

草津白根火山・浅間火山地域における重力精密測定(2003年9月)

植木貞人¹・大久保修平²・大島弘光³・前川徳光³・
須藤靖明⁴・孫 文科²・小山悦郎²

1: 東北大学大学院理学研究科

2: 東京大学地震研究所

3: 北海道大学大学院理学研究科

4: 京都大学大学院理学研究科

Hybrid Microgravimetry at Kusatsu-Shirane and Asama Volcanoes in September, 2003

Ueki, S.¹, S. Okubo², H. Oshima³, T. Maekawa³, Y. Sudou⁴, W. Sun² and E. Koyama²

1: Graduate School of Science, Tohoku University

2: Earthquake Research Institute, Tokyo University

3: Graduate School of Science, Hokkaido University

4: Graduate School of Science, Kyoto University

1. はじめに

2003年9月21日~27日に、第4回草津白根火山集中総合観測の一環として、同火山ならびに隣接する浅間火山地域において重力精密測定を実施した。これらの火山地域では、火山活動にともなう重力変化の検出を目的として、重力精密測定が繰り返して実施されてきた(田島ほか, 1978; 深沢ほか, 1982; 渡辺ほか, 1985; 前川ほか, 1996)。しかし、これまでのところ、測定誤差を有意に超える火山活動に関連した重力変化をとらえるにはいたっていない。今回の測定では、観測精度の向上を図るために、絶対測定と相対測定を組み合わせたハイブリッド測定を実施した。これらの測定について、測定の方法ならびに結果を報告する。

2. 絶対重力測定

火山活動にともなう重力変化の観測には、多くの場合、スプリング式重力計を用いた面的な相対測定が用いられる。相対測定では、基準点における重力変化の有無にかかわらず、これを無視するかあるいは変化がないと仮定せざるをえない。これが重力変化の観測精度を向上させる上で障害となっている。この問題を克服するために、近年、絶対重力計を用いた基準点における重力変化の測定と相対重力計による面的な測定を組み合わせた“ハイブリッド重力測定”(大久保ほか, 1999)が実施されるようになった。三宅島2000年噴火にともなう重力変化の観測では、火山活動領域から離れたところに基準点を設けることが困難な火山島であったことから、特に、この測定法の有用性が示された(Furuya et al., 2003)。

草津白根火山地域における相対重力測定の基準点は東南東山麓の東京工業大学火山流体研究センター草津白根火山観測所(KSVO)、浅間火山地域の基準点は東山腹の東京大学地震研究所浅間

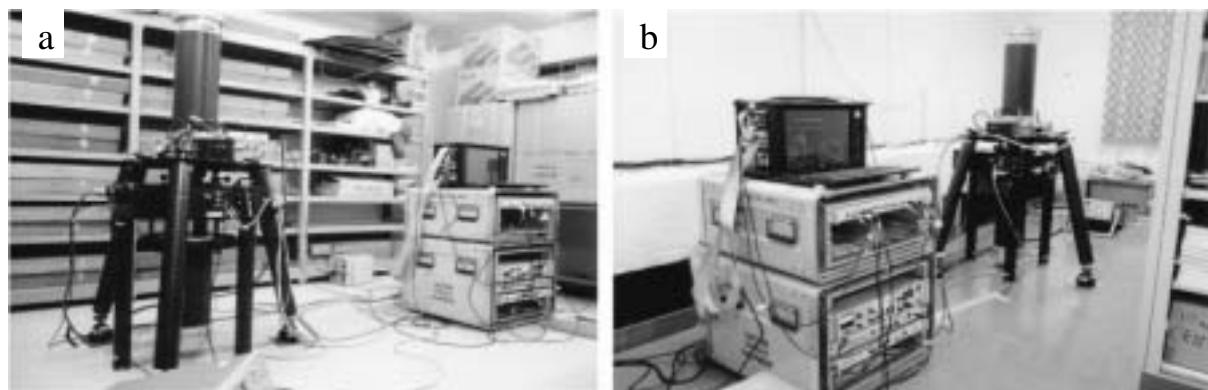
火山観測所(AVO)の構内に設置されている。これらの基準点は、将来にわたる長期保存性と測定作業の効率性を考慮して選定された。しかし、前者では地下水位変動にともなう重力変化が生じる可能性が存在し、後者では、後に指摘するように、火山活動にともなう重力変化の影響をうける可能性が大きい。

そこで、火山活動にともなう重力変化の観測精度の向上を図って、両火山地域の相対測定基準点における重力変化を観測するために、その近傍で絶対重力測定を実施した。絶対重力測定の方法と結果の概要をまとめて第1表に示す。使用した重力計は、東京大学地震研究所所有の自由落下方式絶対重力計 Micro-g Solutions 社 FG5(#109)である。重力計の設置状況を第1図に示す。

