

熊本地区における重力分布とその考察

中条純輔*

Gravitational Survey of Kumamoto District in Kyushu

by

Junsuke Chūjō

Abstract

The gravitational survey was carried out in Kumamoto district, Kyushu, on January, 1960.

The total number of observation points was 403 in this district. They were observed densely in Kumamoto and Yatsushiro plains of this district.

Iso-gal maps are shown in Figs. 1, 2 and 3.

Some gravitational anomalies were found as follows:

- 1) High anomaly on Mt. Kinpo
- 2) High anomaly on Mt. Tokura consisting of Cretaceous formation
- 3) Low anomaly along Kumamoto plain
- 4) Low one between high anomalies 1) and 2)
- 5) Very high one on Amakusa-Kamishima island, which relates to the Median line.

The running means for this district were applied in order to find the minor structure.

On the other hand, the least square was applied for the gravity values $g(x, y)$ of Yatsushiro plain area, and separated the tendency of linear function g_1 and residuals g_r .

$$g(x, y) = g_r + g_1 = g_r + ax + by + g_0$$

It is assumed that linear tendency g_1 is affected by the deep basement and g_r is done by the local structure.

Then the relation between dip angle of basement δ and gravity gradient $\partial g/\partial x$ can be obtained as follow formula,

$$\partial g/\partial x = \gamma \pi \Delta \rho \sin 2\delta$$

where $\Delta \rho$ is the difference between densities of basements and sediments, and γ is the universal attraction constant.

Relation of δ vs. $\Delta \rho$ and $\partial g/\partial x$ are shown in Table 5.

要 旨

昭和35年1月から約40日間熊本地区の重力探査が行なわれた。全域に403点の観測を行ない、特に熊本平野と八代平野は密に観測した。観測の結果として金峰山を中心とする高重力異常が認められた。またこれを取りまくように低重力異常がある。戸倉山の白堊紀岩類の露頭を中心に高重力異常が現われた。

熊本平野は東西方向に低重力異常があり、平野西方の海にそれが続く。また戸倉山と金峰山の間にも低重力異

常が入り込んでいる。

三角半島の有明海側は海岸に沿ってコンターが走り、その間隔がつまっている(重力の傾度が大きい)。天草上島には大きな高重力異常があり、中央構造線に關係のある構造と考えられる。全域の解析には2km間隔で移動平均法が適用された。

八代平野の解析には最少自乗法を適用して重力の一次的傾向と残留重力に分離した。一次的傾向については深い基盤の傾斜 δ と重力値の傾き $\partial g/\partial x$ との關係を調べて、

* 物理探査部

$$\frac{\partial g}{\partial x} = \pi \gamma \Delta \rho \sin 2\delta$$

の関係を得てこれを適用した。また、このため δ の数表も作った。残留重力からは平野が周辺に較べ重力が低いことと、中央に東西方向のリッジが認められた。

1. 緒言

熊本地区は九州の中央部にあたり地質的には東から続く中央構造線と、南から上ってくる琉球島弧の交わるあたりを占めて重要な位置にある。それで本地区の重力探査は、以前から地質構造の点からも資源の探査という点からも要望の多かった所であり、今回探査を実施するに至った。

調査地区は熊本県下の平野および周辺の山地で、北は荒尾市・山鹿市から南は八代平野の南端まで、西は天草下島の本渡市から東は阿蘇山のカルデラ内までの地区である。

昭和29年(1954)には本地区の北部に連なる肥筑平野の調査³⁾が松田武雄らにより行なわれた。

有明海北部の海底重力調査²⁾は昭和32年(1957)に早川・松田・杉山らにより行なわれ、翌33年(1958)にはこれに続いて有明海南部³⁾が大滝・松田らにより実施された。この熊本地区の調査はこれらの調査に接続するものである。

調査地区は前述のとおりで概査としての測点間隔であるが、特に熊本平野と八代平野については測点を密にとり、準精査程度とした。

調査は昭和35年1月中旬から2月下旬までの約40日間であり、観測は中条純輔と小川健三が行なった。観測用の自動車は熊本県庁より借用した。

2. 概観

2.1 位置および交通

調査地域はすべて熊本県内であって北方は荒尾市・山鹿市を含む。有明海南部調査²⁾とは荒尾市の測点において接続された。調査地区の南端は八代平野の日奈久町である。西端は天草下島の本渡であり、天草上島・大矢野島において観測された。この島は三角半島の三角港より船で観測用の自動車を渡した。これらの島には鉄道は全くなく、道路の発達が悪く、天草下島以外は水準点がなく、独立標高等のうち観測に使用できるものも少ないために、測点がまばらにならざるをえなかった。島原海湾の交通はよく発達している。

東方は阿蘇山カルデラ内の国鉄豊肥線内の牧駅まで観測した。交通は熊本から北西と南方に鹿児島本線があり、北東には熊本電鉄、東方に豊肥線、南東に熊延鉄道、南西

に三角線があって熊本を中心に放射状に発達している。道路も放射状に発達していて多くの定期バスがある。

熊本地区全域の測点は403点で全調査面積は約2,100 km²であり、平均測点面積(測点密度の逆数)は5 km²/点である。そのうち熊本平野地区は測点を密にとり、測点は113点、観測の行なわれた平野地区の面積は310 km²(平野そのものは200 km²である)で平均測点面積は2.8 km²/点である。

八代平野地区も同じく準精査程度の観測を行ない、測点は96点、平野観測地区は210 km²(平野の面積は160 km²)で、平均測点面積は2.2 km²/点である。

熊本地区全域のうち上記2つの準精査地区を除くと8 km²/点となって全体の平均5 km²/点よりも粗になる(第1表)。

第1表

観測地区	面積 (km ²)	測点数	平均測点面積 (km ² /点)	備考
熊本地区	2,100	403	5	
熊本平野地区	310	126	2.5	平野面積 200 km ²
八代平野地区	210	96	2.2	平野面積 160 km ²
平野部以外の地区		181	8.7	

註) 平均測点面積は測点密度の逆数である。

2.2 地形および地質

本調査地区はその南方に中央構造線の延長が考えられ、それら重要にして複雑な構造のうえに、阿蘇火山の熔岩をかぶっているためにそれら地質構造の露頭が少ない。まず北部からみると調査地区外になるが福岡県の有明海沿岸である黒崎に結晶片岩の露出をみている。これはこの調査地北部を考えるうえに基盤として大切なものである。こゝを中心として重力の高異常地域があり、その北側の山門地区と南側の三池地区に古第三系の良質な石炭が堆積し移行されている。

荒尾から東側には花崗岩(先新生代)等が基盤になっている。この南の方面には玉名市を中心として菊池川に沿った玉名平野がひろげている。菊池川の支流は阿蘇山の熔岩流の発達した地域であるが、それを削って菊池川が山鹿市や菊池市を中心に盆地を形成している。菊池平野の南東には安山岩等を主とする第四紀の火山金峰山がある。

金峰山は島原海湾をへだてて島原半島の雲仙岳と相對する。形成された時期は互いに割に近いと考えられている。金峰山の南から東にかけてそれをとりまくカルデラがあり、花岡山・竜田山などがそれである。

カルデラよりも東側は洪積世の阿蘇熔岩の堆積物を主とする緩やかな丘陵で阿蘇のカルデラに至るまで続くのであるが、小さいけれど見逃がすことができないのは小山と戸倉山であり、白堊紀の堆積物が露出している。阿蘇熔岩は多孔な部分と緻密な部分があり、前者はかなり密度が小さい。この南部には熊本平野が広がっている。

平野の北に白川、南に緑川が流れそれを中心に沖積平野が発達し、西側の有明海は軟泥の堆積が厚く遠浅になっている。平野の南方と東方は雁回山・飯田山等白堊紀の山があり、前述の戸倉山等とともに平野を囲むように位置している。平野の向斜軸はこれら白堊紀の山と金峰山の間を、金峰山を中心とする円弧のような形で存在すると考えられている。平野の南西方向は三角半島に続き、中央は新第三系の熔岩であるが、半島の先(西方)では古第三系の堆積物が露出している。こゝには僅かであるが新しい安山岩の露出もみられる。

大矢野島・天草上島は北西に古第三紀、南東に白堊紀の堆積物をみて全体として北西落ちの構造と考えられている。

八代平野は東側を日奈久断層で鋭く切られた沖積平野である。日奈久断層の東側の山地は白堊紀から古生代に至るまでの地層が、北東―南西方向の多くの断層で複雑に切られた地域である。

八代平野には球磨川を始め幾つかの東西に横断する川がある。平野内には小さい丘陵があり、また平野沖にも小さい島があって古生代の岩石の露出がある。本地区の全般的な構造に関しては沢田の研究⁶⁾が発表されている。

2.3 調査目的

本調査の目的は前述のような地質的な構造において、重力探査によりさらに多くの地質的・地球物理的情報をうることにある。

九州全域の重力調査については坪井忠二らの報告¹⁰⁾があるが、熊本県下に測点 103 点で平均すれば 70 km²/点程度の測点密度であるので、細かい構造についての議論ができない。それで本調査では 5 km²/点程度の観測を予定した。特に平野部は石炭や天然ガス等の資源の可能性⁹⁾も考えられるので測点密度を細かくした。また本調査は昭和 31 年(1956)より続けられている島原海湾周辺の総合的な調査の一環としても意義をもつものである。

2.4 調査方法

観測の機械にはノースアメリカン社(ヒューストン U.S.)製の AGI-108 重力計を用いた。測点は水準点・三角点・独立標高点・鉄道線路地形図等によって、特別に測量は行なわれなかった。

調査結果の補正法については前述の調査結果²⁾³⁾⁵⁾と

接続するようにした。すなわち高度補正については密度 σ を $\sigma=2.00 \text{ g/cm}^3$ ととった。この値の妥当性については問題がないではないし、もし不当な値だと地形の影響が重力コンターに表われてしまうのであるが、こゝでは密度分布の資料が少ないこと、補正における主観性をなくすこと、他の重力図と接続する関係等により一律にこの値を採用した。緯度補正は重力値の国際公式(International Formula)における 33°30' の値 979 gal. 619, 789 を基準(緯度補正 0)とした。地形補正は測点から 80 km までを遠方、中間、近傍、周辺の 4 つに分けて計算し、それを加え合せたものを地形補正とする。

