

Hesselman, H. 1910. Über den Sauerstoffgehalt des Bodenwassers und dessen Einwirkung auf die Versumpfung des Bodens und das Wachstum des Waldes. Meddel. från Statens Skogsförsöksanstalt, H. 7.

Lönnherblad, G. 1930, Über die Sauerstoffabsorption des Bodensubstrates in einigen Seetypen. Botaniska Notiser, 1930.

Thienemann, A. 1928. Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See. Die Binnengewässer, Bd. IV.

Yoshimura, S., 1932. On the dichotomous Stratification of Hydrogen Ion Concentration of some Japanese Lake Waters. Jap. Jour. Geol. Geogr. IX, No. 3-4.

宮地傳三郎 停滯期に於ける富營養湖の水素イオン濃度の垂直分布 地球 第一二卷 第六號 昭和四年。

吉村信吉 潮沼學 岩波講座 地理學 昭和七年。

## 加賀粟津溫泉附近の地質と溫泉試錐

近 藤 堅 二

### は し が き

本篇は筆者が昨夏利根ボーリングに勤務中、粟津溫泉の山下旅館主山下氏の溫泉試錐を行ふに際し夫の依頼によつて出張した際に仕事の片手間に得た地表調査と掘進中の資料に基いた記録である。極めて粗雑、獨斷的で論旨も前後してゐるが聊かなりとも溫泉地質學の進展に資するところがあれば望外の幸である。

尙ほ出張中に資料を供された山下勇太郎氏には厚く謝意を表する次第である。

(昭和8年10月記)

## 目 次

- 一、位置・地形
- 二、地質
  - 1. 河成礫層
  - 2. 湖成粘土層
  - 3. 第三紀層
  - 4. 石英粗面岩
- 三、温泉の分布と地質構造
- 四、温泉湧湯口の分布
- 五、栗津温泉に於ける試錐の實際
- 六、温泉の湧出状態と地質關係
- 七、總 括

## 一、位置・地形

栗津温泉は北陸線栗津驛より温泉電気軌道又は乗合自動車に依り約十分の距離にある交通の便よき地にして、南西東の三方は高距百米以下の丘陵性山地を以つて圍まれ盆地地形をなし、五百米平方大の猫額の區域にして西方の一方のみ開けて柴山瀉湖岸の低卑なる沖積平原と連絡す。而して平原に接する丘陵地は高距五十米未滿にして東北より西南に走り、那谷・山代間に於て平原に歿し背後には狹長な東北より西南に走る谷を隔て、栗津温泉地の東南方の高地と對立し、地形的にも地質的にも一境界をなす。温泉軌道の栗津・那谷間は此の境界をなす谷に沿ふて走る。尙ほ前記の後方山地の嶺も東北より西南の方向をとることは明らかに此の區域の地形が第三紀層の裂罅を通じて奔入せる石英粗面岩の排列方向と密接な關係にあることを思はしむ。

河流。温泉地を流るゝ二條の河流は街の北端にて合流して西北に向ふ。一は水源を東南の牧口・西荒谷の部落を経て約2軒の距離なる大杉川溪谷との間の分水嶺に發し、一は街の南なる養老山地に發達する略平行な長さ1軒の小群谷より集合す。河底は現在の侵蝕輪廻にてはグレードの状態にして泥土を以て埋められ、雨期には相當の水量あるも、平時は殆ど枯渴に近く、夏季には流量極め

て少量なり。

溪谷は温泉街を中心としてY字狀に後方山地に喰ひ込んで居り、河成礫層は山地の裾に於いて高距四十米以下に點在す。

## 二、地 質 (第一圖參照)

本區域に發達する岩石を大別すれば次の如し。

### 河成礫層

湖成粘土層

石英粗面岩及角礫岩

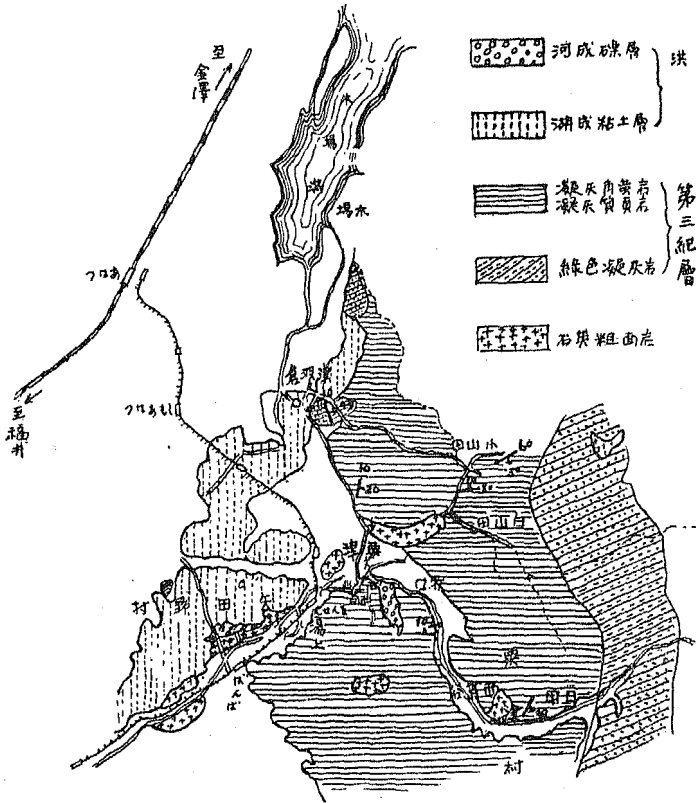
### 第三紀層 (凝灰質頁岩・凝灰砂岩・凝灰角礫岩累層)

