

昭和 42 年 3 月

原 著

温泉の地球化学的研究 (第 12 報)

越後湯沢温泉

中央温泉研究所 佐藤幸二・甘露寺泰雄

(昭和 41 年 9 月 3 日 受理)

Geochemical Studies on the Mineral Springs. XII.

Echigo-yuzawa Spa

Koji SATO and Yasuo KANROJI

(Hot Spring Research Center)

There are 17 springs on the mountain flanks in this spa. Total flowage and heat energy of thermal water are both decreasing since 1960, and abruptly increased after Niigata earthquake.

Thermal water belongs to common salt spring water, and these springs are divided chemically and geographically into several groups.

Amounts of evaporated residue of thermal water are smaller than earlier date, and a few changes of chemical composition are recognized. Influences of Niigata earthquake are not clear.

As a whole, springs situated on the mountain flanks mark higher temperatures than the springs on the lowland and are easily influenced by the issue of water from the lower springs.

まえがき

新潟県南魚沼郡湯沢町の越後湯沢温泉は、東京から上越線で清水トンネルを越えたところがあり、比較的名の知れた温泉である。しかし、著者等は寡聞にして、本温泉に関する報文を知らない。さいわい著者等は、昭和 38 年より 2 年間同温泉を調査し、それ以後も時に源泉の状況を観察する機会に恵まれた。本報文は、これまでの調査によって明らかにされた事柄をまとめたものである。たまたま、その間、新潟地震に遭遇し、源泉の湧出状況の変化を明らかにすることができた。

地形および地質

1. 地 形

湯沢温泉は上越国境に源を発し、北流して信濃川に合流する魚野川沿いにあり、東に第四紀火山たる飯士山、西に苗場山から北に伸びる山稜がある。魚野川の東岸は飯士山麓を洗い、平地が存在しないが、西岸には狭い平地となだらかな斜面とがあって湯沢の市街をのせている。その西は急に高くなって湯沢高原となっている。

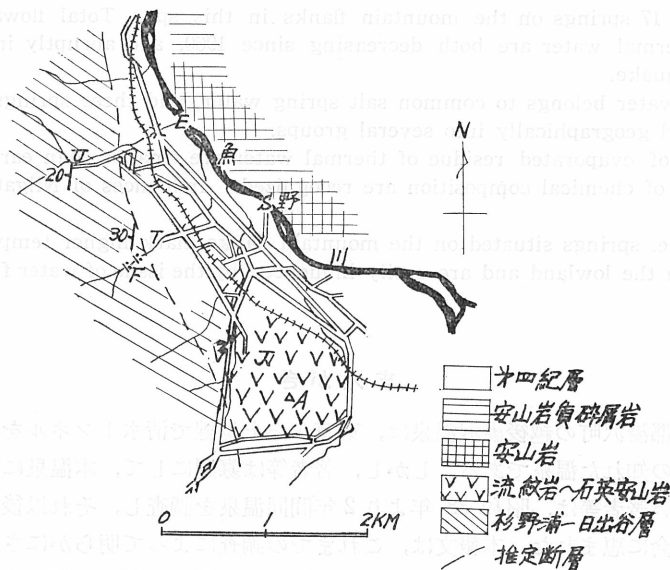
2. 地 質 (第1図)

魚野川の東岸には、飯士山を構成する安山岩類が分布する。神弁橋付近や東電関山発電所取水堰堤付近では、塊状の安山岩が認められるが、両者の中間ではもろい安山岩質角礫岩や同質凝灰岩などが塊状安山岩をおおっている。

魚野川の西岸では、狭い沖積地をへだたてて山地となっているが、山地の大部分は、新第三紀中新世初期の地層である杉野浦一日出谷層に属する。すなわち湯ノ沢川や滝沢川にみられるもので、砂岩や礫質砂岩・頁岩・凝灰角礫岩よりなり、全体として硅化をうけている。その走向はほぼ北北東、傾斜は $20\sim 30^\circ$ 西である。

同じく西岸であるが、同温泉南方の城平―秋葉山付近は、塊状の流紋岩―石英安山岩よりなる。この岩体と杉野浦一日出谷層との関係は明らかでないが、岩質などから中新世後期の貫入にかかるものと思われる。

魚野川の東岸に分布する飯士山の安山岩類と、西岸に分布する杉野浦一日出谷層との間には、断層の存在が推定される。恐らく、西岸の山腹か山麓を通るもので、北北西の方向を有すると



第1図 湯沢温泉付近地質略図

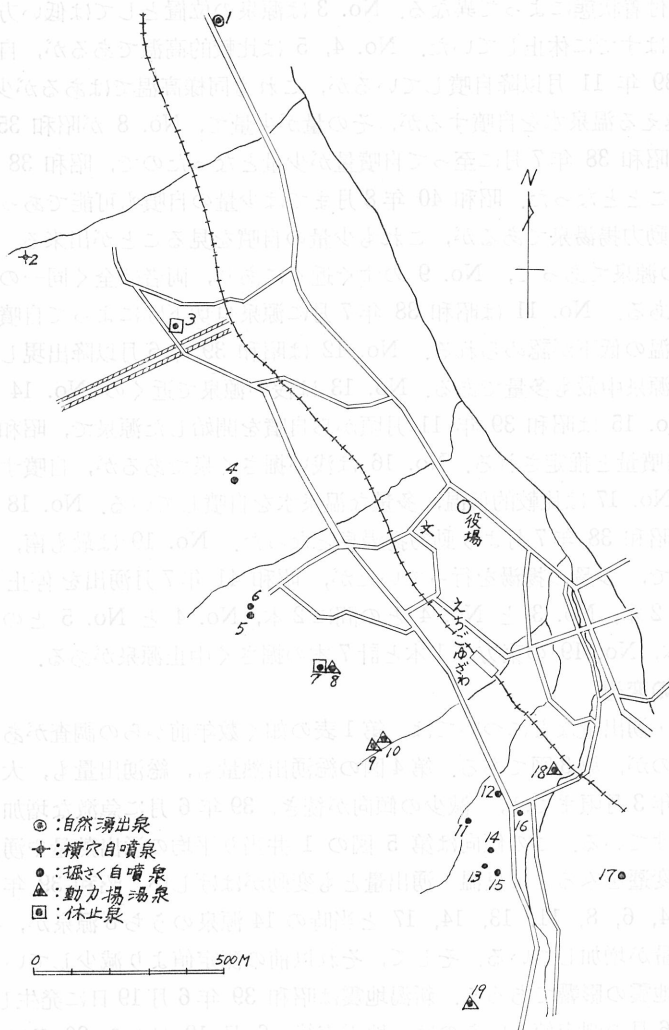
E: 取水堰堤 U: 湯ノ沢川 S: 神弁橋 T: 滝沢川
 F: 不動滝 J: 城平 A: 秋葉山

考えられる。滝沢川では不動滝と旅館街とのほぼ中間に破碎帯らしい露出があるが、これは一つの断層の位置を示すものかも知れない。

湯ノ沢川では、砂防堰堤の微温泉湧出地点付近に、東西の走向、70°北の傾斜を有する別の小断層が認められる。

城平—秋葉山付近の流紋岩—石英安山岩の岩体は、上述の北北西方向の断層の東側に位置するようである。従って、同断層は北方では杉野浦—日出谷層をきる断層であるが、南方では同層と流紋岩—石英安山岩体との境界となっているものようである。

温泉源泉井の掘さくは通常衝撃式で行われ、記録も不備で、地下の地質状況を明らかにし得ない。



第 2 図 湯沢温泉源泉分布

源 泉

湯沢温泉には、昭和 41 年 6 月現在、26 個の源泉が存在する。すべて魚野川西岸の山腹にあり、標高は、310 m から、440 m にわたる。自然湧出泉（放流）1、横穴を掘ったもの 1、垂直掘さく泉 24 である。利用源泉 16、掘さく中止源泉 7、休止源泉 2 という内訳になっている（第 2 図）。

