

# 温泉科学

第33巻(1982)

昭和57年10月

第2号

原 著

## 北海道定山溪温泉における温泉水位の 経年変化

北海道大学工学部

浦 上 晃 一

(昭和56年10月27日受理)

## Secular Variation of Pressure Head in Hot Spring at Johzankei Area, Hokkaido

Koichi URAKAMI

Faculty of Engineering, Hokkaido University

### Abstract

The Johzankei hot springs area is situated on the upper reaches of the Toyohira River in the southwestern Hokkaido. More than fifty hot springs with temperatures of 39.2 to 83.6°C flow out from the fissures in quartz porphyry exposed along the river. Total volume of hot water discharging from the area is very plentiful and it measures about 10,000 l/min.

Since 1966, pressure head in a hot spring and water level of the Toyohira River have been observed to conserve hot water resources in this area. Records of the water levels show that the pressure head has sensitive response to change in the river stage. A rise in the river level produces an increase of pressure in the fissures hydraulically connecting with the hot water system, and results in an increase of the pressure head in the observed hot spring. The ratio of increase of the pressure head to corresponding rise in the river stage is estimated to be 0.52. The pressure head shows seasonal fluctuations caused by variation of the river stage. In December 1976, the pressure head began to rapidly decrease due to increase of pumping rate and the resulting decline of 130cm has caused for the last four years.

### 1. ま え が き

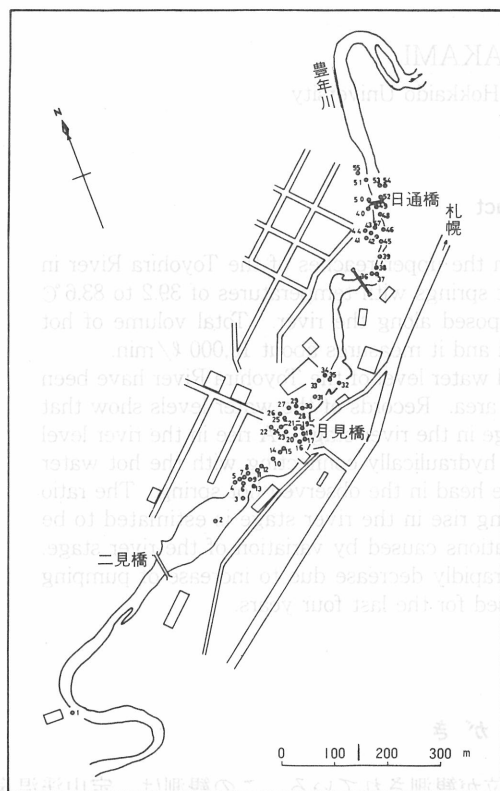
北海道定山溪温泉では、温泉の水位と河川の水位が観測されている。この観測は、定山溪温泉の約5km上流に豊平峡ダムが計画された当時、定山溪温泉への影響が心配され、その影響を調べるために、札幌市が1966年5月に開始したものである。豊平峡ダムは1972年11月にすでに完成し、定山溪温泉への影響はほとんど観測されなかったが、水位観測はその後も続けられ、14年間におよぶ観測記録が得られている。この記録を整理し、温泉水位と河川水位の関係、温泉水位の経年変化などについてまとめたので、その概要を報告する。

## 2. 定山溪温泉の湧出機構

定山溪温泉は豊平川上流の溪谷部に湧出する温泉であり、温泉は豊平川の川岸や川底に露出する石英斑岩の割目から湧出している。泉質は食塩を主成分とする食塩泉であり、泉温は39.2~83.6℃、総湧出量はおよそ10,000 l/minである。

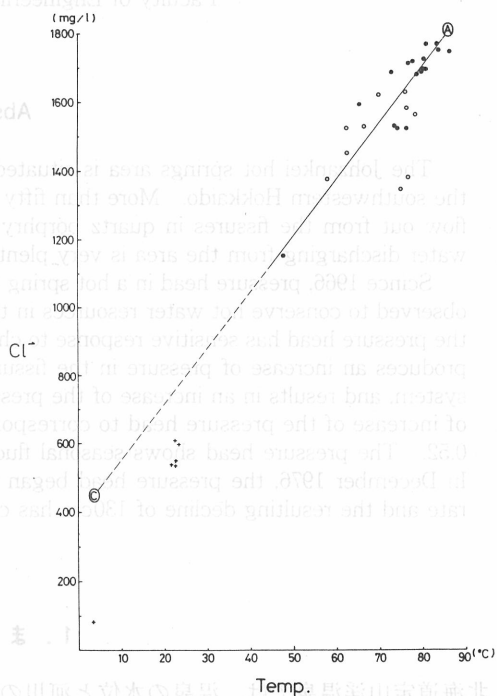
第1図は定山溪温泉の泉源分布図である。現在、56個の泉源があり、月見橋付近と日通橋付近の2地区に集中している。これらの泉源は、最上流部の浅いボーリングによるもの(No.1)を除き、いずれも自然湧出の温泉であり、温泉が湧出する岩盤の割目をコンクリートの枠で囲んで泉源タンクを作り、このタンクから直接あるいは自然流下でポンプ小屋のタンクまで導いた後、段丘上に設けられた貯湯槽まで揚湯し利用している。温泉は断続的に揚湯されており、かつては朝夕1日に2回揚湯ポンプが運転されていたが、最近では、貯湯槽の水位が低下すると自動的にポンプが稼動するように、自動装置を取付けた泉源が多くなった。

