



Title	榛名火山の重力異常
Author(s)	横山, 泉; YOKOYAMA, Izumi; 前川, 徳光 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 48, 1-8
Issue Date	1987-02-12
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.48.1
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14148
Type	departmental bulletin paper
File Information	48_p1-8.pdf



榛名火山の重力異常

横山 泉・前川 徳光

北海道大学理学部付属有珠火山観測所

(昭和61年8月31日受理)

Gravity Anomaly on Haruna Volcano in Kwanto, Japan

By Izumi YOKOYAMA and Tokumitsu MAEKAWA

Usu Volcano Observatory, Faculty of Science

Hokkaido University

(Received August 31, 1986)

The definitions of volcanic calderas and craters are not necessarily clear among volcanologists. Classical definitions may have based on topographic features, e. g. volcanic depressions of large diameter were named calderas while those of small diameter craters, and their criterion was about 2 km. Since 1960s many data of gravity anomalies on volcanoes have been accumulated, and the calderas are classified into two types, high and low gravity anomaly types. By analyses of gravity anomalies on volcanic depressions, a genetic discussion of their definitions may be possible. In this respect, volcanic depressions of small diameter such as so-called craters, are interesting targets to be studied gravimetrically.

Haruna volcano stands at the north-west of Kwanto plain, measuring 1,448 m in maximum height and having a summit depression (2 km × 3 km). The gravity anomalies observed on this depression are rather small and low relatively to the surroundings.

If one plot mass deficiencies at the volcanic depressions deduced from gravity anomalies against their diameters, both calderas and craters drop on a straight line on logarithmic coordinates and satisfy the cubic law. The authors conclude that both calderas and craters should have genetically the same origin.

I. はじめに

山頂に火口或は火口原を有する火山の構造を調べる目的で、また、地形の効果を考慮して、比較的標高の低い榛名火山を選んで重力測定を実施した。榛名火山は群馬県に位置する第四紀安山岩質火山で、その基底径約 20 km、海拔 1,448 m、山頂に 2 km × 3 km の凹地があり、その東部

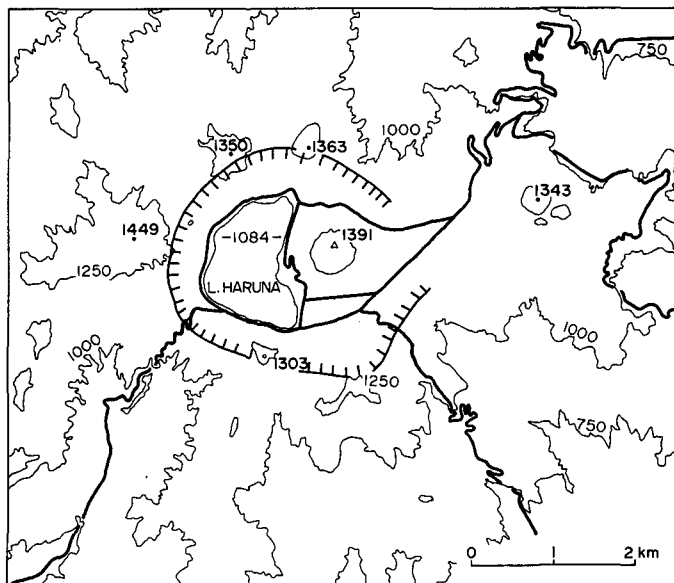


Fig. 1 A topographic sketch map of the summit area of Haruna volcano. The numerals denote heights in meters.

