

## 温泉における化学成分の経時変化について—II

### —2 持世寺：菊 泉—

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 2 : Investigation of JISEIJI : KIKUSEN 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)</sup>では、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、持世寺温泉の菊泉について報告する。

#### 調査方法

##### 1 期 間

前報<sup>1)</sup>に同じ。

##### 2 対 象

菊 泉（施設名：菊泉）

泉質：アルカリ性単純弱放射能温泉

泉源：ボーリング深度300m（地下2mまで自噴し  
たものを動力により、浴室へ配湯している。）

特徴：古くからの温泉旅館

##### 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、44.9~108.3 $\times 10^{-10}$ Ci, 平均値 71.7 $\times 10^{-10}$ Ciであった。4~6か月間で増減の周期性がみられたが、月別の相関は認められなかった。

なお、各年度の平均では、昭和62年度から平成2年度まで毎年減少しており、減少率も38.6%と大きい。

(2) 泉温は、35.0~37.9°C, 平均値 36.9°Cであった。変動係数は1.7%で月別の変動が少なく、ほぼ一定であった。

(3) 湧出量は、20.3~68.1ℓ/分, 平均値が49.0ℓ/分であった。月別では、昭和63年1月から年11月まで増加していたが、その後は、2~4か月間の周期で大きな増減を繰り返している。また、年度平均で増減を見ると、昭和63年度からは毎年減少している。

(4) ERは、225~288mg/kg, 平均値が254mg

\* 山口環境保健所：山口市葵2丁目5-69

表1 菊泉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	84.9	37.6	測定不能	8.92	244	67.0	0.95	3.52	0.00	10.88	75.63	4.35	29.52	17.74	36.80	25.5
" 7	103.5	37.9	"	8.98	235	63.0	1.04	5.16	0.00	11.75	77.32	2.83	29.52	17.70	39.96	29.1
" 9	91.3	37.2	"	8.99	231	64.0	1.25	3.93	0.00	11.04	79.04	2.94	32.80	17.74	36.84	22.5
" 11	76.0	37.3	"	9.02	261	65.0	0.85	4.00	0.00	11.90	73.19	3.85	31.16	16.13	35.71	11.1
S63. 1	90.8	37.2	48.3	8.90	273	64.0	0.95	4.20	0.00	10.43	74.23	3.04	18.00	18.00	36.50	19.0
" 3	108.3	37.2	51.6	9.06	249	63.0	0.85	3.70	0.00	11.20	75.60	4.00	19.50	19.50	42.00	11.1
" 5	82.6	37.0	63.6	8.98	254	59.0	0.90	4.05	0.00	7.96	73.49	6.41	28.98	16.50	43.35	26.1
" 7	76.9	37.5	63.6	9.08	242	65.0	0.85	3.65	0.05	8.92	74.55	5.87	27.46	19.50	52.42	29.8
" 9	60.5	37.4	67.2	9.11	246	60.0	0.86	2.04	0.04	9.29	71.71	5.50	18.31	24.00	43.68	26.4
" 11	74.4	37.0	68.1	9.20	278	63.0	0.90	2.25	0.02	9.64	85.20	3.57	29.60	22.00	50.70	9.9
H 1. 1	69.5	36.4	42.4	9.21	232	64.0	1.02	4.15	0.02	12.20	76.30	4.14	27.46	18.00	44.77	14.1
" 3	65.1	35.7	20.3	9.12	235	72.0	1.02	4.35	0.02	7.15	76.70	4.16	24.20	20.00	42.18	19.7
" 5	48.9	37.1	59.6	9.19	247	71.0	1.08	4.65	0.02	11.48	75.20	6.17	26.29	20.00	43.57	25.2
" 7	69.6	37.5	23.9	9.02	263	72.0	1.04	4.75	0.00	11.31	78.10	6.62	26.29	20.00	43.57	33.0
" 9	67.3	37.0	56.1	9.05	260	74.0	1.06	4.45	0.04	12.73	71.71	3.89	24.54	18.96	44.54	26.6
" 11	97.1	36.5	43.4	9.10	256	70.0	1.08	4.10	0.02	11.20	73.13	4.50	19.07	20.32	44.20	8.5
H 2. 1	64.4	36.4	43.4	8.90	288	73.0	0.96	3.40	0.00	11.89	76.68	6.10	22.25	18.76	46.43	11.0
" 3	49.8	36.5	55.7	9.12	280	68.0	1.04	3.90	0.00	10.27	74.08	2.86	30.51	15.63	43.95	17.8
" 5	59.6	37.2	50.8	9.08	272	78.5	0.92	3.70	0.00	11.05	65.32	8.03	32.34	15.60	44.28	23.0
" 7	61.6	37.6	32.1	9.18	265	66.0	1.46	3.65	0.00	11.14	61.35	8.33	24.40	19.50	44.10	34.8
" 9	50.8	37.2	54.6	9.06	232	78.0	1.04	3.65	0.02	8.80	73.84	4.98	24.41	18.00	41.79	23.1
" 11	44.9	36.6	37.9	9.02	270	81.0	0.84	3.45	0.00	8.87	73.13	6.24	24.40	19.50	39.52	17.3
H 3. 1	52.0	36.4	37.9	8.85	225	86.0	0.96	3.55	0.00	9.49	88.04	5.01	21.36	19.50	39.96	7.5
" 3	71.6	35.0	59.5	8.89	255	76.0	0.88	5.00	0.00	10.06	71.71	5.42	30.51	18.00	38.86	11.8
最低値	44.9	35.0	20.3	8.85	225	59.0	0.84	2.04	0.00	7.15	61.35	2.83	18.00	15.60	35.07	7.5
最高値	108.3	37.9	68.1	9.21	288	86.0	1.46	5.16	0.05	12.73	88.04	8.33	32.80	24.00	52.05	34.8
平均値	71.7	36.9	49.0	9.04	254	69.3	0.99	3.89	0.01	10.44	74.80	4.95	25.95	18.77	42.15	20.2
変動係数%	24.0	1.7	27.3	1.1	6.8	9.9	13.9	18.2	145.3	13.3	6.9	30.6	17.0	10.0	9.5	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, その他略/kg.

