

網走支庁管内紋別郡
瀬戸瀬温泉調査報告

山口久之助¹⁾ 佐藤 巖²⁾ 江端幸太郎³⁾ 二間瀬 冽⁴⁾

The geophysical prospecting of the hot spring at the Setose. by H. YAMAGUCHI, I. SATO, K. EBATA AND K. FUTAMASE. There are some hot springs at the upper reaches of the River Setose, Engaru. It appears that the groundwater, which is heated by post-volcanic effect in the course of circulation within the shearing zone of liparite, gush forth out the surface of the ground. The purpose of this investigation is to determine the position and the depth of boring. The measurements were made to learn the geo-thermal and the polarization potential distributions, and the water qualities.

In the measurements it was found that temperature and potential of the area give cooperately characteristics, and the qualities of hot water are almostly same except the streams of the surface. From the results obtained we made to locate the shear zone and to decide the site and depth of boring. It is expected that temperature reaches to about 44 °C at 100m beneath the surface and by boring a great quantity of hot water brings on the surface.

1 緒 言

この調査は遠軽町長の要請によつて行われたものであつて、その目的は、いぜんから温泉の徴候が知られていて、数年前試掘まで行われたが成功するに至らなかつた奥瀬戸瀬温泉を実現するため、試掘位置を選定するのにある。

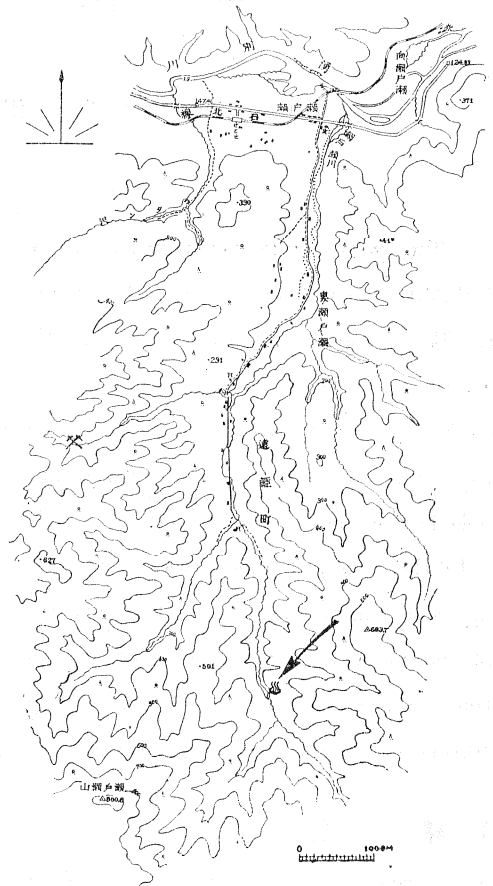
調査方法は、地熱の分布を知るための地温測定と自然電位測定、水脈の分布を知るための水質分析と流量測定等である。調査は昭和28年12月17日より7日間にわたつて行われ、当時現地積雪量は数10cm、気温は -7°C ~ $+5^{\circ}\text{C}$ で地温の測定には好条件下にあつたが、その他の測定には悪条件となり、なかなしく地質構造を推定するための地質踏査と比抵抗法とは実施できなかつたので、次の機会に譲ることとした。したがつて、本文では地質構造上の事柄が明解を欠いているのをおことわりする。

1) 前 掲
2) 北海道地下資源調査所技師
3) 同 技術補
4) 同 技術補

2 位置・交通及び現況

現地は石北線の瀬戸瀬駅から南方約9 kmの距離にあたる遠軽町大字奥瀬戸瀬国有林地内にあり、湧別川の支流瀬戸瀬川上流の川岸近くに湧出している。瀬戸瀬駅から現地までは、地方費道及び林道が通じていて、車馬運行の便があり、徒歩で約2時間を要する。

