

温泉の地球化学的研究 (第13報)

石和温泉

中央温泉研究所 佐藤 幸二
甘露寺 泰雄

(昭和42年9月16日受理)

Geochemical Studies on the Mineral Springs. XIII.

Isawa Spa

Koji SATO and Yasuo KANROJI

(Hot Spring Research Center)

Thermal springs of Isawa are located east of Kofu and Yumura spas in Yamanashi Prefecture. Most of the hot springs are distributed on the alluvial plain of the River Fuefuki. Beneath the alluvial deposits are andesitic lava, tuff and breccia which crop out at the northern part of the Isawa Hot Spring area. The distribution of andesites were localized by drilling. The stratum subsides southward with a steep slope and one ridge was discovered at the eastern part of the spa. In 1965 the total amount of thermal waters which issued from the drilled holes at Isawa was 4.86×10^6 l/min and the highest temperature of these waters were 66°C . From chemical analyses of waters it is reasonable to suppose that the hot spring waters in Isawa are formed by the mixing of 3 waters, one rich in Na^+ and SO_4^{2-} , the other thermal water rich in Na^+ and Cl^- , and cold ground water rich in Na^+ and HCO_3^- .

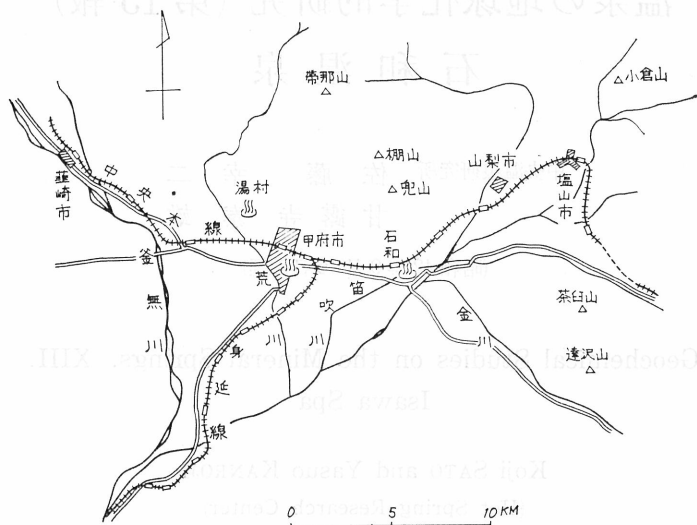
The water temperature and bottom temperature of the drilled holes are high at the places where alluvial deposits are thick, and low at the places where andesites are found at shallow places. It is supposed that there exists a tectonic line such as a fault and thermal water rises in it. In the case of Yumura and Kofu Hot Springs, the temperature of hot spring waters are high at the places where alluvial deposits are thin and granodiorite or andesites are found at shallow places.

1. 緒 言

石和温泉は、甲府盆地東部の笛吹川による沖積平地の上であり、行政的には甲府市の東に隣接する石和町と、さらに東の春日居村とに属する(第1図)。

甲府市にある湯村・甲府の2温泉に関しては、比較的多くの調査研究^{1,3,4,8,11,16)}があり、田中¹⁵⁾、秋山ら⁵⁾は、山梨県の温泉について総括している中で、湯村・甲府・石和の各温泉について言及している。石和温泉については、秋山²⁾の報文がある。また中村¹²⁾および中村ら¹³⁾は、甲府盆地の諸温泉について報告している。

本報告では、石和温泉について主として考察し、時に湯村・甲府温泉についてもふれる。なお、現地の調査は1965年に行われた。



第1図 調査地域略図

2. 温泉開発の経過と現状

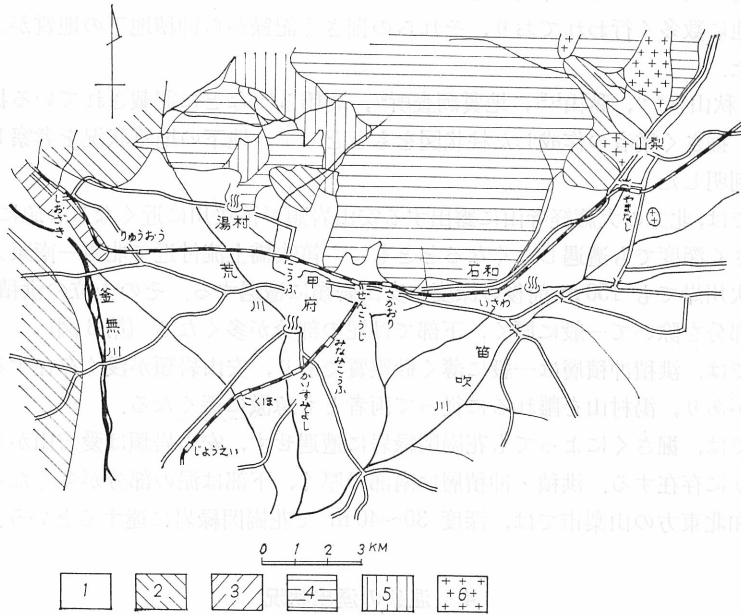
石和駅北方約 500 m の山麓にあった微温の自然湧出泉を手掛りとして 1940 年頃に掘さくが行われ、 37°C の温泉水が得られたのが、本温泉付近での最初のものであった。その後 1957 年頃に石和駅の南～南西方 300～1000 m の平地部 3 ケ所に深度 100 m 弱の掘さくがなされ、 $30\sim 33^{\circ}\text{C}$ の温泉水多量 (1000～3000 l/m) が自噴した。1961 年以降の掘さくはだんだん東方 (笛吹川上流) へと行われ、掘さく深度も増し、泉温、自噴量も増大してきた。1961 年初頭の 8 源泉から 1963 年 7 月には 22 源泉、1965 年には 40 源泉、総湧出量 4,860,000 l/m、最高泉温 66°C に達した。

3. 地 質

本温泉付近の地質・水理地質については、上述の報文の他に山梨県地質図⁹⁾、5 万分 1「甲府」地質図¹⁰⁾、山梨県釜無川および笛吹川流域水理地質図⁶⁾ などがある。

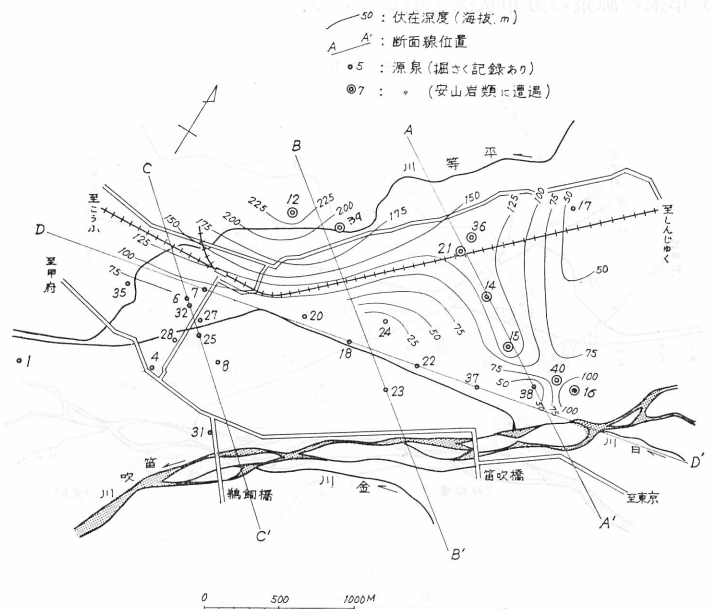
本温泉の源泉が分布する区域の大部分は、笛吹川の作った沖積層の平地よりなる。この平地の北にある大蔵経寺山は、更新世～鮮新世の活動と推定される火山岩類よりなる。山地の沢には崖錐、扇状地堆積物が分布する。沖積層は砂・礫・泥よりなり、北方の火山岩類は、複輝石安山岩熔岩と凝灰角礫岩よりなる。凝灰角礫岩は主として沖積層に接する山麓部にみられ、角礫の大きさは 2～3 cm のものから数 m のものまであり、石和北方では基質が熔岩質で自破碎熔岩とも称すべき部分もかなりある。

