

湯村温泉における化学成分の経時変化について

化学科 秋山 悌四郎

(1) 緒言

昭和卅四年四月廿七日、午後十時より、二十八日午前十時迄、一時間ごとに、湯村温泉及び塩部町を呈む泉源の湧出量を調査した。

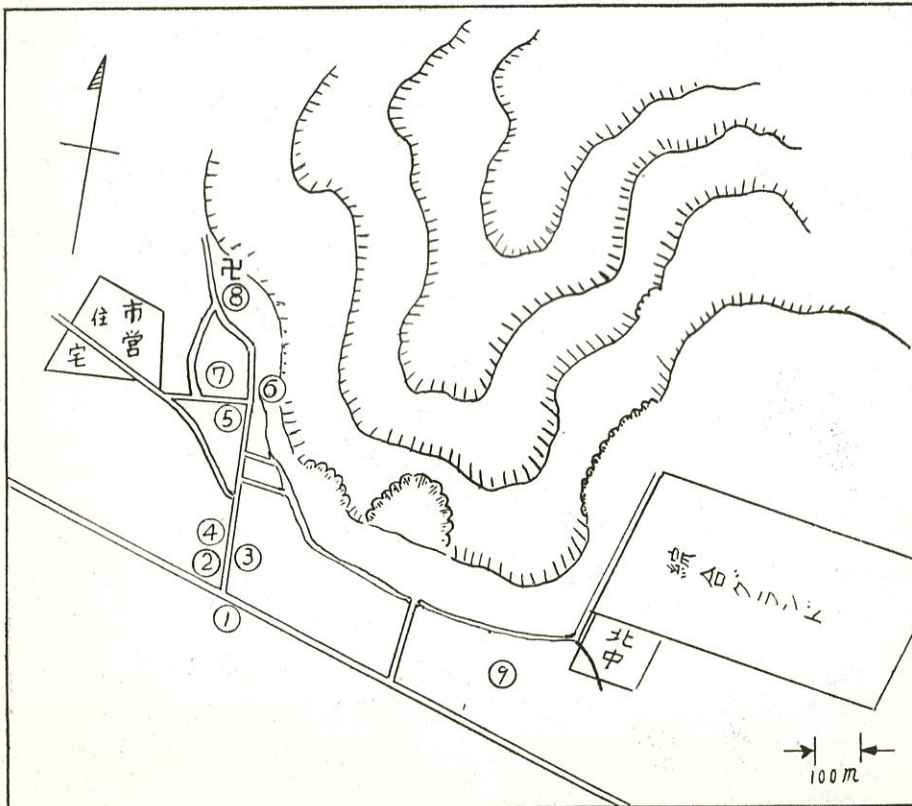
二、三の泉源以外は、いづれも揚水ポンプを使用しているため、午後十一時に一斉にポンプの使用を中止し、翌二十八日午前五時に一斉に再びポンプ使用を開始して、その揚水量及び自然湧出井の湧水量を調査した。

その機会に、主なる泉源八ヶ所の試料を、午後十時十一時、午前一時、四時、五時、七時、十時の七回にわたり採取し（但しポンプ揚水の場合は動力停止中は試料採取不能）その化学成分を調べて、泉質の経時変化、湧出量の関係を調べて、泉源相互の関係を知らんとした。

