

GNSS・傾斜・伸縮データの複合解析によって明らかにした桜島火山の地盤変動源 Ground deformation sources of Sakurajima volcano revealed from synthetical analysis of GNSS, tilt and strain data

○堀田耕平, 井口正人, 大倉敬宏, 山本圭吾

○Kohei HOTTA, Masato IGUCHI, Takahiro OHKURA, Keigo YAMAMOTO

Eruptive activities at Showa crater started at June 2006, and increased accompanying with ground inflation in October 2009 – May 2010 and October 2011 – March 2012 (2011 event). As the result of pressure source analysis of 2011 event, 2 inflation sources are located beneath Aira caldera (A-source; 9.6 km depth) and beneath Kita-dake (K-source; 3.3 km depth), and a deflation source is located beneath Minami-dake (M-source; 0.7 km depth). We then estimated temporal volume change of each source on the assumption that sources do not change their position during 2011 event. Injection of magma from A- to K-source in early November 2011 thought to be a trigger of 2011 event. Amount of ejected magma from Showa crater was slightly larger than that of magma intrusion from K- to M-source, and the shallow M-source beneath Minami-dake deflated slightly.

1. はじめに

桜島における 1974～1992 年の南岳山頂噴火活動期には精密水準測量により地盤収縮が検出され、始良カルデラ下約 10 km と南岳山頂直下約 3 km にそれぞれ収縮源が推定された (江頭, 1989)。一方, 2006 年 6 月には昭和火口の噴火活動が開始し, 2009 年秋ごろ噴火活動が活発化したが, 南岳噴火活動期とは対照的に地盤膨張が検出された (2009 年 10 月～2010 年 5 月)。噴火活動の活発化を伴う同様の地盤膨張イベントが 2011 年 10 月～2012 年 3 月にも検出された。本研究では, GNSS・傾斜・伸縮データの複合解析を行い, 昭和火口の噴火活動活発化に伴って地盤膨張が検出された期間に着目して桜島火山の地盤変動源を明らかにした。

2. データ

本研究で使用した観測点の分布を Fig. 1 に示す。桜島火山観測所の GNSS 連続観測点のデータと国土地理院の GEONET データを用いた。また, 傾斜・伸縮データについては, 有村観測坑道の水管傾斜計 (AVOT), 高免観測点のボアホール傾斜計 (KOM), ハルタ山観測坑道の伸縮計 (HVOT) のデータをそれぞれ用いた。

3. 解析結果・考察

桜島において GNSS 観測が始まった 1995 年以降では, 1998 年 1 月～1999 年 9 月, 2004 年 10 月

～2005 年 3 月, 2005 年 10 月～2006 年 3 月, 2009 年 10 月～2010 年 5 月, 2011 年 10 月～2012 年 3 月 (2011 event) にそれぞれ地盤膨張が検出された。

ここでは, 観測網が最も密な 2011 event に着目して解析を行った。まず, この期間の総変動量について GNSS データのみを用いて茂木モデル (Mogi, 1958) を用いて圧力源解析を行ったところ, 始良カルデラ下深さ 8.6 km と北岳下深さ 3.8 km の 2 増圧源で変動を概ね説明できた。ところが, この 2 圧力源モデルでは傾斜・伸縮データを十分に説明できなかった。そこで, 3 圧力源を仮定して, GNSS・傾斜・伸縮データを複合的に用いて圧力源解析を行ったところ, 始良カルデラ下深さ 9.6 km (A-source) と北岳下深さ 3.3 km (K-source) に増圧源が, 南岳下深さ 0.7 km (M-source) に減圧源がそれぞれ得られ, この 3 圧力源モデルによって GNSS・傾斜・伸縮データのいずれも概ね説明できた (Fig. 2)。

次に, これらの圧力源の位置を固定し, 約 10 日毎の変動データから各圧力源の体積の時間変化を推定した。結果を Fig. 3 に示す。K-source は 2011 年 11 月上旬に膨張速度が増加し, 2012 年 1 月下旬まで一定の速度で継続した。M-source も K-source と同様 2011 年 11 月上旬に収縮速度が増加したが, こちらは 2012 年 3 月中旬まで一定の速度で継続した。また, K-source の膨張総量は M-source の収縮総量の 20 倍近くであった。一方,

A-source は 2011 年 11 月下旬に K-source より遅れて膨張速度が増加し、2012 年 2 月中旬まで一定の速度で継続した。

以上のことから、A-source から K-source へのマグマの貫入が 2011 event の引き金になったこと、昭和火口からの噴出量が K-source から M-source へのマグマの供給量をわずかに上回ったことで、南岳下浅部で収縮が生じたことが示唆される。

4. 謝辞

本研究では国土地理院の GEONET データを使用させていただいた。圧力源解析のプログラムコードの一部に Carroll 博士の FORTRAN genetic algorithm driver (Carroll, 1997) を使用させていただいた。

5. 引用文献

江頭庸夫 (1989) : 噴火活動に伴う桜島火山および始良カルデラ周辺の地盤変動, 京都大学防災研究所年報, 第32号B-1, pp. 29-39.

