

阿蘇火山周辺における精密重力測定(2008年11月)

京都大学大学院理学研究科 吉川 慎・大倉 敬宏

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 菅野 貴之・松本 滋夫

九州大学大学院理学研究院 内田 和也

1. はじめに

火山地域においては、火山活動の原因であるマグマの移動に伴う地下質量分布の変化や地表の上下変動により、地表での重力値の時間的变化が予想される。そのため、多くの火山地域において、火山活動に伴う重力変化を検出するための精密重力測定がなされている¹⁾。

阿蘇火山では、1964年以降、阿蘇登山道路に沿って設置されている京都大学の水準点上において、ラコスト重力計を用いた精密相対重力測定が実施されてきた。1993年までの結果は、すでに5回に分けて報告されている^{2,3,4,5,6)}。

今回、2008年11月に、阿蘇火山集中総合観測の一環として、阿蘇火山一帯の精密相対重力測定を行った。測定には、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暫定結果について報告する。

2. 測定および解析

重力測定は、LaCoste & Romberg G型重力計とScintrex CG-3型重力計を用い、火山研究センター絶対重力点を起点とし、阿蘇登山道路坊中線沿いに設置されている京都大学の水準点および登山道路吉田線沿いに設置されている国土地理院の水準点で行った。これらの測定点の位置を図1に示す。

2008年11月9日～13日の期間にG31, G371, G581, G682, G705, G1016, S226の7台の重力計を用いて測定を行った。使用する重力計の台数が多いこともあり、短期間で効率よく測定を行うため、3つの班(Group A: G31・G371・G682, Group B: G581・G705, Group C: G1016・S226)を構成し、測定路線・測定を行う時間差を考慮し実施した。測定はすべて往復測定で行

