## 桜島の火山活動 - 2017 年 1 月 ~ 2017 年 5 月 - \*

Volcanic Activity of Sakurajima Volcano – January 2017 – May 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1~6図、第16図 ~ 、第18 図 ~ 、第20図、第21図、第22図 ~ 、第27図、第28図、第33図)

南岳山頂火口では、3月25日18時03分に噴火が発生し、火砕流が南側へ約1,100m流下した。 噴煙は火口縁上500mまで上がり雲に入った。今期間、噴火は6回発生した。爆発的噴火は観測 されなかった。南岳山頂火口で噴火が発生したのは、2016年6月3日以来である。噴煙の高さ の最高は5月5日12時13分に発生した噴火で、火口縁上2,500mまで上がり雲に入った。

昭和火口では、2016年7月27日から2017年4月25日まで噴火の発生はなかったが、4月26日 に噴火が発生した。噴煙が火口縁上1,700mまで上がった。以降、活発な噴火活動が続いている。 噴火は4月に19回、5月に47回発生した。このうち爆発的噴火は4月2回、5月9回発生した。 噴煙の高さが火口縁上3,000m以上の噴火は8回発生し、最高は火口縁上4,000m(5月2日03 時20分)であった。4,000mを超える噴火が発生したのは、2016年7月26日以来である。この噴 火により桜島の西側から北西側の鹿児島市から日置市及びいちき串木野市で降灰を確認した。 弾道を描いて飛散する大きな噴石は期間中、最大5合目(昭和火口より500~800m)まで達し た。同火口では、5月2日の夜間には、高感度の監視カメラで確認できる程度の微弱な火映が 観測された。火映が観測されたのは、2015年9月16日以来である。火砕流は観測されなかった。

鹿児島地方気象台で観測した降灰は、2017年1月から4月まではなく、5月は11g/m<sup>2</sup>(降灰日数10日)であった。

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月別噴出量は、3月約3万トン、 4月約7万トンであった。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。

・南岳山頂火口、昭和火口及び桜島山体の状況(第7~15図)

2月3日に海上自衛隊第1航空群の協力により実施した上空からの観測では、昭和火口とその周辺は前回(2017年1月11日)の観測と比較して、形状等に特に変化はなく、火口内に留まる程度の噴気が約10m上がっているのを確認した。火口底は火山灰や噴石が堆積し、閉塞していた。南岳山頂火口は、A火口、B火口ともに火口内に留まる程度の白色の弱い噴気が約10m上がっていて、いずれの火口底も火山灰や噴石が堆積し閉塞していた。

4月19日、5月16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 腹には、熱異常域は認められなかった。

2月6日に桜島の黒神河原において経緯儀を用いた火口形状観測を実施した。2016年8月25 日に行った観測と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426mで、 前回(約434m)と同程度であった。

・地震や微動の発生状況(第2図、第17図 ~ 、第19図、第22図 、第23~25図、第27図、第 28図、第34図)

B型地震は期間の初めは少ない状態で経過したが、南岳山頂火口の噴火発生前の3月19日からやや増加し、25日の噴火前まで1日あたり40~60回で推移した。噴火発生以降は1日あたり

\* 2017 年 12 月 18 日受付

30回程度で推移し4月上旬頃までやや多い状況であった。B型地震の3月の月回数は670回、4月は636回だった。

A型地震は少ない状態で経過した。震源は、南岳直下の海抜下0~3km付近、桜島西部の海 抜下3~9km付近、及び桜島東部の5km付近に分布した。

火山性微動は、噴火活動再開後はやや増加した。

・地殻変動の状況(第17図 、第26~31図、第35~39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3月25日以降、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。

GNSS連続観測では、姶良カルデラ(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16図、第17図、第18図 図、第28図)
 1日あたりの火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、1月から3月にかけては100~300トンで、
 昨年(2016年)9月~12月(20~100トン)と比べやや増加した。噴火再開後の4月は300~500
 トン、5月は300~1,700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。

2016 -	~ 2017年	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
南岳山頂	噴火回数	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	7
火口	爆発的噴火	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
昭和	噴火回数	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	19	47	72
火口	爆発的噴火	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	14

第1表 桜島 最近1年間の月別噴火回数(2016年6月~2017年5月) Table.1. Monthly numbers of eruptions at Sakurajima volcano (June 2016 – May 2017).

