

諏訪湖水位の変化と上諏訪温泉湧出量との 関係について

※ ※※ ※
稲垣 益次・牧 真一・中村 久由

※ ※※
(上諏訪市役所 通産省地質調査所)
(昭和33年1月22日受理)

1. ま え が き

温泉の湧出量、温度が降雨、気圧あるいは潮汐等の影響をうけてかなりいちぢるしく変化することは、これ迄もしばしば報告されている事柄である。⁽¹⁾湧出量、温度にあらわれたこのような変化はたんに学術的な面だけでなく、温泉によつて業をたてゝいる人達の間でも常に関心のもたれている問題の1つである。

天竜川総合開発の一環として、天竜川中流では既に佐久間ダムが完成し、天竜川水源取入口に当る諏訪湖釜口水門でも、貯水ダムを兼ねた洪水調節ダムにその方式が切り換えられようとしている。この工事が行われるようになれば、諏訪湖水位は現在より多少とも引下げられることは必定である。こゝに諏訪湖水位の変化と上諏訪温泉湧出量との関係という問題の生してきた所以がある。

この報文は、上諏訪温泉湧出帯の構造的特徴と、1952年2月18日から4月24日までの60日間、湧出量、温度、化学成分等について行つた継続観測の結果とを参考にして、上諏訪温泉湧出量と諏訪湖水位との関係について、2、3の知見を述べたものである。

本稿を草するに当り、種々便宜を取計つていたゞいた県開発局・上諏訪市・諏訪保健所・諏訪建設事務所に対して深甚の謝意を表する次第である。

2. 調 査 方 法

従来、上諏訪温泉の湧出量については、1、2月の渇水期に比べ、9、10月の豊水期には湧出量が増加し温度も上昇するといわれている。このような傾向は上諏訪だけに限られた現象ではないがたまたま2月といえば諏訪湖水位の最低の時期であり、9月から10月にかけてはほぼ最高水位の時期に当つている。従つて湧出量の変化が見掛上、諏訪湖の水位に大きな繋りをもつようにみえるのは当然であつて、このような結びつきの上だけからで判断すると、簡単に結論を引き出すことが可能である。

しかし、問題はそう単純なものでなさそうである。先づ、この結論を導くために必要な湧出量、温度と湖水々位との関係についての資料が殆ど知られていない現状である。したがつて第一に、実際ある期間、水位の変化に応じた湧出量、温度の継続観測を行うことから始めなければならない。この資料の欠けている以上、水位の変化が湧出量に直接影響を与えるかどうかの判定、あるいは諏訪湖の存在が上諏訪温泉湧出機構にどの程度の比重を占めるかということの判断に、殆ど手掛りとする何物もないといつて過言でない。

また、上諏訪温泉の湧出状況を検討する場合に、上諏訪温泉全般の地質構造についてその概念を知つておくことが望ましい。特に上諏訪温泉では湧出地域別によつて化学成分を異にすることが知られているので、地質構造と温泉の化学成分との関連という問題も、併せて検討しておく必要がある。

以上の観点から筆者等は、湧出量、温度、化学成分の継続観測を行う一方、既存の資料を整理して上諏訪温泉地帯の地質構造を概括的にとらえ、観測結果を検討する場合の参考資料に加えることにした。

なお、今回の観測期間は湯水期だけに限られたが、一応2月18日から4月24日までの約60日間に得た結果を報告し、今後の資料についてはいずれまた何等の形で発表して行きたい所存である。

3. 上諏訪温泉湧出帯の地質構造

3.1 上諏訪温泉湧出帯

諏訪地方は地質構造的にフォツサマグナの一部分に当り、いわゆる塩尻―韭崎線と平行した方向に諸火山の配列と温泉の分布とが認められる。

筆者等がかつて下諏訪、上諏訪、赤沼温泉を含む地帯、すなわち諏訪湖東岸に沿つて北北西の方向に連なる温泉地帯を諏訪温泉帯と呼んだのであるが⁽²⁾、このうち諏訪温泉帯の中央にあつて、湧出範囲においても湧出量においても首位を占める地帯を上諏訪温泉湧出帯と呼ぶことにする。

上諏訪温泉湧出帯は、現在下諏訪町に接する大和から市の南端湯小路、清水町に至る長さ約2km、幅約500mの範囲内に自然湧出、鑿井あわせて400以上に及ぶ多数の湧出口を有する。

上諏訪温泉についてはこれ迄三沢勝衛氏⁽³⁾、吉村信吉教授等⁽⁴⁾⁽⁵⁾により詳細な研究が行われており、また全般的な湧出量、温度、湧出口数等の変化については、大正15年以来、諏訪市青年会、保健所、市役所水道課の協同で毎年湯水期の2月と豊水期の10月の2回、測定が行われている。

こゝでは先づ上記資料の中から特に今回の調査に関連をもつ温泉湧出帯の地質構造について簡単な説明を加えておくことにする。

3.2 温泉湧出地帯の地質構造

上諏訪周辺の地質状況についてはすでに本間不二男、三沢勝衛⁽³⁾等の諸氏によつて調査研究が行われているが、最近では本所地質部沢村孝之助 大和榮次郎技官による「諏訪」地質図幅⁽⁶⁾が発表されている。なお、上諏訪温泉の湧出機構と地質構造との関係については既に三沢氏により興味ある示唆が与えられており、筆者等もかつて温泉湧出帯の概括的な性質に触れたことがあるが、下諏訪と上諏訪とでは幾分地質状況を異にしているため、今回の調査ではさらに具体的な資料に基づき、上諏訪温泉湧出帯の構造を検討する必要があるが生じた。

幸い、上諏訪保健所に昭和20年以降に掘鑿された温泉井の地質柱状図が保管されていたので、その資料を借用し、上諏訪温泉湧出帯の地質構造を検討する参考資料に供することにした。なお、記録の整理に当つては、記載されている岩質を誤つて判断している点も少なくないと思うが、このような不十分なところは今後新しい資料により補足あるいは改訂して行きたいと思つている。

以下、先づ地表地質の概略を述べ、ついで鑿井記録により湧出帯の地質構造を述べることにする。

3.2.1 地表地質

温泉湧出帯周辺の地質は、諏訪湖堆積物とその基底岩層とに大別される。前者は諏訪盆地に広く発達し、砂、礫、粘土等よりなる脆弱な地層であるが、湧出帯では最上部のいわゆるスクモを除き殆ど地表に露出がなく、その性状を知るには鑿井記録による以外にない。かつて六斗川河口の波崎で行つた天然ガス調査の試錐結果では深度371mでまだ基底岩層に達していないといわれている。このような事柄より推察すると湖底中心部では、かなりの厚さに達しているようである。

