

阿蘇火山における絶対重力測定

東京大学地震研究所 菅野 貴之・大久保修平
松本 滋夫
京都大学大学院理学研究科 吉川 慎・大倉 敬宏
井上 寛之

1. はじめに

阿蘇カルデラは、九州中央部に形成された南北約 25km、東西約 18km の巨大カルデラである。カルデラ内には 10 数個の中央火口丘群が形成されており、その一つの中岳では、現在も活発な火山活動が継続している。活発な火山における精密重力のくり返し測定は、火山内部の密度の時間的・空間的变化を明らかにする。阿蘇火山における重力測定は 1954 年に開始され、長い歴史を持つ¹⁻⁴⁾。

2008 年 11 月、阿蘇火山集中総合観測の一環として精密重力測定が実施された。今回の観測では、相対重力測定に加えて、絶対重力測定を実施した。阿蘇山における絶対重力測定は、2004 年以降、京都大学大学院理学研究科と東京大学地震研究所の協力のもとに行われてきており、データが蓄積しつつある。本稿では、今回実施した絶対重力測定の結果と、過去 4 年間の絶対重力値の推移について報告する。

2. 絶対重力測定の概要

今回の阿蘇火山における精密重力観測では、相対重力測定と絶対重力測定が実施された。絶対重力測定は、2008 年 11 月 8 日から 12 日の 3 日間に渡って行われた。測定点は、京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター1 階倉庫内である(以下、AVL)。阿蘇山における絶対重力測定は、京都大学大学院理学研究科と東京大学地震研究所の協力のもとに、これまで 2004 年 7 月、2005 年 3 月、2005 年 11 月の計 3 回行われてきている。第 1 回目は中岳火口西の旧本堂観測点(以下、HND)において測定を実施したが、測定環境を考慮し、第 2 回以降は AVL において測定を行っている。AVL における絶対重力測定は、今回で 3 回目となる。

絶対重力測定に使用する器械は、Micro-g LaCoste 社製の自由落下式絶対重力計 FG5 (シリアル#212)である。FG5 は、真空槽内で落体を落下させ、その落下距離と時間をレーザー

と原子時計を用いて精密に計測し、重力加速度を絶対値として決定する⁵⁾。その測定精度は 1 ~2 microgal と、極めて高精度である⁶⁾。FG5 は Windows 上のソフトウェア “g” によって制御され、測定は自動化されている。得られた重力データには、固体地球潮汐・極潮汐・海洋潮汐・気圧変化のシグナルが含まれている。これらを補正した後、統計処理を行い、最終的な絶対重力値を得る。

絶対重力測定と平行して、La Coste 重力計による相対重力測定が実施された。据え置き型の FG5 と、可搬製に優れる La Coste 重力計を組み合わせることで、火山周辺の重力を面的に精密にとらえることが可能となる。FG5 を用いることで、各相対重力測定点の重力値が絶対値として定まる。相対重力のみの場合には重力の不動点を仮定しなければならないが、絶対重力計を組み合わせることでそのような仮定が必要なくなる。今回行われた相対重力測定の詳細については吉川他⁷⁾を参照されたい。

3. 測定結果

図 1・図 2 に絶対重力測定の結果を示す。固体地球潮汐・極潮汐・海洋潮汐・気圧変化は補正済みである。測定の頻度は、1 セットにつき 100 ドロップ、30 分毎に 1 セットとした。11 月 9 日にレーザー設定ミスが生じたため、データが欠損している。測定実施期間中に、合計 146 セット（有効ドロップ数 14236）のデータを取得した。ドロップ重力値に統計処理を施し、最終的な絶対重力値として 979418676.25 ± 0.19 microgal（直上 130 cm の仮想点）を得た。

図 3 は、AVL における 2005 年以降の絶対重力値の推移を示したものである。AVL における重力は、増加傾向にある。1 次式で当てはめると、変化率は $+4.3$ microgal/year と求まる。重力増加の主な原因としては、(1)測定点の沈降、(2)測定点の地下における密度増加の 2 つが考えられる。フリーエア勾配 (-3.086 microgal/cm) およびブーゲー勾配 (-2.160 microgal/cm, 岩石密度 2.2 g/cm³) を仮定して、この重力変化率を地盤変動に換算すると、それぞれ -1.4 cm/year、 -2.0 cm/year となる。実際の水準測量では、中岳火口から西方約 3 km の草千里付近で地盤変動が大きく、1959 年から 2004 年の間に約 5~6 cm の沈降⁸⁾、変動率にして -0.1 cm/year である。AVL はこの水準路線に含まれていないため、結果を直接比較することはできないが、それを考慮に入れても、測定点の沈降だけでは AVL における重力増加を説明できない。

