



Title	8. LaCoste&Romberg重力計による三宅島における重力測定
Author(s)	横山, 泉; YOKOYAMA, Izumi; 岡田, 弘志 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 12, 91-98
Issue Date	1964-08-25
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.12.91
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13877
Type	departmental bulletin paper
File Information	12_p91-98.pdf



8. LACOSTE & ROMBERG 重力計による 三宅島における重力測定

横山 泉・岡田弘志
(北海道大学理学部地球物理学教室)
— 昭和 39 年 4 月受理 —

I. ま え が き

三宅島は東京の南南西約 200 km の海上にある直径約 8 km の円形の火山島である。島の主体は玄武岩質の成層火山であり、その山頂火口原内には、更に、小成層火山の‘雄山’がある。この複式成層火山の山腹には多くの寄生火山や爆裂火口がある。三宅島の噴火の特徴は、寄生火山の活動と、山頂からの放射線上に配列する小火口群の噴火とである。何れの場合でも、火口から玄武岩質の熔岩を流出し、また山頂火口の活動を伴うこともある。

1874 年噴火は、北北東山腹の‘大穴’附近から始まり、北へならんだいくつかの小火口から熔岩を流出した。その噴出物の総量は $1.6 \times 10^7 \text{ m}^3$ であった。1940 年噴火は、山頂と赤場峠とを結ぶ線上の山腹噴火で始まり、更にこの線上の数カ所の小火口や、赤場峠湾内でも噴火した。これらにひき続いて、山頂噴火が始まった。この噴火による熔岩その他の噴出物の総量は $1.9 \times 10^7 \text{ m}^3$ に達した。1962 年 8 月の噴火は、1940 年噴火の火口群のすぐ北側に平行してならぶ火口群と、海岸に近いヨリダイ沢火口群とでおこった‘割れ目噴火’であり、その噴出物の総量は約 $1.0 \times 10^7 \text{ m}^3$ 、約 2000 万 ton であった。

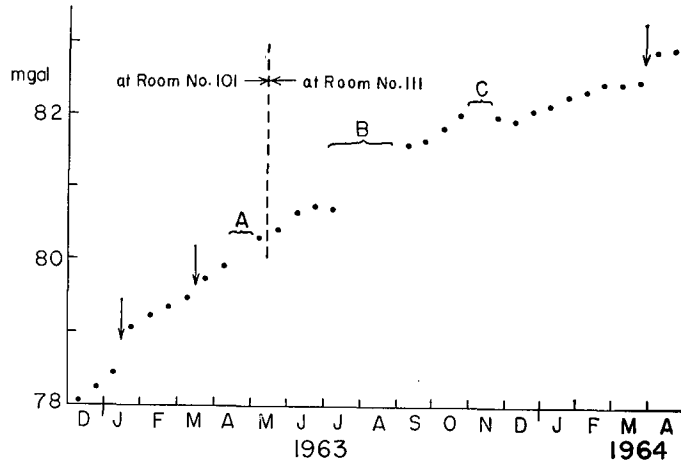
筆者の一人(横山)¹⁾は、既に伊豆大島での重力測定をおこなって、その構造の一部に触れたが、三宅島においても同様な目的と、また伊豆七島周辺の重力異常を知る目的をもって重力測定を実施した。本報文では測定結果の報告を主とし、結果の解析および吟味は今後の問題とした。

II. 測 定

三宅島において重力測定を実施した期間は、1963 年 4 月 17 日から 22 日までの 6 日間である。使用した重力計は LACOSTE & ROMBERG “G” 型測地用重力計 No. 31 である。この重力計の性能、検定に関しては既に報告³⁾したが、その精度は単観測につき約 0.04 mgal, drift は約

- 1) 横山 泉・田島広一；ウォルドン重力計による伊豆大島の重力測量 (英文), 東京大学地震研究所彙報, **35** (1957), 23.
- 2) 横山 泉；大島の地球物理学的研究の綜括, 火山第 2 集, **3** (1958), 39.
- 3) 横山 泉；LACOSTE & ROMBERG “G” 型測地用重力計 No. 31 について (第 1 報), 北海道大学地球物理学研究報告, **11** (1963), 41.

