

## 桜島の火山活動 - 2016年9月～2017年1月 -

Volcanic Activity of Sakurajima Volcano – September 2016 – January 2017 –

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図、第9図～、第10図、第12～図、第14図、第15図、第16図、第19図）  
昭和火口では、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、8月23日以降、ごく小規模な噴火も観測されていない。  
白色の噴煙が最高で火口縁上700m（南岳山頂火口）まで上がった。  
火映は観測されていない。  
鹿児島地方気象台では、降灰は観測されなかった。
- ・昭和火口、南岳山頂火口及び桜島山体の状況（第2～8図）  
1月11日に九州地方整備局の協力を得て実施した上空からの観測では、昭和火口周辺の熱異常域の分布に特段の変化はなく、火口底に顕著な高温部は認められなかった。  
1月17日に現地調査を実施した。昭和火口近傍及び南岳南東側山腹で、これまでと同様に熱異常域が観測されたが、特段の変化は認められなかった。それ以外の火口周辺や山腹では、熱異常域は認められなかった。
- ・地震や微動の発生状況（第2表、第11図、第13図、第14図、第17図、第18図）  
B型地震は少ない状態で経過した。A型地震の9月の月回数は73回と一時的に増加したが、10月以降は月回数15から17回で経過した。  
震源は、南岳直下の海拔下0～5km付近、桜島南西部の海拔下7～10km付近、桜島西部の海拔下4km付近、及び桜島東部の5km付近にA型地震が分布した。  
火山性微動は観測されていない。
- ・地殻変動の状況（第19～23図、第25～28図）  
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みられない。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9月から11月頃までは概ね横ばい、12月頃から収縮がみられている。  
地殻変動観測では、2015年8月15日の急激な変動以降、顕著な山体膨張を示す急激な変動はみられていない。島内の山体の収縮傾向は2016年1月頃から停滞し、始良カルデラの膨張を示す基線の伸びの傾向は、2016年11月頃から一部の基線では鈍化が認められるものの、継続している。
- ・火山ガス（二酸化硫黄）の状況（第9図、第12図）  
1日あたりの火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、9月以降も少ない状態が続いており、9月20トン、10月40～100トン、11月40～80トン、12月100トン、2017年1月200トンであった。

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。

\* 2017年12月18日受付

第 1 表 桜島 最近 1 年間の月別噴火回数 (2016 年 2 月 ~ 2017 年 1 月)

Table 1. Monthly numbers of eruptions at Sakurajima volcano (February 2016 – January 2017).

2016 ~ 2017 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	-	6	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-	11
	火口													
昭和	噴火回数	55	8	51	22	4	2	-	-	-	-	-	-	142
	火口	爆発的噴火	22	5	15	2	1	2	-	-	-	-	-	-

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

Table 2. Monthly numbers of volcanic earthquakes and duration of tremors (February 2016 – January 2017).

2016 ~ 2017 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		486	129	256	164	126	62	154	104	26	24	93	67	1,691
微動継続時間の合計(時)		14	1	8	4	1	0	0	-	-	-	-	-	28

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。

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(2016 年 2 月 ~ 2017 年 1 月)

Table 3. Monthly amounts of volcanic ash fall and monthly numbers of ash fall days at Kagoshima Local Meteorological Office (February 2016 – January 2017).

2016 ~ 2017 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 <sup>2</sup> )		4	0	5	10	22	74	0	-	-	-	-	-	115
降灰日数		2	1	6	6	2	2	2	0	0	0	0	0	21

第 4 表 桜島 最近 1 年間の月別の火山灰の噴出量 (2016 年 1 月 ~ 2016 年 12 月)

Table 4. Weights of volcanic ash ejected from Sakurajima volcano (January 2016 – December 2017).

2016 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 (万トン)		3	10	10	20	10	4	3	5	8	2	3	2	80

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。

降灰の観測データには、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 2016年12月18日14時13分の南岳山頂火口の状況  
(東郡元監視カメラ)

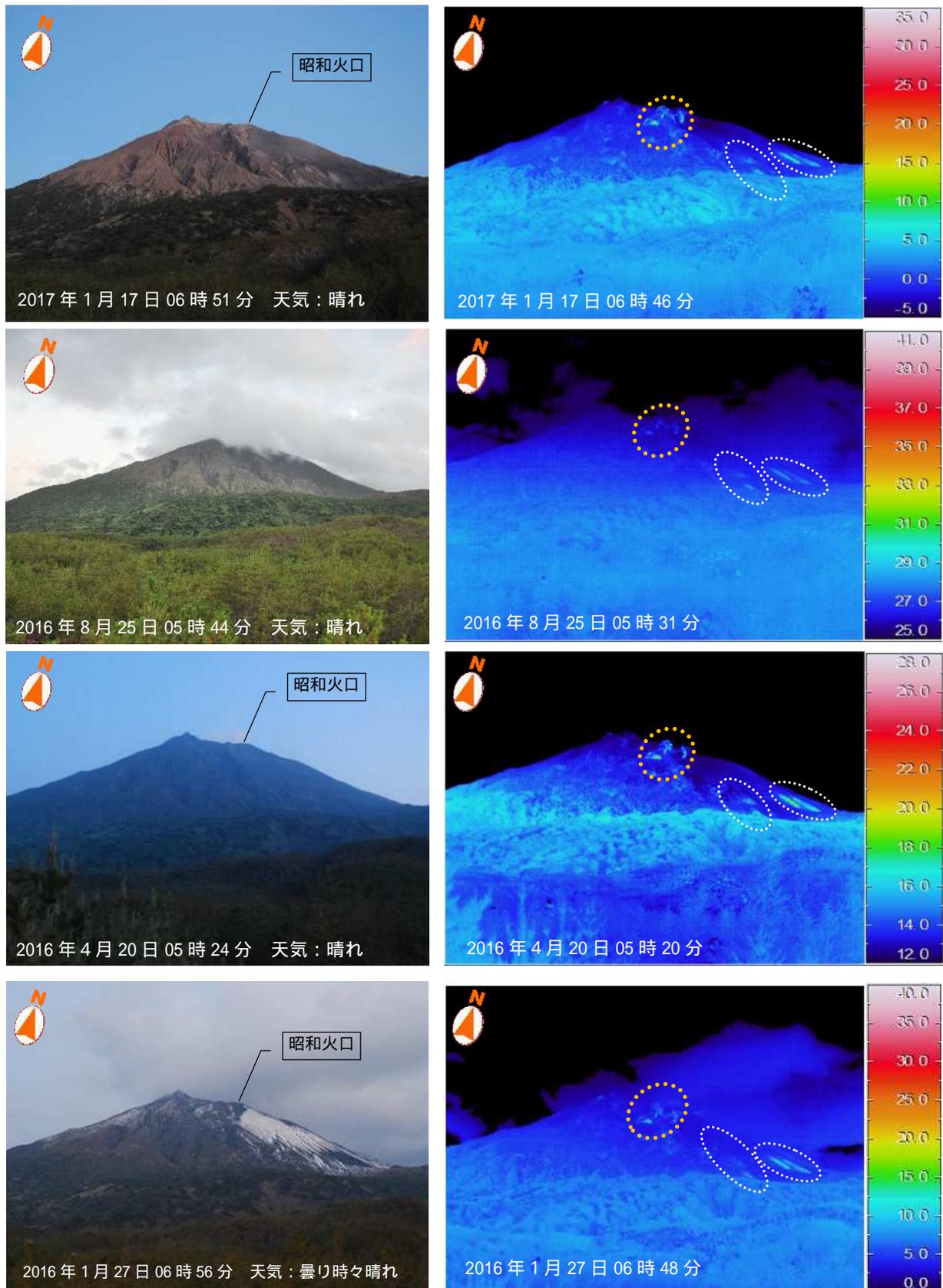
Fig.1 Visible image of Sakurajima on December 18, 2016.  
白色の噴煙が最高で火口縁上700mまで上がった。



第2図 桜島 観測点位置図(橙丸は撮影位置を、矢印は撮影方向を示す)  
Fig. 2. Visual and infrared observation sites at Sakurajima volcano.

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。

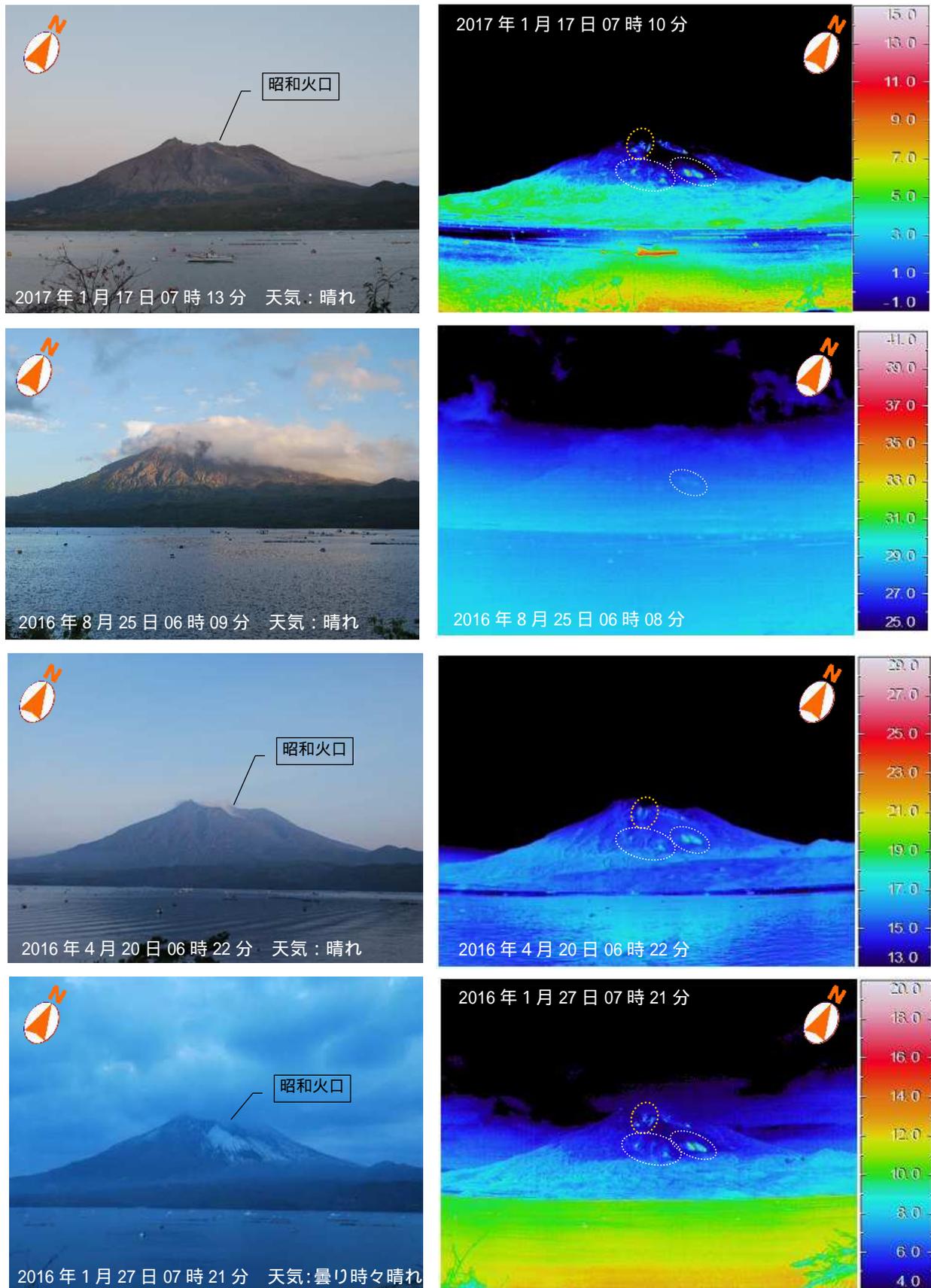
桜島



第3図 桜島 可視画像および地表面温度分布(有村展望所から撮影)

Fig.3 Images of Showa crater and Minamidake summit crater taken from the observation point of Fig.2

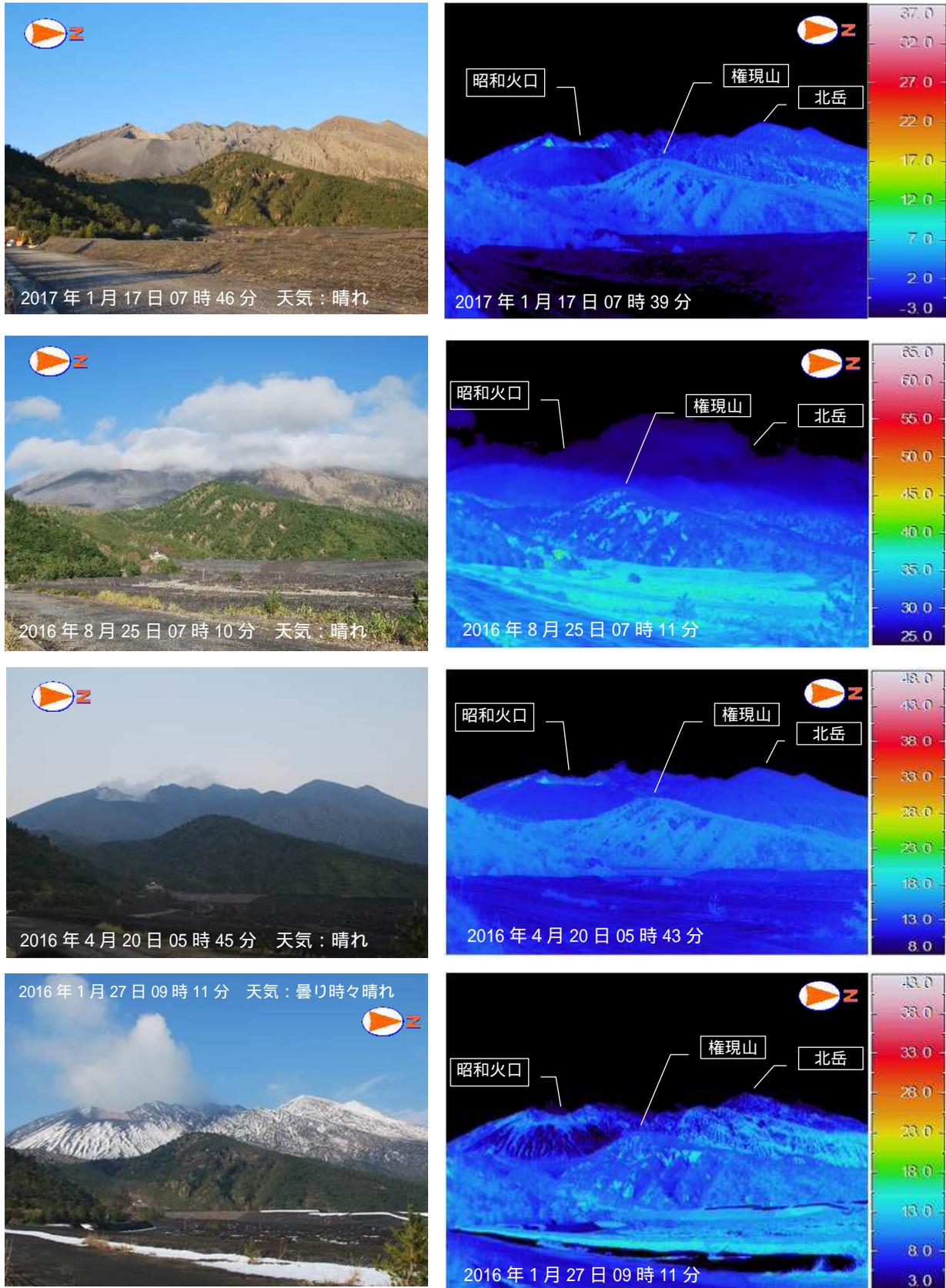
昭和火口近傍(橙破線内)及び南岳南東側山腹(白破線内)で、これまでと同様に熱異常域が観測された。これまでの観測と比べ大きな変化は認められなかった。



