

箱根温泉の温度と湧出量の観測 昭和57—58年 (1982—1983)

大山正雄, 伊東博, 大木靖衛

神奈川県温泉地学研究所*

Monitoring of temperature and discharge of thermal waters in Hakone volcano, (1982—1983)

by

Masao OYAMA, Hiroshi ITO and Yasue OKI

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture
Hakone, Kanagawa

(Abstract)

This observation has been made since the high temperature anomaly of thermal water occurred at Gora, the eastern foot of Kamiyama, one of the seven central cones, in May 1967. The temperature anomaly was appeared at the highest level of Jakotsu hot spring in December 1968 and 4 years later at the tail of Jakotsu, which is called the Miyanoshita hot springs, in October 1972. Temperature of thermal water has been dropped down at Gora since July 1976 and one year later the up stream of the Jakotsu hot springs since July 1977 and return now to the same level before anomalous temperature, but the high temperature anomaly has still been kept at Miyanoshita. This anomalous temperature has been explained as a result of the earthquake activity which took place at relatively shallow depths in the central cones in June and July 1966.

The average velocity of high temperature stream is estimated at 4.1~0.4/day by the relation of the earthquake activity and the anomalous temperature.

Thermal water discharge at Jakotsu has been decreased since 1970 by over-pumping of thermal water and cold groundwater.

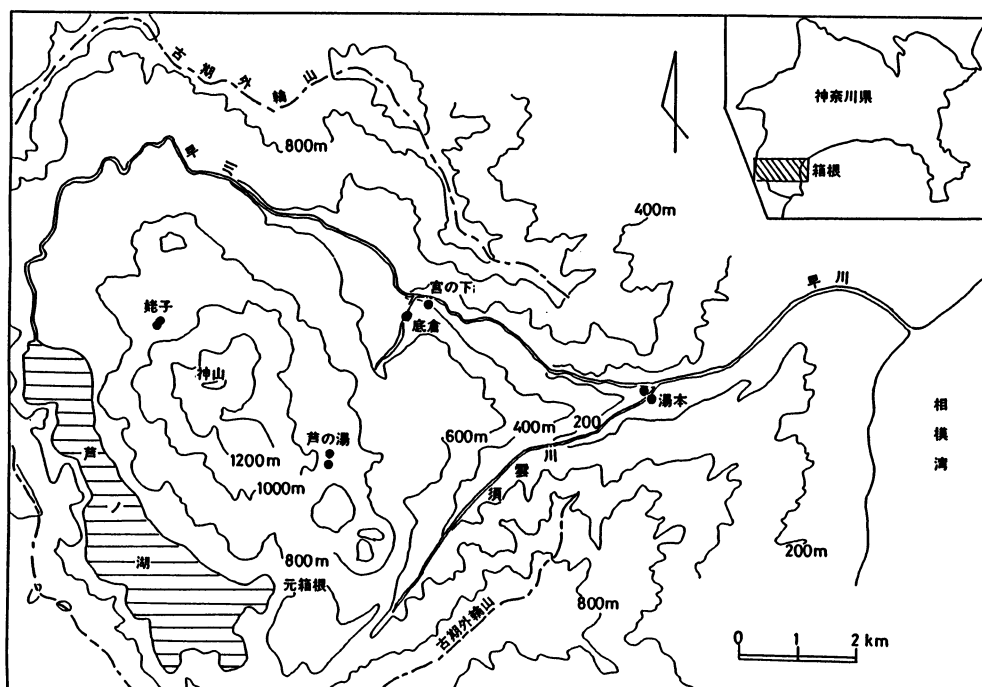


図1 箱根温泉の観測位置

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異常高温以来続けられている。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、火山活動の状況を把握するとともに温泉源の保護対策の資料とすることである。

観測場所は神山を囲むように選び、湧泉6点、ボーリング孔エアリフト・ポンプ揚湯泉2点である（図1、表1）。湯本は箱根火山の基盤岩類の亀裂から自然涌出する単純温泉、底倉と宮の下は中

表1 観測源泉

	温泉場	温泉台帳番号	湧出場所	標高 m	深 度	温泉採取方法
1	湯 本	元湯本町9号	湯本649	100	縦穴湧泉5m	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	底 倉	元温泉村68号	底倉273	438	自然湧泉	自然流下
5	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
6	姥 子	元元箱根村20号	元箱根字姥子156	887	60m	エアリフトポンプ
7	芦の湯	元芦の湯村4号	芦の湯字芦刈12	852	自然湧泉	タービンポンプ
8	芦の湯	元芦の湯村9号	芦の湯字芦刈73	865	70m	エアリフトポンプ