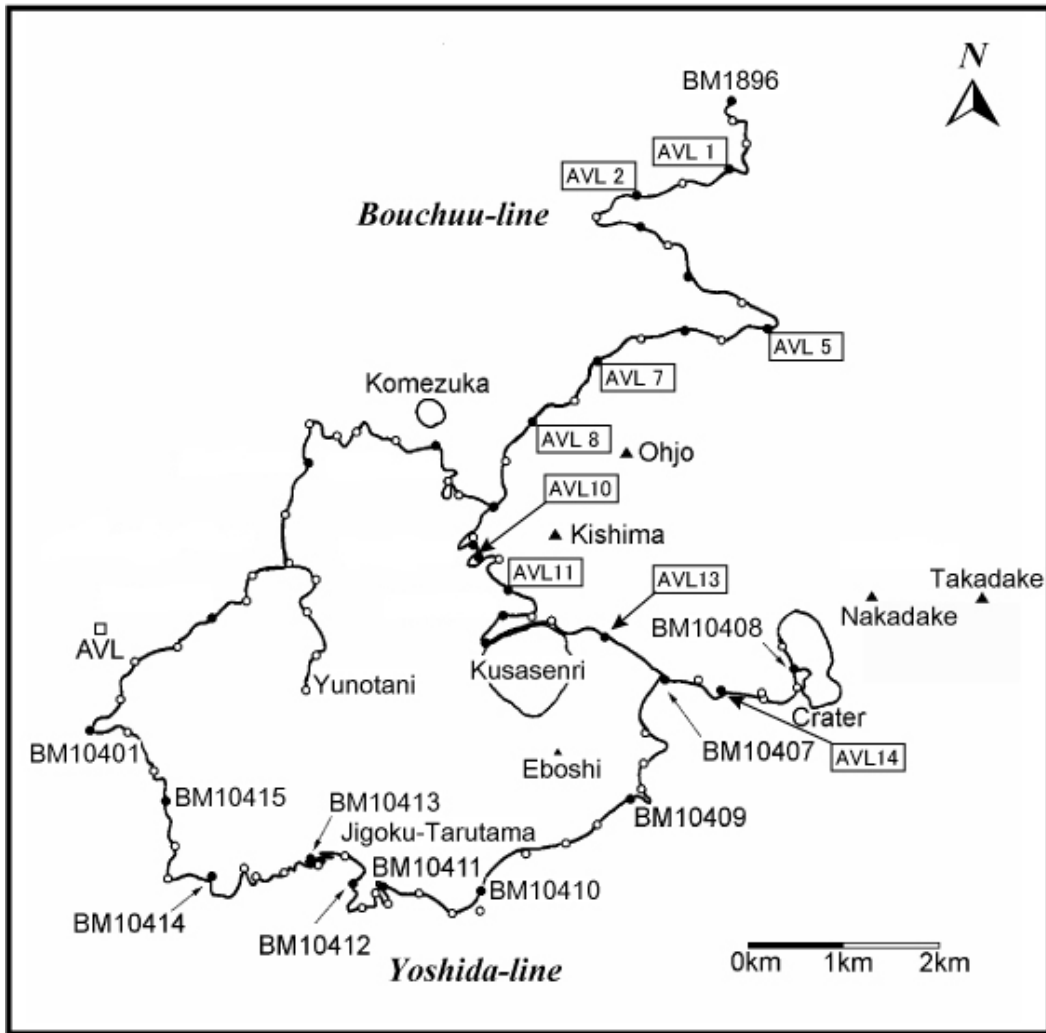


図1. 精密重力測定および絶対重力測定を実施した測定点の分布 (AVL1～AVL14・BM10401～BM10415)

い、測定値には計器高、地球潮汐、ドリフトの各補正を施した。

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#212) を使用し、2008 年 11 月 8 日～12 日の 3 日間にわたって、火山研究センター本館・絶対重力点で行われた。詳細については、菅野・他 (2009) を参照されたい⁷⁾。

詳細な解析は、本稿作成時において継続中であり、今後一部の重力計に関して補正定数等を求め再計算する必要がある。また、国土地理院の水準点での測定は 1993 年以來 16 年ぶりとなるため、本報告からは除外する。

現在のところ、各測定点において使用した重力計の測定値の単純平均をもってその重力値としたところ、測定値に含まれる誤差は $\pm 30 \mu \text{gal}$ 程度であると考えられる。

3. 暫定結果および議論

1981年から2008年までの結果を表1および図2に示す。基準点は、表の全測定期間中に複数の測定があり、かつ、変動が予想される中岳第1火口から北に約4km、水準測量の解析によって推定される減圧源⁸⁾の位置から北北東に約6kmと、十分に離れたAVL1を基準点とした。

Station	Latitude (deg.)	Longitude (deg.)	Height (m)	1981 (mgal)	1993.3 (mgal)	1994.8 (mgal)	2005.11 (mgal)	2006.2 (mgal)	2008.11 (mgal)
BM 1895	131.060	32.932	530.1	11.102	11.136	11.122	11.161	11.129	11.164
AVL 1	131.077	32.925	575.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
AVL 2	131.065	32.923	629.5	-12.603	-12.618		-12.618		-12.607
AVL 5	131.083	32.910	762.6	-43.601	-43.657	-43.683	-43.614	-43.644	-43.591
AVL 7	131.065	32.907	880.8	-70.076	-70.119				-70.073
AVL 8	131.062	32.903	932.8	-81.680	-81.734	-81.764	-81.674	-81.696	-81.690
AVL 10	131.052	32.888	1043.5	-105.531	-105.613	-105.638	-105.548	-105.583	-105.533
AVL 11	131.055	32.885	1123.4	-122.891	-122.927	-122.924	-122.873	-122.906	-122.860
AVL 13	131.065	32.882	1104.7	-117.336	-117.391	-117.429	-117.324	-117.343	-117.284
AVL 14	131.078	32.877	1167.3	-129.985	-130.024	-130.040	-129.962	-129.975	-129.945