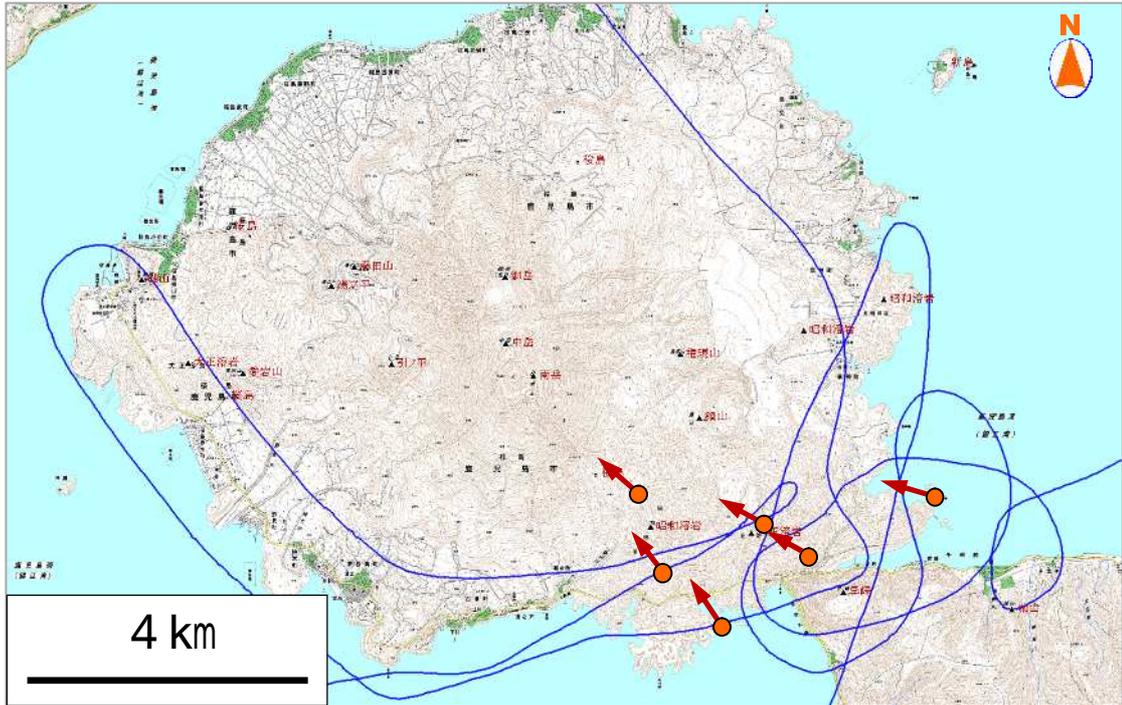
第4図 桜島 可視画像および地表面温度分布（垂水市海潟トンネル脇道から撮影）  
 Fig.4 Images of Showa crater and Minamidake summit crater taken from the observation point of Fig.2

昭和火口近傍（橙破線内）及び南岳南東側山腹（白破線内）で、これまでと同様に熱異常域が観測された。これまでの観測と比べ大きな変化は認められなかった。

桜島



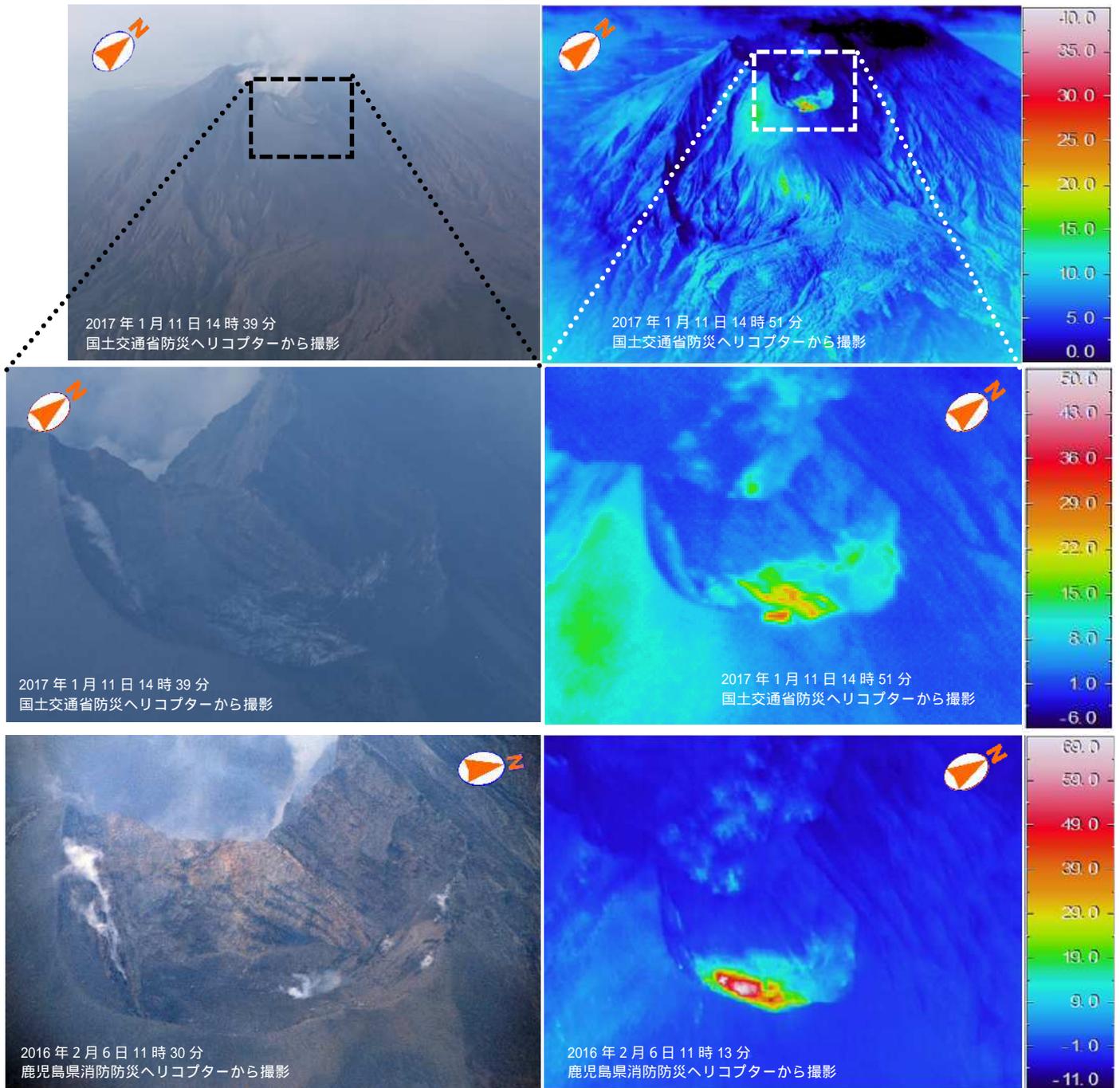
第5図 桜島 可視画像および地表面温度分布（黒神河原から北岳とその周辺を撮影）  
 Fig.5 Images of Showa crater and Kitadake summit crater taken from the observation point of Fig.2  
 権現山などの周辺には、これまでの観測と同様に、熱異常域は認められなかった。



第6図 桜島 2017年1月11日の上空からの観測 飛行ルート及び図7、8の撮影位置図（橙丸は撮影位置を、矢印は撮影方向を示す）

Fig. 6. Visual and infrared observation sites at Sakurajima volcano.

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図画像』を使用した。

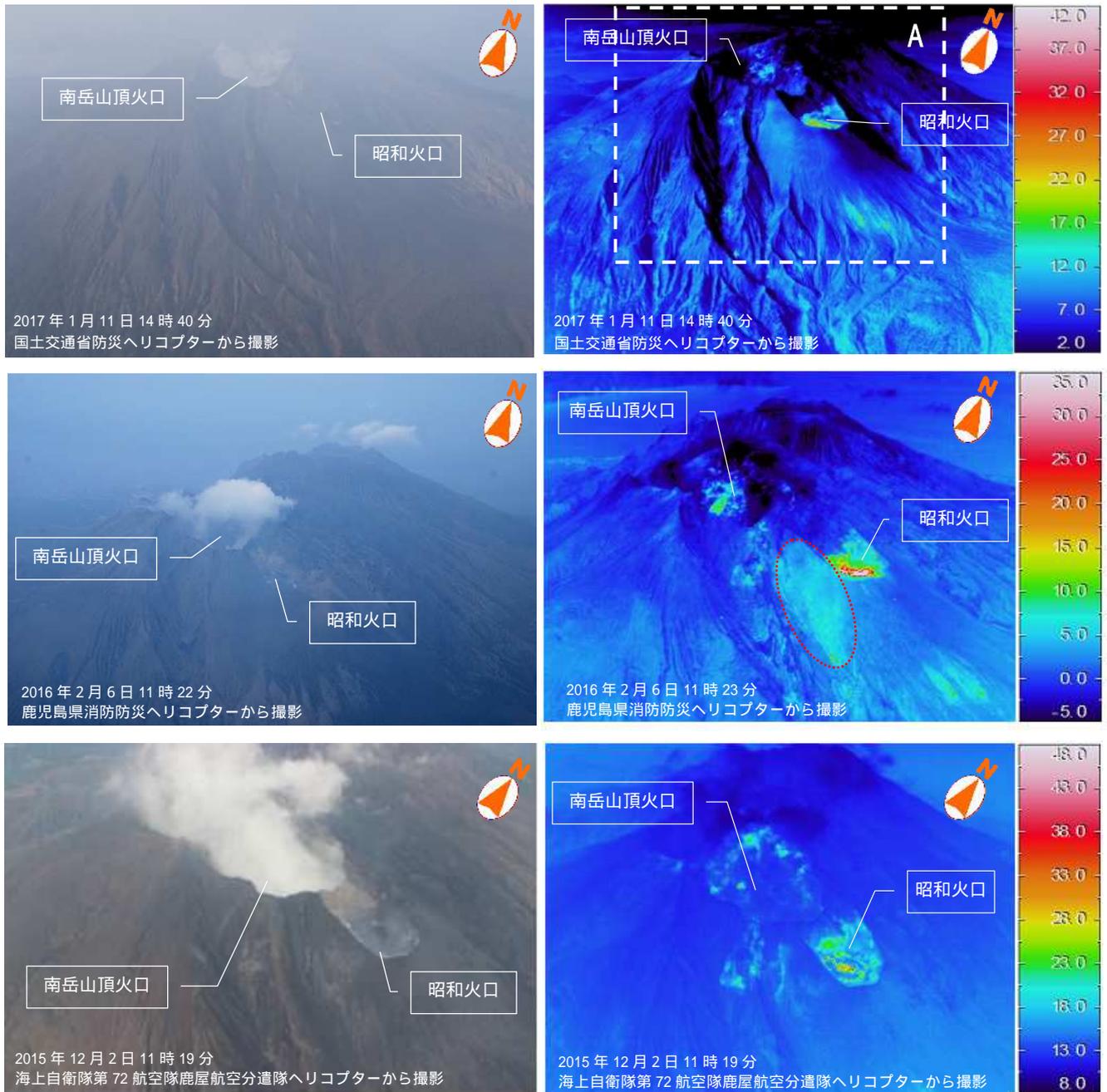


第7図 桜島 昭和火口の可視画像（左図）と地表面温度分布図（右図）

Fig.7 Temporal changes of the Showa crater. (left : visible images; right : thermal images)

