

# 鳥取市内温泉の試錐による調査研究 水温および化学成分について

阪上正信\*, 杉原健\*

鳥取温泉の全般的な調査研究については、最近のものとして、鳥取大学による1958年の報告<sup>1)</sup>、鳥取県衛生課による1959年6月8日～12日における実態調査がある。後者の結果をもとにして、昭和25年当時の状況と比較すると第1表のごとく、温度および湧出量の低下が目立っている。このため1960年末より、鳥取県衛生課が企画の中心となり、鳥取温泉地下の地質の解明、各含有層についての物理的・化学的な検討、新泉層の発見を目的として、コアボーリング法により300メートルの試すいが行われた。その際の化学的な面で研究結果について報告する。

## 2・1 測定および分析方法

温度：試すい孔内の温度測定には宝工業製TM-30型サーミスター温度計を用いた。また、揚泉パイプ出口における温度は留点温度計によった。

第1表 鳥取温泉の推移

	昭和25年	昭和34年	増減
利用源泉数	23	34	+11
動力装置数	11	34	+23
温度 (°C) {平均	55	46.3	- 8.7
{最低	45	32.5	-12.5
湧出量 (l/m) {平均	81.9	57.8	-13.8
{最低	18.5	4.7	-13.8
水位	7.83	8.30	低下 0.47

電気伝導度：東亜電波製CM-3M型携帯用電導度計により測定、電極には主に高電導度試料用のCG-210P型を使用、なおときにCG-201P型も併用した。

Cl<sup>-</sup>：Mohr法による滴定による。

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>：塩酸滴定によるメチルオレンジアルカリ度より、これがHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>のみによるものとして計算した。

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>：クロム酸バリウム酸懸濁法を用いる比色法<sup>2)</sup>による。

Ca<sup>2+</sup>：EDTAによる滴定、指示薬にはドータイトNN<sup>3)</sup>を用う。

ヒ素：Gutzeit改良法による<sup>4)</sup>。

ウラン：回転式溶融炉を用いる微量ウランの固体螢定法によった<sup>5)</sup>。

ガス成分：水中溶存ガス分析装置<sup>6)</sup>の採水瓶（内容約300cc）にあらかじめ5gの大理石細片を加えておき、500ccの注射器で採水した温泉水を充たし、余分の温泉水を溢れさせて、空気の混入或は空気中へのガス成分の逃失のない状態において、密栓する。実験室に持帰ってから、塩酸を加え、発生する炭酸ガスとともに温泉水にとけているガス成分を追出して、ガスビュレットに集める。ガスビュレットには、あらかじめ5%のロッセル塩を含有する20%の苛性ソーダ溶液を充たしておく。炭酸ガスは苛性ソーダ溶液に吸