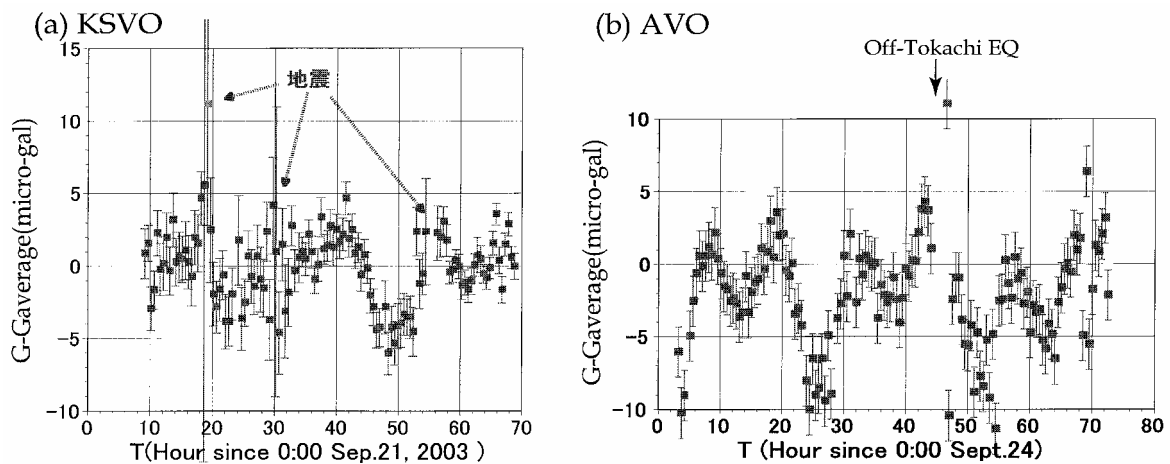
草津白根火山地域での絶対重力測定は、草津白根火山観測所ボーリングコア保管庫(第1図(a))において、9月21日夕方~24日朝の60時間にわたり実施した。観測初日の21日の日中に本州南方を台風が通過したために、翌日まで脈動が非常に大きい状態が続いた。観測データを第2図(a)に示す。測定期間中に何回か遠地震が発生し、データに乱れが生じている。図中に見られる12時間周期の変動は海洋潮汐に起因する重力変化である。これらを補正することによって、悪条件下にもかかわらず0.15 μ galの精度の絶対重力値が得られた。絶対重力計による測定値は高さ1.30 mにおける重力値である。これと重力鉛直勾配の実測値を用いて直下の床面上に位置する相対重力点(KSV0-FG5)での絶対重力値を求めた。したがって、すべての相対測定点で絶

第1表 草津白根火山ならびに浅間火山における絶対重力測定

火 山	草津白根火山	浅間火山
測定場所	東京工業大学火山流体研究センター 草津白根火山観測所コア保管庫	東京大学地震研究所 浅間火山観測所資料室
測定期間	2003年9月21日18h~24日06h	2003年9月24日13h~27日10h
重力計	FG5(#109)	FG5(#109)
基準気圧	888.98 hPa (H=1090 m)	855.2 hPa (H=1407 m)
気圧応答係数	0.003 mgal/hPa	0.003 mgal/hPa
有効測定数	10,805	12,202
測定値標準偏差	0.0158 mgal	0.0122 mgal
重力値(1.3m)	979625.2774 \pm 0.00015 mgal	979527.9076 \pm 0.00011 mgal
重力鉛直勾配	-0.332 mgal/m	-0.311 mgal/m
重力値(床面)	979625.7090 \pm 0.00015 mgal	979528.3119 \pm 0.00011 mgal
相対測定点名	KSV0-FG5	AVO-FG5



第1図 (a)草津白根火山観測所と(b)浅間火山観測所における絶対重力測定の様況。



第2図 絶対重力測定時系列データ。(a)草津白根火山，(b)浅間火山。海洋潮汐未補正の30分ごとの測定値を示す。横軸の原点時刻は世界標準時。

対重力値を求めることができる。草津白根火山地域における絶対重力測定は初めての試みである。絶対測定と相対測定を繰り返すことによって、各重力点での絶対重力値の変化を議論することが可能となる。

浅間火山地域での測定は、浅間火山観測所新館の資料室(第1図(b))において、9月24日昼～27日朝の69時間にわたり実施した。観測データを第2図(b)に示す。26日04時50分(図では44時)に十勝沖地震(M8.0)が発生して、直後から数時間観測不可能な状態が続き、その後もしばしば余震によるデータの乱れが生じた。これらの影響を取り除き、海洋潮汐を補正することによって、 $0.1 \mu\text{gal}$ の精度の絶対重力値が得られた。草津白根火山地域と同様に、これに基づいて相対重力点(AVO-FG5)の絶対重力値も得られている。浅間火山観測所における絶対重力測定は1995年に次いで2回目である。前回得られた高さ1.30 mにおける重力値が 979527.899 mgal であることから、2003年までの8年間に約 $9 \mu\text{gal}$ の重力増加が生じたと言える。

