

桜島—2013年2月～5月の火山活動—*

Volcanic Activity of Sakurajima Volcano – February–May, 2013–

鹿児島地方気象台

福岡管区気象台 火山監視・情報センター

Kagoshima Local Meteorological Observatory, JMA

Volcanic Observation and Information Center,

Fukuoka District Meteorological Observatory, JMA

・噴煙、噴火活動（第2～5図-①～④、第7図-①～④、第9図-①②、第1表）

昭和火口では、爆発的噴火¹⁾を含む噴火²⁾が、1月から3月中旬にかけて多い状態で経過したが、4月は一時的に減少した。噴火は2月132回、3月74回、4月は17回、5月は70回で、合計293回発生した。そのうち爆発的噴火は、2月119回、3月61回、4月は14回、5月は58回で、合計は252回であった。5月8日16時27分の爆発的噴火では、やや多量の噴煙が火口縁上3,300mまで上がった。大きな噴石が3合目（昭和火口から1,300～1,800m）まで達する爆発的噴火は、11回発生した。火口周辺にとどまる程度のごく小規模な火砕流が、2月23日04時10分（東へ約400m流下）と5月30日20時20分（東へ約700m流下）に発生した。

南岳山頂火口では、噴火は発生しなかった。

昭和火口では、夜間に高感度カメラで明瞭に見える火映を時々（計49日間）観測した。

・地震、微動、空振活動（第6図、第8図、第9図-③④、第10図、第2表）

B型地震は、概ね少ない状態で経過した。A型地震も少ない状態で経過した。震源は、主に南岳直下の海拔下2～4kmに分布した。

噴火に伴う火山性微動が発生しており、その継続時間は、2月に87時間07分、3月に139時間08分であったが、4月は4時間41分と大きく減少した。5月は14時間21分であった。また、調和型の火山性微動は7回発生したが、いずれの振幅も小さかった。

瀬戸空振計（昭和火口の南東約4kmに設置）で100Paを超える空振を伴う爆発的噴火は20回発生し、そのうち最大は、5月30日20時20分の爆発的噴火時の169Paであった。

・地殻変動（第12～16図）

島内の傾斜計による地殻変動観測では、2012年8月頃から山体の沈降の傾向となっていたが、2013年1月頃から停滞し、2月頃から隆起の傾向となっている。火山灰の放出量が2013年2月から3月頃にわずかに増加し、桜島直下へのマグマの供給量は、2012年8月から2013年1月まではほぼ一定であったが、2月から3月頃は一時的に増加したと推定される。

大隅河川国道事務所の有村観測坑道及び京都大学防災研究所のハルタ山観測総合坑道に設置している傾斜計及び伸縮計では、5月27日頃から山体の膨張と考えられるわずかな変化が認められたが、5月31日頃から変化は鈍化し6月2日（期間外）頃から停滞している。このことから今回の山体の膨張による噴火の可能性は低くなった。

GPSによる地殻変動観測では、2012年10月頃から桜島島内にわずかな縮みの傾向が続いたが、2013年1月頃から鈍化し2月頃から膨張に転じている。また、始良カルデラ（鹿児島湾奥部）の膨張を示す伸びの傾向は、2012年11月頃から停滞していたが2013年2月頃から再び伸びとなっている。

・火山ガスの状況（第5図-⑤、第7図-⑤、第15図）

二酸化硫黄の1日あたりの放出量は、2月800～1,900トン、3月2,800トン、4月1,600～2,300トン、5月は2,100～3,400トンと概ね多い状態で経過した。

* 2013年7月17日受付

・降灰の状況（第5図-⑥、第7図-⑥、第11図、第15図、第17図、第3表）

鹿児島地方気象台における観測³⁾では、2月に24g/m²（降灰日数6日）、3月に8g/m²（降灰日数5日）、4月に0g/m²（0.5g/m²未満、降灰日数1日）、5月は74g/m²（降灰日数13日）の降灰を観測した。

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総噴出量は、2月約80万トン、3月約60万トンとやや多い状態で経過したが、4月は約20万トンと減少した。

・昭和火口及び南岳山頂火口の状況（第18～21図）

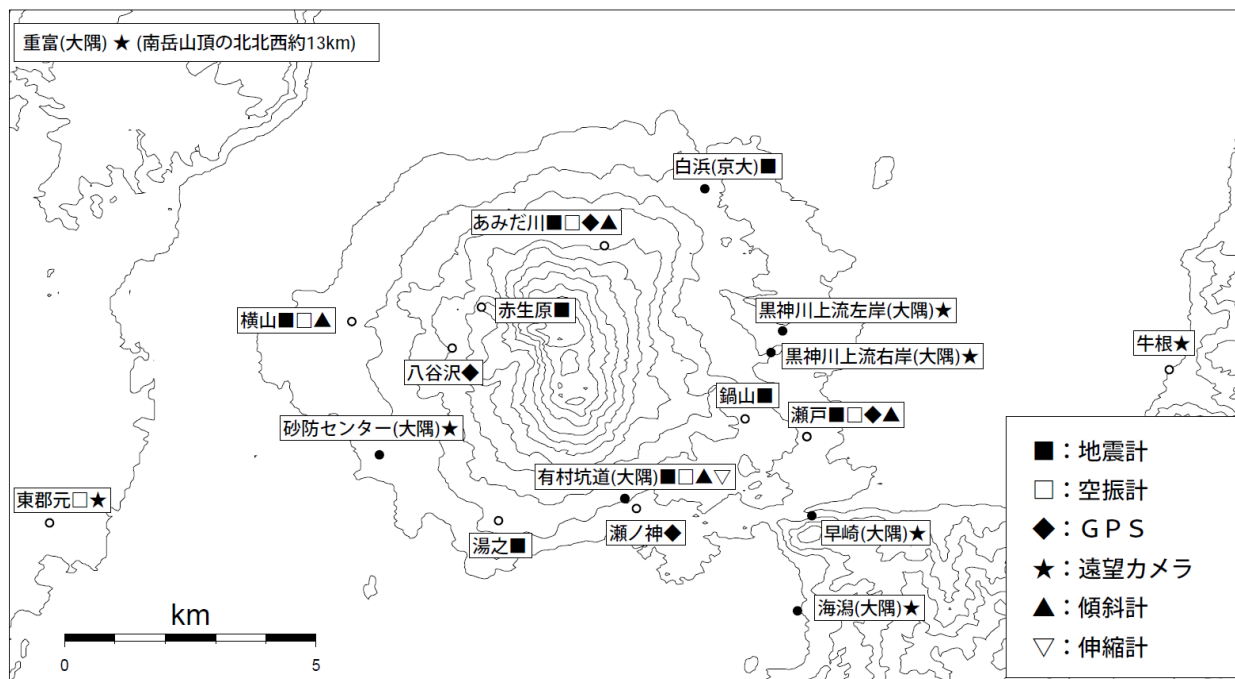
2月13日、5月21日に海上自衛隊第72航空隊鹿屋航空分遣隊の協力を得て、3月8日に鹿児島県の協力を得て上空からの観測を実施した。2月13日、3月8日は、噴煙のため南岳山頂火口および昭和火口の火口内の状況は不明であった。火口周辺の状況に特段の変化は認められなかった。5月21日は、昭和火口から灰白色の噴煙が勢いよく噴出していた。赤外熱映像装置によると、火口内には噴煙の噴出口及び噴出物に対応すると考えられる高温域(250℃以上)が認められた。南岳山頂火口及び昭和火口周辺の状況に特段の変化は認められなかった。

3月19日に桜島の黒神河原において夜間の現地観測を実施した。昭和火口内及びその周辺の熱異常域は、前回(1月30日)と比べて特段の変化は認められなかった。

5月13日には、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。前回(1月29日)に行った火口形状の観測に比べて、昭和火口の西側の南岳山頂火口との境の峰がわずかに低くなっていた。火口幅の最大は約400mで、前回観測時と比べ大きな変化は認められなかった。

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

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、鹿児島大学、京都大学、独立行政法人防災科学技術研究所及び鹿児島県のデータを利用して作成した。



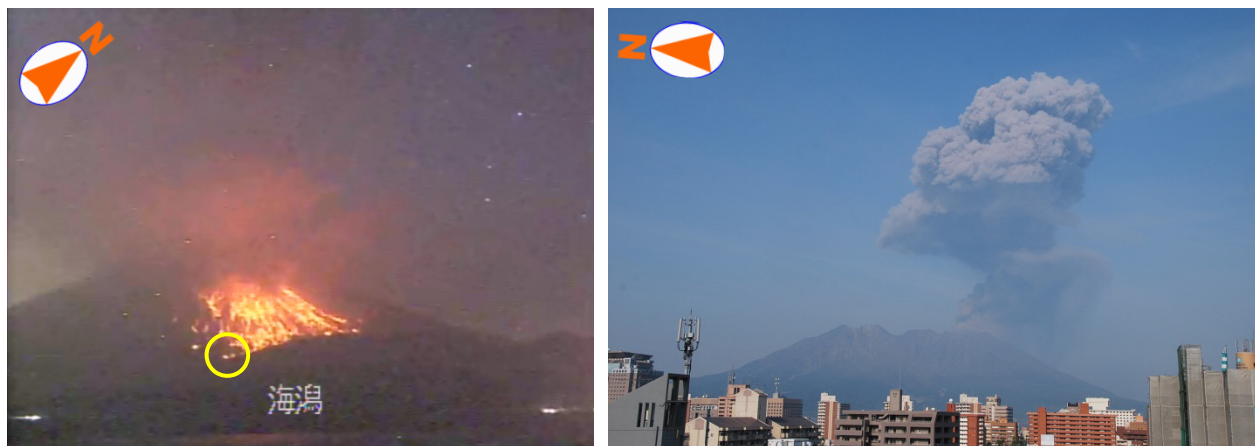
第 1 図 桜島 観測点配置図

Fig.1 Location map of permanent observation sites in and around Sakurajima.

