

大分県野矢地域放熱量調査報告

湯原浩三*

YUHARA, K. (1980) Underground temperature and heat discharge at Noya Geothermal Area, Oita. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 31(12), p. 609-618.

Abstract: Underground temperature surveys and heat discharge measurements have been carried out at Noya Geothermal Area, Ohita.

We found high underground-temperature zones at southwestern-, northeastern- and central-parts of the surveyed area. Heat discharges by hot springs, steam wells and thermal conduction through the ground amounted to 4×10^5 cal/sec. Heat discharge by the thermal conduction was much larger than the sum of the other two, and it may suggest that the latent geothermal energy is far larger than that emitted by natural geothermal manifestations.

要 旨

大分県由布院盆地の西方にある水分峠の西斜面にある野矢地域で, 昭和50年11月13日から12月27日までの間, 地温調査と放熱量調査が行われた。地温調査は1m深511地点, 20m深23地点で行われた。地温の水平分布からは野矢・水分地区の南西部と北東部及び中央部に高温部が認められた。放熱量は熱伝導によるもの, 温泉及び噴気井によるものをそれぞれ測定した。その結果, 総放熱量として 4×10^5 cal/sec が得られた。また, 調査地域内には野矢小学校の南西, 水分峠北西, 及び両者のほぼ中間の山間部に放熱量の大きい地区の存在することが明らかになった。さらに, この地域では, 全体として, 熱伝導による放熱量が温泉, 噴気によるそれより大きく, 現在天然及び開発によって放出されている地熱エネルギーに比して, 地下に潜在している地熱エネルギーがはるかに大きいことを示している。

1. 緒 言

野矢地域は大分県由布院盆地の西方にある水分峠の西斜面に位置する。この地域は本来自然の地熱徴候はほとんどなく, 30°C 前後の温泉が2, 3存在するに過ぎなかった。しかし1926年(大正15年)に地元の江藤うめのが温泉を得るため深さ120尺の試掘を行ったところ蒸気が噴出した。1956年から1958年にかけて地質調査所は一連の地熱調査の一環としてこの地を取上げ, 地質調査, 物理探査, 地化学探査, 構造試錐を行った(地熱調査班,

1955)。

最近になって, 地元の小野兼雄が1966年(昭和41年)に田代地区で100mのボーリングを行い, また岩尾八郎が1970年(昭和45年)に小平谷で150mのボーリングを行い, いずれも蒸気の噴出に成功している。

以上のようにこの地域の地熱調査は比較的古くから行われているが, 地熱開発の対象地として大規模な調査は行われていなかった。

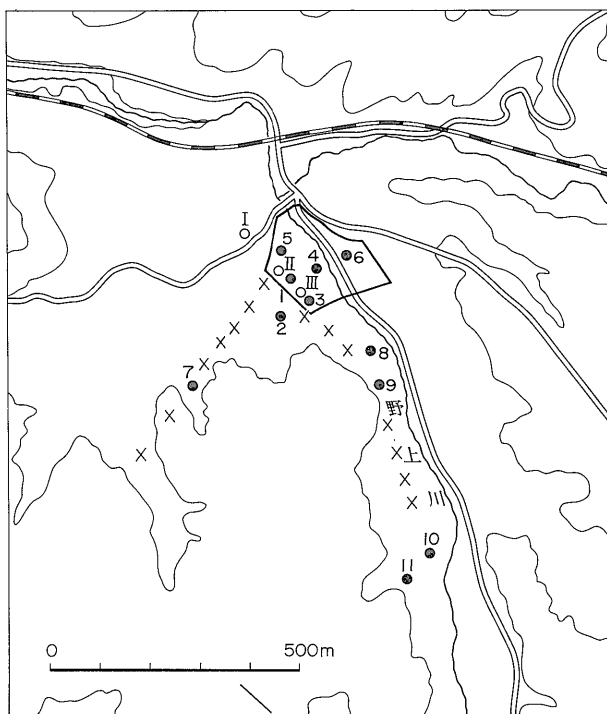
工業技術院地質調査所が全国地熱基礎調査を行うにあたり, 昭和50年度の調査地として湧蓋地域の名のもとに野矢地域をとりあげ, 昭和50年11月13日から12月27日までの間地温調査と放熱量調査が行われた。