3. 相対重力測定

3.1. 測定とデータ処理

両火山の火山活動にともなう地下での物質移動を検出するために、面的に配置した測定点で相対重力測定を実施した。測定では、前回(1992年)に前川ほか(1996)によって測定が行われた点での再測定を優先するとともに、火口周辺に数点の測定点を増設して観測を強化した。測定期間は、草津白根火山地域が2003年9月22日～24日、浅間火山地域が25日～27日である。前日の21日に本州南方を通過した台風の影響で、22日は非常に大きな脈動の中での測定となった。また、26日の2003年十勝沖地震(M8.0)によって、同日午前は測定を休止し、昼から、継続する余震と地球自由振動の中での測定を余儀なくされた。これらに加えて、2004年4月22日～23日に、浅間火山南東山腹の測定点の一部で、再測定と追加の測定を実施した。

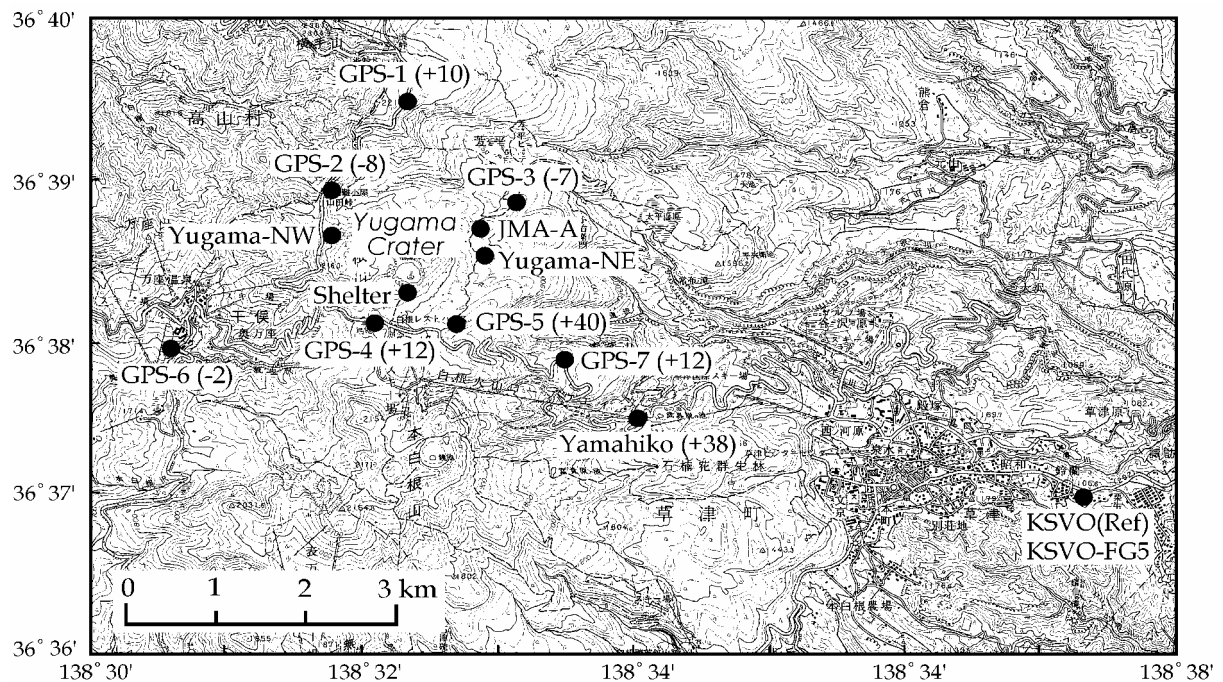
草津白根火山地域における14点の測定点分布を第3図に、浅間火山地域における16点を第4図に黒丸で示す。ただし、基準点近傍の測定点の一つにまとめてある。草津白根火山地域における測定は、草津白根火山観測所玄関の水準点(KSV0)を基準とする往復測定である。今回、観測網

を強化するために、JMA-A、Yugama-NE、Shelter、Yugama-NW の4点を火口周辺に増設した。浅間火山地域では、浅間火山観測所旧館地震計台上の水準点 BM7000A を基準とする往復測定を行った。なお、測定点 Pt001 については、前回 1992 年には測定が省略されたが、それ以前の 1977 年から 1984 年までは測定値が存在する。また、前回まで測定されていた重力点 BM4000 は、撤去されていて現存しない。以上の相対重力測定網に加えて、両火山ともに、前節で述べた絶対重力測定点においても相対測定を実施した。