測定値はドリフト補正が終わり mgal に換算されたものである。測定値に対してこれらの補正がすべて終わったものを等重力線図として表わした。

本調査においては日程や再測の都合で現場で付した測点の番号 1~403 がとびとびになり、見づらいのでこれを整理し、北から南に 501~903 として測点現場番号と測点整理番号を別にした。等重力線図には整理番号を付した。このうち 625~750 の 126 点は熊本平野地区にあり、800~895 の 95 点は八代平野地区、他は以上の地域を除いた全域にある。

2.5 調査結果

調査結果は第 2 表に観測値・補正值等を示し、第 1 図に全域の 5 mgal ごとの等重力線図を示す。第 2 図は熊本平野地区、第 3 図は八代平野地区とともに 2.5 mgal の等重力線図である。高重力異常を H、低重力異常を L

第 2 表 熊本地区重力測定数値表 (1960)

整理 No.	現場 No.	高度 (m)	測定値 (mgal)	高度補正值 (mgal)	緯度補正值 (mgal)	地形補正值 (mgal)	全補正値 (mgal)
501	104	143.7	-3.7	32.3	32.3	2.1	63.0
502	105	96.1	6.3	21.6	32.0	1.2	61.1
503	106	69.7	7.9	15.7	32.7	1.4	57.7
504	107	57.4	11.0	12.9	33.9	1.8	59.6
505	101	78.-	22.2	17.5	35.3	0.4	75.4
506	102	54.-	21.1	12.1	35.3	0.7	69.2
507	108	46.8	9.5	10.5	35.2	1.4	56.6
508	100	49.-	24.8	11.0	36.9	0.3	73.0
509	99	72.-	16.4	16.2	37.7	0.3	70.6
510	103	22.-	17.1	5.0	38.2	0.3	60.6
511	109	38.2	2.9	8.6	36.6	1.3	49.4
512	96	27.6	5.6	6.2	37.9	1.0	50.7
513	98	42.-	15.5	9.5	40.2	0.2	65.4
514	97	38.-	13.2	8.6	40.5	0.3	62.6
515	95	26.1	-0.6	5.9	39.4	0.5	45.2
516	94	27.2	7.8	6.1	40.7	0.4	39.4
517	76	6.4	31.8	1.4	42.0	0.1	75.4

地質調査所月報(第12卷 第5号)

518	84	18.-	8.5	4.1	42.4	0.4	55.3	567	59	105.0	-33.9	23.6	49.7	0.4	39.8
519	93	24.7	-11.2	5.6	41.5	0.5	36.4	568	43	136.6	-40.4	30.7	48.2	0.5	39.0
520	92	23.9	-14.2	5.4	42.5	0.4	34.1	569	60	144.9	-41.4	32.6	49.2	0.5	40.8
521	41	63.5	-26.4	14.3	43.2	0.5	31.6	570	44	192.-	-55.1	42.2	48.5	1.0	36.6
522	40	43.4	-24.7	9.8	44.2	0.4	29.7	571	45	153.2	-48.1	34.4	50.3	0.6	37.2
523	326	46.-	-24.7	10.4	44.7	0.5	30.8	572	194	2.1	0.1	0.5	51.7	0.2	52.5
524	77	7.-	27.0	1.6	43.6	0.2	72.4	573	195	3.0	-3.7	0.7	52.4	0.2	49.6
525	75	14.6	21.6	3.3	45.8	0.1	70.8	574	193	1.5	-1.1	0.3	51.6	0.2	51.0
526	83	15.-	5.2	3.4	45.6	0.4	54.5	575	196	2.5	-7.9	0.6	53.0	0.3	46.0
527	85	30.-	-0.1	6.8	44.4	0.8	51.9	576	369	3.-	-1.7	0.7	51.1	0.2	50.3
528	86	112.-	-23.4	25.2	42.3	0.3	44.4	577	197	0	-8.1	0	52.9	0.3	45.1
529	91	24.9	-15.0	5.6	43.9	0.3	34.8	578	368	1.1	-7.8	0.3	52.7	0.7	45.8
530	90	45.9	-14.3	10.3	45.3	0.3	4.16	579	367	0.9	-8.1	0.2	53.8	0.3	45.5
531	327	27.4	-18.6	6.2	44.2	0.4	32.1	580	198	240.5	-61.3	54.1	51.7	1.0	45.5
532	39	40.2	-21.8	9.0	45.5	0.4	33.1	581	184	319.5	-80.7	71.9	54.3	1.3	46.8
533	42	95.-	-33.1	21.4	46.0	0.9	35.2	582	185	205.6	-59.4	46.2	53.5	1.4	41.7
534	78	7.4	21.2	1.7	46.0	0.2	69.1	583	186	68.7	-30.9	15.5	52.3	0.4	37.3
535	24	4.6	17.8	1.0	47.2	0.2	66.2	584	72	98.3	-34.6	22.1	50.8	0.3	38.6
536	25	9.1	15.6	2.1	48.2	1.3	67.2	585	126	84.3	-34.6	19.0	52.0	0.3	36.7
537	26	4.7	13.3	1.1	48.5	0.2	63.1	586	127	78.0	-35.3	17.5	53.2	0.3	35.6
538	28	5.2	13.0	1.2	48.1	0.1	62.4	587	128	69.6	-31.8	15.7	54.7	0.3	38.9
539	29	13.8	8.7	3.1	48.5	0.1	60.4	588	329	84.9	-27.3	19.1	51.7	0.3	43.2
540	23	9.-	12.8	2.0	47.3	0.2	62.2	589	33	60.0	-28.0	13.5	52.9	0.1	38.5
541	82	9.-	7.0	2.0	46.7	0.2	55.9	590	32	36.0	-21.7	8.1	53.9	0.3	40.6
542	89	55.2	-16.7	12.4	46.6	0.2	42.5	591	31	14.5	-17.7	3.3	54.8	0.3	40.7
543	88	100.5	-21.0	22.6	47.9	0.2	49.7	592	35	85.6	-27.2	19.3	51.2	0.3	45.3
544	38	51.4	-20.0	11.6	47.5	0.5	39.6	593	34	63.6	-24.9	14.3	52.2	0.2	41.7
545	27	5.2	10.6	1.1	49.9	0.2	61.8	594	56	61.-	-21.8	13.7	53.1	0.3	45.3
546	30	6.1	7.2	1.4	49.4	0.1	58.1	595	57	79.-	-27.3	17.8	52.6	0.3	43.4
547	79	4.3	6.7	1.0	50.7	0.2	58.6	596	13	95.3	-34.3	21.4	52.2	0.5	37.8
548	80	4.7	4.3	1.1	50.7	0.3	56.3	597	12	108.9	-38.8	24.5	51.7	0.5	37.9
549	81	7.3	6.1	1.6	49.0	0.4	57.1	598	11	120.9	-42.7	27.3	51.4	0.6	36.7
550	192	4.2	2.0	0.9	50.5	0.2	53.6	599	117	63.4	-20.3	14.3	54.6	0.3	48.9
551	191	2.4	0.6	0.5	49.6	0.2	50.9	600	116	57.2	-19.6	12.9	54.2	0.3	47.9
552	370	4.-	-1.0	0.9	49.9	0.2	50.0	601	115	52.7	-21.4	11.9	53.7	0.6	44.8
553	74	35.1	-6.4	7.9	48.8	0.3	50.5	602	114	60.8	-24.3	13.7	53.3	0.5	43.1
554	73	18.6	-5.3	4.2	48.5	0.6	47.9	603	113	70.6	-29.2	15.9	53.2	0.5	40.5
555	190	27.0	-7.0	6.1	48.3	0.6	48.0	604	8	108.8	-38.0	24.5	54.5	0.5	41.5
556	189	106.0	-26.6	23.8	48.7	0.8	46.7	605	9	79.1	-34.1	17.8	53.3	0.7	35.6
557	188	90.2	-28.1	20.3	49.8	0.3	42.3	606	10	95.2	-40.4	21.4	53.1	0.7	34.8
558	187	95.1	-31.7	21.4	50.0	0.3	40.0	607	112	108.8	-46.0	24.5	52.7	1.1	32.3
559	330	97.0	-25.4	21.8	48.5	0.2	45.2	608	111	127.0	-50.7	28.6	52.4	1.5	31.7
560	87	106.9	-29.9	24.1	49.3	0.2	43.7	609	110	141.0	-54.6	31.6	52.2	2.6	31.8
561	328	46.7	-16.9	10.5	48.5	0.5	42.6	610	223	219.1	-74.5	49.3	51.7	4.1	30.7
562	36	70.1	-25.7	15.8	50.2	0.3	40.5	611	224	294.4	-89.2	66.2	51.4	3.5	32.0
563	37	63.6	-25.4	14.3	49.3	0.3	38.5	612	225	379.3	-106.0	85.3	51.4	3.3	34.0
564	325	89.-	-29.0	20.0	48.0	0.4	39.4	613	226	458.6	-121.9	103.1	50.2	2.0	33.4
565	324	105.0	-33.1	23.6	49.0	0.4	39.9	614							
566	58	79.3	-28.2	17.8	50.6	0.4	40.6	615	227	476.9	-124.0	107.3	48.0	1.1	32.4

熊本地区における重力分布とその考察 (中条純輔)

