

# 桜島および鹿児島湾周辺における 精密重力および絶対重力測定

京都大学防災研究所	山本 圭吾・高山 鐵朗
	山崎 友也
北海道大学大学院理学研究院	
	大島 弘光・前川 徳光
東北大学大学院理学研究科	植木 貞人
東京大学地震研究所	松本 滋夫・菅野 貴之
	及川 純

## 1. はじめに

桜島および鹿児島湾周辺域では、ラコスト重力計を用いた精密相対重力測定が 1975 年に開始され、桜島火山の集中総合観測の一環として 1997 年までに 9 回繰り返されてきた<sup>1)~9)</sup>。その結果、桜島の山頂噴火活動活発期に緩やかな地盤沈降<sup>10)</sup>と並行して、桜島および鹿児島湾を中心とした重力の増加傾向が継続してきたことが明らかにされた。桜島中央部における重力増加は地盤沈降から期待される量の数倍に達しており、桜島中央部地下において密度および質量の増加現象が進行してきた事を示すものと考えられている<sup>5, 11, 12)</sup>。

今回、2007 年 10 月に、第 10 回桜島火山集中総合観測の一環として、桜島および鹿児島湾周辺において 10 回目の再測定を行った。今回の測定では、従来から行ってきたラコスト重力計による測定に加え、micro-g 社製 FG5 絶対重力計を用いた絶対重力測定を並行して行った。本稿では、これらの測定およびその暫定結果について報告する。

## 2. 測定および解析

今回の測定点を図 1 に示した。前回から今回の測定までの間に破損等により測定不能になった点が数点あったので、今回新たに幾つか測定点を追加した。ハルタ山観測室の水準点 (BMSVO) との等重力測定点として過去に測定を行ってきた高千穂小学校は、小学校移転のため測定が不能となった。

精密相対重力測定には LaCoste & Romberg G 型重力計を使用した。桜島内を中心とした測

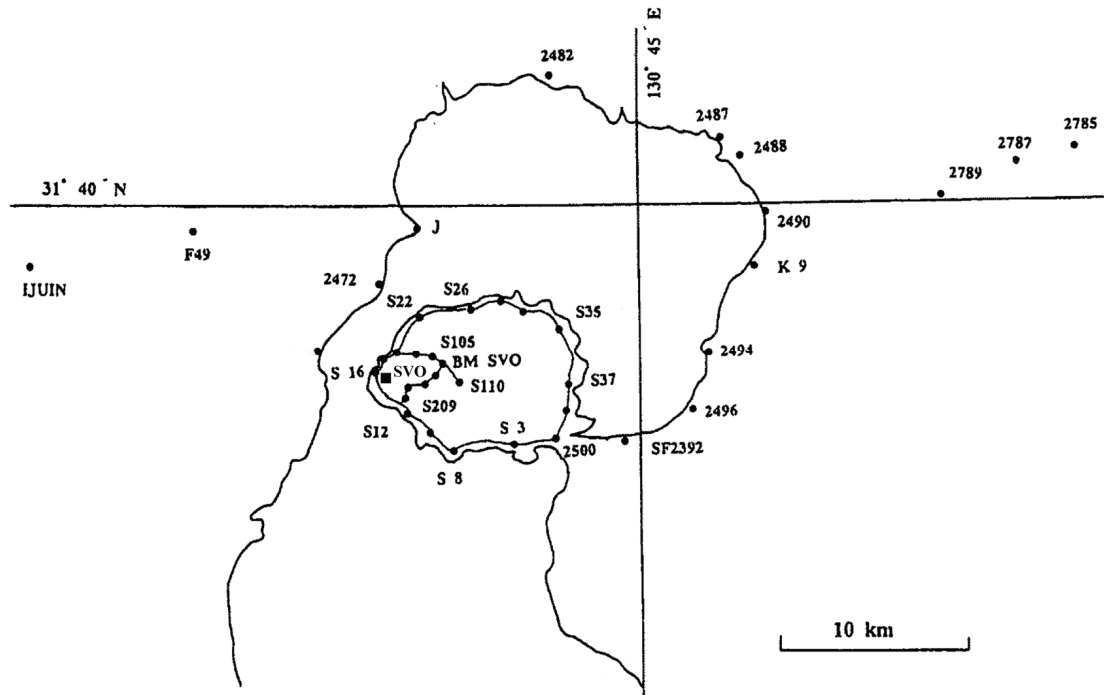


図 1. 精密相対重力測定(黒丸)および絶対重力測定(黒四角)を実施した測定点の分布(2007年10月)

