



Title	5. 摩周湖における重力測定
Author(s)	横山, 泉; YOKOYAMA, Izumi
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 24, 63-71
Issue Date	1970-09-18
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/gbhu.24.63">https://doi.org/10.14943/gbhu.24.63</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/13981">https://hdl.handle.net/2115/13981</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	24_p63-71.pdf



## 5. 摩周湖における重力測定

横山 泉

(北海道大学理学部地球物理学教室)

—昭和45年4月受理—

### 1. ま え が き

摩周湖は北海道東部、広大なる屈斜路カルデラの東南東壁上に位置している。これから東北方へは、斜里岳を経て知床半島の火山列へ連なり、西南方向には阿寒火山群がある。そして北方にはオホーツク海、東方には根釧原野がある。この地域の地形図を第1図に示す。カルデラの構造およびその生成の機構を論ずる一方法として、筆者は重力測定を行なってきたが、摩周湖における重力測定もその一環である。1966年8月、湖岸の16点において測定し、1969年3月、結氷した湖面上の13点の測定を追加した。屈斜路カルデラにおいては、筆者<sup>1)</sup>は既に1958年に重力測定を行なっている。

摩周火山の基底直径は約20 km、傾斜はゆるやかで、その頂上に面積約30 km<sup>2</sup>の摩周カルデラ湖がある。この湖には流入する河川も、流出する河川もないが、東南の西別ふ化場へ湧出する伏流がある。湖水面の高さは、海拔351 mと称されているが、冬は夏より1 m前後低いのが通例である。カルデラ壁の高さは海拔500~700 mで、急峻な崖で湖にのぞんでいる。

湖の東南岸に接してカムイヌブリ火山があるが、これはカルデラ形成後の火山である。その頂部に直径約1.5 km、深さ270~470 mの火口がある。摩周湖周辺の地形図を第2図に示す。湖の水深の分布は第3図に示されるように、東北半分は平坦な湖底であるが、湖の中央に、長さ110 m、幅40 m、湖面上の高さ25 m

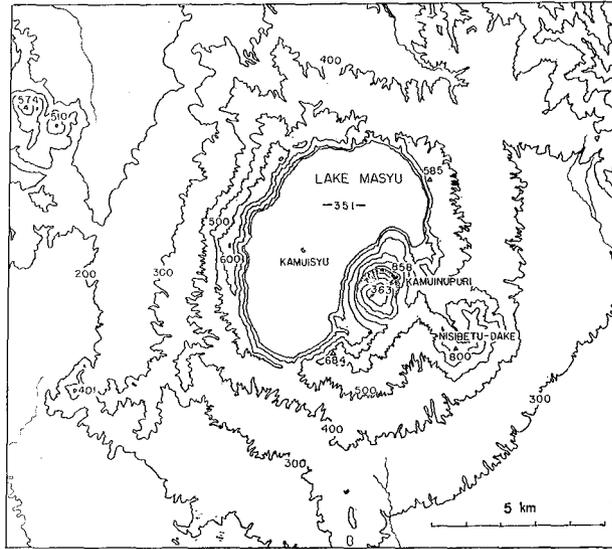


第1図 摩周カルデラ、屈斜路カルデラおよび阿寒火山群

Fig. 1. Masyu Caldera (M), Kuttyaro Caldera (K) and Lake Akan (A) in eastern Hokkaido.

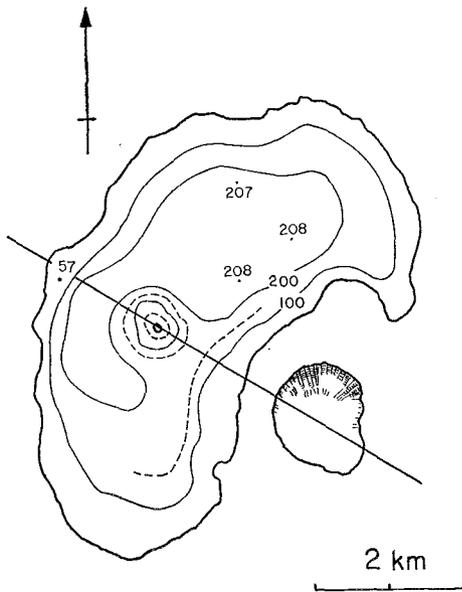
1) I. YOKOYAMA; Gravity survey on Kuttyaro Caldera Lake, Jour. Phys. Earth, 6 (1958), 75.