したがって、AVL における重力増加の原因は、主に地下における密度増加であると考えられる。水準測量および 3 次元地震波速度構造から、草千里南部直下にはマグマ溜まりが存在するとされている⁸⁾。このマグマ溜まりで密度が増加していると考えれば、AVL における絶対重力値の増加傾向を説明できる。

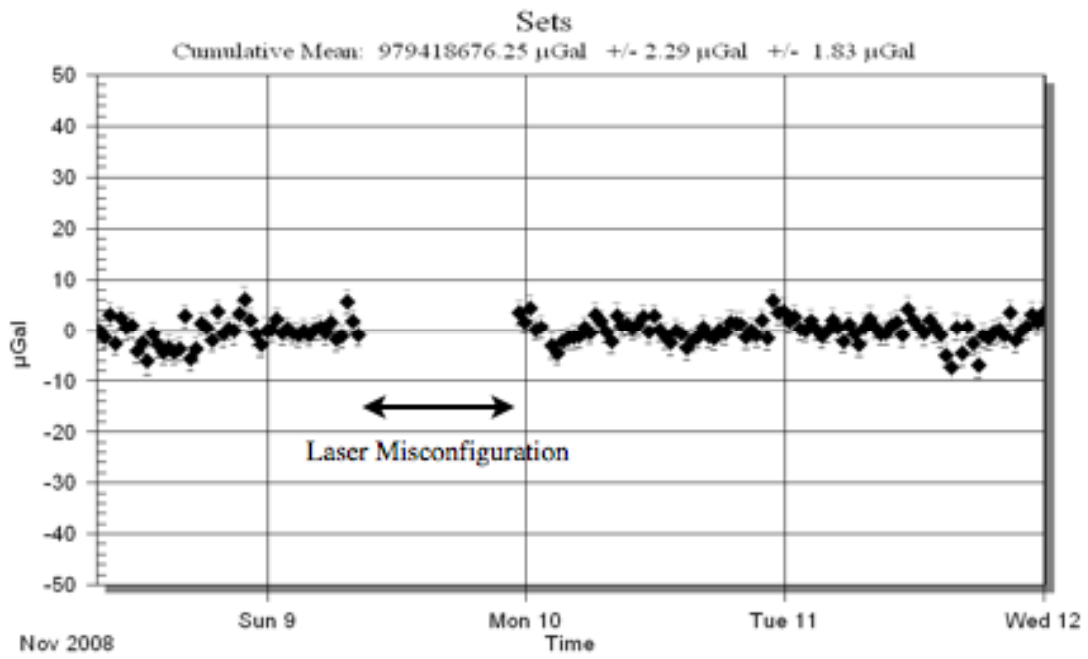


図 1. AVL における絶対重力測定:セット値の推移。黒印一つが1セットを表す。

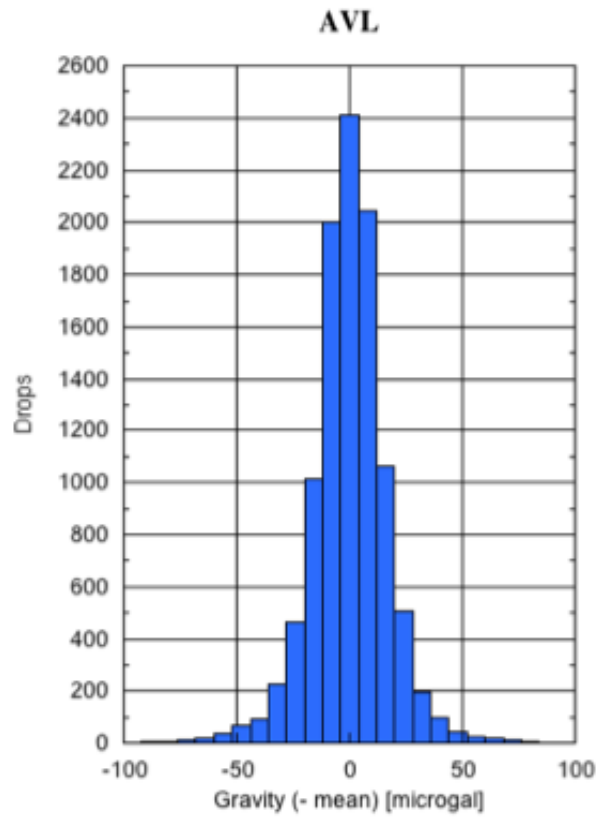


図 2. ドロップ重力値のヒストグラム。

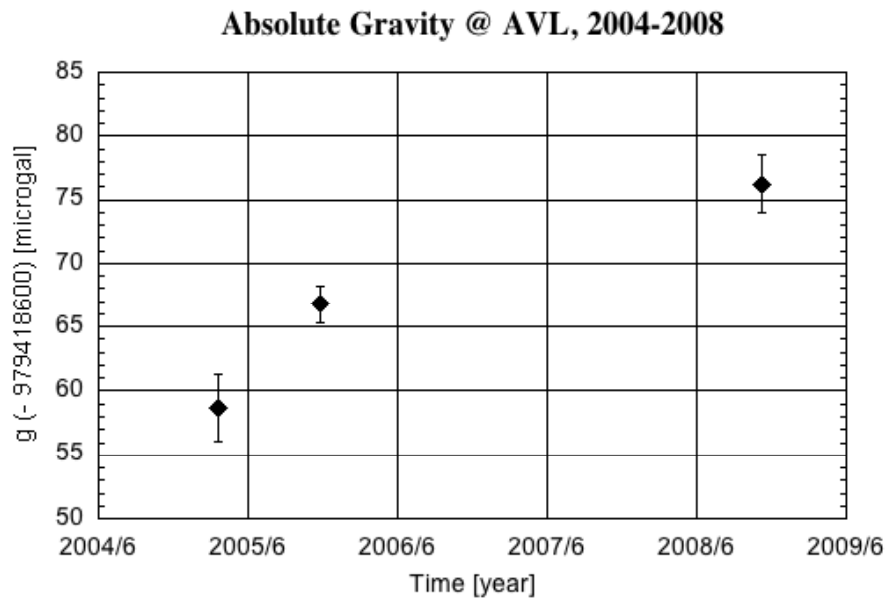


図 3. AVL における絶対重力値の推移。

4. まとめ

阿蘇火山集中観測の一環として、絶対重力測定を実施した。AVL における絶対重力測定としては、今回が 3 回目である。3 日間の連続測定を行い、絶対重力値として 979418676.25 ± 0.19 microgal (直上 130 cm の仮想点) を得た。2004 年以降の絶対重力値の推移を見ると $+4.3$ microgal/year で増加傾向にある。その原因は草千里南部直下に存在するとされるマグマ溜まりの密度増加であると考えられる。今後も引き続き、定期的に絶対重力測定を行い、データを積み重ねていく必要がある。

謝 辞

絶対重力測定においては、京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センターのスタッフの方々にお世話になりました。ここに深く謝意を示します。

参 考 文 献

- 1) 久保寺章・里村幹夫・住友則彦(1974):阿蘇火山における重力値の繰り返し測定, 火山, 19, 123-125.
