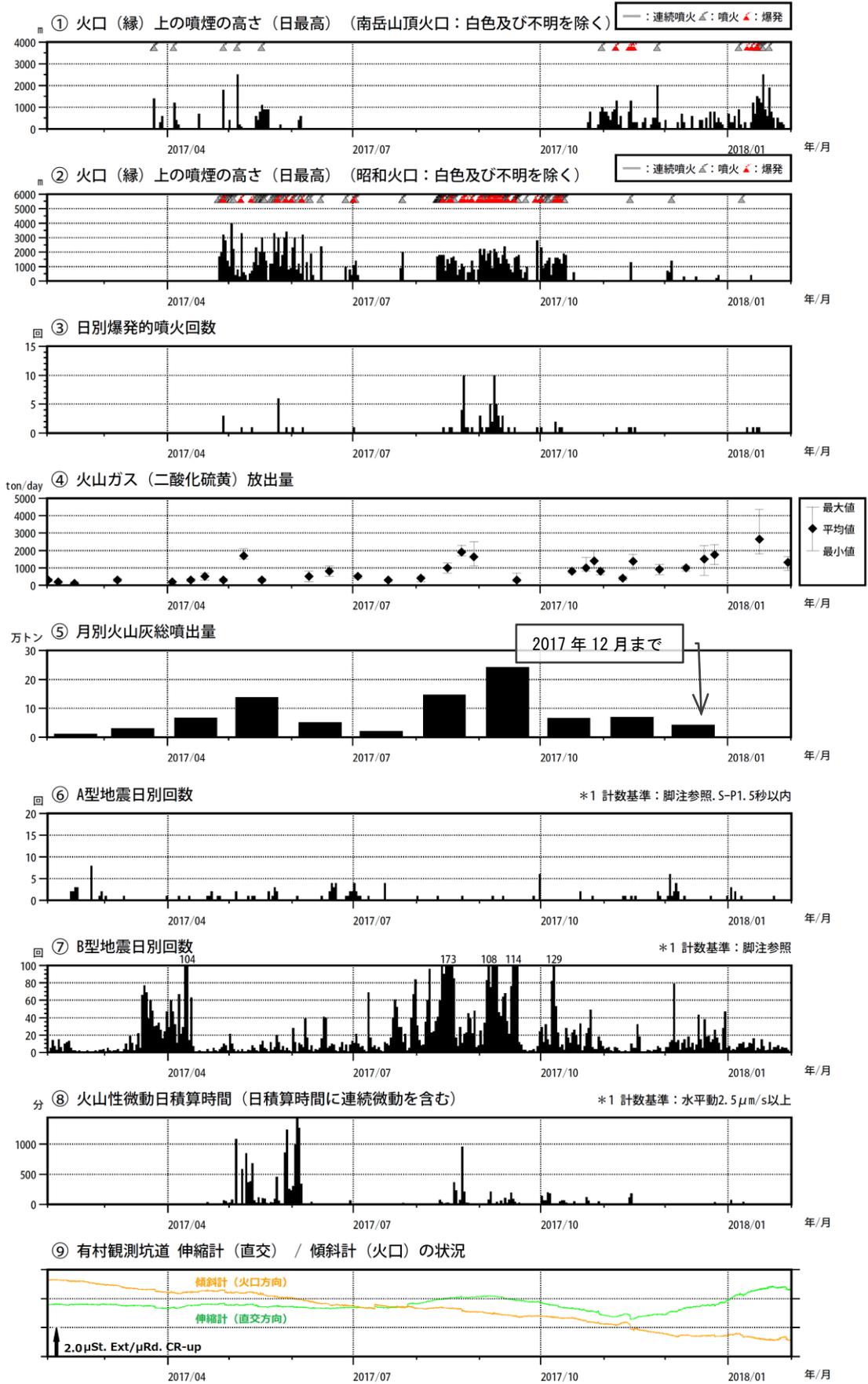
Fig. 4. Visible and thermal images of Showa crater and Minamidake summit crater.



第5図 桜島 可視画像および地表面温度分布（海淵トンネル脇道から観測）

赤外熱映像装置による観測では、昭和火口近傍（赤破線内）及び南岳南東側山腹（橙破線内）にこれまでと同様に熱異常域が観測された。白破線内は、日射の影響によるものである。

Fig. 5. Visible and thermal images of Showa crater and Minamidake summit crater.



第6図 桜島 最近1年間の活動状況（2017年2月～2018年1月31日）
 ※ 図の説明は次ページに掲載している。

第 6 図の説明

<2017 年 9 月～2018 年 1 月 31 日の状況>

- ・昭和火口では、10 月上旬にかけて断続的に噴火活動が続いていたが、10 月中旬以降は減少した。
- ・南岳山頂火口では、10 月 31 日の噴火以降、断続的に噴火活動が続いている。
- ・火山ガス（二酸化硫黄）の 1 日あたりの放出量は、9 月は 300 トンとやや少ない状況であったが、10 月～12 月は 400～1,800 トンと増加し、やや多い状態となった。1 月は 1,300～2,600 トンと多い状態であった。
- ・火山灰の月別噴出量は少ない状況で推移した。
- ・B 型地震は、9 月は概ねやや多い状態で経過したが、10 月から 1 月にかけては少ない状態で経過した。A 型地震は少ない状態で経過した
- ・火山性微動は、9 月から 10 月はやや多い状態であったが、11 月以降は少ない状態で経過した。9 月、10 月及び 12 月には調和型微動を時々観測した。

*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。

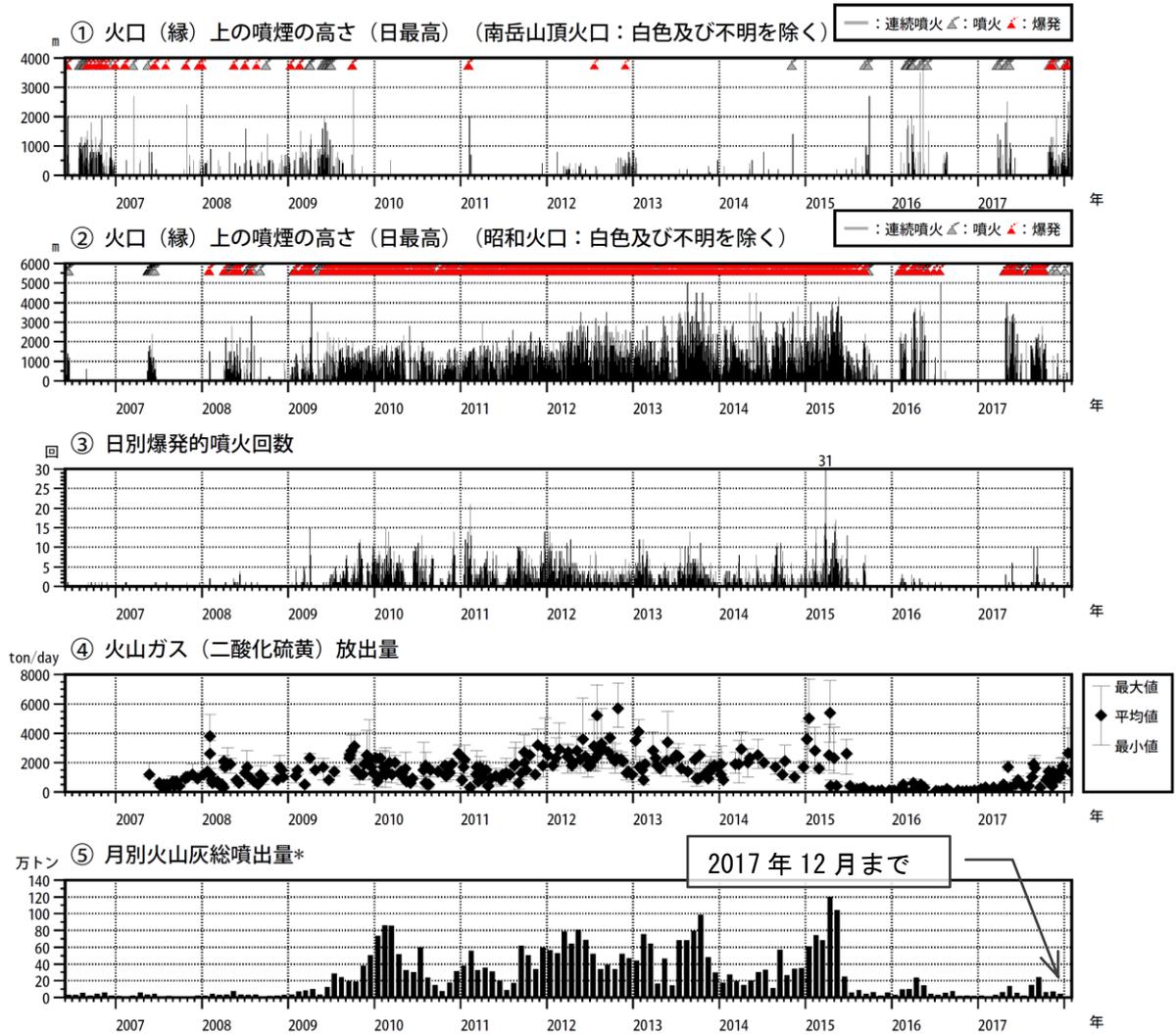
*2 第 6 図-⑤、第 7 図-⑤、第 11 図-③の火山灰の噴出量の算出は、中村（2002）による。

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 12 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。

Fig. 6. Temporal changes of volcanic plume height, ejected ash weight, emitted gas weight, the number of volcanic earthquakes, the duration of tremors, tilt and strain records at Sakurajima volcano (February, 2017–January 31, 2018).

