

湯 河 原 温 泉 の 水 位

大山正雄*, 広田 茂**, 迫 茂樹**

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 et Shigeki SAKO

Institut des sources thermales de la Préfecture de Kanagawa

Hakone, Kanagawa

(Résumé)

La surface piezométrique des eaux thermales baisse depuis 1956 dans la station thermale de Yugawara. C'est la cause de ce phénomène que l'on a foré trop de puits et pompé intensivement des eaux thermales.

Nous avons commencé l'observation du niveau statique de la nappe phréatique en 1978 pour la protection du tarissement des eaux thermales.

La plupart des puits se trouvent le long de la vallée de la rivière Fujiki (Tableau 1). Les puits témoins sont situés autour des puits et au centre. Le puits (No. 20) a 112 mètres d'altitude le long de la Fujiki, dont la surface piezométrique est de 75 mètres de profondeur. Mais le puits, (No. 180,) à 274 mètres de l'altitude a 220 mètres de profondeur. C'est-à-dire que la différence d'altitude de la nappe phréatique entre ces deux puits est seulement de 17 mètres alors que la différence de l'altitude est de 160 mètres.

La surface piezométrique fluctue de 2 à 10m entre l'hiver et l'été. La baisse piezométrique de la nappe est de 0,24 à 1,25m par an pour deux ans de 1980 et 1981. On peut estimer l'abaissement moyen à 1,0m par an.

Les niveaux statiques de toutes les nappes ont plus ou moins baissé le long de la Fujiki. Au niveau de la nappe phréatique, l'abaissement est majeur sous le quartier de Fudotaki. On observe un abaissement constaté d'une moyenne de 2,5m par an entre 1960 et 1970 de 0,8m par an depuis 1970 (Tableau 3).