1. 湧出状況

源泉の掘さく深度、口径、泉温、湧出量などについては第 1 表に示してある。

No. 1 の自然湧出泉は本温泉中もっとも低く、またもっとも北に位置する。現在は放流されている。No. 2 は、257 m 掘られた横穴の奥から湧出するものであり、自噴する湯を自然流下で導いて利用している。半透明ゼラチン状の湯華を生じて管壁に付着したりする。従って、湧出量は湯華の付着状態によって異なる。No. 3 は源泉の位置としては低い方に属するが、昭和 35 年 7 月にはすでに休止していた。No. 4, 5 は比較的高温であるが、自噴量は少ない。No. 6 は昭和 39 年 11 月以降自噴しているが、これも同様高温ではあるが少量である。No. 7 は 80°C を越える温泉水を自噴するが、その量が少量で、No. 8 が昭和 35 年 7 月以降出現した。しかし昭和 38 年 7 月に至って自噴量が少量となったので、昭和 38 年 11 月以降は動力で揚湯することとなった。昭和 40 年 8 月までは少量の自噴も可能であった。No. 9 は比較的以前からの動力揚湯泉であるが、これも少量の自噴を見ることが出来る。No. 10 は昭和 40 年 8 月以降の源泉であって、No. 9 のすぐ近くにあり、両者は全く同一の源泉とみても差支えないほどである。No. 11 は昭和 38 年 7 月に源泉口切下げによって自噴量を増大せしめたが、その後泉温の低下が認められる。No. 12 は昭和 39 年 6 月以降出現した源泉で、その自噴量は本温泉源泉中最も多量である。No. 13 は浅い源泉で近くの No. 14 と比較して高温多量である。No. 15 は昭和 39 年 11 月頃から自噴を開始した源泉で、昭和 40 年 11 月には 720 l/m の自噴量と推定される。No. 16 は浅い掘さく泉であるが、自噴する温泉水は、低温少量である。No. 17 は比較的低温、多量な温泉水を自噴している。No. 18 は、鉄道線路の近くに位置し、昭和 38 年 7 月より動力揚湯泉となった。No. 19 は最も南、最も高い位置にある動力揚湯泉で、多量の揚湯を行っていたが、昭和 41 年 7 月湧出を停止した。その他、No. 2 の付近に 2 本、No. 3 と No. 4 との間に 2 本、No. 4 と No. 5 との間に 1 本、No. 11 の上流に 1 本、No. 19 の東方に 1 本と計 7 本の掘さく中止源泉がある。

2. 湧出状況の変遷

各源泉の泉温・湧出量などについては、第 1 表の如く数年前からの調査がある。これをもととして作成したのが、第 3 図である。第 4 図の総湧出熱量も、総湧出量も、大きくみて昭和 38 年 7 月から 39 年 3 月頃までは、減少の傾向が続き、39 年 6 月に急激な増加を示したが、以降また減少を続けている。この傾向は第 5 図の 1 井当たり平均の湧出熱量や湧出量でも見られる。各源泉毎の変遷をみると、泉温・湧出量とも変動がはげしい。昭和 39 年 6 月の測定値をみると No. 2, 4, 6, 8, 11, 13, 14, 17 と当時の 14 源泉のうち 8 源泉が、それ以前よりも湧出量、湧出熱量が増加している。そして、それ以前の測定値より減少している例はない。これは恐らく新潟地震の影響であろう。新潟地震は昭和 39 年 6 月 19 日に発生したのであるが、この昭和 39 年 6 月の測定値というのは、地震直後、6 月 19 日から 20 日にかけての測定値なのである。従って、このことを堪案すれば、湯沢温泉全体としては、年々湧出量・湧出熱量

第1表 湧沢温泉湧出状況の変遷

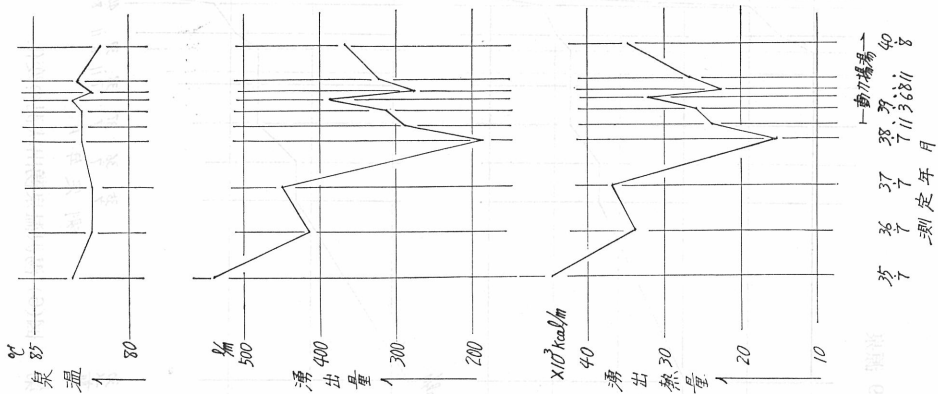
番号	標高 m	掘さく長 m	口径 時	昭 30 年以前		昭 35. 7		昭 36. 7		昭 37. 7		昭 38. 7		昭 38. 11		昭 39. 3		昭 39. 6 ¹⁾		昭 39. 8		昭 39. 11		昭 40. 8																		
				°C l/min.	kcal/min.	°C l/min.	kcal/min.	°C l/min.	kcal/min.	°C l/min.	kcal/min.	°C l/min.	kcal/min.	°C l/min.	kcal/min.	°C l/min.	kcal/min.	°C l/min.	kcal/min.	°C l/min.	kcal/min.	°C l/min.	kcal/min.	°C l/min.	kcal/min.		°C l/min.	kcal/min.														
1	308	0												24													自然湧出															
2	390	257 横穴		42	288	12,096	42	288	12,096	45.5	248.4	11,302	41	283.6	11,628	42	280	11,760	42.5	292	12,410		41.7	360	15,012	42	360	15,120	43	420	18,060	44	320	14,080								
3	347			39	9	351	50																																			
4	373	485	4	60	12.6	756	54	15.9	858.6	54	19.8	1,069.2	53.5	11.3	604.6	52.8	10.8	570.2	51.5	9.85	507.3	50.5	5.68	286.8	55	26.3	1,447	55	27	1,485	54.1	13.5	730.4	52	9.23	479.9						
5	375	535	4	66	19.8	1,306.8	64	21.6	1,382.4	65	18	1,170	64	20	1,280	63.5	19	1,206.5	64.5	16.8	1,084	64.5	16.2	1,044.9	64	18.2	1,165	64	19.2	1,228.8	63.5	18.5	1,175	61.2	13	795.6						
6	375	465+																																								
7	388	394		82	302.8	24,829.6	81	21.6	1,749.6	81	21.6	1,749.6	81	21.6	1,749.6																											
8	388	599	6	83	540	44,820	82	414	33,948	82	450	36,900				82.5	288	23,760	82.5	313.7	25,880.3	83	387	32,121	82	276	22,632	82.7	324.5	26,836	81.5	367.2	29,926.8									
9	393	363	4	75	126	9,450	72	432	31,104	74	432	31,968	75	420	31,500	75	420	31,500	73	397	28,981	74	329.5	24,408.8		62	305	18,910	73.2	216	15,811	72.5	172.8	12,528								
10	393	347	4	75	540	40,500	72	432	31,104	74	432	31,968	75	420	31,500	75	420	31,500	73	397	28,981	74	329.5	24,408.8		62	305	18,910	73.2	216	15,811	72.5	172.8	12,528	72.5	43.2	3,132					
11	380	348	4	72	756	54,432	71.5	599	42,829	71	603	42,813	71.5	407.4	29,129	66.5	486 ²⁾	32,319	65.2	360	23,470	65.5	279.5	18,307.3	65	491	31,915	62	406	25,172	67	380	25,460	67.5	374.4	25,272						
12	369																																									
13	380	60	4	52	424.8	33,089.6	52	414	21,528	46.8	378	17,690	47	360	16,920	45.5	270	12,285	45.5	180	8,190	46.5	158.8	7,384.2	47	324	15,228															
14	369	130	4	47	52.2	2,453.4	43	51.4	2,210.2	45	21	945	43	36	1,348	43	36	1,348	44.6	25.7	1,146.2				43	32.6	1,402															
15	369	640+																																								
16	362	150	4				41	20	820	42	19	798	40	18	720	41	18	738	40.5	10.8	437.4				40.5	10.8	437.4															
17	359	452	6				45.5	396	18,414	45	274	12,330	45	216	9,720	45.5	216	9,828	46	183	8,418	47	180	8,460	46	291.6	13,414															
18	354	150					45.5	54	2,511	45.5	54	2,457	45.5	54	2,457	38	54	2,052	36.5	33.2	1,211.8																					
19	417	475	4	52	810	42,120	52	540	28,080	52	540	28,080	52	450	23,400	52	450	23,400	52	450	23,400				52	450	23,400															
温泉地合計				3,215.2 l/min.	211,935.4 kcal/min.	3,393.5 l/min.	208,402.8 kcal/min.	3,042.8 l/min.	185,319.8 kcal/min.	2,747.9 l/min.	167,556.2 kcal/min.	2,446.8 l/min.	165,547.7 kcal/min.	2,246.4 l/min.	187,655.7 kcal/min.	2,095.1 l/min.	174,188.9 kcal/min.	3,782.8 l/min.	209,923 kcal/min.	3,564 l/min.	203,414 kcal/min.	3,574.2 l/min.	203,283.6 kcal/min.	3,519.1 l/min.	186,042 kcal/min.																	
1 井当り平均				321.5 l/min.	21,193.5 kcal/min.	261.04 l/min.	16,031 kcal/min.	234.1 l/min.	14,255.4 kcal/min.	211.4 l/min.	12,888.9 kcal/min.	203.9 l/min.	13,795.6 kcal/min.	187.2 l/min.	15,638 kcal/min.	174.6 l/min.	14,515.7 kcal/min.	174.6 l/min.	14,515.7 kcal/min.	291 l/min.	16,147.9 kcal/min.	274.2 l/min.	15,647.2 kcal/min.	238.3 l/min.	13,552.2 kcal/min.	219.9 l/min.	11,627.6 kcal/min.															