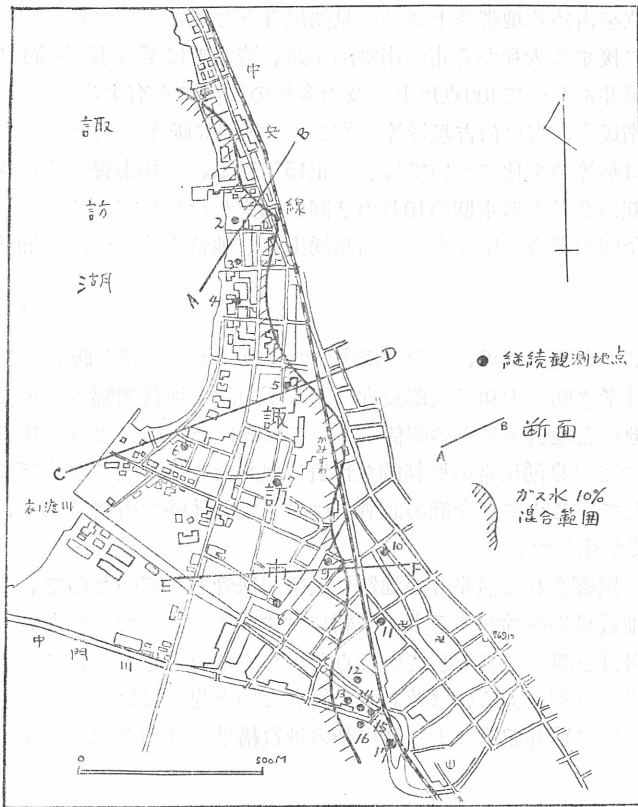
諏訪湖堆積物の基底岩層は地域によつて異り、下諏訪周辺では花崗岩、玢岩あるいは安山岩等であるが、上諏訪周辺では主として安山岩質集塊岩ないし角礫凝灰岩よりなり、その露出は上諏訪背後の丘陵に広く認められる。

3.2.2 鑿井記録による湧出帯の深部構造 最近数年間に掘鑿された温泉井のうち、今回筆者等の参考にした記録は約40地点のものである。

鑿井の記録は業者の経験によつて記載されているが、各柱状図の中で共通的に使われている表現の中に焼石、焼粘土、焼土という語がある。これは主として温泉作用によつて変質した岩層に附し

た名称であるが、記録を整理してみると、一般にこの「焼け」の部分は殆ど孔底近くを占め、しかも湧出地域の東から西に移るほど深くなる傾向がある。なお、焼石といわれるものゝ実物を見ると中には変朽安山岩状の岩塊もあるので、一応「焼け」といわれるものゝ大部分は変質した集塊岩ないし凝灰角礫岩と考えられる。従つて、地表における集塊岩の分布状況をあわせ考えると、大部分の温泉鑿井は孔底近くで基盤の集塊岩ないし凝灰角礫岩に到達しているとみされるのである。このような観点から、各資料を整理し、湧出帯における2、3の東西断面図を作つてみると第1図および第2図の通りである。

第1図 長野県諏訪市市街図



この断面図をみて先づ注目を引くことは、ほど中央線を境として集塊岩までの深さが急激に変つてきていることである。鑿井記録をもつ地点が散点しているため、北側の地域の状況は明らかでないが、一応これ迄の記録に従つて基盤までの等深度線を書いてみると第3図のようになる。

次に、第2図の柱状図に附記した鑿井時の孔底温度をみると、一般に「焼け」に入つてから温度の上昇が増加する傾向を示している。

このように基盤岩層に入ると急激に温度が上昇することや、後で述べるように地域的に温度、化学成分を異にする事実をあわせ考えると、上諏訪温泉は資料蒐集可能な範囲内において、集塊岩あるいは凝灰角礫岩を第1次の湧出通路とし、諏訪湖堆積物を第2次の湧出通路として地表に達していることが判る。