このほか、未利用の温泉が川岸や川底に露出する岩盤の割目から多量に湧出している。福富ほか(1964)は、1963年8月に、河川の流量と温泉および川水のCl含量を測定し、未利用の温泉を含めた温泉の総湧出量を10,500 l/minとしている。浦上ほか(1976)は、1975年12月に同様の調査を行ない、総湧出量を8,600 l/minと算定している。しかし、温泉の利用量はかなり少なく、それ



第1図 定山溪温泉の泉源分布図

●は水位観測泉



第2図 Cl含量と湧出温度の関係

●は月見橋付近の泉源、○は日通橋付近の泉源、+は川水を示す。  
(1975年12月に測定)

ぞれ2,800~3,400 l/min, 2,300 l/min と推定されている。

**第2図**は各泉源のCl含量と湧出温泉の関係を示したものである。両者に明瞭な直線関係が認められ、定山溪温泉では、深部から上昇したA源温泉(温度86℃, Cl含量1,800mg/l)とC地下水とが混合して湧出すると考えられる。C地下水は、温度が上流部の川水の温度に等しいとすると、Cl含量が440mg/l位と普通の地下水のCl含量の10倍程度の値となり、極めて特異な地下水となる。福富ほかは、このような地下水として、A源温泉と河岸段丘上の堆積層内に含まれる普通の地下水との混合水が冷却したもの、あるいは、月見橋より下流では温泉排水の流入や未利用の温泉の湧出によって川水のCl含量が急増することから、この高濃度の川水が岩盤の割目を通して地中に滲透したものとの2つの可能性を指摘している。ところが、湧出温度とCl含量の分布を調べてみると、高温で高Clの泉源とやや温度が低くCl含量の少ない泉源とが混在しており、C地下水は湧出口の近傍で混入すると考えてよく、その意味では後者の可能性が強いように思える。

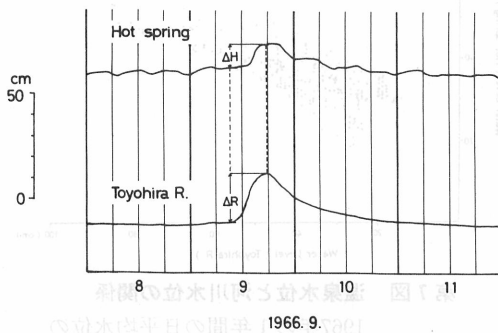
定山溪温泉では、豊平川が増水すると、各泉源の湧出温度が低下し、湧出量が増加する。福富ほかは、河川水位と温泉水位の観測を行ない、河川水位が1m上昇すると、温泉水位が月見橋の下流で15cm、日通橋付近では52cm上昇することを確かめ、豊平川が増水すると、川底に露出する未利用の温泉湧出口での水圧が増すために、温泉の水位が上昇し、各泉源の湧出量が増加すると説明している。

### 3. 水位観測の結果

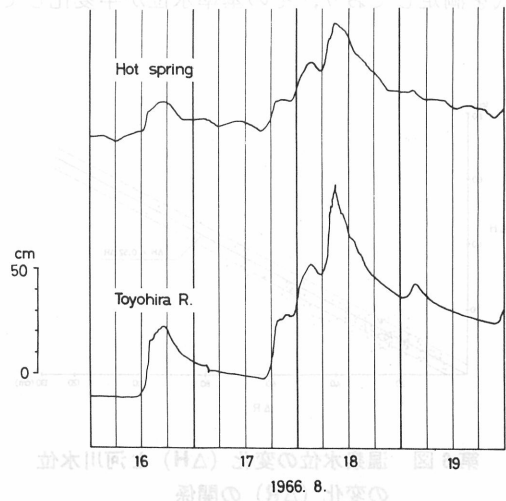
温泉の水位はNo.13で観測されている(第1図参照)。この泉源は月見橋の約100m上流にあり、豊平川の水水位も同一地点で観測されている。観測は1966年5月に開始され、1975年6月までは1週間巻きのロール式水位計が使用されていたが、それ以後は中浅式TS-71型自記水位計が使用されるようになった。

#### 3.1 温泉水位と河川水位の関係

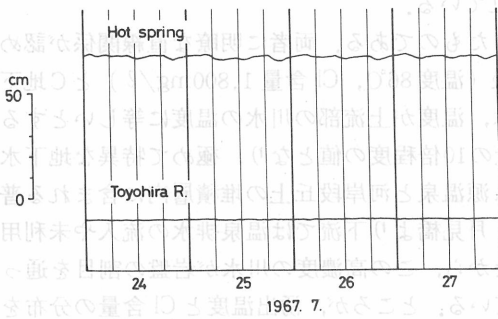
**第3図**から**5図**に水位記録の例を示した。これらはいずれもロール式水位計で得られたもので



第3図 水位記録の例 (1966年9月)



第4図 水位記録の例 (1966年8月)



第5図 水位記録の例 (1967年7月)

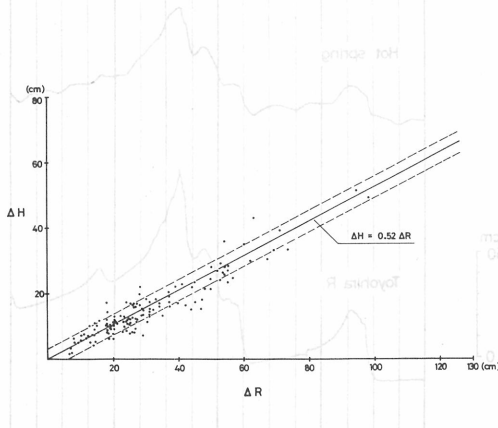
ある。温泉の水位は、位相の遅れもなく、豊平川の水位変化に敏感に応答している。また、河川水位に変化がみられないときでも3 cm程度の日変化が記録されている。各泉源では泉源タンクの底面から温泉が湧出しており、タンク内の水位が上昇すると湧出量が減少するが、観測井に対しては河川水位の上昇と同様な効果を示す。記録をみると、温泉の水位は揚湯が集中する朝夕

