

桜島の火山活動－2018年10月～2019年2月17日－
Volcanic Activity of Sakurajima Volcano
－October 1, 2018 – February 17, 2019－

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図、第2図、第3図-①～③⑤⑩、第4-1図-①～③⑤、第4-2図-⑨、第5図、第6図、第7図-①～③、第10図、第11図、第15図、第1表、第3～5表）

南岳山頂火口では、2018年9月下旬から11月上旬にかけて噴火活動は低下した。基準を超える噴火は9月25日以降、およそ1ヶ月発生しなかったが、10月23日に噴火が発生し、11月3日には9月22日以来の爆発的噴火が発生した。11月14日に発生した爆発的噴火では噴煙が最高で4,000m以上に上がり雲に入った。弾道を描いて飛散する大きな噴石が4合目（南岳山頂火口より1,300～1,700m）まで達した。11月中旬以降は噴火活動が活発化した。1月中旬以降は低下傾向がみられる。

この期間の噴煙の最高高度は、11月14日00時43分の爆発的噴火による火口縁上4,000m以上であった。噴火は10月8回、11月14回、12月56回、1月8回、2月11回（17日現在）発生した。このうち爆発的噴火は10月0回、11月2回、12月34回、1月6回、2月8回（17日現在）発生した。

噴火回数に占める爆発的噴火回数の割合は、10月から1月で約50%であり、前期間（2018年6月～2018年9月、約50%）に引き続いてやや多い状態である（南岳山頂火口が活発であった1982年から1985年頃は約75%、昭和火口が活発化した2009年から2013年頃は約80%）。爆発的噴火に伴う空振は、桜島島内の観測点（横山、瀬戸）では概ね50Pa以下で経過している。

南岳山頂火口では、火映は9月21日以降、しばらく観測されなかったが、11月20日以降は夜間に高感度の監視カメラで火映を時々観測した。

昭和火口では、2018年4月4日以降、ごく小規模な噴火も観測されておらず活動は極めて低調に経過した。この期間の噴煙は白色で概ね火口縁上200m以下で推移した。

鹿児島地方気象台で観測した降灰は、10月2g/m²（降灰日数8日）、11月8g/m²（降灰日数14日）、12月10g/m²（降灰日数18日）、1月0g/m²（降灰日数4日）、2月降灰なし（17日現在）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8万トン、10月約4万トン、11月約9万トン、12月約16万トン、1月約5万トンで前期間（6月～8月）と同程度であった。

・地震や微動の発生状況（第3図-⑥～⑧、第4-2図-⑥～⑧、第7図-④⑤、第8図、第9図、第11図、第2表）

B型地震は概ね少ない状態で経過したが、12月中旬から1月上旬にかけては1日あたり80回を超えるなど一時的に増加した。B型地震の月回数は10月：240回、11月：123回、12月：544回、1月：541回、2月：381回（17日現在）であった。

A型地震は10月：10回、11月：2回、12月：6回、1月：3回、2月：7回（17日現在）と少ない状態で経過した。震源が求まった火山性地震は南岳直下の深さ0～2km付近、桜島の東側の深さ6km付近、西側の深さ12km付近及び南西側の深さ9km付近に分布した。火山性微動は時々発生し、12月から1月上旬にかけては断続的なごく小規模な噴火の発生に伴い微動時間が増加した。

* 2019年3月27日受付

・地殻変動の状況（第3図-⑨、第10～14図、第16～19図）

今期間は、顕著な山体膨張を示す変動は認められていないが、一部の噴火時には、噴火前のわずかな山体の隆起と噴火後のわずかな沈降が観測された。

GNSS連続観測では、始良カルデラ（鹿児島湾奥部）の地下深部の膨張を示す基線の伸びは2018年3月頃から停滞しているが、長期的にわたり供給されたマグマが蓄積した状態である。桜島島内では、2018年10月頃から一部の基線でわずかな収縮がみられている。

・火山ガス（二酸化硫黄）の状況（第3図-④、第4-1図-④）

火山ガス（二酸化硫黄）の1日あたりの放出量は、11月以降増加し、12月は3,600～4,500トンと非常に多くなった。1月は1,800～2,300トン、2月は3,000トンと多い状態が続いている。

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、京都大学、鹿児島大学、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 (2018年3月～2019年2月17日)

Table 1. Monthly numbers of eruptions at Sakurajima volcano (March 2018 –February 17, 2019).

2018～2019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	合計
南岳山頂	噴火回数	44	66	96	35	29	64	44	8	14	56	8	11	475
火口	爆発的噴火	17	50	48	13	16	37	22	0	2	34	6	8	253
昭和	噴火回数	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
火口	爆発的噴火	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

第2表 桜島 最近1年間の月別地震回数・微動時間 (2018年3月～2019年2月17日)

Table 2. Monthly numbers of volcanic earthquakes and duration of tremors (March 2018 –February 17, 2019).

2018～2019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	合計
地震回数	463	271	434	338	285	309	213	250	127	584	461	401	4,136
微動継続時間の合計(時)	74	132	266	57	100	28	25	32	38	51	52	0	855

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 (2018年3月～2019年2月17日)

Table 3. Monthly amounts of volcanic ash fall and monthly numbers of ash fall days at Kagoshima Local Meteorological Office (March 2018 –February 17, 2019).

2018～2019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	合計
降灰量 (g/m ²)	20	39	173	803	62	79	19	2	8	10	0	-	1,215
降灰日数	8	17	15	17	17	23	10	8	14	18	4	0	151

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 (2018年2月～2019年1月)

Table 4. Weights of volcanic ash ejected from Sakurajima volcano (February 2018 – January 2019).

2018～2019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 (万トン)	4	17	24	38	26	12	11	8	4	9	16	5	174

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、桜島で噴火がない時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5表 桜島 2018年10月～2019年2月17日までの主な噴火

火口縁上の噴煙の高さ3,000m以上、連続噴火時にやや多量の噴煙、火砕流のいずれかを観測した噴火リスト

Table 5. Major eruptions (October 1, 2018 – February 17, 2019)

現象	火口	噴火発生時刻 (年月日時分)	色	量	火口縁上 の高さ(m)	流向	噴石 (合目)	火砕流 (m)	桜島島内最大空振(Pa)
爆発	山頂	11/14 0:43	灰白	多量以上	4000以上	南東	4	-	58.7(横山)
爆発	山頂	12/24 11:27	灰白	やや多量	3000	東	5	-	28.0(あみだ川)
爆発	山頂	2/7 19:19	灰白	中量	1300	南東	4	-	20.0(横山)



第1-1図 桜島 11月14日00時43分の南岳山頂火口の爆発的噴火の状況
(重富監視カメラ (大隅河川国道事務所設置))

噴煙が火口縁上4,000m以上に上がった。

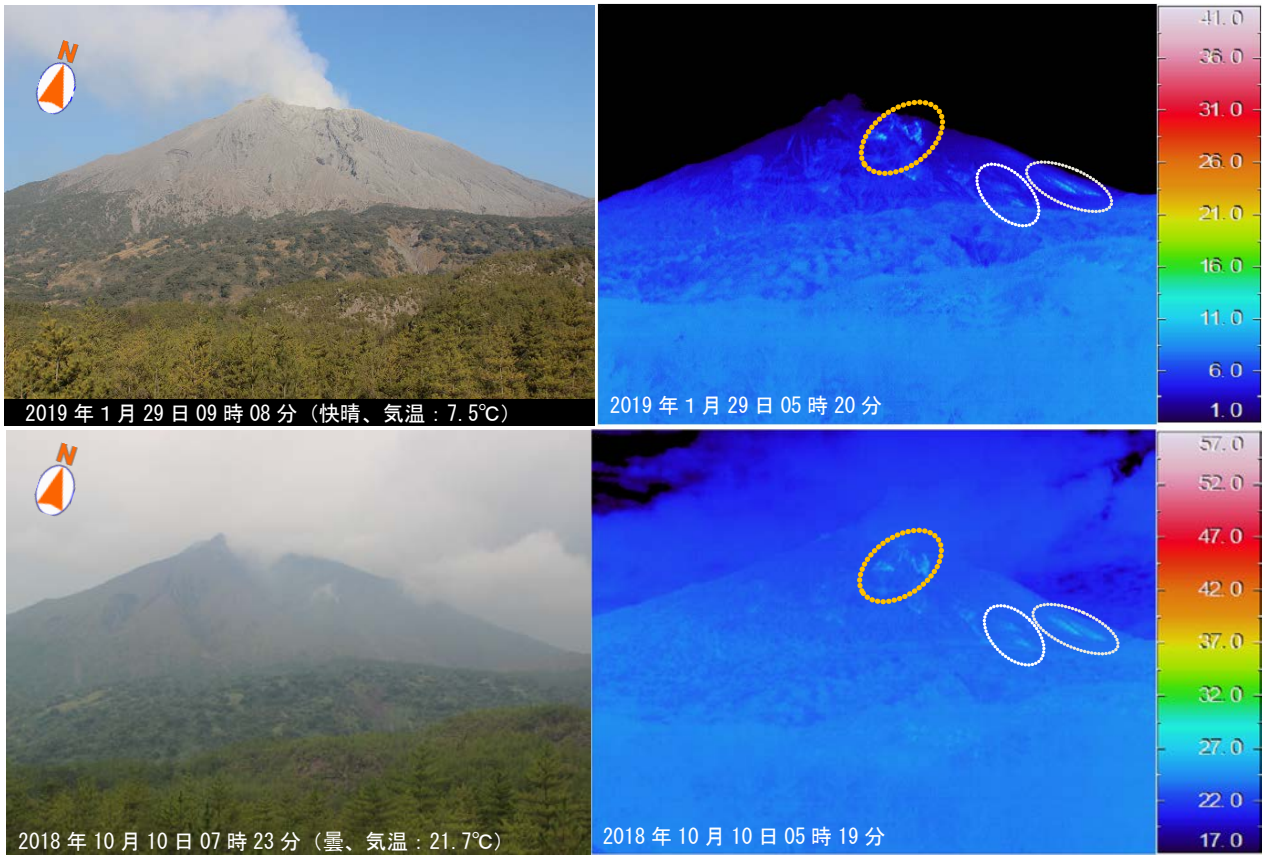
Fig. 1-1. Visible image of the explosive eruptions from Minamidake summit crater on November 14, 2018.



第1-2図 桜島 11月14日00時43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4合目 (南岳山頂火口より1,300mから1,700m)まで達した (赤破線)。

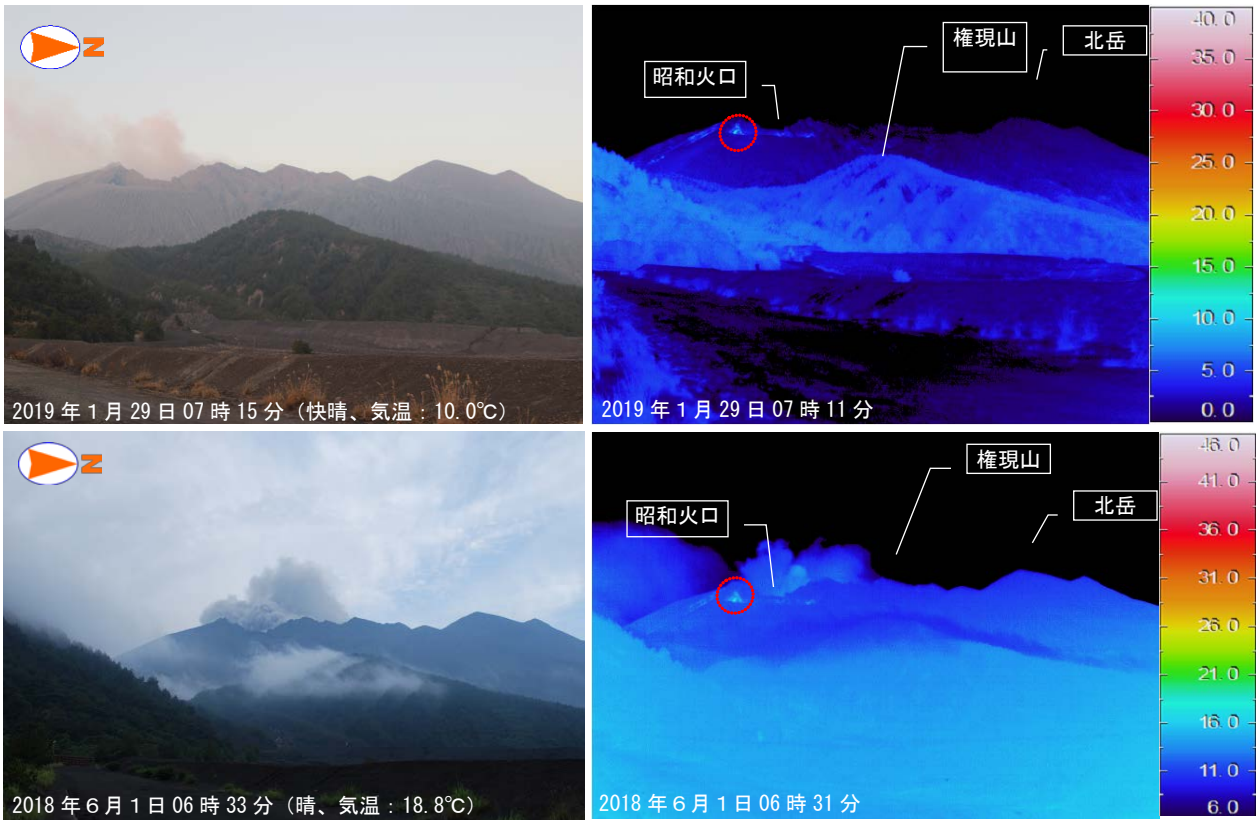
Fig. 1-2. Visible image of the explosive eruptions from Minamidake summit crater on November 14, 2018.



