

箱根温泉の温度と湧出量の観測 (1987～1989)

杉山茂夫*、鈴木正明**

神奈川県温泉地学研究所

Monitoring of Temperature and Discharge of Thermal Waters in Hakone Volcano

(1987-1989)

by

Sigeo SUGIYAMA and Masaaki SUZUKI

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

Hakone, Kanagawa

(Abstract)

Temperature and discharge of thermal waters in the Hakone volcano have been periodically observed since 1967. Cl^- content of thermal waters also has been observed since 1985. The present report describes the fluctuation of temperature and discharge of thermal waters at 9 stations, 7 hot springs, 2 thermal water spots discharged from wells, 1987-1989. The high temperature anomaly of thermal waters happened in the eastern flank of Kamiyama since 1967, had been kept at that temperature until 1977.

Temperature of the Sokokura hot springs issuing from the eastern end of the high temperature stream (Zone III) had dropped since 1975 and now has returned to the same level before the anomalous temperature appeared. Annual trends (1984-1989) of temperature and discharge decreases are calculated by the least square method. The result are as follows.

- (1) The temperature, discharge and Cl^- content of the Miyanoshita hot springs decreased by 1.4°C , 0.3 l/min and 35ppm in a year, respectively.
- (2) The orifice temperature, discharge and Cl^- content of the Sokokura hot springs decreased by $0.7-6.0^\circ\text{C}$, $0.2-1.1 \text{ l/min}$ and $27-47\text{ppm}$ in a year, respectively.

Over-pumping of thermal water and of cold groundwater in Kowakudani, Ninotaira and Miyanoshita areas, which are located in the eastern flank of Kamiyama, caused of water level.

* 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

** 神奈川県環境科学センター 神奈川県平塚市中原下宿842 〒254

神奈川県温泉地学研究所報告、第24巻、第2号、61-76、1993.

1 はじめに

箱根火山中央火口丘神山の東斜面にある温泉で、1967（昭和42）年5月に温度が急に20℃も上昇すると言う異常高温現象を呈した（大木ら、1968）。それ以来、温泉地学研究所は箱根火山の温泉の温度と湧出量の定期的な観測を行い、1985（昭和60）年からはCl⁻濃度も観測し、季節変化や経年変化などを調査している。

これまでの調査結果は、広田ら（1969、1970、1971、1972、1973、1974、1975、1976、1977）、広田（1978）、栗屋ら（1972）、大山ら（1980、1982、1985a）、平野ら（1988）の報告書にまとめられている。温泉の異常高温現象は1977（昭和52）年頃まで続き、以後しだいに温度が低下して、異常高温現象前の状態に回復している。一部の源泉では異常高温以前より衰退している。

この報告書、は1987（昭和62）年～1989（平成元）年の調査結果をまとめたものである。

なお、湯本では1982（昭和57）年から湯本3号泉、1987（昭和62）年から湯本13号泉に温度等の記録計を設置し、連続観測を始めたため、湯本地区の温泉の状況はこの2源泉で代表出来るとして、いまままで測定していた湯本9号泉を観測井から除外した。

2 温泉観測井の状況

宮ノ下、底倉：宮ノ下の湧泉や底倉の蛇骨湧泉群は、神山の東麓に自然湧出する塩化物泉である。早雲山の地下数百米から高温の塩化物泉（第Ⅲ帯の温泉）が強羅や小涌谷など三方向に流れ出ており、宮ノ下や底倉はその一つの流れの末端に位置している（図1）。

宮ノ下では元温泉村50号泉を調査している。底倉の蛇骨湧泉群では元温泉村62号、元温泉村63号、

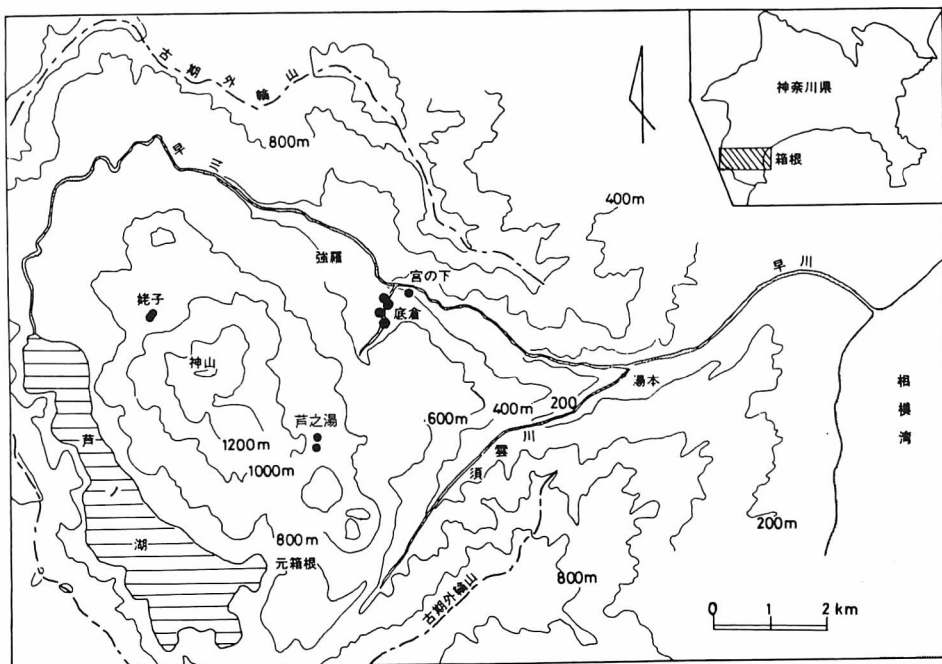


図1 箱根温泉の観測位置

表1 観測源泉の詳細

温泉地	源泉	湧出地	標高	井孔	湧出状況
宮ノ下	元温泉村50号	〃 底倉字上の山364	415m	湧泉	自然湧出
底倉	元温泉村68号	〃 底倉273	445m	湧泉	自然湧出
底倉	元温泉村62号	〃 底倉265番の10	430m	湧泉	自然湧出
底倉	元温泉村63号	〃 底倉265番の11	430m	湧泉	自然湧出
底倉	元温泉村28・29号合併泉	〃 底倉271、底倉270	436m	湧泉	自然湧出
姥子	元元箱根村4号	〃 元箱根字姥子156	887m	湧泉	自然湧出
姥子	元元箱根村20号	〃 元箱根字姥子156	887m	深さ60m	エアリフトポンプ
芦之湯	元芦之湯村1号	〃 芦之湯字芦荻	852m	湧泉	自然湧出
芦之湯	元芦之湯村9号	〃 芦之湯字芦荻73	865m	深さ70m	エアリフトポンプ

元温泉村68号泉及び元温泉村28、29合併泉について調査している。

元温泉村50号泉は三ヶ月湯と呼ばれ宮ノ下の奈良屋旅館の調理場内に自然湧出している。この源泉湧出口の標高は415mである。

元温泉村62号泉、元温泉村63号泉、元温泉村68号泉、元温泉村28、29号合併泉は底倉の蛇骨湧泉群の源泉で蛇骨川右岸に湧出している。68号泉は湧泉群の上端（標高445m）の蛇骨川と車沢の合流点近くに湧出している。その崖下の蛇骨川の滝壺の脇（標高436m）から28号泉、29号泉が湧出し樋で