表2 正の相関

X	泉温	pH	pH	K	Mg
Y	気温	Mg	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	気温	CO <sub>3</sub>
r	0.602	0.471	0.552	0.405	0.536

X	Mg
Y	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>
r	0.597

r : 相関関係

表3 負の相関

X	Rn	Rn	泉温	Ca	Cl
Y	Na	SO <sub>4</sub>	Na	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>
r	0.596	0.448	0.427	0.477	0.516

X	Cl	HCO <sub>3</sub>
Y	気温	CO <sub>3</sub>
r	0.443	0.586

r : 相関係数

／kgであった。変動係数は6.8%で月別の変動が少なく、年度平均でもほぼ一定している。

(5) pHは8.85~9.21, 平均値が9.04であった。変動係数は1.1%と月別の変動が少なく、年度平均でも一定している。

(6) Naは, 59.0~86.0mg/kg, 平均値が69.3mg/kgであった。変動係数は9.9%で月別の変動があまりないが、年度平均でみると、昭和63年度から毎年増加している。

(7) Fは, 7.15~12.73mg/kg, 平均値が10.44mg/kgであった。月別の相関はないが、年度平均でみると、1年毎に増減を繰り返している。

(8) Clは, 61.35~88.04mg/kg, 平均値が74.80mg/kgであった。変動係数は6.9%で月別の変動も少なく、年度平均でも一定している。

(9) SO<sub>4</sub>は, 2.83~8.33mg/kg, 平均値が4.95mg/kgで不定期な増減はあったが、年度平均では毎年増加している。

(10) HCO<sub>3</sub>は, 18.00~32.80mg/kg, 平均値が

25.95mg/kgで不定期な増減はあったが、年度平均では、ほぼ一定している。

(11) CO<sub>3</sub>は, 15.60~24.00mg/kg, 平均値が18.77mg/kgで不定期な増減はあったが、年度平均でみると、昭和63年度からは若干減少傾向がみられた。