調査地域は野矢・水分地区及び猪伏・鳥越地区の2地区よりなり, 前者の中に上述の田代, 小平谷地区が含まれる(第1図)。

野矢・水分地区はほとんどが牧草地か耕作地であり, なだらかな地形を示すが, 猪伏・鳥越地区は野矢・水分地区に比較してやや起伏の大きい地形をしている。

本地域の基盤岩は中新世中期のものとして推定される安山岩類で, いわゆるプロピライトと呼ばれているものである。しかし, 猪伏・鳥越地区に局部的に分布している。しかし, 両地区の大部分は更新世の火山活動による耶馬溪溶岩, 山陰型溶岩と呼ばれる安山岩類からなっており, さらにこれらを覆って本地域内の谷間には阿蘇溶結凝灰岩が局所的に分布している(松本ほか, 1973)。また調査地域を縦断しENE-WSW方向に点々と変質帯が分布しており, この分布の方向に沿って一つの構造線が推定されている。

* 九州大学工学部, 地熱熱部併任



第2図 1951-1952年の調査位置 (□: 地温調査地域, ×: CO₂濃度測定点, ●: 電気探査測点), ○: 試錐位置(第2表参照)

第1表 調査地域内の温泉

No.	所有者	泉温 °C	湧出量 l/min	放熱量* kcal/sec	pH	Cl ⁻ mg/kg	SO ₄ ²⁻ mg/kg	HCO ₃ ⁻ mg/kg	K ⁺ mg/kg	Na ⁺ mg/kg	Ca ²⁺ mg/kg	Mg ²⁺ mg/kg	Fe ³⁺ mg/kg	Al ³⁺ mg/kg	H ₂ S mg/kg	備考
1	佐藤昭一郎	25.8	80.3	17.5	7.4	1.46	0.54	47.8	2.66	7.32	5.54	1.58	0.00	0.00		
2	同上	27.7	47.5	11.9	8.1	1.70	0.53	56.3	2.62	7.85	6.68	1.4	0.00	0.01		
3	矢野 美吉	32.7	2.1	0.7	7.6	3.72	1.8	29.	3.96	6.07	3.04	1.30	0.00	0.00		
4	河野 好人	21.0	19.3	2.7	7.7	1.53	1.5	53.6	1.75	11.9	3.91	1.51	0.00	0.00		猪伏地区
5	加藤 勇蔵	7.7	—	—	2.6	3.27	570.	0.0	3.61	5.33	12.0	7.36	31.6	49.3	0.51	
6	加藤三千年	16.0	0.9	0.1	3.3	2.15	110.	0.0	3.28	4.83	9.70	2.23	2.08	3.64	4.16	
7	町 有	34.5	54.0	19.6	7.6	2.70	0.8	44.	0.65	8.63	6.94	0.12	0.00	0.00		
8	川野 定夫	36.0	62.6	24.3	9.6	2.25	9.45	120.	0.26	45.7	0.67	0.00	0.00	0.01		野矢駅前
	計		266.7	76.8												

* 12.7°C基準, 全国地熱基礎調査報告書中の値には誤があり, それを訂正した。

最高温度105°Cが観測されたに過ぎなかった。この試錐坑内では電気検層も行われたが、特に注目すべき結果は得られなかった。この坑井はその後九州電力によって深さ200mまで増掘されたが、温度の上昇はなかったといわれる。

3. 温泉・噴気による放熱量

この地域には野矢・水分地区に7カ所、猪伏・鳥越地

区に1カ所、計8カ所の温泉及び冷泉がある(第3図)。これらは1つを除いて他はすべて天然湧出である。しかしいずれも36°C以下の低温であるため、温泉としては使用できず、わずかに温水として家庭で利用しているに過ぎない。これらについて、泉温、湧出量を測定し、放熱量を求めた結果を第1表に示す。また主要イオン含有量も同表に示す。これらの温泉の泉質は大部分が単純泉であるが、No. 5が単純酸性緑バン泉, No. 6が単純硫化

第2表 調査地域内の噴気井

No.	所有者	掘削年月	深度 m	温度 ℃	乾き 度 %	噴出 量 g/sec	放熱量* kcal/sec
1 (I)	小野 兼雄	昭41.12	100	99.0	49	137	48.0
2 (II)	江藤 勝広	大15. 5	40	99.0	24	34	7.3
3 (III)	地質調査所	昭27. 7	132	—	—	—	**12.8
4	岩尾 八郎	昭45.12	150	98.0	39	75	22.1
計							90.2

