

岩手県滝の土地熱地域における重力の経年変化の観測 (予報)

—地熱地域の熱水系に関する研究 第4報—

小川 健三\* 須田 芳朗\*\* 長谷川 功\*\* 馬場 健三\*

Preliminary Report of Study on the Gravimetric Monitoring at the  
Takinoue Geothermal Area, Iwate Prefecture

— Study on the geothermal system of geothermal area — the 4th Report

Kenzo OGAWA, Yoshiro SUDA, Isao HASEGAWA

and

Kenzo BABA

Gravimetric data offer an important monitoring capability for mass removal in exploitation of the geothermal reservoir. An electric power station by utilizing geothermal steam is now under construction at the Takinoue geothermal area, and 50MW output is expected there. The authors measured gravity at 25 points in 1974 to start monitoring.

The observed data are shown in the Table 1. These are only the data of initial stage and the authors have a plan to continue gravimetric measurement at the same points with precise leveling hereafter to detect the change of gravity with the production of geothermal steam.

1. ま え が き

地熱開発地では多量の熱水が常時地下の貯留層から取り出される。貯留層中に地下水の移動がおこって、この質量欠損を補償する現象が完全におこらないと、地下の密度分布に変化がおきる。それが地表で観測する重力値にも反映するであろう。貯留層の孔隙率と分布、汲み上げの量、地下水の貯留層への流入の状況などによってその変化量が予測できる。例えばアメリカのガイザー地熱発電所（出力約60万kW）のあるガイザー地熱地域ではUSGS (1975)によると、現在の産出を続ければ年間0.6 mgalの経年変化が期待されるとのことである。これは地域の中心部での変化の意味であろう。この程度の重力の変化は現在われわれが持っている物理探査用のLacoste & Romberg G型重力計にて十分検出できる。この重力計の精度は例えば田島 (1965)によると、十分の注意を行い測定すれば $\pm 0.01-0.02$  mgal程度とされている。貯留層の開発による重力の経年変化の測定の試みはニュージーランドのワイラケイ地熱発電所（出力192600kW）がある。ワイラケイ地域でHUNT (1970)によって行われている。その結果7年間に最大0.4mgalの変化があ

ったとのことである。彼はその変化量の地理的分布および変化の経緯から貯留層からの熱水採取と貯留層への地下水流入 (discharge-recharge) のシステムについて議論している。

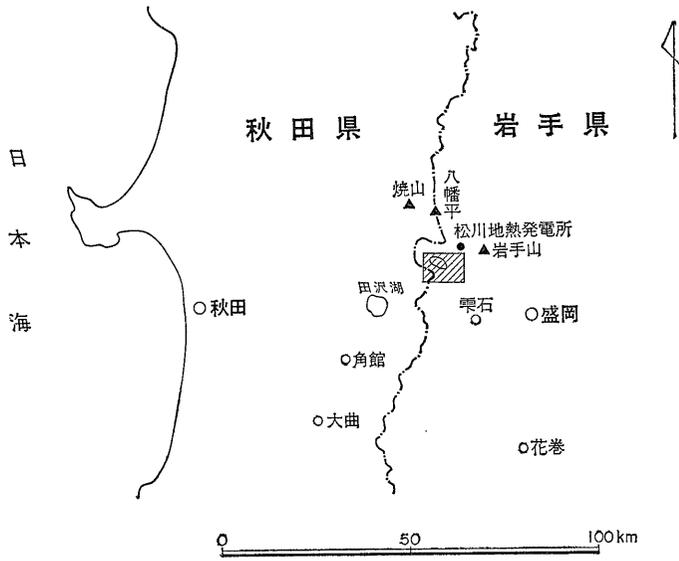
われわれはこの試みを地熱開発予定地域の岩手県雫石町滝の土地熱地域をえらんで行うこととした。昭和49年度に経年変化の初期値を調べておく意味で開発予定地を中心とした重力分布の測定を行った。

滝の土地熱地域の初期の開発予定出力は約5万kWであり、先の外国の例にくらべると小さいものであるが、えられる地熱流体が熱水を伴った湿り蒸気のため、地下よりとり出す流体の量は出力に比べかなり大きいものとなる予定である。貯留層の性状によっては蒸気生産開始後数年にて、前述の重力計精度をこえる変化も期待できると考えられる。経年変化の有無は後日の観測後に待たねばならないが、ここでは初期値として第一回目の観測を行い後日にそなえたのでその報告をする。本観測にあたって同地域の開発を実施している日本重化学工業(株)の協力をえた。ここに厚く御礼申上げる。

