

## 薩南地域放熱量調査報告

湯原 浩三\*・牛島 恵輔\*

### Ground Temperature Surveys and Thermal Discharge Measurements at Ibusuki and its Surrounding Geothermal Areas

Kozo YUHARA and Keisuke USHIJIMA

#### Abstract

Underground temperatures in 1 meter depth were measured at Ibusuki, Unagi, Nagasaki-bana and Fuseme geothermal areas, and several shallow bore holes up to 10 meter were also drilled in these areas to measure the ground temperatures and the geothermal gradients. Such temperature surveys were available to get informations of the underground thermal structures.

In the same geothermal areas, thermal discharges from hot springs, fumaroles, steam wells, steaming grounds and heat conduction through ground surface were measured. Total heat discharge from four geothermal areas amounts to  $39 \times 10^6$  cal/sec, in which 95.4% is thermal discharge with hot springs, 12% that with steam from wells, 2.7% that from steaming grounds, and 0.7% that by thermal conduction through soils.

#### 要 旨

昭和48年12月4日から昭和49年2月24日にかけて、鹿児島県指宿市および揖宿郡山川町内にある地熱地域において、1m深地温分布、10m深地温分布、表土の熱伝導率、温泉による放熱量、噴気井からの放熱量、噴気地からの放熱量の測定を行った。1m深および10m深地温分布はそれぞれの測定地で特徴ある傾向を示し、地下熱構造に関する有力な情報を提供するものとして解釈された。放熱量測定の結果によれば、全地域からの放熱量は  $39 \times 10^6$  cal/sec で、温泉による放熱の占める割合は95.4%、噴気井が1.2%、噴気地が2.7%、熱伝導による地表からの放熱が0.7%であった。地区別にみると、指宿ではほとんどが温泉による放熱であり、指宿西方の山地では100%が噴気地からの放熱である。また伏目では熱伝導による放熱が比較的大きかった。これらの今回の調査結果と、これまで地質調査所や電源開発㈱によって行われた調査結果を総合し、さらに詳しい精密調査を行うべき候補地点についても検討した。

#### 1. 緒 言

昭和48年12月4日から昭和49年2月24日にかけて、鹿

\*九州大学工学部、当所併任

児島県指宿市および揖宿郡山川町の地熱地域において、噴気孔、噴気井、温泉、噴気地、地表面からの熱伝導などの形態で、地中から大気中に放出されている熱量を測定した。調査地区は第1図に示すように、権現山、カオリン山、二五四高地、上玉利、権太郎巢目、指宿、鰻池、伏目、長崎鼻の各地区である。

太田(1966)、瀬谷(1966)によれば指宿市および山川町の地熱地域は、阿多カルデラの中にあり、阿多カルデラ内には輝石安山岩類が分布し、基盤は花崗岩類であると推定されている。現在の地形からみて、池田、池底、鰻池、成川および山川などのカルデラ群は、ほぼWNW-ESE方向に並んでいるので地下に顕著な構造線が存在すると推察される。これらの構造線がこの地域の地熱現象を根本的に支配しているものであることは疑い余地がない。噴気は主として、鰻池、権現などの指宿市街地の西方山地に分布している。噴気地帯に隣接する指宿平野には大量の温泉が湧出している。南部の海岸に近い伏目、長崎鼻にも温泉、噴気がある。

これらの地域では、これまで、地熱開発の目的で、多くの調査が行われているので、今回の放熱量調査の結果と過去の調査結果を併せて議論し、地下の熱構造を推定し、さらに進んだ調査を行う際の基礎資料としたい。

本調査を行うにあたって御協力を戴いた鹿児島県企画

部、指宿市、山川町の関係各位に対し厚く御礼申上げる。また、温泉に関する貴重な資料とその整理の指針を与えられた鹿児島大学理学部鎌田政明教授に深甚な謝意を表する次第である。

なお本調査の野外測定作業とその整理については住鉱コンサルタント(株)が当所外注作業として受注しこれを行ったものである。

2. これまでの調査結果の要約

これまでに行われた調査は第1表に示すとおりであ

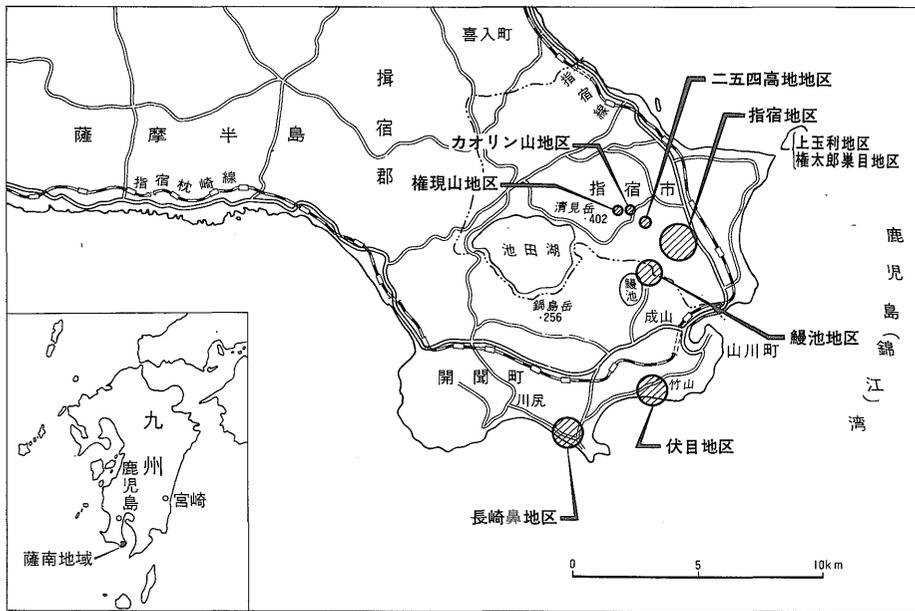
る。

以下にこれらの調査結果を要約する。

2.1 重力探査

1963年6月に実施された重力探査の結果では、等重力線は大局的には指宿半島の形状に類似な曲線を描き、北に高く(110 mgal 以上)、南東に低く(80 mgal 以下)なる傾向を示している。局部的に顕著な異常が認められるものの中から、今回の放熱量調査地域と関連のある事柄を列挙すれば次のようである。

- (1) 山川町南東部に、竹山から鰻池、成川におよぶ低重



第1図 鹿児島県薩南地域放熱量調査位置図

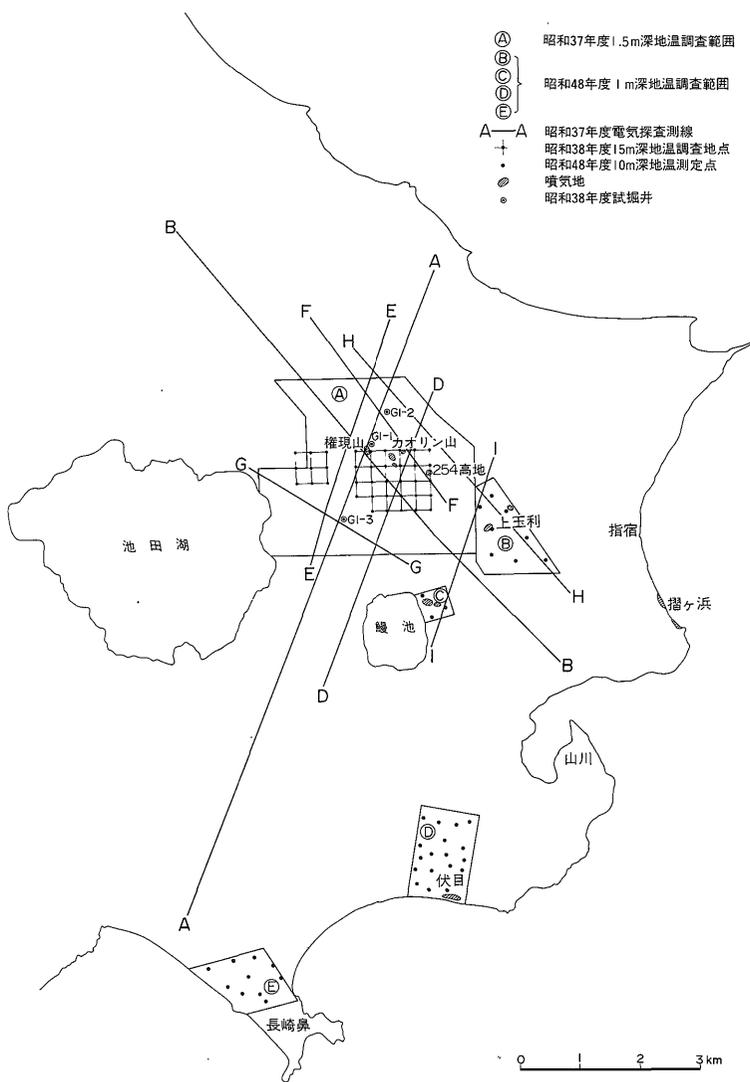
第1表 指宿地熱地帯においてこれまでに行われた調査

年 度	調 査 内 容	文 献
1962	電気探査 (8 測線 62.2 km, VES 118 点)	未公表 (電源開発KK資料)
"	地表地質調査	" ( " )
"	地温分布調査 (1.5 m 深720点, 15 m 深44点)	" ( " )
1963	ボーリング (500 m 深3本)	" ( " )
"	地温分布調査 (15 m 深38点)	" ( " )
"	放射能探査 (167点)	" ( " )
"	pH 測定 (23カ所)	" ( " )
"	重力探査	瀬谷 清 (地質調査所月報17巻)

- 力域が存在し、これらは爆発カルデラであると考えられている。
- (2) 山川町の低重力域の西縁で重力傾度が東西方向に大となっている。この低重力域で基盤の陥没形状が推定される。
  - (3) 鍋島岳南部の高重力域と川尻の低重力域の間で重力傾度が南北方向に急増し、ここに断層の存在が推定できる。

2.2 電気探査

- 電源開発(株) (1964) が CG<sup>注1)</sup> に委託して行った電気探査の測線位置を第2図に示す。この電気探査の結果によれば、基盤の比抵抗値は 100Ω-m 以上、それより上部の比抵抗値は 3 - 8Ω-m 帯と 20 - 30Ω-m 帯とがあり、両者の間には断層が考えられた。基盤の構造としては、
- (1) A 測線にそって、H 測線との交点から G 測線との交点までの間
  - (2) B 測線にそって、A 測線との交点から北西方向へ約
- 1) フランスの物探会社 (Compagnie Generale de Geophysique の略)



第2図 薩南地域の電気探査と地温探査

2 km の範囲

(3) B測線とI測線の交点付近

の3カ所にホルストが存在し、その部分の基盤深度は500-600mと推定された。また、電気探査の結果によって、基盤のずれ、表層堆積物の厚さとその比抵抗の変化などから、9本の断層が推定されている。