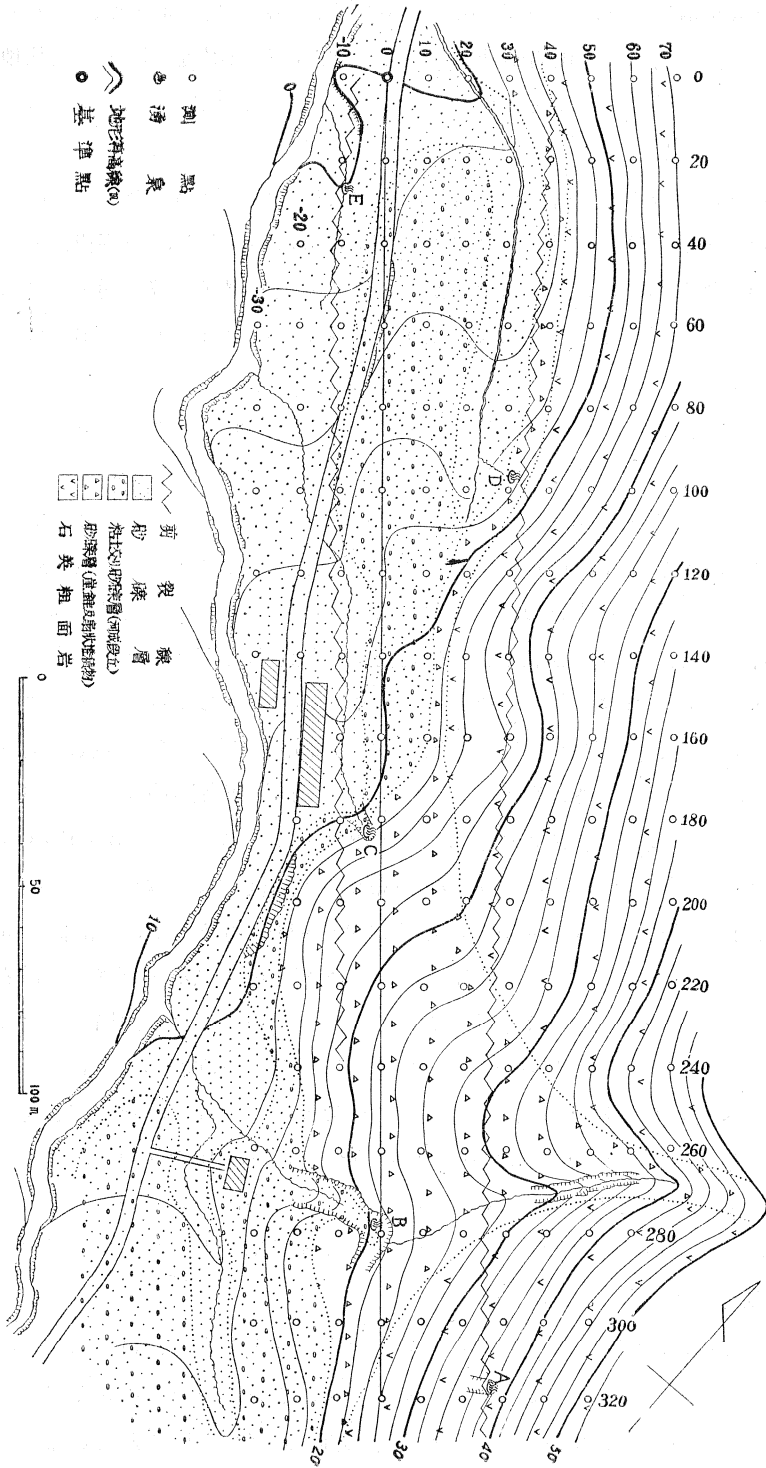
この温泉がいつ発見されたかは詳でないが、かなり昔から知られており、造材飯場や猟人に利用されていた。しかしながら、湧水の温度はそのまま浴用に供するには低きにすぎ、また水量もあまり豊富でないので、温泉としての存在価値は殆ど認められていなかった。そこで遠軽町の有志が開発期成会を組織されて、温泉試掘の認可を受け、数年前ここに60 mのボーリング1本を掘さくされた。その結果、地表下約30 mで水温40°C近くに達し、約54 mで40°Cをやや上廻る温度に達して、水圧も地表まで充分噴き上げる力を有することが確認された。ところが、それから下は地質が極めて悪く、掘さくに難渋しその上、水温もかえつて低下する傾向があらわれたため、工事を中止したといわれる。この試掘井は現在崩壊してしまつて、跡を止めていない。なお、この工事と相前後して、高温の湧水を探索するための表土剥ぎや横坑の掘さくも試みられているが、優勢なものは発見されていない。



第19圖 瀬戸瀬温泉位置圖

3 地形・地質及び水理

地形 第19図及び第20図に見る如く、温泉は瀬戸瀬川の刻んだ谷間にあつている。谷間の幅は数10 mないし100 mあまりあつて、その中を瀬戸瀬川が流れている。谷の両側山腹は比較的急傾斜をなし、谷との高差が数100 mもある稜線まで続いている。山腹と瀬戸瀬川の高水敷との間に沿つて、河岸段丘が細長く形成されている。この段丘面は上・下2段に分かれるものの如く、その面の高差は数mである。更に段丘と山地との間には崖錐があり、とくに山腹から枝谷が流下しているところでは、扇状地が形成されている。なお、調査地附近では、瀬戸瀬川は左岸の山脚寄りを流れているが、岩盤侵蝕は行われていない。また、瀬戸瀬川の現



