

公 開 講 演

化学成分より見た岩手県の温泉

生活学園短期大学 佐藤 彰*

1. はじめに

昭和53年3月現在、環境庁でまとめた全国の源泉総数は21,609件で、北海道・東北・九州の合計が12,963件で全体の61%に当る。東北は北海道、九州と並び温泉の宝庫で昔から著明な温泉が多い。

岩手県は統計的には東北で一番源泉数は少ない(173件)。併し湧出量から見ると3番目になる。昭和51年より54年にかけて県自然保護課が全県下源泉の実態調査¹⁾を実施し筆者のところで全面的に協力した。即ち即存源泉の再分析、とくに高温炉原子吸光による痕跡元素の分析²⁾、経年変化、飲泉許容量、浴水の加水希釈度および浴室内硫化水素濃度等の検討を行ったので、化学成分から見たこれらの結果について概略をのべてみたい。紙面の都合でスライドの内容を極力圧縮する。

2. 温泉地の分布

日本一広い県内を4つの温泉群、即ち 1. 中央部(岩手山麓) 2. 県南部(栗駒国定公園周辺) 3. 県北部(十和田・八幡平国立公園周辺) 4. 沿岸部(陸中海岸国立公園周辺)に分画し65の温泉地の分布を図1に示した。

3. 温泉地の源泉数と湧出量

65の温泉地のうち最も源泉数の多いところは台(15)の18ヶ所で、次は繋(1)と夏油(32)の15ヶ所、花巻(14)の9ヶ所、鶯宿(3)と松川(49)の8ヶ所がこれにつづき、一般に源泉数(利用しているものは)は少ない。1温泉1源泉というところは温泉で33、冷泉で5ヶ所もある。

主な温泉についての全湧出量は85,000ℓ/分という統計があるが宮城県の213,000、秋田県の115,000につき3番目に多い。県内で200ℓ/分以上のところは20ヶ所程あり、グループ別に見ると鶯宿(3)、湯本(27)が多い。

4. 泉温と液性

泉温と液性を改正された分析指針のとおりに分類してみると表1のとおりで、高温泉は全体の65.7%、弱アルカリ性、アルカリ性を含めると68.7%となり、一般的に高温泉でアルカリ性泉が多いことが明白になる。