赤外熱映像装置による地表面温度分布では、昭和火口の火口底に顕著な高温部は認められなかった。

各画像中の 番号は、第6図に示した撮影位置に対応する。



第8図 桜島 南岳山頂火口及び昭和火口の可視画像（左図）と地表面温度分布図（右図）

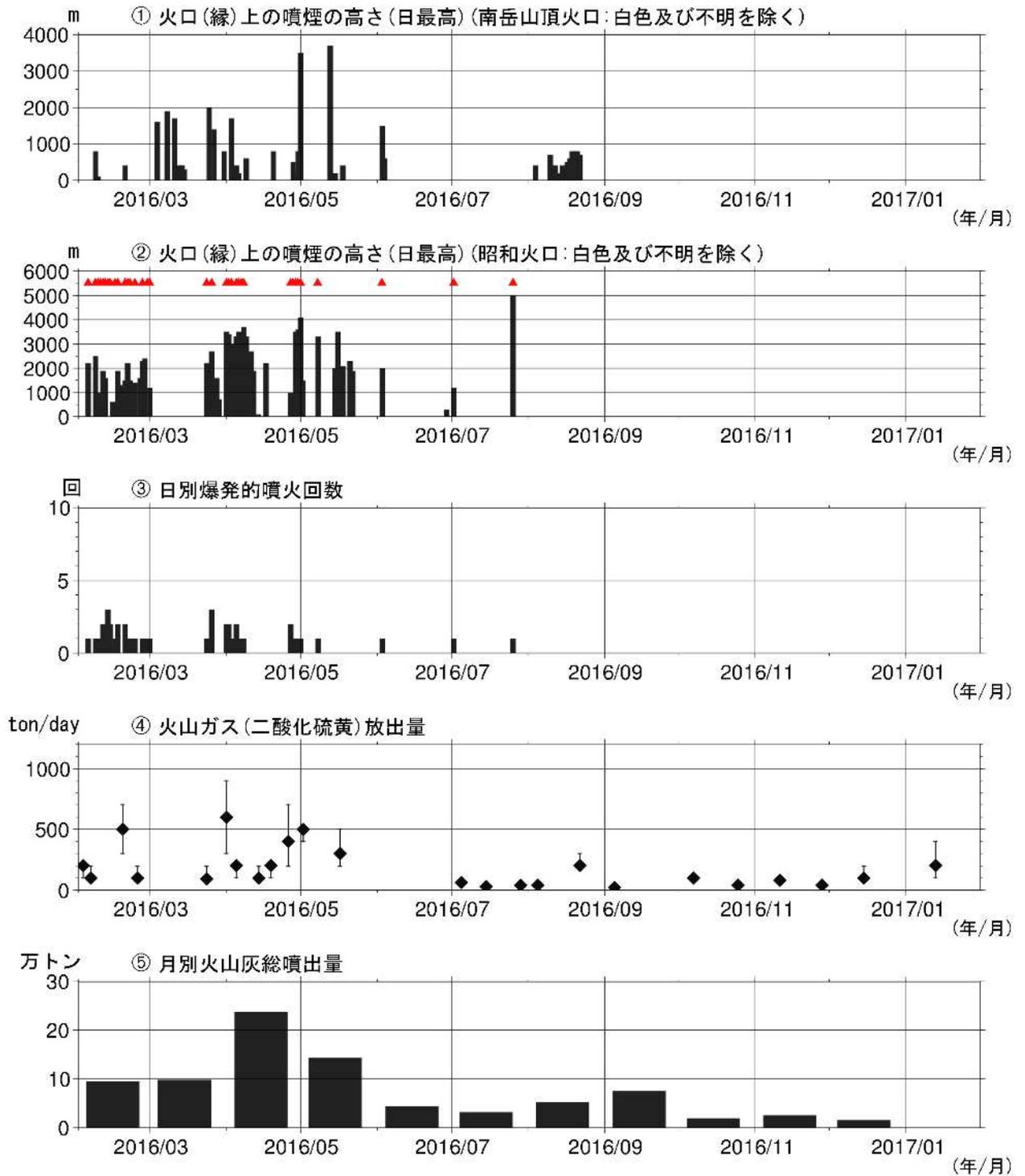
Fig.8 Temporal changes of the Showa crater and Minamidake summit crater. (left : visible images; right : thermal images)

昭和火口周辺の熱異常域の分布に特段の変化はなく、火口底に顕著な高温部は認められなかった。

各画像中の 番号は、第6図に示した撮影位置に対応する。

比較に用いた過去の赤外熱映像の観測領域は、およそ領域A内に対応する。

赤破線内は、2016年2月5日18時56分の爆発的噴火で放出された噴石による高温域である。



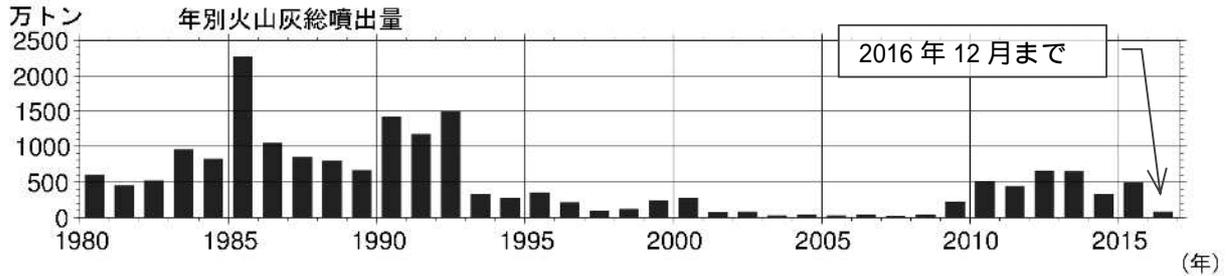
第9図 桜島 最近1年間の活動状況(2016年2月~2017年1月31日)

Fig. 9. Temporal changes of volcanic plume height, ejected ash weight and emitted gas weight (February 2016 – January 31, 2017).

<2016年9月~2017年1月31日の状況>

- ・昭和火口では、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、8月22日以降、ごく小規模な噴火も観測されていない。
- ・火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、9月以降も少ない状態が続いており、20~200トンであった。
- ・火山灰の月別噴出量は少ない状況で推移した。

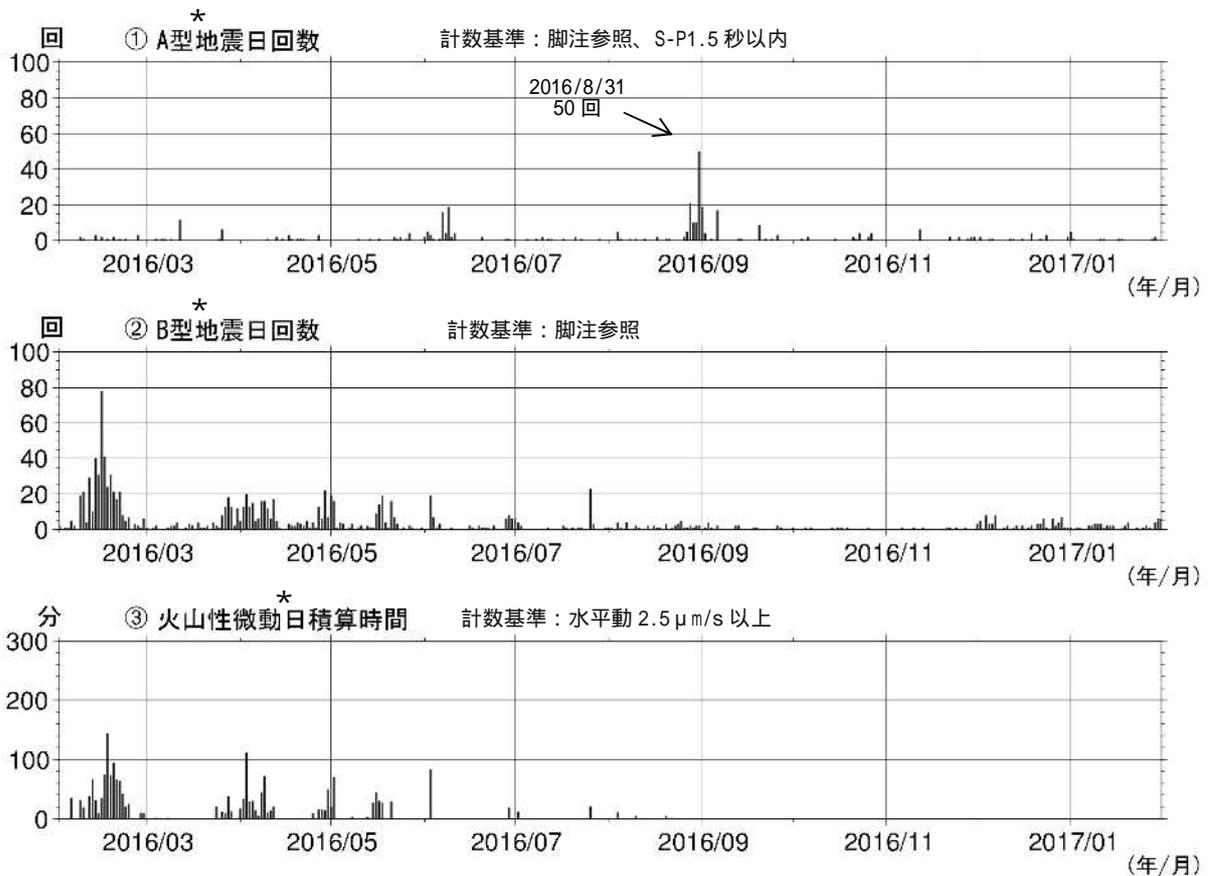
\* 降灰の観測データには、風により巻き上げられた火山灰が含まれている可能性がある。



第10図 桜島 年別の火山灰の総噴出量（1980年～2016年12月）

Fig. 10. Annual weights of volcanic ash ejected from Sakurajima volcano (1980 – December 2016).

2016年の総噴出量は、約87万トンと前年（2016年：約488万トン）と比べ少ない状況で経過した。



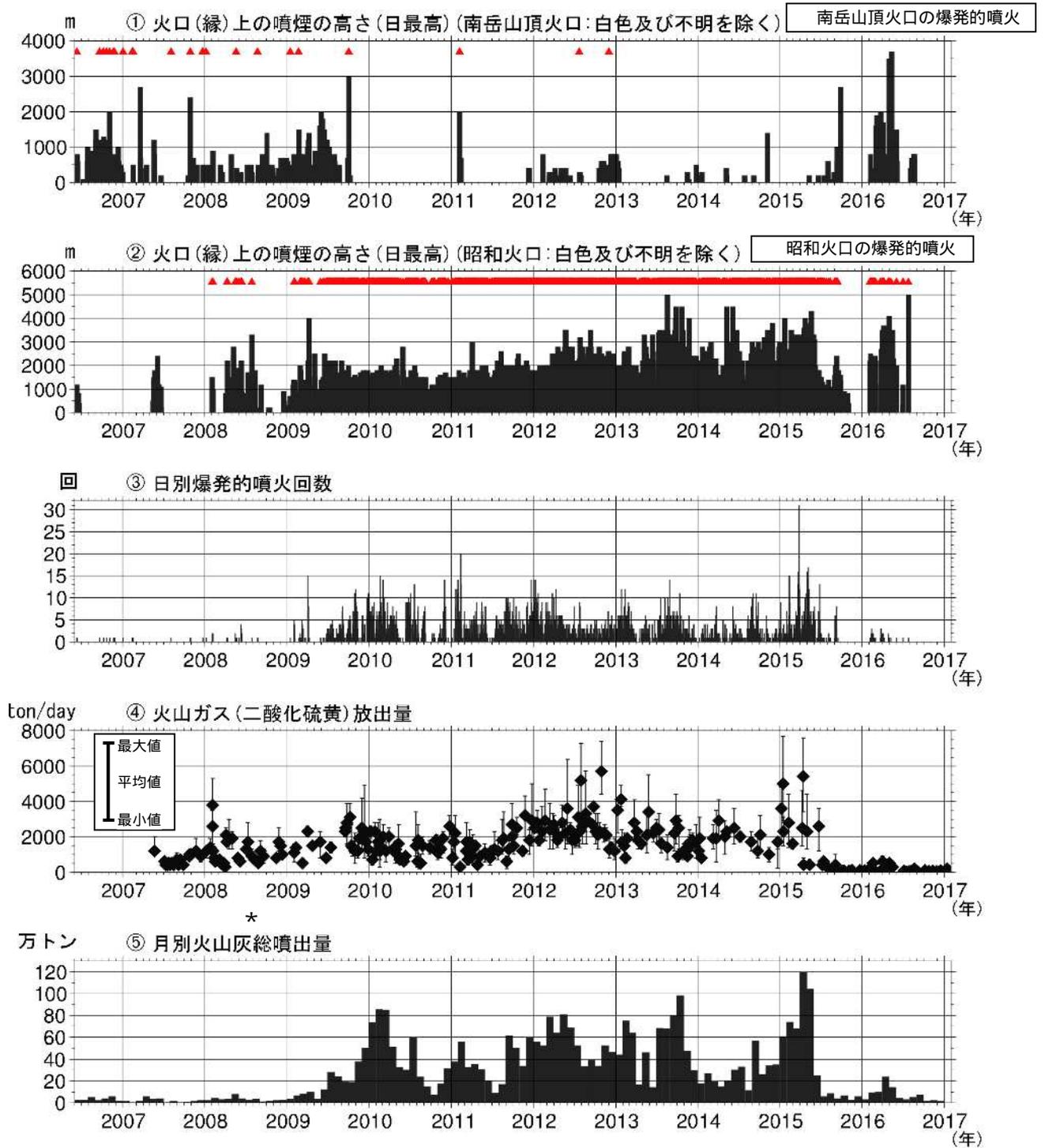
第11図 桜島 最近1年間の地震・微動の状況（2016年2月～2017年1月31日）

Fig. 11. Monthly numbers of volcanic earthquakes and duration of tremors at Sakurajima volcano (February 2016 – January 31, 2017).