第20圖 地形及び地質圖

河床と高水敷とは比高1m 足らずで、高水敷には大木が生えている。

火山岩 温泉附近では、谷の両側山腹の地質は石英粗面岩であるが、下流約400mの右岸には、その上に玄武岩質の安山岩が乗っている。また、温泉附近の崖錐や扇状地の堆積物中に玄武岩質安山岩の角礫が多量に含まれていることからして、山腹の上部にはこの安山岩が分布しているにちがいない。

これらの石英粗面岩や玄武岩質安山岩が、中生層を破つて噴出したことは、この地方の地質図から覗い知れるが、調査地附近では中生層は見当らない。なお、石英粗面岩中には含金石英脈や硫化鉄の鉱染帯が賦存している地帯があつて、温泉の周囲一帯は別子鉱業の鉱区になつている。ともあれ、瀬戸瀬温泉の成因は、鉱脈の形成や玄武岩質安山岩噴出の後を承つた火成活動の余熱に基くものと推定される。

堆積層 河岸沿いで石英粗面岩を覆っている地層は、旧河床を埋め立てた段丘堆積層と現河床及び山脚部を占めている沖積層とである。段丘堆積層は主として粘土交り砂礫層であつて、礫には円礫が多く含まれ、また、不完全ではあるが成層している。この層は粘土または火山灰砂などによる膠結作用が進んでいるため、次に述べる沖積層よりも透水性が甚だ悪い。段丘堆積層の上には崖錐堆積物と扇状堆積物が乗っている。崖錐堆積物は山脚の斜面の下に分布している岩片や崩土であり、扇状堆積物は造材飯場裏から町有ヒュッテの間にかけて、段丘を覆っている地層で、これは枝谷から押し出してきた岩屑を含む土砂である。この附近の地質断面は第24図の如き状態と推定される。なお、瀬戸瀬川の河床及び高水敷には砂利・玉石層が分布している。この層の厚さは数mで、その下には石英粗面岩が伏在している。

水理 現在、地表で認められる温泉の湧出箇所は、第20図のA・B・C・D・Eの5箇所である。これらの中で、石英粗面岩の破碎帯から湧出しているのはAとCである。Aでは北30°西ないし北60°西の走向を有し、南西に40°~60°傾斜している幅約2mの破碎帯の下盤寄りから湧出しているが、Cでは段丘堆積層に長さ数mの横坑を掘さくし、岩盤面の割れ目から湧水するのをその横坑に貯えて造材飯場に導水しているので、湧出の機構は詳でない。Dでは山脚の崖錐層が厚く岩盤を覆っているので、岩盤から崖錐層へ流入している地点は不明であるが、地表へ流出するまでの区間は崖錐層中を伏流している。Eでは河床高水敷の砂利・玉石層から湧出していて、その範囲は10数mに亘っている。Bでは明瞭な湧出箇所は認められないが、段丘堆積層と扇状堆積物との境界面から僅に浸み出ているのが認められる。また、この附近では、かつて横坑掘りや表土剥ぎの結果、高地温地帯とされている処であつて、ボーリングもこの地点に下されている。

温泉水の径路は、石英粗面岩中では、その破碎帯か節理などの割目に沿つて、遠方から地下深くを循環しているにちがいないが、地表近くでは、岩盤の割目の広狭や岩盤上に乗っている堆積物の透水性の大小や、温泉水以外の地下水の静水圧等に支配されていると推定される。すなわち、Aではその地盤が一番高いにもかかわらず湧出しているのは、割目の状態に恵まれ

ているからであり、BとC付近では温度は比較的高いが、透水性の悪い段丘堆積層が割目を押えているので湧水しにくく、Dでは山腹から破碎帯及び崖錐層中に流入した一般地下水の擾乱を受け、Eでは温泉水が河川水の静水圧を受けるため溢流していると考えられる。なお、扇状地を形成させた枝谷の流域面積は約10haあるにもかかわらず、地上水は殆ど認められない程度の水量であつた。積雪のため確認はできないが、この現象は、石英粗面岩に割目の発達していることを示唆している。

