

1986年伊豆大島噴火前後の重力変化

東京大学地震研究所 { 大久保修平
渡辺秀文
田島広一*
沢田宗久
坂下至功

北海道大学理学部 { 横山泉
前川徳光

(昭和63年4月27日受理)

要 旨

1986年11月21日に伊豆大島で大規模な割れ目噴火が起こった。同年12月21日から30日まで重力測定を行い、その結果を噴火前の1983年5月の値と比較した。大島の北西—南東方向を主軸として、中央部では重力値が数十 μgal 増加し、逆に周辺部では数十 μgal 減少していることがわかった。本論文では測定の経緯を詳述することに主眼をおく。

1. 序

伊豆大島が噴火した1986年11月ないし12月には大規模な地殻変動が進行した。実際、1986年12月下旬に国土地理院が実施した、大島の島内一周水準測量や、地震研究所が行った登山路線の水準測量の結果によると、最大60cmの隆起、沈降が噴火にともなって生じている(多田・橋本1987;宮崎1988)。このような地盤の上下変動のデータと重力変化データとを組み合わせると、火山体周辺の地下構造の変動を議論できるようになる。

噴火にさきだつ1979年、田島ほかは伊豆大島に精密重力測定網を設定し、将来おこるであろう火山性地殻変動の検出に備えていた。その後1983年5月に測定を繰り返したが、1979年から1983年の間は火山活動が静穏だったため、顕著な重力変化は認められないと報告している(田島ほか1985)。

われわれは田島ほかを設定した重力網について、1986年12月21日から30日までの間に精密重力測定を行った。その結果を1983年の重力値と比較して、伊豆大島噴火前後の重力変化を求めたので報告する。

2. 測定法、測定地点

測定には LaCoste & Romberg 重力計を用いた。この重力計を用いて 10 μgal 程度の

* 現在：日本測量協会

精度 (precision) および確度 (accuracy) で重力の時空変化を検出するには 細心の注意が必要である。特に次の点に留意した。

(a) 重力計のうち少なくとも 2 台は、1983 年の測定に用いたものと、同一のものを使った。

一般に重力計には固有の器差 (Conversion table の誤差, ペリオディックエラー等) があり, それらが測定値に系統誤差として含まれる。もし同一の重力計を用いて, ある場所の重力の時間変化を調べれば, これらの系統誤差は異なる二時点での測定に共通に含まれることになる。したがって, 2 回の測定の差をとれば系統誤差は大幅に軽減される。

1983年の測定は4台の LaCoste & Romberg G型重力計 (G-31・G-375 北大, G-210・G-581 地震研) により実施されている。したがって今回は, G-31, G-581 を使用して重力変化を調べることにした。G-375, G-210 は器材不調や老朽化のため使用できなかったので, あらたに G-705 (地震研) による測定も行い, 今後の重力網維持に備えた。

(b) 往復測定を行い, 測定精度の目安として往復差を求めた。

(c) 1986年12月の測定では, 3台の重力計とも測定開始の前日に重力計の検定を行い, 十分に調整した。(1983年5月の際には G-581 のみ測定開始の4日前に調整されていた)

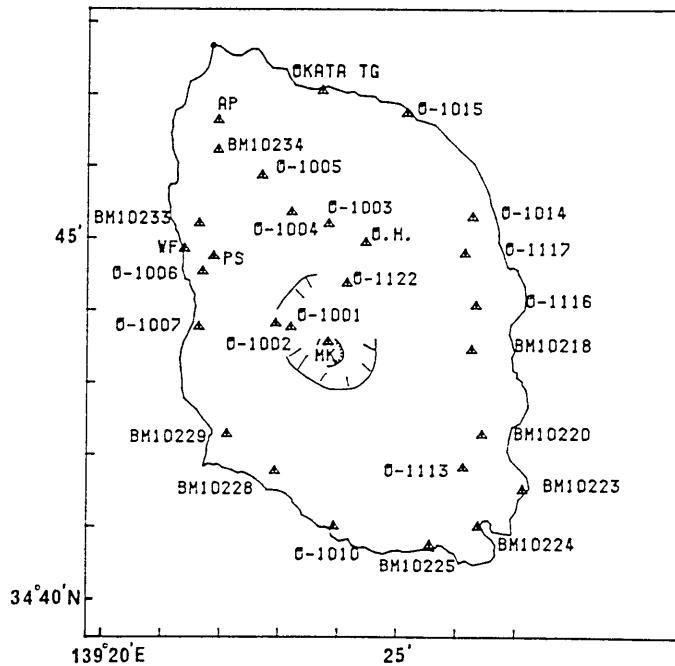


Fig. 1. Location of gravity observation sites. For abbreviations, PS stands for MOTOMACHI-PS, WF for MOTOMACHI-WF, AP for OSHIMA-AP and O.H. for ONSEN HOTEL.