1. 河成礫層 本層は主として黃褐色砂質粘土より成り、礫を散點し、大きさ卵大より指頭大に及ぶ。礫は飛驒山地の古生層の粘板岩・砂岩・珪岩等にして、諸處に石英粗面岩の變朽せるノジュールを含む。礫質砂と粘土層が噛み會ひ楔狀の偽層をなし、明かに河底チャンネルの移動せることを知る。本層は第三紀層の通稱鯖石と稱する青白色緻密凝灰質頁岩を不整合に被覆し、處により石英粗面岩及角礫岩を直接に蔽ひて鯖石の露出を見ざるところあり。本層の分布區域を見るに、地形的には丘陵地の周邊部に發達する溪谷に於いて高距40米以下に散在す。

### 2. 湖成粘土層

本層は恐らく現在の柴山潟其他の潟湖と同じ環境の下に成立せる地層にして、黃褐色粘土の薄さラミネーションを示し、酸化鐵のフィルムを介在し高師小僧を散點す。殆ど水平乃至5°位にNWよりSEの走向を示して西方に傾斜し、栗津より那谷に通ずる溪谷の西北側の山地を占

第一圖  
粟津温泉附近地質圖（近藤原圖）



め金氣を含む地下水地表に滲出す。この附近の鑿泉の結果に依れば地表より4間乃至5間に含水層

があり、腐朽せる蘆の葉の粘土と共に出づるを見れば、地表下5間までは本層が発達して居り、第三紀層並に之を貫く石英粗面岩より成る南方地域との關係は斷層かも知れず。下位にある三紀層の岩石の走向・傾斜及び地形より見て妥當なるべし本層は矢田野村方面に賦存し、その南縁は石英粗面岩質角礫岩及び礫層を以つて境す。

礫層は薄く或は之を缺

き分布極めて不規則なり。往時に於ける潟湖の分布は東南方山地にまで渚線が喰ひ込み、現在の粟

加賀粟津温泉附近の地質と温泉試錐

津温泉街まで浸してゐたことは前述の地層分布より推定される。礫層と本層との關係は漸移するところと不整合的に前者が後者を蔽ふところとあり、礫層の尖滅する地點が古い潟湖の渚線を示すものと思はる。

これは温泉軌道の栗津温泉北口驛より矢田野村に至る東西方向の往還に於いて觀察される。要するに本層の分布區域は嘗てスワンブマーシの狀況の下にあつたことを示して居り、尙ほ栗津村奥地の山地には本層の發達を見ない。

### 3. 第三紀層 主として均一緻密な石英

粗面岩質凝灰岩・角礫岩及び頁岩の薄層を挟める浮石質砂岩より成る。温泉街外れの小學校裏の崖は柱狀節理に富む石英粗面岩と流狀組織を示す眞珠岩より成る鐘狀岩塊に押し上げられて前記の凝灰岩と浮石質砂岩の累層がアーチ狀の褶曲をなしてゐる。本層の上部は一般に成層明かな植物質を含む黄色の凝灰質頁岩にして、漸次下方へ凝灰質となり、特有な斷口を示す青白色凝灰岩なる鯖石となる。

## 第二圖

栗津温泉街を隔て、  
津波倉方面より後方の第三紀層より成る丘陵の遠望



下部は無層理の角礫岩質綠色凝灰岩にして安山岩の角礫を含み、山中・山代方面に迄互つて廣域

に發達して厚層をなす。兩者の分布狀態をみるに前者は前記の湖成層の隣接地帯に於いて其の東方に溫泉地帯を圍繞して半圓狀をなし、小山田附近は上層の頁岩質のもので傾斜  $10^{\circ}-20^{\circ}$  NW 又は E を示し、走向は NE—EW であるが東方の綠色凝灰岩より成る分水嶺に接近すると  $50^{\circ}$  の急斜をなしてゐる。次に凝灰質のものは井ノ口に於ける前記の鍾狀岩塊以南の地を構成し、走向 NE—SW 及び EW にしてドーム構造をなし、溫泉街の東方牧口にては北へ  $20^{\circ}$  傾き、更に西荒谷部落の東なる日用にては  $30^{\circ}$  東に傾く。要約すれば第三紀上部層はこの地方の基盤をなす綠色角礫岩質凝灰岩の西縁に盆地内に堆積せるもので、漸次に陸化する中間を代表してゐる。且つ褶曲運動の影響を蒙つて隆起した地塊で、本層の分布區域に石英粗面岩の奔入が處々に見られる。木場潟に近くところでは本層の下に綠色角礫狀凝灰岩の露出せるところあり。津波倉の露出は N  $10^{\circ}$  W へ  $45^{\circ}$  NE の傾斜を示し、何れも安山岩の角礫を割目にとりこんでゐる。

次に下部第三紀層をなす基底綠色凝灰岩は一般に塊狀にして層理を示さず、硬質の結核・包裹物を含み角礫岩質なり。

綠色の流紋岩質凝灰岩を主とし、上部に白色凝灰岩の薄層あり、石理は大谷石の如く炭質物と思はるゝ斑點を含み浮石質なり。栗津より山中に至る後方の山地を形成する三紀層の山嶺は之より成る。

大杉谷川・動橋川・大聖寺川は此の嶺を横斷して NW の方向に流る。山中附近にては細粒綠色火山灰の固結せしと思はるゝ均一な石理の綠色軟質岩を主としチョコレート色の三寸角大の角岩塊を

含み、稀に層理を示すところでは楔狀に角岩と交層す。岩塊の風化面は榴狀に突起凹凸に富み硬質部には飛瀑を懸く。また瑪瑙狀石英脈に貫かるゝところあり。上方に向ふと共に流紋岩質斑狀組織となり、稀に水蝕の結果最大一寸位の圓礫を含み礫岩質となる。また沈積當時の海底に噴出せる流紋岩熔岩流の岩床と思はるゝところあり。

