

## 温泉における化学成分の経時変化について— II

### — 3 持世寺：上の湯

山口県衛生公害研究センター（所長：宮村恵宣）

歳 弘 克 史・藤 原 美智子・河 村 憲 治  
岡 田 雅 裕・珠 山 光 顕\*

## Seasonal Variation of Chemical Compositions of Hot Springs in Yamaguchi Prefecture— II

### Part 3 : Investigation of JISEIJI : UENOYU Hot Spring from 1987 to 1991

Katsushi TOSHIHIRO, Michiko FUJIWARA, Kenji KAWAMURA  
Masahiro OKADA, Mitsuaki TAMAYAMA

*Yamaguchi Prefectural Research Institute of Health (Director : Dr. Shigenori MIYAMURA)*

#### はじめに

前報<sup>1, 2)</sup>では、菊泉及び杉野泉の化学成分の経時変化について調査し、結果を報告した。本報では、持世寺温泉の内、最も利用者の多い「上の湯」について、その概要を報告する。

#### 調査方法

##### 1 期 間

前報<sup>1)</sup>に同じ。

##### 2 対 象

上の湯（施設名：旅館上の湯）

泉質：アルカリ性単純温泉

泉源：ボーリング深度250m（自噴）

特徴：3年前に近代的な温泉施設をつくり、揚泉量の多い温泉

##### 3 項 目

前報<sup>1)</sup>に同じ。

##### 4 分析方法

前報<sup>1)</sup>に同じ。

#### 調査結果

##### 1 各項目別調査結果

4年間の結果を各項目別に表1に示した。

(1) Rnは、16.1~38.0×10<sup>-10</sup>Ci, 平均値が27.7×10<sup>-10</sup>Ciで不定期な増減をしている。

各年度の平均でみると、昭和62年度から平成2年度まで一定して減少しており、減少率は23.9%(6.0%/年)となっている。

(2) 泉温は、39.9~41.0℃, 平均値が40.2℃で変動係数も0.6%でほとんど月別の変動がなく、一定であった。

(3) 湧出量は、73.4~107.6ℓ/分, 平均値が89.8ℓ/分であった。月別では不定期な増減をしているが、年度平均でみると、昭和63年度から若干増加している。