616	228	488.2	-128.0	110.8	47.4	1.2	31.3	665	252	10.7	-23.0	2.4	59.1	0.3	38.8
617	229	519.3	-138.3	116.8	47.0	1.0	26.5	666	251	7.3	-22.7	1.6	59.1	0.3	39.4
618	230	496.2	-129.1	111.6	46.3	0.8	29.6	667	250	8.0	-24.1	1.8	59.9	0.4	38.0
619	365	6.9	-14.0	1.6	55.8	1.7	45.1	668	14	8.3	-22.3	1.9	59.7	0.3	39.5
620	366	85.0	-31.8	19.1	56.4	2.7	46.4	669	16	14.3	-23.5	3.2	59.9	0.5	40.1
621	183	189.0	-52.7	42.5	55.4	1.6	46.8	670	17	16.3	-23.9	3.7	59.4	0.5	39.7
622	182	271.3	-73.2	61.0	56.5	1.8	46.1	671	18	8.8	-23.0	2	59.6	0.6	39.2
623	181	76.3	-34.3	17.2	56.4	2.9	42.2	672	2	14.9	-24.1	3.5	59.2	0.7	39.4
624	364	3.8	-15.1	0.9	58.0	0.7	44.5	673	4	34.4	-28.3	7.7	58.7	0.8	38.9
								674	3	26.2	-25.1	5.9	58.2	1.2	40.7
625	363	3.8	-18.3	0.9	58.1	0.7	41.4	675	64	2.4	-23.6	0.5	62.5	0.3	39.6
626	213	59.7	-24.2	13.4	58.3	1.7	49.3	676	63	2.6	-22.9	0.6	62.3	0.2	40.2
627	212	4.3	-17.8	1.0	59.2	0.5	42.9	677	202	3.0	-22.9	0.7	61.8	0.3	39.9
628	214	5.5	-19.2	1.2	59.3	0.6	42.0	678	201	4.1	-23.6	0.9	61.0	0.3	38.5
629	219	3.3	-19.4	0.7	58.7	0.8	40.8	679							
630	220	5.9	-19.8	1.3	58.2	0.6	40.3	680	147	7.9	-22.9	1.8	60.6	0.3	39.8
631	130	11.9	-23.3	2.7	56.6	0.4	36.4	681	247	5.6	-23.2	1.3	60.9	0.4	39.4
632	129	40.6	-28.7	9.1	56.2	0.3	36.9	682	249	4.0	-23.6	0.9	60.8	0.4	38.5
633	1	25.1	-26.3	5.7	57.3	0.4	37.1	683	15	10.3	-24.9	2.3	60.6	0.5	38.4
634	131	14.1	-21.5	3.2	57.5	0.4	39.6	684	248	7.8	-25.5	1.8	61.4	0.5	38.2
635	120	18.7	-20.6	4.2	56.9	0.3	40.9	685	318	8.0	-25.4	1.8	61.1	0.5	37.9
636	119	23.5	-19.8	5.3	56.4	0.4	42.2	686	319	8.9	-25.1	2.0	61.1	0.8	38.8
637	118	50.1	-20.8	11.3	55.3	0.4	46.2	687	320	7.3	-23.7	1.6	60.1	0.8	39.7
638	321	45.5	-24.9	10.0	56.6	0.5	42.3	688	19	7.0	-25.2	1.6	59.4	1.0	36.9
639	322	47.9	-23.6	10.8	56.8	0.4	44.4	689	20	8.3	-21.3	1.9	60.4	1.9	42.8
640	7	86.7	-30.5	19.5	55.7	0.5	45.3	690	205	1.0	-23.6	0.2	63.0	0.2	39.9
641	6	89.4	-36.3	20.1	56.3	0.7	40.8	691	65	2.2	-22.1	0.5	63.5	0.3	42.1
642	209	3.5	-21.1	0.8	60.1	0.4	40.1	692	62	2.7	-21.1	0.6	62.5	0.2	42.3
643	210	4.9	-19.9	1.1	60.1	0.9	42.3	693	61	3.9	-23.2	0.9	61.9	0.5	40.0
644	211	5.9	-19.6	1.3	60.1	0.5	42.3	694	135	4.6	-22.8	1.0	61.9	0.3	40.5
645	217	4.2	-20.3	0.9	59.9	0.4	40.9	695	245	3.5	-21.9	0.8	61.8	0.4	41.0
646	221	6.5	-21.3	1.5	59.3	0.4	39.9	696	246	4.0	-21.7	0.9	61.3	0.3	40.8
647	133	9.6	-21.7	2.2	58.9	0.4	39.7	697	148	5.1	-23.3	1.2	62.2	0.3	40.5
648	132	14.0	-22.9	3.2	58.5	0.5	39.3	698	317	5.8	-22.9	1.3	62.3	0.4	41.1
649	402	12.0	-22.0	2.7	58.3	0.3	39.4	699	297	15.0	-22.5	3.4	62.1	0.5	43.5
650	323	71.9	-31.6	16.2	57.3	0.5	42.4	700	22	11.0	-22.5	2.5	61.5	0.7	42.2
651	5	84.8	-36.6	19.1	57.6	0.6	40.7	701	21	14.6	-19.8	3.3	61.7	1.0	46.1
652	208	2.6	-22.8	0.6	60.1	0.3	38.2	702	66	0.9	-17.8	0.2	64.5	0.3	47.2
653	207	3.0	-25.2	0.7	62.0	0.4	37.8	703	242	2.8	-20.0	0.6	64.3	0.3	45.3
654	206	3.3	-24.7	0.7	61.7	0.3	38.1	704	243	2.0	-20.9	0.5	63.7	0.2	43.5
655	204	2.4	-23.7	0.5	61.5	0.3	38.6	705	67	2.9	-18.4	0.7	64.7	0.2	47.2
656	203	4.0	-23.0	0.9	61.2	0.3	39.5	706	244	2.9	-20.3	0.7	63.6	0.2	44.2
657	216	3.8	-21.8	0.9	60.7	0.4	40.1	707	71	3.5	-18.4	0.8	63.4	0.3	46.1
658	215	8.2	-22.9	1.8	60.5	0.4	39.8	708	46	5.2	-18.6	1.2	63.5	0.3	46.4
659	218	8.4	-22.9	1.9	60.2	0.4	39.6	709	286	8.3	-21.1	1.9	62.6	0.5	43.9
660	200	6.2	-23.8	1.4	60.7	0.3	38.6	710	288	10.3	-23.0	2.3	63.2	0.3	42.8
661	199	6.8	-22.8	1.5	59.6	0.3	38.7	711	287	7.7	-23.0	1.7	62.5	0.4	41.7
662	134	8.1	-23.5	1.8	60.5	0.4	39.1	712	377	12.6	-23.0	2.8	63.1	0.5	43.4
663	222	9.7	-23.2	2.2	59.4	0.4	38.8	713	149	5.5	-24.5	1.2	62.2	0.4	39.3
664	146	10.3	-23.1	2.3	59.5	0.4	39.0								

地質調查所月報(第12卷 第5号)

714	150	8.5	-17.6	1.9	63.4	0.4	48.2	762	121	227.5	-61.5	46.7	64.2	1.2	50.6
715	55	15.0	-17.7	3.4	63.6	0.9	50.2	763	294	204.0	-55.5	45.9	67.9	3.3	61.5
716	296	10.6	-18.7	2.4	62.7	0.6	47.0	764	169	5.5	-9.7	1.3	67.0	0.6	59.2
717	238	5.2	-15.5	1.2	65.2	0.5	51.4	765	236	39.8	-14.3	9.0	68.4	1.5	64.6
718	239	0.8	-12.9	0.2	65.4	0.3	53.0	766	172	3.9	-7.4	1.0	71.4	1.1	66.1
719	240	3.5	-14.0	0.8	65.5	0.4	52.7	767	171	45.6	-13.9	10.3	70.1	0.7	67.2
720	68	1.9	-14.5	0.4	65.7	0.3	51.8	768	170	6.1	-5.1	1.4	68.9	1.1	66.3
721	70	3.3	-17.5	0.7	64.7	0.4	48.3	769	138	5.8	-6.6	1.3	68.8	0.4	63.9
722	136	2.6	-15.6	0.6	64.7	0.3	50.0	770	173	3.8	-4.1	0.9	72.5	0.6	67.8
723	304	9.1	-17.6	2.1	64.2	0.5	49.1	771	269	2.0	-3.3	0.5	74.1	0.3	71.6
724	305	5.2	-17.0	1.5	64.9	0.4	49.8	772	263	3.1	-1.5	0.7	74.5	0.2	73.8
725	379	2.9	-17.6	0.7	64.2	0.3	47.5	773	174	4.9	-1.4	1.1	73.8	0.3	73.8
726	306	6.5	-16.5	1.5	64.9	0.4	50.3	774	175	4.0	-2.2	0.9	73.1	0.2	72.0
727	378	3.8	-19.9	0.8	64.0	0.5	45.3	775	257	0.2	-1.5	0.1	73.4	0.2	72.1
728	316	4.7	-19.7	1.1	64.0	0.4	45.7	776	256	0.1	-2.6	0	72.6	0.4	70.5
729	289	12.5	-20.9	2.8	63.5	0.5	45.9	777	255	0.3	1.9	0.1	72.4	0.5	74.9
730	295	14.5	-18.7	3.3	65.3	0.6	50.5	778	254	0.4	0.7	0.1	71.7	0.8	73.3
731	151	15.8	-18.7	3.6	64.5	0.8	50.2	779	264	6.0	-1.0	1.4	75.1	0.3	75.7
732	152	17.2	-17.7	3.9	65.3	0.7	52.2	780	265	3.2	2.1	0.7	76.0	0.1	78.9
733	153	71.3	-30.3	16.0	64.3	0.7	50.7	781	266	4.0	2.1	0.9	77.2	0.2	80.4
734	237	3.5	-10.6	0.8	65.8	0.8	56.8	782	268	2.8	5.0	0.6	76.9	0.2	82.7
735	234	2.6	-10.8	0.6	66.1	0.5	56.3	783	267	23.9	-1.0	5.4	78.7	1.2	84.3
736	233	2.0	-9.3	0.5	66.5	0.5	58.1	784	283	2.8	-3.0	0.6	81.1	0.3	79.0
737	232	2.6	-9.9	0.6	66.8	0.5	57.9	785	284	2.9	2.1	0.7	80.0	0.2	82.9
738	241	3.5	-12.0	0.8	66.3	0.4	55.5	786	285	2.0	4.5	0.5	81.4	0.2	86.6
739	69	2.5	-12.9	0.6	66.1	0.4	54.1	787	270	3.4	-1.1	0.8	81.1	0.2	81.0
740	309	2.1	-12.4	0.5	65.6	0.4	54.0	788	280	15.8	-12.9	3.6	84.7	0.2	86.9
741	307	3.0	-14.5	0.7	65.1	0.4	51.6	789	279	4.9	-7.8	1.1	85.7	0.4	79.4
742	308	6.1	-8.6	1.4	66.0	0.6	59.3	790	281	1.9	-2.2	0.4	85.6	0.6	84.4
743	401	9.2	-11.2	2.1	65.8	0.6	57.3	791	282	1.7	-2.1	0.4	84.0	0.6	82.9
744	315	4.2	-16.7	0.9	64.7	0.4	49.3	792	271	36.-	-7.9	8.1	82.9	0.5	83.6
745	290	10.5	-13.9	2.4	65.5	0.4	54.3	793	278	4.0	1.0	0.9	88.4	0.2	90.5
746	235	6.6	-9.4	1.5	67.1	1.2	60.4	794	277	99.-	-14.2	23.3	89.3	0.5	98.9
747	231	4.5	-8.4	1.0	67.8	0.8	61.2	795	276	3.0	4.2	0.7	89.7	0.5	95.1
748	137	4.5	-7.1	1.0	67.5	0.4	61.8	796	275	189.-	-32.2	42.5	86.3	1.2	97.8
749	47	4.1	-7.2	0.9	67.0	0.4	61.0	797	274	207.-	-37.3	46.6	86.2	0.9	96.4
750	310	3.0	-6.3	0.7	67.3	0.4	62.1	798	273	132.-	-27.9	29.7	86.8	1.0	89.6
								799	272	134.-	-29.2	30.1	84.7	1.5	87.1
751	311	9.4	-7.3	2.1	68.1	0.4	63.3								
752	312	24.9	-12.0	5.6	68.4	0.6	62.5	800	253	2.0	0	0.5	70.9	0.5	71.8
753	313	44.0	-18.3	9.9	68.1	0.6	60.4	801	346	3.4	-4.2	0.8	70.7	0.4	67.6
754	314	30.5	-17.4	6.9	67.1	0.5	57.1	802	48	3.8	-4.7	0.9	70.2	0.4	66.9
755	291	13.0	-15.3	2.9	66.7	0.5	54.7	803	139	4.6	-6.2	1.0	70.6	0.5	65.8
756	292	37.0	-23.4	8.3	67.3	0.7	52.9	804	347	13.4	-8.4	3.0	70.2	0.5	65.3
757	293	29.3	-20.5	6.6	67.9	1.1	55.1	805	348	19.5	-10.9	4.4	70.4	0.5	64.4
758	125	26.9	-20.4	6.1	66.2	1.3	53.3	806	376	0.7	-5.4	0.2	71.9	0.5	67.2
759	124	41.8	-24.1	9.4	66.1	1.6	52.9	807	140	15.5	-9.5	3.5	71.8	0.5	66.3
760	123	67.3	-30.1	15.1	65.5	2.7	53.2	808	260	4.7	-8.2	1.1	73.1	0.6	65.6
								809	259	2.0	-7.6	0.5	72.3	0.5	65.6
761	122	167.5	-50.0	37.7	65.1	1.1	53.9	810	258	1.7	-9.7	0.4	72.4	0.5	63.6