2.3 地温分布調査

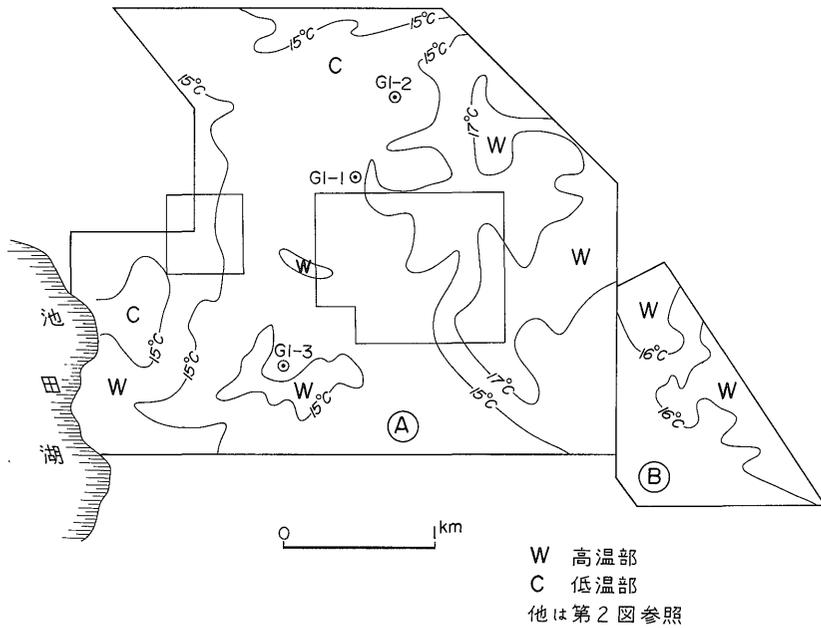
昭和37年度は電源開発院(1964)によって第2図Aで示す範囲で、主として1.5m深の地温測定が行われた。その結果、第3図に示すように、A地域の北東側に高温部があり、南西側はやや高温で、中央部は低温であった。北東側の高温帯は、権現山、カオリン山、二五四高地などの変質帯を含み、東方の指宿温泉地帯にまで広が

っているように見える。

昭和38年度には、前年度の結果にもとづき、権現山、カオリン山両変質帯を含む範囲、および電気探査で基盤の上昇が認められた清見岳東麓において、15m深の測定孔を250m間隔の格子状に配置し、5m深、10m深、15m深の地温測定が行われた。その結果によれば、各深度共変質帯を含む地域は高温で、15m深で87.5°Cに達した地点もあったが、清見岳東麓では地温は低かった。

2.4 ボーリング調査

電気探査、重力探査より推定された基盤隆起部に3本のボーリングが行われた。ボーリングの位置は第2図に示す。深度はGI-1、GI-2が500m、GI-3が600mであった。各孔井とも基盤には達しなかったため、電気探査か

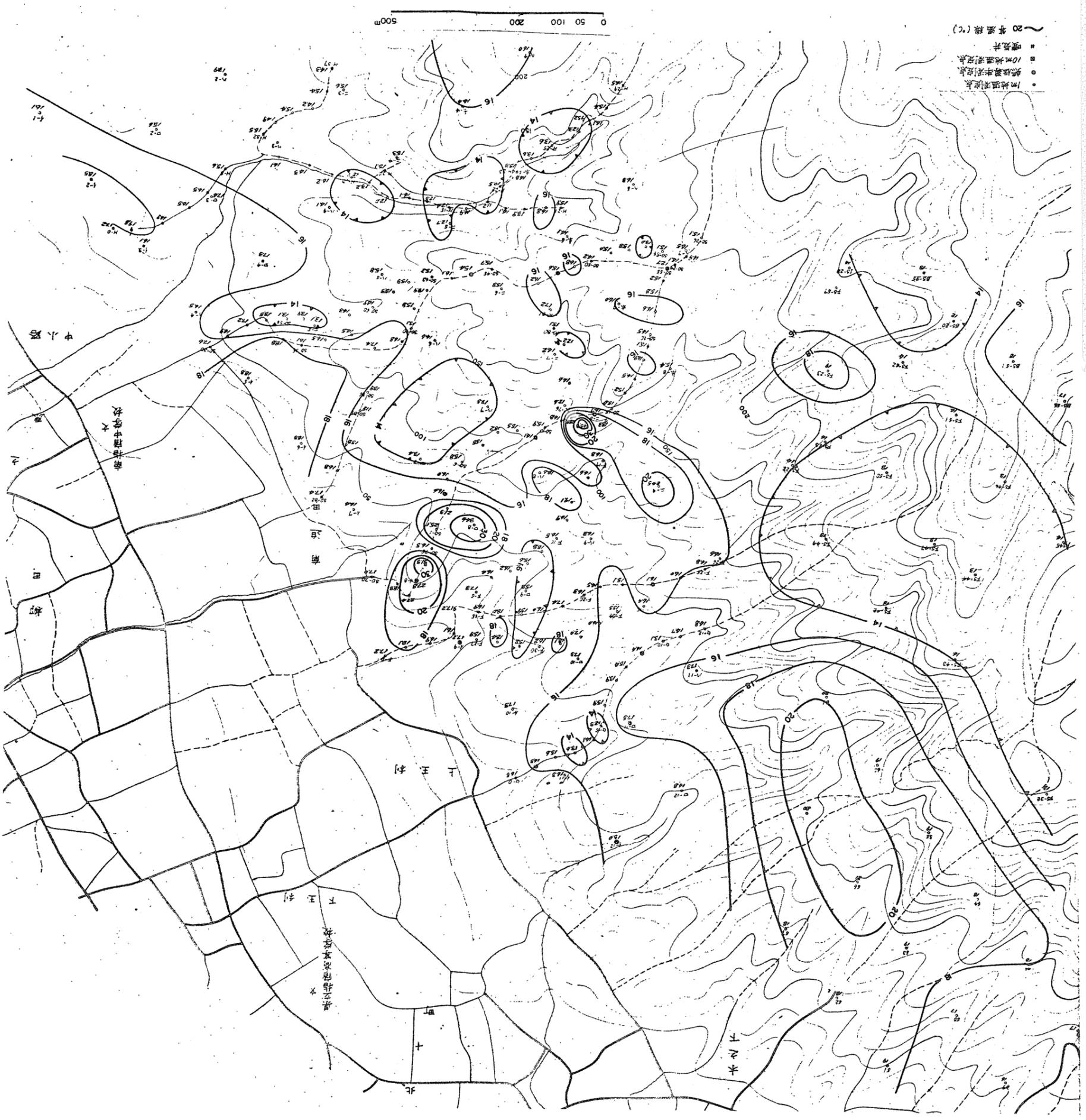


第3図 1.5 m 地温測定結果 (A, B地区)

第2表 鹿児島県薩南地域放熱量調査実施内容 (数字は調査数)

調査項目	地区	指宿	成川	鰻池	長崎鼻	児ヶ水	川尻	伏目	摺ヶ浜	上玉利	254高地	権太郎スメ	権現山	カオリン山	合計
温泉による放熱量		698	65	5	24	22	5								819
噴気井からの放熱量		1			1			4							6
噴気地からの放熱量				34				6	4	14	4		13	10	85
1 m 深地温分布		210		140	206			342	32	19	9	9	15		982
10 m 深地温分布		8		4	10			18							40
熱伝導率測定		13		16	21			31							81

第4图 指宿地区放熱量調査地温分布图 (1m深)



● 1m地温測定点  
○ 10m地温測定点  
\* 観測井  
~ 20等温線 (°C)

0 50 100 200 500m

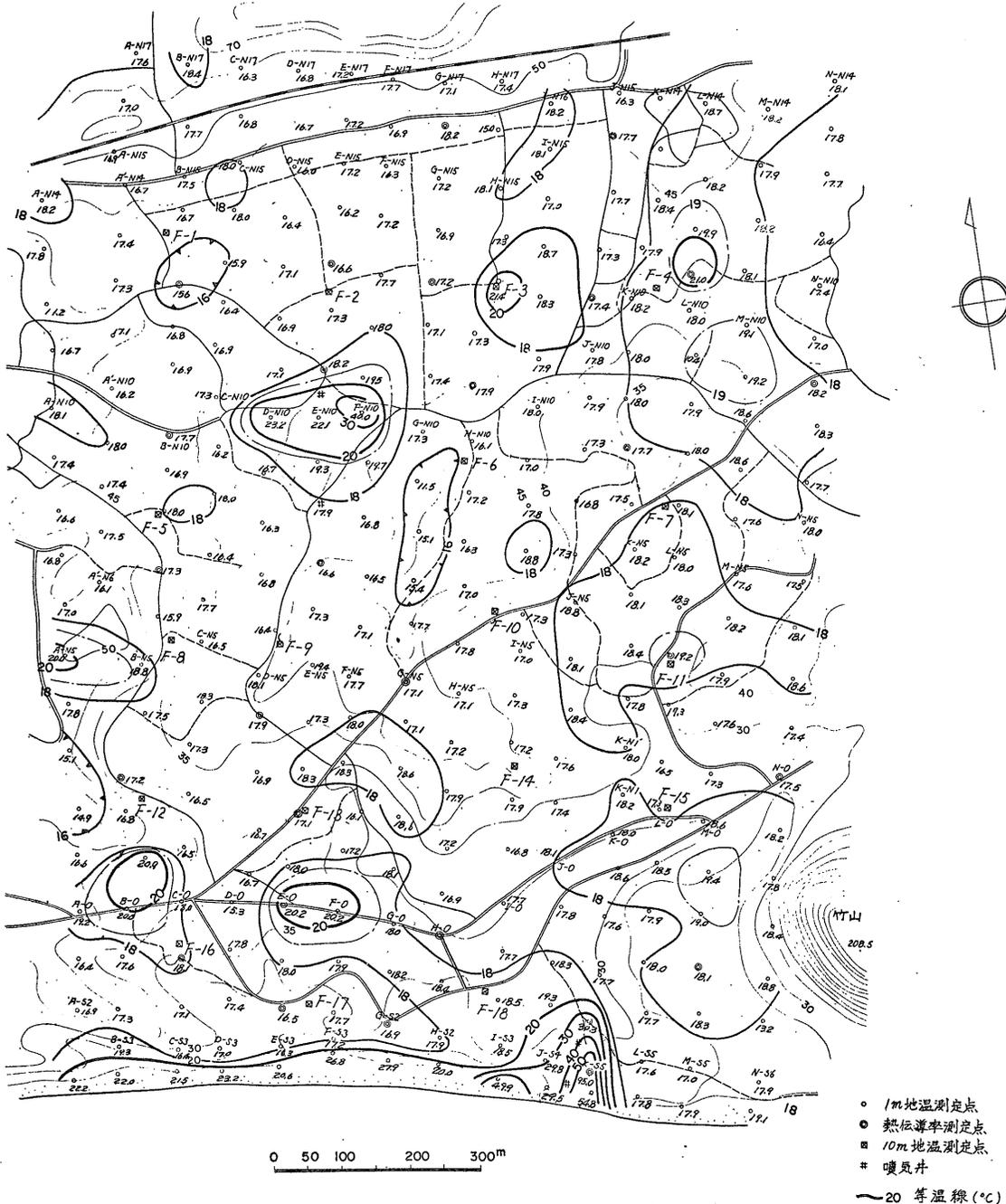


ら推定された基盤深度500-600mを修正し、それを700-800mであろうと推定した。孔底温度はGI-1で109℃, GI-2で95℃, GI-3で143℃であった。またGI-3では深さとともに順調な温度上昇を示したことから、当地区の深部に熱供給源の存在することは確実であると結論して

いる。

### 3. 昭和48年度調査の方法と目的

従来から地熱調査を目的として、いろいろな調査方法や探査方法が用いられているが、地熱調査が地下にある



高温の流体または岩体の存在を知ることを目的とする以上、熱という物理量を用いて調査や探査を進めるのが最も直接的であると思われる。そこで今回は、地熱現象による放熱量の測定、浅層の地中温度分布の測定を行い、それらの結果より地下の熱構造を推定することを試みる。調査内容は第2表に示す。

#### 4. 1 m深地温分布調査

まず、地中温度分布の異常を大まかに知る目的で、指宿西部、鰻、伏目、長崎鼻の各地区で1 m深地温分布が測定された。測定範囲は第2図の③-⑥に示されているが、その中の③地域は前述の昭和37年度に調査された④地区に接しており、④地区内の北東部に高温帯の拡がりを探ることを目的とした。③-⑥地区はそれぞれの地域での噴気、温泉などの地熱徴候に関連した地下熱源の状態を推定するための調査である。