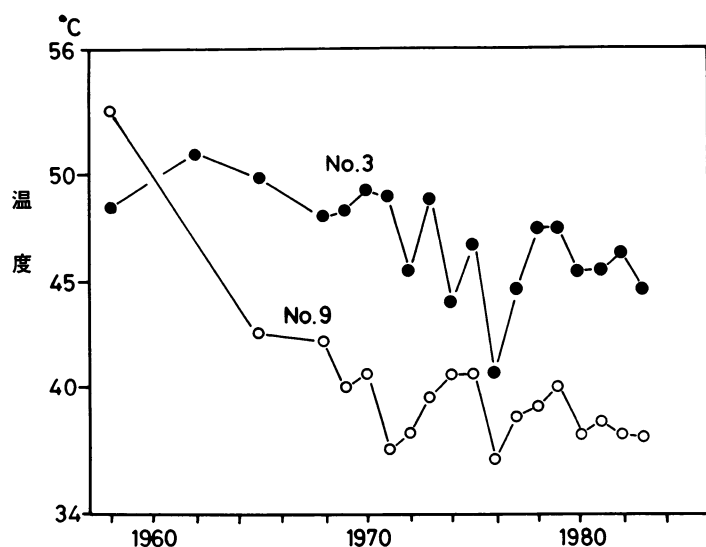


図2 湯本第3号と第9号の温度の経年変化（小田原保健所，1958～1983）

央火口丘神山の東麓から自然湧出する塩化物型高温泉，姥子は大涌谷硫気帯からもたらされる酸性硫酸塩泉，硫黄山硫気帯の下方に位置する芦の湯は弱酸性の重炭酸塩硫酸塩泉である。

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。

2 湯本・塔之沢温泉

湯本・塔之沢地域の温泉開発は箱根でも早くから進んでいたが，特に，1950年頃から1972年にかけて活況を呈していた。1983年の温泉総採取量は1953年（2810 ℓ /min）の2倍にあたる6023 ℓ /minに達している（小田原保健所，1984）。それにともない湧泉の涸渇，温泉の水位，温度，各源泉の採取量および総溶存物質量の低下が進行している（平野他1976，1977）。

湯本9号（総湯）は湯坂山末端に位置する直径2 m，深さ5 mの堅穴湧泉である。この源泉は箱根

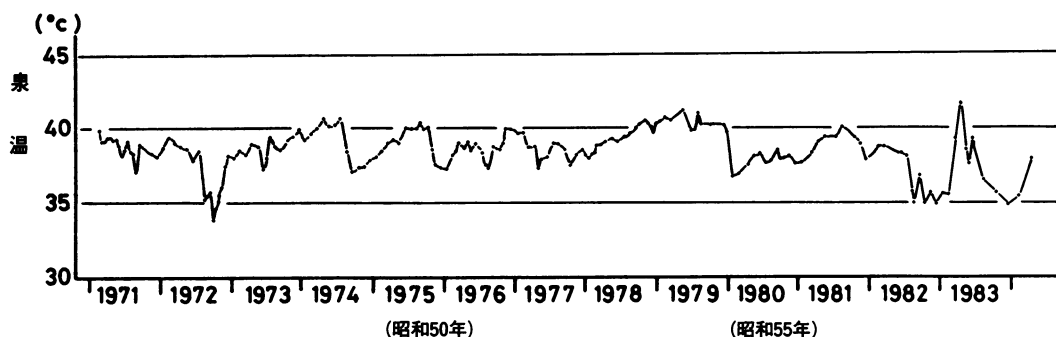


図3 湯本第9号の温度変化

表2 観測源泉の1982年と1983年の温度 (単位, °C)

1982年											1983年														
湯本		宮ノ下		底倉			姥子			芦ノ湯			湯本		宮ノ下		底倉			姥子			芦ノ湯		
月	日	9号	50号	18号	68号	混合	岩風呂	水晶	20号	4号	9号	月	日	9号	50号	18号	68号	混合	岩風呂	水晶	20号	4号	9号		
2	2	38.7	77.0	60.6	68.8	69.6	停	停	51.1	—	63.9	1	20	35.6	76.9	62.7	71.6	71.2	停	停	49.5	37.5	62.5		
2	16	—	76.7	62.0	68.9	69.7	停	停	50.7	—	—	2	28	35.4	75.1	62.1	71.2	71.4	停	停	50.5	—	62.8		
3	3	38.7	76.2	61.6	69.4	69.8	停	停	50.6	—	—	3	29	39.3	82.3	66.5	77.8	76.2	51.5	50.3	56.5	43.0	64.6		
6	21	38.3	77.8	66.2	69.9	71.9	50.5	51.6	49.6	—	64.2	4	21	41.8	83.0	71.1	78.8	78.2	49.8	50.8	51.5	43.9	68.3		
7	12	38.1	77.4	66.7	69.1	69.6	46.8	44.5	51.3	39.1	64.4	5	20	38.6	77.4	65.8	74.5	73.7	48.7	49.3	41.4	38.8	65.5		
8	30	34.9	77.6	68.3	73.2	74.2	46.8	48.3	43.2	37.5	64.5	6	29	35.4	90.7	66.5	77.0	75.2	48.5	—	46.1	36.1	62.9		
9	28	36.9	78.7	68.7	70.2	71.8	—	46.7	41.7	35.2	64.3	8	30	36.5	83.9	71.2	77.1	78.7	47.1	51.2	46.0	38.1	65.4		
10	21	34.9	78.3	67.7	61.3	66.3	49.1	49.3	43.6	36.2	63.2	10	27	35.6	78.6	66.7	76.6	76.8	48.2	49.2	46.8	37.6	64.6		
11	19	35.7	79.1	66.4	72.2	72.7	45.3	49.2	47.9	37.4	63.0	12	22	34.8	77.6	64.8	74.8	75.2	49.4	—	—	36.8	63.6		
12	20	34.8	76.1	64.7	71.4	70.6	41.9	46.5	49.0	38.4	63.0	1984年													
												2	23	35.4	75.4	63.5	72.6	73.4	停	停	47.6	停	63.2		
ここで混合は第30, 31, 32, 68号の平均温度												4	27	38.0	76.2	56.6	70.6	69.3	44.3	43.9	51.1	停	64.5		

