

箱根湯本温泉の自然湧出泉について

(その3)* 第3号泉(福住湧泉)の経年変化

平野 富雄, 大山 正雄

神奈川県温泉地学研究所**

Hot Springs in Hakone-Yumoto, Kanagawa Prefecture
(Part 3) Annual Variation of Temperature and Thermal Water
Discharging of No.3 Hot Spring (Fukuzumi Hot Spring)

by

Tomio HIRANO and Masao ŌYAMA

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture
Hakone, Kanagawa

(Abstract)

The annual change of temperature and thermal water discharge of No.3 hot spring (Fukuzumi Hot Spring), one of the oldest springs in Onsenba, Hakone-Yumoto are described.

About 40 years ago, most of thermal waters were naturally discharged in this area. Since the air-lift pump was allowed to discharge thermal water, most of natural hot springs, besides No.3, and No.7 have been deceased.

In 1958, the total thermal water discharge from 44 wells in this area amount to 4360 l/min. The present (1979) discharge from 77 wells is 5577 l/min. Lowering of temperature (about 0.1°C/year) in No.3 hot spring has been appeared since 1955 by over discharge of thermal water, ignoring of the limitation in the natural thermal water supply of this area.

The discharge and temperature of thermal waters issuing through fractures of the basement rocks of Hakone volcano is going down resulted by the appearance of many deep wells.

1. はじめに

箱根湯本を訪れる観光客の多くは、旅館などで使用する浴室の湯が温泉か、あるいはボイラーによるわかし湯かと考えるに違いない。湯本温泉のどこかに温泉が湧き出ている様子が観察出来るような施設をつくっておく必要があらう。

草津温泉をはじめ野沢温泉、奥津温泉など温泉の湧出地を整備し、それを温泉場の見どころにしている所は多い。自然湧出する源泉地周辺を整備し、地域の人々や、その地を訪れる観光客らに提供することは、とりもなおさず、多くの人々が温泉を観察し続けると云うことにもなり、その地域の温泉源の保護のためにも好ましいと思われる。

箱根湯本・塔ノ沢温泉の105源泉のうち、今では23孔井が休止源泉となっている。それ等の大部分は塔ノ沢や湯場地区で古くから利用されていた自然湧出泉である。

今も自然湧出を続けているのは、湯場地区の2源泉(湯本町台帳第3号泉および第7号泉)だけで、これらの湧泉も、次第に温度は低下し、湧出量が減少している。こ

* 前報は箱根湯本温泉の自然湧出泉について(その2) きよ水源泉の枯渇, 神奈川県温泉地学研究所報告, 第6巻, 第2号, 1-10, (1974b)

** 神奈川県箱根町湯本997 〒250-03 神奈川県温泉地学研究所報告 第12巻, 第2号, 23-34, 1980

の報告では第3号泉の温度と湧出量の経年変化を調べ、本地域の自然湧出泉の枯渇化の進行状況について述べる。

2. 箱根湯本・塔ノ沢温泉にしろる自然湧出泉

小田原保健所温泉課による昭和54年度の源泉調査によると、箱根湯本・塔ノ沢温泉の総温泉量は調査源泉77で5577ℓ/min、その温泉放熱量は295,871kcal/min(0℃基準)、平均温度53.1℃である。そのうち、第3号泉と第

7号泉の自然湧出量は162ℓ/minで全体の2.9%に相当している。平均温度は46.5℃である。

表1は、昭和33年以降の第3号泉、第7号泉それに第9号泉の実態調査・源泉調査結果である。第3号泉の湧出量は133~450ℓ/minの範囲で変動している。この温泉量は箱根湯本地域の温泉量の2.9~8.5%をしめているので、各調査年度の総温泉量や、平均温度、平均温泉量の算出に大きな影響を与えている(表1)。

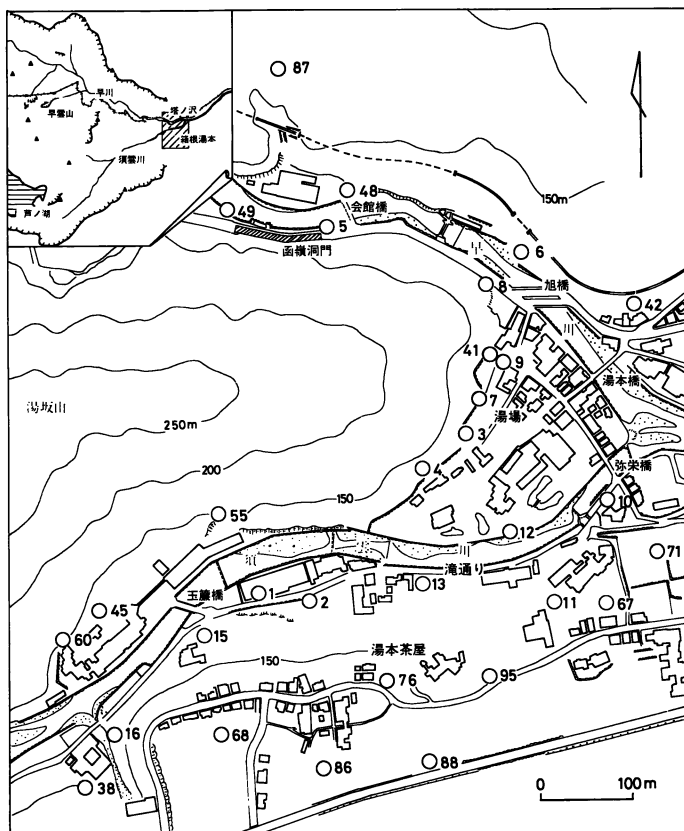


図1 箱根湯本温泉、湯場周辺の源泉分布図
(番号は旧湯本町温泉台帳番号)