* 12.7℃基準

** 熱交換後の温水の熱量より計算した。全国地熱基礎調査報告書中の値を訂正した。

水素泉で他とは異質である。

調査地域の南部には3本、北部には1本の噴気井が存在する(第3図)。このうち3井で温度、平均噴出速度、噴気密度を測定し、噴出量及び放熱量を算出した。また残りの1井(No. 3)では噴気井内に冷水パイプを挿入し、噴気から熱交換して温水をつくっている。これについてはその温水量と温度を測ることによって噴気井からの放熱量を算出した。結果を第2表に示す。表からも明らかのように、いずれも湿り飽和蒸気を噴出しており、勢力は強くない。

4. 地中温度分布

野矢・水分地区では約80m間隔に410点の測点を設け、猪伏・鳥越地区では約60m間隔に101点の測点を設け、0.5m深及び1m深の地温を調査した。測定方法や補正方法はよく知られている普通の方法によった。

第3図は昭和50年12月5日の時点での1m深地温分布である。野矢・水分地区においては、南西部の温泉、噴気井の存在する地域、北東部の国道210号線沿いの地域、及び調査地域の中央部よりやや北東よりの南北方向に延びた地域に広く14℃以上の値が得られている。さらに、16℃以上の異常高温部は南西部の噴気井を取囲むように分布している。猪伏・鳥越地区については特に高温部は認められず、野矢・水分地区に比して概して低温である。

次に、野矢・水分地区で21点、猪伏・鳥越地区で2点、計23地点で20mの深さの試錐を行い、地温測定を行った。測点位置は第4図に示す。

試錐孔は直径65mmで、孔底まで40mmの塩化ビニールパイプを挿入し、10日以上放置した後、サーミスタ温度計によって1m間隔の温度測定を行った。20m深の地中温度の地理的分布を第4図に示す。野矢・水分地区においては、南西部に80℃以上の異常高温を示す地点が3

カ所あり、これらの地点を中心に高温異常地域が形成されている。また中部より北東部にかけても広い範囲で高温地域が認められた。10m深地温分布についても20m深のものとはほぼ同様な傾向が認められた。猪伏・鳥越地区においては顕著な異常は認められなかった。

5. 熱伝導による放熱量

1.0m深地温測定と同範囲内で、野矢・水分地区で36点、猪伏・鳥越地区で5点の計41点で熱伝導率を測定した。測定間隔は約250mである。測点位置は第5図に示す。

測定は熱伝導棒法によって行われ、測定結果は0.98-2.65×10⁻³cal/sec・cm・℃の範囲にあった。

次に熱伝導による放熱量計算は次の手順によって行った。

(1) 上の方法で測定した熱伝導率の分布図を描き、1.0m深地温の各測定点付近の熱伝導率値をその測点の値として0.05×10⁻³cal/sec・cm・℃の精度で定める。

