

桜島および鹿児島湾周辺における精密重力測定（2009年10月）

山本圭吾*・園田忠臣*・高山鐵朗*・大島弘光**・前川徳光**
植木貞人***・及川純****・大久保修平****・菅野貴之****
風間卓仁****・田中愛幸****・孫文科****

* 京都大学防災研究所

** 北海道大学大学院理学研究院

*** 東北大学大学院理学研究科

**** 東京大学地震研究所

要 旨

2009年10月に桜島火山および鹿児島湾周辺域において、ラコスト重力計を用いた11回目の精密重力測定を実施した。この測定では、FG5絶対重力計による絶対重力測定点と接続測定することにより相対重力測定を行った全ての地点の重力値を絶対値で求めた。2007年10月に実施された精密重力測定の結果と比較を行った結果、桜島中央部付近で2007年～2009年の期間、若干の地盤沈降とともに重力が減少した可能性が示唆された。桜島直下のマグマ溜りにおいて、昭和火口における活発な噴火活動によってマグマの放出量が深部からのマグマの供給量を上回り質量減少が生じた可能性が考えられる。

キーワード： 桜島火山、精密重力測定、地盤変動、噴火活動

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2007年までに10回繰り返されてきた（田島ら、1975, 1977；石原ら、1980, 1982, 1986, 1988, 1989, 1995；山本ら、1998, 2008）。その結果、1970年代後半から1980年代にかけて、桜島の山頂噴火活動活発期に緩やかな地盤沈降（江頭ら、1997）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（石原ら、1986；石原、1990；Yokoyama, 1989）。一方、1998年より開始されたmicro-g社製FG5絶対重力計を用いた絶対重力測定結果からは、1990年代前半以降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

いる事が指摘されている（山本ら、2003）。

「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」における課題「桜島火山における多項目観測に基づく火山噴火準備過程解明のための研究」の一環として、これまで行われてきた集中総合観測を引き継ぐ形で、2009年10月に桜島および鹿児島湾周辺において、ラコスト重力計を用いた精密相対重力測定の11回目の再測定を行った。2009年中は、桜島火山においてFG5絶対重力計による重力連続観測が行われており（大久保ら、本報告書）、この測定点と接続測定することにより、前回の2007年の測定（山本ら、2008）と同様、ラコスト重力計による測定点全点において絶対重力値を得るようにした。本稿では、この測定概要および測定結果について報告する。