定は、北海道大学、東北大学および京都大学が担当し、2007年10月1日～5日の期間にG31, G375, G682, G1090の4台の重力計を用いて測定を行った。また、鹿児島湾周辺の測定は、東京大学および京都大学が担当し、2007年10月15日～20日の期間にG891, G1090の2台の重力計を用いて測定を行った。測定はすべて往復測定で、測定値には計器高補正、地球潮汐補正およびドリフト補正を施した。

絶対重力測定は、東京大学地震研究所所有のFG5絶対重力計(Serial Number: 109)を使用し、2007年10月25日～27日の期間に桜島西端に位置する桜島火山観測所本館(SVO)において測定を行った。30分毎の時系列データに対し、固体地球潮汐・極潮汐・海洋潮汐・気圧の補正を施した後、測定期間中での平均を取ることで絶対重力値を計算した。また、それに続く10月27日～29日の期間にはラコスト重力計(G581, G705, G1090)を用い、東京大学および京都大学が桜島内の数点と桜島西方の伊集院高校(Ijuin)方面において精密相対重力測定をも行った。

ラコスト重力計を用いた相対測定に際しては、前述の絶対重力測定点との接続測定を考慮し、全ての測定点において絶対重力値が求まるようにした。なお、解析については本稿作成時において継続中であり、今後一部の重力計について補正処理を施し重力値の再計算を行う等の予定である。現在のところ、各測定点におけるそれぞれの測定に使用した複数台の重力計の測定値の単純平均をもってその測定点の重力値としたが、各測定点における複数台の重力計の測

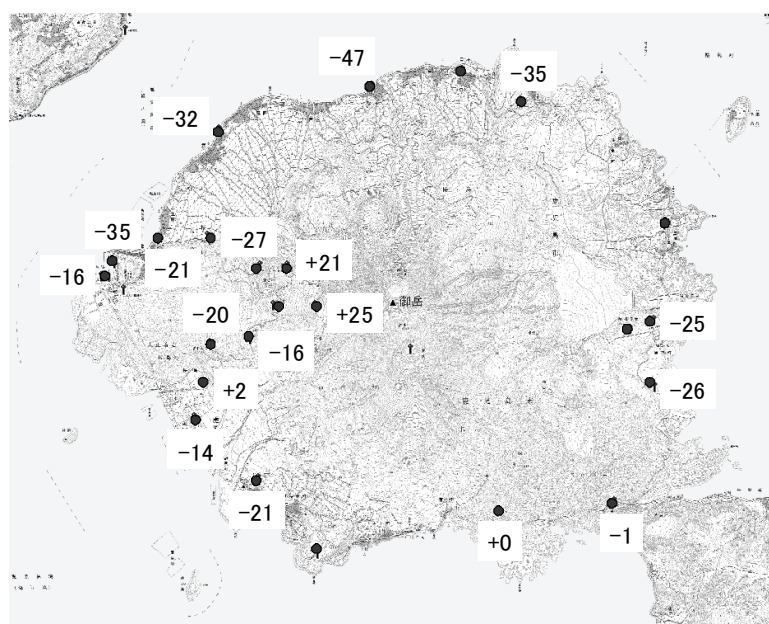
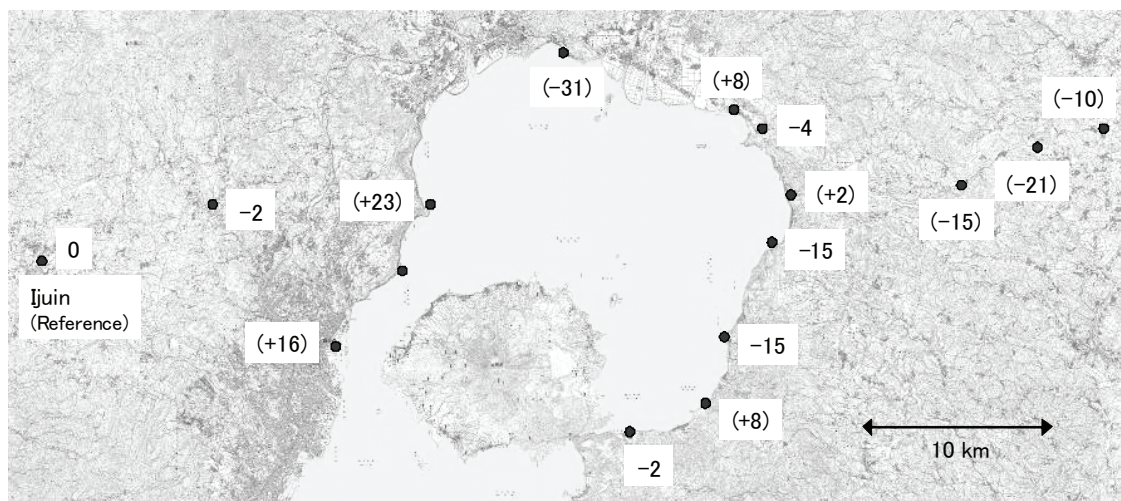