(12) H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>は, 35.71~52.42mg/kg, 平均値が42.49mg/kgであった。変動係数は9.5%で月別の変動が若干あった。

なお、年度平均では昭和63年度からわずかな減少傾向がみられた。

## 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

調査の前半2年間と後半2年間の各成分の相関を月別にみると、泉温のみに正の相関(r=0.865)が認められた。

### (3) 湧出量と降雨量 の相関

調査1年前から調査月までの降雨量と湧出量の相関をみたが、認められなかった。

## 3 主要成分の構成比

### (1) 主要陽イオンの構成比(ミリバル%)

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1.7%でほぼ一定しているが、気温との間に月別に正の相関が認められた。これは300mの深度から湧出した温泉が、地下約2mの貯溜槽に蓄えられているために、気温の影響を受けたものと考えられる。

2 Rnは、前報<sup>1)</sup>で述べたとおり、その特質により減少するものであり、本調査結果においても、年度平均でみると毎年減少している。しかしながら、その減少率については、昭和62年度から平成

2年度までの4年間に38.6% (9.7%/年) で、先のあかり園泉調査<sup>2)</sup>の減少率4.7%/年に比べ約2倍の減少となっている。この高い減少率は、Rnの特質以外に何らかの原因があるものと推定されるが、本調査からは特定できなかった。今後とも調査を実施し対策を講ずる必要があるものと思われる。

また、現在、温泉の一時貯溜槽の上部が開放状態にあるため、Rnが空中へ揮散し、含有量が低下していると思われるので、より適正な泉質確保のために、これを密閉式にして揮散を防ぐ必要がある。

Rnと諸成分の相関については岩崎<sup>3)</sup>、武藤<sup>4)</sup>らは、Rnが温泉中に入る機構は他の含有成分とは一般に関係はないと述べているが、本調査ではNaとの間に負の相関が認められた。

3 湧出量は昭和63年11月から2~4か月間で大きく変動し、年度平均でも昭和63年度から平成2年度の間16.1%減少している。

なお、湧出量と降雨量の間に関係は認められなかった。

4 蒸発残留物、Cl, pH, Naに関しては変動が少なく、泉質はほぼ安定している。

5 温泉の衰退現象<sup>5)</sup>については、本調査結果から温度低下、湧出量の減少が認められた。この原因の一つとして、当泉源は、昭和48年に掘さくされて以降、しゅんせつ等も実施しておらず、パイプに湯アカ等が付着して湧出量が減少し、それに伴う温度低下も考えられるので、しゅんせつ等を検討してみる必要もある。さらに、他の泉源からの

影響等についても検討する必要がある。

## 要 約

菊泉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 泉温及びpH等については、調査期間中はほぼ安定していた。

2 Rnについては、毎年減少していく傾向がみられた。

現在、温泉の貯溜槽が開放状態にあるためにRnが空中へ揮散しているため、密閉形式にして防ぐ対策を講ずる必要がある。

3 温泉の衰退現象については、温度低下、湧出量の減少が認められた。原因の一つとして湧出量の減少に伴う温度低下も考えられるので、しゅんせつ等を検討してみる必要がある。さらに、他の泉源からの影響等についても検討する必要がある。

## 文 献

- 1) 歳弘克史ら：山口衛公業報. (12), 13~17 (1991)
- 2) 歳弘克史ら：山口衛公業報. (9), 51~55 (1988)
- 3) 岩崎岩次：温泉工学会誌. 7, 109~114 (1969)
- 4) 武藤倫子：温泉科学. 35, 106 (1985)
- 5) 甘露寺泰雄：温泉科学. 37, 112~127 (1987)