

湯河原温泉の水位(1982年)

大山正雄*, 広田 茂**, 迫 茂樹**, 栗屋 徹*

神奈川県温泉地学研究所

Niveau d'Eau Thermale dans la Station Thermale de Yugawara

par

Masao OYAMA, Shigeru HIROTA, Shigeki SAKO et Toru AWAYA

Institut des Sources Thermales de la Préfecture de Kanagawa

Hakone, Kanagawa

(Résumé)

On observe un abaissement fort du niveau de la nappe phréatique des eaux thermales à cause du puisage intensif des eaux thermales depuis 1956 dans la station thermale de Yugawara.

Cet article présente les résultats de l'observation du niveau statique de la nappe phréatique et des observations météorologique.

La précipitation annuelle augmente de 1690mm à 2254mm avec l'altitude du bassin et l'éloignement de la mer vers le sommet de la caldeira de Hakone touché à celui de Yugawara. La pluviosité moyenne tombe un débit d'eau météorique de $6.6 \times 10^7 \text{ m}^3$ par an sur le bassin de 30 km^2 dans la caldeira de Yugawara. On remarque que le débit total des eaux thermales de $0.37 \times 10^7 \text{ m}^3$ par an représente de 5.5% ou de 120mm de la précipitation moyenne annuelle.

Le niveau statique de la nappe phréatique fluctue de 1.3 à 2.0m le long de la rivière Fujiki et de 3.1 à 6.9m pour les puits du versant de la vallée entre l'hiver et l'été en 1982. On observe la basse de la nappe phréatique de 1.2 à 3.1m par an pour deux ans de 1981 et 1982. On peut estimer l'abaissement moyen à 2.1m par an. On doit remarquer que le taux d'abaissement moyen annuel représente de deux fois plus que celui de 1.0m entre 1980 et 1981.

* 神奈川県温泉地学研究所, 神奈川県箱根町湯本997 〒250-03

** 神奈川県小田原保健所, 神奈川県小田原市南町2-4-45 〒250
神奈川県温泉地学研究所報告 第15巻, 第5号, 35-43, 1984

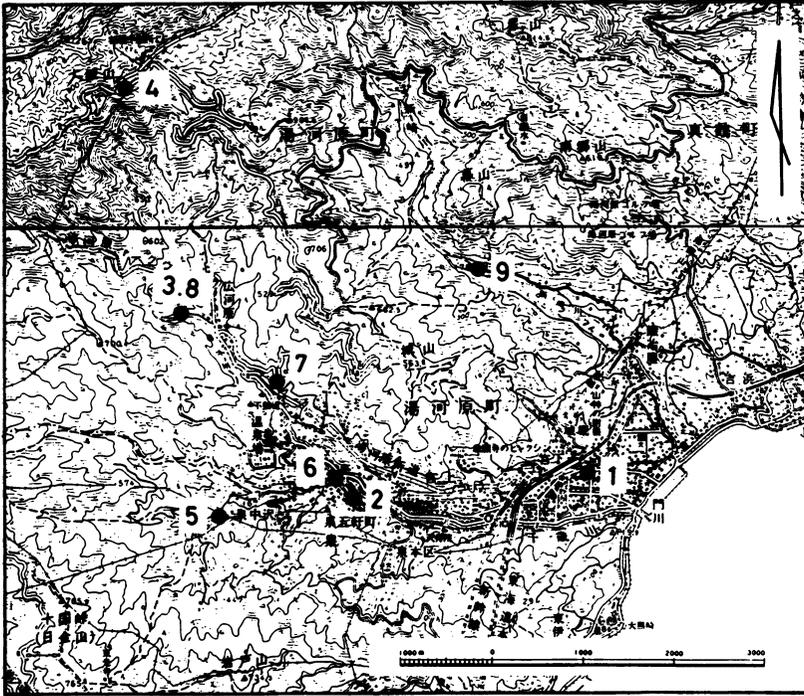


図1. 気象観測位置 (図1と5は国土地理院発行の1/5.0万図「小田原」・「熱海」を用いた)

1. はじめに

湯河原温泉は過剰揚湯のため、1956年頃から著しい水位低下がおきている。水位は地下の温泉資源の状態を示す指標である。従って、温泉保護対策の一環として、1978年から水位の観測が行われている。この報告は、湯河原カルデラ内の水位観測と気象の測定結果をまとめたものである。

