

水準測量によって測定された 2015 年 8 月 15 日の桜島火山における  
マグマ貫入イベントに伴う地盤上下変動

Vertical Ground Deformation Associated with the Magma Intrusion Event at Sakurajima Volcano  
on Aug. 15, 2015 Revealed by Precise Leveling Survey

○山本圭吾・吉川慎・松島健・大倉敬宏・横尾亮彦・井上寛之・内田和也・  
園田忠臣・中元真美・山下裕亮・味喜大介・松本聡・相澤広記・市原美恵  
○Keigo YAMAMOTO, Shin YOSHIKAWA, Takeshi MATSUSHIMA,  
Takahiro OHKURA, Akihiko YOKOO, Hiroyuki INOUE, Kazunari UCHIDA,  
Tadaomi SONODA, Manami NAKAMOTO, Yusuke YAMASHITA, Daisuke MIKI,  
Satoshi MATSUMOTO, Koki AIZAWA, Mie ICHIHARA

We conducted the precise leveling survey in and around Sakurajima volcano during the period from August 16 to September 24 and December 18, 2015, in order to detect the vertical ground deformation associated with the magma intrusion event occurred on August 15, 2015. The survey data measured in Sakurajima are compared with those of the previous survey, resulting in the relative vertical displacements during the period from November 2014 to August-September 2015. The resultant displacements indicate the ground uplifts around the northern part of Sakurajima, at Arimura (to the south of craters) and at Kurokami (to the east of craters). The obtained uplifts at Arimura and Kurokami are consistent with the ground deformation expected from the dike intrusion model inferred by other researches using InSAR, GNSS, tilt and strain data of August 15 event. The uplifts around the northern part of Sakurajima suggest the inflation of the magma reservoir beneath Aira caldera or the northern part of Sakurajima, which occurred during the period between November 2014 and August-September 2015.

## 1. はじめに

2015 年 8 月 15 日、桜島火山において火山性地震の群発活動を伴った急激な地盤膨張イベントが発生した。気象庁は、同日噴火警戒レベルを 3 (入山規制) から 4 (避難準備) に引き上げ、桜島内の一部の住民が避難を行った。我々は、このイベントに伴って生じた地盤上下変動を測定するため、翌日の 8 月 16 日から、これまで水準測量を行ってきた路線において緊急の一等水準測量を実施した。本講演では、この測量の概要および結果について報告する。

## 2. 水準測量の概要

水準測量を実施した路線の水準点を Fig. 1 に示す。これらは、海岸線に沿って桜島を一周する桜島一周道路路線 (BM. S. 17~BM. S. 26~BM. S. 36~BM. S. 4~BM. S. 17)、西部山腹のハルタ山登山路線 (BM. S. 101~BM. S. 108~BM. S. 209)、北部山腹の北岳路線 (BM. S. 401~BM. S. 423)、東部の黒神路線 (BM. S. 37~BM. S. 304) および桜島外の鹿児島湾西

岸路線 (BM. 2469~BM. 2474・J) であり、総延長は

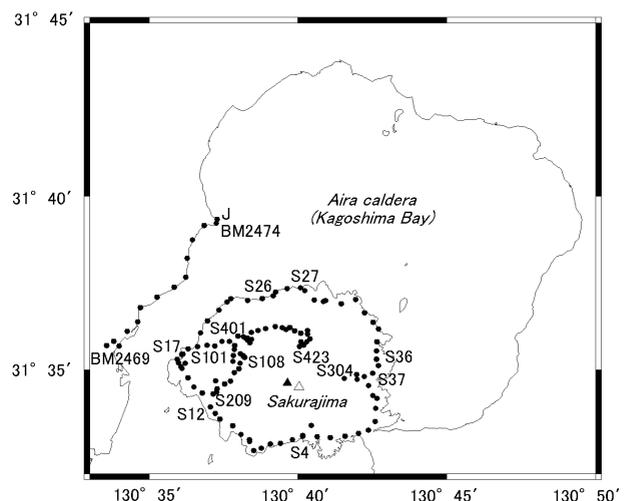


Fig. 1 Leveling bench marks measured in the 2015 survey (solid circles). Solid and open triangles indicate the locations of Minamidake and Showa craters of Sakurajima volcano, respectively.