(2) 実験方法

各資料について、次の試験を行なう。

第一図 湯村温泉附近略図



(i) pH 水溶液による比色法を用いた。

実験室にもちかへり、廿八日一括して同時に測定す。

(ii) Cl⁻濃度 Mohrの硝酸銀滴定法を用いた。

(iii) 硬度 E.D.T.A.により、E.B.T.を指示薬として、直接法を採用して、CaCO₃の1l中のmg数を以つて示した。

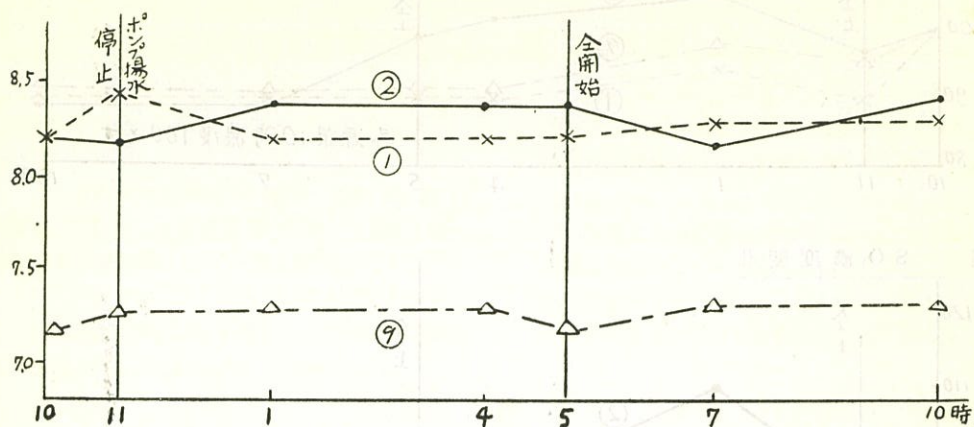
(iv) アルカリ度 メチルオレンジを指示薬として、 $\frac{N}{100}$ HClにて滴定してCaCO₃の1l中のmg数をもつて示した。