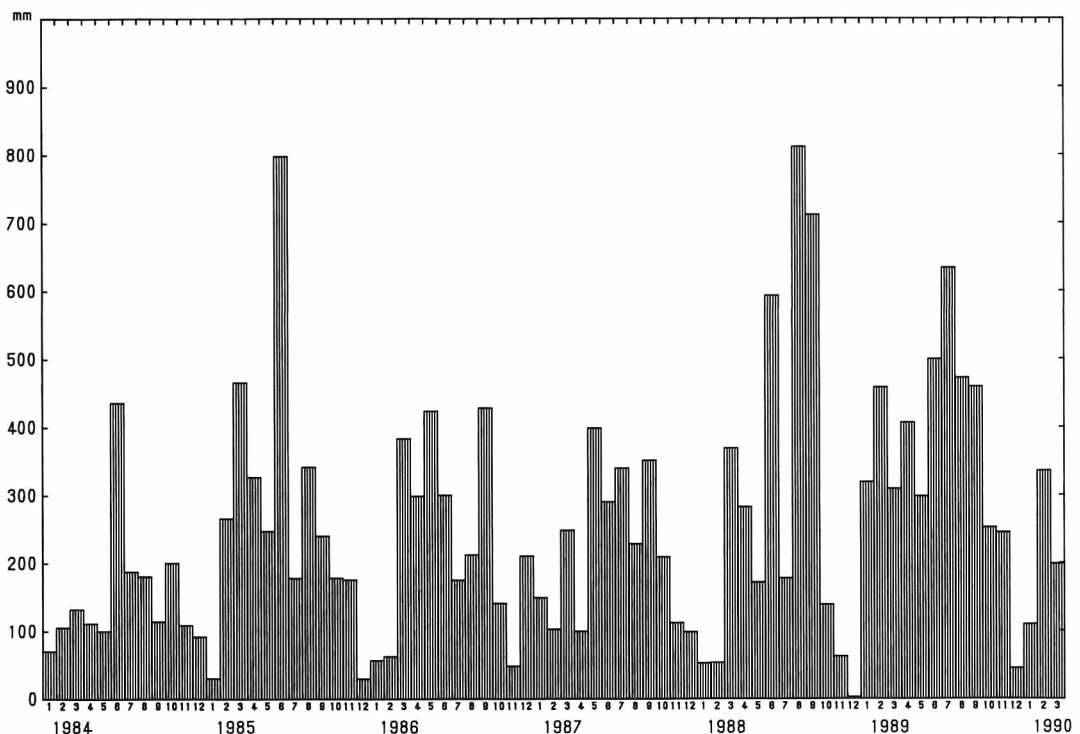


図2 箱根町立仙石原中学校の降水量

表2 箱根町立仙石原中学校の降水量 (mm)

年 月	昭和59年 (1984)	昭和60年 (1985)	昭和61年 (1986)	昭和62年 (1987)	昭和63年 (1988)	平成元年 (1989)	平成2年 (1990)
1	70.6	30.6	57.1	149.8	53.1	319.5	110.1
2	105.9	266.0	63.4	103.1	54.4	458.9	336.3
3	132.3	466.2	383.6	248.5	369.5	309.6	199.1
4	100.0	327.0	299.4	100.1	283.4	407.0	
5	111.5	247.8	424.4	399.0	172.3	298.7	
6	436.5	798.9	300.5	290.5	553.5	500.0	
7	187.8	178.4	175.8	340.3	118.0	634.7	
8	180.6	342.4	212.8	228.9	812.5	472.9	
9	114.5	240.0	428.7	351.7	712.9	459.7	
10	200.6	178.5	141.0	209.5	139.0	252.9	
11	109.1	176.3	48.8	112.7	62.9	245.4	
12	92.0	30.0	211.4	99.2	2.5	45.1	
計	1,841.4	3,282.1	2,746.9	2,633.3	3,433.7	4,404.4	

合流槽に導かれている。滝壺から右岸を約60m下った標高430mのところに62号泉、63号泉の湧出口がある。

姥子：姥子では大涌谷噴気地帯からもたらされる酸性硫酸塩泉（第Ⅰ帯の温泉）が湧出している。秀明館の元元箱根村4号泉は姥子湧泉と呼ばれ、金太郎伝説にも登場する古くからよく知られた温泉である。主な湧出口は2つあり、一方を岩風呂、他方を水晶風呂と称している。湧出した温泉は浴室から水路に導かれて排出されているので、水路に四角堰を設けて流量を測定している。

かつての秀明館は湧水期に湧泉の湧出が止まると、エアリフトポンプで深さ60mの井孔（元元箱根村20号泉）から温泉を汲み上げていたが、今では年間を通してポンプで揚湯しているので、この源泉の調査も行っている。

芦之湯：芦之湯は硫黄山噴気地帯の南東約800mに位置し、弱酸性の重碳酸塩硫酸塩泉（第Ⅱ帯の温泉）が湧出している。ここでは自然湧出している元芦之湯村1号泉（仙液湯）とエアリフトポンプで揚湯している元芦之湯村9号泉（深さ70m）を調査している。

3 降水量

箱根町立仙石原中学校では生徒が1950（昭和25）年から気象観測を続けており、同校から毎年発行される観測年報はこの地域で大変高く評価されている（平野ら、1988）。図2と表2は仙石原中学校観測年報の降水量である。1950（昭和25）年～1989（平成元）の平均年間降水量は3,033mmである。表2の年間降水量をみると、1984（昭和59）年が1,841.4mmで、平均年間降水量に較べて、非常に少なく、この年に芦ノ湖の水位が著しく下がり、深良用水の取水も一時中止された（平野、1989）。

1987（昭和62）年と1986（昭和61）年の年間降水量はそれぞれ2,633.3mmと2,746.9mmであり、平均年間降水量を下回った。1989（平成元）年は4,404.4mmで、非常に降水量の多い年であった。

4 観測結果

4. 1 宮ノ下、底倉

元温泉村50号泉：1984(昭和59)年4月からの源泉の温度、湧出量及び Cl^- (塩素イオン)濃度(Cl^-)の測定値を表3に、そのグラフを図3に示す。1984(昭和59)4月～1990(平成元)年3月の最高温度は76.2℃、最低温度は62.2℃で、湧出量の多いときほど温度が高くなる傾向がある。1985(昭和60)年～1986(昭和61)年には温度が高いときの Cl^- は、温度が低いときに比べて相対的に減少する傾向が見られるが、1987(昭和62)年以後はその傾向はみられなく、単純に減少している。

源泉の経年変化をみる場合、各年の最高値だけまたは最低値だけを結び、その傾きから経年変化を求める方法がある。この方法は最低2年観測すれば、経年変化が求まり、短期間の観測に有効である。しかし、データ数が多くなり、観測期間が長くなると統計処理して経年変化を求めることが可能となる。今回は、これら測定値を最小二乗法により直線回帰し、温度、湧出量、 Cl^- の経年変化を計算した。以後、他の観測源泉についても同じ方法により経年変化を計算した。50号泉の計算結果では温度が年間1.4℃低下し、湧出量が年間0.3ℓ/min減少し、 Cl^- 濃度が年間35ppm減少している。

元温泉村62号泉、63号泉：この二つの源泉の湧出口は近接しており、季節間の温度や湧出量の変化は著しい。これらの源泉は降水量の多い夏期に湧出量が最高になり温度も高くなるが、渇水期の2月末