図 2. 伊集院高校 (Ijuin) を基準点とした鹿児島湾周辺(上図)および桜島内(下図)の測定点における 1997 年 4 月から 2007 年 10 月までの期間の重力変化 ( $\mu$  gal)。上図中における括弧付きの値は、1 台の重力計による測定値を示す。

定値の較差も考慮すると、測定値に見込まれる誤差は  $\pm 20 \sim \pm 30 \mu$  gal 程度であると考えられる。

### 3. 暫定結果および議論

今回の測定値と前回である第 9 回桜島火山の集中総合観測の精密重力測定 (1997 年 4 月実施)<sup>9)</sup> の測定値を比較し、この期間の重力変化量を見積もった。今回の測定については全ての測定点において絶対重力値を求めているが、前回集中観測の際の測定においては絶対重力測定はなされていない。そこで、桜島火山および始良カルデラから十分遠方にあり、かつ前回・

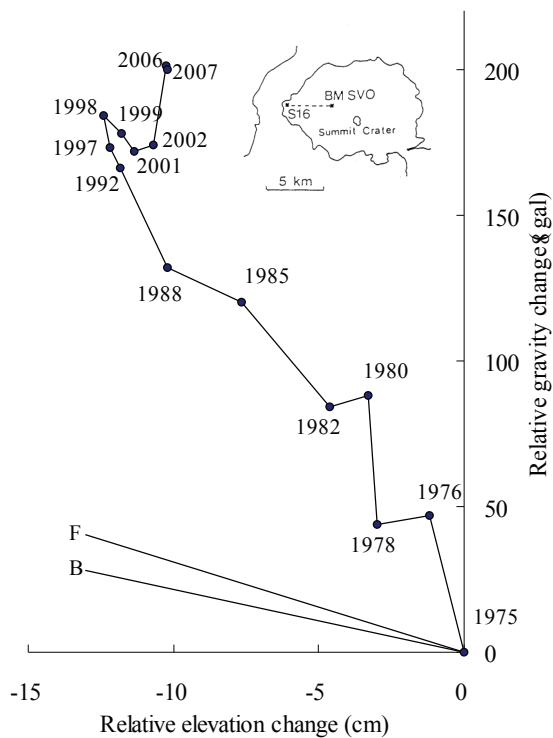


図 3. 桜島西部の水準点 BM.S.16 を基準点としたハルタ山の水準点 BMSVO の比高変化と重力変化の関係。

今回ともにその測定期間内において複数回測定がなされている伊集院高校 (Ijuin) を基準点として求めた各測定点の重力差を用いて比較を行った (図 2)。

図 2 を見ると、鹿児島湾周辺の測定点 (上図) においては、この期間測定誤差を超えるような有意な重力変化はあまり見られないようである。一方、桜島内の測定点 (下図) では、特に桜島北部付近では測定誤差を超えた有意な重力減少 (最大  $-47 \mu \text{ gal}$ ) が測定されている。水準測量結果<sup>13)</sup>によると、ほぼこの同期間に桜島北部付近の地盤は桜島から十分遠方の水準点に対して約 140 mm 程度の隆起が認められ、これをフリーエア勾配を用いて重力変化に換算すると約  $43 \mu \text{ gal}$  の重力減少となる。桜島北部で測定された重力減少は、地盤隆起から期待される重力変化と調和的である。

る。

桜島西部から中心部に向かうルート上の測定点においても、測定誤差を超える有意な重力変化は見られていないが、この期間に重力が減少した測定点が多く見られる傾向があり地盤の隆起傾向<sup>13)</sup>と調和的である。ただし、桜島中心部に近い 2 測定点では重力増加傾向となっている。桜島中心部に向かうルート上の測定値については、今後重力計の定数補正等の検討を行う予定である。

図 3 は、桜島西部の BM.S.16 を基準点とし、山頂火口に最も近い重力測定点の一つである BMSVO における重力変化と水準測量による比高変化の関係を示した図である。図中の直線 F はフリーエア勾配 ( $-3.086 \mu \text{ gal/cm}$ ) を、直線 B は地下の岩石密度を  $2.2 \text{ g/cm}^3$  とした場合のブーゲー勾配 ( $-2.160 \mu \text{ gal/cm}$ ) を示している。1992 年頃までの桜島山頂噴火活動活発期に測定された重力変化の勾配が直線 B および F から予想されるより数倍大きいことから、桜島中央部地下では地盤が沈降しつつ地下の密度および質量が増大する現象が進行していると結論された<sup>8)</sup>。一方、1998 年～2001 年のデータからは、近年の山頂噴火活動静穏化に対応して、過去に観測されていた桜島中央部における重力増加がほぼ停止している事が指摘された<sup>14)</sup>。今回 2007 年の測定データを見ると、地盤の隆起とともに重力が増加した可能性が示唆される。このデータ