*前岩手県衛生研究所・化学部長・医博

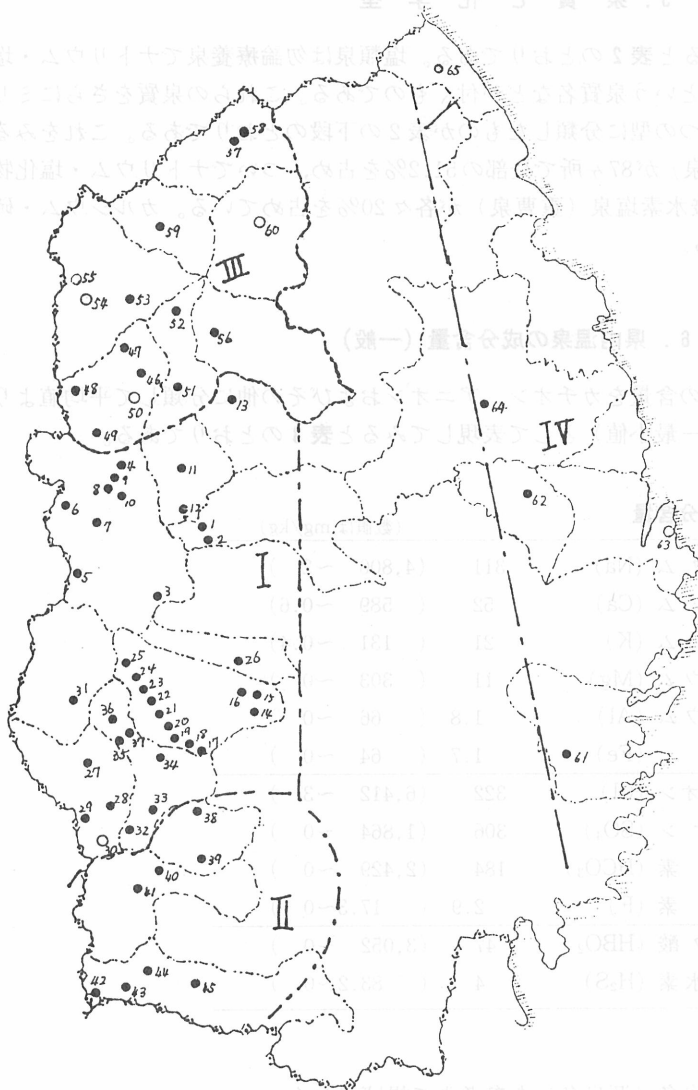


図 1

No.	温泉名	No.	温泉名
1	繫 鳳	34	水 沢 神
2	鶯 宿	35	岩 取
3	網 張	36	綱 曲
4	国 見	37	沢 崎
5	滝 の 上	38	金 ケ
6	玄 武	39	永 岡
7	雫 石	40	石 湖
8	有 根	41	鹿 の 里
9	ぬくもり	42	須 川
10	岩手山	43	真 湯
11	大 釜	44	鳴 沢
12	岩 手	45	矢 び つ
13	花 手 卷	46	八 幡 平
14	台	47	御 在 所
15	金 矢	48	藤 七 川
16	湯 口	49	松 水 川
17	松 倉	50	清 走 川
18	志 戸	51	焼 走 川
19	大 平	52	七 時 雨
20	山 沢	53	小 屋 畑
21	高 の 神	54	安 比 湯
22	倉 山	55	新 草 井
23	鉛	56	一 方 田
24	西 鉛	57	湯 田 一
25	新 鉛	58	金 田 寺
26	石 鳥 谷	59	浄 法 宮
27	湯 本	60	宮 田 川
28	湯 川	61	小 安 庭
29	巢 郷	62	安 根 泉
30	わし合森	63	赤 岩 谷
31	下 の 沢	64	岩 大
32	夏 油	65	
33	瀬 美		

表 1 泉温と液性

項目	区 分	(範 囲)	計 数	%
泉 温	冷 鉱 泉	25℃ 以下	13	7.6
	低 温 泉	25℃ ~ 34℃	26	15.1
	温 泉	34℃ ~ 42℃	20	11.6
	高 温 泉	42℃ 以上	113	65.7
液 性	酸 性	pH 3 以下	4	2.3
	弱 酸 性	〃 3 ~ 6	15	8.7
	中 性	〃 6 ~ 7.5	35	20.3
	弱アルカリ性	〃 7.5 ~ 8.5	76	44.2
	アルカリ性	〃 8.5 以上	42	24.5

表 2 泉質と化学型

	区 分	計 数	%
泉 質 別	塩 類 泉	74	43.5
	単 純 温 泉	53	31.1
	単 純 硫 黄 泉	38	22.3
	酸 性 泉	4	2.4
	放 射 能 泉	1	0.7
化 学 型	芒 硝 泉	87	51.2
	食 塩 泉	35	20.6
	重 曹 泉	34	20.0
	石 膏 泉	14	8.2

5. 泉質と化学型

170の源泉を泉質別に分類すると表2のとおりである。塩類泉は勿論療養泉でナトリウム・塩化物泉, ナトリウム・硫酸塩泉という泉質名などが付くものである。これらの泉質をさらにミリバル%から主要成分を抽出し4つの型に分類したものが表2の下段のとおりである。これを見るとナトリウム・硫酸塩泉(芒硝泉)が87ヶ所で全部の51.2%を占め, ついでナトリウム・塩化物泉(食塩泉), ナトリウム・炭酸水素塩泉(重曹泉)が各々20%を占めている。カルシウム・硫酸塩泉(石膏泉)が8.2%である。

6. 県内温泉の成分含量(一般)

イオン表を構成する主要成分の含量をカチオン, アニオンおよびその他に分類して平均値よりみて多い順から平均値(最大値-最小値)として表現してみると表3のとおりである。

表3 一般成分含量

(数値は mg/kg)