第2表 桜島 最近1年間の月別地震回数・微動時間(2016年6月~2017年5月)

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

2016~2017年	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	126	62	154	104	26	24	93	67	134	673	647	192	2,302
微動継続時間の合計(時)	1	0	0	-	-	-	-	-	0	0	4	130	135

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6月~2017年5月) Table.3. Monthly amounts of volcanic ash fall and monthly numbers of ash fall days at Kagoshima Local Meteorological Office (June 2016 – May 2017).

2016~2017年	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
<b>降灰量</b> (g/m³)	22	74	0	-	-	-	-	-	-	-	-	11	107
降灰日数	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	16

第4表 桜島 最近1年間の月別の火山灰の噴出量(2016年5月~2017年4月) Table.4. Weights of volcanic ash ejected from Sakurajima volcano (May 2016 – April 2017).

2016~2017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	合計
降灰量(万トン)	10	4	3	5	8	2	3	2	2	1	3	7	50

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 4月26日05時11分の昭和火口の噴火の状況 (東郡元監視カメラ)

・噴煙が火口縁上1,700mまで上がり北西に流れた。

・昭和火口で噴火を観測したのは、2016 年 7 月 26 日以来。

Fig.1. Visible image of Sakurajima on April 26, 2017.



 第2図 桜島 4月28日11時01分の昭和火口の爆発的噴火の状況 (垂水荒崎監視カメラ)
 噴煙が火口縁上3,200mまで上がり、弾道を描いて飛散する大きな噴石が 6合目(昭和火口より300から500m)まで達した。
 Fig.2. Visible image of Sakurajima on April 28, 2017.



第3図 桜島 5月2日03時20分の昭和火口の 噴火の状況

噴煙が火口縁上4,000mまで上がり北西側(鹿児 島市街側)へ流れた。

Fig.3. Visible image of Sakurajima on May 2, 2017.



第4図 桜島 5月2日03時20分の昭和火口の 噴火による降灰の状況 鹿児島市城山町付近でアスファルトの白線が、見 えなくなる程度のやや多量の降灰を確認した。 Fig.4. Ash fall accompanied by the eruption at Showa crater occurred on May 2, 2017.



第5図 桜島 5月2日03時20分の昭和火口の噴火による降灰分布 現地調査および電話による聞き取り調査では、桜島の西側から北 西側の鹿児島市から日置市及び、いちき串木野市にかけての広い 範囲で降灰を確認した。

Fig.5. Ash fall distribution accompanied by the eruption at Showa crater occurred on May 2, 2017.



第6図 桜島 3月25日18時03分の南岳山頂火口の噴火の状況 (海潟監視カメラ:大隅河川国道事務所設置) ・噴火に伴い火砕流が発生し、南岳山頂火口の南側へ約1,100m流下した。 ・噴煙が火口縁上500m(南岳山頂火口)まで上がり雲に入った。

Fig.6. Visible image of Sakurajima on March 25, 2017.



地点では、赤外熱映像装直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。 Fig.7. Visual and infrared observation sites at Sakurajima volcano.



- 第8図 桜島 昭和火口近傍及び南岳南東側山腹の状況(有村展望所から観測)
  - < 2017 年 4 月 19 日の状況 >
  - ・日の出前のため、昭和火口から噴煙は不明であったが、火山ガスの臭気を観測した。
  - ・赤外熱映像装置による観測では、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。

Fig.8. Images of Showa crater and Minamidake summit crater taken from the observation point of Fig.7.



- 第9図 桜島 昭和火口及び南岳南東側山腹の状況(垂水市海潟トンネル脇道から観測) <2017 年 4 月 19 日の状況 >
  - ・南岳山頂火口及び昭和火口から噴煙は観測されなかった。
  - ・赤外熱映像装置による観測では、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。

Fig.9. Images of Showa crater and Minamidake summit crater taken from the observation point of Fig.7.