た). 調整法は大略, 志知 (1983) によった. われわれの経験では, 重力計を数カ月間放置した場合には, 気泡管の狂いが数十秒角生じることは珍しくなく, これを放置して測定した場合には, 往復誤差が数十 μgal をこえやすくなる. 今回の測定のように測定期間が1ないし2週間の場合には, 測定期間中の調整は省略してさしつかえないだろう.

(d) 大島島外の熱海市網代にある国土地理院の水準点 (BM9330) を重力の不動点と仮定して, 大島全体としての重力変化を求めた.

(e) 元町小学校 (MOTOMACHI-PS) を島内の重力測定の基点にあらためた. 田島ほか (1985) では元町埠頭を基点としたが, この点は風浪時に海水のしぶきをうけるなどして環境条件が必ずしもよくなかった.

測定点の分布を Fig. 1 に, その緯度, 経度, 標高を Table 1 に示す.

3. 測定結果

重力潮汐定数を 1.20 と仮定して潮汐補正を施した上で, 往復測定にドリフト補正を施して求めた各点の相対重力値を各往復測定ごとに Tables 2, 3 に示す. 海洋潮汐補正や, 気圧補正等を行っていない. 重力の基点を元町小学校にした, 整約値を Table 4 に示す. ここで, 同一年度に複数回の測定がなされている場合には, Tables 2, 3 に示した測定値の単純平均値が Table 4 に与えられている. ただし, G-31 による O-1113 の測定値については, 1986年12月22日の結果が往復差が大きいのでこれを除外した.

1983年の測定については, 元町小学校を基点とするように再計算している. 田島ほか (1985) では, 往復差が 90 μgal をこえるような問題のある測定をも含めて単純平均を施していたが, 今回の再計算ではそのような往復測定は初めから平均操作の対象からはずした. その結果, 田島ほか (1985) の結果と今回の再計算とは, 最大で数十 μgal のくいちがいを生じた. 田島ほか (1985) の Table 1 にある, O-1013 のベンチマーク・ナンバーは O-1113 の誤記であるのでそれも正した.

基点とした元町小学校の重力の時間変化は, 大島島外にある BM9330 を不動点と仮定することにより見積った. その結果は G-31 によれば 85 μgal の増加, G-581 によれば 30 μgal の増加となった (Table 4). 測定誤差 ε の逆数を重みとした荷重平均 52 μgal 増を, 元町小学校の重力の時間変化として, 以下では議論をすすめる.

G-31, G-581 について, 噴火前後の重力の時間変化を Table 5 に示す. この値は, Table 4 の 1986年と 1983年の重力の差に, 前述の 52 μgal を加えたものになっている.

表中の推定誤差 ε は, 1983年の測定誤差 ε^{83} と 1986年の誤差 ε^{86} とを比較して大きい方, すなわち $\max(\varepsilon^{83}, \varepsilon^{86})$ とした.

$\varepsilon^{83}, \varepsilon^{86}$ は以下のようにして見積った.

(a) 同一時期に複数回測定された重力点 (1986年の全てと 1983年の一部の点) については, その再現性をもって測定誤差とする.

(b) 1983年に一回の往復測定しか行わなかった点では, 以下で定義する ε_i をもって測定誤差とする.

Table 1. Location of the observation sites.

Site	Longitude (deg min)	Latitude (deg min)	Altitude (m)
BM9330	139 5.87	35 2.74	6.30
BM10218	139 26.26	34 43.50	342.09
BM10220	139 26.38	34 42.34	322.11
BM10223	139 27.06	34 41.52	20.86
BM10224	139 26.33	34 40.99	69.52
BM10225	139 25.45	34 40.78	33.67
BM10228	139 22.89	34 41.81	57.73
BM10229	139 22.12	34 42.32	97.50
BM10233	139 21.66	34 45.27	41.12
BM10234	139 21.97	34 46.26	55.69
O-1001	139 23.31	34 43.84	537.88
O-1002	139 22.97	34 44.06	557.10
O-1003	139 23.77	34 45.28	440.50
O-1004	139 23.17	34 45.42	300.02
O-1005	139 22.59	34 45.86	170.05
O-1006	139 21.62	34 44.60	32.44
O-1007	139 21.61	34 43.88	16.98
O-1010	139 23.92	34 41.03	24.83
O-1014	139 26.25	34 45.38	113.10
O-1015	139 25.13	34 46.80	17.50
O-1113	139 26.11	34 41.86	208.06
O-1116	139 26.28	34 44.07	344.21
O-1117	139 26.11	34 44.78	322.27
O-1122	139 24.25	34 44.55	487.77
MK	139 23.72	34 43.66	672.03
MOTOMACHI-PS	139 21.85	34 44.79	60
MOTOMACHI-WF	139 21.36	34 44.90	5
OKATA TG	139 23.68	34 47.18	3.26
ONSEN HOTEL	139 24.38	34 45.01	498.40
OSHIMA-AP	139 21.93	34 46.65	40
OSHIMA-FGS	139 22.6	34 45.8	191.8