ナトリウム (Na)	311	(4,800 ~2)
カルシウム (Ca)	52	(589 ~0.6)
カリウム (K)	21	(131 ~0.4)
マグネシウム (Mg)	11	(303 ~0)
アルミニウム (Al)	1.8	(66 ~0)
鉄 (Fe)	1.7	(64 ~0)
クロールイオン (Cl)	322	(6,412 ~3)
硫酸イオン (SO ₄)	306	(1,864 ~0)
炭酸水素 (HCO ₃)	184	(2,429 ~0)
フッ素 (F)	2.9	(17.3~0)
メタホウ酸 (HBO ₂)	47	(3,052 ~0)
遊離硫化水素 (H ₂ S)	4	(83.2~0)

つぎに各項目毎に最大値の温泉名(源泉名)を参考まで掲げておく。

Na 浄法寺(海上) No.59
Ca 岩沢(2号) No.35
K 浄法寺(海上) No.59
Mg 浄法寺(海上) No.59
Al 須川(霊泉) No.42
Fe 御在所(2号) No.47

Cl 浄法寺(海上) No.59
SO₄ 綱取(横川目) No.36
HCO₃ 国見(緑) No.5
F 巢郷(1号) No.29
HBO₂ 浄法寺(海上) No.59
H₂S 国見(薬師) No.5

(特殊成分)

今回改訂の指針の中に Li, Mn, Zn, As, Cu, Pb については分析方法が定められているが, 今回分析の対象とした Ge, Sb, Se, V, Co, Be についてはないので筆者が長年研究をつづけている高温炉原子吸光分析技法により実施した。一般項目と同じように分析結果を表4に示す。

表4 特殊成分含量

(数値は mg~ μ g/kg)

リチウム (Li)	0.79 (6.03~0) mg/kg
マンガン (Mn)	0.76 (5.10~0) "
亜鉛 (Zn)	0.09 (0.18~0) "
砒素 (As)	29.7 (530 ~1.2) μ g/kg
ゲルマニウム (Ge)	17.9 (310 ~0) "
アンチモニウム (Sb)	7.8 (51.6 ~0) "
セレンウム (Se)	7.0 (110 ~0) "
バナジウム (V)	5.8 (44.6 ~0) "
銅 (Cu)	3.3 (27.3 ~0) "
鉛 (Pb)	3.1 (60.6 ~0) "
コバルト (Co)	2.2 (18.4 ~0) "
ベリリウム (Be)	0.32 (2.25~0) "

その他 Ag, Au, Bi, Cd, Cr, Ni, Sn についても実施したが今回は省略し別の機会にゆずりたい。後述するが鉱泉を飲用する場合の基準量の決定の場合このような有益、有害成分³⁾も考慮すべきものと思ひ分析結果の蓄積を考えたい。一般成分と同じく最も含量の高いものをつぎに参考までに掲げる。

Li 七時雨(七里) No.52	Se 須川(霊泉) No.42
Mn 夏油(白猿) No.32	V 国見(薬師) No.5
Zn 矢びつ(山王) No.45	Cu 七時雨(七里) No.52
As 滝の上(鳥越) No.6	Pb 須川(霊泉) No.42
Ge 浄法寺(海上) No.59	Co 夏油(真湯) No.32
Sb 須川(滝) No.42	Be 御在所(2号) No.47

溶存成分が平均的に高い温泉群は花巻で、ついで台、湯口で繫は一番低い傾向がみられた。花巻は平均的に Sr, Mn, V, Ge, Ni, Ag が多く、台は Li, Se, Sb, Be が多い。また湯口温泉群 No.17~25では Zn, As, Cu, Pb が多かった。成分のうち Ge については浄法寺海上の湯は県内最高値でついで須川 No.42 の 276.2~285.7 μ g/kg が多い。V は成分的には SO₄ と正の関係、泉質的には酸性泉に著量検出されると言われるが、今回の結果では須川に 34.1~37.1 μ g/kg が検出された。有害元素の Pb, Cr, Be, Cd などはいづれも超微量で飲泉時の影響は皆無と思われる。

