



温泉の利用について考慮すべき点

1. はじめに

温泉が湧き出しているとき、その付近に温泉利用施設が出来、だんだん温泉街、温泉地へと発展して行くが、そのような場合にその場所が安全であるか否か、温泉水やそれに伴うガスや温泉華などに危険はありはしないかなどを、よく検討すべきである。

2. 泉温、湧出量、pHから

その手始めとして、日本の温泉について次のような考察を行った。

金原(1992)の『日本温泉・鉱泉分布図及び一覧』に記載されている温泉3,865ヶ所の泉温および湧出量、pHに基づいての考察である。ただし、温泉名は1源泉であったり、広い地域の多くの源泉を一括して1温泉としていたりする。泉温もその温泉の中での最高の泉温であったり、湧出量も1源泉のものであったり合計湧出量であったり、pHは1源泉のものであったりその温泉群の範囲であったりする。もちろん測定値のない温泉もある。

1源泉ごとに考察すべきか、温泉群として考察すべきかという問題もあるが、今回は上記の一覧にある温泉に従い、泉温、湧出量は記載してある値、pHは示されているうちの最も低い値を採用した。泉温が80℃以上、湧出量が1,000l/min以上、pHが4以下の温泉を採り上げた。そのような温泉の数を表1に県別に示す。

泉温80℃以上というのは、いわば人間の火傷を考慮した値であるが、そのような温泉は172あった。北海道、東北、関東、中部、九州地方に多い。

湧出量1,000l/min以上というのはあまり根拠のある数字ではないが、1源泉としては多いといえよう。ちなみに1,000l/min=60t/h=1,440t/dayである。そのような温泉は304あり、泉温80℃以上の場合と同様の地方に多い。

pH4以下というのは酸性泉を考へての区分である。そのような温泉は136あり、やはり上述の地方に多い。

次に泉温80℃以上、湧出量1,000l/min以上の温泉は58あり、中部地方の他に北海道、東北、九州地方に多かった。これらの温泉は、0℃を基準として80,000kcal/min(480万kcal/h)を超える湧出熱量を有するわけである。

湧出量1,000l/min以上、pH4以下の温泉は14あり、上記の地方にあるが、中部、九州地方ではそれぞれ1となる。

泉温80℃以上、pH4以下の温泉は36あり、北海道、東北地方に多く、他は散見されるにすぎ

ない。高温、酸性なので、火山地帯に多いのは当然である。

泉温、湧出量、pHの3者が80℃以上、1,000l/min以上、4以下という温泉は、全国で9となった。登別(北海道)、玉川(秋田)、滝の上(岩手)、万座(群馬)、蓼科(長野)、熱海(静岡)、別府(大分)、黒川(熊本)、丸尾(鹿児島)である。個々の温泉について、いろいろな問題はあがるが、火山性の温泉が多いといえよう。