に溶岩円頂丘（榛名富士）西部に半月状の榛名湖（最深 13 m）がある（Fig. 1）。

II. 重 力 測 定

1982年2月、先づ、湖岸の基点と凍結湖上の4点とで測定した。次いで、1983年5月、周辺の48地点で測定した。測定の高さの決定は、微気圧高度計（0.5 m読み）の繰り返し測定による。その精度は±2 mである。また、周辺地域では、国土地理院による水準点での重力測定の結果をも加えた。測点の分布は Fig. 2 に示される。

III. 重 力 異 常

解析に用いる地殻密度を決めるために、測定重力値に地球潮汐補正を加え、この値と標準重力値との差（ $g_h - \gamma_0$ ）を高度 h に対してプロットすると Fig. 3 になる。この直線近似の勾配は次式で表わされる。

$$\frac{\partial g}{\partial z} - 2 \pi G \rho,$$

ここで $\partial g / \partial z$ は重力の鉛直勾配、 G は重力定数、 ρ は地殻密度である。いま、 $\partial g / \partial z = -0.3086$ mgal/m とすれば、 $\rho = 2.71$ g/cc と求まる。今の場合、測定重力値には地形補正を施していない。例えば、No. 29（榛名富士山頂三角点、標高 1,390.7 m）は凹地内の比高約 300 m の孤立峯で、地形補正值は約 18 mgal 程度と見込まれるので、勾配の計算に際しては、この点は除外した。地形

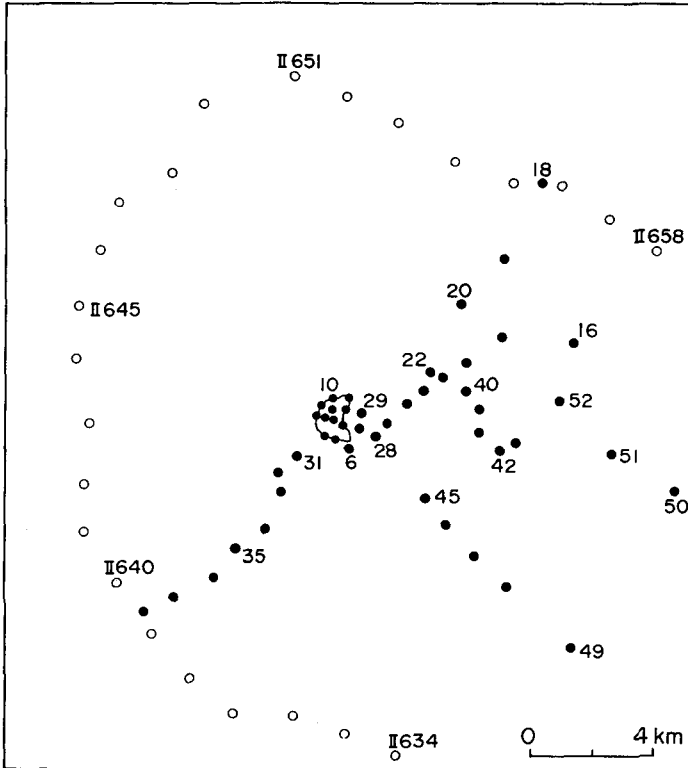


Fig. 2 Distribution of gravity points on Haruna volcano. The hollow circles denote the GSI bench marks.

補正を考慮すると、勾配はゆるくなり、 ρ はやゝ小さく決まる筈である。榛名山全域の地殻密度は比較的大きい（これは後述するように、基盤が浅いことに起因する）が、本報文では他の火山地域の場合と同じく、 $\rho=2.4\text{ g/cc}$ と仮定して重力異常を求める。重力異常値を Table 1、ブーゲー異常分布を Fig. 4 に示す。

本地域のブーゲー異常は、約 6 mgal の残差高異常が最大幅約 14 km の帯状に北東から伸びており、その南西端は榛名山頂附近に位置している。この高異常は基盤の隆起に因るものと考えられる。いま、この高異常帯に直交するように、北東-南西に x 軸をとり、異常プロファ