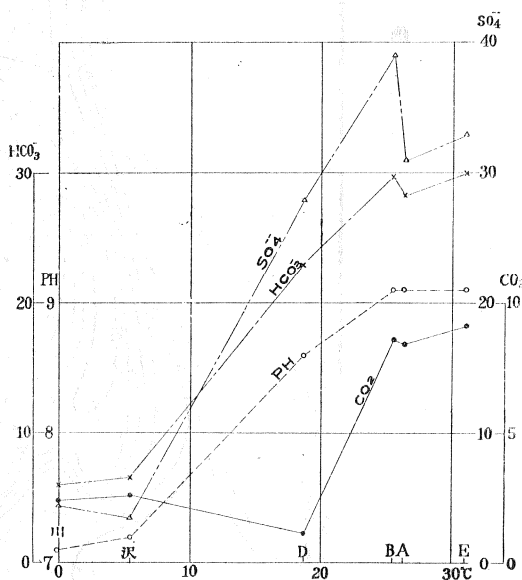
4 水質及び水温

さきに述べた5カ所の湧水の相互関係を判定するために、水質・水温及び湧水量を調査した。次にその結果を掲げる。

* 室内分析

採水場所	湧水量 (l/m)	水温 (°C)	pH	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	*Free CO ₂ (mg/L)	*Cl ⁻ (mg/L)	*SO ₄ ⁻ (mg/L)	*Fe (mg/L)	*KMnO ₄ 消費量 (mg/L)	*全硬度	*固形物 (mg/L)
A	2.5	25.5	9.1	29.8	8.6	8.6	39	0.0	9.0	0.90	155
C	6	31.0	9.1	30.0	9.2	9.4	33	0.0	9.0	0.78	163
D	16	18.7	8.6	23.0	2.2	7.9	28	0.0	8.8	0.90	131
E	17	25.3	9.1	28.3	8.4	10.0	31	0.0	8.4	0.81	164
扇状地の 沢上流	5	5.4	7.2	6.5	2.6	4.3	3.5	0.0	4.9	0.68	62
瀬戸瀬川	—	-0.2	7.1	6.0	2.4	8.6	4.5	0.0	8.2	0.71	101

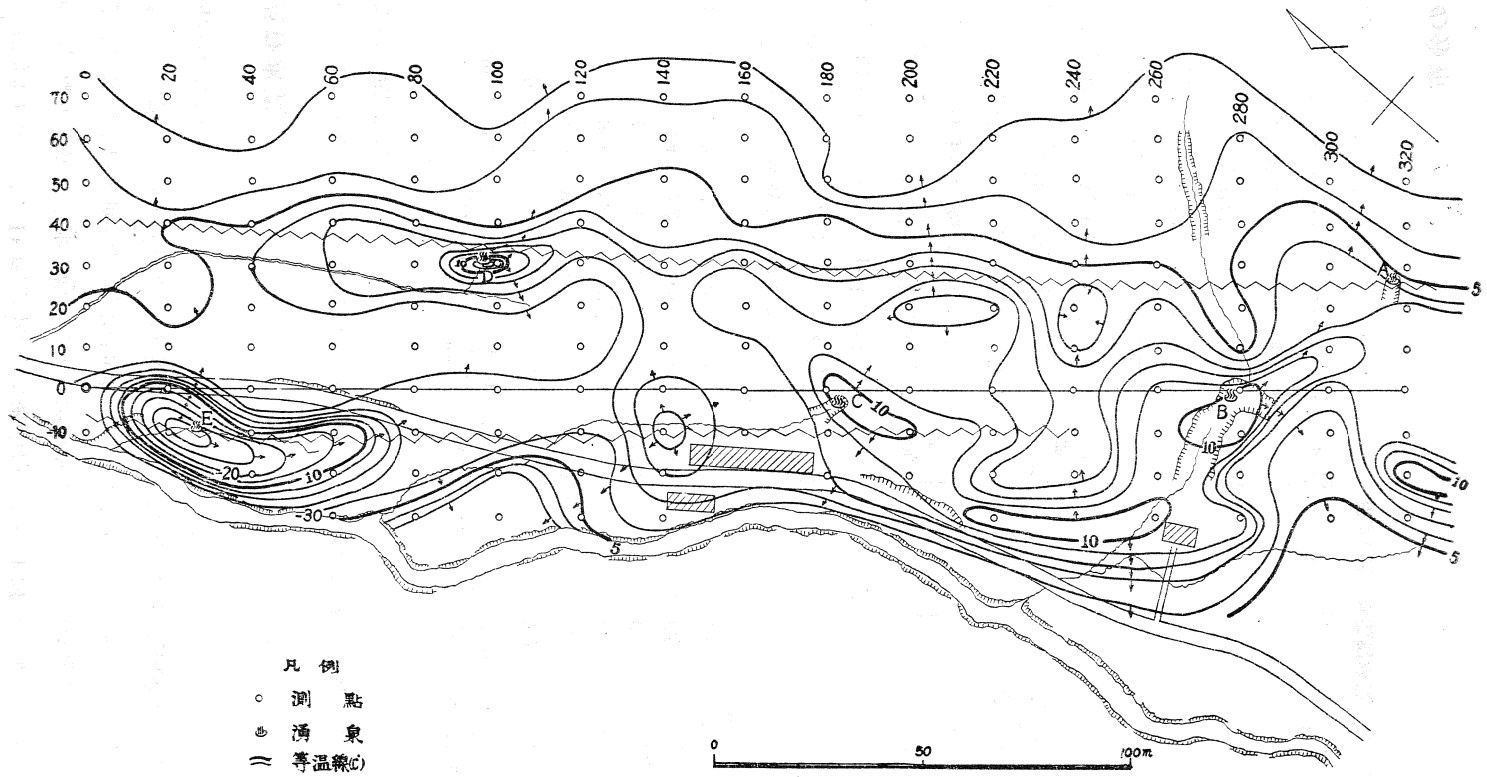
この表に見る如く、温泉水と地上水とは水質が全く相違していることがわかる。すなわち、温泉水は地上水に比べて、pHが高く、重碳酸イオンが多く、遊離炭酸が多く、硫酸根が多くなっているほか、過マンガン酸カリ消費量と全硬度も概して高い。これらの関係をグラフにしたのが第21図である。温泉水A, C, D, Eを通じて、A, C, Eは殆ど同一の特性を有しているが、Dだけは水温が概して低いばかりでなく、遊離炭酸の量が全く地上水と変わらない。この現象は普通の地下水が多量に混入しているためであろう。水温と水質の関係が、温度に対する溶解度の関係でないことは第21図で明らかに示されている。