は、定数補正処理を施した重力計のデータについてのみ使用したが、今後他の重力計についても順次定数補正処理を進め再検討を行う予定である。

#### 4. まとめ

2007年10月に桜島および鹿児島湾周辺で、10回目の精密重力測定を実施した。また、従来から行ってきたラコスト重力計による測定に加え、micro-g社製FG5絶対重力計を用いた絶対重力測定を並行して行い、全ての測定点において絶対重力値を求めた。

(1) 鹿児島湾周辺の測定点においては、1997年～2007年の期間、測定誤差を超えるような有意な重力変化はあまり見られない。

(2) 桜島北部付近では1997年～2007年の期間、測定誤差を超えた有意な重力減少(最大 $-47\mu\text{gal}$ )が測定された。この重力減少は、桜島北部の地盤の隆起から期待される重力変化と調和的である。

(3) 2002年～2007年の期間、桜島中央部付近で地盤の隆起とともに重力が増加した可能性が示唆された。今後、重力計定数補正処理等を行い検討を進めたい。

#### 謝 辞

重力測定に際しては、測定点の一つとなっている伊集院高校にご協力を頂きました。また、重力測定にいろいろな面でお手伝いいただいた桜島火山観測所の皆様に深く感謝いたします。

#### 参 考 文 献

- 1) 田島広一・萩原幸男・大川史郎・横山泉(1975):桜島および鹿児島湾周辺における重力精密測定, 桜島火山の総合調査報告, 50-57.
- 2) 田島広一・伊筒屋貞勝・大島弘光・大川史郎・横山泉・石原和弘(1977):桜島および鹿児島湾周辺における重力の精密測定, 第2回桜島火山の集中総合観測, 45-56.
- 3) 石原和弘・大島弘光・横山泉・田島広一(1980):桜島および鹿児島湾周辺における重力の精密測定, 第3回桜島火山の集中総合観測, 34-40.
- 4) 石原和弘・横山泉・前川徳光・田島広一(1982):桜島および鹿児島湾周辺における重力の精密測定, 第4回桜島火山の集中総合観測, 39-45.
- 5) 石原和弘・横山泉・前川徳光・田島広一(1986):桜島および鹿児島湾周辺における重力の精密測定, 第5回桜島火山の集中総合観測, 33-40.
- 6) 石原和弘・宮町宏樹・横山泉・田島広一・沢田宗久(1988):桜島および鹿児島湾周辺における重力の精密測定, 第6回桜島火山の集中総合観測, 47-53.

- 7) 石原和弘・沢田宗久・大久保修平・植木貞人・宮町宏樹・前川徳光(1989):桜島および鹿児島湾周辺における精密重力測定, 第7回桜島火山の集中総合観測, 33-39.
- 8) 石原和弘・大島弘光・前川徳光・植木貞人・沢田宗久(1995):桜島および鹿児島湾周辺における精密重力測定, 第8回桜島火山の集中総合観測, 37-44.
- 9) 山本圭吾・高山鐵朗・石原和弘・大島弘光・前川徳光・植木貞人・沢田宗久・及川純(1998):桜島および鹿児島湾周辺における精密重力測定, 第9回桜島火山の集中総合観測, 47-55.
- 10) 江頭庸夫・高山鐵朗・山本圭吾・Muhamad Hendrasto・味喜大介・園田忠臣・木股文昭・宮島力雄・松島健・内田和也・八木原寛・王彦賓・小林和典(1997):桜島火山周辺における水準測量結果について —1991年12月~1996年10月—, 第9回桜島火山の集中総合観測, 15-29.
- 11) 石原和弘(1990):地盤変動・重力等の測定によるマグマ活動の検知, 火山, 第34巻, S235-S246.
- 12) Yokoyama, I. (1989): Microgravity and height changes caused by volcanic activity: four Japanese examples, Bull. Volcanol., Vol. 51, 333-345.
- 13) 山本圭吾・高山鐵朗・山崎友也・多田光宏・大倉敬宏・吉川慎・松島健・内田和也・中元真美・平岡喜文・塩谷俊治・根本盛行(2008):桜島火山周辺における水準測量(2007年10月-12月), 第10回桜島火山の集中総合観測, 45-51, 本報告書.
- 14) 山本圭吾・大久保修平・古屋正人・新谷昌人・松本滋夫・高山鐵朗・石原和弘(2003):桜島火山における絶対重力測定(1998年~2002年), 京都大学防災研究所年報, 第46号B, 827-833.

(Received on March 11, 2008)