2. 気 象

湯河原カルデラは、東側が相模湾に面し、西側が標高1,000mの箱根外輪山に接している。このため、気候は、海洋性と山岳気候の2つに区分される。

降水量と最高、最低気温の観測は、カルデラ内の9地点で行われている(図1)。降水量は自記雨量計によるものが4か所、直接測定が5か所である(表1)。

表1 気象観測位置

測定番号	観測地点	測定器	標高	海岸からの距離
1	湯河原町土肥1-5(湯河原消防署)	自記	20m	750m
2	熱海市泉415(熱海市泉消防署分署)	自記	95	3,150
3	湯河原町宮上703(広河原浄水場)	自記	291	5,800
4	湯河原町鍛冶屋955(大観山)	自記	996	8,500
5	熱海市泉415(熱海市泉浄水場)	直接	230	3,250
6	湯河原町宮上566(観光会館)	直接	94	3,430
7	湯河原町宮上774-9(町営1号源泉)	直接	274	4,250
8	湯河原町宮上703(広河原浄水場)	直接	291	5,800
9	湯河原町鍛冶屋951(幕山浄水場)	直接	184	2,750

表2 降水量と気温 (1982年)

年	月	(1)			(2)	(3)		(4)			(5)				
		降水量	気 温			降水量	降水量	気 温		降水量	気 温		降水量	気 温	
			平均 ℃	最高 ℃	最低 ℃	mm	mm	最高 ℃	最低 ℃	mm	最高 ℃	最低 ℃	mm	最高 ℃	最低 ℃
1982	1	45.0	7.3	14.4	-3.0	41.5	56.0	12	0	75.0	10	-9	64.0	12	-7
	2	97.0	5.9	12.8	-0.6	102.5	111.5	12	0	112.6	10	-7	124.0	13	-4
	3	102.0	7.5	19.0	-0.7	148.5	184.5	20	0	119.3	12	-4	190.5	18	-2
	4	195.5	12.1	26.0	3.5	176.0	200.0	23	3	159.0	20	-3	215.0	21	0
	5	117.0	20.9	29.5	11.5	62.0	107.5	28	11	189.5	25	5	147.0	28	8
	6	202.5	21.0	27.0	15.0	204.5	230.0	27	11	232.6	26	7	223.5	28	13
	7	266.0	22.0	30.5	14.5	416.0	280.5	28	14	359.5	26	10	408.5	29	15
	8	428.5	26.7	33.0	21.0	271.5	475.0	31	18	394.5	30	10	584.0	32	19
	9	328.0	24.6	30.0	16.0	323.0	332.0	27	16	401.6	27	10	486.0	31	14
	10	117.0	19.6	25.6	8.9	109.5	116.5	24	8	133.9	23	3	129.5	23	5
	11	137.0	16.9	24.0	3.2	124.0	123.0	19	3	122.0	17	-1	173.0	20	-1
	12	37.0	13.0	23.6	2.5	49.5	27.5	16	1	26.0	17	-3	57.0	16	1
合計		2062.5				2028.5	2244.0			2325.5			2802.0		
最高・最低 気 温			33.0	-3.0				31	0		30	-9		32	-7

表2の2

年	月	(6)			(7)			(8)			(9)		
		降水量	気 温		降水量	気 温		降水量	気 温		降水量	気 温	
		mm	最高 ℃	最低 ℃									
1982	1	71.0	14.5	-1	65.7	22	-2	71.0	12	0	70.0	14	5
	2	121.5	13	0.5	120.6	17	1	128.5	12	0	125.0	13	5
	3	165.0	18	0.5	174.9	19	2	218.0	20	0	172.5	22	6
	4	255.0	20	4.5	239.2	24	4	265.0	23	3	218.5	22	11
	5	103.0	26	12	94.4	31	11	130.5	28	11	81.6	28	17
	6	266.5	25.5	16	283.8	30	11	278.0	27	11	284.0	28	17
	7	334.0	26	14	365.3	29	15	358.0	28	14	335.0	29	19
	8	527.0	29.5	21	627.3	34	20	565.5	31	18	583.0	35	21
	9	456.0	28.5	18	469.5	31	16	325.5	27	16	387.5	32	20
	10	175.5	24	11	184.8	28	10	183.5	24	8	165.5	25	14
	11	172.0	19.5	11	157.3	25	4	190.5	19	3	181.5	22	11
	12	64.0	18	3	57.5	27	5	108.0	16	1	28.5	21	7
合計		2,710.5			2,840.3			2,822.0			2,632.6		
最高・最低 気 温			29.5	-1		34	-2		31	0		35	5