表1 県別の高温、大量湧出、強酸性の温泉数*

	T>80℃	W>1000l/min	pH<4	T, W	W, pH	T, pH	T, W, pH
北海道	26	30	20	6	2	10	1
北海道	(26)	(30)	(20)	(6)	(2)	(10)	(1)
青森	10	13	6	2	1	1	0
秋田	18	5	13	1	0	9	1
岩手	5	5	6	0	1	1	1
宮城	9	6	5	2	0	3	0
山形	1	12	6	1	1	0	0
福島	7	15	13	1	2	4	0
東北	(50)	(56)	(49)	(7)	(5)	(18)	(2)
茨城	0	2	0	0	0	0	0
栃木	3	13	8	0	1	2	0
群馬	2	10	4	1	2	0	1
埼玉	0	1	0	0	0	0	0
東京	5	0	0	0	0	0	0
神奈川	7	11	5	4	2	0	0
関東	(17)	(37)	(17)	(5)	(5)	(2)	(1)
新潟	5	7	2	2	0	0	0
長野	15	25	7	7	1	1	1
山梨	0	4	2	0	0	0	0
静岡	14	30	1	10	0	0	1
富山	8	5	5	2	0	2	0
石川	3	3	3	2	0	0	0
岐阜	7	7	0	5	0	0	0
愛知	0	3	1	0	0	0	0
福井	0	1	0	0	0	0	0
中部	(52)	(85)	(21)	(28)	(1)	(3)	(2)
滋賀	0	0	1	0	0	0	0
京都	0	0	3	0	0	0	0
奈良	0	2	0	0	0	0	0
三重	0	5	0	0	0	0	0
和歌山	1	4	0	0	0	0	0
近畿	(1)	(11)	(4)	(0)	(0)	(0)	(0)
兵庫	2	3	1	1	0	0	0
鳥取	2	7	0	2	0	0	0
島根	0	1	2	0	0	0	0
岡山	0	2	3	0	0	0	0
広島	0	1	0	0	0	0	0
山口	0	3	0	0	0	0	0
中国	(4)	(17)	(6)	(3)	(0)	(0)	(0)
徳島	0	1	1	0	0	0	0
香川	0	0	1	0	0	0	0
愛媛	0	4	0	0	0	0	0
四国	(0)	(5)	(2)	(0)	(0)	(0)	(0)
福岡	0	4	0	0	0	0	0
長崎	2	2	1	1	0	1	0
佐賀	1	2	0	1	0	0	0
大分	7	13	4	3	1	1	1
宮崎	1	4	1	1	0	0	0
熊本	6	17	5	1	0	1	1
鹿児島	5	21	6	2	0	0	1
九州	(22)	(63)	(17)	(9)	(1)	(3)	(3)
全国	172	304	136	58	14	36	9

*Tは温度、Wは湧出量を示す。T、Wの欄はT>80℃かつW>1000l/minである温泉数。

T、pHの欄はT>80℃かつpH<4である温泉数。

3. 温泉による事故の例

温泉による事故のいくつかの例を挙げる。

噴気地帯による旅館の基礎工事で、熱湯が噴出して死亡した事故、掘削自噴泉のケーシング管から熱湯が暴噴し、土石が飛散し、火傷によって死亡した事故、旅館敷地内の開渠の送湯路に転落して火傷し、死亡した事故などが思い起こされる。1995年の長野県中の湯温泉の水蒸気爆発は、いまだ耳に新しい事件である。掘削によって酸性泉が噴出し、ケーシング鉄管が腐食し、周辺の岩石が変質をうけて広がっていき、道路を損壊するに至った事故もある。温泉による岩石の変質はよく見られることであり、いわゆる温泉余土が地すべりを起こす1つの原因となることはよく知られている。

H₂Sによる浴客の中毒・溺死事故は案外に数が多い。温泉に伴うメタンガスに煙草の火が引火して爆発し、負傷した例、CO₂を伴う温泉で酸素欠乏によって、意識不明になった例がある。ボーリング工事中では、H₂Sガス突出による死亡事故、熱湯の噴出によって大火傷をした事故もある。

農業用水として不適な毒水としては、玉川(秋田)、酸ヶ湯(青森)、蔵王(山形)、草津(群馬)などの温泉水が注ぐ酸性河川が挙げられる。酸性泉を新たに引湯した事によって、排湯が流入する河川に魚がいなくなったという例もある。

4. 成分による危険性

前述のように含有成分による危険もある。どの成分が危険かという目安として、水質汚濁防止法による排水基準を見ると表2のようになっている。自治体によっては、新たな項目を加えたり、基準値を厳しくしたりしているところもあり、滋賀県の例(水収支研究グループ, 1993)をも併せて示す。

水質汚濁防止法によって規制されている成分のうち、温泉でよく問題になるのは、pH, Fe, Mn, Asであろうか。そのうちpHは火山性温泉に多い酸性泉の場合に問題であり、Asは近年規制が厳しくなった成分であって、日本にあっては厳しすぎるとする論もある。

一方、温泉法は表3に示す同法第2条の別表によって成分濃度を定めて、温泉を定義している。表2と表3とを比較してみると、HすなわちpH, Fe, Mn, HAsO₄およびHAsO₂(ともにAs)によって温泉法の温泉に適合する温泉水は、水質汚濁防止法の排水基準値を超えていて、その

