

福島県二本松市岳温泉源泉地の試錐調査と考察

柳原 親孝* 藤倉 孝次*

Investigation by Drilling on the Geothermal Area of Dake Hot Spring, Fukushima Prefecture

By

Chikataka YANAGIHARA & Kōji FUJIKURA

Abstract

The writers surveyed the geothermal area of Dake hot spring, Fukushima prefecture, by means of a few shallow drillings, and found the following condition.

The temperature of the layer above the surface of ground water was 20°C higher than that of the surface.

The writers have given some consideration about this phenomenon.

1. ま え が き

福島県二本松市の岳温泉は、東北本線二本松駅下車、バスで20分位の所にある。

当地に供給されている温泉は、標高約1,400mの所に湧出しているものを、引湯管で約8km引いてきたものである。

二本松市長からの依頼に基づき、源泉地の調査を行なつて、その受託報告は提出済であるが、この報告の中に、若干の問題を含んでいるので、過去の試錐課資料（とくに筆者の関係したものに限定して）を参考にして、検討をしてみたいと思つている。

ただし、試錐孔のその地域でしめる面積、体積の割合は、それを量的にしめすことのできないほど小さいものである。

試錐孔内の測定を含めたすべての資料は、この非常に小さい点と線のものであり、しかも調査試錐の数は限られている。私達は、常にこの非常に小さい領域から拡大させて考えているので、必ずしも当を得たものばかりとは限らないだろう。

一応、以下受託報告の全文を記載する。

この報告にさいしては、その諒解を得たうえのことである。

2. 源泉地の概要

源泉地は、安達太良山に近い、鉄山と籠山にはさまれた所にあり、爆裂火口の形跡をとどめる盆地状の凹地であり、稜線である馬の背を越えれば、沼尻の噴火口がある。

この地は、安達太良登山の通路にあたり；県営くろがね小屋があり、四季登山客で賑つている。

またこの地は、湯川の源でもある。

左岸は、相当広い範囲にわたつて、崩壊した土砂でおおわれている。

温泉は、地形略図のとおり、自然に湧出しているものと、試錐によつたものの、両方から採取して、引湯管で8km送つている。

岳温泉の現状は、夏季は温泉の需要をみたしうが、冬期は湧出量が半減し、かつ、引湯距離の長いことによる温度の降下とあいまつて、湯量が不足している状態にある。

過去において、湯量を増す目的で、相当数の試錐を行ない、一時湯量は2倍程度に増したが、漸次減量して、ほとんど、以前と変わらない状態となつているとのことである。

過去の試錐の状態をみると、ほとんどが、露頭付近に集中し、深度は浅く、かつ、傾斜角が水平に近いため、一時的に、温泉の表面を大量に採取したことになり、過去の自然露頭から、現在の露頭は1m近く降下しているようである。私達の調査は、現在の温泉に影響のないもの、すなわち、新しい泉源または蒸気考えた結果、

必然的に、露頭線より低い所を避け、高い地域の変質帯のなかに調査地点を選んだ。

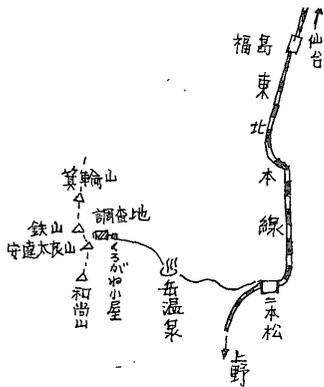
3. 調査の概要

3.1 No.1 の概要

No. 1は、昭和38年8月15日から、9月5日まで行なった。

使用機械は、PE-III型で、ポンプは三連のプランジヤーであった。

深度50m位の試錐を2本予定していたが、天候不良のため、機械の搬入に意外の時間を費したため、60m1本でこの調査は終了した。(第1図、第2図参照)



第1図a 調査位置図

本地点は、本湯から水平距離で約80m、高低差では、約9m高い位置で、湯川の水面から、約4m高い所にあり、傾斜角は75°、傾斜方向は、山に向かって、やや本湯の方によつた形である。(ほぼS20°E位)