°C: 泉温, l/min.: 湧出量, kcal/min.: 湧出熱量 (0°C 基準).

合計: 1 井当り平均は以前の数値に基づいたものもある。No. 1 は除外した。ゴチャッは動力揚湯。

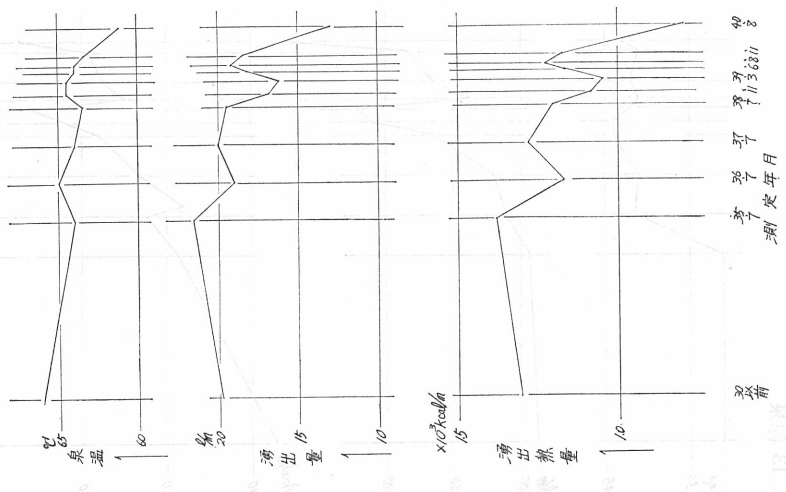
1) 新潟地震直後 2) 源泉口切下げ 約 3.5 m.

No. 8 源泉



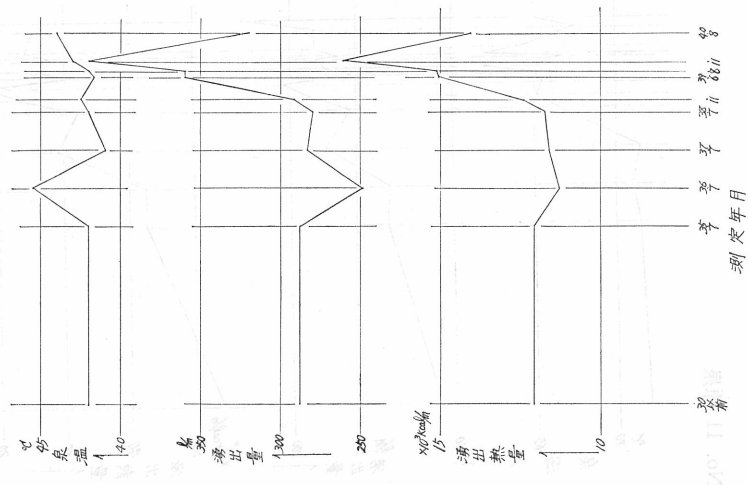
第 3 図(3) 湯沢温泉湧出状況の変化

No. 5 源泉



第 3 図(2) 湯沢温泉湧出状況の変化

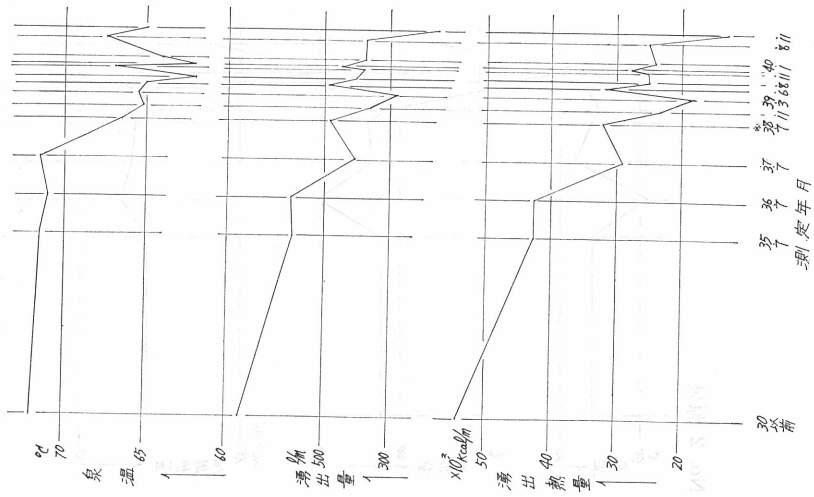
No. 2 源泉



第 3 図(1) 湯沢温泉湧出状況の変化

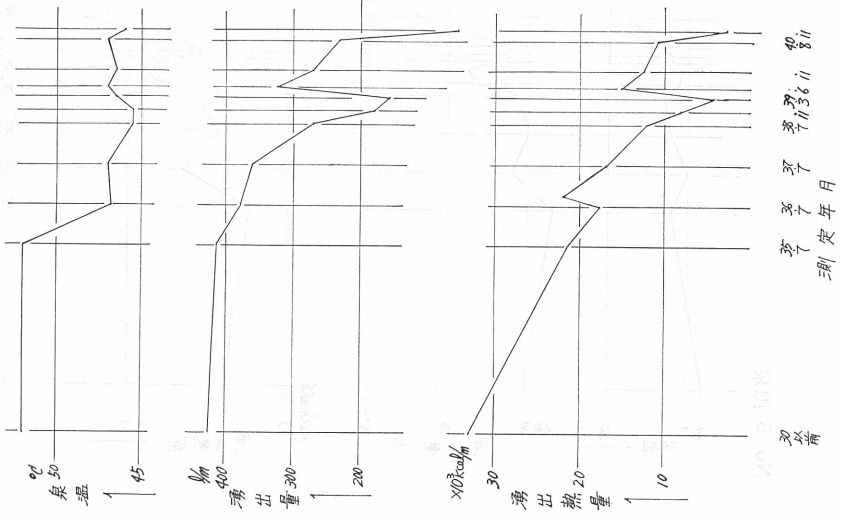
第3図(1) 湯沢温泉湧出状況の变化
 第3図(2) 湯沢温泉湧出状況の变化
 第3図(3) 湯沢温泉湧出状況の变化
 第3図(4) 湯沢温泉湧出状況の变化
 第3図(5) 湯沢温泉湧出状況の变化
 第3図(6) 湯沢温泉湧出状況の变化