第2-1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. 2-1. Visible and thermal images of Showa crater and Minamidake summit crater.

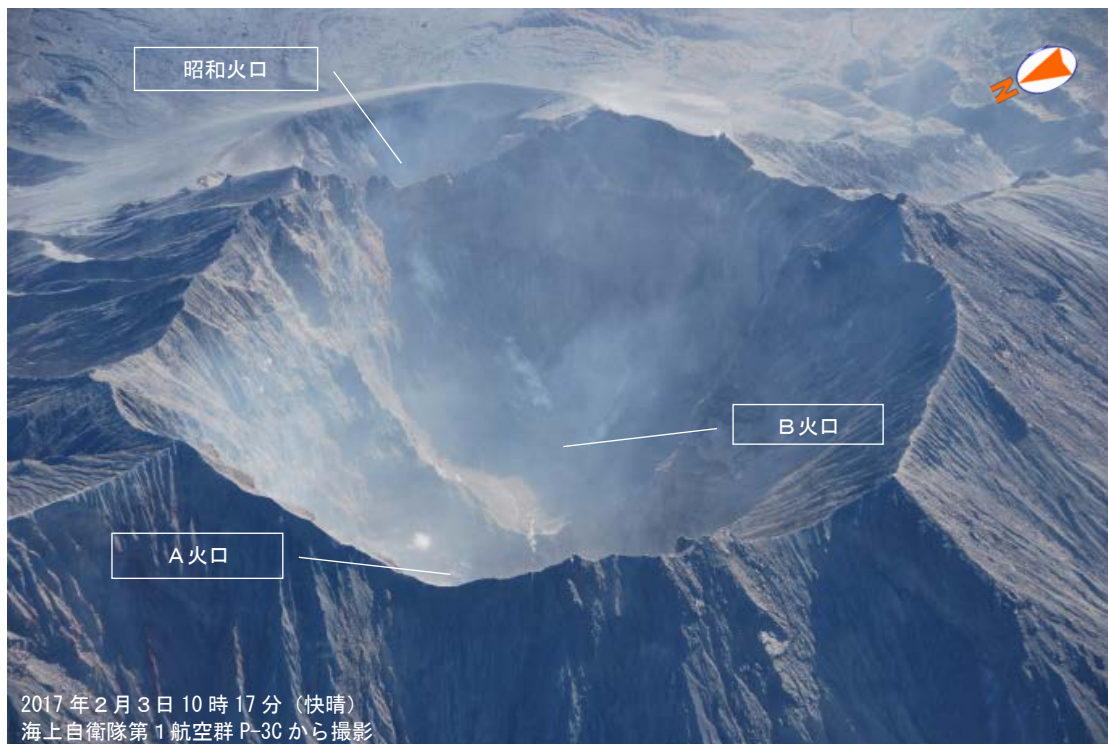
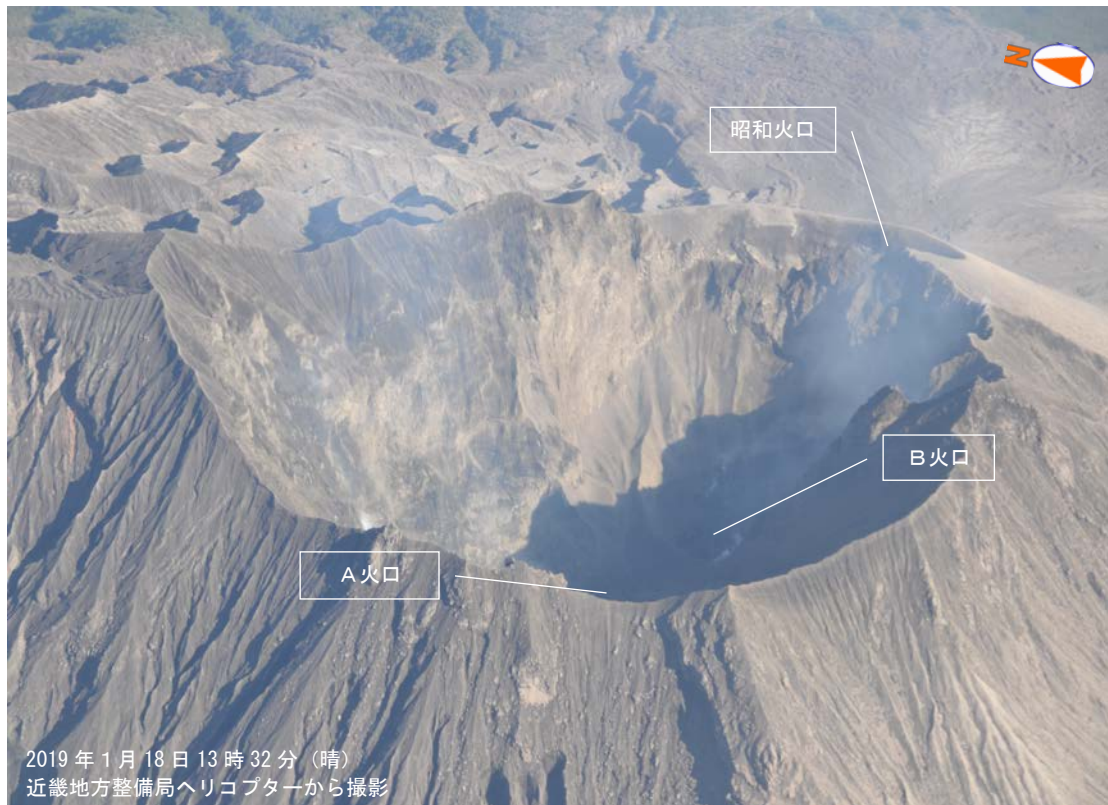


第2-2図 桜島 昭和火口近傍及び周辺の状況（鹿児島市黒神町から観測）

赤外熱映像装置による観測では、昭和火口近傍（赤破線内）にこれまでと同様に熱異常域が観測された。

Fig. 2-2. Visible and thermal images on and around Showa crater.

桜島



第2-3図 桜島 南岳山頂火口の状況

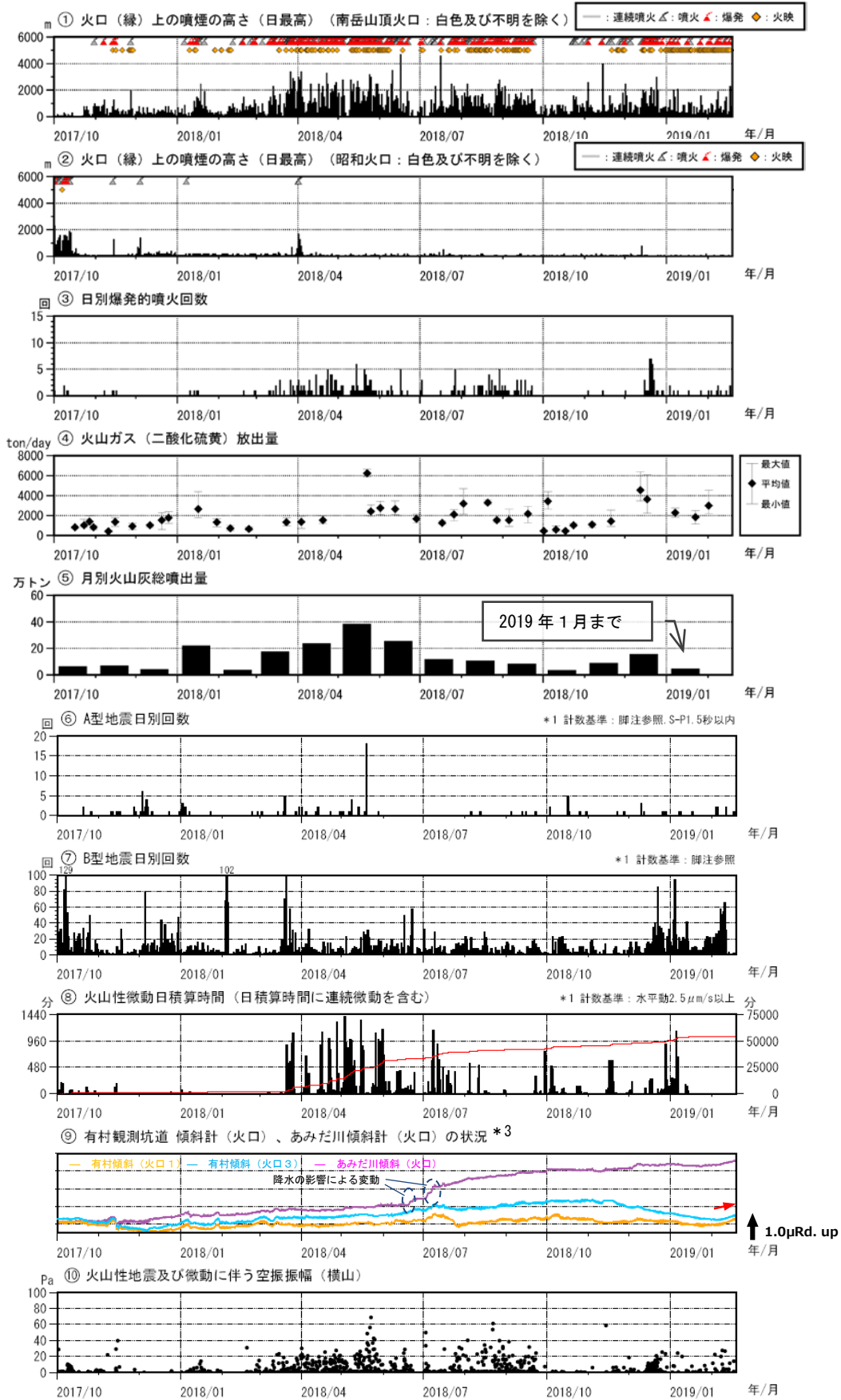
1月18日に実施した上空からの観測では、南岳山頂火口とその周辺では、形状等に特段の変化は認められなかった。

Fig. 2-3. Visible images of Minamidake summit crater.



第2-4図 桜島 第2-1図、第2-2図及び第2-3図の観測位置及び撮影方向

Fig. 2-4. Observation points in Sakurajima. The green circles and the orange circles indicate the position of the observation points. The black arrows indicate the shooting direction.



第3図 桜島 最近1年間の活動状況(2017年10月~2019年2月17日)

※ 図の説明は次ページに掲載している。

第3図の説明

＜2018年10月～2019年2月17日の状況＞

- ・南岳山頂火口では、2018年11月中旬以降、1月上旬にかけて活発な噴火活動が続いた。
- ・火山ガス（二酸化硫黄）の1日あたりの放出量は、10月は4日に3,400トンと一時的に増加したが、それ以外の日は400～1,000トンと概ね少ない状態で経過した。11月は1,100～1,400トンとやや増加し、12月は3,600～4,500トンと非常に多くなった。1月は1,800～2,300トン、2月は3,000トンと多い状態が続いている。
- ・火山灰の月別噴出量は少ない状況で推移した。
- ・B型地震は概ね少ない状態で経過したが、12月中旬から1月上旬にかけては1日あたり80回を超えるなど一時的に増加した。B型地震の月回数は10月：240回、11月：123回、12月：544回、1月：541回、2月：381回（17日現在）であった。
- ・火山性微動は時々発生し、12月から1月上旬は微動時間が増加した。
- ・桜島島内の傾斜計では、今期間は顕著な山体膨張を示す変動は認められておらず、一部の噴火時に噴火前のわずかな山体の膨張（隆起）と噴火後のわずかな収縮（沈降）が観測された。2月以降は、わずかな隆起傾向がみられている（⑨の赤矢印）。

*1 2014年5月23日までは「赤生原（計数基準 水平動：0.5μm/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2.5μm/s 横山：水平動1.0μm/s）している。