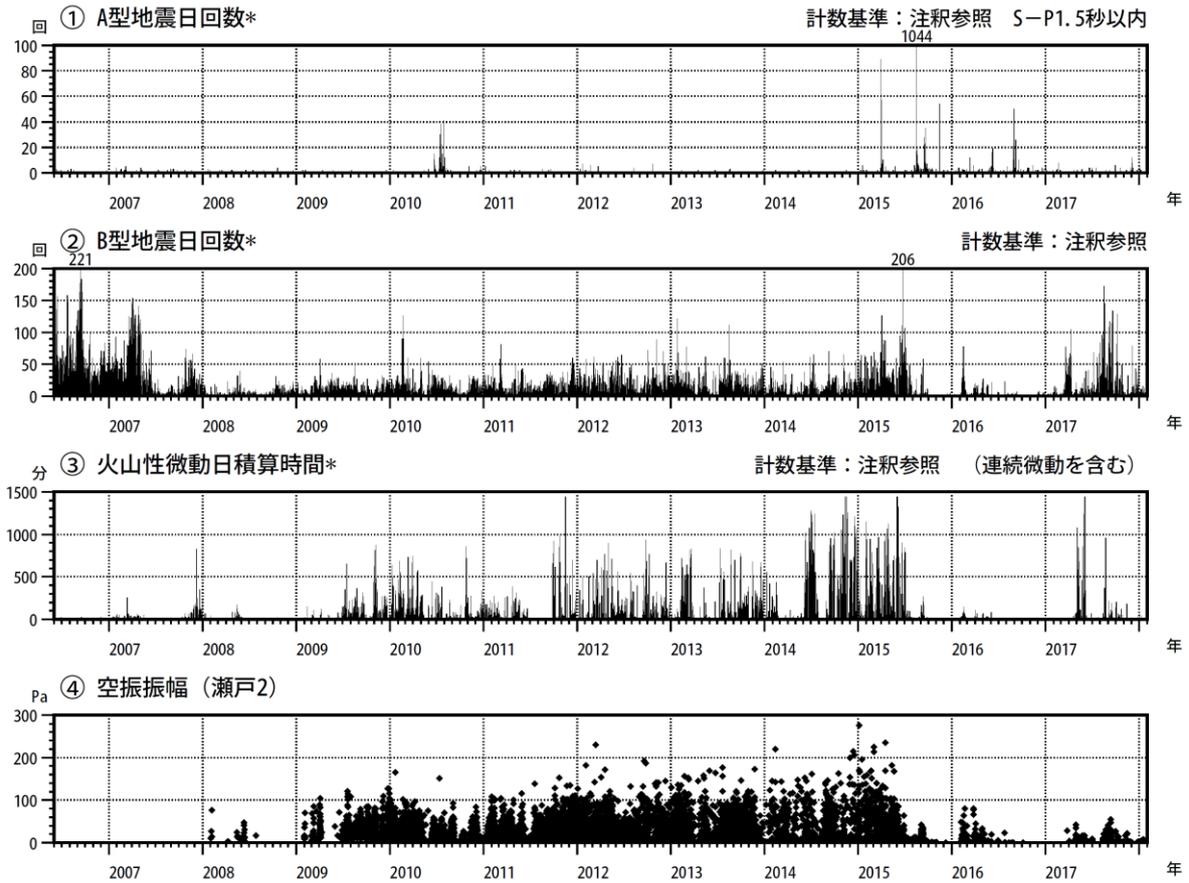


第 7 図 桜島 昭和火口噴火活動再開（2006 年 6 月）以降の噴煙、火山灰、火山ガスの状況（2006 年 6 月～2018 年 1 月 31 日）

⑤の 2017 年 9～12 月の火山灰の総噴出量は、約 42 万トンと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。火山灰の噴出量の算出は、中村（2002）による。

Fig. 7. Temporal changes of ash plume heights, ejected SO₂ gas weights, and ejected ash weights (June, 2006 – January 31, 2018).



第8図 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～2018年1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。

Fig. 8. Monthly numbers of volcanic earthquakes, monthly duration of tremors and amplitude of infrasonic waves (June, 2006 – January 31, 2018).

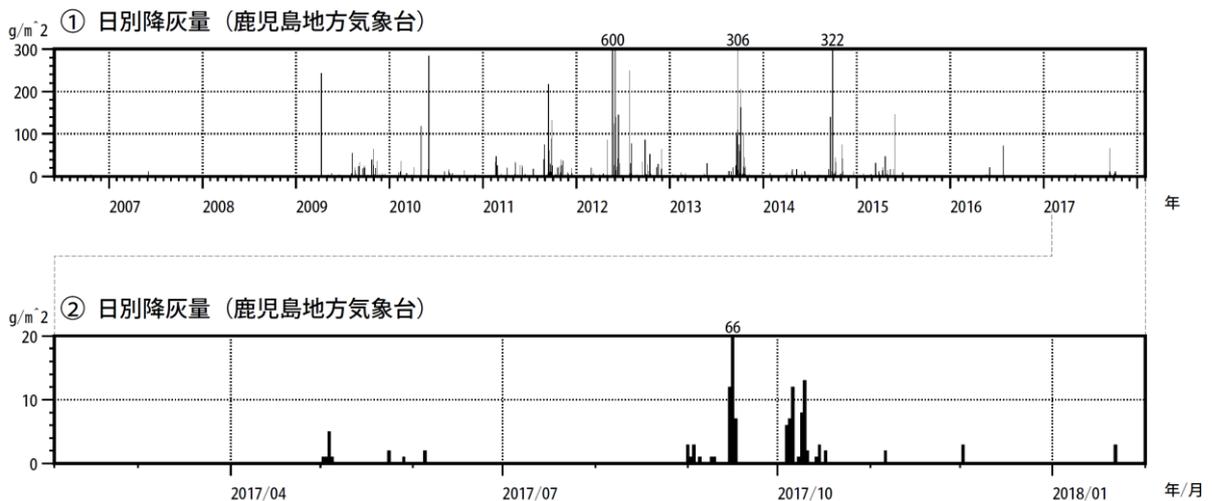


第9図 桜島 昭如火口と南岳山頂火口の月別爆発的噴火回数

(2006年6月～2018年1月31日)

- ・昭如火口では、2017年4月26日の噴火再開以降、10月上旬にかけて断続的に噴火が発生したが、10月中旬以降は減少した。噴火は9月から1月(24日現在)まで210回発生し、噴火回数に対する爆発的噴火回数の比率は約20%で、2009年から2013年頃(約80%)にかけての噴火活動が活発な頃と比べ、爆発的噴火の割合は少なかった。
- ・南岳山頂火口では、2017年5月17日以来の噴火が10月31日に発生し、その後は断続的に発生した。噴火回数は9月なし、10月1回、11月5回、12月なし、1月12回。

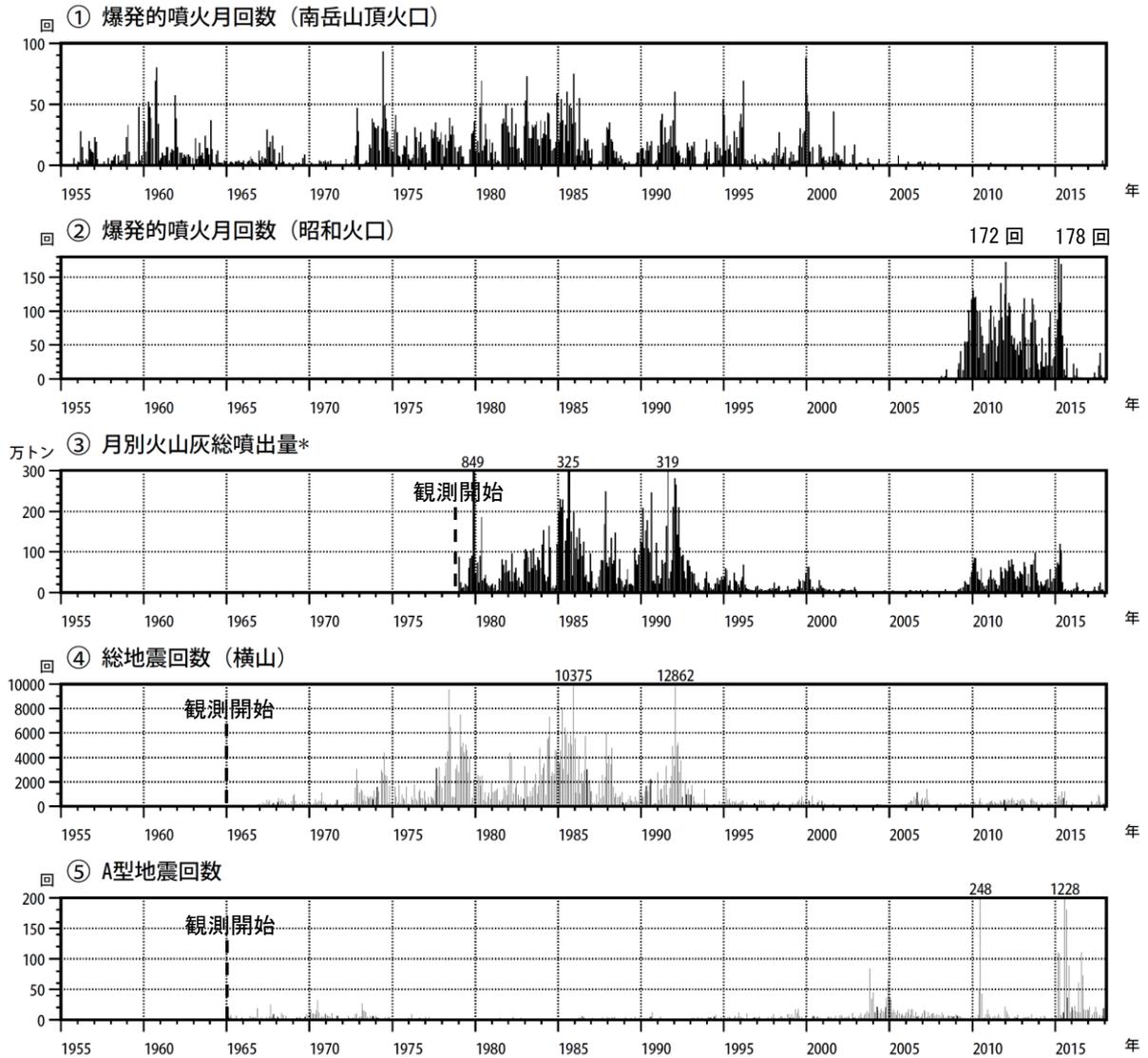
Fig. 9. Monthly numbers of the explosive eruptions at Showa crater and Minamidake summit crater (June, 2006 – January 31, 2018).