No. 11 源泉



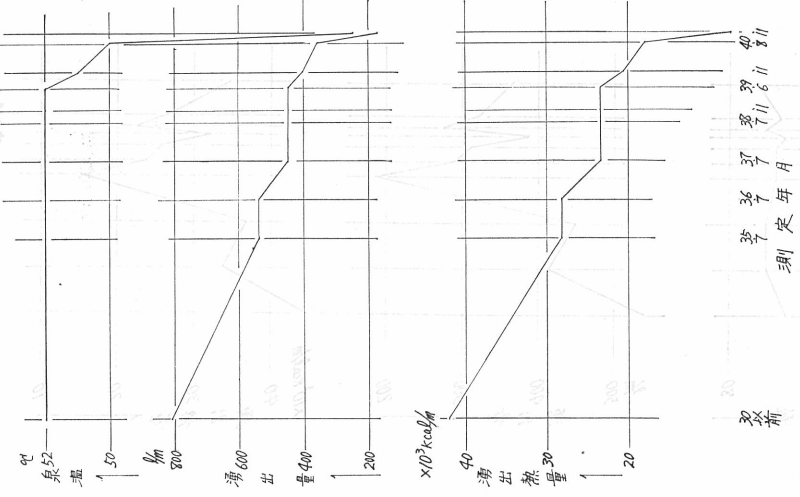
第3図(4) 湯沢温泉湧出状況の变化
 * 源泉口切下げ 約 3.5 m

No. 13 源泉

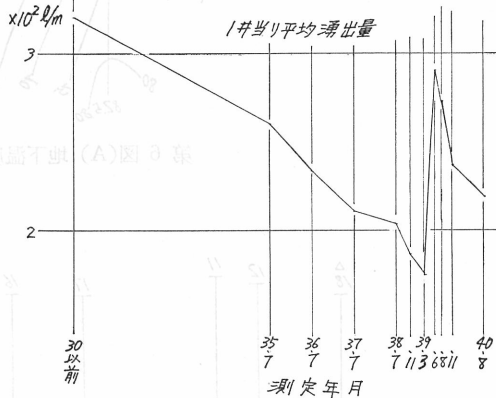
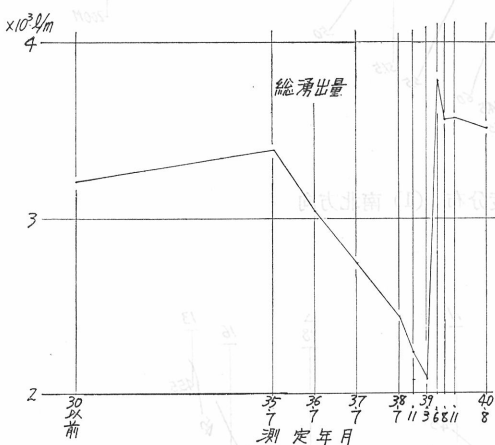
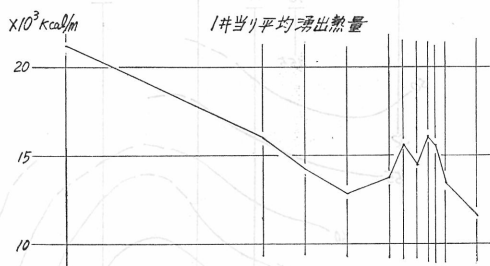
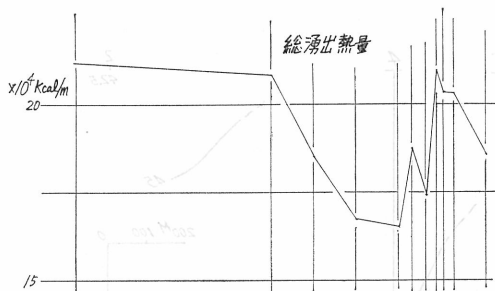


第3図(5) 湯沢温泉湧出状況の变化

No. 19 源泉



第3図(6) 湯沢温泉湧出状況の变化



第 4 図 湯沢温泉湧出状況の変化

第 5 図 湯沢温泉湧出状況の変化

とも減少して来たが、新潟地震のために増加した。しかしこの増加は一時的なもので、その後は以前と同じような減小傾向を示している、ということが出来る。

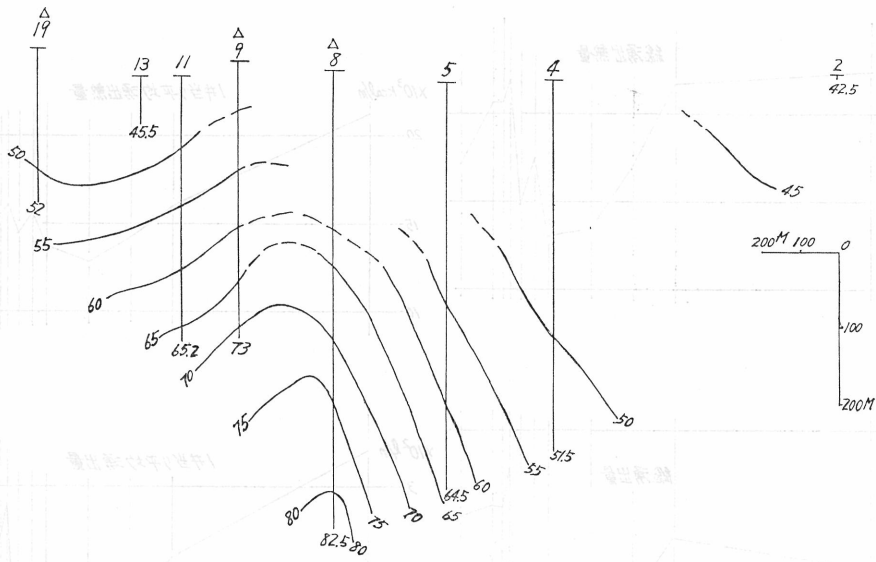
泉温は比較的変動があるが、ごく大きくみて低下の傾向があるようである。また動力揚湯泉においては、ポンプの能力という要因がさらに加わるせいか、湧出量の変動が比較的少ないといえよう。

3. 地下温度分布

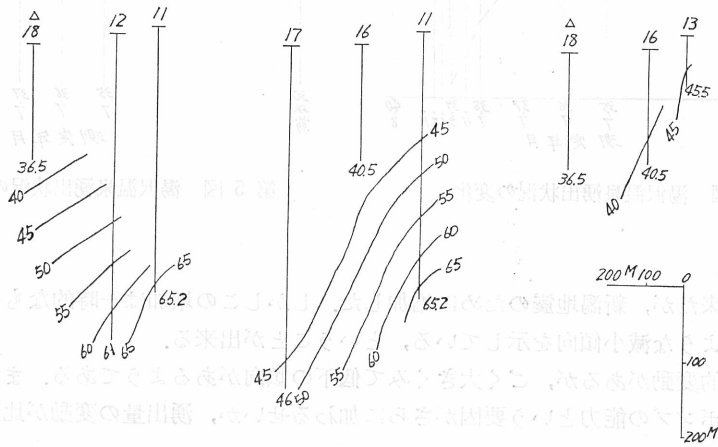
昭和 38 年 11 月に測定された泉温が、掘さく坑底の地温であると仮定して、垂直断面について地下温度分布を描いたのが第 6 図である。この断面図は、坑口温度をもって坑底の地温と仮定して作図したものであるから、正確なものとは言い難いが、地温分布の概要と傾向とを察知するには充分なものとする。とすると No. 7, 8 と No. 9, 10 との中間辺に地温のピークがあらわれ、北方に急に南方に緩やかに地温が低下している。また、東西方向の断面では東方へ行くにつれて急激に地温が低下する。