(大隅)：大隅河川国道事務所設置、(京大)：京都大学防災研究所設置

(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。



第 2 図 桜島 昭和火口の爆発的噴火の状況

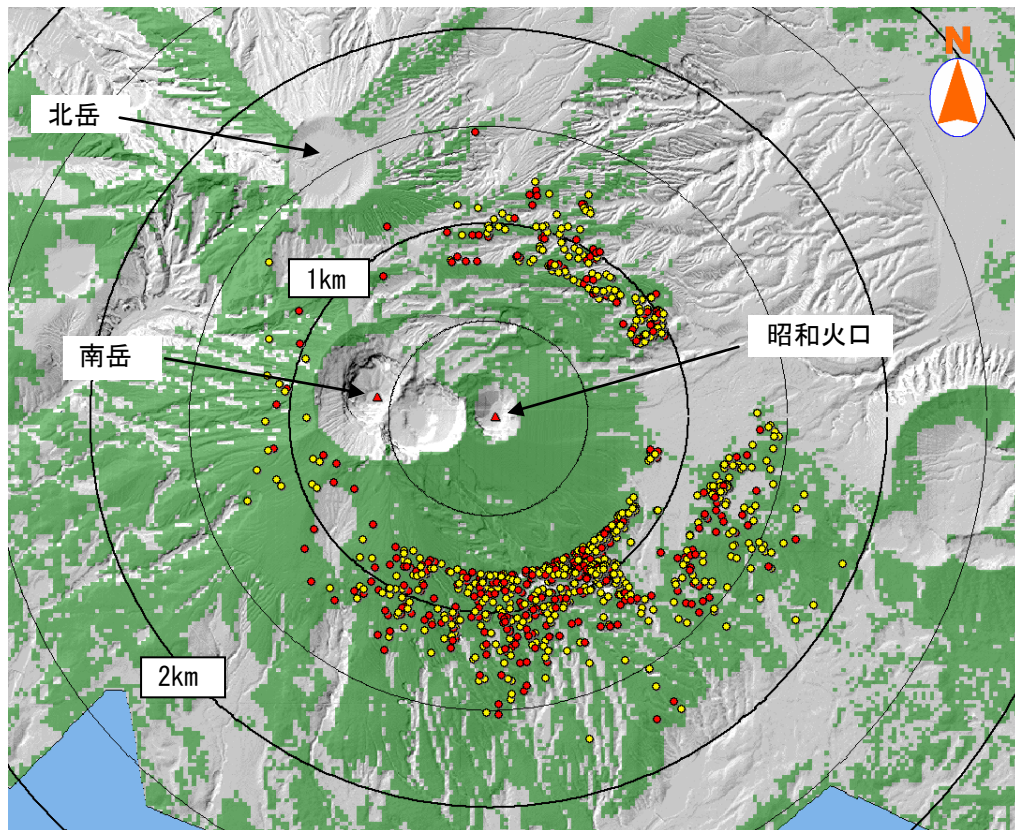
Fig.2 Explosive eruption at Showa crater (left: 20:18 on April 2, 2013; right: 16:27 on May 8, 2013).

左：4 月 2 日 20 時 18 分の昭和火口の爆発的噴火の状況 (大隅河川国道事務所設置の海淵カメラによる)

大きな噴石が 3 合目 (昭和火口から 1,300m～1,800m) まで達した (黄色円内)。

右：5 月 8 日 16 時 27 分の昭和火口の爆発的噴火の状況 (鹿児島地方気象台から撮影)

やや多量の噴煙が火口縁上 3,300m まで上がった。



第3図 桜島 昭和火口から放出された大きな噴石の落下地点（2013年2月～5月31日）

Fig.3 Fall points of volcanic bombs from Showa crater observed by cameras (February 1, 2013 - May 31, 2013).

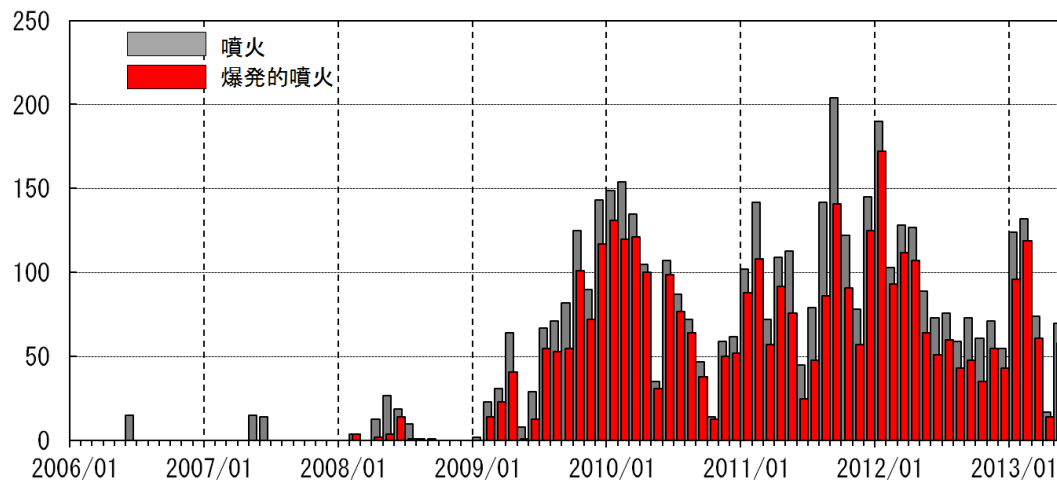
爆発的噴火（計91例）について、遠望カメラ映像から噴石の落下地点を計測しプロットした（図中赤点）。同心円は昭和火口中心からの距離を示す。

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3月12日及び4月～9月の、赤色の点は2013年2月～5月31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（5mメッシュ）を使用した。

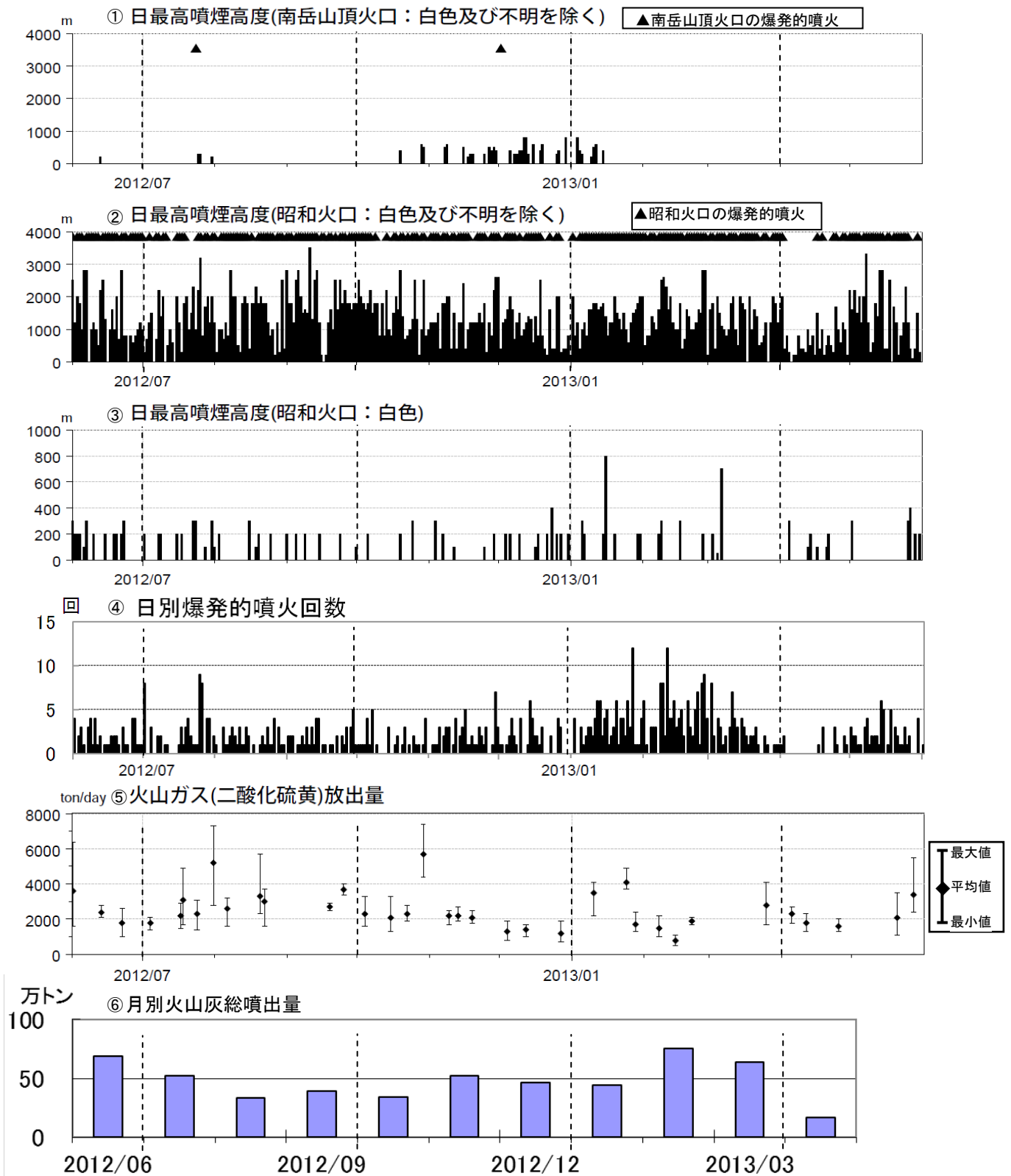
回



第4図 桜島 昭和火口の月別爆発的噴火回数（2006年1月～2013年5月）

Fig.4 Monthly numbers of volcanic eruptions and explosive ones at Showa crater (January 1, 2006 - May 31, 2013).