のカムインシュ島がある。この島は湖底から噴出した基底直径 1 km, 比高 230 m の溶岩円頂丘 (石英安山岩) の頂部である。摩周湖周辺の地質に関しては、勝井<sup>2)</sup> の詳細な研究がある。



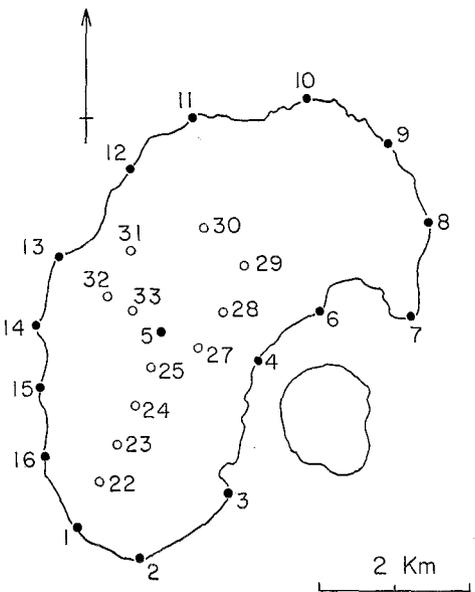
第2図 摩周湖周辺地形図

Fig. 2. Topographic map around Lake Masyu.



第3図 摩周湖の等深図, 単位はメートル

Fig. 3. Depth contours of Lake Masyu after H. Tanakadate. Unit is meter.



第4図 摩周湖における重力測点

Fig. 4. Gravity points on and around Lake Masyu.

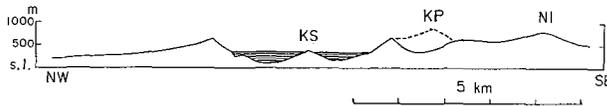
2) 勝井義雄; 摩周湖火山の地質と岩石, 地質学雑誌, 61 (1955), 481.

摩周カルデラの形成年代については、木越<sup>3)</sup>が火山泥流中の木片の<sup>14</sup>Cの放射能測定によって、6,460±130年 B.P. (試料 Gak-247) および 7,190±230年 B.P. (試料 Gak-248) と決定している。カルデラ形成後に、カムイヌプリ火山が噴出し、最後にカムイッシュ島溶岩円頂丘が噴出した。

2. 湖岸における重力測定 — 1966年8月 —

1966年8月21日、摩周湖の中央に位置するカムイッシュ島を含む湖岸の16点において重力を測定した。測点の分布は第4図に示す通りであるが、舟によって湖岸沿いに移動した。用いた重力計は LaCoste & Romberg 型 No. 31 である。重力値は、北海道大学理学部地球物理学教室の基準点 ( $g=980,490.95$  mgal) に準拠した。また測点の高さの決定は、湖水面を 351.00 m と仮定して、これを基準とした。重力測定の結果を第1表に示す。

重力異常値の算出には、国土地理院にならって、密度を 2.67 g/cc,  $\partial g/\partial z$  を 0.3086 mgal/m とした。各測点間の高度差が非常に小さいので、これらの値のとりかたは、重力異常の相対的



第5図 カムイッシュ島をとる直線に沿っての地形断面

Fig. 5. Topographic profile along a line passing Kamuisyu Island shown in Fig. 3.