第10図 桜島 鹿児島地方気象台での降灰量 (2006年6月～2018年1月31日)

2017年9月に92g/m²、10月55g/m²、11月2g/m²、12月0g/m²、1月3g/m²の降灰を観測した。

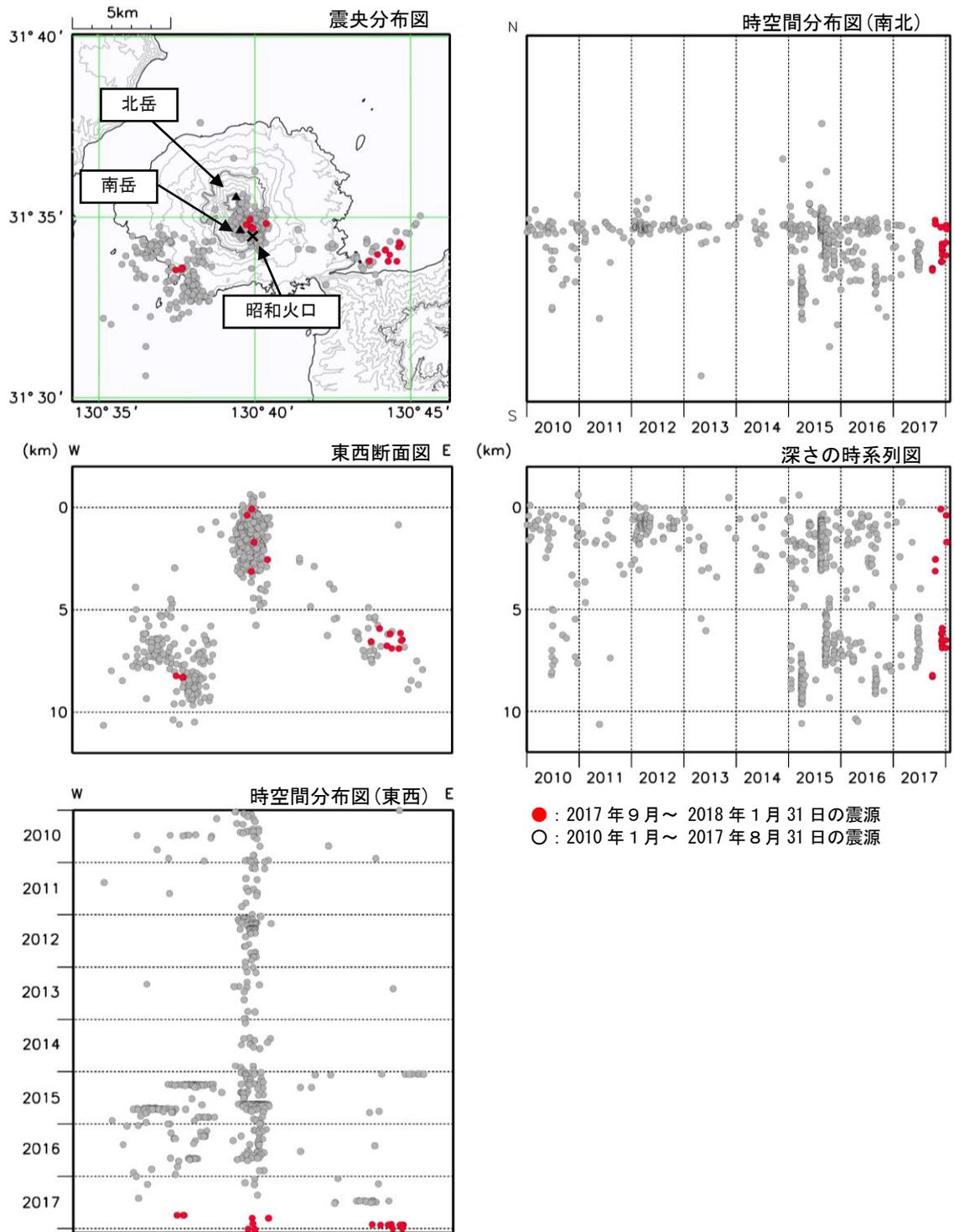
Fig. 10. Dairy weights of volcanic ash fall observed at Kagoshima Local Meteorological Office (June, 2006 – January 31, 2018).



第11図 桜島 長期の活動状況 (1955年1月～2018年1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。火山灰の噴出量の算出は、中村 (2002) による。

Fig. 11. Annual numbers of explosive eruptions and numbers of earthquakes at Sakurajima volcano (January, 1955 – January 31, 2018)



第12図 桜島 震源分布図(2010年1月～2018年1月31日)