0.3 mgal/month 以下である。参考までに、当教室における drift の状態を第 1 図に示す。毎日正午前後の読取値の半月平均であり、地球潮汐に対する補正は施してない。図中の矢印は tare を示す。A は箱根山、三宅島での測定、B は九州南部、十和田湖周辺、屈斜路湖周辺での測定、C は登別地域での測定を示す。



第 1 図 LACOSTE & ROMBERG “G” 型重力計 No. 31 の drift

Fig. 1. The drift of the gravity meter reading observed at the Geophysical Institute. Readings were made at noon everyday and averaged semi-monthly without the correction for tidal gravity effect. Arrows denote the tares and parentheses A, B and C denote the terms of the field surveys.

三宅島における重力測定の基準としては、東京目黒区の国土地理院 (G. S. I.) 重力室の重力値 (979.7770 gals) を採った。東京竹芝棧橋と三宅島との間は、船で約 15 時間を必要とするが、4 月 16 日 15 時に東京基点を出発して、23 日 07 時に同基点に帰着するまでの、6.7 日間の drift は 0.08 mgal であった。この値は、今回の測定で目標とする精度 (0.1 mgal) より小さいので、本報文の議論では drift に対する補正を全く考慮していない。drift よりも寧ろ注意すべきことは、重力計を携帯して測点に着いてから、重力計が安定するまで或る程度の時間を要する場合があることである。特に今回の三宅島での測定のように、重力計を背負って山道を歩く場合は然りである。しかしこの場合の誤差と雖も 0.1 mgal を越えるものではない。

重力値そのものの測定は、上述のような精度でなし得るが、これから重力異常を求めるためには、高度の決定、地形に対する補正が必要である。地殻の密度、重力の鉛直勾配はそれぞれ 2.67 gr/cc, 0.3086 mgal/m とする。地形補正を考慮外とすれば、Bouguer 異常を 1 mgal の精度で求めるためには、高度を約 5 m の精度で決めればよい。三宅島での各測点の高度の決定には主として、AMERICAN PAULIN SYSTEM 高度計を用いた。この高度計の最小目盛は 0.5 m である。三宅島には三角点の他に、地震研究所⁴⁾で埋設した水準点 (大久保港 B.M. の高さを

4) 岡田 惇; 1962 年三宅島噴火にともなう地形変動, 東京大学地震研究所彙報, 41 (1963), 447.

第1表 観測点
Table 1. Observation points.

No. 1	坪田美晴館玄関土間	No. 21	伊豆崎燈台基礎台	No. 41	赤場暁神社拜殿前敷石
2	坪田港岸壁	22	三宅島測候所地震計室ブ ロック	42	B.M. M 6
3	三宅高等学校正門左側	23	三宅島支庁 B.M. M 1	43	ミノワ
4	水溜り凹地中央コンクリ ート橋	24	坪田村伊ヶ谷道入口	44	杉山旅館玄関土間
5	B.M. M 4	25	伊ヶ谷道	45	土佐道路わき
6	大路池北岸	26	” (分岐点)	46	土佐登山口
7	大路池北西方の山道	27	”	47	土佐登山道
8	大路池西方の山道	28	”	48	B.M. M 7
9	大路池へ通ずる三叉路	29	”	49	B.M. K 3
10	新瀨池入口	30	” (コンクリート橋)	50	B.M. K 4 の近傍
11	無線中継所入口の三叉路	31	”	51	山頂西部
12	無線中継所西方の山道	32	バス道路への出口	52	昭和15年新山山頂
13	錆ヶ浜岸壁	33	伊ヶ谷海岸	53	三角点 705.8 m
14	B.M. M 3	34	坪田村登山道 (コンクリ ート橋)	54	坪田への下り道
15	阿古村バス道路	35	ベンケ根岬への分岐点	55	山頂東部
16	空栗橋	36	三宅村役場玄関軒下	56	神着登山道
17	伊ヶ谷村バス道路	37	三池松林 B.M. M 5	57	”
18	大久保港岸壁	38	サタドー燈台玄関軒下	58	赤場暁西方
19	三宅中学前ロータリー芝 生	39	1962年新山山頂	59	三宅島温泉入口
20	伊豆小学校玄関敷石	40	ひょうたん山登り口	60	上コシキ
				61	B.M. 15.343 m