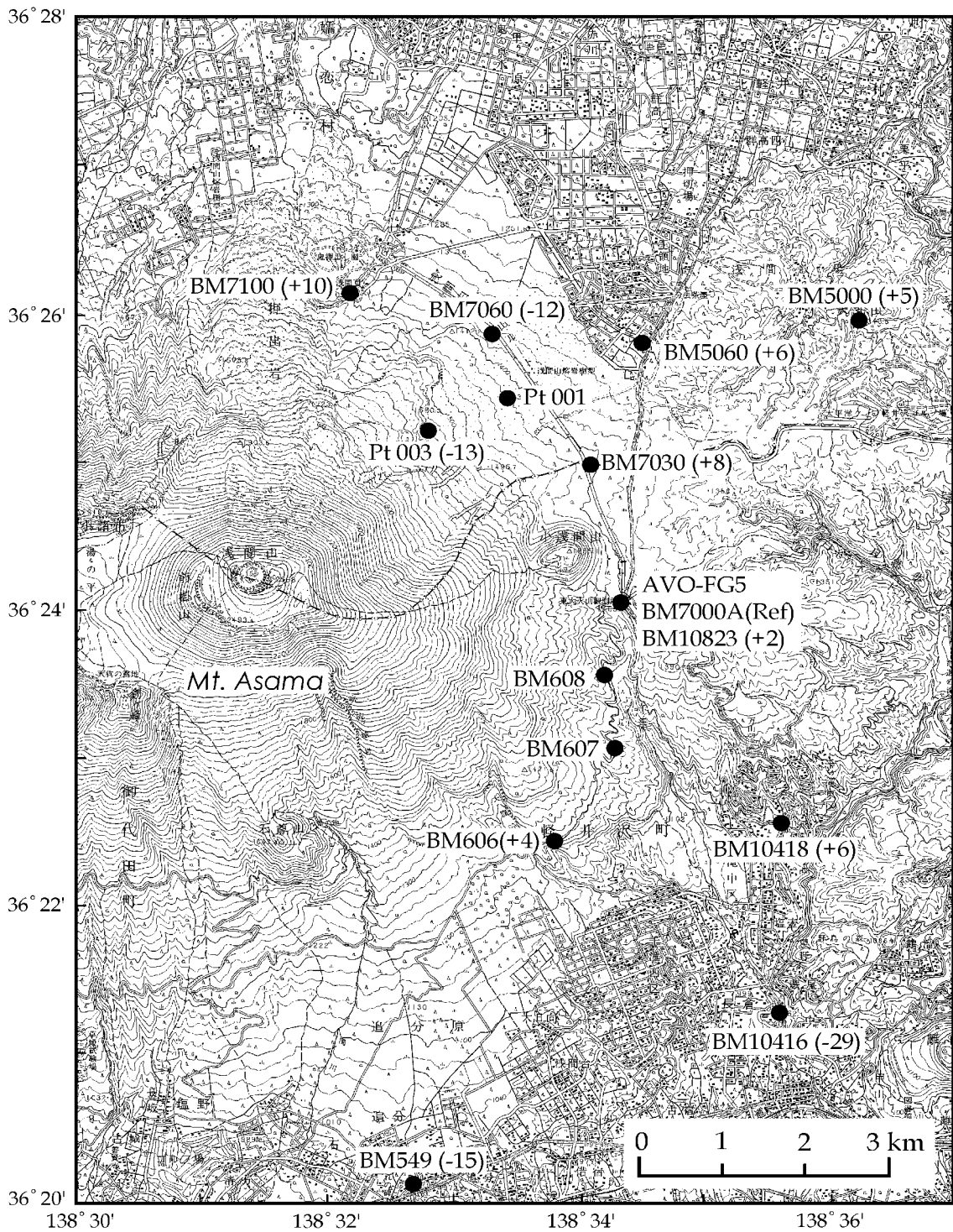
相対測定に使用した重力計は、すべて LaCoste & Romberg 社 G 型重力計で、草津白根火山地域では、G31(北大)、G375(北大)、G682(東北大)、G705(東大)と G1010(京大)の5台である。しかし、このうち、G375 と G1010 は動作不安定のために、測定値は信頼できないものと判断して、以後の測定結果の整理では使用しないこととした。したがって、実際に使用したデータは、G31、G682、G705 の3台で得られたものである。浅間火山地域の測定では、G31、G682、G705 のほかに、G581(東大)をも加えて、4台の重力計を使用した。ただし、2004 年 4 月に実施した再測定・追加測定では、G682 と G705 の2台のみを用いている。

各重力計によって得られる測定データから重力値を求めるデータ処理の方法は、基本的には前回(前川ほか,1996)と同じ方法を採用した。以下に、データ処理の手順について述べる。

読みとり値であるダイヤル値から重力値への変換は、各重力計に付属している製造会社提供のスケール定数表を用いて行った。これに、重力値の鉛直勾配を -0.3086 mgal/m として器高補正を施し、潮汐定数 1.20 として求めた固体地球潮汐値の補正を加えたものを、各重力計による重力測定値とした。この測定値には、スケール定数の誤差、磁場に対する設置方位に依存する誤差、ならびにギアの偏心に起因する周期的誤差が含まれていると考えられる。スケール定数の誤差を



第3図 草津白根火山地域における相対重力測定点の分布(黒丸)。KSVO が基準点。括弧内の数字は、1992年～2003年の重力変化量(単位 μgal)を表す。



第4図 浅間火山地域における相対重力測定点の分布(黒丸) . BM7000A が基準点 . 括弧内の数字は 1992 年 ~ 2003 年の重力変化量(単位 μgal) を表す .