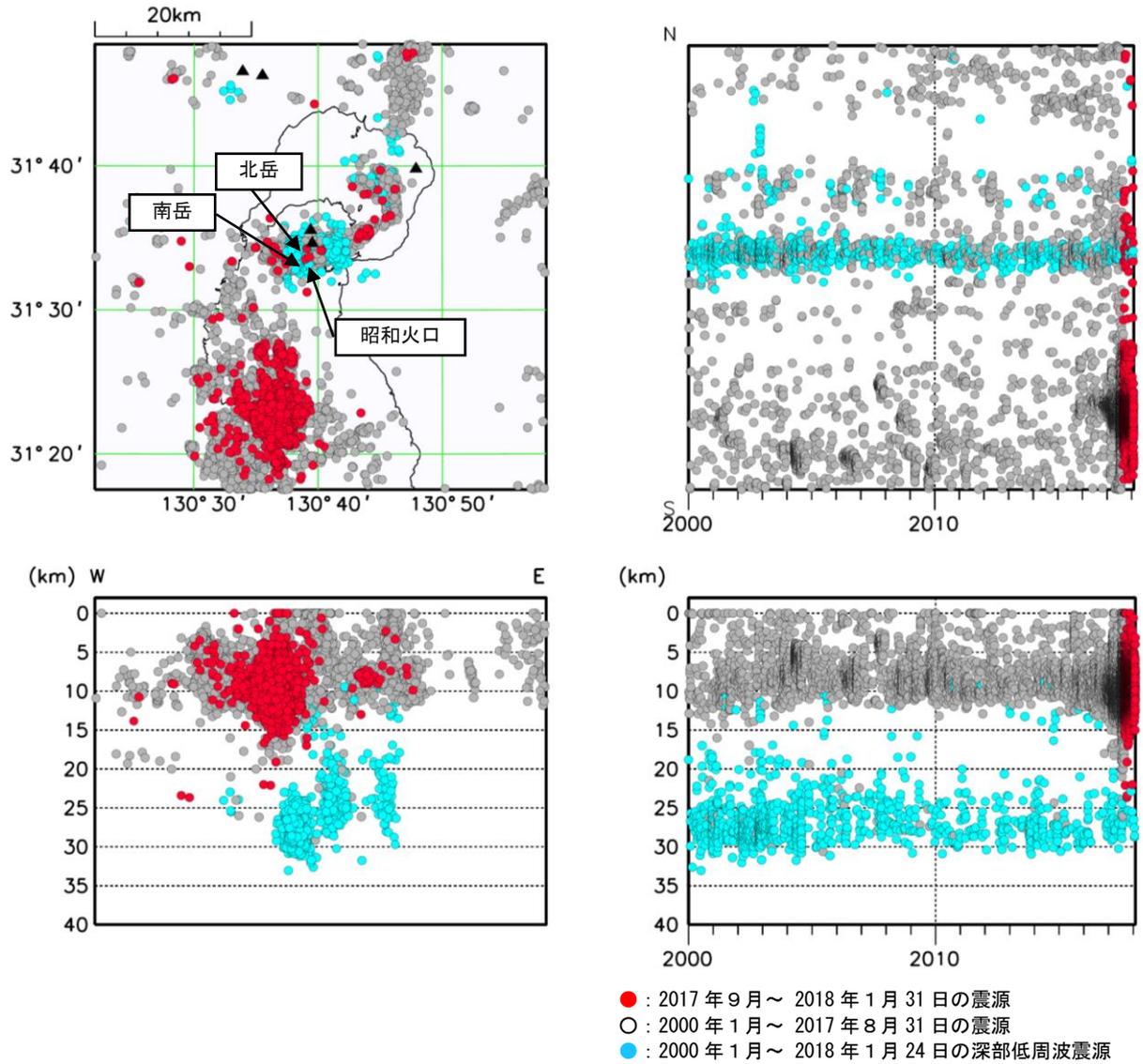
<2017年9月～2018年1月31日の状況>

震源は、南岳直下の深さ0～3km付近、桜島の東側の深さ5～7km付近及び南西側深さ約8kmに分布した。

* 決定された地震は全てA型地震である。

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

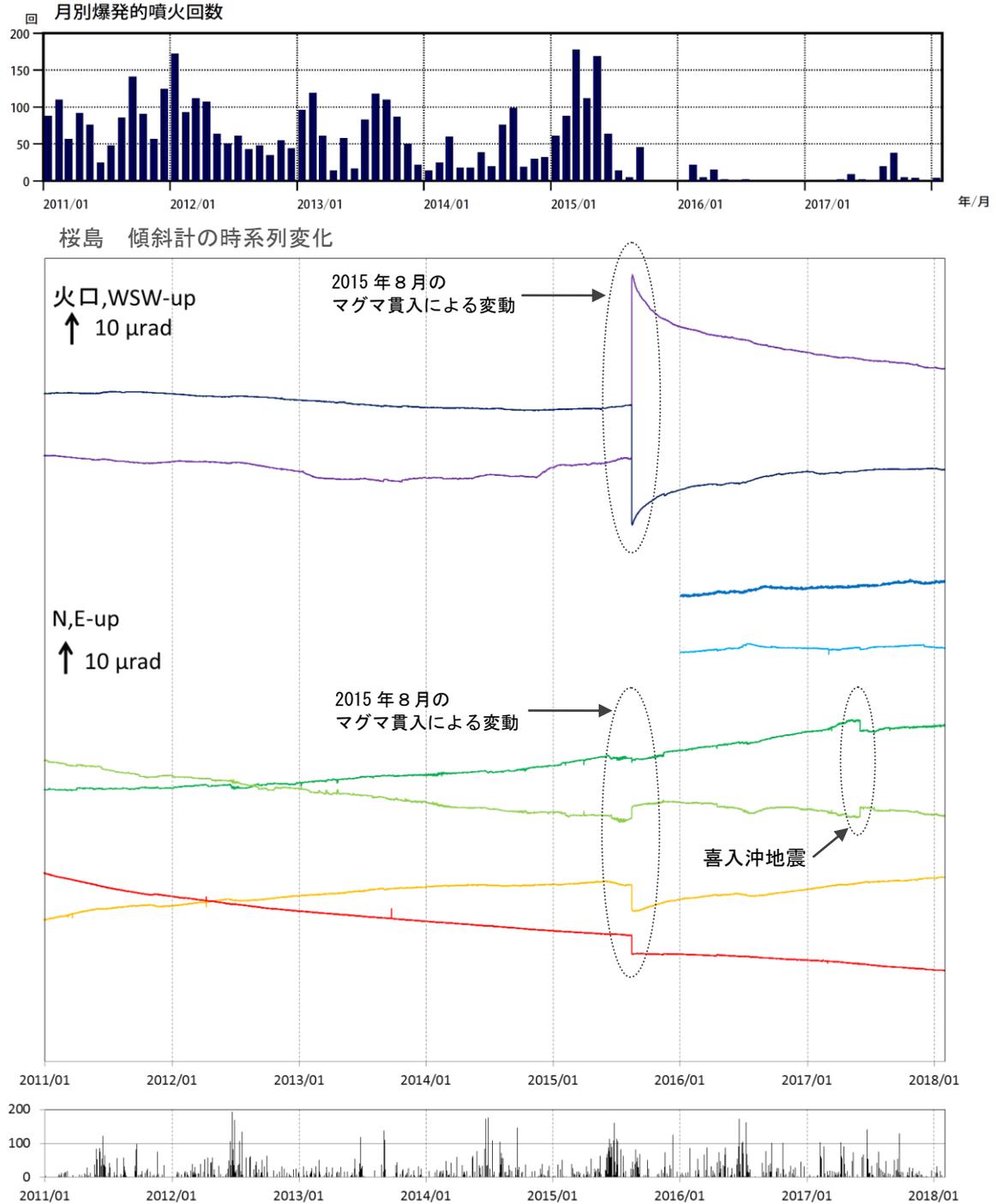
Fig. 12. Hypocenter distribution of volcanic earthquakes in and around Sakurajima island (January, 2006 – January 31, 2018).



第13図 桜島 一元化震源による広域の震源分布図(2000年1月～2018年1月31日)

*表示している震源には、震源決定時の計算誤差の大きなものがある。

Fig. 13. Hypocenter distribution in Sakurajima (January, 2006 – January 31, 2018)

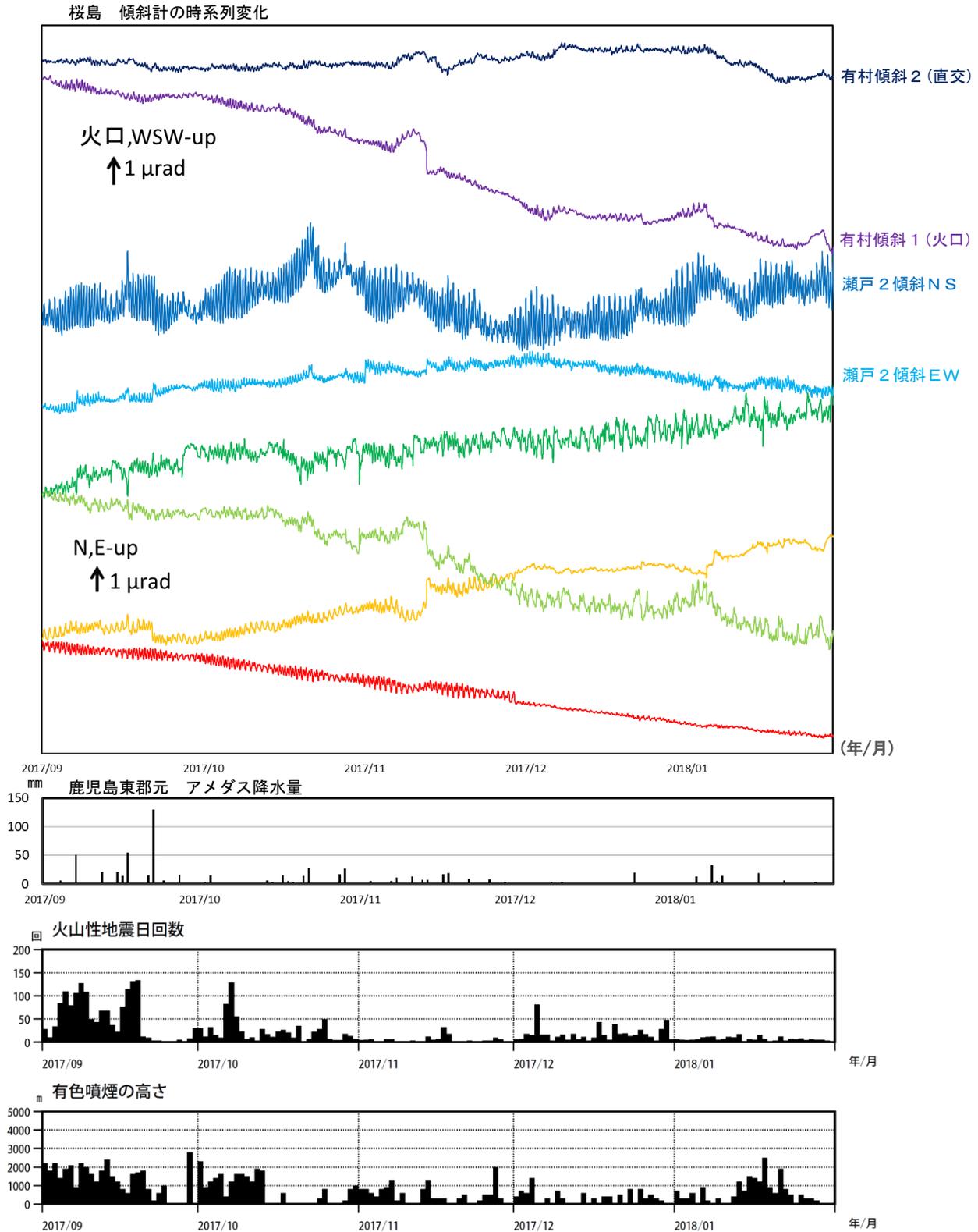


第14図 桜島 傾斜変動の状況 (2011年1月～2018年1月31日)

*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。

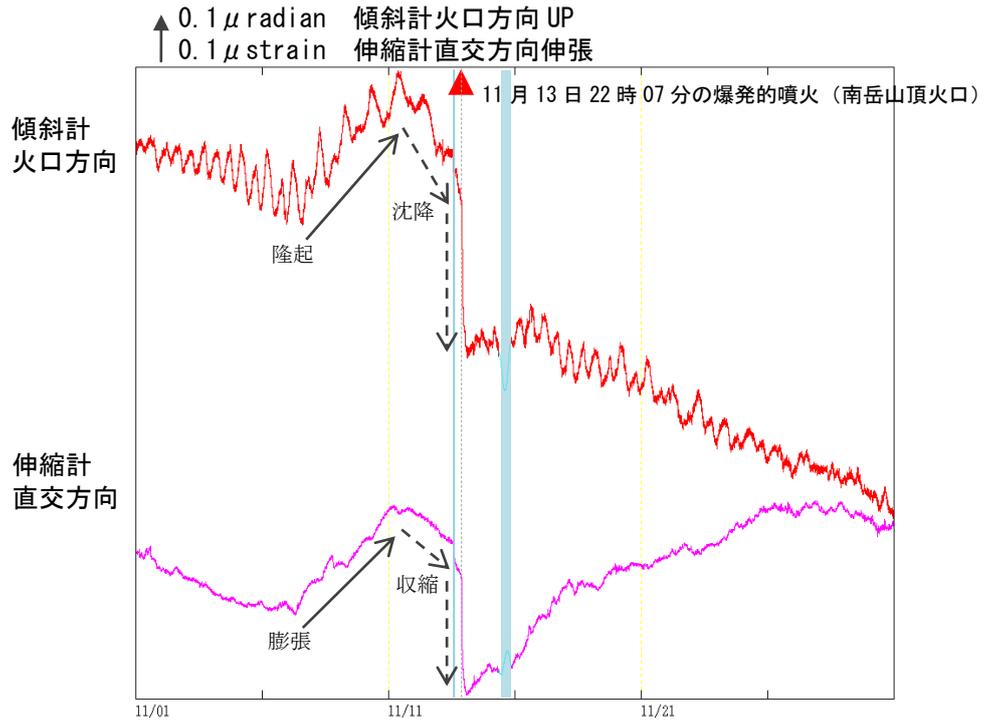
Fig. 14. Monthly numbers of the explosive eruptions at Showa crater and tilt records observed at Arimura station, Amidagawa station, Seto-2 station, Yokoyama-2 station (January, 2011 – January 31, 2018).



第15図 桜島 傾斜変動の状況 (2017年9月～2018年1月31日)

* 傾斜計のデータは時間値を使用し、潮汐補正済み。

Fig. 15. Numbers of earthquakes, ash plume heights and tilt records observed at Arimura station, Amidagawa station, Seto-2, Yokoyama-2 station (September, 2017 – January 31, 2018).