分布に殆んど影響しない。地形補正値の算出に際しては、密度を 2.5 g/cc とした。その場合に用いた湖水の等深図は第3図に示すものであり、カムイヌプリ島を通る一断面を示すと、第5図のようになる。地形補正を施したブーゲー異常の分布を示すと、第6図のようになる。図において、異常値はほぼ西から東へ向って増加する傾向にある。いま、このカルデラ湖周辺の重力異常分布の一般的傾向を求めるために、方位 111°, 121° および 131° の三方向へ異常値が直線的に増加すると仮定して、それぞれの場合の、ばらつきを調べた。その結果、標準偏差はそれぞれ 2.4, 1.6 および 2.9 mgal となり、方位 121° の場合が最適となり、この場合の等異常線を示すと、第7図のようになる。図中の白丸は、後述の凍結湖面上の測定値を示す。いまこれらの値を N 121° E 線上に投影してプロットすると、第8図が得られる。二重丸は湖水中央のカムイッシュ島での値であるが、標準値より約 3.5 mgal 低い。

3. 凍結湖面上の重力測定 — 1969年3月 —

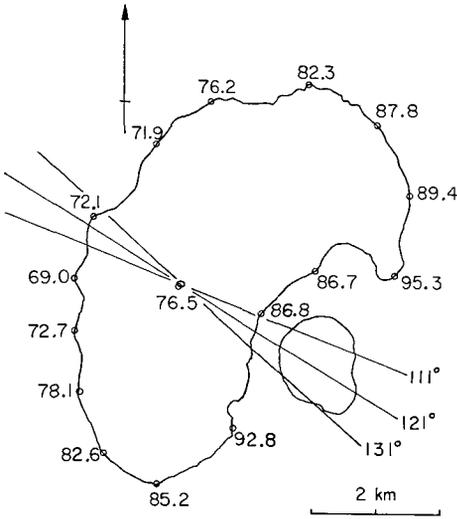
1969年3月5日、凍結した湖面上で、西南岸からカムイッシュ島へ達し、更に進んで、計13点で重力測定を行なった。用いた重力計は前回と同じものである。前回の測点 No. 1 と今回の測点 No. 21 とは数 m 離れた場所であるが、前者は陸上で、後者は氷上である。両者の重力値の

3) 木越邦彦; 年代決定法, 紀伊国屋書店, 1965.

第1表 摩周湖における重力測定結果

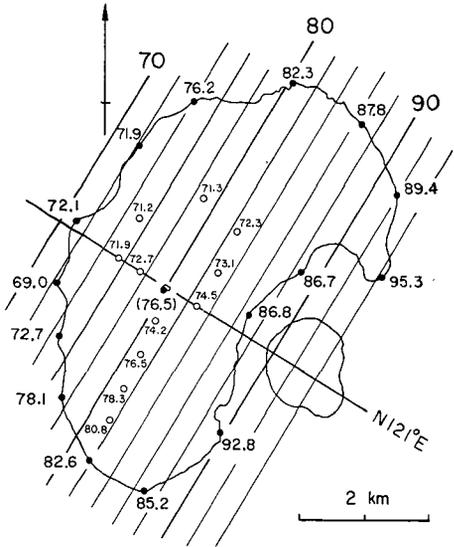
Table 1. Gravity values observed on and around Lake Masyu.