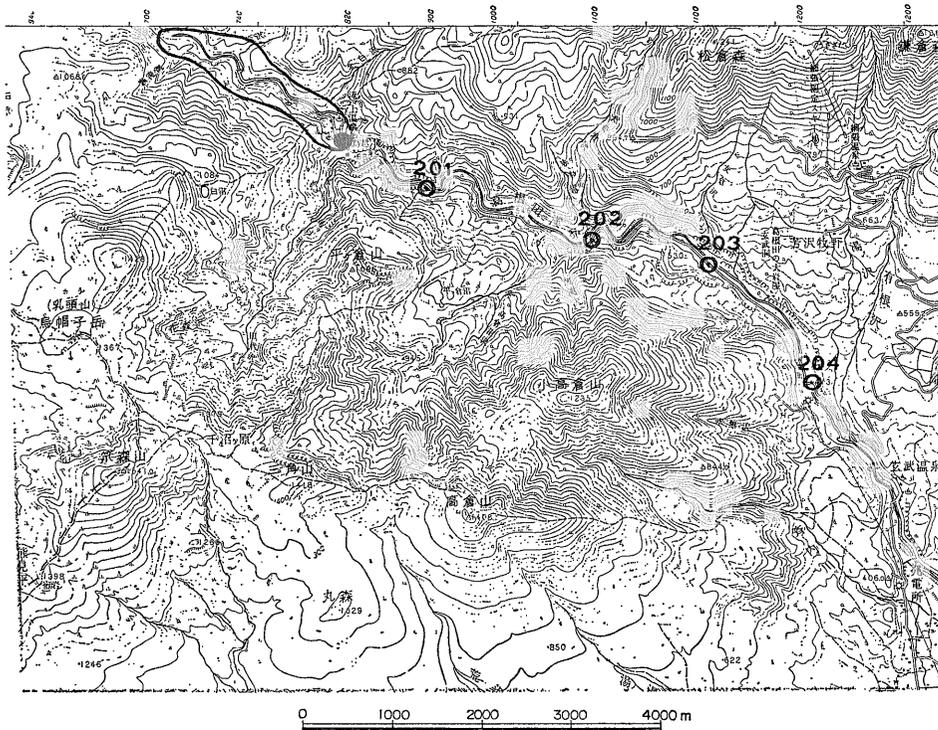
2. 観測および結果

現地観測は昭和49年10月下旬から11月上旬にかけて実施した。この時点における本地域の貯留層からの熱水採

\* 地設熱部  
\*\* 物理探査部

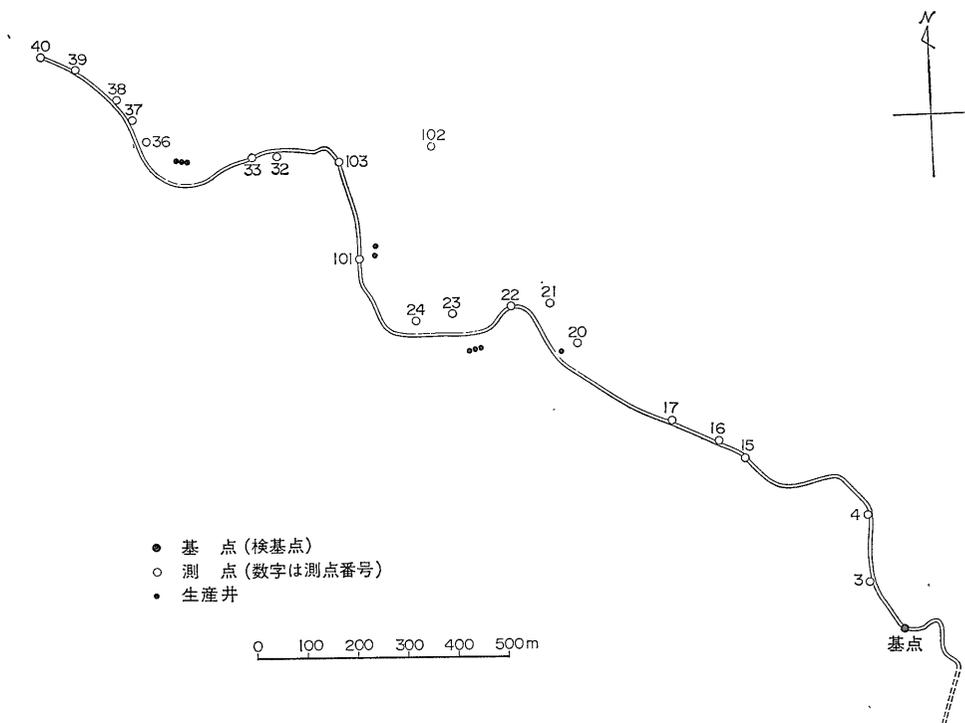


第1図 滝の上地域位置図（斜線で示す）



- 基点
- 測点（地熱地域外の）
- 観測地域
- 第3図の測点図の範囲

第2図 岩手県雫石町滝の上地区重力測点図（1）



第3図 岩手県平石町滝の上地区重力測点図（2）

取はほとんどないと考えてよい。数年後に期待される5万kW発電が開始されれば、約2,000ton/hの割合の熱水採取が予想される。観測地域は岩手県岩手郡平石町内の通称滝の上地域とその中央を流れる葛根田川沿いの道路上である。地熱地域内の葛根田川沿いには地質調査所の岩崎ら（1977）が敷設した地殻変動測定用の測点があり、主にそれを利用し計21点について重力測定した。また地熱地域を離れた葛根田川下流の約6kmの間に4カ所の地点を選び測点とした。これは蒸気生産の影響外の地点として選んだものである。われわれの行う重力測定が比較測定であるので、変動のない地点を選ぶ必要があり、その意味でこの4点をとった。