- 2) 久保寺章・中川一郎・福田洋一・里村幹夫・田島広一・大島弘光・石原和弘(1978):阿蘇火山周辺における重力の精密測定, 阿蘇火山の集中総合観測(第1回1977)報告, 23-30.
- 3) 久保寺章・里村幹夫・福田洋一・塚本博則・植木真人:阿蘇火山周辺における重力の精密測定(1979年5月及び1981年11月), 阿蘇火山の集中総合観測(第2回1984)報告,

33-38, 1984.

- 4) 須藤靖明・吉川慎(1995):阿蘇火山における重力の測定, 月刊地球号外, 11, 75-79.
- 5) Niebauer, T. M., G. S. Sasagawa, J. E. Faller, R. Hilt, and F. Klopping (1995) : A new generation of absolute gravimeters, metrologia, Vol. 32, 159-180.
- 6) Okubo, S., S. Yoshida, T. Sato, Y. Tamura, Y. Imanishi (1997) : Verifying the precision of a new generation absolute gravimeter FG5 -- Comparison with superconducting gravimeters and detection of oceanic loading tide, Geophys. Res. Lett., Vol. 24, 489-492.
- 7) 吉川慎・大倉敬宏・大島弘光・前川徳光・植木貞人・菅野貴之・松本滋夫・内田和也, (2009):阿蘇山における精密重力測定, 第4回阿蘇火山の集中総合観測報告, 8-15.
- 8) 須藤靖明・筒井智樹・中坊真・吉川美由紀・吉川慎・井上寛之(2006):阿蘇火山の地盤変動とマグマ溜まり-長期間の変動と圧力源の位置-, 火山, Vol. 51, No. 5, 291-309.