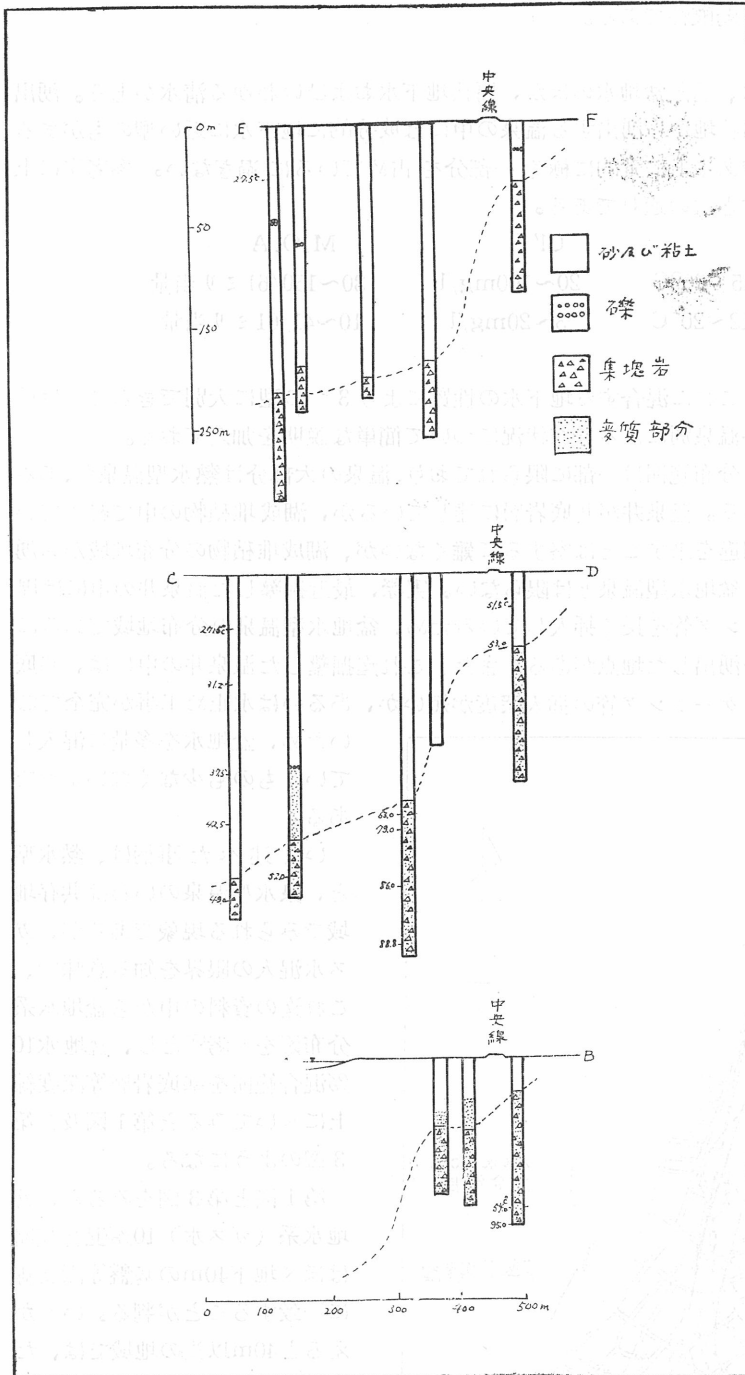
なお、断面図にあらわれた原地形のくい違いが諏訪低地帯の構造あ

るいは温泉湧出機構とどのような関係にあるかとい問題については、いま速断できるほどの資料はない。しかし、高温度の温泉がこの傾斜急変地帯の上に位置し、かつ湧出帯全般の温度もこの地帯に平行することなどから判断すると、この異状地形は低地帯の生成、温泉湧出機構の両面に関連ある構造的弱帯であるようにみえる。すなわち、温泉湧出帯は諏訪湖低地の生成に関係ある基盤岩層の破碎帯の一部に当り、諏訪湖堆積物の累積によつて生じたいわば地向斜状の低地帯の沈降は、この傾斜急変地帯を境として行われる一方、破碎帯に伴う温泉も、この傾斜急変地帯を主要な湧出通路として地表に接近していると考えられるのである。

4. 温泉の化学性

上諏訪温泉の化学的性質については、すでに吉村信吉教授によつて詳細に研究されているが、筆者の一人、牧も諏訪市および岡谷市における天然ガスの調査研究⁽⁷⁾⁽⁸⁾に関係しているので、温泉、天然ガスを含む低地帯の地下水系についてはかなり資料が整つている。こゝでは温泉の化学性について簡単な説明を加えておく。

策 2 図 上 諏 訪 温 泉 帯 断 面 図



4.1 温泉の分類 上諏訪温泉は吉村教授によつて3つの型に大別されている。以下、各温泉の特徴を要約すると次の通りである。

4.1.1 熱水型温泉

次に述べる盆地水型温泉と並んで、上諏訪温泉の主体をなすもので、基底岩層を第1次の湧出通路とし、初生的な熱水に近い性質をもつものである。もちろん正確に温度、成分濃度を規定することは困難であるが、便宜的に概略の基準を示すと次の通りである。

温度 93℃以上

Cl' 30mg/l以上

メチルオレンジアルカリ度 (M.O.A) 30/61ミリ当量以下

上記の成分含量が示すように、この型の温泉は一般に温度が高く、いわゆる温泉成分としてCl'で特徴づけられるものである。なおメチルオレンジアルカリ度も小さくアルカリ性であることも特徴の1つである。

4.1.2 盆地水型温泉

いわゆるガス水の影響を受けた温泉で、前記の熱水型温泉が湖底堆積物中に貯溜されるか、あるいはこの堆積物を第2次の湧出通路とした場合、この型のもの

に近づく。この型も成分の上ではかなり広い範囲を示すが、これまでの調査結果から、いわゆるなまのガス水の成分的要素を列記すると次の通りである。

温度 15~25℃

Cl' 20~100mg/l

M.O.A 150/61ミリ当量以上

この型の温泉は、一般に有機物によつて着色され、M.O.Aの値が高く、しばしばメタンガスを伴う。液性は一般に中性ないし弱酸性である。

4.1.3 地下水型温泉

温泉に影響を与える地下水は、前記盆地水のほか、扇状地下水およびいわゆる清水がある。湧出帯東側の山ぎわおよび角間川扇状地から湧出する温泉の中には成分的に地下水に近い型のものがある。しかしこの型の温泉は低温である上に量的に極く一部分を占めているに過ぎない。参考迄に上記各地下水の概畧の基準を示すと次の通りである。

	温 度	Cl'	M.O.A
扇状地地下水	15~20°C	20~100mg/l	30~150/61ミリ当量
清 水	12~20°C	3~20mg/l	10~41/61ミリ当量

4.2 各型温泉の分布

上諏訪温泉はいわゆる熱水とこれに混合する地下水の性質により3つの型に大別できることは前述の通りであるが、こゝでは各温泉別による分布状況について簡単な説明を加えておく。

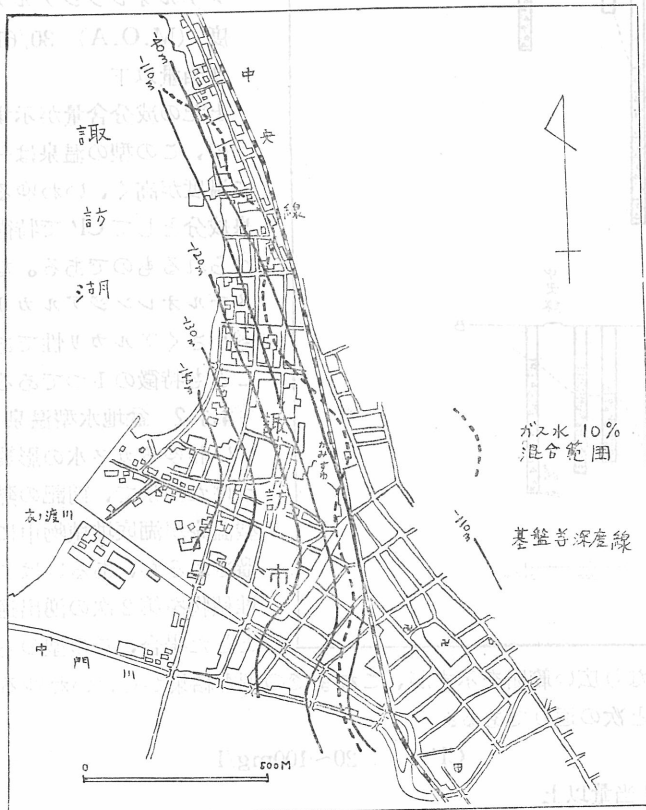
地下水型温泉は上述のように分布範囲は一部に限られており、温泉の大部分は熱水型温泉か、あるいは盆地水型温泉の何れかである。温泉井が基底岩層に達しているか、湖成堆積物の中で終つてい