各測定値に年変化補正を施した1 m深地温分布を第4

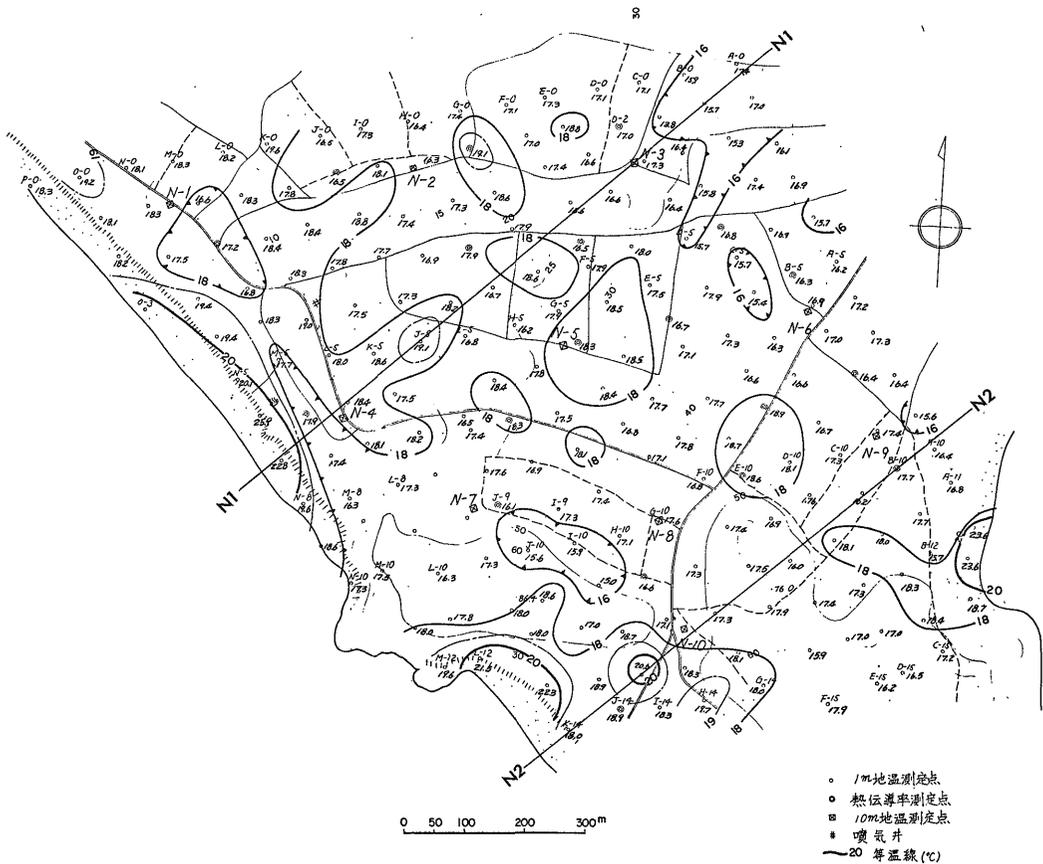
図-第7図に示す。第4図に示された指宿西部では、観測時期が異なるため④地区と⑥地区の等温線が完全につながらないのは当然であるが、第3図に示したように、④地区内で示された北東部に高温帯があるという傾向は⑥地区でもやはり保たれている。

第5図に示された鰻地区では、噴気地を中心に100℃前後の高温部が4カ所存在するが、それらは目玉状に存在し、互いには独立しているように見える。

第6図に示された伏目地区では、海岸の噴気地以外に、高温部が全域に不規則に分布しているが、敢ていえば、東辺に南北方向の高温帯が存在するように見える。

第7図に示された長崎鼻地区では、WNW-ESE方向に高温部のつながりが見られる。

著者の一人湯原(1955)は、かつて1 m深地温分布から地下熱源を推定する方法を提出した。この方法は地下に円筒状熱源を仮定し、実測された地下1 m深の地温分布から、地下の熱源の温度を与えて、深度、熱源半径な



第7図 山川長崎鼻地区放熱量調査地温分布図 (1 m 深)

第3表 1m 深地温分布からの熱源推定 (指宿西部地区)

		I 1	I 2 W	I 2 E	I 3 W	I 3	I 3 E
$O_b = 50^\circ\text{C}$	$d_m$	73	18	7	13	20	24
$O_b = 100$		127	34	13	24	37	44
$O_b = 50$	$r_m$	213	92	88	66	109	114
$O_b = 100$		80	38	41	27	46	47
熱移動の方向		SW←NE	SW↑NE	SW→NE	SW→NE	SW→NE	SW→NE

第4表 1m 深地温分布からの熱源推定 (鰻地区)

		U 1 W	U 1 E	U 2	U 3	U 4
$O_b = 50^\circ\text{C}$	$d_m$	5	5	4	4	5
$O_b = 100$		9	9	8	10	9
$O_b = 50$	$r_m$	26	198	31	49	29
$O_b = 100$		11	97	14	21	12
熱移動の方向		SW↑NE	SW?NE	SW←NE	SW←NE	SW←NE

第5表 1m 深地温分布からの熱源推定 (伏目地区)

		F 1 W	F 1 E	F 2	F 3	F 4 N	F 4 S
$O_b = 50^\circ\text{C}$	$d_m$	54	26	58	11	51	51
$O_b = 100$		69	26	69	17	69	61
$O_b = 50$	$r_m$	17	—	12	8	21	11
$O_b = 100$		—	—	—	—	—	—
熱移動の方向		SW←NE	SW→NE	SW→NE	NW↑SE	N↑S	N→S

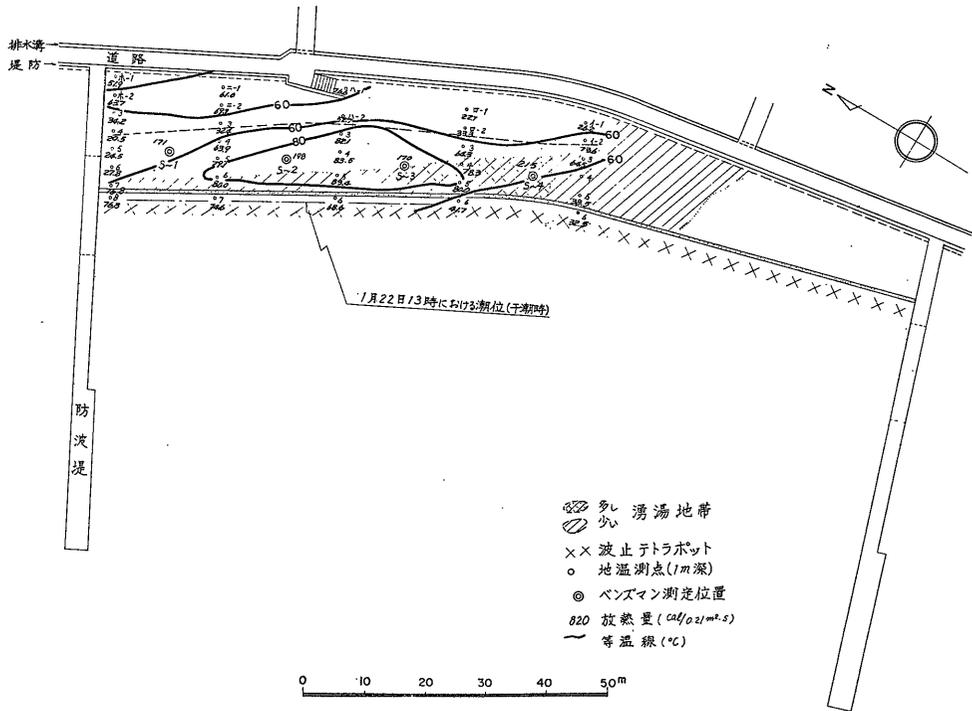
などを決定する方法である。実際には、実測された1m深地温の地理的分布の高温帯に直角な測線をとって、最高温部に原点をおき温度断面図を描くと、円筒状熱源の理論曲線とは異なり、非対称な曲線が得られることがしばしばある。この場合には、 $x_i$  が小さい側で湯原の方法によって熱源を推定し、 $x_i$  が小さい側から大きい側へ、すなわち温度断面図において勾配の急な側から緩やかな方向へ熱源から流体が移動していると解釈することができる。このことは、埋設管から流体が浸出する場合の温度分布について Robert and Warren (1973) が実験的に確認している。このような考え方で温度断面図を検討してみると、熱源の半径、深度のみならず、熱流体の移動方向をも推定できる。

指宿西部地区では、第4図 I-1, I-2, I-3 のような断面をとり解析を行った。熱源の温度を  $O_b$  (°C)、熱源の半

径を  $r$  (m)、熱源までの深さを  $d$  (m) で表わすと、解析結果は第3表に示したようになる。これによると、流体は北部では北東から南西へ、中央部から南部では南西から北東方向へ移動していることになる。また熱源の深さから判断しても、前者は  $O_b = 50^\circ\text{C}$  のとき73mで、後者はすべて24mよりも浅い。すなわち、北部から流れて来た流体が中央より南で浅所に上昇し、浅層を北東へ流れているものと推定される。

鰻地区の解析結果は第4表に示す。この地区では深度10m前後で  $100^\circ\text{C}$  の温度が期待され、熱は主として北東の山側から供給されていると考えられる。

伏目地区の解析結果は第5表に示すが、 $O_b = 100^\circ\text{C}$  とすると熱源半径が決まらないことがこの地区の特徴である。また、指宿、鰻地区のような地表近くでの横方向の熱の流れは明らかではなく、熱の供給は地下深部からと



第8図 摺ヶ浜地区噴気地放熱量および地温分布図 (1 m 深)

見られる。

長崎鼻地区では第7図のN1, N2断面をとって解析すると熱は海岸(南西)方向から供給されていることがわかるが、 $O_0 = 50^\circ\text{C}$ とすると  $d = 61\text{ m}$ で、熱源の半径は決まらない。

噴気孔の存在する摺ヶ浜, 上玉利, 二五四高地, 権現山においては, 細かい1 m深地温分布調査が行われた。その結果を噴気地放熱量の測定値とともに第8図-第11図に示す。

### 5. 10m深地温分布調査

指宿, 鰻池, 伏目, 長崎鼻の各地区では, 10m深度の調査井を掘さくし, 掘さく終了後24時間放置して孔内温度の回復を待って, 1 m間隔で10m深度までの温度を測定した。

指宿西部地区では10m深調査孔が8本掘さくされた。その位置は第12図に示す。そのうち, 1-4は孔底温度 $59.2^\circ\text{C}$ で地温勾配は正常なものの164倍に達する。10m深地温の分布を見ると, 北西-南東方向に高温部が走っていることがわかる。この方向は1 m深地温の高温部の方向(第3図参照), さらにこの地方の大きな構造線の方向とも一致する。