<2016年9月～2017年1月31日の状況>

- ・B型地震は少ない状態で経過した。A型地震の9月の月回数は73回と一時的に増加したが、10月以降は月回数15から17回で経過した。
- ・火山性微動は観測されていない。

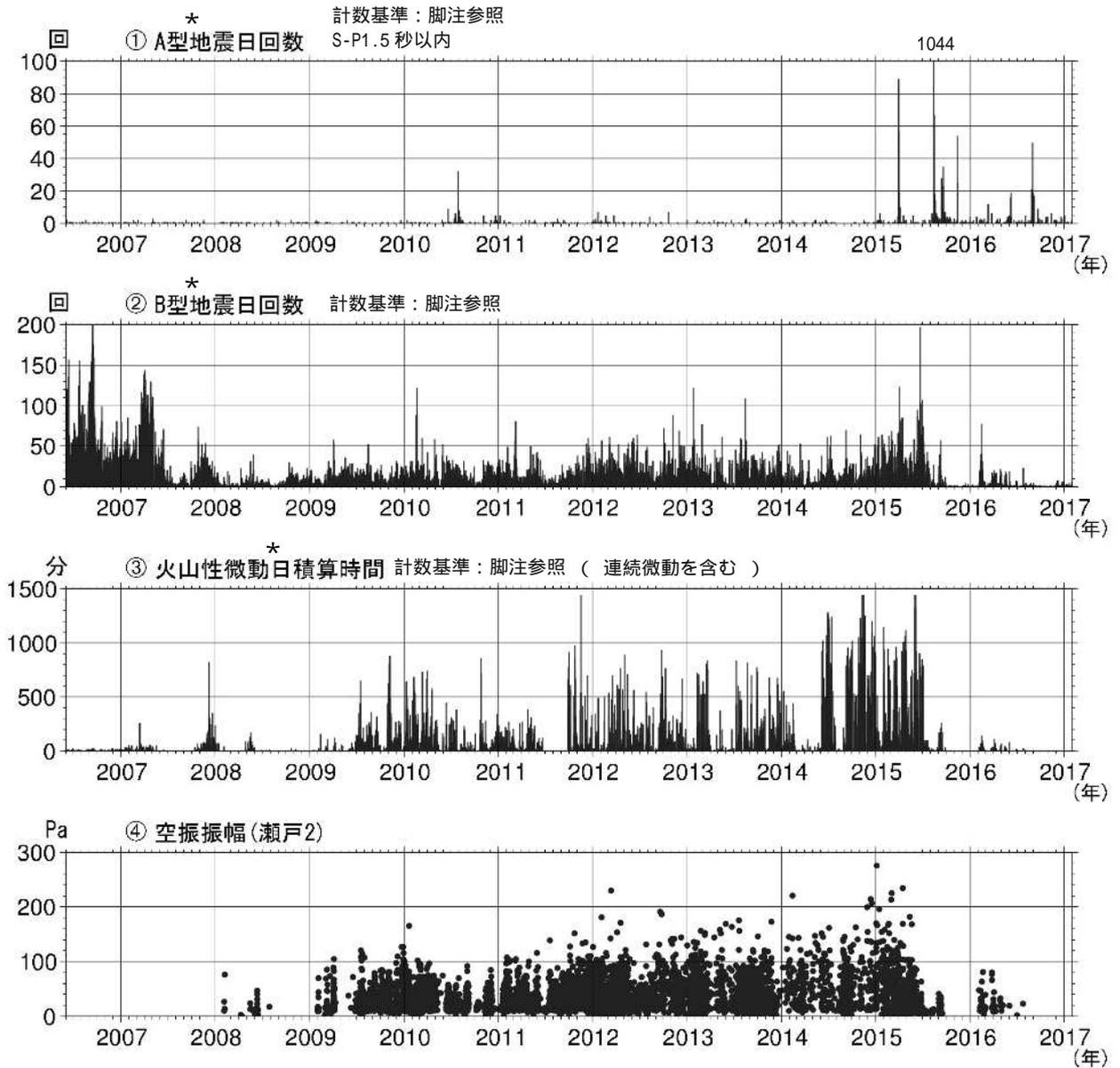
\*2014年5月23日までは「赤生原（計数基準 水平動：0.5 $\mu$ m）及び横山観測点」で計数していたが、24日以降は赤生原周辺の工事ノイズ混入のため「あみだ川及び横山観測点」で計数（計数基準 あみだ川：水平動2.5 $\mu$ m/s 横山：水平動1.0 $\mu$ m/s）している。



第12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~2017年1月31日)

Fig. 12. Temporal changes of ash plume heights, ejected SO<sub>2</sub> gas weights, and ejected ash weights (June 2006 – January 31, 2017).

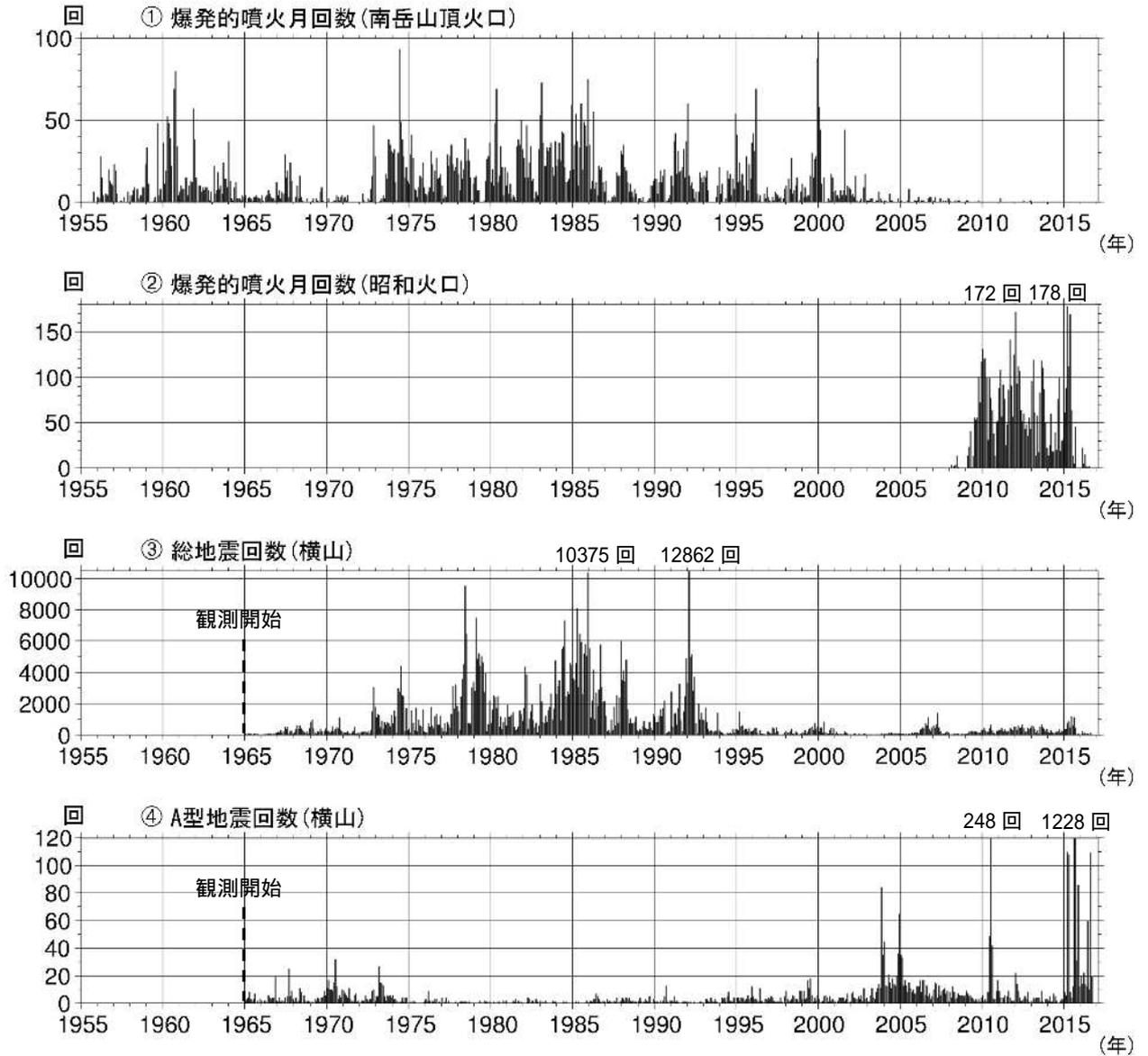
\* 第10図、第12図の火山灰の噴出量の算出は、中村(2002)による。鹿児島県の降灰観測データをもとに鹿児島地方気象台で解析して作成。鹿児島県の降灰観測データの解析は2016年12月までである。周辺に堆積した火山灰が風により観測容器に舞い込んだ可能性がある。



第13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～2017年1月31日)

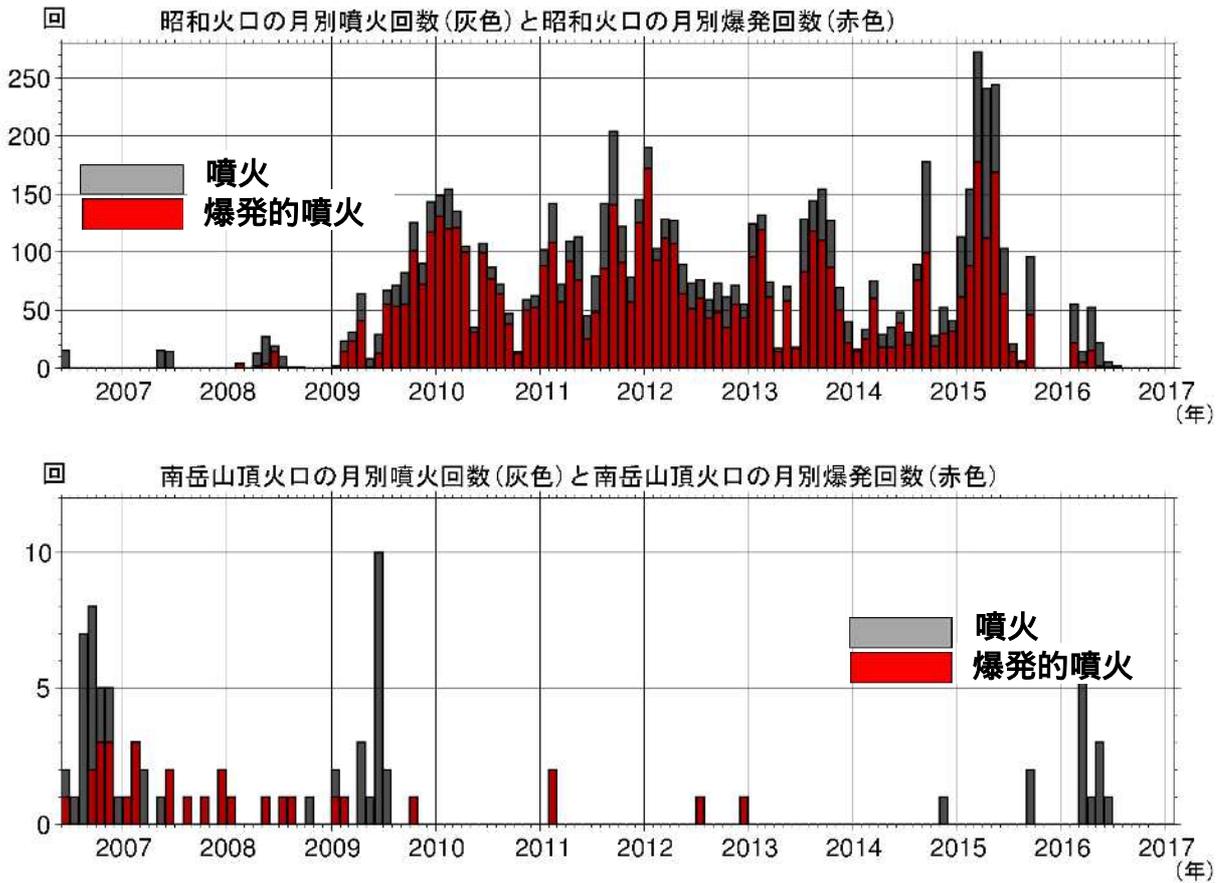
Fig. 13. Monthly numbers of volcanic earthquakes, monthly duration of tremors and amplitude of infrasonic waves (June 2006 – January 31, 2017).

\* 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。



第14図 桜島 長期の活動状況(1955年1月~2017年1月31日)

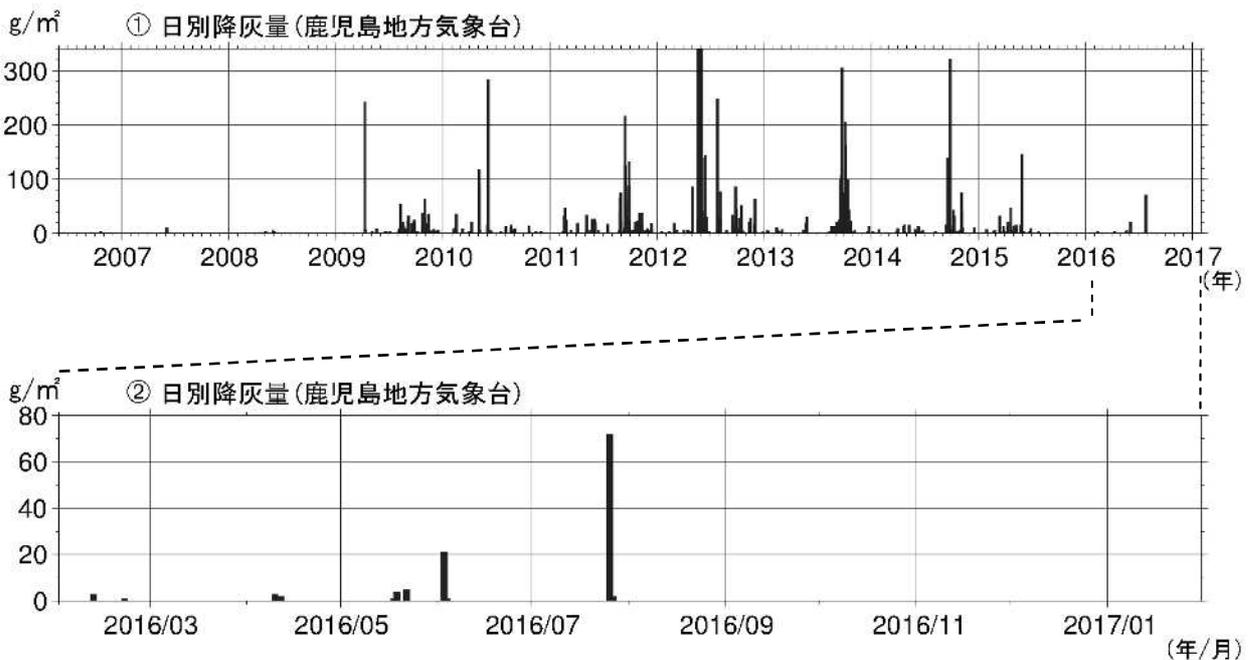
Fig. 14. Annual numbers of explosive eruptions and numbers of earthquakes at Sakurajima volcano (January 1955 – January 31, 2017).



第15図 桜島 昭和火口と南岳山頂火口の月別爆発的噴火回数  
(2006年6月～2017年1月31日)

Fig. 15. Monthly numbers of the explosive eruptions at Showa crater (June 2006 – January 31, 2017).

