

桜島火山の 2025 年噴火活動に伴う地盤変動
Ground deformation accompanying eruptive activities at Sakurajima volcano in 2025

○山田大志・石井杏佳・嶋野岳人・味喜大介・竹中悠亮・園田忠臣
　　為栗健・井口正人・中道治久

○Taishi YAMADA, Kyoka ISHII, Taketo SHIMANO, Daisuke MIKI, Yusuke TAKENAKA,
Tadaomi SONODA, Takeshi TAMEGURI, Masato IGUCHI, and Haruhisa NAKAMICHI

A series of eruptive activity of Sakurajima volcano in May 2025 is significant regarding related ground deformation. Precursory ground inflation from May 13-15 has aerial strain changes of 784 nanostrain and radial tilt change of 538 nanoradian at Harutayama tunnel. As an eruption precursor inflation, this deformation is the largest since 1985, when the DPRI started ground deformation measurement at the tunnel. Furthermore, this inflation is preceded by a continuous ground deflation from April 1 to May 10. Similar precursory ground deformation with the deflation-inflation pattern has occurred associated the following eruptive episodes in July and August 2025. We estimate the main pressure source of the deformation of the eruptive episode in May at 8 km beneath the Kitadake summit with volume changes of $8 \times 10^5 \text{ m}^3$. The May and July eruptive episodes emitted the pumice at the episode onset. We argue that the inflation and following eruptive activities are driven by volatile-rich magma intrusions.

1. 桜島火山 2025 年の噴火活動

桜島火山では山頂火口（南岳, 昭和）での噴火活動が 1955 年から続いている。2025 年には、山頂域から約 2.7 km に位置するハルタ山観測室で 10 Pa 以上の空気振動を伴ったブルカノ式噴火（爆発）が 172 回発生している。その中でも、5 月 15 日から 6 月 2 日前後まで継続した一連の噴火活動では、最大で 1 日 20 回にも達する高頻度な爆発活動と火山灰放出が発生した。この噴火活動に先行して、桜島島内の観測坑道、観測井では 5 月 13 日から顕著な山体膨張が捉えられた。5 月 15 日 11 時 39 分の火山灰放出開始までに、ハルタ山観測坑道での面積ひずみと山頂方向傾斜変化量は 784 nanostrain と 538 nanoradian に達している。個別の噴火に先行する地盤膨張としては、1985 年の同観測坑道での観測開始以来最大の変化量である。この膨張に先立つ 4 月 1 日から 5 月 10 日にかけては、上記の膨張に匹敵する変化量を有する継続的な山体収縮が捉えられている。噴火活動に対応しない著しい山体収縮の発生も、今までの観測研究で明らかにされてきた桜島火山の地盤変動様式とは異なる。本発表では、5 月 15 日以降の噴火活動に前後する地盤変動と、類似の性質を有する 7 月、8 月の噴火活動に伴う地盤変動の特徴を報告する。

2. 5 月の噴火活動前後の地盤変動

4 月 1 日から 5 月 10 日にかけて、桜島島内の観測点において 366-721 nanostrain の面積ひずみ変化、83-907 nanoradian の傾斜変化が観測されている。ひずみ変化極性はいずれも収縮であり、主軸は山頂直交方向を指向する。傾斜変化ベクトルは、島内南側の観測点では主に南岳山体を、島内北側の観測点では北岳山体やさらにその北方を指向する。2024 年 12 月 20 日以降、1 日平均約 0.6 回の頻度で発生していた爆発活動は、4 月 13 日 22 時 20 分の噴火を最後に 5 月 15 日 21 時 38 分まで発生していない。

5 月 13 日からは、山体膨張を示す山上がりの傾斜変化と伸張極性のひずみ変化が始まる。ひずみ変化の主軸は、上記の膨張時と同じく山頂直交方向を示す。5 月 15 日 11 時 39 分前後の一時的な地盤収縮の開始までに、各観測坑道では 434-784 nanostrain の面積ひずみが観測された。ハルタ山での平均面積ひずみ変化率は 17 nanostrain/hour であり、BL 型地震群発活動に先行する山体膨張（立尾・井口, 2009）と同程度である。11 時 39 分前後から生じた山体収縮は多量の火山灰放出を伴うものであり、観測坑道で生じた圧縮極性の面積ひずみは 5 月 13 日以降の膨張量のおよそ半分の 311-468 nanostrain である。16 時前後から再び山体膨張が再開し、5 月 18 日までの各観測点における