この付近は、変質作用をうけて、灰白色粘土化しており、地温は、地下約20cmで、86°Cあり、地温としては、高い地域に属している。

柱状図に記載してあるとおり、地熱地帯の試錐としては、一般的なものと考えられ、特別な事項はない。

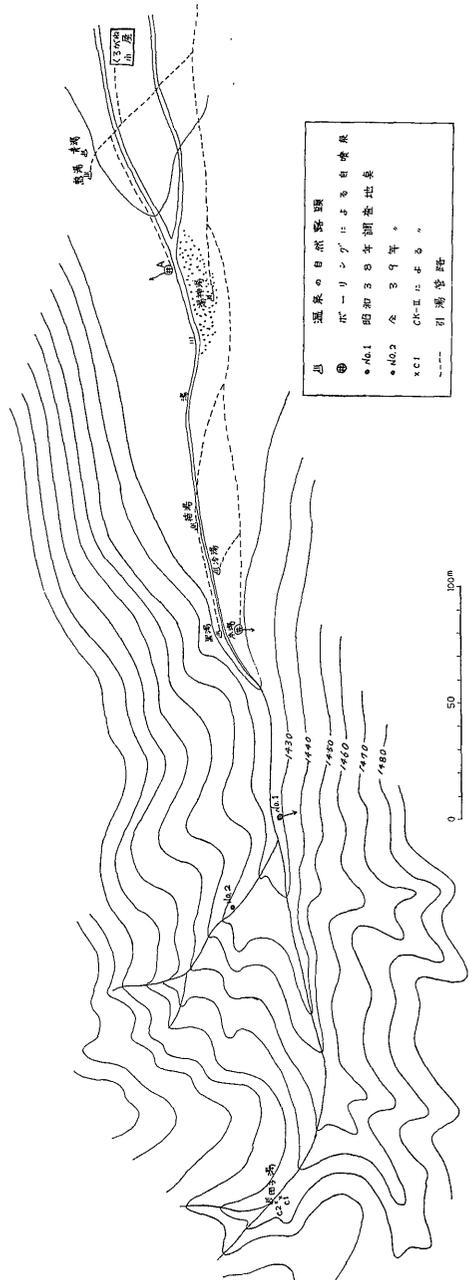
しかし測温の結果をみると、きわめて特徴のある地温曲線を示している。

すなわち、地下水水面から上の温度が、地下水の温度よりも、実に20°C以上も高いことであり、過去において、このような事例は聞かない。

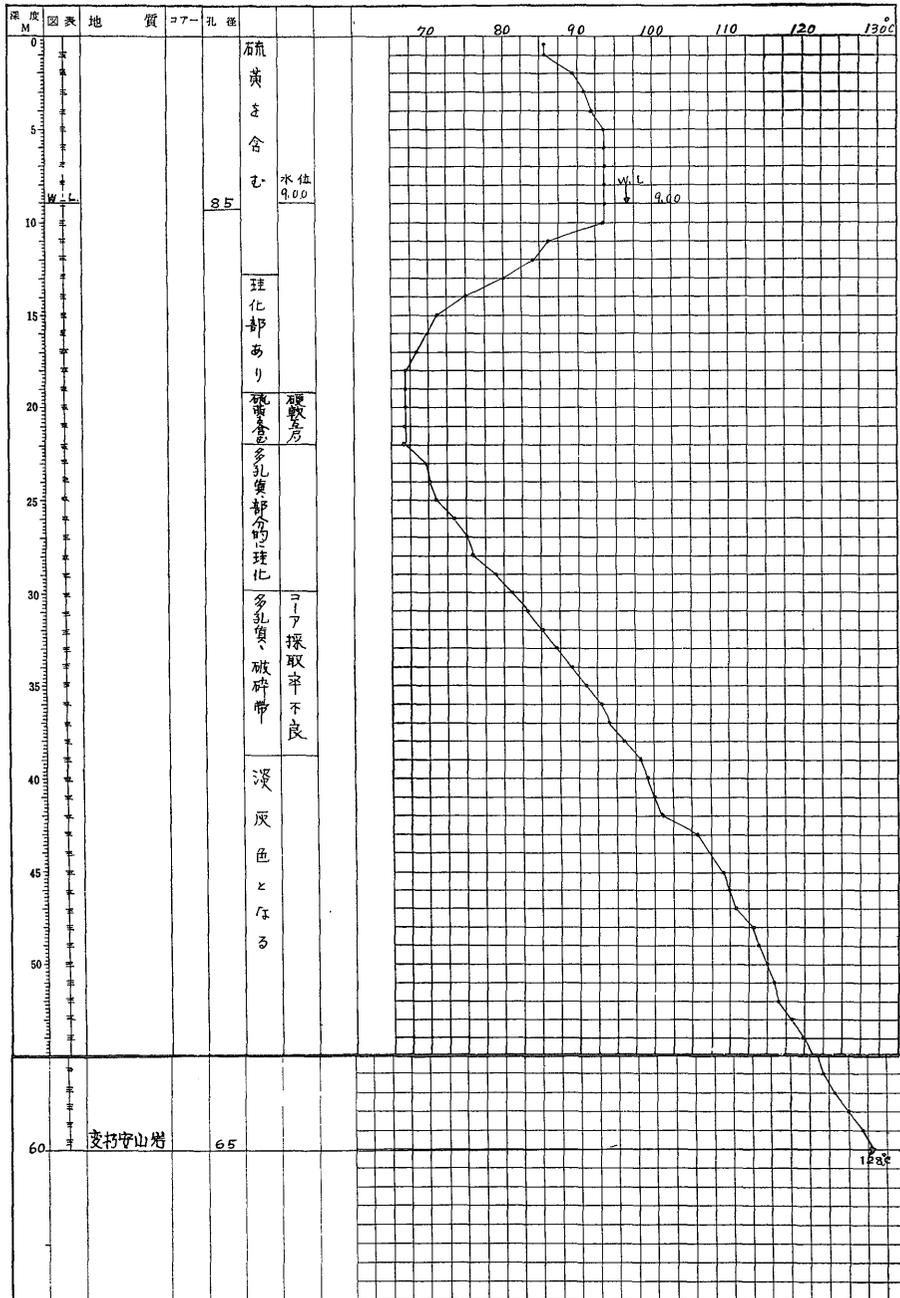
この原因を、常識的に考えると、

- (1) 熱が一部横に流れて、地下水の上からきていること。
- (2) 地下水の存在が、局部的に限定されて、地下水に接触しているところは、温度がさがっていること。