***休止源泉：神奈川県温泉保護対策要綱で「休止源泉とは、温泉法施行後において5年以上温泉の採取を行なわなかったもの及びゆう泉にあつては、ゆう出をみななかった源泉をいう。ただし、係争期間を除く。」と解釈することになっている。この内「ただし、係争期間を除く。」の項は昭和55年4月1日から適用された要綱から新たに加えられた。

****湯場地区の2源泉：箱根湯本温泉の自然湧出泉には湯本町台帳第9号泉(平野ら, (1974a) 参照)を入れて、3源泉と数えることもある。しかし、今ではこの源泉は2.2kw電動機使用のタービンポンプで揚湯しているの、実質的には自然湧出泉とは云えなくなっている。

3. 第3号泉(湯本町台帳)について

第3号泉は福住湧泉とも呼ばれ、箱根湯本温泉の湯場地区にある(図1)。大正14年12月18日に、古来から自然湧出していた源泉(第4号泉)の東隣りにこの源泉の試掘が認可された。新期外輪山の湯坂山の下部に分布する箱根火山の基盤岩類の上部中新世の須雲川安山岩類中に間口69cm(2尺3寸)、高さ153cm(5尺1寸)の横穴が掘られた(小鷹ら, 1972)。昭和2年2月22日に試掘期間延長が認められ、同年9月13日に温泉使用が許可された。昭和8年に横穴内の一部修繕および増掘がなされ、長さは約67m(37間)となった。横穴内の須雲川安山岩類中の亀裂から湧出してくる温泉を集湯し、温泉利用施設へ引湯している(図6)。

表1 箱根湯本の自然湧出泉の実態調査・源泉調査結果
(昭和33年～54年, 小田原保健所)

	箱根湯本・塔ノ沢温泉				第3号泉, 第7号泉および第9号泉の温度と湧出量									
	総源泉数	計量源泉数	総温泉量	平均温泉量	第3号泉		第7号泉		第9号泉		3号+7号		3号+7号+9号	
					温度	湧出量	温度	湧出量	温度	湧出量	温泉量	総温泉量に対する比率	温泉量	総温泉量に対する比率
			ℓ/min	ℓ/min	℃	ℓ/min	℃	ℓ/min	℃	ℓ/min	ℓ/min	%	ℓ/min	%
* 昭和33年	64	44	4360	99	48.5	142	48.0	57	53.1	726	199	4.56	925	21.22
37	70	48	4580	95	51.0	191	48.0	57	53.1	726	248	5.41	974	21.27
40	77	54	5050	93	49.8	235	47.5	27	42.5	635	262	5.19	897	17.76
43	87	63	5290	84	48.0	263	44.5	36	42.2	441	299	5.65	740	13.99
44	91	64	5260	82	48.3	188	44.8	44	40.0	466	232	4.41	698	13.27
45	92	67	5270	79	49.3	138	43.7	36	40.6	448	174	3.30	622	11.80
46	94	70	5610	80	48.9	208	43.6	38	37.0	514	246	4.39	760	13.55
47	96	67	5580	83	45.5	360	45.0	52	37.8	568	412	7.38	980	17.56
48	98	70	5410	77	48.9	174	43.3	36	39.5	522	210	3.88	732	13.53
49	98	71	5890	83	44.0	450	43.5	53	40.5	540	503	8.54	1043	17.70
50	101	76	5640	74	46.7	196	44.1	49	40.5	514	245	4.34	759	13.46
51	102	73	5850	80	40.5	429	43.3	39	36.5	530	468	8.00	998	17.06
52	103	74	5640	76	44.6	245	42.4	40	38.5	440	285	5.05	725	12.85
53	104	74	5420	73	47.5	137	42.3	35	39.0	470	172	3.17	642	11.85
54	105	77	5577	72	47.5	133	41.8	29	39.9	432	162	2.90	594	10.65
55					45.4	230								

*太字は実態調査。

昭和5～8年の調査記録では, 温度54～56.5℃, 湧出量108～396ℓ/minとなっている(表2)。

表2 第3号泉の湧出量調査(昭和5年～8年)

	温度	湧出量
昭和5年8月11日	56.0℃	396ℓ/min(2石2斗/分)
昭和6年12月19日	55.0	108 (6斗/分)
昭和7年6月25日	56.5	135 (7斗5升/分)
昭和7年10月12日	54.0	166 (9斗2升/分)
昭和8年1月3日	54.5	135 (7斗5升/分)

4. 第3号泉の経年変化

4.1 昭和27年～34年の温度と湧出量

昭和25年頃から, 戦後のわが国の経済状態が急速に回復し, 観光が大衆化されるとともに, 各地で温泉が活発に開発された。箱根湯本・塔ノ沢地域では昭和25年から30年にかけて, 新たに15孔井が温泉の採取をはじめている(平野ら, 1972)。新たな温泉孔井の掘さくや動力装置の設置にともなう源泉相互の影響関係が調査されている。これらの調査結果の中から, 第3号泉の温度と湧出量の記録を抽出し図2, 3にまとめた。図2には昭和5～8年