なお、甲府・湯村地域では、これらの他に花崗閃緑岩の分布が認められる。すなわち、湯村温泉北西方の山地や甲府北方要害に小区域の露出がある。この岩体は新生代古第三紀末頃の侵入と考えられ、粗粒黒雲母花崗閃緑岩に属する (第 2 図)。



第2図 甲府周辺地質略図 (石塚, 1956)

- 1: 沖積層 2: 段丘層・扇状地 3: 八ヶ岳火山泥流
 4: 複輝石安山岩類 5: 黒雲母花崗閃緑岩 6: 花崗閃緑岩



第3図 安山岩類伏在深度

地下の地質の明らかでない沖積平地が広く広がっているが、主として温泉のための掘さくがこの沖積平地に数多く行われており、それらの掘さく記録から沖積地下の地質がよほど明らかになってきた。

平山ら⁸⁾、秋山ら^{3,4)}、秋山^{1,2)}、地質調査所⁶⁾、高橋ら¹⁴⁾などに記載されている掘さく柱状図をも含めて、掘さく業者の作成した柱状図をもととして、地下の地質状況を考察して以下のようことが判明した。

石和地区では、北方の大蔵経寺山に露出する安山岩類が笛吹川に近くなると急に深くなって、200m の掘さく深度でも遭遇しなくなるとともに、笛吹橋上流付近で北西—南東方向の稜線が伏在し、笛吹川岸でも 150m 前後の深度で安山岩類に遭遇する。その上位の洪積・沖積層は、北部の山麓部分を除いて一般に厚く、下部では泥の部分が多くなる (第3図)。

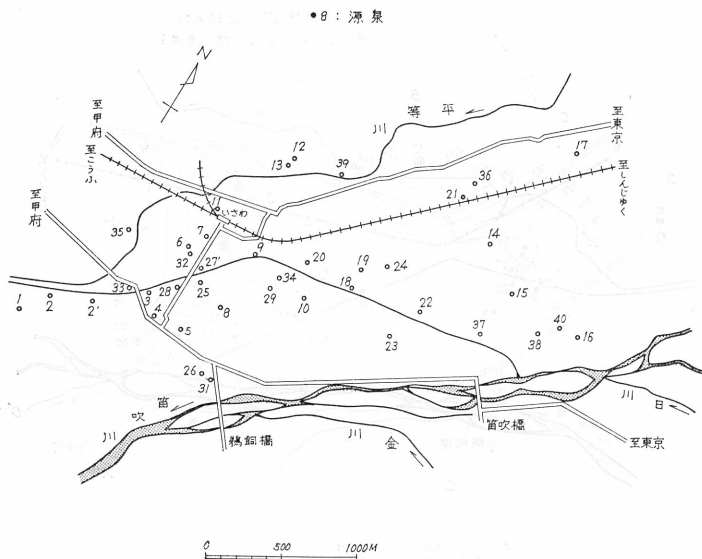
湯村地区では、洪積沖積層は一般に薄く砂礫質であり、安山岩類が浅く存在する。その下に花崗閃緑岩があり、湯村山を離れるに従って両者とも急激に深くなる。

甲府地区では、掘さくによっても花崗閃緑岩に遭遇せず、安山岩類は愛宕山から駅前付近までのびるように存在する。洪積・沖積層は南部で厚く、下部は泥の部分が多くなる。

なお、石和北東方の山梨市では、深度 30~40m で花崗閃緑岩に達するという。

4. 温泉の湧出状況

石和温泉の開発の経過と現状については先に述べた。1965 年末には、源泉数 40、総湧出量 4,860,000 l/m、泉温は最高 66°C となっている。北部の源泉は安山岩類にまで掘さくされているが、平地部にある多くの源泉は洪積・沖積層中の温泉水を採取している。すべての源泉が自噴の形をとっており、高いものは揚湯管を地上 3m 程度立上げて温泉水を自噴させている。第4図は 1965 年末の源泉の分布状況を示している。