Abbreviations.

AP: Airport. BM: Benchmark.

FGS: Fundamental Gravity Station.

PS: Primary School. TG: Tide Gauge Station.

WF: Wharf.

Table 2. Relative gravity values, g , with respect to MOTOMACHI-PS in May 1983. Unit is milligals. The discrepancy between the go and return measurements is denoted by δ . The superscripts 31 and 581 stand for results of gravimeters G31 and G581, respectively. The values with the symbol * are obtained by choosing -91.468 milligals (see the result on May 25) as the relative gravity at ONSEN HOTEL.

Site (Date)	g^{31}	δ^{31}	g^{581}	δ^{581}
(May 24)				
MOTOMACHI-PS	0.0	-0.014	0.0	0.002
BM10229	-16.882	0.032	-16.920	0.000
BM10224	-5.953	-0.033	-5.958	0.010
BM10218	-56.143	-0.020	-56.148	0.037
O-1015	15.396	0.007	15.392	0.005
MOTOMACHI-PS	-0.003	-0.001	-0.007	-0.013
(May 25)				
ONSEN HOTEL	-91.468	0.004	-91.523	0.032
O-1003	-79.805	-0.012	-79.905	0.044
O-1004	-48.607	-0.022	-48.652	0.033
OSHIMA-FGS	-24.833	-0.038	-24.876	0.003
BM10233	3.793	-0.009	3.751	0.007
MOTOMACHI-PS	0.0	-0.046	0.0	0.017
MOTOMACHI-WF	10.394	0.040	10.367	0.007
BM9330	-23.473	0.013	-23.547	0.000
(May 26)				
MOTOMACHI-PS	0.0	0.013	0.0	0.010
O-1007	7.571	-0.020	7.584	0.043
BM10229	-16.957	-0.033	-16.912	-0.003
BM10228	-10.367	0.019	-10.371	-0.039
O-1010	-5.719	-0.002	-5.767	-0.087
BM10225	-1.885	0.031		
BM10224	-5.945	0.024		
BM10223	12.452	0.037		
O-1113	-31.369	0.022	-31.423	0.035
BM10220	-57.210	0.034	-57.269	0.004
BM10218	-56.103	0.003	-56.130	-0.011
O-1117	-53.919	0.013	-53.966	-0.006
O-1014	-8.982	-0.009	-9.022	-0.003
O-1015	15.436	0.009	15.425	0.017
(May 27)				
MOTOMACHI-PS	—	—	0.0	0.024
ONSEN HOTEL	-91.468*	0.030	-91.528	-0.006
O-1003	-79.825*	-0.028	-79.895	-0.000
O-1002	-115.432*	0.005	-115.470	0.015
O-1001	-100.523*	0.044	-100.609	0.009

Table 3. Relative gravity values in December 1986. For the symbols, see Table 2. Unit is milligals.

