

箱根温泉の温度と湧出量の観測

昭和59～61年 (1984～1986)

平野富雄、伊東 博

神奈川県温泉地学研究所*

Monitoring of Temperature and Discharge of Thermal Waters in Hakone Volcano,

(1984～1986)

by

Tomio HIRANO and Hiroshi ITO

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

Hakone, Kanagawa

(Abstract)

Temperature and discharge of thermal waters in the Hakone volcano has been periodically observed since 1967. The present report provides the fluctuation of temperature and discharge of thermal waters at 10 stations, 7 of hot springs, 3 of thermal waters discharged from wells, 1984～1986. The high temperature anomaly of thermal waters happened in the eastern flank of Kamiyama since 1967, keeping at that temperature for about 10 years.

Temperature of the Sokokura hot springs at the eastern end of the high temperature stream (Zone III) had been dropped down since 1977 and now returns to the same level before anomalous temperature appeared. During 1985 and 1986, the orifice temperature and discharge of Sokokura hot springs decreased by 2～11℃ and 0.3～1.2 ℓ/min in a year. It is thought that over pumping of thermal water and cold groundwater in Kowakudani, Ninotaira and Miyanoshita area, eastern flank of Kamiyama caused decreasing of water level. The orifice temperature of Hakone thermal waters was not affected by the 1986 eruption of Izu-Oshima volcano.

*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19巻、第3号、55-78、1988.

1 はじめに

箱根火山中央火口丘神山の東斜面の温泉は昭和42年（1967）5月に温度が急に20℃も上昇するとい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、それらの季節変化や経年的変化および火山活動との関係などを調査している。

今までに何人もの人々が観測を引き継いできたが、それら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）や大山ら（1980、1982、1985a）の報告書にまとめられている。温泉の異常高温現象は昭和52年（1977）頃まで続き、以後しだいに温度が下がりだし異常高温現象前の状態に復しだした。

この報告書は昭和59～61年（1984～1986）の調査結果をまとめたものである。

2 温泉観測井

温泉観測井は神山を囲むように選んである（表1、図1）。

箱根湯本：箱根湯本の9号泉（総湯）は箱根火山の基盤岩類中から湧出する温泉である（第IVb帯の温泉、大木、平野、1970）。

底倉、宮ノ下：底倉の蛇骨湧泉群や宮ノ下の湧泉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、底倉

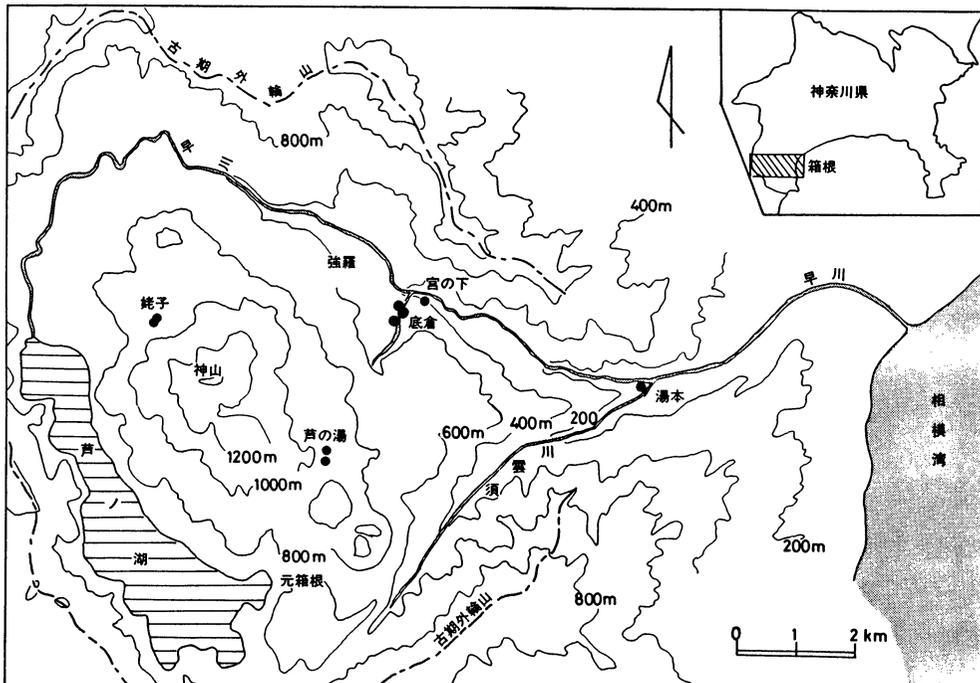


図1 箱根温泉の観測位置

表1 観測源泉

温泉地	源泉	湧出地	標高	井孔	湧出状況
湯本	元湯本町9号	箱根町湯本649	100m	竖穴5m	タービンポンプ
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
宮ノ下	元温泉村50号	〃底倉字上の山364	415m	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	〃芦之湯字芦荊	852m	湧泉	自然湧出
芦之湯	元芦之湯村9号	〃芦之湯字芦荊73	865m	深さ70m	エアリフトポンプ

や宮ノ下はその一つの流れの末端に位置している。

ここでは蛇骨湧泉群の元温泉村68号泉と宮ノ下の元温泉村50号泉の調査を当初から引続き行っている。蛇骨湧泉群の元温泉村18号泉の観測を昭和49年（1974）から続けてきたが、昭和59年（1984）末頃から湧出量や温度が不安定になりだし、翌60年（1985）に温度が50℃以下に低下した。この湧泉は亀張りと言う方法で温泉を集めているので、その内部に崩壊が起きていると考えられた。昭和60年（1985）4月に亀張りが改修されたが、湧出口での観測が容易にできなくなったので、観測井をこの源泉から約10m西側に位置する元温泉村62、63号泉に移して調査を続け、元温泉村18号泉の調査は昭和60年（1985）10月で中止した。

この調査の開始当時から昭和50年（1975）まで測定し、その後中断していた蛇骨湧泉群の元温泉村28、29合併泉の温度等を昭和60年（1985）の半ばから再び調べた。

姥子：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、水路に四角堰をもうけて流量を測定している。

かつての秀明館は湯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、弱酸性の重炭酸塩硫酸塩泉（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号泉を調査している。

なお、温度の測定は山武ハネウエル製ハンディテンプ（YN100B）温度計または45cm棒状水銀温度計

(1/10℃) を用いて行った。これらの温度計は基準温度計を用いて毎年1回更正している。

3 温泉に関する特記事項

昭和59年(1984)：この年は例年になく降水量が少なく、仙石原中学校観測所における降水量は1814.1mm/年で、昭和25年(1950)以降の36年間で最少の記録になっている(図2)。芦ノ湖の水位が著しく下がり、箱根用水の取水も一時は中止された。また箱根温泉供給株式会社は水不足のため一時造成温泉の給湯制限を実施した。

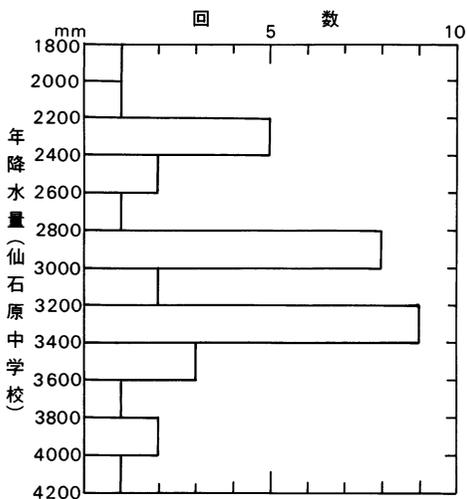


図2 仙石原中学校における年降水量 (昭和25～60年)