熊本地区における重力分布とその考察 (中条純輔)

811	141	3.7	-11.4	0.8	72.9	0.6	63.0	859	180	0.3	-13.7	0.1	78.5	0.4	65.3
812	380	25.-	-15.5	5.6	73.2	1.0	64.3	860	373	0.7	-15.7	0.2	78.7	0.5	63.7
813	386	-0.6	-9.6	-0.1	74.5	0.4	65.1	861	391	1.6	-18.1	0.4	79.1	0.6	62.0
814	387	0	-10.3	0	74.0	0.5	64.2	862	299	1.5	-20.2	0.3	79.6	0.9	60.6
815	375	2.3	-12.1	0.5	73.9	0.5	62.8	863	361	-0.3	-9.5	-0.1	79.4	0.3	70.2
816	261	6.7	-16.0	1.5	74.4	0.7	60.7	864	179	0.9	-12.8	0.2	79.5	0.4	67.2
816'	350	2.6	-16.2	0.6	74.1	0.5	59.0	865	388	3.6	-17.5	0.8	80.0	0.5	63.8
817	142	3.5	-16.8	0.8	74.2	0.7	58.9	866	390	1.0	-18.6	0.2	79.6	0.6	61.9
818	381	10.-	-18.1	2.3	74.7	1.0	59.8	867	298	3.6	-22.1	0.8	79.9	0.8	59.4
819	385	0.3	-13.2	0.1	75.1	0.5	62.5	868	392	1.8	-23.0	0.4	80.0	1.0	58.4
820	353	0.8	-13.1	0.2	74.7	0.5	62.3	869	155	8.2	-23.8	1.8	79.9	2.0	59.9
821	352	1.5	-15.1	0.3	75.2	0.5	60.9	870	393	4.2	-24.6	0.9	80.4	1.7	58.4
822	351	1.9	-16.3	0.4	75.6	0.6	60.3	871	301	-0.3	-10.5	-0.1	80.0	0.3	69.7
823	143	6.1	-18.8	1.4	75.3	0.8	58.7	872	178	0.9	-13.1	0.2	80.1	0.4	67.6
824	337	11.8	-15.7	2.7	75.2	0.9	63.1	873	303	1.8	-17.1	0.40	80.4	0.4	64.1
825	336	14.5	-17.1	3.3	76.1	1.2	63.4	874	389	2.1	-21.3	0.5	80.8	0.7	60.6
826	335	19.7	-18.9	4.4	76.5	1.3	63.3	875	156	4.5	-25.9	1.0	81.1	2.2	58.4
827	334	24.1	-20.5	5.4	76.3	1.2	62.5	876	360	-0.3	-12.0	-0.1	80.7	0.3	69.0
828	333	29.6	-22.2	6.7	76.0	1.3	61.7	877	177	0.9	-17.2	0.2	81.9	0.4	65.3
629	332	30.5	-23.9	6.9	75.5	1.3	59.8	878	176	1.8	-19.0	0.4	81.8	0.4	63.7
830	400	0.9	-10.5	0.2	75.3	0.3	65.4	879	163	4.2	-21.8	0.9	81.9	0.5	61.6
831	399	1.0	-11.8	0.2	75.6	0.3	64.4	880	158	5.3	-24.8	1.2	81.4	0.7	58.5
832	398	1.1	-13.3	0.3	76.1	0.5	63.5	881	157	5.1	-28.8	1.2	82.1	1.5	56.0
833	354	1.5	-15.5	0.3	75.8	0.5	61.1	882	339	100.3	-45.8	22.6	82.1	2.8	61.7
834	144	11.4	-17.8	2.6	76.3	0.9	62.0	883	338	132.9	-52.8	30.0	82.1	3.3	62.6
835	359	-0.4	-8.0	-0.1	76.6	0.3	68.8	884	162	2.8	-22.5	0.6	82.9	0.6	61.6
836	396	0.2	-9.8	0.1	76.4	0.3	67.1	885	341	13.4	-29.9	3.0	83.1	2.3	58.5
837	358	-0.5	-10.4	-0.1	76.2	0.3	66.0	886	340	81.7	-42.4	18.4	82.6	2.3	60.9
838	355	0.9	-14.1	0.2	76.8	0.4	63.3	887	302	1.3	-26.6	0.3	84.6	0.6	58.8
839	384	3.3	-15.5	0.8	77.0	0.4	62.7	888	161	2.7	-30.6	0.6	84.1	1.0	55.1
840	262	6.4	-16.5	1.4	76.5	0.7	62.1	889	160	19.7	-34.5	4.4	84.4	3.0	57.4
841	395	0.3	-7.7	0.1	77.2	0.3	69.9	890	164	2.3	-31.3	0.5	85.3	1.4	55.9
842	372	0.5	-9.9	0.1	77.8	0.3	68.3	891	159	15.8	-36.6	3.6	85.2	2.9	55.1
843	394	1.3	-13.1	0.3	77.8	0.4	65.4	892	168	3.7	-35.0	0.8	86.4	0.8	53.0
844	357	0.1	-9.8	0	76.8	0.3	67.5	893	165	3.2	-33.5	0.7	86.4	1.2	54.8
845	397	0.7	-13.3	0.2	77.4	0.3	64.6	894	166	3.2	-33.9	0.7	87.6	1.6	56.0
846	356	1.1	-14.9	0.2	77.8	0.5	63.5	895	167	3.7	-34.7	0.8	88.3	1.5	55.9
847	374	2.1	-16.4	0.5	77.9	0.6	62.5								
848	383	4.9	-16.3	1.1	77.2	0.6	62.6	896	49	60.0	-22.5	13.5	70.8	1.1	62.8
849	345	9.0	-17.7	2.0	77.5	0.7	62.5	897	54	29.-	-19.6	6.5	68.8	1.1	56.8
850	154	21.9	-19.0	4.9	77.7	1.1	64.7	898	50	62.0	-27.3	13.9	70.8	1.0	58.4
851	382	12.6	-18.7	2.8	77.9	1.0	63.1	899	331	60.4	-27.6	13.6	72.2	0.9	59.1
852	344	17.0	-18.2	3.8	78.2	1.5	65.3	900	349	77.8	-31.3	17.5	73.4	1.1	60.8
853	145	12.2	-20.1	2.7	78.9	1.5	63.0	901	51	94.3	-42.7	21.0	72.6	1.7	52.7
854	343	18.9	-19.6	4.3	78.5	1.4	64.6	902	52	140.2	-55.5	31.5	73.0	3.2	52.2
855	342	30.0	-22.0	6.8	78.6	1.5	64.9	903	53	103.-	-54.1	23.2	72.1	4.2	45.4
856	300	-0.6	-7.0	-0.1	78.2	0.3	71.4								
857	362	-0.3	-6.2	-0.1	78.1	0.3	72.2								
858	371	0	-10.3	0	78.8	0.3	68.8								

註) 測点 625~750 は熊本平野地区を示し、測点 800~895 は八代平野地区を示す。他は全域を表わす。



第1図 熊本地区等重力線図



(全補正済)

と表わした。

熊本平野地区の等重力線図では 1958 年の有明海における調査の測点をコンターを作るために補助的に書き入れてある。

3. 調査結果の考察

1) 熊本地区全域についてみると、北西部は高重力異常地域から南東に向かって重力値が下がっている。これは本調査地域外であるが、福岡県の黒崎を中心とする 80 mgal の高重力異常の影響を受けるもので、一般的傾向は NE-SW の等重力線で示される (この調査程度では重力値の意義は相対的なものであるから 80 mgal という数値には大して意義はなく、周辺の値との差に意義がある)。黒崎には結晶片岩の露出をみて、その上に古第三紀・新第三紀の岩類が堆積している。本地域の北部のように重力値がおおむね一様に (コンターがおおむね等間隔) 下り、平均して 1.8 mgal/km であって、大体二次元のモデルが適用できる範囲では、八代平野地区で後述するように、上部層と下部層の密度差 $\Delta\rho$ と傾斜角 δ の関係を定めることができる。それによれば数値計算の結果は第 3 表のようになる。すなわち $\Delta\rho$ を 0.1 g/cm^3 と仮定すれば δ は 30° となり、 0.2 g/cm^3 とすれば 13° である。