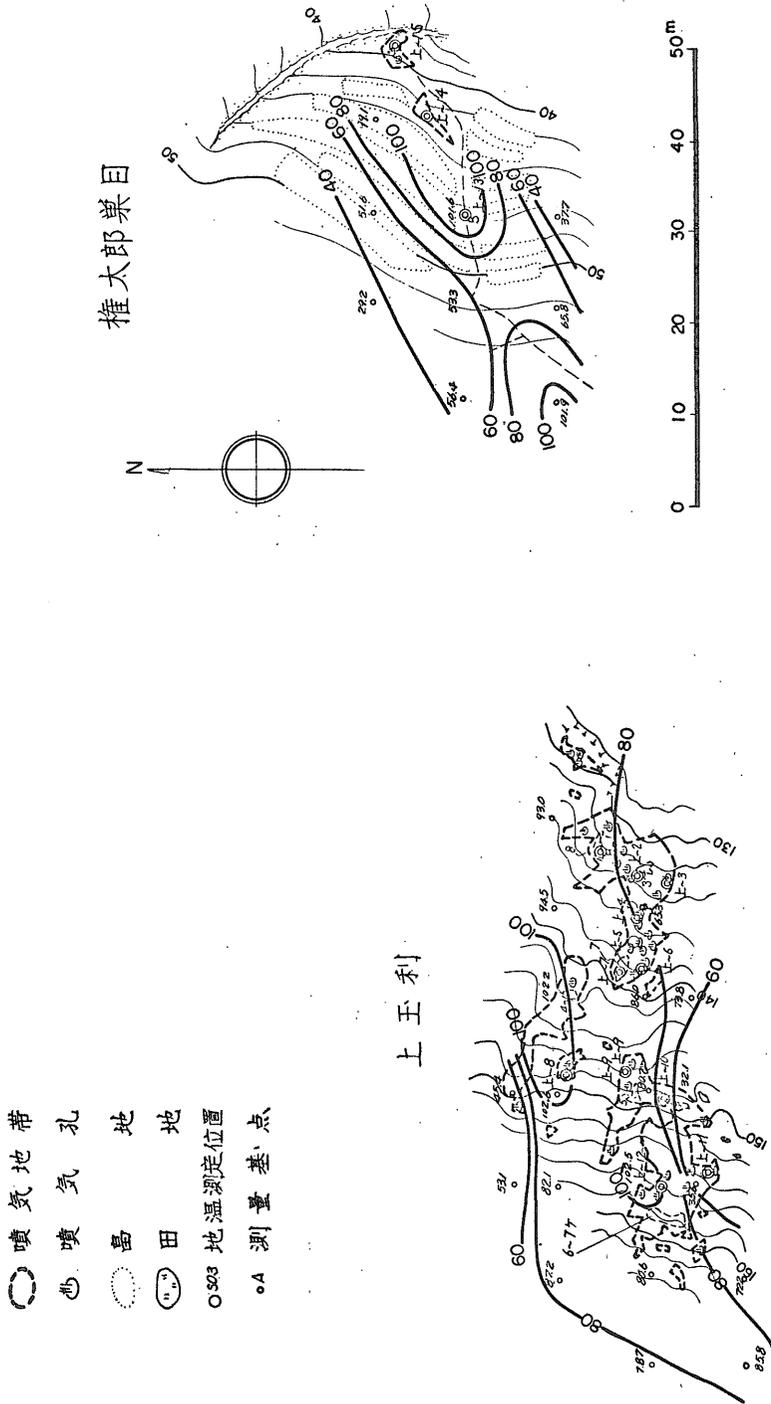
鰻地区には10m深調査孔が4本掘られた。孔井位置および地温分布を第13図に示す。最高温度はU-2で孔底温度 $104.2^\circ\text{C}$ , 地温勾配が正常の289倍であった。地温分布はこのU-2を中心として同心円状になっている。

長崎鼻地区では10本の調査孔が掘られた。第14図に見られるように, N-4孔井の孔底温度が $36.2^\circ\text{C}$ で, 地温勾配が67倍であった以外は, 地中温度は一般に低く, 地温勾配も正常の10倍以下であった。地温分布の傾向からは西方海岸から東方に熱の流れがあるように見える。

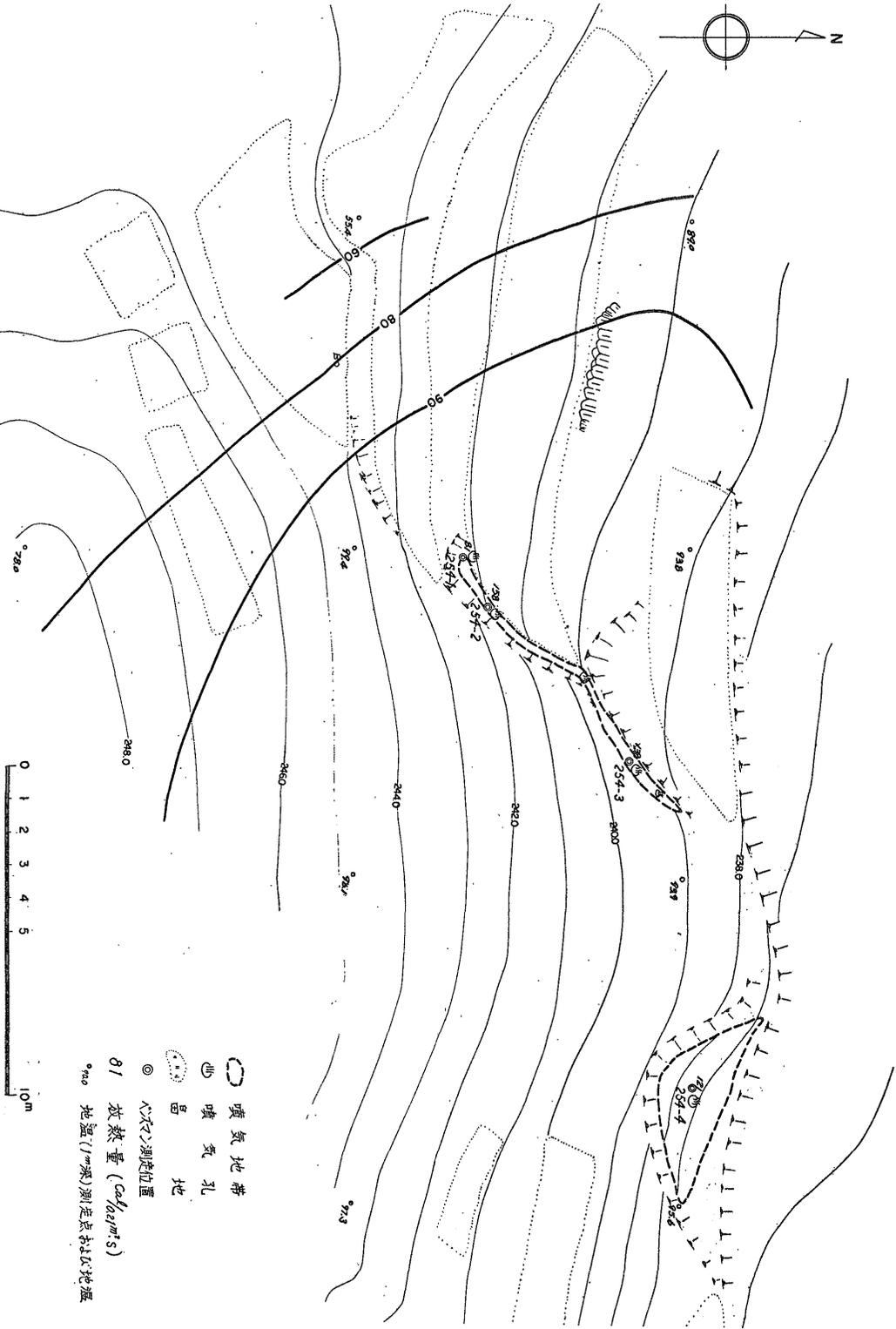
伏目地区には第15図に示したように18本の調査孔が掘られた。最高地温はF-3の $89.5^\circ\text{C}$ , これは地温勾配も正常の252倍であった。地温分布から見た全体の傾向としては, この地区の東側で, 北から南への熱の流れが明らかであり, 南部の海岸にも高温部がある。

### 6. 噴気井, 噴気地からの放熱量

指宿(1本), 長崎鼻(1本), および伏目(4本)に存在する噴気井から放出される噴気について, 湯原等(1969)の方法によって, 温度, 密度, 噴出水量を測定して, 湿度, 噴出熱量などを算出した。第6表に噴気温度, 噴気密度およびそれから計算した噴出量と噴出熱量の値を示す。

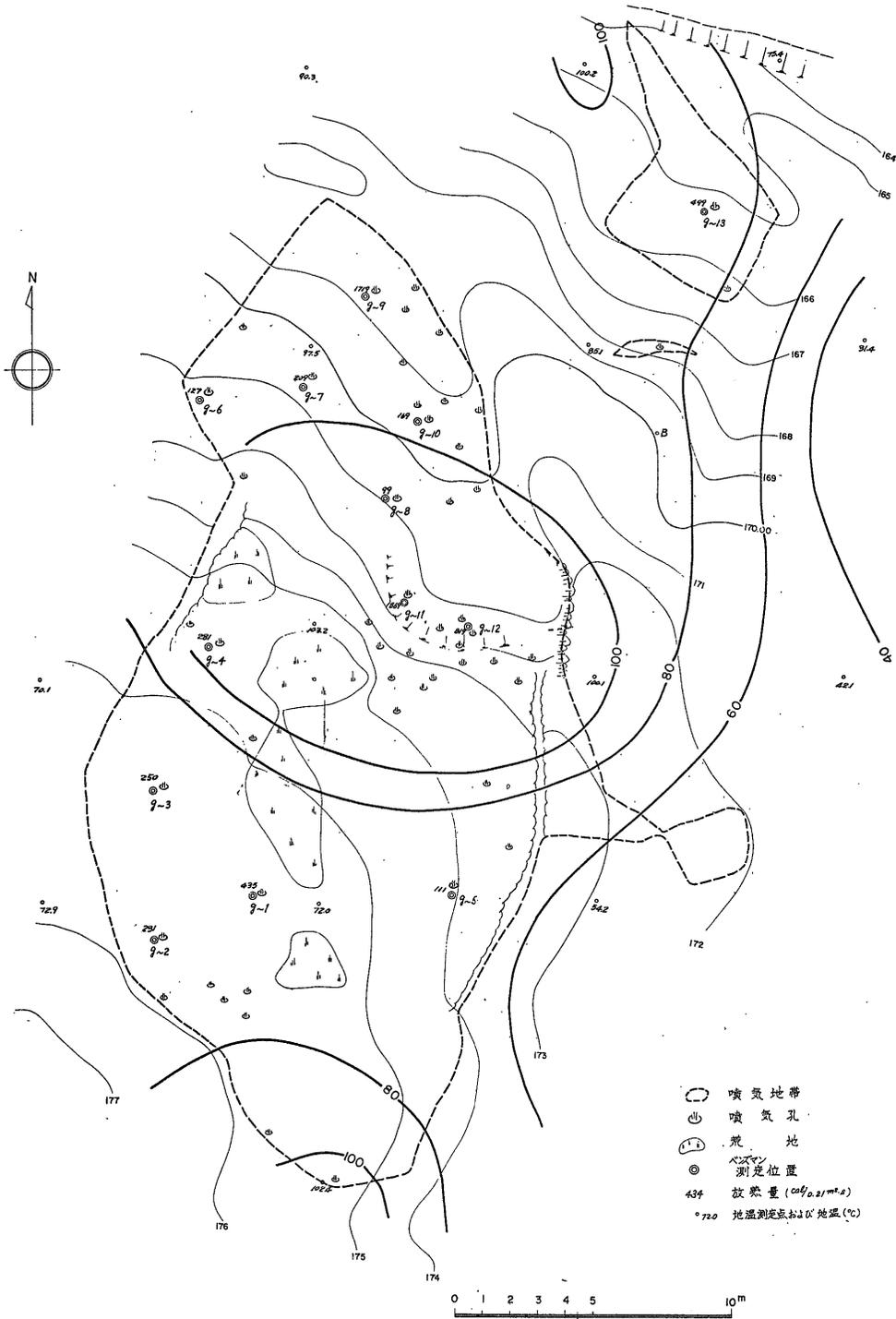


第9図 上王利一権太郎菜目地区噴気地放熱量および地温分布図 (1 m 深)