2. 重力測定

今回の測定点をFig. 1に示した。過去の絶対重力測定が行われていなかった時代に、不動点として扱われてきた桜島・始良カルデラから遠方の測定点数点

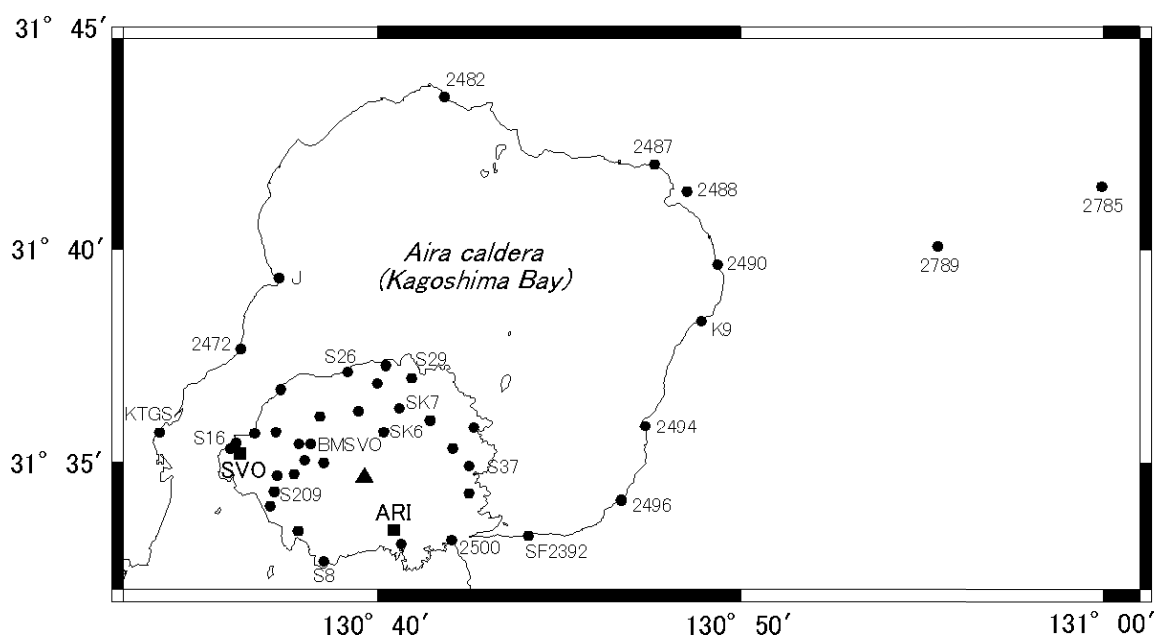


Fig. 1 Location map of the stations of precise gravity measurements in October 2009 (solid circles). Solid squares denote the FG5 absolute gravity stations. Solid triangle indicates the location of the active summit crater of Sakurajima volcano.

を廃止とした一方、来る噴火活動活発化の際にマグマが地下を通過すると考えられる桜島北東部には、今回新たに測定点を追加した。

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定は、北海道大学、東北大学および京都大学が担当し、2009年10月1日～6日の期間および10月13日に、G31, G375, G682, G605, G892, G1090の6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、2009年10月5日～9日の期間にG891, G892, G1090の3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、ドリフト補正および重力計によってはスケール定数補正を施した。

ラコスト重力計を用いた相対測定に際しては、FG5絶対重力計による測定が行われている桜島南部の国土交通省有村観測坑道の絶対重力測定点 (Fig. 1中のARI) 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。

3. 測定結果および議論

今回2009年10月の測定値と前回2007年10月に実施された第10回桜島火山の集中総合観測の精密重力測定 (山本ら, 2008) の測定値を比較し、この期間の

重力変化量を見積もった。前回の2007年10月におけるFG5による絶対重力測定は、今回とは異なり桜島西部の京都大学桜島火山観測所本館 (Fig. 1中のSVO) において行われたが、前回の測定においても接続測定を行うことで、ラコスト重力計による全ての測定点において絶対重力値を求めている。そこで、前回・今回の測定で共通に使用したラコスト重力計について (桜島内の測定についてはG31, G375, G682, G1090の4台、鹿児島湾周辺の測定にはG1090の1台のみ)、重力計ごとに各測定点の絶対重力値を前回と今回で比較し、桜島内の測定点についてはそれらの重力差を測定点ごとに平均することで重力変化量を見積もった (Fig. 2)。図には、それら重力差の標準偏差も示した。なお、一部の重力計についてはスケール定数の補正が未処理であり、今後重力値の再計算を行うことで若干の測定値修正の可能性がある。

Fig. 2を見ると、鹿児島湾周辺の測定点における重力変化 (上図) については今回1台の重力計によるものなので信頼性がやや乏しいと思われるものの、桜島内の測定点 (下図) を含めて、全体的に絶対重力値が減少した点が多く見られる傾向がある。これについては、Fig. 2に示した結果が真の重力変化によるものなのかあるいは測定・解析の手続きの際に見かけ上出てしまったものなのか今後更に検討する必要があると考えている。