第4図 石和温泉源泉分布状況 (1965年)
No. 30 源泉は西方図外

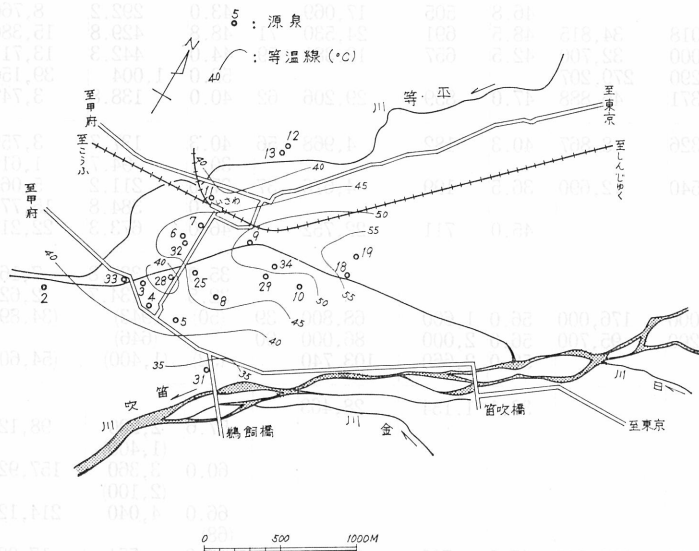
第1表 湧出状況変遷表

	1962~1963年			1964年				1965年				湧出口
	泉温	湧出量	湧出熱量	泉温	湧出量	湧出熱量	前年比	泉温	湧出量	湧出熱量	前年比	
1								41.5	390	11,115		2±
2	38.3	420	10,626									
3	44.5	1,250	39,375	44.5	895	28,192	72	43.4	556	16,902	60	2±
4	43.8	853	26,272	43.0	372	11,160	42	40.0	505	13,635	122	0.5
5	44.0	848	26,288	40.5	660	18,150	69	37.8	378.8	9,394	52	3
6	48.0			46.8	505	17,069		43.0	292.2	8,766	52	1.7
7	47.2	1,018	34,815	48.5	691	24,530	71	48.8	429.8	15,386	63	1.5
8	45.7	1,000	32,700	42.5	657	19,381	59	44.0	442.3	13,711	71	0.8
9	51.3	7,290	279,207					52.0	1,004	39,156		2±
10	47.2	1,371	46,888	47.0	859	29,206	62	40.0	138.8	3,747	13	3
11	40.2	326	8,867	40.3	182	4,968	56	40.3	137.7	3,759	76	1.5
12								30.1	94.7	1,619	1	1
13	36.5	540	12,690	36.5	199	4,676	37	37.0	211.2	5,068	137	0.5
14								54.0	384.8	15,776		1.5
15				45.0	711	22,752		46.0	673.3	22,218	98	1
16								35.0	325.8	7,167		0.8
17								32.5	134.7	2,626		2
18	57	4,000	176,000	56.0	1,600	68,800	39	(50)	(943)	(34,891)	51	
19	56.5	2,200	95,700	56.0	2,000	86,000	90		(646)			
20				52.0	2,660	103,740		(52)	(1,400)	(54,600)	53	
21				38.1	1,134	28,463						
22								57.6	2,200	98,120		
23								60.0	(1,400)	157,920		
24								66.0	3,360	(2,100)		
25	49.0	4,200	151,200	47.5	700	24,150	16	(68)	4,040	214,120		
26				27.0	530	7,420		44.0	551	17,081	71	
27				27.0	530	7,420		25.0	600	7,200	97	
28	35.0			33.3				40.0	1,100	29,700		
29	48.5	701	24,885	46.0	568	18,744	75	43.5	505	15,402	82	
30				41.0				41.0	758	21,224		
31	32.6	1,200	23,520	32.4	700	13,580	57	28.0	202	3,030	22	
32	48.0			45.1	748	24,010		43.5	538	16,409	68	
33	42.5	408	12,036					38.0	400	10,000		
34	52.5	1,199	47,360									
35	41.3							47.9	865	30,188		1.5
36				34.8	89.6	1,953		32.5	23.4	456	23	
37				59.0	1,200	55,200		57.0	705	31,020	56	
38				51.2	643	24,562		52.0	324	12,636	51	
39								29.5	240	3,960		
40								47.0	173	5,882		
								(46.5)	(114)	(3,819)		
2'				43.0	1,254	37,620		44.3	730.1	22,852	60	
27'				48.0	985	34,475		47.0	758	25,772	75	
総計		28,824	1,048,431		20,542.6	708,805	67		27,160.6	1,002,516	142	
平均	49.3	1,695.5	61,672	47.5	855.9	29,537	48	49.9	734	27,095	91	

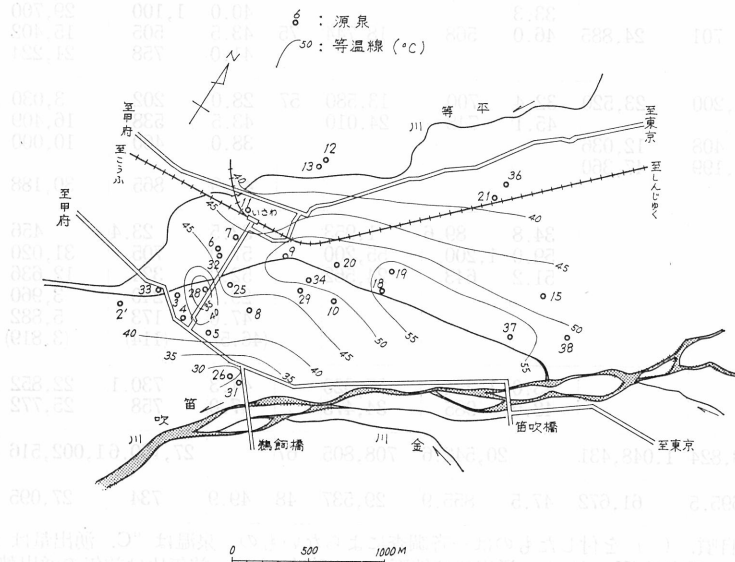
源泉はすべて自噴。()を付したものは一斉調査によらないもの。泉温は°C。湧出量は l/m。湧出熱量は (泉温-13)×湧出量 (K cal/m)。湧出口は地面よりの高さ (m)。前年比は前年の湧出熱量を 100 とした値。平均湧出量。湧出熱量はともに 1 井当り。

石和温泉の湧出状況の変遷は、第1表に示すように著しいものがある。泉温の低下、自噴量の減少、化学成分の稀薄化など例外なく湧出温泉の劣化を示している。No. 18, 25 などの湧出量の減少は極めて著しい。

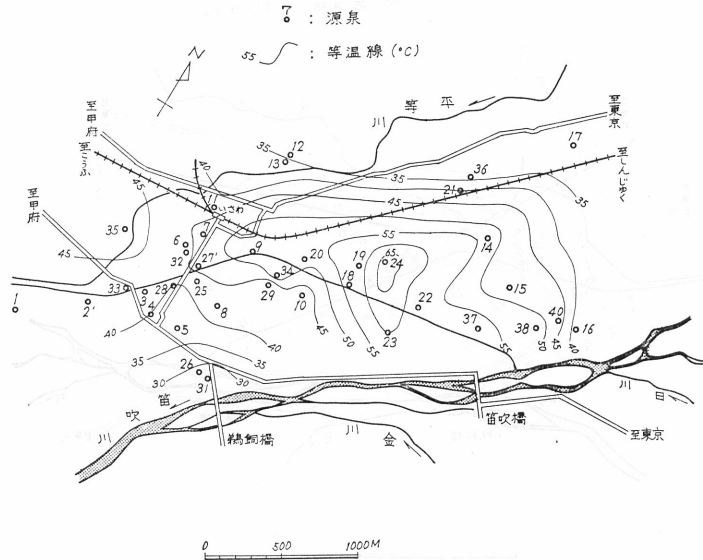
第5図は泉温の分布状況の変遷を示す。源泉数の増加とともに、だんだん高温部分が東方に拡がり、東西方向の高温部がはっきりしてきた。また西方にも幾分低い高温部が拡がっているようである。



第5図-1 泉温分布図 (1962~63年)



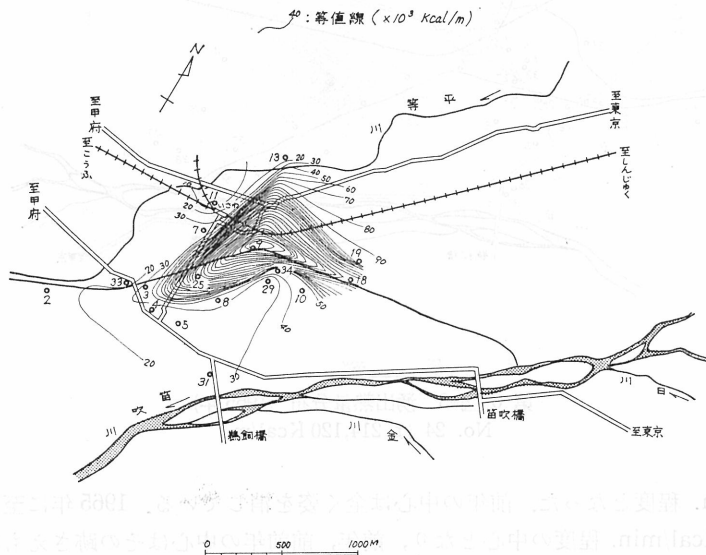
第5図-2 泉温分布図 (1964年)



第5 図-3 泉温分布図 (1965年)