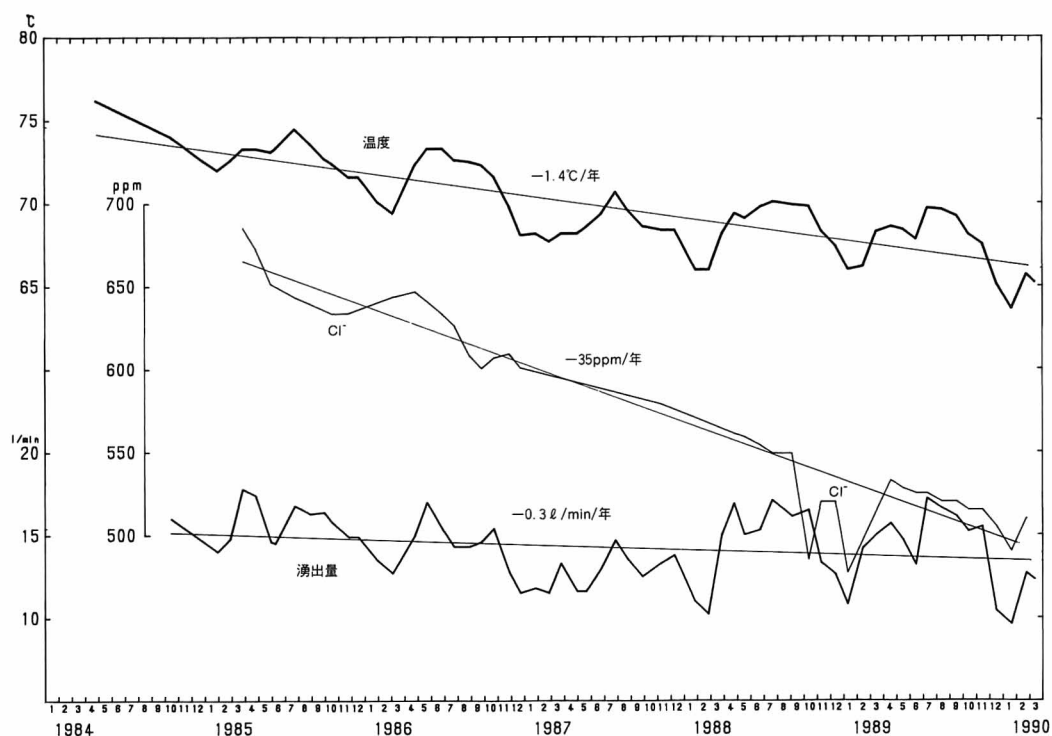


図3 元温泉村50号泉の温度、湧出量、 Cl^- 濃度

表3 宮の下および底倉の観測源泉の測定値

観測日 (年月日)	元温泉村50号泉			元温泉村62号泉			元温泉村63号泉		
	温度 (℃)	湧出量 (ℓ/min)	Cl ⁻ (ppm)	温度 (℃)	湧出量 (ℓ/min)	Cl ⁻ (ppm)	温度 (℃)	湧出量 (ℓ/min)	Cl ⁻ (ppm)
59. 4. 27	76.2								
59. 10. 16	74.0								
59. 12. 27	72.6	16.							
60. 1. 31	72.0	14.0							
60. 2. 27	72.6	14.8							
60. 3. 28	73.3	17.8	684.5						
60. 4. 16									
60. 4. 26	73.3	17.4	672.6	79.5	3.2	635.8	70.7	5.4	695.5
60. 5. 13									
60. 5. 31	73.1	14.6	651.5	80.6	3.0		71.9	5.3	
60. 6. 10	73.3	14.5							
60. 7. 25	74.5	16.8	643.4	80.3	2.8	688.5	73.7		648.4
60. 8. 29	73.6	16.3		80.3	2.5	697.8	74.0	6.2	
60. 9. 30	72.7	16.4		78.2	2.8		70.0	6.1	
60. 10. 18	72.4	15.8	633.9						
60. 10. 24				78.9	2.8		73.2	6.0	
60. 11. 25	71.6	14.9	634.1	77.0	2.7	704.4	70.4	5.1	652.7
60. 12. 18	71.6	14.4		77.1	2.6	708.4	71.3	5.4	654.3
61. 1. 31	70.1	13.5		75.9	2.5	712.5	68.1	4.2	633.9
61. 3. 5	69.4	12.7	643.8	72.6	2.3	698.4	67.1	4.2	607.6
61. 4. 25	72.3	15.0	647.0	73.8	2.3		68.9	4.4	
61. 5. 23	73.3	17.0		77.7	3.2	647.8	69.6		
61. 6. 26	73.3	15.4	633.3	78.1	3.0	639.6	71.3	オーバーフロー	610.4
61. 7. 24	72.6	14.3	626.3	78.7	2.9	642.2	71.4	オーバーフロー	598.5
61. 8. 28	72.5	14.3	608.4	77.3	2.3	652.7	71.4	4.2	589.7
61. 9. 25	72.3	14.6	600.5	76.0	2.6	646.0	70.4	4.9	593.7
61. 10. 23	71.6	15.4	607.0	73.5	2.4	651.5	69.0	4.8	599.9
61. 11. 27	69.8	12.8	609.4	71.5	2.5	645.6	67.6	5.1	575.0
61. 12. 23	68.1	11.5	600.9	70.2	2.1	650.7	66.3	4.1	565.6
62. 1. 27	68.2	11.8		69.7	2.2		60.8	3.6	
62. 2. 25	67.7	11.5		66.7	2.0		65.1	3.7	
62. 3. 25	68.2	13.3		67.5	2.0		64.3	3.8	
62. 5. 1	68.2	11.6		69.5	1.9		63.3	3.8	
62. 5. 22	68.6	11.6		69.8	1.8		63.6	3.5	
62. 6. 25	69.4	13.0		71.0	2.0		64.2	5.6	
62. 7. 27	70.7	14.7		71.9	2.1		64.5	4.6	
62. 8. 24	69.6	13.6		71.9	2.2		65.5	4.9	
62. 9. 28	68.6	12.5		69.1	2.2		57.6	4.3	
62. 11. 9	68.4	13.3	579.0	66.7	2.2	575.0	61.9	4.7	482.0
62. 12. 10	68.4	13.8		70.3	2.7		61.5	4.3	
63. 1. 27	66.0	11.0		68.9	2.2		58.8	3.2	
63. 2. 26	66.0	10.2		67.1	2.1		58.8	3.3	
63. 3. 28	68.2	15.0		67.0	2.1		59.0	3.4	
63. 4. 25	69.4	16.9	561	68.3	2.2	559	59.9	4.5	467
63. 5. 19	69.1	15.0	559	69.3	2.3	569	60.5	4.6	457
63. 6. 23	69.8	15.3	554	70.1	2.4	564	61.8	4.8	464
63. 7. 22	70.1	17.1	549	70.7	2.1	561	62.8	4.7	483
63. 9. 5	69.9	16.1	549	68.8	2.1	559	65.1	5.6	483
63. 10. 13	69.8	16.5	485	67.2	2.1	559	66.1	5.7	515
63. 11. 11	68.3	13.3	520	66.2	2.1	573	66.0	5.3	505
63. 12. 14	67.4	12.6	520	64.4	1.0	561	65.5	4.3	556
1. 1. 12	66.0	10.8	477	61.6	1.3	565	64.6	4.2	490
1. 2. 15	66.2	14.2		57.0	1.0		61.5	3.9	
1. 3. 16	68.3	15.0		54.6	0.9		64.3	4.5	
1. 4. 19	68.6	15.7	533	52.5	0.5	590	64.6	4.4	525
1. 5. 17	68.4	14.7	528	52.3	0.6	585	65.4	4.2	535
1. 6. 16	67.8	13.2	525	51.5	0.6	595	65.8	4.8	545
1. 7. 12	69.7	17.2	525	47.4	0.5	590	66.9	4.8	545
1. 8. 15	69.6	16.6	520	47.1	0.4	608	67.8	5.7	565
1. 9. 18	69.2	16.1	520		0.3	595	67.2	5.0	560
1. 10. 15	68.2	15.2	515		0.2	585	66.1	4.3	550
1. 11. 16	67.5	15.5	515		0.2	585	65.3	4.3	555
1. 12. 18	65.1	10.4	505		0.1	605	63.5	3.6	550
2. 1. 22	67.5	15.5	490				62.0	3.4	530
2. 2. 23	65.7	12.7	510				62.9	3.8	540
2. 3. 14	62.2	12.3					62.1	3.6	