ダイヤル値の 1 次関数と仮定すると、 i 番目の測定における重力測定値 G_{o_i} は、真の重力値 G_i 、ダイヤル値 D_i 、磁北に対する重力計の設置方位 θ_i と偶然誤差 e_i を用いて、

$$G_{o_i} = G_i + AD_i + Bc \cos \theta_i + Bss \sin \theta_i + \sum_j \{C_j \cos(2\pi D_i / T_j) + S_j \sin(2\pi D_i / T_j)\} + e_i$$

と書ける。ここで、 A はスケール定数の誤差係数、 B_c と B_s は設置方位依存性の係数、 T_j 、 C_j 、 S_j は周期的誤差の周期と誤差係数である。

実際の補正に用いた各誤差係数の値を第 2 表にまとめて示す。G581 については、2002 年に分解修理を行ったので、2003 年 8 月に実施した東京大学地震研究所 - 富士山頂間での絶対重力計との並行観測の結果を用いて、スケール定数の誤差係数を新たに求めた。周期的誤差の係数は未決定である。G682 と G705 のスケール定数の誤差ならびに周期的誤差の係数は、前回と同じ値を用いた。なお、周期的誤差の周期として、1.0、3.7、7.3、36.7、73.3 mgal の 5 種類が存在するが、誤差係数が得られている G705 の 7.3 mgal ならびに 3.7 mgal の 2 周期の誤差についてのみ補正を行った。方位依存性は、依存性が大きい G682 についてのみ考慮し、ほかの重力計については影響が小さいものとして無視した。G682 の方位依存性係数は、2002 年の修理に際して消磁を行ったので、2003 年 2 月に実施した測定に基づいて決定した。G31 の誤差係数はこれまでに得られていない。そこで、草津白根・浅間両火山地域における G581 と G705 の測定値に上述の補正を施して求めた重力値の平均値を真の重力値として、上式を用いてスケール定数の誤差係数を推定した。

以上の補正を行って求めた重力値を用いて、各重力計ごとに、ドリフト率と各測定点での基準点に対する相対重力値を決定した。ドリフト率は、基準点から出発して基準点にもどる 1 往復の測定の間は一定と仮定した。各重力点における最終的な重力値は、それぞれの重力計によって得られた相対重力値の単純平均によって求めた。

第 2 表 測定値の補正に用いた各重力計の誤差係数

誤差要因	誤差係数	重力計			
		G31	G581	G682	G705
スケール定数	$A (\times 10^{-3})$	-0.03	-0.26	-0.42	-0.22
設置方位	B_c (mgal)	-	-	-0.004	-
	B_s (mgal)	-	-	0.011	-
周期 7.3 mgal	C_1 (mgal)	-	-	-	0.0017
	S_1	-	-	-	0.0061
3.7	C_2	-	-	-	-0.0008
	S_2	-	-	-	0.0000

3.2. 測定結果

草津白根火山地域と浅間火山地域における相対重力測定の結果を、第 3 表、第 4 表に、地域ごとにまとめて示す。それぞれの表で、一番上の測定点が基準点であり、すべての重力値はこれに対する相対値である。表には、各重力計の測定値から上述の手順によって求めた重力値とそれらを平均して得られた最終的な重力値が mgal 単位で、各重力計による重力値の平均値からの偏差が括弧内に μ gal 単位で示されている。なお、ここでは、2003 年 9 月から 2004 年 4 月の間に重力変化がなかったものとして、BM608 ならびに BM606、BM607 で 2004 年 4 月に実施した再測定・追加測定の結果をも統合してある。

草津白根火山地域では、ほとんどの偏差が $\pm 20 \mu$ gal 以下であり、平均値として得られた最終

的な重力値の精度は $\pm 15 \mu\text{gal}$ ($\pm 0.015 \text{ mgal}$)程度かそれより良いと考えられる。これに対して浅間火山地域では、BM10416、BM549の2点で、平均値からの偏差が $\pm 30 \mu\text{gal}$ を超えているものが存在する。この2点では、最終的な重力値の精度は $\pm 30 \mu\text{gal}$ ($\pm 0.03 \text{ mgal}$)程度と推定される。ほかの測定点では、偏差の分布から判断して、重力値の精度は $\pm 20 \mu\text{gal}$ ($\pm 0.02 \text{ mgal}$)程度かそれより良いと考えられる。