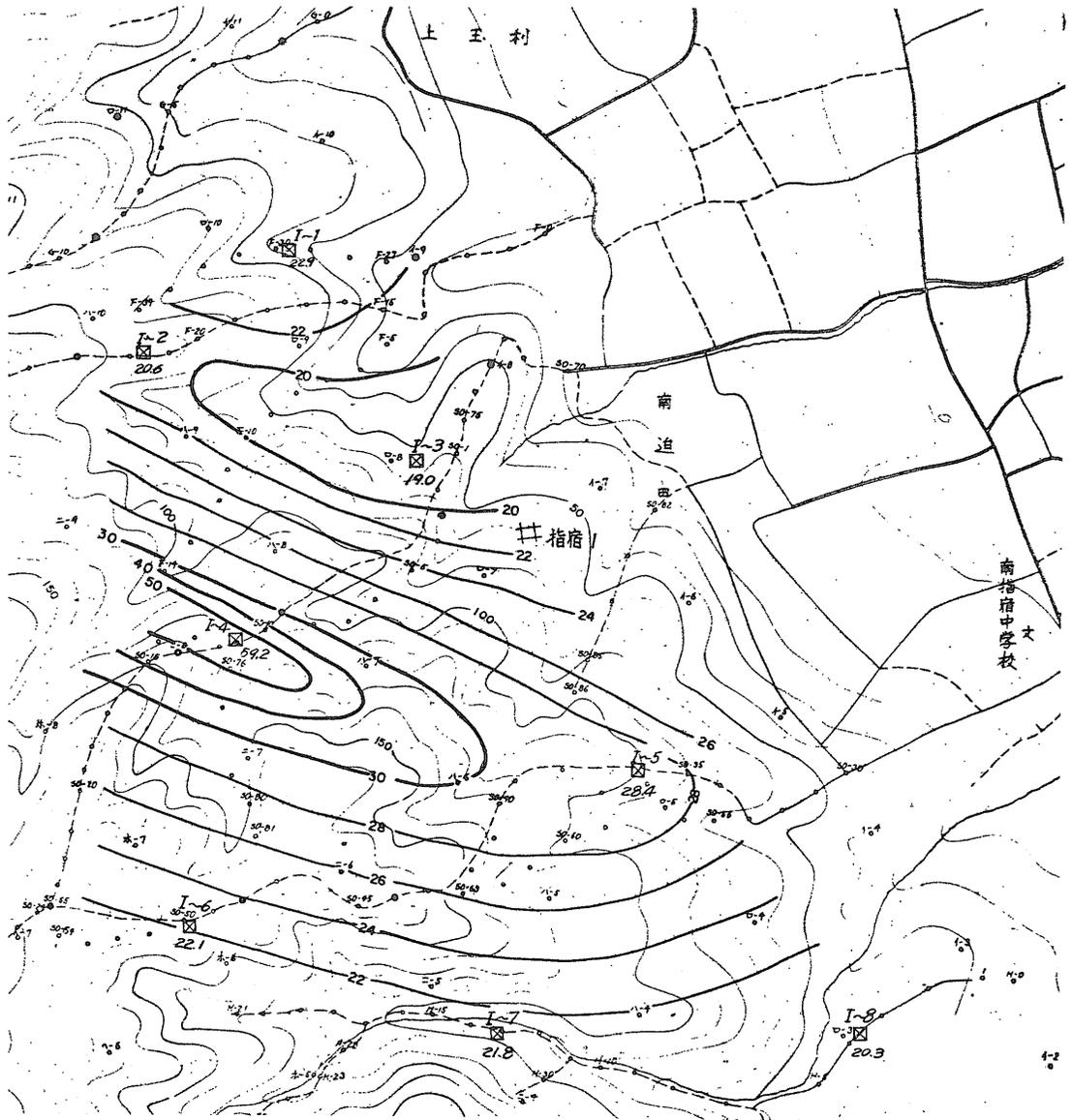


- 噴気地帯
- 噴気孔地帯
- ◎ 測定位置
- 01 放熱量 ( $\text{Cal/cm}^2\text{S}$ )
- 710 地温 (1m深) 測定点の地温

第10図 二五四高地地区噴気地帯放熱量および地温分布図 (1m深)



第11圖 権現山地区地温分布図 (1 m 深)

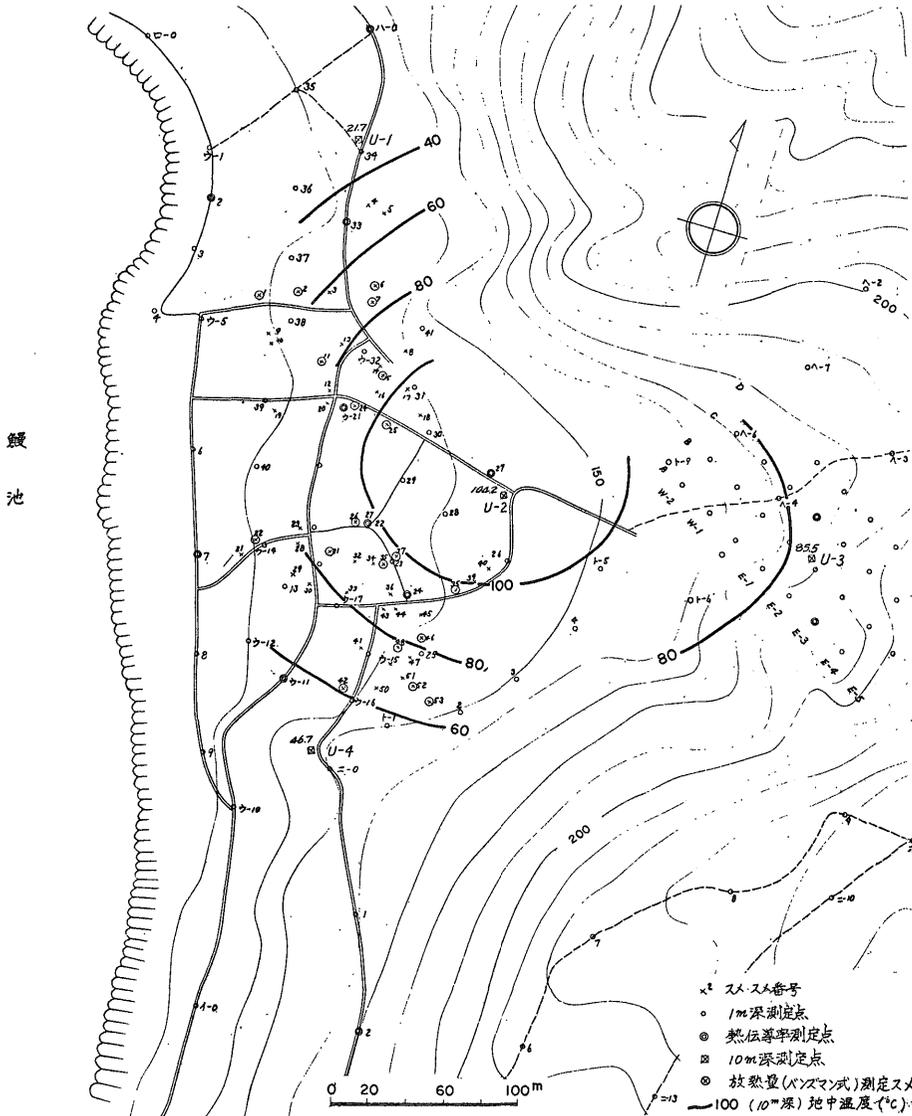


第12図 指宿地区放熱量調査地温分布図 (10 m 深)

第2表に示すように鰐池 (34カ所), 伏目 (6カ所), 摺ケ浜 (4カ所), 上玉利 (14カ所), 二五四高地 (4カ所), 権現山 (13カ所), カオリン山 (10カ所) に計85カ所の噴気地が分布している。噴気地および噴気孔の位置, 広さ, およびその分布を平板, ポケットコンパス, アリゲードによって測量し, 適当な縮尺で図示したものが第8図-第11図および第16図-第19図である。測定は Benseman (1959) の地熱熱量計を用いて測定した。

### 7. 温泉による放熱量

調査地域には温泉孔が 819あり, 現地での実測のほか, 鹿児島温泉研究会 (1965, 1971) の既存資料を利用して, 地区別に分類し, 湧出量, 深度, 泉温, 孔底温度などを調査した。第20図は指宿地区の泉温の等温線図である。これを見れば, 指宿市街の西方の山地に高温部があり, 二月田, 摺ケ浜付近ではそれが東方に張り出して



第13図 山川鰻地区放熱量調査地温分布図 (10 m 深)

いる様子がよくわかる。

温泉による放熱量は次式で算定した。

$$Q = \eta M (O - O_0) \quad (1)$$

ここにMは温泉の質量湧出量、Oは泉温、O<sub>0</sub>は基準温度、ηは温泉の利用率を表わす係数で、動力揚湯の場合は年間利用率から単位時間の値に換算したもの、自然湧出の場合は1である。またO<sub>0</sub>は基準温度で、ここでは便宜上0℃を採用した。湧出孔ごとに(1)式で計算した値を積算すると、指宿地区で31,400 kcal/sec、長崎鼻地区で4,850 kcal/sec という結果が得られた。

### 8. 熱伝導による地表からの放熱量

熱伝導による熱流量を測定するために、深さ1mと0.5mの地中温度を同時に測定し温度勾配を計算し、一方81測点で非常法によって深さ1mまでの表土の平均熱伝導率を測定した。これらの熱伝導率と地温勾配から熱流量を計算し、指宿、鰻、長崎鼻、および伏目地区について等熱流量線図を作成した。これを第21図-第24図に示す。