Site (Date)	g^{31}	δ^{31}	g^{581}	δ^{581}	g^{705}	δ^{705}
(Dec. 21)						
MOTOMACHI-PS	0.0	0.006	0.0	-0.027	0.0	0.006
O-1006	4.661	-0.010	4.575	0.023	4.653	0.029
O-1007	7.548	0.007	7.520	0.005	7.534	-0.007
BM10229	-16.902	0.007	-16.960	-0.000	-16.916	-0.016
BM10228	-10.370	0.008	-10.439	0.003	-10.380	0.000
O-1010	-5.793	0.005	-5.822	-0.008	-5.790	0.004
BM10225	-1.923	-0.004	-1.946	-0.004	-1.915	-0.014
BM10224	-5.974	0.003	-5.999	-0.011	-5.965	-0.016
BM10223	12.466	0.011	12.433	-0.002	12.463	-0.026
(Dec. 22)						
MOTOMACHI-PS	0.0	-0.015	0.0	0.006	0.0	0.007
BM10233	3.742	-0.009	3.768	0.016	3.771	-0.002
OKATA TG	21.091	-0.029	21.062	-0.015	21.073	-0.005
O-1015	15.368	0.018	15.345	0.027	15.351	0.008
O-1014	-9.125	0.014	-9.148	-0.002	-9.134	-0.018
BM10218	-56.179	0.008	-56.194	-0.010	-56.169	0.000
BM10220	-57.225	0.005	-57.267	-0.013	-57.242	-0.015
O-1113	-31.422	0.031	-31.430	-0.009	-31.430	-0.014
BM10223	12.463	0.010	12.450	-0.010	12.463	-0.010
BM10224	-5.982	0.008	-5.990	0.008	-5.978	-0.021
(Dec. 23)						
MOTOMACHI-PS	0.0	-0.014	0.0	-0.003	0.0	0.023
BM10233	3.739	0.015	3.752	0.008	3.782	0.014
O-1005	-19.855	0.027	-19.894	-0.015	-19.854	-0.013
O-1004	-48.636	0.019	-48.671	0.000	-48.625	0.012
O-1003	-79.886	-0.018	-79.935	-0.017	-79.881	0.011
ONSEN HOTEL	-91.514	-0.015	-91.607	-0.013	-91.540	0.000
O-1122	-83.836	-0.001	-83.913	-0.015	-83.854	0.004
O-1002	-115.431	0.014	-115.525	-0.007	-115.470	0.023
O-1001	-100.515	0.016	-100.635	-0.014	-100.567	-0.001
(Dec. 24)						
MOTOMACHI-PS	0.0	-0.013	0.0	-0.010	0.0	-0.006
O-1005	-19.874	-0.011	-19.896	0.002	-19.852	0.006
O-1004	-48.658	0.019	-48.679	-0.014	-48.620	-0.003
O-1003	-79.894	-0.008	-79.943	-0.010	-79.879	-0.006
ONSEN HOTEL	-91.539	0.006	-91.613	-0.012	-91.534	0.000
O-1122	-83.856	0.005	-83.917	0.003	-83.853	0.005
O-1002	-115.446	-0.010	-115.512	-0.004	-115.461	0.007
O-1001	-100.540	-0.002	-100.634	0.004	-100.571	0.002

(to be continued)

(continued)

Site (Date)	g^{31}	δ^{31}	g^{581}	δ^{581}	g^{705}	δ^{705}
(Dec. 25)						
MOTOMACHI-PS	0.0	-0.003	0.0	-0.006	0.0	0.014
OKATA TG	21.085	-0.016	21.059	-0.006	21.096	0.015
O-1117	-54.060	0.005	-54.090	0.004	-54.038	0.007
O-1116	-59.545	0.003	-59.615	0.000	-59.573	-0.004
(Dec. 25/Dec. 26)						
OKATA TG	21.082	0.022	21.060	-0.015	21.090	-0.030
MOTOMACHI-PS	0.0	0.012	0.0	-0.016	0.0	-0.019
BM9330	-23.563	0.003	-23.569	0.023	-23.573	0.004
(Dec. 26)						
BM9330	-23.561	0.019	-23.577	-0.035	-23.575	-0.019
MOTOMACHI-PS	0.0	0.008	0.0	0.015	0.0	0.008
OKATA TG	21.080	-0.007	21.059	0.012	21.080	-0.001
O-1015	15.355	-0.012	15.348	0.017	15.362	0.003
(Dec. 26/Dec. 27)						
OKATA TG	21.084	0.012	21.060	-0.010	21.079	-0.011
MOTOMACHI-PS	0.0	-0.011	0.0	-0.017	0.0	-0.017
BM9330	-23.551	-0.000	-23.584	0.018	-23.573	0.013
(Dec. 28)						
MOTOMACHI-PS	0.0	-0.021	0.0	0.009	0.0	0.024
O-1007	7.545	0.007	7.540	0.016	7.529	0.010
BM10229	-16.932	-0.018	-16.940	0.022	-16.919	0.002
BM10228	-10.394	-0.003	-10.422	0.017	-10.386	-0.005
O-1010	-5.813	-0.013	-5.802	-0.001	-5.791	0.000
BM10225	-1.950	-0.022	-1.928	0.011	-1.919	-0.011
BM10220	-57.247	0.004	-57.258	0.001	-57.224	-0.025
BM10218	-56.207	-0.005	-56.185	0.010	-56.151	0.010
(Dec. 29)						
MOTOMACHI-PS	0.0	0.031	0.0	0.009	0.0	0.011
BM10234	4.204	0.034	4.194	0.000	4.198	-0.004
OSHIMA-AP	6.856	0.016	6.833	0.002	6.831	-0.005
OKATA TG	21.096	0.021	21.054	0.016	21.090	0.004
O-1015	15.372	0.019	15.334	0.010	15.361	0.011
O-1014	-9.097	0.013	-9.153	0.009	-9.121	0.011
O-1117	-54.051	0.012	-54.096	-0.003	-54.059	-0.017
O-1113	-31.386	0.010	-31.424	-0.006	-31.423	-0.027
(Dec. 30)						
MOTOMACHI-PS	0.0	0.007	0.0	0.017	0.0	-0.009
O-1002	-115.467	0.002	-115.500	0.009	-115.476	-0.022
O-1001	-100.541	-0.001	-100.613	0.006	-100.578	-0.005
MK	-137.061	-0.003	-137.106	0.003	-137.051	-0.004

