

岐阜県焼岳地域放熱量調査報告

湯原 浩三*

YUHARA, Kozo (1981) Underground temperature surveys and heat discharge measurements at western geothermal areas of Yakedake volcano. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 32(5), p. 293-300.

Abstract: Underground temperature surveys and heat discharge measurements have been done at some geothermal areas along Hirayu river which flows to west from Yakedake volcano. The temperature distributions in 1 meter and 10 meter depths suggest the underground heat source of fairly large scale and the origin of the heat may come from northern mountain area.

Heat discharged by the conduction through soil and the flow of geothermal fluid was 4.2×10^6 cal/sec, which is about 20 times larger than that before drilling of several wells spouting mixture of steam and water.

要 旨

焼岳西北西の平湯川と蒲田川に沿う温泉群の中で、もっとも地熱活動が盛んな一宝水、福地地区で地温分布調査と放熱量調査を行った。地温分布調査からは、福地川と平湯川の合流点付近を底部とし、ほぼ平湯川沿いに北西に向って両岸に広がるU字型の高温部が明らかになった。また一宝水地区では、調査地域の北方山地に高温部がのびていて、この地区の熱源が北方山地に由来している可能性を示唆している。地温調査地域内では、熱流量の高い所も一宝水地区から福地部落周辺に集中し、熱伝導によって放出されている熱量は調査地域全体で 0.3×10^6 cal/sec であった。

この地域にはエアリフトにより大量の湯を混えた蒸気を噴出している泉源が10孔あり、これらから放出される熱量は 3.9×10^6 cal/sec であった。したがって、調査地域 1.04 km^2 からの総放熱量は 4.2×10^6 cal/sec である。この値は開発以前の放熱量の約20倍に相当する。

1. 緒 言

北アルプスの一角、焼岳の西北西に位置する岐阜県吉城郡上宝村の平湯川、蒲田川の谷沿いには穂高、新穂高、中尾、枳尾、蒲田、一重ヶ根、一宝水、福地、平湯等の温泉がある。このうち一宝水（又は炭酸泉と呼ばれている）では温泉湧出を目的として掘さくされたボーリング孔から水混り蒸気が噴出している。また一宝水より平湯川を距てた対岸に位置する福地地区にも掘さくによる沸とう泉が存在する。この様に焼岳西北西の温泉群の

中でも一宝水、福地地区は地熱活動が盛んな所と思われるので、これらの地区で昭和49年9月8日より11月15日にかけて、全国地熱基礎調査の一環として地温分布調査と放熱量調査が行われた。