爆発的噴火は、2月から3月中旬にかけて多い状態で経過したが、4月は一時的に減少した。

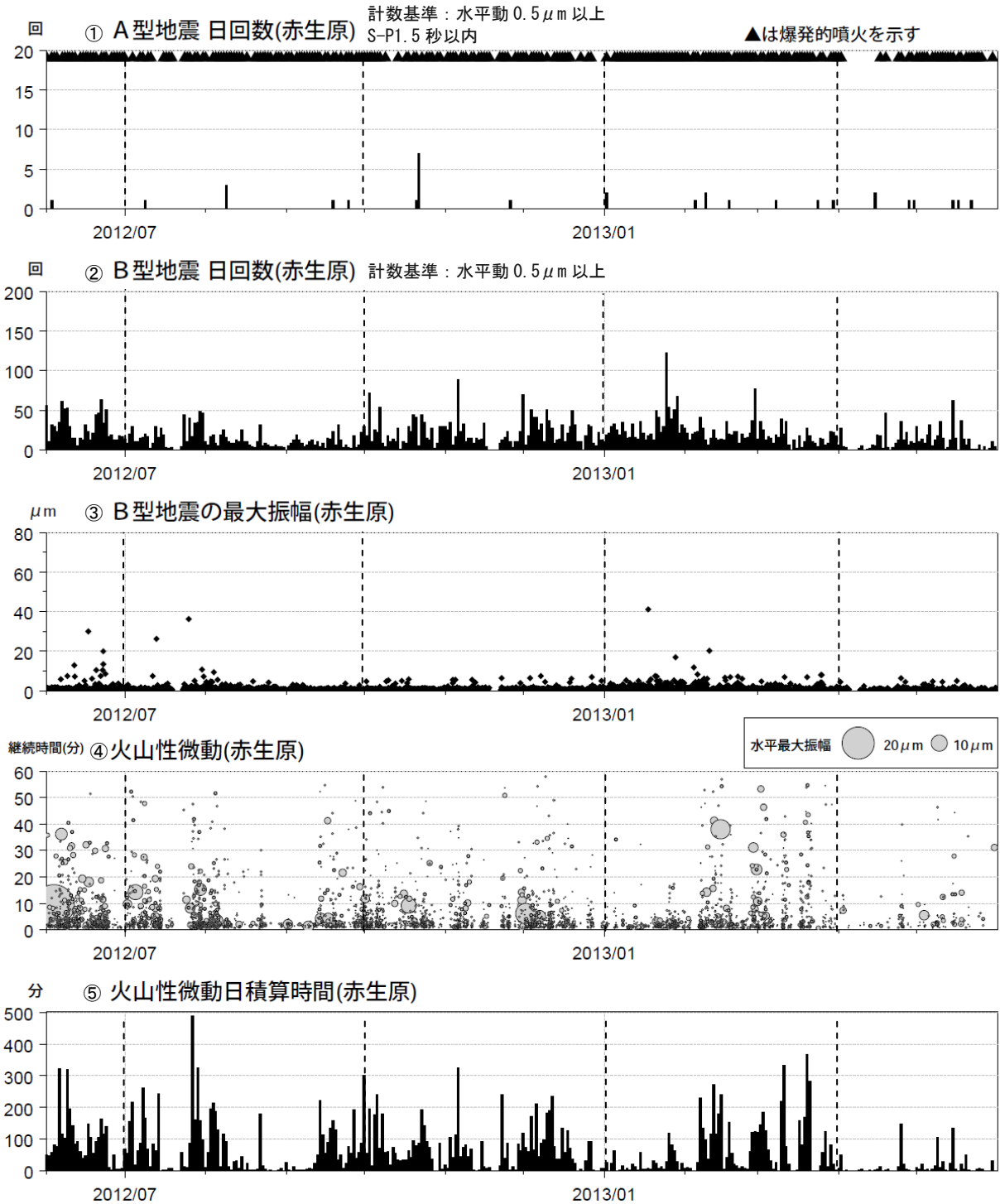


第 5 図 桜島 最近 1 年間の噴煙、火山灰、火山ガスの状況 (2012 年 6 月～2013 年 5 月 31 日)

Fig.5 Activities of volcanic plume, ash and gas (June 1, 2012 - May 31, 2013).

< 2 月～5 月の状況 >

- ・昭和火口では、噴火は 293 回発生し、そのうち爆発的噴火が 252 回であった。
- ・南岳山頂火口では、噴火は発生しなかった。
- ・火山灰の月別の総噴出量は、2 月約 80 万トン、3 月約 60 万トンとやや多い状態で経過したが、4 月は約 20 万トンと減少した。
- ・二酸化硫黄の放出量は、概ね多い状態で経過した。

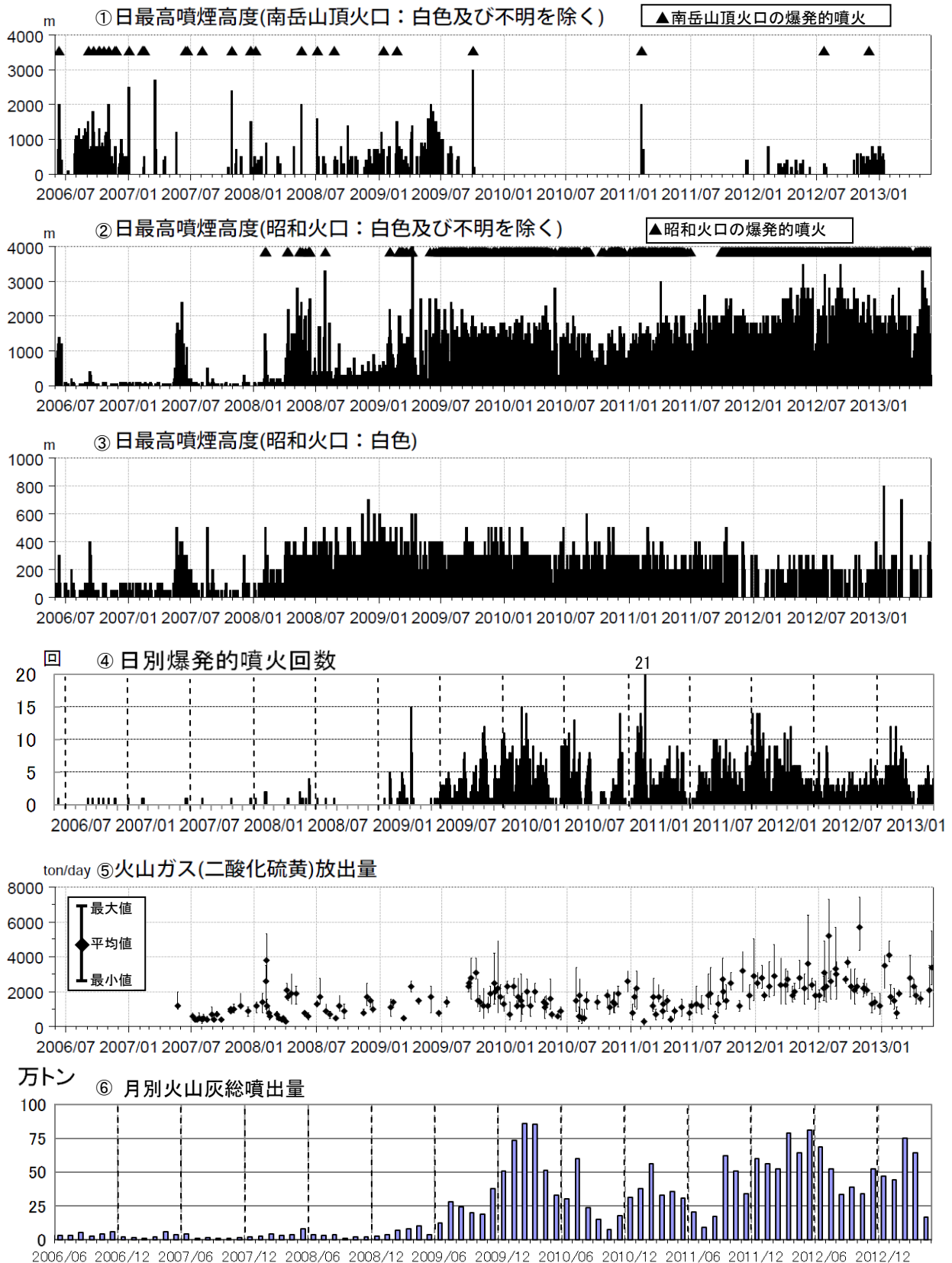


第 6 図 桜島 最近 1 年間の地震・微動の状況 (2012 年 6 月～2013 年 5 月 31 日)

Fig.6 Activities of volcanic earthquakes and tremors (June 1, 2012 - May 31, 2013).

< 2 月～5 月の状況 >

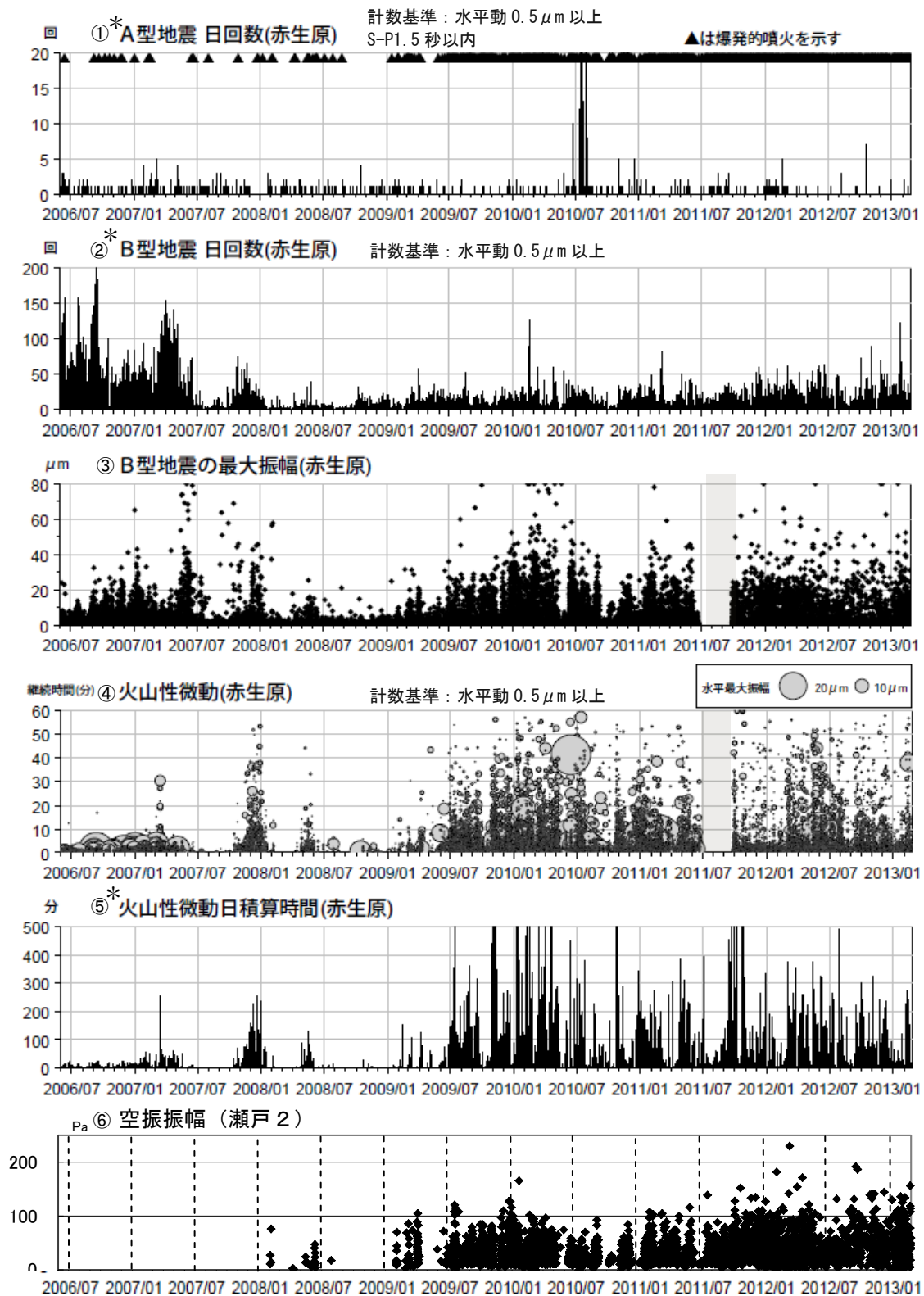
- ・ B 型地震は、概ね少ない状態で経過した。
- ・ 噴火に伴う火山性微動が発生した。



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～2013 年 5 月 31 日）

Fig.7 Activities of volcanic plume, ash and gas since the resumption of activity at Showa crater
(June 1, 2006 - May 31, 2013).

