

## 山口県における主要温泉の微量成分について

山口県衛生公害研究センター (所長: 田中一成)

歳 弘 克 史・藤 原 美智子・河 村 憲 治・珠 山 光 顕\*

### Investigation of Trace Chemical Compositions in Main Hot Springs in Yamaguchi Prefecture

Katsushi TOSHIHIRO, Michiko FUJIWARA, Kenji KAWAMURA  
Mitsuaki TAMAYAMA

*Yamaguchi Prefectural Research Institute of Health (Director: Dr. Kazushige TANAKA)*

#### はじめに

近年、温泉は国民のヘルシー志向や「ふる里創生事業」による市町村の温泉開発等により、健康増進のための温泉活用がブームとなっている。そしてこの温泉利用は単に浴用にとどまらず、一部においては、古くからの社会的風習により飲用されていることが考えられる。

温泉法は、温泉を保護しその利用の適正を図り、公共の福祉の増進に寄与することを目的に昭和23年に制定され、時代の変遷に対応して改正され、また、通知等により補強されてきた<sup>1)</sup>。このような経過のなかで、1986年に環境庁は従来の水銀、銅など6項目<sup>2)</sup>の他に大腸菌群、一般細菌、過マンガン酸カリウム消費量<sup>3)</sup>について飲用利用基準を設けた。これに伴い本県でも温泉利用基準の一部改正を行い、このなかの飲用基準では、一部の重金属について水道水の水質基準を超えた濃度が設定されており、これに該当する温泉は一般飲料水として使用されることのないように指導されている。しかしながら、温泉法に基づく浴用の分析項目では一部の重金属類のみであり、セレンなどの微量成分の項目等の追加について検討する必要がある。

そこで今回は、県内主要温泉の微量成分等の調査を実施し、第一に温泉法の飲用基準および水道法の水質基準に係る飲用適否について検討する。第二に微量成分全般について調査し、将来の温泉

利用のための基礎資料とすることを目的とした。

#### 実験方法

##### 1 試料

試料は県内主要温泉62か所について1989年7月から同年9月の間に、各保健所が採取、搬入したものを分析試料とした。ただしNo.7は当センターで4月に採取した。

##### 2 調査項目

pH値、塩素イオン (Cl)、総鉄 (T-Fe)、マンガン (Mn)、銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、鉛 (Pb)、リチウム (Li)、ふっ素 (F)、ヒ素 (As)、蒸発残留物 (ER)、総水銀 (T-Hg)、カドミウム (Cd)、アルミニウム (Al)、クロム (Cr)、錫 (Sn)、ニッケル (Ni)、コバルト (Co)、バリウム (Ba)、アンチモン (Sb)、セレン (Se) およびゲルマニウム (Ge) についてそれぞれ調査した。

なお、湧出量および泉温については各保健所が現地で計測した。

##### 3 分析方法

pH値、Cl、F、As、ERおよびT-Hgについては鉱泉分析法指針<sup>5)</sup>により、Fe、Mn、Cu、Zn、Pb、Li および Cd については、試料に塩酸を加え濃縮した後、直接原子吸光法 (日立180-60/80形偏光ゼーマン原子吸光光度計) によりそれぞれ定量した。一方、Al、Cr、Sn、Ni、Co、Ba、Sb、Se およ

\* 現山口環境保健所

びGeも同様に濃縮した後、同原子吸光光度計を用い、グラファイト炉原子化法により定量した。

## 結果

県内における主要温泉の微量成分のうち、温泉法に基づく飲用利用基準の項目および水道法に基づく微量成分ならびにその他の微量成分について表1に示した。なお、参考のために泉源深度、湧出量、泉温、pH値、ClおよびERを同時に記載した。

### 1 飲用に関する微量成分等について

T-Feは今回の調査の結果、濃度0.00～11.02 mg/kg、平均値0.353 mg/kgであり、療養泉の基準値20 mg/kg以上を含有する鉄泉はなく、全国平均値<sup>6)</sup>311 mg/kgに比して低値であった。また、水道法に基づく水質基準値（以下「水道法基準値」という。）0.3 mg/lを上回った温泉は62か所中7か所（11.3%）あった。