是の如く流紋岩質凝灰岩が極めて層理不明にして角礫岩質であり、屢々火山岩塊に漸移して境界の曖昧なるは確かに一特徴ともいふべく、且つ化石に乏しきことも同様なり。

所謂第四紀の安山岩系統の噴出時代の前を舞臺とする *Pre-andesite volcanism* なる流紋岩噴出に依り代表さるゝ地域の典型なり。學友大塚理學士が昨夏秋田・岩手縣境の駒ヶ岳火山踏査に赴きし際に、東北地方の流紋岩質凝灰岩につき筆者と全く同様な觀察を洩らされてゐる。

溫泉軌道に沿ひ馬場附近の露頭は綠色凝灰質角礫岩を下にし、浮石質砂岩と頁岩が薄いラミネーションをなす累層が上に載り、柱狀節理に富む石英粗面岩(B型)に依りて貫かる。尙ほ粟津より西荒谷に向ふ谷は前記の鯖石が NW—SE に走り、東に 30° 位傾斜す。日用の附近にて東方へ谷が曲がる地點には黑色緻密の石基に石英の結晶を散點せる極めて堅硬な石英粗面岩の露頭があり、石灰岩のレンズを含む凝灰岩が上に載り東方に 30° の傾斜をなす。尙ほ馬場の東南方に入る谷は粗粒、無層理な黃色硬質砂岩を以つて占められ、特異なる地層にして層位的に前述の湖成粘土層との中間に來るものなり。

第三紀層の一般走向が NW にして、此の地方の一般走向なる NE—SW と異なるのは石英粗面岩

の貫入に依り地層の擾亂を受けし結果ならん。

#### 4. 石英粗面岩 石理より見て二大別すれば、

(A) に属するものは Fluidal liparite にして墨流の如

き縞目を有し潜晶質の長石・石英の石基中に石英・玻璃長石を散點するものにして小學校裏の崖にて第三紀層を押し上げてあるものは之に属し、柱狀節理にして斑晶質(石英・長石斑晶)は石英粗面岩に移化して境界明らかならず。

温泉街を中心として NE-SW の線に沿ひ狭長の地帯に露出して居り、前記の學校裏の崖と軌道の馬場附近の露頭を結ぶ一線は正しく該構造線に一致す。石英粗面岩は該線上に於いて地表近くまで噴出せしものと思はる。

(B) 型に属するものは緑色の潜晶質石基中に眼球狀の spherulite を散點せる spherulitic liparite で一見して綠色凝灰岩の如く凝灰角礫岩・凝灰砂岩及頁岩の累層を貫入して居り、前記の(A)型の斑晶

### 第三圖

小學校裏の崖に於ける石英粗面岩の露頭

第三紀の凝灰質頁岩が押上げられて褶曲をなす。  
最上部は Volcanic detritus.



質のものに移化す。

馬場より那谷に向ふ溫泉軌道に沿ひ露出するものは(B)型に屬す。尙ほ(A)(B)型のもものは其の他にも花坂・高洞山のもものは(A)型にして那谷觀音のもものは(B)型なり。

石英粗面岩の野外に於ける露出狀態より地下に於ける第三紀層との關係を想像してみるに、蓋し粗面岩の奔入は火山活動の最後の段階に屬する。當地方の火山活動の型式は最初は海底火山の時代が相當に續き、主として鹽基性火山岩を源とする綠色火山灰と破碎岩片を噴出して此等が海底に堆積して極めて厚い角礫狀綠色凝灰岩の成生を見るに至つた。

恐らく堆積環境は淺海の渚線に近く、現在に於ける分布區域と大差ないところで漸次に地塊の沈降運動に支配されて堆積が行はれたとみるのが至當であらう。

之に踵いで此の沈積地域の一部は火山活動の靜穩期に入ると共に海底のオシレーションがあり、漸次に泥質沈積物となり、凝灰質頁岩の堆積が行はれた。

この裡には三角洲・潟湖環境のものも包含されてゐる。此等が固結を終つてから此地方の銅鑛脈の運鑛岩たる石英粗面岩の噴出が行はれた。栗津近傍の露頭觀察ではビスカスな酸性熔岩が急に冷却した結果、ドーム狀の塊狀の眞珠岩を形成し、之に支配されて凝灰質頁岩もアーチ狀を示すに至つたものと考へられる。

柱狀節理のものが早期で晩期になつて最も酸性な玻璃質成分のものが噴出した。

勿論この貫入には地塊の隆起並に褶曲運動も與つて力がある。この隆起量の差異に依つて地下に於ける粗面岩が地表近くに齎された部分もあるし、又相當に深部に潛在してゐるところもある。最

後には東尋坊の奇勝を形成する輝石安山岩と同系統と思はれる火山岩の奔入が行はれ、而かも其の影響が栗津地域に及んでゐる。

柴山潟に湧出する片山津温泉の泉源もこの安山岩にあるのであるが、試錐の結果として栗津温泉地帯にても50尺の深度に於いて凝灰岩に挾在して崩壊性の安山岩角礫が割目を充たしてゐて、之が泉源を二次的に形成してゐることが判然となつた。嘗て石油探索の目的で三國方面で日石が試錐した際にも綠色凝灰岩の厚層が發達してゐて前記の角礫層と同様なものが賦存してゐたさうである。

### 三、温泉の分布と地質構造

既に福井圖幅説明書に於て鈴木博士の指摘せし如く、栗津温泉は明らかに前記の石英粗面岩の裂隙より湧出することは疑を容れぬ。

温泉の湧出區域は町の西方をL字形に流るゝ細流の東側にあり幅1町長さ3.5町の狹長の地にして前述の石英粗面岩の噴出線は湧出區域の地下に潜在して學校裏の位置に於いて隆起するものゝ如し。尙ほ該細流の西側の小丘を構成する石英粗面岩は斑晶質のものと堅硬緻密の石英中に石英の微粒を散點せるものと二種あり。而して斑晶質のものは石英粗面岩質の綠色凝灰岩に移化して兩者の境界不明なり。