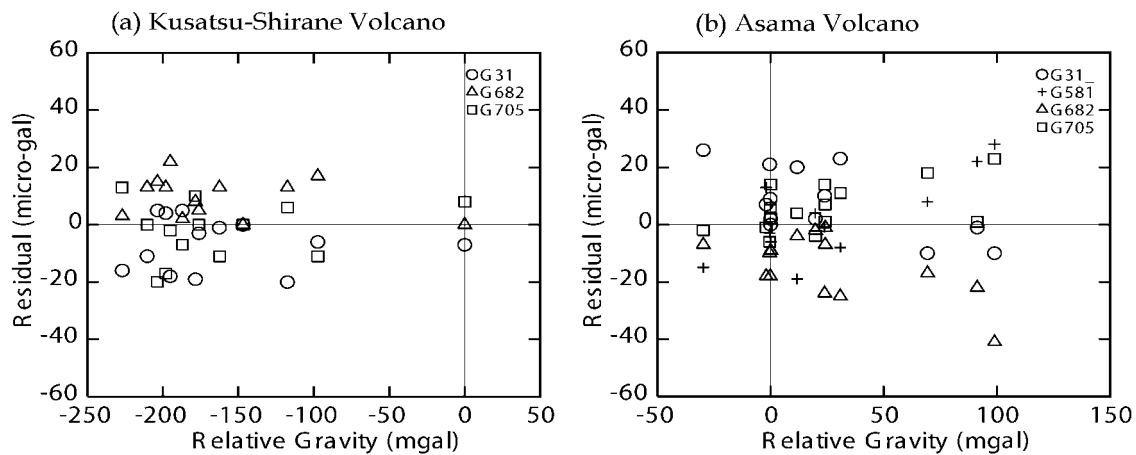
各重力計で求めた重力値の平均値からの偏差と相対重力値の関係を第5図に示す。各重力計の偏差は正負ほぼ均等に分布しており、補正がおおむね適切であったことを示す。ただし、

第3表 草津白根火山地域における相対重力測定の結果(2003年9月22日~24日)
(単位: mgal) . 括弧内の数字は平均値からの偏差(単位: μgal) .

Station	Average	G31	G682	G705
KSV0	0.000	0.000	0.000	0.000
KSV0-FG5	0.058	0.050(-8)	0.058(0)	0.066(8)
Yamahiko	-97.342	-97.348(-6)	-97.324(18)	-97.353(-11)
GPS-1	-226.942	-226.959(-17)	-226.939(3)	-226.929(13)
GPS-2	-198.098	-198.094(4)	-198.085(13)	-198.116(-18)
GPS-3	-162.454	-162.456(-2)	-162.441(13)	-162.465(-12)
GPS-4	-195.104	-195.123(-19)	-195.082(22)	-195.107(-3)
GPS-5	-187.026	-187.021(5)	-187.024(2)	-187.034(-8)
GPS-6	-117.461	-117.481(-20)	-117.447(14)	-117.454(7)
GPS-7	-146.870	-146.869(1)	-146.870(0)	-146.870(0)
Yugama-NE	-178.460	-178.479(-19)	-178.451(9)	-178.449(11)
Yugama-NW	-210.458	-210.470(-12)	-210.445(13)	-210.459(-1)
JMA-A	-176.150	-176.154(-4)	-176.145(5)	-176.151(-1)
Shelter	-203.648	-203.643(5)	-203.633(15)	-203.669(-21)

第4表 浅間火山地域における相対重力測定の結果(2003年9月25日~27日)
(単位: μgal) . 括弧内の数字は平均値からの偏差(単位: μgal) .

Station	Average	G31	G581	G682	G705
BM7000A	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
AVO_FG5	-0.141	-0.131(10)	-0.139(2)	-0.159(-18)	-0.134(7)
BM10823	0.037	0.039(2)	0.030(-7)	0.027(-10)	0.051(14)
BM10418	69.337	69.327(-10)	69.346(9)	69.320(-17)	69.356(19)
BM10416	98.895	98.884(-11)	98.923(28)	98.853(-42)	98.918(23)
BM549	91.243	91.241(-2)	91.265(22)	91.220(-23)	91.244(1)
BM606	24.072	---	---	24.070(-2)	24.073(1)
BM607	24.062	---	---	24.054(-8)	24.069(7)
BM608	19.748	19.750(2)	19.752(4)	19.745(-3)	19.743(-5)
BM5000	23.821	23.832(11)	23.820(-1)	23.797(-24)	23.836(15)
BM5060	30.779	30.802(23)	30.770(-9)	30.753(-26)	30.790(11)
BM7030	-0.481	-0.460(21)	-0.485(-4)	-0.492(-11)	-0.488(-7)
BM7060	11.658	11.678(20)	11.638(-20)	11.653(-5)	11.662(4)
BM7100	-0.037	-0.037(0)	-0.030(7)	-0.047(-10)	-0.035(2)
Pt001	-1.962	-1.955(7)	-1.949(13)	-1.981(-19)	-1.964(-2)
Pt003	-29.802	-29.776(26)	-29.818(-16)	-29.810(-8)	-29.805(-3)



第 5 図 各重力計で求めた重力値の平均値からの偏差(単位 μ gal) . 横軸は相対重力値(単位 mgal) . (a) 草津白根火山地域 , (b) 浅間火山地域 .

