

箱根温泉の温度と湧出量の観測 昭和55-56年(1980-1981)

大山正雄, 杉山茂夫, 平野富雄

神奈川県温泉地学研究所*

Température et du Débit des Sources dans la
Station Thermale de Hakone (1980-1981)

par

Masao OYAMA, Shigeo SUGIYAMA et Tomio HIRANO

Institut des Sources Thermales de la Préfecture de Kanagawa
Hakone, Kanagawa

(Résumé)

Cet article présente les résultats de l'observation de la température et de la décharge des sources dans les stations thermales de Hakone.

Yumoto, qui se trouve au confluent de l'Hayakawa et de la Sukumo, est la station thermale la plus fréquentée et la plus vieille dans le volcan de Hakone. La température de l'eau jaillissante de Soyu (No. 9), l'une des plus vieilles sources, baisse depuis 1958 (53°C). Elle est actuellement de de moins de 40 degrés. En 1969 l'eau chaude jaillissait d'un puits de forage de 205 m de profondeur et situé à 250 m de la source. Mais aujourd'hui le niveau statique de l'eau souterraine baisse d'un mètre par an, de plus la température du fond a baissé de 30 degrés entre 1965 et 1981. Le puisage intensif de l'eau thermale provoque donc non seulement l'abaissement du niveau de la nappe phréatique, mais encore celui de la température souterraine.

La température et la décharge des sources de Jakotsu dans la station thermale de Sokokura décroissent d'année en année à cause du puisage intensif des eaux thermales et des eaux souterraines peu profondes formant les eaux thermales.

La source (No. 9) dans la station thermale de Ashinoyu augmente de 1.8 degrés par an.

* 神奈川県温泉地学研究所 神奈川県足柄下郡箱根町湯本997 〒250-03

神奈川県温泉地学研究所報告 第13巻, 第5号, 27-38, 1982.