* 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13巻, 第5号, 65-74, 1982

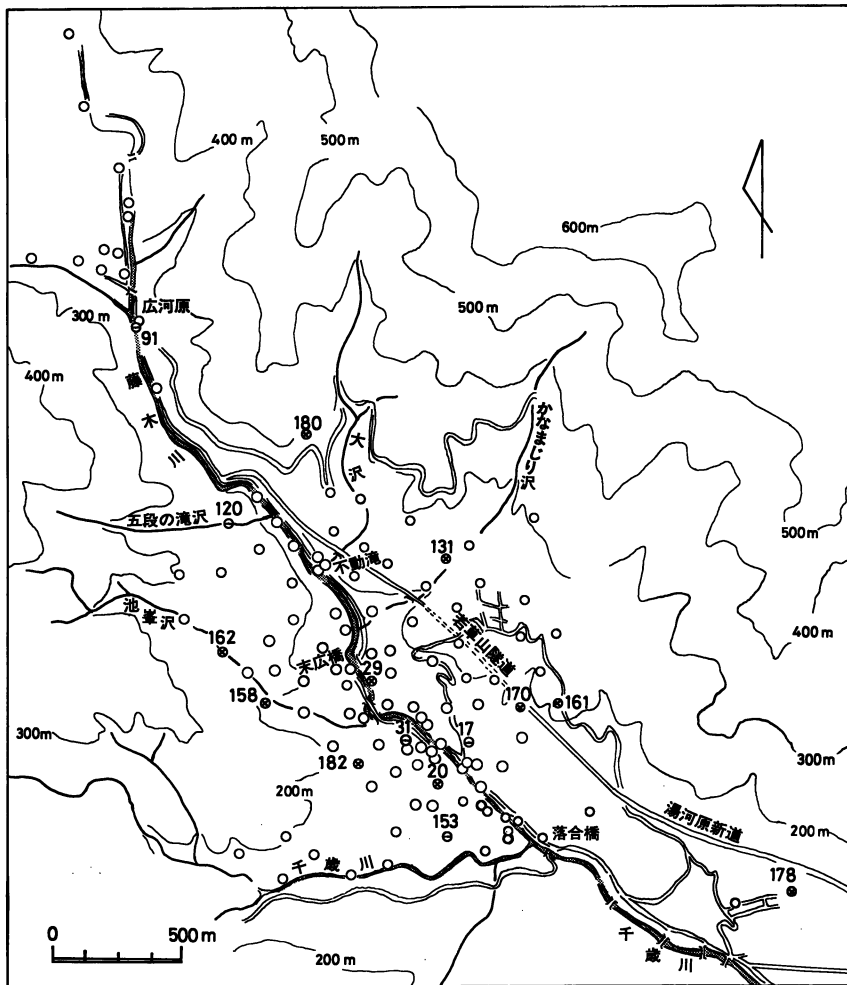


図1 湯河原の温泉井と観測井

1. はじめに

湯河原温泉は古くから傷に効能があると知られていた。湯河原温泉の急速な発展は鉄道の開通，掘削技術と揚湯装置の進歩，そして経済に大いに関係し，次の段階に分けることができる。

第1の発展段階は1896年（明治29年）に小田原―熱海間に人車鉄道（後の軽便鉄道）の設立と明治37～8年頃上総掘りが導入されたことである。江戸末期の3自然湧泉から17の掘抜き（深度27―126 m）湧泉の開発によって温度と湧出量は著しく増大した（小林儀一郎1914）。

第2段階は1934年（昭和9年）の東海道本線丹那隧道完成である。1935年から40年までの6年間に33泉が掘削され，エアーリフト・ポンプでの揚湯が始まった。

第3段階は第二次世界大戦後の経済回復である。旅館や会社等の保養所は1955年の108施設から19

65年の227施設に、利用源泉は1953年の40有余（総源泉数101泉）から1964年の97泉（129泉）に急増した。

温泉開発は地域全体での水文学的バランスと無縁の状態でなされていた。このため湧出量や水位の低下が開発地域に集中的に生じ、問題となった。特に水位低下が著しかったのは1956～59年（昭和31～34年）である。この間の水位低下は約40mに達した。1955年頃まで藤木川沿いの源泉は湯湯を停止すれば水面が地表近くまで回復してきた。1956年以降は水面の回復は全くなく、水位は更に年々深くなっている。

温泉の涸渇を示す現象は水位のみならず、温度や化学成分にも現われている（大木ら1963, 1974, 平野ら1976）。

水位は地下の温泉資源の状態を示す最も基本的な指標であるので温泉保護対策の一環として1978年より水位観測を行なっている。この報告書は主に1980年と1981年の水位観測結果をまとめたものである。

2. 観 測 井

湯河原の温泉井は不動滝から藤木橋にかけて藤木川沿いに密集し、藤木川を長軸とする楕円状に分布している。全体の静水位の状況を把握するために、観測井は藤木川上流の180号、下流側の178号、側面（山側）の131, 158, 182号井、中央部（藤木川沿）の20と29号を利用した（図1）。観測井20と29号は現在休止しており、それ以外は小田原保健所が年一度の調査時のみ稼動する未利用温泉孔井である（表1）。

3. 観測井の水位

各孔井の静水面は地表下70～220mである（表2）。この中で水面が70～80mなのは藤木川沿いの20と29号、下流山側の178号である。

表1 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
131	上野749	234	418	64.8	27	1981
158	池峯803-2	186	556	47.2	39	1981
178	道上207-3	100	1100	57.0	101	1981
180	シキオ774-1	274	650	84.2	97	1981
182	ヨシヤアラ772-5	193	752	60.1	58	1981
161	孫込下742-52	206	540	45.3	67	1981
162	尾畑下759-5	216	600	74.9	24	1981
170	孫込下742-40	216	556	54.5	51	1981