2.7170 mとする)もあるので、これらを基準として、各重力測点を高度計で結んだ。天候の安定した日を選び、各測点をなるべく短時間に結ぶようにした。気圧計による高度決定の精度は天候、地形の影響を多分に受けるが、大体5 m以内におさめることができたと考えられる。

測点は第1表に示してあり、その分布は第2図のとおりである。測定結果は第2表に示される。この測定結果の中、過去の値と比較できるものが1点あることが、今回の測定の後でわかった。その測点はNo. 18:大久保港で、友田、実川、田島、瀬川⁵⁾の1962年の測定がある。厳密には両者の測定位置は同じではないが、比較できるものと考えられる。

測定結果を示すと次のようである。

Observer	Height (m)	Observed value (mgal)	Bouguer anomaly (mgal)
Tokyo Univ. (TOMODA <i>et al.</i>)	3.28	979,826.32	155.65
Hokkaido Univ.	0.2	979,827.81	156.54

すなわち Bouguer 異常値で0.9 mgalの差があるが、これは高度決定の差だけとは考え難い。友田らは、高度決定のために、附近の平均海面と東京湾中等潮位との差(0.103 m)、測定

5) 友田好文・実川 顕・田島広一・瀬川爾郎; 離島における重力測定 (I), 測地学会誌, 8 (1962), 91.