石英粗面岩は岩脈といふより寧ろ露頭よりの考察にては部分的に鍾狀をなす岩床ならんかと思はれ、大部分は第三紀層沈積後の貫入ならんも同時代の海底噴出のものもあり。

溫泉井に就き地下地質を按ずるに、深度50尺にて50.0の内外の湧湯があり、粗面岩質のベブルを見る。ところよりすれば粗面岩の表面までの深さはさして深からぬものと思はる。

前述の三紀層の鯖石の割目と粗面岩の割目とが連絡するところでは溫泉湧出の水は可成り上昇し居るべく、要するに熱湯の源泉は粗面岩内にありて、之が割目を通じて條件の宜しきところでは上方まで昇り居るし、少くとも鯖石のあるところまでは恒に飽和してゐる。

泉質が硫黄泉にして金氣を含み、薄き醬油色をなす點より考へても上部の湖成層の水が混入して湧出することは明らかである。

此等の疑問は50尺以上の溫泉井の試錐によつて更らに下方に於ける溫泉の胚胎する状態をテストすれば或る程度まで氷解する。

本區域の地質構造線を分ちて第一義的に重要性あるものと第二義的のものとすれば、

(一) NE—SW 線は前者に屬し、(二) NW—SE 線は後者に屬す。前者は廣い見地より見て當地方の湖の配列を支配し、其處に片山津溫泉を湧出せしめ、且つ山地にては粟津・山代・山中の溫泉はいづれも此の地裂線上に湧出す。

一方に於いて火山岩の噴出も此の線上に起つてゐる事は著しい事實であり、恐らく遊泉寺・尾小屋等の石英粗面岩を母岩とする銅鑛脈の成生も如上の溫泉地帯と密接な因果關係を有するものと考へらる。即ち現在の此等の溫泉が岩漿分化の熱水時代の最後の段階を示すもので、後火山活動の名残である。

後者は前記 NE—SW 線と略直交する線にして、山地より平原に向へる平行せる溪谷の線と一致す。粟津温泉の沖積盆地は此等の地裂線に圍まれ、兩構造線の會交點近傍に石英粗面岩の露頭を見るは火山岩の奔入を誘導するに最適の役割を演ぜしことを雄辯に語るものである。

#### 四、温泉湧湯口の分布

温泉の湧出地域は町の西端を北に向ふ細流の東側に於て、幅3町、長さ5町位の猫額の地なり。深度・湧出量・温度を多く蒐集するが理想なれども、僅かに共同湯・山下・坂田やの三個を獲たるにとどまる。第四圖に於いて湧出口をプロットして温度・湧出量・深度を附記して對照してみるに、

|     |    |      |    |    |     |          |
|-----|----|------|----|----|-----|----------|
| 共同湯 | 温度 | 50.0 | 深度 | 6間 | 湧出量 | 2斗 (毎分)  |
| 橋本  | 温度 | 50.0 | 深度 | 7間 | 湧出量 | 1升 (毎分)  |
| のみや | 温度 | 35.0 | 深度 | 7間 | 湧出量 | 1斗5升(毎分) |

深度・湧出量の兩立せるものを選びしのみで其の他のうちでも温度が前記より高温なるも湧出量の之より稍遜色あるものもあり。大局より見れば孰れも湧出水準が比較的淺層にある點から見て普遍的に淺い深度の地層まで滲出してゐる。所謂單なる火山岩の裂罅或は岩脈等より湧出する狭い範圍の湧出點を有するものとは趣を異にし一溫泉帶をなす。

共同湯は湧湯量が最も多量にして、温度50.0のものが一分に2斗の割にて深度6間より湧出す位置は最も東側の凝灰岩より成る山地に接近す。次に山下旅館の温泉井は前者の西方27間の距離に



らく鯖石の賦存することを思はしむると共に石英粗面岩の上限は此の附近ではさして深からぬことと推測される。

小川博士は山中温泉を第三紀層の凝灰岩の裂隙を通じて熱湯が上昇し、上部の砂礫層に滲透し断層を通じて湧出すと考へしが、栗津温泉に於ても恐らく好條件のところでは鯖石の割目を通じて上の粘土層礫層附近まで温泉水準の上昇し居るものと考へられる。

以上は筆者が昭和七年盛夏に、温泉地の地表調査に赴いた際に記録したものである。

## 五、栗津温泉に於ける試錐の實際（掘鑿記録一覽表ヲ参照）

次に十月に及び前記の山下旅館の依頼を受けて温泉試錐を同家の庭内に於いて利根式試錐機を以つて掘鑿するに至つた。以下述べるのは、翌年の春に跨り掘進を繼續して得た温泉試錐の材料に基いた實録である。掘進と共に先づ地表下50尺附近で淺層の泉脈に當つて成功したが、更に徹底的に下方を探索する意味で深度七〇〇餘尺にまで及んでゐる。最近（昭和八年二月當時）には七三五尺に於いて石英粗面岩質凝灰岩の裂隙に遭ひ、45.0の湧湯が一分に2斗あつて成功した。以下その掘進状況と地質關係、温泉湧出帯の位置、湧湯の孔底及び孔口溫度、湧湯面の高さ(W.L.)、裂隙帯の位置等に力點を置いて圖表（掘鑿記録一覽表並に第五圖參照）を挿入して述べることにする。