で最も古い源泉の一つであり、現在も湯本・塔之沢地域の総採取量の約8%を占め、源泉の中で最大量を湧出している。この源泉の動向は当地域における温泉水位の指標にすることができる。

泉温は降水の影響で湧出量とともに変動するが、1958年頃まで700ℓ/min 湧出しても53℃を記録することがあり、40℃を下回ることがなかった。泉温はその年から急速に低下し始め、1971年以降には42℃を越えることがなく（図2）、1971年から1979年にかけては37～40℃、1980年以降は38℃を上下している。1982年と1983年は例年に比べ降水量が多いこともあったが、度々36℃を下回っている（図3）。1970年ころから1983年にかけての泉温低下は約0.19℃/年である。

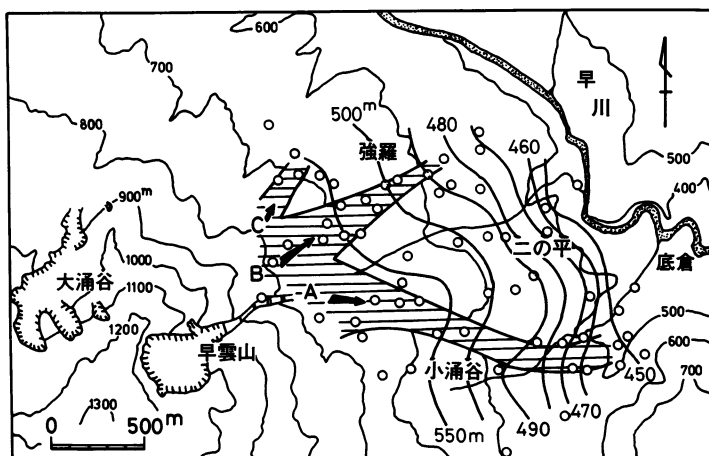


図4 強羅第一温泉帯水層の水頭分布と高温塩化物泉の流れ (Oki and Hirano 1970)

3 中央火口丘神山東麓の温泉

中央火口丘神山の東麓には早雲山硫気帯の地下数100m から出発し、強羅と小涌谷を経て蛇骨湧泉群に向かう塩化物型高温泉の流れがある（湯原他1966, 大木他, 1968, Oki et al. 1970）（図4）、この地下水は中央火口丘の下部に広く分布し、東側にゆるく傾斜している中央火口丘泥流堆積物（久野のCC₂）の上部と中央火口丘熔岩類（CC₃）

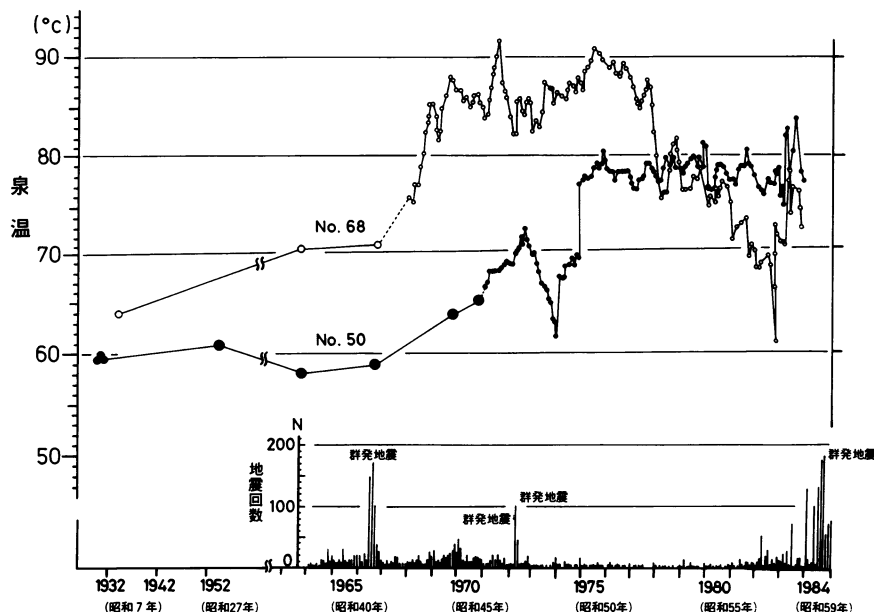


図5 蛇骨湧泉の温度変化と箱根火山の地震

後の噴出物)の基底部の間を流動している。大木らはこれを強羅第1温泉帯水層と命名した。泥流堆積物は蛇骨沢が早川と合流する付近で露出し、その上部から塩化物泉が自然湧出し(蛇骨湧泉群)ている。