(2) 1.0m深と0.5m深の温度差と1.0m深地温の相関

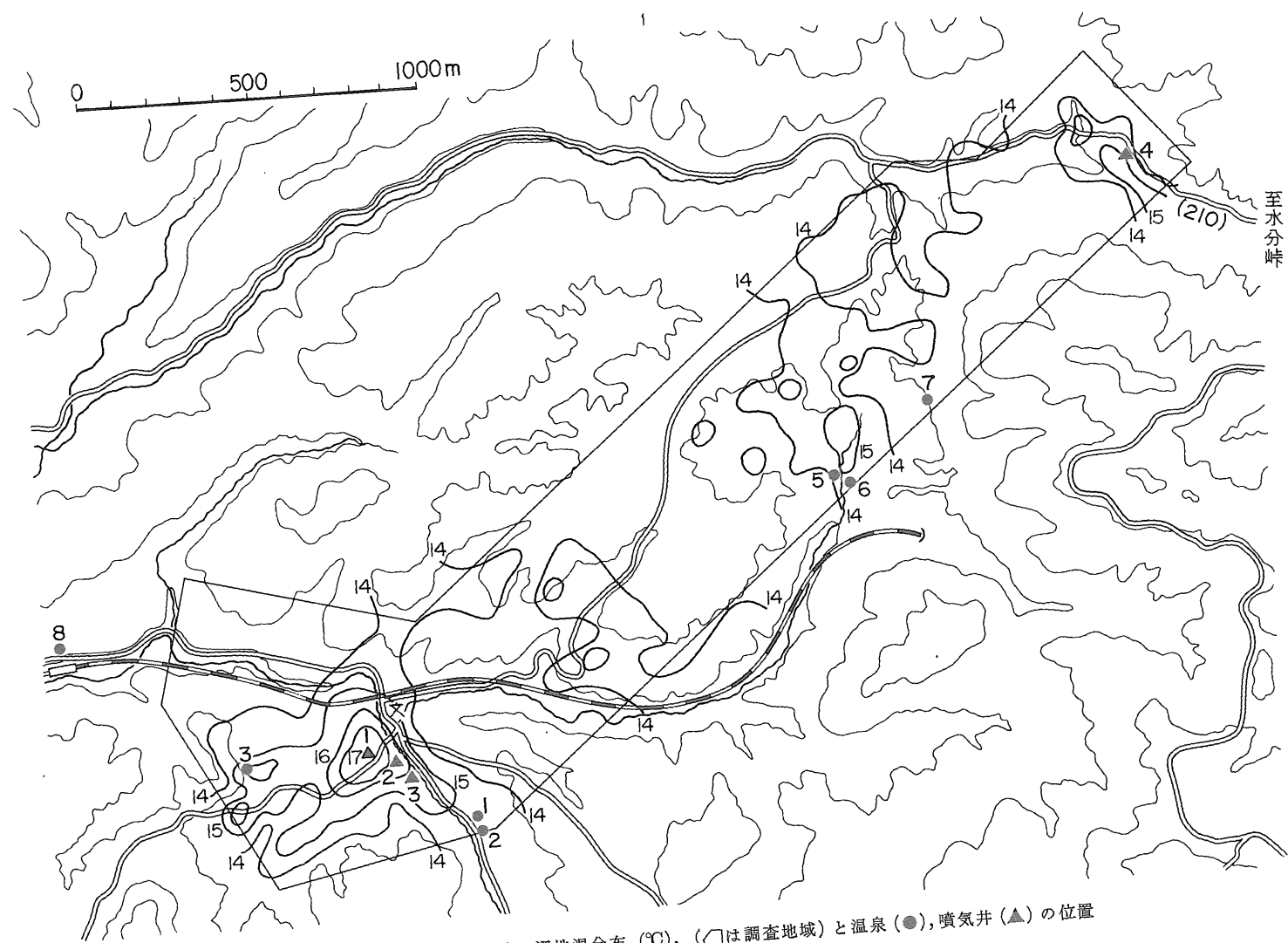
第3表 熱伝導による放熱量

野矢・水分地区

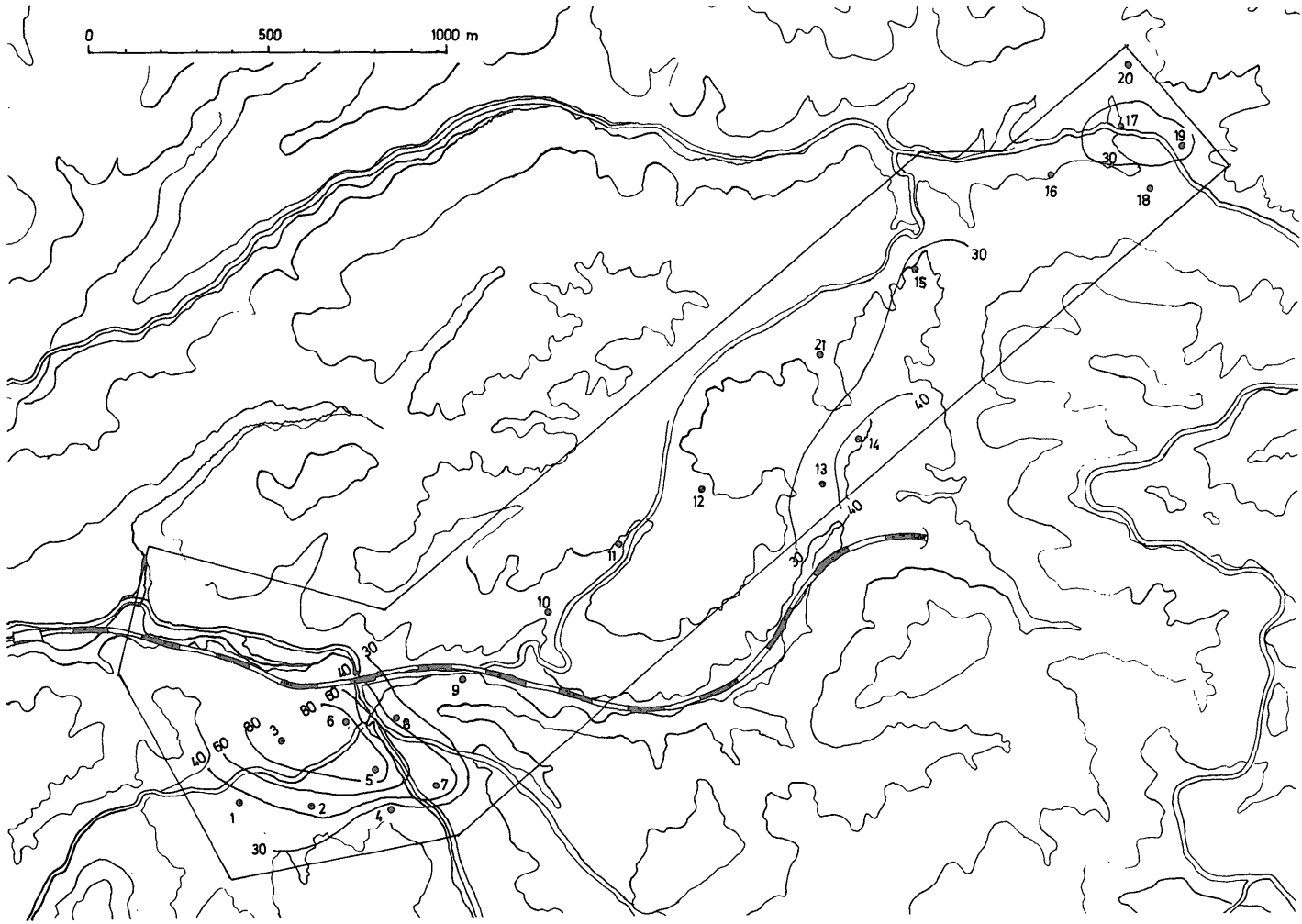
等熱流量線間の 両端の値 (cal/sec・cm ²)	q_i (cal/sec・cm ²)	S_i (cm ²)	$q_i S_i$ (kcal/sec)
-20~-10	-15×10 ⁻⁶	3.6×10 ⁸	-5.4
-10~0	-5	36.3	-18.2
0~10	5	74.1	37.1
10~20	15	52.9	79.4
20~30	25	24.3	60.8
30~40	35	9.5	33.3
40~50	45	4.3	19.4
50~60	55	1.6	8.8
60~70	65	1.1	7.2
70~80	75	0.3	2.3
		$\sum S_i=208.0 \times 10^8$	$Q=224.7$