1) 気温：図2は1982年における各月の最高、最低気温を示したものである。年間を通じて、海岸部の気温は、最高・最低とも高度1,000mの大観山（箱根外輪山）に比べ常に高い。月の内にマイナス気温を記録した日は、山頂部で6か月にわたったが、海岸部では3か月である。

海岸部と山頂との気温をみると、最高温度の差は、夏期に小さく、冬期に大きい。しかし、最低温度の差は、夏に大きくなる傾向を示している。

海岸部の最高気温は8月の33℃、最低が1月の-3℃である。山頂部では、各々、最高が30℃、最低が-9℃である。従って、海岸部の年間変動幅は36℃で、山頂部の39℃より小さい。しかし、山頂の毎月の最高と最低気温の差は年間を通じ、18~19℃と一定している。一方、海岸部は夏と冬期が12

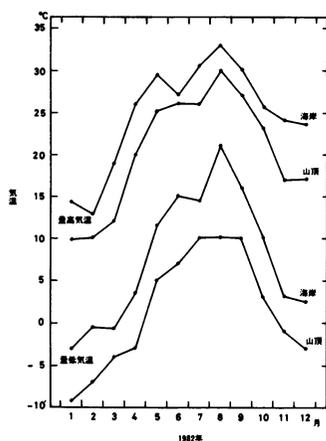


図2 海岸部と山頂(大観山)における最高最低気温(1982年)

表3 年間降水量

年	湯河原町土肥 mm	熱海市泉 mm	広河原 mm	大観山 mm
1967	1592.5			
68	1737.4			
69	2150.8			
1970	1723.3			
71	1576.3			
72	1528.7			
73	1256.2			
74	1355.8			2877.3
1975	1690.4		2631.0	2555.7
76	1703.0		2343.5	2465
77	1751.9		2285.5	2763
78	1352.3	1737.2	1688.5	1797
79	1555.2	2207.2	2255.0	2555
1980	1787.9	2084.1	2419.0	2027.4
81	1691.5	1703.5	2444.5	2566.4
82	2062.5	2028.5	2244.0	2325.5
平均	1657.2	1952.5	2288.9	2436.9
1978-1982年の平均	1689.9	1952.5	2210.2	2254.3

~17℃, 春と秋期が21~23℃の温度差があり, 季節変化が大きい(表2)。

2) 降水量: 降水量は一般に, 標高とともに増加する性質がある。降水量と高度の関係は, 一雨雨量についてははっきり認められる場合が少ないが, 月降水量, 年降水量で相関をとると関係がよくなることが知られている。

図3は1978~1982年の5年間の平均降水量(表3)と標高との関係である。

降水量は海岸部から標高300mまで, 標高の上昇とともに1690mmから2210mmと著しく増加するが, 300~1000m間では2210mmから2254mmとあまり変化がない。