表 2 観測井の水位（地表面からの静水面までの距離）

測定 年月日	源泉番号	20 号 (m)	29 号 (m)	131 号 (m)	158 号 (m)	178 号 (m)	180 号 (m)	182 号 (m)	161 号 (m)	162 号 (m)	170 号 (m)
1978. 9. 13		72.3	82.2					154.7			
10. 19		72.8	82.8				216.1	156.1			146.8
11. 24		74.0	83.6				217.4	158.0		158.8	
12. 12		73.7	84.0							157.4	147.1
1979. 1. 10		74.3	84.8				219.9	158.0		159.4	149.1
2. 2		74.8	84.8				218.4	157.8		159.9	148.6
3. 2		75.4	84.8				220.0	158.2		158.9	149.8
4. 10		75.0	85.6				220.8	155.3	162.4	161.5	149.8
5. 4			85.4			77.4	219.9	158.3	162.6	159.5	150.0
6. 8		74.8	85.2	192.7		77.4	221.0	152.5	161.3	160.4	
7. 5		73.0	84.9	192.7		76.9	219.1	148.3	160.1	159.3	148.0
9. 28		74.8		191.3		75.4	220.5	154.0		160.5	
10. 17		75.2				75.8	220.3	156.4			
11. 14			84.8	192.2		75.7	220.5	156.5		160.8	
12. 11		76.6	85.1	192.6	136.8	75.8	220.8	158.7	162.6	161.0	
1980. 1. 11		77.8	86.2	193.3		76.2	221.8	159.7	163.2	161.7	
2. 7		78.3	86.6	193.3		76.6	222.4	159.7	163.3		
3. 25		77.6	86.8	193.1		76.0	222.7	160.4	163.2	162.5	
4. 22		76.4	85.5			78.8	221.6	156.5			
5. 15		76.9	87.0			78.4	223.2	153.1	162.5	162.1	
7. 4		75.3	86.0	192.5		79.0	221.1	149.6	160.6	161.6	
10. 28		74.7	85.0					152.7		159.1	
11. 5						78.2	221.5		161.2		
12. 24		74.6	85.0			77.6	220.8		161.8		
1981. 2. 6							221.6				
3. 31		77.9	86.8	194.0	162.2	78.6	222.0	157.9			
4. 27		77.0	86.7	194.4	138.6	78.9	221.1	157.3			
5. 28		76.4	86.4	194.2	138.9	78.9	222.5	156.4	163.4		
6. 24		74.8	86.7	193.2	138.2	76.7	222.4	153.4			
9. 3		74.5	86.9	187.6	136.9	77.7	220.3	159.1			
12. 8			87.7	194.6	139.1	79.8	223.7	160.1			
1982. 1. 7		78.3	87.9	195.4	139.0	78.4	223.5	162.2			

表 3 1980年1月～1982年1月間の水位低下率 (m/年)

源 泉 番 号	20 号	29 号	131 号	178 号	180 号	182 号	平均低下率 m/年
水位低下率 m/年	0.25	0.85	1.05	1.10	1.35	1.25	1.0