第1図は滝の上地域の位置を示し、第2図は地熱地域で、地域外の4測点の関係を示す。また第3図として、地熱地域内の21測点の配置を現在掘削されつつある坑井の位置、および地域の中央を通ずる道路とともに示した。なおこの道路にそって葛根田川が流れている。地熱流体採取開始数年後の変化量として0.1mgalのオーダーを期待しているのであるから、観測にあたっては誤差などつとめて小さくするようにしなければならない。

そのためには、計器の運搬や取扱いなどに充分注意することは当然であるが、観測回数にはできるだけ多くするように5-18回の往復観測を行った。

また、基点から各測点を観測して基点に戻る閉塞時間は短くするようにし、一往復約2時間半であった。

基点での測定値3,780.55mgalを基準とし、N39°49'39"、E140°52'40"の位置（基点付近）による潮汐補正値を求め、各観測値の潮汐補正を行った。

閉塞時間が短時間であったので、潮汐補正値は小さく、今回の期間では0.06-0.01mgalであった。

ドリフト量は、0.06-0.01mgalであった。

測定結果として、重力測定値と観測回数ならびに標準偏差を第1表に測定結果表として示す。

重力差は約38mgalの範囲であり、標準偏差は0.01-0.04mgalであった。先の田島が示した精度には及ばなかったが、以上のような測定方法でかなり良好な精度がえられることがわかった。

### 3. 今後の問題点

測点は今後の観測の便を考えすべて写真と点の記などを作成し、再観測に支障のないようにしてある。

しかしここで扱うような重力の経年変化を論ずるにはいくつかの事柄について、今後注意しておかねばならない。

測点の高度、地下水水位の変動や開発に伴う測点付近の地形の変化など、および潮汐補正の問題、計器の取扱

第1表 昭和49年度岩手県平石町滝の上地区重力測定結果表

測点 No.	(検)基点	3	4	15	16	17	20	21	22	23	24
測定値(平均)	37 80.55	37 80.117	37 79.405	37 78.037	37 77.872	37 77.029	37 76.804	37 76.389	37 76.384	37 76.539	37 76.361
回数		17	18	16	16	18	15	15	15	14	15
標準偏差		0.033	0.030	0.026	0.026	0.021	0.024	0.028	0.023	0.024	0.019

測点 No.	101	102	103	32	33	36	37	38	39	40
測定値(平均)	37 75.308	37 71.220	37 74.122	37 75.056	37 74.741	37 74.635	37 74.487	37 74.135	37 73.683	37 73.474
回数	11	7	7	13	13	12	12	11	12	11
標準偏差	0.034	0.040	0.038	0.026	0.026	0.032	0.039	0.027	0.022	0.019

測点 No.	201	202	203	204
測定値(平均)	37 85.426	37 91.426	37 99.667	3 809.473
回数	9	9	9	5
標準偏差	0.032	0.028	0.012	0.034

測定値および標準偏差の単位は mgal  
 No.100以下の測点は岩崎らによる精密水準測量点。  
 No.100以上は重力測定のための新設点。  
 昭和49年10月-11月観測

い、計器の目盛較正などのことが考えられる。

高度をふくむ位置の変動については今後も測量が実施される予定なので一応問題はなかろう。

地下水位については昭和50年度に地下水位測定用観測井が完成し観測がはじめられたので、この結果に注目することになっている。

潮汐補正については、観測時間を短時間に閉塞するように今後もつとめれば大きな心配はないと考えている。

計器の取扱については気温、計器の温度および計器の運搬の方法などドリフトを小さくするよう今後の観測にあたってつとめて行く必要がある。

文 献

HUNT, T.M. (1970): Net Mass Loss from the

Wairakei Geothermal Field. New Zealand, Geothermics special issue vol. 2, part 1, p. 487-491.

岩崎一雄・西村嘉四郎・垣見俊弘 (未刊) 岩手県滝の上地熱地域における地盤変形の研究. 地調月報, (投稿中).

田島広一 (1975) 地震および地殻変動に伴なう重力の変化. 地震研究所彙報, vol. 50, p. 209-272.

U.S. Geological Survey (1975) Geophysical Methods Applied to Detection Delineation and Evaluation of Geothermal Resources. Report on Geothermal Workshop, Grant No. 14-08-0001-G-191, p.16.

(受付: 1976年4月8日; 受理: 1977年1月8日)