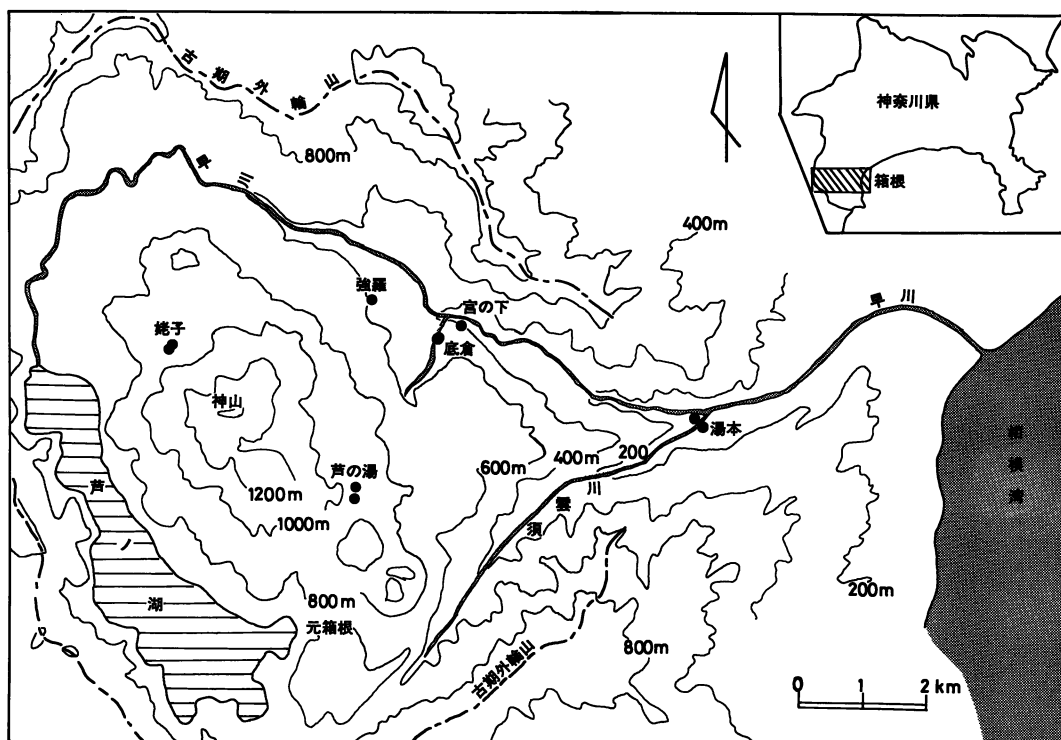


図 1 箱根温泉の観測位置

1. はじめに

箱根火山の温泉の温度と湧出量の観測は1967年（昭和42年）5月に中央火口丘神山の東斜面でおきた泉温の急激な上昇以来続けている。

観測目的は泉温と湧出量の季節変化と経年変化を観測し、火山活動の変化を把握するとともに温泉源の保護対策の一資料とすることである。

表 1 観 測 源 泉

	温 泉 場	温泉台帳番号	湧 出 場 所	標高	深 度	温泉採取方法
1	湯 本	元湯本町9号	湯本649	m 100	竪穴湧泉 5 m	タービンポンプ
2	宮 の 下	元温泉村50号	底倉字上の山364	418	自 然 湧 泉	自然流下
3	底 倉	元温泉村18号	底倉257	435	自 然 湧 泉	自然流下
4	〃	元温泉村68号	底倉273	438	自 然 湧 泉	自然流下
5	強 羅	元宮城野村50号	強羅1300の402	600	409 m	エアリフトポンプ
6	姥 子	元元箱根村4号	元箱根字姥子156	887	自 然 湧 泉	自然流下
7	〃	元元箱根村20号	元箱根字姥子156	887	60m	エアリフトポンプ
8	芦 の 湯	元芦の湯村4号	芦の湯字芦荻12	852	自 然 湧 泉	タービンポンプ
9	〃	元芦の湯村9号	芦の湯字芦荻73	865	70m	エアリフトポンプ

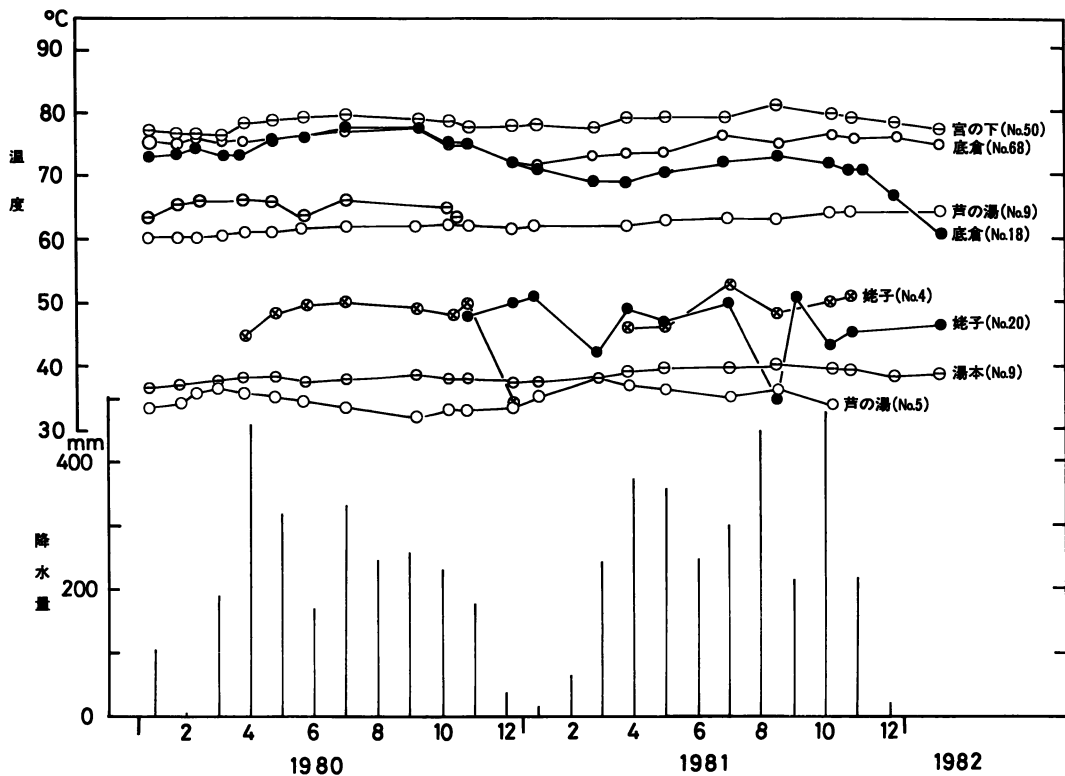


図 2 泉温の観測結果

観測場所は中央火口丘を囲むように選び、湧泉7点・エア－リフト・ポンプ揚湯泉3点である（図1，表1）。

表 2 観測泉の1980年と1981年の泉温（単位℃）

1980年 月 日	湯本	宮の 下	底 倉	姥 子	芦の湯	強羅	1981年 月 日	湯本	宮の 下	底 倉	姥 子	芦の湯
	9号	50号	18号68号					9号	50号	18号68号		
1. 10	36.7	77.1	72.9	75.5	停	41.4	1. 14	37.6	77.9	70.9	71.7	停
2. 6	36.9	76.7	73.3	75.1	//	41.4	3. 13	38.3	77.3	69.1	72.8	—
2. 26	—	76.7	74.1	76.1	//	停	4. 9	39.2	78.8	69.2	73.1	44.2
3. 17	37.5	76.8	73.0	75.3	//	//	5. 15	39.4	79.2	70.5	73.3	48.4
4. 8	38.1	78.1	72.9	75.3	44.2	48.8	7. 13	39.4	79.1	72.1	76.4	50.8
5. 6	38.3	78.7	75.7	75.7	49.4	48.6	8. 31	40.1	80.8	72.4	69.9	47.9
6. 5	37.5	79.3	75.9	76.1	49.8	49.6	10. 19	39.4	79.4	71.7	77.1	249.5
7. 15	37.9	79.5	77.9	76.9	50.6	50.0	11. 12	38.9	79.1	70.7	77.0	750.0
9. 22	38.6	79.0	77.3	77.6	49.2	49.2	12. 22	37.8	78.2	67.1	70.7	—
10. 21	37.9	78.3	74.9	74.5	49.6	47.8						
11. 11	38.1	77.7	74.9	74.7	48.0	48.2						
12. 22	37.6	77.6	72.9	72.8	39.4	34.3						