第 16 図 桜島 有村観測坑道の傾斜計、伸縮計の状況
(2017 年 11 月 1 日～11 月 31 日)

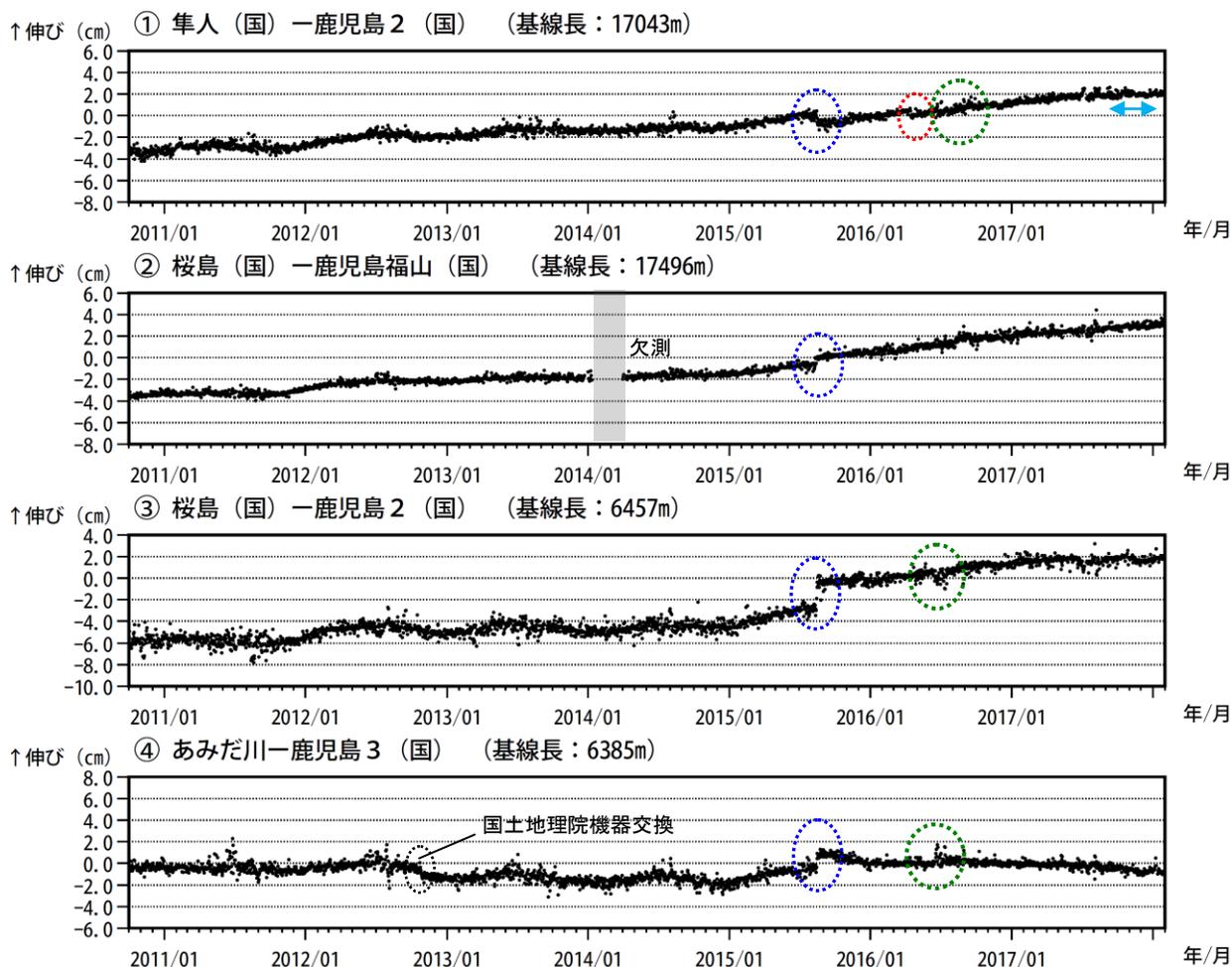
- ・ 11 月 7 日頃から傾斜計及び伸縮計で山体の隆起・膨張を示す変化がみられた。
- ・ 11 月 11 日頃から傾斜計及び伸縮計ではわずかに山体の沈降・収縮を示す変化が見られた。
- ・ 11 月 13 日 22 時 07 分の爆発的噴火（南岳山頂火口）とそれに続くごく小規模な噴火が断続的に発生したことにより、それまでの隆起・膨張は解消された。

*他の噴火及びごく小規模な噴火については、凡例の噴火マークを表示していない。

*水色の部分は点検による欠測期間を示している。

*傾斜計の火口方向の記録には、時期によって潮汐に対応した周期的な変化がみられる。

Fig. 16. Tilt and strain records (November 1, 2017 – November 31, 2017).



第 17-1 図 桜島 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2018 年 1 月 31 日)

始良カルデラ (鹿児島湾奥部) の地下深部の膨張が続いている。

これらの基線は第 18 図の①～④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。

2016 年 1 月以降のデータについては、解析方法を変更している。

基線①は霧島山の深い場所での膨張によるとみられる変動の影響を受けている可能性がある (水色矢印)。

基線②については、国土地理院の解析結果 (F3 解及び R3 解) を使用した。

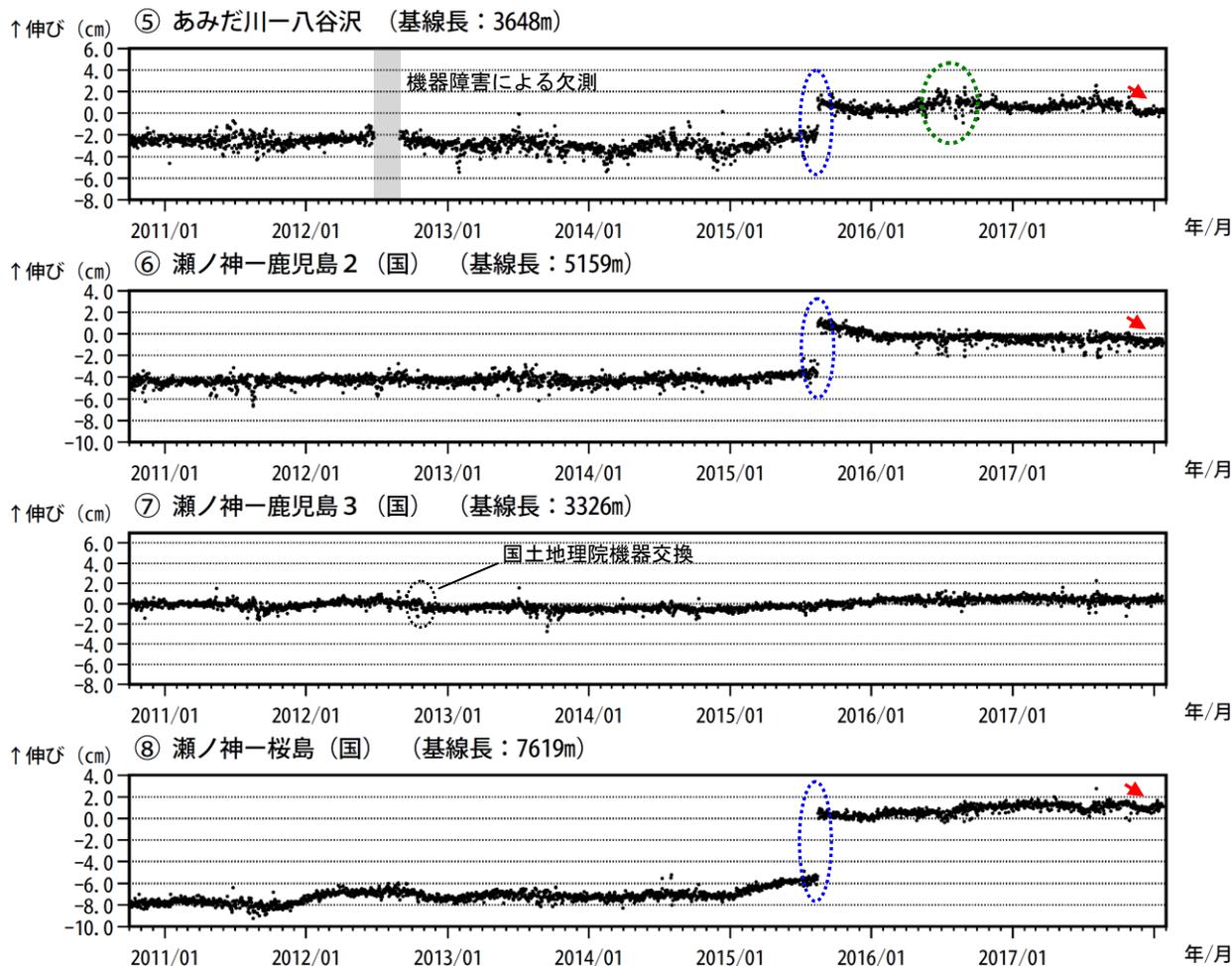
青色の破線内は 2015 年 8 月のマグマ貫入による変動を示す。

赤色の破線内は平成 28 年 (2016 年) 熊本地震の影響による変動である。

緑色の破線内は気象の影響による乱れとみられる。

(国) : 国土地理院

Fig. 17-1. Temporal change of the baseline distances measured by continuous GNSS observation (October, 2010 – January 31, 2018).