に低下しており、温泉水位の日変化は観測井周辺の泉源の揚湯による影響と考えてよい。

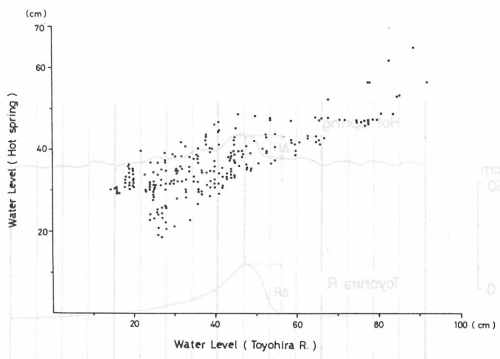
第6図は温泉水位の変化 $\Delta H$ と河川水位の変化 $\Delta R$ の関係を示したものである。両者に顕著な直線関係が認められ、その関係を最小乗法によって求めると、 $\Delta H = 0.52\Delta R$

となる。ここで、 $\Delta H$ および $\Delta R$ は、第3図に示されるように上昇量を用いてあるが、温泉水位が日変化するので、 $\Delta R$ に対応する温泉水位の変化は $\Delta H \pm 3$  cmの範囲にあると考えられる。第6図において、プロットした点は大部分が破線( $\Delta H = 0.52\Delta R \pm 3$  cm)で挟まれた帯状の領域に含まれており、上式はかなりよい近似で成立するといえる。

3時間毎に水位記録を読み取り、それらを平均して毎日の水位を求めた。第7図は、1967年の1年間について、温泉水位と河川水位の関係を示したものである。確かに相関関係が認められるが、点のばらつきがかなり大きい。これを月毎に調べてみると、第8図に示すように、点のばらつきが少なくなり、顕著な相関関係が現われる。図中の直線は温泉水位と河川水位の関係、両者の変動範囲を示すが、これらを1つの図にまとめると、第9図のように、各直線の勾配(平均0.55)に大差がなく、互に平行移動したような形になっている。したがって、1ヶ月位の期間をとると、その期間の水理条件に対応する基準水位があって、基準水位からの変化が上述の式と同様な関係式を満足しており、その基準水位が年変化していると考えられる。