こうした考えをもつて、調査地の地形、試錐のコア等



第1図b 福島県本松市岳温泉源泉地地形略図



第2図 試錐地質および検層柱状図

を参考にして考えたが、その両方とも、説明し得るにたる材料がない。

(1)についてみると、調査地点は変質帯のなかにあり、この上の方にも変質帯がみられるけれど、それほど大きくはない。どこからということになると、説明の方法がない。

(2)については、当地の冬季の湧出量の減少は、供給される地下水が少ないことに起因すると考えられている。調査時期は、雨量の多いときであつたので、地下水供給の多いことで説明しようとしたが、下部の地温上昇率の高いことに関連して、とくに顕著な不透水層といったものが考えにくく、また露頭温度も併用して考えれば、これだけで説明するに無理があると考えた。

次に水位についてみると、若干の水位の変動はあつたが、大体9.00mであつた。(8.80~9.20m位)

現場設備の関係から、とくに泥水の影響がでるほどの濃度の泥水は使用できなかつたので、この水位は自然水位と考えてさしつかえない。

この水位は、大体现在の温泉の露頭と一致するので、この形で温泉が流れて、自然露頭となることも考えうるが、もつとも近い距離にあり、川に対して同じ側からでている本湯とは、その温度に差がある。(本湯は浅い試錐孔であり、温度は沸騰点に近い。)

39年の調査中に、フルオレスセイン (Fluorescein) を投入して、本湯への流入があるかどうかを調べたが、検出することができなかつた。

ただし、これは本湯と試錐孔との水が関係ないのか、または、投入量の不足、観測の不足、不備によるものかは、現在のところ判明しない。

この投入と観測は、Fluorescein 500g を、メチルアルコールでといた液を等分し、約15ℓの水で薄めて、12時間の間をおいて投入し、投入2時間後から22時以降の夜間をのぞいて、1時間ごとに採水し、5日間の観測である。

調査終了後、エアーリフトを試みた。

エアーホースを、28m 降下してテストをしたが、間歇的になつて続かない。流出温度は73°Cであつた。

次に40m まで降下して試みたところ、流出量は若干増したけれど、依然として間歇的であつた。

水位の変動と温度を調べてみたが、両回とも、リフト直後において、水位9.00m、深度26m で水温76°C と全然変化がなかつた。

3.2 No. 2の概要

No. 2は、昭和39年7月30日から、8月20日までで、使用機械は、OE-Ⅲ型、ポンプは三連プランヂヤ

一であつた。

本地点は、No. 1から水平距離で約60m、高低では、約9m 高い地点にあり、地表地温は高いところではないが、上に高温噴気地域があり、付近にも高温な場所があり、当地では一番大きい変質のみられるところである。

前年の経験から、機械搬入には万全を期し、深度100m 以上を目標として調査を開始したが、柱状図に記載してあるとおり、昨年と異つて、珪化した部分が予想外に深く、掘進能率が、その他の条件も加味されて意外に悪く、深度66.7m で中止せざるを得なかつた。(第3図参照)

本試錐孔の温度勾配をみると、水位以下は、温泉の一つのモデルになると考えられるような、典型的なカーブを示している。

No. 1と異なり、温泉の存在を推定するに足る温度勾配である。

水位をみると、13~20m 位で、露頭線とほとんど一致し、No. 1、No. 2と露頭線を考えれば、少なくともこの範囲内では、水平的に存在していると推定される。

調査終了時に、清水で掃孔して、電気水質計を使用し、孔内水の電導率を測定してみた。その結果と、柱状図との対比から、もしこの試錐孔を利用して、温泉採取をするならばの仮定のもとに、この深度付近から採取したらということ、関係者には伝えてある。