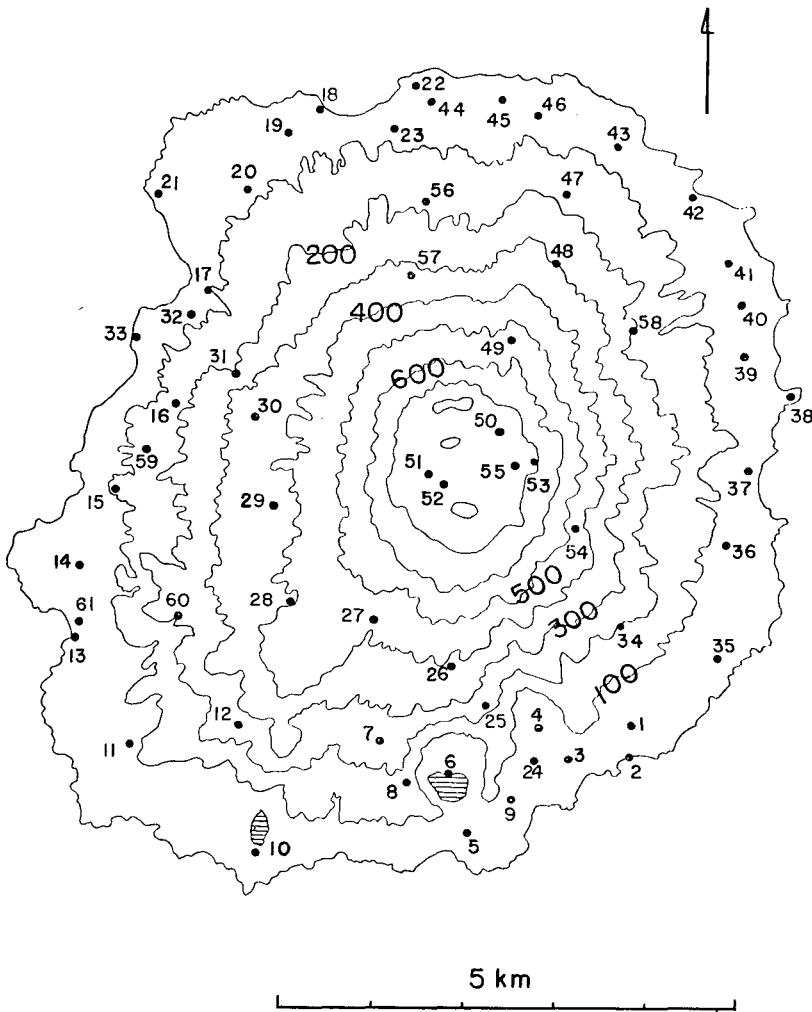
第 2 表 三宅島における重力測定の結果

Table 2. Results of gravimeter survey on Miyake Island.

No.	φ 34°N	λ 139°E	Height (m)	Normal value (mgal) 979,	Observed value (mgal) 979,	Free-air anomaly (mgal)	Bouguer anomaly (mgal)
1	3.5	33.0	41	666.28	795.76	142.1	137.6
2	3.3	32.9	1.3	666.00	806.07	140.5	140.3
3	3.2	32.5	49.3	665.86	794.66	144.0	138.5
4	3.4	32.3	54.0	666.14	795.54	146.1	140.0
5	2.8	31.8	46.78	665.30	797.88	147.0	141.8
6	3.2	31.7	4.7	665.86	809.96	145.6	145.0
7	3.4	31.2	239.6	666.14	755.69	163.5	136.7
8	3.1	31.4	179.5	665.72	766.78	156.4	136.4
9	3.0	32.1	55.1	665.58	795.67	147.1	140.9
10	2.7	33.3	35.1	665.17	800.50	146.2	142.2
11	3.3	29.4	71.5	666.00	794.69	150.8	142.8
12	3.5	30.2	253.5	666.28	751.81	163.8	135.4
13	3.9	29.0	1.5	666.84	812.25	145.9	145.7
14	4.4	29.1	35.60	667.54	807.47	150.9	146.9
15	4.8	29.3	96	668.10	794.27	155.8	145.1
16	5.3	29.7	153	668.80	785.31	163.7	146.6
17	6.0	29.9	82	669.77	803.36	158.9	149.7
18	7.1	30.7	0.2	671.30	827.81	156.6	156.5
19	6.9	30.5	61	671.03	812.82	160.6	153.8
20	6.6	30.2	62	670.61	810.85	159.4	152.4
21	6.5	29.6	15.7	670.47	819.63	154.0	152.2
22	7.2	31.4	36.2	671.44	814.14	153.9	149.8
23	6.9	31.2	88.21	671.03	804.40	160.6	150.7
24	3.2	32.3	47.8	665.86	795.66	144.6	139.2
25	3.6	32.0	216.0	666.42	758.75	159.0	134.9