4. 温泉水の化学成分

No. 1, 2, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19 の 14 源泉を昭和 38 年 11 月



第 6 図(A) 地下温度分布 (1) 南北方向

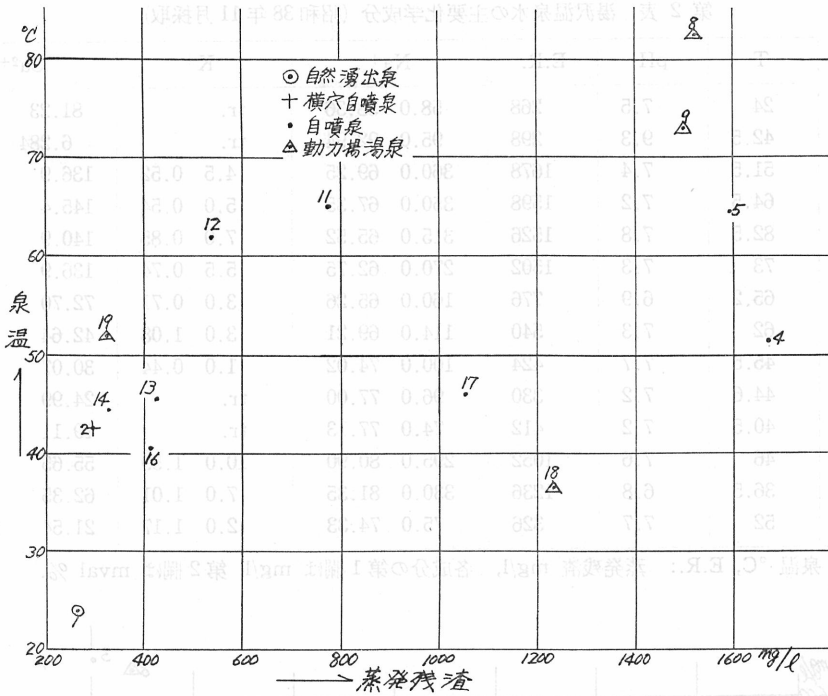


第 6 図(B) 地下温度分布 (2) 東西方向

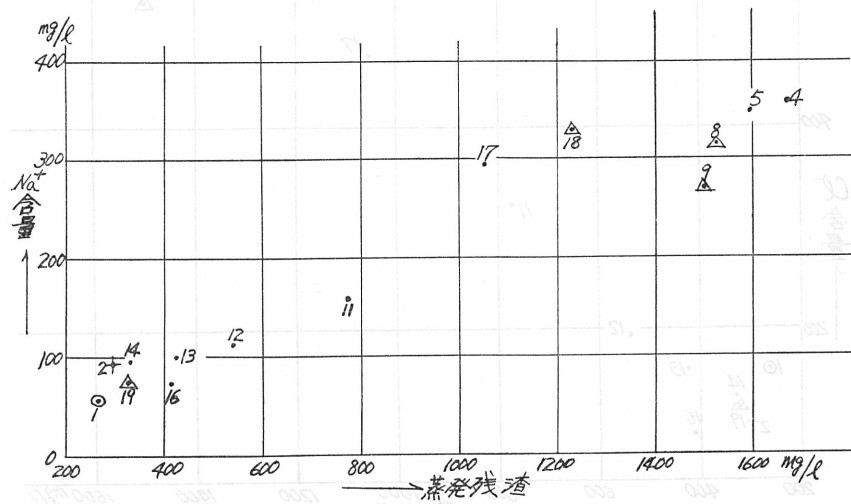
曲線は等温線, Δは動力揚温泉を示す。

に採取し、化学分析に付した結果が第 2 表である。これら温泉水の主成分は Na^+ および Cl^- であり、泉質は、No. 4, 5, 8, 9, 17, 18 が食塩泉で、No. 2, 11, 12, 13, 14, 16, 19 が単純温泉である。No. 1 は、泉温が 24°C なので温泉法の温泉に適合しない。

各成分相互間の関係、泉温との関係などを検討すると、蒸発残渣と Cl^- , Na^+ , SO_4^{2-} との間には正の相関関係が認められ、No. 1, 18 を除けば蒸発残渣と Ca^{2+} との間に、また No. 1, 17, 18 を除けば Ca^{2+} と Na^+ との間にそれぞれ正の相関がある。蒸発残渣と泉温、 HCO_3^-



第 7 図(1) 湯沢温泉水 泉温—蒸発残渣



第 7 図(2) 湯沢温泉水 Na+—蒸発残渣

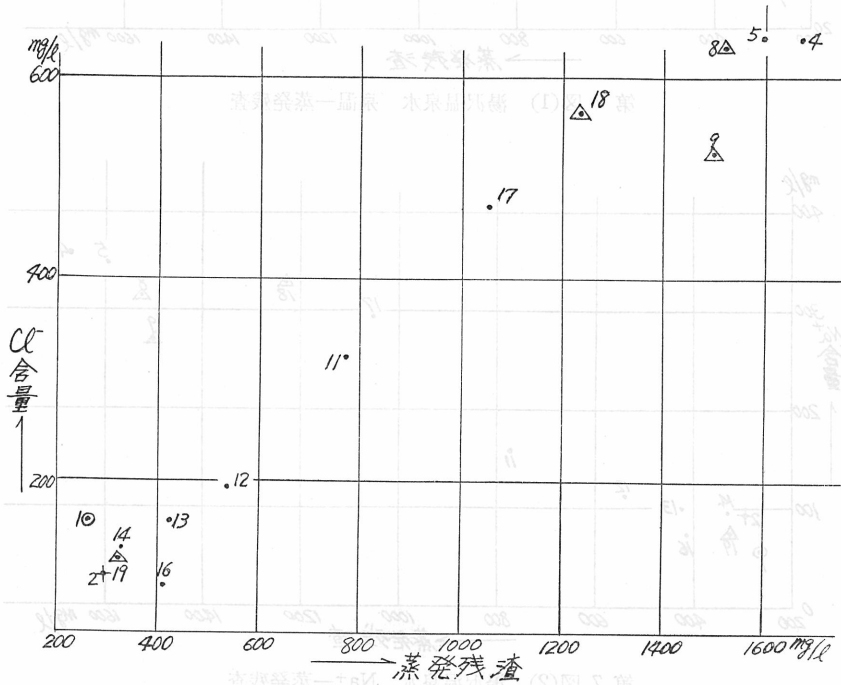
との間にははっきりした関係が認められない (第 7 図)。

このような化学的性質から本温泉の源泉を分けると、低温で蒸発残渣が少なく、 $Ca^{2+} > Na^+$ (ミリバルで) という点で、No. 1 と残りの 13 源泉とがまず大きく分けられる。この 13 源泉は Na^+ と Ca^{2+} の相関、蒸発残渣と Ca^{2+} との相関から、No. 17, 18 の 2 源泉と残りの

第2表 湯沢温泉の主要化学成分 (昭和38年11月採取)