	$\varphi$ 43° N	$\lambda$ 144° E	Height (m)	Normal value (mgal) 980,	Observed value (mgal) 980,	Free-Air anomaly (mgal)	Bouguer anomaly (mgal)	B.A. corr. for topog. (mgal)	
弟子屈大鵬荘	28.6	27.2		491.97	555.09				
摩周湖第1展望台	33.3	30.6		498.99	454.26				
湖への下り口	33.0	30.8		498.59	467.58				
摩周湖岸 No. 1	33.1	31.0	352.05	498.79	505.88	115.7	76.4	82.6	
2	32.9	31.6	351.45	498.47	508.55	118.5	79.2	85.2	
3	33.4	32.5	351.34	499.16	516.23	125.5	86.2	92.8	
4	34.3	32.8	351.38	500.58	511.28	119.1	79.8	86.8	
カムイシュ島	5	34.6	31.9	351.41	500.95	504.11	111.6	72.3	76.5
6	34.7	33.4	351.44	501.15	512.01	119.3	80.0	86.7	
7	34.7	34.4	351.42	501.11	521.09	128.4	89.1	95.3	
8	35.3	34.6	351.51	502.09	515.87	122.3	83.0	89.4	
9	36.0	34.2	351.95	503.02	515.28	120.9	81.5	87.8	
10	36.3	33.4	351.44	503.51	510.51	115.4	76.2	82.3	
11	36.2	32.2	351.49	503.31	504.44	109.6	70.3	76.2	
12	35.8	31.6	351.71	502.74	499.60	105.4	66.1	71.9	
13	35.2	30.8	351.49	501.84	499.19	105.8	66.5	72.1	
14	34.6	30.6	351.50	501.03	495.07	102.5	63.2	69.0	
15	34.2	30.6	351.33	500.38	498.09	106.1	66.8	72.7	
16	33.7	30.7	351.73	499.61	502.34	111.3	72.0	78.1	
摩周湖上 No. 21	33.1	31.0	350.3	498.78	506.41	115.7	76.6	82.8	
22	33.5	31.2	350.3	499.32	505.54	114.3	75.2	80.8	
23	33.8	31.4	350.3	499.77	503.87	112.2	73.0	78.3	
24	34.0	31.6	350.3	500.07	502.79	110.8	71.7	76.5	
25	34.7	31.8	350.3	500.52	500.96	108.6	69.4	74.2	
カムイシュ島	26	34.6	31.9	350.3	500.97	504.86	112.0	72.8	77.0
27	34.4	32.2	350.3	500.67	501.23	108.7	69.5	74.5	
28	34.7	32.5	350.3	501.12	500.05	107.0	67.9	73.1	
29	35.0	32.7	350.3	501.57	499.50	106.0	66.9	72.3	
30	35.3	32.3	350.3	502.02	499.17	105.3	66.1	71.3	
31	35.2	31.5	350.3	501.87	499.06	105.3	66.1	71.2	
32	34.8	31.3	350.3	501.27	499.44	106.3	67.1	71.9	
33	34.7	31.5	350.3	501.12	500.47	107.5	68.3	72.7	



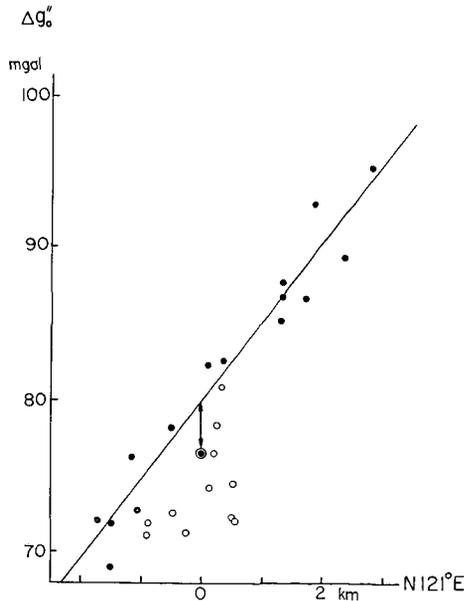
第6図 摩周湖辺のブーゲー異常  
(地形補正済み)

Fig. 6. Bouguer anomalies around Lake Masyu. Hollow circles show the anomalies observed on the frozen lake. Unit is mgal.



第7図 摩周湖辺のブーゲー異常の  
標準分布 (地域異常分布)

Fig. 7. Regional gravity anomalies around Lake Masyu. Hollow circles show the anomalies observed on the frozen lake. Unit is mgal.



第8図 N121°E線に投影プロットしたブーゲー異常分布

Fig. 8. Regional gravity anomalies and observed values projected on a line N121°E. Hollow circle: anomaly observed on the lake  
Double circle: anomaly observed on the central island.