26	3.8	31.7	361.8	666.70	726.56	171.5	131.1
27	4.1	31.1	446.5	667.12	715.57	186.2	136.4
28	4.2	30.6	403.7	667.26	726.33	183.6	138.6
29	4.7	30.4	358.1	667.96	738.06	180.6	140.6
30	5.3	30.3	339.3	668.80	743.88	179.8	141.9
31	5.5	30.1	208.5	669.08	773.16	168.4	145.1
32	5.8	29.8	72.5	669.50	803.62	156.5	148.4
33	5.7	29.4	0.9	669.36	820.60	151.5	151.4
34	4.0	32.9	213.5	669.98	757.09	156.0	132.2
35	3.9	33.6	17.9	666.84	799.53	138.2	136.2
36	4.5	33.6	20	667.68	796.63	135.1	132.9
37	5.0	33.8	5.73	668.38	801.81	135.2	134.6
38	5.4	34.1	23.8	668.94	797.32	135.7	133.1
39	5.6	33.8	86.4	669.22	781.54	139.0	129.3
40	5.9	33.7	30	669.64	798.60	138.2	134.9
41	6.2	33.6	22	670.05	802.15	138.9	136.4
42	6.6	33.4	15.60	670.61	802.40	136.6	134.9
43	6.8	32.8	75	670.89	796.84	149.1	140.7
44	7.1	31.5	54	671.30	810.42	155.8	149.8
45	7.1	32.0	53.8	671.30	807.47	152.8	146.8
46	7.0	32.3	71.3	671.16	801.24	152.1	144.1
47	6.6	32.5	155.1	670.61	782.27	159.5	142.2
48	6.2	32.4	294.12	670.05	747.57	168.3	135.4
49	5.7	32.1	560.19	669.36	684.04	187.6	125.0
50	5.2	32.0	700.2	668.66	651.17	198.6	120.4
51	4.9	31.5	721.0	668.24	650.97	205.2	124.7
52	4.9	31.6	802.8	668.24	625.79	205.3	115.6
53	5.0	32.3	705.8	668.38	643.49	192.9	114.1
54	4.6	32.5	451.9	667.82	704.62	176.3	125.8
55	5.0	32.1	708.8	668.38	648.25	198.6	119.4