昭和61年(1986)：環境庁は7月14日、温泉の飲用に伴う公衆衛生上の安全確保を図る見地から温泉利用基準の一部を改正した。国の通知にもとづいて県衛生部環境衛生課は温泉の飲用許可に関する第1回検討会を10月3日に開いた。

昭和60年(1985)6月から検討を続けてきた箱根町温泉地下水利用研究会(箱根町企画課、温泉地学研究所、小田原保健所温泉課)の最終報告書が11月に出来上り公表された。

11月15日、伊豆大島三原山が山頂噴火を始め、21日に三原山北斜面とカルデラ床で割れ目噴火を起こした。安永6年(1777)以来二百余年ぶりと言われる大噴火に人々は活火山の驚異を感じた。

長年の懸案であった温泉水位の連続観測装置の設置が「温泉保護対策施設整備事業」として先ず箱根湯本と湯河原に各1箇所認められ、昭和62年度(1987)から実施されることになった。蒸気井の取扱に関して、ようやく「蒸気井掘削等の取扱要領(案)」が出来上り第215回温泉審議会(昭和62年2月10日)で承認されたので、昭和62年度(1987)から施行されるはこびとなった。

4 箱根火山の地震活動

図3(伊東、平賀、未発表)は神奈川県が箱根火山の地震調査を始めた昭和35年(1960)以降の記録

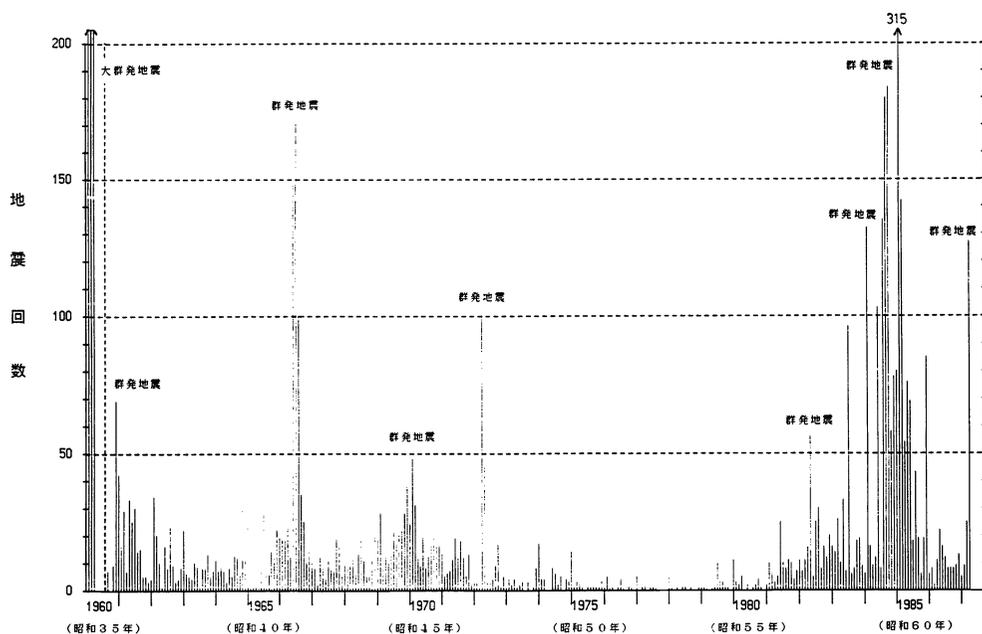


図3 箱根火山の地震活動（伊東、平賀、未発表）

をまとめたものである。昭和35～47年（1960～1972）の間と昭和48～55年（1973～1980）の間は地震の月別発生回数が明らかに異なっている。昭和48年（1973）以降、箱根火山の地震活動は弱まっていたが（平賀、1987）、昭和56年（1981）から地震回数が増えだし昭和59～60年（1984～1985）の群発地震は温泉の異常高温現象をもたらした昭和41年（1966）の群発地震よりも活発であった。

5 降水量

箱根地域では数多くの観測点で降水量が観測されている（大山、1987）。現在、神奈川県気象月報に載せられている箱根の降水量は芦之湯観測点だけである。仙石原中学校では生徒が昭和25年（1950）から気象観測を続けており、同校から毎年発行される気象年報はこの地域で大変高く評価されている。神奈川県土木部が毎年発行する神奈川県管理水位・雨量観測年表には仙石原、元箱根、明神岳、屏風山の降水量が載せられている。その外に大涌谷のロープウエー駅や箱根町立大涌谷自然科学館などでも降水量の観測を続けている。今まで温泉の湧出状況の調査は、これらの観測点の降水量を用いて行ってきた。

図5などに示した本調査期間中の降水量は昭和59、60年（1984、1985）が仙石原中学校の観測値を、また昭和61年（1986）は神奈川県土木部の仙石原観測点の記録を用いた。

昭和59年（1984）の年降水量	仙石原（仙石原中学校）	1841.4mm
昭和60年（1985）の年降水量	仙石原（仙石原中学校）	3282.1mm
昭和61年（1986）の年降水量	仙石原（神奈川県土木部）	2429.0mm

なお、仙石原中学の年降水量を基準にすると大涌谷や芦之湯などの年降水量は図4のような関係にな

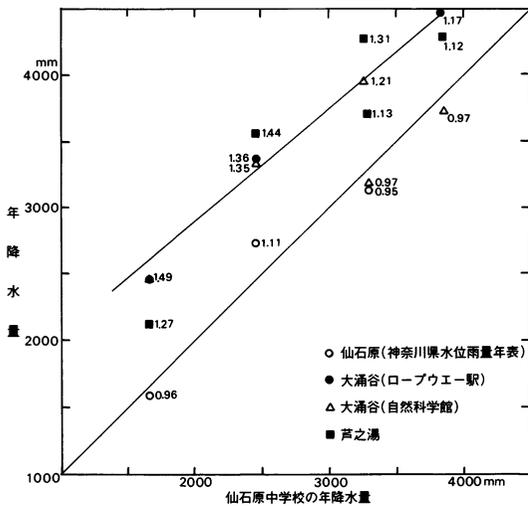


図4 仙石原中学校を基準にした年降水量の比較、図中の数字は倍率を示す

る。大涌谷や芦之湯の年降水量は仙石原のおよそ1.12~1.49倍で、年降水量が多いほどその倍率は小さくなる。

6 観測結果

箱根湯本

表2、図5は元湯本町9号泉(総湯)の温度観測結果である。この温泉は湯坂山の東端に位置し、直径2m、深さ5mの竖穴から渦巻ポンプで揚湯されている。通常この源泉の揚湯量は650ℓ/minに達し、湯本・塔の沢地域の全揚湯量の約8%をしめている。この9号泉の揚湯量は大変多いが、浅層地下水の寄与が著しい源泉である(平野ら、1974、1986)。

この源泉の温度は昭和55年(1980)以降38℃を上下し、40℃を上回るとはほとんどなかったが(大山ら、1985)、昭和60年(1985)12月に40.5℃、昭和61年(1986)1月には40.8℃に上昇した。昭和61年(1986)2月26日、この源泉を利用している和泉館の下田昌男氏より小田原保健所温泉課に「第9号泉の水位が極端に低下し、揚湯が不可能になった。近くの建築現場で水を汲み揚げており、これが原因と思われる。」と言う連絡が入った。ただちに小田原保健所温泉課員を中心に温泉地学研究所員等が現地調査を行い、第9号泉への影響を阻止するための措置がとられた。これら一連の経過については「保養所建設に伴う湯本第9号泉への影響について、昭和61年6月26日、小田原保健所温泉課」にまとめられている。