強羅温泉に異常高温が確認されたのは1967年5月23日であ

る。深度595mのボーリング孔元宮城野村第50号の泉温は通常64℃であったが、当日に温度が急上昇し、5月27日から6月5日の9日間に75℃から89℃に達した。

蛇骨湧泉に異常高温があらわれたのは1968年11月である。図5は蛇骨湧泉群の先端に位置する元温泉村第68号と末端に位置する横穴湧泉第50号の温度の経年変化である。

両源泉とも昭和初期から異常高温があらわれるまで、温度はほぼ一定の状態が続いていた。第68号は1968年1月に75.8℃であったが同年12月に87.7℃まで上昇した。その後、温度は85℃から91℃の間を上下する状態が9年間続いた。温度は1977年8月に87.9℃を記録してから急速に低下し、1981年の末に異常高温前に戻り、現在に至っている。

一方、第50号湧泉の温度は1969年に上昇があらわれ、1972年9月にピーク(72.8℃)に達した。温度はその後異常高温前の温度まで低下するが、再び上昇(1974年1月)し、この年の末には78℃に達した。泉温は79℃を上下しながら高温状態が現在も続いている。

強羅で異常高温が発生する1年前の1966年6月から7月にかけて群発地震が早雲山硫気帯の下部で起きた。異常高温をもたらした高温流体がこの群発地震と同時期に形成された(大木他1968)とするならば、高温流体はトレーサーとみなすことができる。

元温泉村第68号の温度のピークと群発地震の時期を比べると、1966年6月、1968年4～8月、1972年3～4月の各々の群発地震は約3年の差をもって1968年12月、1971年7月、1975年6月の温度ピークに対応している。

元宮城野村第50号は早雲山硫気帯から約1500m、蛇骨湧泉群先端(元温泉村第68号)が1800m、元温泉村第50号は第68号から450m下流にある。従って、早雲山硫気地帯から強羅方向に流下した塩化物

泉の流速は4.11m/日、蛇骨湧泉群へは1.64m/日、蛇骨湧泉帯では0.46m/日となる。

蛇骨沢に沿って第68号湧泉から160m 上流部にあるボーリング孔第91号（深度61.5m）の透水係数は一般の細砂のそれに相当する $4 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ がえられている。

強羅の水頭勾配は97/1,000である（大山他1985）から、第91号の透水係数を用いて計算すると、強羅での流速は3.35m/日となり、温度をトレーサーとした計算にかなり近い値を示している。

4 蛇骨湧泉群の衰退

図6は蛇骨湧泉の第18号と68号の自然湧出量の経年変化である。両源泉の湧出量は1969年頃から急速に低下している。低下傾向は1973年頃から緩くなったが止まることなく、この10年間に年平均1.1ℓ/minの湧出量の減少状態が続いている。この状態がさらに続くならば、第18号は1986年頃に涸渇するであろう。

湧出量の減少はこの2源泉のみならず、蛇骨湧泉群全体に認められる。図7は小田原保健所調査による湧出量の経年変化である。湧出量は異常高温があらわれる1968年から1969年にかけて上昇（770ℓ/min）したが、経年的には低下傾向を示している。同様な状態は蛇骨湧泉群の対岸に湧出している温度25～28℃の第39号泉にもあらわれている。

蛇骨湧泉群（標高440m）の手前で蛇骨沢に合流する車沢に沿って、標高600mから526m（小涌谷駅）の間に、1960年代から水井戸が掘削されはじめた。現在的水井戸は10眼である。深度は50～110m、平均90mである。水井戸からの揚水量は年々増加し、1968年の1400ℓ/minから1982年の3300ℓ/min（平均水温21.8℃）に達している（図7）。