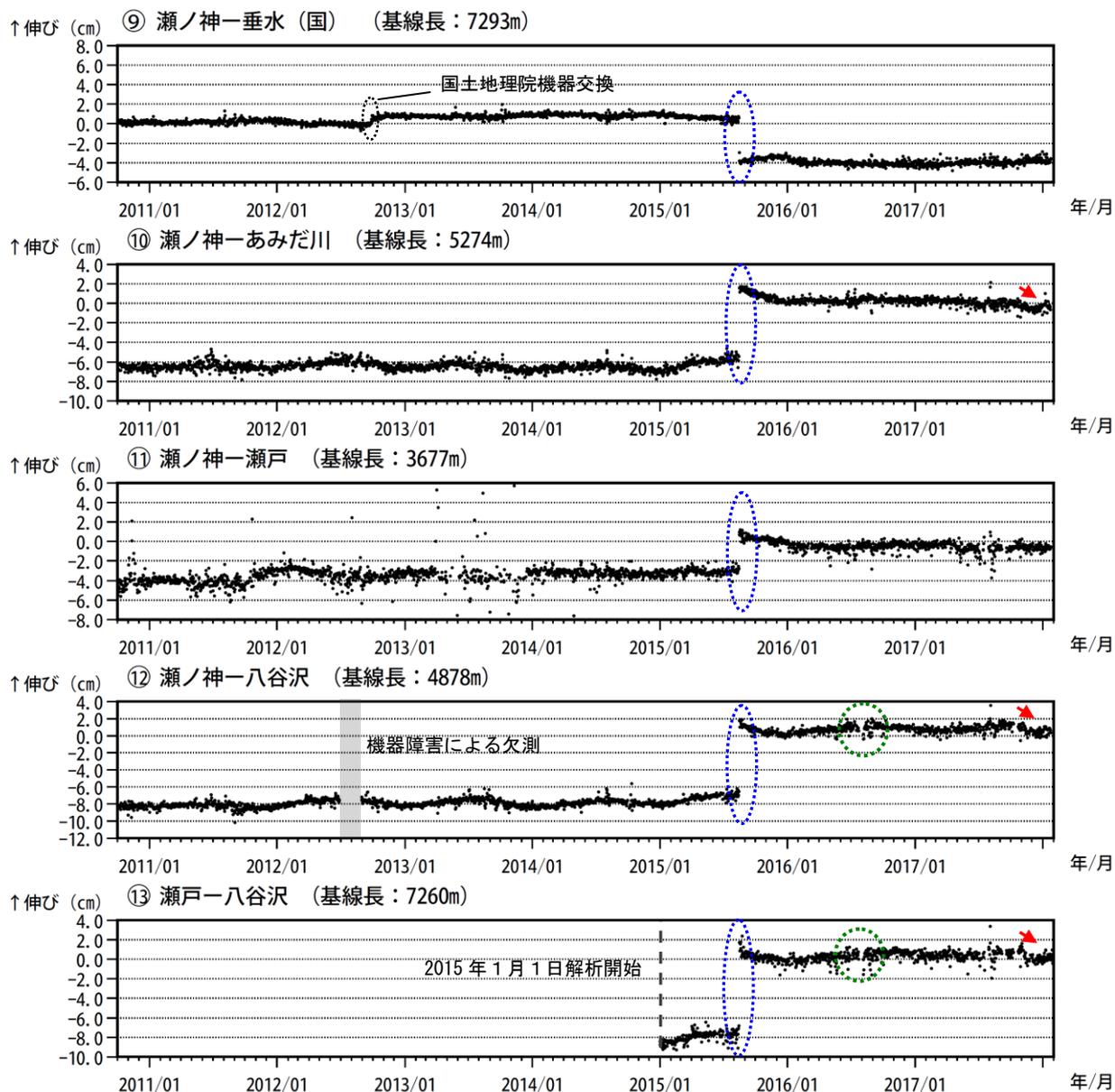


第17-2図 桜島 GNSS連続観測による基線長変化 (2010年10月～2018年1月31日)

2017年11月頃からわずかに山体の収縮(赤矢印)がみられていたが、12月頃から停滞している。

これらの基線は第18図の⑤～⑧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。
 2016年1月以降のデータについては、解析方法を変更している。
 青色の破線内は2015年8月のマグマ貫入による変動を示す。
 緑色の破線内は気象の影響による乱れとみられる。
 (国)：国土地理院

Fig. 17-2. Temporal change of the baseline distances measured by continuous GNSS observation (October, 2010 – January 31, 2018).



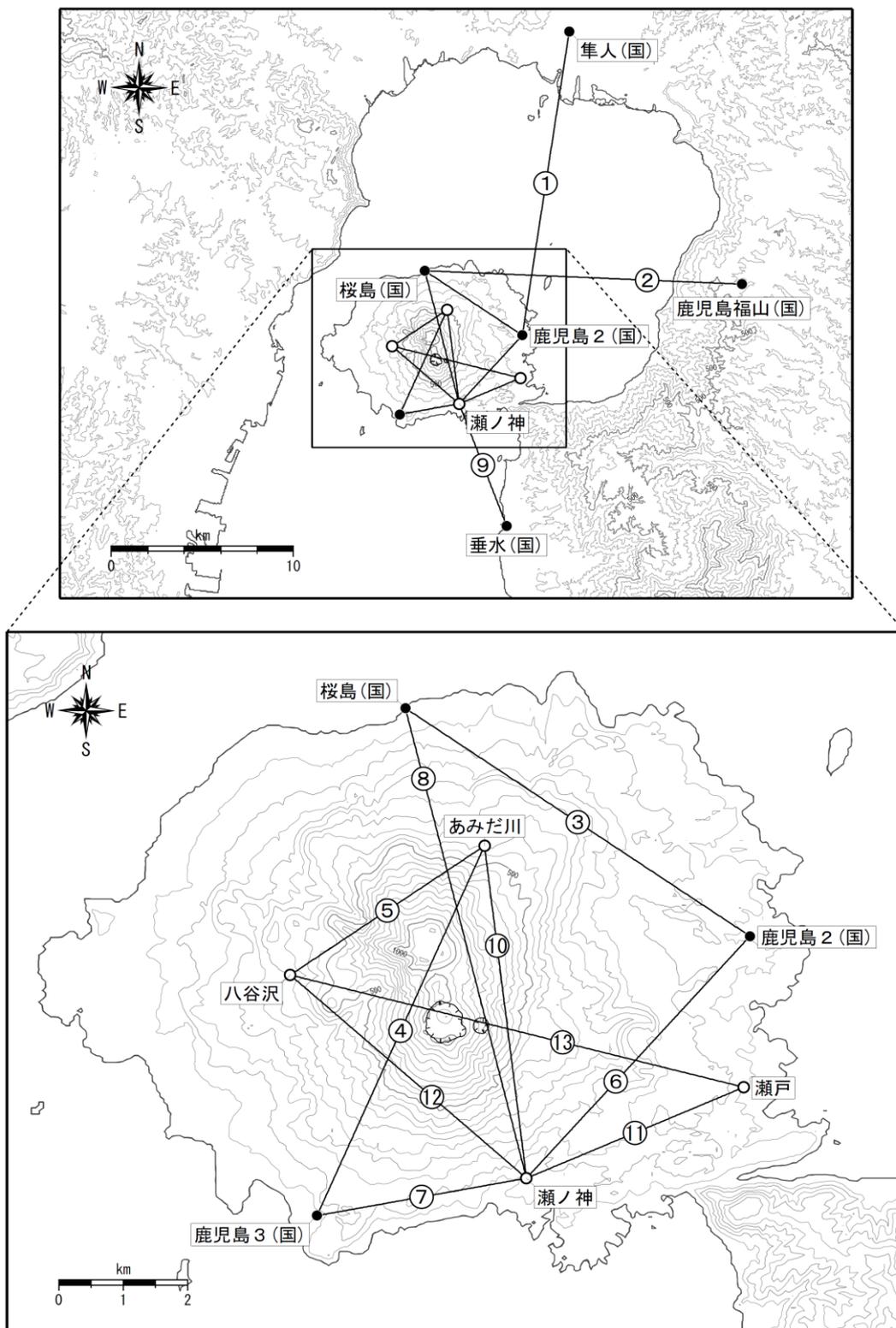
第 17-3 図 桜島 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2018 年 1 月 31 日)

2017 年 11 月頃からわずかに山体の収縮 (赤矢印) がみられていたが、12 月頃から停滞している。

これらの基線は第 18 図の⑨～⑬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。
 2016 年 1 月以降のデータについては、解析方法を変更している。
 青色の破線内は 2015 年 8 月のマグマ貫入による変動を示す。
 緑色の破線内は気象の影響による乱れとみられる。

(国) : 国土地理院

Fig. 17-3. Temporal change of the baseline distances measured by continuous GNSS observation (October, 2010 – January 31, 2018).



第18図 桜島 GNSS 連続観測基線図

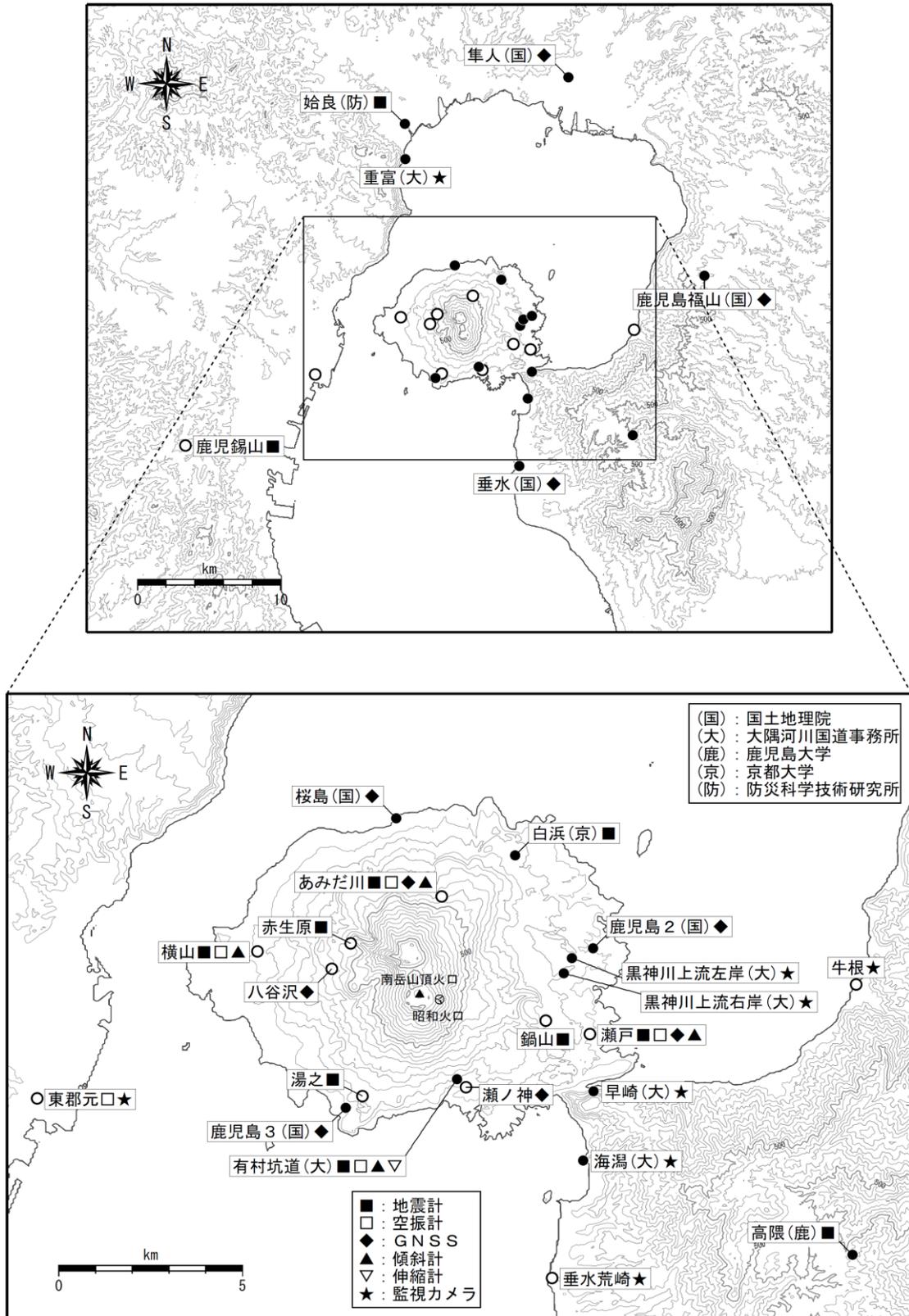
桜島島内及び始良カルデラ周辺の気象庁・国土地理院の10観測点の基線による観測を行っている。

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。

(国)：国土地理院

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。

Fig. 18. Baselines of the continuous GNSS observation.