図4は千歳川に沿って河口から大観山までの距離と降水量の関係である。降水量は海岸から大観山に向って距離にほぼ比例して増加している。

従って, 湯河原カルデラ内の降水量は海岸からの距離と標高とに密接な関係があることが判る。

図5は1982年の等降水量分布である。等降水量線は千歳川に沿って湯河原カルデラ内にくい込む形

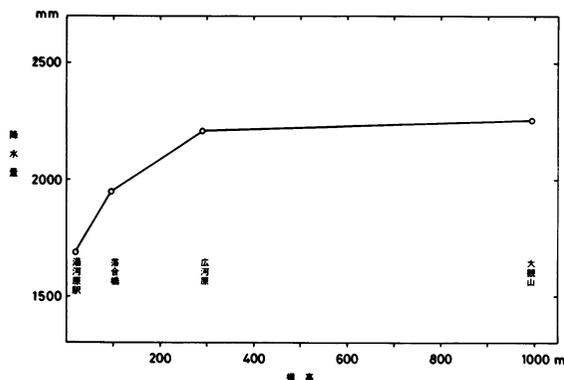


図3 降水量と標高との関係

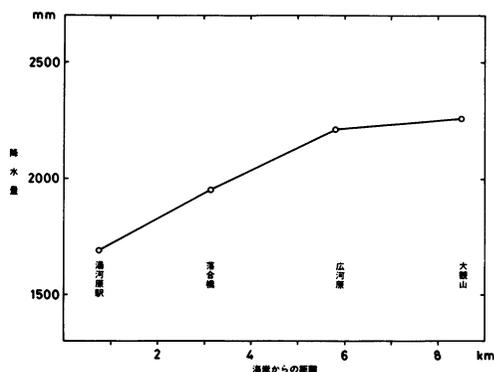


図4 降水量と海岸からの距離との関係

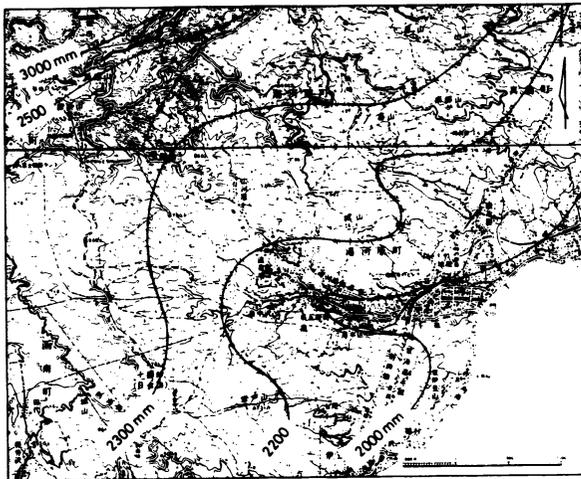


図5 等降水量分布 (1982年)

をしている。降水量は箱根外輪山に向かうにつれて多くなり、外輪山を越すと3000mm以上に達している。なお、1982年に箱根大涌谷では年間降水量3724mm（箱根町自然科学館）を記録している。

5年間の平均降水量から求めた湯河原カルデラ内（面積30.0km²）の降水量は 6.6×10^7 m³/年である。ところで、カルデラ内で常時揚湯されている温泉量は湯河原町が6,000 ℓ/min、熱海市泉地区が1,000 ℓ/minの合計7,000 ℓ/min、即ち、 0.36×10^7 m³/年である。従って、揚湯されている温泉量は降水量の5.5% (120mm/年)に相当する。

3. 湯河原温泉の水位

1) 観測井：温泉井は藤木川を長軸にして楕円状に分布し、特に、不動滝から落合橋にかけて川沿いに密集している（図6）。

温泉水位の全体の状況を把握するために、観測井は藤木川上流の第85号、下流の第178号、側面（山側）の第131、158、180、182号、中央部（藤木川沿い）の第20号と29号泉を利用した。観測井第20号

表4 観測井

源泉番号	所在地 (湯河原町宮上)	標高 (m)	深度 (m)	泉温 (℃)	揚湯量 (ℓ/min)	泉温、揚湯量 調査年度
第20号	540-2	112	500	57.7	111	1964
29	丸山639-2	132	289	65.0	20	1958
85	池 峯797-14	211	315	54.5	6	1983
131	上 野749	234	418	62.3	24	1983
158	池 峯803-2	186	556	47.4	38	1983
178	道 上207-3	100	1100	49.9	101	1983
180	シキオ774-1	274	650	84.8	97	1983
182	ヨシヤアラ772-5	193	752	58.9	55	1983