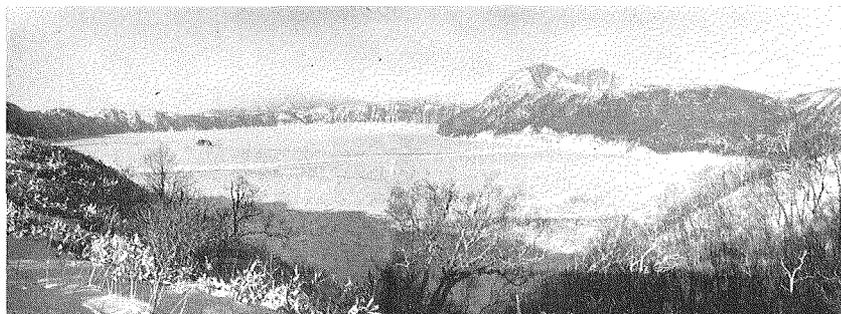


写真 1. 凍結した摩周湖 (1969年3月)

Photo. 1. Frozen Lake Masyu in March 1969.

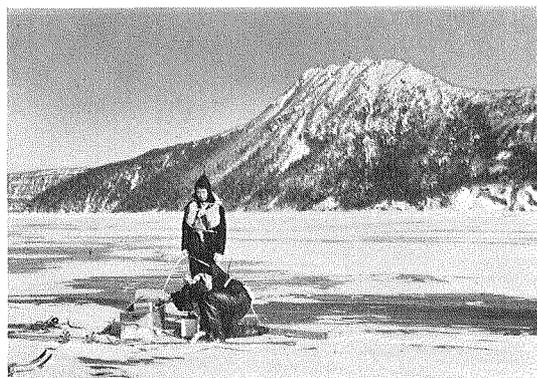
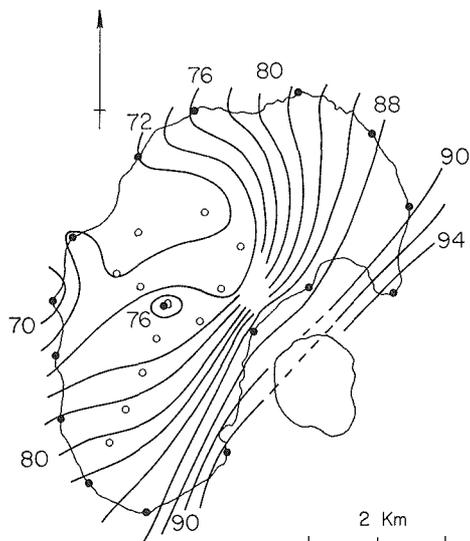


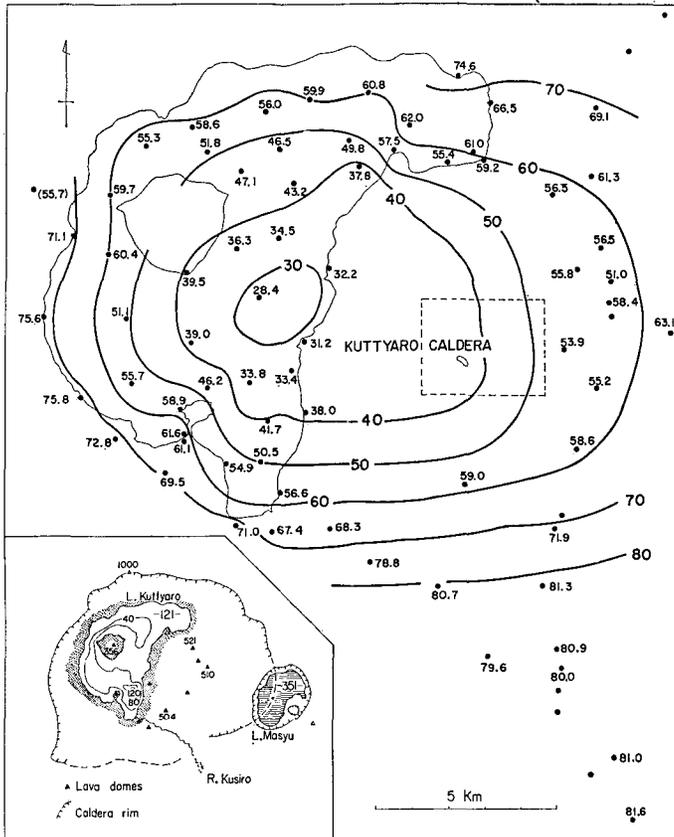
写真 2. 摩周湖上の重力測定 (1969年3月)

