

# 化学からみた山梨の温泉

深澤喜延

Chemistry of Hot Springs in Yamanashi Prefecture

Yoshinobu FUKASAWA

最近の新聞や雑誌は意識して温泉を情緒的に扱う。「温泉」というイメージを大切にしているのではあろうが、温泉の化学を日常の仕事にしているものにとっては少なからぬ戸惑いを感じることもある。

温泉は古来からその地域の住民を中心に親しまれ尊ばれてきたものだけに、温泉の善し悪しを化学的な見地だけから論じることには抵抗もあるが、「温泉法」という『不粹』な法律にしたがって山梨県内の温泉を見渡すと、首を傾げたいような場合に遭遇することも稀ではない。以下、「温泉法」を基にして山梨県の温泉の化学について考えることにする。

## 1. 日本の中での山梨県の温泉の位置

日本列島はユーラシアプレートの東の端に位置し、フィリピン海プレートと太平洋プレートが絶えずその下に潜りこむ不安定な地殻構造上にあり、地球上でも特異的に火山と地震の多い列島である。したがってわが国の温泉の多くが火山性のそれであるが、山梨県全体が富士火山帯にのっているにもかかわらず、本県の温泉の多くは最近の火山活動とは無関係であることが指摘されている。事実、県内温泉の泉温は開発初期の石和温泉が60℃を超えるものがあったとはいえ、大半が40℃台に止まり、

表1 温泉利用状況（環境庁自然保護局施設整備課調査）

調査年月	源泉総数	利用源泉数		未利用源泉数		温度別源泉数			湧出量 (ℓ/分)		
		自噴	動力	自噴	動力	< 25	≥ 25	≥ 42	自噴	動力	
1987. 3	山梨	283	150	86	35	12	59	181	27	25,595	10,411
	全国	20,759	5,098	9,497	2,106	4,058	2,713	4,359	10,842	763,119	1,138,158
1989. 3	山梨	332	128	78	83	43	71	225	36	47,913	16,062
	全国	21,336	5,002	9,759	2,258	4,317	2,870	4,612	10,918	818,360	1,218,941
1992. 3	山梨	371	137	112	79	43	76	233	52	35,259	28,782
	全国	23,092	5,088	10,636	2,463	4,905	3,092	5,244	11,485	887,991	1,428,153