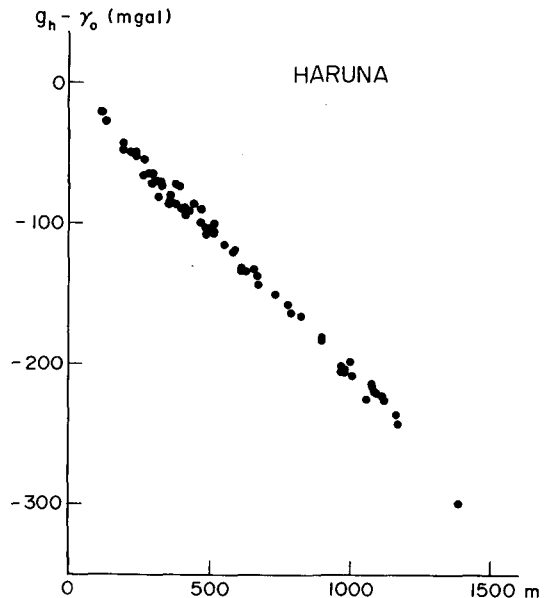


Fig. 3 Observed gravity values vs. heights of gravity points. γ_0 denotes the normal gravity values.

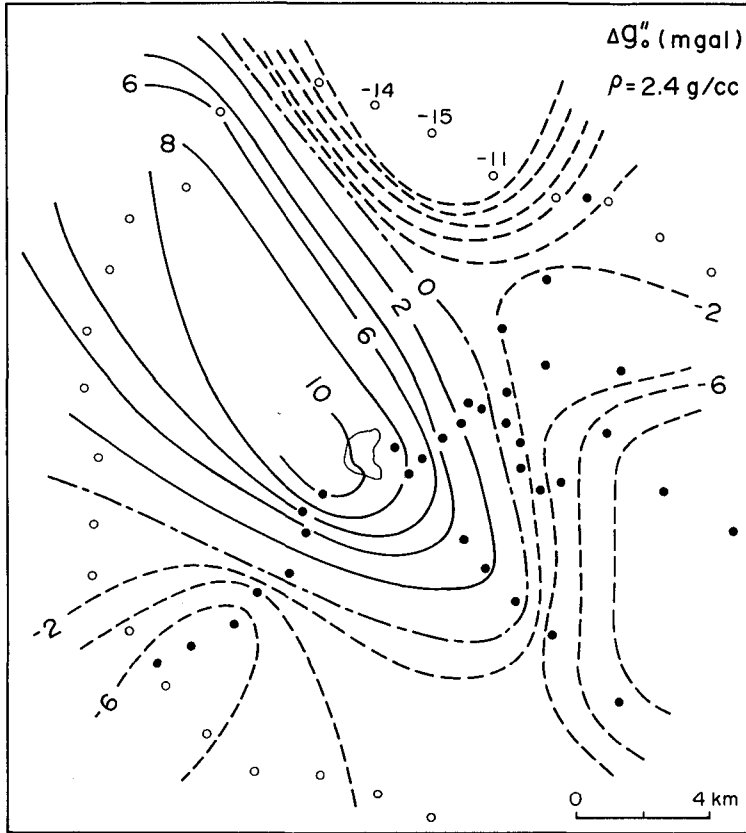


Fig. 4 Distribution of Bouguer gravity anomalies on Haruna volcano. Unit is mgal.

イルを $\Delta g(x)$ とすれば

$$\Delta g(x) = B \cos \frac{2\pi}{\lambda} x$$

と表わされる。 $B = 6 \text{ mgal}$, $\lambda = 14 \text{ km}$ を代入して、 $\Delta \rho = 0.3 \text{ g/cc}$ と仮定すれば、異常質量の凝縮面の深さ $d < 5 \text{ km}$ と求まる。 $d = 5, 3$ 及び 2 km とすると、凝縮面の起伏の振幅はそれぞれ、 $4.5, 1.8$ 及び 1.2 km となる。これらにより、榛名山下の基盤が非常に浅いことがわかる。