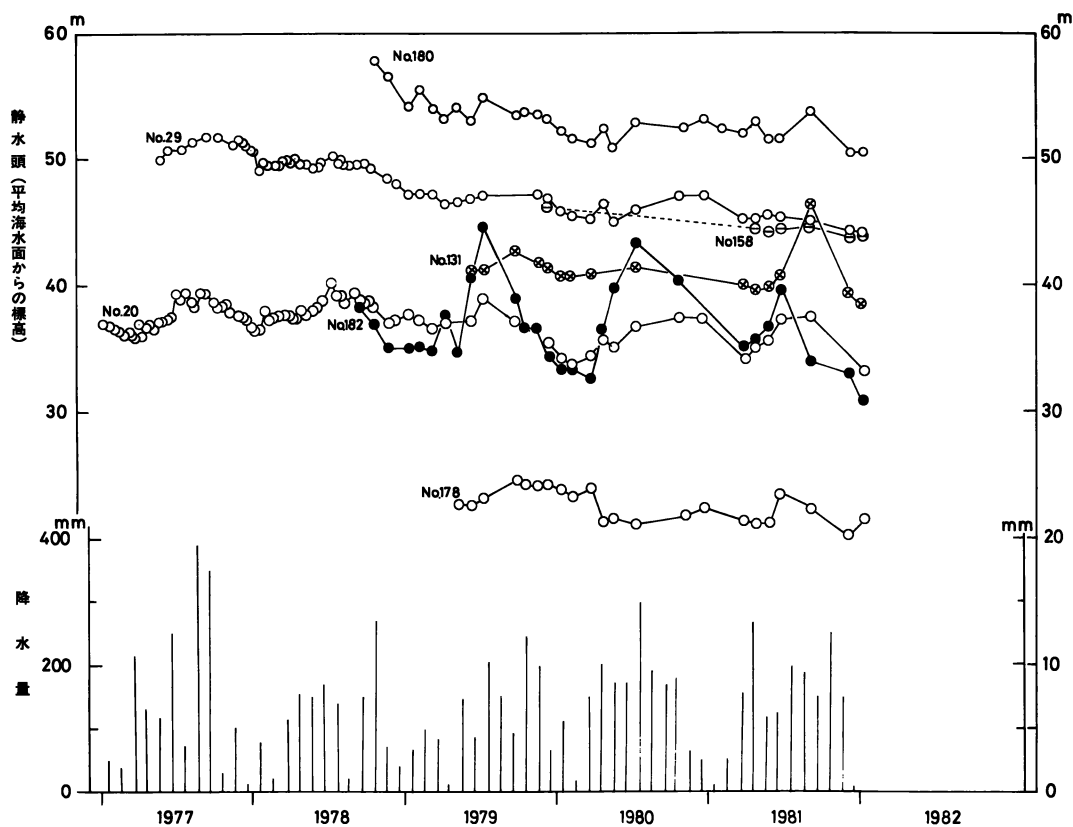


図2 観測井水頭の経年変化

一方、水面が220mに達している180号は標高が最も高い位置にある。

図2は平均海水面を基準とした各孔井の静水頭である。

上流側の180号と下流の178号の標高差170mに対し、水頭差は30mにすぎない。標高が193mの182号の水頭は32～44mである。29号はそれより標高が低(132m)いが、水頭は45～50mと182号より高くなっている。水頭面は一般に地形面に沿うが、揚水による影響で必ずしも地形に支配されない所が生じている。

各水頭は1年の周期で変化している。変化の時期は各孔井ともほぼ一致している。水頭の変動幅は一般に2～5mである。182号は5～10mに及んでいる。

水頭が最も高くなるのは夏期の7～9月で、低くなるのは1～3月である。ほとんどの温泉井は年中稼働しており、時間や時期で揚湯量を調節していない。従って、水頭の年間の変化は人的作用より季節変動とみなせる。