(4) ER, 246~289mg/kg, 平均値が268mg/kgであった。変動係数は4.3%で月別の変動が少なく、ほぼ一定であった。

(5) pHは、8.73~9.40, 平均値が9.06で変動係

\* 山口環境保健所：山口市葵2丁目5-69

表1 上の湯における化学成分の測定値

測定年月	Rn	泉温	湧出量	pH	ER	Na	K	Ca	Mg	F	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	気温
S62. 5	22.2	40.5	107.6	8.91	269	72.0	1.11	2.93	0.00	11.08	81.10	5.16	22.96	22.58	42.10	25.5
" 7	38.0	40.5	107.6	8.98	246	69.0	1.16	4.91	0.00	10.25	80.76	7.00	26.24	19.40	44.49	29.1
" 9	36.8	40.2	102.8	8.95	263	70.0	1.45	3.58	0.00	10.20	84.19	1.76	32.80	19.35	41.19	22.5
" 11	32.7	40.5	79.2	9.00	282	69.0	1.00	3.50	0.00	11.22	72.84	4.63	34.44	17.74	36.36	11.1
S 63. 1	34.1	40.1	81.5	8.90	289	70.0	1.10	3.90	0.00	10.50	81.10	2.61	35.09	19.50	38.04	19.0
" 3	32.1	40.1	79.5	8.96	254	67.0	1.15	3.75	0.00	10.64	80.76	4.60	42.71	16.50	47.39	11.1
" 5	32.9	40.1	94.5	8.97	265	65.0	1.00	4.30	0.00	10.02	78.46	5.75	38.14	16.50	49.65	26.1
" 7	25.8	40.2	95.4	9.10	255	73.0	1.25	3.60	0.05	9.95	85.20	6.21	42.71	16.50	57.88	29.8
" 9	29.6	40.1	95.4	9.10	272	66.0	1.14	1.92	0.02	9.82	85.20	5.03	32.04	22.50	50.96	26.4
" 11	18.4	41.0	86.7	9.20	282	64.0	1.10	2.30	0.02	10.36	92.30	3.57	32.40	20.00	52.73	9.9
H 1. 1	27.8	40.1	73.4	9.40	263	72.0	1.16	4.45	0.02	12.16	79.90	4.42	24.41	21.00	47.92	14.1
" 3	25.8	40.1	73.4	9.22	246	72.0	1.18	4.15	0.02	9.56	79.00	3.85	28.20	20.40	52.73	19.7
" 5	29.4	40.1	79.5	9.21	285	77.0	1.18	4.55	0.00	12.72	79.80	8.38	38.56	20.40	49.26	25.2
" 7	31.1	40.2	測定不能	8.98	280	77.0	1.18	4.55	0.00	13.29	81.65	7.64	35.06	20.40	48.91	33.0
" 9	28.0	40.0	"	9.05	271	81.0	1.20	4.20	0.04	12.08	70.65	6.06	31.60	27.58	42.16	26.6
" 11	30.2	39.9	104.6	9.10	272	69.0	1.08	3.70	0.00	13.02	69.01	7.86	28.61	21.88	50.02	8.5
H 2. 1	25.1	40.0	96.3	8.97	271	80.0	1.08	3.65	0.00	13.13	72.99	9.50	38.15	18.76	52.42	11.0
" 3	16.1	40.0	76.3	9.16	272	74.0	1.16	3.60	0.00	10.32	75.89	3.81	44.24	15.63	49.51	17.8
" 5	24.8	40.1	99.5	9.05	276	85.0	1.06	3.50	0.00	12.04	63.90	9.82	35.09	16.50	50.20	23.0
" 7	30.5	40.1	102.8	9.27	270	75.6	1.38	3.45	0.00	10.42	64.66	11.11	33.56	19.50	49.30	34.8
" 9	21.2	40.1	91.5	9.18	273	85.0	1.16	3.65	0.00	10.30	75.97	5.35	33.56	19.50	45.20	23.1
" 11	22.5	40.2	87.1	9.04	265	86.0	1.04	3.50	0.00	9.54	72.42	10.20	30.08	16.50	43.47	17.3
H 3. 1	22.5	40.0	77.9	8.73	252	89.0	1.04	3.25	0.00	10.32	78.10	6.26	39.97	18.60	42.72	7.5
" 3	27.5	40.1	83.6	8.91	262	81.5	1.00	3.40	0.00	11.40	75.26	5.42	30.50	21.00	43.77	11.8
最低値	16.1	39.9	73.4	8.73	246	64.2	1.00	1.92	0.00	9.54	63.90	1.76	22.96	15.63	36.36	7.5
最高値	38.0	41.0	107.6	9.40	289	89.0	1.45	4.91	0.05	13.29	92.30	11.11	44.24	27.58	57.88	34.8
平均値	27.7	40.2	89.8	9.06	268	74.6	1.14	3.68	0.01	11.01	77.55	6.08	33.80	19.51	47.02	20.2
変動係数%	19.5	0.6	12.4	1.6	4.3	9.4	9.3	18.0	193.0	10.5	8.4	39.3	16.3	13.3	10.7	39.4

注：単位は Rn, ×10<sup>-10</sup>C i/kg. 泉温と気温, °C. 湧出量, L/分. その他 mg/kg.

数は1.6%であり、月別の変動は少なかった。

(6) NaとKの変動係数は、それぞれ9.4%と9.3%で月別の変動は少なかった。

(7) Caは、1.92~4.91mg/kg、平均値が3.68mg/kgであった。変動係数は18.0%とかなり月別の変動がみられた。また、年度平均では、1年毎に若干の増減がみられた。

(8) Fは、9.54~13.29mg/kg、平均値が11.01mg/kgであったが、年度平均は1年毎に若干の増減がみられた。

(9) Clは、63.9~92.3mg/kg、平均値が77.6mg/kgであった。変動係数は8.4%で月別の変動は少ないが、年度平均では、昭和63年度から若干減少している。

(10) SO<sub>4</sub>は、1.76~11.11mg/kg、平均値が6.08mg/kgであり、変動係数は39.3%で月別の変動が大きかったが、年度平均では、昭和62年度から毎年増加している。

(11) HCO<sub>3</sub>は、22.96~44.24mg/kg、平均値が33.80mg/kgで、月別では不定期な増減をしているが、年度平均では変動が少なかった。

(12) CO<sub>3</sub>は、15.63~27.58mg/kg、平均値が19.51mg/kgで、月別では不定期な増減をしているが、年度平均では変動が少なかった。

(13) H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>は、36.36~57.88mg/kg、平均値が47.02mg/kgで、変動係数は10.7%で月別の変動が若干あった。