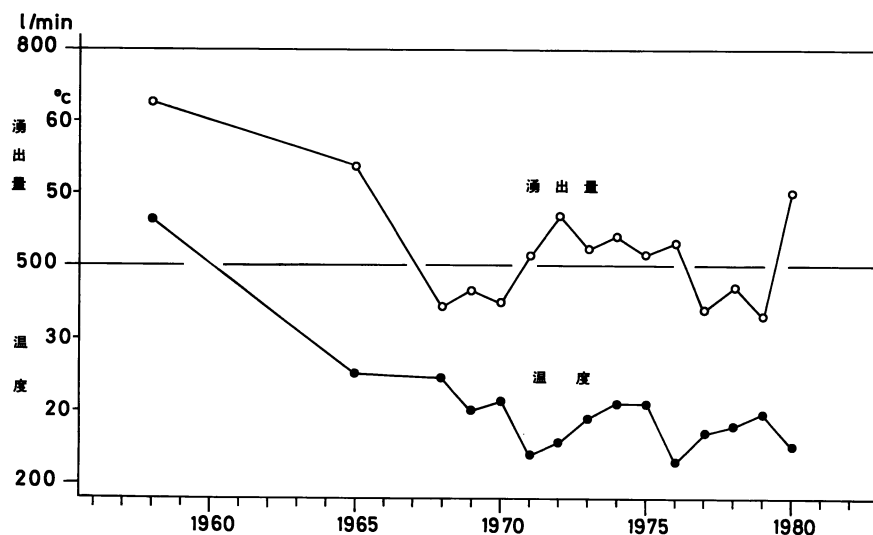


図 3 湯本 9 号の温度と湧出量の経年変化

1980年（昭和55年）1月から1981年12月までの観測結果は図2と表2に示す。降雨量は小涌谷（観測者，箱根町消防本部）の観測値である。

2. 湯本温泉

湯本・塔ノ沢地域は箱根で最も早くから温泉開発が進み、それにともない温泉の水位，温度，揚湯量，総溶存物質量の低下が近年とみに進行している（平野他，1972，1976）。1958年には横穴湧泉が7源泉，竪穴湧泉が9源泉存在していたが，1980年の横穴湧泉は2泉，竪穴湧泉は1泉（9号泉）のみとなった。

表 3 湯本 9 号泉の温度と湧出量（小田原保健所）

年代	温 度	湧 出 量	調 査 者	年代	温 度	湧出量	年代	温 度	湧出量
	°C	ℓ/min			°C	ℓ/min		°C	ℓ/min
1881	42	25	Ihizu, R (1915)	1958	53.1	726	1974	40.5	540
1916	53.5		佐藤伝蔵(1916)	1965	42.5	635	1975	40.5	514
1921	52.0	52.5	日本鉱泉誌(1954)	1968	42.2	441	1976	36.5	530
1930	47.0		温泉台帳	1969	40.0	466	1977	38.5	440
1931	50.5			1970	40.6	448	1978	39.0	470
1932	50.5			1971	37.0	514	1979	39.9	432
1952	41.5~45.0	360~492	荻野喜作野帳	1972	37.8	568	1980	37.6	600
1953	43.2~52.0			1973	39.5	522	1981	38.3	400
1954	43.0								
1955	41.3~48.0	312~516	中央温研(1965)						
1956	39.4~43.0	335~561							
1958	44.4	330~651							

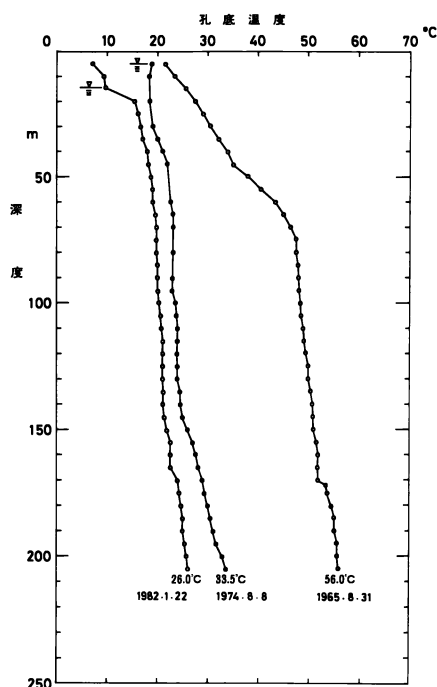


図 4 湯本13号孔内温度の経年変化

湧泉は降雨の影響で湧出量や泉温が変動しやすい。小田原保健所の年1度の調査(6～7月)でも総湯(9号泉)は湧出量が多い場合、泉温低下の現象がみられる(表3, 図3)。しかし、泉温は1958年頃まで700ℓ/min湧出しても53°Cを記録することがあり、下っても40°Cを下回ることがなかった。最近ではもはや40°Cを越すことがほとんどない状態である。