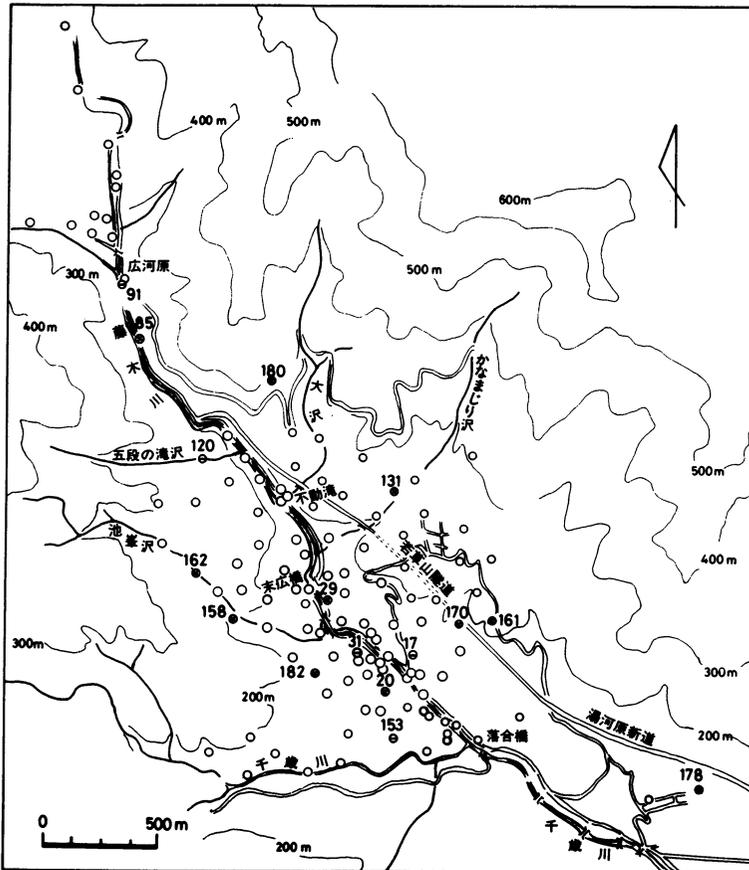


図6 湯河原温泉の温泉井と観測井

と29号泉は現在休止しており、それ以外は小田原保健所が年1回の調査の時に稼動する未利用温泉井である(表4)。

2) 観測井の水位：各温泉井の静水面は地表下78～223mである(表5)。水面は藤木川沿いで浅く、標高が高くなるに従い深くなる。図7は平均海水面を基準とした各温泉井の静水頭である。水頭面は一般に、地形面に沿うが、温泉井第182号(標高193m)と第29号(132m)にみられるように、周囲で温泉が揚湯されている影響で地形に沿わない場所も生じる。

各水頭は一年の周期で変化している。変化の時期は各温泉井ともほぼ一致している。水頭は降水量が多い7～10月に高く、降水量の少ない12～4月が低くなる。ほとんどの温泉井は一年中稼動しており、時間や時期で揚湯量の調整はなされていない。従って、水頭の年変化は降水による季節変化とみなせる。

水頭の年間の変動量は藤木川沿いで1.3～2.0mであるが、山側は3.1～6.9mと大きい。

3) 水頭の経年変化：水頭は降水の影響で上下に変動しながらも経年的に低下している。水頭の低下

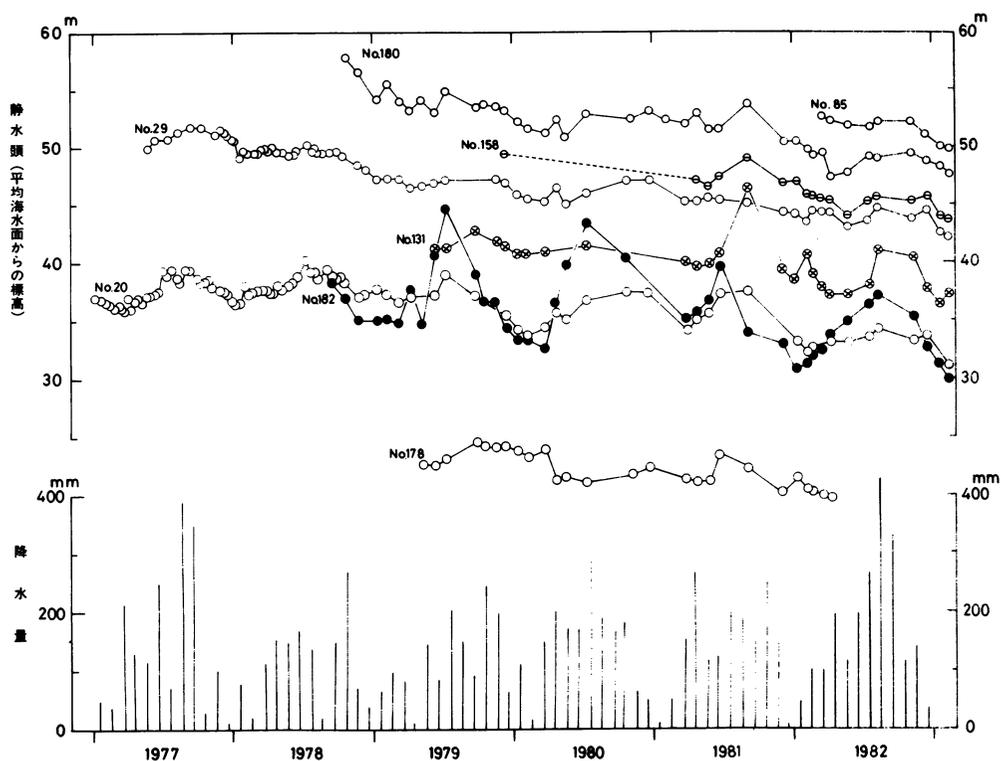


図7 観測井水頭の経年変化

表5 観測井の水位 (地表面から静水面までの距離)