調査地は平湯川をはさむ段丘地で、凝灰岩、軽石、火山灰等からなり、古生代の輝緑凝灰岩、粘板岩類をおおっている。

調査内容、調査位置は第1表、第1図に示す。

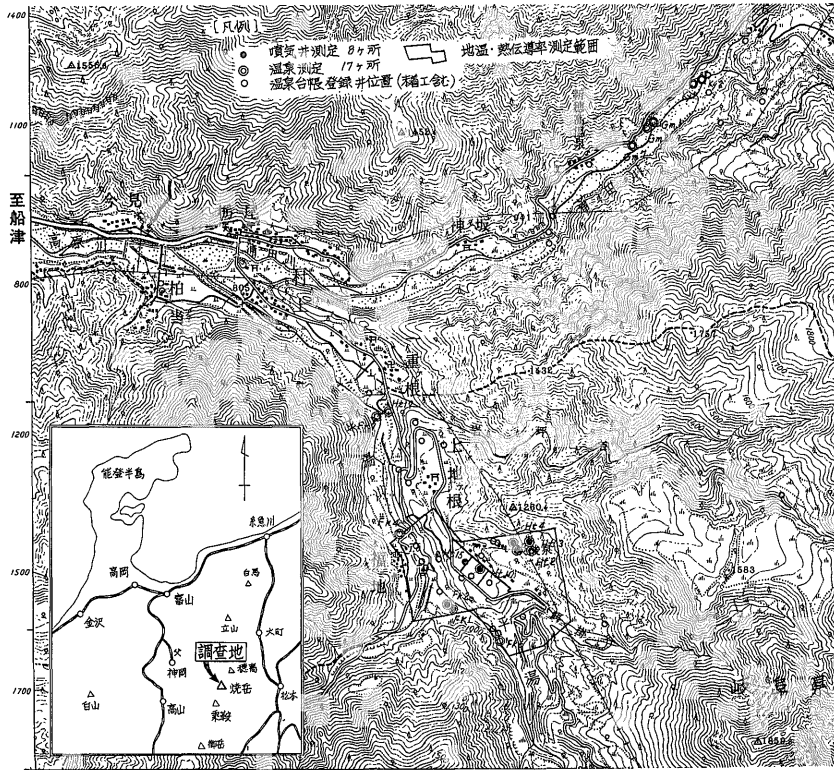
2. 1 m 深地温分布

調査地内で間隔50mに1点の割合で測点を設け、0.5 m深と1 m深の測温孔を別々につくり、それぞれで地温を測定した。測定結果に季節変化補正を行った後地温分布図を描いたものが第2図である。これより、 15°C 以上の比較的高い地温は主に一宝水、福地地区の平坦部に見られ、地形的な高所を占める一宝水上段の段丘部、餌掛谷方面、及び福地川、平湯川に挟まれた丘陵部は概して低温部となっていることがわかる。また一宝水地区では、調査地域の北方山地に高温部がのびていて、この地区の熱源が北方山地に由来している可能性を示唆している。

第1表 焼岳地域調査内容

調 査 内 容	調 査 量
0.5 m, 1.0 m 深地温調査	381 カ所
10 m 深地温調査	30 "
熱伝導による放熱量調査	55 "
噴気井による放熱量調査	8 "
温泉による放熱量調査	17 "

*九州大学工学部 地殻熱部併任



第1図 焼岳地域放射熱調査測定位置図

「この地図は、国土地理院発行の2万5千分の1地形図(焼岳・笠ヶ岳)を使用したものである。」



第2図 1m深地温分布図

次に調査地域の地温分布の全体的傾向をより明確に表現するため、1 m 深地温測定値に対し次に述べるような処理を施し、2種類の平滑化1 m 深地温分布図を作成した。1つは2元10次多項式

$$T(x, y) = \sum_{i=0}^{10} \sum_{j=0}^i a_{ij} x^i - j y^j$$

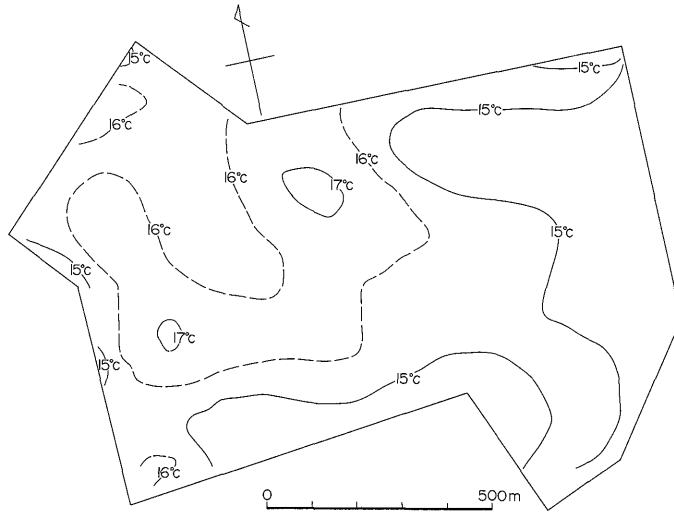
の66個の係数を最小自乗法で求め、これを用いて50mグリッドの交点における地温を求めて等温線表示したものである(第3図)。他の1つは2重フーリエ級数

$$T = \sum_{m=0}^M \sum_{n=0}^N \left(a_{mn} \cos \frac{2m\pi x}{L} \cos \frac{2n\pi y}{H} \right.$$