第 3 表 調査地北西部 (大牟田市一山鹿市付近) における密度差と傾斜角との関係の表

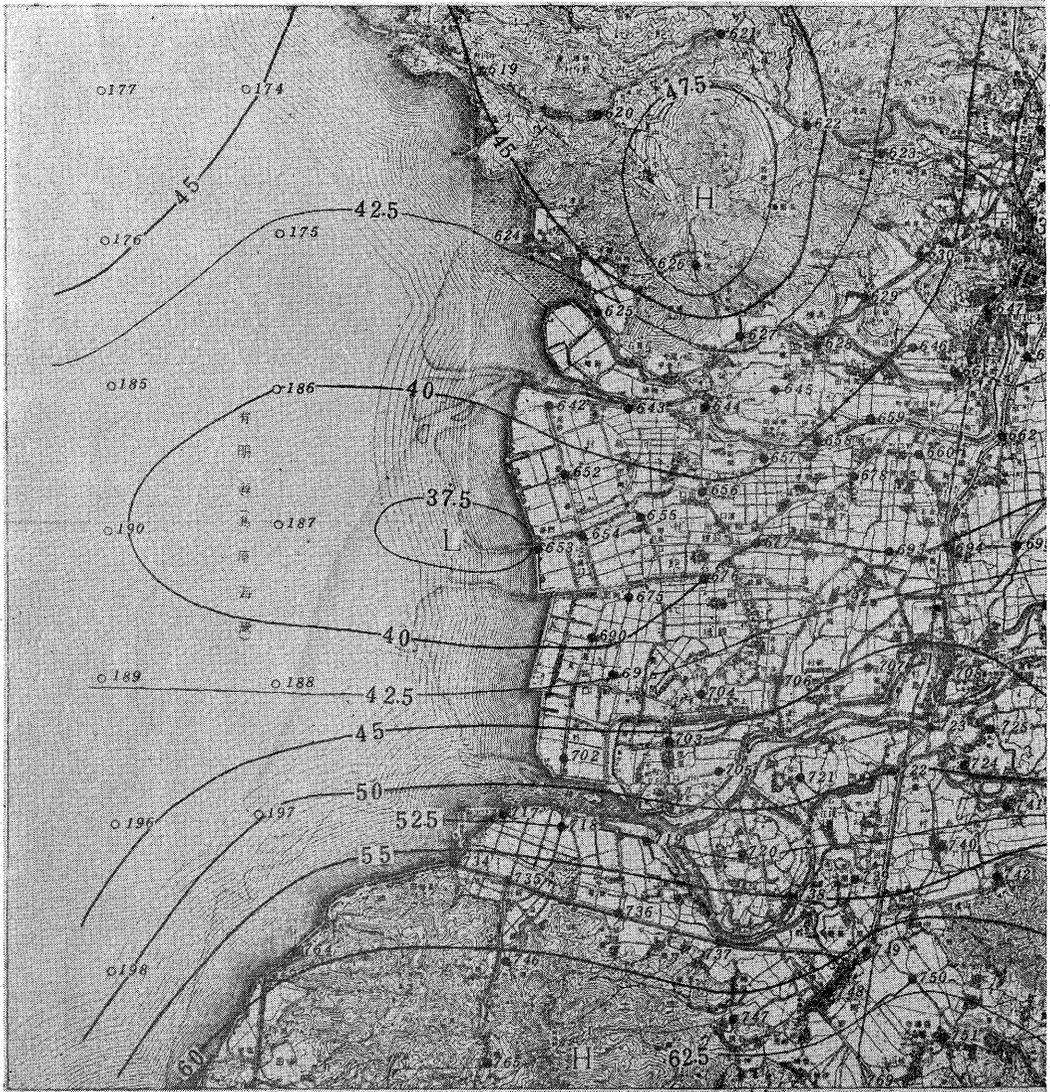
$\Delta\rho(\text{g/cm}^3)$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
$\delta(\text{degree})$	30°	13°	8.5°	6°	5°

(重力傾度: 1.8 mgal/km)

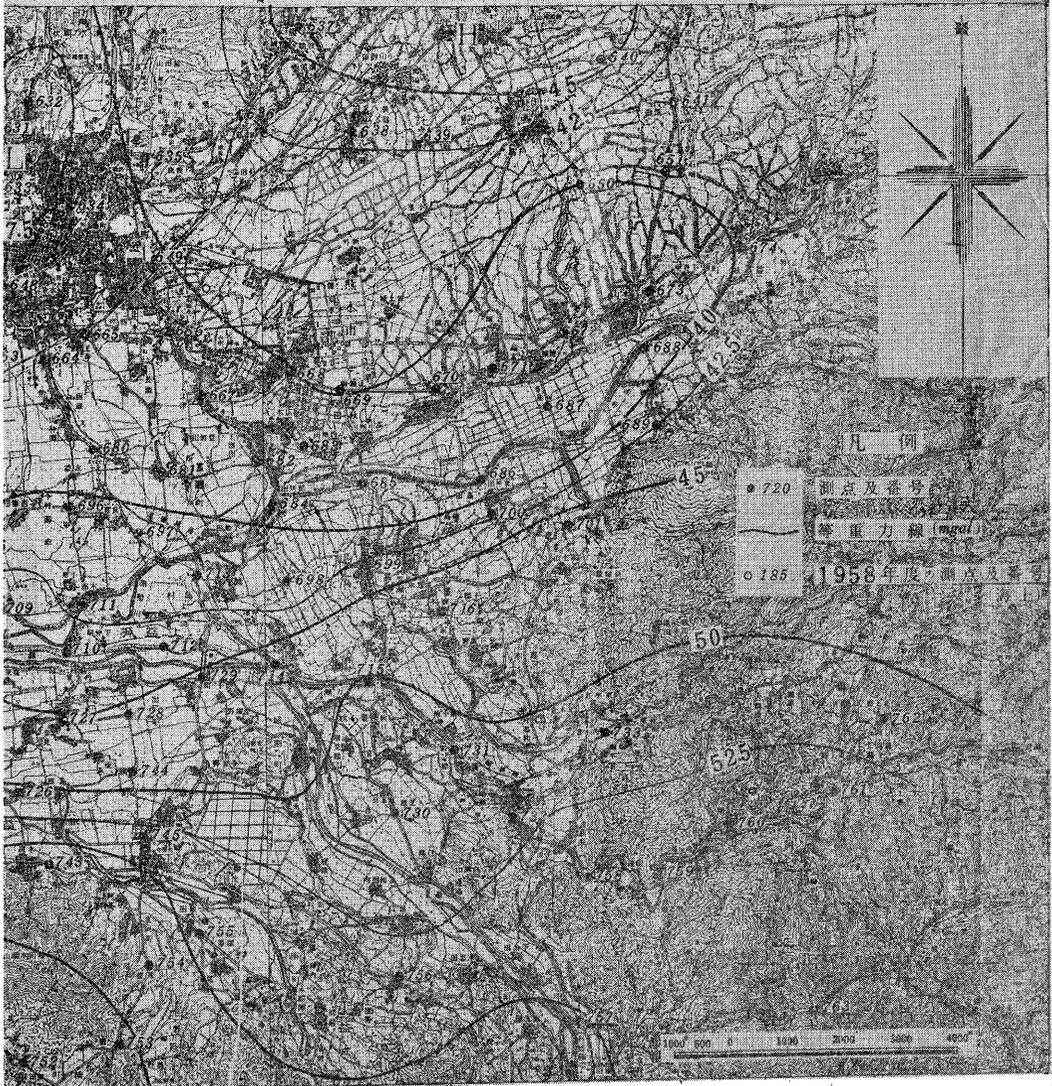
黒崎における露頭のサンプルを用いた結晶片岩の密度は 2.6 g/cm^3 、その上部の堆積物は、 $2.4\sim 2.5\text{ g/cm}^3$ 位である⁵⁾から $\Delta\rho=0.1\sim 0.2\text{ g/cm}^3$ であるが、巨視的にみてどの値が適当かはわからない。

菊池市 (旧隈府—地形図には隈府と書かれている) は菊池川の流域に盆地状に発達した所に位する。こゝにおいて重力値は低重力異常になっていて、西から続く重力値の傾向がこゝから植木を結ぶ線で終わる。こゝから阿蘇山にかけては厚い阿蘇塔岩の地帯になる。

熊本市西方には金峰山を中心とする高重力異常が見られる。周辺に較べて 5 mgal 程度で規模の大きいものではないが特徴的である。金峰山の南と東にはこの高重力異常を取り囲むように低重力異常が発達している。金峰山の北東の植木町付近には高重力異常と低重力異常の入り込んだ所があって南から北に延びる低重力異常の溝が中断されている。この低重力異常の溝の東側にふたたび