2月26日以降、この源泉の揚湯量は70~80ℓ/minに減少し4月4日まで続いた。水位はこの間ほぼ

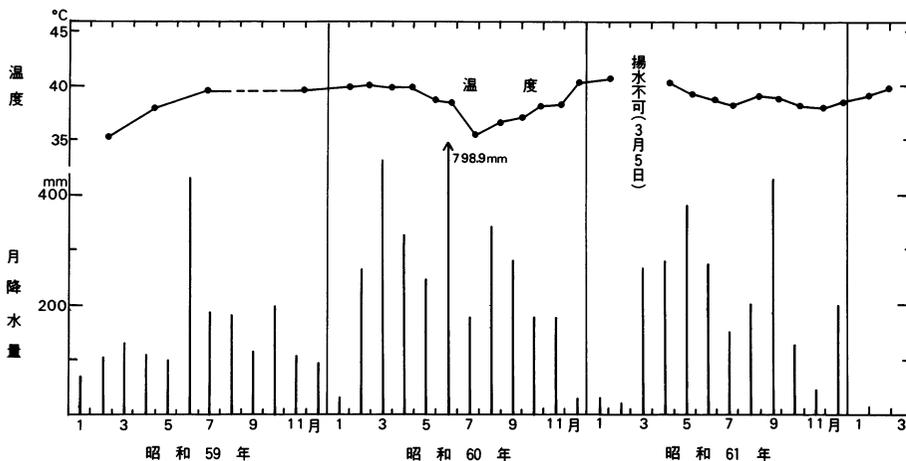


図5 元湯本町9号泉(湯本)の観測結果(降水量は仙石原中学校)

3～4 mであったが、3月30日頃2 mあたりまで回復したので、吐出口のバルブを調節して4月5日に揚湯量を196 l/minに増し、4月10日には約300 l/minまで回復した。この間に何回か温泉を採取し、そのCl⁻（塩素イオン）を分析した（表2）。

昭和40年（1965）以降、この源泉の温度が40℃以下の時のCl⁻は107～116ppmの範囲にあったが、昭和61年（1986）3月5日は温度が36.0℃で低いがCl⁻は163.9ppmに増加していた。これは33年

表2 元湯本町9号泉（湯本）

観測日 (昭和.年月日)	温度 (℃)	揚湯量 (l/min)	Cl ⁻ (ppm)	備考
59.4.27	38.0	470		
59.7.12	39.6			
59.12.27	39.6			
60.1.31	40.0		133.9	
60.2.27	40.1			
60.3.28	39.9			
60.4.26	39.9			
60.5.31	38.8			
60.6.20	38.6			
60.7.25	35.7			
60.8.29	36.8			
60.9.30	37.2			
60.10.24	38.3			
60.11.25	38.4			
60.12.18	40.5			
61.1.31	40.8	81 540 491 (⁴⁹¹ _{6月19日})	163.9 133.6 123.4 115.7 121.6	動水位3.37 m 動水位4.22 m 動水位4.20 m
61.3.5	36.0			
61.4.25	40.4			
61.4.26				
61.5.23	39.4			
61.6.26	38.9			
61.7.24	38.4			
61.8.28	39.2			
61.9.25	39.0			
61.10.23	38.3			
61.11.27	38.1			
61.12.23	38.7			
62.1.27	39.2			
62.2.25	39.9			

表3 元湯本町9号泉（湯本）の温度、揚湯量、塩素イオン(Cl⁻)

採水年	温度	揚湯量	Cl ⁻
大正10年	52.0℃	52.5 l/min	181. ppm
昭和33年	44.4	330～651	160.5
昭和44年	34.7	—	107.
昭和45年	37.3	509	116.
昭和55年	37.6	600	112.

和61年（1986）3月5日は温度が36.0℃で低いがCl⁻は163.9ppmに増加していた。これは33年（1958）当時に温度が44.4℃あった温泉とほぼ同じCl⁻の溶存量である（表3）。この源泉から約90 m離れた工事現場で60年（1985）11月下旬から浅い地下水を大量（4000 l/minと見積られている）に揚水したために、9号泉への地下水の補給が断たれて今回の枯湯騒ぎが起きたのである。

今まで、温泉源の枯湯現象は

1. 溶存成分の減少
2. 温度の低下
3. 揚湯量の減少

として現れると言われてきた（平野ら、1976、1977）。9号泉のように浅層地下水が大きく温泉源に寄与している場合には

1. 溶存成分の増加
2. 温度のわずかな上昇
3. 揚湯量の減少

も温泉源の枯湯を示すことが解った。

底倉、宮ノ下

元温泉村68号泉、28、29号合併泉、62号泉、63号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。

それぞれの観測位置での温度はおおよそ次の通

りである (表4)。

元温泉村68号泉	55~70℃
元温泉村62号泉	70~80℃
元温泉村63号泉	60~70℃
元温泉村28、29号合併泉	85℃以上

元温泉村68号泉：3年間の湧出状況を図6-1に示した。最高温度は昭和60年(1985)が69.5℃、昭和61年(1986)が68.3℃、最低温度は昭和60年(1985)が60.4℃、昭和61年(1986)が53.3℃で昭和62年(1987)2月には44.0℃まで下がっている。この間の湧出量は最高が9.1ℓ/min、最低は4.7ℓ/minである。昭和60年(1985)の半ばから分析試料を採取してCl⁻を分析した。Cl⁻は湧出温度が高いときに多く、温度が低いと少なくなる。この源泉の温度とCl⁻の関係は、後に述べる62号泉など他の蛇骨湧泉とは異なっている。本調査期間中のCl⁻の最高は663.5ppm、最低は347.1ppmであった。

湧泉は降水の影響を受けて季節的な変化を繰り返しているが、温度、湧出量、Cl⁻のそれぞれの年毎の最低点をむすんで経年変化を比較すると年当たり温度は11℃低下し、湧出量は1.2ℓ/min減少し、Cl⁻は135ppm減少している。

図7は68号泉の昭和38年(1963)以降の湧出状況である。異常高温現象前の昭和38年(1963)は温度が70.5℃であったが、異常高温現象時には最高92℃まで上昇した。昭和44年(1969)は温度86.6℃で

表4 底倉および宮ノ下の観測源泉

観測日 (昭和、年月日)	元温泉村50号泉			元温泉村18号泉			元温泉村62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			56.6	2.1				
59. 10. 16	74.0	16.		58.1	2.0				
59. 12. 27	72.6			54.1~65.1	0.9~2.2				
60. 1. 31	72.0	14.0		49.2	1.8				
60. 2. 27	72.6	14.8		43.9~50.4	1.4				
60. 3. 28	73.3	17.8	684.5	42.6	4.1				
60. 4. 16									
60. 4. 26	73.3	17.4	672.6	47.9~50.5	6.6	446.4	79.5	3.2	635.8
60. 5. 13									
60. 5. 31	73.1	14.6	651.5	48.7	3.0		80.6	3.0	
60. 6. 10	73.3	14.5							
60. 7. 25	74.5	16.8	643.4	61.6	4.6	517.8	80.3	2.8	688.5
60. 8. 29	73.6	16.3		72.3~76.2	10.6	586.1	80.3	2.5	697.8
60. 9. 30	72.7	16.4		69.4	10.5		78.2	2.8	
60. 10. 18	72.4	15.8	633.9						
60. 10. 24				57.7	3.0		78.9	2.8	
60. 11. 25	71.6	14.9	634.1				77.0	2.7	704.4
60. 12. 18	71.6	14.4					77.1	2.6	708.4
61. 1. 31	70.1	13.5					75.9	2.5	712.5
61. 3. 5	69.4	12.7	643.8				72.6	2.3	698.4
61. 4. 25	72.3	15.0	647.0				73.8	2.3	
61. 5. 23	73.3	17.0					77.7	3.2	647.8
61. 6. 26	73.3	15.4	633.3				78.1	3.0	639.6
61. 7. 24	72.6	14.3	626.3				78.7	2.9	642.2
61. 8. 28	72.5	14.3	608.4				77.3	2.3	652.7
61. 9. 25	72.3	14.6	600.5				76.0	2.6	646.0
61. 10. 23	71.6	15.4	607.0				73.5	2.4	651.5
61. 11. 27	69.8	12.8	609.4				71.5	2.5	645.6
61. 12. 23	68.1	11.5	600.9				70.2	2.1	650.7
62. 1. 27	68.2	11.8					69.7	2.2	
62. 2. 25	67.7	11.5					66.7	2.0	