「温泉法」で規定した「高温泉」に属するものは極めて稀である。

環境庁自然保護局施設整備課の調査結果を表1に、またこの調査結果に基づく山梨県と全国の泉温分布を図1に示した。

保健所に利用状況が報告されている温泉は、源泉数で371であるが、その市町村別の分布は図2のとおりである。

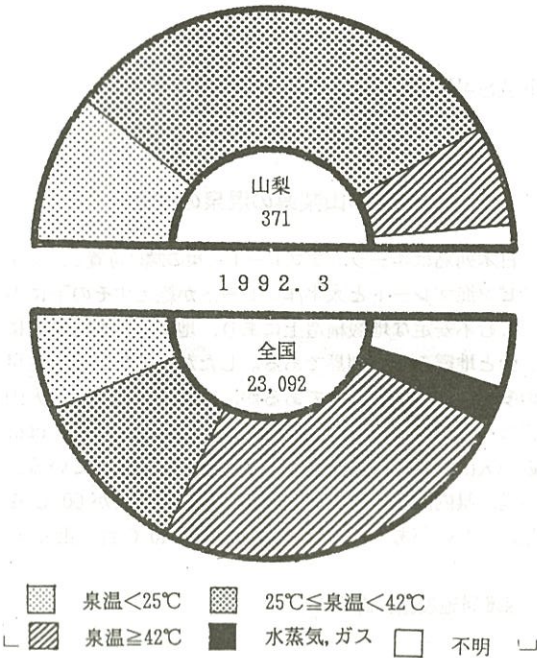


図1 山梨県と全国の温泉の泉温比較

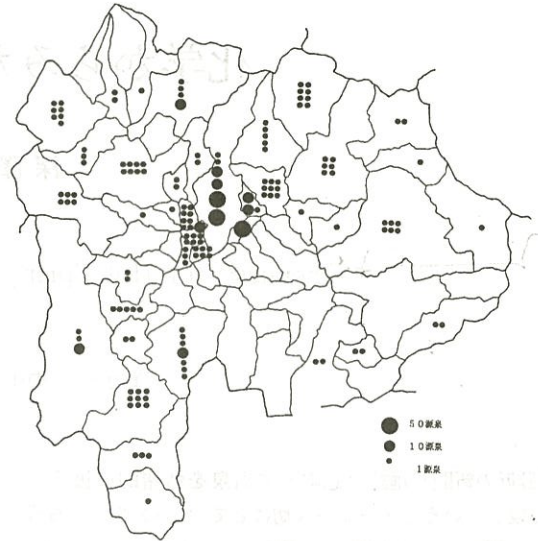


図2 利用状況が報告されている源泉

## 2. 衛生公害研究所と温泉分析の関わり

研究所の前身である衛生研究所は「温泉法」の制定にともなって、ときの監督官庁である厚生省から指定を受けた分析機関である（昭和23年9月4日づけ厚生省告示第69号）。県内ではその他に山梨大学工学部もその指定を受けている（昭和29年8月3日づけ厚生省告示第219号）が、現在では機能していない。

