

繰り返し相対重力観測で明らかになった桜島火山における1990年代以降の重力時空間変化

Spatiotemporal gravity variations from the 1990s in Sakurajima Volcano, revealed by repeated relative gravity measurements

*大柳 謙¹、風間 卓仁¹、山本 圭吾²、大島 弘光³、岡田 和見³、園田 忠臣²、井口 正人²

*Ryo Oyanagi¹, Takahito Kazama¹, Keigo Yamamoto², Hiromitsu Oshima³, Kazumi Okada³, Tadaomi Sonoda², Masato Iguchi²

1. 京都大学理学研究科、2. 京都大学防災研究所、3. 北海道大学地震火山研究観測センター

1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. DPRI, Kyoto University, 3. ISV, Hokkaido University

重力観測は火山内部の質量移動を捉えるのに有効な手法の1つである。桜島火山では1975年から相対重力計による重力観測が開始され、2018年までに計20回の繰り返し観測が実施してきた。このうち、南岳噴火の活発期である1975年～1992年については風間ほか(2018)によって長期的な地殻変動および重力変化のモデル化が行われた。それによると、水準測量で得られた桜島内外の上下変位は2つの球状圧力源の収縮で説明できるが、桜島島内における相対重力値の上昇についてはこれらの球状圧力源の収縮では十分再現できないことが分かった。そこで風間ほか(2018)は北岳直下の深さ5 kmに地殻変動を伴わないような質量増加を仮定し、ここで $6.0 \times 10^{-10} \text{ kg/yr}$ （年間6000万トン）の質量蓄積があれば桜島島内の相対重力変化を説明できることを示した。しかしながら、風間ほか(2018)でモデル化されたのは1975年～1992年の質量変動のみであり、それ以降現在までの長期的な質量変動モデルは提案されていない。桜島直下における質量蓄積が現在も継続しているかどうかを知ることは、今後の桜島の火山活動を予測する上でも非常に重要である。

そこで本研究は、1990年代後半から2018年に至る約20年間のGPSデータおよび相対重力データを解析し、この期間の長期的な圧力源変動および質量変動を以下のようにモデル化した。まず、我々はTakayama and Yoshida (2007)の手法を用いてGEONET F3解の水平変位場から桜島火山活動以外のテクトニックな地殻変動場を補正した。次に、始良カルデラ直下におけるマグマだまりの膨張を想定し、テクトニック場補正後の地殻変動データをMogi (1958)の球状圧力源モデルによって再現した。このとき、球状圧力源の位置や膨張量はグリッドサーチ法によって決定した。その結果、始良カルデラ中央部の深さ9.0 kmに $5.5 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{yr}$ の体積膨張速度を持つ球状圧力源が存在すれば、GEONETの地殻変動場を最もよく再現できることが分かった。この球状圧力源に伴う重力変化は萩原(1977)の式によって計算できるが、そもそも地球上の地殻変動では地球重心との距離変化が最も重力変化に効くため、圧力源膨張（による地殻隆起）に対する重力変化は負の値を取る。しかしながら、同期間に桜島島内で観測された重力変化速度は正の値を持っているので、球状圧力源の膨張だけでは桜島の重力変化を説明できないことが分かる。

桜島島内で観測された重力変化から球状圧力源の膨張に伴う重力変化を補正すると、補正後の重力変化速度は山頂部のS110で $+7.49 \text{ microGal/yr}$ 、西側山麓のS16で $+1.61 \text{ microGal/yr}$ となった。ここで我々は、この重力時空間変化を再現するために点質量に伴う理想的な重力変化を計算した。なお、この計算に必要なパラメーター（点質量源の位置や質量増加速度）については今回は試行錯誤的に決定した。その結果、桜島中央部の海拔下3.3 kmの位置に $2.3 \times 10^{-10} \text{ kg/yr}$ （年間2300万トン）の質量増加を設定すれば実際の重力変化をよく再現できることが分かった。すなわちこの結果は、桜島直下における質量増加は現時点でも継続しているものの、その増加速度は南岳活発期（1970年代～90年代前半）の半分未満に低下している、ということを示唆している。ただし、本研究のここまで解析においては、GEONETの鉛直変位データを使用していない、モデル計算時にいくつかの簡単化を行っている、球状圧力源や点質量源に関するパラメーターの誤差を検討していない、などいくつかの問題を抱えている。今後はこれらの問題点を解決することで変動モデルを洗練化し、桜島内部の質量移動プロセスをより明らかにしていきたい。

キーワード：桜島火山、相対重力、地殻変動、質量変化、マグマ、陸水

Keywords: Sakurajima Volcano, relative gravity, crustal deformation, mass variation, magma, hydrology