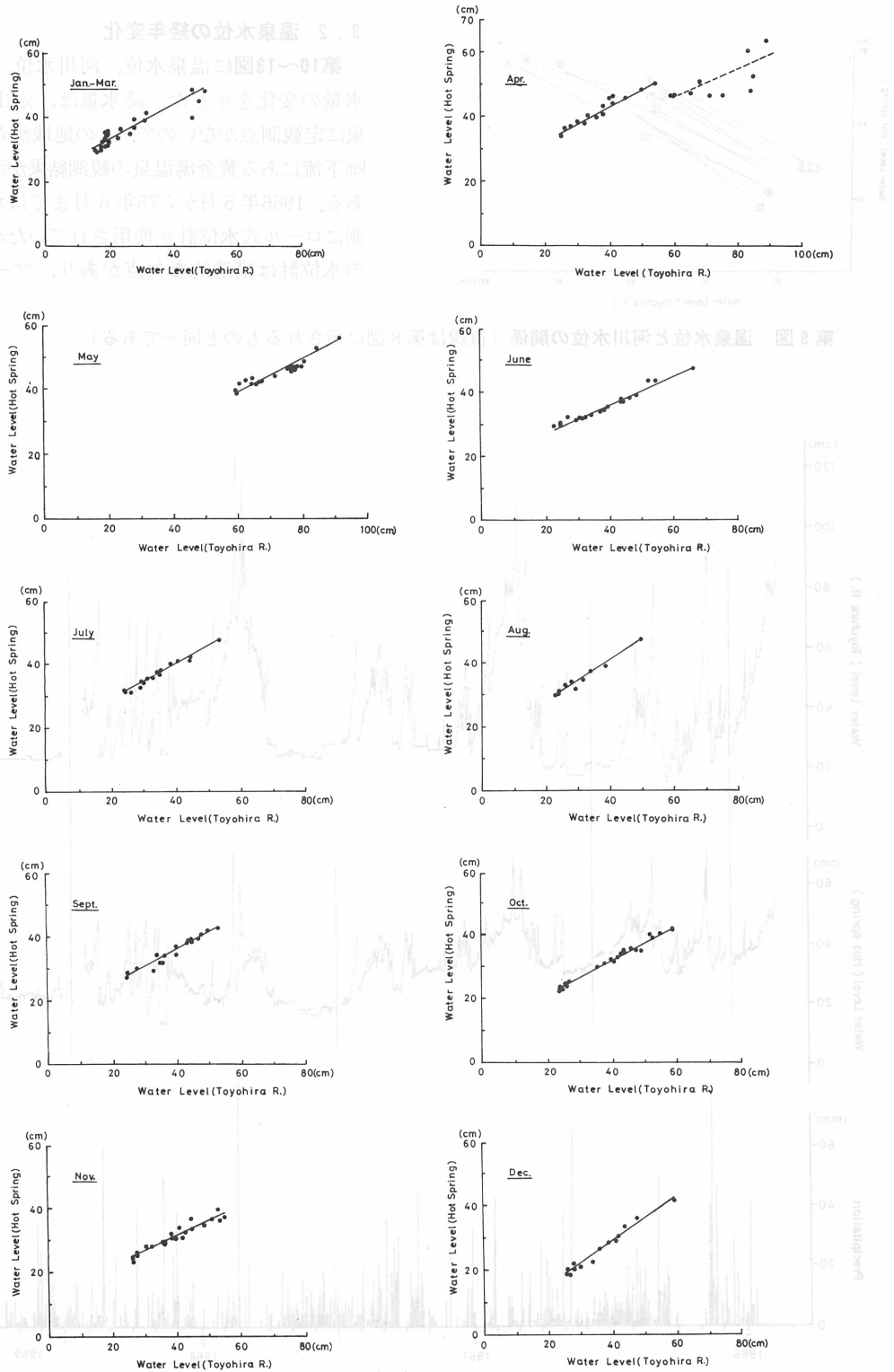


第6図 温泉水位の変化(ΔH)と河川水位の変化(ΔR)の関係



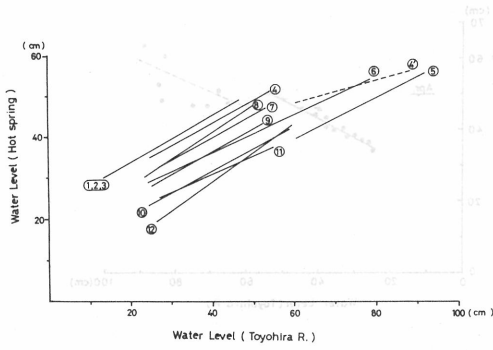
第7図 温泉水位と河川水位の関係

1967年の1年間の日平均水位の関係を示す。

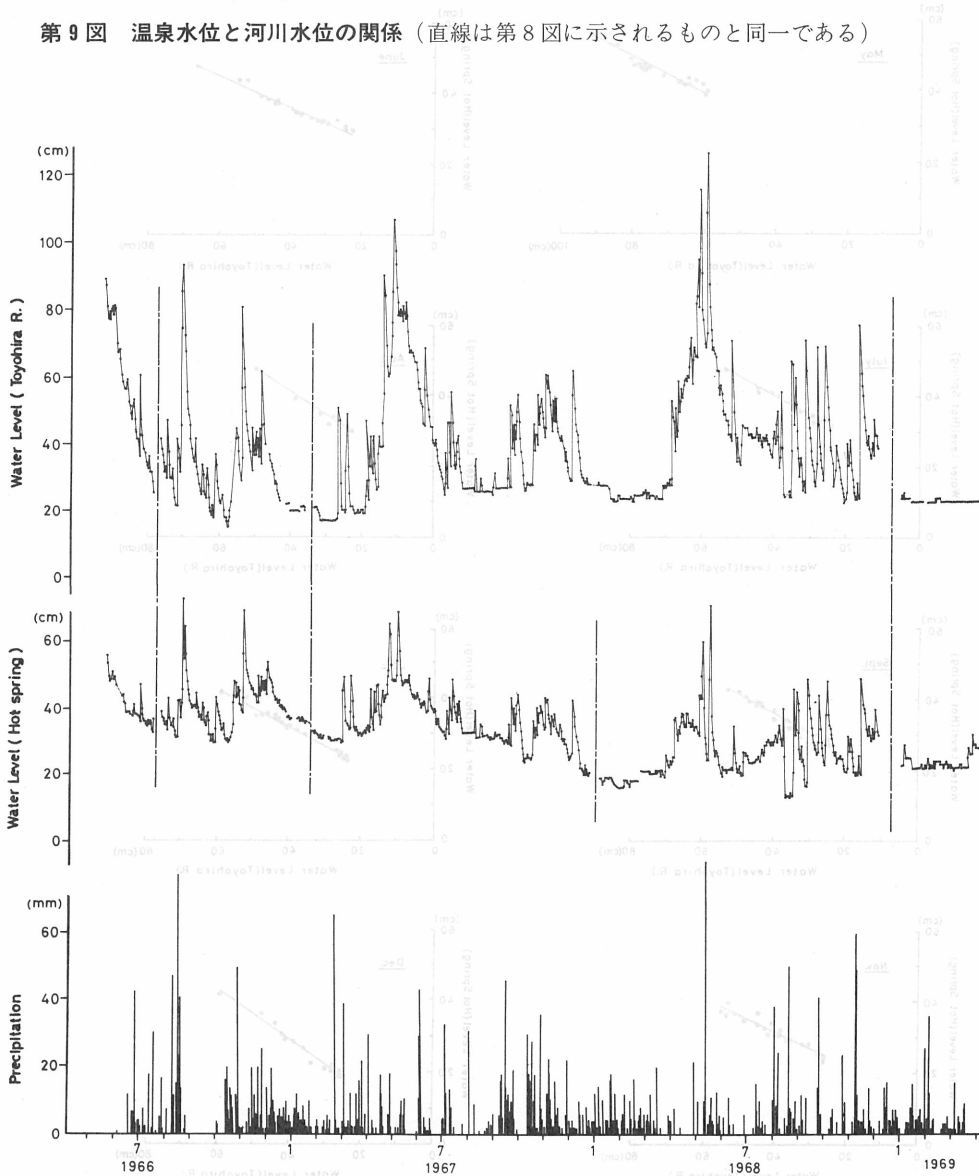


第 8 図 温泉水位と河川水位の関係

直線は各月の温泉水位と河川水位の関係および両者の変動量を示す



第9図 温泉水位と河川水位の関係 (直線は第8図に示されるものと同一である)