No.	φ 34°N	λ 139°E	Height (m)	Normal value (mgal) 979,	Observed value (mgal) 979,	Free-air anomaly (mgal)	Bouguer anomaly (mgal)
56	6.5	31.5	186	670.47	781.27	168.2	147.4
57	6.1	31.4	324	669.91	745.35	175.4	139.2
58	5.8	32.9	210.0	669.50	759.80	155.1	131.6
59	5.1	29.5	116.2	668.52	791.86	159.2	145.6
60	4.1	29.7	212.1	667.12	763.40	171.7	138.0
61	4.0	29.1	15.34	666.98	810.47	148.2	146.5

時刻における潮位 (0.024 m), 海流による海面勾配の影響 (0.474 m) を考慮しているのに対して, 筆者らは潮位 (0.66 m) だけを考慮した。他に考えられる原因としては, 基準値の相違である。友田らは 1952 年の地震研究所 (E.R.I.) の測定に基づき, 下田海上保安部玄関を仮基準点とした。



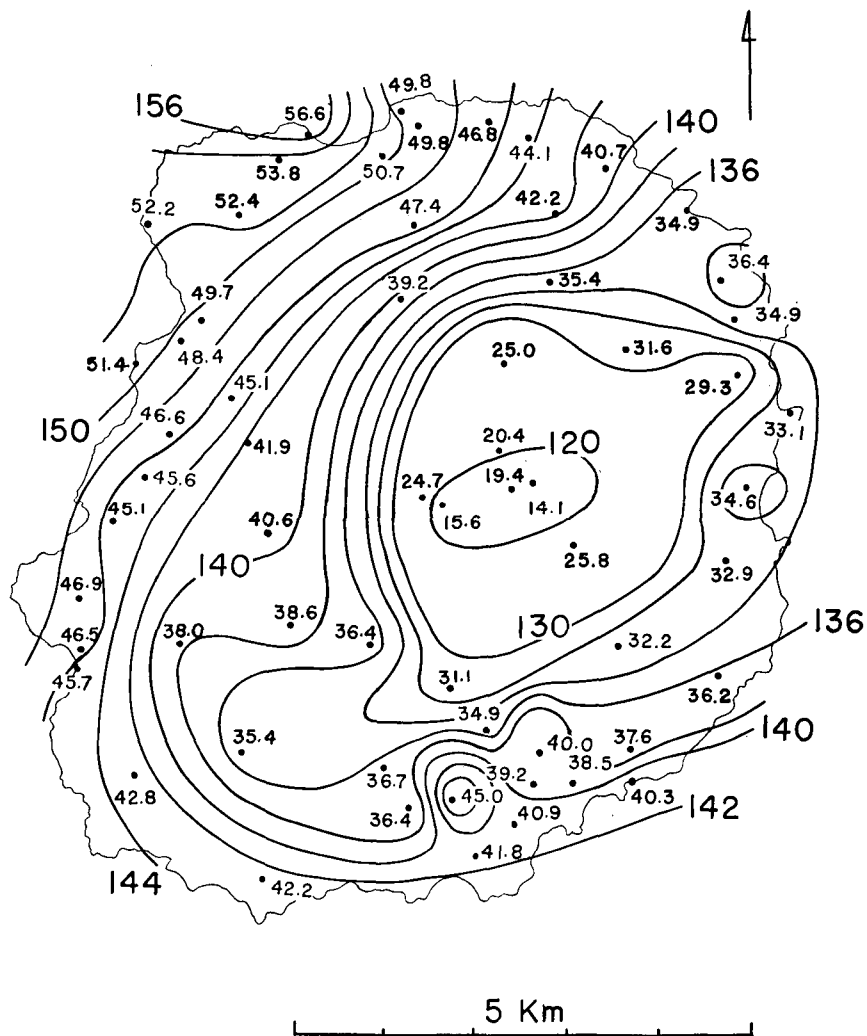
第2図 観測点の分布

Fig. 2. Distribution of observation points and topographic contours in meter.

藤井⁶⁾によると、幸いに、同じ場所における G.S.I. の測定があるので、この場合の E.R.I. 系と G.S.I. 系との比較ができる。

Observer	Date	Gravity meter	Observed value (mgal)
E.R.I.	1962	WORDEN No. 346	979,808.94
G.S.I.	1963	LACOSTE No. 29	979,809.64

すなわち、E.R.I. の測定値が 0.7 mgal だけ小さく出ている。以上のことは、また、重力測定において、金属標で重力点を保存することの重要性を示すとも考えられる。



第3図 Bouguer 異常の分布 (地形補正を施してない)

Fig. 3. Distribution of the Bouguer anomaly in mgal (not corrected for topography).

6) 藤井陽一郎; 鳥島・八丈島・式根島・新島・大島・下田における重力測定の結果報告, 1964, 国土地理院.

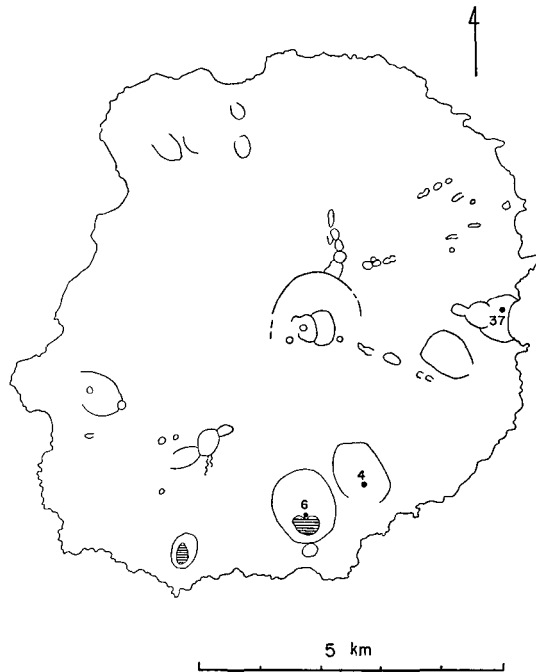
III. 重力異常

第2表の測定結果から、Bouguer異常の分布を示すと、第3図のようである。これには地形補正が施していない。海岸線附近では3~5 mgal程度で、山頂附近では10 mgal以上、20 mgal近い地形補正が必要と考えられる。このことを考慮して、第3図を見ると、全般的に三宅島では著しい高異常であるが、これは伊豆七島に共通なことである。三宅島の北西部では156 mgalの異常が観測されるが、他の地域ではこれより低く、142 mgalの等異常線は、南部では略々海岸線に平行である。そして東海岸で134 mgalまで減少している。山頂に高異常型カルデラを有する大島に比較して、三宅島における重力異常分布は概して単調のようである。