Cl⁻は1160ppmであったが、昭和60年（1985）は65.2℃迄温度は下がりCl⁻は646ppmとなった。昭和61年（1986）の4月は温度が53.3℃まで下がり、その時のCl⁻は347.1ppmであった。

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いる。62号泉の湧出量は2～3ℓ/minで63号泉より少なく、温度は66.7～80.6℃で63号泉より4～9℃高いという違いはあるが、湧出状況は互いによくにている（図6-2、6-3）。18号泉の代替として観測を始めて2年にも満たないが、この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月末から4月にかけて湧出量が減少し温度も低くなる。68号泉と同様に年毎の最低点をむすんで経年変化を調べると、62号泉は年当り温度が6.5℃下がり湧出量は0.31ℓ/min減少している。また、63号泉は温度が4.2℃低下し湧出量は0.5ℓ/min減少している。

Cl⁻の溶存量は63号泉で明らかなように経年的に減少している。年周期で見ると湧出量が多く温度の高い夏期にCl⁻は相対的に減少し、冬期には増加する。

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。昭和61年（1986）11月27日における湧出口での温度は95.5～98.9℃であったが樋で約20m導いた合流槽では84.3℃に下がっていた。合流槽から滝壺わきの湧出口にいたる足場が大変悪いので、温度の測定は合流槽で行っている。温度とCl⁻との関係は62号泉などと同様に、温度の高いときにCl⁻は少なく、温度が下がるとCl⁻は相対的に多くなる。なお、この合併泉の湧出量は測定していない（図6-4）。

元温泉村63号泉			元温泉村68号泉			元温泉村28・29号合併泉			備 考
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)	
			70.6 68.3 63.8	9.1 9.0 8.5					
			64.5 60.4 60.5 61.9 62.3 62.3 62.5 63.8 67.6 68.0 69.5	7.8 7.4 8.0 8.1 8.0 7.5 7.7 7.5 7.4 6.4	490.0 523.1 631.9 645.6				
70.7 71.9 73.7 74.0 70.0 73.2 70.4 71.3	5.4 5.3 6.2 6.1 6.0 5.1 5.4	695.5 648.4 652.7 654.3	66.4 67.3 65.1	7.3 6.3 6.9	663.5	84.2 83.6 84.9		742.1	
68.1 67.1 68.9 69.6 71.3 71.4 71.4 70.4 69.0 67.6 66.3	4.2 4.2 4.4 オテ台 ⁻ オテ台 ⁻ オテ台 ⁻ 4.2 4.9 4.8 5.1 4.1	633.9 607.6 610.4 598.5 589.7 593.7 599.9 575.0 565.6	59.5 55.1 53.3 62.4 68.3 67.5 63.6 63.2 62.9 60.4 55.7	6.8 6.4 6.5 7.3 6.7 6.0 6.1 6.5 5.8 5.2 5.1	505.9 399.4 347.1 497.7 590.1 597.1 528.1 534.1 536.1 514.2 440.7	84.4 83.6 85.3 86.1 85.3 86.7 86.9 85.7 85.5 84.3 83.3		756.8 745.3 719.5 696.4 685.5 688.5 705.8 707.4 702.4 701.4 704.8	
60.8 65.1	3.6 3.7		47.9 44.0	4.8 4.7		82.4 83.5			