該温泉試錐坑は昭和7年10月3日に起工し、前記の淺層に於ける成功後一〇〇〇尺の豫定にて掘進して今日に及んだ。

栗津温泉試錐掘鑿記錄一覽表

| 深 度    | 地 質     | 坑 底  | 坑 口  | W. L. | F                            |
|--------|---------|------|------|-------|------------------------------|
| 18     | 粘 土     | 20.2 |      | 6     |                              |
| 33     | "       | 25.0 |      | 6     |                              |
| 41     | "       | 25.2 | 18   | 4.6   |                              |
| 46     | 小 砂 利   | 34.8 | 20   |       |                              |
| 48     | 凝 灰 岩   | 42.8 | 29   | 4.8   |                              |
| 49     | "       | 42.5 | 41.5 | 4.5   |                              |
| 50.3   | 白色凝灰岩   | 37.0 | 2    | .6    |                              |
| 53.5   | "       | 36.9 | 32.0 | 4.5   |                              |
| 68.6   | "       | 45.5 | 42.5 | 4.4   | 63.30<br>- .35 0.05<br>82.60 |
| 85.4   | 黒青色凝灰岩  | 45.0 | 41.2 | 4.4   | - .70 0.05<br>95.30          |
| 97.7   | "       | 39.0 | 36.0 | 4.4   | - .40 0.05<br>105.75         |
| 119.0  | "       | 39.0 | 36.0 | 4.4   | 137.10<br>- .15 0.05         |
| 143.0  | "       | 41.0 | 35.0 | 4.9   |                              |
| 163.00 | "       | 41.0 | 35.0 | 4.4   |                              |
| 182.00 | "       | 41.0 | 35.0 | 4.4   |                              |
| 199.00 | "       | 41.0 | 35.0 | 4.4   |                              |
| 208.00 | "       | 41.2 | 34.8 | 4.4   |                              |
| 231.40 | "       | 41.0 | 34.7 | 4.4   |                              |
| 248.40 | "       | 41.0 | 34.8 | 4.4   |                              |
| 253.00 | "       | 44.1 | 39.8 | 4.4   |                              |
| 268.00 | 白青色凝灰岩  | 40.5 | 35.0 | 4.2   |                              |
| 273.00 | "       | 39.8 | 34.3 | 4.2   |                              |
| 288.40 | 黒青色凝灰岩  | 40.8 | 34.9 | 4.2   |                              |
| 302.45 | "       | 40.0 | 33.0 | 4.4   |                              |
| 314.80 | 白青色凝灰岩  | 39.8 | 32.0 | 4.0   |                              |
| 334.20 | "       | 45.3 | 42.5 | 4.0   |                              |
| 347.60 | "       | 40.8 | 37.0 | 4.0   |                              |
| 362.20 | "       | 41.0 | 37.0 | 4.0   |                              |
| 376.40 | "       | 40.8 | 37.0 | 4.0   |                              |
| 387.50 | "       | 40.5 | 36.0 | 4.0   |                              |
| 401.40 | "       | 40.7 | 37.0 | 4.0   |                              |
| 412.70 | "       | 41.0 | 39.0 | 4.0   |                              |
| 427.30 | "       | 45.5 | 37.5 | 4.0   |                              |
| 434.80 | "       | 45.5 | 36.0 | 4.0   |                              |
| 444.10 | "       | 45.5 | 36.0 | 4.0   |                              |
| 453.85 | "       | 45.5 | 36.0 | 4.0   |                              |
| 465.15 | "       | 45.7 | 36.0 | 4.0   |                              |
| 479.55 | "       | 45.5 | 36.0 | 4.0   |                              |
| 495.25 | "       | 43.0 | 36.0 | 4.0   |                              |
| 513.40 | "       | 45.5 | 36.0 | 4.0   | 512.9<br>0.                  |
| 525.30 | "       | 45.5 | 36.0 | 4.0   |                              |
| 542.45 | "       | 45.5 | 36.0 | 4.0   |                              |
| 556.55 | "       | 45.5 | 36.0 | 1.2   | 546.70<br>- .75 0.05         |
| 572.00 | "       | 45.5 | 36.0 | 1.5   |                              |
| 586.70 | 白色凝灰岩   | 43.5 | 34.7 | 1.2   |                              |
| 597.30 | 凝灰質 礫 岩 | 43.0 | 34.0 | 1.0   |                              |
| 602.95 | "       | 43.2 | 34.0 | 1.0   |                              |
| 610.40 | 白灰色凝灰岩  | 43.0 | 34.0 | 4.2   |                              |
| 625.40 | 青黒色凝灰岩  | 43.0 | 34.0 | 4.2   |                              |
| 637.90 | "       | 43.0 | 34.0 | 4.2   |                              |
| 655.90 | "       | 43.0 | 34.0 | 4.2   |                              |
| 673.40 | "       | 43.0 | 34.0 | 4.2   |                              |
| 685.60 | "       | 43.0 | 34.0 | 4.2   |                              |
| 699.40 | "       | 43.0 | 34.0 | 4.2   |                              |
| 714.70 | "       | 43.0 | 34.0 | 4.2   |                              |
| 735.00 | 同上 (軟質) | 45.0 | 40.0 | 4.2   | 735.0                        |
| 740.00 | "       | 45.0 | 40.0 | 0     | 0.05                         |

備考  
深度ハ尺ヲ單位トシテ表ス。  
坑底・坑口溫度ノ略、攝氏ニテ表ス。  
W.L. water levelノ略、地表ヨリ坑内ノ水準面ニ至ル距離ヲ尺ヲ以テ表ス。  
F 岩石ノ裂隙ノ位置ヲ示ス。例ハバ 63.30-35ハ深度 63.30ニ5分巾ノ裂アルヲ示ス。

先づ少量砂利交り粘土層の崩壊をセメントにて防止し、深度四一—四六尺の極めて押し出す性質の崩壊性安山岩質角礫層を突破したが、四七尺より石英粗面岩質凝灰岩となつた。

既に四六尺の安山岩質角礫層中に温湯が幾分か滲出してゐるらしく、之は10月8日に四六尺まで掘進して翌朝に坑内の温度と湧湯面の高さ(W.L.)を検査したところ坑底が34.8°、坑口が30°であり、W.L.は山下氏の従来の營業用の湯元のものと比較して17尺高いこと及び送水がスライムを伴つて完全に排水のあることより明かに認知することができた。因に山下氏の舊湯のW.L.は6.5尺であり、結局17尺の差異ある故4.8尺となつた理由である。

更に同日は四八尺まで掘進して凝灰岩に入り、翌朝掘進前にポンプを以つて揚水試験をして前後に於ける坑底及び坑口温度を測定せしに次の如き結果を得たので、益々湧湯してゐることが確實となつた。