るかによつて化学成分の上に相違を来すことは察するに難くないが、湖成堆積物の分布地域から湧出する温泉井の全部が必ずしも盆地水型温泉とは限らない。実際、最近掘鑿した温泉井の中には周囲の井戸より深く、かつケーシング管を長く挿入しているため、盆地水型温泉の分布地域であるにも拘らず、高温の熱水型温泉を湧出した地点がある。また、これ迄掘鑿した温泉井の中には、基底岩層に達しているにも拘らず、ケーシング管の挿入深度が短いか、あるいは水止め工事が完全でないため、盆地水を多量に混入しているものも少なくないようである。

いま述べた事柄は、熱水型と、泉水型温泉のいわば共存地域でみられる現象であるが、ガス水混入の限界を知る意味で、これ迄の資料の中から盆地水系分布図を参考⁽⁵⁾とし、盆地水10%混合範囲を基底岩層等深度線に画いてみると第1図及び第3図のようになる。

第1図と第3図をみると、盆地水系(ガス水)10%混合範囲はほぼ地下40mの基盤等深度線に一致することが判る。いゝかえると40m以浅の地域では、たとへ堆積物が分布していても、温泉に影響を与えるほどのガス水は極めて少なく、結局熱水型温泉だけが存在する地域であるということができよう。

第 3 図 上諏訪温泉基盤等深度線分布図



上諏訪温泉の一般的な傾向として、中央線の東側では比較的深度が浅く、西側では深度が大きいといわれている。このことは第2図から容易に理解できるように、結局、中央線の西側は湖成堆積物の厚い地域であるためにほかならない。将来、この地域で温度のより高い温泉を得るため掘鑿深度が増加する場合も考えられるのであるが、一方、この地域は、後でも述べるように、ポンプ汲み上げによる影響も敏感にうけ易い状態にあることを意味している。

ポンプ汲み上げによつて、温泉水の全般的な貯溜状態にどのような変化を与えたか、たとえば前記のガス水混合の限界に移動を生じたかどうか、温度分布（個々の温泉井の温度）に変化をもたらしたかどうかという問題は、吉村教授の研究資料と対比することによつてある程度解答が得られる筈である。温泉の保護という面からみて、この問題は相当重要な意味をもつものと思われるので、将来、温度化学成分について一斉調査を行い、この点を検討してみることも必要であろう。

5. 湧出量、化学成分の継続観測資料

筆者らは上諏訪温泉湧出帯に関係ある地質構造と温泉の化学性について既存の資料を整理し、上述の輪廓を得たのであるが、一方、自然湧出口の幾つかを選び、湧出量・温度・化学成分の継続観測を実施した。

こゝでは、湧出量・温度については60日間、化学成分については約10日間の観測資料を取纏め、その概要を述べることにする。

5.1 地点の選定

最初の予定では、(1)深度別、(2)湖水からの距離別、(3)泉質別で選んだ代表的な湧出口について観測を行い、湧出帯における水平、垂直両面の変化を知るつもりでいたが、ポンプによる汲上げなどの影響が意外に広い範囲迄及んでいることゝ、湧出口そのものゝ中に、測定に不適当なものが数多くあることなどの制約のために、むしろ観測地点は湧出量の測定に便利な個所だけに限られるという結果になった。このようにして選び出されたのが、第1図に示した観測地点である。

5.2 観測方法

5.2.1 化学成分

pH：現地で比色法による。

Cl⁻：モール氏法による。

メチルオレンジアルカリ度：メチルオレンジを指示薬とし、塩酸規定液により滴定。

溶存酸素：ウインクラーの方法による。

5.2.2 湧出量・温度

各湧出口で1升マスを満たす時間をストップウォッチで読取り、升/分に直して湧出量とした。温度は棒状寒暖計(1/1)を用い、湧出口で測温したが、1/1の寒暖計では精度も悪く、測定結果を整理してみても期待したほどの結果が得られなかつたので、資料の表示から一応除外してある。

5.2.3 温泉水位

通常は、ポンプ使用のため温泉水位を知ることは出来ないが、停電日を利用すれば地表より湛水面迄の深さを知ることができる。このようにして求めた湛水面を水準測量図から標高に直し、その高さを温泉水位とみなした。