Photo. 2. Gravity measurement on frozen Lake Masyu in March 1969.



第9図 摩周湖におけるブーゲー異常分布

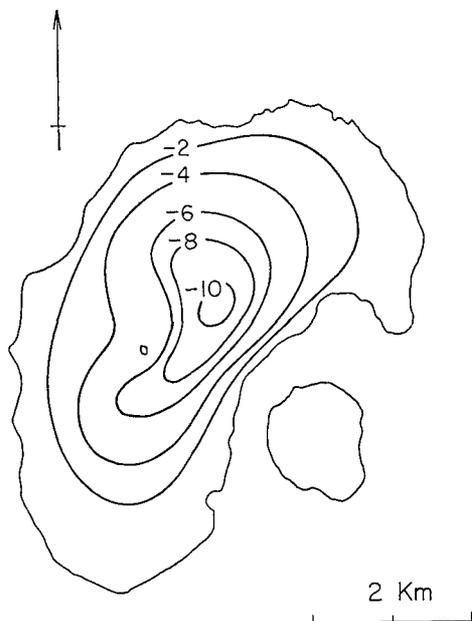
Fig. 9. Distribution of Bouguer anomalies on Lake Masyu. Unit is mgal.



第10図 屈斜路カルデラ周辺におけるブーゲー異常分布  
 Fig. 10. Distribution of Bouguer anomalies on and around Kuttuyo Caldera. Unit is mgal. Dotted square contains about 100 gravity points.

差は 0.53 mgal であるが、 $\partial g/\partial z = 0.3086 \text{ mgal/m}$  とすれば、高度差は 1.72 m となり、氷面の海拔高は 350.3 m となり、前回 (1966 年 8 月) の水面より約 0.7 m 低いことになる。摩周湖の凍結は普通 2 月中旬に始まると考えられるが、冬季には雨水の流入がなく、湖水は伏流によって漏洩するから、当然湖水面は低下すると考えられる。重力測定を実施した当日は、氷の厚さは 30 cm 以上あったが、風が強いときは氷盤が振動して測定に困難をきたしたこともあった。測定の結果を第 1 表に示す。

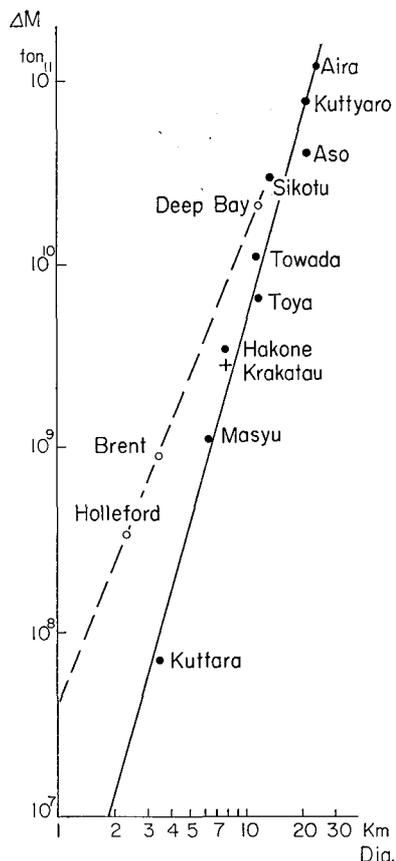
地形補正を施したブーゲー異常の分布は第 7 図の白丸のようになり、また N 121° E 線上に投影したプロットは第 8 図の白丸のようになる。すなわち湖面上の残差重力異常値は、周辺にくらべて負であり、最高約 10 mgal に達する。ブーゲー異常値の水平分布を示すと、第 9 図のようになる。これは第 10 図に示す屈斜路カルデラの異常の東につながるものである。第 9 図において、カムイシュ島とカムイヌプリ火山との間で重力異常の勾配が著しく大きい。これは、カルデラ形成後に噴出したカムイヌプリ火山の地下構造の影響と考えられる。第 9 図の異