## 2 各成分等の相関

(1) 各調査項目の相関等について検討した結果を表2及び表3に示した。これらの相関係数は全て有意であった(P<0.05)。

### (2) 各成分の月別相関

調査前半2年間と後半2年間の各成分の相関を月別にみたが、全て認められなかった。

### (3) 湧出量と降雨量の相関

調査1年前から調査月までの湧出量と降雨量の相関をみたが、表4に示したとおりの相関が認められた。

## 3 主要成分の構成比

### (1) 主要陽イオンの構成比(ミリバル%)

表2 正の相関

X	Rn	泉温	pH	ER	Na
Y	Ca	Cl	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	F	SO <sub>4</sub>
r	0.437	0.496	0.484	0.428	0.501

X	Mg
Y	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>
r	0.410

表3 負の相関

X	Rn	Na	Cl	HCO <sub>3</sub>
Y	Na	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub>
r	0.410	0.195	0.647	0.574

表4 湧出量と降雨量の相関

降雨の月	相関係数(r)
調査2か月前と調査1か月前の合計	0.677
調査3か月前	0.593
調査3か月前と調査2か月前の合計	0.579

r : 相関係数

各年度平均では4年間ともNa+K>Ca>Mgであり、構成比もほぼ同じであった。

### (2) 主要陰イオンの構成比(ミリバル%)

各年度平均では4年間ともCl>HCO<sub>3</sub>+CO<sub>3</sub>>SO<sub>4</sub>であり、構成比もほぼ同じであった。

## 考 察

1 泉温は変動係数0.6%でほとんど変化が認められない。本泉源はボーリング深度が250mと深く、しかも湧出量が約90ℓ/分と多く、このために気温の影響を受けにくい安定した泉源であると思われる。

2 Rnは4年間で年平均6.0%減少している。減少率については、先の報告<sup>3)</sup>によると4.7%前後であるので、年6.0%の減少は若干高いが、この原因が先に述べたRnの特質<sup>1)</sup>によるものか、それとも他の要因によるものかは、本調査だけでは特定できない。

当泉源はRnが不定期に変動しており、療養温泉の基準（基準値： $30 \times 10^{-10} \text{Ci}$ ）を満たす場合が24回中9回（37.5%）あった。しかしながら、Rnを含有する療養温泉として取り扱うことは、温泉利用者の保健衛生上から不相当であると判断された。

Rnの変動は、前報<sup>1, 2)</sup>のような療養温泉、また先の湯免温泉<sup>5)</sup>のように療養温泉の基準に達しないが、基準付近のRnを含有している温泉においてみられるように、含有量の多少にかかわらず大きな変動がみられた。したがって、Rnに係わる泉質名の決定にあたっては、特に経時変化を十分に把握したうえで行うことが必要であると思われる。

3 湧出量は年度平均では平成元年度から若干ではあるが、増加傾向がみられた。なお、この泉源は平成元年4月にしゅんせつを行っており、これが増加の原因と思われる。

降雨量との間に相関が認められたが、この原因については、河川に近く、この影響をうけていることも考えられるが、現時点では断言できない。

4 ER, pH, K,  $\text{HCO}_3$ 及び $\text{CO}_3$ については、年度平均では大きな変動は認められず安定している。Fについても1年毎に増減を繰り返しているが、4年間では変動が少なく安定しているものと思われる。

5 泉源の衰退現象<sup>6)</sup>は、一般的には温度低下、湧出量の減少、溶存成分の減少等が言われているが、調査の結果からは、この傾向は見られず、現状では安定した泉源であるものと思われる。しかしながら、当泉源は一日当たりの温泉使用量が調査泉源だけでも約130t/日と特に多く、将来的に

は衰退することも考えられるので、使用量については十分な注意を払うとともに、その対策を講ずる必要がある。

#### 要 約

上の湯の化学成分の経時変化について4年間調査し、次の結果が得られた。

1 泉温、湧出量等については、比較的安定していた。

2 Rnは不定期な変動をしており、時には療養温泉の基準を満たす場合もある。Rnは変動が大きいので、療養温泉の泉質名を決めるに当たっては、経時変化について十分な調査を行うことが必要である。

3 調査の結果から、泉源の衰退傾向は認められず、現状では安定した泉源であるものと思われる。しかしながら、当泉源は一日当たりの温泉使用量が特に多く、将来的には衰退することも考えられるので、使用量については十分な注意を払うとともに、その対策を講ずる必要がある。

#### 文 献

- 1) 歳弘克史ら：山口衛公研業報. (12) 13~17 (1991)
- 2) 歳弘克史ら：山口衛公研業報. (12) 18~21 (1991)
- 3) 歳弘克史ら：山口衛公研業報. (9) 51~55 (1988)
- 4) 岩崎岩次：温泉工学会誌. 7, 109~114 (1969)
- 5) 歳弘克史ら：山口衛公研業報. (8) 14~17 (1986)