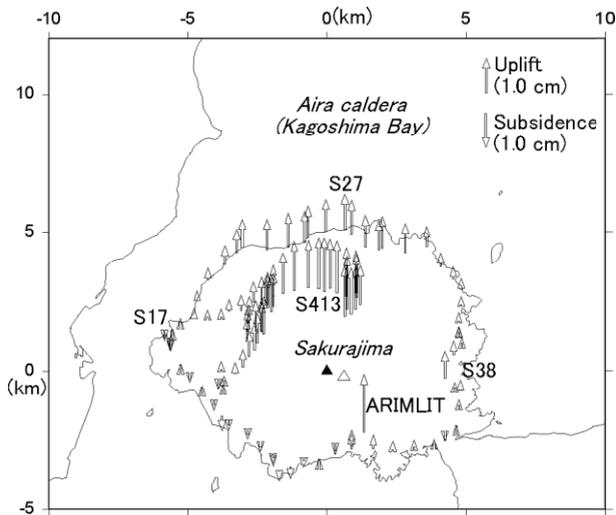


Fig. 2 Distributions of the vertical displacements of the bench marks in Sakurajima volcano referred to BM.S.17 which is located at the western coast of Sakurajima during the period from November 2014 to August-September 2015. Solid and open triangles indicate the locations of the summit and Showa craters of Sakurajima volcano, respectively.

約 69 km である。これらの路線を、2015 年 8 月 16 日～9 月 24 日の期間および 12 月 18 日において測量に当たった。桜島一周道路路線、ハルタ山登山路線、北岳路線については、2014 年 11 月の前回測量時に測量を行っているが、鹿児島湾西岸路線については 2013 年 11 月の測量から約 1 年 9 カ月ぶりの実施であった。

測量方法は、各水準点間の往復測量で、その往復差は一等水準測量の許容誤差を満たすようにした。実際の測量における誤差は、1 km 当りの平均自乗誤差が桜島一周道路路線、ハルタ山登山路線、北岳路線、鹿児島湾西岸路線においてそれぞれ  $\pm 0.33$ 、 $\pm 0.27$ 、 $\pm 0.17$ 、 $\pm 0.24$  mm/km、水準環閉塞誤差は桜島一周道路路線およびハルタ山登山路線において時計回りにそれぞれ 1.1 mm (許容誤差 12.1 mm)、-2.3 mm (許容誤差 7.6 mm) であり高精度の一等水準測量であった。

### 3. 測量結果

桜島内の路線について、桜島西岸の水準点 BM. S. 17 を不動点 (基準) とし、各水準点における比高値を 2014 年 11 月に行われた測量結果 (山

本ら, 2015) と比較することで、2014 年 11 月から 2015 年 8 月・9 月の期間における地盤上下変動量を計算した。Fig. 2 に、その結果求められた地盤上下変動量の分布を示した。また、鹿児島湾西岸路線については、その南端にある BM. 2469 を不動点 (基準) とし、2013 年 11 月に行われた測量結果 (山本ら, 2014) と比較することで、地盤上下変動量を計算した。

Fig. 2 から、桜島北部付近、ハルタ山登山路線および北岳路線の水準点において、顕著な地盤隆起 (最大で BM. S. 413 における 15.8 mm) が生じていることが確認される。また、桜島南部の有村付近 (最大で ARIMLIT における 16.8 mm) および東部の黒神付近 (最大で BM. S. 38 における 7.7 mm) においても顕著な地盤の隆起が確認される。

8 月 15 日の急激な地盤膨張については、干渉 SAR や GNSS、傾斜計・伸縮計の観測データから昭和火口の直下にダイクが貫入したことがモデル解析により推定されている (国土地理院, 2015; 堀田ら, 2016)。水準測量によって測定された有村付近や黒神付近の地盤隆起は、これらのダイク貫入モデルから期待される地盤上下変動と調和的である。一方で、桜島北部付近や北岳路線の地盤隆起については、このダイク貫入モデルによって変動量を説明することはできない。鹿児島湾西岸路線における水準測量結果においても、BM. 2474 に向かった地盤隆起が観測されており、始良カルデラあるいは桜島北部の地下に増圧源の存在が示唆される。この増圧源の変動については、傾斜計・伸縮計の観測データを参考にすると 8 月 15 日のイベントのものではないと考えられ、2014 年 11 月から 2015 年 8 月・9 月の期間において生じたものであると考えられる。講演では、これらの圧力源解析の結果についても報告する。

### 4. 参考文献

- 山本圭吾・吉川慎・松島健・大倉敬宏・横尾亮彦・井上寛之・三島壮智・内田和也・園田忠臣・関健次郎・小松信太郎・堀田耕平・藤田詩織 (2015) : 水準測量によって測定された桜島火山の地盤上下変動—2014年11月測量の結果—, 京都大学防災研究所年報, 第58号B, pp. 70-75.