蛇骨湧泉の衰退はボーリング孔からの温泉（深層地下水）の揚湯と共に水井戸による浅層地下水の大量揚水が影響を与えている。

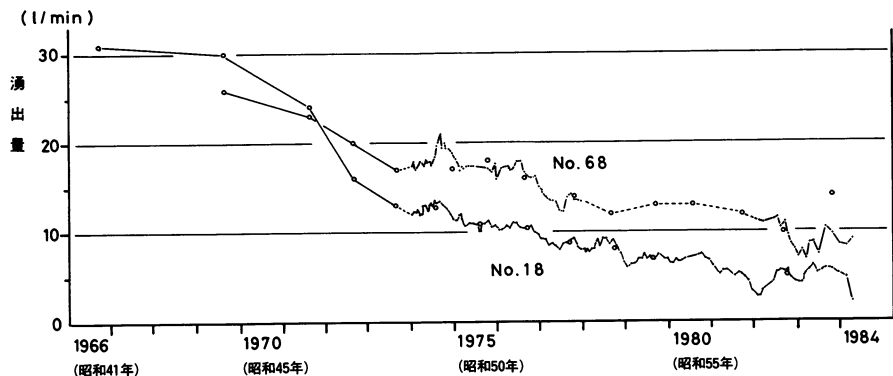


図6 蛇骨湧泉の湧出量の経年変化

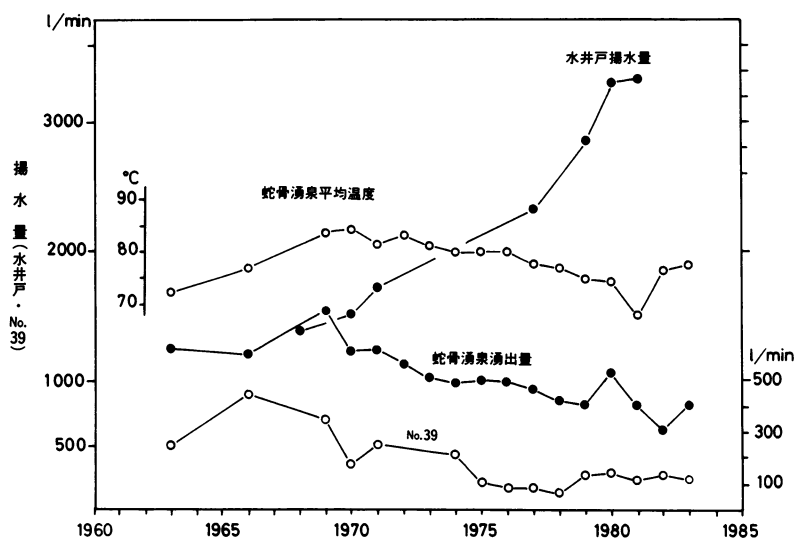


図7 蛇骨湧泉群の湧出量と水井戸揚水量の経年変化

69)。湧泉は渇水期（主に12～3月）に涸渇し、降水量が増す3～4月頃から流出を始め、6～8月に最大湧出量に達する。湧出期間中の流出量は平均500～600 ℓ/min であるが、一時的に3000 ℓ/min を越すことがある（広田他1976, 大山他1982）。1982年の湧出開始は4月10日、1983年は3月20日である。

泉温は渇水期に最低になり、気温に近づくが、湧出が始まると一気に上昇する（図8）。広田の資料（1968～1978）を加えて作成した図9によれば、温度が最も高くなるのは湧出量が500 ℓ/min の時である。湧出期間中の温度は45～50℃の範囲にあり、湧出量が1,000 ℓ/min を越しても44℃を下がること

5 姥子温泉

神山の北麓は大涌谷から湖尻にかけて、神山山崩堆積物（CC₉）（久野, 1972）からなる緩斜面を形成している。姥子湧泉（第4号）はこの山崩堆積物の露頭から流出している。

湧泉の水の供給源は神山北斜面にもたらされた降水であり、熱源は大涌谷硫気地帯の地熱である（大木他1969, 平野他, 19

表3 湧出量

底 倉 姥 子					底 倉 姥 子				
1982年	18号	68号	混合*	20号	1983年	18号	68号		20号
月 日	ℓ/min	ℓ/min	ℓ/min	ℓ/min	月 日	ℓ/min	ℓ/min	ℓ/min	ℓ/min
2 2	2.7	10.9	15.0	7.3	1 20	4.3	7.1	11.8	9.1
2 16	2.7	11.1	15.2	4.3	2 28	4.3	7.9	13.0	4.7
3 3	3.4	10.9	15.8	5.1	3 29	5.2	6.7	11.5	18.1
6 21	4.4	11.3	16.0	5.6	4 21	5.7	8.6	14.4	23.4
7 12	5.4	11.5	18.5	5.6	5 20	6.2	8.8	14.5	21.5
8 30	5.6	10.3	16.2	23.1	6 29	5.3	7.4	13.5	15.6
9 28	5.6	11.0	18.2	21.8	8 30	5.9	10.5	19.4	19.4
10 21	5.7	9.5	15.8	20.0	10 27	5.7	9.7	17.4	16.3
11 19	4.7	8.5	12.4	16.9	12 22	5.2	8.5	16.9	—
12 20	4.4	7.8	11.5	13.6	1984年				
					2 23	4.9	8.3	15.2	17.3
*ここで混合は第30, 31, 32, 68号の全湧出量					4 27	2.1	9.1	12.9	15.6