9号泉から250m離れた須雲川の対岸(右岸沿い)にかつて自噴(1930年8月13日, 49.8°C, 72ℓ/min, 温泉台帳)していた深度205mの13号泉がある。本孔井は1965年7月に31.5°C, 2.2ℓ/minをまだ湧出していたが、1966～7年頃ついに湧出が止まり、以来孔内水位が低下している。このため休止泉となったが、1971年以降湯本温泉の代表的な水位観測井として利用させていただいている。この孔井の水位低下は5年間平均で1.1m/年

表 4 湯本・第13号泉(きよ水) 孔内温度

深度(m)	1965年 8月 温度(°C)	1974年 8月 温度(°C)	1982年 1月 温度(°C)	深度(m)	1965年 8月 温度(°C)	1974年 8月 温度(°C)	1982年 1月 温度(°C)		1970年 7月	1974年 8月 8日	1982年 1月 22日
0			7.0	105	48.7	23.7	20.7	気 温(°C)		28.5	7.0
5	21.6	19.2	7.0	110	49.0	23.9	20.8	静 水 位 (m)		4.92	14.5
10	23.5	18.4	9.2	115	49.3	24.0	21.0	湧出量 ℓ/min	2.2		
15	25.6	18.5	9.6	120	49.5	24.0	21.0	温 度(°C)	31.5		
20	27.6	19.0	15.5	125	50.0	24.1	21.0	孔底深度 (m)		205.6	205.3
25	29.0	20.0	16.2	130	50.2	24.2	21.0	孔底温度(°C)		33.6	26.0
30	30.3	21.2	16.8	135	50.5	24.5	21.0				
35	34.0	20.0	17.0	140	50.8	24.7	21.0				
40	34.4	21.2	18.0	145	51.0	25.2	21.2				
45	35.1	22.0	18.2	150	51.0	26.0	21.8				
50	38.0		18.7	155	51.4	27.1	22.5				
55	40.6		19.0	160	51.8	27.6	22.6				
60	43.5	22.5	19.0	165	51.8	28.3	22.5				
65	45.0	22.9	19.2	170	52.0	29.0	24.0				
70	46.5	22.8	19.8	175	53.8	29.4	24.2				
75	47.4		19.8	180	54.5	29.9	24.6				
80	47.5	22.8	19.8	185	55.0	30.5	24.8				
85	47.8		20.0	190	55.2	31.1	25.0				
90	48.0	22.9	20.0	195	55.5	31.8	25.2				
95	48.2	23.0	20.0	200	55.7	32.8	25.8				
100	48.5	23.5	20.2	205	56.0	33.5	26.0				

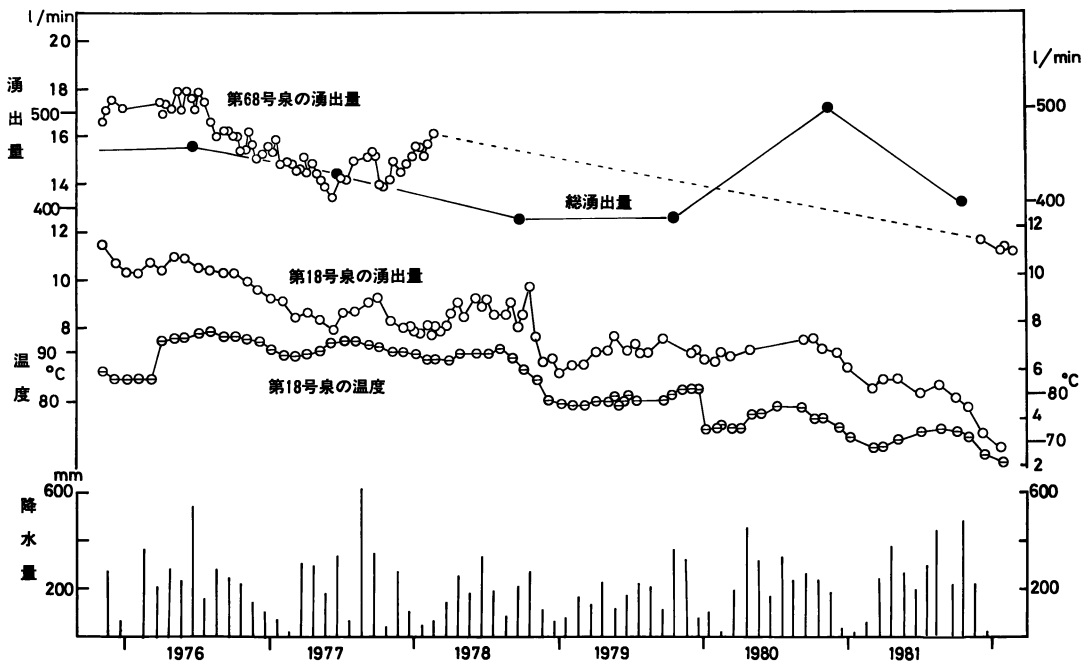


図 5 蛇骨湧泉の泉温と湧出量の経年変化

である。

この源泉の孔内温度測定を行ない、水位低下にともなう孔内温度変化を調べた（表 4，図 4）。まだ湧出していた 1965 年 8 月 31 日には孔内温度は深度 70m で 46.5°C に達し、孔底で 56°C を示していた。