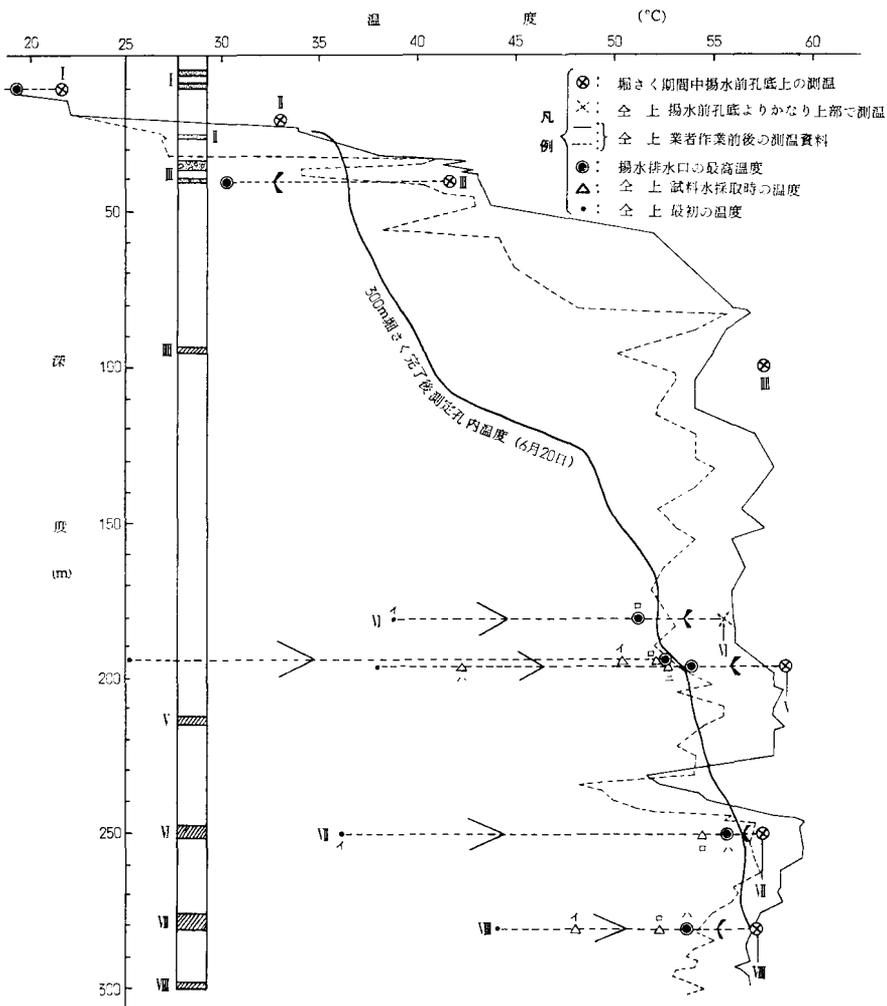
收されて、窒素、酸素、アルゴン、メタン等のガス成分がビュレットに集められる。時々ガスビュレット中の苛性ソーダ溶液を新しく加える事によって、炭酸ガスの吸収を完全にす。温泉水中にとけているガス成分が完全に追出されたら栓をしめ、充分に炭酸ガスが吸収される様にガスビュレットをよく振る。その後しばらく放置して、水面を目盛に平行にしてビュレットのガスの容積を讀取る。これを0°C,1気圧に換算して、a mlとする。次にガスビュレットに5%ピロガロール溶液

5 CCを加えて、よく振り、酸素と反応させてから、ガス成分の容積を測定し、0°C,1気圧に換算して、b mlとすれば(a-b)が酸素の容積となり、bが(窒素+アルゴン)の量として示される。

2・2 温度と深度

掘さく中、揚水試験を行った各時期において、揚水直前に、試すい孔内にサーミスター温度計をおろして温度と深度の関係を測定した。その例として300メートル掘さく完了後の試すい孔内の温度と深度の関係を第1図に

第 1 図



示すとともに、各時期において測定されたも  
っとも孔底に近い位置での深度を同図に記入  
した。この結果とともに、第一図に折れ線  
で記入した掘さく業者の留点温度計による  
作業開始前後の孔底温度の測定値を参考とす  
ると、地温は100メートルの深さに至るまで  
に急激に上昇して、それ以下の深度では比較  
的大きな変化がみられず、たゞ温泉水の供給  
のある場所などで、それを指示する温度の上  
昇がみられる程度である。このことはまた、  
各含水層のセメンテーションの良否、孔内水  
の対流等の影響はうけているものゝ、300メ  
ートル掘さく完了後6月20日の孔内の深度と  
温度の関係を示す曲線においても表わされて  
いる。以上の事実は地質についての検討\*とあ

わせ考えると興味ある点である。(\*別報)

さらに揚水試験を行った場合、揚水されて  
くる水の温度の変化は第1図に点線で示した  
ごとくであって、その最高温度(●印)も、  
第I層第III層と高くなるが、第V層以下につ  
いては51~56°Cの間であってあまり大きな  
差はみられない。なおこのさいの揚水量の概  
量、化学分析のために採水した試料の温度、  
分析結果等は第2表に示してある。