Mnについてみると、濃度0.000～3.840 mg/kg、平均値0.163 mg/kgで、全国平均2.3 mg/kgに比して低値である。水道法基準値0.3 mg/lを上回った温泉は7か所（11.3%）であった。

Fについてみると、濃度0.00～15.41 mg/kg、平均値2.33 mg/kgで、県内62か所中32か所（51.6%）から検出された。このうち25か所（40.3%）は水道法基準値0.8 mg/lを上回っていた。

Asについてみると、濃度0.000～0.082 mg/kg、平均値0.010 mg/kgであり、全国平均値0.8 mg/kgに比して低値である。しかし、水道法基準値0.05 mg/lを上回った温泉は62か所中3か所（4.8%）あった。

Cu, Zn, Pbなどの重金属はいずれも低濃度で、水道法基準値を上回るものはなかった。

T-Hg, CdおよびSeについては0.5 μg/kg未滿, Crについては10 μg/kg未滿であり、いずれも検出限界以下であった。

### 2 その他の微量成分について

Liについては温泉法の適合基準値1 mg/kgを上回った温泉が62か所中2か所（3.2%）あった。

なお、温泉法に基づく分析項目としてはないが、その他の微量成分についてはすべての温泉で検出限界以下であり、Al, Sn, Ni, Co, BaおよびSbは10 μg/kg未滿, Geは0.2 mg/kg未滿であった。

## 考察

### 1 温泉法の飲用について

温泉の飲用基準について（昭和57年5月25日付環自施第227号環境庁自然保護局長通知）によると、2～3週間程度温泉地に滞在する場合を想定し、1日の温泉の飲用量を200～1,000 mlと定め、指導している。

1日あたりの最大飲用量が1,000 mlを超えて飲用してはならない温泉が調査の結果19か所（30.6%）あり、このうちFによるものが18か所（29.0%）、遊離二酸化炭素によるものが1か所（1.6%）あった。これらの温泉の飲用および飲用許可にあたっては十分な注意が必要であろう。

なお、Fが高濃度に検出された泉質名は単純温泉あるいはアルカリ性単純温泉に多かった。

海野<sup>7)</sup>は静岡県の飲用許可基準検討のため、県内273か所の温泉について調査しているが、1,000 ml/日飲用で基準を上回る温泉がT-Hgで1件（0.8%）、T-Asで28件（10.3%）と山口県とは異なった傾向にあるが、Fについては49件（17.9%）と基準を上回る件数では首位を占めており、山口県と同じ傾向にある。

### 2 水道法の水質基準に関連して

水道法の水質基準項目のうち、T-Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, F, As, T-Hg, CdおよびCrに関して基準を上回った温泉は34か所（54.8%）あり、さらにpH値, ClおよびERの3項目を加えると、43か所（69.4%）に達した。海野らは静岡県の温泉について、水道法の水質基準の各項目にわたって調査を行い、基準に適合する温泉は6件（2.2%）にすぎなかったと報告しているが、本県でも同様の調査を行えば、基準に適合する温泉数はかなり少なくなることが予想される。これらのことから、利用施設関係者等は温泉を生活飲料水として利用することを謹しむべきであろう。

真木<sup>8)</sup>は愛媛県の温泉84か所についてFの調査を行い、水道法の水質基準を上回ったものが81.0%あると報告している。小林<sup>9)</sup>は栃木県の温泉195か所について同様に調査し、55.9%が上回っていると報告し、また、中村<sup>10)</sup>は広島県の温泉13か所についての調査で、46.2%が基準を上回っていることを報告している。Fは地質学的には火成岩、花崗岩、アルカリ性の温泉に多く含まれる

傾向があるといわれており、本県でも同様な傾向がみられた。

特に高濃度のFを含有する温泉の利用には、斑状歯の問題<sup>11,12)</sup>があるので、嚴重に注意する必要がある。

温泉法の飲用基準および水道法の水質基準には、今回調査した項目以外に、大腸菌群、一般細菌、過マンガン酸カリウム消費量があるが、今回は調査しなかった。今後、これらについても調査し、飲用適否の検討を行う必要がある。

