

桜島火山における相対重力の連続観測および繰り返し測定
Continuous and Repeated Relative Gravity Observations in Sakurajima Volcano

○風間卓仁・山本圭吾・平良真純・大島弘光・前川徳光・岡田和見・園田忠臣・井口正人
○Takahito KAZAMA, Keigo YAMAMOTO, Masumi HIRAYOSHI, Hiromitsu OHSHIMA, Tokumitsu MAEKAWA, Kazumi OKADA, Tadaomi SONODA, Masato IGUCHI

Gravity measurement is one of the most powerful methods to detect spatiotemporal mass variations in volcanoes. In Sakurajima Volcano, relative gravity values have been repeatedly measured since 1975, and significant long-term gravity increase of up to 200 microGal was observed from the 1970s to the 1990s (Yamamoto et al., 1998). Continuous relative gravity data has also been collected, and the gravity change of -5.86 ± 0.27 microGal was observed during the rapid inflation event on 15 August 2015 (Kazama et al., 2016). We here report the latest gravity changes obtained by the campaign relative gravity measurements around Sakurajima Volcano in October 2017 and the continuous relative gravity observations at Arimura Observatory, the southern Sakurajima.

1. 桜島で実施されてきた相対重力観測

重力観測は火山活動に伴う地下質量の時空間変化を検出するのに有効な手法の1つである。桜島火山では1975年からLaCoste型相対重力計による繰り返し重力測定が開始され、1970~90年代の噴火活発期には最大約 $200 \mu\text{Gal}$ の経年的な重力増加が確認された(山本ほか, 1998)。また、2010年からはCG-3M型相対重力計による重力連続観測が有村観測坑道局舎ほかで開始され、2015年8月の急膨張イベントの際にはダイク貫入に伴って $-5.86 \pm 0.27 \mu\text{Gal}$ という微小な重力変化の検出に成功した(風間ほか, 2016)。

一方、桜島ではGNSSや水準といった地殻変動観測も継続して実施されており、最近では始良カルデラ深部のマグマだまりの長期的な膨張や(Hotta et al., 2016)、2015年の急膨張を生じさせたダイク圧力源の緩やかな収縮(山本ほか, 2017)が検出されている。このような最近の地殻変動を質量変動の観点から議論することは火山現象の本質を理解する上で重要であり、将来の火山活動を予測する上でも必要不可欠である。そこで我々は桜島火山における重力時空間変動を把握するため、桜島周辺で相対重力の繰り返し測定を、および有村観測坑道局舎で相対重力の連続観測を実施した。本発表では2017年度に実施された相対重力観測について言及する。

2. 相対重力の繰り返し測定

我々は桜島内外の重力測定点において2017年10月23日~27日にLaCoste型相対重力計による相対重力測定を実施した。測定に参加した重力計(および測定者)は、桜島火山観測所のG605(平良)・G892(山本)、北海道大学のG31(大島)・G375(前川)・G791(岡田)、および京都大学理学研究科のG680(風間)の6台である。各測定者は桜島火山観測所(測点名SVOGRV)を基準として相対重力の往復測定を実施し、観測所到着後に測定値を集計・電子化した。その後、器械高・潮汐・器械ドリフトの効果を重力測定値から補正し、SVOGRVを基準とした相対重力値を見積もった。

表1はSVOGRV基準の相対重力値について各重力計の1年間(2016年10月~2017年10月)の重力変化を計算し、これを全ての重力計で平均化したものである。また、表1には重力平均値の標準誤差、すなわち標準偏差を観測データ数の平方根で割った値も示している。なお、G680は2017年10月に初めて繰り返し重力測定に参加したので、G680の重力値は平均値計算の際に除外されている。図1の重力変化量はほぼ全ての点で負になっており、特に標高の高い測定点(BMSV0, S202, S110, SK04g)で変化量が大きくなっている。このような重力変化をもたらす要因としては、①火口周辺の重力測定点が隆起している可能性、あるいは②

2016年10月に比べて2017年10月の地下水貯留量が減少した可能性、などが考えられる。例えば①の効果を試算するために重力変化量をブーゲー重力勾配（ここでは $-2.0 \mu\text{Gal}/\text{cm}$ と仮定する）で割ると、地面隆起量は最大27 cmと計算される。しかしながら、水準測量ではこのような大きな上下変位は検出されていないので、観測された重力変化の大部分は②地下水貯留量の減少によって説明できると考えられる。