表2 水質汚濁防止法による排水基準値

項 目	水質汚濁防止法	滋 賀 県
Cd	0.1	0.01
シアン化合物	1	0.1
有機燐化合物	1	同 左
Pb	0.1	0.1
Cr (6価)	0.5	0.05
As	0.1	0.05
Hg	0.005	同 左
アルキルHg	不検出	同 左
PCB	0.003	同 左
(以上 有害物質)		
pH	5.8~8.6	同 左
BOD	160 (日間平均120)	同 左
COD	160 (日間平均120)	同 左
浮遊物質	200 (日間平均150)	同 左
ノルマルヘキサン抽出 (鉱油類)	5	同 左
ノルマルヘキサン抽出 (動植物油脂類)	30	同 左
フェノール類	5	同 左
Cu	3	1
Zn	5	1
Fe (溶解性)	10	同 左
Mn (溶解性)	10	同 左
Cr	2	同 左
F	15	8
大腸菌群	日間平均 3000個/cm ³	同 左
N	120 (日間平均60)	同 左
P	16 (日間平均8)	同 左

単位は、pH, 大腸菌群を除いてmg/l

表3 温泉法第2条別表

1. 温度(温泉源から採取されるとき温度とする) 25℃以上
2. 物質(下に掲げるもののうち、いずれか1つ)

物 質 名	含有量 1 kg中	備 考
溶存物質(ガス性のものを除く)	総量 1,000 mg 以上	
遊離炭酸(CO ₂)	250 mg 以上	
リチウムイオン(Li)	1 mg 以上	
ストロンチウムイオン(Sr)	10 mg 以上	
バリウムイオン(Ba)	5 mg 以上	
フェロ又はフェリイオン(Fe)	10 mg 以上	
第一マンガンイオン(Mn)	10 mg 以上	
水素イオン(H)	1 mg 以上	pHとして約3
臭素イオン(Br)	5 mg 以上	
沃素イオン(I)	1 mg 以上	
ふっ素イオン(F)	2 mg 以上	
ヒドロヒ酸イオン(HAsO ₄)	1.3 mg 以上	Asとして0.54 mg
メタ亜ヒ酸(HAsO ₂)	1 mg 以上	Asとして0.69 mg
総硫黄(S)		
(HS+S ₂ O ₃ +H ₂ Sに対応するもの)	1 mg 以上	
メタほう酸(HBO ₂)	5 mg 以上	
メタけい酸(H ₂ SiO ₃)	50 mg 以上	
重炭酸ソーダ(NaHCO ₃)	340 mg 以上	
ラドン(Rn)	20(百億分の1キ ューリー単位)以上	
ラジウム塩(Raとして)	1億分の1 mg 以上	

まま排水してはいけないことになってしまう。何らかの調整が必要であろう。

これら法や規制による物質以外に、強食塩泉のように溶存物質が極めて多い場合は、排湯による塩害を考えなければならないし、随伴するH₂S、CO₂、メタンも、前述のように危険である。あまりに強い放射能も問題かもしれない。飲泉の場合は多すぎるホウ酸含有量も問題である。

温泉分析結果を、このような観点からもう一度見直して見る必要がある。泉温、pHの他に、蒸発残留物、Fe、Mn、As、B、CO₂、H₂Sなどが問題となることが多いようである。

また、含有量のみでなく、含有量と湧出量との積、いわば放出量といった観点からも検討が必要である。問題となる物質の含有量が多くとも、湧出量が少ない場合は、環境への影響は小さいが、逆にその物質の含有量がさほど多くなくても湧出量が極めて多い場合は大きな影響となることを考慮しなければならない。たとえば、Asの含有量が0.1mg/l、湧出量が1,000l/minであれば、Asの放出量は、100mg/min=144g/day、Feの含有量が10mg/lで、その湧出量が1,000l/minであれば、Feの放出量は、10g/min=14.4kg/dayということになるのである。

5. おわりに

これまで述べてきたような温泉があることを考えると、温泉が湧くからといって、安易にそこに温泉の利用施設や旅館、温泉地を作って、多数の人々を集めるのは、いかがなものかと思われる。その場所が、安全であることを十分に確かめる必要があり、少しでも不安な点がある場合は、安全な所で利用するようにすべきであろう。成分についても、湧出後出来るだけ早く、遅くとも利用施設までに、危険・有害な物質を除去・軽減する方策が講じられるべきであるし、付近環境への影響をも考えれば、利用後の排湯の含有成分にも十分な配慮が払われるべきである。