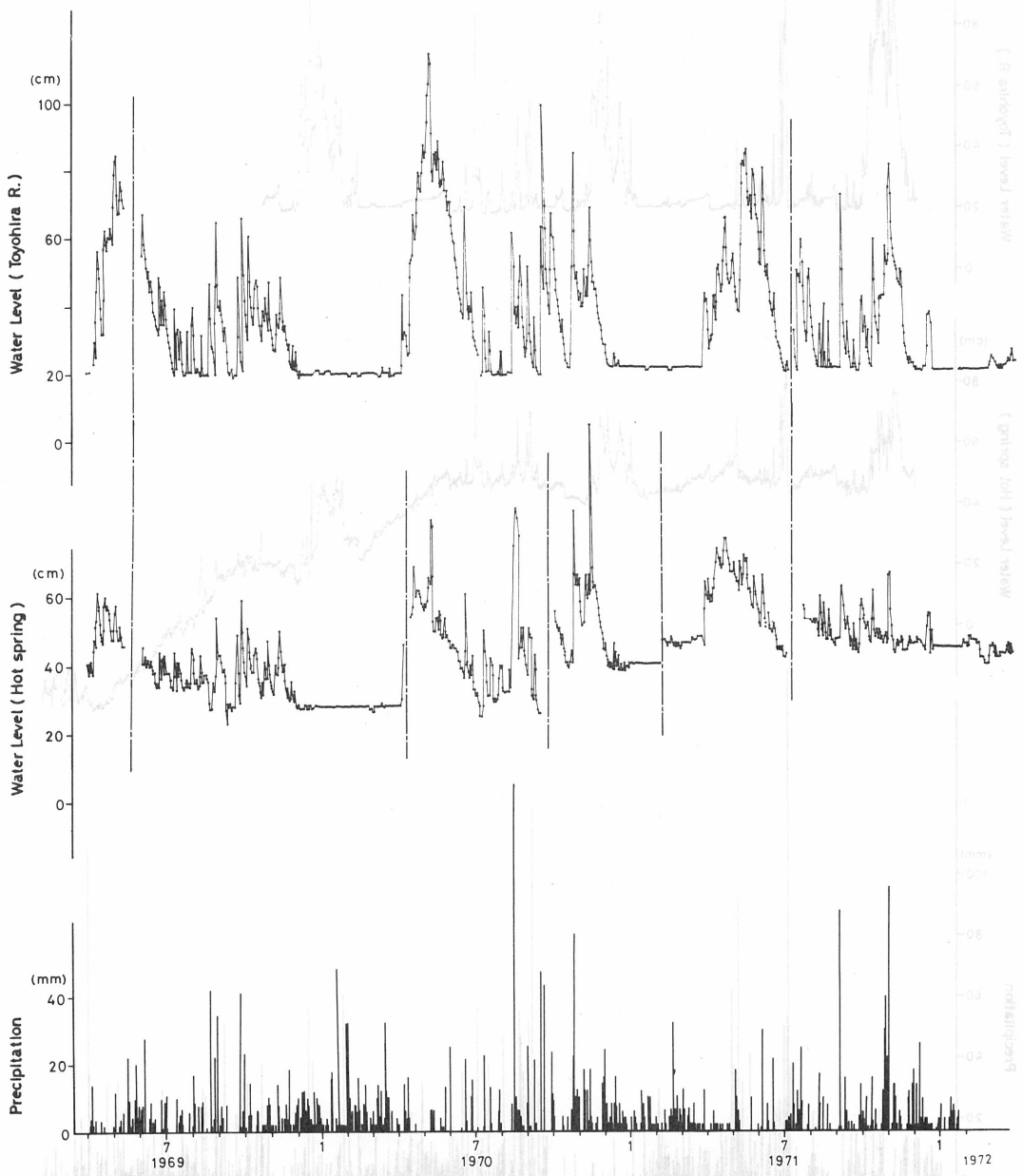
第10図 河川水位、温泉水位、日降水量の変化 (1966年5月~1969年3月)