ちなみに歴史のある温泉を覗くと、戦前の衛生研究所

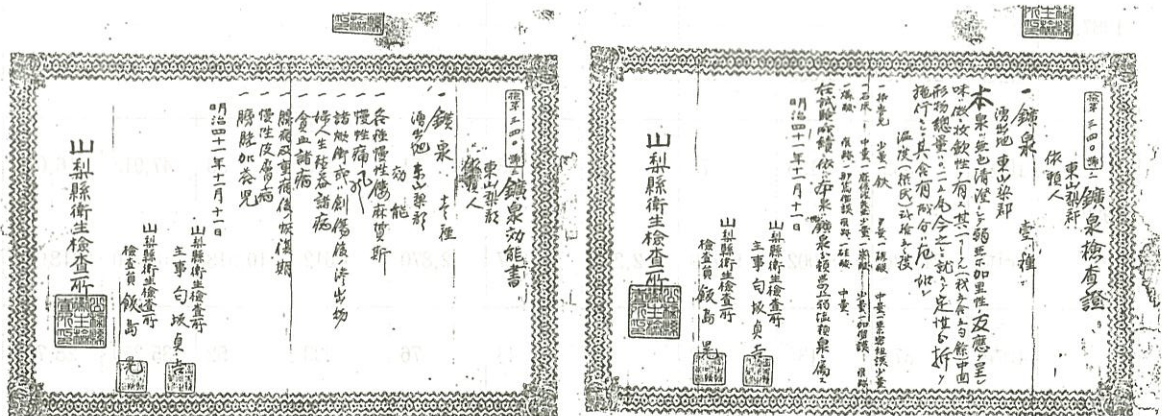


図3 明治時代の鉱泉検定書と効能書



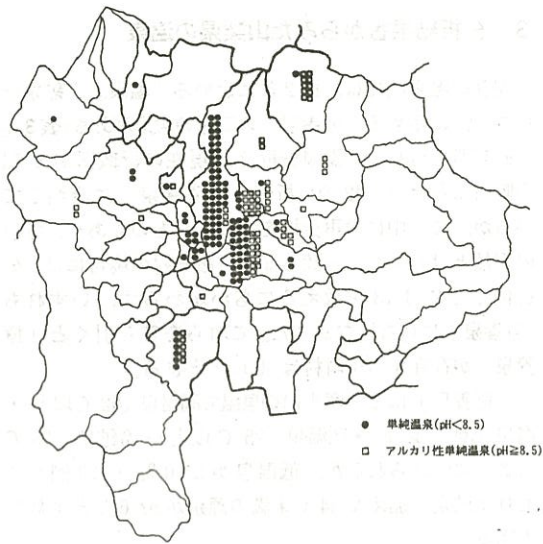


図5 単純温泉の分布



図6 特殊成分を含む療養泉の分布

表3 温泉(鉱泉)と療養泉の定義

温泉法第2条に定める温泉=鉱泉		鉱泉分析法指針に定める療養泉	
≥ 25℃	温 度 (源泉から採取されるとき温度)	≥ 25℃	
	物 質 (下記にあげるものうち、いずれかひとつ)		
含有量 (≥mg/kg)	物 質 名	含有量 (≥mg/kg)	
1,000	溶存物質 (ガス性のものを除く) 総量	1,000	
250	遊離二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> ) (遊離炭酸)	1,000	
1	リチウムイオン (Li <sup>+</sup> )		
10	ストロンチウムイオン (Sr <sup>2+</sup> )		
5	バリウムイオン (Ba <sup>2+</sup> )		
	銅イオン (Cu <sup>2+</sup> )	1	
10	総鉄イオン (Fe <sup>2+</sup> +Fe <sup>3+</sup> )	20	
10	マンガン(II)イオン(Mn <sup>2+</sup> )		
	アルミニウムイオン (Al <sup>3+</sup> )	100	
1	水素イオン (H <sup>+</sup> )	1	
5	臭素イオン (Br <sup>-</sup> )		
1	ヨウ素イオン (I <sup>-</sup> )		
2	フッ素イオン (F <sup>-</sup> )		
1	ヒ酸水素イオン (HAsO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) (ヒドロヒ酸イオン)		
1	メタ亜ヒ酸イオン (AsO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )		
1	総硫黄 (S) [HS <sup>-</sup> +S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> +H <sub>2</sub> Sに対応するもの]	2	
5	メタホウ酸 (HBO <sub>2</sub> )		
50	メタケイ酸 (H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> )		
350	炭酸水素ナトリウム (NaHCO <sub>3</sub> )		
5.5 マッヘ単位	ラドン (Rn)	8.25 マッヘ単位	
1 × 10 <sup>-8</sup>	ラジウム塩 (Raとして)		

の地域は地質学上は花崗岩ならびに石英閃緑岩といわれているが、事実最近の掘削例でも、ほぼ1,000mにわたっての花崗岩層であることが確認されている。

には総硫黄、鉄、ラドンならびに遊離二酸化炭素で該当するものがあつた。単純硫黄泉が26例あり、そのほとんどは下部町と南巨摩郡内に限定されていた。また単純鉄泉は11例あつたが、全県に散らばっていた。ラドンを含む放射能泉は、北巨摩郡の須玉町の増富地区の浅い源泉が中心で、このほか韭崎市と白州町で新たに見いだされた。遊離二酸化炭素を含む8源泉は、いずれも須玉町の本谷川に沿った増富地区に限られていた。基準には達しなかったが、敷島町内の源泉からも高い濃度の遊離二酸化炭素を検出した。

#### 4. 山梨県の温泉の主要成分

温泉の成分はその由来する地殻の成分を反映するものである。「温泉法」では陽・陰両イオンのミリ当量百分率(mval%)が20%以上の成分を主要成分とみなして、塩類泉の泉質を決定するように指示している。

県内の温泉を塩類泉について観察すると陽イオンとしてはナトリウム(Na<sup>+</sup>)・カルシウム(Ca<sup>2+</sup>)の各イオンが主成分で、限られた地域(牧丘町、鯨沢町、増穂町、道志村)の源泉にはその他にマグネシウム(Mg<sup>2+</sup>)・アルミニウム(Al<sup>3+</sup>)・鉄(Fe<sup>2+</sup>)イオンを主成分とするものもあつた。一方、陰イオンとしては、塩化物(Cl<sup>-</sup>)・炭酸水素(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)・硫酸(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)の各イオンに限られていた。さらに特殊成分として、硫黄(S<sub>2</sub>≧2mg/kg)・遊離二酸化炭素(CO<sub>2</sub>≧1,000mg/kg)・放射能(Rn≧8.25マッヘ/kg)を含む源泉が数例づつみられた。塩類泉の所在地を表4に示した。