当地では、現在のところ、自然湧出以外に温泉を採取することができない。本試錐孔から、自噴の形で温泉を採取することは、水位と温度からみて、現状では不可能である。

3.3 C-I、C-IIの概要

C-I、C-IIは、CK-II型により39年度に調査した。

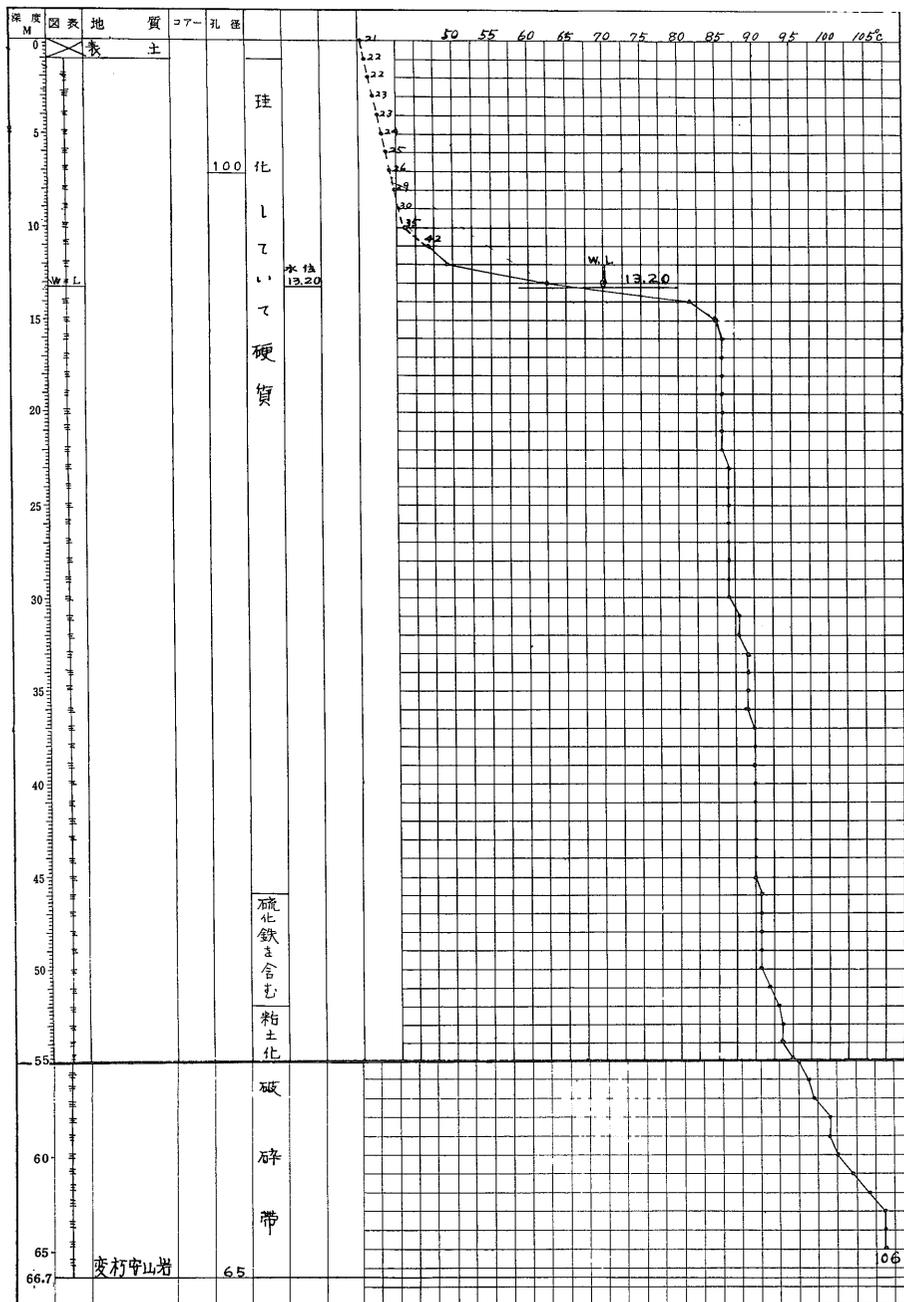
調査地点は、昔から団子湯といわれており、過去においては、温泉の湧出があつたが、現在はガスだけ僅かに湧出しており、水の供給を少なくすれば、温度が上昇する所である。(第4図参照)