*2 第3図-⑤、第4-1図-⑤、第7図-③、第4表の火山灰の噴出量の算出は、中村（2002）による。

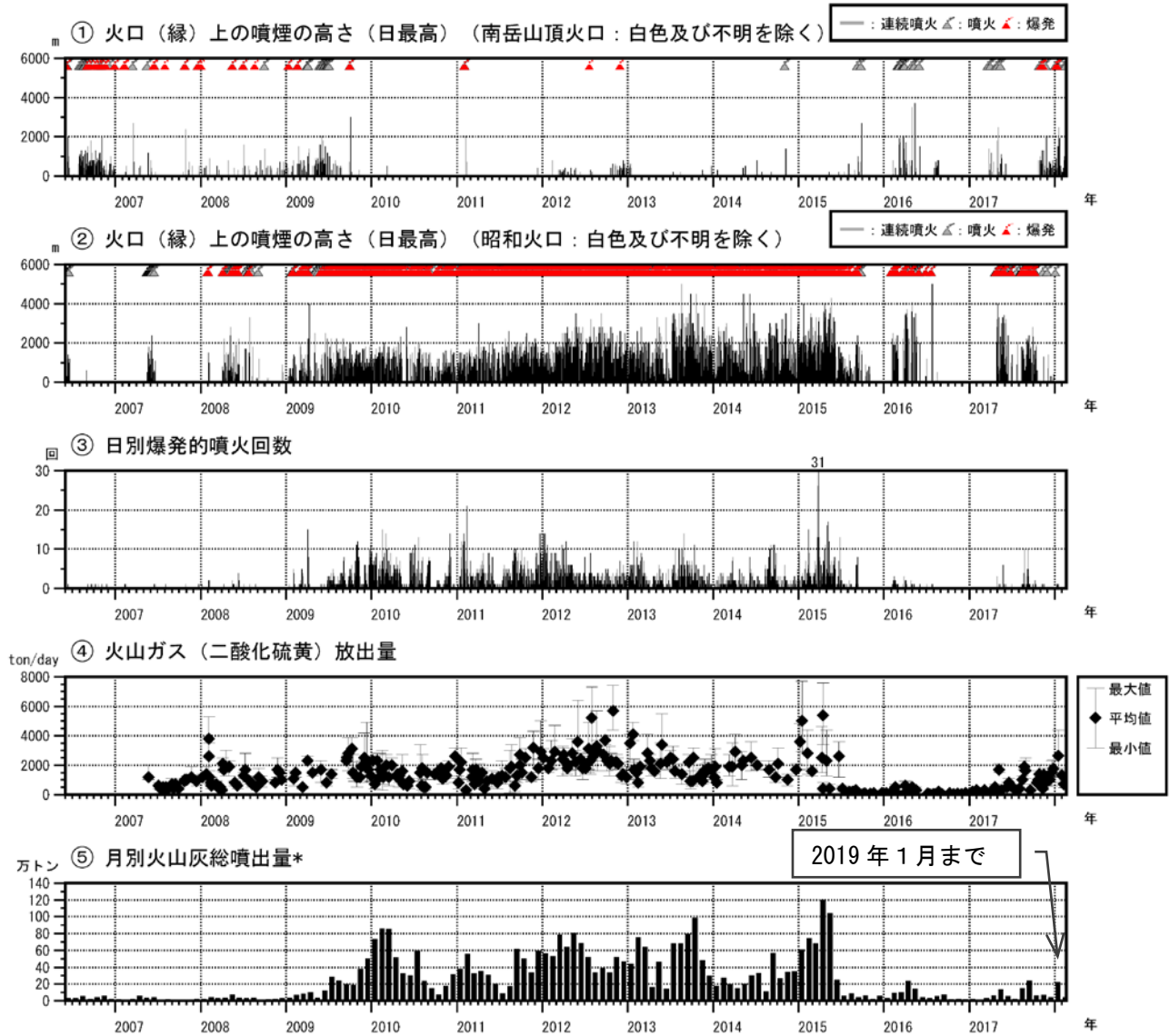
鹿児島県の降灰観測データをもとに鹿児島地方気象台で解析して作成。

鹿児島県の降灰観測データの解析は2019年1月までである。

降灰の観測データには、桜島で噴火がない場合でも風により巻き上げられた火山灰が含まれている可能性がある。また、2018年3月から6月は新燃岳の降灰が含まれている可能性がある。

*3 第3図-⑨の傾斜変動は、火口直下の浅い領域の地殻変動に着目するため、有村観測坑道火口方向1：-1.3×10⁻⁸rad/day、火口方向2：-1.0×10⁻⁸rad/day、あみだ川火口方向1.0×10⁻⁸rad/dayのトレンド補正を行っている。

Fig. 3. Temporal changes of volcanic plume height, the number of explosive eruptions, emitted gas weight, ejected ash weight, the number of volcanic earthquakes, the duration of tremors, tilt and strain records and amplitude of infrasonic waves at Sakurajima volcano (October 1, 2018 – February 17, 2019).

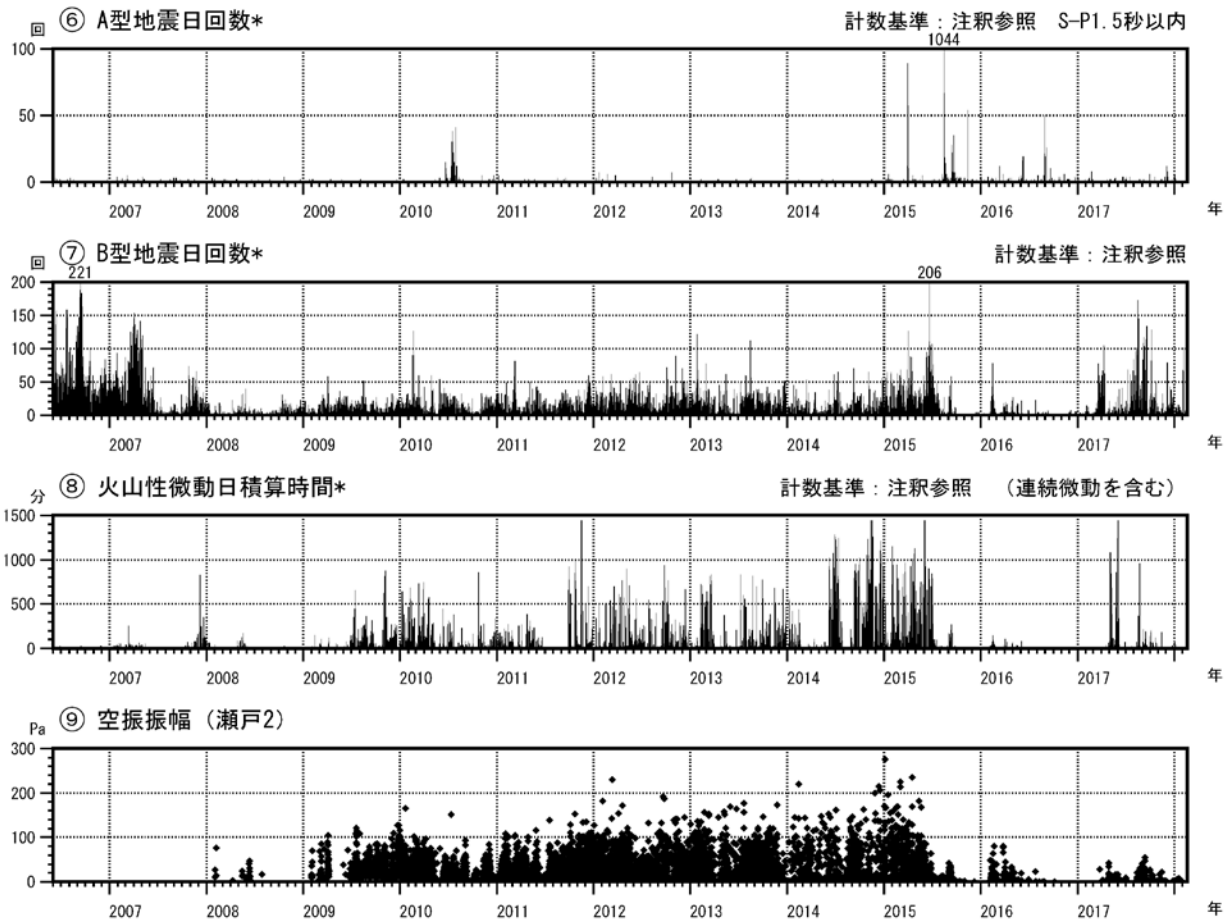


第4-1図 桜島 昭和火口噴火活動再開（2006年6月）以降の噴煙、火山灰、火山ガスの状況（2006年6月～2019年2月17日）

⑤の2018年9月から2019年1月の火山灰の総噴出量は、約42万トンで、前期間に引き続き、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。また、2018年3月から6月は新燃岳の降灰が含まれている可能性がある。火山灰の噴出量の算出は、中村（2002）による。

Fig. 4-1. Volcanic plume heights per day, the number of explosive eruptions, ejected SO₂ gas weights, and ejected ash weights per month (June 1, 2006 – February 17, 2019).

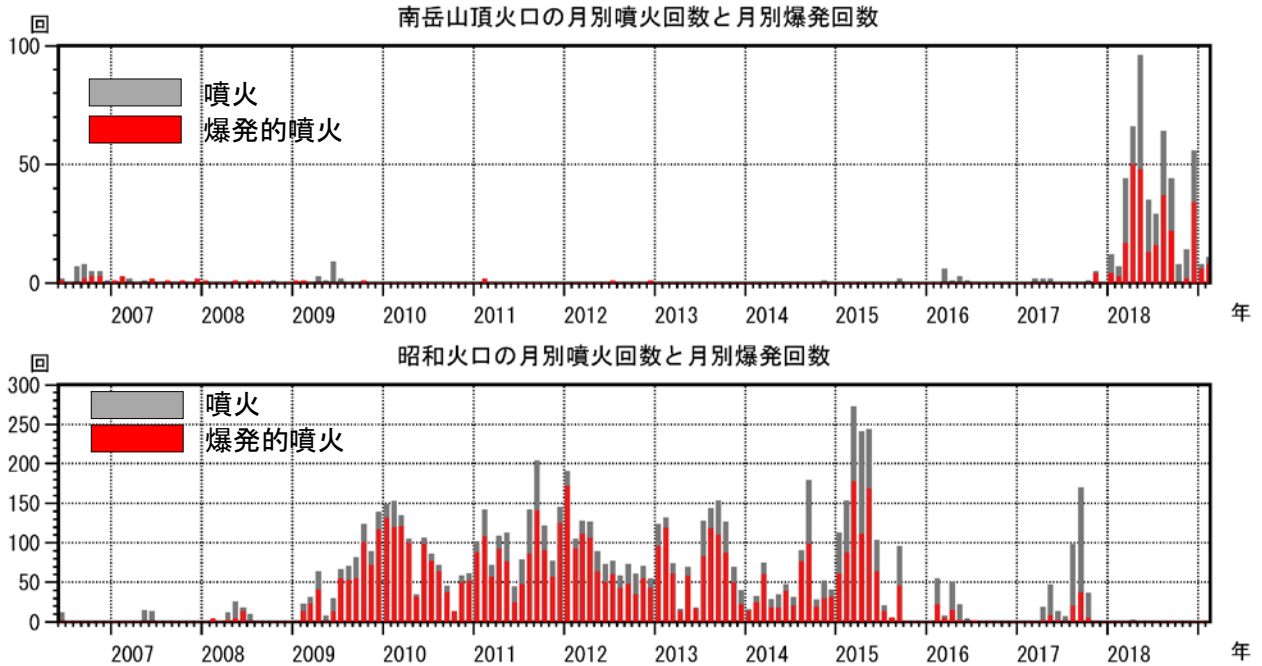


第4-2図 桜島 昭和火口噴火活動再開 (2006年6月)以降の地震、微動、空振の状況 (2006年6月～2019年2月17日)

⑨爆発的噴火に伴う空振は、概ね50Pa以下で経過している。昭和火口の活発時には200Pa以上の空振を時々観測していたことから、この活動期と比べれば現在の空振は未だ小さい。

*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。

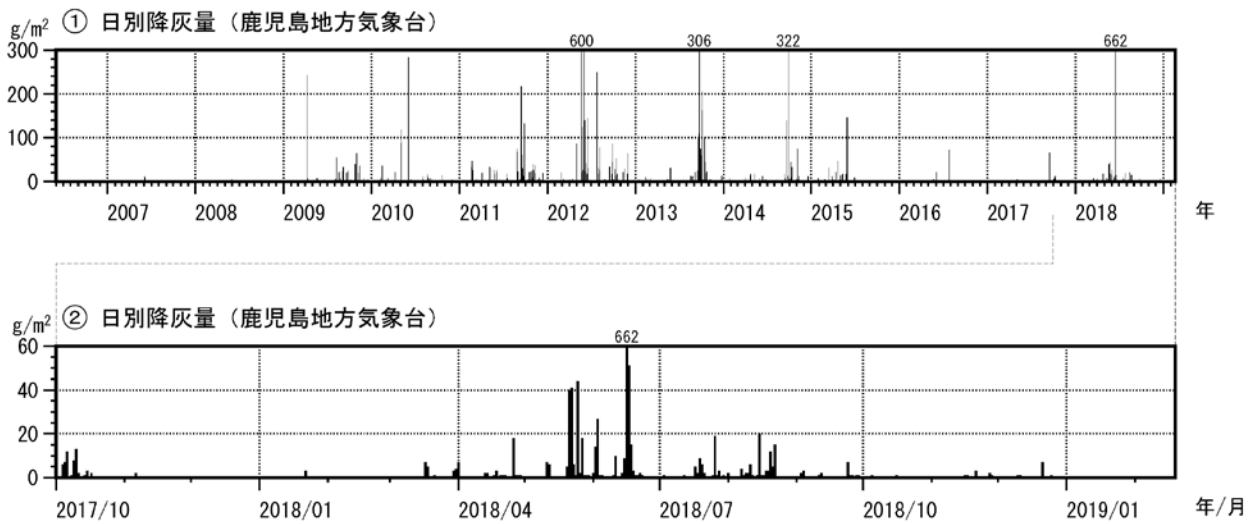
Fig. 4-2. Monthly numbers of volcanic earthquakes, monthly duration of tremors and amplitude of infrasonic waves (June 1, 2006 – February 17, 2019).