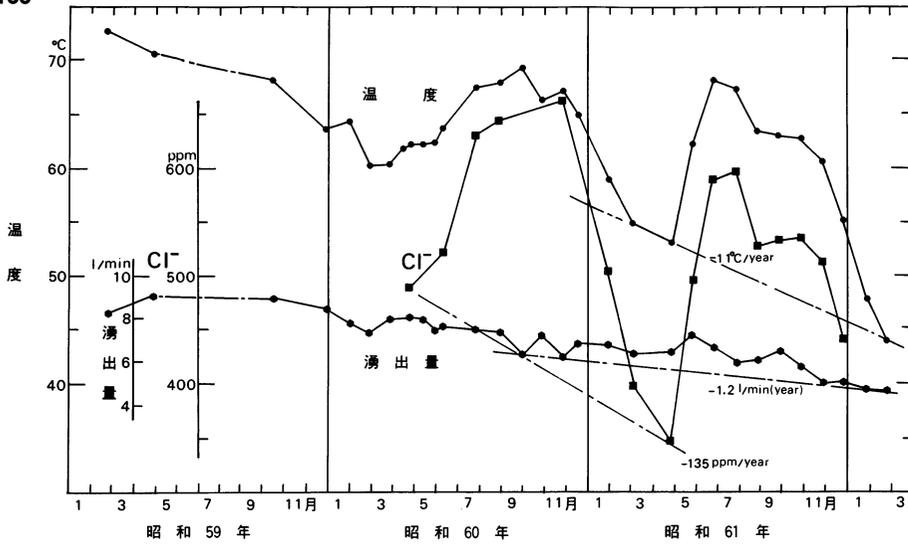


図6-1 元温泉村68号泉(底倉)の観測結果

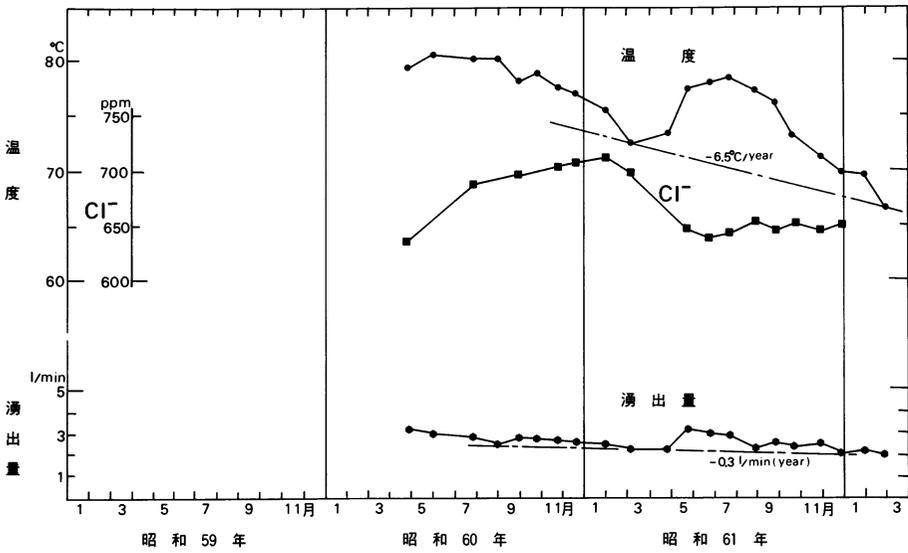


図6-2 元温泉村62号泉(底倉)の観測結果

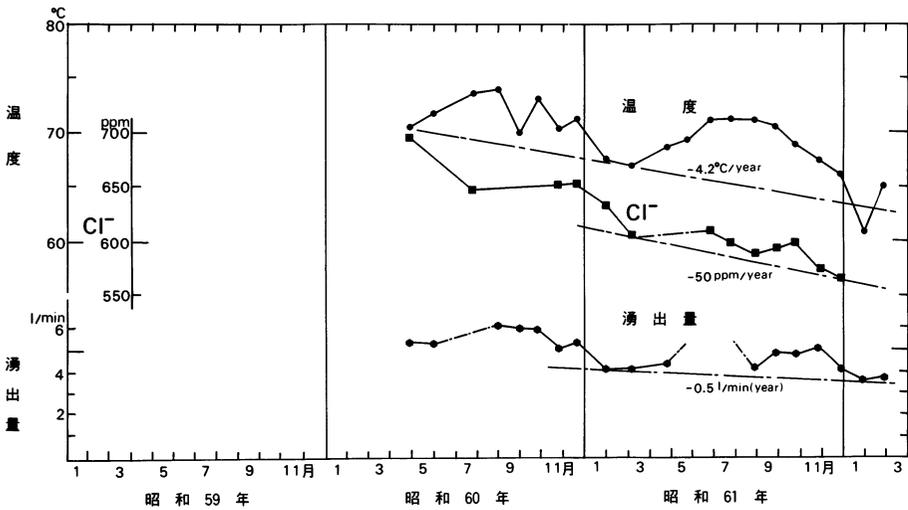


図6-3 元温泉村63号泉(底倉)の観測結果

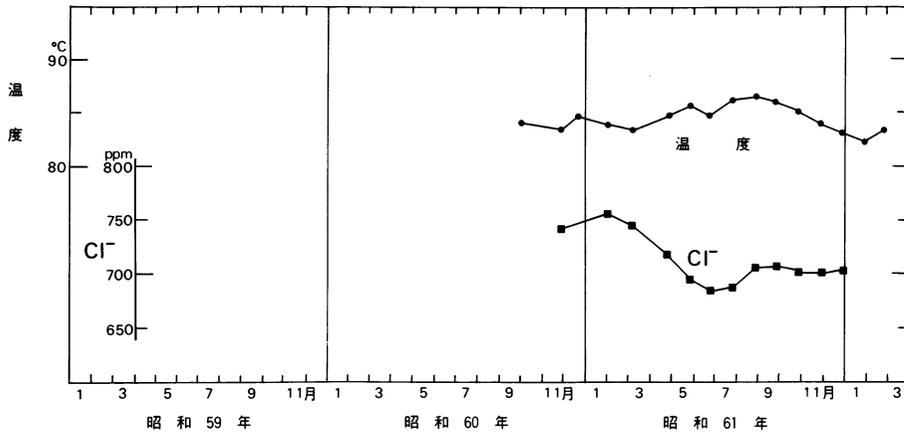


図6-4 元温泉村
28、29号
合併泉(底
倉)の観
測結果

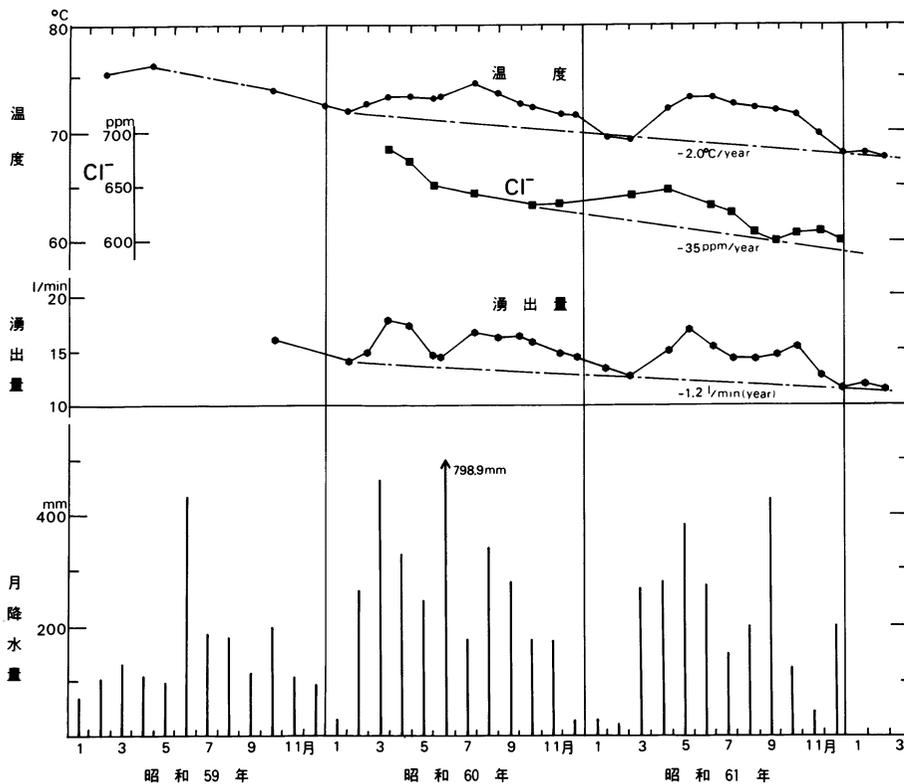


図6-5 元温泉村
50号泉(宮
ノ下)の
観測結果
(降水量
は仙石原
中学校)

元温泉村50号泉：この源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。湧出口の標高は415mである（表4）。調査期間中の最高温度は76.2℃、最低温度は67.7℃（11.5 l/min）で湧出量の多いときほど温度が高くなる傾向がある。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のは62、63号泉や28、29合併泉と同じである（図6-5）。

昭和60～61年（1985～1986）の2年間の平均を取ると、この源泉は年当たり温度が2℃低下し、湧出量は1.2 l/min、Cl⁻は35ppm減少している。

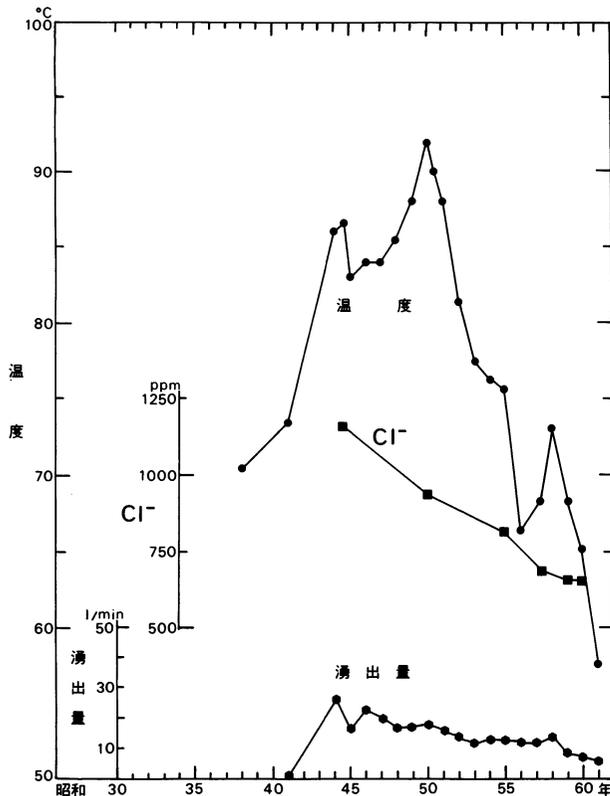


図7 元温泉村68号泉の湧出状況 (昭和38～61年)

最低温度は38.4℃であった。20号泉の温度や揚湯量は井孔の水位により変動する。降水量が増し自然湧泉の湧出量が増す夏期は温度が低く揚湯量が多いが、冬期は温度が高く、揚湯量は少ない (図8)。