9 年後（1974 年 8 月 8 日）には静水位が地表下 4.92m に低下している。温度は深度とともに緩やかに上昇し、前回の様な温度の急変する場所はない。孔底温度は 20°C 以上下がり 33.6°C である。

今回（1982 年 1 月 22 日）の場合、静水位は 14.5m である。孔内温度は 1974 年時とほぼ平行に下がっている。孔底温度は 26.0°C である。従って、孔内温度の年平均低下率は 1965-1974 年間に 2.5°C/年、1975-1981 年間に 1.1°C/年である。水位の低下と共に地下温度の低下も引き起こされている。

3. 底倉温泉蛇骨湧泉

底倉温泉蛇骨湧泉群は早川の支流である蛇骨沢と車沢の合流点から八千代橋に至る間に分布している。温泉は主に蛇骨沢右岸の急壁面に自然湧出しているため『かめ張り』（写真）と呼ばれる方法などで集められている。

蛇骨湧泉は近年、泉温の低下とともに湧出量の減少が著しい。図 5 は湧泉群の中央部に位置する 18 号の経年変化である。泉温と湧出量は 8 月頃最も高く、2 月頃最も低くなる変化を繰返しながら年々低下している。泉温は 5°C/年、湧出量は 1 l/min/年の減少である（表 5）。なお、図中の総湧出量

は湧泉群中の18, 22, 28, 30, 33, 46, 52, 53, 57, 62, 63, 68号泉の総量（小田原保健所測定）である。

湧出量の減少は周辺地区での温泉と浅層冷地下水の多量なくみ上げが影響しているものと考えられる。

箱根・湯河原では温泉の採取に対し、温泉源の保護をはかるため様々な規制が加えられているが、温泉の涵養源でもある地下水にはなんの制約もない。採取されている地下水には温泉法に定められている温度や溶存物質の面から温泉に該当すると思われるものもある。従って、温泉源の保護をはかるには地下水利用にもなんらかの規制が望まれている。

4. 強羅の水井戸の孔内検層、揚水試験と化学成分

本孔井（強羅字向上1320-20）は早雲山噴気地帯の末端に広がる強羅の扇状地状斜面の頭部に位置（標高685m）し、この地下水を温泉の冷し水や雑用水等に利用している。孔井が竣工（1968年5月）した当時の静水位は、82 m、揚水量は255 l/minと報告されている。なお、孔井から5 m離れた所に深度517 m、揚湯量 126 l/min、温度90.6°Cの温泉井がある。

4-1 孔内検層

図6は注水前と注水中の孔内温度である。静水位は91.5mである。掘削当時に比べ約10m低下している。

孔内温度が37-42m間と63-76m間で急低下している場所に帯水層が推定される。静水面上部より地下水が落下している音が聞えるが、その水は63-76m間の地下水が水止め管尻（79m）から湧出しているためと思われる。静水面下で温度と示差温度（上下1 m間の温度勾配）が特に変化するのは109

-215mと165-176m（孔底）である。この2箇所帯水層が推定される。孔内の平均温度は静水面の21°Cと孔底の34.7°Cを結んだ線に相当する。従って、109-115mの帯水層の水温は24°C、165-176m（孔底）のは34°Cと思われる。

温度測定後、水道水36.3 l/min（18.7°C）を連続注入し、20時間後注入中の状態で再び測定した。注水で水面は70cm上昇した。注水中の孔内温度は孔口から108mまで20°Cで一定している。温度は108mから上昇し、130m付近で注水前の温度に達した。130m以深の温度は注水前と同じ分布を示している。従って、注入水の多くは108~130m間で孔壁に呑み込まれている。

表 5 蛇骨湧泉18号と68号の湧出量

1980年			18号	68号	1981年			18号	68号
月	日	l/min	l/min		月	日	l/min	l/min	
1	10	6.5			1	14	6.1	16.2	
2	6	6.4			3	13	5.2	16.4	
2	26	6.8			4	9	5.6	17.0	
3	17	6.6			5	15	5.6	16.2	
4	8	6.7			7	13	5.0	15.8	
5	6	6.9			8	31	5.3	18.2	
9	22	7.3			10	19	4.8	16.9	
10	21	7.4			11	12	4.4	16.7	
11	11	6.9			12	22	3.3	17.1	
12	22	6.7	16.4						
平均			6.8					5.0	16.7