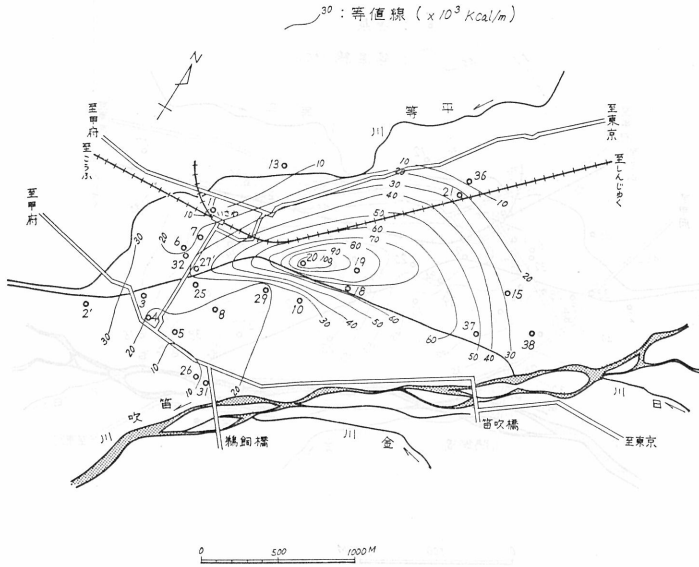
浅部冷地下水の水温を 13°C とすると、(泉温-13) × 湧出量が、湧出温泉水としての熱量となる。この変化は、第1表、第6図に示される。

第6図にみられるように、1962~63年には No. 9, 18, 25 源泉を中心とし、No. 9 は 30万 Kcal/min. 程度の湧出熱量を示したが、1964年には、中心は No. 20 源泉に移り、その値も

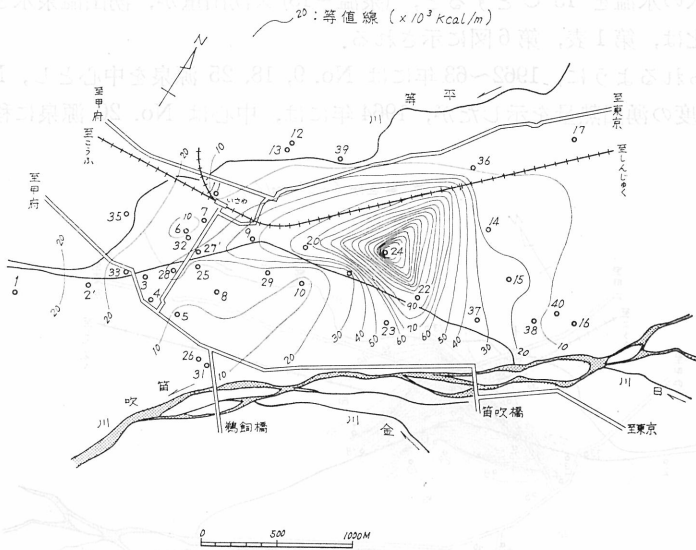


第6 図-1 湧出熱量分布 (1962~63年)

- No. 9 は 279,207 Kcal/m
- No. 18 は 176,000 Kcal/m
- No. 25 は 151,000 Kcal/m



第 6 図-2 湧出熱量分布 (1964 年)



第 6 図-3 湧出熱量分布 (1965 年)

No. 24 は 214,120 Kcal/m

10 万 Kcal/min. 程度となった。前年の中心は全く姿を消している。1965 年になると、No. 24 源泉が 21 万 Kcal/min. 程度の中心となり、前年、前前年の中心はその跡さえもみとめられない。このように湧出熱量の中心が年とともに東方に移動するが、以前の中心は認められなくなり、また中心の熱量は 30 万→10 万→20 万 Kcal/min. と変り、一定の傾向は認められない。

各源泉井についてみても (第1表), 湧出熱量の前年度比が 100 を越す例はごく僅かで, ほとんどが 100 未満であり, 甚しいものは前年度の 13% に過ぎない.

5. 温泉水の化学成分

石和温泉の温泉水は, 泉温は 66°C, 蒸発残渣は 640 mg/l をそれぞれ最高とする. 40 源泉のうち, 17 源泉を選んで温泉水の化学成分を検した. 陽イオンでは Na⁺ を主成分とするが,

第2表-1 温泉水化学成分表

源 泉	1	2'	3	4	5	6	7	8	9
pH	8.1	8.4	8.0	8.8	8.8	8.1	8.1	8.6	8.6
蒸発残渣	250	480	462.0	290	323	610	638.0	565	360
K ⁺	2.20 (2.21)	4.30 (1.47)	6.00 (2.76)	2.60 (1.89)	2.20 (1.07)	5.80 (1.63)	4.6 (1.30)	2.6 (0.76)	5.0 (2.56)
Na ⁺	53.0 (90.40)	156.0 (90.37)	115 (89.85)	75.00 (92.54)	110.0 (90.64)	190.0 (90.70)	188.0 (90.32)	179 (88.90)	104.0 (90.40)
Ca ²⁺	3.10 (6.07)	11.06 (7.35)	6.262 (5.62)	2.720 (3.85)	7.084 (6.70)	12.53 (6.86)	13.43 (7.41)	16.46 (9.38)	5.010 (5.00)
Mg ²⁺	0.30 (0.97)	0.628 (0.69)	1.022 (1.51)	0.628 (1.46)	1.022 (1.59)	0.892 (0.81)	1.022 (0.93)	1.022 (0.96)	0.892 (1.47)
Cl ⁻	33.40 (35.87)	165.5 (63.64)	122.5 (61.06)	58.86 (45.38)	104.5 (56.17)	201.6 (67.04)	207.4 (67.20)	202.6 (67.65)	96.02 (54.88)
SO ₄ ²⁻	18.93 (15.01)	81.48 (23.13)	62.14 (22.88)	32.51 (18.50)	53.91 (21.38)	94.65 (23.24)	99.99 (23.92)	90.94 (22.41)	51.44 (21.70)
HCO ₃ ⁻	75.30 (47.00)	54.53 (12.18)	53.62 (15.54)	71.70 (32.12)	62.73 (19.59)	48.19 (9.31)	45.18 (8.51)	45.26 (8.78)	124.4 (21.03)
CO ₃ ²⁻	0.558 (0.71)	0.804 (0.37)	0.318 (0.19)	2.646 (2.41)	2.31 (1.47)	0.354 (0.14)	0.336 (0.13)	1.068 (0.42)	1.494 (1.01)
HS ⁻	0.582 (0.67)								
HSiO ₃ ⁻	1.002 (0.50)	3.668 (0.65)	1.333 (0.31)	3.992 (1.42)	5.125 (1.27)	1.657 (0.25)	1.535 (0.23)	4.462 (0.69)	4.940 (1.30)
H ₂ SiO ₃	40.59	74.30	67.56	32.35	41.61	84.17	77.77	56.59	62.60
HBO ₂	3.01								
H ₂ S	0.05								
CO ₂	1.45								
その他	Fe ²⁺ 0.25	Fe ²⁺ 0.25	Fe ²⁺ 0.40	Fe ²⁺ 0.25			Fe ²⁺ 0.10		Fe ²⁺ 0.80

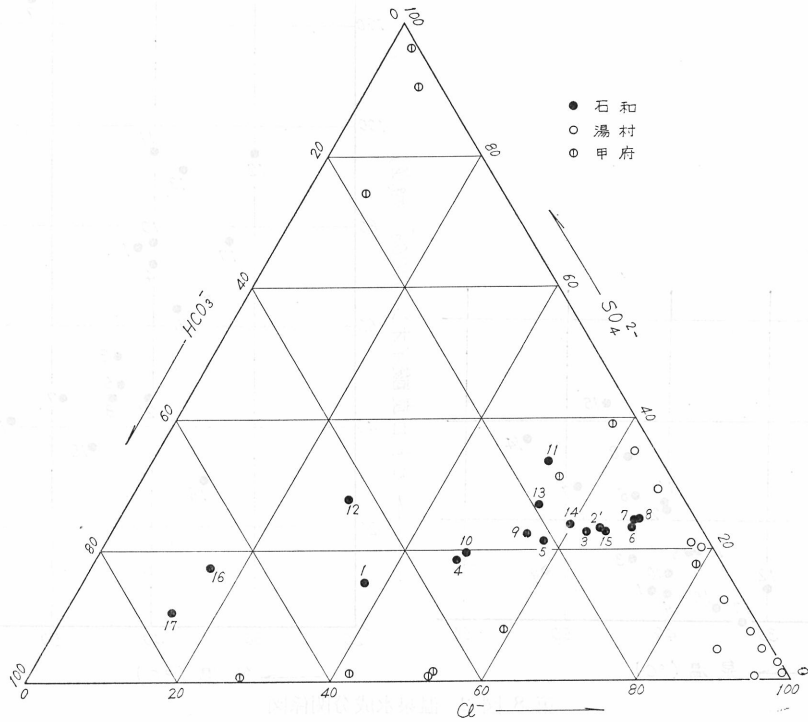
pH を除いて, 単位は mg/l, () はミリバル %.