芦之湯

元芦之湯村1号泉 (仙液湯)：古くからの湧泉である。温度は36.4～42.8℃の範囲にある。例年は冬期に湧出を停止するが、昭和61年 (1986) の暮れから昭和62年 (1987) の新春にかけては湧出を続けた (図9)。

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63.9～66.1℃の範囲にあるが昭和60年 (1985) 6月以降は64℃以下になることはなく、温度は少しずつ上昇し約0.5℃高くなった。昭和60、61年 (1985、1986) のいずれも夏期の7月あるいは8月に温度が66.1℃になり、1年の周期で見ると温度は夏期に上がり、冬期に下がるという変化をしている。なお、芦之湯の2源泉は湧出量を測定していない。

7 伊豆大島三原山の噴火と小涌谷～蛇骨湧泉群周辺の温泉

姥子

元元箱根村4号泉 (姥子湧泉)：ここ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30.0℃であった。また、湧出量の最高は910 l/minであった (図8)。

この湧泉の観測を開始した昭和43年 (1968) 当時の夏期の湧出量は3000 l/minにも達した。昭和61年 (1986) 8月、例年この頃は古くからなじみの湯治客でこの温泉は賑わうのだが、降水量が少ないこともあって温泉の湧出が止まってしまった。近年この湧泉の湧出期間が以前にくらべて大変短くなっている傾向がみられる。このことに関しては今までの約20年間の資料をまとめて別に検討したい。

元元箱根村20号泉：小型エアリフトポンプで揚湯される温泉の最高温度は54.7℃、

昭和61年（1986）11月15日に噴火した伊豆大島三原山の火山活動と箱根温泉との関係に興味を持たれたが、定期的観測を続けている源泉の温度や湧出量には特別な変化は見られなかった。小田原保健所温泉課は例年10～11月に箱根中央火口丘周辺の温泉の調査を行っているので、その昭和60年（1985）と昭和61年（1986）の調査資料により小涌谷～蛇骨湧泉群周辺の温泉（元温泉村温泉台帳に登録されている源泉）の温度変化を調べてみた（小田原保健所、1986、1987）。この地域には自然湧泉とポンプで揚湯

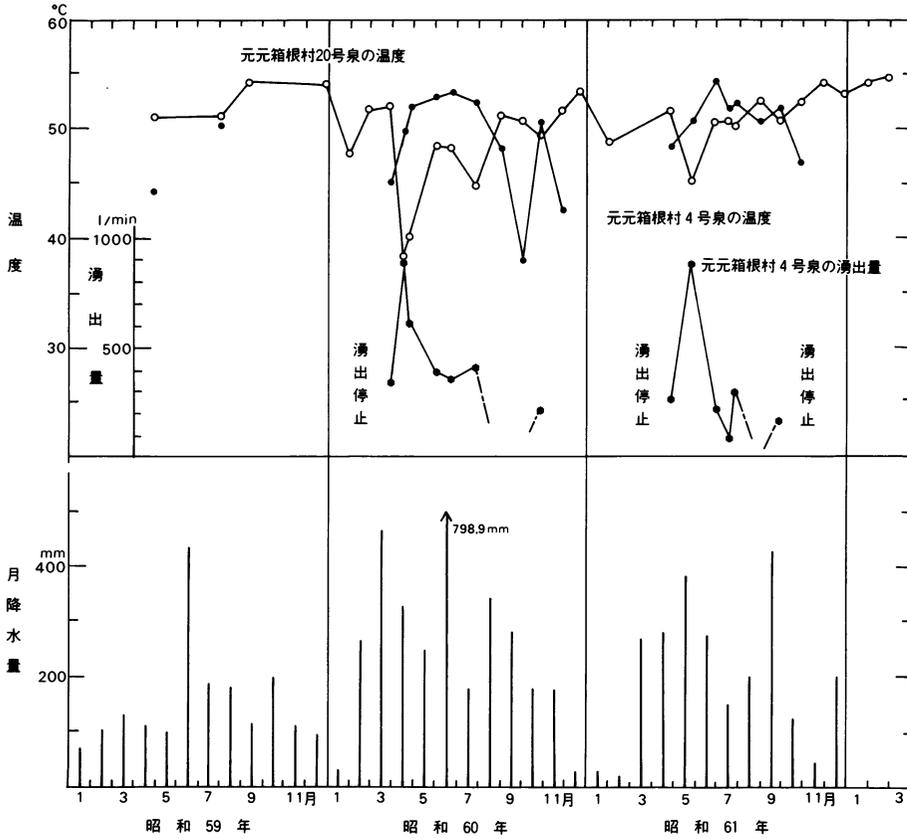


図8 元箱根村4号泉、20号泉(姥子)の観測結果 (降水量は仙石原中学校)

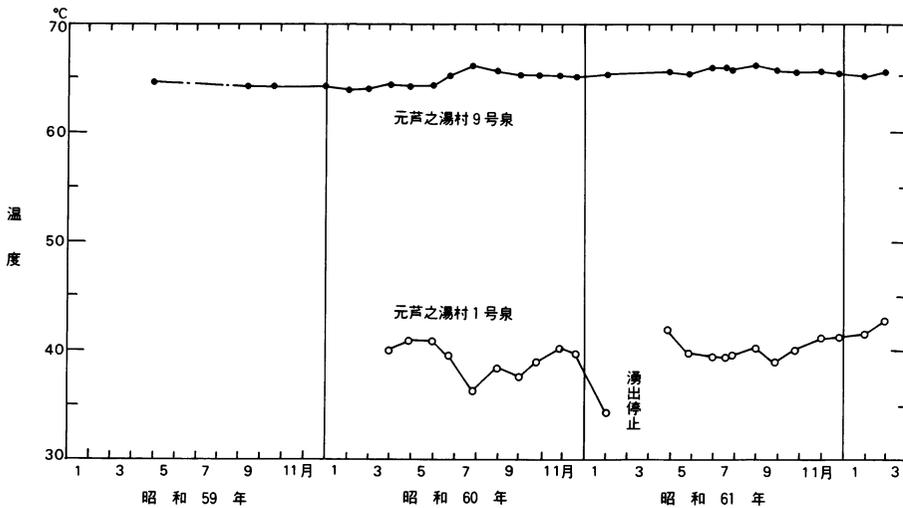


図9 元芦之湯村1号泉、9号泉(芦之湯)の観測結果

表5 姥子および芦之湯の観測源泉

観測日 (昭和、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		備考
	岩風呂	水晶風呂	湧出量 (ℓ/min)	温度	湧出量 (ℓ/min)	温度 (℃)	温度 (℃)	湧出量 (ℓ/min)	
	温度(℃)	温度(℃)		温度 (℃)					
59.4.27 59.6.18	44.3	43.9	この日湧出 なし 6月28日頃 湧出しだす	51.1	15.6		64.5		
59.8.1 59.9.10 59.10.16 59.12.27	50.4	48.6		湧出なし 湧出なし 湧出なし	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		湧出なし 湧出なし 340 890 615 395 355 415 水面のみ 水面のみ 215 水面のみ 湧出なし	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 40.1 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 65.1	
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		湧出なし 277 882 221 82 307 水面のみ 170 水面のみ 湧出なし 湧出なし	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			湧出なし 湧出なし	54.3 54.7	9.0 8.8	41.6 42.8	65.1 65.6		

する動力泉とが有るので、これらを分けて図10、11を描いた。なお、温度変化を調べたものは温度50℃以上の源泉である（表6）。

自然湧泉：温度50℃以上で2年間の比較が出来たものは16源泉であった。この調査では温度90℃以上のものは測定されていない。温度が上昇したものは16源泉中3源泉だけであった。