ここで68号は30, 31, 32, 68号の全湧出量である。

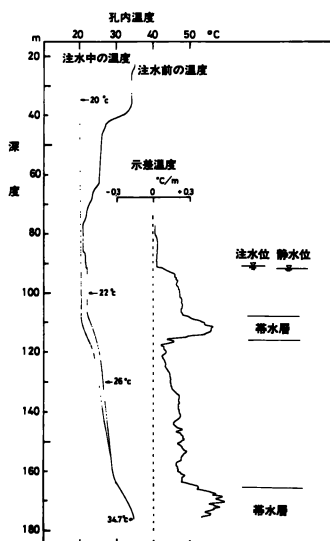


図 6 水井戸の孔内温度

表 6 揚水試験結果

経過時間	水位低下量	温度	揚水量	経過時間	水位低下量	温度	揚水量
min	cm	°C	l/min	min	cm	°C	l/min
0.5	29.5			55	14.5	24.2	158.0
1	18.5	21.4		120	15.0	24.7	158.8
10	15.0	23.2	162.0	160	15.0	25.0	
28	13.5	23.7	159.6	180	15.0	25.2	158.8

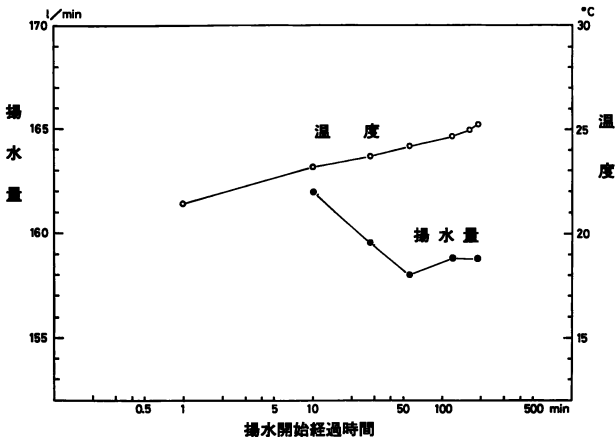


図 7 水井戸の揚水試験結果

量係数を求めると $T=15.8 \times 10^2 \text{ m}^2/\text{日}$ である。本孔井の上下2層の帯水層厚さを17mとすると平均透水係数は $K=93 \text{ m}/\text{日}$ である。

強羅地域は地表下数10m以深に透水性がよく、流れの速い地下水の層とその下部に温泉の帯水層が存在している（大木ら1968）。本孔井は地下水と温泉の両帯水層から揚水している。従って、水温は揚水開始後しだいに上昇し、3時間後には温泉に該当する25°Cに達した。

4-2 揚水試験

揚水試験は次の装置で実施した。川本製作所TU505型水中ポンプ、揚水管口径50mm、揚程110m、揚水量228 m³/日、出力5.5kw、電力200v。なお、水中ポンプは深度111mに設置した。表6は揚水時の水位、揚水量、水温をこれを図7に示した。

水位は揚水開始30秒後に29.5cm下がったが、その後しだいに上昇し、13cmまで回復してから再び下がり始めた。水位低下は15cmに落着いた。揚水量は10分後の162l/minから120分後158.8 l/minで一定した。一方、水温は1分後の21.4°Cから揚水停止の3時間後には25.2°Cまで上昇した。

揚水による影響半径を100mと仮定して平衡式（チームの公式）から透水

表 7 強 羅 水 井

	採水年月日 (昭和)	時 刻 (分)	井 深 (m)	揚 水 量 (l/min)	温 度 (°C)	pH
仙 石 上 湯	44. 8. 8		湧 水		14.0	6.4
第 112 号 水 井 戸	53. 10. 31	スタート後	150	288	20.4	6.4
第 95 号 水 井 戸	56. 10. 5	10	176	162	21.4	6.7
	56. 10. 5	30		160	23.7	6.7
	56. 10. 5	60		158	24.2	6.7
	56. 10. 5	120		159	24.7	6.7
	56. 10. 5	180		159	25.2	6.7

4-3 化学成分

揚水試験のさいに採水した試料の主要化学成分を表7に示した。表には、比較のために仙石上湯で採取した湧水と強羅の須沢治いの宮城野第112号泉のそばに掘られた水井戸の水質分析結果をあわせて示した。仙石上湯の湧水はナトリウムイオン (Na^+)、塩素イオン (Cl^-) の溶存量がすくなく、硫酸イオン (SO_4^{2-}) の溶存量が比較的多い地下水である。箱根の中央火口丘周辺の湧水は一般にこのような特徴を有している。揚水試験のさいに採水した地下水は、蒸発残留物が373~380 ppmで、その主要溶存成分が、ナトリウムイオン (Na^+)、カルシウムイオン (Ca^{2+})、塩素イオン (Cl^-)、硫酸イオン (SO_4^{2-}) である。地下水としてはナトリウムイオン、塩素イオンの溶存量が異常に高い。強羅地域には、早雲地獄の地下深所から食塩成分 (NaCl , 塩化ナトリウム) に富む高温の火山性の食塩泉が三方向に流れている (大木ら 1968)。本孔井はこの火山性食塩泉の流れの上に位置している。揚水される地下水には、火山性食塩泉の寄与が高い。火山性食塩泉は温度も高いので、本孔井から揚水される地下水の温度も25°Cを示すほど高くなった。須沢の水井戸の温度は20.4°Cであった。この地下水のナトリウムイオン (Na^+) は、23.9ppm、塩素イオン (Cl^-) は25.3ppmである。箱根の地下水としては食塩成分に富んでいるが、今回揚水試験を行なった孔井の試水より少なく、温度も低かった。