No.	T	pH	E.R.	Na ⁺		K ⁺		Ca ²⁺	
1	24	7.5	268	58.0	38.36	tr.		81.23	61.64
2	42.5	9.3	298	95.0	92.94	tr.		6.284	7.06
4	51.5	7.4	1678	360.0	69.25	4.5	0.52	136.9	30.23
5	64.5	7.2	1598	350.0	67.35	5.0	0.54	145.4	32.10
8	82.5	7.8	1526	315.0	65.52	7.0	0.85	140.9	33.63
9	73	7.3	1502	270.0	62.75	5.5	0.74	136.9	36.51
11	65.2	6.9	776	160.0	65.26	3.0	0.71	72.70	34.03
12	62	7.3	540	114.0	69.21	3.0	1.08	42.64	29.71
13	45.5	7.7	424	100.0	74.02	1.0	0.44	30.07	25.54
14	44.6	7.2	330	96.0	77.00	tr.		24.99	23.00
16	40.5	7.2	412	74.0	77.13	tr.		19.11	22.87
17	46	7.6	1052	295.0	80.90	10.0	1.59	55.65	17.51
18	36.5	6.8	1236	330.0	81.35	7.0	1.01	62.35	17.64
19	52	7.7	326	75.0	74.33	2.0	1.17	21.54	24.50

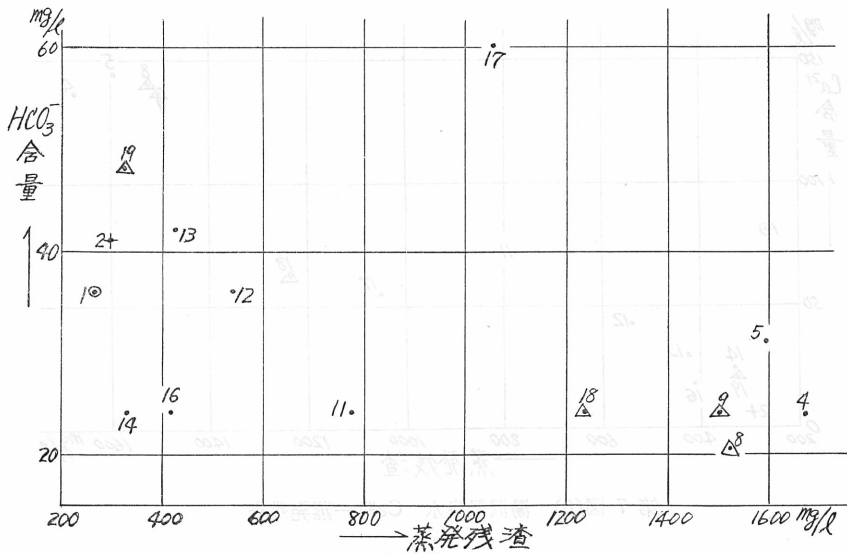
T: 泉温 °C, E.R.: 蒸発残渣 mg/l, 各成分の第1欄は mg/l, 第2欄は mval %.



第7図(3) 湯沢温泉 Cl⁻—蒸発残渣

11 源泉とにわけられる。さらに 11 源泉は、蒸発残渣と Na⁺, Cl⁻ の相関から、No. 4, 5, 8, 9 の1群と、No. 11, 12, 13, 14, 16, 19 の1群とに分けられる。No. 2 は、pH が 9.3 と強アルカリ性である点で他の源泉と若干異なっている。この分類は化学成分によって行った

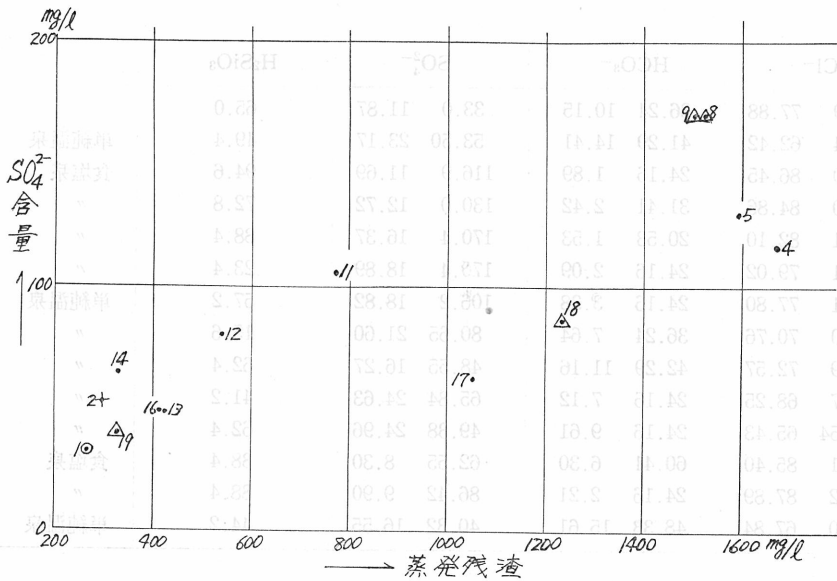
Cl ⁻		HCO ₃ ⁻		SO ₄ ²⁻		H ₂ SiO ₃	
159.9	77.88	36.24	10.15	33.0	11.87	65.0	
106.4	62.42	41.29	14.41	53.50	23.17	49.4	単純温泉
640.0	86.45	24.16	1.89	116.9	11.69	94.6	食塩泉
640.0	84.86	31.41	2.42	130.0	12.72	72.8	"
631.1	82.10	20.53	1.53	170.4	16.37	88.4	"
526.1	79.02	24.16	2.09	170.4	18.89	23.4	"
324.1	77.80	24.16	3.38	106.2	18.82	57.2	単純温泉
195.0	70.76	36.24	7.64	80.65	21.60	15.6	"
159.9	72.57	42.29	11.16	48.55	16.27	62.4	"
134.7	68.25	24.16	7.12	65.84	24.63	41.2	"
95.54	65.43	24.16	9.61	49.38	24.96	62.4	"
475.1	85.40	60.41	6.30	62.55	8.30	88.4	食塩泉
566.2	87.89	24.16	2.21	86.42	9.90	88.4	"
122.0	67.84	48.33	15.61	40.32	16.55	44.2	単純温泉



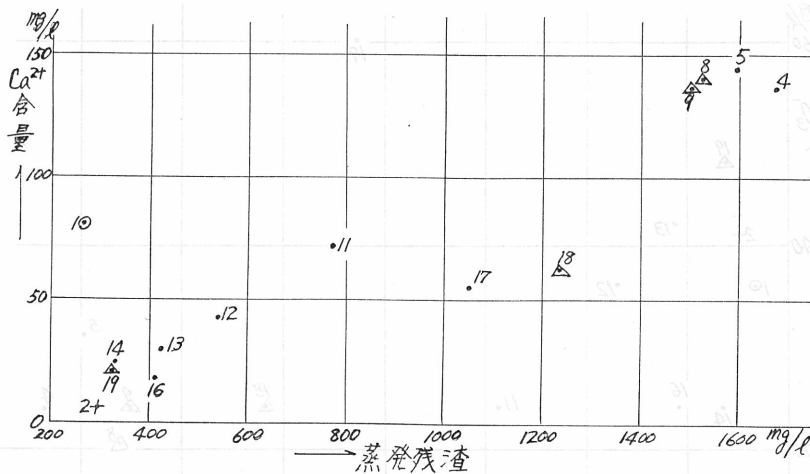
第 7 図(4) 湯沢温泉水 HCO₃⁻—蒸発残渣

ものであるが、これを地図上の位置で見ると、No. 1 は最北端に位置する自然湧出泉という特異性があり、No. 2 は、横穴の掘さくによるものである。その南には、No. 4, 5, 8, 9 の 1 群が、ほぼ直線状に並び、その南に No. 11, 12, 13, 14, 16, 19 の 1 群が分布している。No. 17, 18 は、上記の源泉群の東にはずれている。