7. 温泉の経年変化

温泉が地上に湧出してからの経年変化を観察する場合、同一人が同一方法により行われるべきである。併し20~30年位ならともかく何百年となると無理となろう。今回再分析をしたものの中から無作為的に6つの源泉を抽出して、最初に分析したデータと今回再分析したもの(同一人分析)を比較して若干の考察を試みたいと思う。(表5)

各温泉について泉温、pH 値、蒸発残留物(3者)の変動より各溶存成分の増減を比較してみる。繫温泉は3者共大きい変化を見ているが、Na, SO₄ のみが減少し、他はいずれも増加がみら

表5 温泉の経年変化例

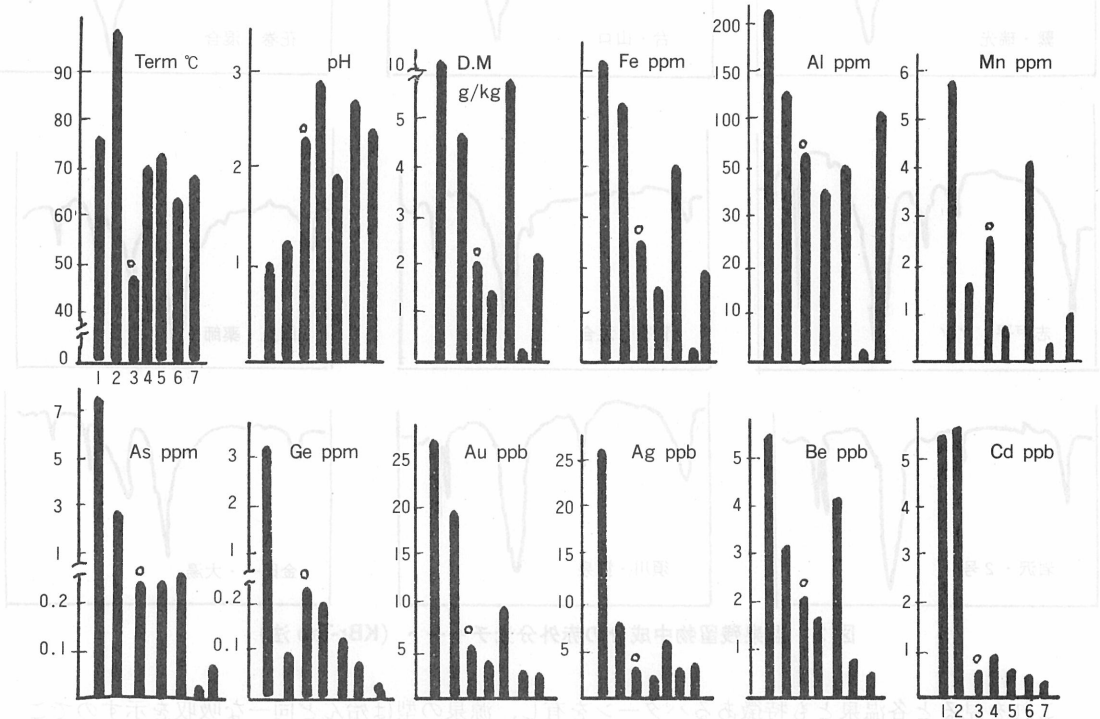
項 目	泉 名		台・新 湯		鶯宿・元湯	
	繫・荒 湯	台・新 湯	鶯宿・元湯	鶯宿・元湯	鶯宿・元湯	鶯宿・元湯
分 析 年 次	S28 S51	S28 S54	S29 S52	S29 S52	S29 S52	S29 S52
泉 温 (°C)	76 70	99 100	59 58	59 58	59 58	59 58
pH 値	8.4 8.8	8.0 8.4	8.5 8.3	8.5 8.3	8.5 8.3	8.5 8.3
蒸発残留物 (mg/kg)	680 582	1104 1190	632 669	632 669	632 669	632 669
Na (")	152 138	236 345	163 146	163 146	163 146	163 146
Ca (")	13 16	60 35	53 65	53 65	53 65	53 65
Fe (")	0.06 0.12	0.28 0.01	0.21 0.04	0.21 0.04	0.21 0.04	0.21 0.04
Cl (")	97 57	181.5 193.6	52.3 56.6	52.3 56.6	52.3 56.6	52.3 56.6
SO ₄ (")	250 190	346 420	295 353	295 353	295 353	295 353
HBO ₂ (")	5.0 6.2	6.8 10.4	1.2 1.3	1.2 1.3	1.2 1.3	1.2 1.3
H ₂ S (")	2.8 6.5	3.9 0.2	1.3 2.1	1.3 2.1	1.3 2.1	1.3 2.1
CO ₂ (")	0.0 0.0	0.0 0.0	1.2 1.8	1.2 1.8	1.2 1.8	1.2 1.8
経 過 年 数	23	26	22	22	22	22