元温泉村68号泉			元温泉村28・29号合併泉		
温 度 (℃)	湧出量 (ℓ/min)	Cl ⁻ (ppm)	温 度 (℃)	湧出量 (ℓ/min)	Cl ⁻ (ppm)
70.6	9.1				
68.3	9.0				
63.8	8.5				
64.5	7.8				
60.4	7.4				
60.5	8.0				
61.9					
62.3	8.1	490.0			
62.3	8.0				
62.5	7.5				
63.8	7.7	523.1			
67.6	7.5	631.9			
68.0	7.4	645.6			
69.5	6.4		84.2		
66.4	7.3				
67.3	6.3	663.5	83.6		742.1
65.1	6.9		84.9		
59.5	6.8	505.9	84.4		756.8
55.1	6.4	399.4	83.6		745.3
53.3	6.5	347.1	85.3		719.5
62.4	7.3	497.7	86.1		696.4
68.3	6.7	590.1	85.3		685.5
67.5	6.0	597.1	86.7		688.5
63.6	6.1	528.1	86.9		705.8
63.2	6.5	534.1	85.7		707.4
62.9	5.8	536.1	85.5		702.4
60.4	5.2	514.2	84.3		701.4
55.7	5.1	440.7	83.3		704.8
47.9	4.8		82.4		
44.0	4.7		83.5		
41.1	5.3		83.8		
39.9	4.7		85.3		
36.9	3.8		85.7		
40.5	5.2		85.5		
42.7	6.3		85.7		
43.1	5.4		85.0		
40.0	4.8		84.7		
37.3	4.8	182.0	83.7		661.0
37.1	4.6		83.9		
29.7	3.0		83.0		
29.2	2.8		83.3		
26.9	3.6		83.3		
30.6	4.4	156	82.7		617
32.0	3.7	151	83.1		622
36.3	4.6	207	83.8		622
38.6	4.7	219	82.6		612
43.2	8.0	316	82.5		622
48.5	5.7	398	80.9		589
47.8	4.9	398	81.5		588
40.2	4.3	316	80.9		622
42.3	2.8	350	81.7		603
41.2	3.2		80.9		
45.4	3.5		79.6		
44.9	3.2	385	80.8		640
48.2	3.1	420	82.0		640
49.8	2.8	440	81.8		638
50.8	2.7	445	82.3		645
54.6	2.5	510	85.8		645
51.8	2.2	485	83.6		630
48.8	3.1	420	83.7		630
48.4	2.9	440	83.8		625
40.4	2.4	355	83.2		635
35.9	2.4	285	82.8		635
36.0	1.9	270	82.3		630
35.1	1.2		82.9		

から4月にかけて湧出量が減少し温度も低くなる。

1988(昭和63)年の夏までは62号泉の温度は66.7～80.6℃で63号泉より4～9℃高かったが、1988(昭和63)年の秋から湧出量が減少したため、著しく温度が低下している。その後も減少を続け、1989(平成元)年中に停止した(図4)。62号泉の経年変化は温度が年間6.0℃低下し、湧出量が年間0.6ℓ/min減少し、Cl⁻濃度が年間27ppm減少していた。63号泉の経年変化(図5)は温度が年間1.7℃低下し、湧出量が年間0.2ℓ/min減少し、Cl⁻濃度が年間27ppm減少している。また、Cl⁻濃度は62号泉、63号泉とも経年的に減少しているが、1988(昭和63)年以降は横ばいから上昇気味である。

元温泉村68号泉：この源泉の1984(昭和59)4月～1990(平成元)年3月までの湧出状況を表3と図6に示す。温度は1984(昭和59)年4月に70.6℃であったが、毎年、低下し、1988(昭和63)年3月には26.9℃まで低下した。