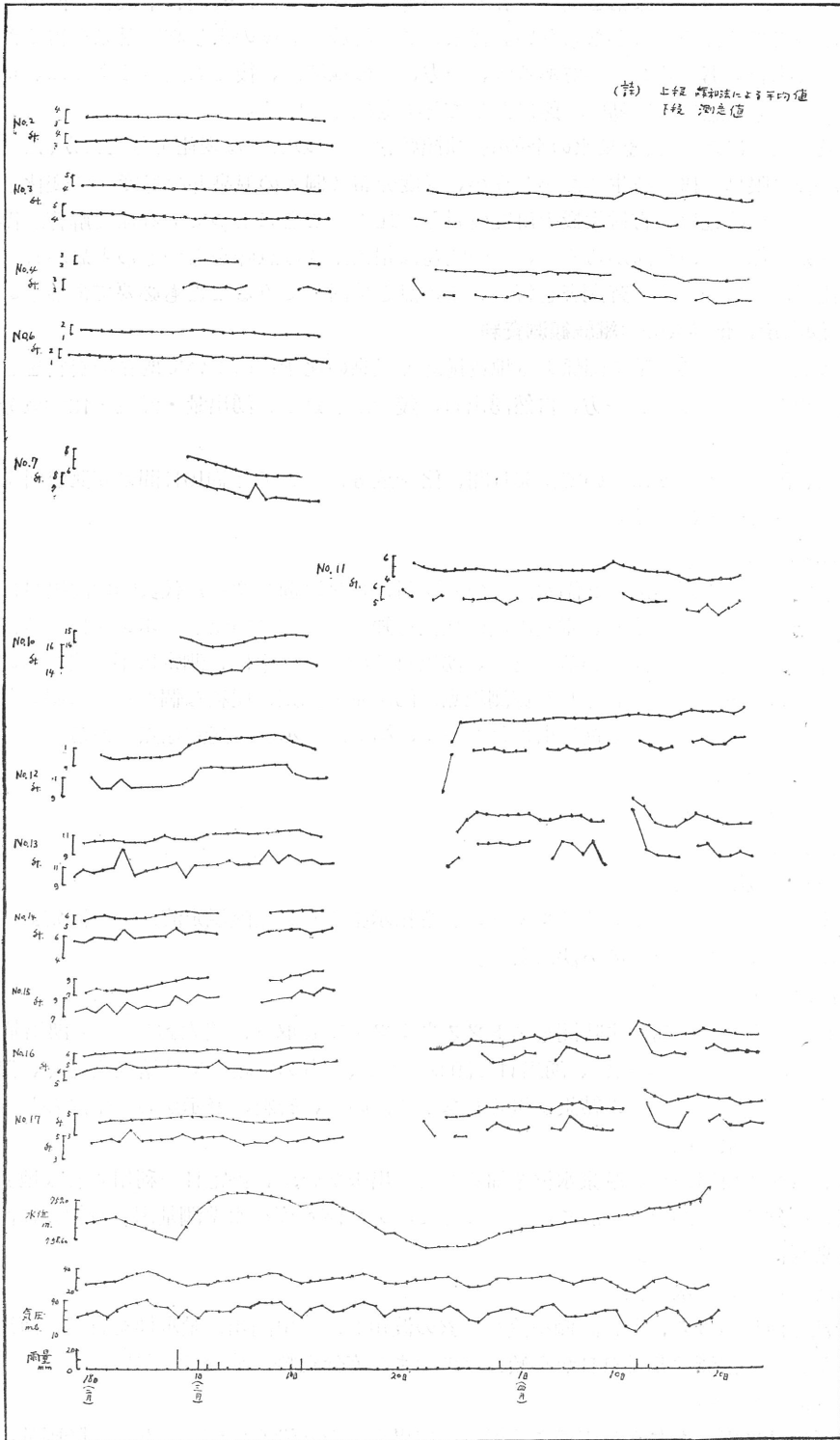
5.2.4 河川の水位

訪湖に注ぐ河川のうち、上諏訪側を流れる衣の渡川および中門川に量水標を設け、河川の水位を讀みとつた。この観測は5月21日から始めたのでまだ充分資料が整つていない。

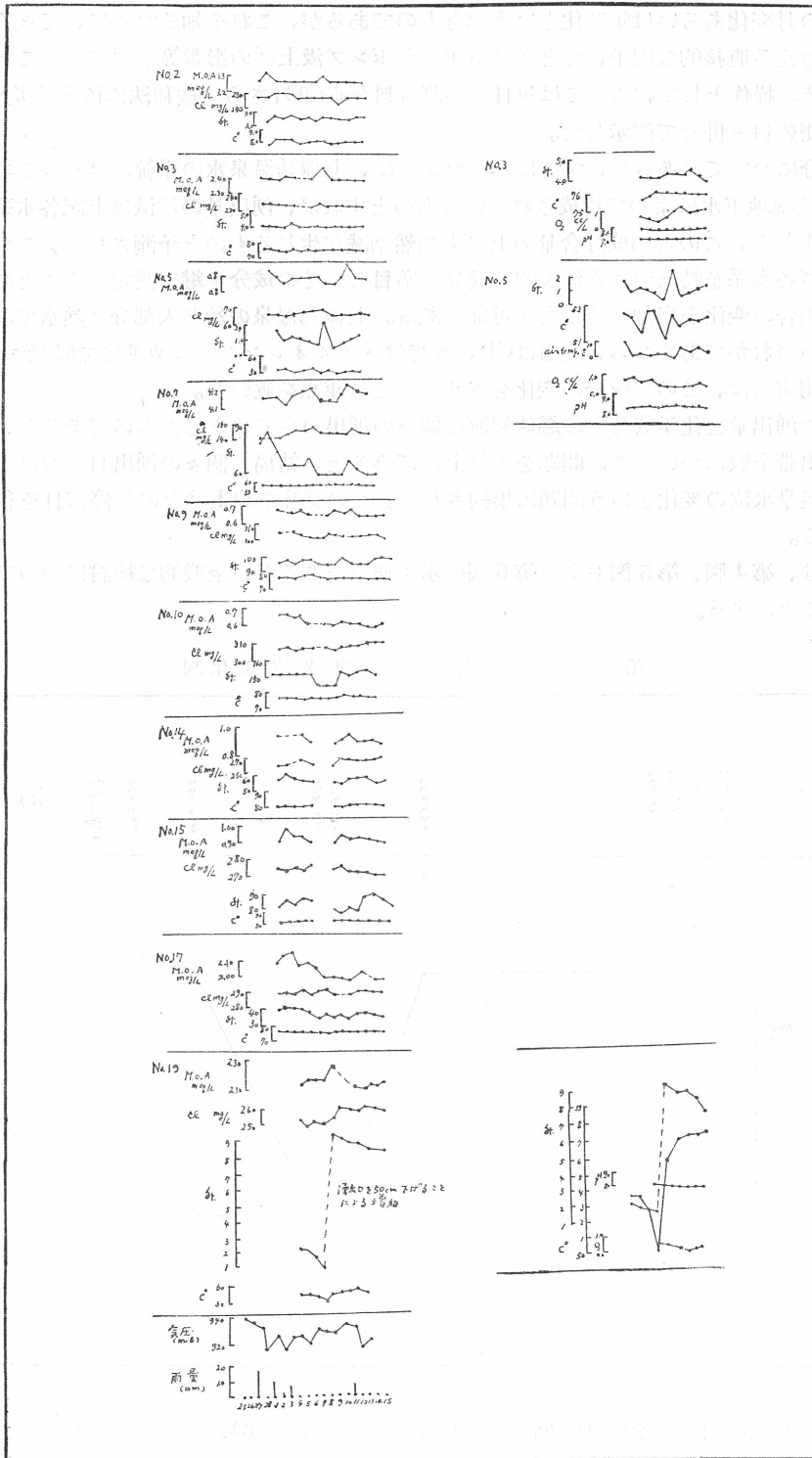
5.3 観測資料

温泉の湧出量に影響を与える因子を検討するに際しては、諏訪湖水位だけでなく、降雨量、気圧等の気象条件および附近の河川水位も当然考慮しなければならない。

第 4 图 上諏訪温泉湧出量継続観測資料



第 5 圖 上 諏 訪 温 泉 化 学 成 分 繼 続 観 測 資 料



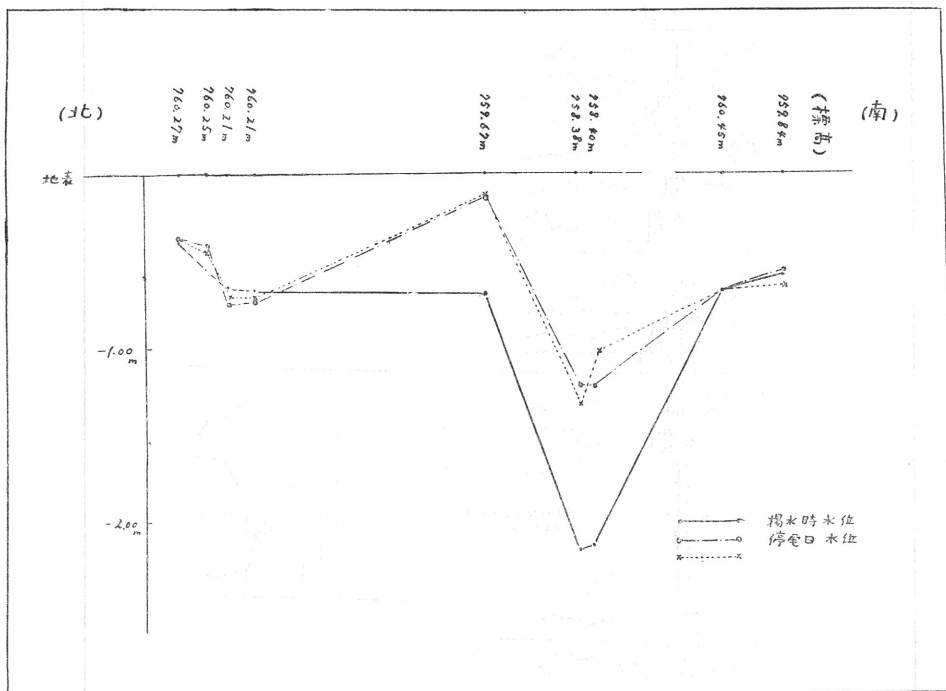
次に温泉自体の湧出量が月あるいは季節毎でどのような変化をのすかという問題がある。いわば温泉湧出量の月変化あるいは年変化というべきものであるが、これを知るために、できるだけ湧出量に変化を与える直接的な因子、たとえば気圧とかポンプ汲上げの影響等を消却することが望ましい。このための操作として、こゝでは毎日の観測資料から(註)₁さらに緩和法に依る平均(註)₂を求めなまの観測資料と併せて図示した。

次に化学成分についてであるが、すでに述べたように、上諏訪温泉水の系統がいわゆる熱水、ガス水および扇状地地下水によつて構成されているものとすれば、湧出量の増減は上記各水系の混合割合にも変化を与え、このため成分含量の上にも当然増減が生じるものと予測される。このように考えると、先づ各水系を特徴づける代表的な成分に着目し、その成分を継続測定することによつて各水系の混合割合の変化を察知することが可能である。上諏訪温泉の殆ど大部分は熱水型温泉、盆地水型温泉のいずれかであるから、前者はCl⁻、後者はメチルオレンジアルカリ度で特徴づけられるので、継続測定には、この二成分の変化を求めることに重点を置いた。

いま述べた湧出量と化学成分との継続観測は個々の湧出口を対象としたものであるが、さらにもっと広く湧出帯全般についてこの問題をとり上げてみると、結局、個々の湧出口における変化は湧出帯全般の温泉水位の変化という問題に集約される。この意味で取上げたのが停電日を利用した水位測定である。

測定結果は、第4図、第5図および第6図に示す通りであるが、全般的な検討については次項で取りあげることにする。

第 6 図 上 諏 訪 温 泉 水 位 変 化 図



(註)₁ 2月18日から3月15日迄は1日3回(8時、12時、16時)観測したが第4図はその平均湧出量を示してある。

(註)₂ 毎日の測定値とその前日および翌日の測定値とを合計して3分した値