Table 4. Relative gravity with respect to MOTOMACHI-PS. Unit is milligals.

Site	1983 May		1986 December		
	G-31	G-581	G-31	G-581	G-705
MOTOMACHI-PS	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
BM9330	-23.473	-23.547	-23.558	-23.577	-23.574
MOTOMACHI-PS	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
BM10218	-56.122	-56.138	-56.193	-56.189	-56.160
BM10220	-57.209	-57.268	-57.236	-57.262	-57.233
BM10223	12.453		12.465	12.442	12.463
BM10224	-5.948	-5.957	-5.978	-5.995	-5.971
BM10225	-1.884		-1.936	-1.937	-1.917
BM10228	-10.366	-10.370	-10.382	-10.431	-10.383
BM10229	-16.918	-16.915	-16.917	-16.950	-16.917
BM10233	3.794	3.752	3.741	3.760	3.777
BM10234			4.204	4.194	4.198
O-1001	-100.522	-100.608	-100.532	-100.627	-100.572
O-1002	-115.431	-115.469	-115.448	-115.512	-115.469
O-1003	-79.814	-79.899	-79.890	-79.939	-79.880
O-1004	-48.606	-48.651	-48.647	-48.675	-48.623
O-1005			-19.864	-19.895	-19.853
O-1007	7.572	7.585	7.547	7.530	7.532
O-1010	-5.718	-5.766	-5.803	-5.812	-5.790
O-1014	-8.981	-9.021	-9.111	-9.150	-9.127
O-1015	15.417	15.410	15.365	15.342	15.358
O-1113	-31.368	-31.422	-31.386	-31.427	-31.427
O-1116			-59.545	-59.615	-59.573
O-1117	-53.918	-53.965	-54.055	-54.093	-54.048
O-1122			-83.846	-83.915	-83.854
MK			-137.061	-137.106	-137.051
MOTOMACHI-WF	10.394	10.367	10.353	10.369	10.386
OKATA TG			21.086	21.059	21.085
ONSEN HOTEL	-91.467	-91.524	-91.527	-91.610	-91.537
OSHIMA-AP			6.856	6.833	6.831
OSHIMA-FGS	-24.833	-24.876			

Table 5. Gravity change Δg from May 1983 until Dec. 1986 assuming the gravity at BM9330 was constant. ϵ is the estimated error. Unit is milligals.

Site	Δg		ϵ		Weighted mean	
	G-31	G-581	G-31	G-581	$\Delta \bar{g}$	$\bar{\epsilon}$
BM9330	—	—	0.04	0.025	0.000	0.01
MOTOMACHI-PS	0.052	0.052	—	—	0.052	0.01
BM10218	-0.019	0.001	0.02	0.02	-0.009	0.01
BM10220	0.025	0.058	0.02	0.01	0.047	0.01
BM10223	0.064		0.02		0.064	0.02
BM10224	0.022	0.014	0.01	0.01	0.018	0.01
BM10225	0.000		0.02		0.000	0.02
BM10228	0.036	-0.009	0.01	0.03	0.025	0.01
BM10229	0.053	0.017	0.04	0.01	0.024	0.01
BM10233	-0.001	0.060	0.02	0.01	0.040	0.01
O-1001	0.042	0.033	0.025	0.01	0.036	0.01
O-1002	0.035	0.009	0.025	0.01	0.016	0.01
O-1003	-0.024	0.012	0.025	0.01	0.002	0.01
O-1004	0.011	0.028	0.02	0.02	0.020	0.01
O-1007	0.027	-0.003	0.01	0.02	0.017	0.01
O-1010	-0.033	0.006	0.01	0.05	-0.027	0.01
O-1014	-0.078	-0.077	0.01	0.01	-0.077	0.01
O-1015	0.000	-0.016	0.02	0.02	-0.008	0.01
O-1113	0.034	0.047	0.01	0.02	0.038	0.01
O-1117	-0.085	-0.076	0.01	0.01	-0.081	0.01
MOTOMACHI-WF	0.011	0.054	0.04	0.01	0.045	0.01
ONSEN HOTEL	-0.008	-0.034	0.04	0.01	-0.029	0.01