猪伏・鳥越地区

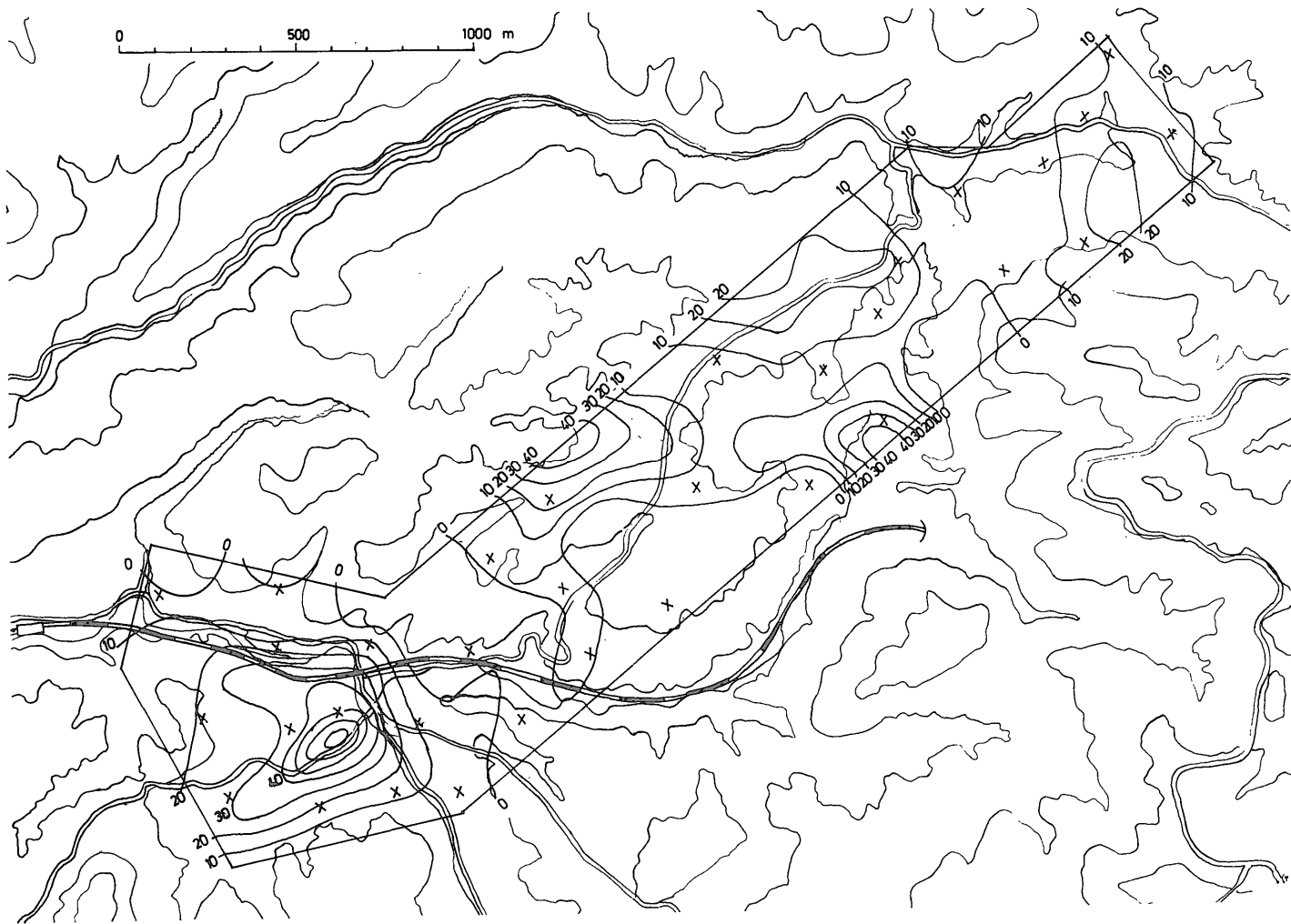
等熱流量線間の 両端の値 (cal/sec・cm ²)	q_i (cal/sec・cm ²)	S_i (cm ²)	$q_i S_i$ (kcal/sec)
-20~-10	-15×10 ⁻⁶	-3.4×10 ⁸	-5.1
-10~0	-5	-10.6	-5.3
0~10	5	13.2	6.6
10~20	15	2.7	4.1
20~30	25	3.3	8.3
30~40	35	0.8	2.8
		$\sum S_i=34.0 \times 10^8$	$Q=11.4$



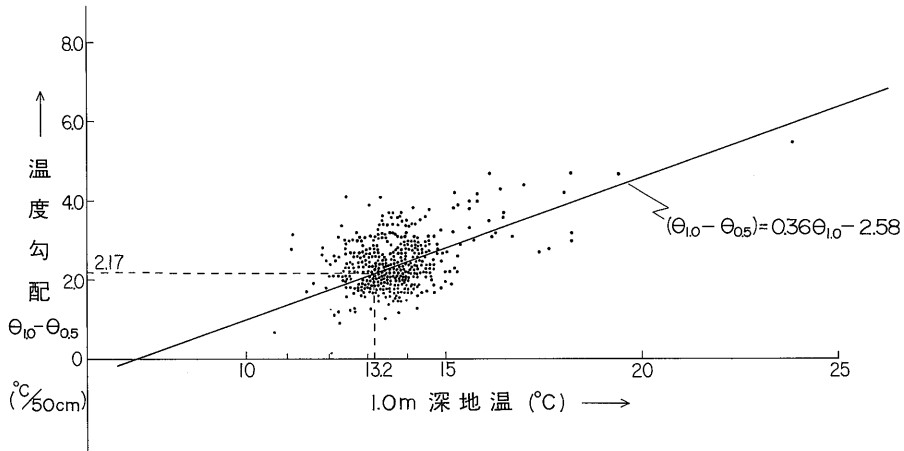
第3図 野矢・水分地区の1m深地温分布(°C), (□は調査地域)と温泉(●),噴気井(▲)の位置