下向き線は欠測または記録上の基準点のずれがある部分を示す。

### 3.2 温泉水位の経年変化

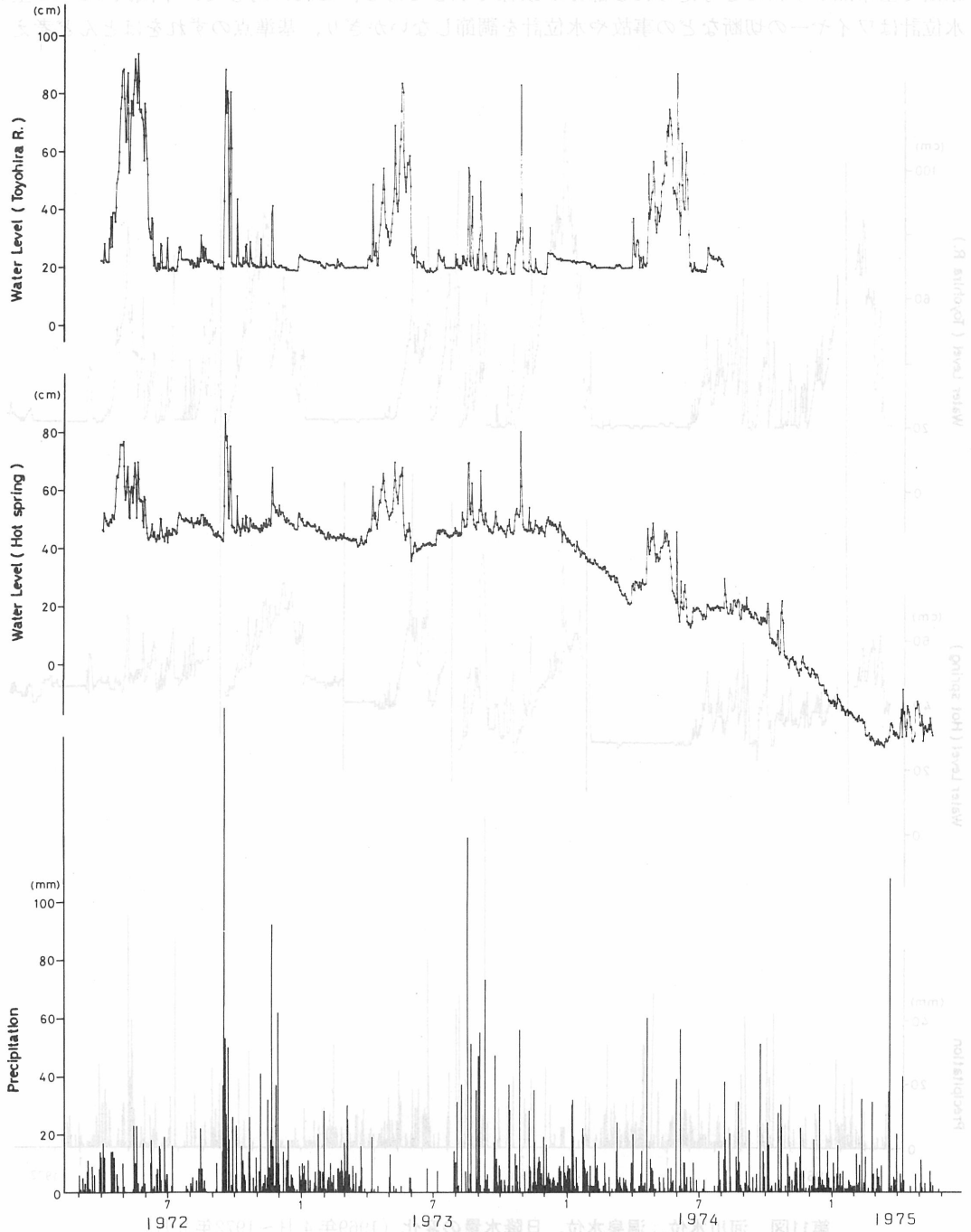
第10~13図に温泉水位、河川水位、日降水量の変化を示した。降水量は、定山溪温泉に定観測点がないので、この地域から約4 km下流にある黄金湯温泉の観測結果が示してある。1966年5月から75年6月までは水位観測にロール式水位計が使用されていたが、この水位計は構造的な欠点があり、プーリー

を回転させるワイヤーが滑りやすく、記録上の基準点がずれやすい。このため、欠測があったときに基準点がずれていないとの保障がなく、自記記録以外にほとんど水位観測が行なわれていないので、欠測前後の記録をつなぐことができない。そこで、基準点のずれを考えないで、記録の読取り値をそのまま処理し、毎日の水位が求めてある。図には、欠測があった部分や、何らかの原因で基準点がずれたと考えられる部分が鎖線で示してある。これに対して、中浅式TS-71型水位計はワイヤーの切断などの事故や水位計を調節しないかぎり、基準点のずれをほとんど考え