- ・昭和火口では、噴火は観測されていない。
- ・南岳山頂火口では、噴火は観測されていない。

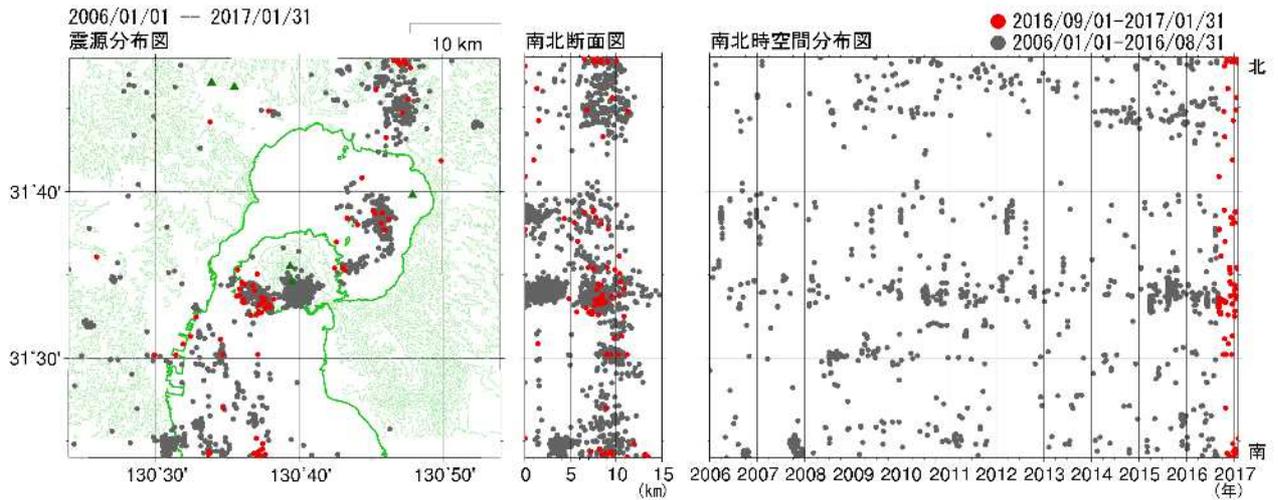


第16図 桜島 鹿児島地方気象台での降灰量(2006年6月～2017年1月)

Fig. 16. Dairy weights of volcanic ash fall observed at Kagoshima Local Meteorological Office (June 2006 - January 31, 2017).

2016年9月以降、降灰は観測されていない。

桜島



第17図 桜島 一元化震源による桜島周辺の震源分布図

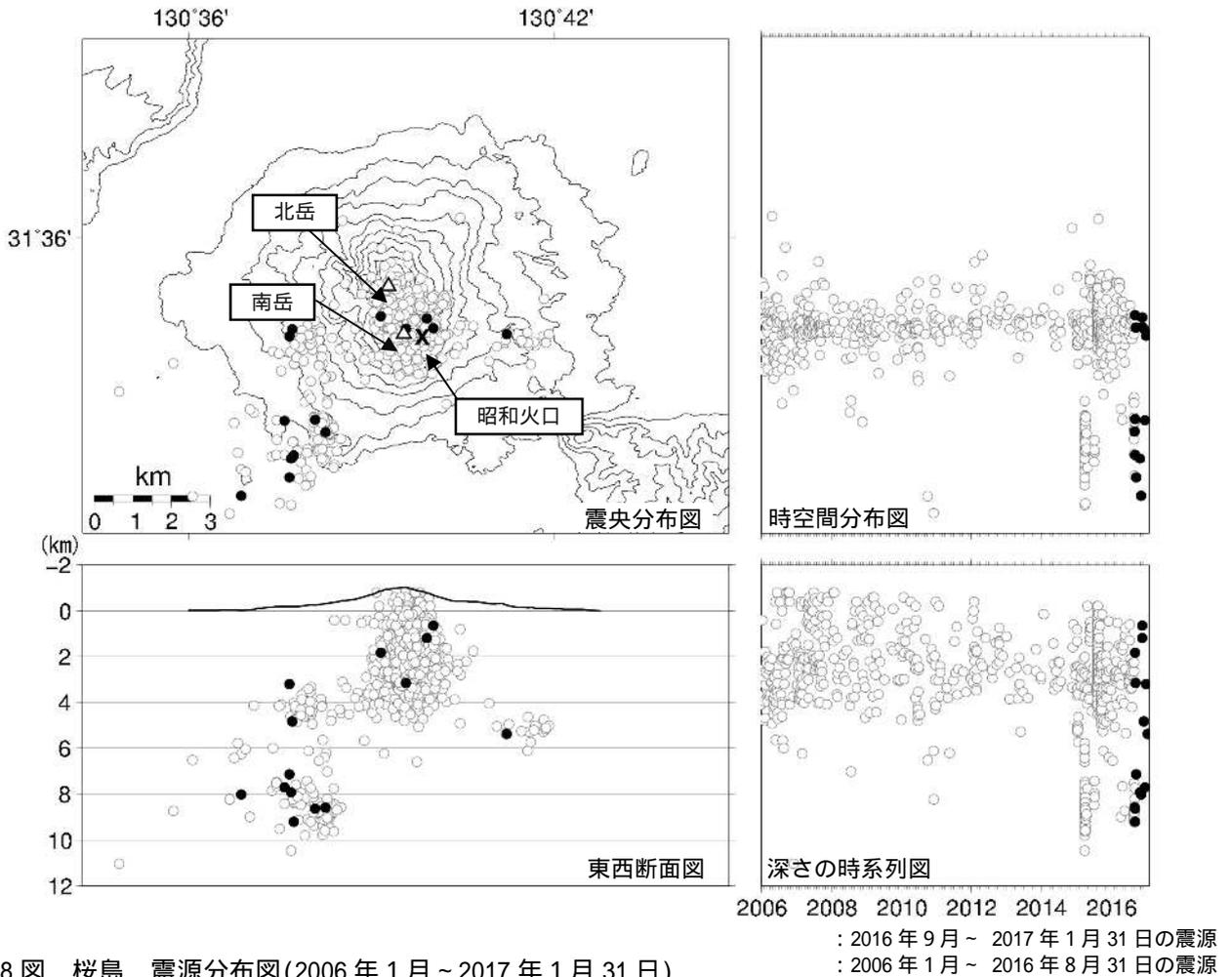
Fig. 17. Hypocenter distribution in Sakurajima (January 1, 2006 – January 31, 2017)

< 2016年9月～2017年1月31日の状況 >

震源は、桜島の南西から北東方向の湾内にも分布した。

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

\* 表示している震源には、震源決定時の計算誤差の大きなものがある。



第18図 桜島 震源分布図(2006年1月～2017年1月31日)

Fig. 18. Hypocenter distribution of volcanic earthquakes in and around Sakurajima island (January 2006 – January 31, 2017).

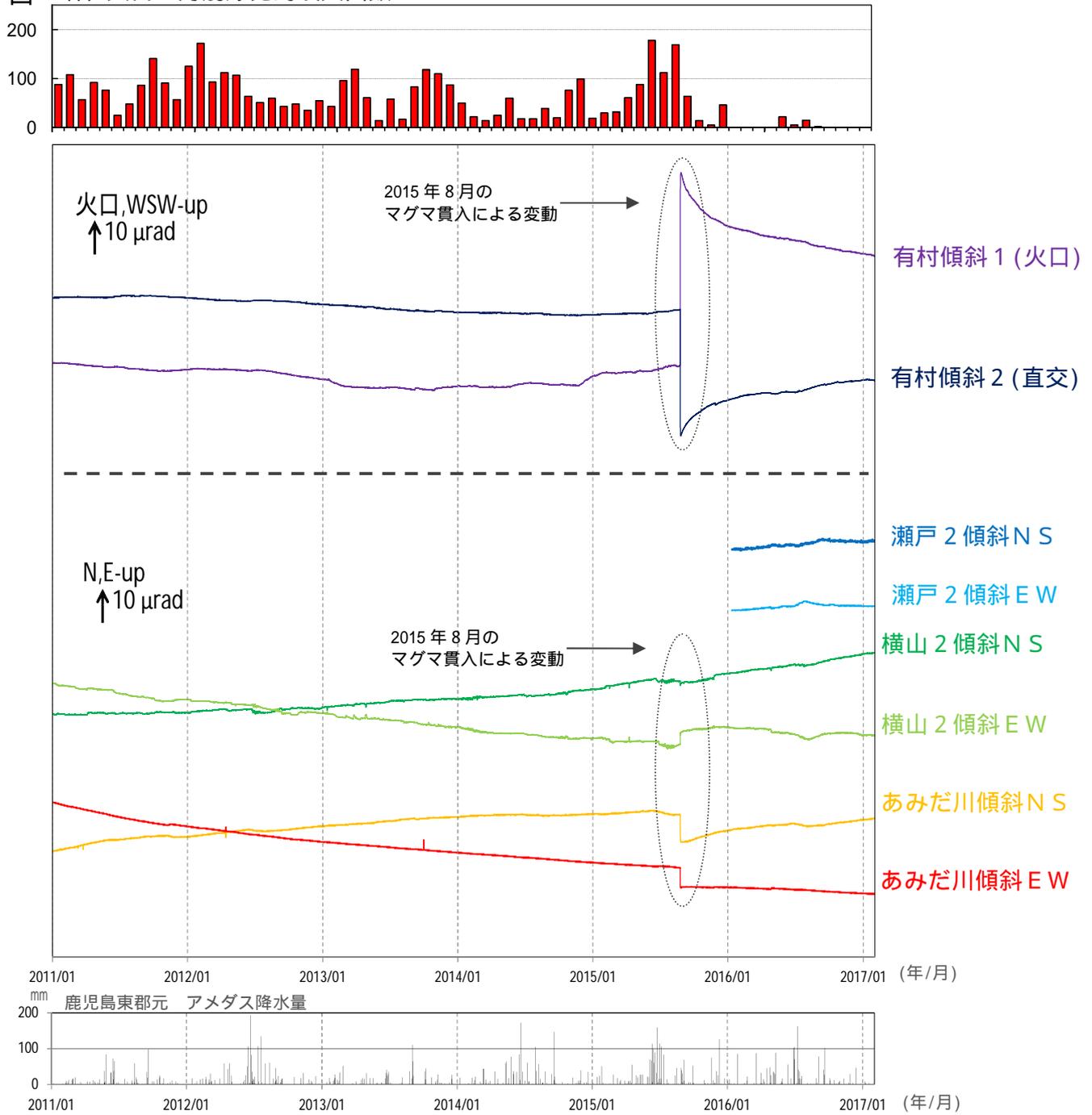
< 2016年9月～2017年1月31日の状況 >

震源は、南岳直下の海拔下0～5 km 付近、桜島南西部の海拔下7～10 km 付近、桜島西部の海拔下4 km 付近、及び桜島東部の5 km 付近に分布した。

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

決定された地震は全てA型地震である。この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図50mメッシュ(標高)』を使用した。

回 昭和火口の月別爆発的噴火回数

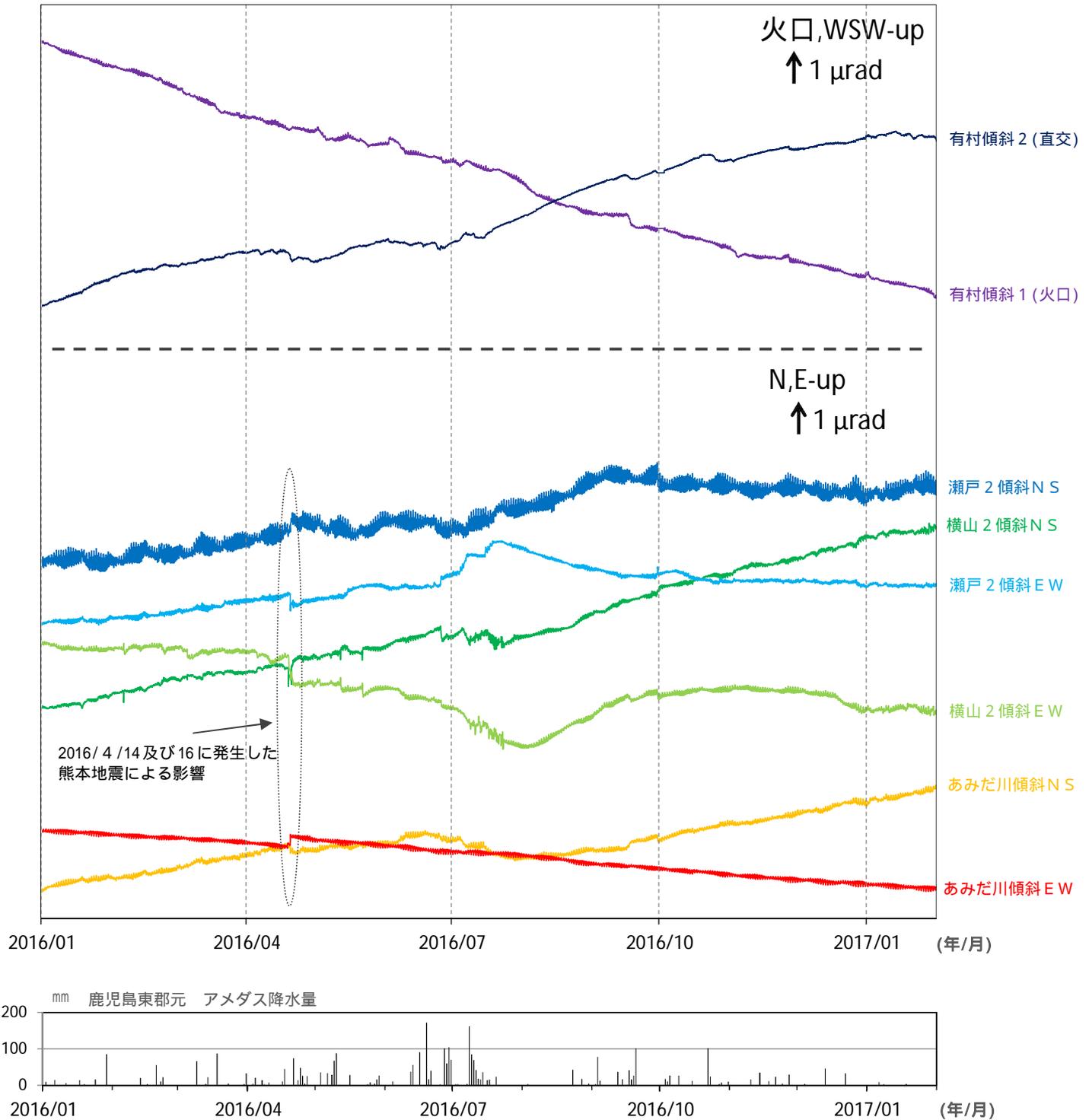


第19図 桜島 昭和火口の月別爆発回数及び傾斜変動(2011年1月～2017年1月31日)  
 Fig. 19. Tilt records at Arimura station, Amidagawa station, Yokoyama-2 station(top) and daily amounts of precipitation (lower) from January 2011 – January 31, 2017).