榛名山頂の凹地(火口原)周辺のブーゲー異常分布を Fig. 5 に示す。 -9.9 mgal の異常値を示す測点 No. 29 は榛名富士山頂の三角点である。 Fig. 5 において、山頂凹地に固有と考えられる残差重力異常は、中心部すなわち、榛名湖東岸辺で最高約 0.9 mgal の低異常である。異常値が小さいために誤差が見込まれるが、上記の低異常を面積分して、ガウスの定理によって、その原因となる質量欠損を求めると、約 $4 \times 10^7 \text{ ton}$ となる。これは軽石流や降下軽石の噴火をともなった、この凹地の形成機構に関わるものである。

Table 1. Gravity values on Haruna volcano. The crust density is assumed as 2.4 g/cc.

Gravity Point	LAT. (North)	LON. (East)	Height (m)	Observed value 979,	Normal value 979,	Free-air anomaly (mgal)	Bouguer anomaly (mgal)
1. 湖 氷 上	36°28'.3	138°52'.3	1084	642.71	858.97	118.26	9.23
2. " "	28'.3	52'.0	1084	643.17	858.97	118.72	9.69
3. " "	28'.2	52'.2	1084	642.97	858.83	118.66	9.63
4. " "	28'.4	52'.0	1084	643.04	859.12	118.44	9.41
5. 夢二記念碑	28'.0	52'.0	1087	643.07	858.54	119.98	10.65
6. 三 双 路	27'.5	52'.4	1087	641.25	857.82	118.88	9.55
7. 湖 岸	28'.0	52'.3	1085	641.24	858.54	117.53	8.40
8. " "	28'.3	52'.3	1084	641.97	858.97	117.52	8.49
9. 三 叉 路	28'.4	52'.4	1089	641.40	859.12	118.35	8.81
10. 湖 岸	28'.4	52'.1	1084	642.70	859.12	118.10	9.07
11. ボート庫	28'.4	52'.0	1084	643.41	859.12	118.81	9.78
12. 湖 岸	28'.3	51'.5	1084	643.89	858.97	119.44	10.41
13. ふじや入口	28'.0	51'.5	1088	642.92	858.54	120.14	10.70
14. 湖 岸	27'.6	52'.2	1085	642.49	857.97	119.35	10.22
15. SH 672	29'.5	55'.5	672	718.20	860.70	64.88	-2.71
16. 六 本 松	29'.4	57'.2	488	756.77	860.56	46.81	-2.28
17. 渋 川	29'.5	59'.6	210	811.48	860.70	15.59	-5.54
18. 柏 原	32'.3	56'.4	330	792.15	864.74	29.25	-3.94
19. 東 二 小	31'.1	55'.5	506	755.33	863.01	48.47	-2.42
20. 湯中子橋	30'.2	55'.0	575	740.48	861.71	56.22	-1.62
21. もみじ橋	29'.2	55'.1	794	694.10	860.27	78.86	-1.00
22. スケート場道	29'.1	54'.2	1010	651.30	860.13	102.86	1.27
23. ヤセオネ峠	28'.5	54'.1	1166	616.63	859.26	117.20	-0.08
24. ゆうすげ	28'.4	53'.5	1158	622.39	859.12	120.63	4.16
25. 蛇ヶ岳下	28'.3	53'.3	1120	632.99	858.97	119.65	7.00
26. 富士北麓	28'.4	53'.0	1121	633.11	859.12	119.93	7.18
27. SH1111	28'.2	53'.2	1111	635.21	858.83	119.23	7.49
28. 箕郷分岐	28'.0	53'.1	1102	637.58	858.54	119.12	8.28
29. 榛名富士	28'.3	52'.5	1390.7	560.19	858.97	130.39	-9.49
30. ケーブル駅	28'.1	52'.5	1093	638.94	858.69	117.55	7.61
31. 社 社 上	27'.4	51'.3	1004	659.35	857.68	111.50	10.52
32. カ ー プ	27'.2	51'.0	904	675.90	857.39	97.48	6.56
33. 社 家 町	27'.0	51'.0	822	690.16	857.10	86.73	4.05
34. SH 731	26'.2	50'.5	731	704.76	855.95	74.40	8.72
35. 一の瀬橋	26'.0	50'.0	630	720.77	855.66	59.53	-3.84