動力泉：温度50℃以上で比較できたものは34源泉である。温度80～90℃以上のもの13源泉のうち温度が上昇したもの6源泉、低下したもの6源泉であった。50～80℃の21源泉のうち温度が上昇したものは6源泉だけであった。

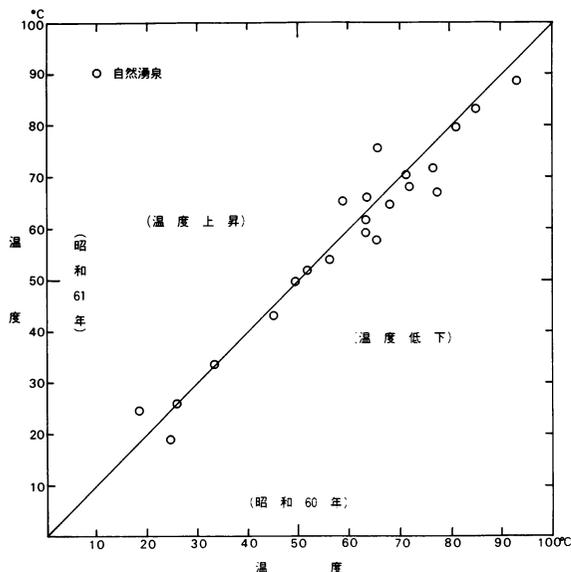
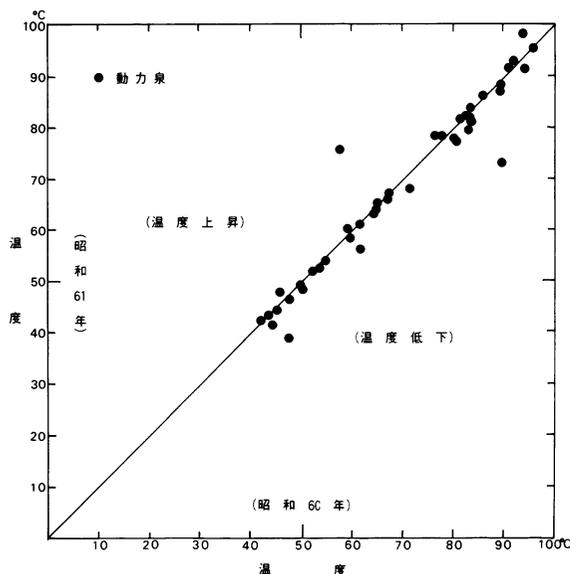
このような単純な温泉温度の比較調査でみれば、昭和61年（1986）の三原山の噴火にさいし箱根温泉の湧出温度に大きな変化はなかったと考えられる。

8 まとめ

箱根火山の地震活動が昭和56年（1981）以降活発になり、本調査期間中の昭和59～60年（1984～1985）

表6 元温泉村の源泉の昭和60年と61年の湧出温度の比較

	温度範囲	温度上昇	不変	温度低下
湧泉	90~100℃	—	—	—
	80~90℃	0	0	2
	50~80℃	3	1	10
動力泉	90~100℃	3	0	2
	80~90℃	3	1	4
	50~80℃	6	2	13

図10 元温泉村の自然湧泉の昭和60年と61年の湧出温度の比較
(図には50℃以下のものも記入してある)図11 元温泉村の動力泉の昭和60年と61年の湧出温度の比較
(図には50℃以下のものも記入してある)

の群発地震は先の昭和41年（1966）をしのぐ地震回数を記録した。昭和61年11月には伊豆大島の三原山が大噴火をおこし、この地域の火山活動が活発化している。

箱根湯本の9号泉は付近の建設工事の影響をうけて一時は揚湯が出来ないくらいに水位を下げたが、設計変更などの措置を取らせることによりほぼ旧に復することができた。

宮ノ下の50号泉や、底倉の蛇骨湧泉の温度低下、湧出量の減少、Cl⁻の減少が著しい。神山東麓の温泉の水位低下は年間0.3~1.0mと観測されている。この周辺の地下水開発が昭和45年（1970）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、1985b）。

姥子湧泉（元元箱根村4号泉）の湧出期間が短くなっている傾向がみられ、湯治客の多い夏期でも湧出を停止する日数が多くなっている。芦之湯の元芦之湯村9号泉の温度が昭和61年（1986）6月以降約0.5℃上昇している。この原因はあきらかではないが、注意深く観測を続ける必要がある。

9 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。小田原保健所温泉課川上伍良課長をはじめ同課の方々には日ごろ調査に協力していただき、また同課の調査資料を利用させていただいた。温泉地学研

究所の元研究部長故平賀士郎博士は箱根火山の地震活動と温泉との関係に大変関心を持たれ、しばしば有益な助言を賜った。温泉地学研究所長大木靖衛博士、荻野喜作研究部長からは有益な助言と励ましをいただき、諸星忠義管理課長には調査が円滑に進むよう配慮していただいた。

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り行った。

10 参考文献

- 栗屋 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.
- 平賀士郎 (1987) 箱根火山と箱根周辺海域の地震活動、神奈川県温地研報告、第18巻、第4号、149-272.
- 平野富雄、大木靖衛、広田 茂、小沢 清、荻野喜作 (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、神奈川県温地研報告、第5巻、第2号、31-44.
- 平野富雄、広田 茂、小鷹滋郎、栗屋 徹、大木靖衛 (1976) 箱根塔ノ沢温泉の温度と化学成分、神奈川県温地研報告、第7巻、第2号、85-92.
- 平野富雄、広田 茂、大木靖衛 (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、神奈川県温地研報告、第8巻、第2号、51-66.
- 平野富雄、栗屋 徹、大木靖衛 (1986) 箱根湯本温泉の湧出状況について、神奈川県温地研報告、第17巻、第5号、95-114.
- 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.
- 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.
- 神奈川県土木部（1985）神奈川県管理水位・雨量観測年表、昭和59年.
- 神奈川県土木部（1986）神奈川県管理水位・雨量観測年表、昭和60年.
- 神奈川県土木部（1987）神奈川県管理水位・雨量観測年表、昭和61年.
- 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（1987）箱根カルデラ河川の流量調査、神奈川県温泉地学研究所.
- 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.
- 小田原保健所（1986）昭和60年度源泉調査（湯本、塔ノ沢を除く箱根地区）の実施結果について.
- 小田原保健所（1987）昭和61年度源泉調査（湯本、塔ノ沢を除く箱根地区）の実施結果について.
- 仙石原中学校（1986）観測年報、1985（昭和60年）、第35号.