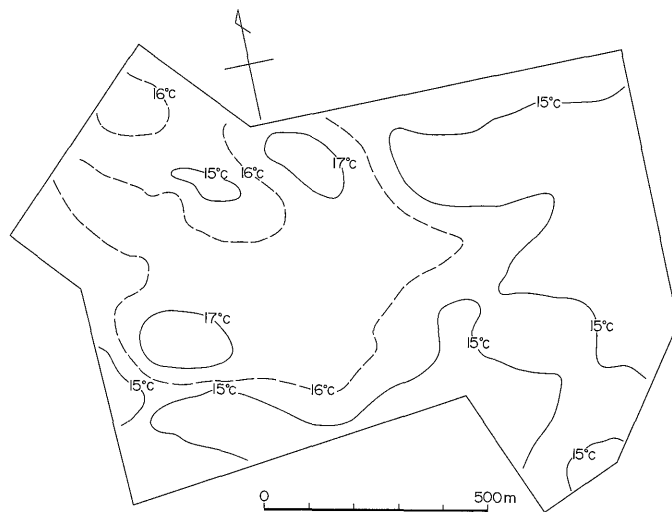
$$+ b_{mn} \sin \frac{2m\pi x}{L} \cos \frac{2n\pi y}{H} + c_{mn} \cos \frac{2m\pi x}{L} \sin \frac{2n\pi y}{H} + d_{mn} \sin \frac{2m\pi x}{L} \sin \frac{2n\pi y}{H} \left. \right)$$

を用い、81個の係数を最小自乗法で求め、これを用いて50mグリッドの交点における地温を求めて等温線表示したものである(第4図)。

第3・第4図は地温分布の傾向が非常によく一致し、いずれの方法によってもほぼ同様な結果の得られることがわかる。平滑化地温分布図からは次の点が明らかである。すなわち、一宝水、福地の平坦地を含む調査地域の



第3図 2元10次多項式による平滑化1 m 深地温分布図



第4図 2重フーリエ級数による平滑化1 m 深地温分布図

主要部は15-17℃の比較的高い地温を示し、その中でも16-17℃の高い地温の分布域は福地川と平湯川の合流点付近を底部とし、ほぼ平湯川沿いに北西地区に向って両岸に拡がるU字型の分布をしている。前述の調査地域北辺の高温部は平滑化分布には現われていない。これは平滑化の操作に際して、領域の周縁部が正しく表現されないという処理上の問題のためである。

3. 10m深地温分布

第5図に示すように、調査地域内で約150mの間隔で30地点を選定し10m深地温調査を実施した。深さ10mの穿孔後1/2吋ポリエチレン管でケーシングし、サーミスタ温度計を孔底まで挿入し、24時間以上たって孔内温度が一定してからサーミスタ温度計を引揚げながら1mごとに測温した。

各孔の垂直温度分布には大別しておよそ次の4つのタイプが認められた。

- A) 温度が深度に余り左右されずほぼ一様なもの。
- B) 深度2-3mで温度が最高値に達し、以深では漸減するもの。
- C) 深度と共に一様な温度上昇の傾向を示すもの。
- D) 深度3m前後で温度が最高値に達し、それ以深で地温は低下するが7-8m以深において再び温度の上昇するもの。

以上のうちタイプC、Dは比較的低所にある熱源の影響を反映しているものと思われる。これらのタイプに属する地点の中には例えば No. 15 や No. 24 のように、既

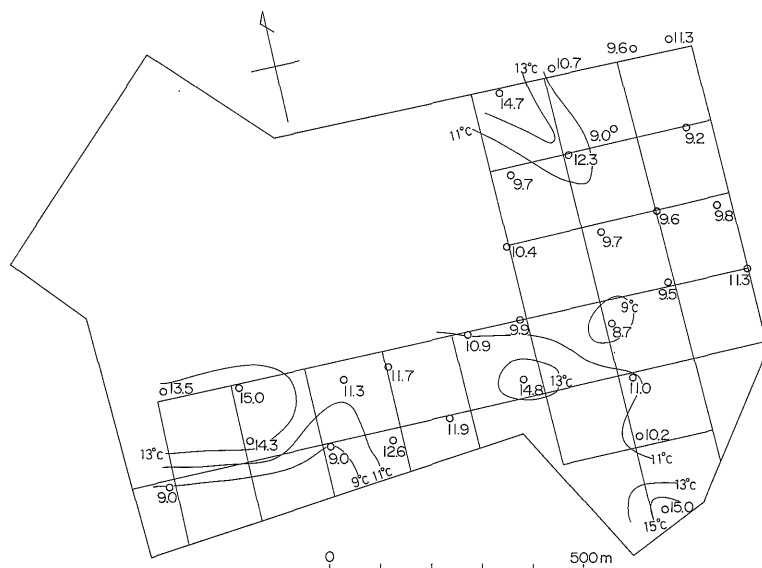
存の温泉泉源や噴気井のそばにあって、上の様な温度傾向を示すことが当然と思われる地点もある。全体としては、平湯川に沿って焼岳温泉より福地川との合流点付近にかけて10m深地温の高い地域がある。また、一見して地温の比較的高い地点は調査地域内の南部に集まっているように見えるが、それは第5図に見られるように、調査地域内の南部と東部に測点がもうけられたためであって、中央部よりも南部の方が高温であることを意味するものではない。