### 2・3 電気伝導度と塩化物イオン(Cl<sup>-</sup>)濃度

揚水試験の場合には排出されてくる水の電  
気伝導度を、数分おきに測定して、揚水の水  
質を追跡するとともに適当なときに採水し  
て、化学分析用の試料水とした。そして揚水  
をつづけても電気伝導度の変化がほゞみられ

第 2 表

採水日 (1961年) 月 日	試料 水記 号	採水試 料温度 (°C)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	As (mg/l)	U (μg/l)	ストレー ナー又は 掘さく深 度 (m)	孔底上 温度 (°C) 〔深度m〕	外 気 温 度 (°C)	揚 泉 量 概 量 (l/min)
1.30	I	19.0	180	210	134	—	—	—	{3.3~6.6 及 8.5~11.1}	21.8 〔10〕	6.0	10
1.31	I'	—	200	215	113	—	0.08	—				
2.25	II	—	60	22	—	—	—	—	27	33〔21〕	9.4	
3. 2	III	30.0	245	300	—	—	0.16	0.3	41	42.5〔41〕	15.4	5.9手押ポンプ
3.28	IV	—	900	1330	495	—	—	—	100	57.4〔96〕	16.2	
4.26	V <sub>イ</sub>	50.4	855	1290	448	—	—	—	210	585〔192〕	14.4	39
〃	V <sub>ロ</sub>	52.2	935	1395	470	105.8	0.4	0.6				
4.27	V <sub>ハ</sub>	42.2	910	1380	545	—	—	—				
〃	V <sub>ニ</sub>	52.3	990	1460	504	106.7	0.44	0.56				
5.12	VI <sub>イ</sub>	38.7	578	950	—	74.5	—	—	243	55.5 〔180〕	25	50
〃	VI <sub>ロ</sub>	51.0	800	1140	—	72.6	0.24	0.3				
6. 6	VII <sub>イ</sub>	36.0	760	1080	463	104.8	—	—	280	57.45 〔250〕	25	200
〃	VII <sub>ロ</sub>	54.4	954	1360	489	137.6	—	—				
〃	VII <sub>ハ</sub>	55.3	960	1375	494	136.7	—	—				
6.20	VIII <sub>イ</sub>	48.0	845	—	473	108.9	—	—	300	57.2 〔280〕	24	200
〃	VIII <sub>ロ</sub>	52.2	860	—	473	121.6	—	—				
〃	VIII <sub>ハ</sub>	53.5	860	—	471	122.2	—	—				