名称	川崎	天野屋	国土計画	大滝	黒川	東急	太閤	藤代	
源泉番号	20	29	85	131	158	180	182	178	
年月日	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1982	1 7	78.3	87.9		195.7	139.0	223.5	162.2	78.4
	2 8	79.8	88.7		193.5	140.2	224.2	161.8	79.6
	2 25	79.4	87.6		195.1	140.3	224.7	161.1	79.9
	3 18		87.8	158.4	196.3	140.5	224.5	160.6	80.1
	4 9	79.0	87.9	158.7	197.0	140.6	226.7	159.3	80.3
	5 28	78.9	89.0	159.1	196.8	142.1	226.3	158.2	
	7 20	78.5	88.5	159.2	196.0	140.8	224.9	156.7	
	8 11	77.8	87.4	158.8	193.0	140.4	225.0	156.0	
	11 12	78.7	88.3	158.8	193.7	140.7	224.6	157.8	
	12 22	78.4	87.5	159.9	196.4	140.3	225.3	160.5	
1983	1 27		89.6	160.9	197.7	142.1	225.8	161.8	
	2 14	81.0	89.9	161.1	196.8	142.3	226.5	163.1	

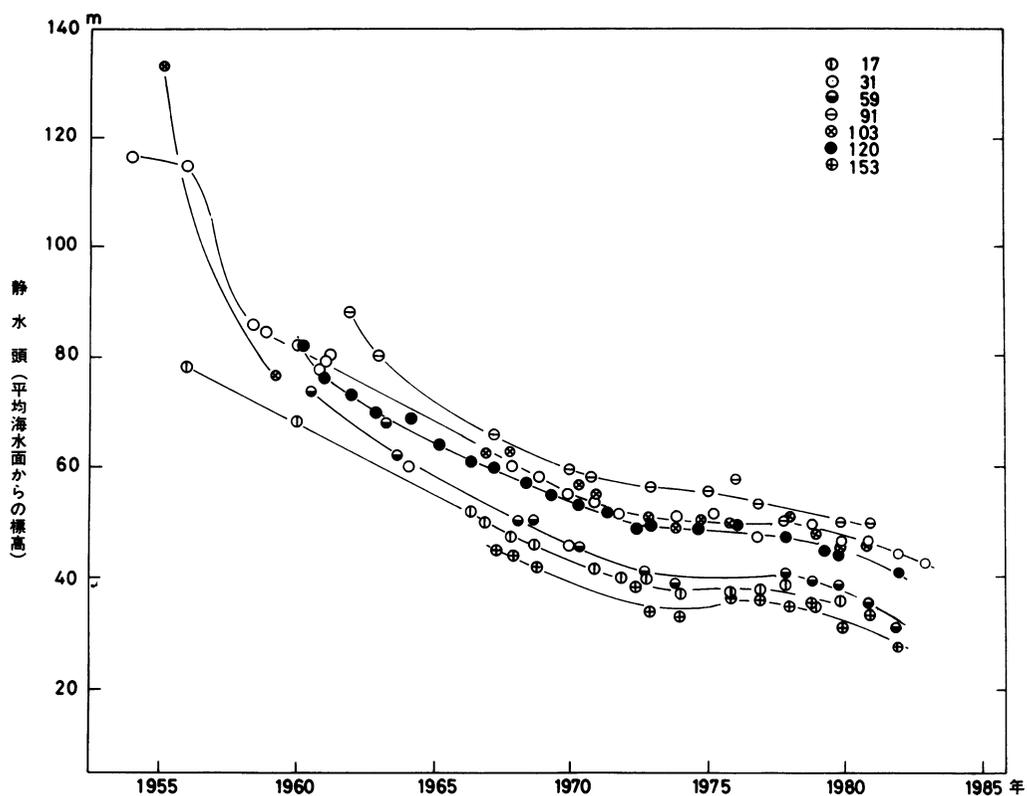


図8 温泉水頭の経年変化

率を評価する一方法として、水頭が最も下がる1月頃を基準にして年間の平均を求めた(表6)。それによると、水頭は1.2~3.1m/年で、平均2.1mである。1981~1982年の2年間の平均も同様に2.1mである。この値は1980~1981年間の平均値1.0mの2倍に達している。

