

桜島火山における相対重力繰り返し測定 (2020 年度)
Repeated Relative Gravity Measurements in Sakurajima Volcano in FY2020

○風間卓仁・大柳諒・若林環・山本圭吾・岡田和見・大島弘光・井口正人
○Takahito KAZAMA, Ryo OYANAGI, Tamaki WAKABAYASHI, Keigo YAMAMOTO,
Kazumi OKADA, Hiromitsu OSHIMA, Masato IGUCHI

Gravity measurement is one of the most powerful methods to detect spatiotemporal mass variations in volcanoes. In and around Sakurajima Volcano, relative gravity values have been repeatedly measured since 1975, and significant long-term gravity increase of up to 0.2 mGal was observed from the mid-1970s to the early 1990s (Yamamoto et al., 1998). We here report the relative gravity values collected during the campaign gravity survey in October 2020. We also discuss instrumental errors of the gravity values originating from the difference of the scale factor for each relative gravimeter.

1. 桜島における繰り返し相対重力測定

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年代の南岳噴火活発期には最大約0.2 mGalの経年的な重力増加が確認された(山本ほか, 1998)。この大きな重力増加はマグマだまりの体積変化だけでは十分に説明することができず、桜島中央部直下で地殻変動を伴わないような質量増加が必要であることが分かっている(大柳ほか, 2020)。また、桜島島内における重力増加は2000年代以降も確認されており(風間ほか, 2018)、今後も重力測定によって桜島火山の重力変化や地下質量変動を監視する必要がある。

我々は2006年以降毎年秋に桜島内外の重力点において相対重力集中観測を実施してきた。また、2015年以降は約3ヶ月に1度の頻度で主要重力点における相対重力測定を繰り返し実施しており、2020年度も計4回程度のキャンペーン重力測定を予定していた。しかしながら、COVID-19感染拡大の影響により、春季と夏季の重力測定を実施することができなかった。そこで本稿では、2020年10月に実施した相対重力集中観測の概要を説明し、そこで得られた相対重力値を示す。

2020年度の相対重力集中観測は10月26日~31日の日程で実施され、計5台のラコスト相対重力計によって桜島内外の相対重力値が測定された。ある1日の相対重力測定では、桜島火山観測所の

SVOG重力点を始点および終点とし、他の複数の重力点において往復測定を実施した。毎日の測定終了後には、測定者自身が一連のデータ解析(読取值→重力値の変換、器械高補正、潮汐補正、および器械ドリフト補正)を実施し、SVOG基準の相対重力値を決定した。

2. 相対スケールファクターの推定

表1は2020年10月に取得されたSVOG基準の相対重力値を示している。SVOGとの重力差が最も大きいのは桜島北岳斜面のS423重力点(約141 mGal)であり、これは桜島内外の重力点の中でS423が最もSVOGとの標高差が大きい(約580 m)ためである。また、SVOG基準の相対重力値は各重力計で異なっており、S423においてはG791重力計とD58重力計の間で重力差が最大(0.592 mGal; SVOG~S423間の相対重力値の約0.4%に相当)となっている。相対重力値にこのような器差が生じるのは、以下に示すようにスケールファクターが器械ごとに異なるためである。

そもそも、解析中における読取值→重力値の変換は、重力計メーカー作成の変換関数 f_j を用いて $g_{ij} = f_j(x_i)$ と表現できる。ただし、 i は重力点番号、 j は重力計番号、 x_i は読取值、 g_{ij} は重力値である。この際、メーカー作成の変換関数 f_j に誤りがあると重力値 g_{ij} が不正確になるので、変換関数を正すための補正係数が必要となる。この補正係数はスケールファクター(SF)と呼ばれ、読取值→重力値の変換は $g_{ij} = S_j \cdot f_j(x_i)$ と表現

できる。しかし、本研究の解析ではSFを全重力計で1としていたため、SFの寄与が補正されずに重力値の器差として残ってしまったのである。

そこで我々は、桜島内外の重力点における重力値を正しく決定するため、表1の相対重力値からSFを推定した。なお、今回は比較対象となる絶対重力データが不足していたため、G534重力計を基準とした相対的なSFを推定した（表1下部に記載）。その結果、以下の3つのことが分かった。

- 各重力計の相対SFは1に近い値を持ち、D58重力計の相対SFが1から最も離れている（ $0.995820 = 1 - 0.004180$ ）。
- G605重力計の相対SFは比叡山で決定された相対SF（ 0.999671 ± 0.000094 ；若林ほか，2021）と誤差範囲を超えて0.000298だけ乖離

している。そもそも比叡山と桜島では重力計の読取値が異なっているため、今回の結果はSFが読取値に依存する可能性（Onizawa, 2019）を示唆している。

- D58重力計の相対SFは比叡山で決定された相対SF（ 0.996507 ± 0.000228 ；若林ほか，2021）と誤差範囲を超えて0.000687だけ乖離している。この乖離にはラコストD型重力計に特有の測定レンジ調整機構が関与している可能性がある。

今後は絶対重力値を基準としたSFを決定し、桜島内外の重力点における重力値を正確に決定する予定である。また、同様の処理を過去の相対重力測定データにも適用し、桜島火山における重力時空間変化を正確に見積もる予定である。

表1 2020年10月に取得された相対重力値（単位：mGal）および相対スケールファクター。

Sensor	G31	G534	G605	G791	D58
Observer	Oshima	Kazama	Yamamoto	Okada	Oyanagi
SVOG	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
S16	6.139	6.127	6.148	6.134	6.168
S26	-11.523	-11.500	-11.474	-11.513	-11.564
S29	-33.443	-33.444	-33.472	-33.424	-33.599
S37	-15.489	-15.481	-15.452	-15.476	-15.554
S8	-15.350	-15.328	-15.299	-15.318	-15.388
BMSVO	-89.104	-89.112	-89.114	-89.089	-89.493
HARG	-89.268	-89.263	-89.268	-89.246	-89.642
S202	-60.732	-60.714	-60.735	-60.712	-60.988
S206	-29.827	-29.797	-29.833	-29.801	-29.937
S110	-113.986	-113.986	-114.093	-113.971	-114.454
S110'	-113.915	-113.914	-113.994	-113.912	-114.399
ARIG10	-14.114	-14.108	-14.081	-14.088	-14.161
SK04g	-76.235	-76.239	-76.269	-76.222	-76.580
S423	-141.569	-141.565	-141.610	-141.532	-142.124
KOMG	-37.224	-37.215	-37.234	-37.207	-37.401
K9	19.553	19.550	19.569	19.542	19.674
BM2789	-34.218	-34.229	-34.246	-34.218	-34.380
950482A	-18.377	-18.365	-18.345	-18.363	-18.447
SF	1.000035	1.000000	0.999373	1.000151	0.995820
stdev	± 0.000061		± 0.000130	± 0.000049	± 0.000095