の調査結果もあわせて記入した。昭和27年4～7月の調査によると, 温度は50.5℃が最高でその時の湧出量は, 252ℓ/minである。また湧出量の最大は360ℓ/minで, その温度は47.0℃となっている。

昭和28年3～5月にかけて, 第3号泉は2回調査が行なわれている。温度は52.0℃で, 湧出量は164.5～180ℓ/minとなっている。この温度は, 昭和初期の湧出温度に比べて約3℃低下している。しかし, 昭和28年以降現在まで, この時の52℃を上まわる湧出温度が測定されることはなくなった。

昭和29年12月～30年12月の間の調査では, 湧出温度の最高は50.0℃, その湧出量は161～199ℓ/minの範囲にある。また, 最低温度は47℃で, 湧出量は287～289ℓ/minの範囲であった。昭和31年1月～8月の調査記録によると, 湧出温度の最高は49.9℃, その湧出量は152ℓ/minで前年とさほど変りはないが, 最低温度は45.7℃, その湧出量は298ℓ/minで, 前年に比べ低くなっている。図3に, 第3号泉の昭和32～34年の調査結果をまとめた。図3には, 昭和27～28年の間の湧出記録も記入した。昭和32～34年の調査はいずれも短期間で, 湧出量は175～227ℓ/minの範囲にある。温度は48.3～51.1℃で, 昭和27～28年の湧出温度を上まわることはなくなっている。

4.2 昭和48年12月～50年1月の観測結果

昭和27～34年の調査では、第3号泉の湧出量は 146～360ℓ/min と大幅に変動した。この湧泉は、67m にも達する横穴内のいくつかの亀裂—すなわち湧出口—から

湧出してくる温泉をすべて集め、その温度と湧出量を測定している。降水の影響を強く受ける湧出口や、さほど受けない湧出口があり、温泉の湧出量は調査時期によって大幅に変動する。