ぬようになったときの試料水を最後に採水し、これを各層の代表的な試料水と考えた。

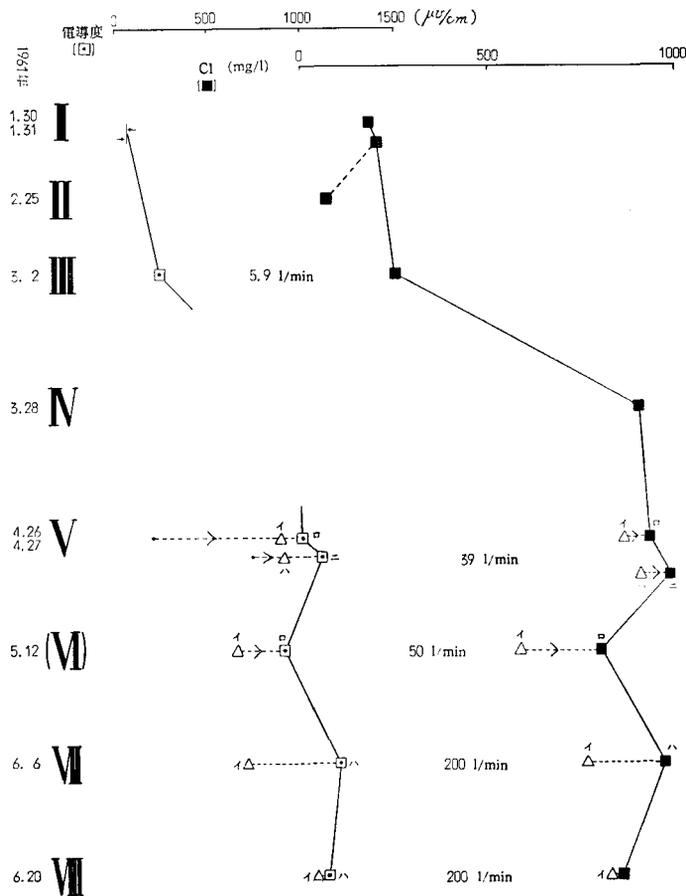
第2図にはこの結果と、これら試料水の化学成分のうち  $\text{Cl}^-$  濃度の値を示したが、この図よりわかるごとく、第IV層以下の水質は前述した温度についての結果と同様に、比較的变化なく  $\text{Cl}^-$  濃度 800~990mg/l の範囲にある。なおそのうちVII層の値について、成分濃度の幾分の低下とともに揚泉量の増加のあることは、セメテーションの状況（工事後のほうかい）も考慮すべきと思う。

#### 2・4 化学成分相互の関係

各試料水についての化学分析の結果を第2

表に示すとともに、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、As、U等の含有量のそれぞれと、 $\text{Cl}^-$ 含有量との関係を図示すると第3図を得る。この図からわかるごとく  $\text{SO}_4^{2-} \sim \text{Cl}^-$  については、明瞭な正相関々係がみられ、また  $\text{As} \sim \text{Cl}^-$ の間にも正相関々係がみられる。なお  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$  については、セメテーション、揚泉方法等の影響をうけるため前2者の場合ほど明瞭でないが、やはり正相関々係を肯定してよいであろう。なおウラン含有量については  $\text{Cl}^-$  含有量との間に特に関係はみられず、その値も、花こう岩を基盤にもつ地域の温泉水の通例として、地表水よりは幾分多いとい