図8は過去20年以上にわたり水位の記録がある温泉井の経年変化である。水位は1956年頃から1959年にかけて著しい低下がおきた。例えば、第31号線の水位は年間10mに及んでいる。水位低下の割合は1960~1967年が平均2.9m、1967~1973年が1.8mと減少していた。水位は1974年頃からほぼ安定したかのように見えていたが、1980年頃から再び低下が著しくなったようである。1980~1982年における上記温泉井の水位の平均低下率は2.0m/年である。この値は観測井の低下率2.1m/年にほぼ一致する。

4. ま と め

湯河原カルデラ内の気象は、海岸部と、箱根外輪山に接している標高1,000mの大観山とで大きく異なっている。海岸部の最高気温は8月の33℃、最低が1月の-3℃である。大観山は、各々、最高が30℃、最低が-9℃である。従って、海岸部における気温の年間変動幅は36℃であり、大観山の39℃より小さい。しかし、山頂の毎月の最高と最低の気温差は年間を通じ18~19℃と一定している。一方、海岸部は夏と冬期が12~17℃、春と秋期が21~23℃の温度差があり季節変化が大きい。

表 6 1982年の水位変化 (m/年)

源泉番号	20号	29号	85号	131号	158号	180号	182号	平均低下率
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/年)
1982年	1.2	1.7	2.7	2.0	3.1	2.3	2.1	2.1
1981~1982年	1.2	1.7	2.7	2.0	1.5	2.6	2.8	2.1
1年間(1982)の最大変動幅	2.0	1.4	1.5	3.9	3.1	3.2	6.2	

カルデラ内の平均降水量は海岸部から箱根外輪山に向って、標高と距離に対応して、1690mmから2254mmに増加している。カルデラ内30km²の年間平均降水量は $6.6 \times 10^7 \text{m}^3$ である。従って、カルデラ内での温泉揚湯量 $0.36 \times 10^7 \text{m}^3$ (7,000 l/min) は降水量の5.5% (120mm/年) に相当する。

湯河原温泉の水位は1981~1982年の2年間に平均2.1m/年低下している。この値は1980~1981年の年平均1.0mの2倍である。

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。

湯河原町消防本部、温泉課、水道課、観光課、熱海市泉浄水場新保利平氏、東急ターンパイク株式会社には気象の資料をいただいた。小田原保健所温泉課久保寺公正主任技師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、平野富雄専門研究員には有益な助言および討論をしていただいた。温泉地学研究所荻野喜作専門研究員には凶面の作成をしていただいた。以上の方々に厚くお礼を申し上げます。なお、この調査は温泉地学研究所温泉等研究調査費によった。

参考文献

- 平野富雄, 大山正雄, 粟屋 徹, 大木靖衛 (1976) 湯河原温泉の地下水位低下と温泉の冷地下水化, 神奈川温研報告, Vol. 7, No. 2, 53-68.
- 神奈川県衛生部 (1958~1981) 温泉実態調査報告書 (湯河原温泉).
- 川畑幸夫 (1978) 水文気象学, 地人書館.
- 大木靖衛, 荻野喜作, 長塚綾子, 広田 茂, 小椋藤幸, 高橋惣一, 杉本光夫 (1963) 湯河原温泉調査報告, 神奈川温研報告, Vol. 1, No. 1, 1-40.
- 大山正雄, 大木靖衛 (1974) 湯河原温泉の水位の変遷, 神奈川温研報告, Vol. 6, No. 1, 31-46.
- 大山正雄 (1976) 湯河原温泉の水位と湧出地域の透水性, 神奈川温研報告, Vol. 7, No. 2, 69-84.
- 大山正雄, 広田 茂, 迫 茂樹 (1982) 湯河原温泉の水位, 神奈川温地研報告, vol. 13, No. 5, 65-74.
- 杉山茂夫, 大山正雄 (1980) 湯河原温泉における温泉水位の連続観測, 昭和53~55年 (1979~1980) Vol. 12, No. 2, 35-42.
- 吉野正敏 (1981) 小気候, 地人書館.