る面積ひずみ変化と傾斜変化は 579 - 772 nanostrain と 60-930 nanoradian に達した。

5月15日以降は先に述べた噴火活動が6月2日前後まで継続した。個別の噴火に対応する地盤変動は主に有村観測坑道で検知されるものが多く、最大で 100 nanostrain 前後の膨張と収縮が火山灰放出に伴って観測されている。一方で5月15日以前のような規模の地盤変動が生じていないことから、火山灰として放出されるマグマ量と、山体に貫入するマグマ量がほぼ釣り合った状態で推移したと考えられる。

3. 7月、8月噴火活動前後の地盤変動

6月7日前後から再び島内の観測坑道、観測井で山体収縮が捉えられ始める。2日間程度の一時的な膨張を複数回挟みつつ経過することから、収縮を生じるプロセスがやや不安定な状態にあった事を窺わせる。7月5日0時までの観測坑道での面積ひずみ変化は 147-543 nanostrain であり、4月1日以降の収縮と比べると変化量は小さい。7月5日6時前後から再び山体膨張が始まり、ハルタ山観測坑道での面積ひずみ変化率は5月13日以降と同程度の 17 nanostrain/hour で推移する。7月6日の13時50分以降の火山灰放出に伴う一時的な山体収縮を挟み、7月8日までの面積ひずみ変化は 166-524 nanoradian に達する。一連の噴火活動は概ね 7月30日まで継続したが、爆発回数は8回にとどまり、5月15日以降の噴火活動(80回)と比べると低調であったと言える。

同様の地盤変動は、8月4日以降の山体収縮、8月19日から27日にかけての山体膨張として再び発生している。21日未明には火山灰放出を反映すると思われる一時的な山体収縮と火山性微動が発生しているが、悪天候のため表面現象は確認できていない。この後の爆発活動は11月16日まで発生しておらず、小規模な火山灰放出のみが間欠的に発生している。

4. 地盤変動圧力源の検討

桜島とその周辺を対象とした地盤変動の既往研究では、姶良カルデラ中央部から山頂火口へのマグマ経路を反映する思われる複数の圧力源（海域直下 A、北岳直下 K、南岳直下 M）が検出されている (Hotta et al., 2016)。この複合圧力源モデルを念頭に、最も変動量の大きい4月の収縮、5月

の膨張の特徴に基づいて圧力源を検討する。ひずみ変化の極性が各観測坑道でいずれも山頂直交方向を指向すること、有村よりもハルタ山と高免でのひずみ変化量が大きいことから、K 圧力源の変化が最も卓越していることが想定される。そこで、まず単一の圧力源を仮定し、K 圧力源の位置と規模を検討する。K 圧力源の影響を特に反映すると期待されるハルタ山のひずみと傾斜、高免の伸縮記録の特徴に着目する。また地盤変動はいずれも概ね山頂からの放射状の特徴を有することから、2 km 四方の水平開口割れ目 (Okada, 1985) を圧力源モデルとして仮定する。ハルタ山と高免のひずみ主軸がいずれも同じ方向を指向するため、この両点を結ぶ直線上の直下に圧力源が存在する可能性が高い。ひずみ変化極性、ハルタ山と高免の主ひずみ変化比、ハルタ山における主ひずみと傾斜変化の比のそれぞれを満足する圧力源を検討した。これらの特徴は、北岳直下の地表から深さ 8 km における $8 \times 10^5 \text{ m}^3$ の増圧（開口量 20 cm）で説明可能であることがわかった。また、膨張期の記録を用いて推定される M 圧力源の体積変化量は $8.5 \times 10^4 \text{ m}^3$ (深さ 2.8 km) であり、推定される K 圧力源の規模の方が一桁大きい。

5. 降下火山灰の特徴

5月15日の火山灰放出は、当初はやや赤色から黒色の溶岩片の噴出が卓越していたのに対し、14時ごろからは軽石粒子の噴出へと変化したことが連續降下火山灰試料から見出されている。同様に、7月5日噴火の降下火山灰試料からもスコリア粒子が見出されている。こうした特徴は、揮発性成分に富むマグマの貫入が地盤膨張とその後の噴火活動を駆動したことを示唆する。

降下火山灰の量に着目すると、5月15日から16日までの放出火山灰量は 18 万トンと推定される。鹿児島県計測に基づく5月の推定放出火山灰量は 71 万トンに達しており、これは 2015 年 5 月以降で最大の値である。一方、7月の噴火活動の場合は、7月6日の正午までの放出火山灰量は 3 万トンと推定され、5月の噴火と比べると一桁少ない。地盤変動がほぼ同程度の規模であることと対照的である。地盤膨張に後続する噴火活動の規模などを加味すると、一連の活動では 3 回のマグマ貫入イベントを繰り返したが、マグマに含まれる揮発性成分は徐々に低下した可能性がある。