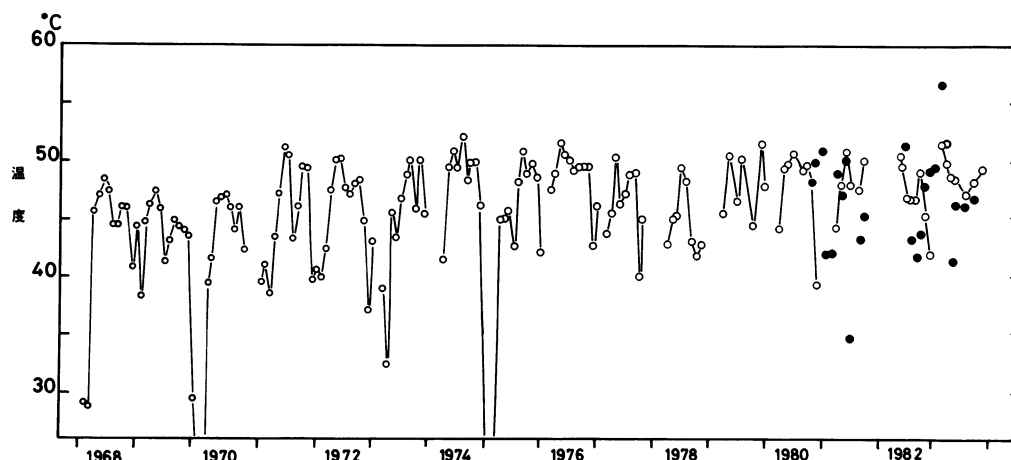


図8 姥子湧泉（第4号）とボーリング孔（第10号）の温度（○：湧泉，●：ボーリング孔）

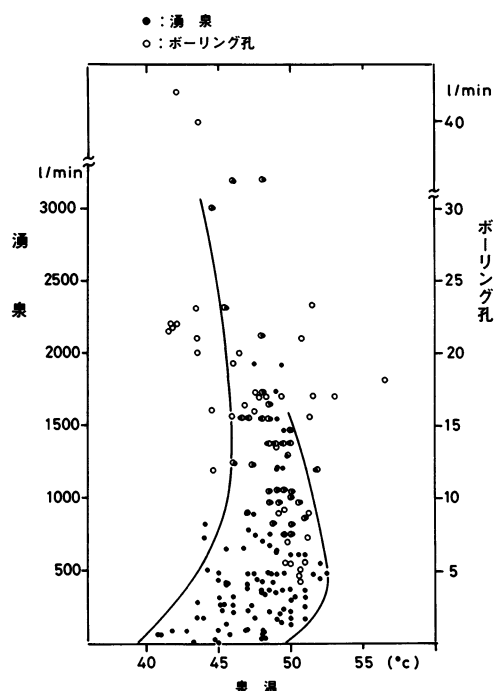


図9 湧泉第4号とボーリング孔第10号の泉温と湧出量との関係

がない。湧出量は降水量に著しく影響されるが、温度は湧出量に大きく左右されない特徴が認められる。

エア・リフト・ポンプで揚湯している第20号泉（深度60m）は湧泉第4号から約30m北に位置している。この温泉は湧泉と同じ酸性硫酸塩泉で、山崩堆積物中に胚胎している（大木他，1969）。揚湯量は降水量に影響されやすく、渇水期には5～10 l/min、豊水期には20～25 l/minになる。温度は50℃前後で揚湯量が増大すると湧泉よりも低下することがある。

6 芦ノ湯温泉

芦ノ湯は中央火口丘駒ヶ岳東斜面の硫黄山硫気帯から約1 km下方に位置し、湧泉が7源泉（1486 l/min）とボーリング孔が4源泉（228 l/min）の11源泉から1714 l/min（1982年）が湧出している。

竪穴湧泉第4号は毎年渇水期になると涸渇する。泉温が最高になるのは渇水期（12～2月）前後に、最

低になるのは湧出量が最も多い豊水期（7～10月）に集中している（図10）。

泉温は観測（1968年6月）以来、平均0.7℃/yearの率で低下していたが、1977年頃から上昇傾向に転じている。上昇率は平均1.1℃/yearである。

深度70.4mのボーリング孔第9号は150mまで掘さくした時、35℃、180 l/minの温泉を得たが、深度43.7～70.4mの間で湧出する温泉のみを採取することにより、62℃、260 l/minを得ることに成功した（大木他1963）。