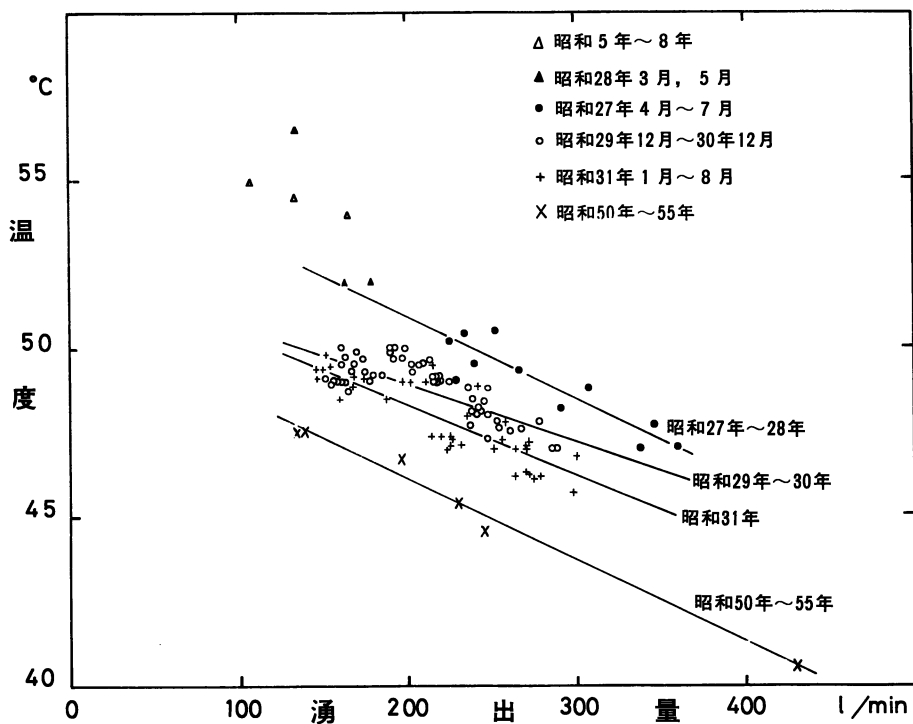


図2 第3号泉の温度と湧出量（昭和5年～8年，昭和27年～31年，昭和50～55年）

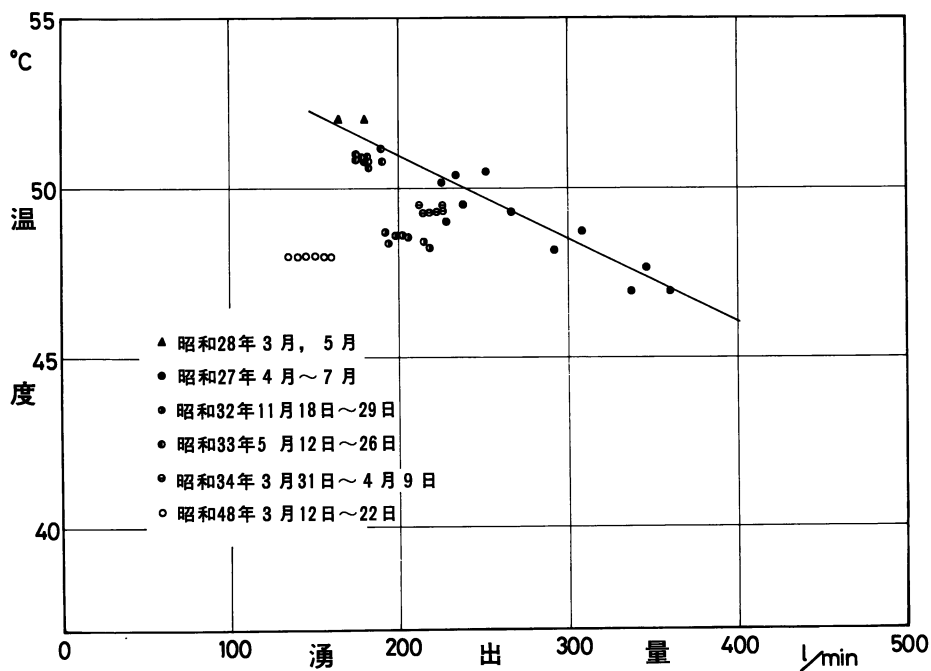


図3 第3号泉の温度と湧出量（昭和27年，昭和28年，昭和32年～34年，昭和48年）

表3 第3号泉の湧出量調査 (昭和47年12月～50年1月)

調査年月日	温度 (℃)	湧出量 (ℓ/min)	月間降水量 (mm)	電導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	蒸発残留物 (ppm)	Ca ²⁺ (ppm)	Mg ²⁺ (ppm)	Cl ⁻ (ppm)
昭和47年12月11日	46.8	163.		888.9	634.0	35.64	0.384	184.8
12月19日	47.0	156.		922.5	634.8	36.30	0.378	187.2
12月23日	47.0	146.		950.5	656.8	37.18	0.386	192.1
昭和48年1月6日	47.0	147.		948.5	660.8	37.19	0.378	192.5
1月13日	46.9	160.		—	—	—	—	—
1月16日	—	—		936.7	646.0	36.59	0.400	189.5
1月26日	47.5	173.		940.4	641.5	36.26	0.398	188.2
1月30日	46.9	173.		927.2	648.0	35.78	0.395	187.0
8月15日	48.8	177.	113	937.4	654.4	36.34	0.353	191.6
9月6日	48.9	171.		950.9	664.6	36.59	0.348	191.6
9月27日	48.5	146.	216	946.9	675.9	37.25	0.342	194.4
12月20日	48.2	123.		972.7	685.5	39.29	0.340	197.7
12月27日	48.3	133.	7.	977.2	679.0	38.15	0.337	198.2
昭和49年1月5日	48.3	128.		986.0	679.8	38.48	0.333	200.0
1月11日	48.2	130.		994.9	675.4	38.95	0.346	202.3
1月18日	48.2	122.		983.9	687.8	39.05	0.338	202.2
1月26日	48.1	124.	25	992.7	697.6	39.37	0.339	202.3
2月6日	48.3	126.		1007.1	704.5	39.77	0.342	205.8
2月21日	48.3	111.	132	1009.4	707.6	39.78	0.340	205.3
3月2日	48.1	—		1017.0	702.0	40.17	0.347	206.1
3月9日	48.6	123.		994.7	693.3	40.60	0.383	204.3
3月16日	48.6	114.		1004.5	705.5	40.11	0.332	205.0
3月26日	49.1	123.	201	1015.9	706.0	40.52	0.335	208.8
4月9日	50.0	157.		1017.8	699.7	40.19	0.337	206.8
4月12日	49.6	165.		977.0	699.0	38.16	0.331	198.6
4月18日	49.5	150.		954.6	662.5	37.04	0.321	195.7
4月24日	49.3	173.	404	929.8	639.0	35.73	0.331	189.8
5月8日	49.0	170.		924.4	636.4	35.25	0.324	188.1
5月13日	48.6	183.		928.0	643.8	35.62	0.344	189.1
5月20日	48.9	153.		944.4	654.5	36.43	0.347	192.0
5月27日	48.9	162.	214	937.1	652.5	36.67	0.348	191.6
6月15日	49.0	148.		951.8	653.5	37.25	0.342	194.2
6月20日	49.1	147.	391	952.7	643.2	37.17	0.343	194.5
7月6日	47.4	244.		849.0	586.5	32.35	0.401	173.2
7月8日	43.1	466.		580.9	399.5	21.47	0.543	113.3
7月10日	41.9	419.		605.5	428.4	22.54	0.535	121.5
7月11日	41.4	387.		602.4	438.5	22.32	0.520	119.6
7月12日	41.2	352.		589.8	425.6	21.61	0.508	116.4
7月12日*	45.7	247.		—	—	—	—	—
7月15日	46.2	251.		718.1	524.6	25.77	0.400	143.3
7月17日	46.2	261.		718.7	521.4	25.62	0.392	143.6
7月22日	46.3	—		717.7	521.8	25.79	0.391	144.5
7月26日	46.5	259.	500	732.7	524.3	25.78	0.393	145.4
8月6日	46.9	211.		764.3	522.3	27.02	0.379	150.0
8月14日	47.6	199.		801.4	527.9	28.56	0.372	158.1
8月23日	47.8	180.		826.7	563.5	29.92	0.352	163.8
8月28日	47.2	211.	574	799.3	533.7	29.29	0.388	161.2
9月2日	46.0	281.		673.8	465.3	23.52	0.436	132.7
9月6日	45.8	278.		665.3	457.5	22.35	0.402	130.0
9月13日	45.7	267.	452	649.7	453.3	21.13	0.379	124.1
10月11日	46.1	236.		714.1	497.3	24.98	0.387	141.1
10月24日	46.4	216.	212	768.0	537.6	27.66	0.386	152.0
11月6日	46.8	190.		790.4	552.5	28.50	0.374	156.6
11月14日	47.0	183.		814.3	557.5	29.58	0.358	161.3
11月26日	47.2	161.	37	848.7	582.5	31.37	0.358	169.6
12月6日	47.3	161.		910.8	605.1	33.15	0.361	178.9
12月25日	47.1	153.	87	—	—	—	—	—
昭和50年1月9日	47.1	152.		—	—	—	—	—
1月14日	46.8	156.		—	—	—	—	—
1月27日	46.9	139.	130	917.7	627.6	35.13	0.398	184.5