第10図 桜島 北岳及びその周辺の状況(黒神河原から観測) < 2017 年 4 月 19 日の状況 >

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。

Fig.10. Images of Showa crater and Kitadake summit crater taken from the observation point of Fig.7.



- 第 11 図 桜島 北側斜面及び北西側斜面にかけての状況(吉野公園から観測) < 2017 年 5 月 16 日の状況 >
  - ・桜島の北側斜面から北西側斜面にかけて熱異常域は認められなかった。
  - ・白破線内の高温域は構造物(砂防堰堤等)による影響である。
  - \* 吉野公園の気温は吉野公園内管理事務所の観測値を採用した。

Fig.11. Images taken from the observation point of Fig.7.





- 第 12 図 桜島 昭和火口形状 (2010 年 11 月 16 日 ~ 2017 年 2 月 6 日 )
  - ・2016 年 8 月 25 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 426mで、前回 2016 年 8 月 25 日(約 434m)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。

Fig.12. Form of the Showa crater rim measured by the theodolite located at the observation site at Kurokami (the eastern flank of Sakurajima volcano). The maximum width of the crater is estimated to be 426 m.



第 13 図 桜島 2017 年 2 月 3 日の上空からの観測 飛行ルート及び図 14、15 の撮影位置図 (橙丸は撮影位置を、矢印は撮影方向を示す)

- 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。
- Fig.13. Visual and infrared observation sites at Sakurajima volcano.



Fig.14. Temporal changes of the Showa crater (visible images).







2015 年 1 月 5 日 10 時 09 分 鹿児島県防災ヘリコプターから撮影



第 15 図 桜島 南岳山頂火口周辺の状況 < 2017 年 2 月 3 日の状況 >

- ・火口内に留まる程度の弱い噴気が約 10m上がっていた。
- ・火口底に見られていた水たまりは消滅し、火口底は閉塞していた。

Fig.15. Temporal changes of the Minamidake summit crater (visible images).



\*図16 、図18 、図22 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4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.16. Temporal changes of volcanic plume height, ejected ash weight and emitted gas weight (June 2016 – May 31, 2017).



- ・火山性微動は、噴火再開後はやや増加した。
- ・傾斜計・伸縮計は、2016 年 12 月頃からの山体収縮の傾向が2月上旬頃から停滞し、3月 25 日の噴火の前にはわずかな隆起が認められた。その後、4月にはわずかな山体膨張が認 められたが、噴火活動の継続に伴い収縮傾向にある。
- \*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 あみだ川傾斜計データは数年にわたる長期トレンドを補正している。

Fig.17. Monthly numbers of volcanic earthquakes, duration of tremors, tilt and strain records at Sakurajima volcano (June 2016 – May 31, 2017).



第 18 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 5 月 31 日)

図の 2017 年 1 ~ 4 月の総噴出量は、約 13 万トンと前年(2016 年)の4 月まで(約 46 万トン)と比べ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。

Fig.18. Temporal changes of ash plume heights, ejected  $SO_2$  gas weights, and ejected ash weights (June 2006 – May 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0.5µ m/s 横山:水平動1.0µm/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2.5µm/s 横山:水平動1.0µm/s)している。 Fig.19. Monthly numbers of volcanic earthquakes, monthly duration of tremors and amplitude of infrasonic waves (June 2006 – May 31, 2017).



2017 年 5 月には、11g/㎡観測された。

Fig.21. Dairy weights of volcanic ash fall observed at Kagoshima Local Meteorological Office (June 2006 - May 31, 2017).



\* 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.22. Annual numbers of explosive eruptions and numbers of earthquakes at Sakurajima volcano (January 1955 – May 31, 2017).



 第 23 図 桜島 一元化震源による桜島周辺の震源分布図
 < 2017 年 1 月 ~ 2017 年 5 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表示されることがある。
 Fig.23. Hypocenter distribution in Sakurajima (January 1, 2017 – May 31, 2017).