4. 熱伝導による放熱量

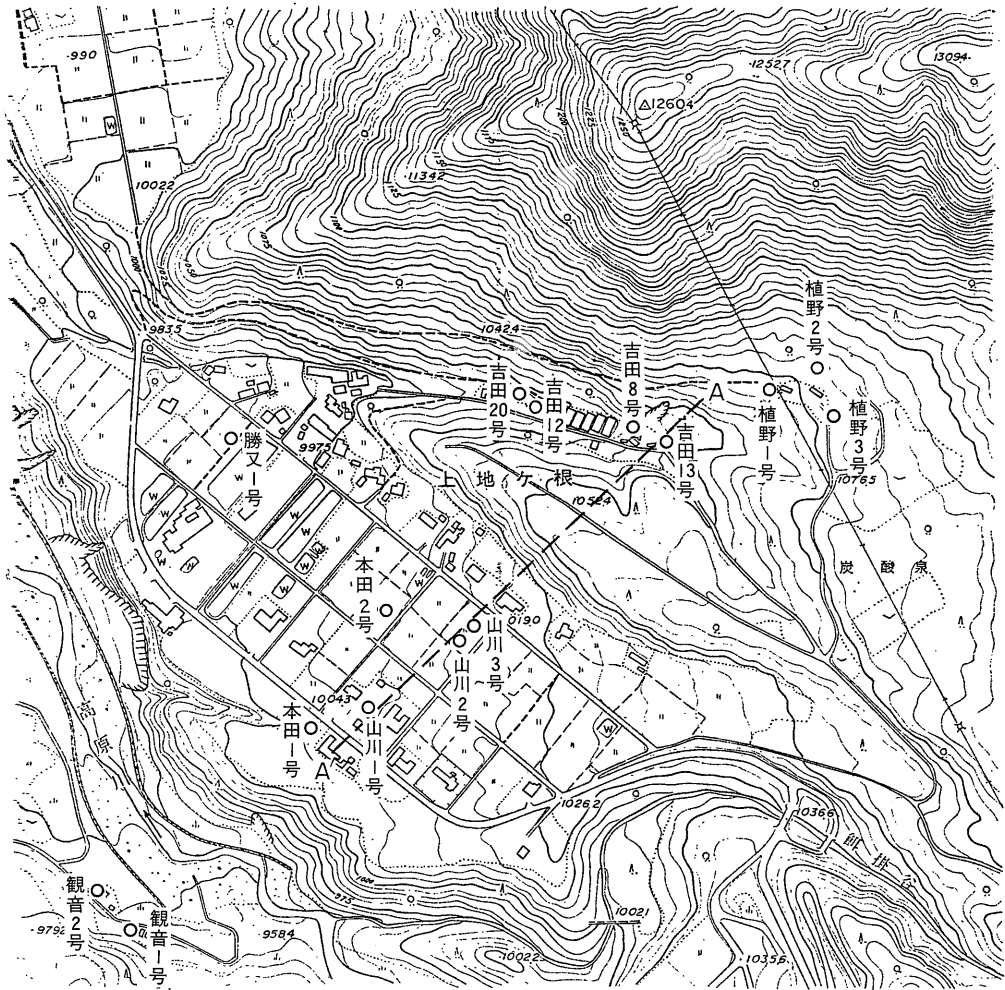
調査地域の地表面を通して熱伝導によって放出されている熱量を算定するため、調査地域内55カ所で熱伝導棒によって地表近くの熱伝導率を測定し、それとその地点の0.75mの地温勾配との積を求めた。第6図はその分布図で、 $0.49 \times 10^{-4} \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{sec}$ 以下、 $0.50-0.99 \times 10^{-4} \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{sec}$ 、 $1.00 \times 10^{-4} \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{sec}$ 以上の3段階に分けて表示した。

第6図を見れば、地表熱流量分布の高いところは主に一宝水地区から福地部落周辺に集中し、それ以外には植野源泉、焼岳温泉、観音泉などの既存の温泉泉源の周辺に小規模な熱流量の高まりが見られるにすぎない。