6. 観測資料についての考察

前項では、観測資料について概略の説明を加えたが、各資料を総括してみると湧出量の変化に関連ある2、3の要素が各湧出口を通じて共通的に認められる。こゝでは各資料にあらわれた直接的な要素について若干考察してみることにする。

なお、現在までの資料から直ちに湖水水位と湧出量との関係を結論的に述べることは尚早のように思われるが、一応、現段階で予想される両者の関係について多少触れてみたいと思う。

6.1 気圧との関係

観測地点の大部分は一日の中でも時間により湧出量に増減が認められる。従つて直接なみの観測資料を表示したゞけでは湧出量の変化が余り明瞭にあらわれないので、湧出量、気圧の資料について緩和法による平均を求め相互に比較してみるとその間に次のような傾向がみいだされる。すなわち、湧出量は、全般的に波動状の増減を示し、大体湧出量の減ずるときは高気圧の山に、湧出量が増すときは低気圧の谷にほぼ一致するということである。湧出量が気圧によつて影響をうけることはすでにこれ迄報告されており、特に颱風の来襲時に著しい変化があるという⁽⁴⁾⁽⁹⁾。

なお、資料の中には、必しも気圧の影響の顕著でないもの、および気圧との関係が明瞭でないものもある。特に気圧の影響が顕著でないものは気圧だけでなく、ポンプ汲上げによる影響も余り著しく現われていない。この関係は、結局、温泉の水位が安定状態にあるかどうかに関連があるように思われるが、現段階ではこれ以上、この関係を明らかにする資料を得るまでに至っていない。

6.2 降雨による影響

湧出量と降雨とはかなり密接な関連があるようである。たゞし、降雨と低気圧とが、殆ど時期を同じくするのが一般であるから、見掛上、降雨も直接的な要素の1つのようにみえるが、実際にはむしろ雨水の滲透あるいは川水水位の上昇による地下水圧の増加という状態で間接的な温泉湧出量に影響を与えているように思われる。

このように、降雨の影響を考えに入れると、資料の中で、気圧の高低と一致せず、むしろ湧出量だけで単独に増減するようにみえる地点の中には、降雨の影響が幾分づれて現われたと思われる地点がある。特に No.12のように湧出量の増減が諏訪湖水位とほぼ平行して変化するようにみえることは、むしろ降雨によつて生じた地下水圧のずれが、結果的に、このような変化をもたらしたと考えられるのである。

以上のように、温泉の湧出量に影響を与える因子のうち、人為的なポンプの汲上げを除き、直接資料の上にあられる外因的な要素としては、気圧および降雨の影響を挙げることができる。そして、このような因子を除いた温泉自体の湧出量が、一年を通じてどのように変化するかという問題については、さらに資料を蓄積した上でふたゞび取り上げることにした。