特殊成分を含む療養泉の分布を図6に示したが、県内

#### 5. 泉質に基づく浴用の効用

温泉は、その温泉に入ることによって心身のリフレッシュを図るとともに、ある種の「医治効用」を期待する場合が多い。「温泉法」では「温泉の成分のみによって各温泉の効用を確定することは困難であるが」としながらも、療養泉の一般的適応症とあわせて、泉質別に適応症と禁忌症を示している。塩類泉については陰イオンの主成分で分類し、特殊成分を含む療養泉についても別個に示している(表5)。

表4 塩類泉の所在地

		陰イオンの主成分							
		Cl	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl・HCO <sub>3</sub> または HCO <sub>3</sub> ・Cl	Cl・SO <sub>4</sub> または SO <sub>4</sub> ・Cl	HCO <sub>3</sub> ・ SO <sub>4</sub>	Cl・ HCO <sub>3</sub> ・SO <sub>4</sub>	
陽イオンの主成分	Na	須玉町 15 甲府市 8 早川町 2 双葉町 1 竜王町 1 敷島町 1	須玉町 1 昭和町 1		甲府市 5 須玉町 5 韭崎市 5 竜王町 4 早川町 3 田富町 2	八田村 1 敷島町 1 若草町 1 増穂町 1	須玉町 1 春日居町 1		白州町 1
	Na・Ca または Ca・Na	甲府市 5 武川村 2 鯨沢町 2 白州町 1 富沢町 1		甲府市 2 芦安村 1 道志村 1 鯨沢町 1		甲府市 7 早川町 5 須玉町 1 下部町 1	中富町 1 八田村 1	白州町 1	
	Na・Mg・Ca				甲府市 1				
		Ca-SO <sub>4</sub> : 牧丘町 1 Ca・Al-SO <sub>4</sub> : 鯨沢町 1 Al・Mg-SO <sub>4</sub> : 道志村		Fe-SO <sub>4</sub> : 牧丘町 1 Al・Fe-SO <sub>4</sub> : 牧丘町 1, 増穂町 1		Ca・Fe-SO <sub>4</sub> : 鯨沢町 1			

表5 温泉の適応症決定基準

療養泉の一般的適応症（浴用）		塩類泉			特殊成分を含む療養泉								
		塩化物泉	炭酸水素塩泉	硫酸塩泉	二酸化炭素泉	含鉄泉	含銅・鉄泉	硫酸黄泉	硫黄泉・硫化水素型	酸性泉	含アルミニウム泉	放射能泉	
泉質別	浴用	きりきず	○	○	○	○			○	○			
		やけど	○	○	○	○							
		慢性皮膚病	○	○	○				○	○	○	○	○
		虚弱児童	○										
		慢性婦人病	○						○	○			○
		動脈硬化症			○	○				○			○
		高血圧症				○				○			○
		月経障害					○	○					
		糖尿病							○	○			
		通風・慢性胆嚢炎・胆石症											○
適応症	飲用	慢性消化器病	○	○		○					○	○	○
		慢性便秘	○		○	○							
		便秘							○	○			
		糖尿病		○	○				○	○			
		通風		○	○				○	○			○
		肝臓病		○									
		慢性胆嚢炎・胆石症			○								○
		肥満症			○								
		貧血					○	○					
		神経痛・筋肉痛・関節痛											○