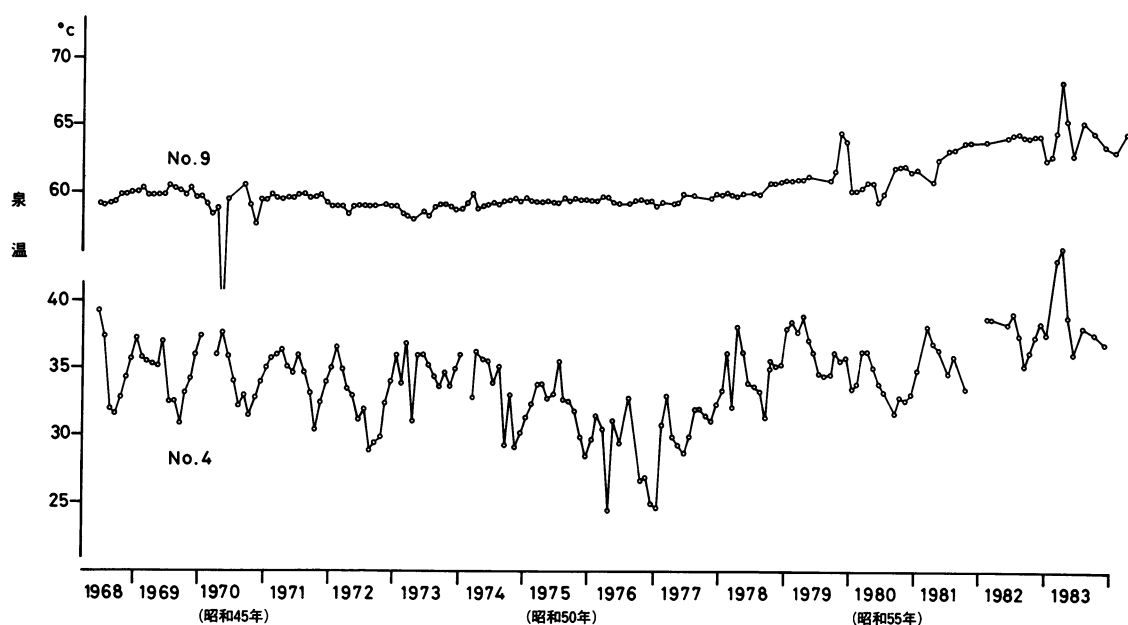


図10 芦ノ湯温泉第4号と第9号の温度の経年変化

泉温は孔井完成以来、年間をとおして変化が小さく（59～60℃）、安定していた。しかし、この源泉も泉温は1977年頃から平均0.8℃/yearの上昇傾向を示し、また、変動が62.5～68.4℃（1983年）と大きくなっている。泉温が1977年頃から上昇し始めた原因については不明である。

7 まとめ

蛇骨湧泉に異常高温があらわれたのは強羅地域での発生から1年半後の1968年11月である。高温状態は9年間続いたが、1977年9月頃から急速に低下し、1981年の末には異常高温前の温度に戻っている。蛇骨湧泉群の末端には更に3年後の1971年の初めにあらわれ、現在も続いている。

異常高温をもたらした高温流体（塩化物高温泉）は1966年6～7月に発生した群発地震と同時に形成され、中央火口丘下部に広く広がっている中央火口丘泥流堆積物上部と中央火口丘溶岩類基底部の間の透水性の良い部分を通して強羅と小涌谷から蛇骨湧泉群に流下していると考えられている。群発地震発生と異常高温があらわれた時期との時間差から、塩化物型高温泉の地下での流速は、強羅方向が4.11m/日、小涌谷方向が1.64m/日、蛇骨湧泉帯では0.46m/日となった。蛇骨湧泉群の上流部に位置するボーリング孔での透水係数は $4.0 \times 10^{-4} \text{m/sec}$ である。従って、上記の地下水速度は妥当なものといえる。

蛇骨湧泉の流出量は1970年頃から急速に低下している。数年後には湧出を停止する源泉があらわれるであろう。湧泉群の涸渇化は周辺のボーリング孔からの温泉揚湯と共に上流部の井戸群による大量揚水の影響である。

湯本温泉第9号の泉温は1958年から1970年にかけて著しく低下（53℃→41℃）したが、この5年間

の平均低下率は $0.19^{\circ}\text{C}/\text{year}$ である。この泉温低下は湯本・塔之沢地域における温泉の過剰採取による温泉涸渇化現象である。

姥子湧泉の温度は湧出期間中（3月～12月） $45\sim 50^{\circ}\text{C}$ の範囲にあり、経年的な変化は認められない。

芦ノ湯の湧泉とボーリング孔の温度は1977年頃から、湧泉が $1.1^{\circ}\text{C}/\text{year}$ 、ボーリング孔泉が $0.8^{\circ}\text{C}/\text{year}$ の上昇を示している。この原因については現在不明である。

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。姥子秀明館西村秀一氏、小田原保健所温泉課故浜野 功課長、迫 茂樹主任技師、厚木保健所環境衛生課広田 茂主査、足柄上保健所衛生課久保寺公正主査には調査の協力と有益な助言をいただいた。温泉地学研究所平賀士郎研究部長、平野富雄主任研究員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。