(v) 硫酸根 陽イオン交換樹脂で陽イオンを除去し、Ba²⁺の一定量を加えて、SO₄²⁺と反応せしめ、過剰のBa²⁺をE.D.T.A.で滴定して定量した。

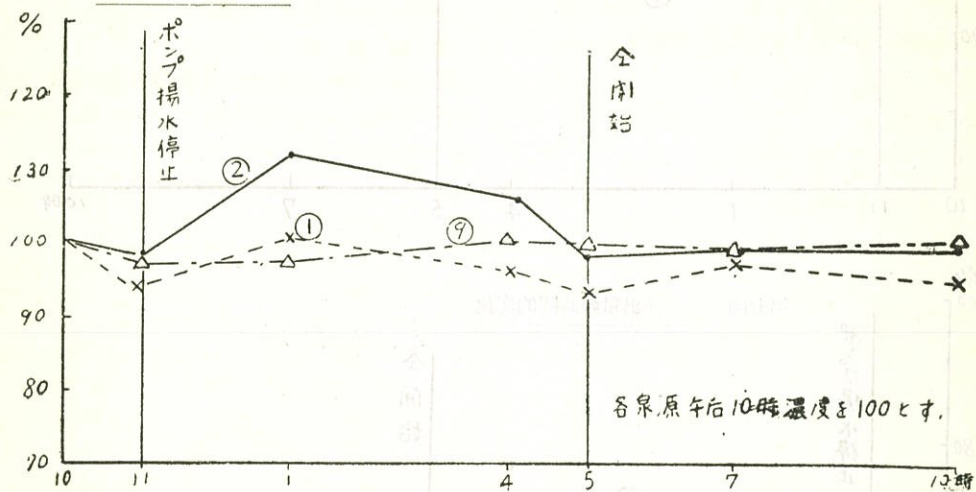
(3) 実験結果

第一表に示す如くである。試料採取箇所は第一図に示す。空欄は、ポンプ揚水停止のために、試料を得る事が出来なかつた。

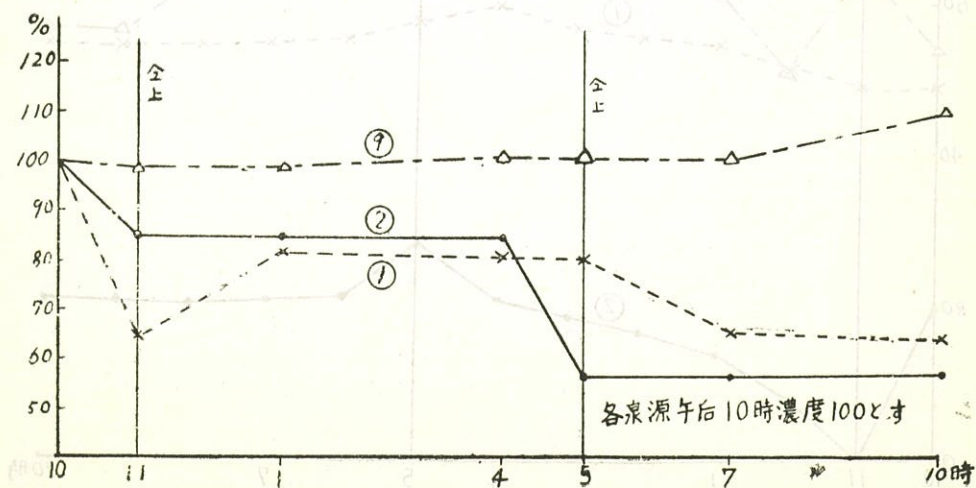
第二図 pH の変化



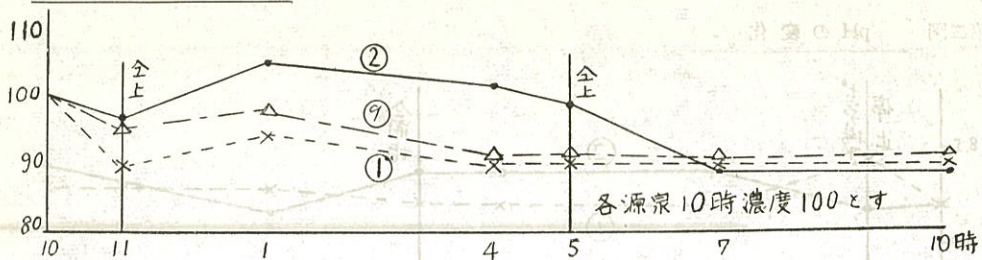
第三図 Cl-濃度変化



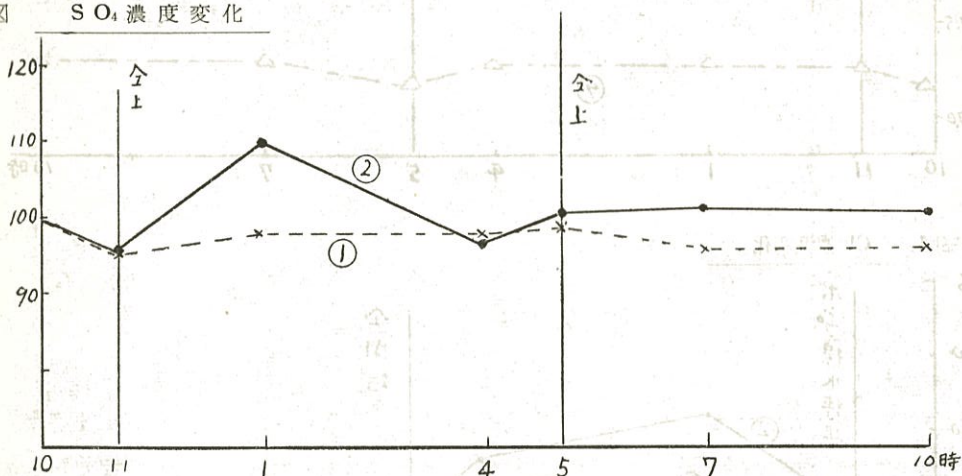
第四図 アルカリ濃度変化



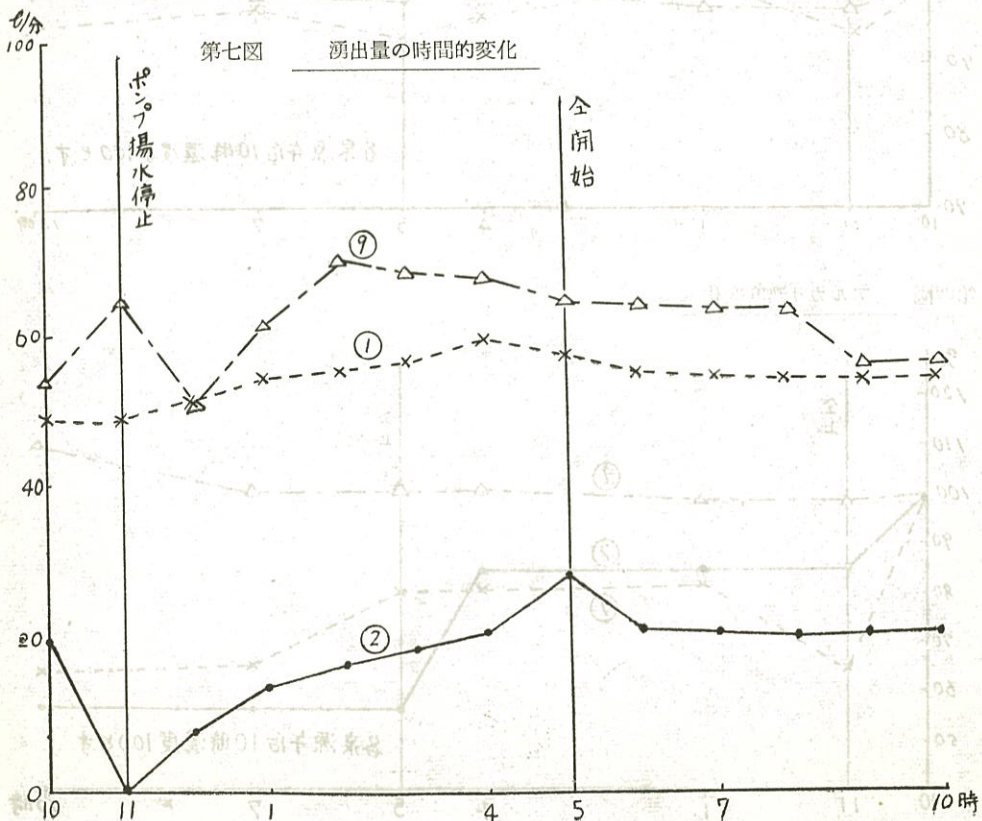
第五図 硬度の変化



第六図 SO₄濃度変化



第七図 湧出量の時間的変化



第一表 湯村温泉の化学成分の経時変化

温 泉 ①						温 泉 ②						温 泉 ③					
時 間	pH	Cl ⁻ 濃度	アルカリ度	硬 度	SO ₄ ²⁻ 濃度	時 間	pH	Cl ⁻ 濃度	アルカリ度	硬 度	SO ₄ ²⁻ 濃度	時 間	pH	Cl ⁻ 濃度	アルカリ度	硬 度	SO ₄ ²⁻ 濃度
午後10時	8.2	938.5 mg/l (100.0)	30.15 mg/l (100.0)	382.9 mg/l (100.0)	223.8 mg/l (100.0)	午後10時	8.2	955.9 mg/l (100.0)	35.17 mg/l (100.0)	451.0 mg/l (100.0)	359.1 mg/l (100.0)	午後10時	—	— mg/l	— mg/l	— mg/l	— mg/l
” 11	8.4	886.4 (94.4)	20.10 (66.6)	374.4 (97.7)	216.6 (95.9)	” 11時	8.2	938.5 (98.8)	30.15 (85.7)	434.0 (96.2)	350.3 (97.5)	” 11時	—	—	—	—	—
午前 1	8.2	938.5 (100.)	25.12 (83.3)	365.9 (95.5)	222.7 (98.6)	午前 1時	8.4	1060.2 (110.9)	30.15 ()	476.5 (105.6)	402.8 (112.1)	午前 1時	8.5	903.8	20.10	425.5	406.2