*横穴内の低温の湧出口 (図6の2) を閉じた。

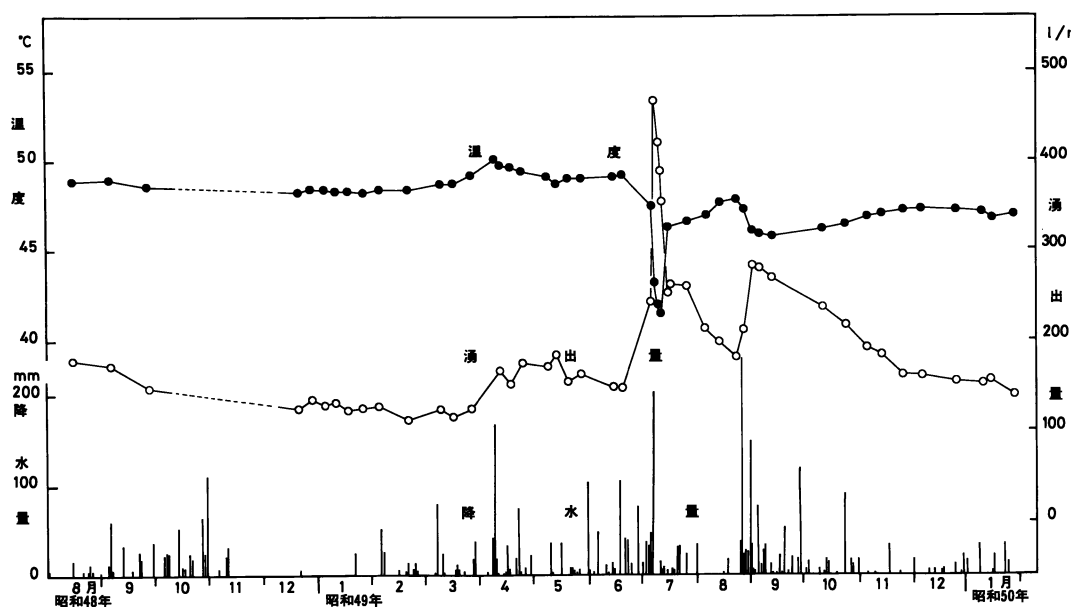


図4 第3号泉のハイドログラフ（昭和48年8月～50年1月）

第3号泉の湧出量に対する降水の影響を把握するため、昭和48年12月から50年1月にかけて湧出状況を観測し、あわせて分析用試料を採取した（表3）。この湧泉の湧出量、温度と降水量の関係を図4に、また湧出量と温度の関係を図5に示した。降水量は神奈川県気象月報（日本

気象協会横浜支部、1973—1975）による湯本の観測値を用いた。湧出量は降水の影響を受けて最大466 ℓ /minまで増加した。湧出量の増加につれて温度は41.0℃まで低下した。浴用に使用する温泉の温度は、すくなくとも43℃は必要である。そのため以前から、この源泉では湧

