

岩手県雫石町葛根田川（滝ノ上温泉）地域の地熱地帯における
試錐による地温の分布について

藤倉孝次* 柳原親孝** 中川忠夫** 野口勝** 大久保太治***

**On the Temperature Survey in the Takinoue Geothermal
Area, Iwate Prefecture**

By

Kōji FUJIKURA, Chikataka YANAGIHARA, Tadao NAKAGAWA,
Katsu NOGUCHI & Taiji ŌKUBO

Abstract

In the Takinoue area situated along the Kakkonda river, Iwate Pref., geothermal investigation was carried out, in which 49 bore holes were drilled for the purpose of getting the data on underground temperature at the depth of 30m. The temperature was measured per one meter in each hole to know informations which reflect on the underground structure in this area.

As a result of this survey, it has become clear that there are two high temperature zones relating to geologic structure; one is distributed along fault zone trending from NE to SW at the east side and another is occupied along folding zone running from NW to SE at the west side of this area.

In addition to the data on underground temperature, technical problems to make bore holes in high temperature zone are discussed.

1. ま え が き

地熱の調査研究の一環として、岩手県雫石町葛根田川（滝ノ上温泉）地域で、試錐による地温分布の調査を行ったので、その概要を報告する。

この内容は、試錐による地熱地帯の地温分布の調査結果であって、地質を含めた総合報告ではない。

調査に際して、種々御高配を頂いた岩手県、雫石町、雫石営林署、東化工(株)等の関係者に深謝の意を表す。

なお、この調査で、中心的役割を果たした藤倉孝次技官が、39年8月、公務による発病で入院し、長期の入院治療で、一時健康を回復したかに見受けられたが、薬石効なく、41年10月18日永眠された。冥福を祈る次第である。そのため調査結果について、十分な検討が出来ず、かつ提出も遅れる結果となったが、一応ここに柳原がまとめて報告する。

本調査は、次のような日程と人員で行なわれた。

- (1) 昭和36年8月～10月

* 元 所 員
** 技 術 部
*** 応用地質部

- 藤倉孝次・中川忠夫・柳原親孝
- (2) 昭和37年10月～11月
柳原親孝・野口勝・藤倉孝次・大久保太治
- (3) 昭和38年6月～7月
藤倉孝次・中川忠夫・柳原親孝・大久保太治
- (4) 昭和38年9月～10月
藤倉孝次・大久保太治・柳原親孝
- (5) 昭和39年6月～7月
柳原親孝・藤倉孝次・大久保太治・小松 壱

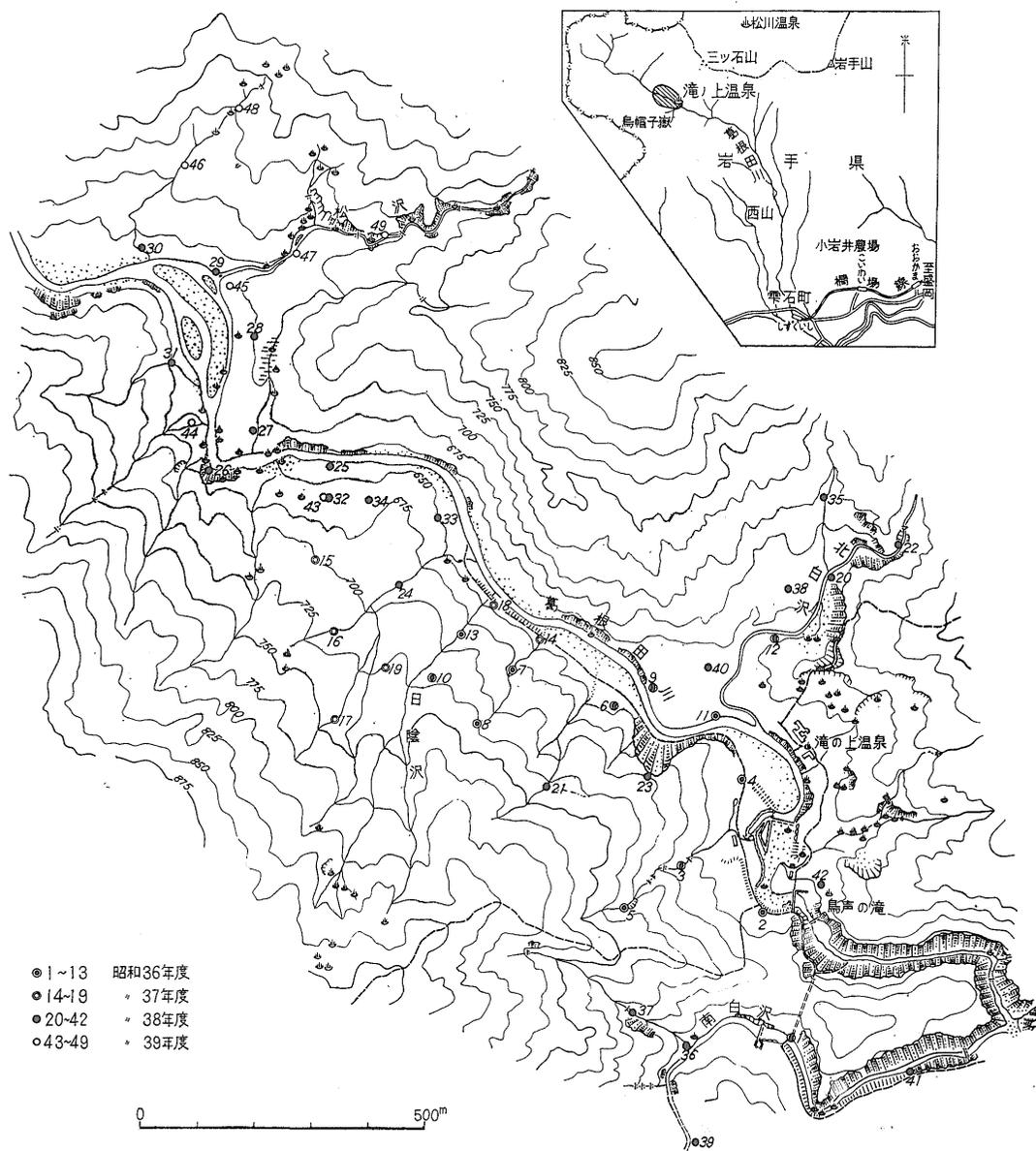
2. 調査経過の概要

第1図は、当地域の地形図に試錐地点を記入したもので、調査年度別試錐番号は次の通りである。

- 昭和36年度 No. 1～No. 13
- “ 37 “ No. 14～No. 19
- “ 38 “ No. 20～No. 42
- “ 39 “ No. 43～No. 49

地温分布調査では、試錐地点が出来る限り等間隔にあることがのぞましく、なるべくそのような地点の選定につとめた。

36年度は十分な地形図がなく、一応図上に約150m間



第 1 図 岩手県岩手町葛根田 (滝ノ上) 地域地形, 試錐地点図

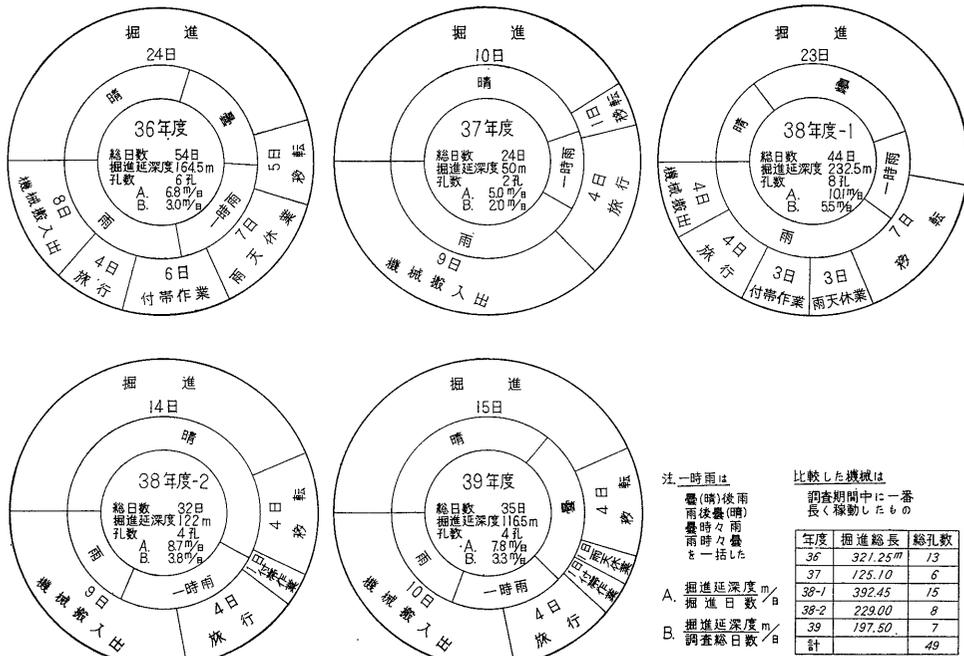
隔で予定地点を定め調査を開始したが、地形が悪く、機械の搬入に困難な場所、調査地点として不適当な場所が出るなど、位置選定に時間をとり、調査能率に影響があった。

調査した個所は当時の番号で、No. 27, 24, 22, 23, 25, 28, 30, 15, 26, 19, 16, 12, 9 の 13 孔であるが第 1 図に記入してある番号は、上記のような番号では整理しきれず不適当であるので、38年度これを整理して、通し番号に改めたものである。

この経験にもとづき 37 年度は正確な地形図の必要を

痛感し、地形課桂島技官に地形図の作成と、一応の計画にもとづく実施可能な試錐地点の選定をしてもらった。これによって、機械搬入路の伐採、調査予定地付近の地形上からの問題点、変質帯、温泉露頭等種々有意義なインフォメーションを得、以後の調査に大いに役立ち、本文におけるすべての資料はこの原図にもとづいて作成された。

37 年度は、調査期間が 20 日に限定されることになり、大幅な計画変更を余儀なくされ、加えて天候不良、人夫の不足等により能率が大きく低下した。またこの一因に



第2図 1台の機械についての調査内容と天候の年度比較表

調査期間が短いため、調査を予定通りに進めるためには、機械台数を増さざるを得なく、4台も使用せざるを得なかったなど結果的に無理が生じた。

38年度は前年度の調査から得た教訓にもとづき、無理な計画をさけ、これまでの成果をとりまとめる方針をとった。

過去2年間の結果をみると、36年度調査地域に1つの空白地帯があるので、これをうめるため、No. 21と23を予定し、当地域で最高の温度を示す北白沢にNo. 12しかないため、上流に向かってNo. 20と22を予定し、これらの終了後に、葛根田川上流に向かって調査地域を拡げていくことにした。

No. 27で葛根田川を渡り、北岸は松沢方向へ調査を始めたが、No. 30の終了時に局部的豪雨のため、No. 29の機械は流失寸前で危うく難をのがれたが、この地点の試錐は中止せざるを得なかった。

調査の結果により考慮する予定であったNo. 31と33、予定になかったNo. 24, 25, 26の結果から判断して、本調査地の1つの中心的地域としてNo. 32を選び、さらにNo. 34の地点を選んだ。