写真1 温泉シンポジウム、'85（昭和60年11月27日、箱根観光会館）



写真2 温泉シンポジウム、'85（昭和60年11月27日、箱根観光会館）



写真3 温泉審議会小委員会の蒸気井等の現地調査 (昭和61年5月8日、大涌谷)

写真4 温泉審議会小委員会の蒸気井等の現地調査 (昭和61年5月8日、湯ノ花沢)





写真5 湯本湯場付近、この通りの奥に元湯本町9号泉がある（昭和61年4月25日、湯本）

写真6 元湯本町9号泉（昭和61年4月25日、湯本）

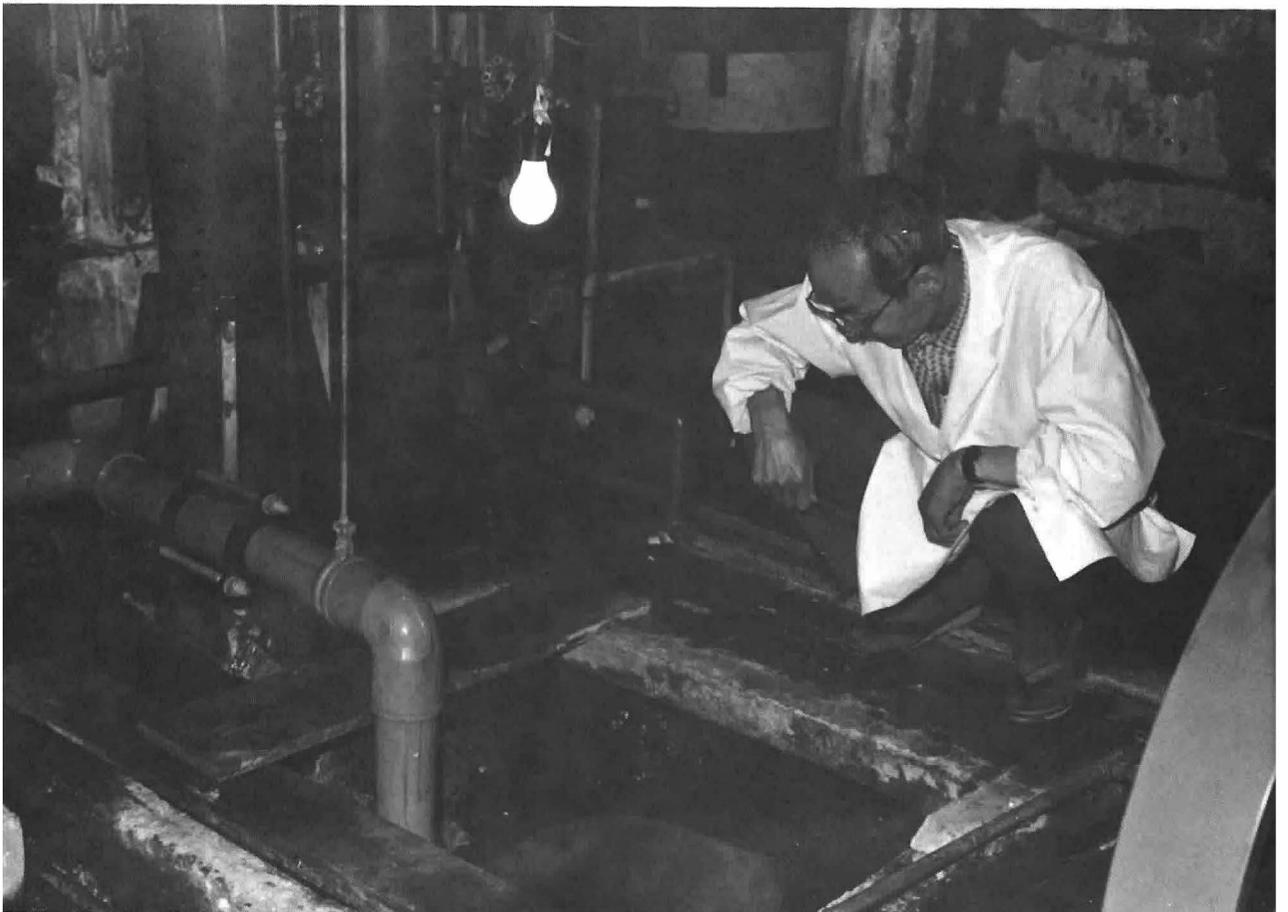




写真7 元湯本町9号泉の井孔内部（昭和61年4月25日、湯本）

写真8 排水を停止して地下水がたまった湯本湯場の建築基礎工事現場（昭和61年4月25日、湯本）

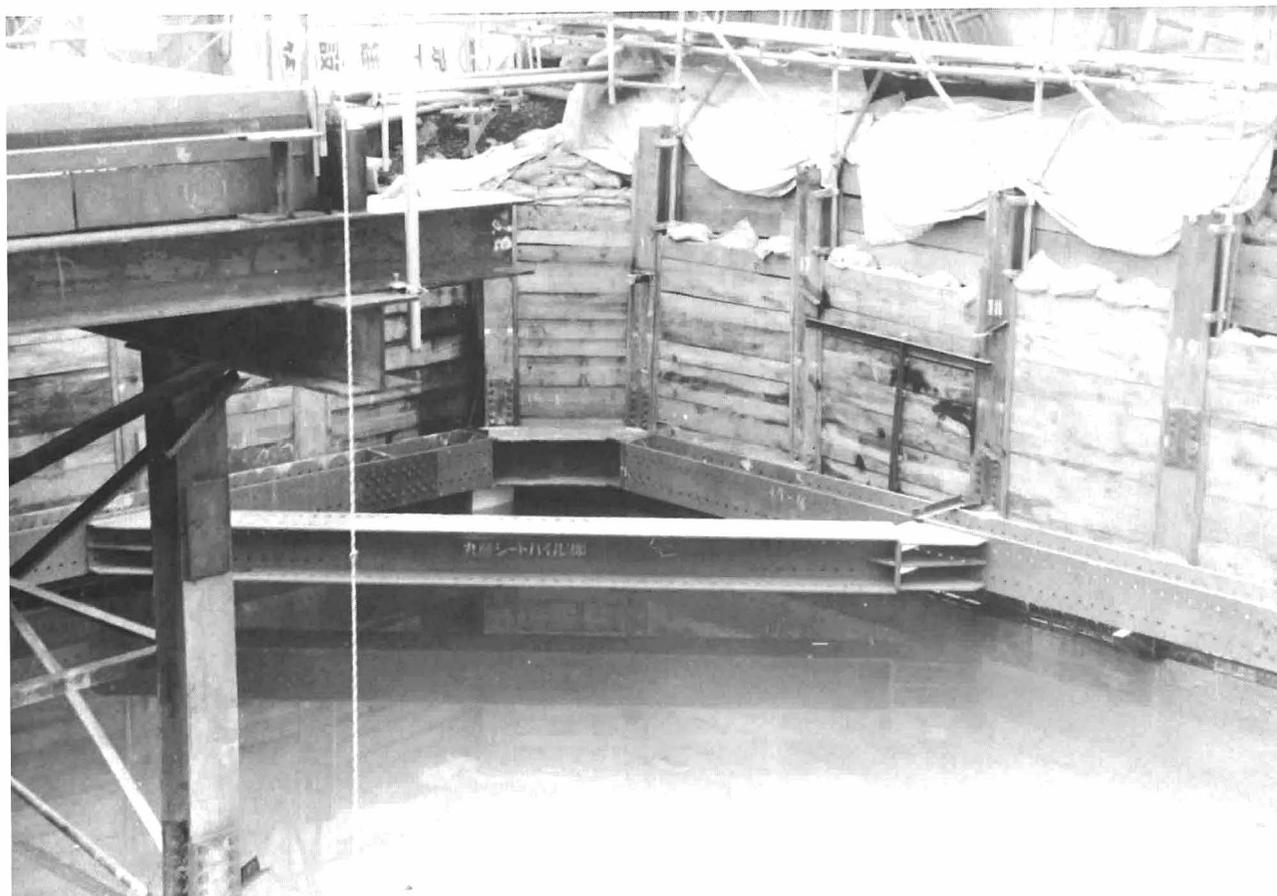




写真9 元温泉村68号泉（昭和60年5月13日、底倉）

写真10 元温泉村28、29号合併泉（昭和60年5月13日、底倉）





写真11 元元箱根村20号泉（昭和60年1月31日、姥子）

写真12 元芦之湯村9号泉（昭和60年1月31日、芦之湯）





写真13 箱根の露天風呂（昭和61年1月24日、温泉健康センター宮城野）

写真14 箱根の露天風呂（昭和61年1月24日、温泉健康センター宮城野）