また第2表に示すように、調査地全体を9の小地域に分け、それぞれの平均熱流量と面積とから調査地域全体の熱伝導によって放出される熱量を算出し $3.26 \times 10^6 \text{ cal/sec}$ という値を得た。



第5図 10m深地温分布図



第7図 噴気・温泉井位置図

5. 噴気・温泉による放熱量

調査地域にはかつて一宝水鉱泉と称する泉温19.9℃の単純炭酸泉が存在するに過ぎなかった。昭和35年に初めて植野1号井が掘さくされ、現在10数本の温泉・噴気井がある(第7図)。

泉源は一般にはエアリフトにより大量の湯を混えた蒸気を噴出させ、これをタンクの中で地表水と混和させて温泉水を造成しているものが多い。これらの泉源からの放熱量を測定するため2つの方法を用いた。1つは熱水と蒸気を大気中に噴出させ直接測定するものであり、他は造成された温泉の計測より求めるものである。前者の方法では調査地域内の7孔と北東方約5kmの中尾地区にある1噴気井について測定が行われた。結果を第3表に示す。調査地域の噴気中には多量の熱水を含み、そ

れが塊状をなして噴出して来るので、一様な噴気の採取は困難であって、測定結果にかなりの誤差が含まれているものと思われる。

一方、造成された温泉の計測は調査地域の全温泉について行われた。この結果も第3表に示す。

第3表の放熱量測定結果を見れば、2つの方法でかなりの差異が目につく。この原因は、測定時の条件に大きな差異があることと両者共にかなりの誤差を伴う方法であるためであって、両者の結果の優劣を速断することはできない。しかし、地温調査を行った地域内にある源泉のうち、両方の方法で測定されたもの、すなわち Nos. 1, 4, 5, 6, 8, 9の和を求めてみると、噴気測定による結果2,843 kcal/sec に対し、造成温泉の測定からは3,154 kcal/sec が得られ、その差はそれほど大きくない。したがって、両者の平均値2,999をとって両方の方法

岐阜県焼岳地域放熱量調査報告 (湯原浩三)

第3表 噴気・温泉による放熱量

No.	源泉名	深度 (m)	噴気温度 (℃)	湧出量 (kg/sec)			放熱量 (0℃基準) (kcal/sec)	
				熱水	蒸気	計	噴気測定より	温泉測定より
1	植野 1号	240	97.8	1.53	0.84	2.37	686.3	1,441
2	" 2号	300					—	100
3	" 3号	300					—	71
4	吉田 8号	230	94.9	8.44	0.52	8.96	1,135.1	140
5	" 13号	500	94.8	1.15	0.30	1.45	299.5	780
6	山川 2号	162	95.1	0.52	0.05	0.57	79.1	183
7	本田 2号	300	96.1	4.56	0.11	4.67	511.4	—
8	観音 1号	250	96.1	0.35	0.45	0.80	320.3	332
9	" 2号	400	96.1	0.46	0.44	0.90	322.4	278
10	焼岳温泉	86					—	265
Nos. 1, 4, 5, 6, 8, 9の合計							2,843	3,154
11	小瀬源泉	178					—	33
12	杖すての湯	70					—	175
13	中尾 8号		94.6	2.87	0.46	3.33	562.6	—

第4表 一宝水地区ボーリング調査概況 (中部電力(株)未発表資料による)