即ち前には坑口29°、坑底39.8°にして、後では坑口41°、坑底42.5°であり、此の日朝のW.L.は4.8尺である。尙ほ翌21日の朝は坑口41.5°、坑底42.5°、W.L.4.5尺であり、益々上昇の傾向が判然となつてきた。前記の崩壊性角礫層を密閉せず其の間からの湧湯をとるため速成的にコア・チューブに穿孔した孔開きケーシングを深度四一—五三尺までに挿入した。

其の爲に豫め四七—五三尺までを掘進しておいて之を行つたのである。地質は白色浮石質凝灰岩に入つた。深度六三尺に幅五分の裂隙あり、六八・六尺にては坑口42.5°、坑底45.5°、八二・六尺に一寸の裂隙あり、八五・四尺にては坑口41.2°、坑底45°で孰れも湧湯のW.L.は4.4尺である。

深度一〇五・七五尺に五分の裂罅、一三七・一〇尺にも五分のがあるが坑底に2°の温度の上昇を見  
たが、坑口まで影響しない程度の微量な湧湯としか思はれない。

第一の淺層泉脈の主要部は前述の四一—五三尺の崩壊性角礫層と之に伴へる六八・六尺及び八二・  
六尺の裂罅帯を含むもので、六八・六尺附近が W.L. 坑底及び坑口温度の何れから見ても最も良好  
なものといへる。

唯遺憾なことは、此附近一帯の温泉旅館が狭い地帯に於いて此の淺層にのみ泉源を仰いでゐる結  
果、この層からはさして多量の湧出量を望まれないのが缺點である、(精々一分時に2升位)。

依つて更らに凝灰岩の裂罅を下方に探索すべく一〇〇〇尺掘りを企てるに至つた理由である。

前記の深度以下は掘進の割りに龜裂に乏しい凝灰岩が續くため W.L. は不變で44尺であるが、  
坑底は四〇—四一に降下し、坑口は三五程度の温度になつて行く。

深度五一・二・九及び五四・六七尺に於ける五分の裂罅に依つて W.L. は五四・二・四五までは40尺の  
記録が續いたのが五五六・五五尺では W.L. が12尺に上昇を示してゐる。これは相當の湧量が追加  
された結果で、坑底45.5°であり、坑口は36°である。

次の六〇〇尺附近の凝灰質礫岩からは W.L. が10尺になり、以下は42尺に降下してゐる。尙ほ  
W.L. がかく昇つたが坑口は36°程度で温度は降下してゐる。然るに最近に於て七三五尺にて裂罅に  
當たり坑底46°、坑口40°で地表まで湧湯が自噴して毎分2斗の湧出量あり、之を前述のものに比  
較して温度湧出量共に良好な泉脈と思はれる。

## 六、溫泉の湧出状態と地質關係 (掘鑿記錄一覽表ヲ參照)

溫泉の湧出深度。如何なる地質より湧出してゐるかを見る爲には、掘進する傍ら恒にコアを採取すると同時に坑底坑口溫度・湧湯面の高 $h$  (W.L.)・氣溫・水溫を毎日記錄して置けば、先きに採取せる標本に認め得る岩石の裂隙と W.L. 溫度等より歸納される推定上の湧出口及び泉脈をなす地層を知ることができる。

而して、この推定は前述の要目を湧出帶と思はれる深度の前後に於いて相互比較することに依り益々確實性を帯びることになる。

毎朝、掘進前に前日の掘り止め深度に於ける坑底坑口溫度 W.L. を測定して記錄しておく。

かくすれば前日の夕刻に掘鑿具を引き舉げた時に、假りに龜裂帶ありとすれば、若しこれより湧湯があれば夜間に放置されてゐる間に路を求めて昇騰し、坑内の W.L. も高まると共に溫度も上昇を示す筈である。

之は湯の路を拓いてやると共に、湧湯の溫度を實際に知ることになる。推定湧出帶の前後に於て W.L. と溫度の比較をするに二つの場合あり。推定湧出帶を境として 1. W.L. のみ變化して溫度の不變なる場合。2. W.L. は不變にして溫度のみ變化する場合等とがある。

人爲的に揚水試験を行ふ場合は別として一般に 1. の場合は従前と溫度に於いて同溫度の湧出帶にして、湧量も相當なものと考へられる。2. の場合は従前よりも高溫帶に入つたことを示すもので

あらう。今例を舉げてみるに、深度五一・三四尺に五分の裂隙あり、四九五・二五尺の青白色凝灰岩にて W.L. 4.0 尺、坑底 43° なるも、五一三・四〇尺にては 坑底 45.5° W.L. 4.0 尺なるは 2 の場合である。

尚ほ五四二・四五—五五六・五五尺の龜裂帶に於ける記録は左記の通りで W.L. が 4.0 尺から 1.0 尺に變化したが、坑底・坑口の溫度が大差ないのは 1 の例に該當する。

| 深 度      | 地 質    | 溫 度   |       | W.L.  | 氣 溫   | 水 溫   |
|----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          |        | 坑 底   | 坑 口   |       |       |       |
| 542.45 尺 | 青白色凝灰岩 | 45.5° | 36°   | 4.0 尺 | 7.0°  | 9.2°  |
| 556.45 尺 | 上 同    | 45.5° | 36°   | 1.2 尺 | 7.0°  | 9.7°  |
| 572.00 尺 | 同 上    | 45.5° | 36°   | 1.5 尺 | 10.0° | 10.2° |
| 586.70 尺 | 白色凝灰岩  | 43.5° | 34.7° | 1.2 尺 | 7.0°  | 10.0° |
| 597.30 尺 | 凝灰質礫岩  | 43.0° | 34.0° | 1.0 尺 | 10.0° | 10.7° |
| 602.95 尺 | 同 上    | 43.2° | 34.0° | 1.0 尺 | 7.0°  | 9.2°  |
| 610.40 尺 | 黑青色凝灰岩 | 43.0° | 34.0° | 4.2 尺 | 7.0°  | 6.5°  |