第21図に示した指宿地区では、伝導熱流量の分布は等

値線の形からみると10m深地温分布(第12図)とは異なっているように見えるが、これは放熱量の測定点が、地温測定点に比べて粗で偏っていたためと思われる。

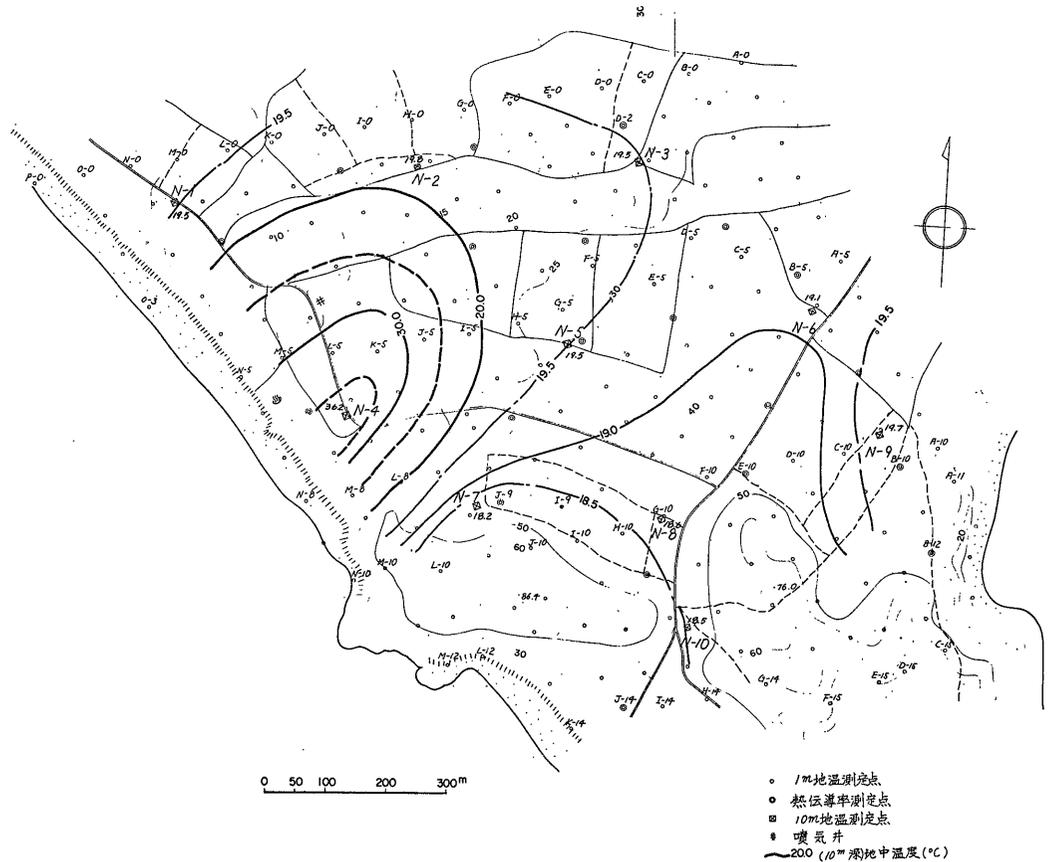
第22図に示した鰻地区では、放熱量も地温分布と同様、同心円状に分布している。

第23図に示した長崎鼻地区では、放熱量の大きい地点

がWNW-ESE方向に分布しているのがはっきりとわかる。これは1m深地温の分布の傾向と一致する。

第24図に示した伏目地区では、この地区の北東と海岸に顕著な高熱流量部がある。これらは、1m深地温、10m深地温の傾向とよく一致する。

等熱流量線図において、相隣れる等熱流量線間の平均

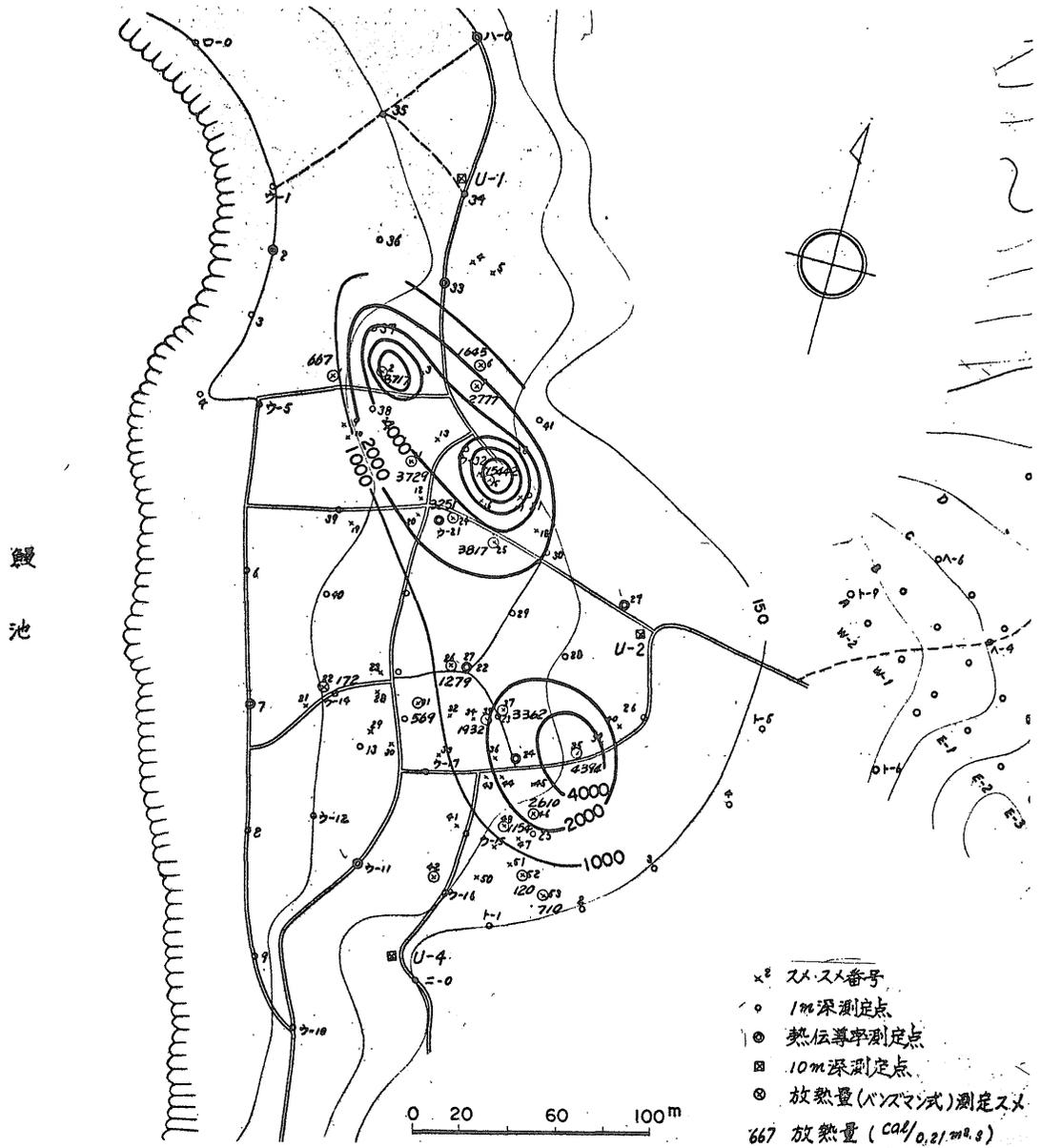


第14図 山川長崎鼻地区放熱量調査地温分布図(10m深)

第6表 噴気井からの噴気の温度、密度、噴出水量、噴出熱量

No.	深度 m	温度 °C	密度 g/cm <sup>3</sup>	噴出水量(kg/sec)			噴出熱量(kcal/sec)			湿度	備考
				飽和水	飽和蒸気	計	飽和水	飽和蒸気	計		
1	146	151	—	—	—	—	—	—	70	—	指宿 1
2	216	99	0.0230	10.300	0.260	10.560	1,020.0	165.9	1,185.9	0.97	長崎鼻 1
3	120	100	0.0041	0.790	0.140	0.930	79.0	89.0	168.0	0.85	伏目 1
4	70	100	0.0020	0.083	0.036	0.119	8.3	23.0	31.3	0.36	伏目 2
5	100	100	0.0031	0.041	0.039	0.080	4.1	24.9	29.0	0.51	伏目 3
6	150	100	0.0018	0.500	0.230	0.730	49.0	146.7	195.7	0.68	伏目 4





第16図 山川鰻地区放熱量調査噴気孔巣目放熱量図

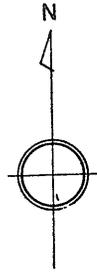
### 10. 地熱精密調査の候補地点の選定

薩南地域全域には、今回調査した所も含めて多くの地熱地域があって、地下に大きな地熱エネルギーが埋蔵されていることは疑う余地がない。

全国地熱基礎調査の放熱量調査は、それによって調査地域の地下の地熱ポテンシャルを推定し、さらに進んだ

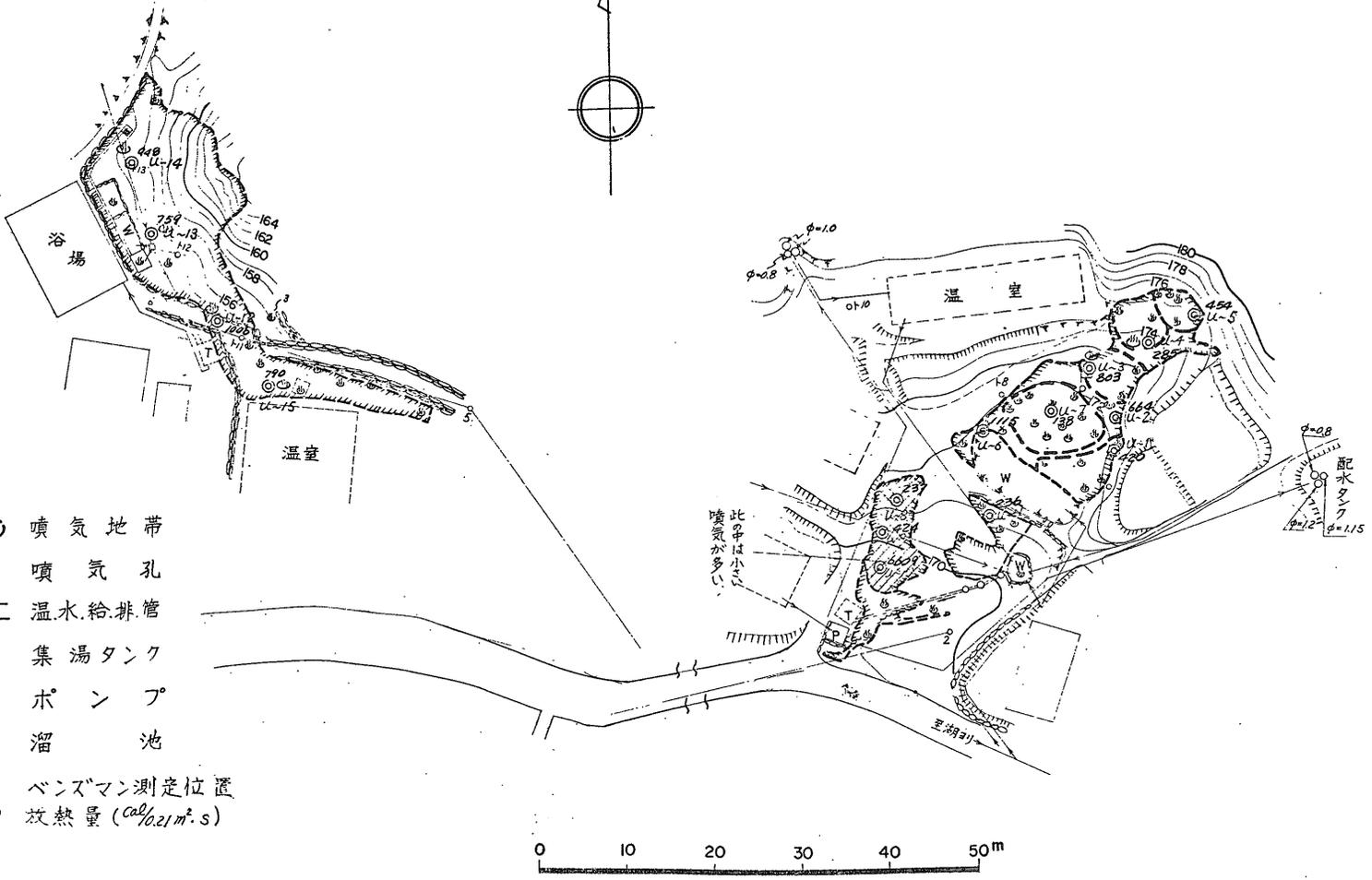
精密調査を行うことを目的としている。したがって、これまでに述べて来た調査結果にもとづき、薩南地域内での精密調査の候補地点を選定する。

指宿地域は摺ヶ浜も含めて大きな地熱地域であり、放熱量は 32,240 kcal/sec にも及ぶが、そのほとんどは温泉の湧出に伴うものであり、すでに著名な温泉地として開発が進んでいるので、今後の地熱開発の対象地としては