” 4	8.2	903.8 (96.2)	25.12 (83.3)	365.9 ()	219.6 (97.2)	” 4	8.4	1008.0 (105.4)	30.15 ()	459.5 (101.8)	385.3 (99.0)	” 4	8.5	903.8	20.10	434.0	403.8
” 5	8.3	876.0 (93.3)	25.12 (83.3)	365.9 ()	225.7 (99.9)	” 5	8.4	938.5 (98.1)	20.10 (57.1)	451.0 (100.0)	372.2 (103.6)	” 5	8.5	921.1	20.10	434.0	423.1
” 7	8.3	903.8 (96.2)	20.13 (66.6)	365.9 ()	216.6 (95.9)	” 7	8.2	938.5 ()	20.10 (57.1)	425.5 (94.3)	376.5 (104.9)	” 7	8.4	921.1	20.10	434.0	423.1
” 10	8.3	886.4 (94.4)	20.10 (66.6)	365.9 ()	216.6 (95.9)	” 10	5.4	938.5 ()	20.10 (57.1)	425.5 (94.3)	359.1 (100.0)	” 10	8.4	921.1	20.10	434.0	423.1
温 泉 ④						温 泉 ⑥						温 泉 ⑦					
時 間	pH	Cl ⁻ 濃度	アルカリ度	硬 度	SO ₄ ²⁻ 濃度	時 間	pH	Cl ⁻ 濃度	アルカリ度	硬 度	SO ₄ ²⁻ 濃度	時 間	pH	Cl ⁻ 濃度	アルカリ度	硬 度	SO ₄ ²⁻ 濃度
午後10時	8.0	1180.5 mg/l	26.13 mg/l	553.1 mg/l	190.4 mg/l	午後10時	8.2	579.8 mg/l	36.18 mg/l	331.8 mg/l	404.0 mg/l	午後10時	8.2	1447.4 mg/l	30.15 mg/l	527.6 mg/l	175.9 mg/l
” 11	—	—	—	—	—	” 11時	—	—	—	—	—	” 11時	—	—	—	—	—
午前 1時	—	—	—	—	—	午前 1時	—	—	—	—	—	午前 1時	—	—	—	—	—
” 4	—	—	—	—	—	” 4時	—	—	—	—	—	” 4時	—	—	—	—	—
” 5	8.0	1202.7	26.13	570.1	186.8	” 5時	8.1	618.7	34.17	348.9	369.0	” 5時	8.1	1126.8	54.27	527.6	104.1