$$\epsilon_1 = \max(\text{往復差}, 2 \text{ 回の片側測定として計算した重力値の差})/2$$

一回の往復測定中にテアがおこった場合には、路線のどこかある点を境にして往復差にステップ状変化が現れる。そのようなステップ量が往復差として期待されている測定点で、実際には小さな往復差しか現れないとすれば、かえってその点での測定が不良であることを意味する。このように往復差だけでは精度の目安とならない場合がありうる。このときには基点との重力差を往路と復路について求め、その2つの値の差をとれば、ステップ量が見積られる。 ϵ_1 の定義式はこのような意味をもっている。

(a), (b) いずれの場合でも、測定精度は $10 \mu\text{gal}$ よりは良くなり得ないとした。ただしドリフトが大きい場合には $20 \mu\text{gal}$ とした。これらの値は重力計の読みとりの際の偶然誤差を考慮するためのものである。

このようにして見積った推定誤差の逆数 ϵ^{-1} と、それを重みとする荷重平均値 $\Delta \bar{g}$ とを Table 5 に示す。また荷重平均値 $\Delta \bar{g}$ の誤差 $\bar{\epsilon}$ は

$$\bar{\epsilon} = \sqrt{2} \epsilon^{31} \epsilon^{581} / (\epsilon^{31} + \epsilon^{581})$$

により、見積った (Table 5). ただし ϵ^{31} , ϵ^{551} はそれぞれ G-31, G-581 による測定誤差である.

4. 地形変化にともなう二次的重力変化

測定された重力変化には、地下構造の変化とは、直接には結びつかない成分が含まれている。それらを列挙すると

- (a) 地表に噴出した溶岩やスコリアが及ぼす引力.
- (b) 測定点周囲の地形変化から生じる重力変化.

などが考えられる.

遠藤ほか (1987) や早川 (1987) は地表噴出物の分布を与えているので、それを用いれば、(a) の効果は見積れる。ここでは、遠藤ほかの分布図に基づいて計算をすすめた.

(b) の効果を推定するには、つぎのようにすれば良い。まず噴火前と後の 標高データから、それぞれ、重力の地形補正值 Δg_1 , Δg_2 を計算しておく。($\Delta g_2 - \Delta g_1$) が求める値で

Table 6. Corrections to the gravity change. Lava and Scoria denote gravitational attraction by erupted matter. TCC means the correction due to topographic change. Unit is μgals .

Site	Lava	Scoria	TCC	Corrected gravity change
BM9330	0	0	0	0
BM10218	1	10	-1	+1
BM10220	0	0	2	+49
BM10223	0	0	0	+64
BM10224	0	0	3	+21
BM10225	0	0	-1	-1
BM10228	0	0	-1	+24
BM10229	1	0	-1	+24
BM10233	1	0	-3	+38
O-1001	12	0	0	+48
O-1002	2	0	16	+34
O-1003	1	0	4	+7
O-1004	1	0	-1	+20
O-1007	1	0	-4	+14
O-1010	0	0	-1	-28
O-1014	1	0	2	-74
O-1015	0	0	0	-8
O-1113	0	0	-6	+32
O-1117	1	0	-2	-82
MOTOMACHI-PS	1	0	-2	+51
MOTOMACHI-WF	1	0	-4	+42
ONSEN HOTEL	0	0	7	-22