G682 の偏差は、特に浅間火山地域において、相対重力値とともに大きくなる傾向があるように見える。G31 の場合と同様に、今回 G581 と G705 によって得られた重力値に基づいて G682 のスケール定数の誤差係数を求めると $A = -0.54 \times 10^{-3}$ が得られた。この値は、第 2 表の値に比べて約 20% 大きい。しかし、この係数を使って G682 の重力値を計算した場合に得られる最終的な重力値と、第 3 表、第 4 表の値との差は最大でも 0.01 mgal と小さい。そこで、G682 のスケール定数補正には若干の問題が存在するが、実際のデータ処理においては前回と同じ補正值を使用することとした。

1992 年秋に測定された前回の値との比較を、第 5 表と第 6 表に示す。ここには、それぞれの測定で使用可能な全データを平均して求めた重力値とその差とともに、前回と今回の両方の測定で共通に使用された重力計(草津白根火山地域では G682 と G705 の 2 台、浅間火山地域ではこれに G581 を加えた 3 台)のみのデータを平均して得られた重力値とその差をも示してある。さらに、全データから求めた 1992 年と 2003 年の重力差を、第 3 図、第 4 図の中に括弧書きで示した。

草津白根火山地域では、南東山麓の Yamahiko と湯釜火口の南東約 800m に位置する GPS-5 の 2

第 5 表 草津白根火山地域で1992年と2003年に観測された重力値の比較(単位 : mgal)

Station	2003/09		1992/09		Diff (2003-1992)	
	Average	2Meters*	Average	2Meters*	Average	2Meters*
KSV0	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
Yamahiko	-97.342	-97.339	-97.380	-97.383	+0.038	+0.044
GPS-1	-226.942	-226.934	-226.952	-226.949	+0.010	+0.015
GPS-2	-198.098	-198.101	-198.090	-198.088	-0.008	-0.013
GPS-3	-162.454	-162.453	-162.447	-162.431	-0.007	-0.022
GPS-4	-195.104	-195.095	-195.116	-195.108	+0.012	+0.013
GPS-5	-187.026	-187.029	-187.066	-187.060	+0.040	+0.031
GPS-6	-117.461	-117.451	-117.459	-117.454	-0.002	+0.003
GPS-7	-146.870	-146.870	-146.882	-146.883	+0.012	+0.013

*: Observed by G682, G705

第6表 浅間火山地域で1992年と2003年に観測された重力値の比較(単位: mgal)

Station	2003/09		1992/10		Diff (2003-1992)	
	Average	3Meters*	Average	3Meters*	Average	3Meters*
BM7000A	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
BM10823	0.037	0.036	0.035	0.037	+0.002	-0.001
BM10418	69.337	69.334	69.331	69.335	+0.006	-0.001
BM10416	98.895	98.898	98.924	98.927	-0.029	-0.029
BM549	91.243	91.243	91.258	91.265	-0.015	-0.022
BM606	24.072	24.072	24.068	24.073	+0.004	-0.001
BM5000	23.821	23.818	23.816	23.818	+0.005	+0.000
BM5060	30.779	30.771	30.773	30.775	+0.006	-0.004
BM7030	-0.481	-0.488	-0.489	-0.489	+0.008	+0.001
BM7060	11.658	11.651	11.670	11.677	-0.012	-0.026
BM7100	-0.037	-0.037	-0.047	-0.044	+0.010	+0.007
Pt003	-29.802	-29.811	-29.789	-29.789	-0.013	-0.022

*: Observed by G581, G682, G705

点において、約0.04 mgalの重力増加が観測されている。変化量は、全重力計の平均値でも、共通に使用された2台の重力計の平均値でも同様の値であり、測定精度を超えた有意な変化と考えられる。しかし、両点の中間に位置するGPS-7をはじめとする周辺の測定点で有意な重力変化が観測されていない。したがって、上記の2点における重力変化は、きわめて局所的なものであり、火山活動以外に原因のある重力変化であると考えられる。

一方、浅間火山地域で観測された最大の重力変化は、南東山麓のBM10416における-0.029 mgalである。BM10416の重力値の精度は、先に述べたとおり、 ± 0.03 mgal程度と推定されていることから、この重力変化は有意とは言えない。BM10416を除くと、浅間火山地域で観測された重力変化は、いずれも0.02 mgal以下であり、測定誤差の範囲内である。したがって、浅間火山では2003年2月~4月に極小規模な水蒸気爆発が繰り返して発生し、火山活動活発化の可能性が指摘されているが、このような活動に関連した重力変化は観測されなかったと言える。

浅間火山地域では、1976年以来、重力精密測定が繰り返して実施されている。測定点網には毎回変更があり、長期間にわたって測定が継続されている点は多くない。渡辺ほか(1985)の表1、表2、前川ほか(1996)の表4に基づいて、1977年~2003年に観測された重力変化を第7表にまとめて示す。1977年~1984年の重力値は、スケール定数などの誤差について未補正の値、1984年の括弧内と1992年、2003年は補正済みの値である。南山麓のBM549と北東山腹のPt001の2点で、1977年~1981年に約0.03 mgalの重力減少が、1981年~1984年にはほぼ同じ大きさの重力増加が観測されている点が注目される。離れた2点で、ほぼ同じ大きさで同じパターンの重力変化が観測されていることは、重力変化の原因が基準点における重力値の増加・減少にあることを示唆する。また、重力値の回復期半ばの1982年~1983年には小規模な噴火が繰り返して発生しており、この重力変化が火山活動に関連している可能性が考えられる。しかし、重力値が毎回異なる組み合わせの重力計を用いて得られた値であること、各重力計の誤差の補正がなされていないこと、変化量が0.03 mgalと測定精度と同程度の小さい値であること、Pt001に隣接するPt003における重力変化がPt001と異なるパターンを示していることから、先に指摘した重力変