源泉の分布位置に従って化学成分を棒グラフで示せば (第 8 図) No. 4 が最も濃度が高く、

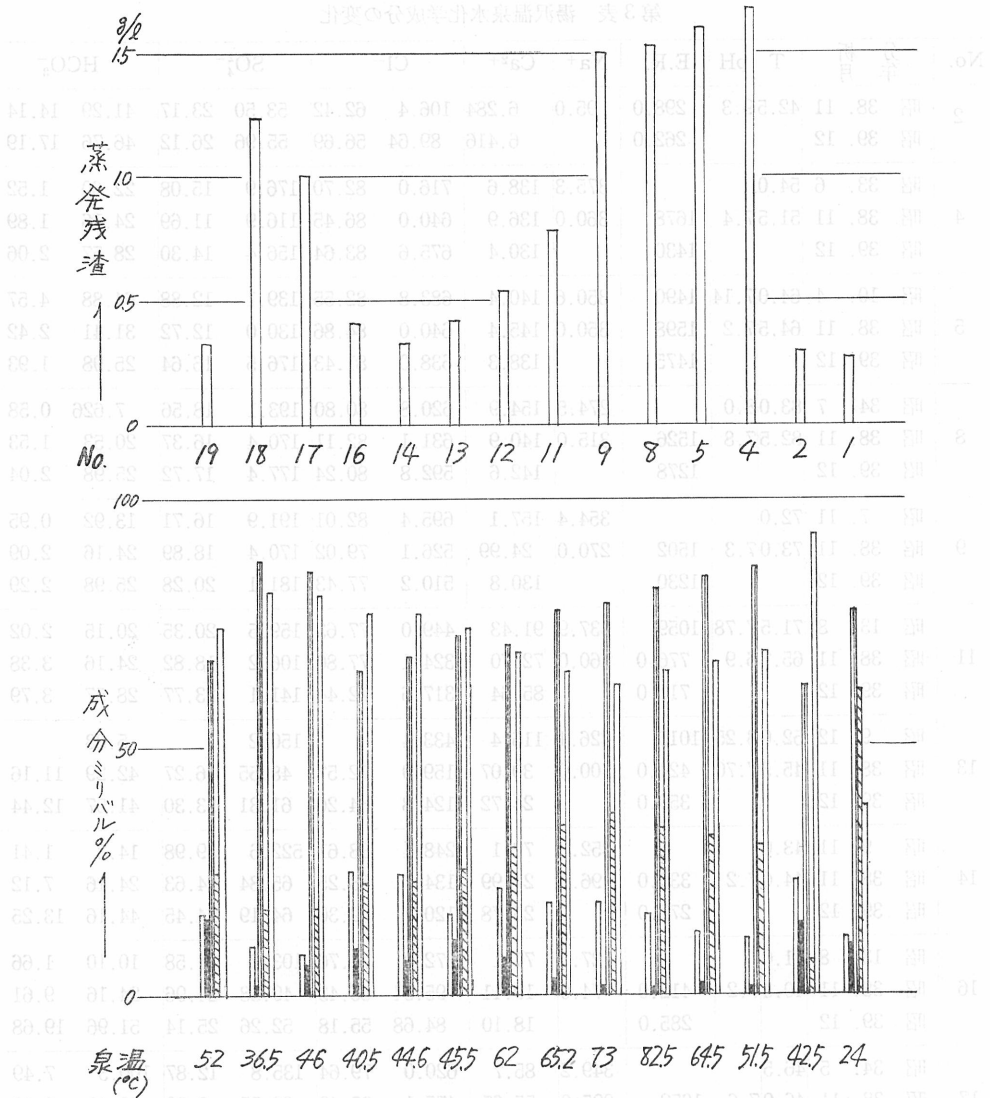


第7図(5) 湯沢温泉水 SO_4^{2-} —蒸発残渣



第7図(6) 湯沢温泉水 Ca^{2+} —蒸発残渣

南に緩やかに濃度が減少している。No. 1 は自然湧出泉，No. 2 は横穴自噴泉であるので，No. 4 以下とは異なるのであろう。また No. 17, 18 は源泉分布の東側に位置する関係か，特異な1群をなすので，これを除外すると，No. 4, 5, 8, 9 の1群は蒸発残渣 1500 mg/l 以上であって南に行くに従って残渣が少なくなり，同時に Na^+ , Cl^- のミリバル%が減り， Ca^{2+} , SO_4^{2-} のミリバル%が増える。No. 11, 12, 13, 14, 16, 19 の1群は，南に行くに従って蒸発残渣が，No. 11 の 776 mg/l から減少してゆき，No. 19 の 326 mg/l となり，同時に Na^+ , HCO_3^- のミリバル%が増加し， Ca^{2+} , Cl^- のミリバル%が減少する。



第 8 図 湯沢温泉 温泉水の化学組成 (昭和 38 年 11 月)

棒グラフは左から SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , Ca^{2+} , Na^+ の順

このような源泉群毎の化学成分の相違が、どのような原因によるものかは現在のところ明らかでない。ここでは現象として上述のようなことが見られるとだけしておく。

5. 化学成分の変遷

既存の分析資料と上述の分析結果、さらに昭和 39 年 12 月採取した温泉水の分析結果とを 11 源泉について第 3 表のように比較した。全体を通じていえることは、溶存成分濃度 (蒸発残渣に代表される) が減少してきていることである。No. 13 の如きは、昭和 9 年から 38 年にかけて蒸発残渣として 1/2 以下となっている。その組成をみると、 Na^+ と Cl^- とが主成分であることは変らない。陰イオン組成の変化は昭和 38 年までは一定の方向をもっていないが、