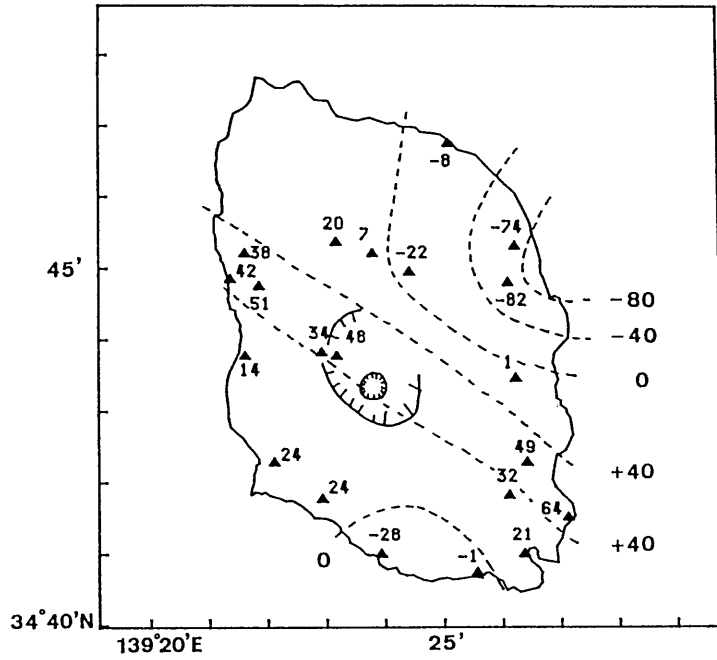


Fig. 2. Gravity change from May 1983 until Dec. 1986, assuming that the gravity change at PS is 52 μ gals. Unit is μ gals.

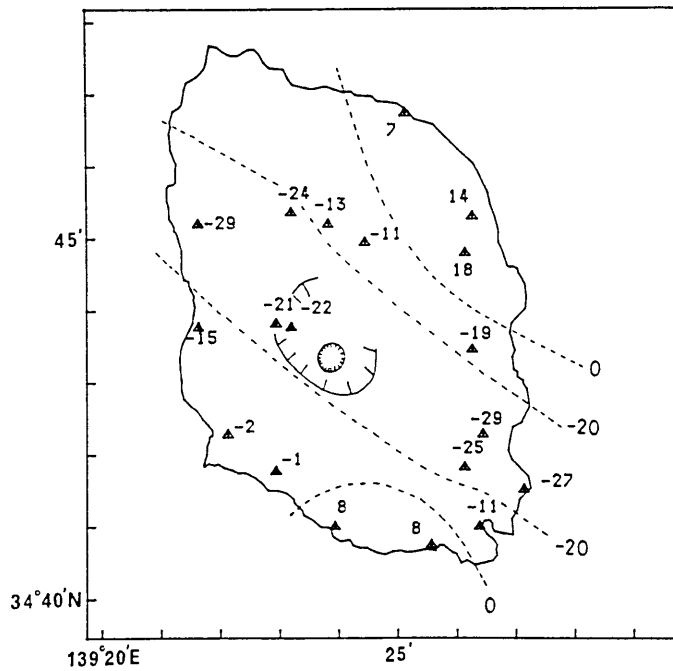


Fig. 3. Elevation change on Izu-Oshima island, after Tada and Hashimoto (1987) and Miyazaki (1988). Unit is cm. Reference point is OKATA TG.

ある。

以上のようにして求めた二次的重力変化値と、それを補正した重力値とを Table 6 に示す。補正後の Δg の分布を Fig. 2 に示す。とくに BM10218 一带は、厚さ 20 ないし 30 cm のスコリア（みかけ密度 0.9 程度）でおおわれていたので、そのブーゲー補正量は約 $10 \mu\text{gal}$ と大きな値になった。

5. 結論および考察

Table 6 と Fig. 2 に示した重力変化は、大島島外の BM9330 が不動であると仮定して求めたものであった。この仮定を以下で吟味したい。

BM9330 近傍の伊東市では、1980年頃から隆起を続けており、重力値も年間数 μgal の減少を続けている。しかし幸いなことに、1983年2月から1985年2月までの間の BM9330 における重力はわずかに $4 \mu\text{gal}$ しか増加していないし（萩原ほか 1985）、1985年2月から1987年3月までの間も $5 \mu\text{gal}$ の増加にとどまっている（井筒屋貞勝 私信）。したがって1983年5月から1986年12月までの間の重力変化は最大で $9 \mu\text{gal}$ と見積られる。重力測定精度が最良で $10 \mu\text{gal}$ 程度であることを考えれば、BM9330 を重力の不動点と考えて