\*：鉄-硫酸塩類，アルミニウム-硫酸塩泉を除く

表6 源泉の化学成分の経時変化（3例）

調査実施年	源泉その1		源泉その2		源泉その3	
	1975	1989	1974	1989	1956	1987
pH	7.9	7.9	7.8	7.7	9.2	9.2
泉温(°C)	31.0	29.4	26.7	25.3	43.8	41.3
蒸発残留物	1,346	160.6	527.1	462.3	1,232	1,289
Na	439.5	24.0	37.0	30.6	264.9	308.8
K	11.5	2.5	2.5	1.6	11.8	6.4
NH <sub>4</sub>	2.7	2.1	0.1	4.4		
Mg	5.0	1.4	8.3	8.4	1.4	
Ca	26.8	4.6	98.9	98.1	137.3	103.4
Al	0.2				3.8	
Mn	0.2		0.2	0.1		
Fe	0.9	0.7	0.5	0.4	8.9	
Zn	0.4					
F	6.1			0.2		
Cl	647.7	11.2	5.8	3.3	210.7	251.9
S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.2			1.1	
SO <sub>4</sub>		1.6	290.7	224.6	495.5	484.0
HPO <sub>4</sub>	0.4	0.9			0.3	
HCO <sub>3</sub>	136.4	71.4	65.4	136.7	85.7	
CO <sub>3</sub>	4.8		0.2		30.3	18.0
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	120.2	113.3	34.5	32.4	49.3	49.2
HBO <sub>2</sub>	0.3	1.1			24.1	33.2

表7 溶存物質量の上下十傑

上位十傑						下位十傑					
湧出地	調査年	溶存物質量	泉温	pH	泉質名	湧出地	調査年	溶存物質量	泉温	pH	泉質名
須玉町小尾	1982	13.36	10.6	6.6	Na-Cl泉	丹波山村	1982	0.0900	10.0	10.2	単純S冷鉱泉
敷島町下福沢	1991	13.22	33.0	6.6	含Fe-Na-Cl・HCO <sub>3</sub> 泉	石和町川中島	1969	0.1044	38.2	8.9	アルカリ性単純温泉
増富村小尾	1954	12.35	33.7	6.2	含弱Rn・CO <sub>2</sub> -Na-Cl泉	塩山市上萩原	1986	0.1080	26.6	9.9	アルカリ性単純温泉
増富村東小尾	1953	12.04	25.7	6.0	含CO <sub>2</sub> -Na-Cl泉	一宮町坪井上宿地	1989	0.1154	31.2	8.6	アルカリ性単純温泉
須玉町比志上河原	1991	11.81	32.3	6.4	含CO <sub>2</sub> -Na-Cl・HCO <sub>3</sub> 泉	石和町川中島	1990	0.1220	27.1	9.7	アルカリ性単純温泉
須玉町小尾	1982	11.35	30.6	6.3	含CO <sub>2</sub> -Na-Cl泉	大月市大月町	1988	0.1300	15.1	10.3	単純S冷鉱泉
須玉町増富小尾	1962	11.19	40.2	6.7	Na-Cl泉	富沢町福士	1985	0.1340	12.6	9.5	単純S冷鉱泉
須玉町小尾新久保	1990	10.88	27.0	6.2	Na-Cl泉	御坂町成田	1974	0.1372	25.2	8.3	単純温泉
増富村東小尾	1953	10.86	30.5	6.3	含弱Rn-Na-Cl泉	鯉沢町十谷	1977	0.1386	23.4	9.4	単純S冷鉱泉
増富村小尾	1954	10.75	32.0	6.6	含Rn-Na-Cl泉	甲府市桜井町	1964	0.1453	25.0	8.1	単純温泉

溶存物質量：g/kg, 泉温：°C

県内の温泉のそれぞれの源泉についての効用を述べることは「医師」の専決領域であり、詳細については各温泉に掲示されている表示を参照されたい。

また温泉はある種の疾病については、浴することが逆効果になる場合もあるので、基本的には「温泉医」の指導の基に温泉療養をすることが望ましい。

## 6. 温泉は生きている

温泉が含む成分は不変であると考えられがちであるが、我々の分析例でも、泉質が著しく変化していることを経験している。現在の監督官庁である環境庁は昭和53年の自然保護局施設整備課長通知で「再分析については、おおむね10年ごとに見直しをすることが妥当……」と