表1：2016年10月～2017年10月の重力変化

重力測定点	重力変化 [μGal]	標準誤差 [μGal]	データ数
SVOGRV	0	0	5
S16	-6	9	4
S26	-15	9	5
S29	-20	7	5
S37	-5	10	5
S8	-2	4	5
BMSVO	-30	8	4
HARGRV	-25	8	4
S202	-31	14	4
S206	-14	10	4
S110	-53	17	3
ARIG10	-5	9	5
SK04g	-33	5	5
K9	-16	14	5
BM2789	-28	7	5
950482A	1	9	5

3. 相対重力の連続観測

我々は2010年9月にCG-3M型相対重力計（型番：#9403248）を桜島南部の有村観測坑道局舎に設置し、毎分の相対重力値を収録し続けてきた（風間ほか，2016）。また、2016年10月には同型の重力計（型番：#9507292）による連続観測を開始し、有村局舎内にて相対重力の並行観測を実施している。さらに、2016年11月からは毎正時に収録データをダウンロードし、準リアルタイムでデータ解析を行っている。このデータ解析の中では、潮汐変動・気圧変化・器械ドリフトによる重力変化を補正しており、直近1週間の重力変化のグラフ

を画像データとして出力している。

図1には2018年1月22日正午までの1週間に#9507292で収録された重力連続データを示す。潮汐・気圧・ドリフト補正後の重力変化（上から4番目）は1月16日～17日にかけて大きなばらつきを有しているが、これは天候悪化に伴って地動ノイズが大きくなったことを反映している。また、器械ドリフトの変化速度（上から5番目）はこの1週間で約 $230 \mu\text{Gal}/\text{day}$ から約 $220 \mu\text{Gal}/\text{day}$ に減少しているが、これは室温の季節変化に伴いばね長変化の速度も変化しているためと考えられる。というのも、夏季の冷房時に器械ドリフト変化速度は上昇していたが、2017年11月21日に局舎のエアコンを暖房に切り替えて以降はこの器械ドリフト変化速度が減少に転じたのである。

なお、図1で示した期間内では桜島火山の活動は比較的静穏であったため、火山活動による重力変化は観察されていない。もしも2015年8月の急膨張イベントと同様の現象（風間ほか，2016）が発生した場合には、補正済み重力データやドリフトレートに通常と異なる変動が混入するものと期待される。

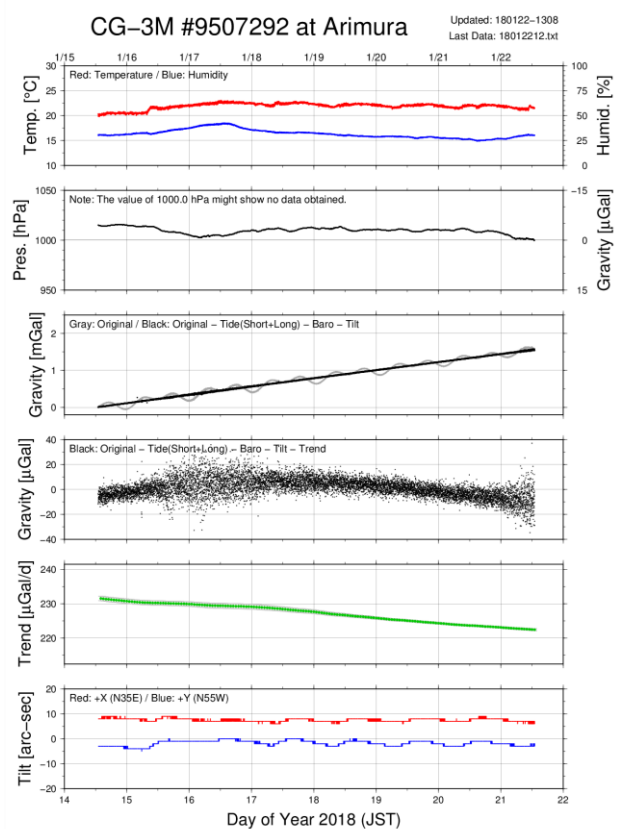


図1：2018年1月15日正午～1月22日正午にCG-3M #9507292で収録された相対重力データ。