陰イオンでは Cl^- を主成分とするものと、 HCO_3^- を主成分とするものがある。これらは、第2表、第7図に明らかである。各成分相互間の関係は第8図に示す。

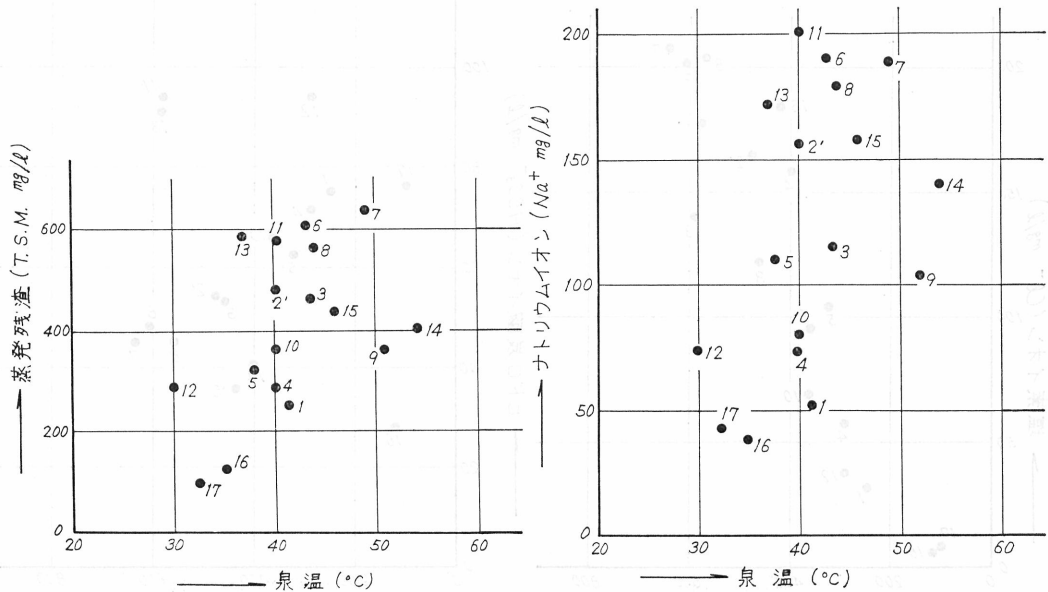
各成分相互間の関係を見ると、蒸発残渣、 Na^+ 、 Cl^- および SO_4^{2-} は、北方山地よりの No. 11, 12, 13 源泉を除いて互いに正の相関を有し、さらに No. 9, 11, 12, 13, 16 源泉を除けば泉温、 Ca^{2+} を加えた各成分相互間にも正の相関が認められる。 HCO_3^- は上記各成分とは逆の相関がある。すなわち、石和温泉とはいっても全源泉が同じような化学組成を有するのではない。No. 11, 12, 13 は北方山地よりの源泉であり、No. 9 もそれに近い。No. 16 はもっとも

第2表-2 温泉水化学成分表

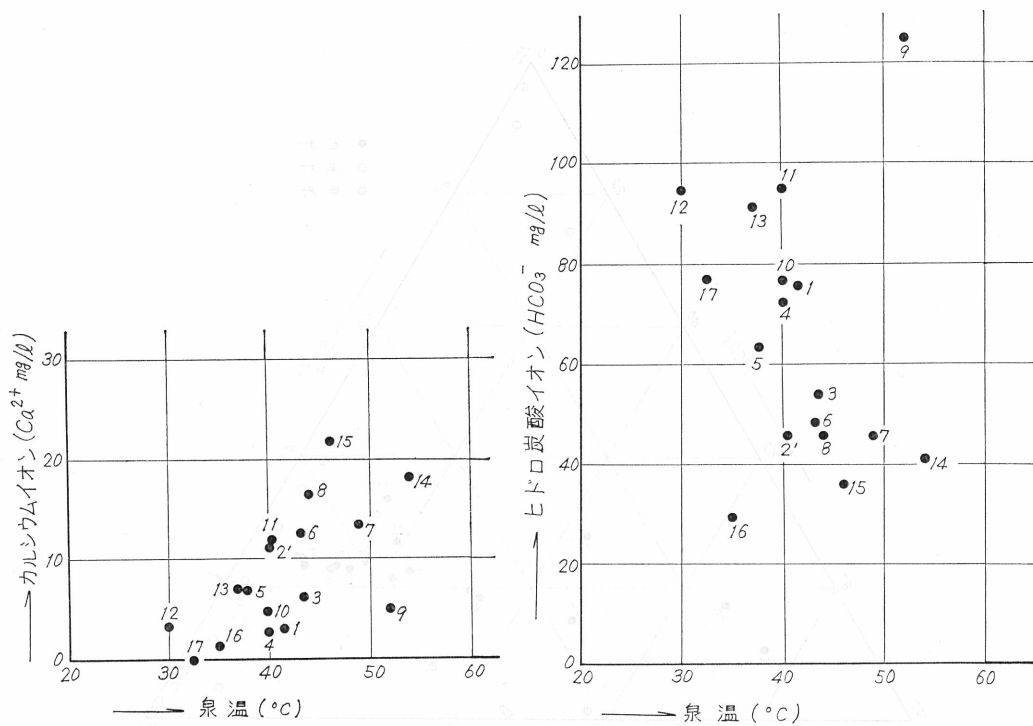
源泉	10	11	12	13	14	15	16	17
pH	9.0	8.3	8.4	8.5	9.8	9.7	10.1	9.1
蒸発残渣	365	585.0	290	590	400	435.0	120	100
K^+	1.80 (1.18)	11.50 (3.04)	6.00 (4.26)	10.50 (3.13)	1.50 (0.54)	1.80 (0.57)		
Na^+	81.00 (90.18)	200.0 (89.85)	74.00 (89.40)	172.0 (91.39)	140.0 (86.19)	158.0 (85.00)	39.0 (93.69)	44.00 (97.36)
Ca^{2+}	4.794 (6.12)	11.92 (6.15)	3.542 (4.91)	7.126 (4.35)	17.97 (12.69)	21.90 (13.52)	1.468 (4.05)	0.216 (0.55)
Mg^{2+}	1.022 (2.15)	1.126 (0.96)	0.628 (1.43)	1.126 (1.13)	0.498 (0.58)	0.892 (0.91)	0.498 (2.26)	0.498 (2.09)
Cl^-	70.06 (45.71)	187.2 (50.17)	37.86 (29.02)	150.1 (53.00)	159.8 (58.40)	182.2 (62.37)	8.378 (12.49)	9.076 (12.71)
SO_4^{2-}	38.68 (18.63)	173.7 (34.37)	48.15 (27.23)	102.9 (26.82)	75.3 (20.32)	84.77 (21.42)	9.876 (10.87)	8.642 (8.99)
HCO_3^-	76.15 (28.87)	93.91 (14.63)	93.91 (41.82)	90.79 (18.63)	40.76 (8.66)	35.93 (7.15)	28.82 (24.97)	76.64 (62.80)
CO_3^{2-}	4.495 (3.47)	1.110 (0.35)	1.386 (1.26)	1.674 (0.70)	15.03 (6.49)	10.60 (4.29)	21.26 (37.48)	7.069 (11.78)
HS^-								4.616 (2.99)
HSiO_3^-	10.27 (3.08)	3.699 (0.46)	1.711 (0.60)		31.15 (5.24)	26.18 (0.34)	10.48 (7.19)	
H_2SiO_3	51.98	93.77	34.67	83.15	25.25	26.51	0.49	18.73
HBO_2								
H_2S								
CO_2								
その他	$\text{Fe}^{2+}0.40$							