C-I、C-IIの距離は、約4m で、C-Iは垂直方向、C-IIは鉄山の方向で、70°の傾斜掘りである。

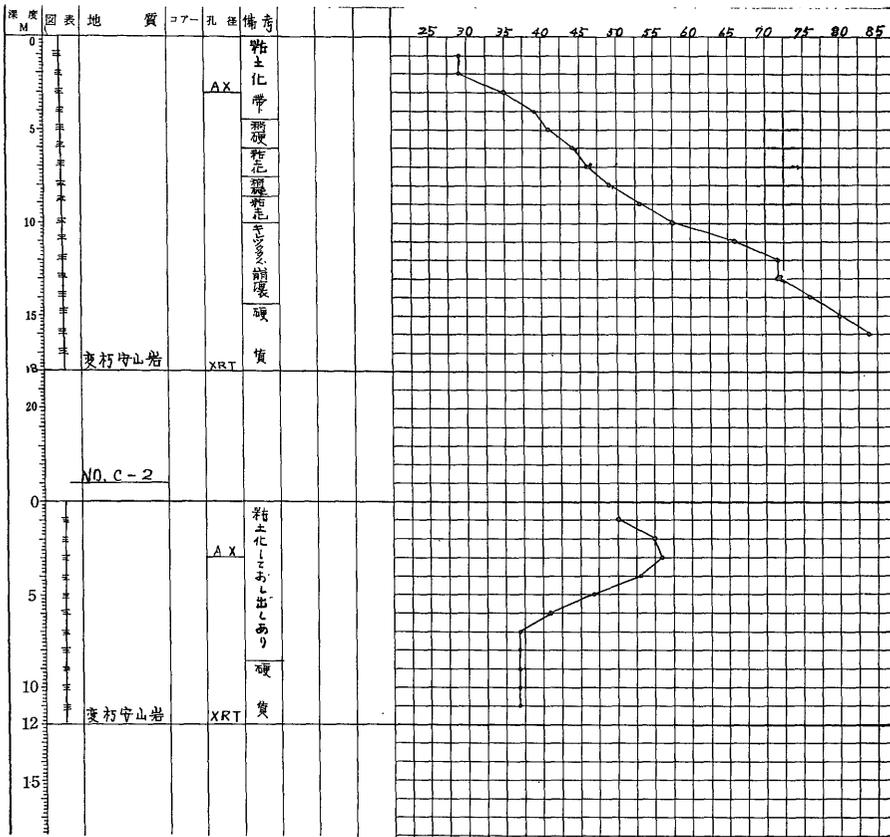
水位は、C-Iにおいて、川の水面から+20cm、C-IIは0cm であつた。

この両方の温度曲線からみて、大体次のことが推定される。

この付近は、熱の末端で、きわめて細い割れ目からきている。C-Iの温度曲線は、その自然の曲線に近いかもしれず、もし割れ目の少し大きいにあたれば、自噴



第3図 試錐地質および検層柱状図



第 4 図 試錐地質および検層柱状図

する可能性はある。

C-IIは、団子湯が過去において、何回か人間の手によつて、いろいろと工作されたために、冷水の注入される道がつけられた結果の温度曲線と思考する。

4. 結 論

僅かな調査によつて、複雑な当地の結論をだすのは、やや早計の感があるが現在次のように考えている。

岳温泉の源泉地としての当地の開発には、二つの課題がある。

- (1) 現在の温泉の自然露頭に干渉させないで開発すること。
- (2) 干渉させてもかまわないから、採取量の増量をはかること。

以上を前提としてまとめる。

No. 1についてみると、地下水面下で、温度が上昇しはじめてから、最終深度まで、温度の上昇はほとんど直線的である。しかしこのままで上昇することはない。お

そらく、あとわずかで、その温度上昇率は小さくなるであろう。この形となつて、150°C以上になるには、深度100m以下となると考へうる。

そのときは、上部の水を遮断すれば、蒸気の期待は充分もちうるものと推定する。

No. 2については、現在のところ、自噴させることは不可能と思うが、もし現在の形で温泉があるとして、その温度が120°C位になるには、やはり100m以下となるものと考えらる。

この100m位の深度で、120°C位の温度があるならば、温泉として自噴させることは可能と推定するが、果して、この温泉の形で終るか、ある深度から、No. 1のような、温度上昇を示すかは、目下のところ判断する資料はない。

以上のことから、地形上の不利を覚悟して、もつと深い試錐を行なつてみるか否かは、当事者の判断である。

(2)についてみると、過去の試錐は、その傾斜角度が水平に近すぎた感がある。

地形略図上#Aと記してある試錐孔からの自噴量が、

四季に関係のないことに注目したい。

このことは、現在の露頭付近で、傾斜角を大きくして、浅い所を採取しないようにして、深部から採取すれば、結果的には現在の露頭に影響するかもしれないが、四季にわたって増量することは、可能と推定しうる。

以上が受託調査報告の全文である。(一部字句の訂正はしてあるが)

5. 試錐孔内の温度について

温度の高い温泉や地熱の試錐での、孔内温度の変化する一般的傾向としては、第5図のようなものだろう。これは水位以下のものである。

一般的には、最初は増温率が高く、ある温度付近から低くなることである。

図中①、②とあるのは、宮城県鬼首地熱調査試錐のNo. 3のもので、①は掘進中、②は2年ほど経過して計つたもので、あまり良い例ではないが、他に適当な資料が課にないので(外部には、良い資料は沢山ある)、説明用にするが、孔内温度は、その示す温度は、計つたときの条件に左右されるということである。すなわち、真の地温に近い数字を、必ずしも示すとは限らないという