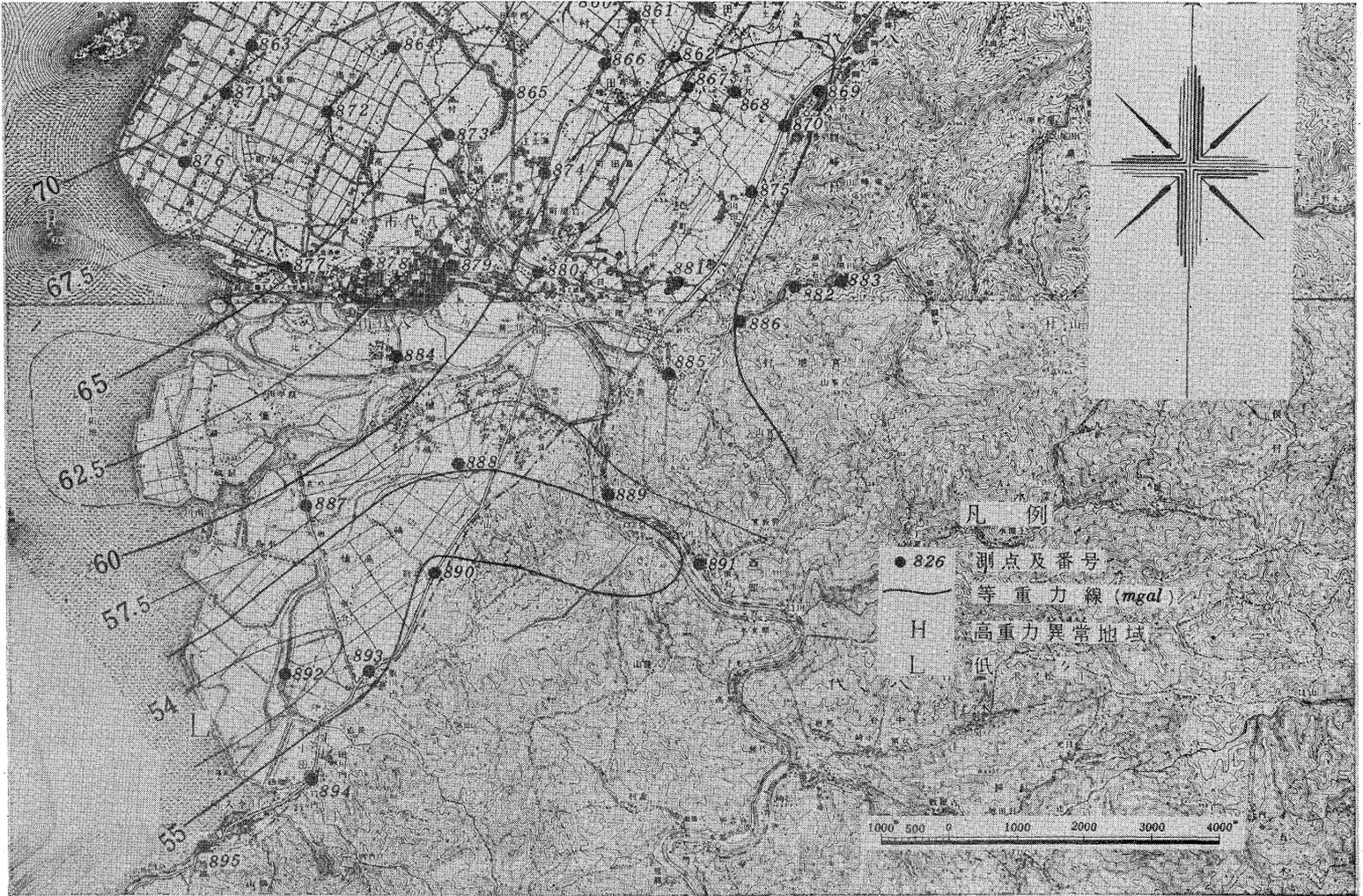


第2図 熊本平野等重力



線図 (全補正済)





第3図 八代平野等重力線図 (全補正済)

高重力異常が認められる。この辺りは阿蘇熔岩に覆われた台地であるが、小山・戸倉山等の白堊系の露出がある。

熊本から植木を通り菊池に至る低重力異常の溝は熊本平野の中央を東西に走る低重力異常の溝と全く異なる傾向のものである。

熊本平野・八代平野については別に述べる。

三角半島の北側においては、海岸線に垂直方向に重力値の変化が非常に激しく、コンターの間隔は詰り、10 mgal/km 程度にも達する。

天草島から北東に張出す高重力異常(中央構造線に沿うものと思われる。)と島原市南方海上の低重力異常および熊本平野西方海上の低重力異常の間に挟まれる部分であるが、このように大きな重力値の変化には断層等を仮想することも不可能ではない。またスパーカーによる観測¹⁾はごく浅部しかわからないが、これを裏付ける結果は認められていない。天草下島から天草上島の南には大きな高重力異常があり 95 mgal にも達する。この高重力異常は鋭く三角半島に突出し三角から松橋に達している。この高重力異常は熊本平野から島原市南方に続く低重力異常と対照的であり、また阿蘇山の低重力異常の東側でも同じように現われる。高重力異常と低重力異常の関係とも相対比させて考えるべきであろう。

紀伊半島から四国を横断して別府湾の佐賀の関に続く中央構造線に沿って重力値のコンターが平行になる(ただし中央構造線と重力値の高重力異常は九州では一致しているが、他では必ずしも一致していない)。それが阿蘇山の低重力異常によりいったんさえ切られるが、ふたたび熊本地区に至って松橋から天草に続く線で現われると思われるのである。

しかしこれを確かめるには天草下島や、島原海湾の早崎海峡地区や千々石湾の重力調査が望まれる。

本地区を移動平均法²⁾により解析した。東西方向も南北方向もともに 2 km の mesh に切ったがこれは 4 km²/点の平均測点面積で、実際の観測における 5 km²/点の平均測点面積に較べ妥当であろう。解析は Δ 37 すなわち平均個数としては 3 コと 7 コを用いた^{註 1)}。

この解析法は構造の波長に対するフィルター特性を有

註 1) x 方向にある点と、それを中央とする前後 3 コの mesh 点の平均値 $\bar{g}_3 = \frac{1}{3} \sum_{i=-1}^1 g_{n+i}$ とし、同様に前後 7 コの mesh 点の平均値 $\bar{g}_7 = \frac{1}{7} \sum_{i=-3}^3 g_{n+i}$ を作りその差を Δ 37 とする。

$$\therefore \Delta 37 = \bar{g}_3 - \bar{g}_7$$

これを x 方向と y 方向について行ない加え合せたものをもってその点の値とする。Δ 37 は瀬谷により正規検出と名づけられている。瀬谷の記号では Δ₁₃ と書かれる。

するものであって、瀬谷の計算によりこの場合は mesh 間隔の約 5.7 倍である 11 km あたりにフィルター特性のピークをもっている。この方法では lowcut—長い波長の構造を除く—の性質があるので、大きい構造や一次関数で表わされる構造(後述する八代平野における一次的傾向のような)は反映しないが、ピークの 11 km 程度の構造は強く反映している。

移動平均によっては一次関数的傾向が表われない^{註 2)}。

第 4 図は東西方向に移動平均を行なったもの、第 5 図は南北方向に行なったものである(方向別に構造を扱えることはこの方法の一つの特徴である)。第 6 図はこの 2 つを重ね合せた全方向移動平均値である。

東西方向の移動平均では、金峰山を中心とする南北方向の +2 mgal の正異常と、これに平行な植木・上熊本の負の -2 mgal の異常が特徴的である。金峰山と戸倉山の高異常の距離はおおむね東西方向で 14 km 位であるから、この検出のピーク 11 km に近いこともこれを明瞭にする原因である。南北方向の移動平均では緩く南北方向に高異常と低異常が繰り返えされている。この波長は大ざっぱにいて 16 km 位の波長といえる。

特に明瞭なのは熊本平野を東西に通る異常であり、海岸あたりで -4 mgal を示す。この低異常に平行に南側に三角半島から松橋にかけて正の異常が並んでいる。

全方向の移動平均(第 6 図)は中央に金峰山の +4 mgal の高異常があり、それを取り囲むように低異常があって熊本平野海岸と上熊本北方では -4 mgal である。さらにこれを取り囲んで環状に高異常がある。海上はわからないが玉名から戸倉山を経て御船町松橋と続く 30 km 以上の直径の区域が大きく取り囲んでいる。このような移動平均における環状の構造が何を意味するかは他の例(例えば長崎西方海域における環状の異常)とも較べ合

註 2) $g(x, y)$ を重力値、 g_1 を一次関数的傾向、 g_r を残留重力とすると、

$$g(x, y) = g_1 + g_r(x, y)$$

$$g_1 = ax + by + g_0$$

ここで g の連続する 7 コの平均値を作ると、 $g_7 =$

$$\frac{1}{7} \sum_{i=-3}^3 g_{n+i} = \frac{1}{7} \sum g_1 + \frac{1}{7} \sum g_r$$

$$\text{しかるに } \frac{1}{7} \sum g_1 = \frac{1}{7} \cdot \sum_{i=-3}^3 a(x+is)$$

$$+ \frac{1}{7} \cdot \sum_{i=-3}^3 b(y+ir) + \frac{1}{7} \cdot 7g_0 = ax + by + g_0$$

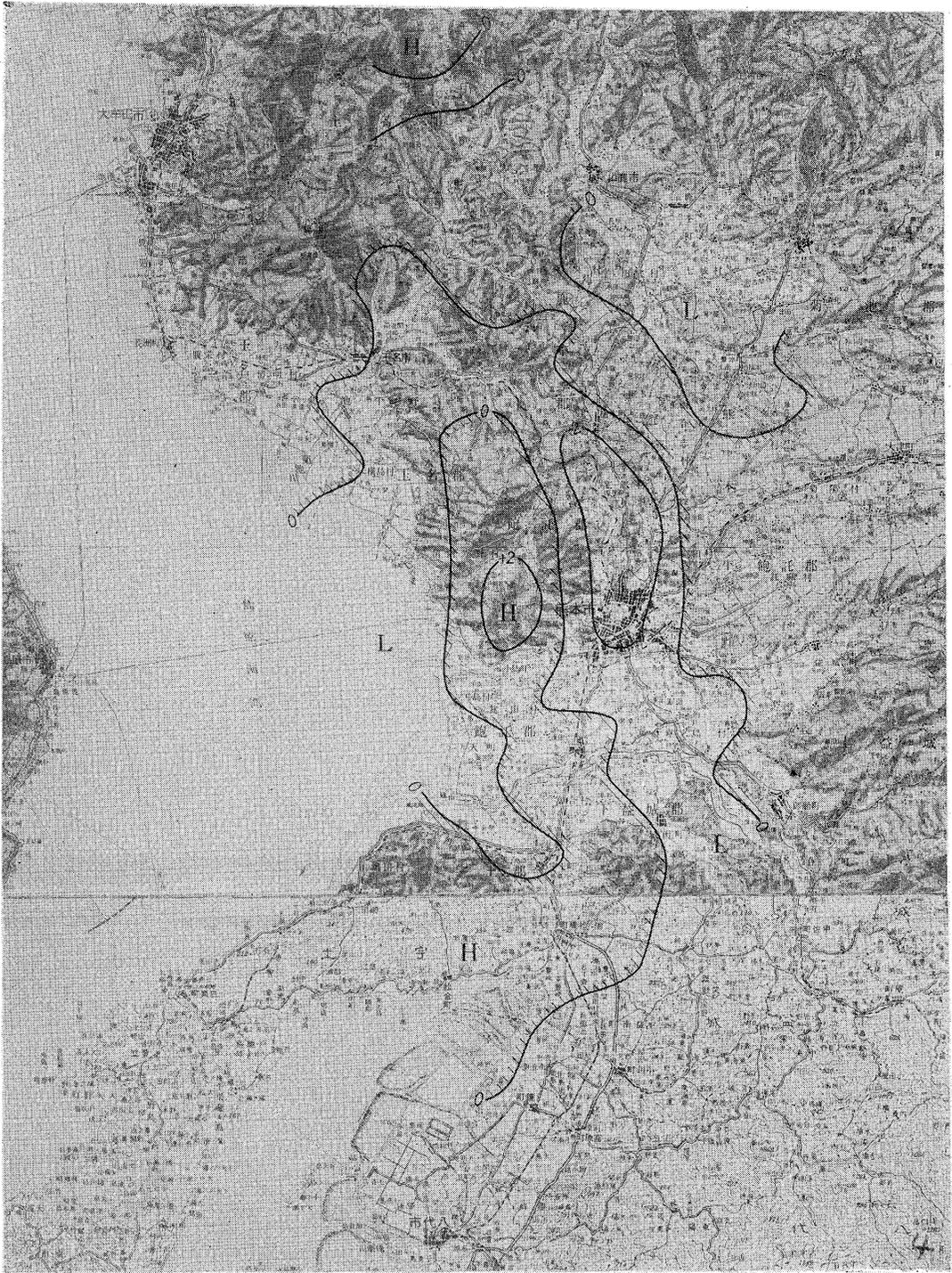
となる。 \bar{g}_3 についても同じであるから

$$\Delta_{37} = \bar{g}_7 - \bar{g}_3 = \bar{g}_{r7} - \bar{g}_{r3}$$

となる。すなわち重力値の移動平均は残留重力値の移動平均と同じであり、一次的傾向は無関係である。

なお、重力値の二次関数的傾向に対しては、移動平均は無関係ではなくなってくる。

熊本地区における重力分布とその考察 (中条純輔)