溫泉試錐に於いて淺層より深層へと進む途中には種々なる地質を通過し、岩石の裂隙にも突き當たるのであるが、小は毛細管狀のものから幅五分乃至一寸大のものまでを含む幾多の泉脈を経験するのである。此の裡で試錐坑へ立派に湧出するものもあるし、或は沈澱物の爲に閉塞されて出の悪いもの、或は裂隙の形狀に支配されるものもあり、又附近に粗鬆な地層のあるがため掘鑿の結果その方に湧湯の逃避路をつけてやることになる。故に掘進中にも湧湯の有無を確めるのに疑はしいと思

ふ處で揚水試験をやれば其處を境界として毛細管大のものでも截然と温度の上昇を示してくるから泉脈を見迷わずにすむのである。

淺層に於ける泉脈を確認した上で、更に下方のものを探索する場合に、或る裂罅に當つたとし、温度の上昇はなく従前の儘でも若し新たに下層に湧湯してゐる場合には W.I. が其處で急角度に上昇を示すから容易に解かる。

此の場合、或る一定の範圍に於ける地層について此の現象が見られるのであるが、其の裂罅帶をパスして異る地層へ掘り込めば W.I. は裂罅帶直前に於ける程度に降下する。

例へば粟津温泉に於ては、第一の淺層の温泉脈をパスしてから下の厚い凝灰岩は極めて裂罅に乏しく深度五四二尺までは五〇尺及び一〇〇尺のところから出てゐる第一泉層の水準と比較して、何等の變化はないが、三一四—五八六尺に亙る白青色凝灰岩の基底から下層の凝灰角礫層に地質が變移するところで四尺から一尺へと急激な水準變化があり、角礫層を突破して裂罅に乏しい凝灰岩に入ると、再び舊狀態に低下する。此の關係を注意してみると、湧湯の追加狀態も判然となる。

## 七、總括

便宜上、共同湯を中心として NW 方向にある湧湯群と SW の方向の湧湯群に二大別して相互比較するに、先づ夫々の特質を述べる(第四圖參照)。

a. NW の湧湯群 之に屬するものの深度・温度・湧湯量を一括すれば、

| 旅館(名) | 深度(間) | 溫度(攝氏) | 湧湯量(毎分) |
|-------|-------|--------|---------|
| のみや   | 7     | 37°    | 一斗五升    |
| 法師    | 7     | 55°    | 一斗      |
| 森本    | 7     | 40°    | 五升      |
| 橋本    | 7     | 50°    | 一升      |

孰れも深度7間程度で、のみやと森本を除くのは他は溫度は50°程度で、湧量は一 generally 尠い。法師だけは溫度・湧量ともに成績がよい。

のみやの湧量が一斗五升あるに拘らず、溫度が37°なのは温泉の主要湧出帯の西北隅にありて、且つ西邊を流るゝ河水の差し水のためである。森本が溫度40°で湧量が之に伴はず五升しかないのは、其の東側の河水のために湧湯壓が減殺されるためである。前者は溫度、後者は湧量に於いて最小兩極を示してゐる。

# b. SWの湧湯群

| 旅館(名) | 深度(間) | 溫度(攝氏) | 湧湯量(毎分) |
|-------|-------|--------|---------|
| 坂田や   | 8     | 56°    | 一斗      |
| 山本    | 8     | 40°    | 四升      |
| 山下    | 8.5   | 40°    |         |
| x     | 8     | 50°    | 一斗      |
| y     | 8     | 50°    | 九升      |

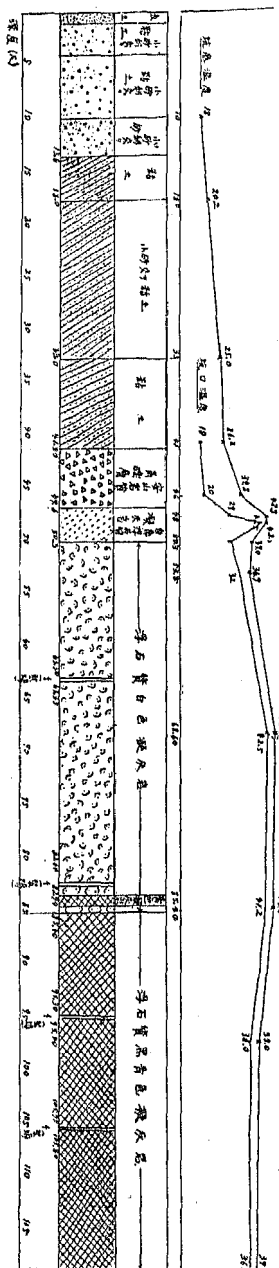
孰れも深度8間で、湧出量も最大で一斗を出ないが溫度は40°以下のもはなく平均して高い。最後に共同湯は溫度・湧出量・深度の孰れより見ても最も良好な條件を具備してゐる。

概括すれば主要湧出坑は共同湯に集中するものの如く  $2\text{M}$  及び  $3\text{M}$  の湧湯群は其の放射狀の支脈に掘り當てたものである。

從つて順位を附せば共同湯側の東方山地に近き處を第一とし、次には西北に當たる前記の  $W$  湧  
湯群で  $SW$  は最も地質的條件の悪いものといへる。

第五圖は栗津溫泉に於て今日まで溫泉旅舍營業の基をなしてきた地表下約50尺近傍の溫泉湧出帶を主眼としてコーアボーリングに依つて得たる標本より地質柱狀圖を作成して之に大小の湧湯口をなせる裂隙を悉く記入したものと、一方には掘進と共に記録せる坑口及坑底の溫度の變化を曲線に

第五圖 栗津溫泉試錐坑地熱・地質・湧出帶對照圖 (近藤原圖)