第 24 図 桜島 震源分布図(2006 年 1 月 ~ 2017 年 5 月 31 日) < 2017 年 1 月 ~ 2017 年 5 月 31 日の震源 < 2017 年 1 月 ~ 2017 年 5 月 31 日の状況 > : 2006 年 1 月 ~ 2016 年 12 月 31 日の震源

震源は、南岳直下の海抜下0~3km 付近、桜島西部の海抜下3~9km 付近、及び桜島東部の5km 付近に分布した。

\*速度構造:半無限構造(Vp=2.5km/s、Vp/Vs=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。

Fig.24. Hypocenter distribution of volcanic earthquakes in and around Sakurajima island (January 2006 – May 31, 2017).



第 25 図 桜島 一元化震源による桜島の低周波地震分布図 < 2017 年 1 月 ~ 2017 年 5 月 31 日の状況 >

震源は、主に桜島の南西方向および南東方向に分布した。

\* 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表示されることがある。 Fig.25. Hypocenter of low frequency earthquake distribution in Sakurajima (January 1, 2000 – May 31, 2017).

- 367 -



\* 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.26. 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 – May 31, 2017).



(2016 年 6 月 ~ 2017 年 5 月 31 日 図 26 の期間後半部の拡大) 傾斜計には特段の変化は認められなかった。

\* 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.27. Numbers of earthquakes, ash plume heights and tilt records observed at Arimura station, Amidagawa station, Seto-2, Yokoyama-2 station (June 2016 – May 31, 2017).



・火山ガスの放出量は3月25日の噴火前の1~3月にわずかに増加した。

Fig.28. Numbers of earthquakes, ash plume heights, ejected  $SO_2$  gas weights and strain records (June 2016 – May 31, 2017).



ごく小規模以上の噴火の内、一部の噴火時に噴火前のわずかな山体の隆起(伸び)と噴火 後のわずかな沈降(縮み)が観測された。

\*噴火の発生前後に傾斜計及び伸縮計のデータに変化が認められたイベントについてのみ、破線を引いて表示している。

\*ごく小規模の噴火については、凡例の噴火マークを表示していない。

Fig.29. Tilt records and strain records observed at Arimura station (May 2016 - May 31, 2017).



第 30 図-1 桜島 GNSS 連続観測による基線長変化(2010 年 10 月~2017 年 5 月 31 日) GNSS 連続観測では、2015 年頃から姶良カルデラ(鹿児島湾奥部)の地下のマグマだまり が膨張する傾向がみられる。 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) 熊本地震の影響よる変動である。 この基線は図 31 の ~ に対応している。

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。

Fig.30-1. Temporal change of the baseline distances measured by continuous GNSS observation (October 2010 – May 31, 2017).



第30図-2 桜島 GNSS 連続観測による基線長変化(2010年10月~2017年5月31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。 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。

この基線は図 31 の ~ に対応している。

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。 Fig.30-2. Temporal change of the baseline distances measured by continuous GNSS observation (October 2010 – May 31, 2017).



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。

この基線は図 31 の ~ に対応している。

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。

Fig.30-3. Temporal change of the baseline distances measured by continuous GNSS observation (October 2010 - May 31, 2017).



## 第 31 図 桜島 GNSS 連続観測基線図

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。 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。 桜島島内及び姶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。

Fig.31. Baselines of the continuous GNSS observation.



## 第 32 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。

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.32. Location map of permanent observation sites in and around Sakurajima.



第33図 桜島 昭和火口から放出された大きな噴石の落下地点(2017年4月~6月6日) 2017年4月から6月6日までに発生した噴火の内、水平距離で500m以上飛散した事例(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。

以前の資料では、噴石が水平距離で概ね800m以上飛散したものをプロットしていたが、今期間に800m以上飛散する事例がなかったため、500m以上飛散したものをプロットした。

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。 Fig.33. Landing points of ballistic rocks ejected from Showa crater observed by cameras (April 2017 – June 6, 2017).