5. 姥子温泉

姥子湧泉 (元箱根4号) は中央火口丘神山の北斜面に位置し、神山山崩堆積物の断面から自然湧出している。旅館秀明館は湧出場所に仕切を設けて岩風呂、水晶の風呂と名付けて利用している。

湧出量は降雨量の影響で増減し、冬期 (12月~3月) には涸渇する。1980年の場合、湧出は3月29日と31日の2日間に116mmの降雨 (箱根ローフウェイ大涌谷駅資料) から6日後の4月6日に始まった。姥子湧泉の特徴は10日間の積算降雨量が80~120mmに達すると、それから6日後に自然湧出を開始する (大木他, 1969) といわれている。10月26日から11月20日の間無降雨日が続いたため、11月

戸の化学成分

(分析値の単位: ppm)

蒸 発 残 留 物	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	H_4SiO_4	CO_2
	0.60	4.03	7.12	2.17	2.08	22.2	12.3	56.1	5.28
467.6	3.43	23.9	59.1	22.0	25.3	204.	42.3	131.7	
380.0	8.29	53.3	32.5	9.88	86.6	80.3	38.4	n. d	
378.5	8.25	51.8	32.7	9.57	85.5	79.9	37.2	n. d	
373.2	8.17	51.0	32.7	9.42	84.5	79.3	37.2	n. d	
278.3	8.10	50.4	32.5	9.34	84.1	79.1	36.5	n. d	
378.0	8.08	50.0	32.4	9.32	83.6	79.0	37.2	n. d	

分析者 平野富雄

22日に湧出が停止した。その後、1か月程溜まり水程度の僅かな湧出があるがもはや風呂として利用できない量であった。この年の最大湧出量は4月13・14日に322mmの降雨から2日後の16日に2300 l/min（西村秀一氏測定）である。なお、湧出時の平均は500～600 l/minである。

湧源泉から約30m離れた場所に深度60mの元元箱根村20号泉がある。小田原保健所の1981年9月16日の測定によると揚湯量は21 l/min、温度は50.8℃である。この時湧泉は900 l/min、49.2℃である。湧泉が涸渇した時には秀明館はこの20号泉に頼っている。20号泉の温泉は湧泉と同じ酸性硫酸塩泉（平野他、1969）で、山崩堆積物中に胚たいしている（大木他、1969）。従って、揚湯量は湧泉と同様に降雨量の影響が現われやすい。泉温は50℃前後であるが、1981年8月31日に34.8℃まで下った。この日は湧泉の温度も下がり、湧出量が1730 l/minに上昇していた。これは10日前から雨の日が続き、この間の総雨量370mmがもたらしたためであろう。

6. 芦の湯温泉

竪穴湧泉5号の泉温は降水量の少ない冬期に高く、降水量が増加する夏期に減少する。一方、エアリフト・ポンプ揚湯の9号の泉温は年間一定しているが、経年的に上昇気味である。2年間の平均上昇率は1.8℃/年である。

7. ま と め

湯本で最も古い湧泉の一つである総湯（9号）の泉温は年々低下の傾向にある。1958年頃まで泉温は53℃以上を記録することがあったが、今日では40℃を越えることがほとんどない。平野ら（1974）は1969年8月に深3.5m、幅3mに分布する10数箇所の湧出泉の調査を行ない1963年8月と比較した。湧出泉の温度は40℃以上が著しく減少し、30℃台となっていた。

9号泉から250m離れた須雲川対岸に位置する深度205mの13号泉は水位低下のため休止泉となり、今日水位観測井として利用している。水位低下は年間1.1mである。この孔井の孔底は1965年8月の測定時に56℃を示していたが、1974年8月に33.6℃、1982年1月には26.0℃まで低下している。温泉の過剰揚湯にともなう湯本温泉の涸渇化は水位低下のみならず、地下温度の減少をももたらしている。

底倉の蛇骨湧泉18号は温度が5℃/年、湧出量が1 l/年（前年比の20%）減少している。蛇骨湧泉群の涸渇化は周辺地域での温泉開発とともに地下水の乱開発が影響しているものと考えられる。

強羅の深度176mの水井戸は孔底が34.7℃を示し、揚水温度が25℃（159 l/min）に達している。地下水は温泉の涵養源であるので、温泉源の保護をはかるには地下水利用にも規制が必要になっている。