6.3 ポンプ汲上げによる影響

すでに繰返し述べたように、上諏訪温泉湧出帯は、現在、北側の僅か数地点を除き、殆どポンプ汲上げによる影響をうけているといつてよい。特に著しいのは中央線西側の湖成堆積層分布地域であるが、さらにその影響は、これ迄高温の自然湧出地帯であつた中門川、衣の渡川の流域にまで及んでいる。

ポンプ汲上げによる影響は一日の中でも時間によつて見る。大体日中は殆ど常にポンプを使用しているので、観測資料にあらわれた結果は、殆ど全部ポンプ汲上げの影響を含んでいるとみてよい。従つて、湖水水位の影響が湧出量に変化を与えることがあつても、ポンプ汲上げの影響が、より直接、しかもより強くあらわれるために、前者の影響が打ち消されてしまう恐れがない訳ではない。このように考えると、ポンプの影響を含む資料の解析は温泉水位に相当の変化が生じた場合でなければ甚だ困難であるといわざるを得ない。

一方、既述のように、汲上げによる影響が強くあらわれている地点ほど気圧の影響もまた著しいという傾向がみいだされる。この事実は、結局、温泉水位が低下するほど種々の影響を敏感にうけやすい状態にあるとも考えられ、従つて、現在、上諏訪温泉が示す温泉水位の状態からみて、もし湖水の影響—特に水位の影響—が温泉に及ぼす場合を考えると、極めて鋭敏に響くであろうと予想される。特に、温泉水位の変化が湧出量にマイナスの影響を与えるものとするれば、一層憂慮すべき状態にあるともいうことができる。

現状では自然的な外界の影響より、むしろ人為的なポンプ汲上げによる影響の方が直接、かつ加速度的に上諏訪温泉の湧出量に悪影響を与えている。源泉の保護と最も関係の深い温泉水位の現状を考えると、今後、乱掘防止、ポンプ使用制限等により積極的な保護方策を講ずる必要のあることを痛感するものである。

6.4 湖水水位と湧出量との関係

諏訪湖々水の変化と温泉湧量との関係を求めるために筆者等は上述の資料を蒐集し、その結果を検討してきた。然し、湖水水位の変化と個々の温泉湧出量の変化を対比してみても判るように、その間に直接著しい相関係をみだし難い。だが、これだけの理由で両者に何等関係がないと結論することはやゝ早計であり、他の面からも検討してみる必要があると思われる。今後、河川水位および地下水々位についての観測資料が纏れば、この問題に関連ある具体的な資料を示すことができると思われるが、一応、今後の予測という程度でこの問題に触れてみることにする。

6.4.1 湖水水位の変化による湖水水圧の直接的な影響

湖水水位の変化により湖水の水圧の伝播が上諏訪温泉の湧出量にどの程度の影響を与えるかという問題である。これに関連した問題として、これ迄に研究されているものに潮汐の作用という現象がある。これは海岸に位置する温泉に多くみられ、今までの研究によると潮位の上昇に平行して湧出量が増大するのが普通である。その理由としては海水の水圧の増加が温泉の湧出導管（通路）に作用し、温泉の湧出を促す結果であろうとされている⁽⁴⁾。

しかし、諏訪湖の場合、潮汐と異り、水位の変化をもたらすのは各河川からの流入量である。もつと厳密に云えば流入量と水門からの流出量との平衡が水位として示されるのであつて、潮汐の場合とは全く趣を異にする。たゞ、水位の上昇あるいは下降という機械的な動きだけからみると何れも同じ現象を示し、実際今回の調査期間でも短時間のうちに約60cm以上におよぶ水位の変化が生じたこともある。このような場合でも湧出量に影響を与えていないかどうかという問題は残されるがこれ迄の資料によると、水位の上昇あるいは下降に伴う直接的な水圧の伝播は、このような場合でも湧出量に影響を与えるほどの大きな要素でないようにみうけられる。

6.4.2 湖水水位の変化と湖底湧泉との関係

上諏訪温泉の中で鑿井によらず全く自然のまま湧出するものに湖底湧泉がある。このうち、七ツ釜、三ツ釜はすでに利用されているけれども、冬季の釜穴や湖水々温の測定結果から、この他なお未利用のまま放流されているものも少なくないと考えられる。

湖水水位の変化に応じて、湧出量に直接、最も変化の生じる温泉はいうまでもなく湖底湧泉である。いま湧泉を直接湖水に触れているものと、七ツ釜のようにタンクで集水しているものとに分けて考えてみる。先づ前者であるがこれは水位の低下によつて当然湧出量に増加を来すことは明らかである。一方、タンクを設けて引湯しているような場合、いゝかえると湧出口が直接、湖水に触れていない場合は、これまでの資料⁽⁴⁾によると水位の低下に伴つて湧出量も減少するという結果を示している。従つて、これらの湖底湧泉の湧出量が上諏訪温泉全湧出量に対してどの程度の比率を占めているかということにより、陸上の温泉のうける影響の度合も左右されることになると思われる。

現在、湖底湧泉については十分調査が行われていないので、湧出口の観測資料をみても、湖底湧泉の影響が各湧出口におよんでいるという積極的な証拠はなく、結局、この影響も重視するほどの大きな比重をもっているとは考えられないようである。然し、今後、この関係をより正確にさせる意味からいつて、できれば湖底湧泉に関係ある資料も蒐集しておくことが望ましい。

6.4.3 湖水々位の変化に伴う地下水流界の変動

先に触れたように、諏訪湖の水位は潮汐と異り、諏訪湖に注ぐ各河川の流入量に関係がある。従つて、水位の変化といつても機械的な水の動きだけでなく、降雨、地表水さらに地下水等を含む種々の水文学的な要素を考慮しなければならない。湖水々位だけを切り離すなら、温泉湧出量の間接関連がないようにみえるけれども、諏訪湖を含めた温泉湧出地帯を1つの系とみるなら、地下水圧の変化は当然湧出機構に対して少なからぬ影響を与える筈である。例えばいま湖水々位に変化を来したと考えてみよう。この場合、既に述べたような短時間の変化だけでは湧出量に殆ど影響を及ぼさない。然し、水位の変化が半永久的のものであるなら、時間の推移に伴つて、諏訪湖を含む温泉地帯周辺の地下水流界にもある程度変化の生じることが予想される。いゝかえると、湖水々位の半永久的な変化は湖水だけという局部的なものではなく、温泉湧出機構に関連ある地下水流界の変化、すなわち、地下水圧の変化にまで発展すると考えられるのである。