38年秋予算上補足調査が可能になった。

時期と予算規模の関係から、松沢を中心とする地域の調査を取りやめ、地質的判断から北白沢の西岸地域と、未調査地域の南白沢地域を調査した。

39年度は最終年度にあたるので、松沢を中心とする

地域と、地形が悪く未着手だった葛根田川北岸を中心として大規模な計画をたてたが、予算の半減により、不満足ながらその規模を縮小して調査を完了せざるを得なかった。

3. 試錐地質について

記載したNo. 1からNo. 49までの地質柱状図は、各年度に書いた柱状図を、総括のために若干修正補足したものである。

調査の目的からコアの採取も必ずしも充分でない所もあり、不十分ながら岩質の区分により作成したものである。

各孔における岩質による試錐技術の問題点もあるが、ここでは省略する。

4. 温泉の露頭温度および試錐孔より得た温泉水・蒸気の化学成分について

第3図は、38年10月調査のさいに測定した当地域の温泉と噴気の露頭温度図である。

特に気のついた点は、松沢は大きい変質帯と、多くの露頭があるのにその温度が予想外に低いことである。

第1表は同期に試錐孔から自噴している温泉水、蒸気の凝縮水、蒸気交りの温泉水、および蒸気中のガスの分析表である(分析者、化学課前田技官)。

分析表中36-12は孔が崩壊していたので孔口で採取し



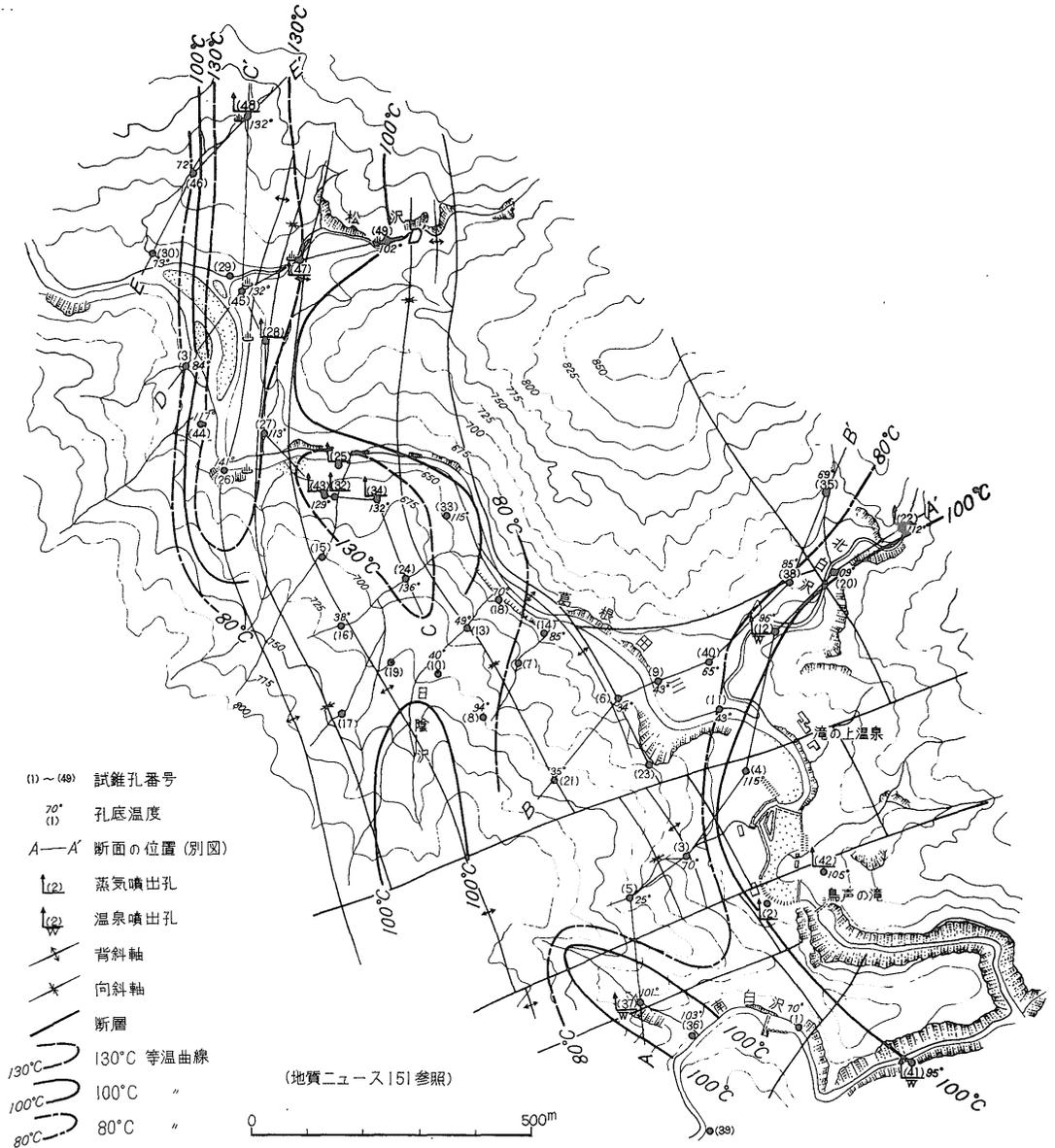
第 3 図 葛根田川(滝ノ上)地域温泉露頭分布図

第 1 表

No.	試料品名	Temp (°C)	PH	H ₂ S	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻⁻	SO ₄ ⁻⁻	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	HBO ₂
38-22	蒸気凝縮水	-	6.1	45.9	19.5	40.3	-	4.1	tr.	7.9	1.4	0.4	0.9
38-37	自噴口熱水	80.0	7.8	tr.	243.8	114.3	-	48.1	0.3	27.0	162.0	11.1	20.1
38-41	"	60.0	7.1	tr.	523.9	164.3	-	42.0	2.1	42.9	333.5	19.5	73.9
38-42	自噴泉蒸気交り	98.0	9.0	tr.	406.0	tr.	42.0	54.7	1.1	15.0	285.0	27.0	62.9
36-2	自噴口熱水	97.0	9.1	tr.	476.9	tr.	45.0	51.8	2.2	14.1	342.0	34.1	74.8
36-12	蒸気交り凝縮水	-	5.4	tr.	2.7	31.0	-	111.5	1.0	4.4	2.2	4.1	-
38-0	自噴口熱水	60.0	7.5	tr.	265.1	378.2	-	17.7	1.1	8.8	312.5	10.4	26.5

38-12 ガ ス CO₂ O₂ 残 Vol. %
 33.2 6.7 53.9

備考 No. 38-22 のガスの H₂S は分解したため少ない結果になったと思われる。



第4図 葛根田（滝ノ上）地域地熱調査の試錐孔孔底温度および地下等温度曲線

ため、二次的な影響が分析結果にあらわれたものと推定する。

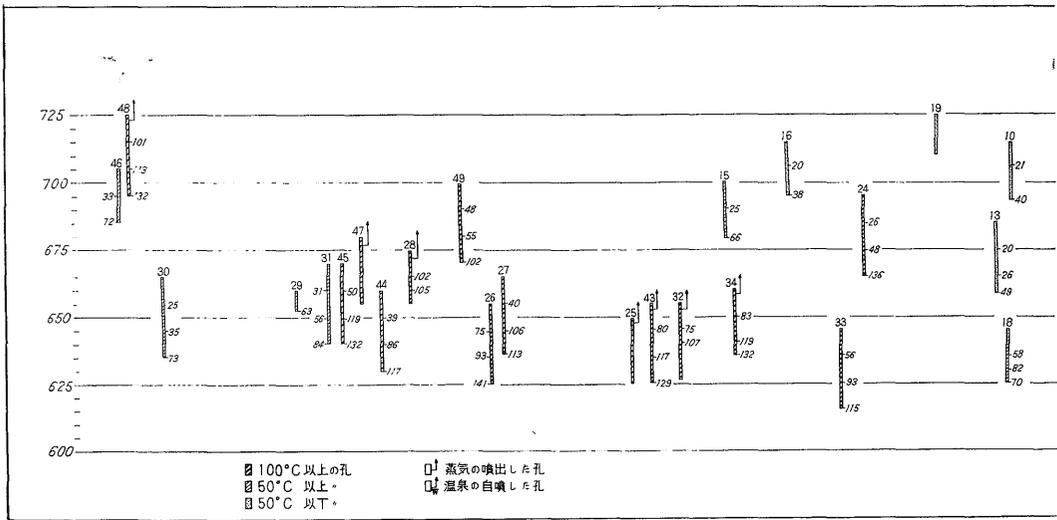
38-0は、当地域より約2km下流にある営林署の事業所の源泉で、調査とは直接関係はないが、参考のために採取して分析したものである。

分析試料の採取については、採取試料が空気にふれて二次的な変化をおこすことのないように留意した。

温泉水の採取は、ゴムホースを数米孔内に挿入して、サイフォンにして流出させ（自噴量の少ないときも、こうすれば流量を増すことができる）、この水をバケツに

入れ、バケツの中にビール瓶をしずめ、ゴムホースをビール瓶の底まで入れ、バケツの表面にビニールをかけて空気にふれる面積を最小にしておく。この状態で約1時間間位流出させたものを試料とした。

蒸気の凝縮水とガスは、ガラス管を先端につけたゴムホースに竹でガイドをつけて、1m以上孔内に挿入して蒸気を流失させ、ゴムホースを半切ドラム缶の中に数回まきこみ、ドラム缶に約60l/minの清水（川水）を注入して冷却凝縮させたものを温泉水と同様にして採取した。



第 5 図 試 錐 孔

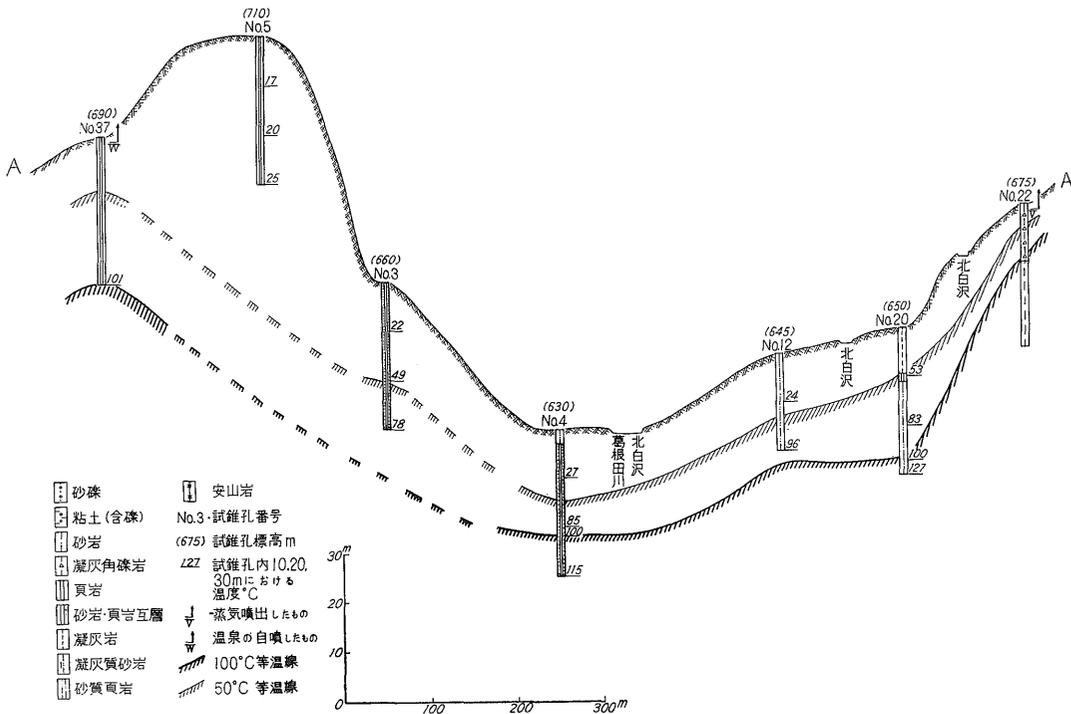
この時ホースから出てくる凝縮水の温度は 30°C 位であった。

5. 孔内温度測定について

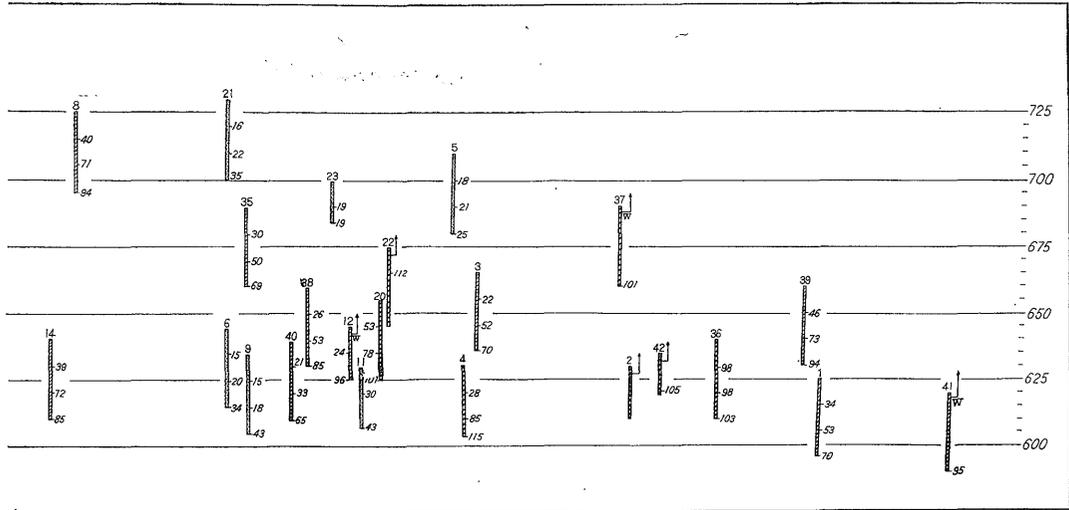
この調査は、地温を総合的にするのが目的であるので、出来る限りその測定した温度に客観性を持たせることが望ましい。

特に一定基準、例えば、掘進終了後何時間というように決めると、それに合うように調査を進めるには時間的な損失が大きくなることが予想され、限定された調査期間で予定の調査を完了するに支障をきたす可能性が大きい。

試錐の立場から見ると、孔径が小さく、使用する水も 20 l/min 以下の少量であるので、特に一定の基準を設け



第 6 図 No. 37-No. 22 断面図 (第 4 図 A-A' 断面)