第5図 桜島 南岳山頂火口と昭和火口の月別爆発的噴火回数 (2006年6月～2019年2月17日)

- ・南岳山頂火口での噴火は、10月8回、11月14回、12月56回、1月8回、2月11回(17日まで)発生した。このうち爆発的噴火は10月0回、11月2回、12月34回、1月6回、2月8回(17日現在)発生した。
- ・昭和火口での噴火は観測されなかった。

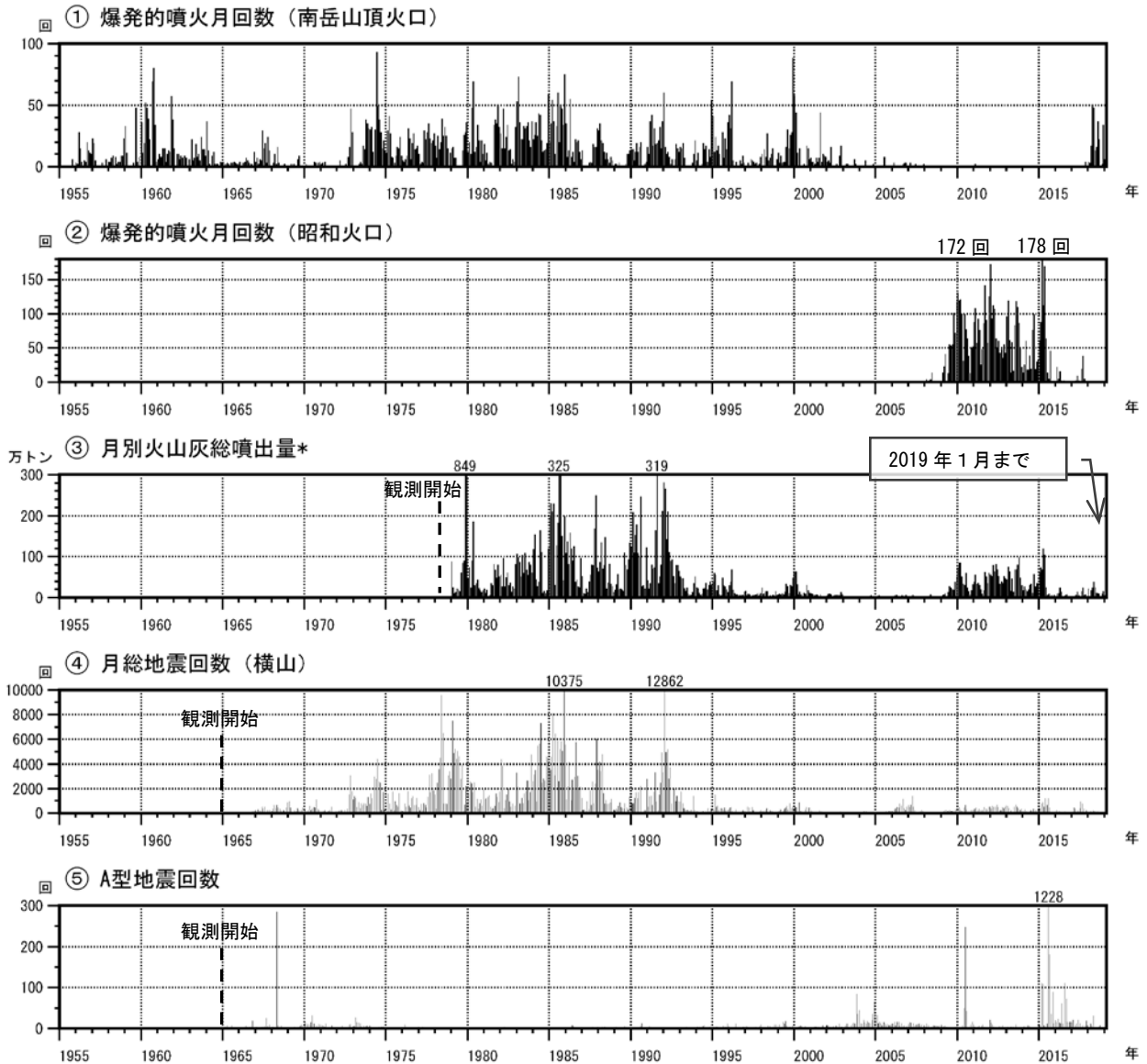
Fig. 5. Monthly numbers of the explosive eruptions at Minamidake summit crater and Showa crater (June 1, 2006 – February 17, 2019).



第6図 桜島 鹿児島地方气象台での降灰量 (2006年6月～2019年2月17日)

2018年10月に2g/m²、11月8g/m²、12月79g/m²、2019年1月0g/m²、2月降灰なし(17日現在)の降灰を観測した。

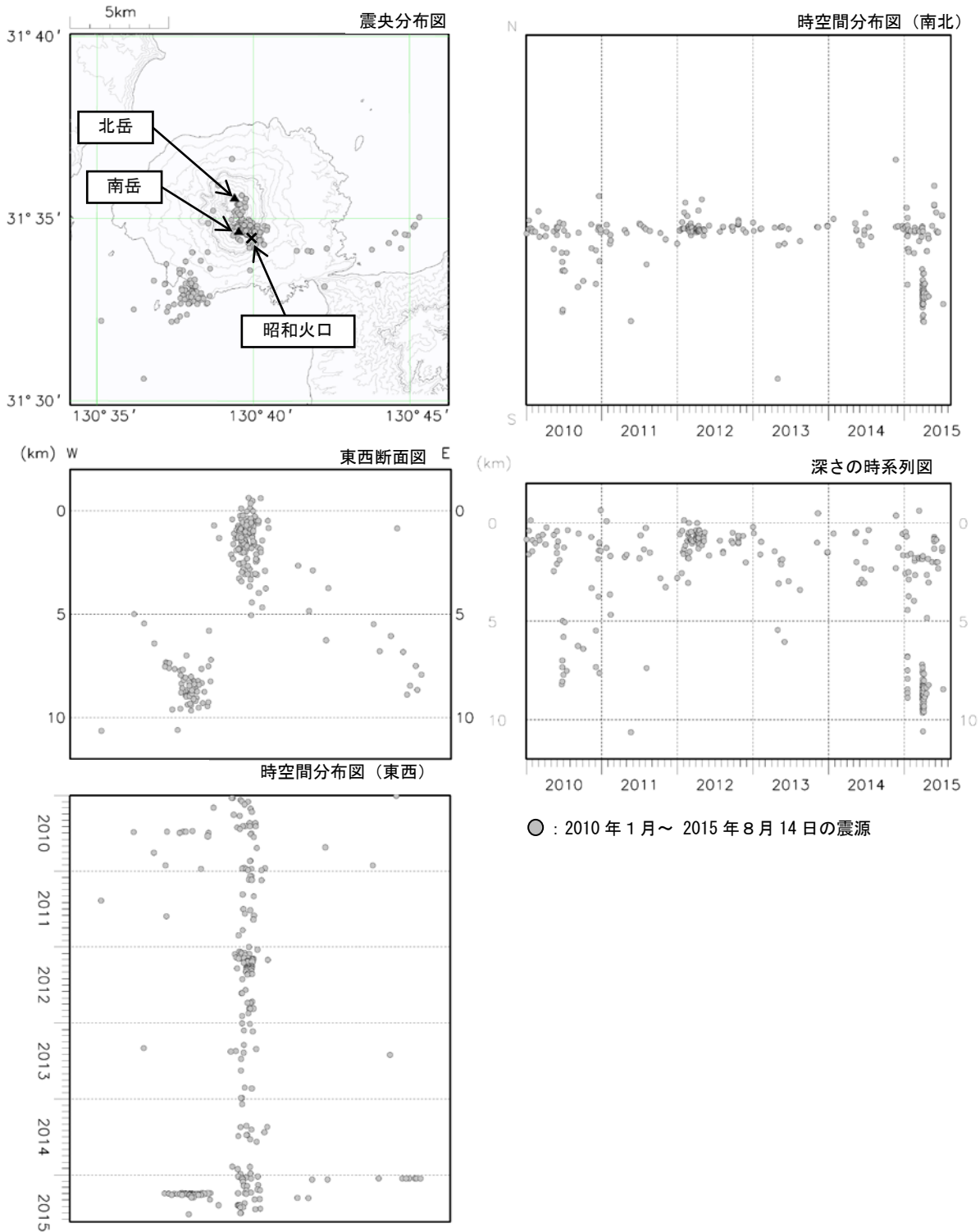
Fig. 6. Dairy weights of volcanic ash fall observed at Kagoshima Local Meteorological Office (June 1, 2006 – February 17, 2019).



第7図 桜島 長期の活動状況 (1955年1月～2019年2月17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。また、2018年3月から6月は新燃岳の降灰が含まれている可能性がある。火山灰の噴出量の算出は、中村 (2002) による。

Fig. 7. Annual numbers of explosive eruptions and numbers of earthquakes at Sakurajima volcano (January 1, 1955 – February 17, 2019).

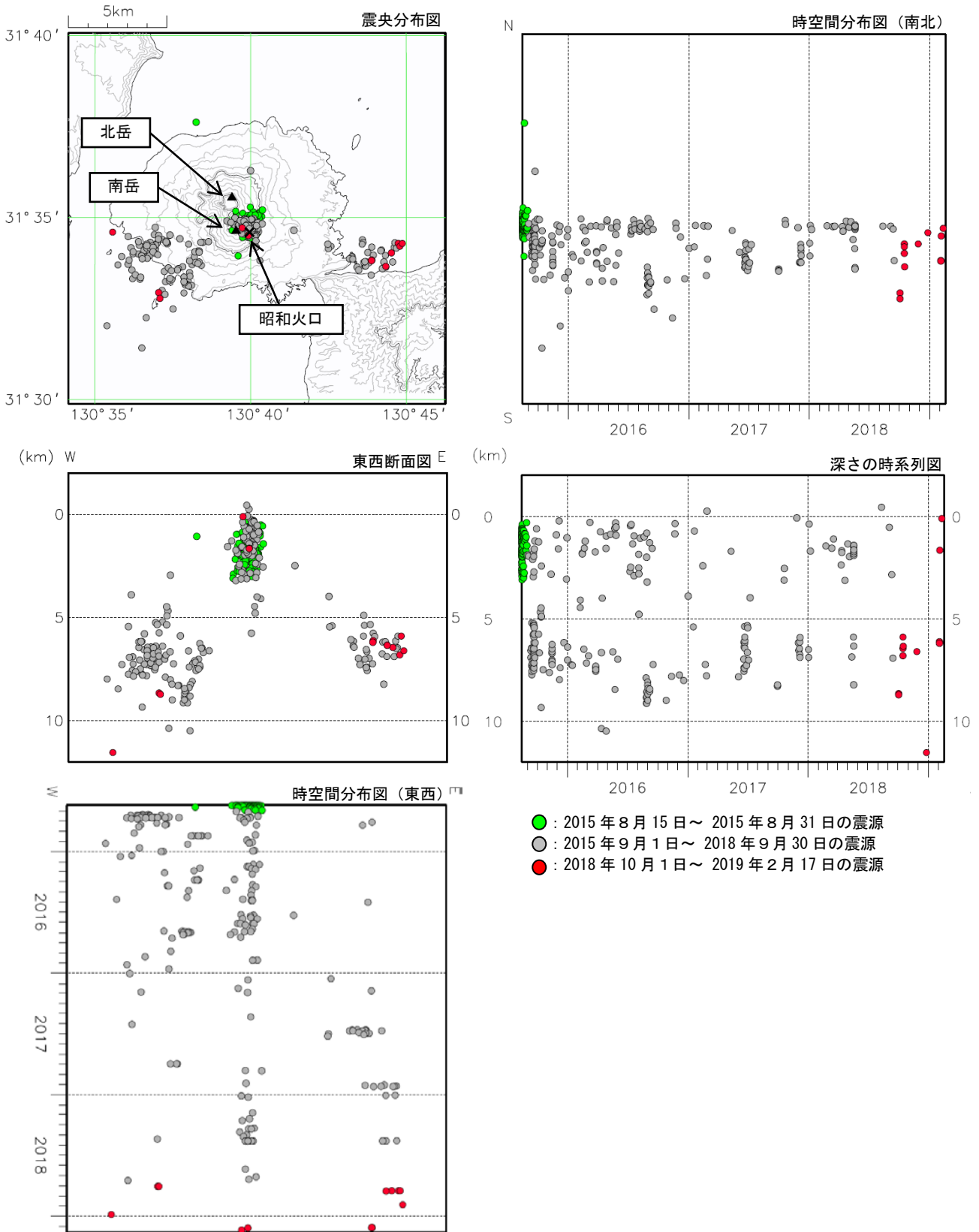


第 8-1 図 桜島 2015 年 8 月 15 日 (桜島浅部へのマグマ貫入イベント) 以前の震源分布図
(2010 年 1 月～2015 年 8 月 14 日)

※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. 8-1. Hypocenter distribution of volcanic earthquakes in and around Sakurajima island (January 1, 2010 – August 14, 2015).