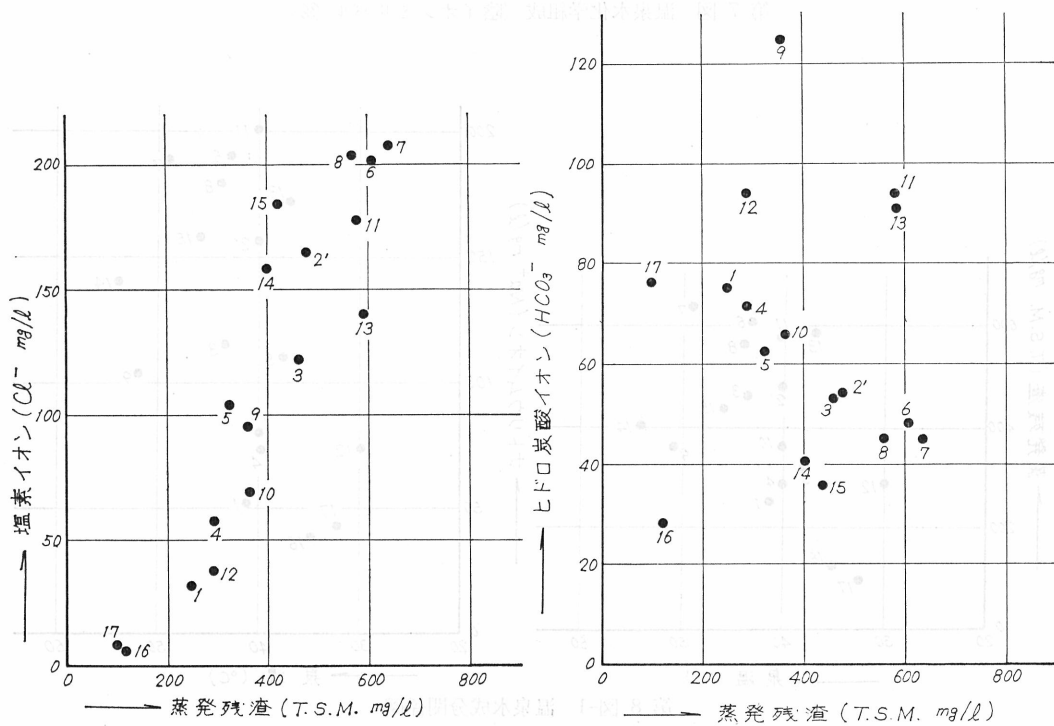
第7図 温泉水化学組成 (陰イオンミリバル%)