### 3 微量成分の調査結果について

上述以外の微量元素については、温泉の特質を考え調査したが、すべて検出限界以下であり、現時点では特に問題とすべき点はなかった。

以上のことから、温泉関係者に対して、温泉の正しい知識等を啓発し、温泉利用者の保健衛生を確保する必要がある。

今回の調査は県内主要温泉について調査したが、これら以外に現在利用されている温泉についても、温泉利用者の保健衛生確保のうへから、今後、調査する必要があるものと思われる。

## 要 約

県内主要温泉62か所の微量成分を調査し、温泉の飲用利用基準および水道法の水質基準に照らし合わせて飲用に係る問題について検討した。

1 1,000ml/日を飲用した場合、温泉法の飲用利用基準項目のうち、ふっ素18か所、遊離二酸化炭素1か所の計19か所(30.6%)の温泉が基準を上回っており、飲用および飲用許可にあたっては十分な注意が必要と思われる。

2 ふっ素は水道法の水質基準を上回ったものが25か所(40.3%)あり、高濃度のふっ素を含有する温泉では、飲用について注意する必要があるも

のと思われる。また、総鉄およびマンガンについては水道法の水質基準を上回ったものが7か所(11.3%)あった。

3 セレンなどの微量成分についてはいずれも検出限界以下であり、現時点では特に問題とすべき点はなかった。

稿を終わるに当たり、本調査にご協力いただいた山口県環境保健部業務課ならびに、県下各保健所の関係各位に感謝いたします。同時に、ご指導、ご校閲をいただいた当センター所長、田中一成博士ならびにご指導をいただいた理化学部長、岡田雅裕博士に感謝いたします。

## 文 献

- 1) 日本温泉協会・温泉研究会：温泉必携。(1985)
- 2) 環境庁：通知，環自企第424号。(1975)
- 3) 環境庁：通知，環自施第244号。(1986)
- 4) 山口県環境保健部：業務第265号。(1987)
- 5) 環境庁自然保護局：鉱泉分析法指針(改定)。(1978)
- 6) 岩崎岩次：温泉科学，21，49～63(1970)
- 7) 海野忠市ほか：静岡県衛生環境センター報告。(29)，69～88(1986)
- 8) 真木 強ほか：愛媛県衛生研究所年報。(37)，32～35(1976)
- 9) 栃木県衛生研究所(小林光子ほか)：栃木県内の微量成分，1～37(1987)
- 10) 中村寿夫：広島県衛生研究所研究報告。(26)，43～48(1979)
- 11) 田頭和恵ほか：愛媛県衛生研究所年報。(45)，38～40(1984)
- 12) 森本 基：公衆衛生，39，69～78(1975)