表1. 1981年以降の阿蘇登山道路坊中線沿いの水準点の重力変化

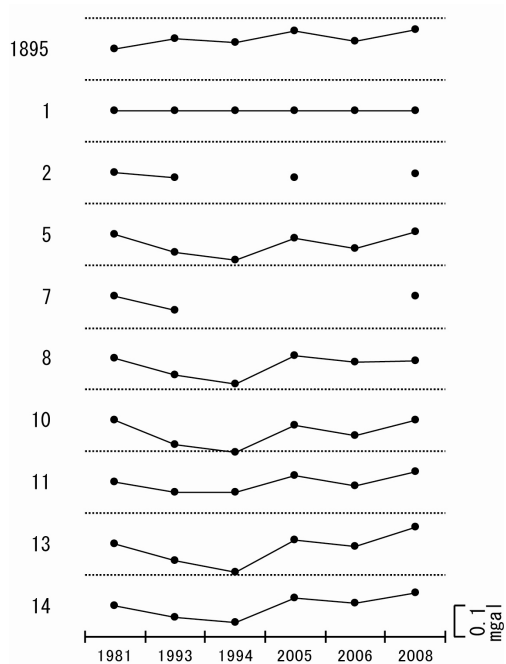


図2. AVL1を不動と仮定したときの各測定点での重力変化

以上の条件を基に求められた重力差を検討した結果、1981年から1994年まで続いていた重力の減少傾向が、1994年以降、トータルで約100 μ galの増加に転じていることが明らかになった。この間の顕著な火山活動は、1985年と1989年にあった。1989年からの活動は、4回程度の活発期を挟んで、1994年をはじめまで続いている⁶⁾。1994年以降は、小規模な土砂噴出を繰り返し、1998年頃は近年で最も静穏な状態にあったが、2000年以降は火口南壁の温度が上昇し赤熱現象がみられはじめ、2003年には、火口の温度が上昇し火口底が露出しはじめ、7月10日に再び土砂噴出現象が発生した。この活動は2005年に一旦終息するが、2007年にな

ると再び南壁の赤熱現象がみられ、2008 年には火炎現象も確認された。

須藤・他(1995)によると、水準測量の結果から、1981 年～1993 年の間に、最大で約 1cm の沈降が報告されており⁶⁾、大倉・他(2009)では 1993 年～2008 年の間に、最大で約 4.3cm が報告されている⁸⁾。

以上をふまえ、AVL13 における重力変化と水準測量による比高変化の関係を図 3-a に示す。図中の F はフリーエア勾配(-3.086 μ gal/cm)を示している。上述の活動期をはさみ活動末期に測定された 1981 年～1993 年の重力変化の勾配は、直線 F から予想される値を数十倍下回っていることが分かる。一方 1993～2008 年では、それとは逆に予想される値を数倍上回っている。図 3-b は、各測定点における推定される減圧源からの距離と期間ごとの重力変化量を示している。多少のばらつきはあるが、その距離に応じて変化量も減少していくのがわかる。唯一 AVL5 だけは、それ以外の測定点と調和的ではないように見てとれる。