第4図 熊本地区重力移動平均図(2km 間隔) 東西方向 J37(x)



第5图 熊本地区重力移動平均图(2km 間隔) 南北方向 437 (y)



第 6 図 熊本地区重力移動平均図 (2km 間隔) 全方向 $\Delta 37'$ (σ, ν)



左上部は一次的傾向の値と座標を示す。

$$g(x, y) = g_1 + gr$$

$$g_1 = -1.127x + 0.2886y + 63.234$$



第7図 八代平野一次的傾向を除いた重力異常図

せて検討すべきである。

金峰山の高異常と熊本平野の低異常の傾向が解析前の重力異常と酷似していることは、構造の規模がフィルター特性のピークに近いことを意味していることであろう。

2) 熊本平野地区は東に阿蘇山の低重力異常を控え、西には島原市南の低重力異常があり、北西と北東にそれぞれ金峰山と戸倉山の高重力異常があり、南には雁回山の高重力異常があるので、2つの低重力異常と3つの高重力異常に挟まれた鞍部よりさらに複雑な重力値を有する区域である。

熊本平野の中央には東西に低重力異常が続き、平野の西方沖には 37 mgal の小さな低重力異常がこれに連なる。それをさらに西に延ばすと島原市南沖の 25 mgal の低重力異常に連なる。

金峰山には 48 mgal の高重力異常が現われ、これを取り囲むように低重力異常がある。この高重力異常は周辺に較べて 6~7 mgal 程度の差である。高度補正に用いた密度の仮定が $\sigma=2.00$ で、実際の山を形成している安山岩の密度はこれよりも大きいために、その差がコンターに表われるはずであるが、6~7 mgal の差はそれだけでは少し説明がむずかしく、やはり基盤が上っていると考えるべきかもしれない。金峰山は鮮新世から更新世の頃の安山岩の山であるが、噴出物のゼノリス(捕獲岩)から、基盤は花崗岩と考えられている。これは菊池平野における他の資料とも矛盾がない。

低重力異常の谷は熊本平野で逆T字状になり、小山・戸倉山の高重力異常と、金峰山の高重力異常は上熊本あたりの低重力異常を挟んで対応する。小山・戸倉山の高重力異常がその白堊系に対応することは前に述べた。この白堊系は飯田山・雁回山の白堊系と連なって熊本平野を取り囲むが、これらが白堊系であるという従来の考えには疑問の声もある。

低重力異常の枝は戸倉山と飯田山の間を赤井川に沿って東に延びている。

平野東部には金峰山から雁回山にかけて重力が幾分高まり、東と西を区切っている。

西側には小さい低重力異常が海にあるが、海中の測点の関係でさほど位置は正確ではない。

3) 八代平野地区は天草上島から張出した重力の高重力異常が北東に延びてゆく傾向があるが、その東側の斜面に位している。この沖積平野の東端は日奈久から続く日奈久断層によって境され、先新生界の地層が露出しているが、重力値としては東側の方が 10 mgal 程度低い。さらに細かく見ると西側の八代湾(不知火海)の大島は古生代の岩類の露出をみ、等重力線がこゝを中心にや

張出している。

北側は小川町の北を中心に重力値としては小さいが低重力異常が認められ、これに相対するようにその南に宮原町を中心とする高重力異常が表われる。さらに南に下ると日奈久の北方に日奈久断層に沿った方向に低重力異常がある。これらは前述のように西から東に落る一般的傾向の上に乗った局所的な構造の影響を表わすものであろう。それで一般的傾向を一次関数的にすなわち平面的に表現できるものと仮定し、これを最少自乗法で決定してそれを引き去ると残留重力が上記の局所的な構造の影響と考えられるので、最少自乗法を適用した。

調査地区の形状により y 軸を北から 34°E にとり mesh に切った。平均測点面積が 2.2 km²/点 程度なと、一般的な傾向が東落ちのことから mesh 間隔は x 軸は 1 km, y 軸は 2 km, したがって平均測点面積を 2 km²/点とした。x 軸は 5~-5 まで 11 の mesh, y 軸は 6~-6 まで 13 の mesh に切った。そうすると区域の端が調査区域外になり数値の読取りが意味がなくなってしまうので、おのおのの端の 3 点計 12 点を除いた。

この区域については第7図の左上に示してある。このように x, y 軸につき対称にとったのは演算の都合であって本質的なことではない註3)。

演算はすべて省略し結果だけを記すると

$$g_1 = -1.127x + 0.288y + 63.284$$

註3) 重力値を g とすると $g=g(x,y)$ である。重力値の一次的傾向を g_1 とすると $g_1=ax+by+g_0$ で表わし得て、残留重力 g_r は次の式になる。

$$g_r = g - g_1$$

a, b, g_0 を mesh 点における重力値 $g(x,y)$ から決めるわけである。

すなわち偏差 $(g-g_1)$ の自乗の和が最小になるよう a, b, g_0 を決めるのが最小自乗法である。それで

$$\frac{\partial}{\partial a} \sum [g - (ax + by + g_0)]^2 = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial b} \sum [g - (ax + by + g_0)]^2 = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial g_0} \sum [g - (ax + by + g_0)]^2 = 0$$

これを整理すると

$$[x^2]a + [xy]b + [x]g_0 = [gx]$$

$$[xy]a + [y^2]b + [y]g_0 = [gy]$$

$$[x]a + [y]b + [1]g_0 = [g]$$

こゝで $[xy]$ 等は各 mesh point における xy を全部加え合す記号である。同じく $[gx]$ は重力値 g と座標 x を掛け、すべて加え合す意味である。 $[1]$ は全 mesh point 数に相当し、この場合 131 点である。本地区のように x 軸、y 軸について mesh を対称に取ると $[xy]=0$, $[x]=0$, $[y]=0$ になるので、 a, b, g_0 を容易に求

こゝで g_1 : mgal; x, y : km である。

これを図示すると第7図左上のようになる。

以上で決った g_1 により $g_r = g - g_1$ で求めた残留重力のコンタ・マップを作ると第7図右側のようになる。第3図よりも局所的傾向が明瞭に出ている。

第一の特徴は西(海側)と東(山側)で、高重力異常で、中央の平野が密度の小さい堆積物でできていることを反映しているものであろう。第二は平野北東部から南に低一高一低と続く起伏である。

第三に宮原町から大島に ENE-WSW 方向に高重力異常の傾向が続き、平野を横切っていることである(後者には前述のように古期岩類がみられる)。すなわちこの東西の線をリッジ(ridge)として両側に沖積平野を形作ったものではなからうかと推定される。地形的にみてもこの辺りで平野は一番幅広くなっている。

八代平野は殆んど全部歴史的な干拓平野であり、その点いわゆる沖積平野とやゝ異なる。

一般的傾向は第7図左上のとおりでコンターの走向は $45^\circ E$ の向きであり、傾斜の最大値は

$$\partial g / \partial n = \sqrt{1.127^2 + 0.288^2} = +1.16 \text{ mgal/km である。}$$

$$(1 \text{ mgal/km} = 10^{-8} \text{ c.g.s.} = 10 \text{ eötvös})$$

このような重力値の二次元的に一樣な減少は深い基盤がほぼ一樣に傾斜しているために生ずるものと思われる。それで重力値の減少と基盤の傾斜および密度差の関係を少々大胆な仮定で扱ってみる。

第8図のように地下に二次元的に存在する斜面(あるいは断層と考へてもよい)によって生ずる重力値は Heiland により、

$$g = 2\gamma\Delta\rho[-\{x \sin \delta + d \cos \delta\} \cdot \{\sin \delta \log \frac{r_2^2}{r_1^2} + (\varphi_2 - \varphi_1) \cos \delta\} + D\varphi_2 - d\varphi_1]$$

となる。こゝで γ は万有引力常数で $\gamma = 6.67 \times 10^{-8}$ c.g.s., $\Delta\rho$ は密度差, δ は斜面の傾斜角, 他の記号は図に示すとおりである。この図で斜面が充分広い範囲で続く場合の重力傾度 $\partial g / \partial x$ の極限を考える。すなわち δ は $\pi(180^\circ)$ に較べ充分小さく, x は r_2 と同じ程度のも

めることができる。

$$a = [gx] / [x^2]$$

$$b = [gy] / [y^2]$$

$$g_0 = [g] / [1]$$

g_0 は平均値の意味を有する(本地区のように mesh を対象にとらなければ、平均値にはならない)。なお重力値を一次的傾向でなく二次的傾向

$$g_2 = ax^2 + 2hxy + by^2 + 2fx + 2gy + c$$

とした場合には, x, y 軸とも対称な mesh でも係数を決める行列式が主軸だけにならないのでやゝ複雑である⁸⁾

オーダー, φ_2 は $\pi - \delta$ と同じ程度と仮定して重力値の傾度を求めると

$$\frac{\partial g}{\partial x} = \gamma \Delta \rho \pi \sin 2\delta$$

となる。これは第9図に示すように重力値が同じ傾斜で二次元的に分布するとき基盤が一樣な傾斜で落ちていることに対応させて考える場合の関数関係である。この関係は二次元モデルで、しかも充分広い範囲でこのような基盤の傾斜が考えられるときなりたつ関係であり、また傾斜角だけが問題であって深さは全く関係がない点は注意すべきである。