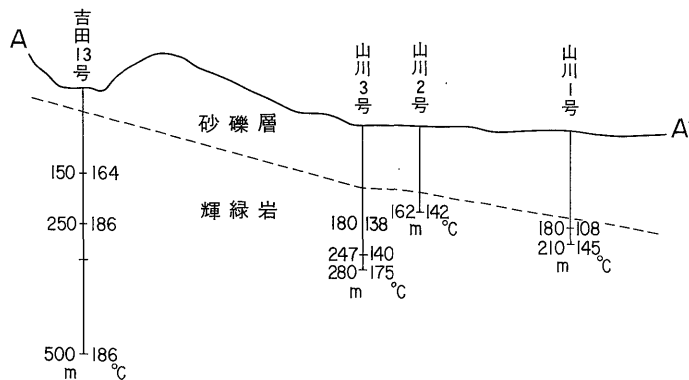
	吉田	山川			本田	勝又
	13号	1号	2号	3号	1号	1号
削孔深度 (m)	500	210	162	280	263	283
ケーシング (口径×深度)	165mm×150m	165mm×160m	89mm×	165mm×123m	×182m	×111m
掘削逸水	150m以下 清水掘り	198m全量	123m	266m全量	210m 230m全量	283m全量
温度	150m 164° 250 186 320 184 500 186	70m 10° 162 18 165 32 172 76 180 108 198 135 210 145	123m 42° 138 75 162 142	115m 19° 5m 120 30 7 180 138 5 247 140 5 280 175 67	182m 98° 21m 250 151 32 263 163 40	111m 56° 206 128 283 135
地質	40mまで 砂礫層 以下 輝緑岩	156mまで 砂礫層 以下 輝緑岩	123mまで 砂礫層 以下 輝緑岩	95mまで 砂礫層 以下 輝緑岩	178mまで 砂礫層 以下 輝緑岩	80mまで 砂礫層 以下 輝緑岩
噴出物	熱水・蒸気	熱水・蒸気	熱水・蒸気	熱水・蒸気	熱水・蒸気	

で測定されたものの和とし、それに1つの方法でしか測られなかったものの値を加えた値 $3,946 \approx 3.9 \times 10^6$ cal/sec¹⁾を調査地域内の噴気・温泉による放熱量とした。したがって、この値は「全国地熱基礎調査報告書 No. 15 焼岳(1975)」に記載された値とは若干異なる。

1) これらの値は「全国地熱基礎調査報告書 No. 15 焼岳(1975)」に記載された値とは若干異なる。

6. 放熱量調査結果の総合的考察

今回実施された放熱量調査の結果を合算すると、調査地域1.04 km²からの総放熱量は、0℃を基準として、熱伝導によるもの 0.3×10^6 cal/sec、噴気・温泉によるもの 3.9×10^6 cal/sec¹⁾、計 4.2×10^6 cal/sec¹⁾となり、地熱地域としては大きい方ではない。



第8図 一宝水地区地下構造断面図(中部電力(株)資料)

調査地域は、前述のように、昭和35年以後に開発された所である。開発以前の放熱は熱伝導のみであったはずであるから、熱流量分布の中で温泉が開発されたために生じたと思われる源泉付近の高熱流量域を除外すると、開発以前の伝導熱流量は、 0.2×10^8 cal/sec程度と推定することができる。したがって、この地域では、開発によって放熱量は約20倍に増加したことになる。

調査結果を総括すると、平湯川沿いに焼岳温泉より福地川との合流点付近にかけて10m深地温の高いところがあること、また平滑化1m深地温分布と熱伝導による熱流量分布が、共に、福地部落より一宝水地区の北西部に至る範囲において高い傾向を示していることは、一宝水・福地地区の噴気・温泉が1つの共通した地熱貯留層に由来したものであることを示していると思われる。

また、一宝水地区での噴気井のボーリングの記録が第4表のように中部電力(株)²⁾によってまとめられているが、これより第7図のAA'線にそって断面図を描くと第8図が得られる。この図より北側ほど温度の高いことが明らかであって、1m深地温が前述のように調査地域の

北縁で高温であることと併せて、一宝水地区ではその北方に熱源があるものと推定することができる。

今回の放熱量調査地域を含めて、焼岳西方の平湯川、蒲田川に沿っては掘さくによって諸所に高温の温泉が湧出している。中でも中尾地区には第3表に見られるような優勢な噴気井がある。これらのことから、焼岳西麓の蒲田川、平湯川にはさまれた地域には、かなり広範囲に地熱資源が存在する可能性がある。

本調査を行うにあたって御協力を戴いた上宝村観光課長佐藤好彦氏、中部電力総合技術研究所土木研究室長丹羽哲郎氏、同研究員長谷川幸雄氏に厚く御礼申し上げる。また本調査の野外作業及び資料の整理・解析は三井金属エンジニアリング(株)が担当された。関係各位の御苦労に感謝する。
(提出：1977年1月26日)

文 献

地質調査所(1975) 全国地熱基礎調査報告書,
No. 15, 焼岳. p. 1-14

(受付：1979年11月20日；受理：1980年9月5日)

2) 中部電力株式会社(1974) 未発表資料