” 7	8.0	1230.5	28.14	544.6	186.8	” 7時	8.2	618.7	36.18	340.4	369.0	” 7時	8.2	1475.2	28.14	536.1	167.3
” 10	8.0	1230.5	28.14	527.6	186.8	” 10時	8.2	618.7	36.18	331.8	374.0	” 10	8.2	1453.0	32.16	536.1	178.7
温 泉 ⑧						温 泉 ⑨											
時 間	pH	Cl ⁻ 濃度	アルカリ度	硬 度	SO ₄ ²⁻ 濃度	時 間	pH	Cl ⁻ 濃度	アルカリ度	硬 度	SO ₄ ²⁻ 濃度						
午後10時	8.4	792.5 mg/l	34.17 mg/l	272.3 mg/l	170.1 mg/l	午後10時	7.2	681.3 mg/l (100.0)	56.28 mg/l (100.0)	221.2 mg/l (100.0)	試験セズ						
” 11	—	—	—	—	—	” 11時	7.3	667.4 (97.9)	56.28 ()	212.7 (96.1)	”						
午前 1時	—	—	—	—	—	午前 1	7.3	667.4 ()	56.28 ()	221.2 (100.0)	”						
” 4	—	—	—	—	—	” 4	7.3	681.3 (100.0)	58.29 (103.5)	212.7 (96.1)	”						
午前 5	8.4	753.6	34.17	272.3	128.8	” 5	7.2	674.3 (98.9)	58.29 ()	212.7 ()	”						
” 7	8.4	806.4	36.18	280.8	142.1	” 7	7.3	678.5 (99.5)	62.31 (110.7)	212.7 ()	”						
” 10	8.4	805.4	36.18	297.8	131.0	” 10	7.3	681.3 (100.0)	62.31 ()	212.7 ()	”						

注 ()内の数字は午後10時の各濃度を100とした値。

(4) 考 察

第一表に示す様に、八ヶ所の泉源から試料を採取し、水質分析を行つたが、泉源③、④、⑥、⑦、⑧の如きポンプ揚水を停止すると、採水不可能の如き箇所においては、連続的経時変化を考える事が不可能につき、自然湧出を継続した①、②、⑨、について考察する。