第4図 野矢・水分地区の20m深地温分布(°C), ●印は測定点と測点番号



第5図 野矢・水分地区の熱流量分布図 (HFU), ×印は熱伝導率測定点



第6図 1.0m深地温と地温勾配との相関

図を描くと第6図が得られる。一方、1.0 m 深の標準地温を緯度33°15′、平均標高650mとして福富の表(福富, 1951)から求めると13.2°Cが得られるので、標準地温に対応する標準地温勾配として2.17°C/50cmが得られる。

(3) 各測定点の1.0m深と0.5m深の地温差より求めた地温勾配と標準地温勾配との差に熱伝導率を乗じ、各測定点における異常熱源による熱流量を求める。

(4) 熱流量分布図をつくり、この分布図上に100 m 間隔の格子を描き、各格子点上において、格子点を中心とする200m×200mの範囲に含まれる測点より熱流量の平均値を求める。これらの値を参考にして等熱流量線を描いたものが第5図である。

(5) 第5図の等熱流量線間の面積 S_i を求める。

(6) 各等熱流量線間の熱流量の平均値を q_i とし、

$$Q = \sum_i q_i S_i$$

より熱伝導による全放熱量を求める。第3表は放熱量の計算値であり、全放熱量として236.1 kcal/sec が得られた。

第5図を見ると、野矢・水分地区の南端では、地中温度の高い地域に対応して伝導放熱量の大きい地域がある。またこの地区のほぼ中央部には東西方向に放熱量の大きい帯状地域が認められる。

6. 総放熱量の分布と放熱量調査の総括

本調査によって明らかとなった熱伝導、温泉、噴気井による放熱量を合計すると約400 kcal/sec となる。ただし、温泉、噴気による放熱量の算出にあたっては年平均気温12.7°Cを基準温度として用いたが、熱伝導による放熱量は13.2°Cの1 m深地温を基準にしたものであって両