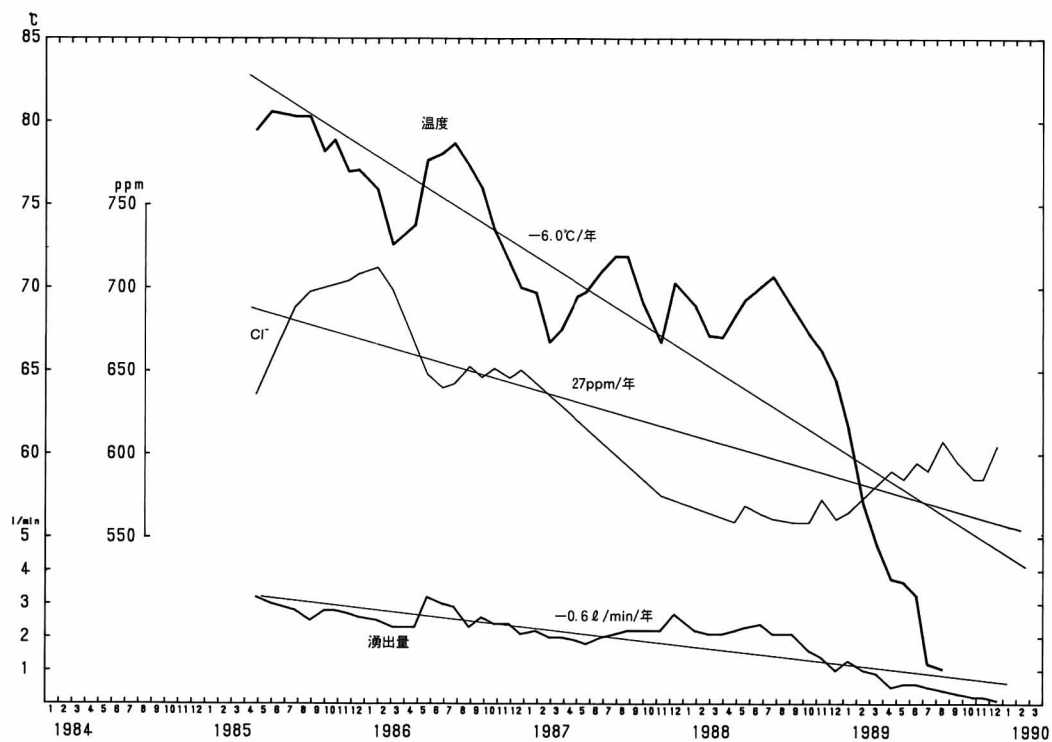


図4 元温泉村62号泉の温度、湧出量、 Cl^- 濃度

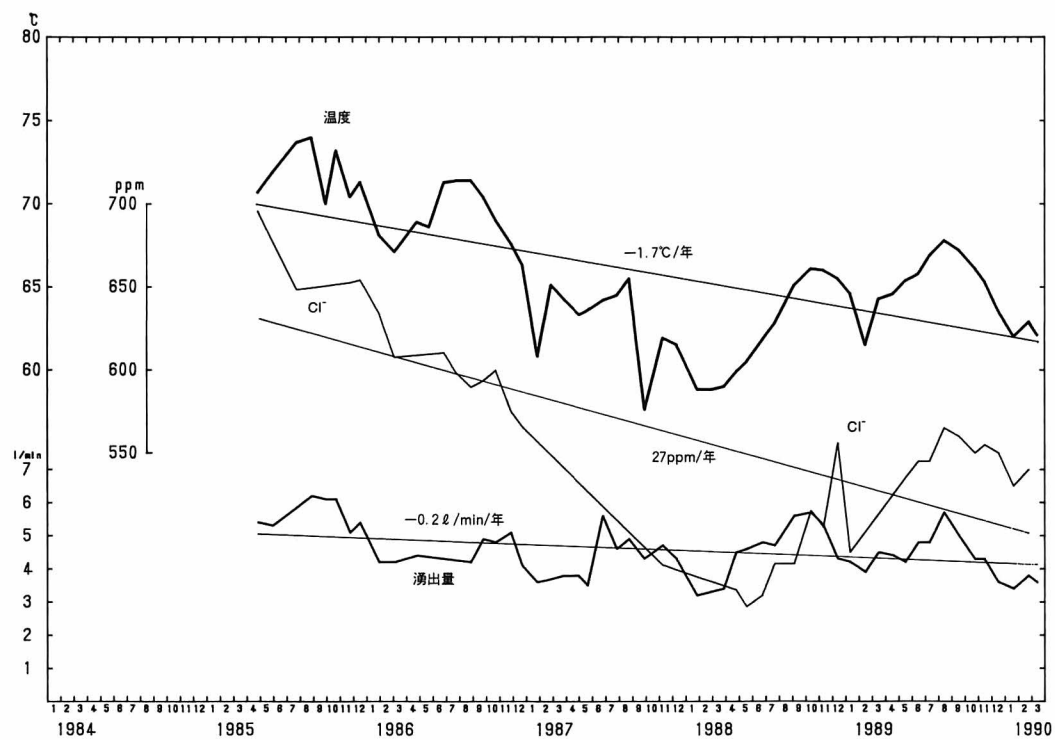


図5 元温泉村63号泉の温度、湧出量、 Cl^- 濃度

その間の湧出量は 9.1 l/min 、 2.8 l/min に減少した。その後、やや回復の傾向がみられる。 Cl^- の最高は1985(昭和60)年11月で 663.5 ppm 、最低は1988(昭和63)年5月 151 ppm であった。この源泉の Cl^- 濃度は、湧出温度が高いときに多く、温度が低いと少なくなる。この理由は湧出口と温泉水位がほぼ同じ高さにあるため、渇水期に温泉水位が低下すると、地下水が混入し、温度や Cl^- 濃度が低下すると考えられる。ただし、1985(昭和60)年以前は温泉水位が湧出口より高かったため、極端な温度低下は生じなかった。68号泉の経年変化は温度が年間 5.4°C 低下し、湧出量が年間 1.1 l/min 減少し、 Cl^- 濃度が年間 47 ppm 減少している。

元温泉村28、29号合併泉：蛇骨湧泉群で最も温度の高い温泉を湧出している源泉である。この源泉の観測は1985(昭和60)年9月から始めた。湧出口に危険な場所があるので、湧出口から約20m導いた合流槽で温度の測定を行っている。そのため湧出口では 90°C 台であるが、合流槽では 80°C 台に低下している。1986(昭和61)年中の温度と Cl^- との関係は50号泉と同様に、温度の高いときに Cl^- は少なく(685.5 ppm)、温度が下がると Cl^- は相対的に多く(756.8 ppm)になっていた。その後の1988(昭和63)年～1989(平成元)年では温度が高いときに Cl^- が多い場合が多い。28、29号合併泉の経年変化は温度が年間 0.7°C 低下し、 Cl^- 濃度が年間 28 ppm 減少していた。この源泉には地下水の混入が少ないので、地下の温泉源の経年変化を代表していると考えられる。なお、この合併泉の湧出量は測定していない(図7)。

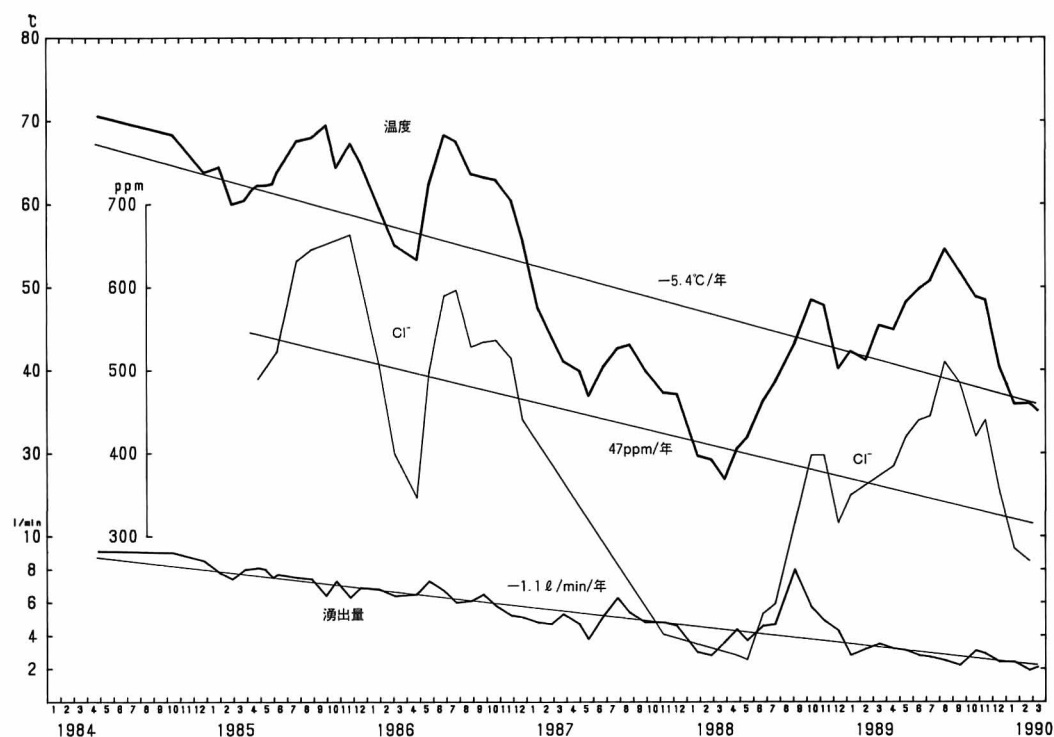


図6 元温泉村68号泉の温度、湧出量、 Cl^- 濃度

4. 2 姥 子

元箱根村4号泉（姥子湧泉）：この湧泉には岩風呂と水晶風呂の2つの湧出口がある。本調査期間中の岩風呂の最高温度は54.4℃、最低温度は38.0℃、水晶風呂の最高温度は54.6℃、最低温度は27.0℃であった。また、湧出量の最高は998ℓ/minであった（図8）。この湧泉の観測を開始した1968昭和43年当時の夏期の湧出量は3000ℓ/minにも達していた。この湧泉の湧出機構について、大山ら（1991）が報告している。それによると、地下に浸透した新しい降水量の80～90%が降雨後2～3ヶ月で湧出する。また、姥子周辺の開発により湧出量が減少し、湧出開始時期が遅れるようになった。表2、図2の降水量と図8を対応させてみると、1984（昭和59）年、1986（昭和61）年、1987（昭和62）年の降水量の少ない年は湧出期間が短く、1988（昭和63）年～1989（平成元）年は降水量が多い年で、湧出が長いことがわかる。また、1989（平成元）年のように降水量の非常に多い年でも最高1000ℓ/min 止まりで、1968（昭和43）年当時と比較して、湧出量が減少している。

元箱根村20号泉：竖型エアリフトポンプで揚湯される温泉の最高温度は54.9℃、最低温度は37.3℃であった。この源泉の特徴は、夏期に揚湯量が増加し、温度が低下する。その理由は夏期に降水量の増加により、浅層の地下水位が上昇し、源泉の水位を上昇させるためと考えられる。1984（昭和59）年からの経年変化は温度が年間0.18℃低下し、湧出量が年間0.5ℓ/min 増加している。（図9）。