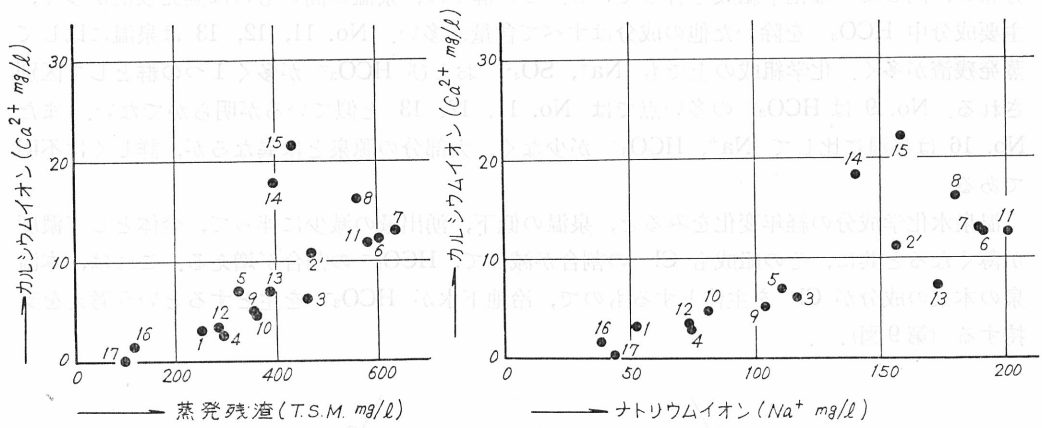
第8図-1 温泉水成分関係図



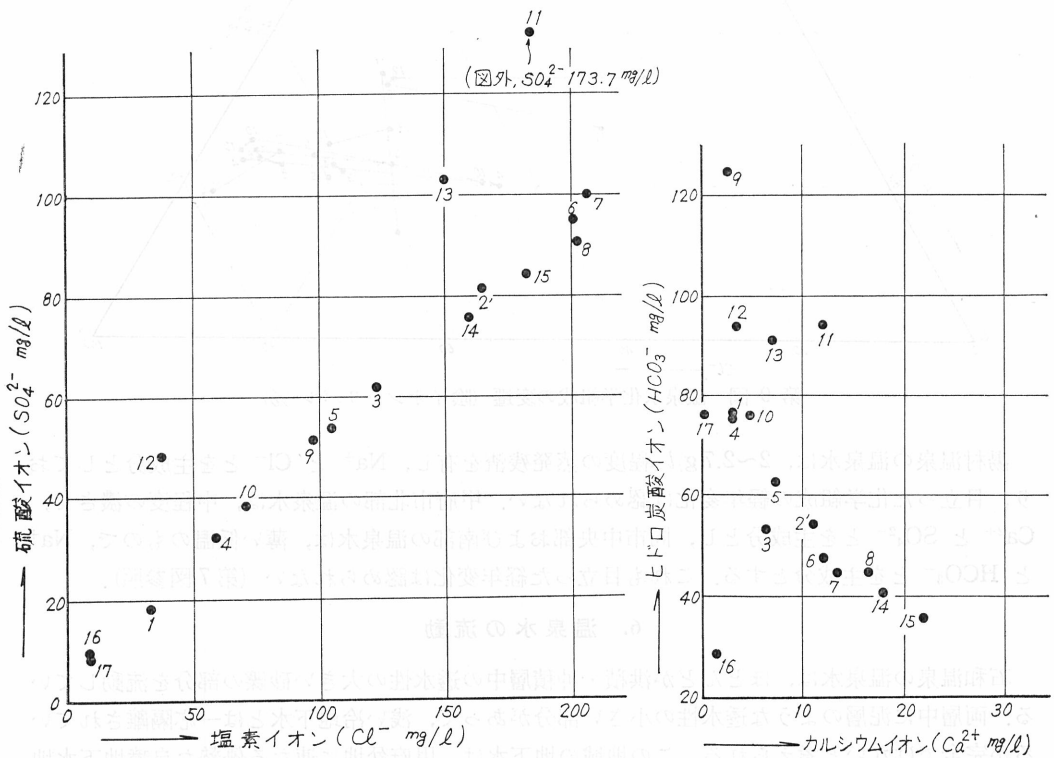
第8図-2 温泉水成分関係図



第8図-3 温泉水成分関係図



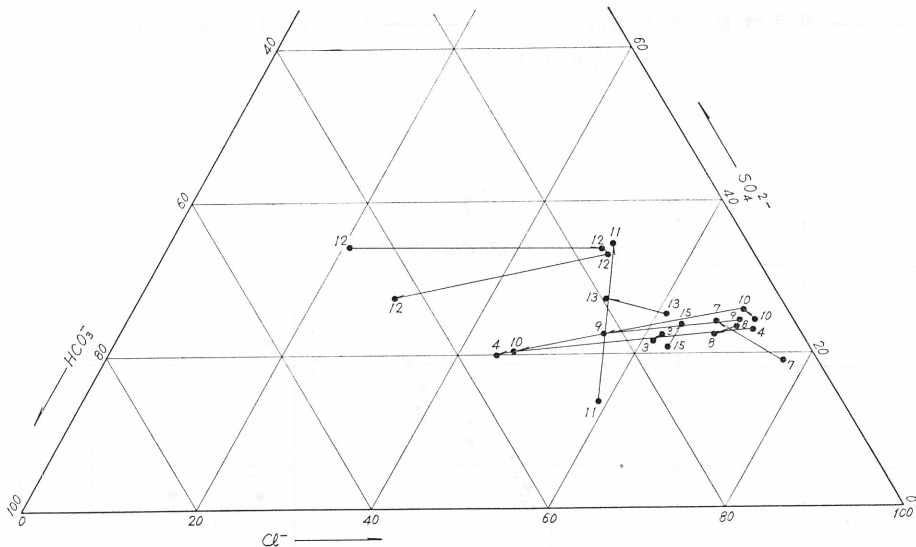
第8図-4 温泉水成分関係図



第8図-5 温泉水成分関係図

東方に位置する源泉である。これらを除いた源泉は、国鉄中央線と笛吹川にはさまれた平地に分布し、同じような化学組成を有している。この群では、泉温の高いものは蒸発残渣が多く、主要成分中 HCO_3^- を除いた他の成分はすべて含量が多い。No. 11, 12, 13 は泉温に比して蒸発残渣が多く、化学組成の上でも Na^+ , SO_4^{2-} および HCO_3^- が多く1つの群として区別される。No. 9 は HCO_3^- の多い点では No. 11, 12, 13 と似ているが明らかでない。また No. 16 は泉温に比して Na^+ , HCO_3^- が少なく、大部分の源泉とは異なるが、詳しくは不明である。

温泉水化学成分の経年変化をみると、泉温の低下、湧出量の減少に伴って、全体として濃度が薄くなると共に、その組成も Cl^- の割合が減って、 HCO_3^- の割合が増える。これは、本温泉の本来の成分が Cl^- を主体とするもので、冷地下水が HCO_3^- を主とするという考えを支持する (第9図)。



第9図 温泉水化学組成の変遷 (陰イオンミリバル%)

湯村温泉の温泉水は、2~2.7 g/l 程度の蒸発残渣を有し、 Na^+ と Cl^- とを主成分としており、目立った化学組成の経年変化は認められない。甲府市北部の温泉水は、中程度の濃さで、 Ca^{2+} と SO_4^{2-} とを主成分とし、同市中央部および南部の温泉水は、薄い低温のもので、 Na^+ と HCO_3^- とを主成分とする。これも目立った経年変化は認められない (第7図参照)。

6. 温泉水の流動

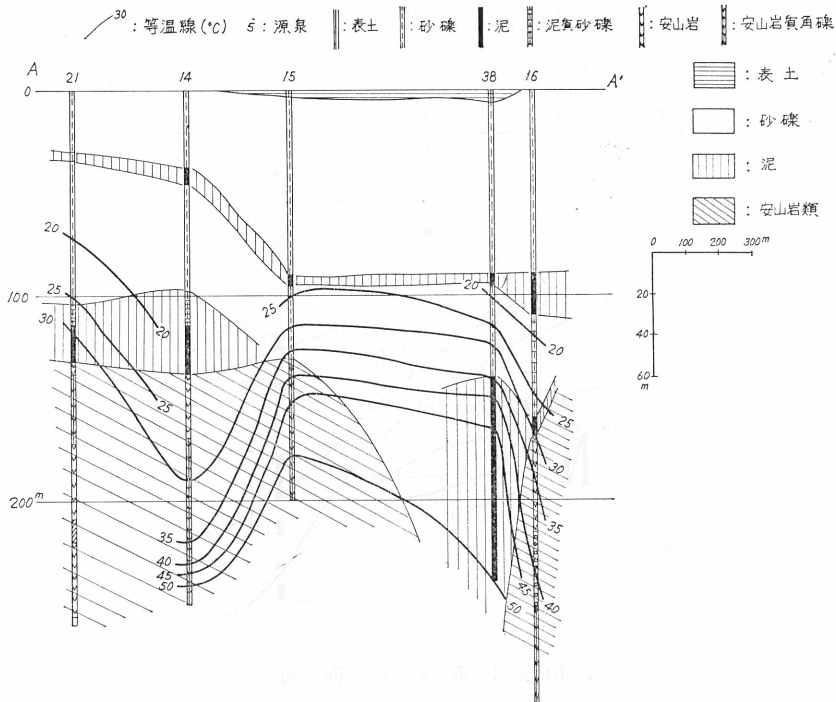
石和温泉の温泉水は、ほとんどが洪積・沖積層中の透水性の大きい砂礫の部分に流動している。両層中に泥層のような透水性の小さい部分があって、浅い冷地下水とは一応隔離されているが完全ではないと考えられる。この地域の地下水は、甲府盆地に連なる優勢な自噴地下水地帯に属し、種々の用途のために浅い掘さくで大量の冷地下水が採取されている。このような本地区で数年の間に温泉の開発が進み、源泉井数は年々増加している。しかし源泉井の増加によっても、石和温泉全体としては、湧出量・湧出熱量とも 1962~63 年以来増加せずむしろ減少

したともみられる。これは新規源泉井からの温泉水の採取が、温泉水流動層の大きな透水性のために速かに既存の源泉井に影響していることを示すものであろう。また各源泉井の湧出量・湧出熱量・化学成分・泉温の経年変化は、冷地下水の温泉水への侵入が急速に起りつつあることを示すものであろう。