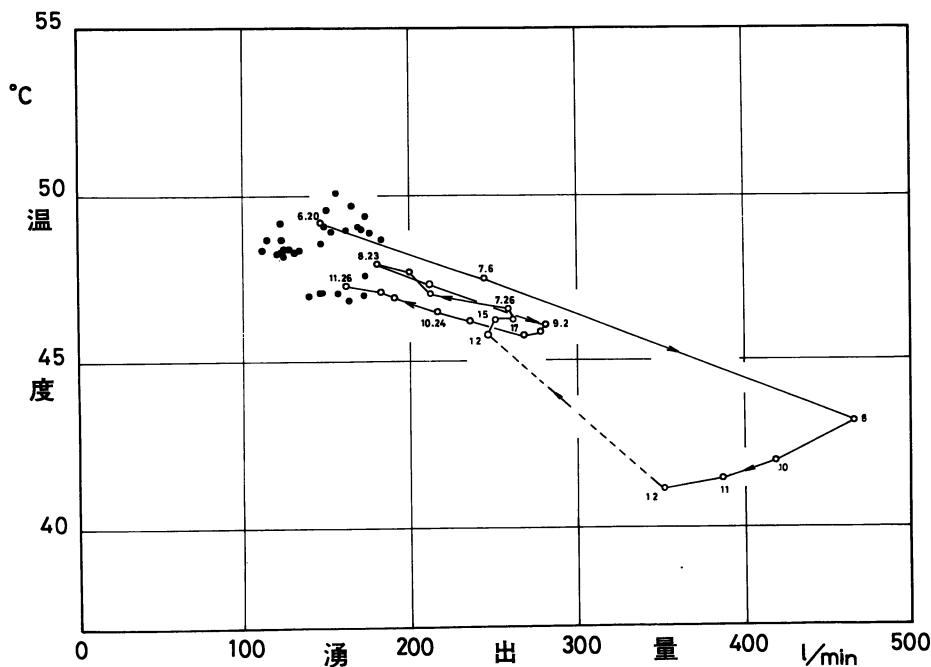


図5 第3号泉の温度と湧出量（昭和48年8月～50年1月）
○につけた数字は湧出量を測った日

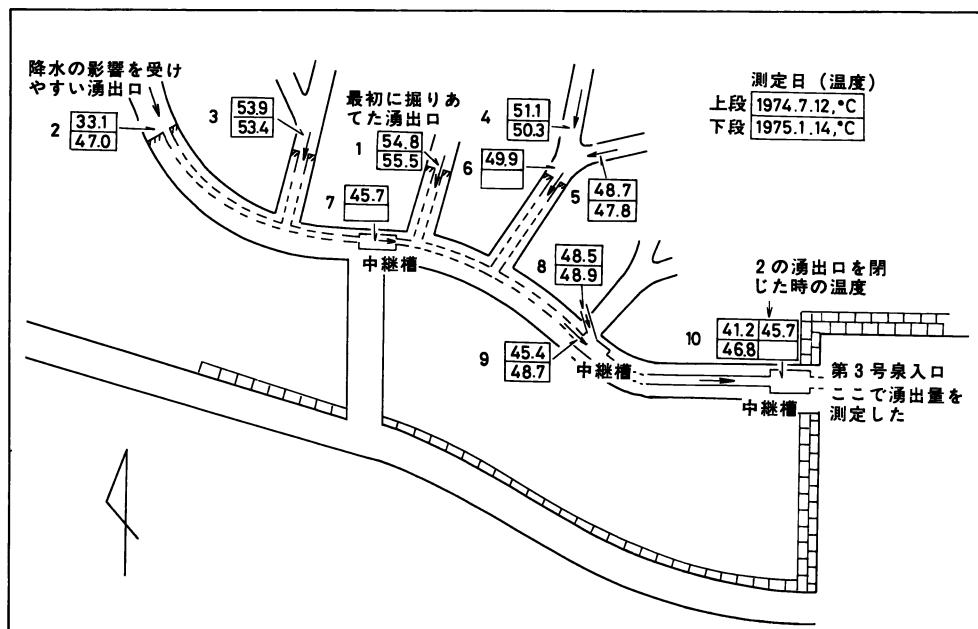


図6
第3号泉の
横穴内湧出
状況(昭和
49年7月12
日および昭
和50年1月
14日)

出量の増加によって温度が低下すると横穴内の低温の湧出口を閉じている。

昭和49年7月12日、第3号泉は5月末から降りつづいた梅雨のため湧出量が増し、温度は41.2℃に低下した。その時の横穴内の温泉湧出口の状況は図6の通りである。浴用にたえないほど温度がさがったので、低温泉の湧出口(図6の2)を閉じた。温泉量は352ℓ/minから247ℓ/minに減少したが温度は4.5℃上がり45.7℃になった。降水の影響を敏感に受ける湧出口(図6の2)は、普段は湧出量も少なく温度は45℃以上である。図6には降水量の少ない冬期(昭和50年1月14日)の泉温状況もあわせて示した。降水の影響を受けやすい湧出口の温度は47.0℃で雨期(昭和49年7月12日)に比べ+14℃の差があった。その他の湧出口の温度はほぼ等しい。

昭和48年12月から14ヶ月間にわたって実施した第3号泉の湧出状況を、昭和27年～28年当時と比較すると温度は約2℃低下している。

4.3 温泉実態調査結果等による経年変化と昭和55年の観測結果

昭和33年から小田原保健所温泉課が実施している温泉実態調査、源泉調査結果により第3号泉の温度と湧出量の経年変化を図7にまとめた(小田原保健所、1979)。これ等の調査は毎年同時期に行なわれるが、降水量は年ごとに異なるので温泉の湧出量は133～450ℓ/minの範囲で計量されている。湧出量により温度が変わることは連続観測結果で示した通りである。図7によれば昭和33～49年の間の湧出状況と昭和50年以降とは大きな変化が生

じていることが判る。湧出量 200ℓ/min で比較すると約2℃、また湧出量400ℓ/min で約3.5℃の温度の低下が昭和50年以降おきている。

昭和55年5月12～21日の間第3号の湧泉を調査対象とした、源泉相互の影響調査で温度と湧出量が測定された(表4)。図7には、この測定値もあわせて記入したが、それらは昭和50年以降の湧出状況と一致している。

表4 第3号泉の湧出量調査(昭和55年5月)

	温度	湧出量
昭和55年5月12日	43.6℃	277ℓ/min
5月13日	43.3	292
5月13日*	46.2	180
5月14日	45.7	216
5月15日	45.8	216
5月16日	45.7	212
5月17日	45.7	204
5月19日	45.6	225
5月20日	45.6	216
5月21日	45.7	230