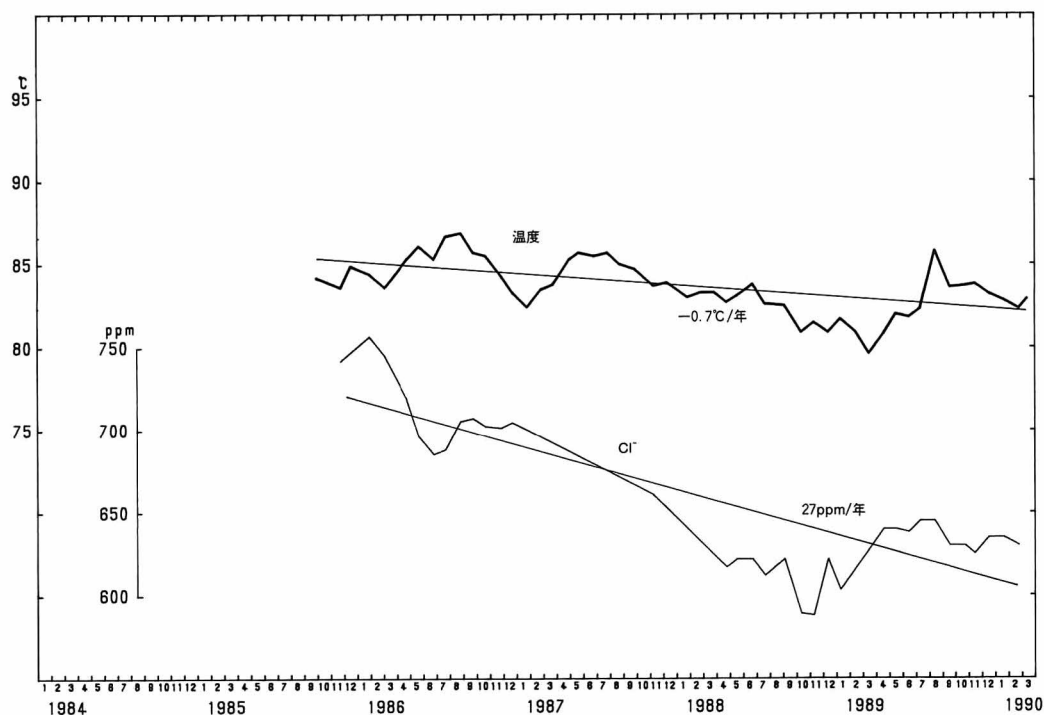


図7 元温泉村28, 29号合井泉の温度、Cl⁻濃度

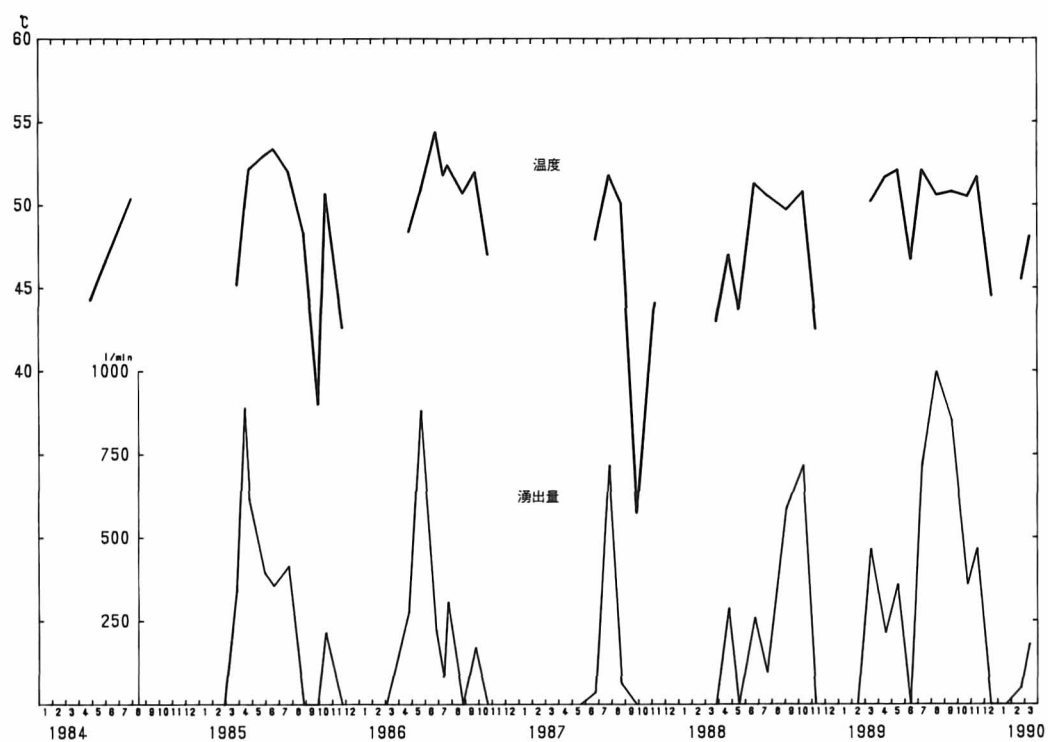


図8 元元箱根村4号泉の温度、湧出量

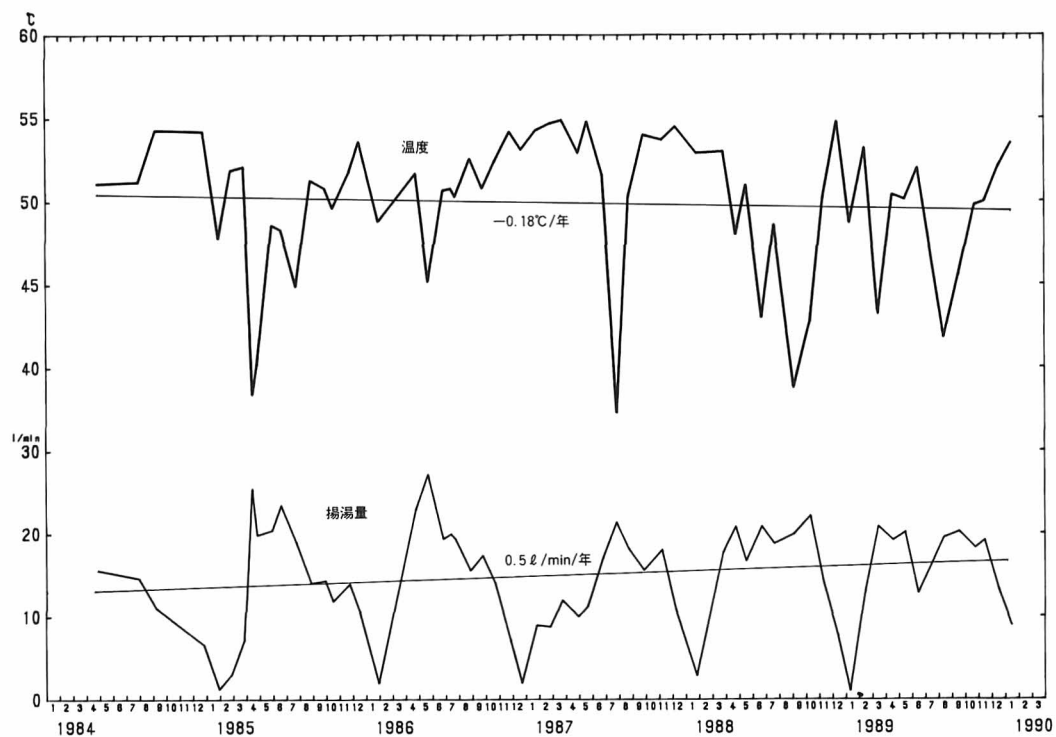


図9 元元箱根村20号泉の温度、揚湯量

4. 3 芦之湯

元芦之湯村1号泉（仙液湯）：この源泉は、古くからよく知られた湧泉である。温度は34.4～43.4℃の範囲にある。1984（昭和59）年頃は冬期に湧出を停止したが、最近は暮れから新春にかけても湧出を続けている。この源泉の1985（昭和60）年からの温度の経年変化は年間0.25℃低下している（図10）。

元芦之湯村9号泉：深さ70mの井孔からエアリフトポンプで揚湯されている。調査期間中の温度は63.9～66.8℃の範囲にあるが、1985（昭和60）年6月、7月に1.0～1.8℃上昇した。その後、温度は少しずつ上昇し、1988（昭和63）年以降は横ばいになり、平成元年からやや低下ぐみで、昭和59年（1894）の温度に戻った。この源泉の1984（昭和59）年からの温度の経年変化は年間0.03℃低下している（図10）。

5 まとめ

箱根宮ノ下の元温泉村50号泉や、底倉の蛇骨湧泉群において温度の低下、湧出量の減少、Cl⁻濃度の減少が著しい。1984（昭和59）年～1989（平成元）年の経年変化は、宮の下の元温泉村50号泉で温度が年間1.4℃低下し、湧出量が年間0.3ℓ/min 減少し、Cl⁻濃度が年間35ppm 減少している。同様