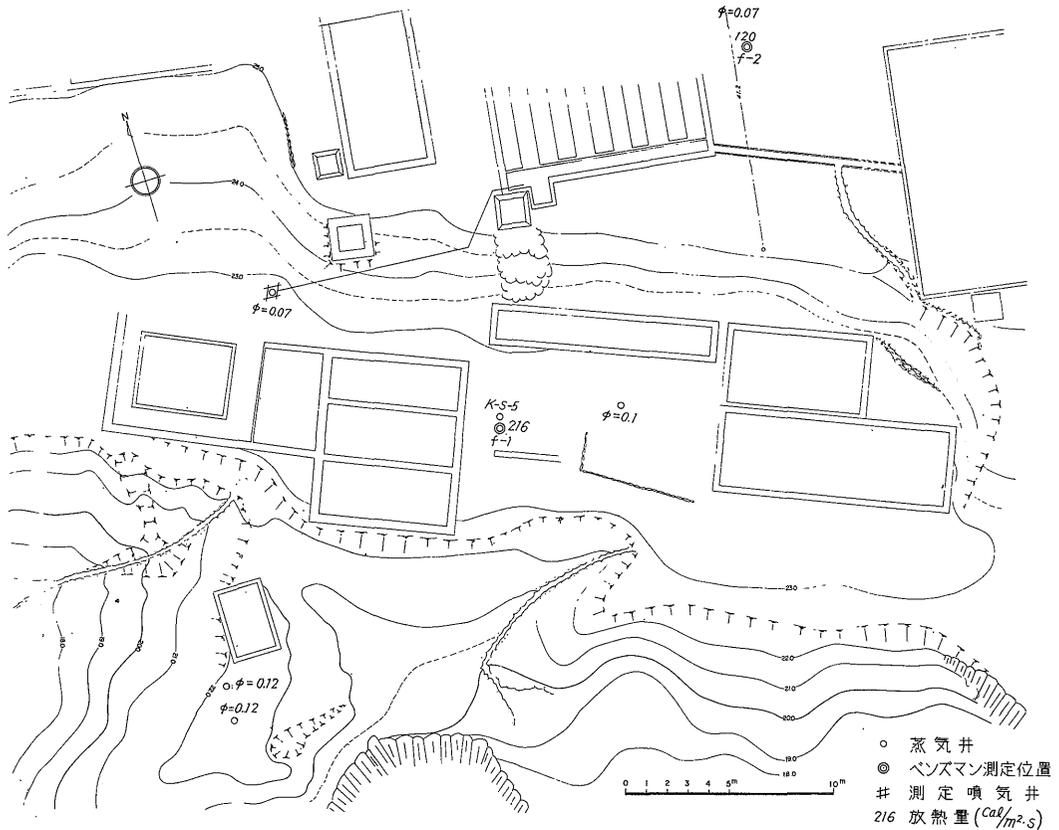


50—(50)

- 噴気地帯
- ☩ 噴気孔
- ⇄ 温水給排水管
- T 集湯タンク
- P ポンプ
- W 溜池
- ◎ ベンズマン測定位置
- 420 放熱量 ( $\text{cal}/\text{0.21m}^2 \cdot \text{s}$ )



第17図 鰻地区噴気地放熱量図



第18図 伏目地区噴気地放熱量図

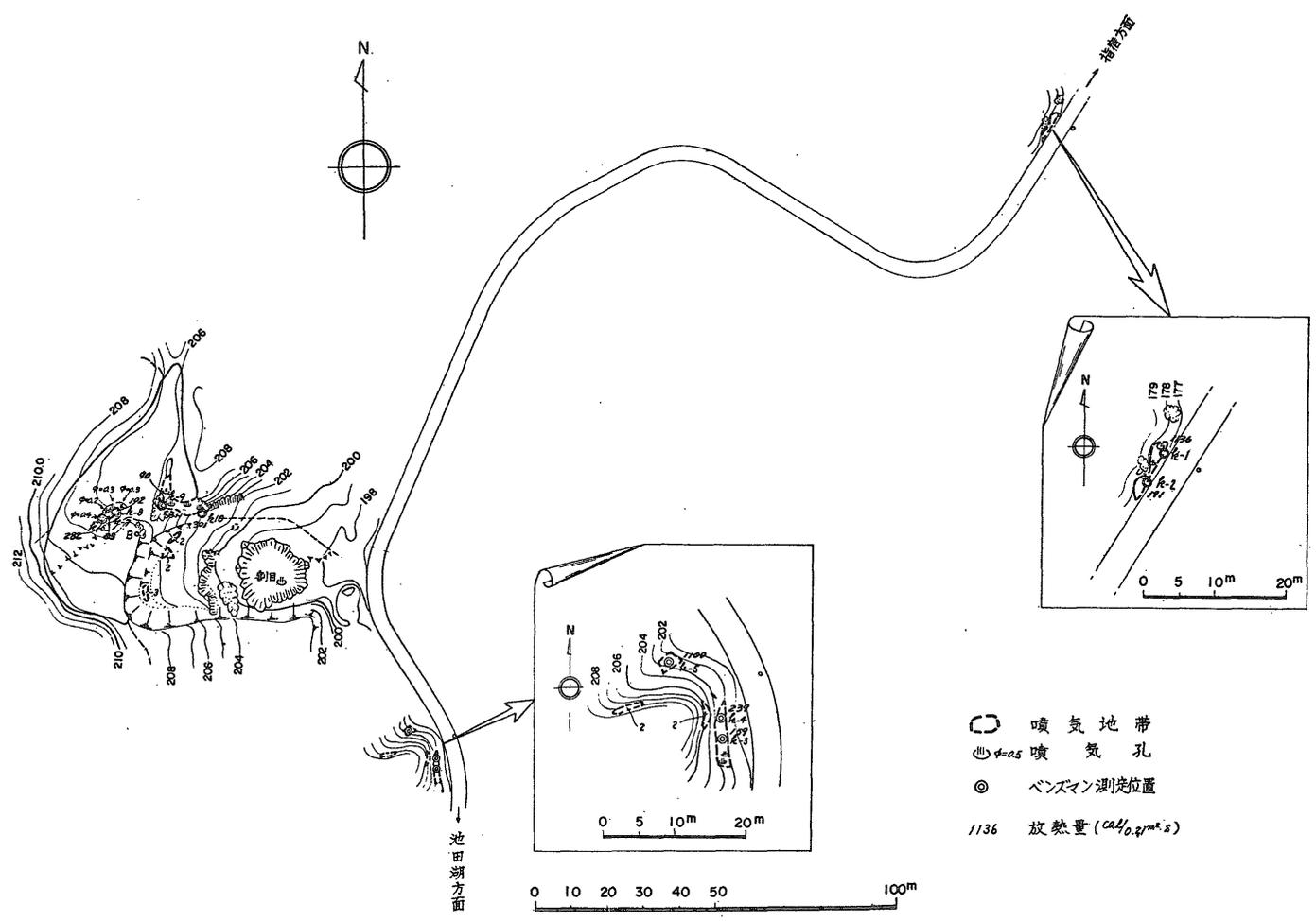
不適當である。したがって、精密調査の候補地としても不適當である。

指宿に隣接する西方地域では、上玉利、権太郎巢目、二五四高地、カオリン山、権現山などの自然噴気地が散在しており、昭和37年、昭和38年に実施された電源開発院による調査および今回の調査によって、広い範囲に地下熱源が存在していることが明らかになっている。しかし、昭和38年には前述のように3本の試錐が行なわれたことでもあり、今回の精密調査は他地区にゆずるのが適當と思われる。

鰻地域は地熱徴候が顕著であるけれども、地温調査、熱流量調査などから見て、地下熱源は比較的狭い地域に集中しているように思われる。また10m深調査孔で104.2℃の高温が観測されたが、これは噴気地の中に位置するもので、この地温をもたらず熱源は既知のものであるといえる。1m深地温分布からは、熱が北東の山側から供給されているように見えたので、むしろ北東

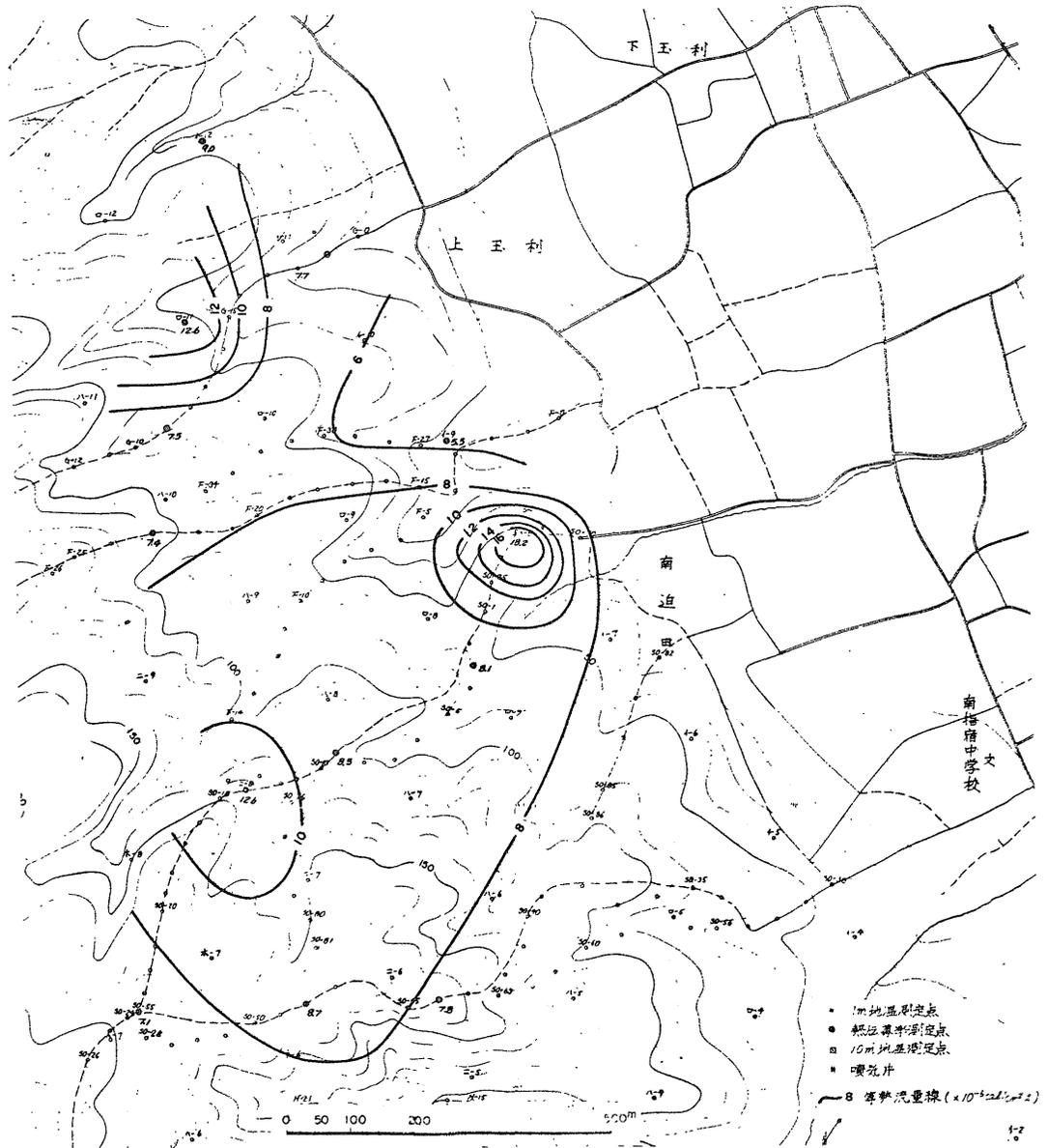
方向の地下熱構造を知ることが望ましい。しかし、鰻池地区の北東の山側は前述の指宿西部地域に連なるので、前と同じ理由で精密調査の候補地としては他地区にゆずるのが適當である。

伏目地区は海岸に小さな噴気地と弱い噴気井があり、内陸部にも1、2本の弱い噴気井があるが全放熱量はそんなに多くはない。しかし、前節で述べたように、熱伝導による放熱量の割合が他地区に比べて大きい。このことは、現在のところ、天然および開発による地熱エネルギーの放出が少ないけれども、地下に潜在している地熱エネルギーはかなり大きいことを暗示していると解釈することができる。しかもその位置は、調査地域の東半部にあると推定できる。また10m深の調査孔で孔底温度が89.5℃であったことは特筆に値する。この地域はこれまでボーリングが行われた例は少なく、地下の熱構造はあまりわかっていない。したがって、精密調査として500m程度の試錐を行ない、放熱量調査によって推定された