* 第 5 図、第 7 図、第 15 図、第 17 図の火山灰の総噴出量の算出は、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。



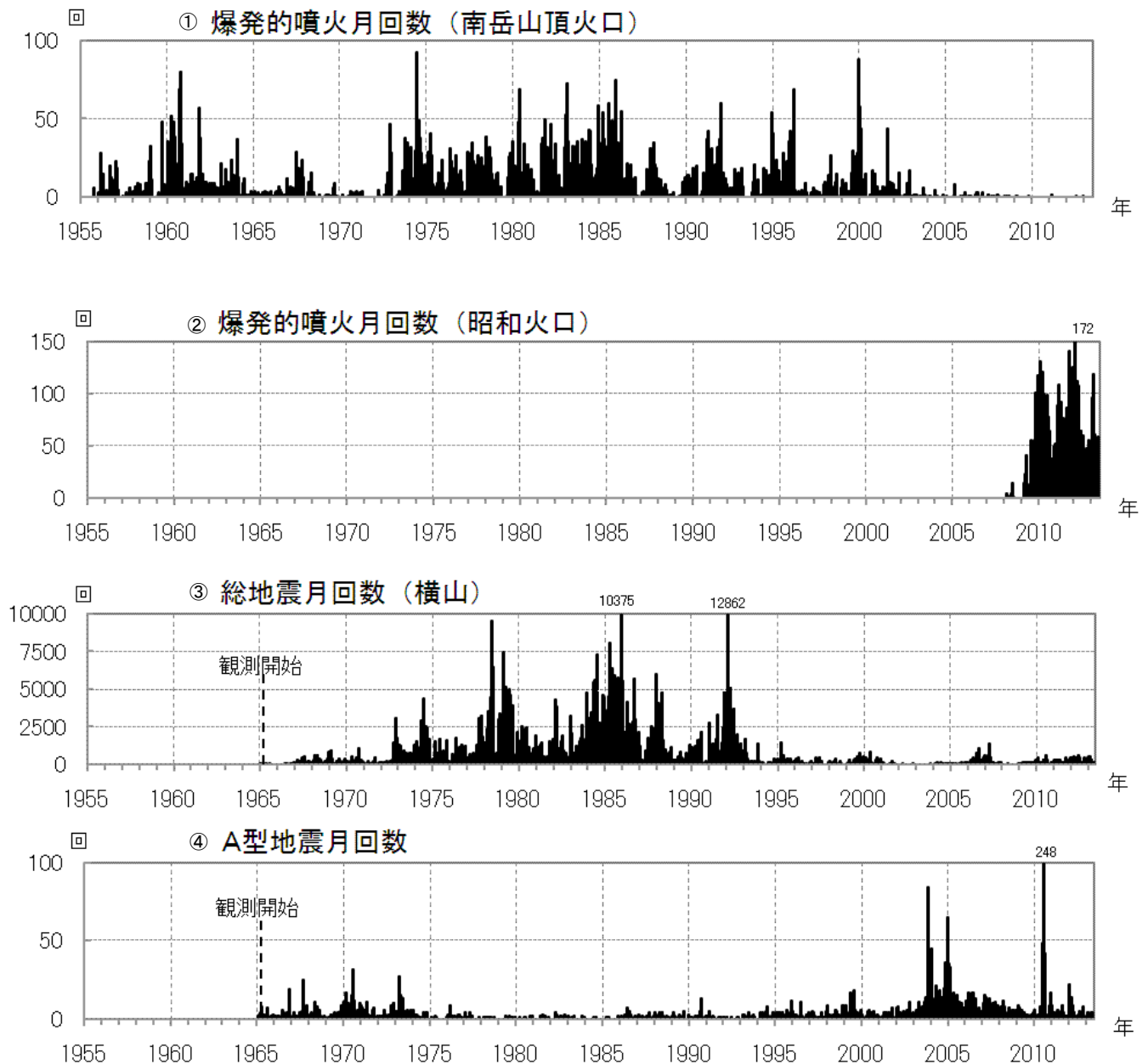
第 8 図 桜島 昭和火口噴火活動再開 (2006 年 6 月) 以降の地震・微動・空振の状況 (2006 年 6 月～2013 年 5 月 31 日)

Fig.8 Activities of volcanic earthquakes, tremors and infrasonic waves since the resumption of activity at Showa crater (June 1, 2006 - May 31, 2013).

2 月～5 月 31 日に昭和火口で発生した爆発的噴火のうち、昭和火口の南東約 4 km における空振の振幅が 100Pa を超えるものが 20 回発生し、最大は 169Pa であった。

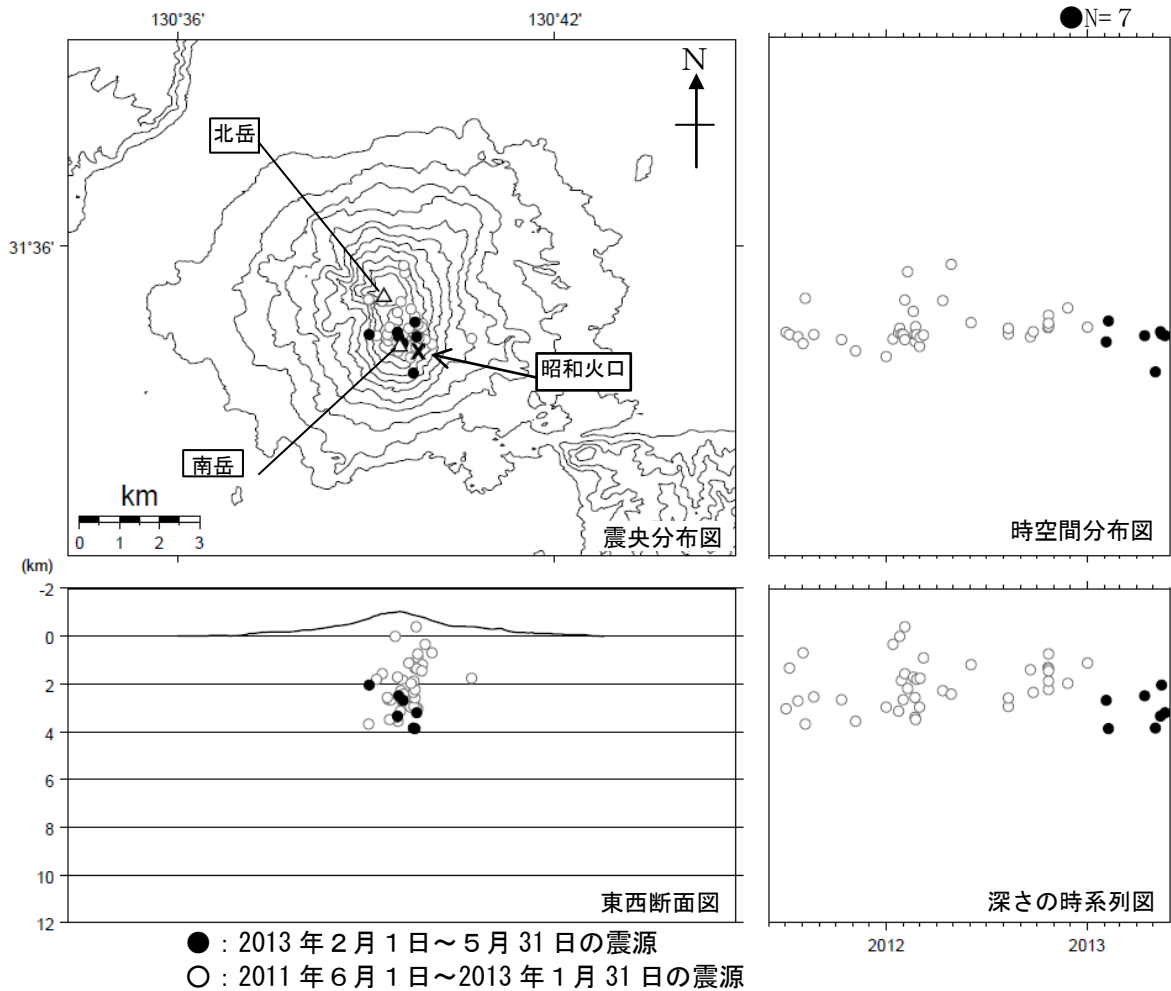
灰色の部分は機器障害のため欠測。

*2011 年 6 月 22 日～9 月 27 日、10 月 18～22 日は赤生原障害のためあみだ川で計測 (計測基準：水平動 $2.5 \mu\text{m/s}$)



第 9 図 桜島 長期の活動状況 (1955 年 1 月～2013 年 5 月 31 日)

Fig.9 Long-term volcanic activities (January 1, 1955 - May 31, 2013).



第10図 桜島 震源分布図 (2011年6月～2013年5月31日)

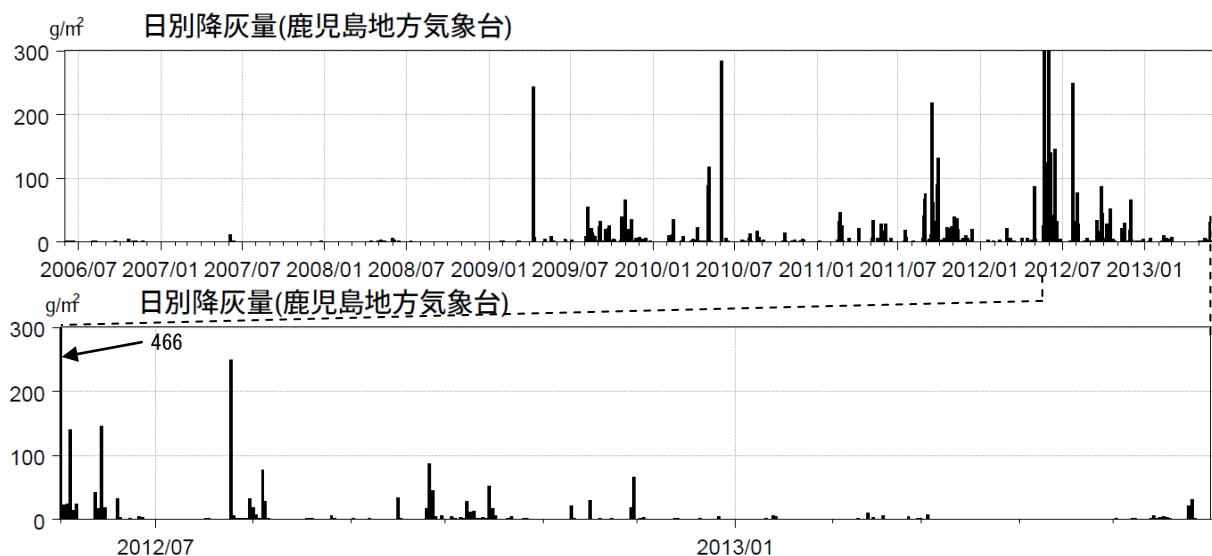
Fig.10 The distribution of hypocenters of volcanic earthquakes in and around Sakurajima (June 1, 2011 - May 31, 2013).