の投影図

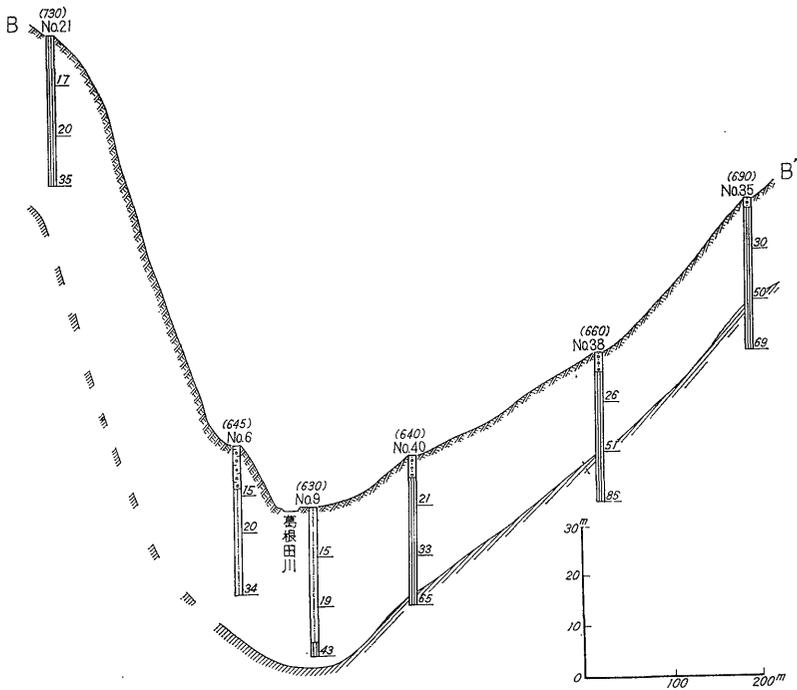
なくても、その結果のとりまとめに特に不便はないと考えた。

しかしながら、報告をまとめる時点で、調査結果に若干補足しておかねばならないと思われる点ができたので、その説明をする。

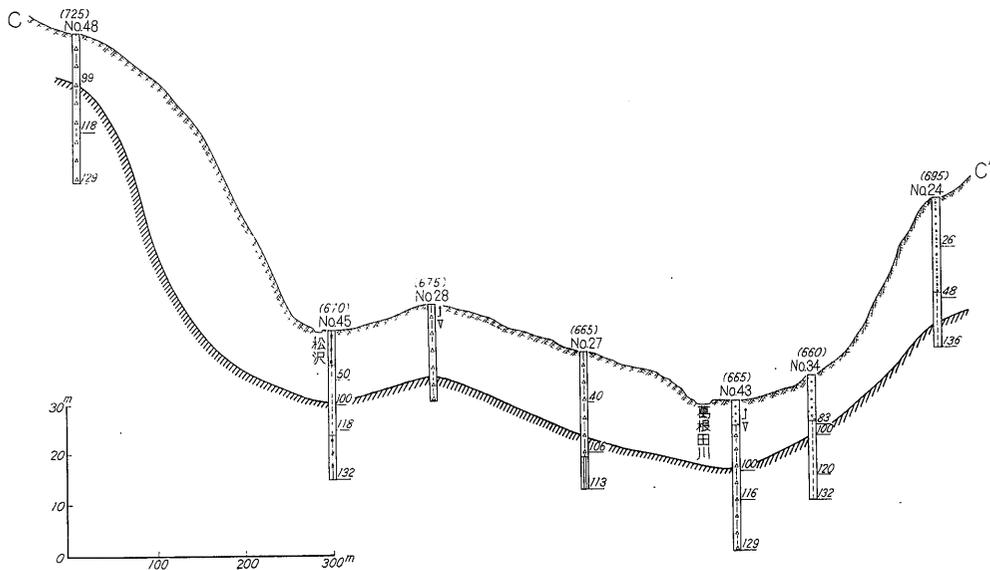
36年度は、1孔について何回か測温しているものがある。測温は現地の調査の状況で、都合のよい時に測った

ものであるから、測温回数も同じでなく、経過時間も一定でない。

回帰温度の測定という言葉で、孔内の温度の時間の経過による変化を測定することが行なわれるが、本調査の目的から、全体について行なうことが可能な時は大きい意義を持つことは疑う余地はないが、部分的に行なったのではさほど意味はなく、逆に誤解を招く危険性もある。



第7図 No. 21-No. 35断面図（第4図 B-B'断面）



第 8 図 No. 48-No. 24 断面図 (第 4 図 C-C' 断面)

孔内の温度の変化の度合は、試錐の工法に左右されるし、また地下の熱の供給される量にも左右される。

わずかの孔の、何回かの測温結果から全体を推定することは、偶然に左右される可能性があることを考えなければならない。

このため、この報告の中では、参考までに時間の経過によって得た温度を 2 孔だけ入れてみた。

No. 37, 41 のように、わずかでも温泉の自噴した孔については、湧出する温泉の温度を測ることになって、地温とは異なったものとなっている。

噴気した孔については、噴気孔の孔口温度以外の孔内温度を測れなかったものが多い。

この原因は

- (1) 温度計が蒸気中に挿入出来なかった。
- (2) 蒸気の噴出をとめられなくて測温が出来なかった。
- (3) 蒸気の噴出はとめたが孔内の崩壊で測温が出来なかった。

このいずれかである。

No. 28 は、噴気中に温度計が挿入出来、かつ噴気をとめて孔内温度を測った孔であるが、この温度をみると、孔内温度の方が噴気の温度より低い。実際は孔内温度の方が噴気の温度より当然高くなる筈で、これは、温度回復を持つ時間が足りなかったということである。

No. 43 についてもこれと同じことがいえる。こうした温度は記載しない方が良いかもしれないが、温度測定は、その測定時点の事実として記載したものである。

No. 24, 25, 26, 27 から判るように No. 32 は地温の高い所で、この調査の一つの中心と考えられる所であるが、No. 25 が噴気して測温出来なかったので、測温したい考えで行なった。

噴気することが事前に推定し得たので、2 日目の掘進開始前に、それ迄の温度を測っておいた。

最終深度の時、測温のためロッドを切ったら噴気したので水を送ってこれをとめ、コアがケーシング内にふきあげられたのでコアを採取した。

時間の関係があるので、孔内状況を見るため温度計を降下したら孔底迄ついたので、時間待を 30 分位と予定して移転準備をしていたら、その間に噴気し孔内が崩壊して、9 m 以深の測温が出来なくなった。

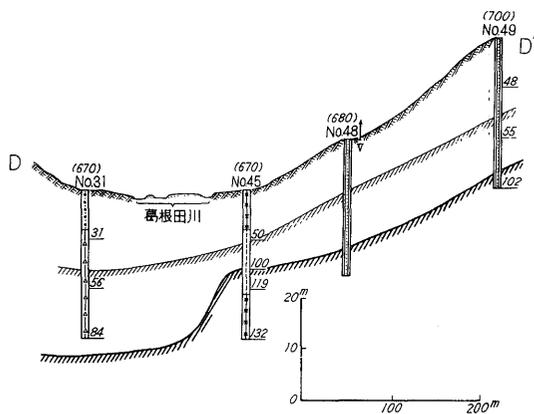
やむなく、No. 34 を設定して掘進して測温することにした。

このように、噴気をとめて、温度回復を待つ時間についてはなかなか難しく、場合によっては測温を完了するに時間を要することもあてである。

No. 34 は、噴気をとめて、直後、5 分、10 分、15 分、20 分と測温し、その温度は上部では回復充分でないが、孔底温度からこれ以上待つことは噴気の可能性があるので、20 分後の温度が記入されているので、実際の地温より低い温度であることは間違いない。

前述のように、地熱地域での限定された期間でのこの種の調査では、仮定の中でその結論を出さねばならないことがある。

その仮定とは、蒸気の噴出して来る孔では、温度の測

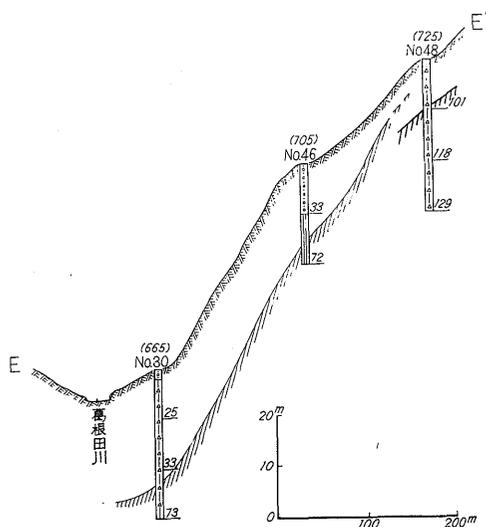


第9図 No. 31-No. 49 断面図（第4図 D-D' 断面）

定に若干の誤差が出たとしても、それ程問題はないだろうということである。

ある孔の温度の測定に若干の誤差がわかっていても、周辺の孔内温度から、その限界を推定しても、大きく問題が出ることはないだろうと考え得る。

この推定をあてはめて考えてみると、No. 28 は 27 と大差なく 115°C 以上になることはなく、No. 43 と 34 は、26, 24 と同じで 140°C 以上にはなり得ないと推定して間違いない。



第10図 No. 30-No. 48 断面図（第4図 E-E' 断面）

6. 調査能率について

地質調査所において、同一地域にこれだけ集中した試錐による調査は他にないので、参考迄に各年度の能率を比較してみた。

試錐の能率は、その地域の地質や、その土地の事情に

どれだけ通じているか等が、相当大きい条件となるので、36年度と38年度を単純に比較することは若干無理があるが、これらの条件を加味することがきわめて困難であるので単純に比較した。

使用機械は、CK-II型で、37年度はX-RAYを併用した。

使用ロッドと孔径は、36年度は33.5mmロッドで、56mm径。37年度以降は、XRTケーシング掘り（外径約48mm）、X-RAYは、XRTロッドで、孔径はXRTケーシング径であった。

ケーシング掘りは、そのまま一晩放置しても事故の心配がなく、測温もケーシング内で行なえるので、こうした目的の調査には有効な方法である。

37年度のX-RAYは、ケーシング掘りが出来ないため、礫のおし出しで、測温はもちろん、掘進も出来なくて失敗している。

第2図は、各年度で一番長く稼動した機械についての作業内容を主として比較したものである。

この図から知られることは、地理的に不便な地域では、機械の搬入出をいかにうまくやるかが、掘進能率に大きい影響を与えること、雨の割に多い地域なので、雨の影響が能率に影響していることも見逃がせない。

7. 地温分布についての総括

第4図は、各試錐孔の孔底温度を記入したものであり、第5図は、試錐孔を1つの想定面に投影したものであり、第6図から第10図までは、何孔かの試錐孔を結んだ断面図である。

投影図は、投影することによって、一つの密度が得られないかと考えて作図してみたものである。

断面図で、等温線を機械的に結ぶことはやや冒険であるし、断面の切り方にも問題がおりうると考えられるが、一応作ってみた。

前述のように、種々の事情から、試錐孔の間隔に粗密が生じ、特に葛根田川北岸に広い未調査区域が出来、また地形がけわしいために、深度不足の感じのするところもあり、高い場所は温度が低く、低い所は温度が高いといった傾向の出たような所もある。

こうした結果、種々不十分な点もあるが、現時点で推定しうる結論は、

(1) 北白沢両岸で、その温度分布に顕著な特徴がある。これは地質構造との関連が推定しうる。

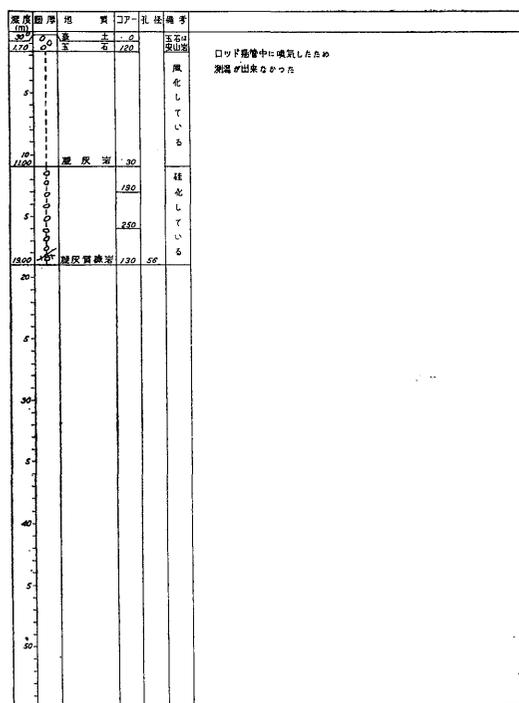
(2) 南白沢のNo. 36, 37から見て、北白沢からの一連の高温帯が推定し得ても、地形から考えての、No. 3, 5はその深度が不足のため温度が上昇せず、見掛け上低温地帯となっている可能性のあること。