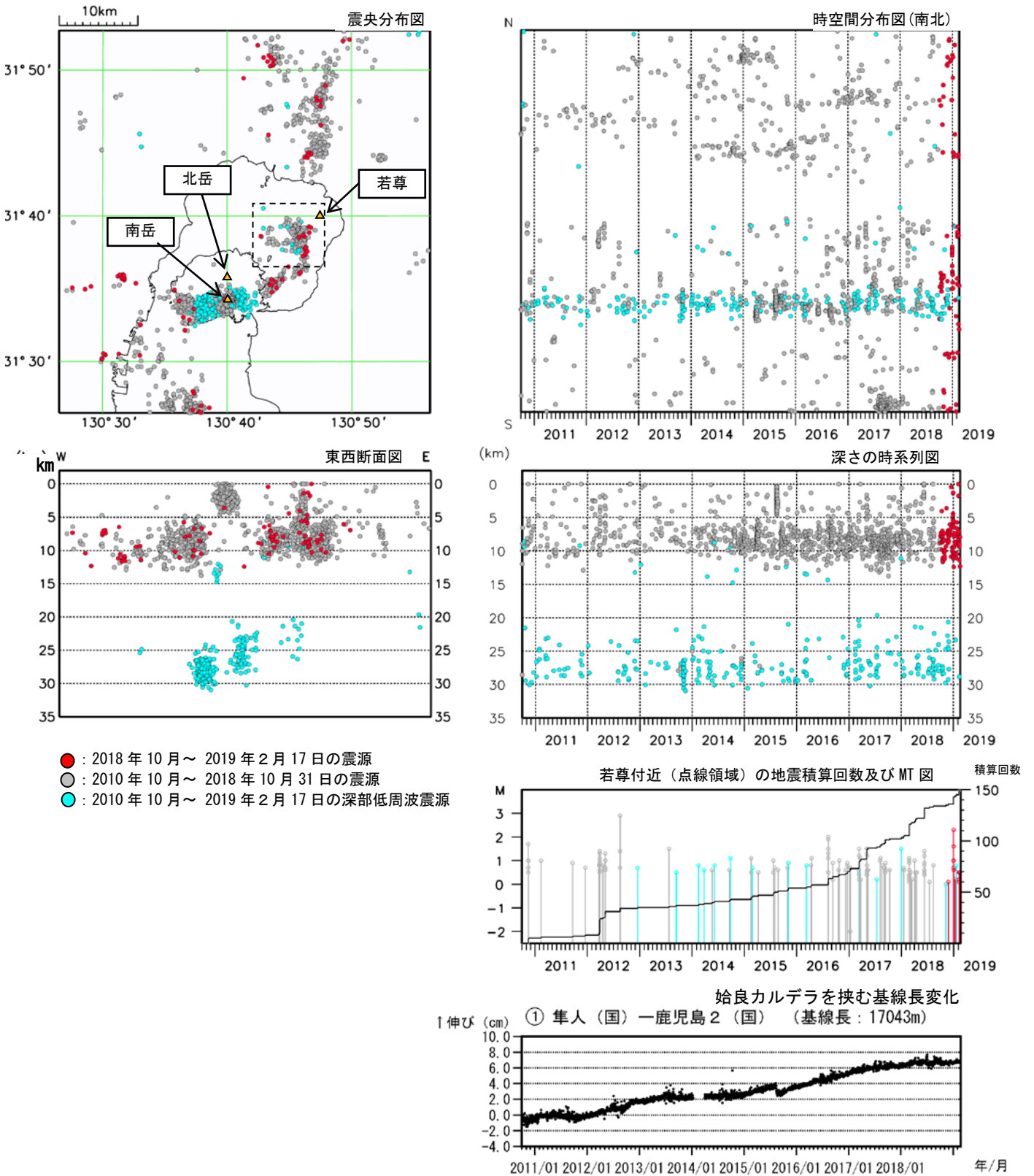


第8-2図 桜島 2015年8月15日（桜島浅部へのマグマ貫入イベント）以降の震源分布図
（2015年8月15日～2019年2月17日）

※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。

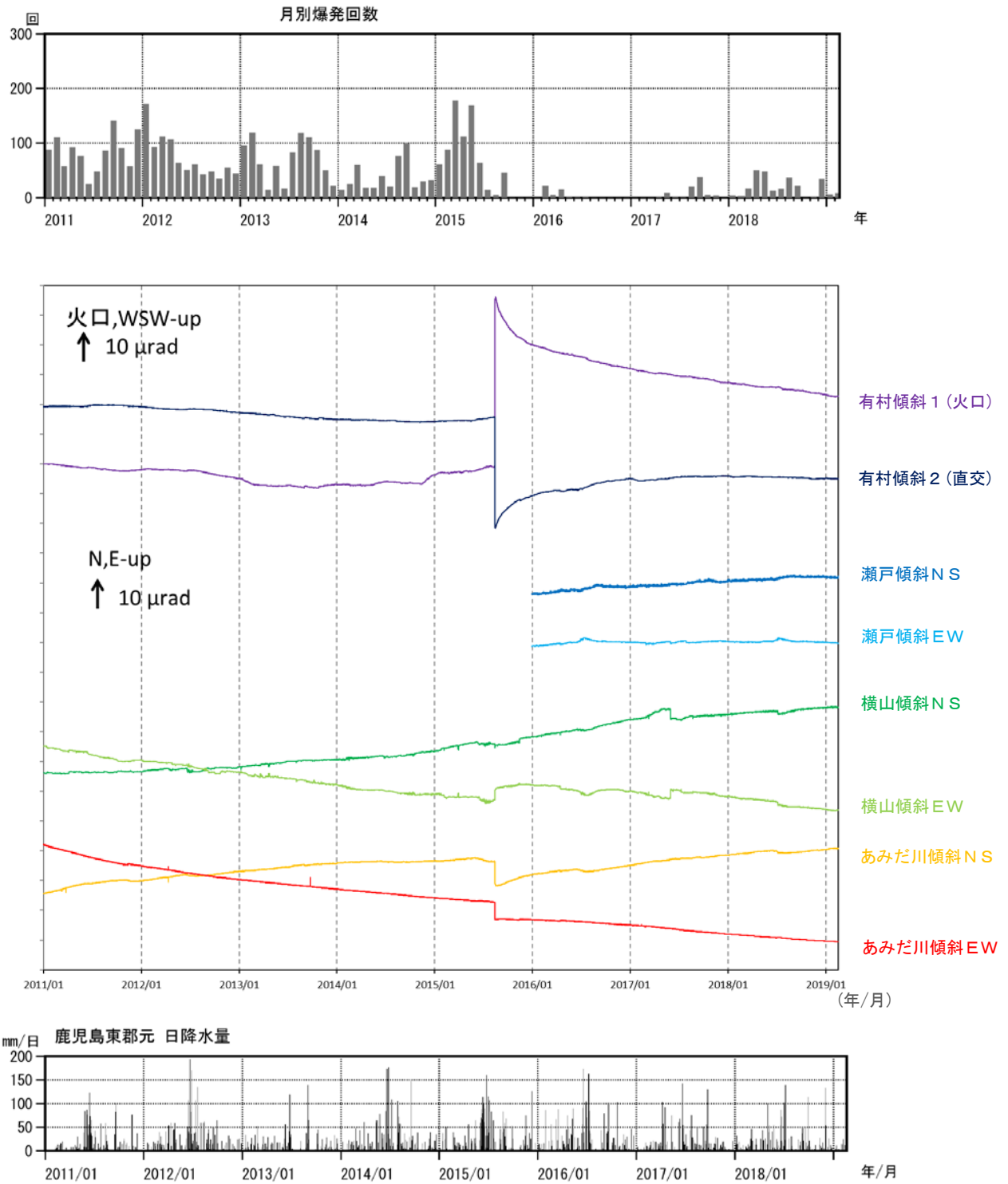
Fig. 8-2. Hypocenter distribution of volcanic earthquakes in and around Sakurajima island (August 15, 2015 – February 17, 2019).



第9図 桜島 一元化震源による広域の震源分布図 (2010年10月～2019年2月17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。
 ※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. 9. Hypocenter distribution in Sakurajima (October 1, 2010 – February 17, 2019).



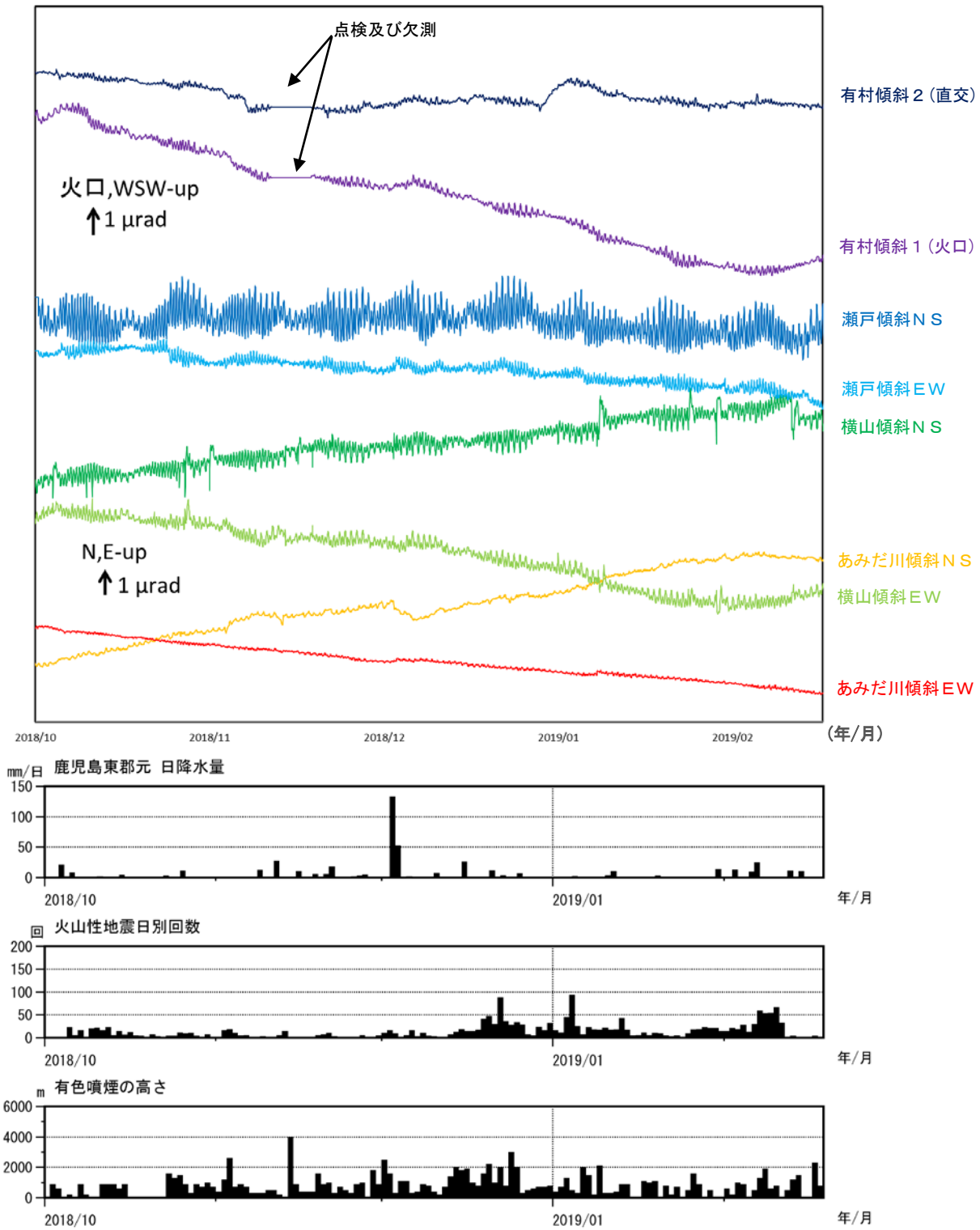
第10図 桜島 傾斜変動の状況 (2011年1月～2019年2月17日)

※瀬戸は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. 10. Monthly numbers of the explosive eruptions and tilt records observed at Arimura station, Amidagawa station, Seto station and Yokoyama station (January 1, 2011 – February 17, 2019).

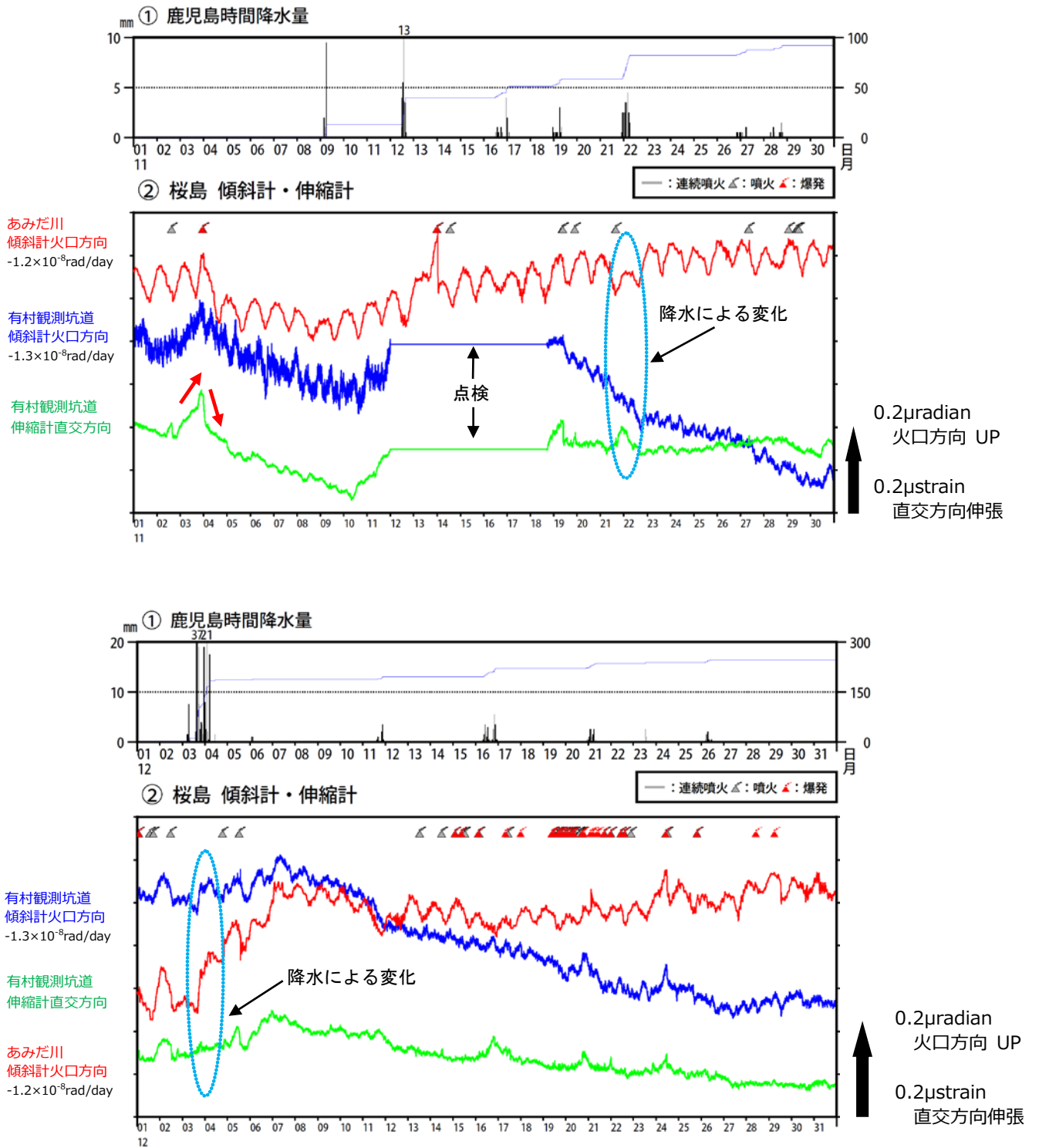
桜島 傾斜計の時系列変化



第11図 桜島 傾斜変動の状況 (2018年10月～2019年2月17日)