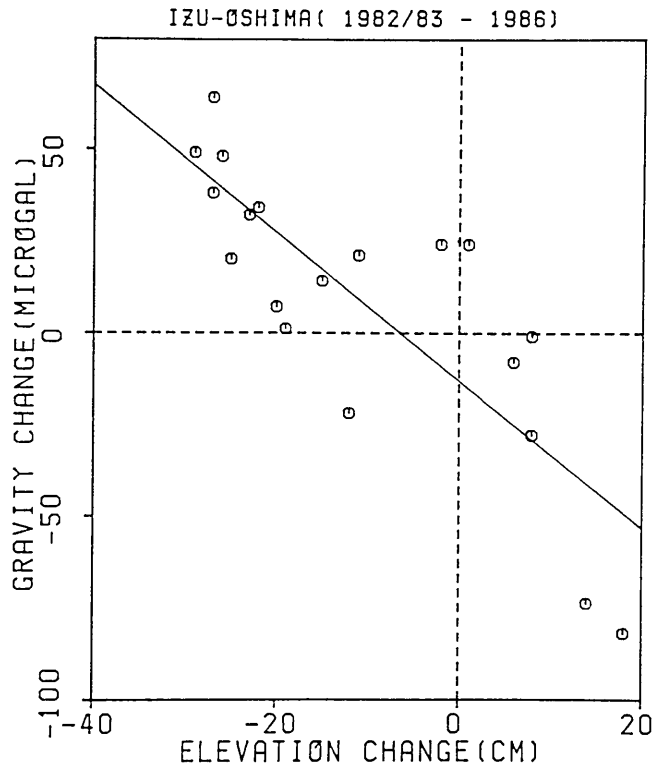


Fig. 4. Relation between elevation and gravity changes. Solid line is determined from least squares fitting.

よいことがわかる。

1983年5月から1986年12月末までに生じた重力変化の大部分は伊豆大島の大噴火にともなうものと考えられる。Fig. 2 に示した Δg の分布は、伊豆大島の北西—南東方向を主軸とする対称性をもっている。

このような重力変化の分布は、第一近似的には、地盤の上下変動 Δh で説明ができる。Fig. 3 に水準測量の成果をコンパイルしたものを示す(多田・橋本 1987; 宮崎 1988)。重力変化 Δg と上下変動 Δh のパターンはきわめて良い一致をみせている(Figs. 2, 3)。しかしながら、直線関係を最小2乗法であてはめて求めた $\Delta g/\Delta h$ は $-2.0 \mu\text{gal}/\text{cm}$ となり、フリエア—勾配 $-3.086 \mu\text{gal}/\text{cm}$ からは大きくはずれている(Fig. 4)。しかも回歸直線から $40 \mu\text{gal}$ 程度もはずれた点も数多くあり、このくいちがいは測定上、有意なものである。

このずれから、とりもなおさず地下構造の変化を議論することができる。しかし実際にどのような変動がおこったかについては、著者らの間でも意見の違いがあるので、あえて解釈は別稿にゆずることとした(大久保・渡辺 1988; 横山 1988)。

参 考 文 献

- 遠藤邦彦・千葉達朗・宮地直道・隅田まり・宇野リベカ・宮原智哉・太刀川茂樹, 1987, 伊豆大島火山1986年噴火の経緯と噴出物, 月刊地球, **9**, 452-459.
- 萩原幸男・田島広一・井筒屋貞勝・長沢 工・村田一郎・大久保修平・遠藤 猛, 1985, 最近10年間の伊豆半島の重力変化, 測地学会誌, **31**, 220-235.
- 早川由紀夫, 1987, 伊豆大島1986年噴火の噴出量と噴出率, 月刊地球, **9**, 366-371.
- 宮崎 務, 1988, 伊豆大島火山山頂カルデラの地盤上下変動, 火山, 「伊豆大島 1986 年の噴火」特集号.
- 大久保修平・渡辺秀文, 1988, 1986年伊豆大島噴火にともなう重力変化の物理的解釈, 火山, 「伊豆大島1986年の噴火」特集号.
- 志知龍一, 1985, 重力計の原理と特性 および 調整法, 名古屋大学理学部付属地震予知観測地域センター.
- 田島広一・沢田宗久・横山 泉・前川徳光・渡辺秀文, 1985, 伊豆大島における重力の精密測定—1983年5月, 伊豆大島集中総合観測報告, 53-62.
- 多田 堯・橋本 学, 1987, 1986年伊豆大島噴火と地殻変動, 月刊地球, **9**, 396-403.
- 横山 泉, 1988, 1986年伊豆大島噴火にともなった地殻上下変動と重力変化についての補足的考察, 火山, 「伊豆大島1986年の噴火」特集号.

*Gravity Change Caused by the 1986 Eruption
of Izu-Oshima Volcano*

Shuhei OKUBO, Hidefumi WATANABE, Hirokazu TAJIMA,
Munehisa SAWADA, Shiko SAKASHITA

Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Izumi YOKOYAMA and Tokumitsu MAEKAWA

Faculty of Science, Hokkaido University

We repeated the gravity survey on Izu-Oshima island from Dec. 21, 1986 until Dec. 30, 1986, a month after the 1986 eruption of Izu-Oshima volcano. The result is compared with the gravity field in May 1983. We find increase in gravity of several tens of microgals in the central zone that extends northwest to southeast, and on its outside decrease of several tens of microgals. These data are invaluable for better understanding of the physical process of the volcanic eruption.