Gravity Point	LAT. (North)	LON. (East)	Height (m)	Observed value 979,	Normal value 979,	Free-air anomaly (mgal)	Bouguer anomaly (mgal)
36. SH 612	36°25'3	138°49'4	612	721.01	854.65	55.22	-6.33
37. 山道分岐	25'1	48'5	488	746.58	854.37	42.81	-6.28
38. 国道倉渕	24'0	48'1	399	765.00	853.65	34.48	-5.65
39. わしの巣	29'6	54'5	984	655.73	859.98	99.41	-4.40
40. 分岐点	28'5	55'0	978	654.85	859.26	97.40	-9.68
41. 山道分岐	28'3	55'2	1062	634.26	858.97	103.02	-3.79
42. ゴルフ場	27'4	55'4	968	651.21	857.68	92.25	-5.11
43. 分岐点	27'6	56'1	903	664.75	857.97	85.45	-5.38
44. カーブ	28'1	55'2	971	655.98	858.69	96.71	-7.24
45. ヘヤーピン	26'6	54'1	780	698.55	856.53	82.73	4.27
46. "	26'3	54'4	654	722.72	856.09	68.45	2.67
47. 育成園	25'6	55'2	515	749.41	855.09	53.25	1.45
48. 松之沢	25'3	55'6	405	765.54	854.65	35.87	-4.86
49. 三叉路	24'2	57'2	283	787.76	853.07	22.02	-6.44
50. SH 264	27'1	59'4	264	791.01	857.25	15.23	-11.32
51. 高压線下	27'4	58'1	410	762.58	857.68	31.43	-9.81
52. SH 606	28'4	57'0	606	726.68	859.12	54.57	-6.38

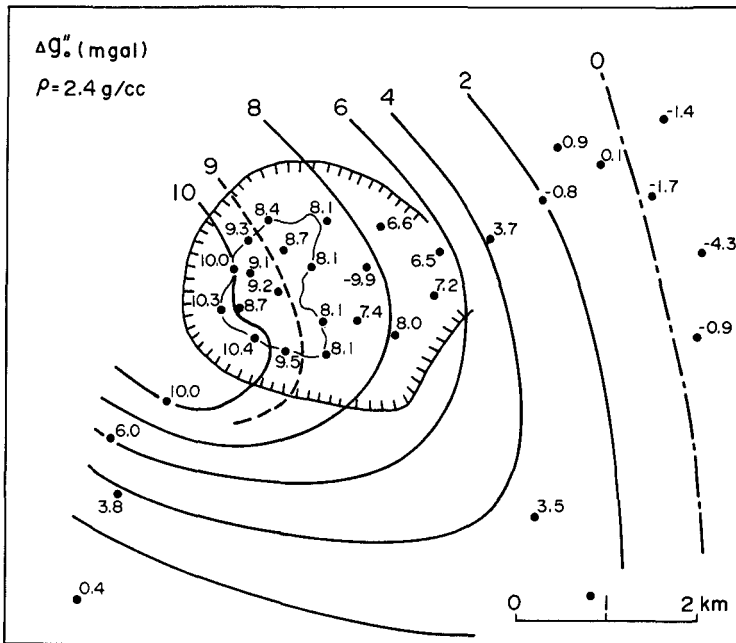


Fig.5 Distribution of Bouguer gravity anomalies at the summit area of Haruna volcano. Unit is mgal.