表1 主要温泉の微量成分※

NO	保健所	温泉	採水日	深さm	湧出量 ℓ/分	泉温℃	pH値	塩素イオン	総鉄	マンガン	銅	亜鉛	鉛	リチウム	ふっ素	ヒ素	蒸発 残留物
1	岩国	A	H 1.8.10	200	150	18.5	6.48	16.33	2.880	1.712	0.005	0.000	0.002	0.000	0.00	0.000	202
2		B	"	6	67	19.8	8.01	90.53	0.063	0.132	0.000	0.006	0.000	0.006	0.00	0.001	799
3		C	"	600	75	20.5	8.00	53.25	0.420	0.060	0.000	0.008	0.000	0.087	8.26	0.001	405
4		D	"	200	92	20.2	8.71	14.20	0.087	0.004	0.000	0.001	0.000	0.010	2.20	0.006	100
5	玖珂	A	9.13	4	18.4	23.4	8.35	13.85	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000	0.023	0.85	0.000	112
6		B	8. 2	68	300	34.0	8.60	99.40	0.004	0.000	0.001	0.006	0.000	0.084	10.24	0.024	247
7		C	4.19	155	34.1	15.4	6.50	4.97	0.030	0.000	0.000	0.010	0.000	0.002	0.80	0.000	83
8	柳井	A	7.12	105	358	16.5	6.60	11.00	0.013	0.000	0.001	0.056	0.000	0.001	0.00	0.001	124
9		B	"	62	50	18.0	6.92	7.10	0.056	0.002	0.000	0.089	0.000	0.003	0.00	0.012	63
10		C	"	400	240	19.0	7.90	10.65	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.001	0.00	0.003	117
11	徳山	A	7.25	100	21.5	22.0	6.76	26.27	0.022	0.003	0.005	0.016	0.000	0.002	0.00	0.000	175
12		B	"	102	39.6	18.0	6.80	13.14	0.009	0.001	0.000	0.007	0.000	0.011	0.00	0.001	140
13		C	7.24	250	95.6	18.0	7.80	7.46	0.026	0.001	0.000	0.063	0.000	0.000	0.00	0.001	92
14		D	"	30	244.5	21.5	7.11	106.5	0.396	0.066	0.000	0.009	0.000	0.123	1.00	0.010	782
15		E	7.25	343	178.1	33.0	9.37	17.04	0.008	0.001	0.000	0.004	0.000	0.023	4.27	0.006	137
16		F	"	150	236.4	19.0	8.75	13.49	0.018	0.004	0.000	0.063	0.000	0.024	7.71	0.010	115
17		G	"	193	243.8	34.0	9.17	280.5	0.045	0.000	0.000	0.002	0.000	0.138	8.26	0.000	472
18		H	7.24	118	64.9	18.5	7.80	513.0	0.285	0.740	0.004	0.019	0.000	0.018	0.00	0.001	1249
19		I	"	130	74.3	17.0	8.37	9.23	0.020	0.006	0.000	0.026	0.000	0.008	0.00	0.059	131
20	防府	A	7.24	60	63.2	16.0	7.56	10.30	0.300	0.007	0.003	0.066	0.000	0.014	1.24	0.013	110
21		B	7.25	22	200	18.5	6.10	23.43	0.052	0.764	0.002	0.018	0.000	0.001	0.00	0.000	264
22		C	"	68	31.6	18.5	5.98	17.04	0.016	0.006	0.003	0.092	0.000	0.008	0.00	0.001	126
23		D	7.24	50	38.5	14.5	6.35	9.23	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	48
24		E	"	70	35.0	18.5	6.21	692.3	11.02	0.504	0.000	0.000	0.000	1.440	0.00	0.004	2285
25	山口	A	7.21		640	64.0	9.05	287.6	0.131	0.001	0.000	0.006	0.000	0.104	15.41	0.000	612
26		B	7.24	135	308	28.0	9.70	48.64	0.070	0.000	0.000	0.000	0.000	0.058	12.16	0.006	191
27		C	"		81	19.0	6.51	13.70	0.061	0.003	0.000	0.000	0.000	0.008	0.00	0.001	110
28		D	"	48	32	21.0	7.07	9.94	0.123	0.002	0.011	0.070	0.002	0.007	0.34	0.003	123
29		E	"	195	10	26.5	8.45	9.59	0.040	0.000	0.000	0.002	0.000	0.002	0.00	0.043	79
30		F	7.27		349	19.8	7.78	43.31	0.253	0.220	0.001	0.098	0.004	0.035	0.00	0.001	228
31	宇部	A	"	250	41.5	40.2	8.98	81.65	0.010	0.000	0.000	0.002	0.000	0.058	13.29	0.000	280
32		B	"	295	23.9	37.5	9.02	78.10	0.004	0.000	0.000	0.002	0.000	0.053	11.31	0.000	263
33		C	"	白噴	63.6	26.7	8.21	37.28	0.039	0.031	0.000	0.003	0.000	0.037	5.09	0.000	212
34		D	8. 1	87	73.2	19.0	8.40	772.1	0.017	0.018	0.000	0.000	0.000	0.139	0.69	0.030	1680