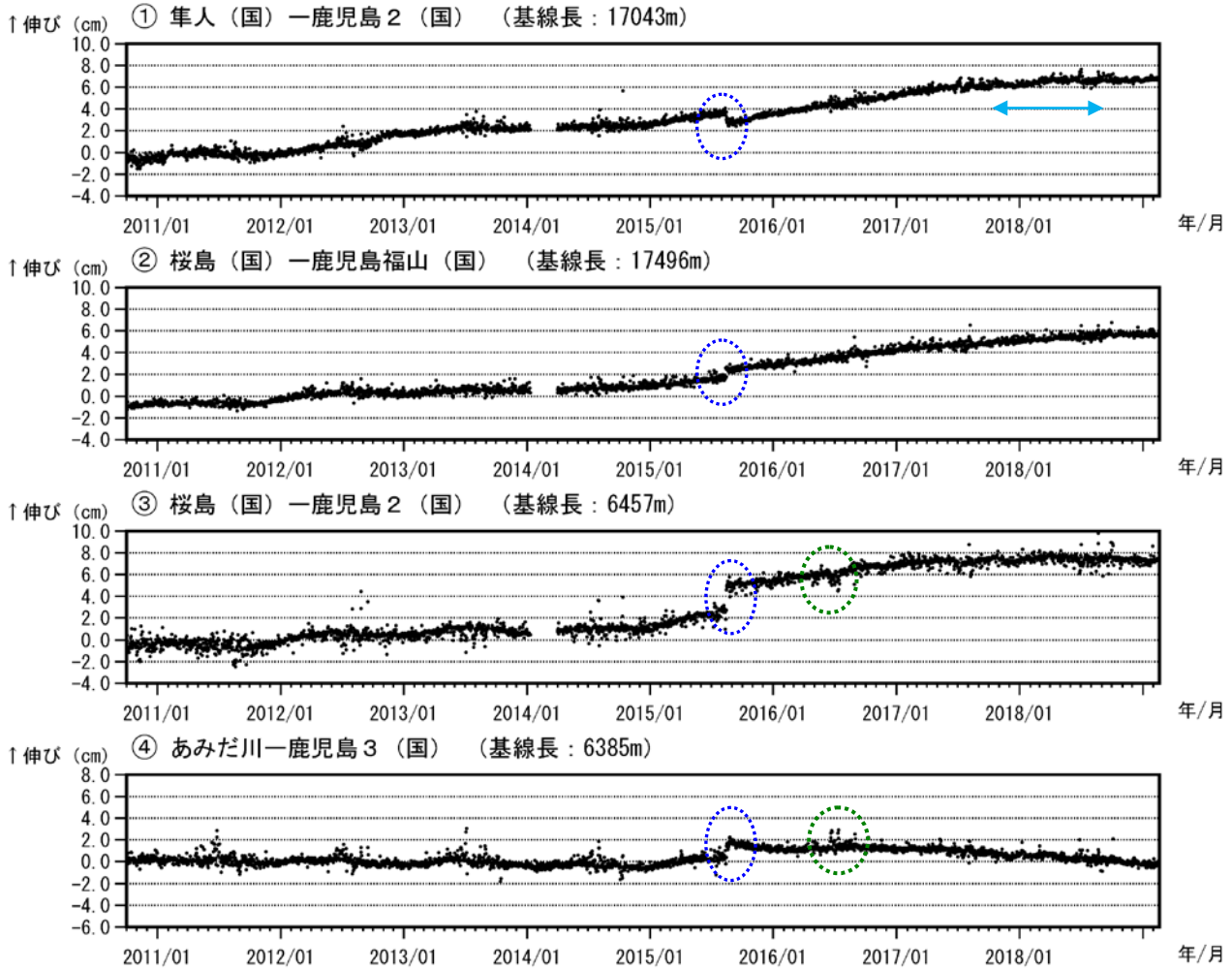
※傾斜計のデータは時間値を使用し、潮汐補正済み。

Fig. 11. Numbers of earthquakes, ash plume heights and tilt records observed at Arimura station, Amidagawa station, Seto and Yokoyama station (October 1, 2018 – February 17, 2019).



第12図 桜島 傾斜計による地殻変動の状況 (上図: 2018年11月 下図: 2018年12月)
 一部の噴火時に噴火前のわずかな山体の膨張(隆起)と噴火後のわずかな収縮(沈降)が観測された。
 ※青色の破線内は降水の影響による変動と考えられる。

Fig. 12. Tilt and strain records (upper: November 1, 2018 – November 30, 2018; lower: December 1, 2018 – December 31, 2018).



第 13-1 図 桜島 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2019 年 2 月 17 日)

始良カルデラ (鹿児島湾奥部) の地下深部の膨張を示す基線の伸びは 2018 年 3 月頃から停滞している。

これらの基線は第 14 図の①～④に対応している。

基線の空白部分は欠測を示している。

解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。

2012 年 1 月以降のデータについては、解析方法を変更している。

基線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)。

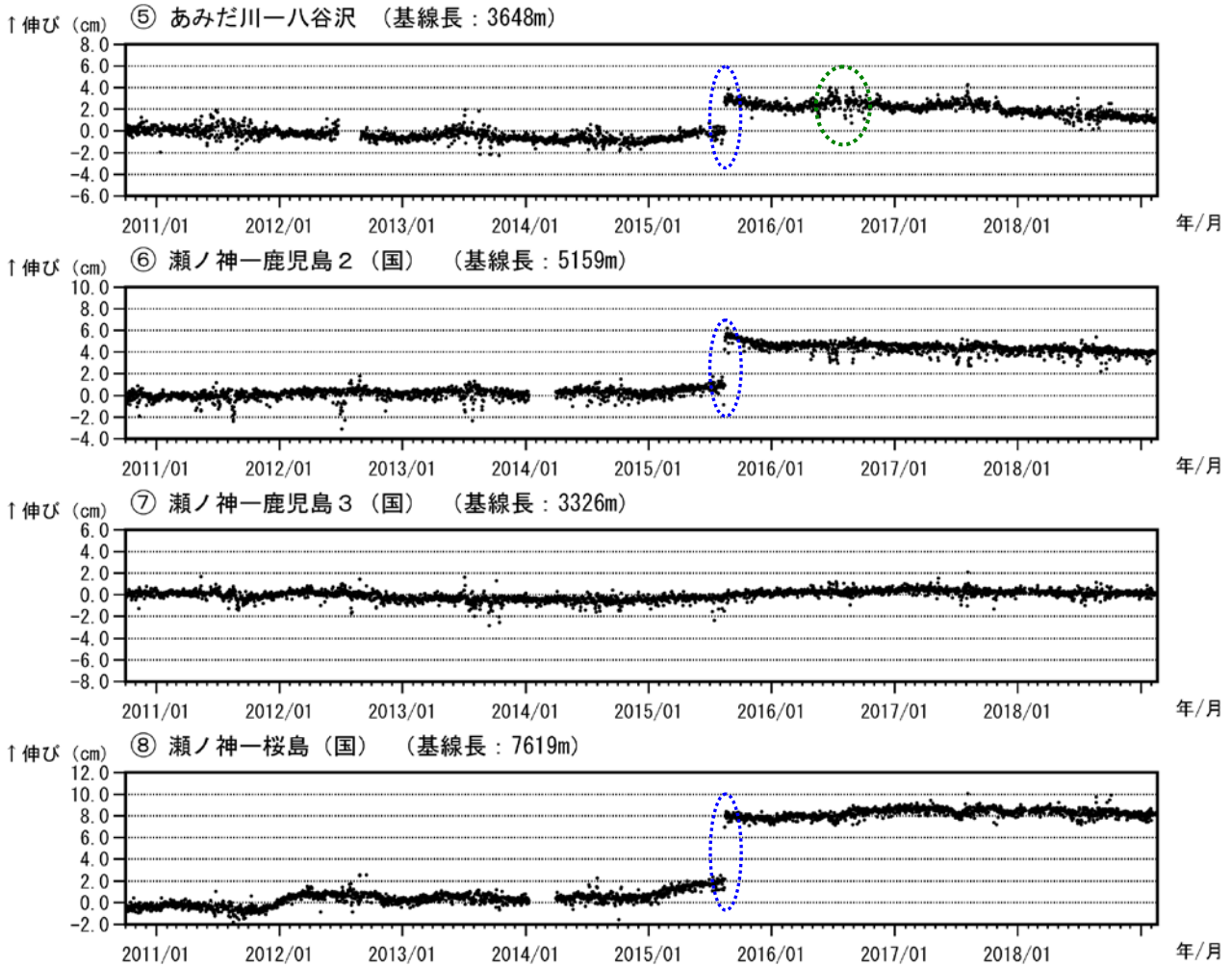
基線②については、国土地理院の解析結果 (F3 解及び R3 解) を使用した。

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。

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. 13-1. Temporal change of the baseline distances measured by continuous GNSS observation in Sakurajima (October 1, 2010 – February 17, 2019).

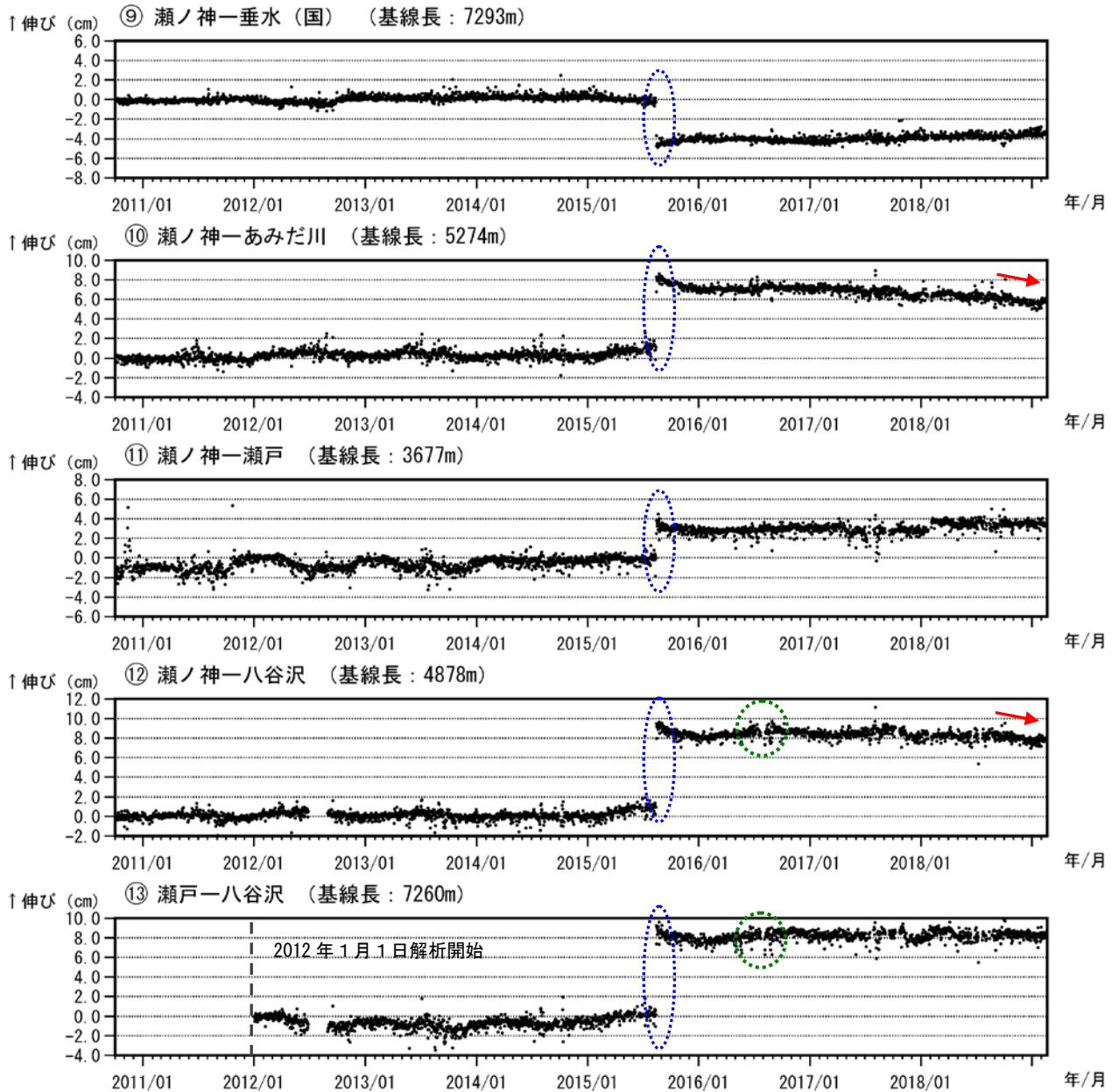


第13-2図 桜島 GNSS連続観測による基線長変化(2010年10月~2019年2月17日)

桜島島内では、2018年10月頃から一部の基線でわずかな収縮がみられる。

これらの基線は第14図の⑤~⑧に対応している。
 基線の空白部分は欠測を示している。
 解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。
 2012年1月以降のデータについては、解析方法を変更している。
 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. 13-2. Temporal change of the baseline distances measured by continuous GNSS observation in Sakurajima (October 1, 2010 – February 17, 2019).