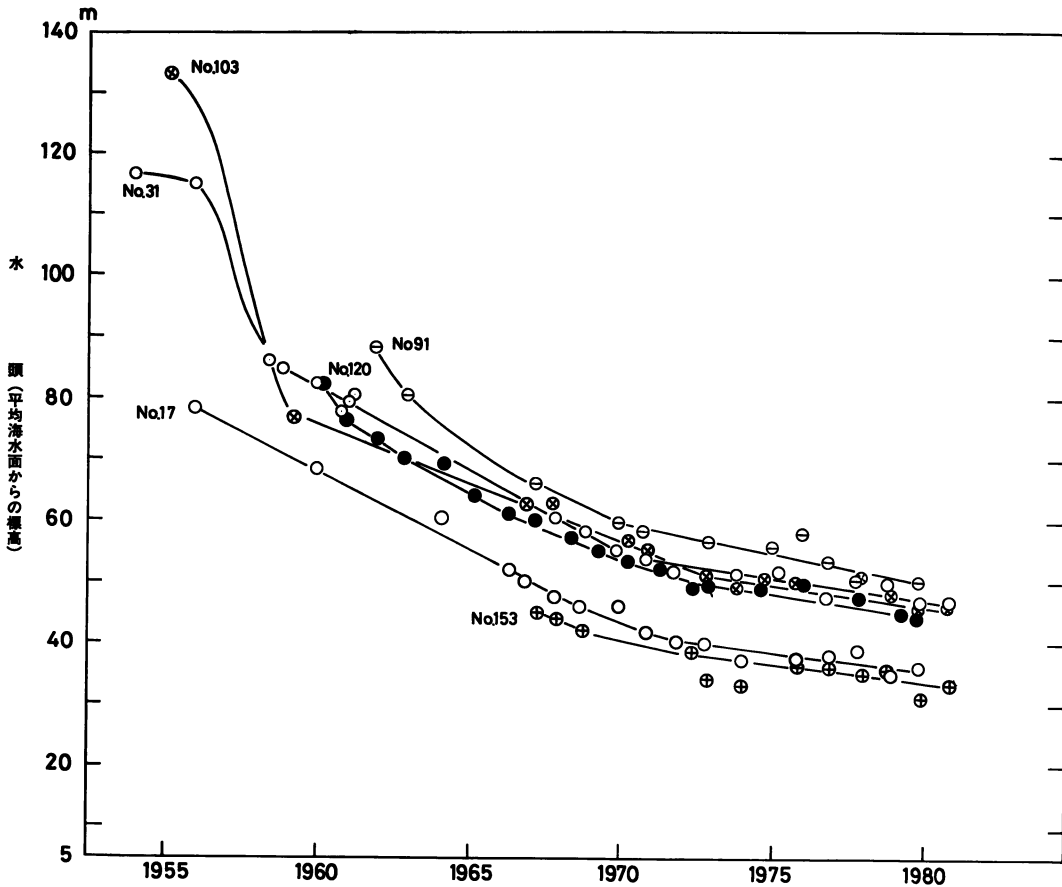


図3 温泉水頭の経年変化

4. 水頭の経年変化

水頭は上下に変動しながらも経年的に低下している。水頭の低下率を評価する方法として、水頭が最も下る1月を基準にして年間の平均を求めた(表3)。それによると水頭低下は0.25~1.25m/年、平均1.0m/年である。水頭低下が大きい値を示している182号は水頭の年間変動も大きい。

図3は過去20年以上にわたり水位の記録のある孔井の経年変化である。図中の孔井31号は1911年(明治44年)に上総掘りで深さ72.7m掘削され、70°C、99l/min(五斗五升)が湧出した。湧出量は1932年(昭和7年)に、18l/min(1斗)まで減少した。1933—4年に234m(130間)まで増掘して、90°C、99l/min(五斗五升)を再び湧出させた。しかし、昭和18年3月に自噴が停止し、9月にエア—管9間(16.2m)、1馬力のポンプを設置している。1956年頃まで静水位は6m付近までであった。

1957—60年にかけて水位の急激な低下が温泉場全域におきた。特に、不動滝付近が著しく3年間に40m以上に達した。このため、不動滝付近の水頭は藤木川下流より低くなり、すり鉢状の水頭分布が