第7表 浅間火山地域で1977年～2003年に観測された重力変化(単位:mgal)。1977年～1984年はスケール定数ほかの誤差未補正の値,1984年括弧内と1992年～2003年は補正済みの値。1977年～1982年の値は, BM10823の重力値が1984年と同じと仮定して求めた。

Station	1977	1981	1982	1984(1984)	1992	2003
BM7000A	0.000	0.000	0.000	0.000(0.000)	0.000	0.000
BM10823	0.045	0.045	0.045	0.045(0.035)	0.035	0.037
BM549	91.263	91.231	91.242	91.258(91.273)	91.258	91.243
BM606				24.068(24.063)	24.068	24.072
BM5000				23.813(23.831)	23.816	23.821
BM7100				-0.023(-0.039)	-0.047	-0.037
Pt001	-1.951	-1.982	-1.970	-1.960(-1.969)		-1.962
Pt003		-29.779		-29.780(-29.792)	-29.789	-29.802

化は測定誤差に起因する見かけのものである可能性もある。したがって、1977年～1984年の重力変化が火山活動に関連したものと断定できない。重力値の測定精度を向上させ、このような不確定性を取り除くためには、前節で述べたように各種の補正を施して各重力計に固有の測定誤差を低減するとともに、絶対測定によって基準点における重力変化を明らかにし、その影響を取り除く必要がある。さらに、火山活動に関連した重力変化を検出するためには、浅間火山の火口を取り巻く形で測定網を整備するとともに、火口近傍での測定をも実施する必要がある。

4. まとめ

第4回草津白根火山集中総合観測の一環として、2003年9月21日～27日に、同火山ならびに隣接する浅間火山地域において、火山活動にともなう重力変化の検出を目的とする重力精密測定を実施した。基準点における絶対測定と面的に配置した重力点における相対測定を組み合わせたハイブリッド測定法の採用によって、観測精度の向上を図った。

絶対重力測定は草津白根火山観測所ならびに浅間火山観測所で実施した。草津白根火山地域における絶対重力測定は初めての試みである。浅間火山観測所における測定では、1995年～2003年の期間に約9 μ galの重力増加が観測された。

相対重力測定は、両火山地域それぞれ14点ならびに16点からなる重力測定点網において実施した。前回測定の1992年から2003年までの間に、草津白根火山地域では、南東山麓のYamahikoと火口の南東約800mに位置するGPS-5において約0.04mgalの重力増加が観測された。しかし、いずれも局所的な変化であり、火山活動に関連するものではないと考えられる。一方、浅間火山地域では、測定誤差を超える重力変化は観測されなかった。

今後、絶対測定と相対測定を組み合わせたハイブリッド重力測定を繰り返すことにより、各測定点における絶対重力値の変化を議論することが可能になる。

謝辞

草津白根火山における測定の準備ならびに実施にあたっては、東京工業大学火山流体研究センターのセンター長平林順一教授ならびに野上健治助教授にご協力・ご支援をいただきました。東京大学地震研究所渡辺秀文教授からは、測定全般にわたりご助言をいただきました。記して、謝

意を表します。

引用文献

深沢秀之・前川徳光・横山 泉・三品正明（1982）浅間山周辺の重力精密測定(2)．浅間山集中総合観測報告（昭和56年），45-51．

Furuya, M., Okubo, S., Sun, W., Tanaka, Y., Oikawa, J., Watanabe, H., and Maekawa, T. (2003) Spatiotemporal gravity changes at Miyakejima Volcano, Japan: Caldera collapse, explosive eruptions and magma movement. *J. Geophys. Res.*, 108, 10.1029/2002JB001989.

前川徳光・植木貞人・渡辺秀文・大久保修平・沢田宗久（1996）草津白根山・浅間山周辺の重力精密測定（1992年9月28日～10月3日）．第3回草津白根山の集中総合観測報告書，45-52．

大久保修平・渡辺秀文・及川 純・新谷昌人・坂下至巧・大木裕子・辻大次郎・石原和弘・山本圭吾・高山鉄朗（1999）火山周辺でのハイブリッド重力測定 三宅島、伊豆大島、桜島での観測報告 ．第758回地震研談話会，<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/KOHO/DANWA/MS44.html>.

田島広一・下鶴大輔・大島弘光・横山 泉（1978）浅間・草津白根山周辺の重力異常と重力精密測定．東大地震研彙報，53，509-522．

渡辺秀文・前川徳光・小山悦郎・田島広一（1985）浅間・草津白根山周辺の重力精密測定 1984年10月 ．第2回草津白根火山集中総合観測報告書（1984年9月～10月），47-54．