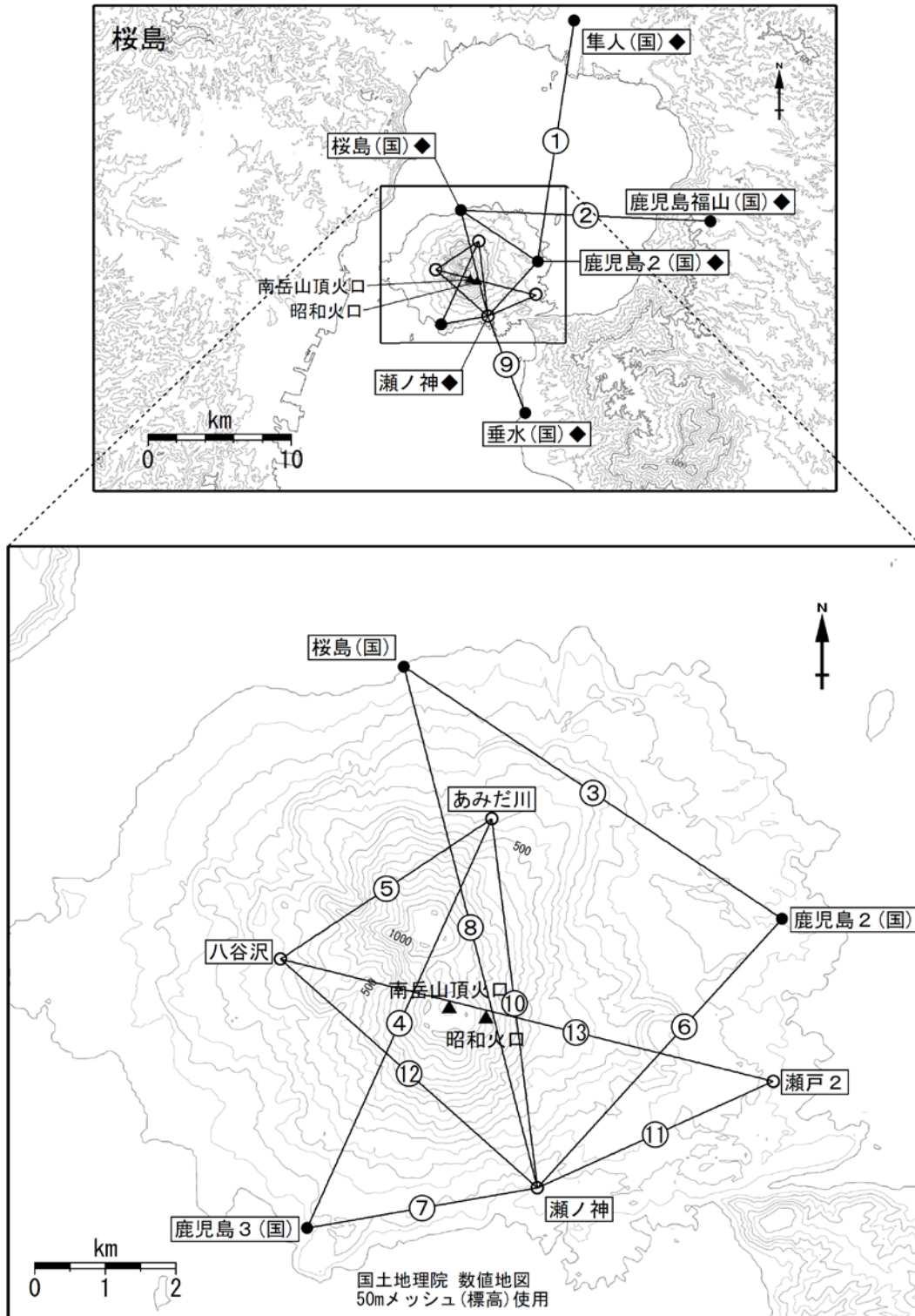


第13-3図 桜島 GNSS連続観測による基線長変化(2010年10月～2019年2月17日)

桜島島内では、2018年10月頃から一部の基線でわずかな収縮(赤矢印)がみられる。

これらの基線は第14図の⑨～⑬に対応している。
 基線の空白部分は欠測を示している。
 解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。
 2012年1月以降のデータについては、解析方法を変更している。
 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. 13-3. Temporal change of the baseline distances measured by continuous GNSS observation in Sakurajima (October 1, 2010 – February 17, 2019).



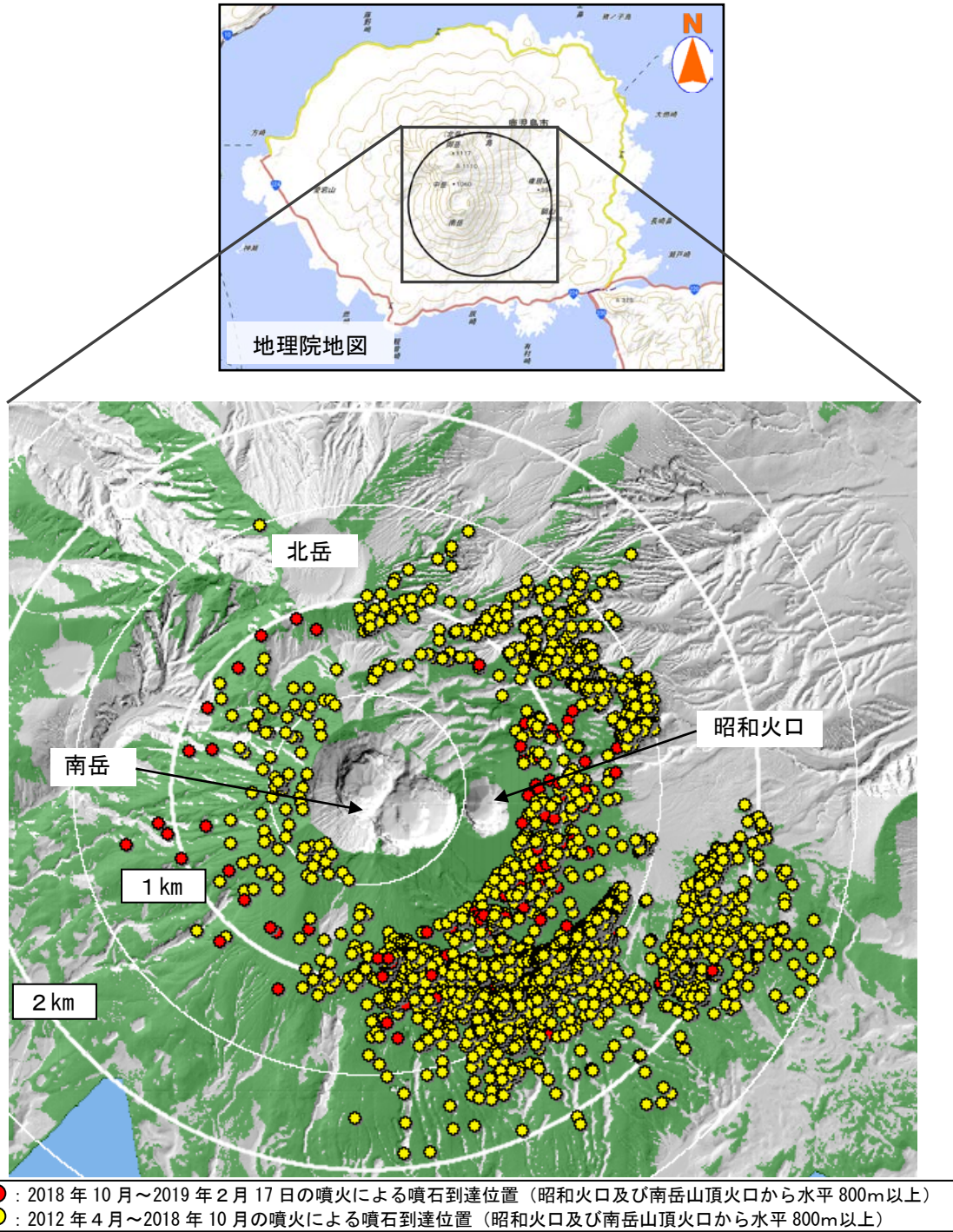
第14図 桜島 GNSS連続観測基線図

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。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. 14. Baselines of the continuous GNSS observation in Sakurajima.



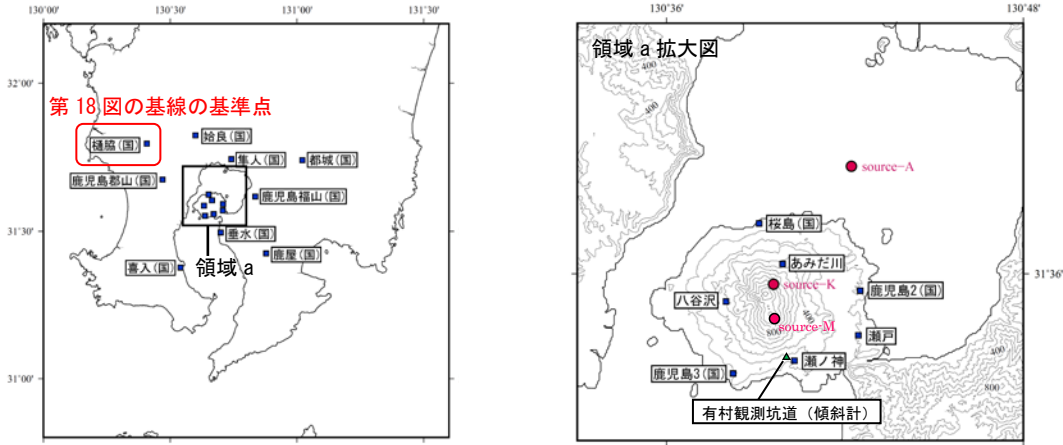
第15図 桜島 南岳山頂火口及び昭和火口から放出された大きな噴石の落下地点
(2018年10月～2019年2月17日)

2018年10月から2019年2月17日までに発生した噴火の内、噴石が水平距離で800m以上（南岳山頂火口及び昭和火口からの距離）飛散した事例（計17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。同心円は南岳山頂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）、海潟監視カメラ（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。噴石の計測は海潟、東郡元及び黒神川上流左岸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. 15. Landing points of ballistic rocks ejected from Minamidake summit crater and Showa crater observed by cameras (October 1, 2018 – February 17, 2019).



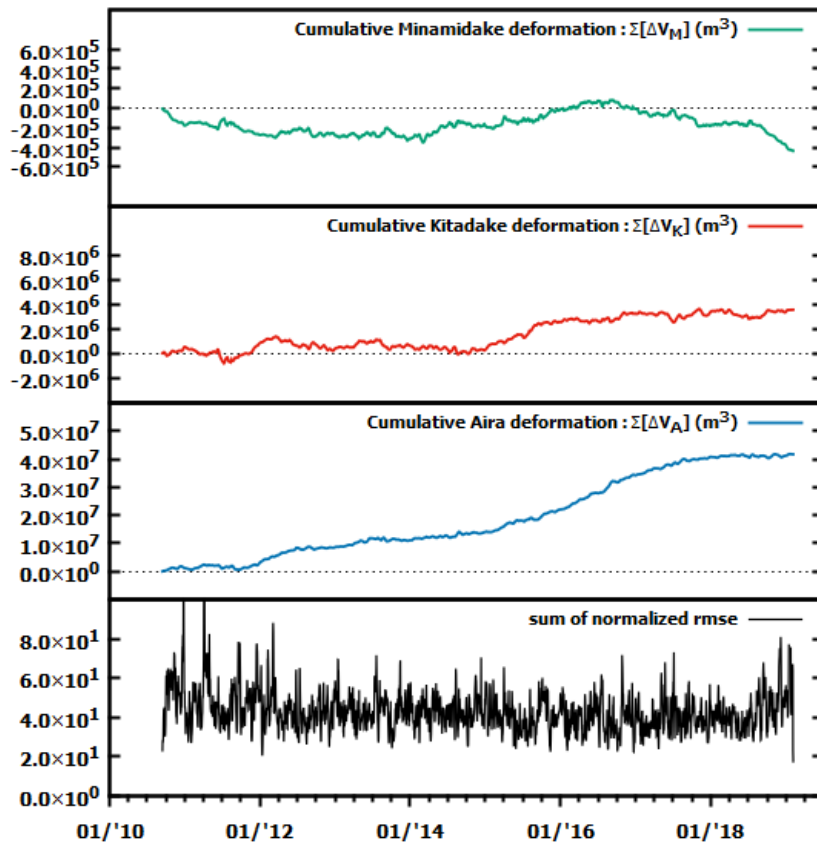
第16図 桜島 第17~19図の解析に用いたGNSS観測点、傾斜計の位置及び固定した変動源の位置図

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

- （膨張源の位置）
- ソースAの位置：N31° 39′ 05.40″ E130° 42′ 13.00″ 深さ海拔下 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