ことである。

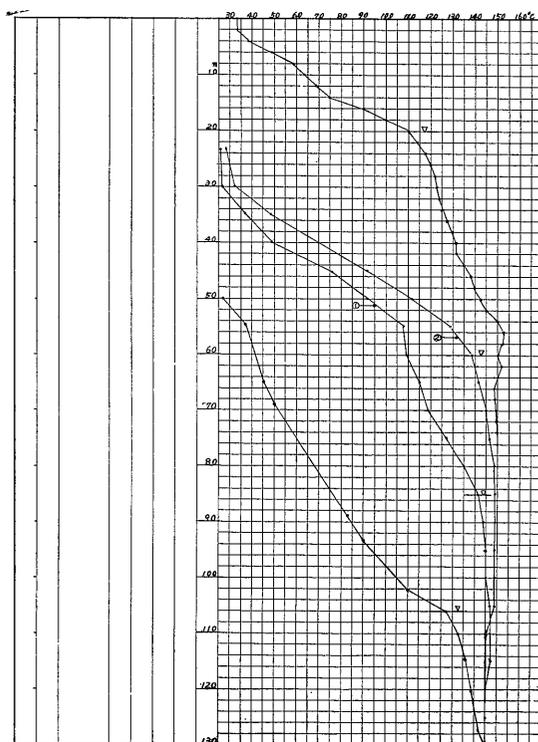
回帰温度測定という言葉がときに使われて、ある時間の経過とともに、孔内温度の変化を測定することが行なわれるが、これにしても、前提条件が示されない限り、使う目的によっては、十分な結果が得られるとは限らないだろう。

温度曲線を見ると、局部的に温度の降下していることがある。これは、曲線を描くために測定した条件に関係することもあり、また関係なく、事実としてもある。試錐柱状図に記載されている温度曲線に、こうしたものがあつたときの、参考までに述べた。

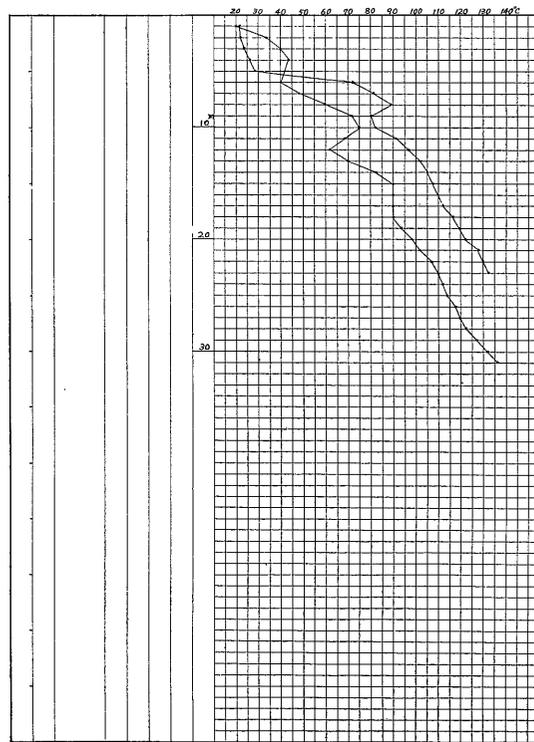
第6図は、事実として、局部的に温度の降下している例である。この認定の理由は、測定の条件をいろいろと変えて、10回近く測定してみた結果、全般的な温度は、その都度若干の変動はあるけれど、この降下している部分は、常にその割合で降下していたからである。

この温度降下の原因が何であるかとなると、いろいろ考えることはできるとしても、正しいか否かという結論は、いまはさげねばならない。

温泉、地熱等の地温の異常地での試錐では、深度が深くなるにつれて、温度が必ずしも上昇するとは限らない。

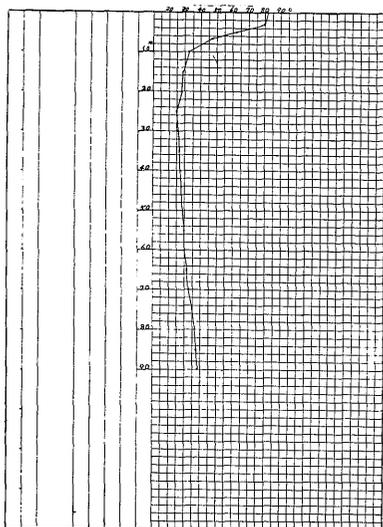


第5図 孔内温度測定図例1



第6図 孔内温度測定図例2

第7図は、その1例として示したものである。



第7図 孔内温度測定図例3

6. 試錐孔内での水位について

測定している孔内水位は、必ずしも自然水位ではない。泥水を一般的に使用しているので、泥水の影響をうけて、人工的な水位となることが多い。

泥水使用の意義からいつて、もし泥水管理がうまく行なえれば、ロッドを掲げたときに、その体積に相等するだけ水位が降下して、安定することであろう。

鬼首試錐 No. 2 の例をみると、深度 200m 以深では、泥水を使用したときの翌朝の水位は、-40m 位。清水を使用したときは、-85m 位に変動していた。

第8図は、温泉調査のときの、泥水下での水位図である。

深度 120m までは、-80cm で動かない水位は、ケーシング挿入で上部を遮断したことによつて、図のような形となつて表われた。

この水位の変動は、泥水、温泉の存在等種々の条件の重なつたものと解している。

最終時に、清水で掃孔して、自噴させたときのこの温泉の静水頭は、+5.80m であつた。

第9図は、大きい温泉層にあたつて、水位の急上昇

したものと思われるもので、こうした場合、温度との関係がみられるかどうかを考えたものであるが、特別な変化はなかつたようである。

7. 岳温泉の調査報告の再検討

7.1 No. 1 の水面の温度降下について

No. 1 の温度で、地下水面に接したところの温度降下について、報告書で、地下水の存在が、局部的に限定され、地下水に接触している所で降下しているのではないかと、問題を提起して、否定しているが、トンネル、坑道等で、限定された地下水の存在をみることは事実だし、こうしたことから考えれば、これを否定することは早計である。