(3) 広い変質と、露頭の数も多い松沢が、No. 49、47 でみられるように意外に温度が低いこと。

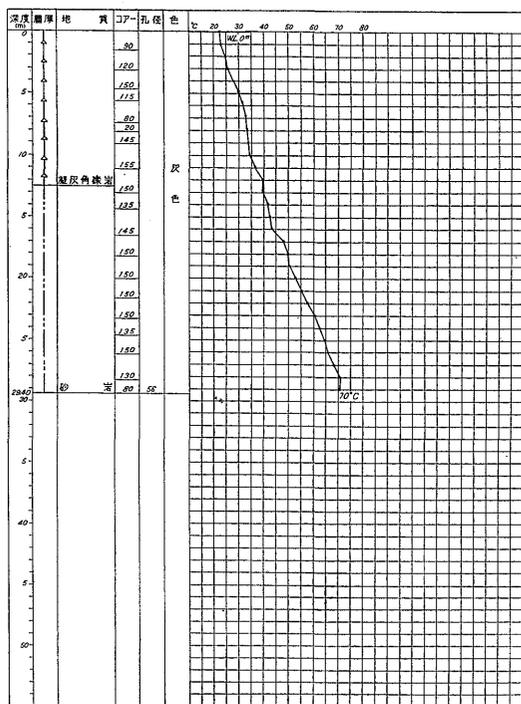
(4) 今回の調査で、No. 24, 25, 26 の付近に一つの高温帯があることが判明し、これは、松沢、日陰沢の高温露頭に結ぶことの出来る可能性のあること。

以上がこの調査における概括であるが、今後調査所でこうした調査をもし行なうことがあるならば、この経験から、十分な予備調査を実施するとともに、可能な限りの客観性をもたすようにすべきであるが、地熱地帯の試錐調査においては測温に一定条件を与え得ない多くの要因もあることを銘記すべきである。

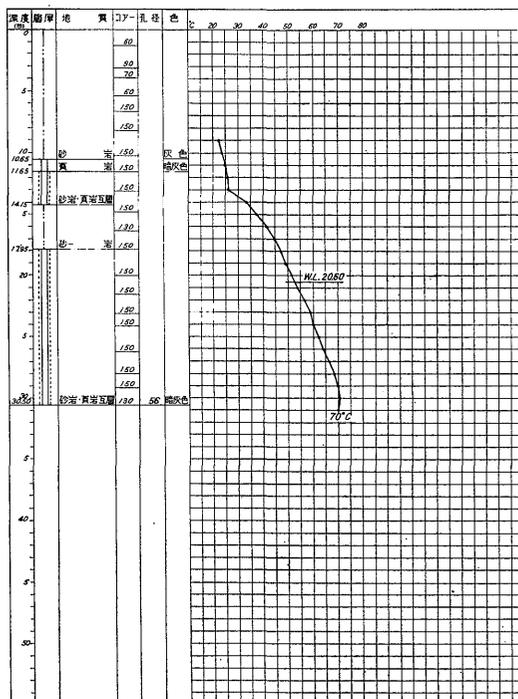
(昭和36~39年調査)



第12図

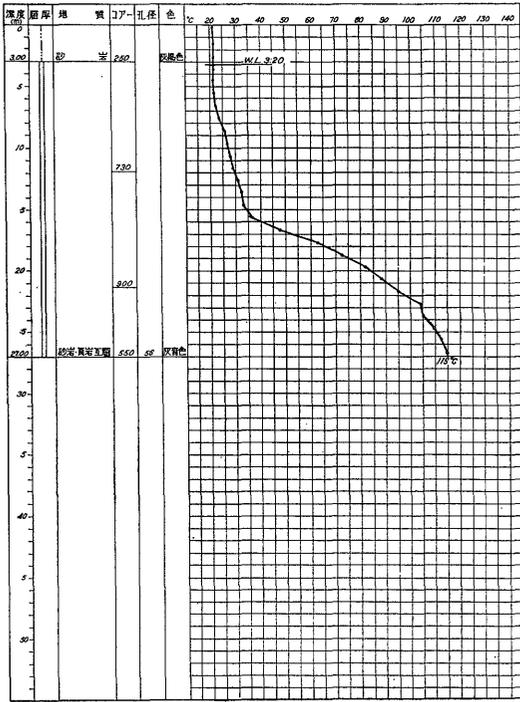


第11図 試錐地質、検層柱状図 (第12~第60図も同じ)

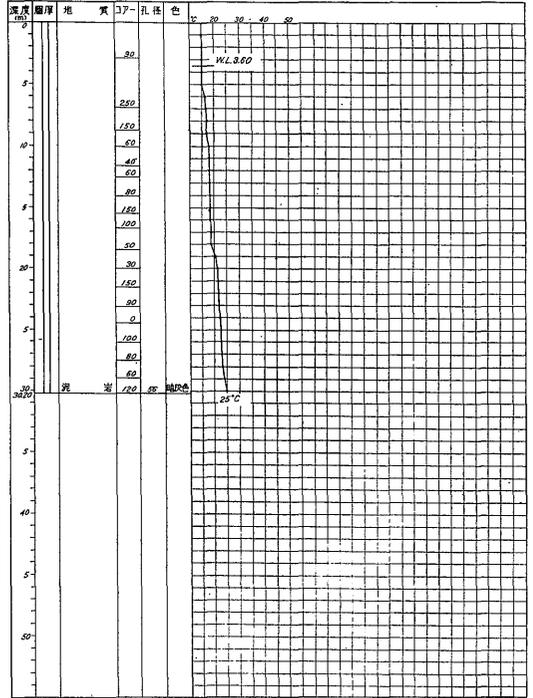


第13図

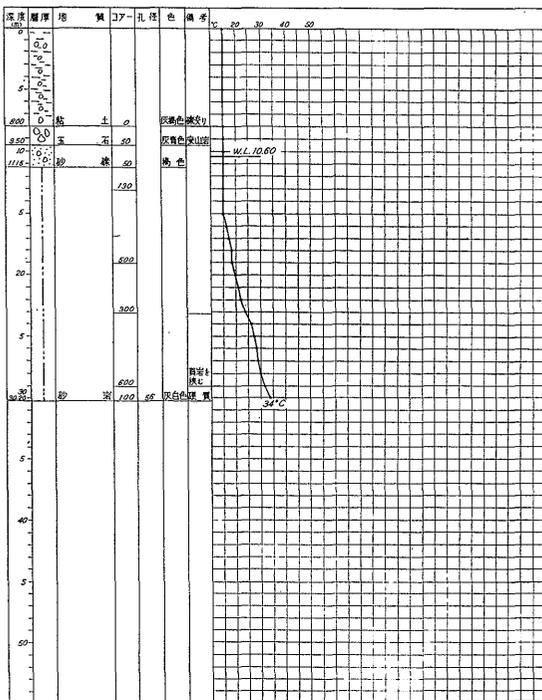
岩手県雫石町葛根田川（滝ノ上温泉）地域の地熱地帯における試錐による地温の分布について（藤倉孝次他4名）



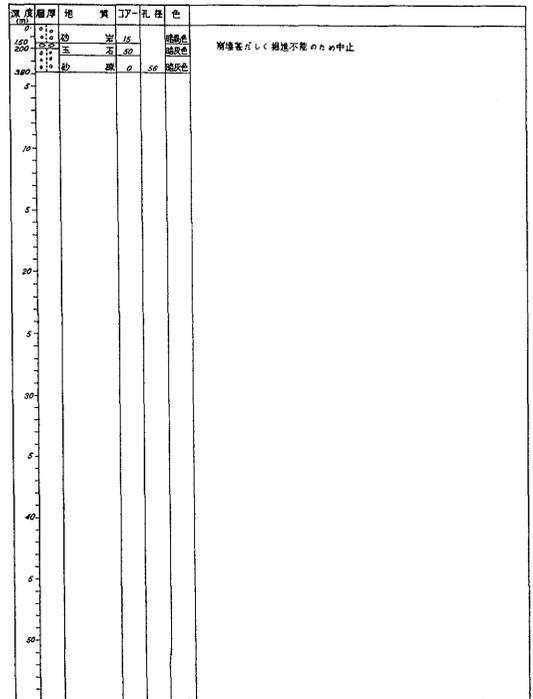
第 14 図



第 15 図

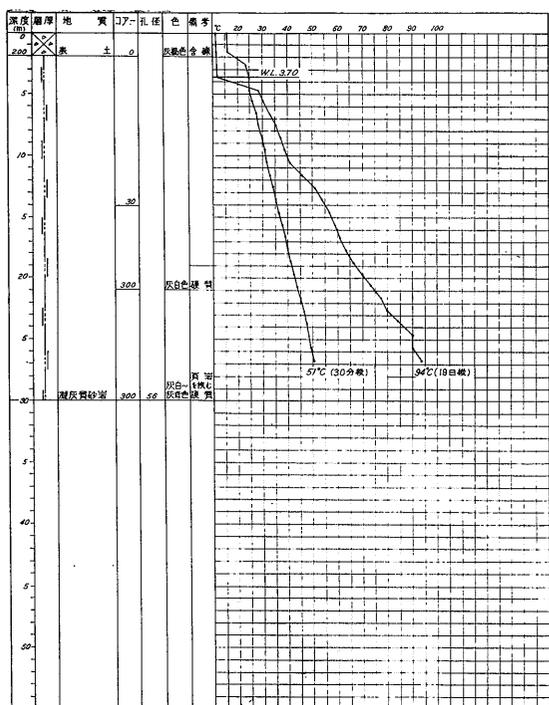


第 16 図

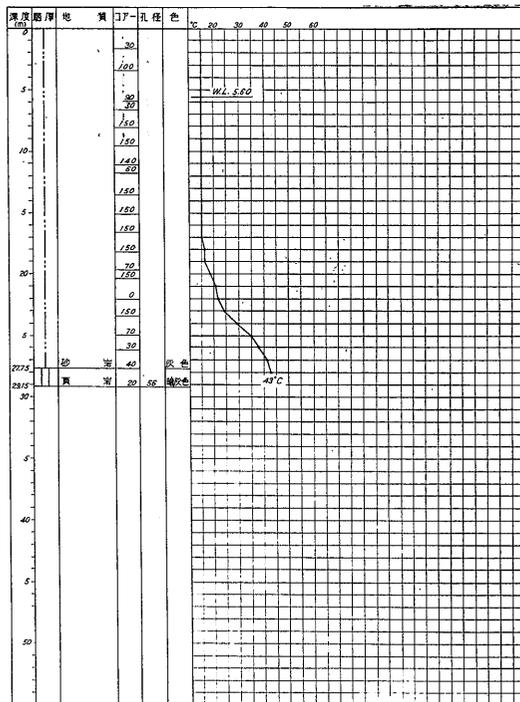


第 17 図

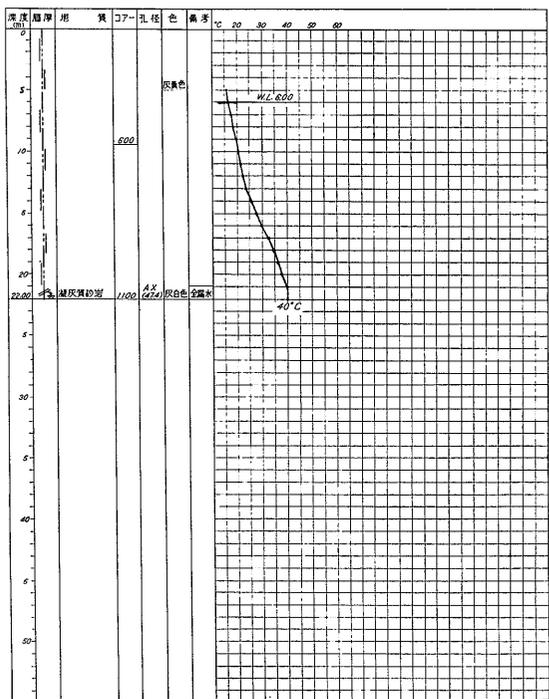
地質調査所月報 (第 21 卷 第 2 号)