震源は、南岳直下の海拔下2～4km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

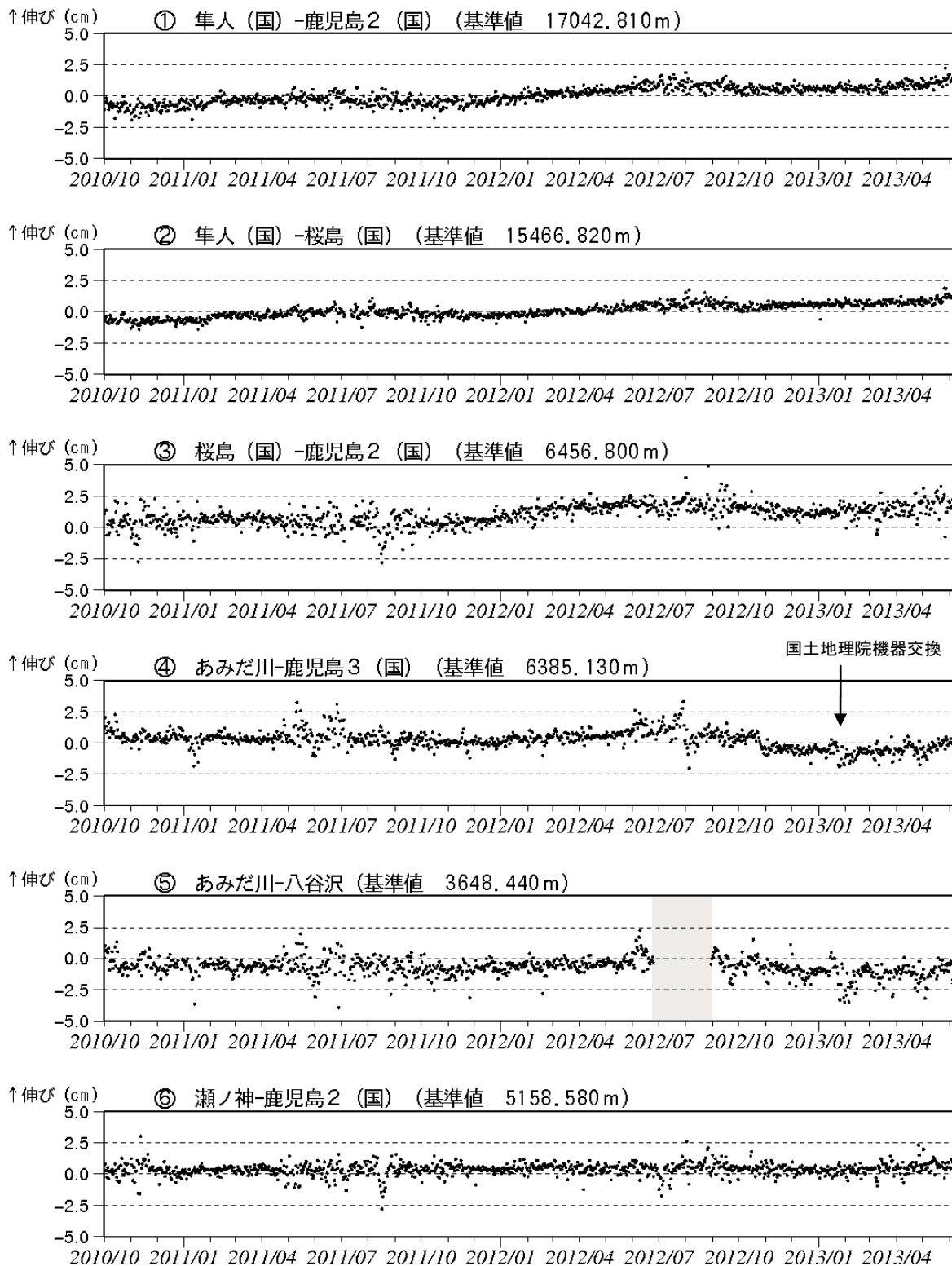
地図の作成に当たっては、国土地理院発行の『数値地図50mメッシュ(標高)』を使用した。



第11図 桜島 鹿児島地方気象台での降灰量 (2006年6月～2013年5月31日)

Fig.11 Amount of volcanic ash from Sakurajima observed at Kagoshima Local Meteorological Observatory (June 1, 2006 - May 31, 2013).

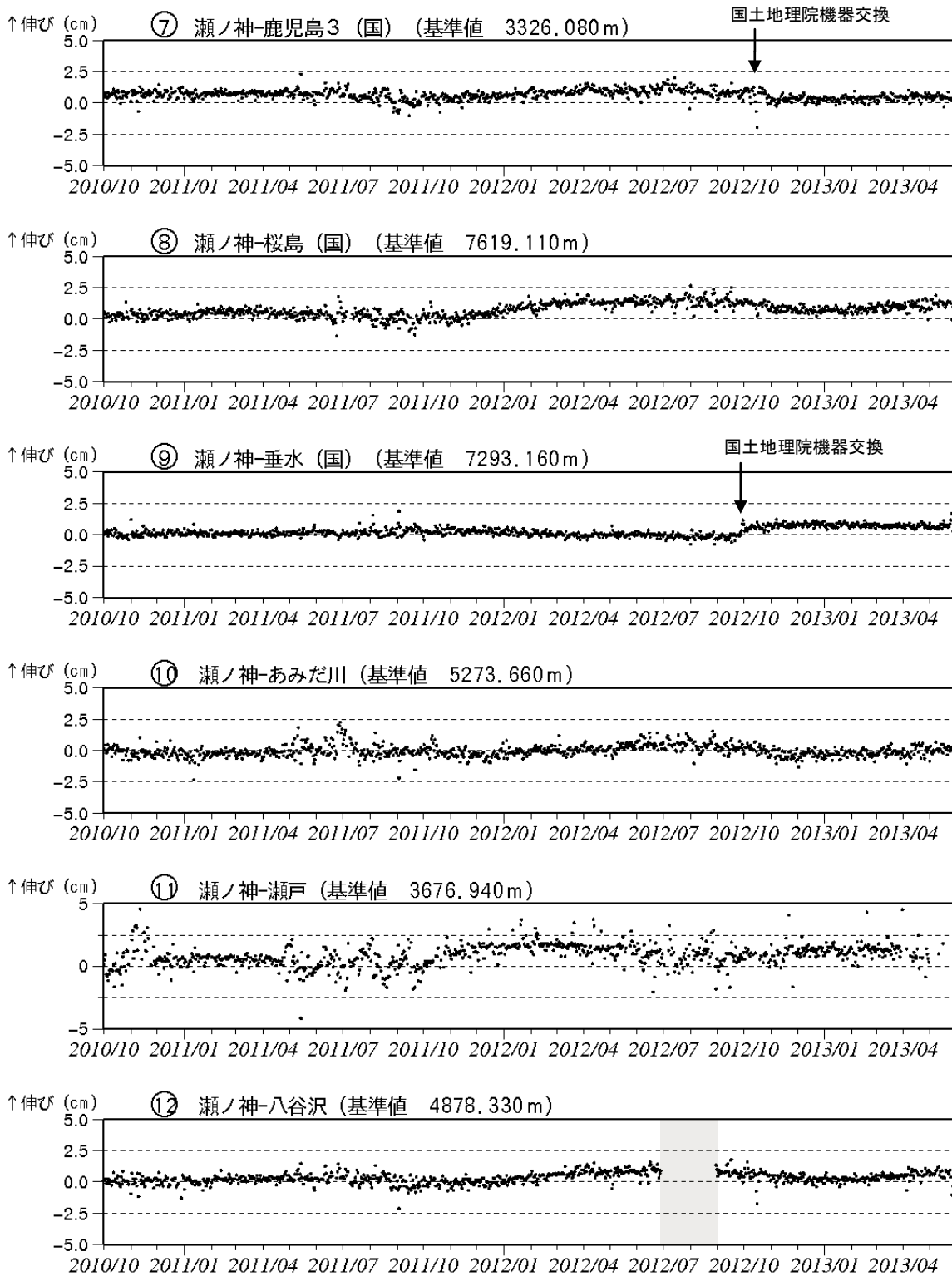
2月～5月に 106g/m^2 (降灰日数25日) の降灰を観測した。



第12-1図 桜島 GPS連続観測による基線長変化 (2010年10月～2013年5月31日)

Fig.12-1 Change of baselines by continuous GPS observation (October 1, 2010 - May 31, 2013).

- ・ 始良カルデラ (鹿児島湾奥部) の膨張を示す伸びの傾向は、2012年11月頃から停滞していたが2013年2月頃から再び伸びとなっている。
 - ・ 2012年10月頃から桜島島内では縮みの傾向が続いたが、2013年1月頃から鈍化している。
- 桜島島内及び始良カルデラ周辺の気象庁・国土地理院の9観測点の基線による観測を行っている。この基線は図13の①～⑥に対応している。
- 解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。 (国) : 国土地理院の観測点を示す。
- 灰色の部分は機器障害のため欠測を示す。



第12-2図 桜島 GPS連続観測による基線長変化 (2010年10月～2013年5月31日)

Fig.12-2 Change of baselines by continuous GPS observation (October 1, 2010 – May 31, 2013).