第 2 図

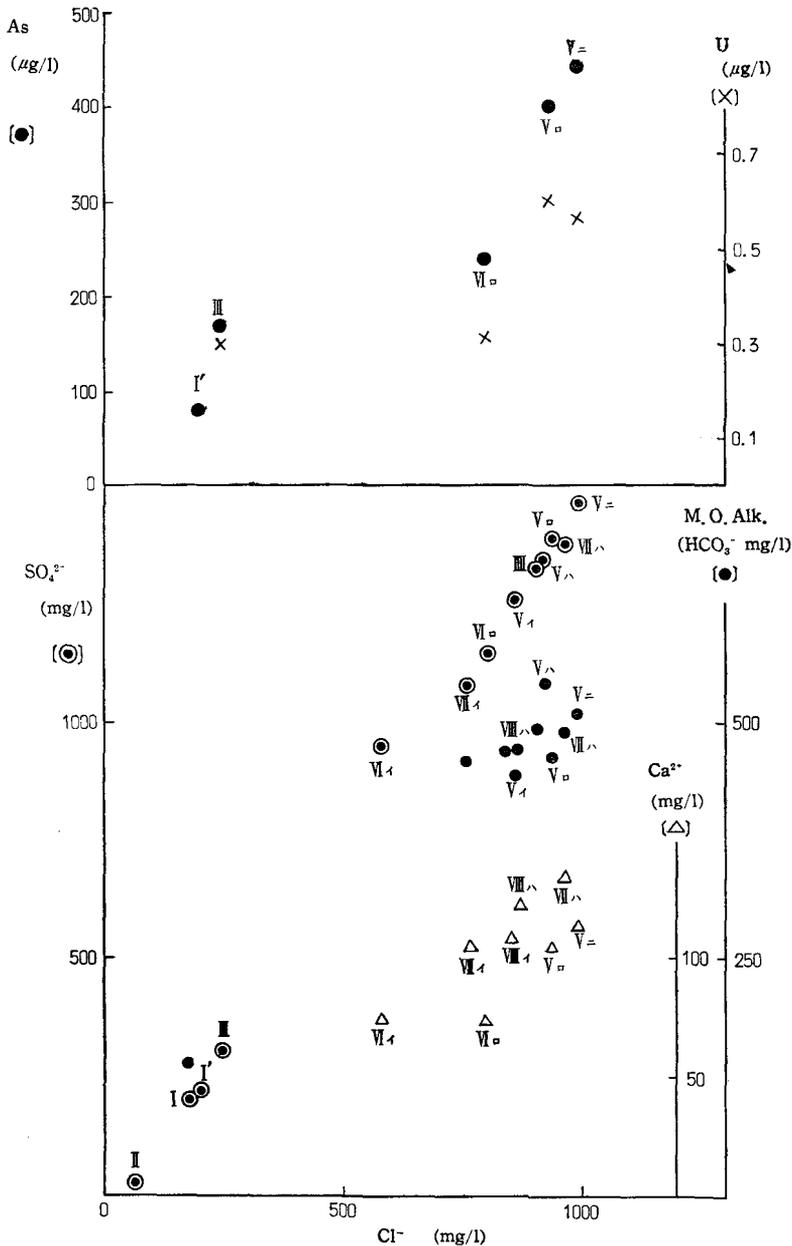


つた程度である。

以上のような正相関々係および各成分の含有量の範囲とその最高値は、既存の鳥取温泉の各源泉についての化学分析結果<sup>1)</sup>と類似するものであることは注目しなければならない。

すなわち今回の試すいにより、既に開発されていた泉層よりも深いところに新泉層をいくつかみいだすことができ、しかもかなりの揚水量を期待できるが、その泉質については、とくに成分含有量の点で濃厚なものでなく、既開発のものと同様であった点は重

第 3 図



要な事実である。このことは、地表水の混入をうけやすい浅いところのものをのぞけば、鳥取温泉の地下においては、100m 前後より少くとも 300m までの深度までは、地下の透