35	厚狭	A	7.14	114	12.6	21.0	8.10	23.79	0.103	0.016	0.000	0.003	0.000	0.022	1.51	0.006	192
36		B	"	5	14.1	23.0	9.15	15.62	0.001	0.000	0.000	0.003	0.000	0.012	2.20	0.082	175
37		C	"	150	80	21.0	6.86	266.3	0.056	0.328	0.000	0.025	0.000	0.020	0.00	0.001	832
38	美祢	A	7.25	自噴	17	24.0	8.20	9.23	0.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.044	119
39		B	"	22	-	18.0	6.85	14.91	0.008	0.001	0.007	0.012	0.000	0.005	0.00	0.003	181
40		C	7.31	300	68.1	18.2	9.70	15.62	0.010	0.000	0.000	0.005	0.000	0.005	9.77	0.016	128
41		D	7.25	自噴	4	17.0	9.95	14.56	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.00	0.027	179
42	豊田	A	7.25	120	6	20.0	9.90	18.46	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033	3.71	0.002	234
43		B	7.3	100	180	29.0	9.92	19.88	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	5.23	0.001	245
44		C	7.4	100	22	27.0	8.10	223.7	0.036	0.007	0.000	0.001	0.000	0.054	3.99	0.052	917
45	豊浦	A	7.26	592	42.0	8.28	8.28	1012	0.009	0.110	0.000	0.011	0.000	0.068	0.00	0.013	1940
46		B	"	70	97.5	32.0	9.25	14.91	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.010	5.45	0.006	108
47		C	"	87	22.2	19.4	7.20	1030	3.456	1.200	0.000	0.007	0.000	0.007	0.00	0.005	2295
48		D	"	270	75	22.0	9.50	14.56	0.040	0.000	0.000	0.002	0.000	0.018	0.55	0.001	87
49		E	"	2	17.1	19.2	6.58	43.67	0.017	0.003	0.000	0.006	0.000	0.000	0.00	0.001	230
50	長門	A	7.13	自噴	29.1	39.5	9.84	15.62	0.018	0.000	0.000	0.004	0.000	0.012	0.69	0.013	206
51		B	7.12	561.2	36.0	9.76	9.76	17.40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	1.05	0.007	179
52		C	"	140	9.5	18.5	7.70	126.0	0.328	0.002	0.000	0.001	0.000	0.006	0.00	0.006	412
53		D	7.13	26	14.8	27.0	8.52	33.37	0.000	0.013	0.000	0.001	0.000	0.010	4.29	0.016	225
54		E	7.12	80	20	18.5	8.00	234.3	0.780	0.073	0.003	0.006	0.000	0.022	0.00	0.001	684
55	萩	A	7.10	1200	134.8	28.0	7.50	2964	0.060	0.200	0.000	0.000	0.000	0.104	0.00	0.009	6005
56		B	"	4	-	24.0	6.60	461.5	0.059	3.840	0.000	0.022	0.000	1.120	0.00	0.001	1839
57		C	"	118	63.9	27.0	7.88	150.5	0.014	0.002	0.000	0.006	0.000	0.058	1.27	0.006	399
58	阿東	A	7.14	100	-	18.0	8.10	29.82	0.230	0.014	0.040	0.062	0.003	0.015	1.03	0.011	207
59	下関	A	8.3	50	30	23.0	8.33	42.60	0.003	0.002	0.000	0.001	0.000	0.024	0.50	0.009	103
60		B	8.4	62	16.2	26.0	9.62	14.20*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.19	0.020	114
61		C	8.3	15	49.5	18.0	7.95	1331	0.063	0.016	0.000	0.001	0.000	0.016	0.00	0.001	2828
62		D	"	73	-	17.0	7.95	28.40	0.009	0.000	0.000	0.011	0.000	0.003	0.00	0.010	277
							最高値	2964	11.02	3.840	0.040	0.098	0.004	1.440	15.41	0.082	6005
							最低値	4.97	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	48
							平均値	187.55	0.353	0.163	0.001	0.015	0.000	0.068	2.33	0.010	540
	{水道法に基づく水質基準}						5.8~8.6	200	0.3	0.3	1.0	1.0	0.1	0.8	0.8	0.05	500
	{温泉法に基づく温泉飲用許容量(大人一日あたりの成分総摂取量)}								2.0	0.2	0.2	0.2	1.6	0.3			

※:水銀,カドミウム,アルミニウム,クロム,錳,ニッケル,コバルト,バリウム,アンチモン,セレン,ゲルマニウムについて  
は,いずれの泉源からも検出されなかった。

注:単位はmg/kgである。