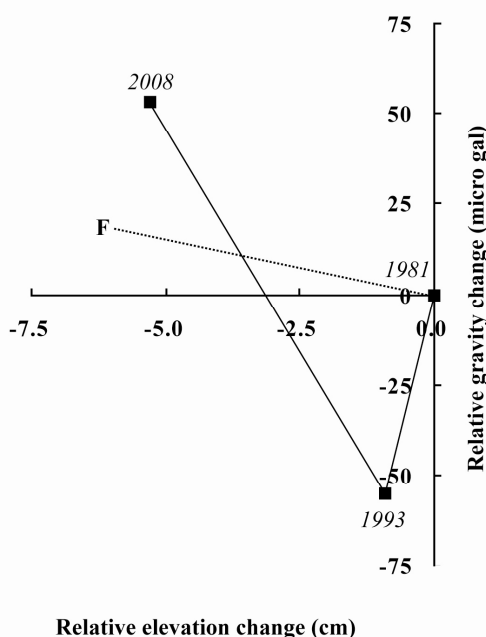


図 3-a. 阿蘇登山道路坊中線 AVL13 の重力変化と比高変化の関係

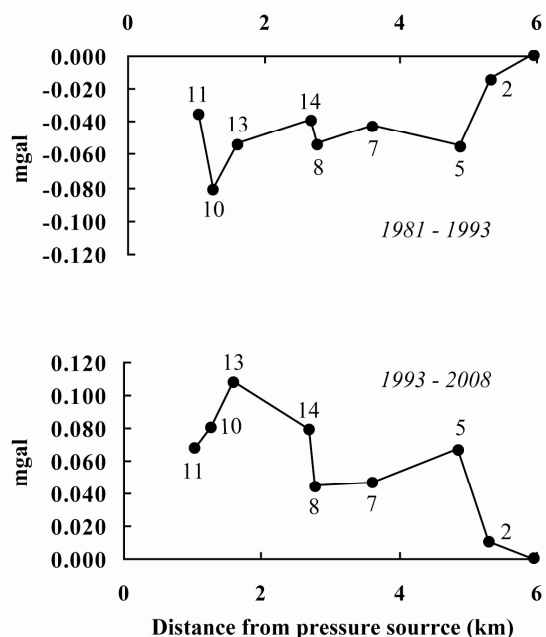


図 3-b. 各測定点における推定される減圧源からの距離と重力変化量

4. まとめ

2008 年 11 月に阿蘇火山の精密重力測定および火山研究センター絶対重力点において絶対重力測定を行った。

その結果、以下のことが分かった。

- 1) 1981 年～1993 年の期間、測定誤差を超えるような有意な重力減少 (AVL13: -82 μ gal)

がみられ、フリーエア勾配から予想されるより数十倍小さかった。

2) 1993年～2008年の期間、測定誤差を超えるような有意な重力増加(AVL13:107 μ gal)がみられ、フリーエア勾配から予想されるより数倍大きかった。

3) AVL5は、減圧源とは無関係な重力変化がある可能性がある。

以上のように、いくつかは今後に期待の持てる成果を得ることが出来たが、測定間隔が長期に亘ると、短期的な変化を見逃す危険性が含まれていることを否定できない。今後の課題として、測定間隔を短縮できるよう努力していきたい。

謝 辞

精密重力測定および絶対重力測定に際しては、京都大学地球熱学研究施設火山研究センターのスタッフ諸氏にお世話になった。ここに厚く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 横山 泉(1978):測地学的・電磁気学的・熱学的手法による噴火予知. 火山, 23, 19-32.
- 2) Kubotera, A. and N. Sumitomo : A Gravity Survey on Aso Caldera Kyushu District, Japan (1). Special Cont. Geophys. Inst. Kyoto Univ., 5, 139 -150 (1965)
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) 久保寺章・里村幹夫・福田洋一・塚本博則・植木貞人: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.
- 6) 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.
- 7) 菅野貴之・大久保修平・松本滋夫・吉川 慎・大倉敬宏・井上寛之(2009):阿蘇火山における絶対重力測定, 第4回阿蘇火山の集中総合観測報告, 23-27.
- 8) 大倉敬宏・吉川 慎・井上寛之・宇津木充・鍵山恒臣・寺田暁彦・加納将行・由井智志・山本圭吾・高山鐵郎・山崎友也・多田光宏・立尾有騎・松島 健・内田和也・中元真美・山下裕亮・平岡善文・三森庸里江・根本盛行(2009):阿蘇カルデラにおける水準測量(2008年9月-10月), 第4回阿蘇火山の集中総合観測報告, 8-15.