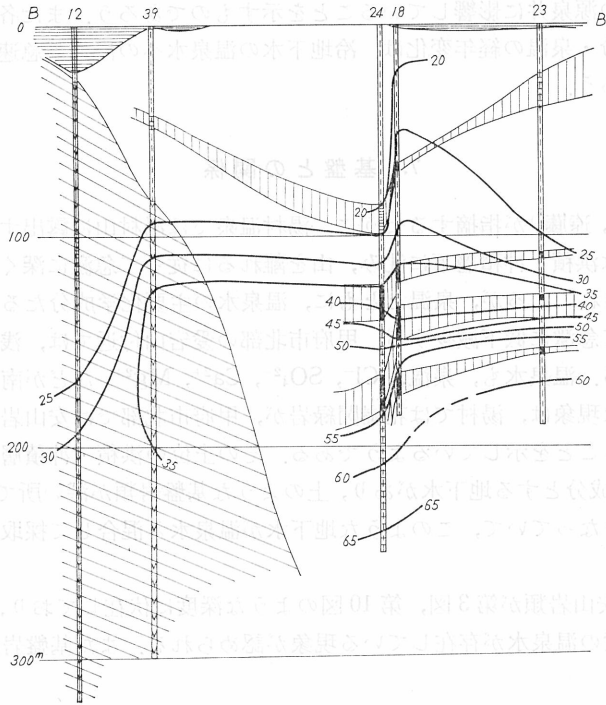
7. 基盤との関係

秋山ら^{3,4)}、秋山¹⁾、遠藤⁷⁾が指摘するように、湯村温泉では湯村山に露出する安山岩類・花崗閃緑岩が、南方では洪積・沖積層下に沈み、山を離れるに従って急激に深くなる。源泉は花崗閃緑岩まで掘さくされているが、泉温とともに、温泉水の主要化学成分たる Na^+ 、 Cl^- も湯村山を離れるにつれて急激に低下減少する。甲府市北部の愛宕山付近では、浅く安山岩類が伏在し、南方に深くなる。温泉水も、泉温、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} などが南方に急激に低下減少する。このような現象は、湯村では花崗閃緑岩が、甲府市北部では安山岩類が、それぞれ温泉水を供給していることを示しているようである。その上位の洪積・沖積層中には低温・低濃度で HCO_3^- を主要成分とする地下水があり、上のような基盤岩類が深い所では、源泉は洪積・沖積層中で掘止めとなっていて、このような地下水が温泉水と混合して採取されていると考えられる。

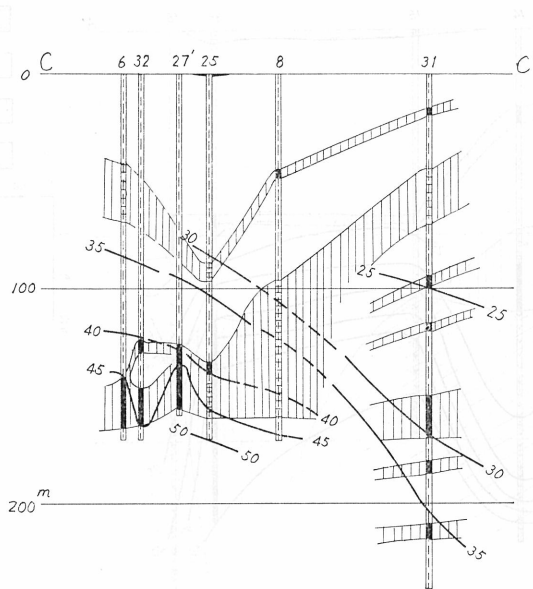
石和温泉では、安山岩類が第3図、第10図のような深度に伏在しており、基盤岩深度の深い所で高温、高濃度の温泉水が存在している現象が認められる。また基盤岩深度が浅くて、そ



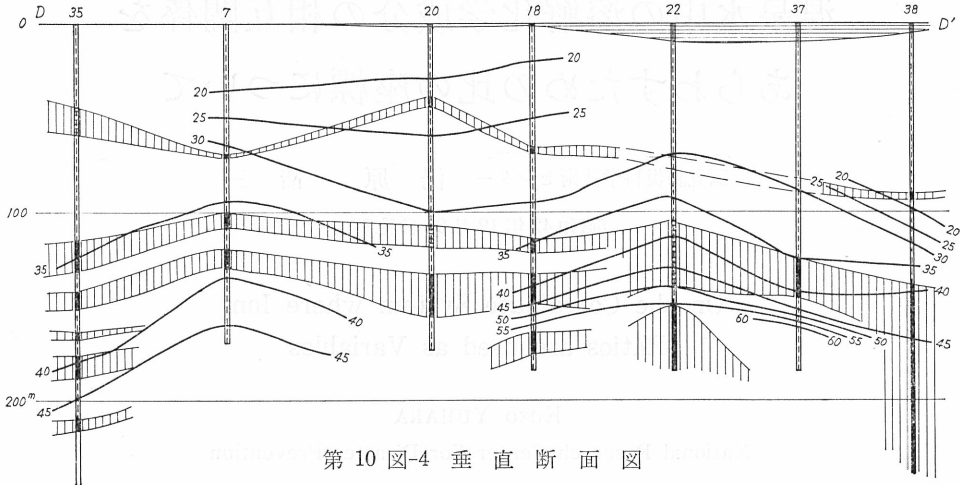
第10図-1 垂直断面図



第10図-2 垂直断面図



第10図-3 垂直断面図



第10図-4 垂直断面図

の中に掘り込んだ源泉の場合にはむしろ低温である。これは湯村・甲府とは逆であって、断層などの構造線の存在と、それに沿う温泉水の上昇を示しているようである。

しかし、より深い掘さくによって、より深部の状況が明らかにされれば別の解釈も可能となるかも知れない。

最後に、終始御指導を賜った坂本峻雄博士を始め、本研究所の服部安蔵・益子安両博士、細谷昇氏に感謝する。現地調査の際にはまた多くの方々の御協力を得た事を記して謝意を表する。

文 献

- 1) 秋山悌四郎： 甲府市温泉の化学成分の鉛直分布について，日化，**75**，371—375 (1954)。
- 2) 秋山悌四郎： 山梨県石和温泉の地球化学的研究，日化，**85**，606—612 (1964)。
- 3) 秋山悌四郎ら： 甲府温泉群の研究 (第1報)，地学雑誌，**61**，686—688 (1952)。
- 4) 秋山悌四郎ら： 甲府温泉群の研究 (第2報)，地学雑誌，**62**，689—695 (1953)。
- 5) 秋山悌四郎ら： 山梨県温泉群の湧出量，放熱量および化学成分の供給量について，山梨衛研所報，**7**，12—17 (1963)。
- 6) 地質調査所： 山梨県釜無川および笛吹川流域水理地質図，日本水理地質図，**4**，地質調査所 (1963)。
- 7) 遠藤 公： 甲府盆地北縁の地下構造と温泉について (講要)，地質学雑誌，**73**，134 (1967)。
- 8) 平山 健ら： 甲府温泉地帯の調査報告，「山梨県温泉調査資料集」，9—31，山梨県 (1961)。
- 9) 石塚末吉： 山梨県地質図，山梨県治山協会 (1956)。
- 10) 片田正人： 5万分1地質図「甲府」，地質調査所 (1956)。
- 11) 甲府市： 甲府市の地質および温泉について，「山梨県温泉調査資料集」，32—37，山梨県 (1961)。
- 12) 中村久由： 本邦温泉の地域性について，その2，第四紀火山地帯以外の温泉 (1)，地学雑誌，**68**，47—61 (1959)。
- 13) 中村久由ら： 本邦高鹹泉の温泉地質学的意義，地調月報，**9**，431—440 (1958)。
- 14) 高橋 稠ら： 山梨県甲府盆地の地下水，地調月報，**14**，471—494 (1963)。
- 15) 田中元之進： 山梨県の温泉，「山梨県温泉調査資料集」，1—7，山梨県 (1961)。
- 16) 脇水鉄五郎： 湯村と甲府の泉脈について，「山梨県温泉調査資料集」，38—40，山梨県 (1961)。