桜島島内及び始良カルデラ周辺の気象庁・国土地理院の9観測点の基線による観測を行っている。この基線は図13の⑦～⑫に対応している。

解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。(国)：国土地理院の観測点を示す。

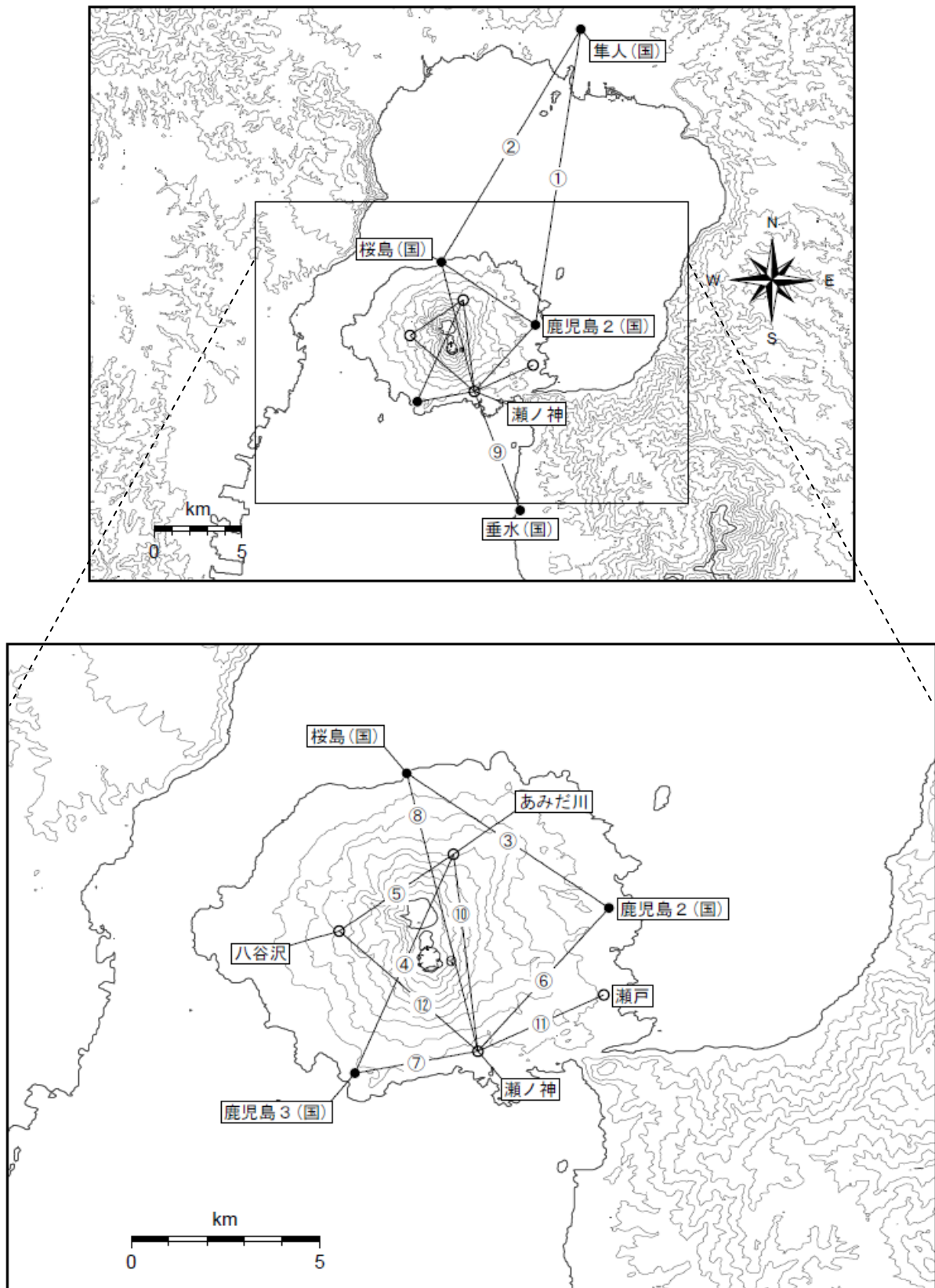
灰色の部分は機器障害のため欠測を示す。

②、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。

①、③、⑥の基線は2012年10月26日に鹿児島2(国)のアンテナ交換を行っている。

④、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。

②、⑧の基線は2012年10月27日に桜島(国)のアンテナ交換を行っている。

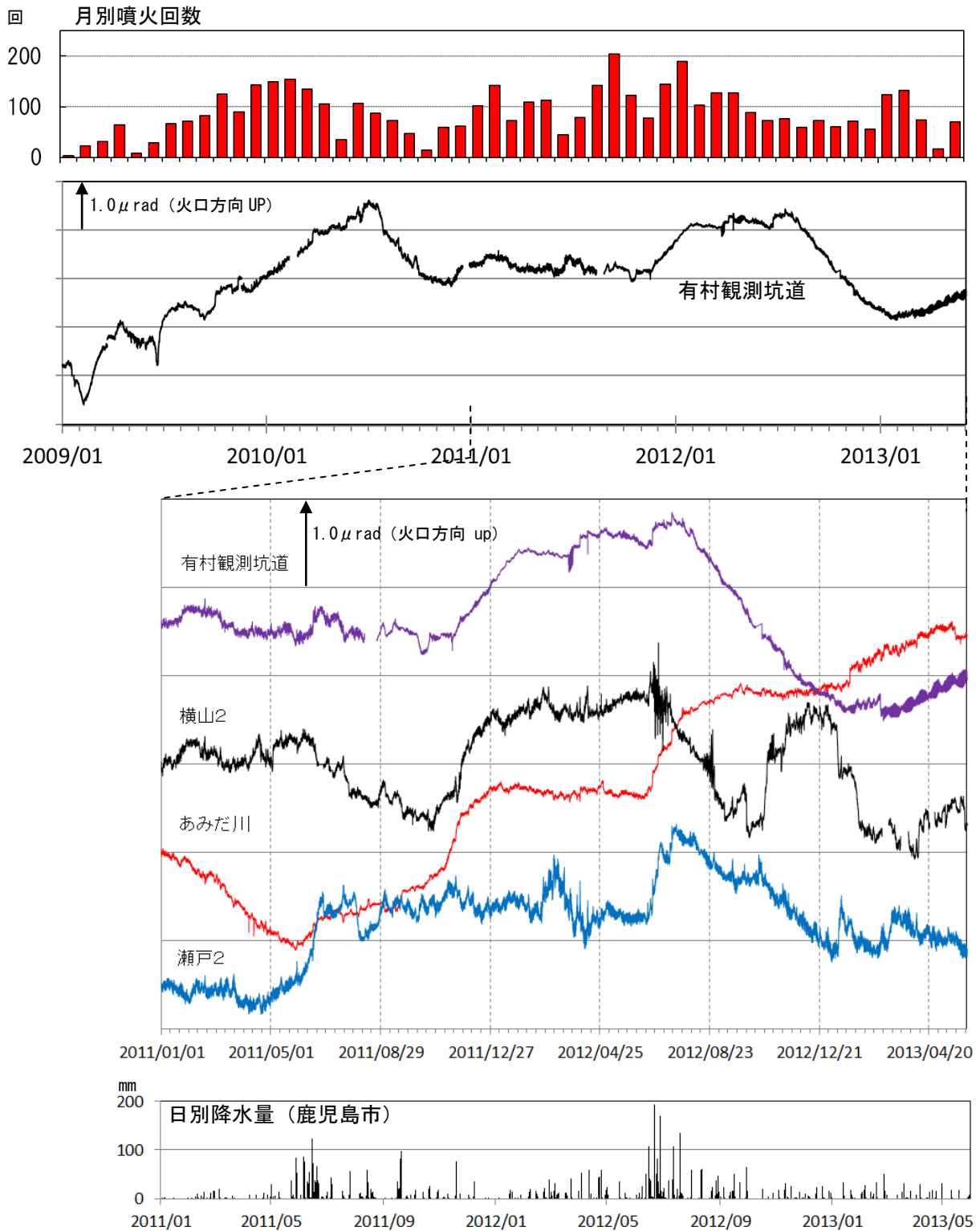


第 13 図 桜島 GPS 連続観測基線図

Fig.13 Baseline numbers of continuous GPS 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。



第 14 図 桜島 傾斜変動(2009 年 1 月～2013 年 5 月 31 日)

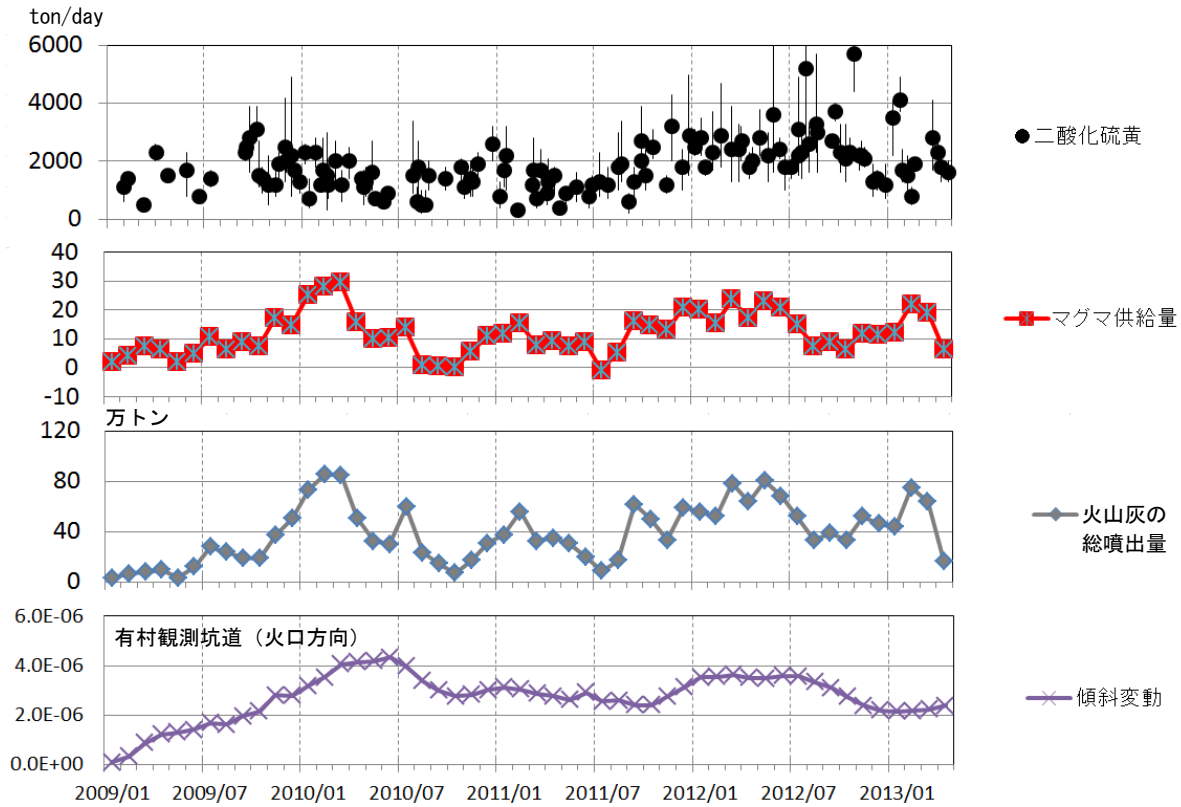
Fig.14 Monthly number of eruption (top), tilt records (middle) and daily amounts of precipitation (bottom) (January 1, 2009 – May 31, 2013).