傾斜面の無限の先まで考えると、この近似はなりたないが、水平的に充分離れた点が及ぼす重力値は大体距離の自乗に逆比例する(三次元なら距離の三乗に逆比例する)ので構造の大きな傾向を問題にする範囲ではさしつかえない。

この式に π や γ の数値を入れると

$$\Delta \rho \sin 2\delta = 0.048 \frac{\partial \delta}{\partial x}$$

$$(\Delta \rho: \text{g/cm}^3, \partial g / \partial x: \text{mgal/km}) \text{ となる。}$$

われわれの場合は $\partial g / \partial x = 1.16 \text{ mgal/km}$ であるから

$$\Delta \rho \sin 2\delta = 0.057$$

となり $\Delta \rho$ と δ の関係は第4表のようになる。

第4表 八代平野における一次的傾向の解析

一次的傾向 $g_1 = -1.127x + 0.288y + 63.284$

(x, y : km g_1 : mgal)

$$\partial g / \partial n = \sqrt{1.127^2 + 0.288^2} = 1.16 \text{ mgal/km}$$

$$\Delta \rho \sin 2\delta = 0.048 \times 1.16 = 0.057$$

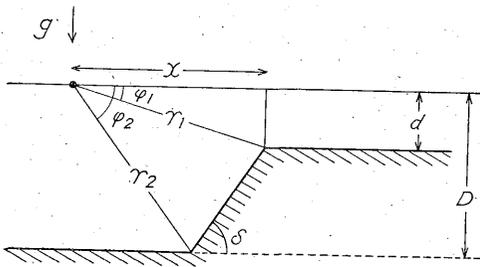
$\Delta \rho$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
δ	17.°5	8.°5	6°	4°	3.°5

$\Delta \rho$ は密度差で天草上島・下島から北東方向に張出す高重力異常の原因となっている基盤の岩石とその上に乗る白堊紀・古第三紀あるいはそれ以後の岩石との密度の差を意味するのである。しかし現在の資料ではそれを幾つにとるのが妥当かは決めかねるので註4), このように $\Delta \rho$ と基盤の傾斜角 δ を関数関係として表わしたのである。

こゝに示したような一次的な傾向の明瞭なケースは筆者の知る限りにおいても少なくないので便利のために前式を数表として計算しておく(第5表)。

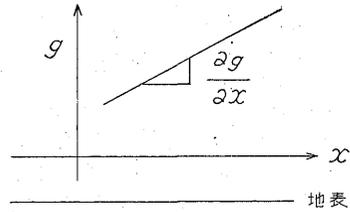
しかし大きい構造は深部の影響、小さい構造は局所的な影響と述べたのはこの八代平野だけの地質的推定で

註4) 大滝・松田⁹⁾は天草上島の大浦港周辺のサンプルに基づく密度を掲げているが、2.28~2.83で問題とする密度差 $\Delta \rho$ に較べてかなりバラッキの多いものである。



第 8 図 二次元で図のような構造の重力値は

$$g = 2\gamma\Delta\rho \left\{ -[x \sin\delta + d \cos\delta] \left[\sin\delta \log \frac{r_2}{r_1} + (\varphi_2 - \varphi_1) \cos\delta \right] + D\varphi_2 - d\varphi_1 \right\}$$



第 9 図 基盤の傾斜 δ と重力値の傾き ∂g/∂x の関係 (二次元モデル)

$$\frac{\partial g}{\partial x} = \gamma\Delta\rho \sin 2\delta$$

この関係は第 8 図の極限值として求められる。

第 5 表 ∂g/∂x に基づく基盤の傾斜角 δ の表

$$\frac{\partial g}{\partial x} = \gamma\Delta\rho \sin 2\delta$$

$$\therefore \sin 2\delta = 0.0477 \frac{1}{\Delta\rho} \frac{\partial g}{\partial x} \quad \left(\Delta\rho : g/cm^3, \frac{\partial g}{\partial x} : \frac{mgal}{km} \right)$$

∂g/∂x \ Δρ	.05	.1	.15	.2	.25	.3	.4	.5	.6	.8	1.0
0.6	17°30'	8°20'	5°30'	4°10'	3°20'	2°50'	2°00'	1°30'	1°20'	1°0'	0°50'
0.8	24°50'	11°10'	7°20'	5°30'	4°20'	3°40'	2°50'	2°10'	1°50'	1°20'	1°10'
1.0		14°20'	9°20'	6°50'	5°30'	4°30'	3°30'	2°50'	2°20'	1°40'	1°20'
1.2		17°30'	11°10'	8°20'	6°40'	5°30'	4°10'	3°20'	2°50'	2°0'	1°30'
1.4		21°0'	13°10'	9°50'	7°50'	6°30'	4°50'	3°50'	3°10'	2°20'	1°50'
1.6		24°40'	15°20'	11°10'	8°50'	7°20'	5°30'	4°20'	3°40'	2°50'	2°10'
1.8		29°30'	17°30'	12°40'	10°0'	8°20'	6°10'	5°0'	4°10'	3°10'	2°30'
2.0			19°50'	14°20'	11°10'	9°20'	6°50'	5°30'	4°30'	3°30'	2°50'
2.2			22°10'	15°50'	12°20'	10°20'	7°40'	6°0'	5°0'	3°50'	3°0'
2.4			24°50'	17°30'	13°40'	11°10'	8°20'	6°40'	5°30'	4°10'	3°20'
2.6			27°50'	19°10'	14°50'	12°10'	9°0'	7°10'	6°0'	4°30'	3°30'
2.8				21°0'	16°10'	13°10'	9°50'	7°50'	6°30'	4°50'	3°50'
3.0				22°50'	17°30'	14°20'	10°30'	8°20'	7°50'	5°10'	4°10'
3.5				28°20'	20°30'	13°0'	12°20'	9°50'	8°10'	6°0'	5°0'
4.0					24°50'	19°50'	14°20'	11°10'	9°20'	6°50'	5°30'
4.5					29°30'	22°50'	16°20'	12°40'	10°30'	7°50'	6°10'
5.0						26°20'	18°20'	14°20'	11°40'	8°40'	6°50'
5.5							20°30'	15°50'	13°0'	9°30'	7°40'
6.0							22°50'	17°30'	14°20'	10°30'	8°20'
6.5							25°50'	19°10'	15°30'	11°20'	9°0'
7.0							28°20'	20°50'	16°50'	12°20'	9°50'
8.0								24°50'	19°50'	14°20'	11°10'
9.0								29°40'	22°50'	16°10'	12°40'
10.0									26°20'	18°20'	14°20'

註 1) この関係は δ が大きくなると近似が悪くなるので δ < 80° の範囲の表とした。

2) 1 mgal/km = 10 eötvös

ある^{註5)}。また一次的な傾向が広く続く範囲でだけ用いられる。この数表を適用するときはその成立する仮定や適用範囲を誤ってはならない。例えば三角半島北側における激しい重力値の傾斜等はこの関係の適用外である。

4. 結 言

本調査によって有明海と肥筑平野に続く東側と南側の熊本県地区の調査を終えた。

その結果 (1) 黒崎を中心とする高重力異常が南東方向でどうなっているか、(2) 金峰山を中心とする高重力異常の存在、(3) 熊本平野における複雑な低重力異常の存在、(4) 三角半島北西で重力傾度が非常に大きいこと、(5) 天草下島・上島を中心とする高重力異常の張出し、(6) 八代平野における平野に沿った低重力異常の存在、(7) 金峰山の高重力異常を中心とし 30 km 余りの直径の移動平均の環状構造、等色々の特徴をみいだした。

今後は八代湾・天草下島・島原海湾の早崎海峡地区から橘湾あたりの観測が希望される。

それによって 1959 年度に調査された長崎周辺と長崎西方海域の重力調査や 1960 年度の大村湾から五島列島に至る調査と接続することができる。

重力調査は大きな規模の構造に適用して広い立場から地質との関係を討議するのが大切な適用法の一つである。近來約 5 年にわたって行なわれた北九州の西部から中部にかけての調査結果を総合的に検討することが期待される。

また、これらの結果をもとにして本地区における石炭や天然ガスの賦存状態を探索することが望ましい。

調査結果を岩石の密度差の仮定に基いてモデルにより計算することは重力の解析法としての問題よりも、演算の経済性としての問題に移りつつある。Talwani らの研究⁹⁾により自動計算機の応用は実現されているが、わが国の現状ではまだ日を要することであろう。

終わりに本調査を行なうにあたり種々御便宜を頂いた熊本県庁の方々に謝意を表する。

(昭和 35 年 2 月調査)

文 献

- 1) 中条純輔・近藤信興・倉沢一：島原海湾における音波探査および沿岸地質調査，地質調査所月報，Vol. 12, No. 4, 1961
- 2) 早川正巳外 3 名：North American Geophysical Co. 製 UW-2R 型海底重力計について，および本重力計による有明海北部海底重力探査報告，地質調査所月報，Vol. 9, No. 4, 1958
- 3) 松田武雄：肥筑平野重力探査報告，地質調査所月報，Vol. 6, No. 1, 1955
- 4) Nettlton, L. L. et al: Tests of an Airborne Gravity Meter, Geophy., Vol. 25, 1960
- 5) 大滝忠雄・松田武雄：有明海南部ならびに長崎県三ツ瀬地区重力探査報告，地質調査所月報，Vol. 10, No. 11, 1959
- 6) 沢田秀穂：肥筑平野重力探査に関する若干の覚書—熊本炭田の可能性—，地質調査所月報，Vol. 6, No. 1, 1955
- 7) 瀬谷 清：重力探査における移動平均法，物理探査，Vol. 12, No. 2, 1959
- 8) Simpson, S.M. Jr.: Least squares polynomial fitting to gravitational data and density plotting by digital computers, Geophy., Vol. 19, No. 2, 1954
- 9) Talwani, M. & M. Ewing: Rapid computation of gravitational attraction of three-dimensional bodies of arbitrary shape, Geophy., Vol. 25, 1960
- 10) 坪井忠二・実川顕・田島広一：ウォルドン重力計による全国重力測定 (IX) 九州地方，地震研究所集報別冊，Vol. 4, Pt. 8, 1956

註 5) 構造の深部と浅部の影響を分離するには重力値が高度とともにいかに変わるかを調べ、重力値の立体分布を知ればわかるはずである。

これには多くの測定技術としての困難があることで Nettlton 他⁹⁾により取上げられているが、まだ実用には遠い。また熊谷により取上げられた $\partial g/\partial z$ の直接測定もこれに関係したことである。