第19図 桜島 観測点配置図

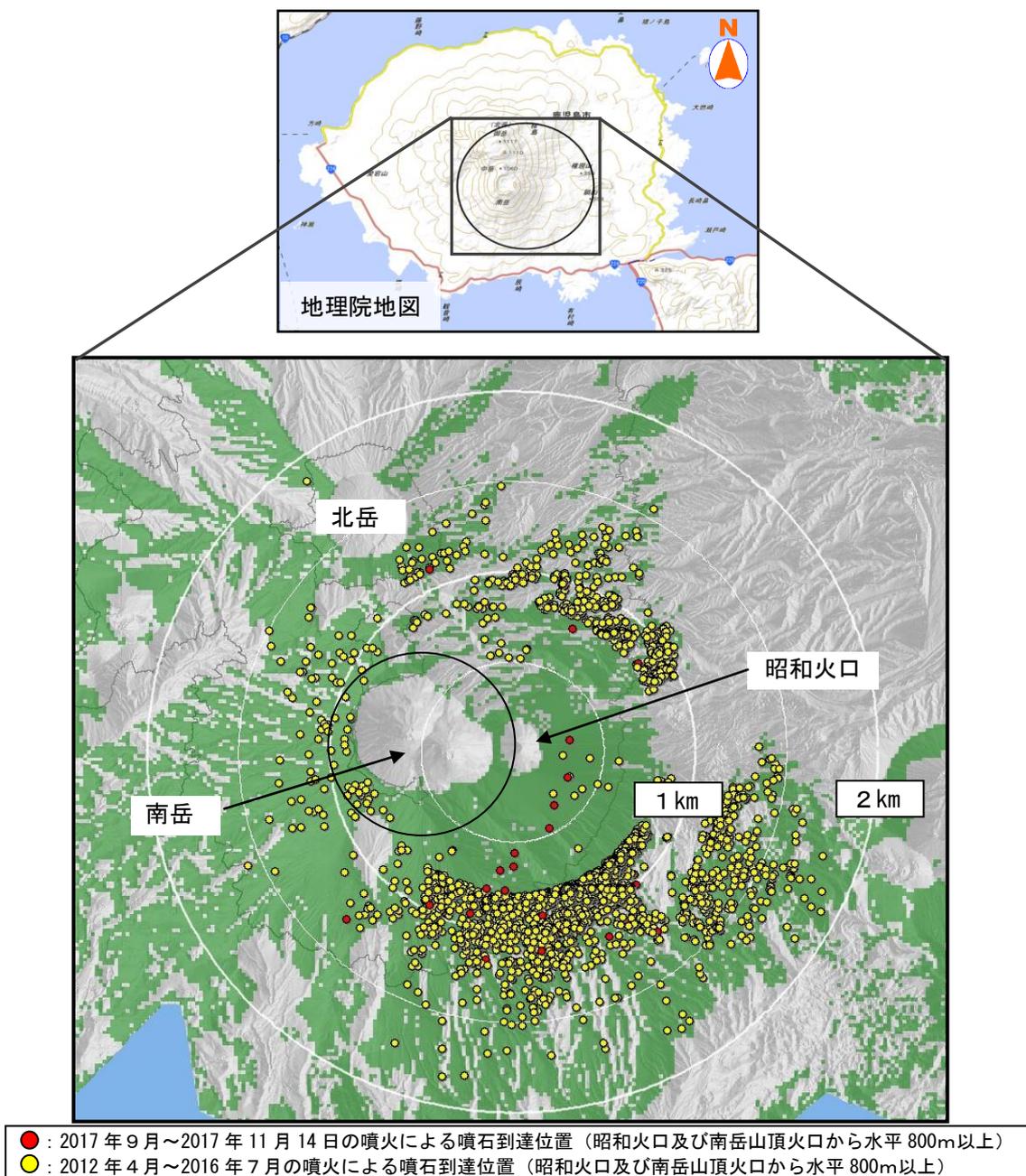
白丸は気象庁、黒丸は気象庁以外の観測点位置を示している。

(大) : 大隅河川国道事務所、(国) : 国土地理院、(京) : 京都大学防災研究所

(鹿) : 鹿児島大学、(防) 防災科学技術研究所

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。

Fig. 19. Location map of permanent observation sites in and around Sakurajima.



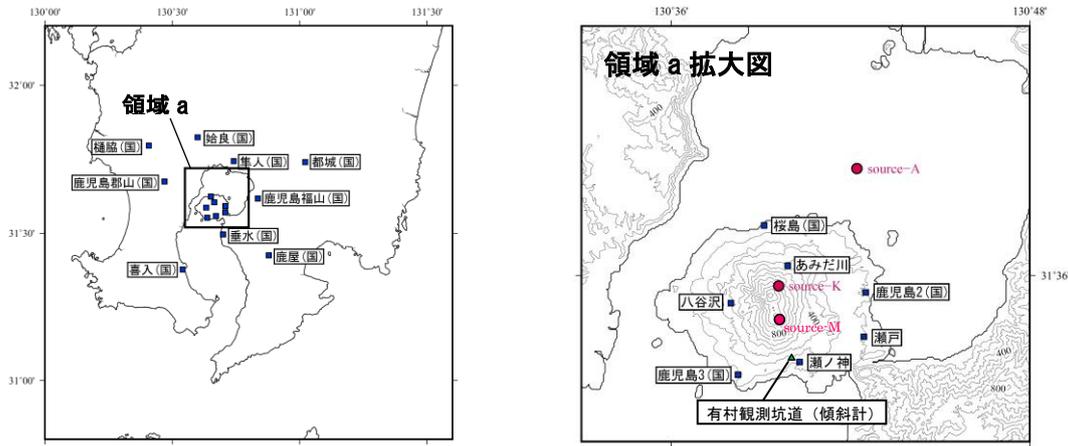
第20図 桜島 昭和火口及び南岳山頂火口から放出された大きな噴石の落下地点
(2017年9月～11月14日)

2017年9月から11月14日までに発生した噴火の内、噴石が水平距離で800m以上（昭和火口及び南岳山頂火口からの距離）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。

* 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監視カメラで行った。

* 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（5mメッシュ）を使用した。

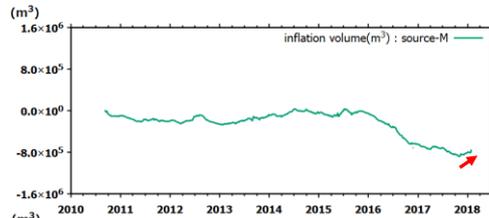
Fig. 20. Landing points of ballistic rocks ejected from Showa crater observed by cameras (September, 2017 – November 14, 2017).



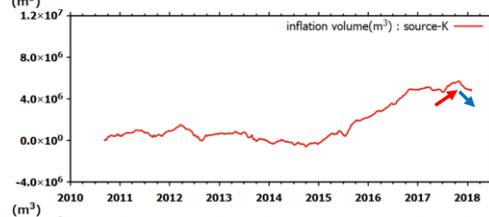
第21図 桜島 解析に用いたGNSS観測点、傾斜計の位置及び固定した膨張源の位置図
 ・膨張源はいずれも茂木モデル（ポアソン比：0.25）を仮定した。あらかじめ中心位置を固定し、体積変動量のみを算出した。
 （膨張源の位置） ソースAの位置：N31° 39′ 05.40″ E130° 42′ 13.00″ 深さ海拔下11.0km
 ソースKの位置：N31° 35′ 42.00″ E130° 39′ 36.00″ 深さ海拔下4.9km
 ソースMの位置：N31° 34′ 41.80″ E130° 39′ 36.00″ 深さ海拔下1.5km

Fig. 21. Location of the fixed spherical sources, source-A, source-K, source-M, gnss sensor and tiltmeter that used to estimate volume change.