有村観測坑道の水管傾斜計による地殻変動観測では、2012 年 8 月頃から山体の沈降の傾向となっていたが、2013 年 1 月頃から停滞し、2 月頃から隆起の傾向となっている。

グラフは時間値を使用し潮汐補正済み

気象庁の 3 点の総合観測点の 2010 年 8 月以降の火口方向へ合成した傾斜変動を併せて示す。

あみだ川は $-0.87 \times 10^{-8}/\text{day}$ 、瀬戸 2 は $-0.97 \times 10^{-8}/\text{day}$ 、横山 2 は $0.93 \times 10^{-8}/\text{day}$ のトレンド補正を行っている。有村観測坑道は $0.55 \times 10^{-8}/\text{day}$ のトレンド補正を行っている。



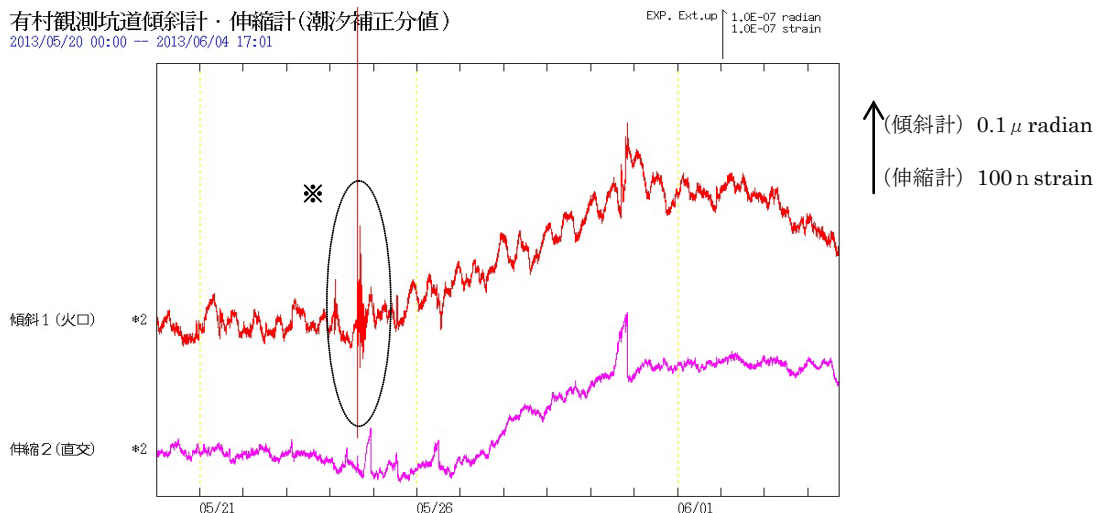
第15図 桜島 火山灰の総噴出量と地盤変動から導いたマグマ供給量
(2009年1月～2013年4月30日)

Fig.15 Amounts of magma supply deduced from volcanic ash emissions and ground change (January 1, 2009 - April 30, 2013).

桜島直下へのマグマの供給量は、2012年8月から2013年1月まではほぼ一定であったが、2月から3月頃には一時的に増加したと推定される。

比較的静穏だった2009年1月のマグマ供給量を2（火山灰量を1、傾斜変動量を1）と仮定してその後のマグマ供給量を比較した。

マグマ供給量 = $9.7 \times 10^6 \times \text{傾斜変動量} (\mu \text{rad}) + 0.3 \times \text{火山灰量} (\text{ton})$

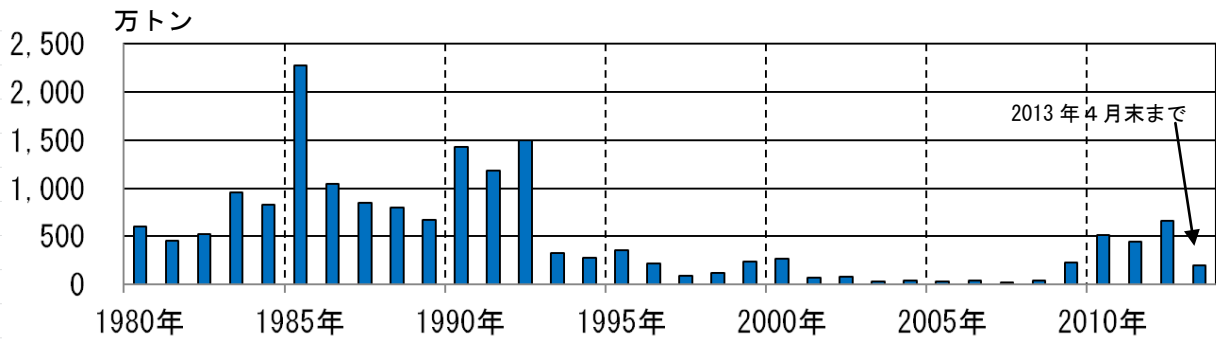


第16図 桜島 有村観測坑道（大隅河川国道事務所設置）の水管傾斜計及び伸縮計の変化
(2013年5月20日～6月4日)

Fig.16 Crustal movement recorded by tiltmeter (upper) and strainmeter (lower) at Arimura station (May 20 - June 4, 2013)

大隅河川国道事務所の有村観測坑道に設置している傾斜計及び伸縮計では、27日頃から山体の膨張と考えられるわずかな変化が認められたが、31日頃から変化は鈍化し6月2日頃（期間外）から停滞している。有村観測坑道の傾斜変動は $0.55 \times 10^{-8} \text{rad/day}$ のトレンド補正を行っている。

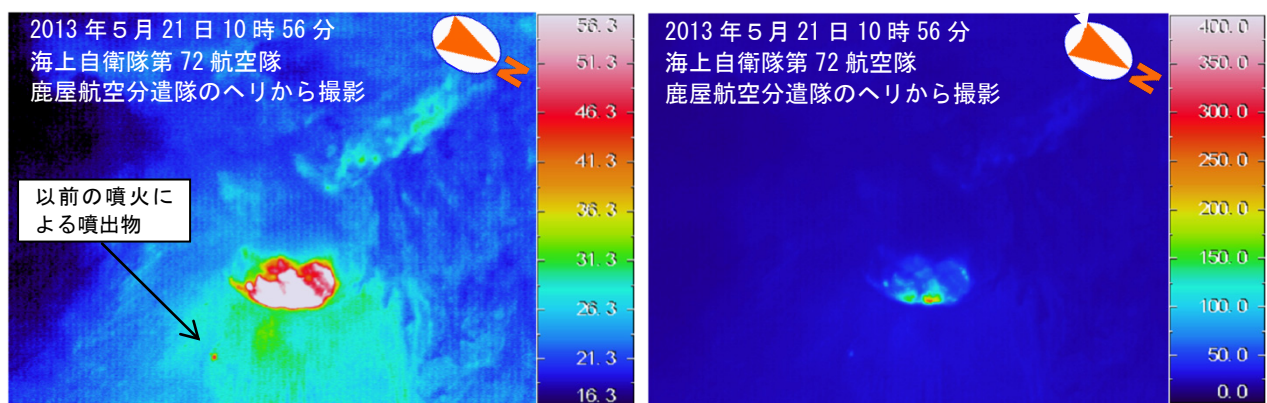
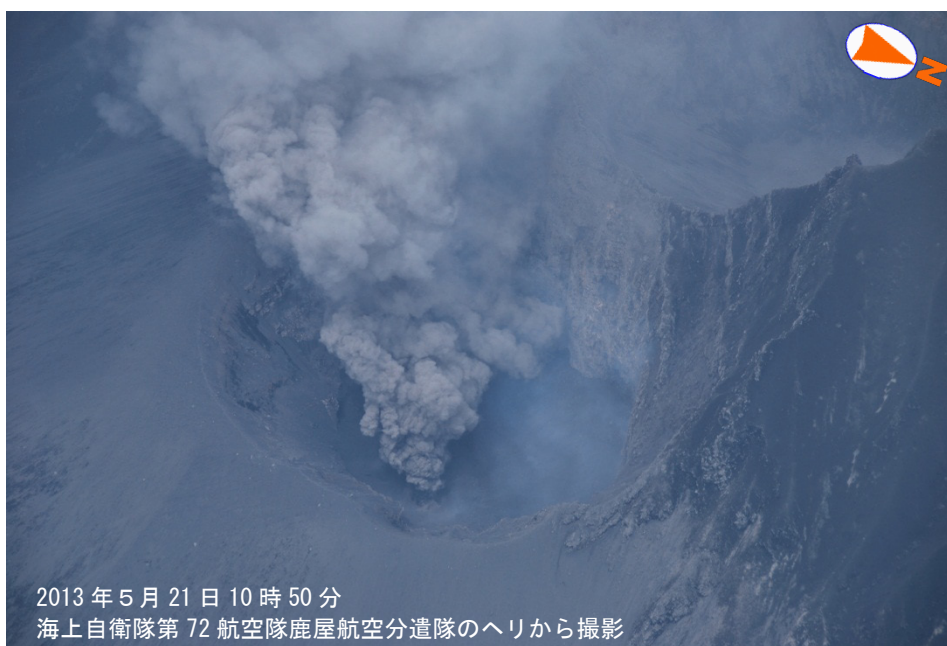
※5月24日14時47分カムチャツカ半島西方沖の地震(M8.3)による変化。



第 17 図 桜島 年別の火山灰の総噴出量 (1980 年～2013 年 4 月 30 日)

Fig.17 Total yearly amounts of volcanic ash (1980 - April 30, 2013).