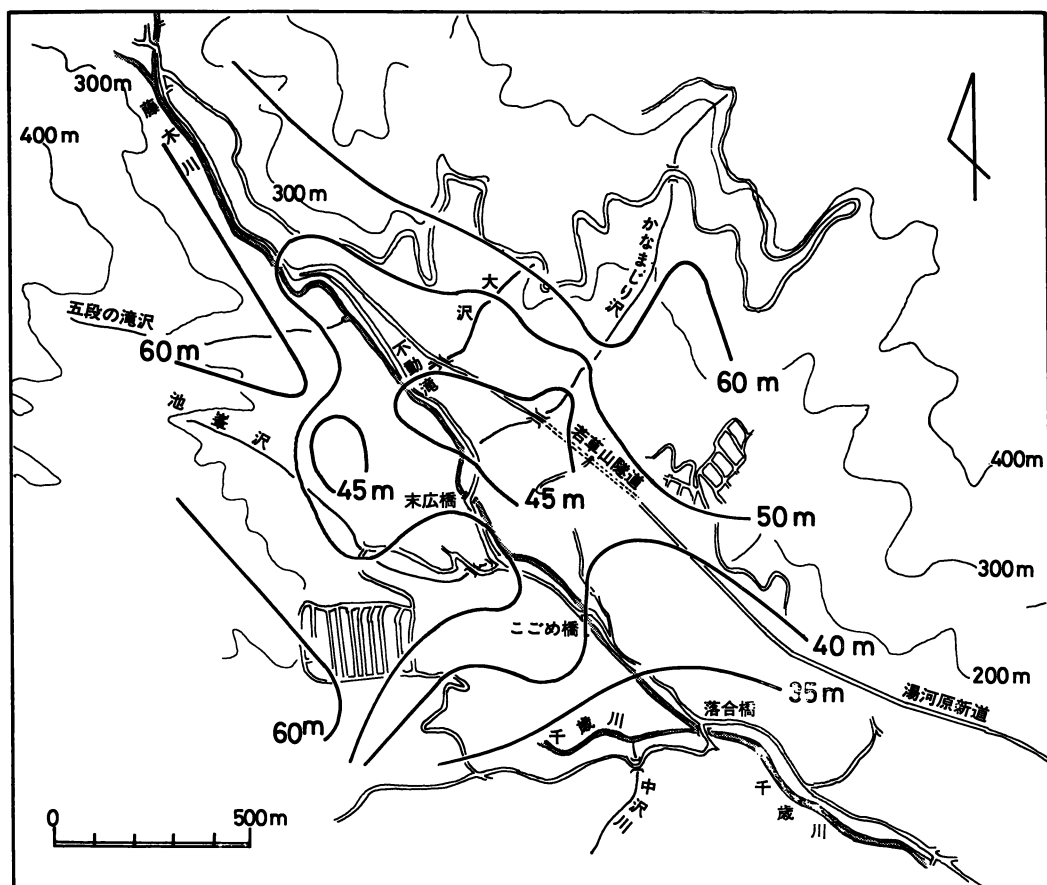


図4 湯河原温泉の水頭分布 1978年

生じた。その後、水頭低下は和いだが、1960—1970年間の平均低下率は、2.5m/年に及んでいる。1971年から1980年までの水頭低下率は更に小さくなったとはいえ、0.8m/年の速度である。なお、この低下率は観測井の2年間の平均低下、1.0m/年にほぼ一致する。

5. 水頭分布

図4と図5は各々1978年と1981年の水頭分布である。

標高は湯河原町役場発行の三千分の一地形図を用いた。等高線は2m間隔である。一般に地形図における等高線の精度は等高線間隔の二分の一以内ということになっている（高崎1976）。

湯河原の温泉地は急峻な山地に位置しているため、各孔井の正確な標高を地形図から求めることがむずかしい。山腹に位置し、目標物のない場合は特に困難になり、数メートルの誤差を考慮しなければならない。水頭分布を作成するには孔井の標高を正確にし、水頭を同一時期に測定することが望ま