IV. 火山性凹地の重力異常

前記のように、或る地域の残差重力異常値を面積分することにより、その原因となる質量異常を評価できる。現在までの調査によれば、カルデラには高重力異常を示すものと、低重力異常を示すものがある。前者の例は伊豆大島・ハワイ火山で、苦鉄質マグマの活動に由来し、後者の例としては日本の多くのカルデラが挙げられ、珪長質マグマの活動に由来する。後者の質量欠損と直径との関係を両対数座標で示すと、Fig. 6 のようになり、質量欠損は直径の3.14乗に比例する。榛名火山々頂凹地もほぼこの関係を満たしている。このことは、カルデラの構造がほぼ3次元的であることを示している。外見上、カルデラ堆積物の上面の深さが直径の大小にかゝらずほぼ一定のように見えても、カルデラ堆積物の深さ、すなわち、真のカルデラ底の深さは直径の大小に比例する。このことは単純な陥没を意味しない。

Fig. 6において、カルデラの直径が小さくなる（2 kmより小さくなる）と、重力異常値が小さくなり、識別が難しく、面積分の誤差が大きくなり、その検証は難しいが、図の直線関係は直径の小さい方まで外挿できると思われる。従来の表面地形による定義、「直径が2 kmより小さい火山性凹地が火口で、より大きいのがカルデラ」、は成因的には意味がない。直径の大小にかゝらず、これら凹地の形成機構は本質的には同じで、爆発作用と物質噴出の相乗である。直径が大

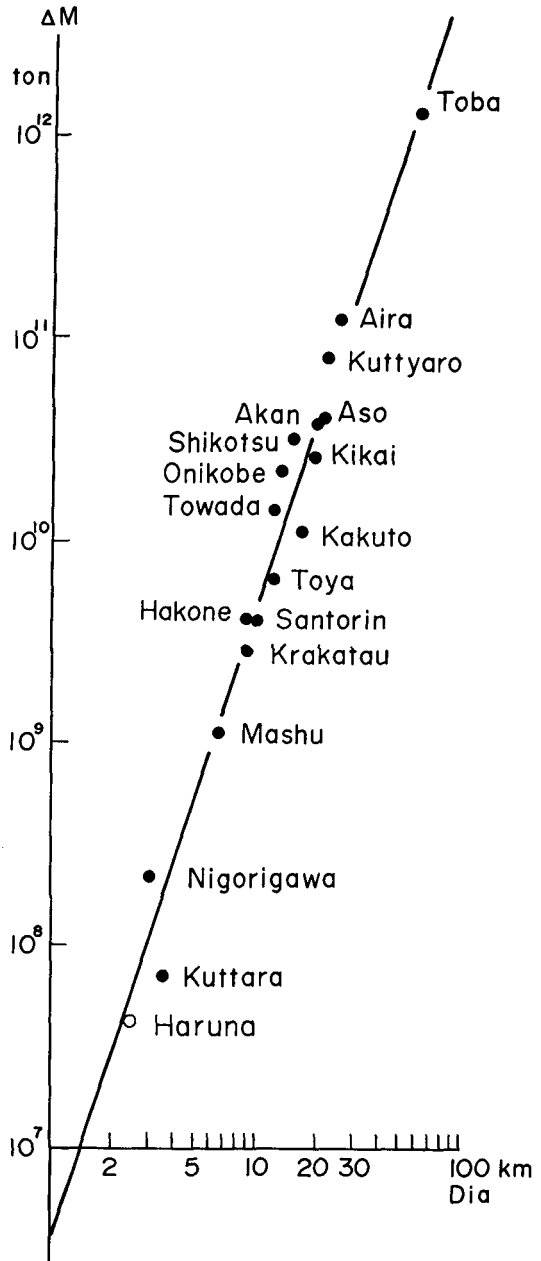


Fig. 6 Relationship between mass deficiency and diameter of volcanic depressions.

きくなると、Fig. 6 に示されるように、3 乗に比例して破壊エネルギーは大きくなる。

つまり、火口とカルデラとは成因的には同じもので、単にその大小によって名称を異にしているに過ぎない。

謝辞 図版の作製には鴨川凌子氏を煩わした。謝意を表します。