Carroll, D.L. (1997): FORTRAN genetic algorithm driver, University of Illinois.

Mogi, K. (1958): Relations between the Eruptions of Various Volcanoes and the Deformations of the Ground Surfaces around them, Bulletin of the Earthquake Research Institute, 36, 99 – 134.

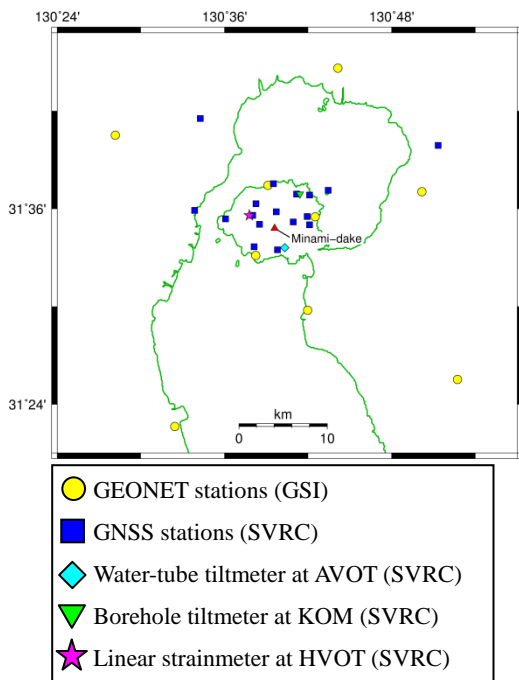


Fig. 1 Distribution of stations used in this study.

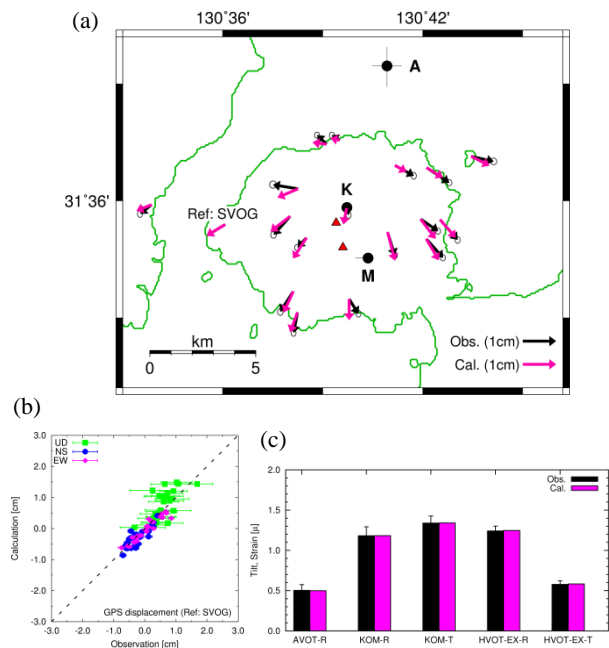


Fig. 2 (a) Distribution of sources (solid circles) for 2011 event obtained from synthetical analysis of GNSS, tilt and strain data. Error bars are 95% confidence level. Red triangles represent Kita-dake (north) and Minami-dake (south), respectively. Arrows are observed (black) and calculated (magenta) horizontal displacement which are corrected for calculated displacement of SVOG station. Error ellipses are 1σ . (b) Comparison of observed and calculated displacements which are corrected for calculated displacement of SVOG station. Error bars are 1σ . (c) Comparison of observed and calculated tilt and strain. Error bars are 1σ .

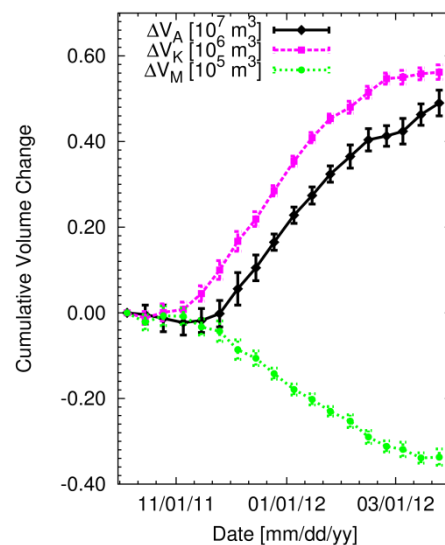


Fig. 3 Cumulative volume change of A-, K- and M-sources. Error bars are 95% confidence level.