2015年8月15日の変動の後には有村観測坑道のデータに山下がりの傾向が顕著にみられる。

\* 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。

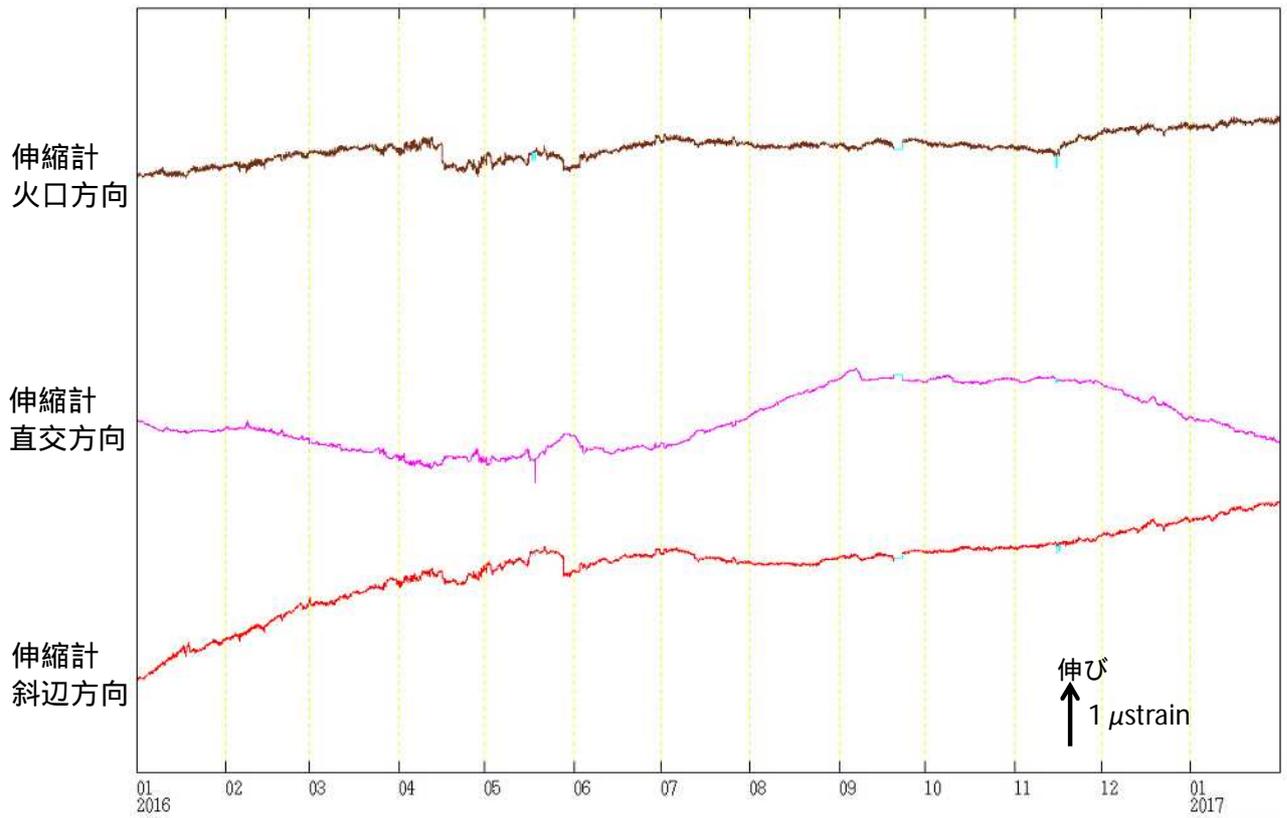
\* グラフは時間値を使用し潮汐補正済み。



第 20 図 桜島 傾斜変動(2016 年 1 月 ~ 2017 年 1 月 31 日 前図の期間後半部の拡大)

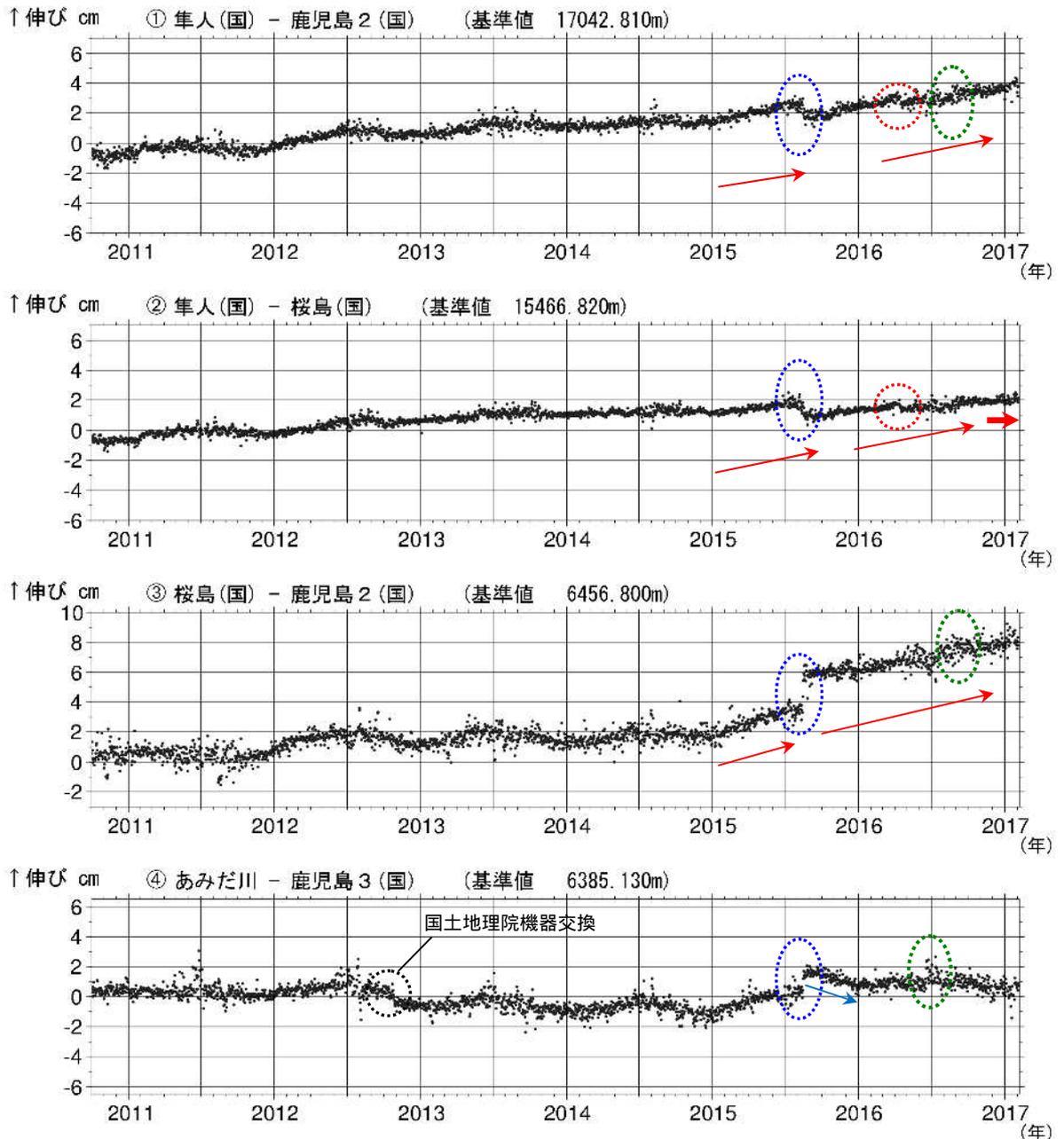
Fig. 20. Tilt records observed at Arimura station, Amidagawa station, Yokoyama-2 station (January 2016 – January 31, 2017).

- ・ 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 2016 年 7 月下旬頃からわずかな山上がりの傾向がみられたが、10 月頃から停滞している。
- \* 瀬戸 2 は 2015 年 3 月 26 日にセンサー交換を行ったため、データが安定した 2016 年 1 月 1 日以降のデータを使用した。
- \* グラフは時間値を使用し潮汐補正済み。



第 21 図 桜島 有村観測坑道の伸縮計の変化 (2016 年 1 月 1 日 ~ 2017 年 1 月 31 日)  
Fig.21 An example of strain records associated with explosions at Showa crater (January 2016 – January 31, 2017).

伸縮計では、山体の膨張を示す変化は認められませんでした。



第22-1図 桜島 GNSS連続観測による基線長変化(2010年10月~2017年2月7日)  
 Fig. 22-1. Temporal change of the baseline distances measured by continuous GNSS observation (October 2010 - February 7, 2017).

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(図中の赤矢印)は、2016年11月頃から一部の基線では鈍化(第22-1図の赤太矢印)が認められるものの、継続している。島内では、2015年8月の急激な山体膨張の変動以降、山体の収縮傾向(図中の青矢印)がみられていたが、2016年1月頃から停滞している。

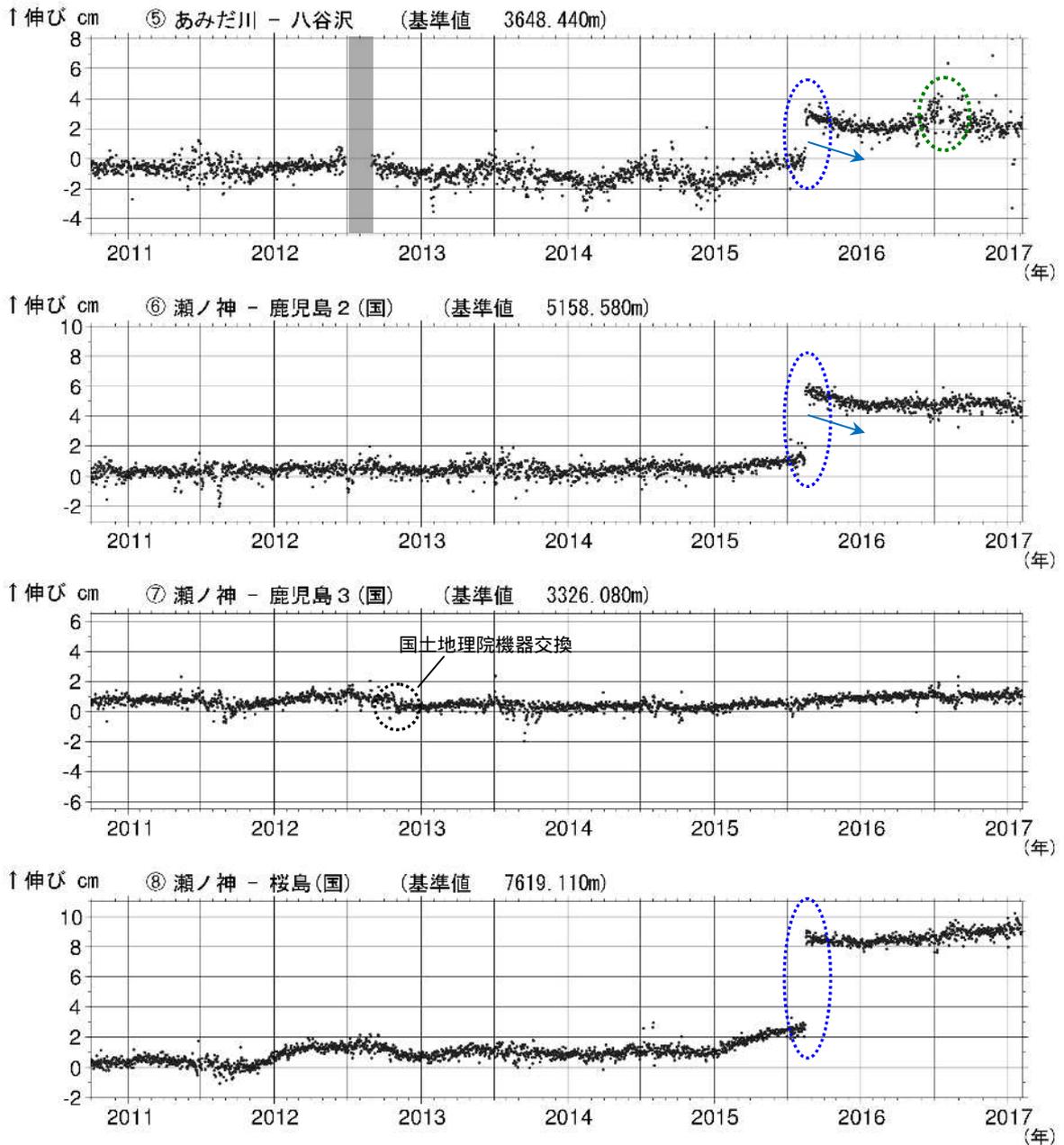
解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。