* 横穴内の低温の湧出口を閉じた。

5 第3号泉の化学成分

平野ら(1972)は箱根湯本・塔ノ沢温泉をその化学組成により泉質分帯し、第3号泉は第Ⅳb-D帯の温泉とした。表5は第3号泉の主要化学成分の分析結果である。昭和29年と昭和54年の分析試料は、湧出量が133～135ℓ/minでほぼ等しい時に採取されている。しかし、昭和54年の試料は、昭和29年に比べて温度が3℃低く、塩素イオン

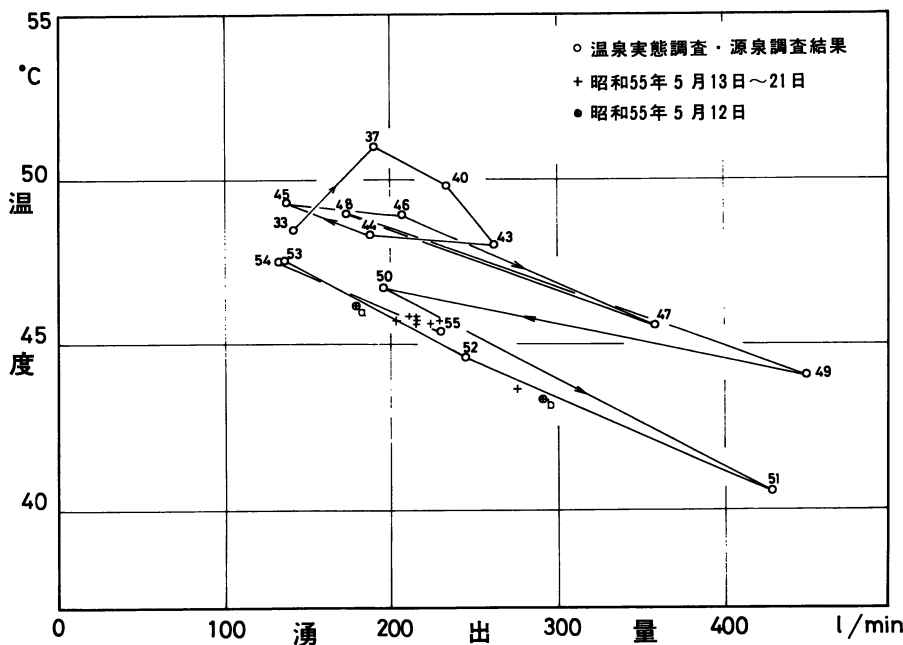


図7 第3号泉の温度と湧出量の経年変化(実態調査結果)と昭和55年5月の湧出状況

○の数字は調査年度,
⊕の a は低温の湧出口を閉じた時, b は低温の湧出口を開けたとき

(Cl^-)は20ppm減少している。第3号泉の温度低下は年平均0.12℃を見積ることができる。これは、温泉実態調査結果(図7)による見積りともほぼ等しい。現状で推移すれば、21世紀の初頭にはこの横穴自然湧出泉は、湧出量の少ない時期(100～120ℓ/min)でも温度が45℃以下となるだろう。

箱根湯本地区の温泉孔井から揚湯される温泉の温度低下は一般に0.4～0.6℃/年と見積ることができる。この低下率と比べれば、自然湧出泉の温度低下率は小さい。

5.1 化学成分の経年観測

昭和48年12月から50年1月にかけて実施した湧出量調査のさいに温泉水を採取し、電導度(E.C)、蒸発残留物(E.R., 120℃乾燥)、カルシウムイオン(Ca^{2+})、マグネシウムイオン(Mg^{2+})、塩素イオン(Cl^-)を分析した(表3)。降水の影響を受けて湧出量が増すと、塩素イオン(Cl^-)は次第に減少し113ppm(466ℓ/min)まで減少した(表3)。塩素イオン(Cl^-)の減少につれてカルシウムイオン(Ca^{2+})も減少するが、マグネシウムイオン(Mg^{2+})は逆に増加する(図8)。このことは、降水による第3号泉の湧出量の増加がマグネシウムイオン(Mg^{2+})の溶存量の比較的多い浅層の地下水流入量の増加によっていることを示している。浅層の地下水流入は、主に横穴内の低温湧出口(図6の2)によることはすでに述べた。図8には、表5の分析結果と第9号泉の堅穴内の亀裂から湧出する温泉の分析結果も合せて記入した

表5 第3号泉の化学組成 (ppm)

	1	2	3
採水年月日	昭和29年2月22日	昭和45年9月4日	昭和54年7月9日
温度	50.5℃	47.4℃	47.5℃
湧出量	135.ℓ/min	161.ℓ/min	133.ℓ/min
pH	8.40	8.8	8.8
電導度		810.4μS/cm	
蒸発残留物	696.0	610.	624.
Li^+			
K^+	3.0	2.04	3.27
Na^+	194.3	160.	167.
Ca^{2+}	40.4	34.6	34.9
Mg^{2+}	0.	0.33	0.34
Cl^-	202.9	175.	182.
SO_4^{2-}	178.6	155.	163.
HCO_3^-	49.4	19.0	24.0
CO_3^{2-}	0.96	6.66	2.38
OH^-	0.033	0.11	0.11
BO_2^-		1.67	
HSiO_3^-		6.99	7.14
H_2SiO_3	62.4	56.6	57.9
HBO_2		4.55	
文献	中央温泉研究所 甲—151	平野ら (1972)	