第19図 カオリン山地区噴気地放熱量図

地下熱源の存在を確認することはきわめて有意義である  
と思われる。

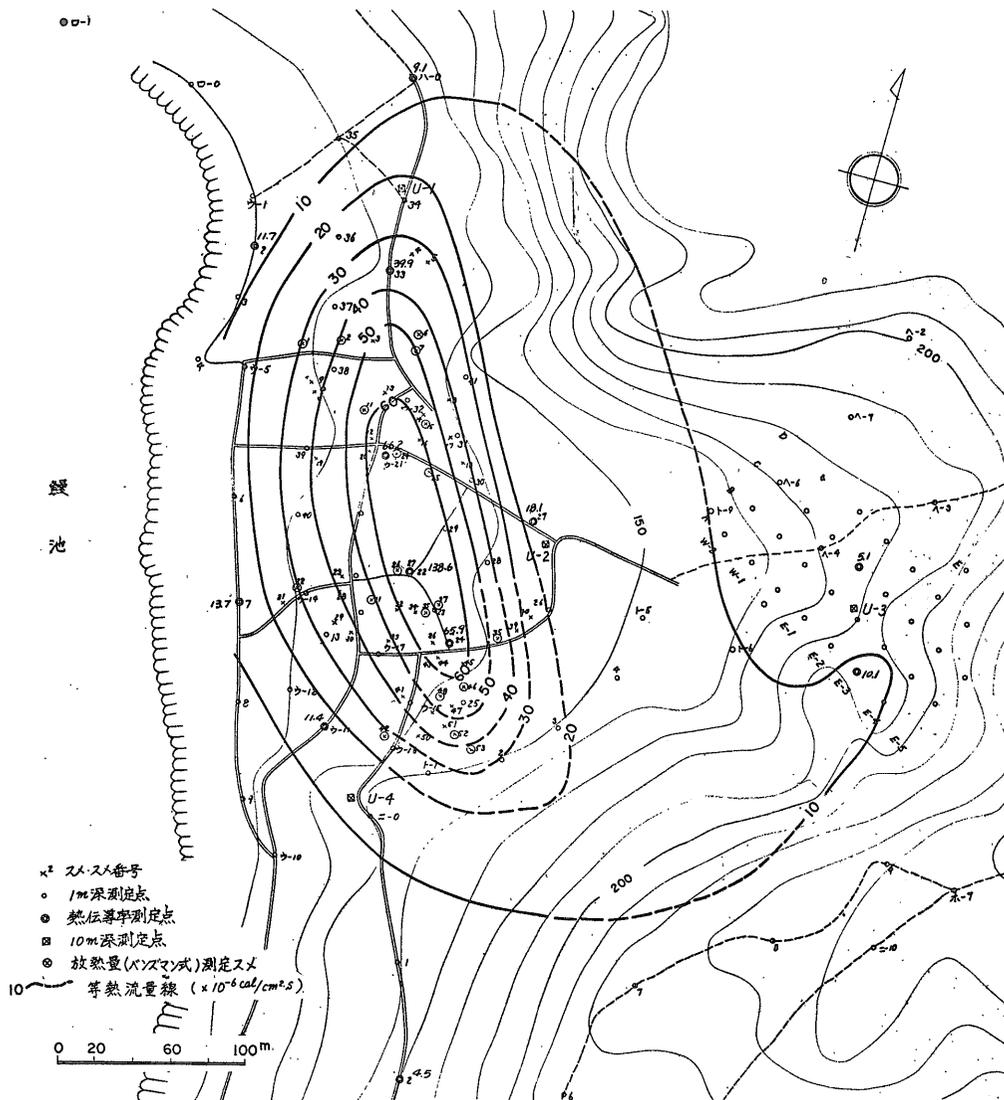


第21図 指宿地区放熱量調査熱流量分布図

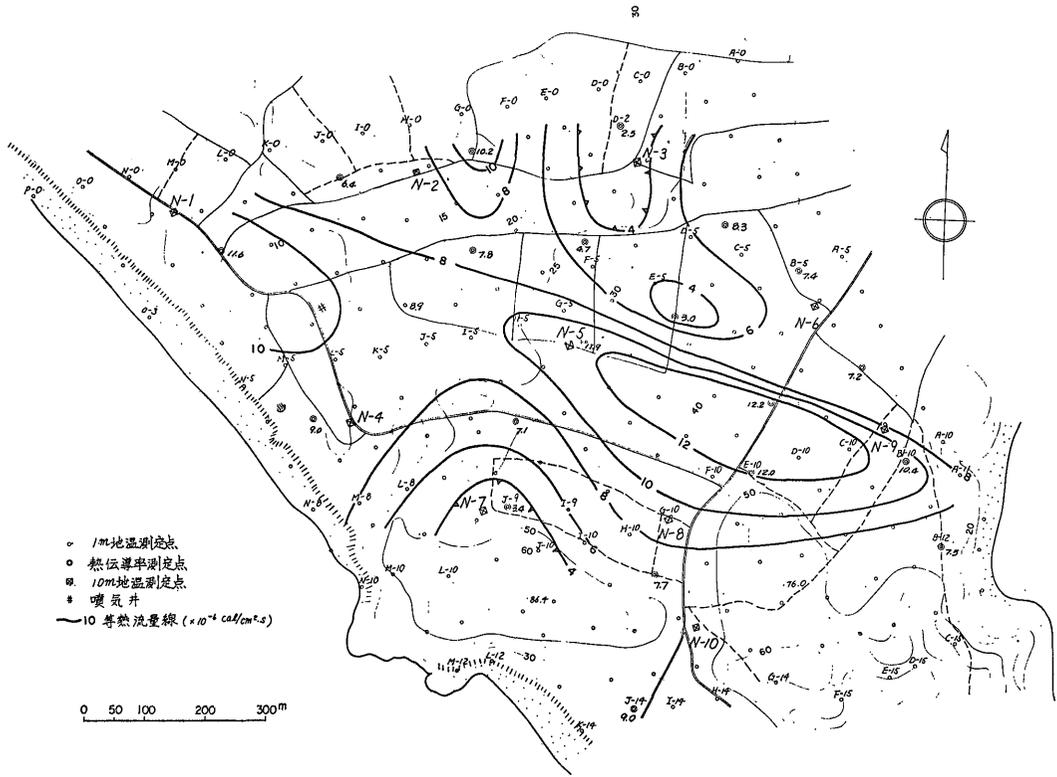
第 7 表 指宿地熱地域からの放熱量調査結果一覧表

(単位: kcal/sec)

放熱形態	地域	指宿	成川	鰻池	長崎鼻	児ケ水	川尻	伏目	摺ヶ浜	上玉利	254高地	権太郎スメ	権現山	カオリン山	合計
温泉	水	31,400			4,850										36,250
噴気	井	70			1,186			453							1,709
噴気	地			193				63	723	19	0.9		26	7	1,032
地表からの熱伝導		47		17	73			110							247
全放熱量		31,517		210	6,109			626	723	19	0.9		26		739,238



第22図 山川鰻地区放熱量調査熱流量分布図



第23図 山川長崎鼻地区放熱量調査熱流量分布図

長崎鼻地区では放熱量調査によって WNW-ESE 方向の熱的構造線の存在が明らかにされた。また、10m深調査孔でも36.2℃という高温が得られている。したがってこの地域も精密調査のボーリングを行う価値のある地域である。

文 献

BENSEMAN, R. F. (1959) The calorimetry of steaming ground in thermal areas. *Jour. Geophys. Res.*, vol. 64, p. 123-126.

電源開発(株) (1964) 地熱調査指宿地区調査報告。未発表。

鹿児島県温泉研究会 (1965) 指宿地区の温泉 (その1)。指宿温泉。

—— (1971) 指宿地区の温泉 (その2)。山川町, 開聞町の諸温泉。

太田良平 (1966) 鹿児島県指宿地方地質調査報告。地質調査所月報, vol. 17, p. 129-139.

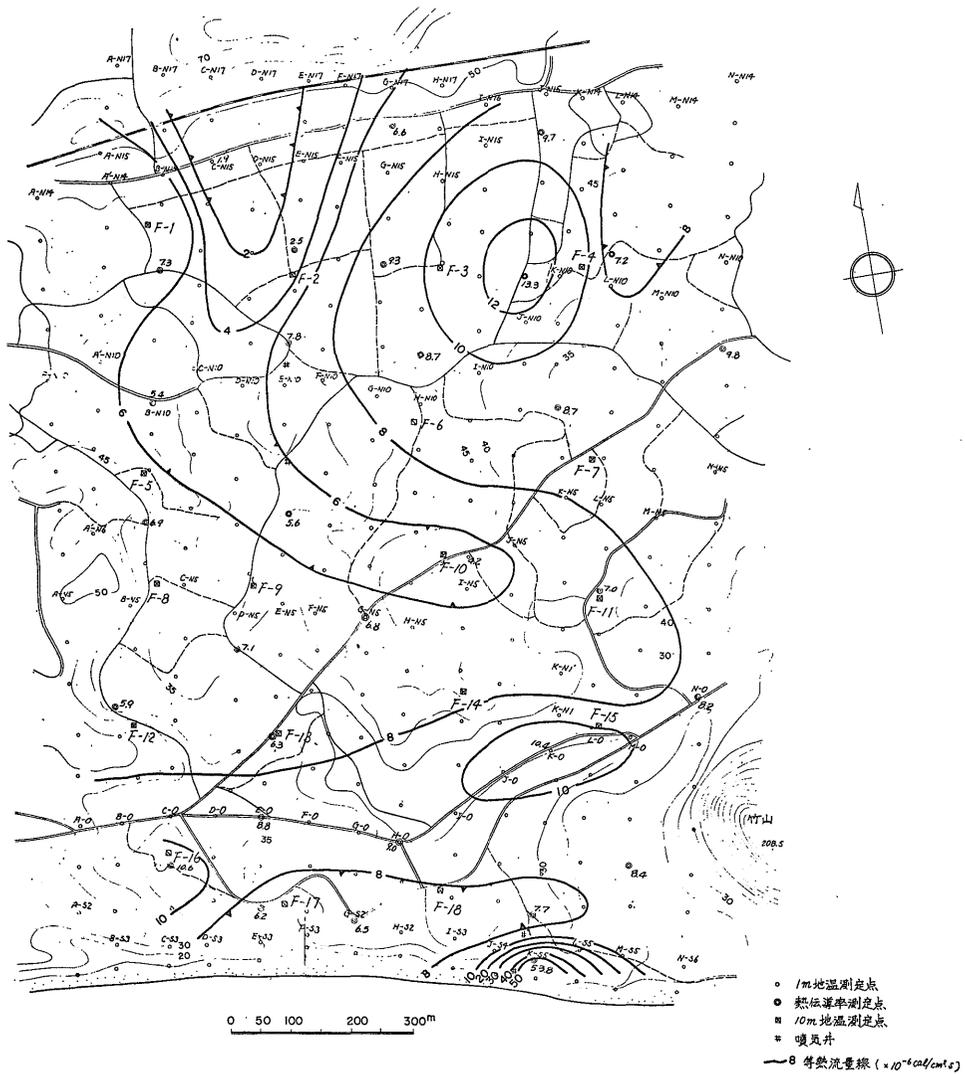
ROBERT, L. F. and WARREN, H. W. (1973) Energy shortage stimulates geothermal exploration. *World Oil*, December, p. 37-41.

瀬谷 清 (1966) 鹿児島県指宿地熱地帯の重力分布ならびにその地下構造について。地質調査所月報, vol. 17, p. 140-152.

湯原浩三 (1955) 地下1m深の地温分布から地下熱源を理論的に推定する一方法。物理探鉱, vol. 8, p. 27-33.

——・大久保太治・竹内三郎 (1969) : 箱根大涌谷・早雲山地熱地域からの放熱量。地質調査所月報, vol. 20, p. 83-100.

(受付: 1976年3月12日; 受理: 1976年11月29日)



第24図 山川伏目地区放熱量調査熱流量分布図