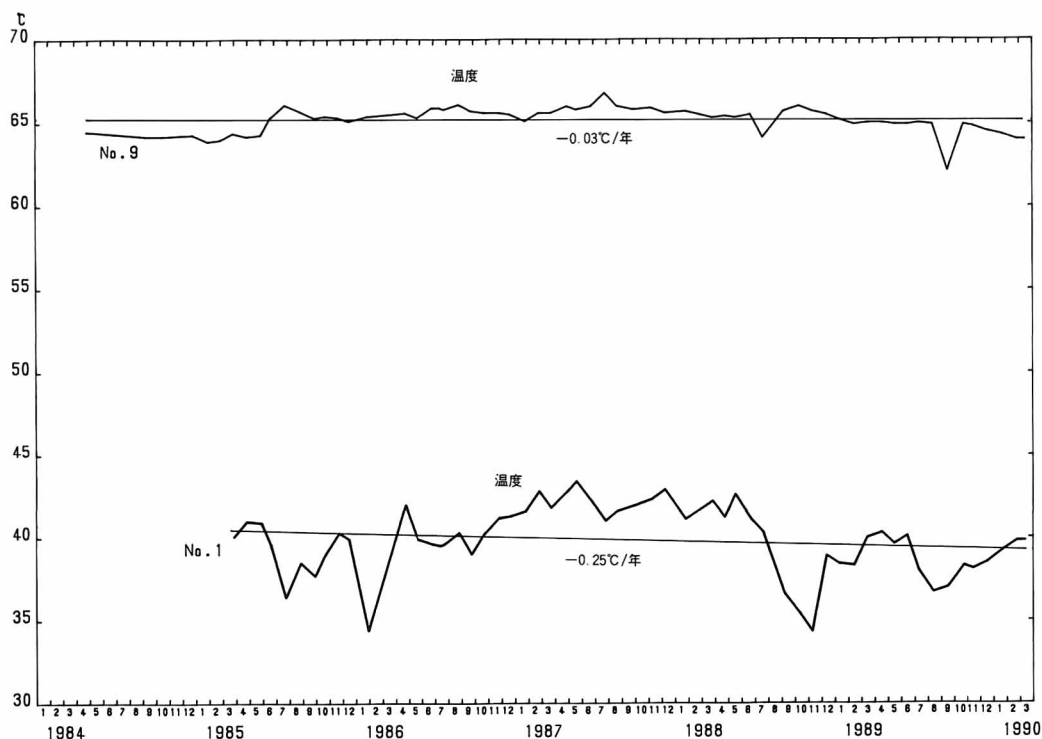


図10 元芦之湯村1号泉、9号泉の温度

表4 姥子および芦之湯の観測源泉の測定値

観測日 (年月日)	元元箱根村4号泉			元元箱根村20号泉		元芦之湯村1号泉	元芦之湯村9号泉	
	岩風呂	水晶風呂	湧出量 (ℓ/min)	温度	湧出量	温度	温度	湧出量
	温度(℃)	温度(℃)		(℃)	(ℓ/min)	(℃)	(℃)	(ℓ/min)
59. 4. 27 59. 6. 18	44.3	43.9	この日湧出なし 6月28日頃 湧出したず	51.1	15.6		64.5	
59. 8. 1 59. 9. 10 59. 10. 16 59. 12. 27	50.4	48.6		51.2 54.3 54.1	14.6 11.0 6.6	湧出なし 湧出なし 湧出なし	64.2 64.2 64.3	225
60. 1. 31 60. 2. 27 60. 3. 28 60. 4. 16 60. 4. 26 60. 5. 31 60. 6. 20 60. 7. 25 60. 8. 29 60. 9. 30 60. 10. 24 60. 11. 25 60. 12. 18		46.7		47.8 51.9 52.1 38.4 40.2 48.6 48.3 44.9 51.3 50.8 49.6 51.8 53.6	1.3 3.1 7.2 25.5 19.9 20.5 23.5 19.0 14.1 14.4 11.9 14.0 10.6	湧出なし 湧出なし 湧出なし 湧出なし 41.0 40.9 39.6 36.4 38.5 37.7 39.0 40.3 39.9	63.9 64.0 64.4 64.2 64.3 65.3 66.1 65.7 65.3 65.4 65.3	
61. 1. 31 61. 4. 25 61. 5. 23 61. 6. 26 61. 7. 14 61. 7. 24 61. 8. 28 61. 9. 25 61. 10. 23 61. 11. 27 61. 12. 23	48.4 50.9 54.4 51.8 52.4 50.7 52.0 47.0	47.4 49.7 54.6 54.2 53.4 46.9 53.1		48.8 51.7 45.2 50.7 50.8 50.3 52.6 50.8 52.4 54.2 53.1	2.0 23.0 27.2 19.4 20.0 19.4 15.6 17.4 14.1 7.2 2.0	34.4 42.0 39.9 39.6 39.5 39.6 40.3 39.0 40.2 41.2 41.3	65.4 65.6 65.3 65.9 65.9 65.8 66.1 65.7 65.6 65.6 65.5	
62. 1. 27 62. 2. 25 62. 3. 25 62. 5. 1 62. 5. 22 62. 6. 25 62. 7. 27 62. 8. 24 62. 9. 28 62. 11. 9 62. 12. 10	47.9 51.8 50.1 31.5 44.1	51.8 53.7 46.1	湧出なし 湧出なし 湧出なし 湧出なし 36 717 63 水面のみ 水面のみ 湧出なし	54.3 54.7 54.9 52.9 54.8 51.6 37.3 50.3 54.0 53.7 54.5	9.0 8.8 12.0 10.0 11.3 17.0 21.4 18.2 15.6 18.1 10.8	41.6 42.8 41.8 42.8 43.4 42.2 41.0 41.6 41.9 42.3 42.9	65.1 65.6 65.6 66.0 65.8 66.0 66.8 66.0 65.8 65.9 65.6	
63. 1. 27 63. 2. 26 63. 3. 28 63. 4. 25 63. 5. 19 63. 6. 23 63. 7. 22 63. 9. 5 63. 10. 13 63. 11. 11 63. 12. 14	43.0 47.0 43.7 51.3 50.6 49.7 50.8 42.5	32.8 48.6 41.2 51.9 52.9 49.7 27.0		52.9 53.0 48.0 51.0 43.0 48.6 38.8 42.8 50.2 54.8	2.9 17.8 20.9 16.7 20.9 18.8 20.0 22.2 14.2 7.8	41.1 42.2 41.2 42.6 41.1 40.3 36.6 35.4 34.3 38.9	65.7 65.5 65.3 65.4 65.3 65.5 64.1 65.7 66.0 65.7 65.5	
1. 1. 12 1. 2. 15 1. 3. 16 1. 4. 19 1. 5. 17 1. 6. 16 1. 7. 12 1. 8. 15 1. 9. 18 1. 10. 25 1. 11. 16 1. 12. 18	50.2 51.7 52.1 46.7 52.1 50.6 50.8 50.5 51.4 51.7 44.5	53.2 53.1 50.0 52.0 49.7 50.5 51.4 51.7		48.7 53.2 43.2 50.4 50.1 52.0 41.8 45.6 49.8 50.0 52.1	1.0 13.0 20.9 19.2 20.2 12.8 19.6 20.3 18.3 19.2 13.2	38.4 38.3 40.0 40.3 39.6 40.1 38.0 36.7 37.0 38.3 38.1 38.5	65.2 64.9 65.0 65.0 64.9 65.0 64.9 62.1 64.9 64.8 64.5	
2. 1. 17 2. 1. 22 2. 2. 23 2. 3. 14	45.5 48.1	47.5 49.7	湧出なし 湧出なし 50 180	53.5	8.9	39.2 39.8 39.8	64.3 64.0 64.0	