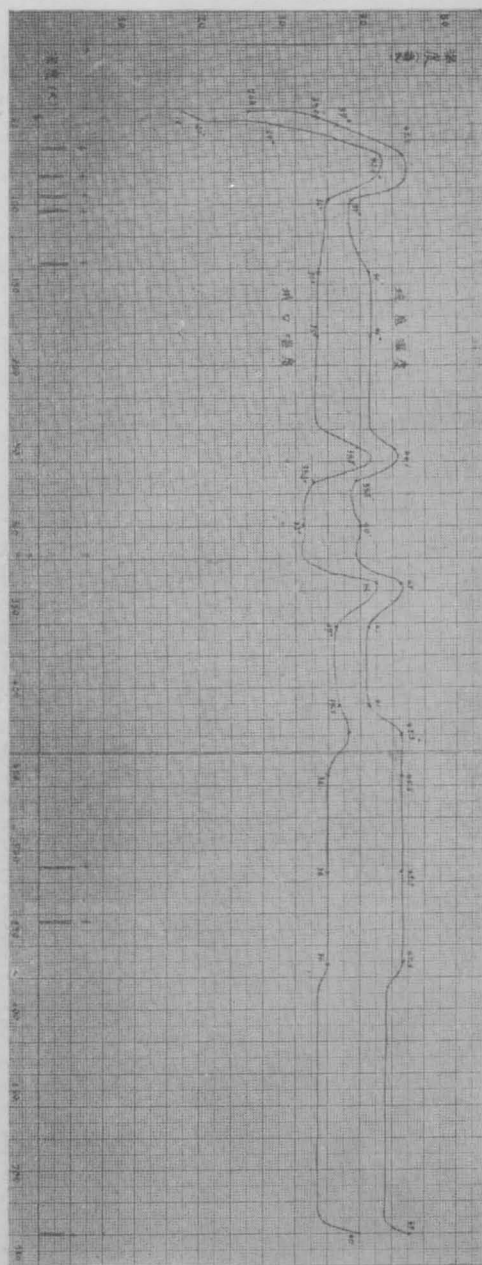


描き、兩者を對照したものである。

之に依り地熱の垂直的變化と構成地質及び湧湯の關係を一目の下に明かにしたものである。今後とも溫泉を新に試錐する際には此の種の圖表を全國的に必ず作成することにして各地に多數現はれることを望んでやまない。

最後に第六圖は粟津溫泉試錐坑に於いて深度七〇〇餘尺に及ぶ掘鑿に依り得た坑口及び坑底溫度

第六圖 粟津溫泉試錐坑地熱增溫曲線表 (近藤原圖)



の記録から掘進に伴ふ地下温度の變化を曲線として示したものである。今此の曲線をみるに 30。前後から 45。程度に亙る レーンデの間を變化する地熱曲線であるが、結局は第一淺層の溫泉脈 50—100 尺で最高に達してゐて極めて急激な温度の上昇を示してゐる。それ以下は一時は稍温度のドロップを見せるが 80。尺附近まで 40。程度で水平曲線で以下 60。尺附近まで 45。の山が二個あり小起伏を示すが、60。尺以下 120。尺まではまた水平になつてゐる。即ち之を通覽するに 50—100 尺の比較的淺い深度まで地熱が飽和状態に同温度を以つて瀰漫して居ることが解かる。此を境界として深度に對する温度の變化が著しく對照的に異つてゐて以下 70—80 餘尺までは概括的には急激な變化のない同温度の連續と見らるべきものである。他方地質的に見ても既に第五圖に示した様に、此の温度の境界は正しく安山岩質角礫層の發達する近傍を代表するもので、其れ以下は比較的に均一緻密な石英粗面岩質凝灰岩となり、之になると温度の飽和帶が續くのである。凝灰岩の裂罅からの湧湯が集合して角礫層を飽和し、淺層に溫泉脈を形成してゐること及び湧湯の本源が下方の石英粗面岩質凝灰岩にあつて、之が上層に移動して泉脈をなす事など、孰れも前述の關係を仔細に考察すれば歸納的に妥當と認められる。尙ほ同じ凝灰岩にしても岩石の Porosity, granularity 等の要素の異なるに従つて種々な地熱曲線を示すのが一般である。栗津地域の凝灰岩は可成りに細粒緻密で、其の爲に レーンデの相當にある同温度を示すものと思はれる。

各地の溫泉地帯に於いて種々な地質及び岩石について此の種の溫泉試錐を行ふ際に、地熱曲線を作成すれば興味深い結果が得られると思ふ。斯くして得た曲線は或る一地方の地質岩石の型を示す

と共にまた温泉の湧出關係に於ける型をも代表することになる。従つて泉源が水成岩・火成岩の相違に依り異なるのは勿論であるが、同一岩種にても裂隙の大小密粗・斷層の影響・温泉作用に依る變質・地下水面の高低等の湧湯關係を支配する要素の異なるに従つて特異な曲線を表す筈である。將來此の點に注目して資料を累積して行けば温泉地質學の進展上貴重な文獻を得られることと思ふ。(完)

(昭和8年10月記)

參考文獻

- 一、鈴木敏博士 福井圖幅地質説明書。
- 一、小川博士 加賀山中温泉視察概要 地學雜誌 昭37 16卷 186號。
- 一、陸地測量部地形圖 金澤(廿萬分ノ一) 大聖寺(五萬分ノ一) 參照。

稻垣子戩の譯した坤輿全圖說に就て

鮎澤 信太郎

一

近頃東京文理科大學圖書館の所藏する坤輿全圖說と云ふ木版刷の一本をみた。この本には普通の書物の様に著者の姓名も無いし、又此の書

は元來漢文のものを邦譯したものであるが、其の原本も如何なるものか明かにされてゐない。其等は或は後節に述べる如く、此書に附隨する地圖の中に明記されてゐるのかも知れないが、筆