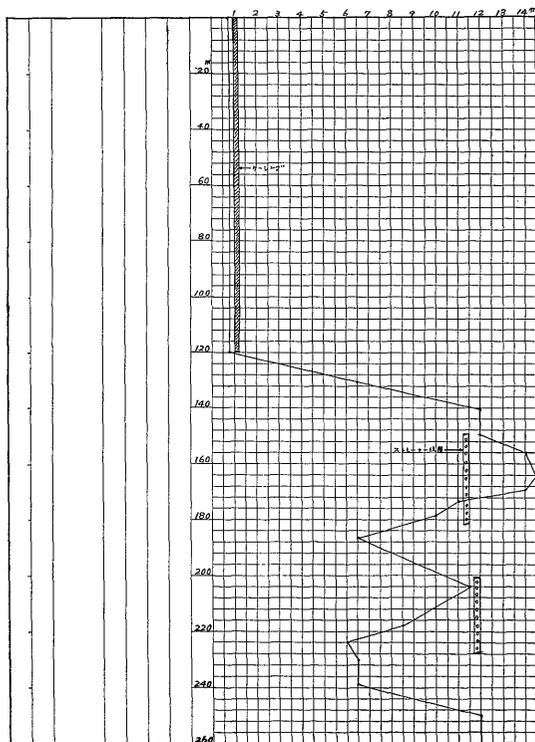
もし、このあたりが、当地温泉の大きい給水源の一つであることが確認できるならば、当地の開発に役立たせることは可能であろう。

7.2 当地の温泉について

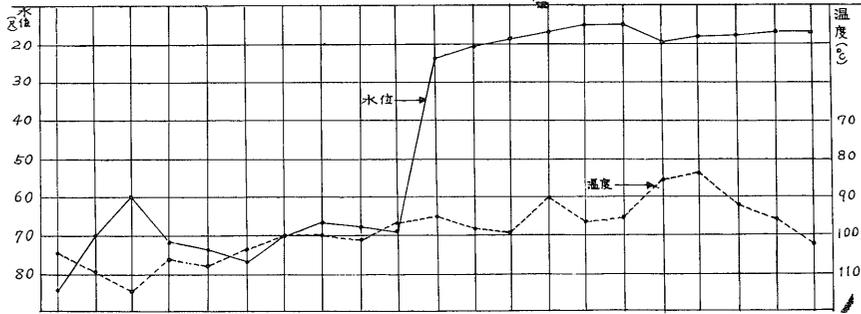
第10図は、真偽は別として、適当に画いた一つの当地の想定断面図である。

旧火口の周辺から、火口に流入した水は、熱を得て温泉となり、露頭となつて流出する。

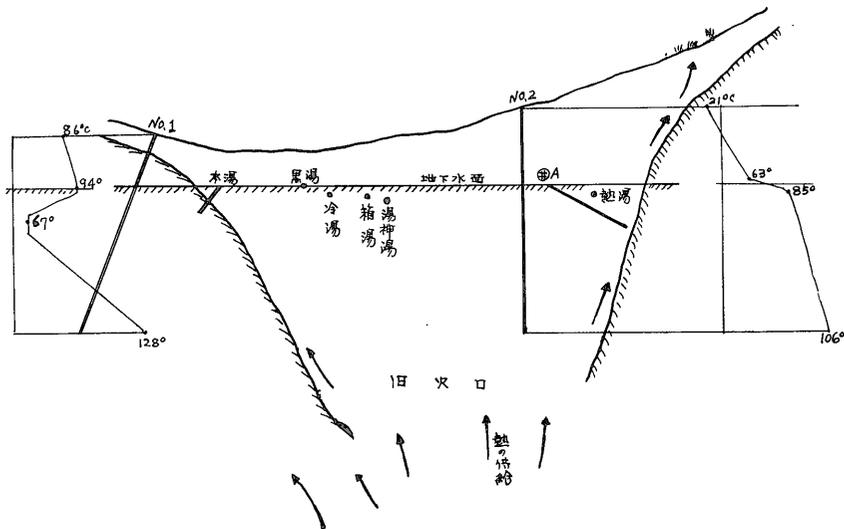
夏季と冬季との水位の変化は、No. 1 で 1m 弱位で、



第8図 孔内水位測定図例



第9図 孔内水位と孔底温度測定図例



第10図 想定断面と温泉の位置概図

湧出量の変化が、水位降下に起因するとすれば、現在の露頭線は、自然水位すれすれの所にあると考えられる。

火口内に流入する水も、全周辺から均等にはいることはないはずだし、熱も火口中で均等に分布しているとも考えられないし、また温泉が流れる間に二次的な影響をうけて、温度の変化することが、露頭温度の差となっているものと考えられる。