に、底倉の蛇骨湧泉群で温度が年間0.7～6.0℃低下し、湧出量が年間0.2～1.1 ℓ/min 減少し、Cl⁻濃度が年間27～47ppm 減少している。この周辺の温泉開発は1950（昭和25）頃から始まり、以後、1974（昭和49）年頃まで、高度経済成長とともに急速に開発が進んだ。また、地下水開発は1970（昭和45）年以降活発になりだし、昭和52年以後急激に増加した。この周辺の温泉開発と地下水開発と蛇骨湧泉の温度低下や湧出量の減少とが密接に関係していると考えられている（大山ら、1985a、1985b）。

姥子湧泉（元元箱根村4号泉）では、例年、湧出期間が短くなっている傾向がみられていたが、1988（昭和63）年～1989（平成元）年は降水量が多いこともあって温泉湧出期間が長かった。しかし、1968（昭和43）年当時の湧出量に達していない。

芦之湯の元芦之湯村9号泉の温度が1985（昭和60）年6月、7月に1.0～1.8℃上昇し、その状態が続いていたが、その後やや低下し、1894（昭和59）年当時の温度に戻った。

6 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った。

各観測井の所有者には観測の便宜をはかっていただいた。新潟大学大木靖衛教授（元温泉地学研究所長）にはご指導と励ましをいただいた。また、温泉地学研究所平野富雄所長はじめ所員の皆様には調査に協力された。

以上の方々に感謝いたします。なお、この調査は神奈川県環境部の温泉湧出機構等の調査研究費によった。

参考文献

- 粟屋 徹、平野富雄、広田 茂（1972）箱根火山における温泉成分の連続観測、1971、神奈川県温地研報告、第3巻、第1号、33-40.
- 箱根町立仙石原中学校（1989）観測年報、第40号.
- 平野富雄、伊東 博（1988）箱根温泉の温度と湧出量の観測、昭和59～61年（1984～1986）、神奈川県温地研報告、第19巻、第3号、55-78.
- 平野富雄（1989）箱根芦ノ湖の標高の不思議、神奈川県温地研報告、第20巻、第3号、25-30.
- 広田 茂、平賀士郎、河西正男（1969）箱根火山における温泉および地中温度の連続観測、1968、神奈川県温地研報告、第1巻、第7号、31-37.
- 広田 茂、平賀士郎、河西正男、小鷹滋郎、小沢 清（1970）箱根火山における温泉および地中温度の連続観測、1969、神奈川県温地研報告、第1巻、第11号、25-32.
- 広田 茂、横山尚秀、河西正男、大山正雄、小沢 清（1971）箱根火山における温泉および地中温度の連続観測、1970、神奈川県温地研報告、第2巻、第1号、21-30.

- 広田 茂、栗屋 徹 (1972) 箱根火山における温泉および地中温度の連続観測、1971、神奈川県温地研報告、第3巻、第1号、25-32.
- 広田 茂、栗屋 徹 (1973) 箱根火山における泉温および水位の連続観測、昭和47年 (1972)、神奈川県温地研報告、第4巻、第1号、23-32.
- 広田 茂、小鷹滋郎 (1974) 箱根火山における泉温および水位の連続観測、昭和48年 (1973)、神奈川県温地研報告、第5巻、第1号、15-22.
- 広田 茂、小鷹滋郎 (1975) 箱根火山における泉温および水位の連続観測、昭和49年 (1974)、神奈川県温地研報告、第6巻、第2号、79-86.
- 広田 茂、小鷹滋郎 (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)、神奈川県温地研報告、第7巻、第1号、19-26.
- 広田 茂、小鷹滋郎 (1977) 箱根火山における泉温および水位の連続観測、昭和51年 (1976)、神奈川県温地研報告、第8巻、第1号、17-26.
- 広田 茂 (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)、神奈川県温地研報告、第10巻、第2号、37-40.
- 大木靖衛、荻野喜作、平野富雄、広田 茂、大口健志、守矢正則 (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、神奈川県温地研報告、第1巻、第6号、1-20.
- 大木靖衛、平野富雄 (1970) 箱根火山の温泉、箱根町集団施設地区計画調査報告書、140-164.
- 大山正雄、広田 茂、杉山茂夫 (1980) 箱根火山における温泉の温度、昭和53～54年 (1978～1979)、神奈川県温地研報告、第12巻、第2号、11-18.
- 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)、神奈川県温地研報告、第13巻、第5号、27-38.
- 大山正雄、伊東 博、大木靖衛 (1985a) 箱根温泉の温度と湧出量の観測、昭和57～58年 (1982～1983)、神奈川県温地研報告、第16巻、第5号、41-52.
- 大山正雄、久保寺公正、小鷹滋郎、伊東 博、迫 茂樹 (1985b) 箱根火山中央火口丘東麓の温泉水位、神奈川県温地研報告、第16巻、第5号、53-62.
- 大山正雄、平野富雄、大木靖衛 (1991) 箱根姥子温泉の湧出量の変化、神奈川県温地研報告、第22巻、第3号、1-26.



写真1 元元箱根村4号泉（姥子湧泉）の温泉が滝のように流れ込んでいる秀明館の庭の池。ここは箱根の観光名所となっている。

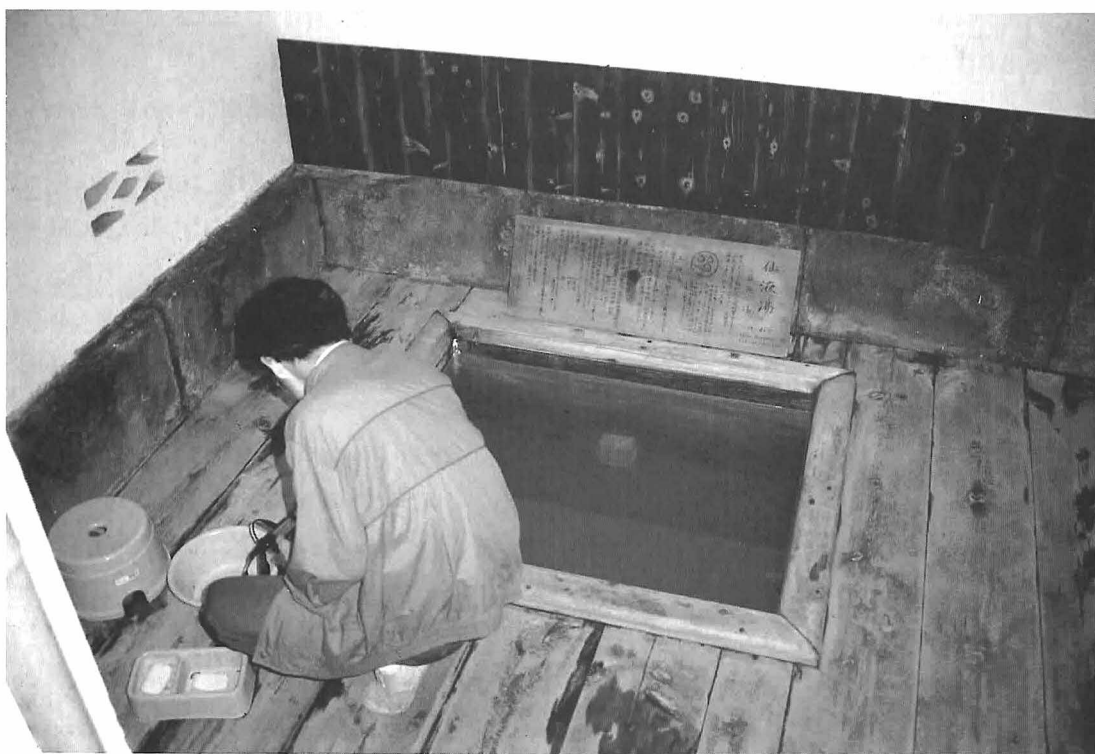


写真2 元芦之湯村1号泉（仙液湯）の湧出地。温泉は浴槽の各所から湧出している。