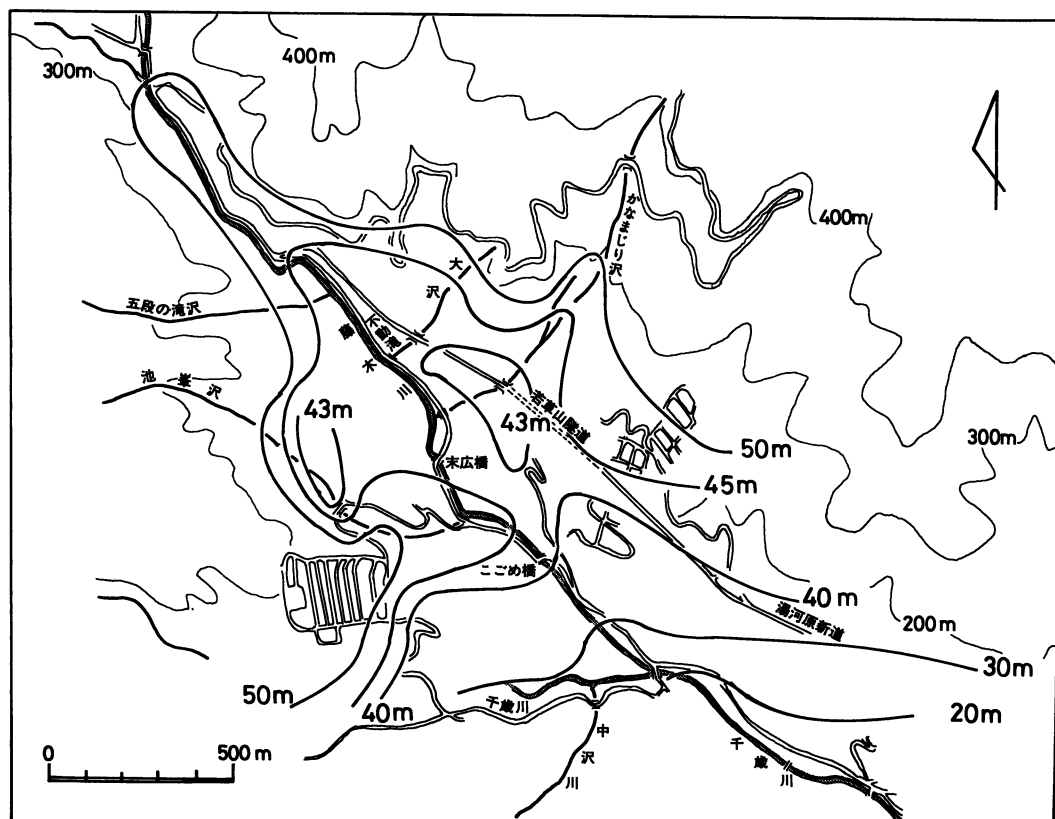


図5 湯河原温泉の水頭分布 1981年

しいが、温泉井の場合、不可能に近い。しかし、以上の条件が満たされていなくとも温泉井が密集しているので各水頭の相互関係から概略を把握することができる。

図4は1年の間に測定された値で作成した。1978年の水頭分布によれば、不動滝から若草山隧道にかけてなおすり鉢状に落ち込んでいるが、1975年に比べると45mの水頭線の範囲が広がっている(大山1976)。ほとんどの温泉井の水頭は50m以下になり、全ての温泉井は60m以下である。末広橋からこごめ橋の藤木川沿いは温泉井が密集しているが、水頭は他の沢沿いに比べ高い。

1981年の分布図では不動滝付近のすり鉢状の範囲が更に小さくなっている。一方、池ヶ峯沢沿いにも水位の低い場所が生じている。多くの温泉井を囲んだ1978年の50m水頭線は45m線にかわった。また、60m線は後退し、50m線の範囲が拡大している。

以上から、この3年間(1978—1981)水頭分布の形状に大きな変化はないが、水頭は現在も全域にわたって低下している。

6. ま と め

温泉の水頭は夏に高く、冬期に低くなる季節変化をする。観測井の年間の変動幅は2～10mである。

観測井6ヶ所の水頭の2年間の低下率は水頭が時期的に低くなる1月を基準にすると0.25～1.25m/年、平均1.0m/年である。湯河原全体の1970～1980年間における平均低下率は0.8m/年である。

湯河原の水頭分布の特徴は不動滝付近が、1960年以来すり鉢状に落ち込んでいることである。しかし、すり鉢状の水面の勾配はしだいに小さくなっている。一方池峯沢沿いに水頭の低い部分が生じ、拡大している。

1978年頃には温泉井のほとんどが50m水頭線で囲まれていたが、1981年には45m線に代わっている。

従って、湯河原の水頭低下は全域で起きており、その速度は0.8～1.0m/年である。

7. 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。

源泉所有者、杉山管工、渡辺配管所、柳沢さくせん工業、井戸倉建設、渡辺秀雄氏、渡辺 守氏、杉の屋管工、中山ボーリングには調査の便宜をはかっていただいた。湯河原町消防本部には降水量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、平野富雄主任研究員に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 (1965), 温泉分析表 (昭和25～35年), 中央温泉研年報, No. 3.
- 平野富雄, 田嶋鍔子 (1970), 神奈川県温泉研究所分析集 (その2), 神奈川温研報告, Vol. 1, No. 10, 1-54.
- 平野富雄, 大山正雄, 栗屋 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.
- ISHIZU, R. (1915), The Mineral Springs of Japan, Sankyo, Tokyo.
- 神奈川県衛生部 (1958—1981), 温泉実態調査報告書 (湯河原温泉).
- 小林儀一郎 (1914), 神奈川県湯河原温泉調査報文, 地調報, No. 48, 69-84.
- 厚生省大臣官房国立公園部編 (1954), 日本鉱泉誌, 青山書院, 東京.
- 内務省衛生局編 (1886), 日本鉱泉誌.
- 大木靖衛, 荻野喜作, 長塚鍔子, 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.
- OKI, Y., T. HIRANO and T. SUZUKI (1974), Hydrothermal Metamorphism and vein Minerals of the Yugawara Geothermal Area, Japan. Bull Hot Spring Res. Inst. Kanagawa Pref. 8, 81-94.
- 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.

杉山茂夫, 大山正雄 (1900), 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

高崎正義 (1976), 地図入門, 日本放送出版協会.

田嶋磋子, 平野富雄 (1966), 神奈川県温泉研究所分析集 (その1), 神奈川温研報告, Vol. 1, No. 3, 1-55.

牛山幽泉 (1910), 湯河原温泉療養誌.

雄山閣編 (1972), 新編相模国風土記稿.



藤木川に沿って分布する湯河原温泉