第21圖 水温対水質 (単位 mg/L)

5 地熱の分布

測定方法 瀬戸瀬川の右岸地域で、湧水地点を含めた幅100m、長さ320mの範囲におい



凡例
 ○ 測點
 ⊕ 湧泉
)) 等溫線

0 50 100m

第22圖 等 地 溫 線 圖 (地下1m)

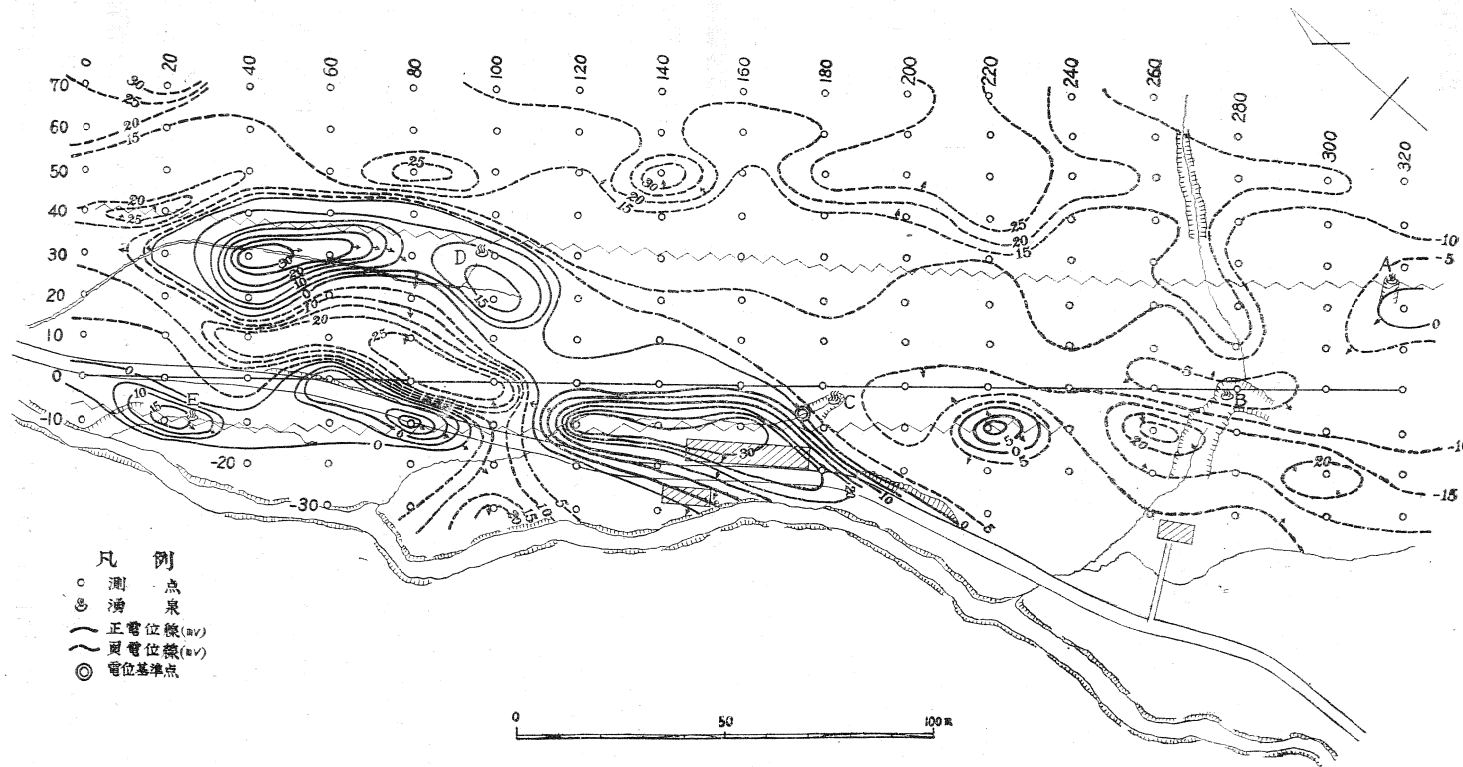
て、測線間隔(横)を 20 m, 測定間隔(縦)を 10 m にとつて、各測点の地表下 1 m の地温を測定した。测温孔は 1.5 m の鉄棒を打込んで穿ち、測定には 0.5°C 目盛の留点寒暖計を用いて 10 分間読みとし、不確実な値の点は再測した。第 22 図は実測による地表下 1 m の等温線である。