これまでの例によると、河床が高くなつたため温泉湧出量に増加を来した地域も少なからず知られている。また上諏訪の場合でも、湖岸を埋立てたため枯渇していた温泉井が、再び湧出するに至つた例も知られている。このような事実は、少なくとも水圧、岩圧の半永久的な加重がたとえ局部的なものであつても、また全般的な範囲に及んだ場合であつても、温泉湧出機構に対して少なからぬ影響を与えたことを如実に示しているとみることが出来る。これらの事柄より推して、湖水々位の変化に伴う影響のうち、半永久的な地下水流界の変化が、湧出量に対して最も大きな役割を果たすであろうと考えられるのである。

以上、現在迄に蒐集した資料を参考にして湖水々位の変化と温泉湧出量との関係について、2、3の知見を述べた。現段階では局部的な湖水の変化に応じた資料しか蒐集できず温泉自体の年変化を知るには、今後なお数ヶ月の観測期間を要する。諏訪湖の存在がどの程度の比重を占めるかという点を考えるには、やはり、この長期観測資料によらざるを得ない。今後は特に、諏訪湖水位の変化が半永久的に及ぶ場合のことを考えて、種々の資料を蒐集することが望ましい。

要 約

(1) 上諏訪湖温泉湧出帯の構成地質は、諏訪湖堆積物と基盤岩層とに大別されるが、鑿井記録を参考にして基盤岩層までの深さを求めると、ほぼ中央線を境として急激な深度の相違が認められる。そして現在の湧出状況より判断すると、いわばこの傾斜急変地帯は、諏訪低地の生成および温泉湧出機構の両面に関連ある構造的弱帯であろうと思われる。

(2) 上諏訪温泉はCl⁻で特徴づけられる熱水型温泉、メチルオレンジアルカリ度で特徴づけられる盆地水型温泉および成分含量の稀薄な地下水型温泉とに大別されるが、このうち熱水型温泉は基盤岩層を第一次の湧出通路とし、諏訪湖堆積物中に貯溜されるが、堆積物を第二次の湧出通路とする温泉は、いわゆるガス水の影響をうけて盆地水型温泉の性質に近づく。そしてガス水10%混合範囲を求めると、ほぼ基盤岩層の40m等深線に一致する。

(3) 湧水量測定60日、化学成分測定約10日間の結果では湧出量に直接影響を与える自然的要素として気圧および降雨があげられる。また人為的な要素としてはポンプ波上げによる影響が著しくあらわれている。停電日を利用した温泉水位測定結果では、湧出帯のほぼ中心に当る湖成堆積物分布地域に最も水位低下があらわれ、さらに湧出量観測資料の結果をみると、殆ど全地域に亘り、ポンプ波上げによる影響が及んでいる。

(4) 温泉水位の低下は外界の影響を敏感にうけやすい状態に導くと考えられるので、源泉保護の問題にも関連して、今後乱掘防止、ポンプ使用制限等により積極的な保護方策を講ずる必要がある。

(5) 現在まで得られた観測資料の結果からでは諏訪湖水位と温泉湧出量との間に直接的な関連がみられない。然し、湖水々位の変化に伴つて湧出量に影響を与える場合を考えると、観測資料が示すように

(i) 湖水々位の変化に伴う湖水々圧の直接的な伝播

(ii) 湖水々位の変化に伴う湖底湧泉湧出量の増加

は重要視する程の響影を与えないものと思われる。

(6) 最後に諏訪湖水位の半永久的な変化を想定すると、時間の推移に伴つて諏訪湖を含む温泉湧出帯周辺の地下水流界にもある程度の変化が生ずることが予測される。この結果、温泉湧出機構に関係ある地下水圧の変化を生じ、温泉湧出量に対して少なからぬ影響を与えるものと思われる。しかし、この点現段階ではなお予測の域を出ないので、今後、さらに半永久的な水位の変化を考慮して種々の資料を蒐集することが望ましい。

以 上

文 献

- (1) 福富孝治：温泉の物理
- (2) 中村久由、大和榮次郎：長野県下諏訪温泉調査報告 地調月報 Vol.13、No.7 1952(昭和27)
- (3) 三沢勝衛：上諏訪温泉脈について 地球Vol.2、No.1 1924(大13)
- (4) 吉村信吉、三沢勝衛：上諏訪温泉研究(その1~その3)地理評論Vol.7、No.3~ No.5 1931(昭6)
- (5) 吉村信吉：上諏訪温泉研究(その4~その5)地理評論 Vol.8、No.3~ No.4 1932(昭7)
- (6) 沢村孝之助、大和榮次郎：地質図幅「諏訪」同説明書 地質調査所 1953(昭28)
- (7) 本島公司、品田芳二郎、牧真一：諏訪湖天然ガス鉞床調査報告 地調月報Vol.4、No.9 1953(昭28)
- (8) 本島公司、牧野登喜男、牧真一：長野県諏訪湖北岸天然ガス調査報告 地調月報Vol.6、No.5 1955(昭30)
- (9) 長野県土木部：諏訪湖の資料 1950(昭25)
- (10) 諏訪保健所藤森技師の行つた湖水々位と七ツ釜温泉水位の継続観測資料による。

On the Relation of the Water Level of Lake Suwa to the Discharge of the Kamisuwa Hot Springs, Nagano Prefecture

Masuji INAGAKI, Shinichi MAKI & Hisayoshi NAKAMURA

Geology of the Kamisuwa hot spring area consists of younger sediments of Lake Suwa and tertiary agglomerate. According to the boring data, the lake deposits on the easternside of the Chūō Railway Line is remarkable different in thickness from that on the westernside. Such inclined plane recognized in the condition of bed rocks may correspond to the structural weak zone related to depression of Suwa basin and distribution of hot springs in that zone.

Hot springs in this area are divided into the saline water type, basin water type and underground water type. The saline water type is characterized by content of Cl' regarded as one of the primary compositions of thermal water, the basin water type is emitted from the area of younger sediments which bear basin water containing natural fuel gases, and the last type is characterized by low content such as Cl' in underground water.

The continued observation extending over 60 days on temperature, discharge and chemical compositions shows the following result:

- (1) Atmospheric pressure and rainfall are most remarkable factors influenced on the discharge of thermal water. Pumping-up of thermal water introduces the fall of water level of hot springs, especially in the lake sediment area.
- (2) There is no direct connection between the water level of the lake and the discharge of hot springs, but it seems to be possible that the semi-permanent change of water level of the lake plays a great role on the discharge of thermal water, because the pressure gradient of groundwater system around the lake is regarded as the important element which controls emission of thermal water.