表8 硫酸イオンが多い全国の温泉

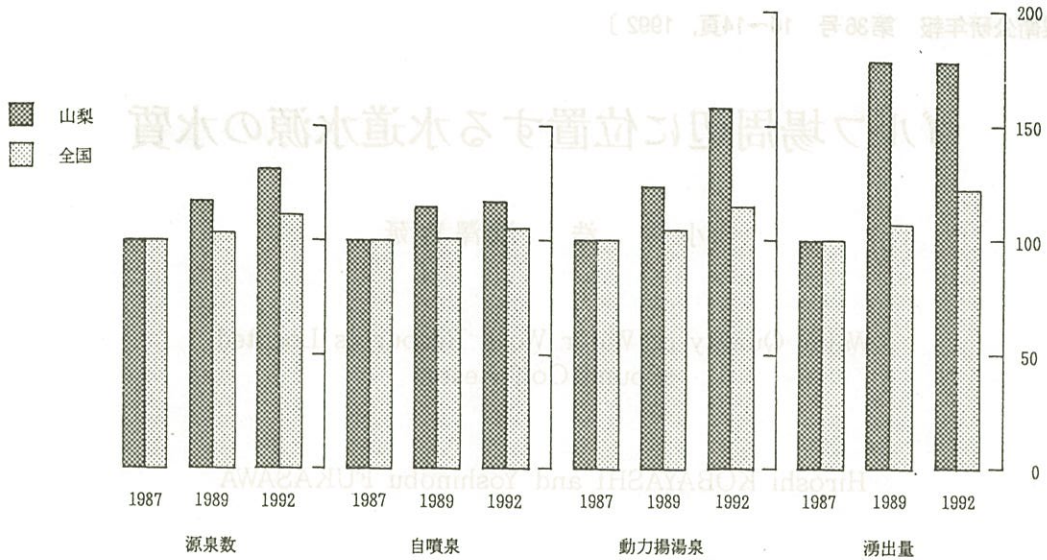
都道府県名	温泉地名	液性・pH	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	都道府県名	温泉地名	液性・pH	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
島根	豊川 鉱 泉	酸 性	21,577	宮 城	上 文 字 鉱 泉	1.80	2,517
愛媛	久万 温 泉	酸 性	13,700	佐 賀	天 山 鉱 泉	1.88	32,360
福 島	上 湯 温 泉	酸 性	9,500	北 海 道	摩 訶 鉱 泉	2.20	21,140
福 島	磐 梯 山 鉱 泉	酸 性	6,589	神 奈 川	湯 の 花 沢 温 泉	2.2	1,368
長 野	山 の 神 沢 温 泉	酸 性	4,704	栃 木	難 頂 山 鉱 泉	2.26	1,245
岡 山	本 山 鉱 泉	酸 性	4,627	神 奈 川	大 涌 谷 温 泉	2.33	5,484
長 野	入 山 辺 鉱 泉	酸 性	2,767	栃 木	難 頂 山 鉱 泉	2.39	1,160
神 奈 川	湯 の 花 沢 温 泉	酸 性	2,289	山 梨	天 然 養 命 泉	2.40	7,568
群 馬	草 津 温 泉	酸 性	1,672	神 奈 川	仙 石 原 温 泉	2.4	4,251
宮 城	鳴 子 温 泉	酸 性	1,471	長 野	王 瀧 温 泉	2.45	5,638
群 馬	万 座 温 泉	酸 性	1,434	福 島	早 戸 温 泉	6.4	1,090
山 形	蔵 王 高 湯 温 泉	酸 性	1,422	福 島	只 見 川 温 泉	6.7	1,570
山 形	新 飯 豊 温 泉	微 弱 酸 性	2,094	福 島	大 塩 温 泉	6.7	1,187
群 馬	入 山 温 泉	微 弱 酸 性	1,576	鳥 取	鳥 取 温 泉	6.75	1,390
宮 城	鎌 先 温 泉	中 性	1,348	静 岡	大 沢 温 泉	6.85	1,091
群 馬	霧 積 温 泉	中 性	1,211	鳥 取	鳥 取 温 泉	7.05	1,658
静 岡	土 肥 温 泉	中 性	1,014	長 野	小 瀬 温 泉	7.16	1,014
鳥 取	柿 の 木 温 泉	微 弱 アルカリ性	1,643	鳥 取	鳥 取 温 泉	7.25	1,655
鳥 取	吉 方 温 泉	微 弱 アルカリ性	1,629	山 形	天 童 温 泉	7.3	1,068
宮 城	鎌 先 温 泉	微 弱 アルカリ性	1,374	静 岡	伊 東 温 泉	7.3	1,385
新 潟	三 川 温 泉	微 弱 アルカリ性	1,248	香 川	屋 島 温 泉	7.34	1,060
東 京	瀬 戸 山 温 泉	微 弱 アルカリ性	1,248	神 奈 川	門 川 温 泉	7.50	1,580
福 島	上 湯 温 泉	?	1,763	静 岡	伊 東 温 泉	7.5	1,171
新 潟	笹 倉 温 泉	0.47	8,378	静 岡	伊 東 温 泉	7.5	1,169
宮 崎	真 幸 鉱 泉	0.65	21,094	鳥 取	鳥 取 温 泉	7.55	1,607
宮 崎	金 磯 鉱 泉	0.90	26,890	静 岡	伊 東 温 泉	7.6	1,160
宮 崎	金 磯 鉱 泉	1.00	18,240	静 岡	伊 東 温 泉	7.6	1,764
宮 崎	金 磯 鉱 泉	1.10	17,961	静 岡	熱 海 温 泉	7.70	1,726
長 野	一 里 塚 鉱 泉	1.29	3,751	静 岡	熱 海 温 泉	7.7	1,216
山 形	蔵 王 高 湯 温 泉	1.4	1,616	静 岡	熱 海 温 泉	7.9	2,530
山 形	蔵 王 温 泉	1.4	1,570	静 岡	熱 海 温 泉	8.0	1,283
福 島	佐 倉 山 一 切 経 山 湯	1.47	6,745	山 形	天 童 温 泉	8.1	1,067
山 梨	甲 斐 天 然 鉱 泉	1.50	2,535	山 梨	道 志 の 湯 *	8.7	2,332