2017年4月23日12時32分に発生したB型(特異タイプ)地震(有村観測点)





第 35 図 潮位差から見積もった姶良カルデラ周辺の地殻変動推移

(左図)月平均潮位(中図)前24ヶ月平均潮位(右図)観測点配置図
期間(1958年2月~2016年12月)24ヶ月移動平均した値を期間の終わりに表示
(上図)鹿児島港・枕崎港の潮位差(下図)桜島 年間降灰量と年爆発回数
期間 上図(1952年2月~2016年12月)下図(爆発:1955年~2016年,降灰1980年~2016年)

- 圧力源直上での上下変動と水平距離
- 期間 左図(1991年12月~1996年10月) 右図(1996年10月~2007年12月)
  - \* 気温変化等による潮位の長周期的な影響を除去するために24ヶ月移動平均をとり、桜島に 近い鹿児島港と遠方にある桜島の影響が少ないと考えられる枕崎港の潮位の差から、火山活 動に伴う潮位の変化を確認する。( 上図中の増加は鹿児島港の地盤の隆起を意味する。)
  - ・1980 年から 1993 年頃までは、鹿児島港の地盤の沈降(マグマ溜りの収縮)に伴う潮位差の 減少が考えられる。1993 年以降、潮位差は増加しており、地盤の隆起(地下のマグマの膨 張)を示唆している。2012 年3月に鹿児島港検潮所の移設が行われており、上図中灰色で 示す領域の変化は移設に起因している可能性がある。
  - ・過去の水準測量に関する報告(江頭ほか.1997,山本ほか.2008)で求められた圧力源モデルの理論値( 図実線)と潮汐差から見積もった変動量と整合する。潮位観測の精度の問題上およそ±1 cmの誤差が考えられる。

Fig.35. Estimate the crustal movement of Aira caldera using tide level difference. Monthly average of tidal level (felt). 24 monthly moving average of tidal level (right). Temporal changes tidal level difference between Kagoshima harbor and Makurazaki harbor. Vertical movement and horizontal movement of crust on pressure source.



第 36 図 桜島 GNSS 基線長による茂木モデルの時間依存インバージョンで見積もられた 体積変化量の時間推移 (2010 年 1 月~2017 年 5 月)

・姶良カルデラの膨張は継続している。

・2015 年1月頃からの島内の膨張は、2016 年10月頃から停滞している。

\*膨張量解析は、図 37 に示した位置に茂木ソースを固定し、同じく図 37 に示した国土地理院 及び気象庁の GNSS 観測点のデータを用いて行った。

\* 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し、除去している。

Fig. 36. Temporal changes of inflation and deflation volume that fixed spherical source, aira source and kitadake source.







・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。

- ・桜島島内の観測点の水平成分には、2016年10月以降特段の変化は認められない。
- Fig. 38. Calculated and observed displacement for each gnss site.



第39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。

- \*図18 等に示した月別総降灰量(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 V<sub>0</sub>を北岳ソースの位置での体積変化量に換算するため、姶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 M<sub>KD</sub>~0.4 と推定した。これにより島内へのマグマ供給量 F<sub>1</sub>を推定した。
- \* 姶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  $M_{ak}$ は、マグマの密度 a, k、マグマの圧縮率 ma, k、周囲の岩石の圧縮率 s を用い、 $M_{ak}$  =  $V_a/V_0 = (a/k)(1+a/1+k)(ここで a=ma/s, k=mk/s)$ 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、 $M_{ak}=1$ と仮定し、島内へ供給されたマグマの姶良カルデラにおける換算体積  $F_0$ 及び姶良カルデラへのマグマ供給量  $F_0$ を推定した。

・桜島島内へのマグマ供給量(F<sub>1</sub>)は2015年後半から次第に減少し、2017年1月頃からは横ばいで 推移している。

・姶良カルデラソースの蓄積量( Va)とマグマ供給量(F<sub>0</sub>)は概ね等しく、一部が島内に供給されていることが推測される。

・2014 年下半期~2015 年頃から姶良カルデラへのマグマ供給量(F<sub>0</sub>)はやや増加し、その後は概ね 横ばいで推移している。

Fig. 39. Temporal changes of estimated magma flux by the inflation and deflation volume.