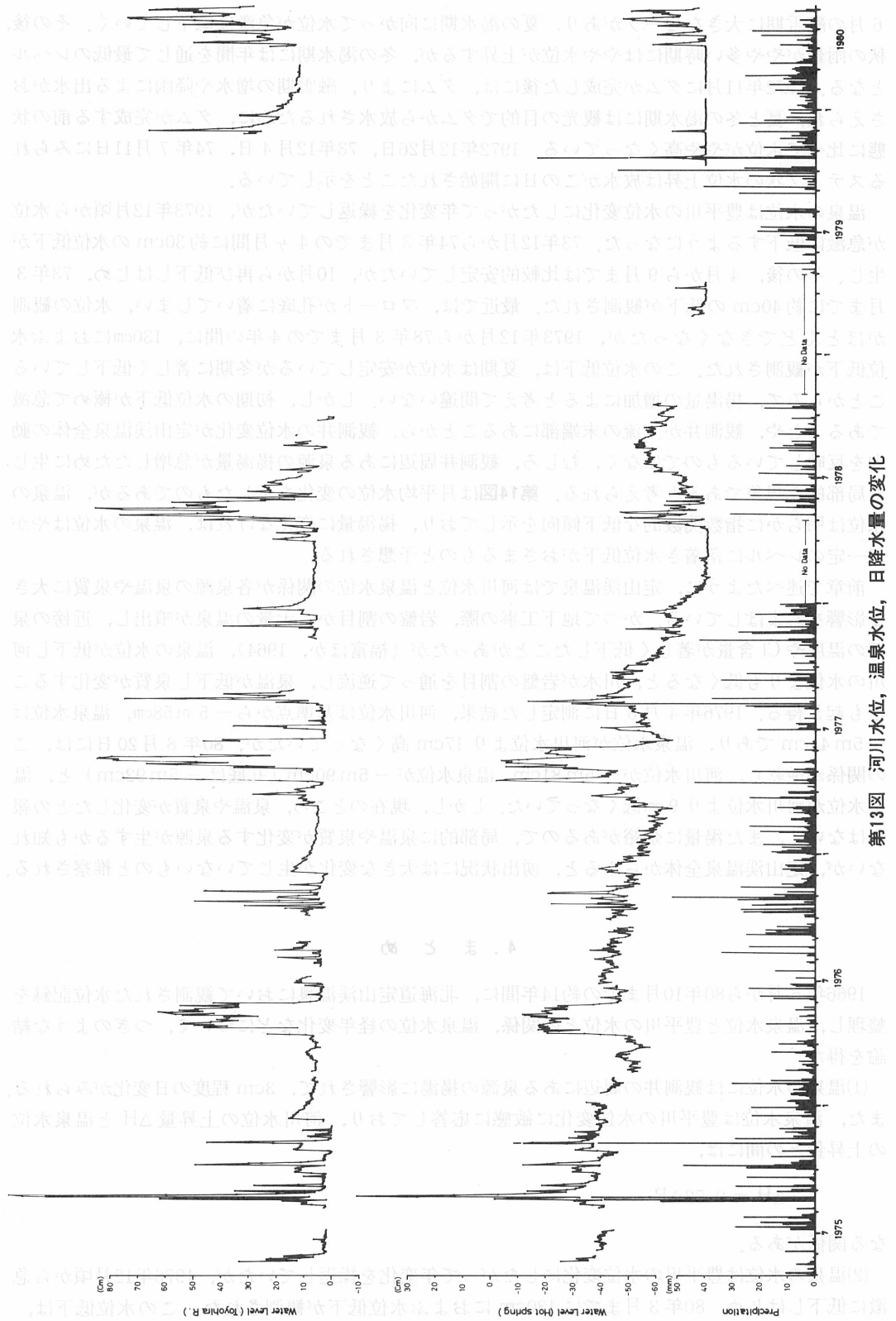
第11図 河川水位，温泉水位，日降水量の変化（1969年4月～1972年2月）  
鎖線は欠測または記録上の基準点のずれがある部分を示す。

なくてもよい。第13図では、1978年10月以後、温泉の水位がほぼ一定値を示すことが多いが、これは水位が低下してフロートが孔底に着いたためで、水位はこのレベル以下にある。温泉平川の豊平川の水位は積雪地域の河川にみられる典型的な年変化を示している。すなわち、4月から



第12図 河川水位、温泉水位、日降水量の変化





第13図 河川水位、温泉水位、日降水量の変化

6月の融雪期に大きなピークがあり、夏の渇水期に向かって水位が急激に低下していく。その後、秋の雨量がやや多い時期にはやや水位が上昇するが、冬の渇水期には年間を通じて最低のレベルとなる。1972年11月にダムが完成した後は、ダムにより、融雪期の増水や降雨による出水がおさえられ、夏と冬の渇水期には観光の目的でダムから放水されるために、ダムが完成する前の状態に比べて水位がやや高くなっている。1972年12月26日、73年12月4日、74年7月11日にみられるステップ状の水位上昇は放水がこの日に開始されたことを示している。

温泉の水位は豊平川の水位変化にしたがって年変化を繰り返していたが、1973年12月頃から水位が急激に低下するようになった。73年12月から74年3月までの4ヶ月間に約30cmの水位低下が生じ、その後、4月から9月までは比較的安定していたが、10月から再び低下しはじめ、73年3月までに約40cmの低下が観測された。最近では、フロートが孔底に着いてしまい、水位の観測がほとんどできなくなったが、1973年12月から78年3月までの4年の間に、130cmにおよぶ水位低下が観測された。この水位低下は、夏期は水位が安定しているが冬期に著しく低下していることからみて、揚湯量の増加によると考えて間違いない。しかし、初期の水位低下が極めて急激であることや、観測井が上流の末端部にあることから、観測井の水位変化が定山溪温泉全体の動向を反映しているものではなく、むしろ、観測井周辺にある泉源の揚湯量が急増したために生じた局所的な現象であると考えられる。第14図は月平均水位の変化を示したものであるが、温泉の水位は明らかに指数関数的な低下傾向を示しており、揚湯量に変化なければ、温泉の水位はやがて一定のレベルに落ち着き水位低下がおさまるものと予想される。

前章で述べたように、定山溪温泉では河川水位と温泉水位の関係が各泉源の泉温や泉質に大きな影響をおよぼしている。かつて地下工事の際、岩盤の割目から大量の温泉が噴出し、近傍の泉源の温度やCl含量が著しく低下したことがあったが(福富ほか, 1964)、温泉の水位が低下し河川の水位よりも低くなると、川水が岩盤の割目を通して逆流し、泉温が低下し泉質が変化することも起き得る。1976年4月8日に測定した結果、河川水位は基準点から-5m58cm、温泉水位は-5m41cmであり、温泉水位が河川水位より17cm高くなっていたが、80年8月20日には、この関係が逆転し、河川水位が-5m81cm、温泉水位が-5m90cm(孔底は-5m92cm)と、温泉水位が河川水位より9cm低くなっていた。しかし、現在のところ、泉温や泉質が変化したとの報告はないし、まだ湯量に余裕があるので、局所的に泉温や泉質が変化する泉源が生ずるかも知れないが、定山溪温泉全体からみると、湧出状況には大きな変化が生じていないものと推察される。