(国): 国土地理院の観測点を示す。

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

この基線は第23図の ~ 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。

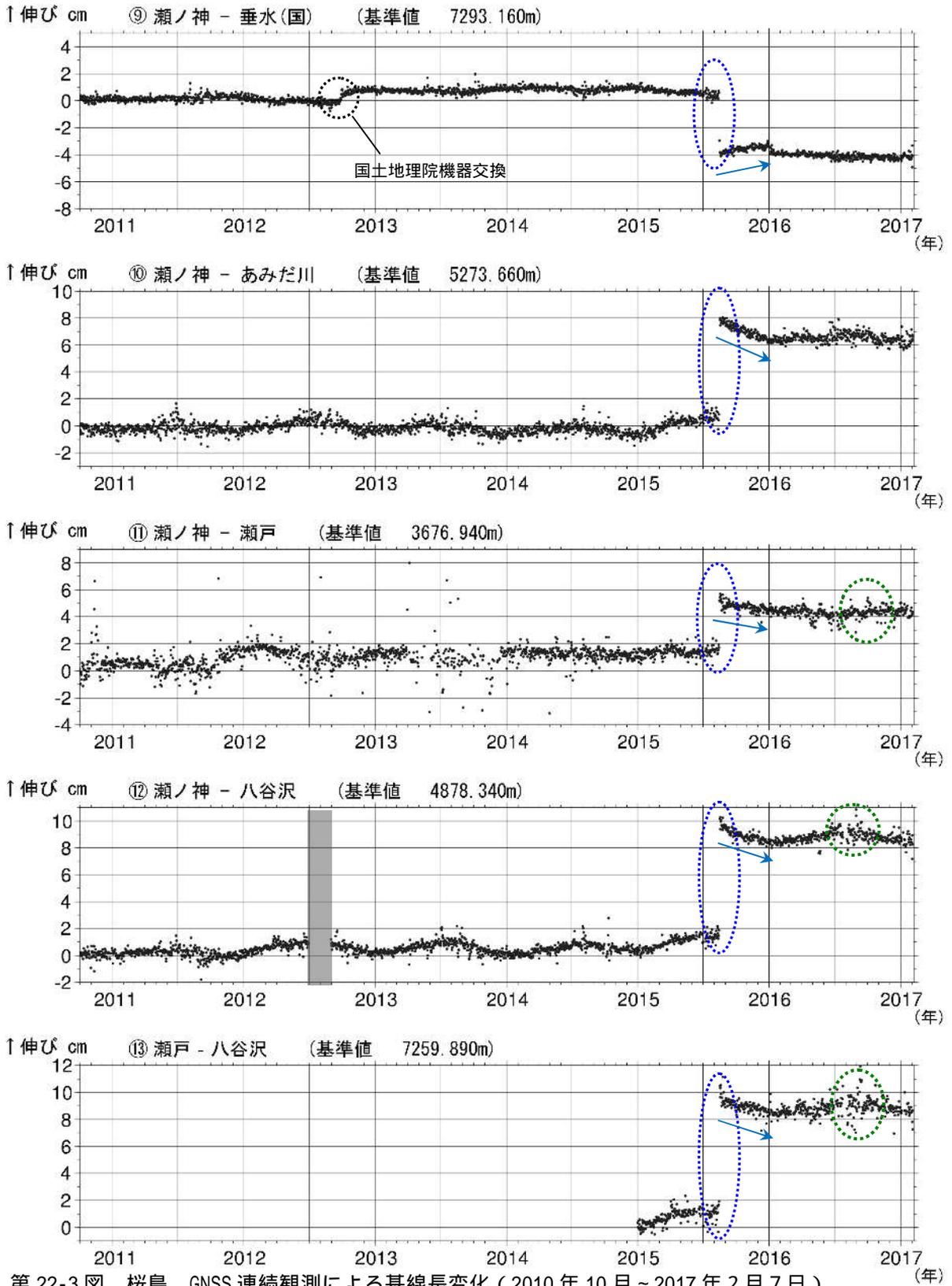
この基線は2012年10月26日に鹿児島3(国)のアンテナ交換を行っている。



第22-2図 桜島 GNSS連続観測による基線長変化(2010年10月~2017年2月7日)

Fig. 22-2. Temporal change of the baseline distances measured by continuous GNSS observation (October 2010 – February 7, 2017).

島内では、2015年8月の急激な山体膨張の変動以降、山体の収縮傾向(図中の青矢印)がみられていたが、2016年1月頃から停滞している。  
 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。  
 緑色の破線内は気象の影響による乱れとみられる。青色の破線内は2015年8月のマグマ貫入による変動である。灰色の部分は機器障害による欠測を示す。  
 この基線は第23図の ~ 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。  
 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。



第22-3図 桜島 GNSS連続観測による基線長変化(2010年10月~2017年2月7日)  
 Fig. 22-3. Temporal change of the baseline distances measured by continuous GNSS observation (October 2010 - February 7, 2017).

島内では、2015年8月の急激な山体膨張の変動以降、山体の収縮傾向(図中の青矢印)がみられていたが、2016年1月頃から停滞している。

解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。

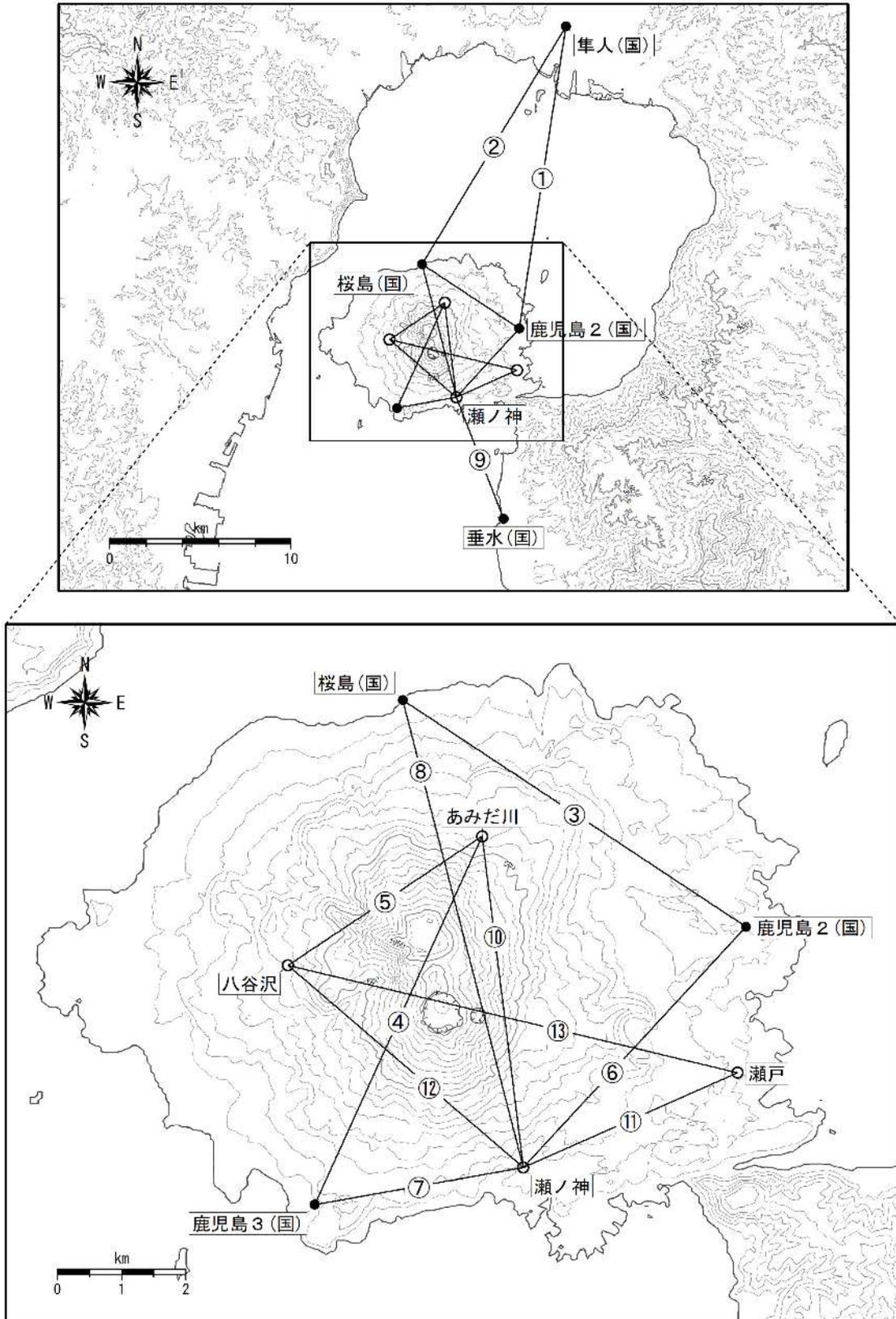
(国): 国土地理院の観測点を示す。

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

この基線は第23図の ~ 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。

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。

桜島



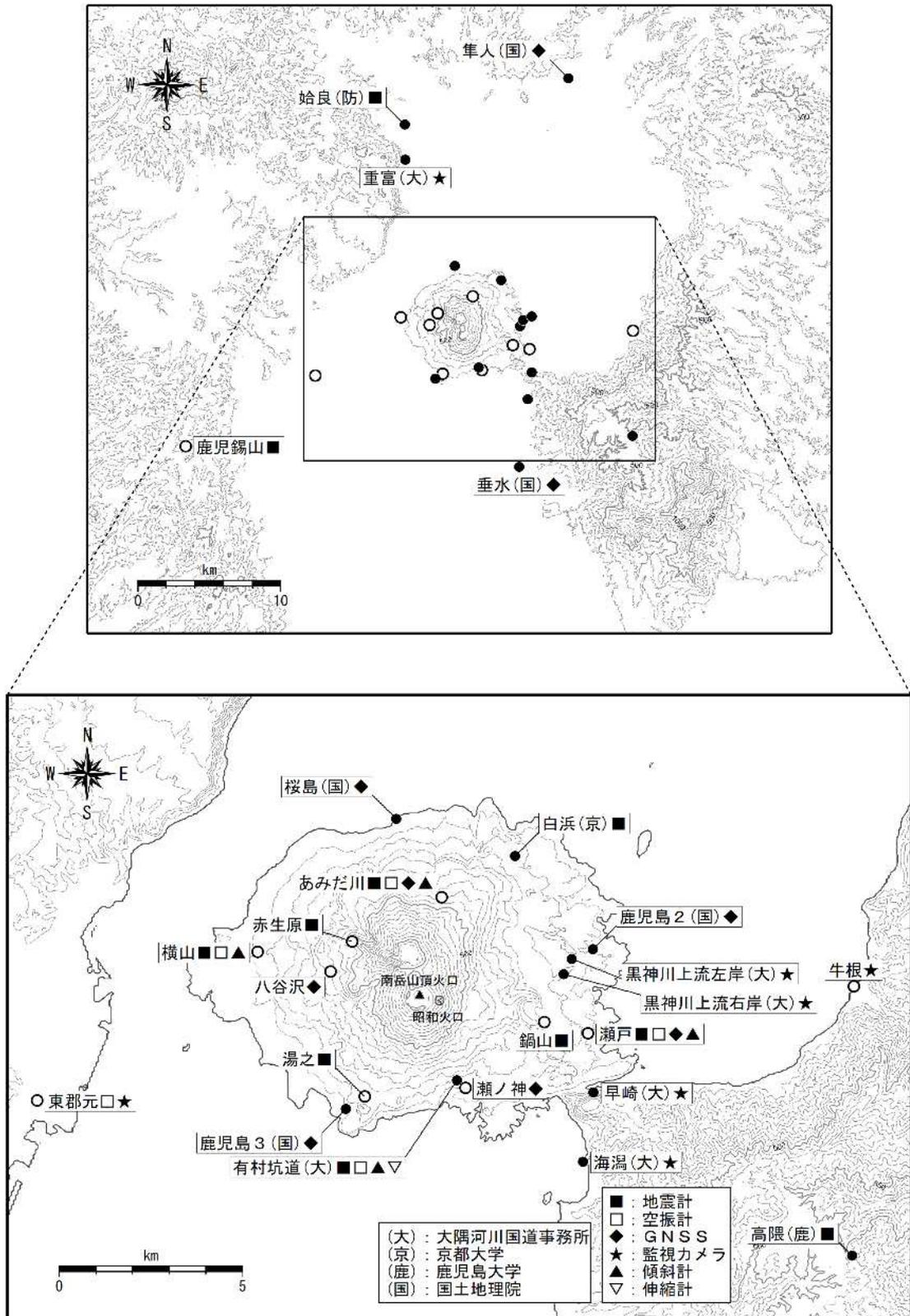
第23図 桜島 GNSS連続観測基線図

Fig. 23. Baselines of the continuous GNSS observation.

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。

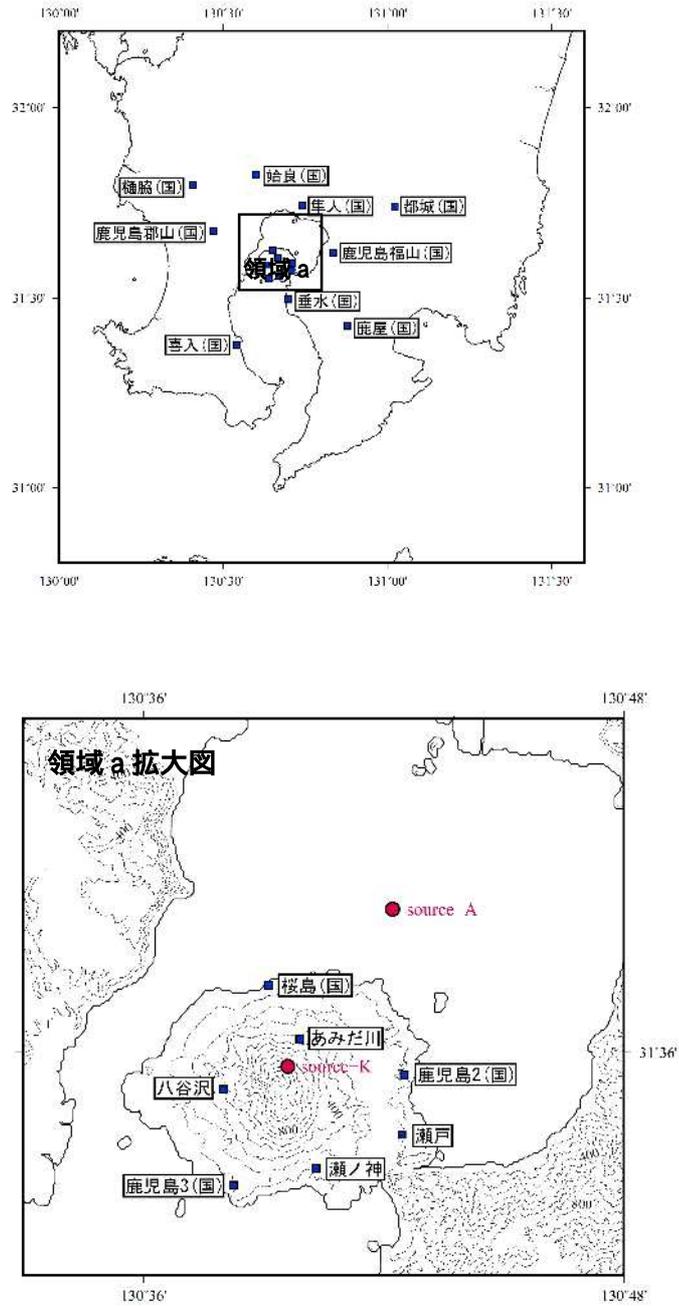
桜島島内及び始良カルデラ周辺の気象庁・国土地理院の9観測点の基線による観測を行っている。



第24図 桜島 観測点配置図

Fig. 24. Location map of permanent observation sites in and around Sakurajima.