水性の地層には、ほぼ同じ泉質の温泉水が供給されているということであり、この温泉水の温泉源流の湧出地点は必ずしも現在の温泉地の直下の局所的な地点ではなく、かなりの

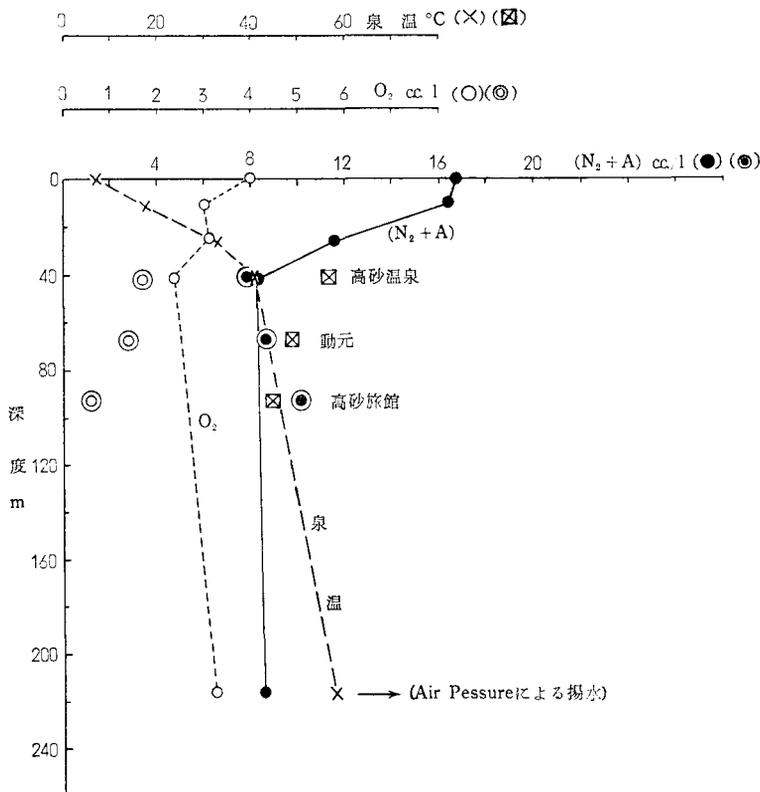
第 3 表

試料	採水日 (月日)	深度 (m)	水温 (°C)	気温 (°C)	N <sub>2</sub> +Ar (ml/l)	O <sub>2</sub> (ml/l)	N <sub>2</sub> +Ar/O <sub>2</sub>
鳥取表面水	1.30	0	7.5	7.4	16.65	4.01	4.1 <sub>5</sub>
第Ⅰ層	1.30	{3.3~6.6} {8.5~11}	17.6	6.5	16.41±0.51	3.03±0.11	5.4 <sub>2</sub>
第Ⅱ層	2.25		27	33.0	12.0	11.54	3.28
第Ⅲ層	3.2	41	41.0	15.0	8.33±0.47	2.35±0.05	3.5 <sub>4</sub>
第Ⅴ層*	4.26	210	58.2	—	8.51±0.24	3.25±0.37	2.6 <sub>2</sub>
高砂温泉	1.30	42	56.6	9.5	7.97±0.02	1.68±0.07	4.7 <sub>4</sub>
高砂旅館	1.30	93	45.2	16.8	10.15±0.15	0.56±0.01	18.1
動元	1.30	68	49.0	9.6	8.60	1.47	5.8 <sub>3</sub>

(\* air compressor による)

第 4 図

記号の左が今回の試すい孔、右は既在源泉についての測定値



距離または深度をへだてた地点とも考えてよいであろう。

## 2・5 ガス成分

ボーリング中の各深度における溶存ガス成分の量 (V層以下はエアークンプレッサーによる揚泉のため測定はV層までとした) および既存の鳥取温泉の一部源泉についての測定結果を第3表に示すとともに、第4図に図示した。

測定が同一の期日でないので厳密な比較はむりとしても、定性的な比較は行えるであろう。酸素含有量は、深度がますとともに少くなる傾向がみられ、箇々の源泉についても大体深度の深いものが酸素含有量が少い。第V層はエアークンプレッサーによって揚水した

ため、空気がかなり混入したのではないかと想像される。〔窒素+アルゴン〕については、ボーリング中のものは、大体深度が深くなるとともに減少している。しかし箇々の源泉ではその関係は明らかではない。ともかく各層ごとのガス成分量がはっきりと差を示す事実から、ガス成分濃度の上では、測定を行つたI, II, III, の各層 (Vはエアークンプレッサー揚水のため比較から除外) に関するかぎりは、それぞれ別なものとなっている。

本研究については実験等に協力された麻田齊、伊藤聖文の両君に感謝します、種々の御便宜を与えられた鳥取県、鳥取市、地元温泉組合の諸氏に御礼申し上げます。  
(昭和36年8月日本温泉科学会第14回大会に発表)

## 文 献

- 1) 岡部 茂, 田中昌也, 宮腰潤一郎; 鳥取大学々芸部研究報告, **9**, 14~27 (1958)
- 2) 鳥取県衛生課, 鳥取市温泉組合; 鳥取温泉実態調査一覧表, 昭和34. 6. 8~34. 6. 12 (1959)
- 3) 阪上正信; 岡大温研報, **25**, 13 (1959)
- 4) 阪上正信; 分析化学, **8**, 675 (1959)
- 5) 阪上正信, 市川倫夫; 分析化学, **10**, 645 (1961)
- 6) 小穴進也; 分析化学, **6**, 522~528 (1954)