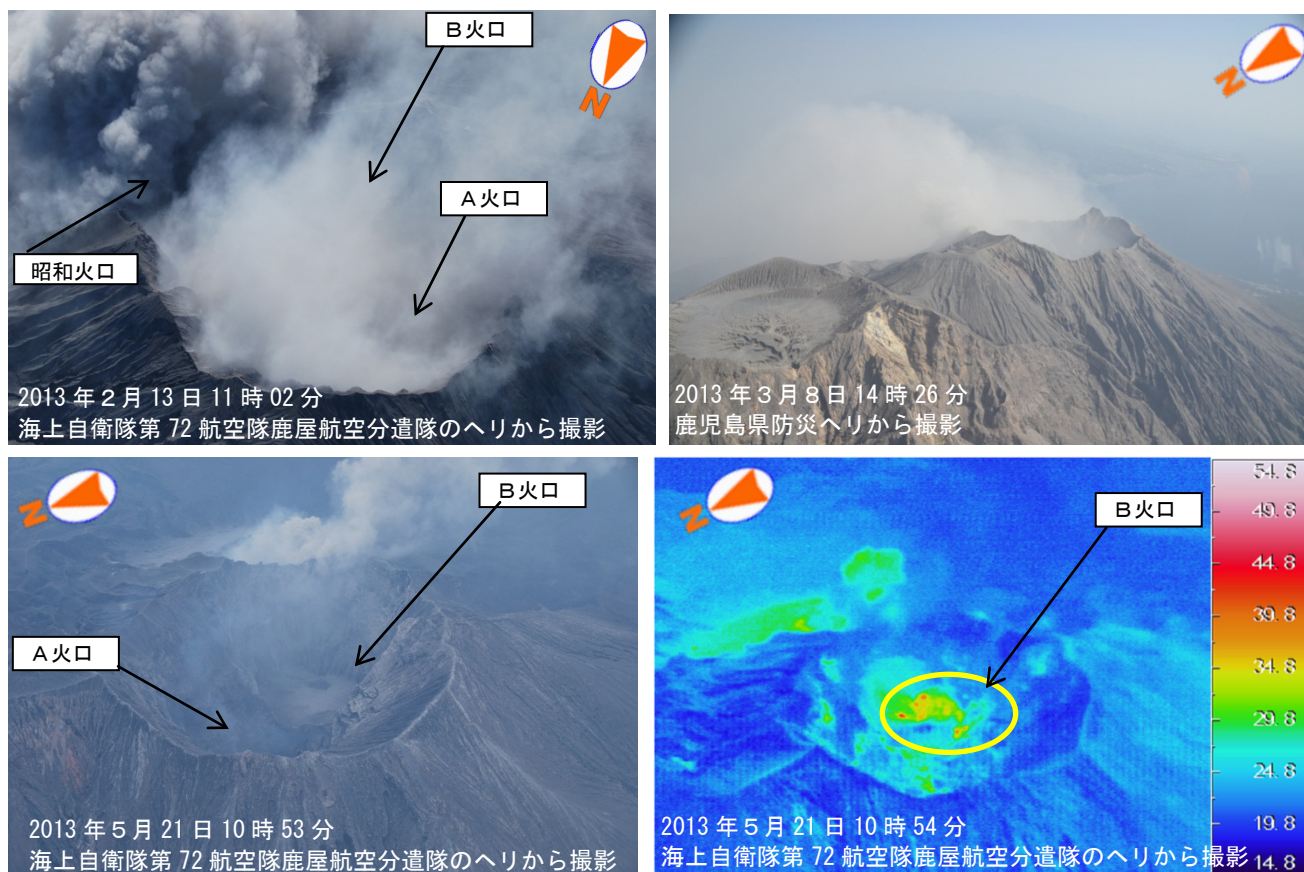
1 月から 4 月までの総噴出量は、約 200 万トンであった。



第 18 図 桜島 5 月 21 日の昭和火口の状況

Fig.18 Pictures of Showa crater from aerial on May 21, 2013.

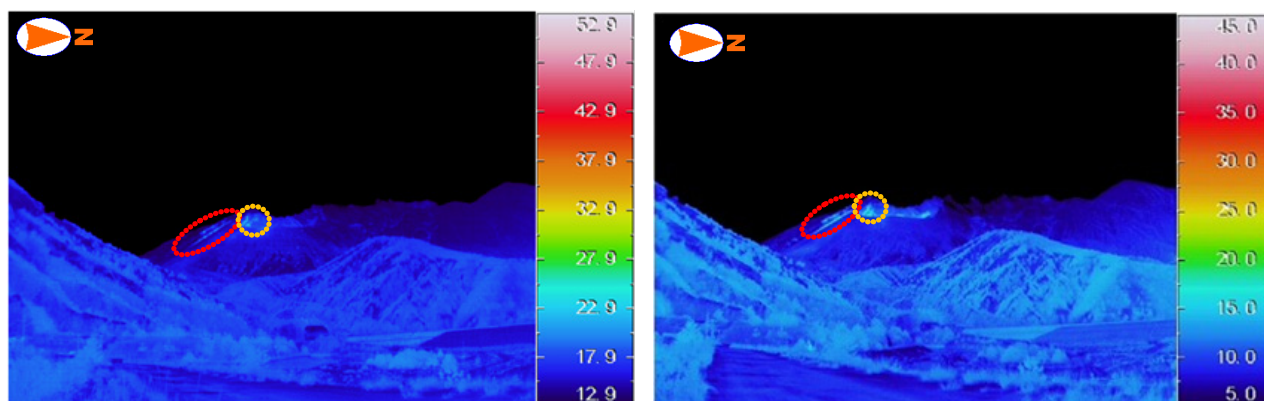
- ・ 5 月 21 日に海上自衛隊第 72 航空隊鹿屋航空分遣隊の協力を得て、上空からの観測を実施した。
- ・ 灰白色の噴煙が勢いよく噴出していた(上図)。
- ・ 赤外熱映像装置によると、火口内には噴煙の噴出口及び噴出物に対応したと考えられる高温域 (250℃以上) が認められた (下図は同一画像で、左図はレンジ幅 5℃、右図はレンジ幅 50℃で表示)。



第 19 図 桜島 南岳山頂火口の状況（2 月 13 日～5 月 31 日）

Fig.19 Images of Minamidake summit crater (top left: February 13, 2013; top right: March 8, 2013; bottom: May 21, 2013).

- ・ 2 月 13 日、5 月 21 日に海上自衛隊第 72 航空隊鹿屋航空分遣隊の協力を得て、3 月 8 日に鹿児島県の協力を得て上空からの観測を実施した。
- ・ 2 月 13 日、3 月 8 日は、噴煙のため南岳山頂火口の火口内の状況は不明であった。火口周辺の状況に特段の変化は認められなかった。
- ・ 5 月 21 日は、火口内にとどまる程度の噴煙が上がっており、南岳山頂火口及び火口周辺の状況に特段の変化は認められなかった。赤外熱映像装置によると、B 火口壁にこれまで認められていた熱異常域(黄丸)が引き続き認められた。



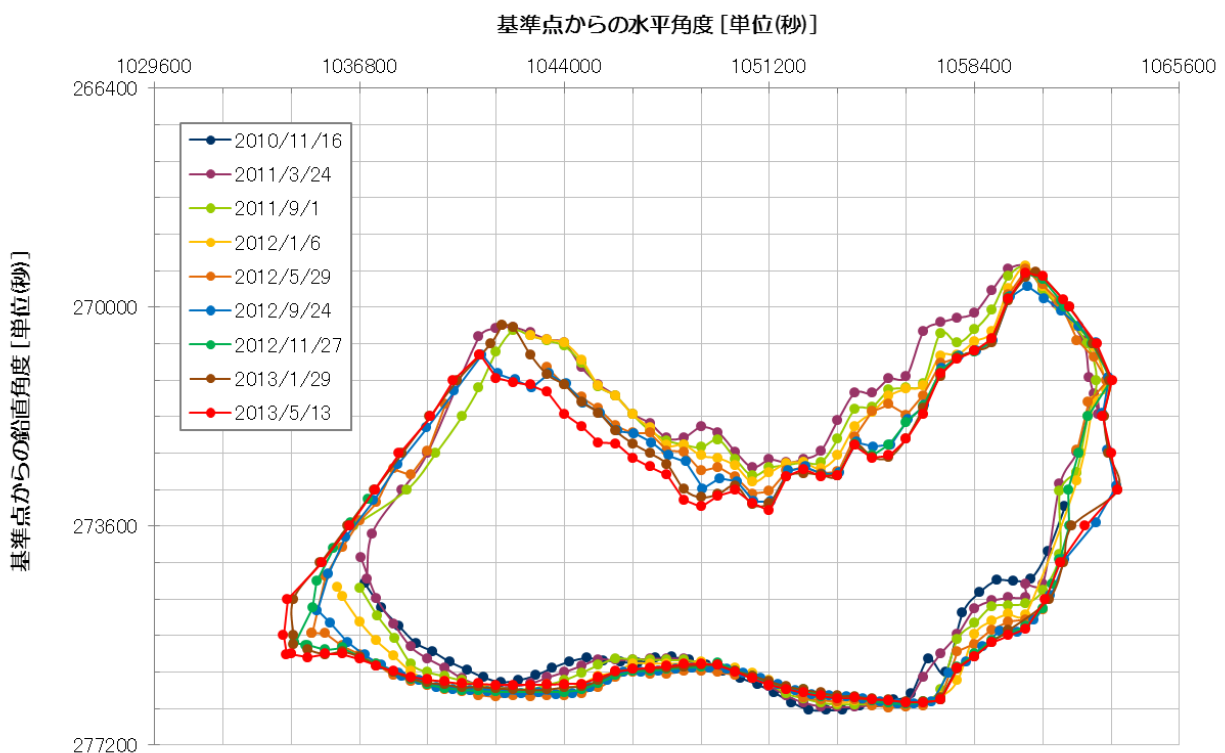
第 20 図 桜島 昭和火口周辺の熱異常域の状況（昭和火口より東約 2.8km の黒神河原より撮影）

Fig.20 Thermal images around Showa crater observed at Kurokami-gawara (2.8km E of Showa crater).

(left : 19:30 on March 19, 2013; right: 18:37 on January 30, 2013)

左図 : 3 月 19 日 19 時 30 分 右図 : 1 月 30 日 18 時 37 分

昭和火口内とその周辺では、南岳南東山腹（赤破線）と昭和火口の南側内壁（黄破線）に熱異常域が引き続き認められ、これまでの観測と比べ特段の変化は認められなかった。



第 21 図 桜島 昭和火口形状 (2010 年 11 月 16 日～2013 年 5 月 13 日)

Fig.21 Change of the rim of Showa crater (November 16, 2010 - May 13, 2013).

- ・セオドライトを用いて桜島昭和火口の幅の解析を行った。前回(1月29日)に行った火口形状の観測に比べて、昭和火口の西側の南岳山頂火口との境の峰がわずかに低くなっていた。
- ・火口幅の最大は約 400m で、前回観測時と変化なかった。

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の計測点までの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角度 10 秒おきに角度を測定した。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。

第 1 表 桜島 最近 1 年間の月別噴火回数 (2012 年 5 月～2013 年 5 月 31 日)

Table.1 Monthly numbers of volcanic eruptions at Sakurajima (May 1, 2012 – May 31, 2013).

2012～2013年		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5 月	合計
山頂 火口	噴火回数	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2
	爆発的噴火	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2
昭和 火口	噴火回数	89	73	76	59	73	61	71	55	124	132	74	17	70	974
	爆発的噴火	64	51	60	43	48	35	55	43	96	119	61	14	58	747

第 2 表 桜島 最近 1 年間の月別地震・微動回数 (赤生原：2012 年 5 月～2013 年 5 月 31 日)

Table.2 Monthly numbers of volcanic earthquakes and tremors observed at Akobaru station (May 1, 2012 – May 31, 2013).

2012～2013年		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5 月	合計
地震回数		711	924	713	370	349	736	635	813	1058	746	552	287	458	8352
微動回数		439	554	473	270	283	500	363	453	230	321	321	56	76	4339

10 月 18～22 日は赤生原障害のためあみだ川で計測。

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 (2012 年 5 月～2013 年 5 月 31 日)

Table.3 Monthly amounts of volcanic ash and ash fall days at Kagoshima Local Meteorological Observatory (May 1, 2012 – May 31, 2013).

2012～2013年		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5 月	合計
降灰量 (g/m ²)		1658	951	293	142	194	153	137	13	11	24	8	0	74	3658
降灰日数		13	15	9	14	9	18	7	6	4	6	5	1	13	120