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。



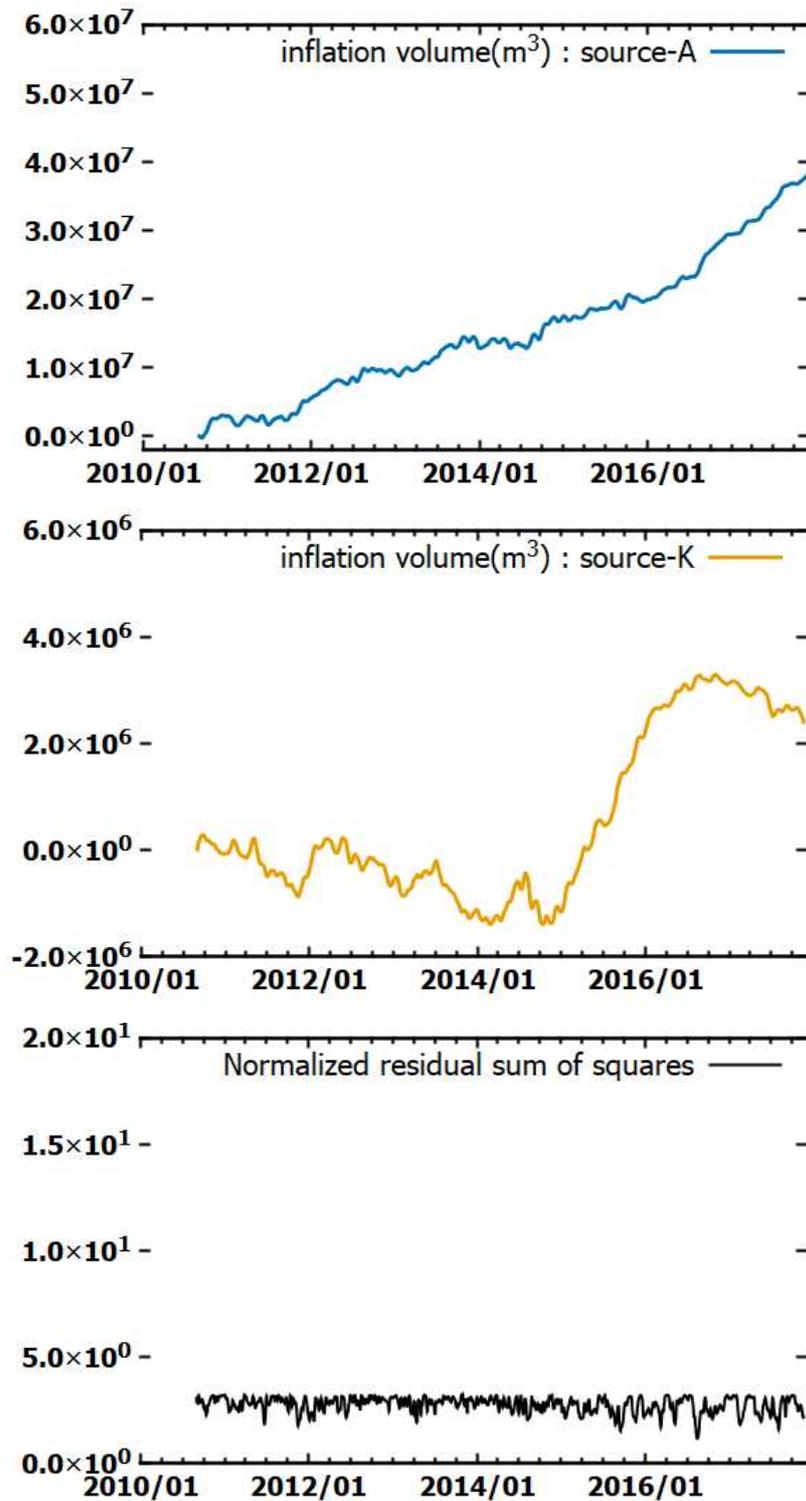
第25図 桜島 桜島 解析に用いたGNSS観測点位置及び固定した膨張源の位置図

・膨張源はいずれも茂木モデル(ポアソン比:0.25)を仮定し、モデルの中心位置を固定し、体積増加量のみを算出した。

(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

Fig. 25. Location of the fixed spherical source, aira source and kitadake source, and gnss site that used to estimate volume change.

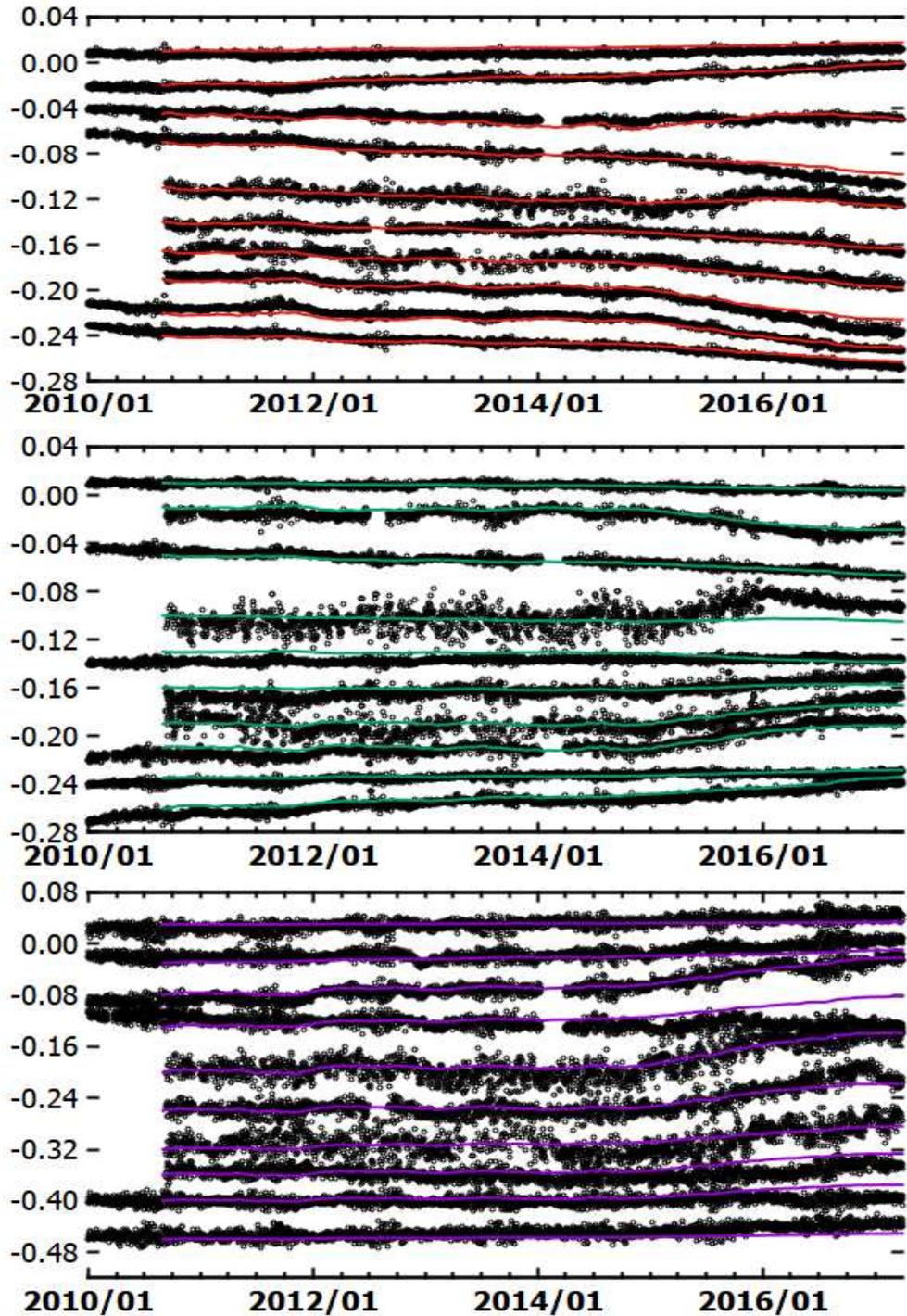


第26図 桜島 インバージョン解析により推定した膨張源の体積増加量

(2010年9月～2017年3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1月頃から徐々にレートが減少し始め、2016年10月頃からはほぼ横ばいとなっている。
- \* 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及び2016年4月の熊本地震の非静的・余効変動の効果は補正量を推定し、除去している。

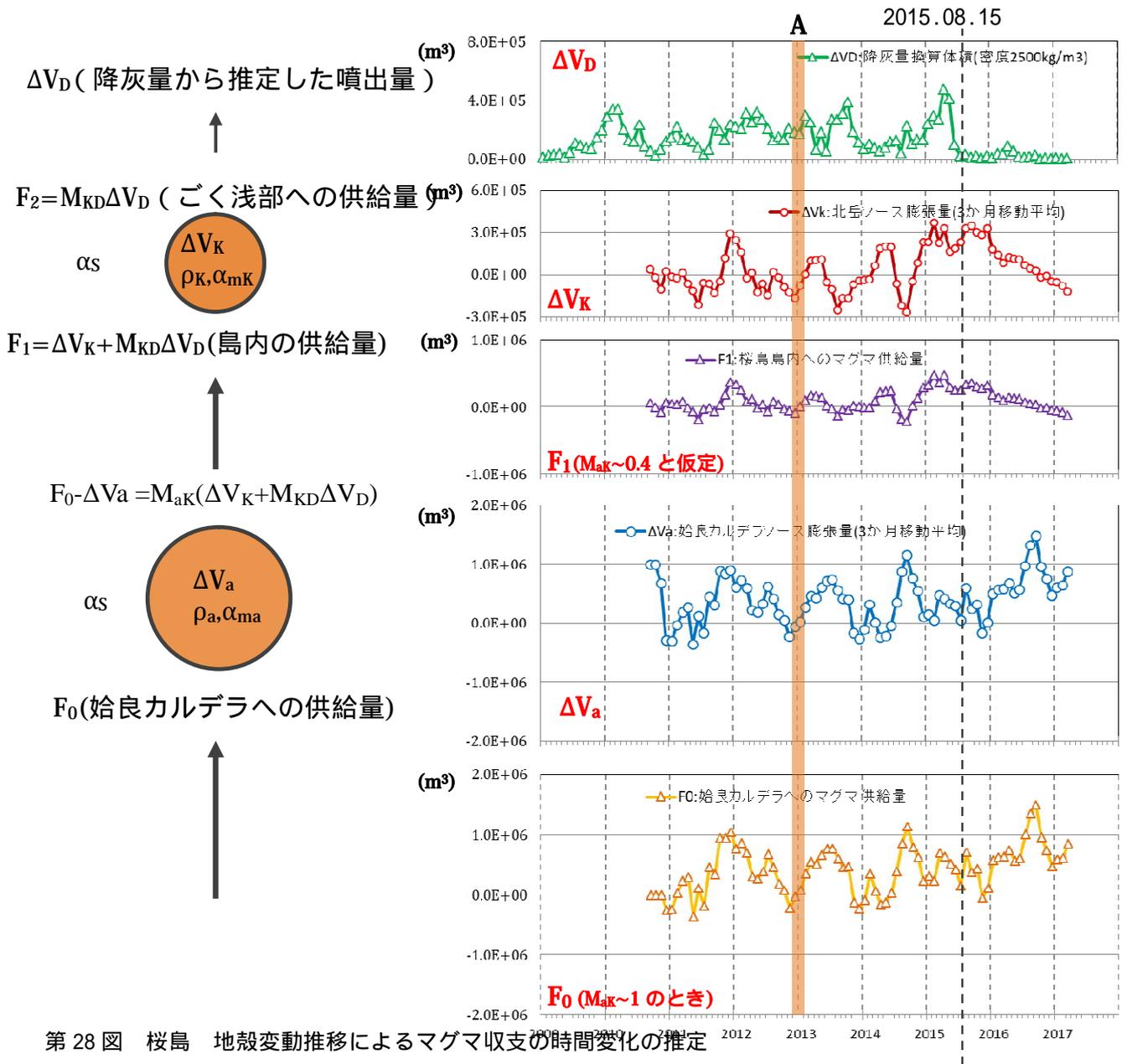
Fig. 26. Temporal changes of inflation and deflation volume that fixed spherical source, aira source and kitadake source.



第27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：インバージョンによる推定値)

- ・桜島島内北部の一部観測点では、2015年1月からの隆起傾向が継続している。
- ・島内の一部観測点では2017年7月頃に非常にわずかな収縮変化が認められる。

Fig. 27. Calculated and observed displacement for each gnss site.



第28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

- \* 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、元のマグマ(密度2500kg/m<sup>3</sup> 仮定)の体積を推定した。
- \* 放出体積 VD を北岳ソースの位置での体積変化量に換算するため、始良カルデラソースの体積の変化が乏しい時期(図中のA)を利用して MKD ~ 0.4 と推定した。これにより島内へのマグマ供給量 F1 を推定した。
- \* 始良カルデラソースからある質量のマグマが上昇し、北岳ソースに共有された際のソース周囲の岩石の体積変動比 MaK は、マグマの密度 a、K、マグマの圧縮率 ma、mK、周囲の岩石の圧縮率 s を用い、 $MaK = Va / VD = (a / K)(1 + a/1 + K)$  (ここで  $a = ma / s$ ,  $K = mK / s$ ) であり、上方へのマグマ供給系では  $(a / K) > 1$ 、 $(1 + a/1 + K) < 1$  が予想されるため、発泡度、揮発性分量、圧力などによって変化するが、MaK = 1 と仮定し、島内へ供給されたマグマの始良カルデラにおける換算体積 F0 及び始良カルデラへのマグマ供給量 F0 を推定した。
- ・ 桜島島内へのマグマ供給量 (F1) は2015年後半から次第に減少している。
- ・ 2014年下半期~2015年頃から始良カルデラへのマグマ供給量 (F0) の平均はやや増加し、その後は概ね横ばいで推移している。

Fig. 28. Temporal changes of estimated magma flux by the inflation and deflation volume.