局部的地熱異常帯 第 22 図に見る如く、地熱の高い地帯は主として温泉湧出地点附近となつていて、その最高は E 点で 14.5°C であるが、その他にも比較的の高い処が見受けられる。しかしながら、それらの地帯は例外なく段丘の端末部に当つているので、高温水が段丘堆積層の上面に沿つて扇状堆積物や崖錐堆積物の中を流下し、地温を高めているにほかならない。飯場とヒュッテ間で、扇状地堆積物が厚く乗つている段丘末端はとくにこの傾向が著しい。なお、扇状地上で比較的低温なのは、地表と地下水面との相対深度が大きいからであり、B に向つて低温部が突き出しているのは沢水の影響である。また、DE 間の低温地帯は、透水性の低い段丘堆積層が高温地下水の流を遮断しているからであり、D 地帯の高温部が横長く延びているのは、湧出した温泉水の流路にあたるからであろう。しかしながら、E 地帯の高温部が、かえつて上流の方向に延びているのは注目に値する。測線 100 の測点-10 附近には瀬戸瀬川の伏流水の影響と認められる低温帯がせまつているので、若し伏流水の影響が無ければ、E の高温帯は更に延長されよう。このような観察をすると、CE の中間で飯場の北隅にあらわれた異常との関連と、C の湧水機構とが一脈相通するものとして浮きあがつてくる。

全般的的地熱異常 さきに述べたのは局部的な異常についてであるが、更に重要なのは温泉の地表湧出に直接干渉されていない異常である。当時河川水温は 0°C 内外であつたが、温泉水は殆どなく、河川の伏流水や一般の地下水を含んでいる河川敷の地温は、地下 1 m で 2~3°C であり、また逆に、一般地下水を殆ど含んでいない石英粗面岩の山腹表土層の地温は、地下 1 m で 2~4°C であつた。すなわち、この地方の当時の一般地温は、地下 1 m で 3°C 内外と見做すことができる。したがつて、この地帯でこの温度より高い処は温泉熱の影響を蒙つていることになり、等温線が地形や表層の地質に大して左右されずに、或る方向性を持つていて、しかも温度の勾配の急変する線は、温泉をもたらしている岩盤の構造線—破碎帯—と見做すことができる。第 22 図で A と D を結んだ線は、概ね 5~7°C の温度不連続線にあたり、A 点における破碎帯の平均走向、北 40° 西に殆ど合致している。したがつて、この破碎帯は相当優勢であると推定される。また、この破碎帯を想定することによつて、D 点の温泉が扇状地の上手の流域の伏流水をも併せて湧出しているという推定に有力な論拠を与える。このように考えると、局部的異常帯の CE を結んだ線は、AD を結ぶ破碎帯に併走している従属的な破碎帯か、または AD に雁行して更に西北進する破碎帯であつて、水質分析の結果からも、両破碎帯は地下で相通していることは明らかである。

6 自然電位分布

地熱と大地の自然電位との関係については、いまだ実験研究の域にあつて、自然電位の分布



第23圖 等 電 位 線 圖

状態から熱源の位置や勢力を推定できるという論拠は確立されていない。ただ経験的には、地温の高い処は正電位を与えている例が多いようである。しかしながら、自然電位の異常分布は、硫化鉄床賦存のインジケータとされているばかりでなく、その他の地質現象を解明する手がかりとなることも知られているので、ここでは実験的に試みることにした。