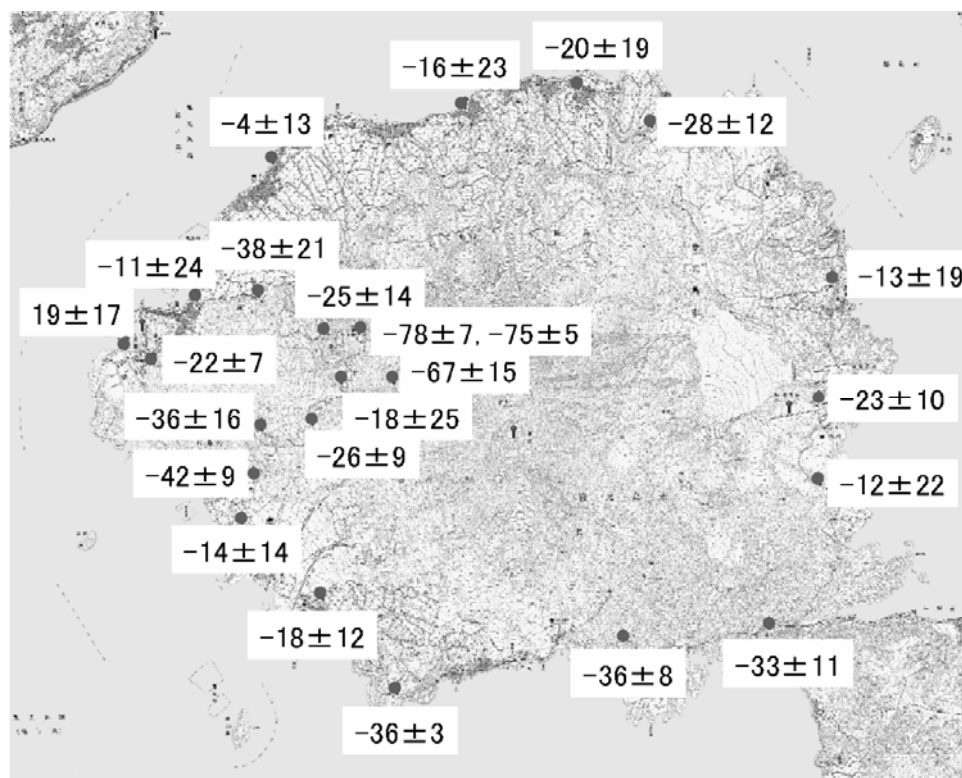
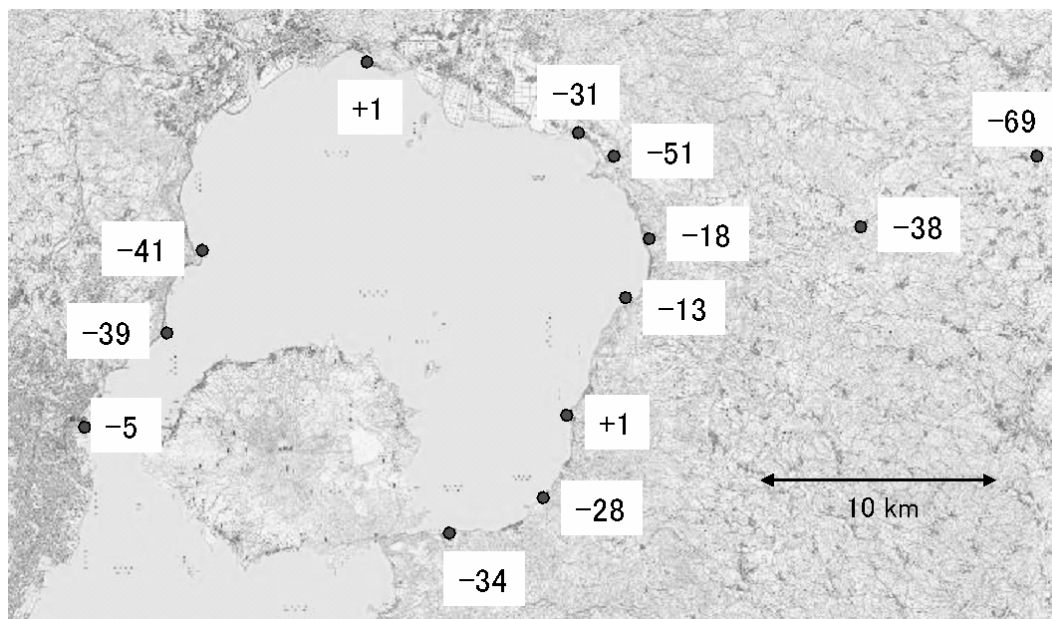


Fig. 2 Absolute gravity changes at stations around Kagoshima Bay (upper) and in Sakurajima (lower) during the period from October 2007 to October 2009. The unit of gravity changes is in microgal.