単位：mg/kg

厚生省大臣官房国立公園部：日本鉱泉誌（1954）より抜粋

山梨「道志の湯」は1992年10月に山梨県衛生公害研究所が測定





1987年を100としての指数  
 図7 温泉開発の推移（山梨と全国との比較）

している。

表6に泉質の変化の実例を示した。第1例は泉温の変化がほとんどないにもかかわらず、著しい成分低下が認められたものである。第2、3例はその変化が軽微なものであるが、第2例は溶存物質質量が塩類泉に該当しない単純温泉であることから、早晚温泉法に該当しなくなるであろうことが予想される。第3例は自然湧出泉であり、30年を経てもほとんど変化が認められない良質の源泉である。

浸透圧の点から溶存物質総量が10g/kg以上の温泉を特に「高張性温泉」とよぶ。

本県の源泉のうち、溶存物質質量の上下十傑を紹介する(表7)。

最高は北巨摩郡須玉町にあるナトリウム-塩化物泉で、化学成分が1.34%に達している。十傑は敷島町にある1源泉を除いていずれも須玉町内の温泉である。

これに対して、溶存物質質量が極めて少ない源泉は、甲府盆地の北西部と山間部にある。



## おわりに

以上、山梨県内の温泉を本研究所の資料に基づいて総括した。

山梨県の温泉の化学は、他県の温泉に比較して単純である。須玉町の一部地域の放射能泉を除いては、溶存物質質量・泉温において特筆するものは少ないが、道志村の温泉(表8)が弱アルカリ性泉としては本邦屈指の硫酸イオン量を誇るように、温泉過疎の地域ではユニークな温泉も期待できる可能性も残されている。

しかしながら、最近では自治体を中心に新たな深度ボーリングによる温泉開発が盛んであり、5年間の温泉開発の推移を全国の状況と比較する(図7)と、源泉数、湯湯量ともに全国の水準を大幅に上回っている。

温泉は地下からの「贈り物」であり、「県民共有の財産」と位置付け、有効に活用することが求められている。未利用源泉も多数存在することから、これらの管理について、早急にルールを作る必要がある。

なお、本報の概要は1993年2月2日に甲府市で開催された第1回山梨県科学技術シンポジウムにおいて発表した。