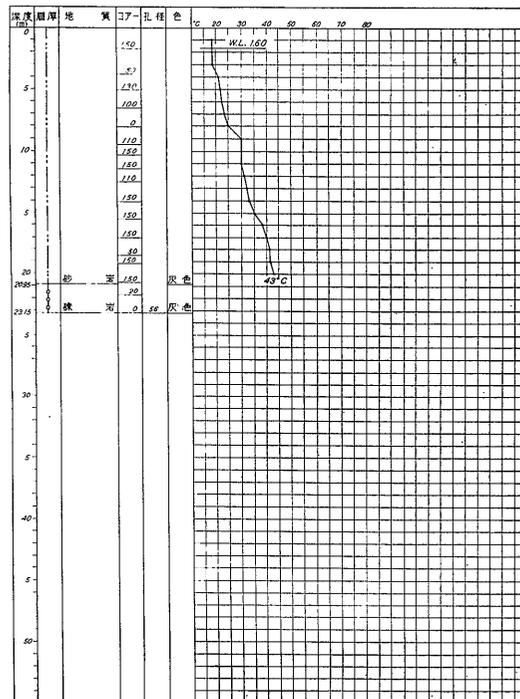
第 18 图



第 19 图

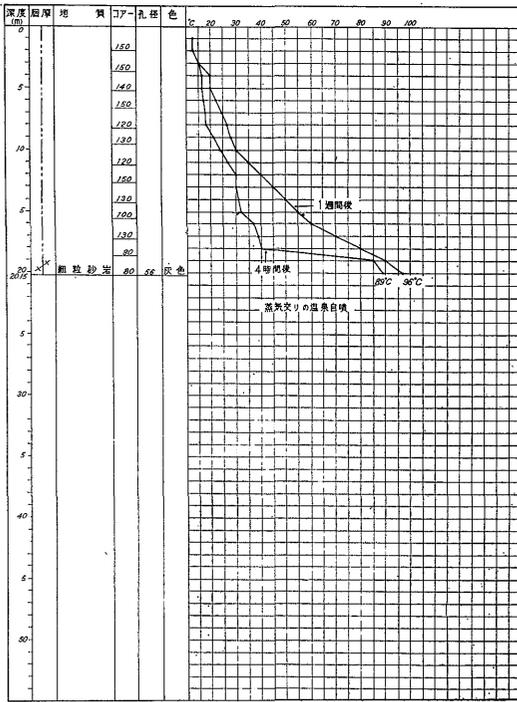


第 20 图

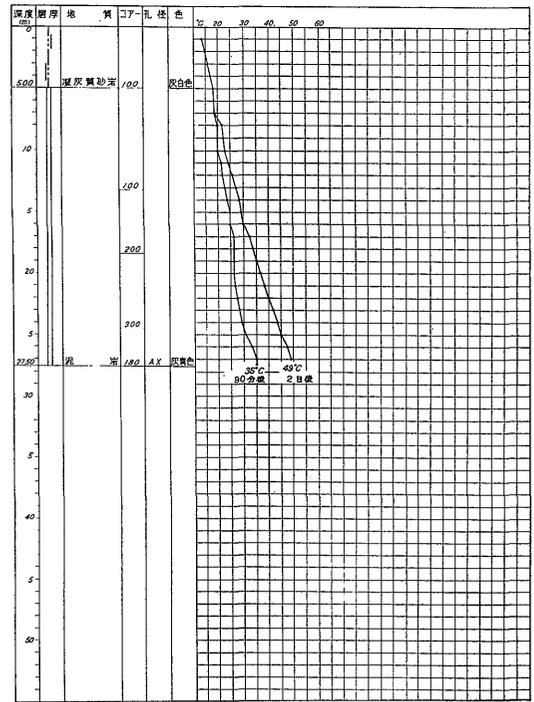


第 21 图

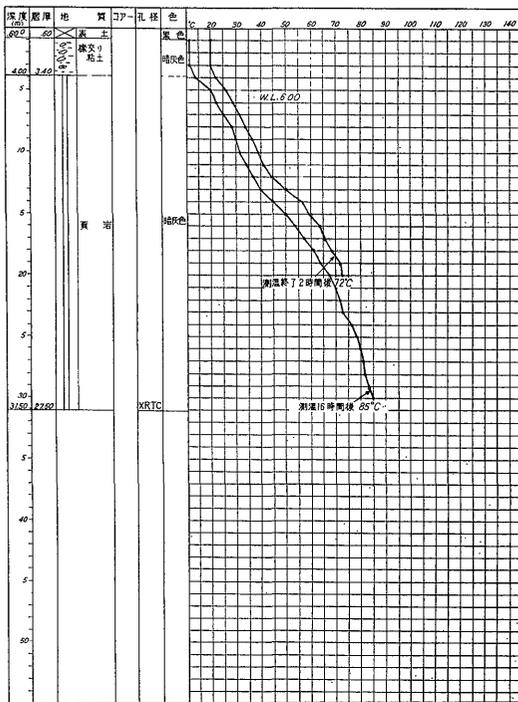
岩手県雫石町葛根田川（滝ノ上温泉）地域の地熱地帯における試錐による地温の分布について（藤倉孝次他4名）



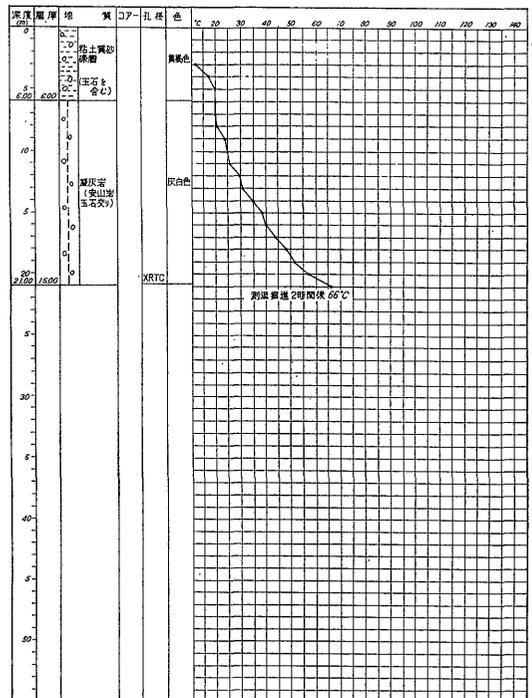
第 22 図



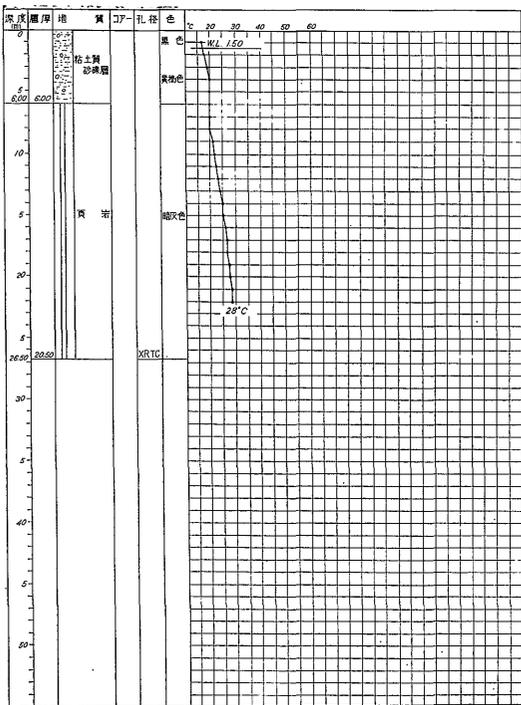
第 23 図



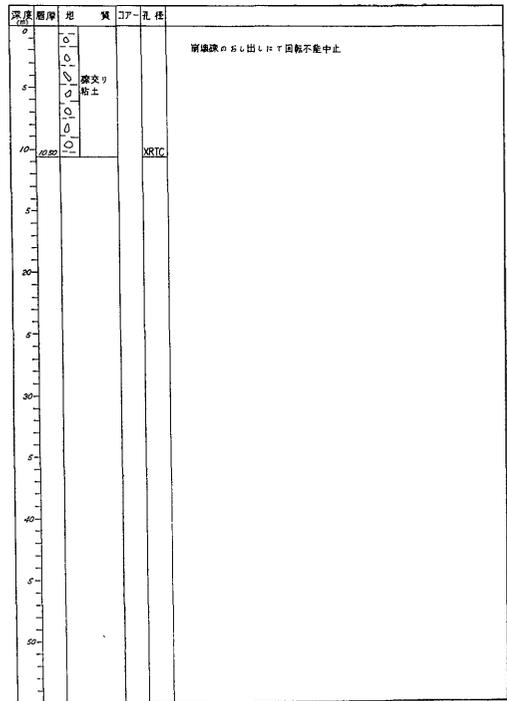
第 24 図



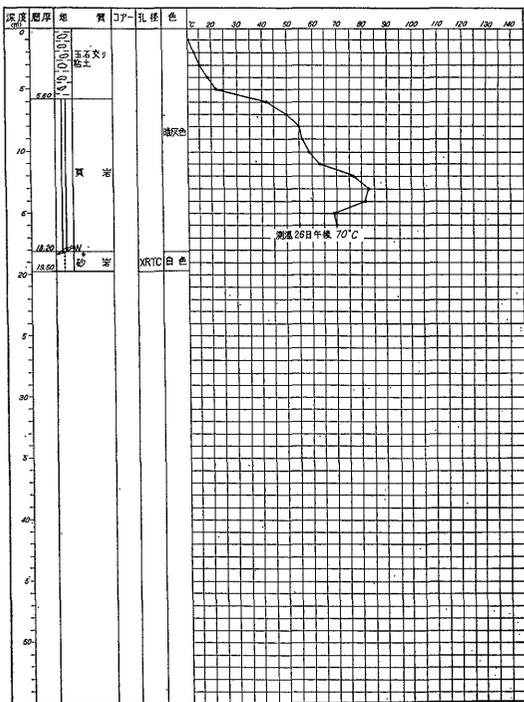
第 25 図



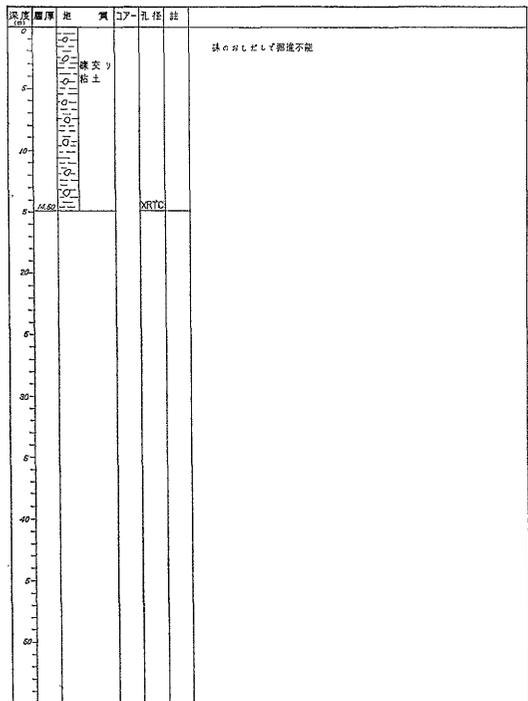
第 26 図



第 27 図

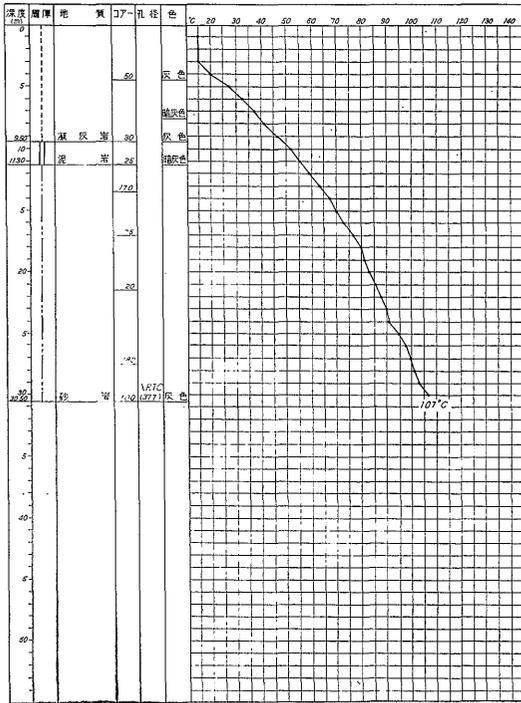


第 28 図

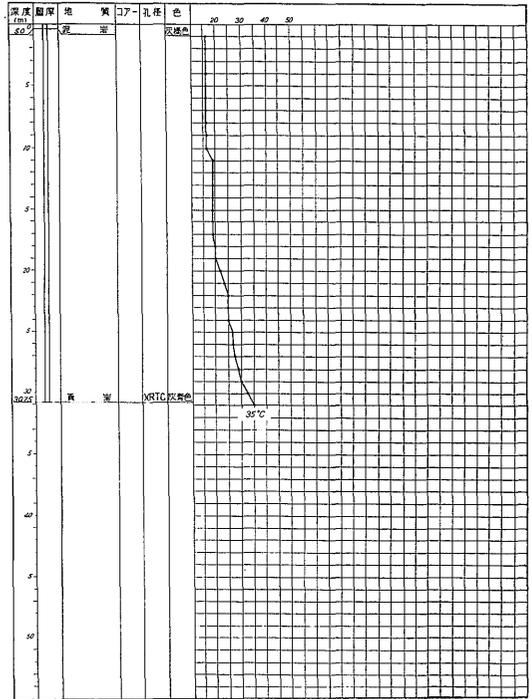


第 29 図

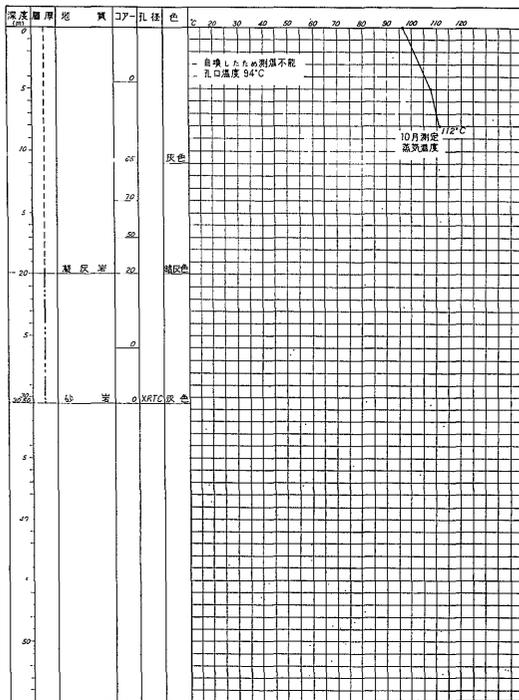
岩手県雫石町葛根田川（滝ノ上温泉）地域の地熱地帯における試錐による地温の分布について（藤倉孝次他4名）