芦の湯9号泉の温度は1.8℃/年の割合で上昇気味である。

8. 謝 辞

この報告書をまとめるにあたり次の方々のお世話になり、調査資料を参照した。

観測点の各源泉所有者には観測の便をはかっていただいた。箱根町消防本部、箱根ロープウェイ大涌谷駅には降水量の資料をいただいた。姥子秀明館西村秀一氏、小田原保健所温泉課広田茂主査、久保寺公正主任技師、迫茂樹技師、神奈川県温泉地学研究所小鷹滋郎専門研究員、小沢清主任研究員には調査に協力していただいた。温泉地学研究所大木靖衛所長、平賀士郎研究部長からは有益な助言および討論をしていただいた。以上の方々に厚くお礼を申し上げる。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（昭和40年，1965），温泉分析表（昭和25-35年），中央温泉研年報，No. 3.
- 平野富雄，田嶋綾子（昭和44年，1969），箱根姥子湧泉の泉質の連続観測，神奈川温研報告，Vol. 1，No. 8，13-22.
- 平野富雄，大木靖衛，栗屋 徹（昭和47年，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（昭和49年，1974），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（昭和49年，1974），箱根湯本温泉の自然湧出泉について（その2），きよ水源の枯渇，神奈川温研報告，Vol. 6，No. 1，1-10.
- 平野富雄，広田 茂，小鷹滋郎，栗屋 徹，大木靖衛（昭和51年，1976），箱根塔ノ沢温泉の温度と化学成分，神奈川温研報告，Vol. 7，No. 2，85-92.
- 平野富雄，広田 茂，大木靖衛（昭和52年，1977），箱根湯本，下茶屋地区の温泉の揚湯量と溶存成分の減少について，神奈川温研報告，Vol. 8，No. 2，51-66.
- 平野富雄，大山正雄（昭和55年，1980），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，神奈川温地研報告，Vol. 12，No. 2，55-66.
- 広田 茂，横山尚秀，河西正男，大山正雄，小沢 清（昭和46年，1971），箱根火山における温泉および地中温度の連続観測，1970. 神奈川温研報告，Vol. 2，No. 1，21-30.
- 広田 茂，小鷹滋郎（昭和51年，1976），箱根火山における泉温および水位の連続観測，昭和50年（1975），神奈川温研報告，Vol. 7，No. 1，19-26.
- 広田 茂（昭和53年，1978），箱根火山における泉温および温泉水位の連続観測，昭和52年（1977），神奈川温地研報告，Vol. 10，No. 2，37-40.
- ISHIZU, R. (大正4年，1915), The mineral springs of Japan, Sankyo, Tokyo.
- 神奈川県衛生部（昭和42年，55年，1967，1980），神奈川県温泉保護対策要綱.
- 神奈川県衛生部（昭和34年-51年，1959-1976），温泉実態調査報告書.
- 厚生省大臣官房国立公園部（昭和29年，1954），日本鉱泉誌，1-785，青山書院.
- 大木靖衛，荻野喜作，平野富雄，広田 茂，大口健志，守矢正則（昭和43年，1968），箱根強羅温泉の温度異常上昇とその水理地質学的考察，神奈川温研報告，Vol. 1，No. 6，1-20.
- 大木靖衛，荻野喜作，大口健志，広田 茂，平野富雄，守矢正則（昭和43年，1968），箱根火山元箱根におけるボーリング調査とその温泉地質学的意義，神奈川温研報告，Vol. 1，No. 6，21-34.

大木靖衛, 平野富雄, 田嶋縊子 (昭和43年, 1968), 箱根温泉の成因, 神奈川温研報告, Vol. 1, No. 6, 35-50.

大木靖衛, 荻野喜作, 広田 茂, 小鷹滋郎, 小沢 清, 平賀士郎, 河西正男, 平野富雄, 田嶋縊子, 岩田義徳 (昭和44年, 1969), 箱根姥子温泉調査報告, 神奈川温研報告, Vol. 1, No. 8, 1-12.

大木靖衛, 平野富雄, 小鷹滋郎, 栗屋 徹, 大山正雄, 杉山茂夫 (1981), 箱根温泉誌 (I) ——箱根温泉総合調査報告——, 神奈川温地研報告, Vol. 12, No. 5, 157-248

大木靖衛, 平野富雄, 小鷹滋郎, 栗屋 徹, 大山正雄, 杉山茂夫 (1981), 箱根温泉誌 (II) ——箱根温泉総合調査報告——, 神奈川温地研報告, Vol. 12, No. 6.

大山正雄, 大木靖衛 (昭和48年, 1973), 湯本, 塔ノ沢温泉の最近の動向について, 神奈川温研報告, Vol. 4, No. 2, 91-98.

大山正雄, 久保寺公正, 岩田義徳 (昭和49年, 1974), 箱根湯本, 塔ノ沢温泉における揚湯試験 (その1), 神奈川温地研報告, Vol. 5, No. 2, 45-58.

大山正雄, 広田 茂, 杉山茂夫 (昭和55年, 1980), 箱根火山における温泉の温度, 昭和53-54 (1978-1979), 神奈川温地研報告, Vol. 12, No. 2, 43-50.

佐藤伝蔵 (大正5年, 1916), 箱根温泉調査報文, 地質調査所報告, No. 59, 53-80.

佐藤伝蔵 (大正6年, 1917), 箱根温泉調査報文, 地学雑誌, Vol. 29, (No. 339), 167-178.



蛇骨湧泉の『かめ張り』