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

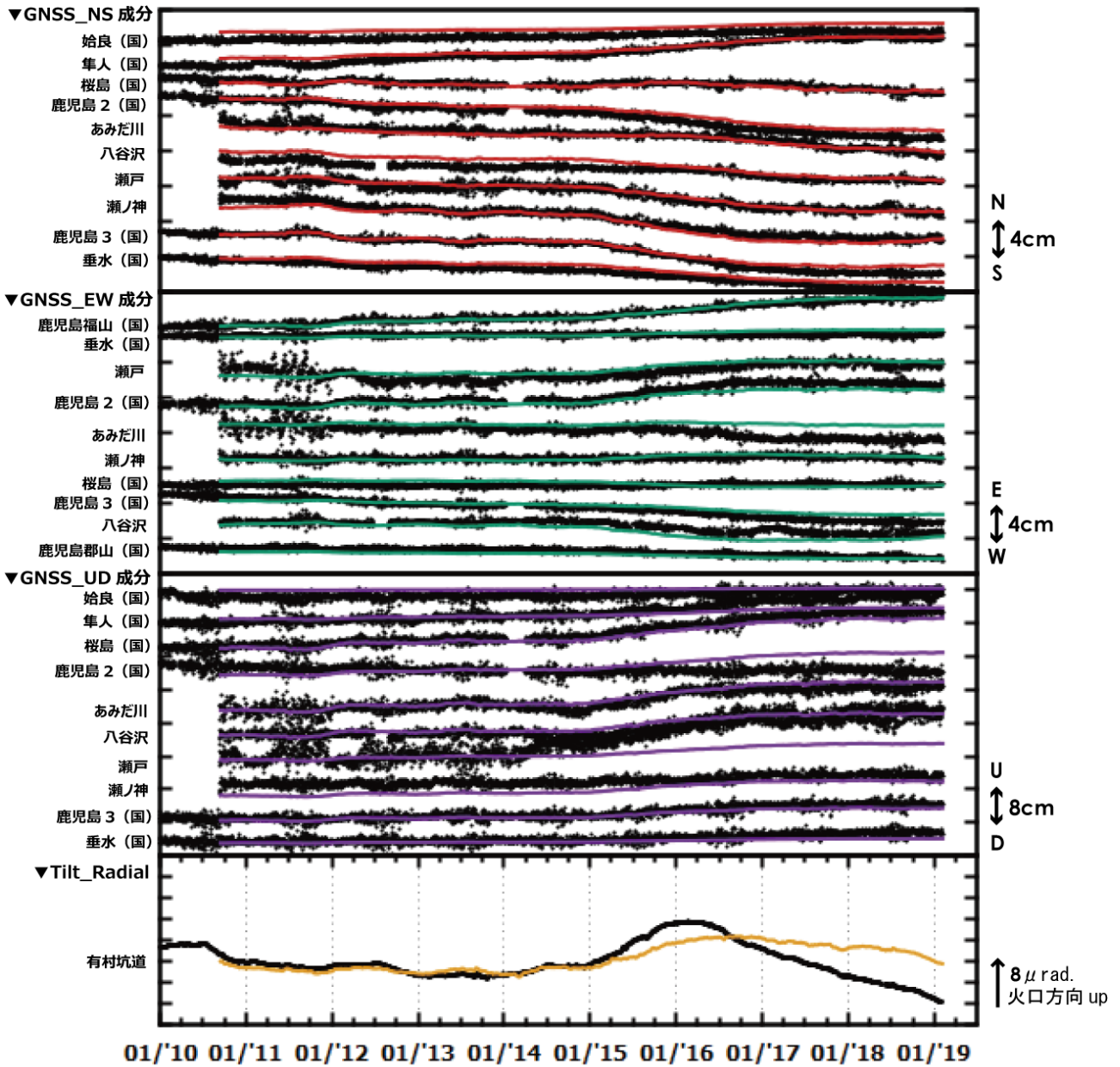


第17図 桜島 インバージョン解析により推定した膨張源の体積増加量

(2010年9月~2019年2月6日)

- ・始良カルデラの膨張（Source-A）は、2018年初め頃からほぼ停滞している。
- ・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月頃からほぼ横ばいとなっており、その中でごく小規模な数度の膨張・収縮が認められる。
- ・火口付近（Source-M）では2018年後半から収縮が認められ、桜島島内のGNSS基線の一部や有村坑道傾斜計で認められる収縮及び沈降は、概ねこの変動によって解釈可能である

Fig. 17. Temporal changes of inflation and deflation volume that fixed spherical sources (September 1, 2010 – February 6, 2019).

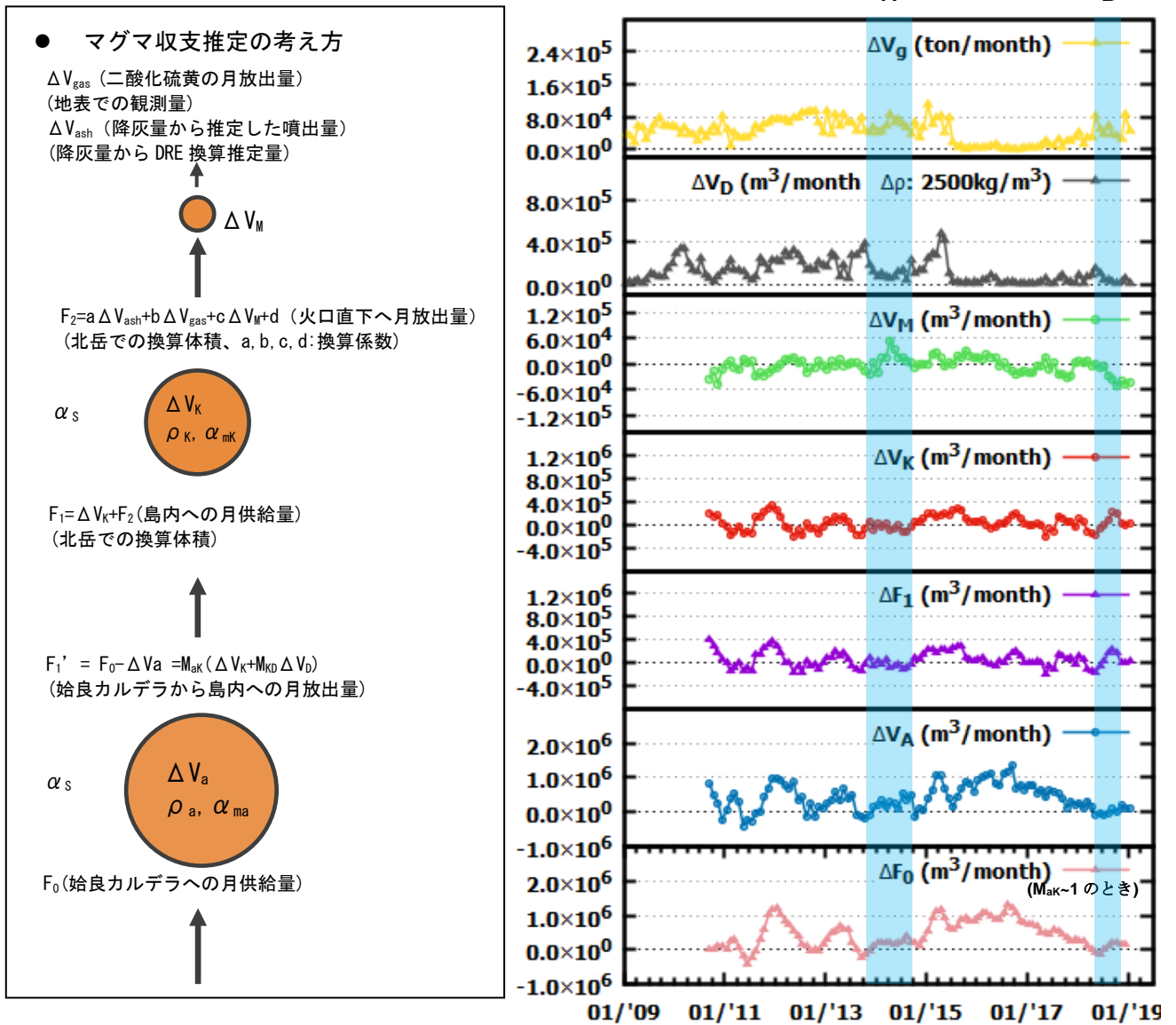


第 18 図 桜島 地殻変動の時間推移推定に用いた GNSS 観測点の観測値とインバージョン推定値
 (○：観測値、赤線、緑線、紫線、橙線：インバージョンによる推定値)
 (2010年9月～2019年2月6日)

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

*GNSSデータの誤差は平均0の正規分布、傾斜計は平均0の正規分布に加え(時間)²での増大を仮定した。

Fig. 18. Calculated and observed displacement and tilt change for each site (September 1, 2010 – February 6, 2019).

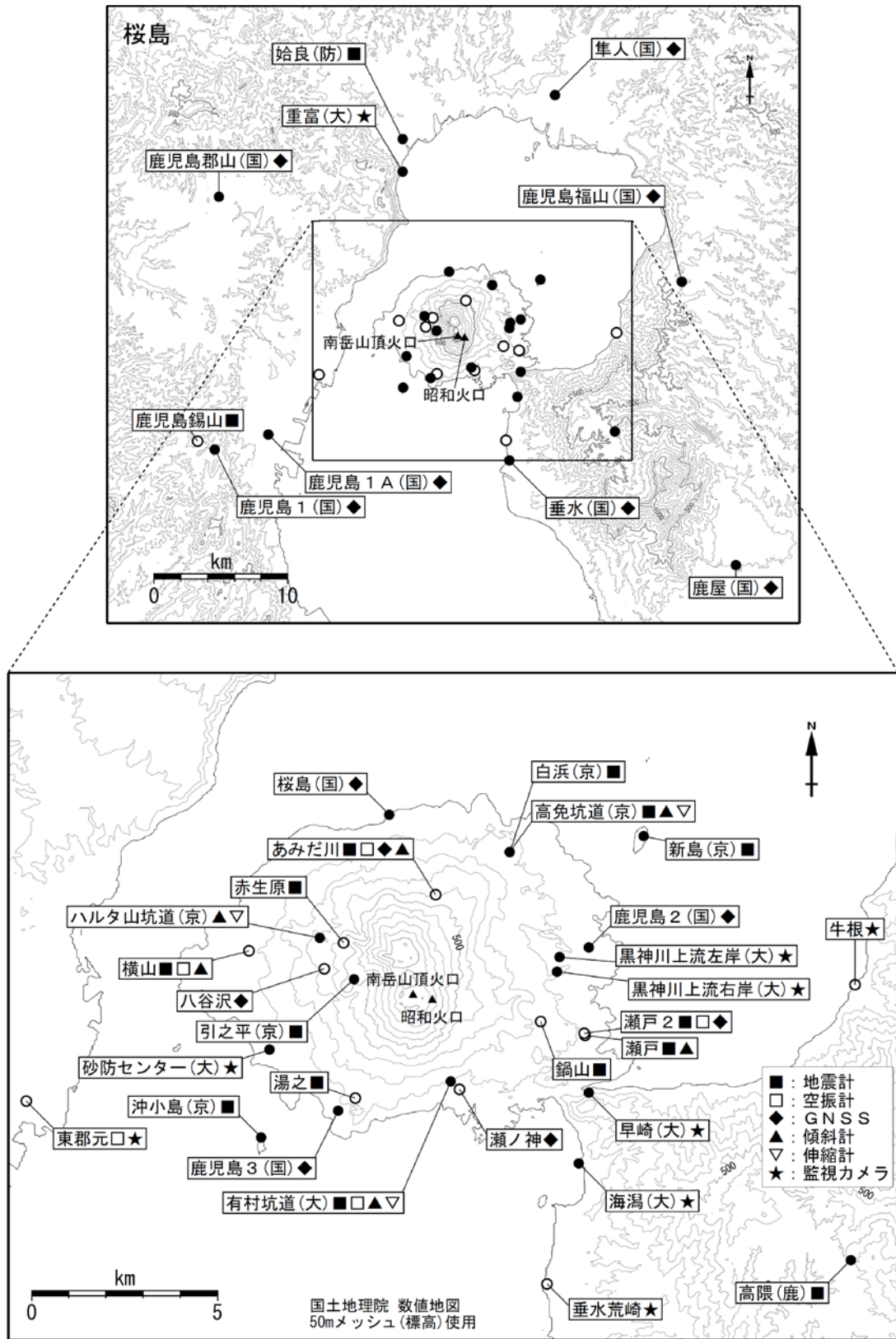


第 19 図 桜島 地殻変動推移によるマグマ収支の時間変化の推定 (2010 年 9 月～2019 年 1 月)

- * 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/m³ 仮定)の体積を推定した。
- * 降灰、SO₂ 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: F₂ 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、F₂ 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、B を用いて係数をそれぞれ求め、昭和火口の噴火活動が活発な 2017 年までは A による係数を、それ以降は B による係数を利用し、推定を行った。
- * 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 F₀ を推定した。

- ・ 始良カルデラへのマグマ供給量 (F₀) は、2017 年以降減少し、2018 年 3 月頃以降ほぼなくなったと推定される。
- ・ 桜島島内へのマグマ供給量 (F₁) は 2016 年頃から減少した。2017 年以降は長期にわたり供給が継続する時期はなく、時折わずかな量の供給が認められる。

Fig. 19. 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.



第20図 桜島 観測点配置図

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している。
 (国) : 国土地理院、(大) : 大隅河川国道事務所、(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. 20. Location map of permanent observation sites in and around Sakurajima.