電位測定点は地温測定点と同一であり、電位基準点は湧泉 C の下手とした。第 23 図は全測点の自然電位から作図した等電位線図である。この図で見ると、温泉の湧出している付近では正電位を与え、瀬戸瀬川の河床や石英粗面岩の急傾斜地では負電位を与えている。この等電位線図とさきの等温線図とを比較して、地温の高い地帯では自然電位も概して高いことが容易に認識される。しかし細かく観察すると、やや相違しているところもある。すなわち、飯場とヒュッテ間の段丘の縁にあらわれている高温帯では、電位の異常はあらわれず、むしろ段丘上の比較的低温部に正電位点があられ、ヒュッテ裏の比較的高温部に負電位点があられている。しかし扇状地の東翼を流れている沢の影響は地温と全く一致している。

飯場の下手にあらわれた電位異常の勢力圏は、地温異常の勢力圏を一そう引き立てるかのような態勢をとっている。すなわち、CE を結んだ一連の電位異常帯は地温の場合よりも顕著であり、また D 以西の正電位帯と CE の正電位帯とに挟まれた負電位帯との対照が強い。飯場の下手における正電位帯は、主として低温地に出現しているが、ヒュッテ上手における負電位帯も、主として低温地に出現しているので、たんに表層の乾湿の相違で異常帯の極性を理由づけることはできない。なお、この電位分布を客観的にみて、電位基準点が正電位域にあることは明らかなので、本来の正電位域は東に拡大して正の異常値を高め、負電位域は縮小して負の異常値を低めることになる。要するに自然電位の分布は高温帯が正電位で低温帯が負電位となっていて、CE を結ぶ構造線の存在を示唆しているほかには、明瞭な指標を与えていない。また、異常帯の電位勾配が急なので、異常を与えている因子は地下の石英粗面岩に潜在するものではなく、段丘堆積層ないし沖積層中にあるものと推定される。

7 鑿井位置とその深度

舊ボーリングの資料 かつて行われた B 地点におけるボーリングの正確な資料は得られなかつたが、当時作業に従事された地元有志の談話を要約すると次の如くである。孔径 2½ 吋、深度 60 m、使用機械利根式、水温 29 m で 39.4 °C・40 m で 40 °C・53.7 m で 40.2 °C・54.3 m で 38 °C、亀裂 47.5 m と 53 m、硬岩（珪化帯又は石英脈）17 m・18.7 m・48.7 m で各数 10 cm、扇状地堆積物及び段丘堆積物の厚さ約 9 m、難工事（崩壊）50～60 m と 57 m で甚だし、水位（最高時）地表上 36 cm、湧出量 15～20 l/min、作業期日（正味）約 1 カ月、崩壊激しく且つ温度低下の傾向もあり、ケーシングパイプ不備等の理由で 60 m で掘止めとする。

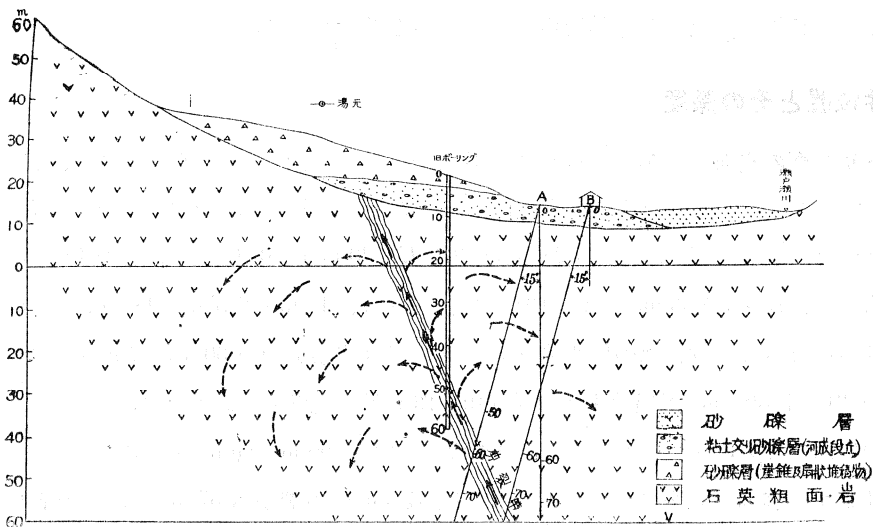
この談話から容易に想像されることは、深度 47.5 m の亀裂から 57 m の崩壊箇所あたりが、A 地点にあらわれている剪裂帯の落しに該当するが、それより上盤側にも亀裂が発達してい