地表の高温または噴気帯は、構造上の弱線である旧火口壁にそつて、上昇してきたものと考え、団子湯は、熱

の一部が、地下の浅所を横に流れたものと推定できないことはない。

この仮定のもとに、想定断面図に、試錐、露頭を任意に入れてみると、第10図のようになる。

No. 1, No. 2, の温度も、#Aの四季に変化のない湧出も、理解しやすくなるような気がする。

7.3 電気水質計について

No. 2の報告で、電気水質計を使用したことが書いてあるが、温泉等の調査で、これの使用について考えてみ

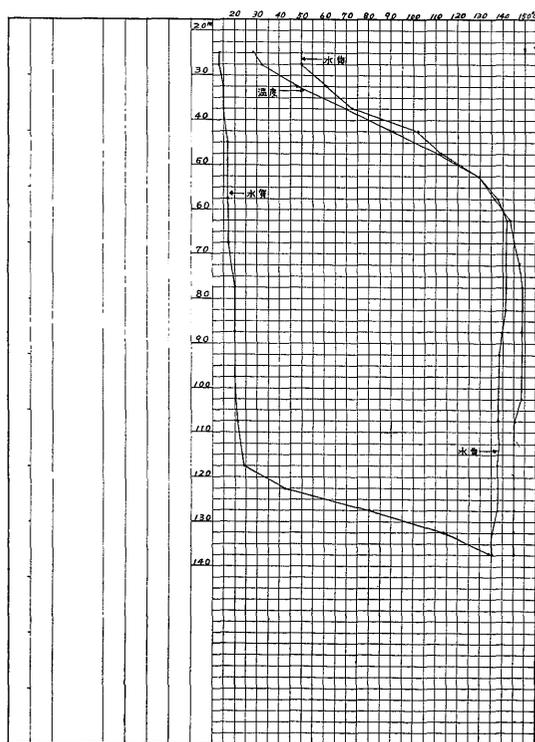
たい。

水質計である以上、測定値には当然単位がある。しかし、この単位、または指示値のもつ意味は、それ自体では、私達には特別な意味はない。温度、泥水等の影響をうけるため、補正が事実上できないことによるが。

相対的な比較において、水質計を使用することは、温泉等の試錐では、有意義な一つの手段である。

第 11 図は、鬼首 No. 3 で試験した図である。

噴出しているのをとめて一晩放置して、翌朝温度と水質(電気伝導等)を計つたものが(1)の線であり、(2)の水質は、一定量の静水を注入した後で計つたものである。

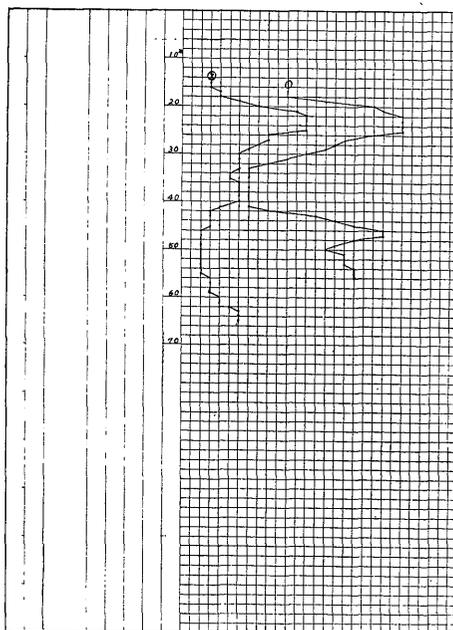


第 11 図 電気水質計による測定事例図

第 12 図は、岳温泉 No. 2 の水質計の 2 つの測定図である。①は、泥水下のもので、②は清水で掃孔した後の測定図である。

7.4 螢光剤の使用について

当地 No. 1 において、Fluorescein を投入して、本湯で影響を観測したことが報告書にあるところについて



第 12 図 岳調査No. 2における電気水質計測定図

は、影響のないのが当然で、観測は、むしろ、黒湯あたりで行なうべきだと考えている。

8. 結 語

当地の開発について、次のように考えている。

1) 現在の温泉に関係なく、蒸気を目的としたときには、No. 1 のように、旧火口のほかに、試錐をやるべきである。

2) 温泉増量のためには、本湯、No. 1 の傾斜はむしろ間違いで、旧火口の中心部、または旧火口壁をでないようにすれば、その増量は可能と推定する。

参 考 文 献

- 1) 地熱調査班 (1955) : 鹿児島県霧島地区地熱調査報告, 地質調月, vol. 6, no. 10
- 2) 福島県 (1962) : 国立公園磐梯吾妻地域温泉及び水資源調査報告集録
- 3) 中村久由・柳原親孝・高木慎一郎 (1961) : 宮城県鬼首盆地内における地熱試錐 3 号井の掘さくと汲揚試験, 地質調月, vol. 12, no. 7
- 4) 試錐課資料: 受託調査報告