9 参考文献

平賀士郎、伊東 博、小鷹滋郎、袴田和夫（1983）、箱根火山における地震活動調査、昭和58年（1983）、神奈川県温泉地学研究所報告、第16巻、第4号、1～28

表4 湧出量の経年変化（小田原保健所）

	湯 本		宮 の 下		底 倉						姥 子				芦 の 湯			
	9号		50号		18号		68号		30 31 32号		4 号		20号		4 号		9 号	
	℃	ℓ/min	℃	ℓ/min	℃	ℓ/min	℃	ℓ/min	℃	ℓ/min	℃	ℓ/min	℃	ℓ/min	℃	ℓ/min	℃	ℓ/min
1958	53.1	726									—	—			—	—		
1963			58.0	20.1			70.5		70.5	32	45.5	1000				24	60.0	218
1966			59.0	13.0	73.5	31	73.5		73.5	31	46.0	3100			33.5	36	60.0	166
1969	40.0	466	64.0	17.4	85.0	30	86.0	26	85.5	17	43.8	1654	42.1	22	—	—	60.3	212
1970	40.6	448	65.5	22.0	92.0	—	83.0	17	90.8	12	44.0	—	53.0	17	—	—	60.5	196
1971	37.0	514	69.3	14.0	93.0	24	84.0	23	84.0	11	45.0	—	49.3	17	—	—	59.0	225
1972	37.8	568	69.0	4.0	92.2	16	84.0	20	85.7	7	46.7	1770	43.5	21	33.7	49	59.3	171
1973	39.5	522	62.8	微量	85.0	13	85.5	17	85.0	7	45.0	46	51.5	17	35.5	79	59.5	189
1974	40.5	540	77.0	16	82.3	12	88.0	17	86.2	9	48.5	1380	44.8	12	30.8	40	60.0	196
1975	40.5	514	79.5	8	83.8	10	90.0	18	87.0	10	48.0	620	49.7	7	33.3	30	59.5	184
1976	36.5	530	77.0	20	89.5	10	88.0	16	87.5	7	47.3	370	48.3	17	29.5	35	58.8	208
1977	38.5	440	78.8	27	88.5	8	81.5	14	—	2	50.2	620	46.4	20	31.4	26	60.0	196
1978	39.0	470	79.0	20	87.0	8	77.5	12	79.0	1	—	—	51.2	9	33.6	26	60.3	212
1979	39.9	432	78.6	23	78.3	7	76.1	13	72.0	—	50.0	490	44.5	16	34.3	31	61.5	101
1980	37.6	600	77.7	19	75.2	7	75.6	13	82.0	8	50.3	370	47.5	16	33.2	41	62.7	200
1981	38.3	400	78.4	22	70.7	4	66.3	12	66.5	5	49.2	900	50.8	21	34.3	23	63.8	230
1982	37.7	600	77.5	19	68.0	5	66.8	10	68.8	3	47.0	1550	41.7	22	31.0	36	64.4	245
1983	37.6	514	77.8	21	68.3	5	73.1	14	72.4	10	47.7	1930	47.5	17	30.5	21	65.2	193
1984															39.0	32	64.2	225

平野富雄, 田嶋綾子 (昭和44年, 1969), 箱根姥子湧水の泉質の連続観測, 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涌出泉について (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.

(昭和49年, 1974) 箱根湯本温泉の自然涌出泉について (その2), きよ水源泉の枯渇, 神奈川温研報告, Vol. 6, No. 1, 1-10.

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涌出泉について (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, 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.

神奈川県衛生部 (昭和34年-58年, 1959-1983), 温泉実態調査報告書.

榎根 勇 (1973), 水循環, 共立出版,

久野 久 (1972), 箱根火山地質図説明書, 久野 久著箱根火山地質図再版委員会, 大久保書店.

落合敏郎, 川崎宏直 (1970), 溶岩流中の地下水流動に関する研究, 農業土木試験所報告, No. 8, 67-83.

大木靖衛, 荻野喜作, 広田 茂, 松坂 進 (1963), 温泉孔井の検層, 温泉工学会誌, Vol. 1, No. 1, 16-22.

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, 守屋正則 (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, 田嶋綾子 (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, 田嶋綾子, 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.

Oki, Y. and Hirano, T. (昭和45年, 1970) The geothermal system of the Hakone Volcano, Geothermics (1970) - Special issue 2, U.N. Symposium on the development and utilization of geothermal resources, Pisa 1970. Vol. 2, Part 2, 1157-1166.

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.

大山正雄, 杉山茂夫, 平野富雄 (1982), 箱根温泉の温度と湧出量の観測, 昭和55-56年 (1980-1981), 神奈川温地研報告, Vol.13, No. 5, 27-38.

大山正雄, 久保寺公正, 小鷹滋郎, 迫 茂樹 (1985), 箱根火山中央火口丘東麓の温泉水位, 神奈川温地研報告, Vol.16, No. 5, - .

山本莊毅 (1983), 新版地下水調査法, 古今書院

山本莊毅 (昭和46年, 1971) 富士山とその周辺の陸水, 富士山総合学術調査報告書, 151-209, 富士急行株式会社。

湯原浩三, 小鯛桂一, 阿部喜久男, 古藤田一男, 細野義純 (昭和41年, 1966) 箱根強羅温泉の水理的・熱的構造と大涌谷地熱地帯との関連性, 防災科学技術総合研究報告, No. 8, 29-42。