ところで、桜島中央部に特に近い西部山腹の測定点においては、上記に述べた全体的な重力減少傾向を考慮してなお、測定誤差を超える有意な重力減少が生じているように見受けられる。水準測量結果によると、この期間桜島中央部付近では若干の地盤沈

降が観測されている（山本ら、本報告書）。この期間、昭和火口における噴火活動が活発化していることを考え合わせると、これらを説明する1つの解釈として桜島直下のマグマ溜りにおいて、活発な噴火活動によるマグマの放出量がマグマの供給量を上回

り質量減少が生じたことが挙げられる。今回の測定結果については、測定データを更に詳細に検討し定量的に説明可能なモデル構築を進めると共に、今後予定されている測定の結果の推移を注視してゆきたいと考えている。

4. まとめ

2009年10月に桜島火山および鹿児島湾周辺域において、ラコスト重力計を用いた11回目の精密重力測定を実施した。来る噴火活動活発化の際にマグマが地下を通過すると考えられる桜島北東部においては、今回新たに測定点を追加し測定を行った。また、FG5絶対重力計による絶対重力測定点と接続測定することにより相対重力測定を行った全ての地点の重力値を絶対値で求めた。

2007年10月（前回）の測定結果と比較を行った結果、桜島中央部付近で2007年～2009年の期間、若干の地盤沈降とともに重力が減少した可能性が示唆される。

謝 辞

重力測定に際して、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。本研究は文部科学省による「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」の支援を受けました。

参考文献

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，pp. S235-S246.
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，pp. 34-40.
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，pp. 37-44.
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，pp. 33-39.
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，pp. 47-53.
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，pp. 39-45.

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，pp. 33-40.

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，pp. 15-29.

大久保修平・菅野貴之・風間卓仁・山本圭吾・井口正人・田中愛幸・孫文科・高山鐵朗・坂守・松本滋夫（2010）：桜島火山における絶対重力観測，本報告書.

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，pp. 45-56.

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，pp. 50-57.

山本圭吾・大久保修平・古屋正人・新谷昌人・松本滋夫・高山鉄朗・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，pp. 827-833.

山本圭吾・園田忠臣・高山鐵朗・市川信夫・大倉敬宏・吉川慎・井上寛之・松島健・内田和也（2010）：桜島火山周辺における水準測量（2009年11月および2010年4月），本報告書.

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，pp. 47-55.

山本圭吾・高山鐵朗・山崎友也・大島弘光・前川徳光・植木貞人・松本滋夫・菅野貴之・及川純（2008）：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，第10回桜島火山の集中総合観測 — 2007年6月～2008年3月 —，pp. 63-68.

山本圭吾・高山鉄朗・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）：水準測量による桜島火山および姶良カルデラ周辺の地盤上下変動 — 1996年10月から2007年10月～12月まで —，京都大学防災研究所年報，第51号B，pp. 247-252.

Yokoyama, I. (1989): Microgravity and height changes caused by volcanic activity: four Japanese examples, Bull. Volcanol., Vol. 51, pp. 333-345.

Precise Gravity Measurements in Sakurajima Volcano and around Kagoshima Bay (October 2009)

Keigo YAMAMOTO*, Tadaomi SONODA*, Tetsuro TAKAYAMA*, Hiromitsu OSHIMA**,
Tokumitsu MAEKAWA**, Sadato UEKI***, Jun OIKAWA****, Shuhei OKUBO****,
Takayuki SUGANO****, Takahito KAZAMA****, Yoshiyuki TANAKA****, Wenke SUN****

* Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

** Graduate School of Science, Hokkaido University

*** Graduate School of Science, Tohoku University

**** Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Synopsis

The 11th precise gravity measurements were conducted in Sakurajima volcano and around Kagoshima Bay in October 2009 by using the LaCoste gravimeters. At each measurement point of the LaCoste gravimeters, the absolute gravity was obtained by referring to the measurement point of FG5 absolute gravimeter. As the result of the evaluation of observed gravity changes during the period from October 2007 (the last measurement) to October 2009, the gravity decrease coinciding with the ground subsidence is suggested in the central region of the volcano. One of the possible explanations is that this phenomenon is caused by the mass decrease in the magma reservoir beneath Sakurajima volcano due to the excess magma ejection related to the eruptive activity at Showa crater.

Keywords: Sakurajima volcano, precise gravity measurements, ground deformation, eruptive activity