第3表 湯沢温泉水化学成分の変化

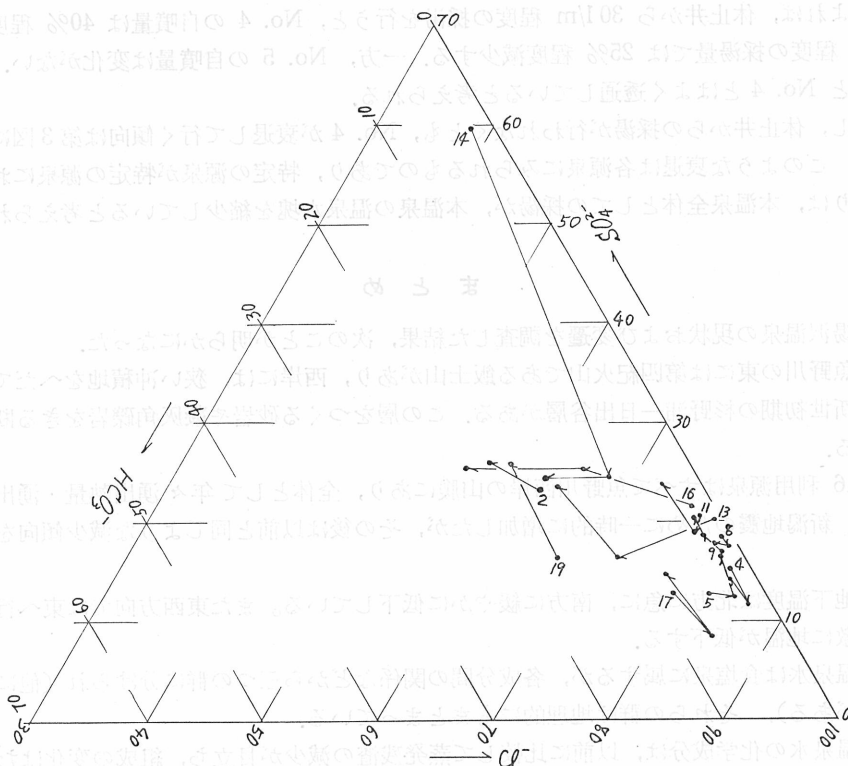
No.	分 年	析 月	T	pH	E.R.	Na ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻		SO ₄ ²⁻		HCO ₃ ⁻	
2	昭	38. 11	42.5	9.3	298.0	95.0	6.284	106.4	62.42	53.50	23.17	41.29	14.14
	昭	39. 12			262.0		6.416	89.64	56.69	55.96	26.12	46.76	17.19
4	昭	33. 6	54.0			375.3	138.6	716.0	82.70	176.9	15.08	22.60	1.52
	昭	38. 11	51.5	7.4	1678	360.0	136.9	640.0	86.45	116.9	11.69	24.16	1.89
	昭	39. 12			1430		130.4	675.6	83.64	156.4	14.30	28.57	2.06
5	昭	10. 4	64.0	7.14	1490	350.6	140.4	683.8	82.55	139.1	12.88	64.88	4.57
	昭	38. 11	64.5	7.2	1598	350.0	145.4	640.0	84.86	130.0	12.72	31.41	2.42
	昭	39. 12			1475		138.3	638.0	81.43	176.5	16.64	25.98	1.93
8	昭	34. 7	83.0	8.0		274.5	154.9	620.8	80.80	193.1	18.56	7.626	0.58
	昭	38. 11	82.5	7.8	1526	315.0	140.9	631.1	82.11	170.4	16.37	20.53	1.53
	昭	39. 12			1278		142.6	592.8	80.24	177.4	17.72	25.98	2.04
9	昭	7. 11	72.0			354.4	157.1	695.4	82.01	191.9	16.71	13.92	0.95
	昭	38. 11	73.0	7.3	1502	270.0	24.99	526.1	79.02	170.4	18.89	24.16	2.09
	昭	39. 12			1230		130.8	510.2	77.43	181.1	20.28	25.98	2.29
11	昭	13. 8	71.5	7.78	1059	237.9	91.43	449.0	77.63	159.5	20.35	20.15	2.02
	昭	38. 11	65.7	6.9	776.0	160.0	72.70	324.1	77.80	106.2	18.82	24.16	3.38
	昭	39. 12			717.0		85.64	317.6	72.44	141.1	23.77	28.57	3.79
13	昭	9. 12	52.0	8.25	1015	226.4	115.4	433.4		150.2		5.83	
	昭	38. 11	45.5	7.70	424.0	100.0	30.07	159.9	72.57	48.55	16.27	42.29	11.16
	昭	39. 12			359.0		24.72	124.8	64.26	61.31	23.30	41.57	12.44
14	昭	9. 11	43.0			352.2	72.1	248.4	38.61	522.6	59.98	14.3	1.41
	昭	38. 11	44.6	7.2	330.0	96.0	24.99	134.7	68.25	65.84	24.63	24.16	7.12
	昭	39. 12			277.0		25.78	120.7	62.30	64.19	24.45	44.16	13.25
16	昭	13. 8	41.0			127.1	71.1	272.0	76.76	103.2	21.58	10.10	1.66
	昭	38. 11	40.5	7.2	412.0	74.0	19.11	95.54	65.43	49.38	24.96	24.16	9.61
	昭	39. 12			285.0		18.10	84.68	55.18	52.26	25.14	51.96	19.68
17	昭	34. 5	46.5			349.2	85.7	620.0	79.64	135.8	12.87	100.3	7.49
	昭	38. 11	46.0	7.6	1052	295.0	55.65	475.1	85.40	62.55	8.30	60.41	6.30
	昭	39. 12			993.0		48.16	399.6	77.77	101.6	14.59	67.55	7.64
19	昭	38. 11	52.0	7.7	326.0	75.0	21.54	122.0	67.84	40.32	16.55	48.33	15.61
	昭	39. 12			289.0		17.93	92.40	58.98	54.32	25.60	41.57	15.42

T: 泉温 °C, E.R.: 蒸発残渣 mg/l.

各成分は mg/l で示す. ただし陰イオンの第 2 欄は mval %.

39 年 12 月にかけては例外なく、 Cl^- の減少がみられる (第 9 図). No. 14 は昭和 9 年には陰イオン中 SO_4^{2-} が多かったのが, 38 年には Cl^- が多くなっている. このような大きな組成の変化を示したものは, No. 14 のほかに, No. 13, 16 が挙げられる. 現在 (昭和 38 年 11 月) では Cl^- 65~85 ミリバル%, HCO_3^- 15 ミリバル% 以下, SO_4^{2-} 10~25 ミリバル% の範囲を占めている.

新潟地震による変化ははっきりとはみうけられない.



第 9 図 湯沢温泉 温泉水の組成変化 (陰イオンミリバル%)

6. 源泉間の干渉

1 温泉地に多くの源泉が存在する場合, 1 源泉からの採湯が他源泉の採湯量に影響をおよぼすことは, 多くの温泉地でみられる. ただ, どの源泉がどの源泉に影響をおよぼしたかを判定するのは非常に困難であるのが一般である. 本温泉では, 源泉の多くが自噴泉であること, 源泉の標高がそれぞれ異なっていることに留意する必要がある. このような場合, 標高の低い源泉からの自噴・採湯は, 標高の高い源泉からの自噴・採湯量を減じさせる. 例えば, No. 15 の自噴によって No. 13 の自噴量が減少し, No. 12 の自噴によって No. 11 の自噴量が減少した例などがこれである. だから自噴は標高の高い源泉から停止し行くともいえる. 事実 No. 8, 9, 19 は自噴量が少なくなって動力揚湯を行っており, 動力揚湯を停止した場合の自噴量も減少してきたという. No. 11 は源泉口を切下げて自噴量の増加を図った. しかし, 本温泉の場合はた

だ単に標高の低い源泉ほど優勢な温泉が得られるとはいえない。第6図の地下温度分布に明らかのように、東方すなわち標高の低い平地部に行くにつれて、地温が急激に低下して温泉賦存帯を離れて行くように見える。従って、優勢な温泉は比較的標高の高い山腹に存在するが、標高の低い源泉の影響をうけやすい。これに反して平地部の源泉は多量の採湯は行えるが、温泉賦存帯を離れるという不利がある。

No. 4 と No. 5 との間にある掘さく中止源泉は、掘さくによっても自噴せず、現在放置されているが、この井戸の採湯試験とその干渉試験とが、以前、県関係者により行われた。その報告によれば、休止井から 30 l/m 程度の採湯を行うと、No. 4 の自噴量は 40% 程度減じ、20 l/m 程度の採湯量では 25% 程度減少する。一方、No. 5 の自噴量は変化がない。従って休止井と No. 4 とはよく透過していると考えられる。

しかし、休止井からの採湯が行われなくとも、No. 4 が衰退して行く傾向は第3図に明らかである。このような衰退は各源泉にみられるものであり、特定の源泉が特定の源泉におよぼす影響よりは、本温泉全体としての採湯が、本温泉の温泉水塊を縮小していると考えられる。

ま と め

越後湯沢温泉の現状および変遷を調査した結果、次のことが明らかになった。

1. 魚野川の東には第四紀火山である飯土山があり、西岸には、狭い沖積地をへだてて新第三紀中新世初期の杉野浦一日出谷層がある。この層をつくる砂岩や凝灰角礫岩をきる断層が考えられる。

2. 16 利用源泉はすべて魚野川西岸の山腹にあり、全体として年々湧出熱量・湧出量とも減少し、新潟地震のために一時的に増加したが、その後は以前と同じような減少傾向を示している。

3. 地下温度は北方に急に、南方に緩やかに低下している。また東西方向では東へ行くにつれて急激に地温が低下する。

4. 温泉水は食塩泉に属するが、各成分間の関係などから三つの群に分けられ（他に特異な2源泉がある）、それらの群は地理的にもまとまっている。

5. 温泉水の化学成分は、以前に比較して蒸発残渣の減少が目立ち、組成の変化はむしろ小さい。新潟地震の影響ははっきりとはみうけられない。

6. 源泉間には確かに透過の認められるものがある。全体としては、優勢な源泉は比較的標高の高い山腹に存在し、標高の低い源泉の影響をうけやすい。これに反して平地部の源泉は多量の採湯は行えるが、温泉賦存帯を離れるという不利がある。

最後に、常に御指導を戴いている坂本峻雄博士をはじめ、服部安茂博士、益子安博士に感謝するとともに、新潟県衛生部環境衛生課、六日町保健所、湯沢町役場、温泉関係者の方々の御協力に深謝する。