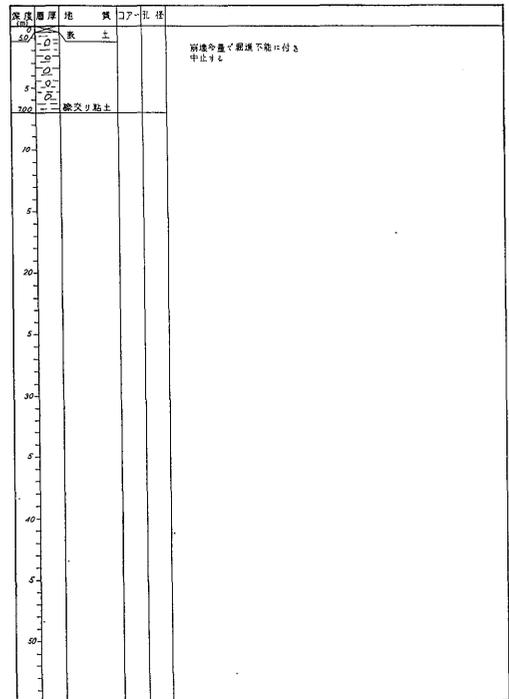
第 30 図



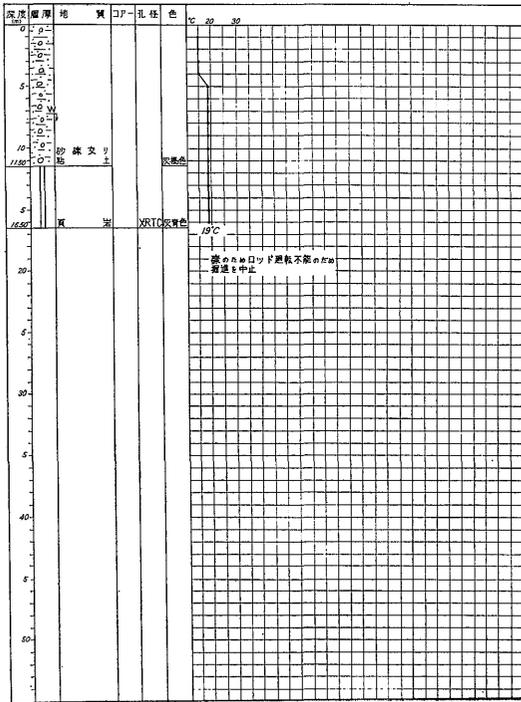
第 31 図



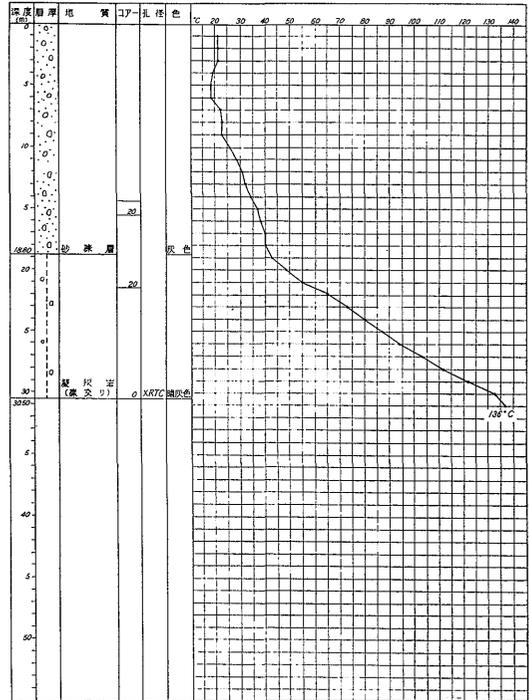
第 32 図



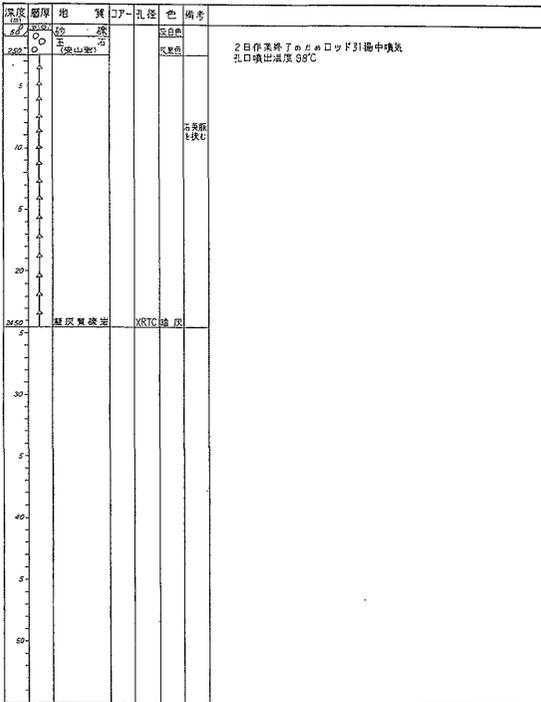
第 33 図



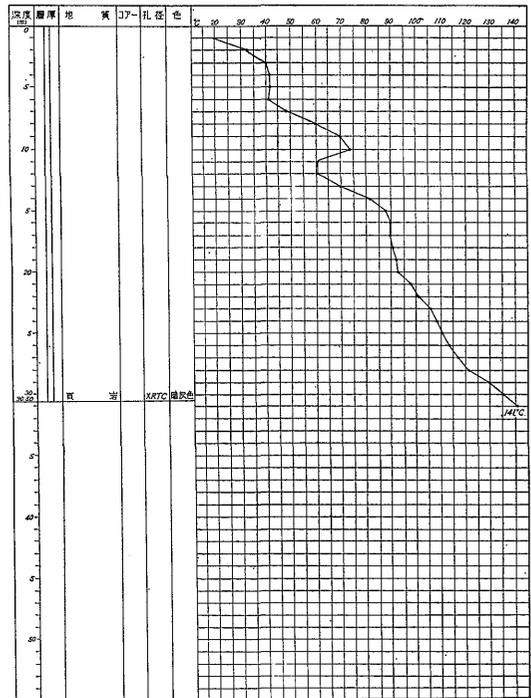
第 34 図



第 35 図

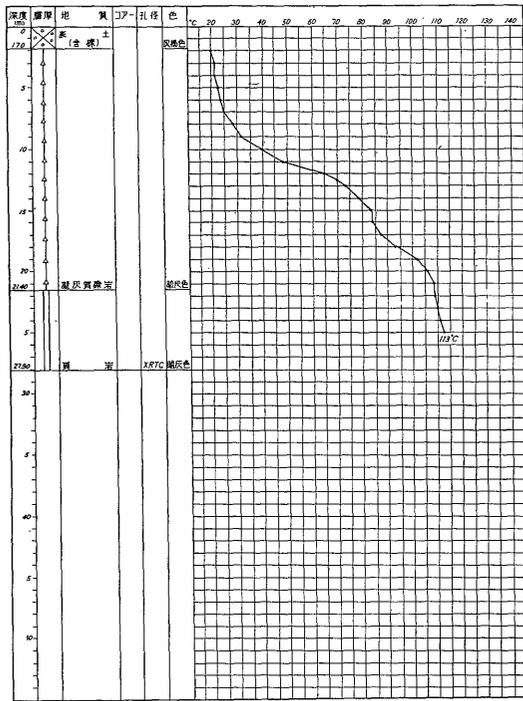


第 36 図

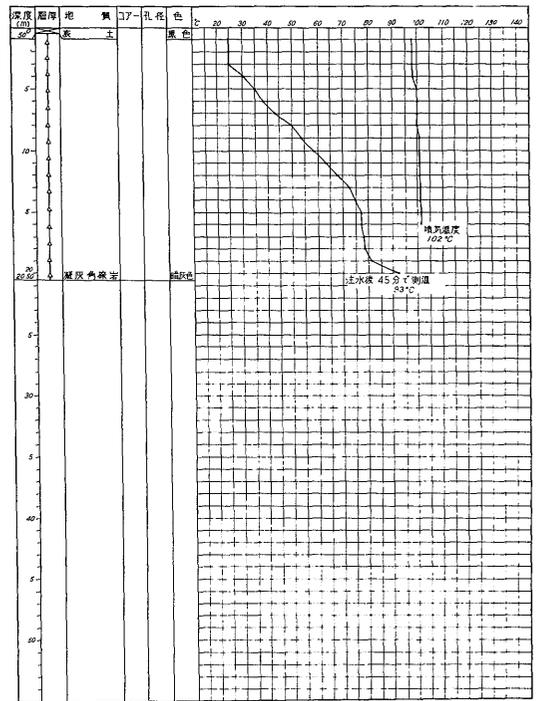


第 37 図

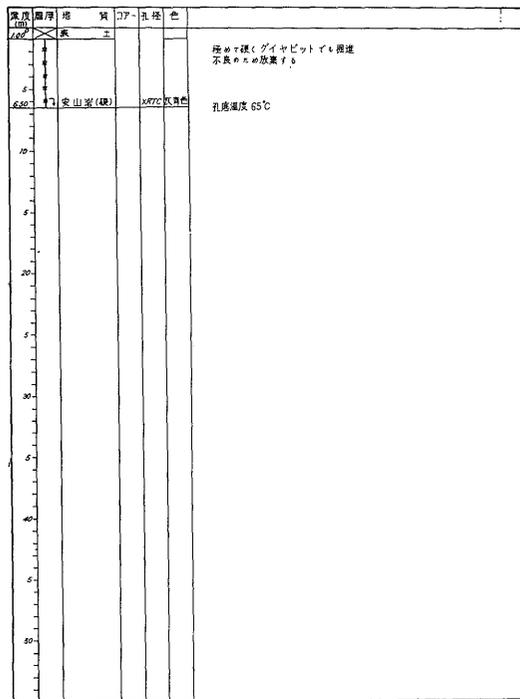
岩手県雫石町葛根田川（滝ノ上温泉）地域の地熱地帯における試錐による地温の分布について（藤倉孝次他4名）