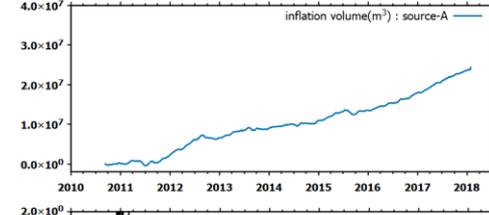
ソース M
 積算膨張量 (m³) : ΔV_M



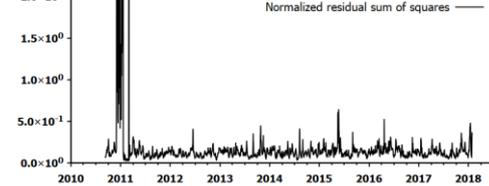
ソース K
 積算膨張量 (m³) : ΔV_K



ソース A
 積算膨張量 (m³) : ΔV_A



逆解析値と観測値の
 残差二乗和

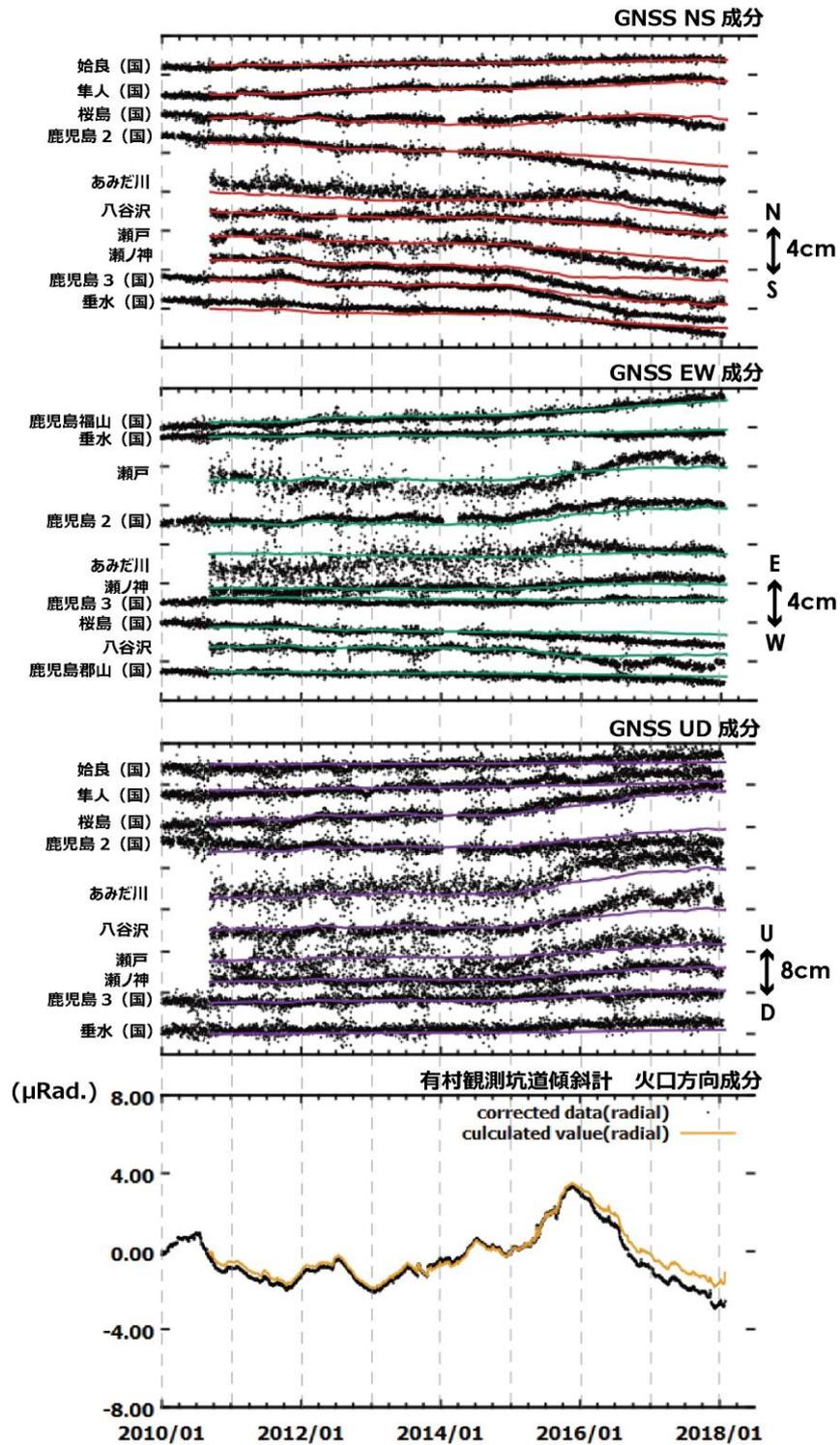


第22図 桜島 インバージョン解析により推定した膨張源の体積増加量
 (2010年9月～2018年1月31日)

- ・始良カルデラの膨張 (Source-A) は、概ね継続している。
- ・島内の膨張 (Source-K) は、2015年1月に膨張レートが増加した後、2016年10月頃からはほぼ横ばいとなっているものの、2017年7月頃にはわずかな膨張性の変化、11月頃には収縮性の変動が認められる。
- ・火口付近 (Source-M) では、2015年後半ころからわずかな収縮傾向が継続していたが、2017年11月頃の島内 (Source-K) の収縮性の変動に伴い、ごくわずかに膨張が認められる。

*テクトニックな広域変動、2015年8月の島内浅部へのマグマ貫入、2015年11月14日の薩摩半島西方沖の地震及び2016年4月の熊本地震に伴う非静的変動・準静的な変動（余効変動）の効果については、2017年7月以降の霧島山に関連すると推定される火山性地殻変動の効果に関しては、各観測点への影響量を推定し、除去している。

Fig. 22. Temporal changes of inflation and deflation volume that fixed spherical sources (September 1, 2010 – January 31, 2018).



第 23 図 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

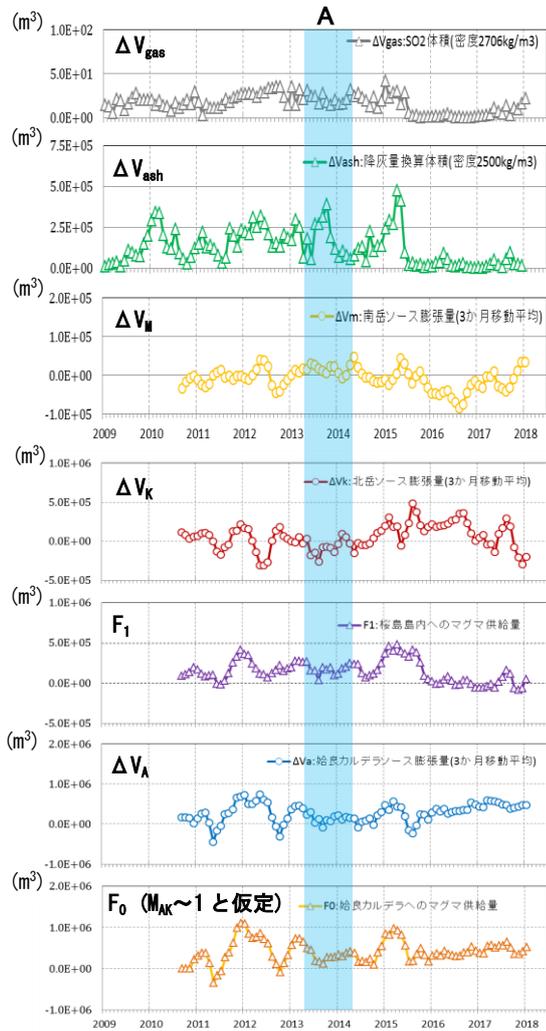
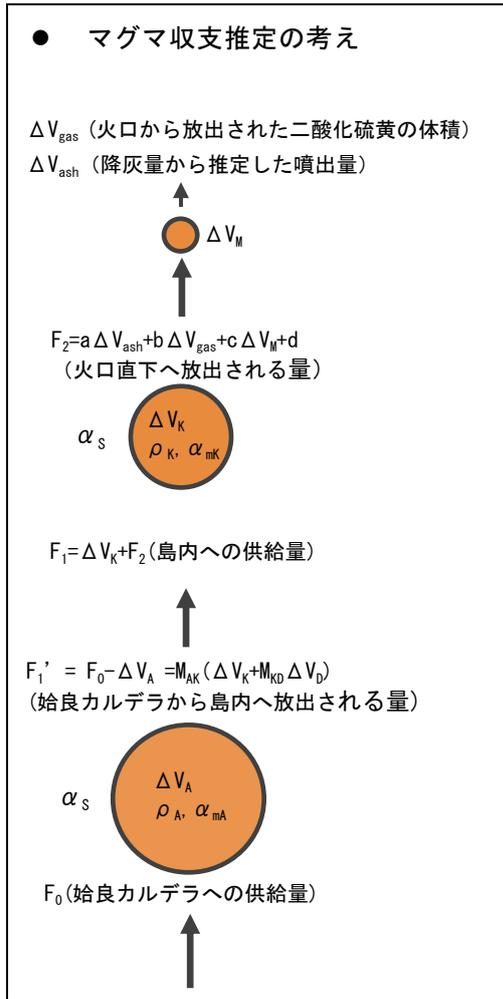
(○ : 観測値、赤線、緑線、紫線、橙線 : インバージョンによる推定値)

- ・桜島島内北部の一部観測点では 2015 年 1 月から隆起傾向が継続しているが、2017 年 11 月頃には島内の多くの点で収縮及び沈降性の変動が認められる。
- ・始良カルデラ周辺の点の南北変化においては、2017 年中頃より source-A の膨張を示す変化傾向の鈍化が認められる。これは北部の点ほど顕著に影響が認められることから、霧島山の火山活動に関連する圧力源の効果を反映していると考えられる。しかし、霧島山北西の深さ数 km をソースとする火山性地殻変動の効果のみを考慮した場合には、推定される補正量は変動の鈍化を示すに十分では無い。このため、始良カルデラの膨張は継続していると考えられるものの、レートが小さくなっている可能性も否定できない。

* GNSS データはいずれも樋脇 (国) を基準としている。

Fig. 23. Calculated and observed displacement and tilt change for each site (January 1, 2010 – January 31, 2018).

桜島



第 24 図 桜島 地殻変動の推移によるマグマ供給放出収支の時間変化推定

- ・ 桜島島内へのマグマ供給量 (F_1) は 2015 年後半から減少し、わずかな量となったと考えられるが、2017 年 7 月頃には一時的に供給量が増加した。
- ・ 2017 年 11 月頃には、北岳ソースの収縮が認められる。これに概ね対応して南岳ソースのわずかな膨張や火山ガス (二酸化硫黄) の放出量の増加が認められるものの、この収縮を説明するには十分ではなく、 F_1 はわずかに負に転じている。これは桜島島内からのマグマのドレインバックを意味するが、放出物の量を正確に把握できていない可能性や、これまでとは F_2 を推定するための係数の時間変化 (マグマの組成・物性、ガス分率等の変化) を示唆している可能性も考えられる。

* 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。

* 月別総降灰量 (重量) から、放出したマグマ (密度 2500kg/m^3 仮定) の体積を推定した。

* 降灰、 SO_2 放出量、ソース M の体積変化から、ソース K から供給されるマグマ量: F_2 を推定した。なお、マグマのガス等の混合比は時間変化が見込まれるため、 F_2 を推定する係数も時間変化することが考えられるが、本資料では始良カルデラの地殻変動が安定している図中の期間 A を用いて係数を求め、それを利用した。

* 始良カルデラソースからある質量のマグマが上昇して北岳ソースに共有された際、それぞれのソースの周囲で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 (共通と仮定) を用い、 $M_{AK} = \Delta V_A / \Delta V_D = (\rho_A / \rho_K) (1 + \gamma_A / 1 + \gamma_K)$ (ここで $\gamma_A = \alpha_{mA} / \alpha_s, \gamma_K = \alpha_{mK} / \alpha_s$) と考えられる。これは、発泡度、揮発性分量、圧力などによって変化するが、浅部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、 $M_{AK} \sim 1$ を仮定することで始良カルデラにおける換算体積 F_1' 及び始良カルデラへのマグマ供給量 F_0 を推定した。

Fig. 24. Temporal changes of estimated magma flux, the processes from accumulation in source-A to release by the eruption, by inflation and deflation volume of the fixed sources.