これらの経時的水質変化の原因を追求することは、ただこれだけの実験においては、極めて困難の事であるが次のような推測をした。

(イ) Cl⁻濃度変化 第三図の如くである。午後十一時にポンプを停止すると、その直後に急激に減少する、これは動力停止すると、今まで揚水していた浅層の水が、一時に自然湧出井の①、②、⑨等に混入するためと考えられる。

然るに午前一時に至り最大値に達するのは、ポンプ揚水のため流動していた浅層の水の流動がやんで、比較的深部の水の湧出がはじまつたためと推測した。

然るに午前五時までに、徐々にその濃度の減少するのは、十一時即ちポンプ停止直後に、短時間に多量の浅層の水が流入したので、反動として、午前一時頃には、その流入量が最小に減少し、Cl⁻濃度は最大値に達する。その後、漸次徐々に浅層の水が流動を開始するために、次第にうすめられる。五時にポンプ揚水を開始すると再び急激に浅層の水の流動が始まり、濃度は急に減少する。しかるに午前七時、十時となるに及んで次第に旧に復さんとする。然し①が午前十時にも減少を示すのは、原因が明白でない。

泉源⑨は、①、②の約500m位東方にあり、深度も①、②に比較してはるかに浅く、尚①、②は花崗岩の基盤に達しているのに、⑨は堆積層中より湧出しているので、午前一時に①、②に表はれたる最大値が、時間的にずれて午前四時に、然も極めて小さくその最大値を示すものと考えられる。またその変化状態が①、②に比してその起伏も小さく、ほとんど一定している。結局⑨については、その温泉としてのオリヂンか遠方地区にあり、⑨は多量の浅層の水より成立つてると考えられる。

(ロ) 硬度, SO₄²⁻の変化 硬度の変化は、Cl⁻濃度変化とほとんど同様の状況を示している。Cl⁻のオリヂンとCa²⁺のオリヂンは、同様の深度の泉脈と考えられ

る。然るに泉源①においては、SO₄²⁻の変化は著しくな少くSO₄²⁻のオリヂンは②と異なるものの様に考えられる。

(ハ) アルカリ濃度変化 泉源⑤は深度は約十米位であり、湯村の他の泉源に比して極めて深度は浅い。しかるにその、化学成分は、pH 8.0、アルカリ度74.0mg/lを有して、湯村の他の泉源に比較して極めてその値は大きい。すなわち湯村の浅層の水はアルカリ度が大きいと考えられる。

然るに、第一表をみると、泉源①②が大体20~30mg/lなるに、⑤は62~56mg/l位にて、著しくその値の大なる事も(i)において述べたと同様に、浅層の水に大いに影響されていると考えられる。

なお、泉源⑦が午後十時のアルカリ度が30.15mg/lなるも、ポンプを使用してはじめて揚水を開始した。午前5時が54.27mg/lと急激に増加するのは、浅い層に存在する上述の隣接の⑤の水が、ポンプ停止時中の四時間の中に、漸次混入して来たことを示すものである。泉源⑦の如き200m以上の深度のものでもこの様に浅い井戸の影響が著しい事は着目すべきである。尚⑥に隣接する泉源⑥、⑧等にはこの様の変化が表はれない事も注意を要するもので、泉源⑥の水の流動の方向が西北に向つている事も明らかにわかる。

③、④、⑥、⑦、⑧等ポンプ揚水をしている泉源の水質は揚水期間中は、自然湧出の①、②、⑨に比してその変化は比較的に少ない様である。然し総体的には複雑でその動きについては結論を導き出し得ない。

なお、第二図のpHの変化等も、その原因等はこれだけの実験では判然としなない。

第七図には湧出量の時間的変化を示した。湧出量と化学的变化の間にも、或る一定の関係を見出し得ない事も、湯村温泉の泉源の構成の複雑性を示しており、更に詳細な研究を重ねて行かなければならぬ。

参 考 文 献

- 秋山, 山本, 地学雑誌, Vo 161 No4 (686) 1952
同 同 Vo 162 No3 (689) 1953
秋山 日本化学会誌 Vo 175 No4 (371) 1954
佐藤 湯村温泉調査報告書(山梨県医薬課蔵)
安藤, 金井, 岩崎 地質調査所報告書 (")