(平野ら, 1974a)。第3号泉の泉水と第9号泉とは同一起源の温泉であることがわかる。

6. 今後の課題

第3号泉は箱根湯本温泉の湯場地区の横穴より古くから自然湧出している温泉である。横穴内の湧出口などを直接見物できたり、あるいは野外に飲泉場をもうけるなどして、温泉の湧出地付近を整備することは不可能なことではなかろう。各温泉場のもつ特徴ある湧出地周辺を整備することは、箱根にかぎらず日本の各温泉地の将来の課題ではないかと考えられる。

しかし、一方では当面の整備目標の一つと考えられる湯場地区の自然湧出泉は、きわめて徐々にではあるが温度の低下がすすみ温泉の枯渇化の傾向を示している。

昭和54年10月1日に神奈川県温泉保護対策要綱が改定され、昭和55年4月1日よりこの新要綱によって審議がなされ、温泉が保護されていくことになった。この新要綱では、温泉地を特別保護地域、保護地域、準保護地域、一般地域にわけて温泉の保護をはかっている。この施策では、古くから湧出している温泉を保護していくことに

なっている。

今後は、この報告でとりあげた第3号泉やその他の源泉の湧出状況が、新要綱の運用によってどのように推移するか注目していきたい。

7. 謝 辞

この報告をまとめるにあたり、次の方々のお世話になった。この報告書は、小田原保健所温泉課の方が多年にわたって蓄積された調査資料が基となっている。箱根湯本福住旅館の福住修治氏はじめ秋山健吉氏、菊地巳見氏は長期間にわたる調査に心よく協力して下さった。神奈川県温泉地学研究所長大木靖衛博士、平賀士郎研究部長からは有益な示唆を賜わり、激励していただいた。荻野喜作専門研究員には箱根湯本温泉に関する古い資料についておしえていただいた。天利俊昭氏には図版の作成をしていただいた。以上の方々に厚くお礼申し上げます。なお、この調査は神奈川県温泉地学研究所温泉等研究調査費によった。

参考文献

- 中央温泉研究所 (1965), 温泉分析表 (昭和25~35年), 中央温泉研究年報, No. 3.
- 日本気象協会横浜支部 (1973-1975), 神奈川県気象月報, 昭和48年12月~昭和50年1月.
- 平野富雄, 大木靖衛, 栗屋 徹 (1972), 箱根湯本・塔ノ沢温泉の泉質, 神奈川温研報告, Vol. 3, No. 3, 109-130.
- 平野富雄, 大木靖衛, 広田 茂, 小沢 清, 荻野喜作 (1974a), 箱根湯本温泉の自然湧出泉について (その1) 湯本総湯の経年変化, 神奈川温研報告, Vol. 5, No. 2, 31-44.
- 平野富雄, 広田 茂, 大山正雄, 大木靖衛 (1974b), 箱根湯本温泉の自然湧出泉について (その2) きよ水源泉の枯渇, 神奈川温研報告, Vol. 6, No. 1, 1-10.
- 小鷹滋郎, 大木靖衛, 広田 茂 (1972), 箱根湯本・塔ノ沢温泉の湧出機構, 神奈川温研報告, Vol. 3, No. 3, 95-108.
- 小田原保健所 (1979), 箱根湯本・塔ノ沢温泉の源泉調査結果.

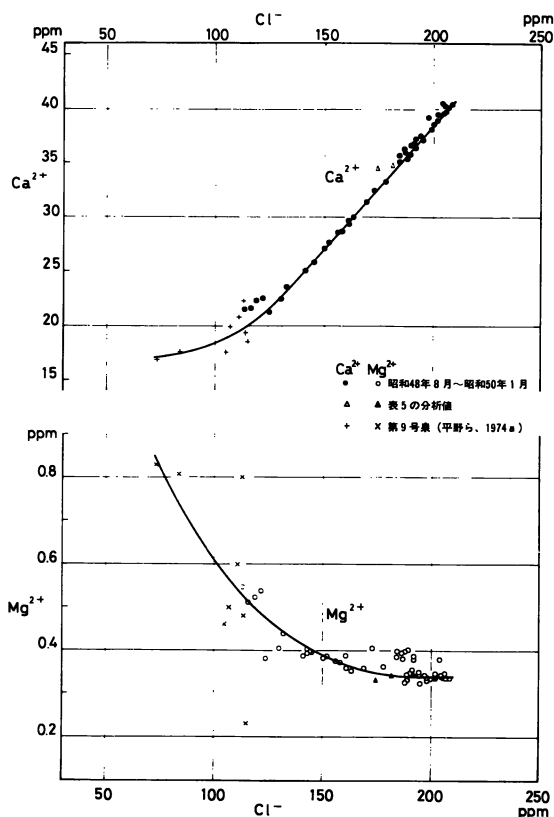


図8 第3号泉の Cl^- - Ca^{2+} , Mg^{2+} の関係



◀ 第3号泉の湧出量を調べる横穴
入口の中継槽

第3号泉の横穴の入口 ▶





▲
第7号泉の横穴の入口

湯場の総湯（第9号泉）▶
付近。背後に第41号泉の
槽が見える。





◀ 湯場の旅館とみやげ物店

総湯（第9号泉）の竪穴入口。▶
タービンポンプの揚湯管が挿入
されている。空気圧縮機は第41
号泉用である