三宅島には寄生火山あるいは爆裂火口が多いが、それらの分布を示すと第4図のようである。これらの中で、爆裂火口内で重力測定が行われたのは、No. 37(三池), No. 4(水溜り)およびNo. 6(古滞)の3測点である。第3図の重力異常分布を見ると、これらの測点はそれぞれ各爆裂火口内の1点ではあるが、周辺よりBouguer異常が明らかに大きい。このようなことは伊豆大島の波浮火口についても既にわかっている。他の爆裂火口内での測定があれば、第3図の分布は当然修整される筈のものである。さて、爆裂火口の中央における重力異常を説明するために、火口を断面とする鉛直半無限の密度のやや大きい物質から成る円筒を考えると、中心における局所重力異常 Δg は次式で表わされる：

$$\Delta g = 2\pi G \cdot \Delta\rho \cdot r$$

ただし G は重力常数、 $\Delta\rho$ は密度差である。 $\Delta\rho = 0.3 \text{ gr/cc}$ と仮定し、No. 4では $\Delta g \doteq 3 \text{ mgal}$ 、No. 6では $\Delta g \doteq 5 \text{ mgal}$ を考慮すると、 r として平均300 mを得る。このことから、これらの爆裂火口では、中心附近に地下からマグマが上昇して来て、爆発によって地表の物質を飛散させたものと考えられる。



第4図 寄生火山および爆裂火口の分布

Fig. 4. Distribution of the parasitic volcanoes and explosion craters. Numerals show the observation points.

IV. む す び

今回の重力測定は、三宅島における重力分布の大勢を知ることが目的であった。今後は地質調査の結果⁷⁾を参照して、更に詳細な測定を行なうことが必要であり、また将来、火山活動に伴う重力場の変化を考究することは重要なことと考えられる。

終りに、三宅島における重力測定に際し、格別な御協力を賜わった三宅島測候所、および1/5,000の地図を提供して戴いた東京都経済局農林部に対して、深甚なる謝意を表します。また三宅島における水準測量の成果を利用して戴いた岡田惇博士に感謝します。

8. A Gravity Survey on Miyake Island by Means of a LACOSTE & ROMBERG Gravity Meter

By Izumi YOKOYAMA and Hiroshi OKADA

(Department of Geophysics, Faculty
of Science, Hokkaido University)

In order to find the distribution of gravity anomaly all over Miyake Island, one of the Seven Izu Islands and to get clues for figuring out the subterranean structure of the volcanic island, a gravity survey by means of a LACOSTE & ROMBERG geodetic gravity meter model "G" was carried out in April, 1963.

Gravity measurements reached 61 in number and their results are relatively accurate within 0.1 mgal referring to the standard gravity value at the G.S.I. at Tokyo. The heights of the observation points were determined by an AMERICAN PAULIN SYSTEM'S microbarometer on the basis of the known heights of 8 bench marks for precise levels and one triangulation point. The accuracy of the height determination proved itself to be higher than 5 meters at the worst. Thus, the writers succeeded in obtaining the accuracy of determining of gravity anomaly within 1 mgal though topographical corrections were not made.

The Bouguer anomalies on the island are rather high as a general tendency along the Seven Izu Islands. They reach 156 mgal at the north-western part of the island and decrease towards the eastern shore. Generally speaking, gravity field on this island is not so anomalous in comparison with that on Oosima Island which has a caldera on its top.

On Miyake Island, there are many extinct parasitic volcanoes and explosion craters. On some of the latter, the Bouguer anomalies proved to be a little higher than surroundings. This means that some cryptic lava masses exist under the craters.

7) 一色直記; 5万分の1地質図幅説明書—三宅島—, 地質調査所, 1960.