て、水の循環がよいことである。すなわち、対流が行われやすくなっているので、30 m 足らずで 40°C 近くに及んでいるにもかかわらず、それ以下では殆ど増温していない。

調査結果の総合判断 これまでに述べたそれぞれの調査結果を総合して、瀬戸瀬温泉の機構は、石英粗面岩中に発達した北西—西東方向の剪裂帯を循環する地下水が迸発火山岩の余熱で暖められて、剪裂帯の露頭部の障碍の少ない処へ湧出していると推断される。すなわち、その剪裂帯の潜在露頭線は、各平面図に電光形に記入された線であつて、主要なるものが2条雁行しているものの如く、なお、この中間にもまた外側にも、主要剪裂帯に並行したり、あるいは斜交したりする複次的な剪裂帯があつて、互に相通じていることは、温泉の水質の共通性や伏水の伏流現象などからも明らかにされた。また、湧出箇所が点在しているのは、石英粗面岩中の湧出径路の摩擦損失水頭の相違や、石英粗面岩の剪裂帯の露頭部を覆っている段丘堆積層の存在や、温泉水に加わつてている静水圧の高低などで説明づけられる。要するにこの調査区域内で剪裂帯の下部数 10 m に至れば、或る同一の水準においてほぼ同一の温度と圧力を示すものと判断される。

鑿井位置 このような観察から、瀬戸瀬温泉の成功を期すためには、湯温の上昇を主眼とした深掘りよりも、水頭の上昇、したがつて湯量の豊富を主眼とした、比較的浅掘りを採用すべきである。そのためには、鑿井位置はなるべく地盤の低い処とし、しかも冷却を防ぐために湯元から浴槽への導水距離を短くするような処とする必要がある。しかしながら、鑿井位置をあまり瀬戸瀬川の方向へ下してしまうと、所要深度を増加することになり、延べ深度を制限すれば、傾斜掘りの角度を大きくしなければならぬ。かような理由で、鑿井位置は測点—20 を連ねた線と測線—30 を連ねた線との中間地帯が最も適している。この地帯の走向は剪裂帯の走向とほぼ一致しているので、瀬戸瀬川の上流側でも下流側でも適用される。

鑿井深度 第 24 図はヒュッテ最寄りを通る測線 260 の断面図であつて、現湯元・旧ボーリ



第 24 圖 260 線 断面 圖

ング・剪裂帯及び AB 2 地点における着脈深度の関係を示している。A と B の地盤高はほぼ等しいので、着脈した場合の静水圧はほぼ相等しく、従つて、湧出量にも大差は生じないであろう。ただ、湯温を幾分かでも高くするためには、剪裂帯のなるべく下部で着脈するようにし、工事費を節減するためには、僅かな角度の斜め掘りによつて着脈深度を激減しうる。さきにも述べたように、この剪裂帯内部では深度の増加に対する温度の増加は、10 数 m ないし 30 m で 1°C という程度であり、また、途中で突発的な急上昇は期待できない。入浴に最適の温度 42°C を確保するために最低 44°C の湯元の温度を要するとすれば、剪裂帯中の増温率を 15 m につき 1°C として、旧ボーリングで最高温を示した深度約 54 m の深さから更に約 60 m 下部に至らなければならない。この箇所は、A 点から垂直に約 100 m の深さにあたつている。

8 結 論

瀬戸瀬温泉の機構は、石英粗面岩中に発達している剪裂帯の深部に侵入した地下水が、第 3 紀火山活動の余熱により暖められて循環移動し、たまたま地表へ出易い処に湧出していると判断される。

調査によれば、この剪裂帯の主なるもの 2 条が認められ、北西—南東の走向でほぼ平行し、うち山腹寄りのものは西南方に傾斜している。温泉の水質及び温度は、数カ所の露頭とも共通しているので、本質的には相連続した同一の湯脈と見做すことができる。分類上では、弱アルカリ性単純泉に属する。

湯量は豊富と認められるが、温度には期待が持てない。入浴に最適の温度をうるには、掘さく深度 100 m を必要としよう。剪裂帯内部では対流及び循環作用が旺盛なので、地下増温率が甚だ低いと推定される。

鑿井位置は町有ヒュッテの両側から裏側にかけてのなるべく低い処がよい。裏側では垂直掘りではよいが、両側では山側に $5\sim 10^{\circ}$ 傾斜をつける必要がある。僅かな温度差ではあろうが、対流の上昇部を捕捉することが大切であるから、掘さくの途中では入念に測温する必要がある。