第11図 摩周湖上の残差重力異常の分布  
単位はミリ・ガル

Fig. 11. Residual gravity anomalies on Lake Masyu. Unit is mgal.

常分布と、第7図に示したこの地域での地域異常分布との差を求めると、第11図に示される残差重力異常の分布が得られる。第8図に示したと同じように、これらはすべて負であり、最高は約10 mgalに及ぶが、その場所はカムイシュ島の北東部で、この辺では湖底の深さも最大である。



第12図 質量不足と直径との関係

黒丸：日本のカルデラ  
白丸：カナダの隕石孔

Fig. 12. Relation between mass deficiency and diameter for calderas in Japan (solid circles) and meteorite craters in Canada (hollow circles).

#### 4. 重力異常と質量不足

カルデラにおける重力異常から質量不足を評価して、それらと直径との関係を論ずることは、隕石孔における同種の関係と共に、カルデラの形成機構を論ずる一方法と考えられる。このことに関しては、既に筆者<sup>4)</sup>は別に論じているので省略して、今回の摩周カルデラ上の結果を付加するだけに止める：

第11図に示される残差重力異常を、ガウスの定理によって、図式的に面積分すると、重力異常の原因となるべき質量不足は、 $1.1 \times 10^9$  tonと得られる。これを現在まで得られている結果に付加すると、第12図のような、質量不足と直径との関係が得られる。実線は日本のカル

4) 横山 泉；カルデラの構造に関する考察，火山，II，14（1969），77.

デラに対する最適直線であるが、質量不足は直径の3.6乗に比例する。但し、十和田カルデラでは、中央の島の重力異常値だけを用いていて、質量算定の精度が悪いので、最適直線の決定には用いていない。破線は M. J. S. INNES<sup>5)</sup> による、カナダの隕石孔に関する直線で、質量不足は直径の2.5乗に比例する。爆発火口の議論で、質量不足が直径の3乗に比例すると予想する、いわゆる3乗法則があるが、この場合、両者とも3乗からそれぞれ逆にはづれている。

### 謝 辞

摩周湖における重力測定に際して、夏、冬の両度とも、弟子屈高等学校の阿部誉氏の御援助を仰いだ。また夏の測定ときは、当教室の森俊雄、西田泰典、そして冬の測定ときは、広田知保、西田直樹、G. NAPOLEONE の諸氏の協力を得た。これらの諸氏に深謝致します。

## 5. A Gravity Survey on Masyu Caldera Lake, Hokkaido

By Izumi YOKOYAMA

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

Masyu Caldera Lake is adjacent to large Kuttyaro Caldera in the eastern part of Hokkaido. It is oval shape measuring about 6 km in longer diameter and contains a small island which was erupted after the caldera formation. The age of this caldera is about  $6\sim 7\times 10^3$  years B. P.

The gravity measurements at the lake shores were carried out by a LaCoste & Romberg gravimeter in Aug. 1966 and those on the frozen lake by the same gravimeter in March 1969. The anomalies prove to be characteristic to a caldera of low gravity anomaly type and their maximum residual amounts to about 10 mgal relatively low. The mass deficiency is calculated as  $1.1\times 10^9$  tons by the Gauss's theorem.

---

5) M. J. S. INNES; The use of gravity methods to study the underground structure and impact energy of meteorite craters, *Jour. Geophys. Res.*, **66**, (1961), 2225.