者の基準は異なるので、ここでは第1、第2、第3表の値を合算することは止め、概値として400 kcal/sec を与えるにとどめる。

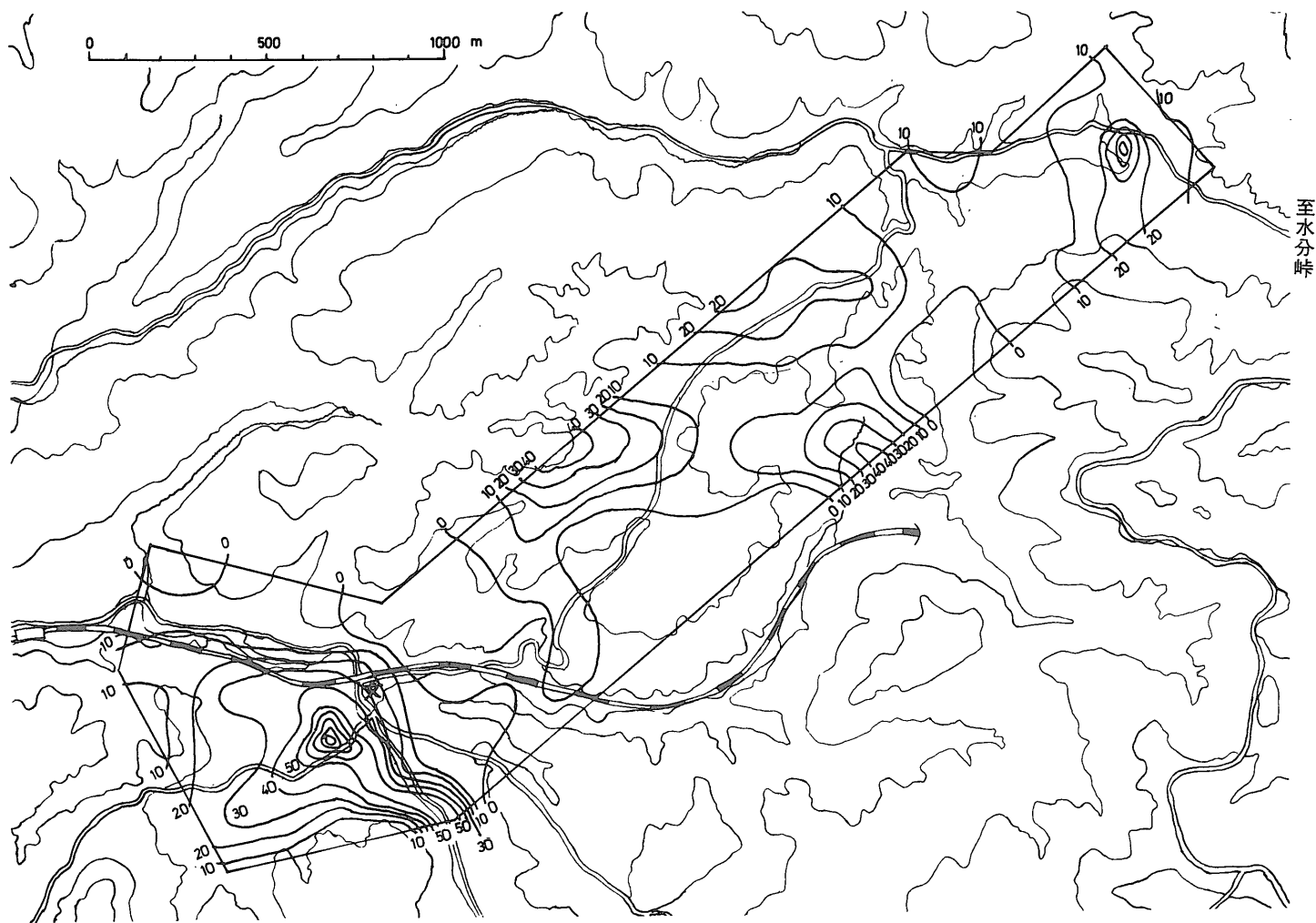
次に、本調査地域を100 m 間隔の格子に切り、各格子内で各調査により得られた放熱量より、総放熱量分布図を描いたものが第7図である。この図より、調査地域内には野矢小学校の南西、水分峠北西、及び両者のほぼ中間の山間部に放熱量の大きい地区の存在することが明らかになった。特に最後のものは、これまでに地熱徴候がほとんど知られていないという点で興味深い。

これまでの調査から明らかのように、本調査地域は熱伝導による放熱量が温泉、噴気によるそれより大きい。このことはいわゆる薩南地域(湯原ほか, 1977)と同様に、現在天然及び開発によって放出されている地熱エネルギーに比して、地下に潜在している地熱エネルギーがかなり大きいと解釈することができる。特に調査地域のほぼ中間部には、天然の地熱徴候としては見るべきものがないにもかかわらず、熱伝導による放熱の大きい地帯が東西に走り、その東端において、20m 深で33.7°Cと42.0°Cの地温が観測されたことは特筆に値する。

(提出1979年4月12日)

文 献

- 地質調査所(1976) 全国地熱基礎調査報告書. no. 29, 涌蓋, p. 1-17.
- 地熱調査班(1955) 大分県野矢地熱地帯調査報告. 地調月報, vol. 6, p. 551-560.
- 地熱調査物探班(1955) 大分県地熱地帯の電気・放射能・地化学研究調査報告. 地調月報, vol. 6, p. 561-578.



第7図 野矢・水分地区の総放熱量分布 (kcal/sec) (文：野矢小学校)

福富孝治(1951) 1 m深の地中温度より温泉探査の可能性について. 北海道大学地球物理学研究報告, no. 1.

松本徭夫・坂田輝行・松尾孝一・林 正雄・山崎達雄(1973) 大分県九重火山北麓の火山地質.

九大生産科学研究所報告, no. 57.

湯原浩三・牛島恵輔(1977) 薩南地域放熱量調査報告. 地調月報, vol. 28, p. 33-56.

(受付: 1979年11月20日; 受理: 1980年7月5日)