#### 4. ま と め

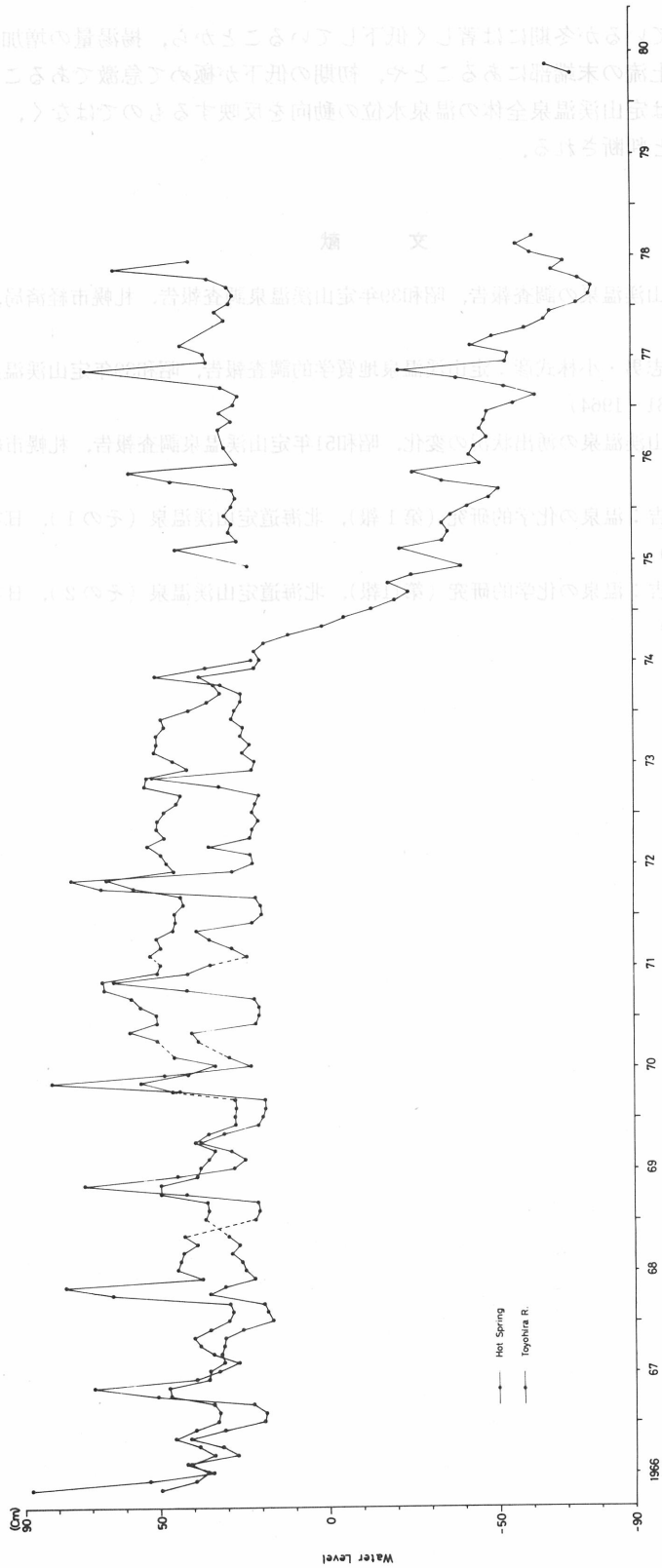
1966年5月から80年10月までの約14年間に、北海道定山溪温泉において観測された水位記録を整理し、温泉水位と豊平川の水位との関係、温泉水位の経年変化などについて、つぎのような結論を得た。

(1)温泉の水位には観測井の周辺にある泉源の揚湯に影響されて、3cm程度の日変化がみられる。また、温泉水位は豊平川の水位変化に敏感に応答しており、河川水位の上昇量 $\Delta H$ と温泉水位の上昇量との間には、

$$\Delta H = 0.52\Delta R$$

なる関係がある。

(2)温泉の水位は豊平川の水位変化にしたがって年変化を繰り返していたが、1976年12月頃から急激に低下しはじめ、80年3月までに130cmにおよぶ水位低下が観測された。この水位低下は、



第14図 月平均河川水位と月平均温泉水位の変化

補文

夏期は水位が安定しているが冬期には著しく低下していることから、揚湯量の増加によると考えられるが、観測井が上流の末端部にあることや、初期の低下が極めて急激であることからみて、観測された水位低下は定山溪温泉全体の温泉水位の動向を反映するものではなく、観測井周辺の局所的な現象であると判断される。

### 文 献

- 1) 福富孝治ほか：定山溪温泉の調査報告，昭和39年定山溪温泉調査報告，札幌市経済局，1-23 (1964)
- 2) 石川俊夫・大場与志男・小林式彦：定山溪温泉地質学的調査報告，昭和39年定山溪温泉調査報告，札幌市経済局，25-31 (1964)
- 3) 浦上晃一ほか：定山溪温泉の湧出状況の変化，昭和51年定山溪温泉調査報告，札幌市経済局，1-23 (1976)
- 4) 太秦康光・西村雅吉：温泉の化学的研究（第1報），北海道定山溪温泉（その1），日本化学会誌，**62**，713-717 (1941)
- 5) 太秦康光・西村雅吉：温泉の化学的研究（第11報），北海道定山溪温泉（その2），日本化学会誌，**64**，817-820 (1943)