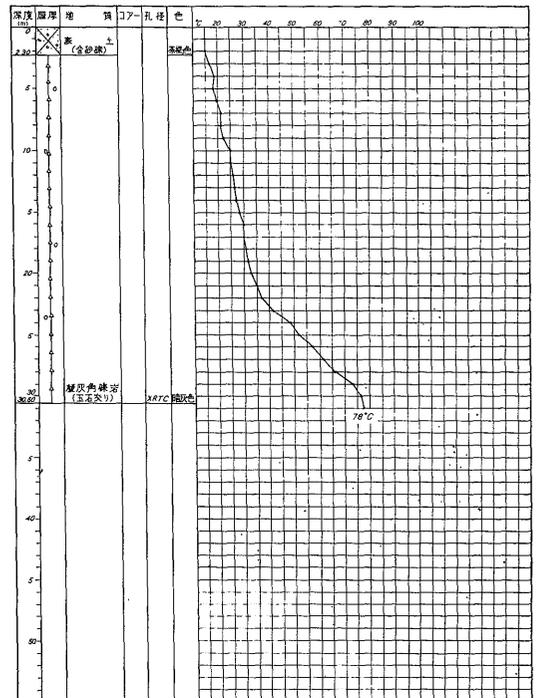
第 38 図



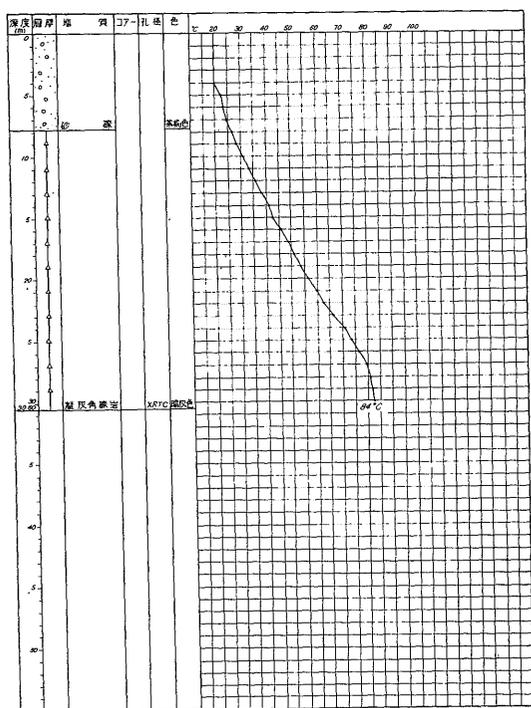
第 39 図



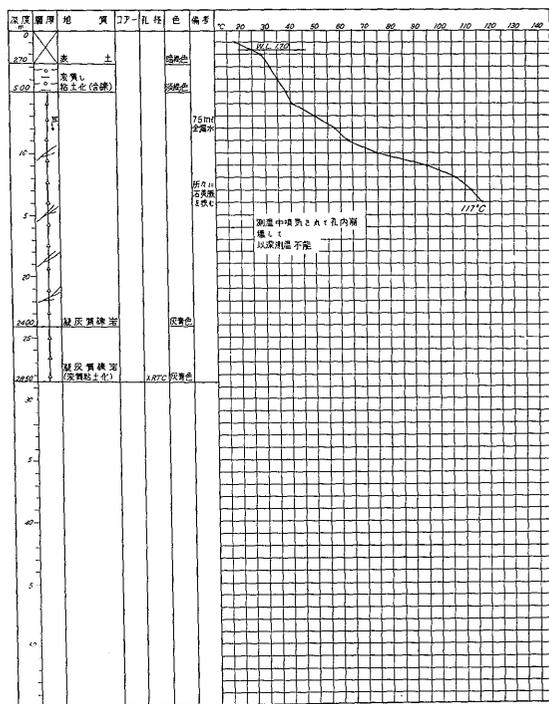
第 40 図



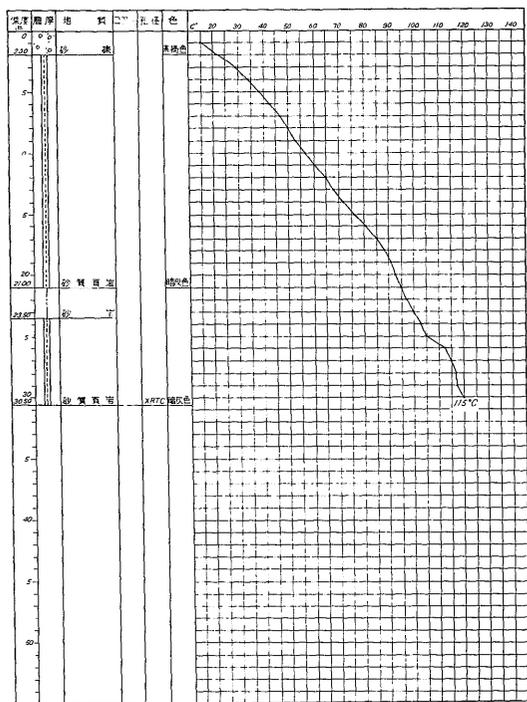
第 41 図



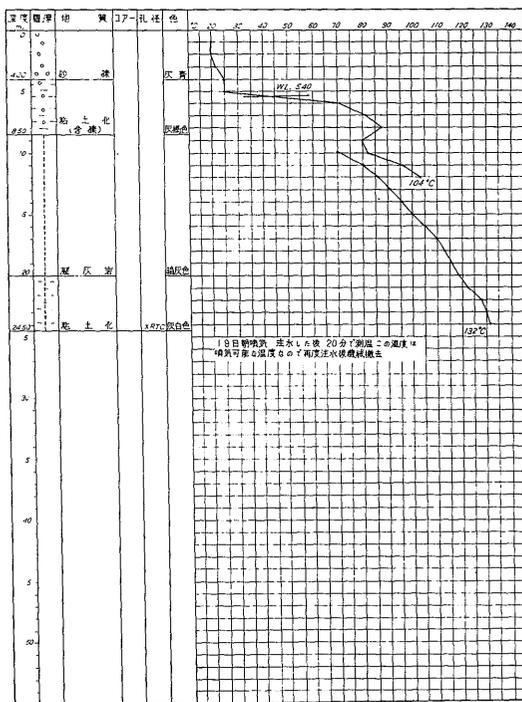
第 42 图



第 43 图

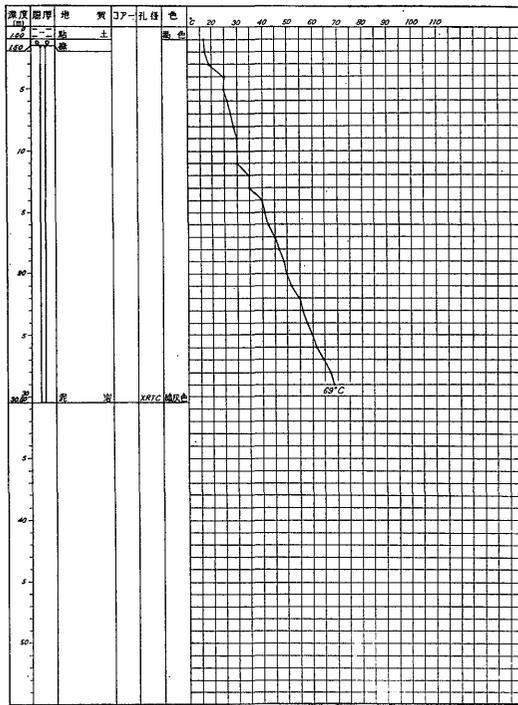


第 44 图

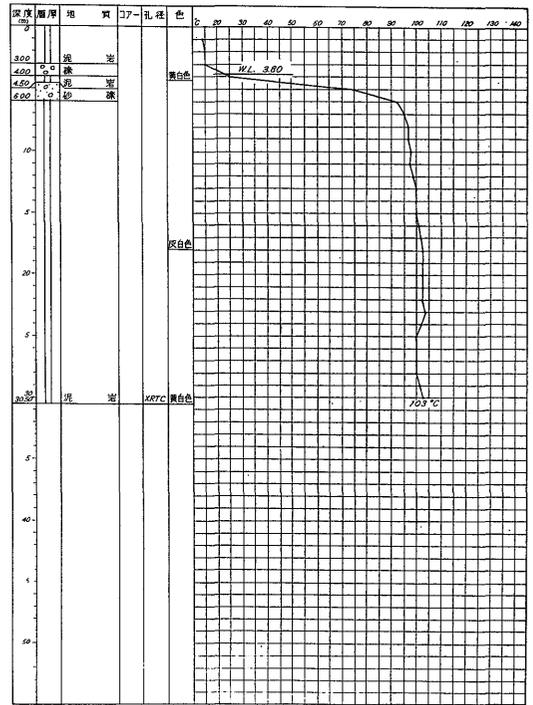


第 45 图

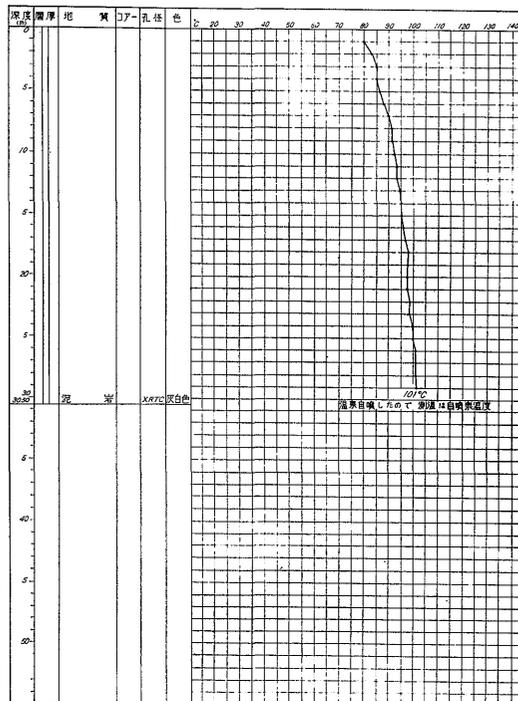
岩手県雫石町葛根田川（滝ノ上温泉）地域の地熱地帯における試錐による地温の分布について（藤倉孝次他4名）



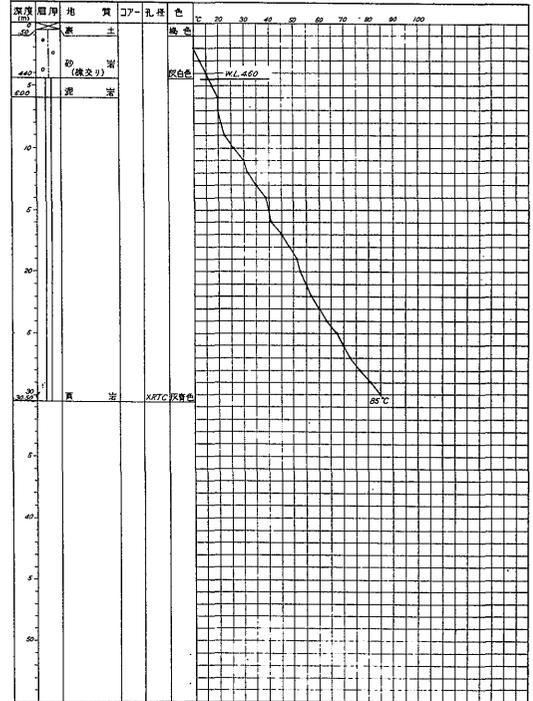
第 46 図



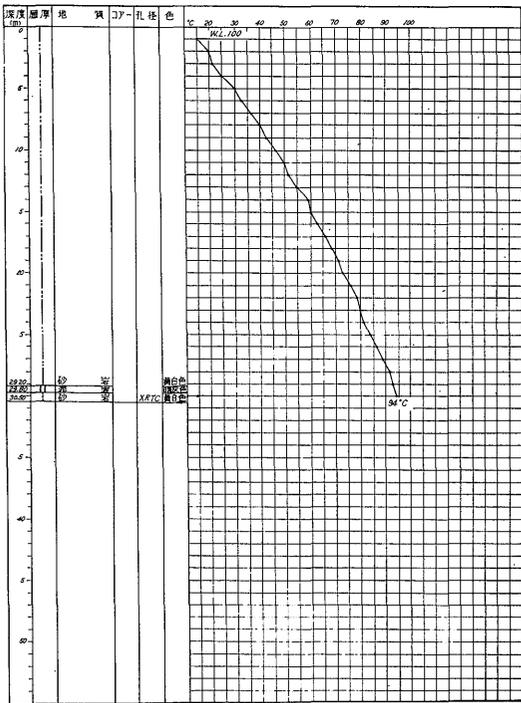
第 47 図



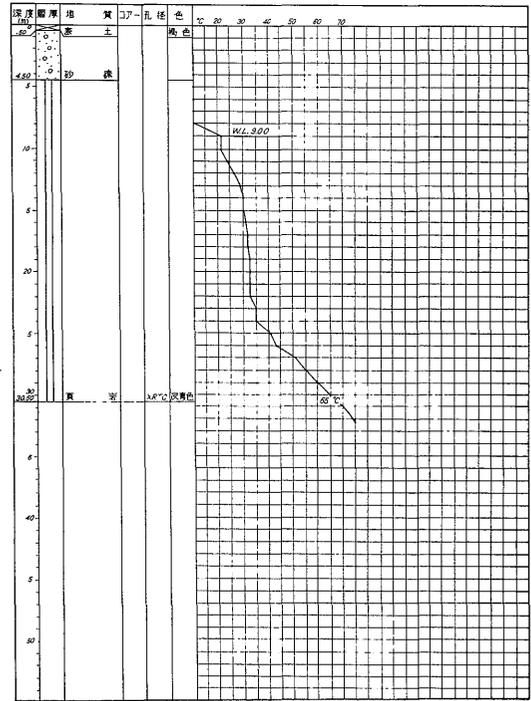
第 48 図



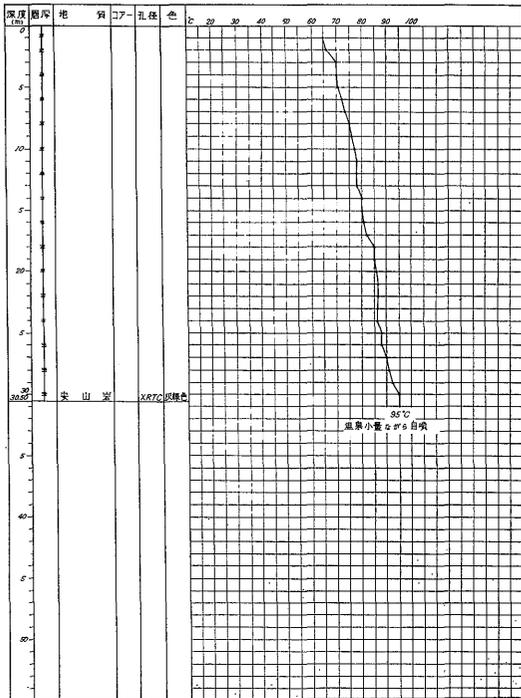
第 49 図



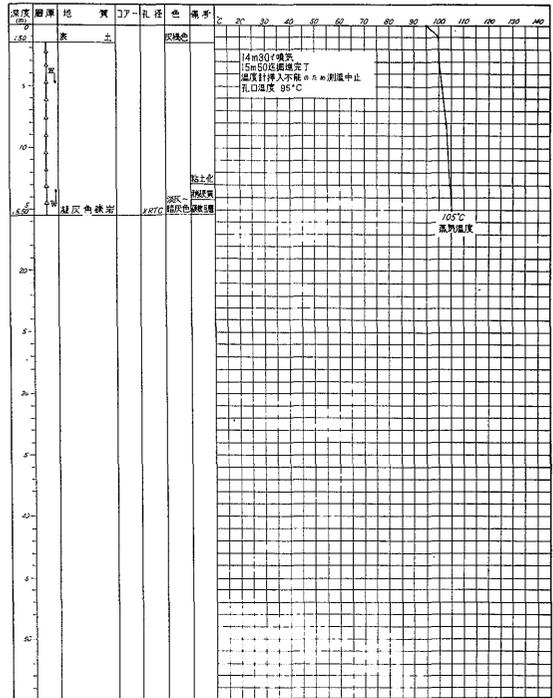
第 50 图



第 51 图

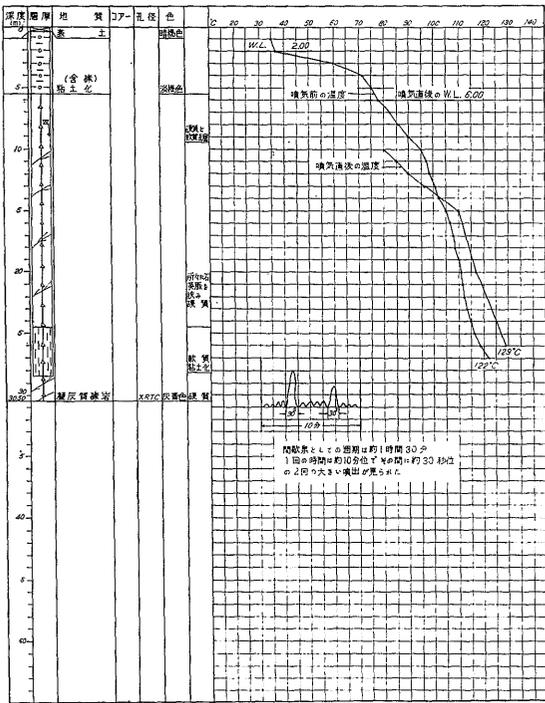


第 52 图

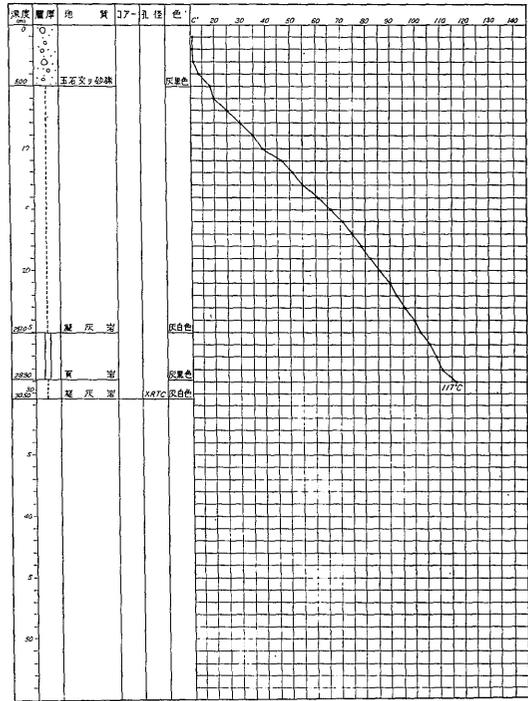


第 53 图

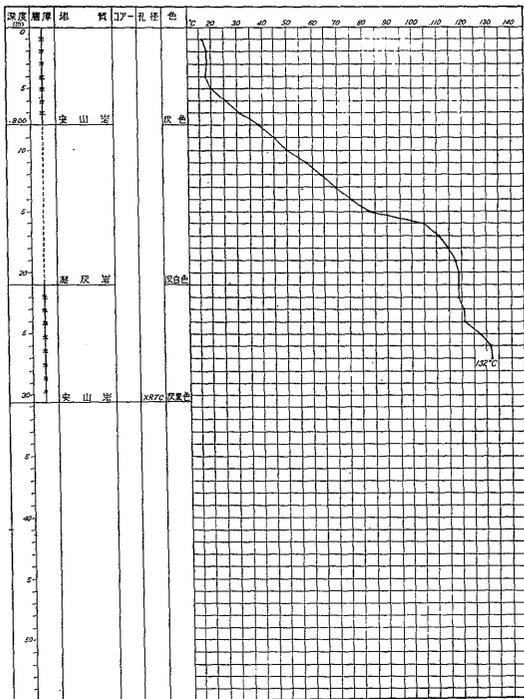
岩手県零石町葛根田川(滝ノ上温泉)地域の地熱地帯における試錐による地温の分布について(藤倉孝次他4名)



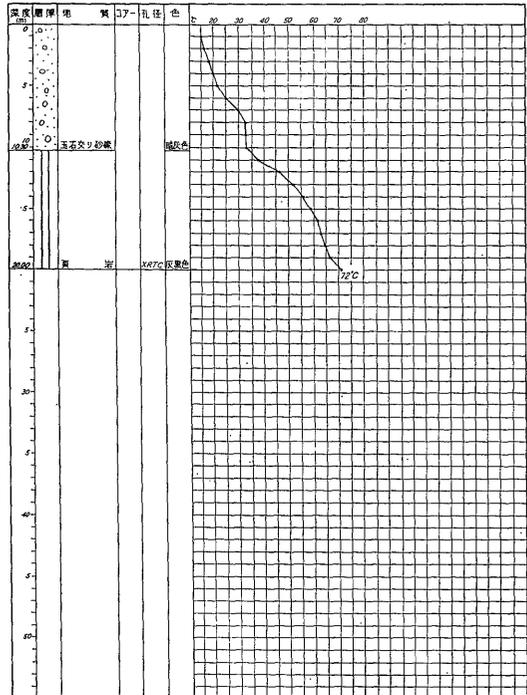
第 54 図



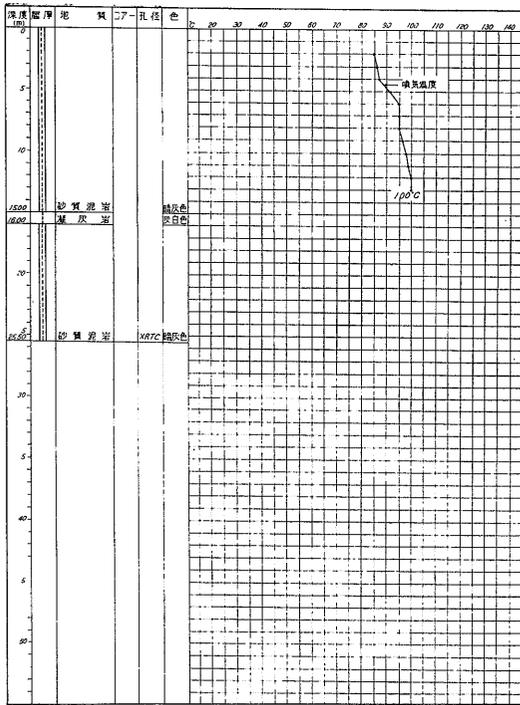
第 55 図



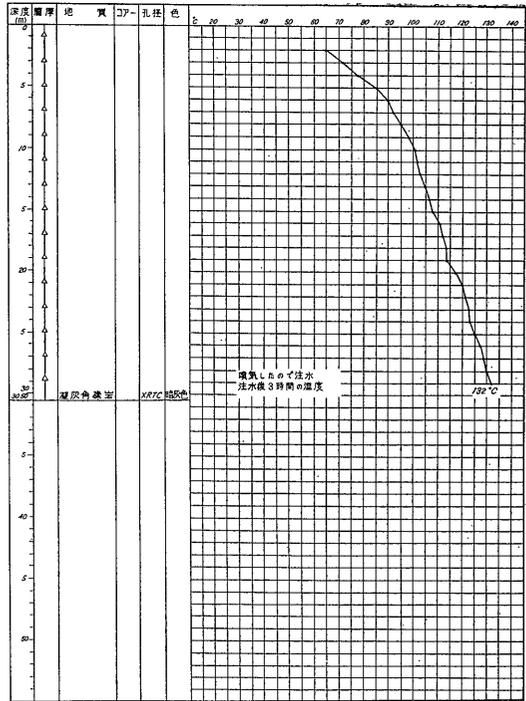
第 56 図



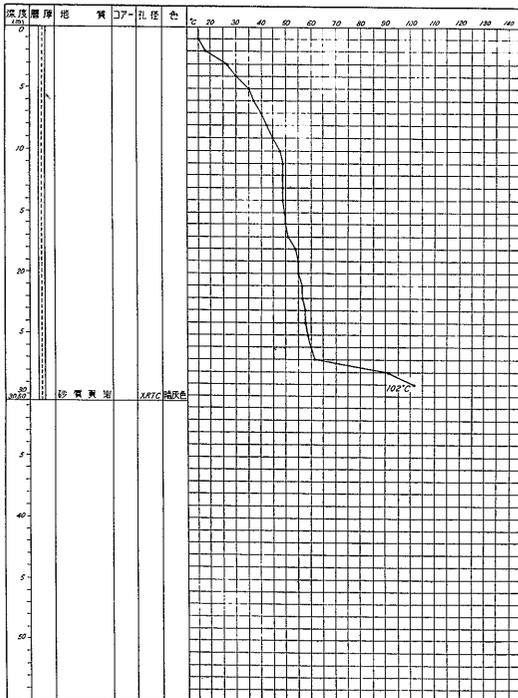
第 57 図



第 58 图



第 59 图



第 60 图



1. No. 2の噴気 (36年)



2. No. 5の現場 (36年)



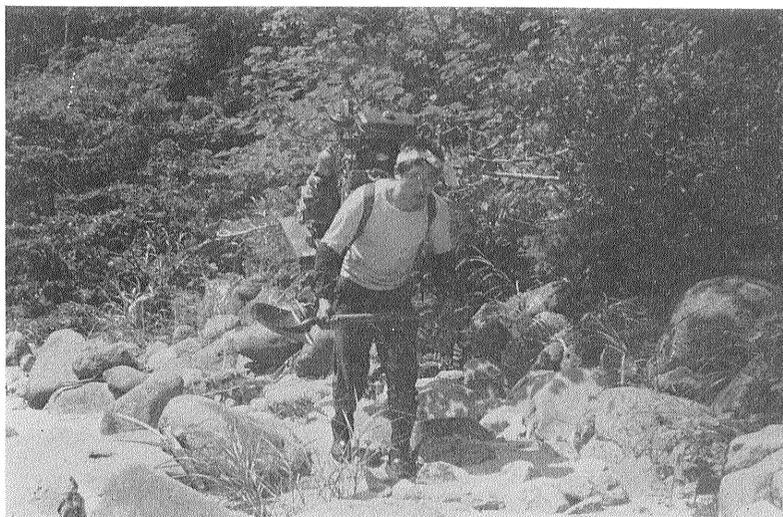
1. No. 3の現場 (36年)



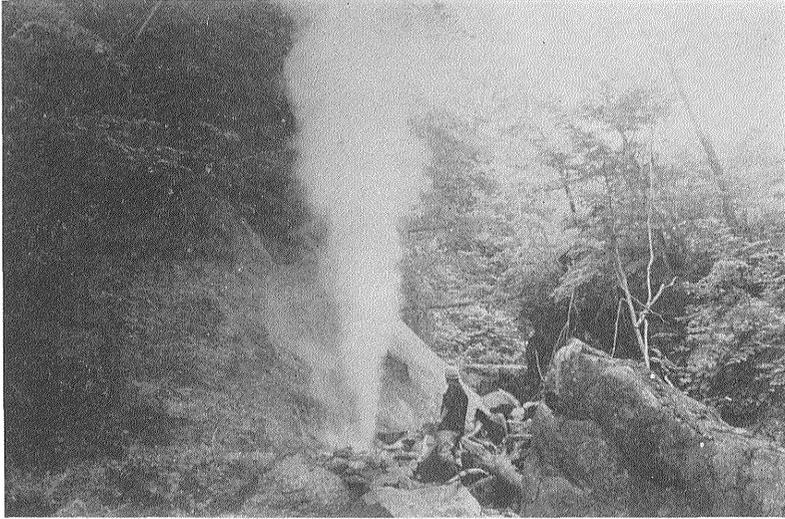
2. 滝ノ上温泉の噴気地帯



1. 葛根田川を渡って現場へ (38年)
この仮橋は雨ですぐ流された。
39年には、上流に、流失しないような橋を作った。



2. 機械運搬 (38年)



1. No. 22の噴気 (38年)



2. No. 22の噴気をとめる目的で注水した瞬間