項 目	泉 名		国見・薬師		須 川・滝	
	夏油・大湯	国見・薬師	須 川・滝	須 川・滝	須 川・滝	須 川・滝
分 析 年 次	S28 S53	S42 S55	S25 S54	S25 S54	S25 S54	S25 S54
泉 温 (°C)	57 57	52.5 55	52 47	52 47	52 47	52 47
pH 値	6.2 6.0	6.8 7.0	1.8 2.2	1.8 2.2	1.8 2.2	1.8 2.2
蒸発残留物 (mg/kg)	4548 4581	3240 3462	3191 1975	3191 1975	3191 1975	3191 1975
Na (")	793 835	620 980	298 81	298 81	298 81	298 81
Ca (")	537 380	171 68	160 130	160 130	160 130	160 130
Fe (")	0.1 0.03	0.07 0.01	35.1 22.4	35.1 22.4	35.1 22.4	35.1 22.4
Cl (")	1796 1755	342 322	4570 302	4570 302	4570 302	4570 302
SO ₄ (")	660 565	247 295	1718 1240	1718 1240	1718 1240	1718 1240
HBO ₂ (")	128 106	43.7 44.9	23.8 3.4	23.8 3.4	23.8 3.4	23.8 3.4
H ₂ S (")	2.5 0.34	54.3 83.2	5.10 27.3	5.10 27.3	5.10 27.3	5.10 27.3
CO ₂ (")	375 113	684 521	— —	— —	— —	— —
経 過 年 数	25	13	28	28	28	28

れる。台温泉は3者共あまり変動はみられないが、Na、Feなどが増加し、Ca、Fe、H₂Sに減少がみられる。つぎに鶯宿温泉は台と同じく3者間では大きい変動はないがFeのみが減少し、他はいずれも増加している。夏油温泉については3者の変動は少ないにもかかわらずNaのみが増加し、また国見温泉は3者の変動が大きいのでNa、SO₄、H₂Sが増加をみているが、逆にCa、Fe、CO₂が減少している。最後に須川温泉は6ヶ所のうち3者の変動が一番大きく、それに従って各成分とも減少しているがH₂Sのみはかなり増加を認めた。これら温泉の経年変動の原因はわからないが、いずれにしても10年に1回の再分析の必要性を痛感した。今回の再分析の結果、泉質名を変更したものは24ヶ所もあり、そのうちで鉱泉として不適合になったものは3ヶ所もあった。

8. 東北地方著明酸性泉の成分

東北地方に存在する著明酸性泉6ヶ所を選び各成分の比較をしてみた。対照として群馬県草津温泉をとりあげたが本県は須川温泉で他県はグラフの下段に示してある。(図2)



1. 青森・酸ヶ湯(ロッヂ) 2. 秋田・玉川(大噴) 3. 岩手・須川(霊泉) 4. 宮城・鳴子(滝)
 5. 山形・蔵王(共同) 6. 福島・岳(大衆) 7. 群馬・草津(湯畑)

図2 東北地方著明酸性泉成分比較グラフ

- 泉温：玉川の98℃が最高，次が酸ヶ湯，須川温泉は最も低い。
- pH値：酸ヶ湯の1.0が最高，次が玉川の1.2，須川は2.2である。
- 蒸残：酸ヶ湯の10.965g/kgが最高，蔵王，玉川の順である。

各成分の最高値と温泉名を列举すれば Fe 153.9(酸ヶ湯), Al 248.8(同), Mn 5.71(同), As 7.31(同), Ge 3.08(同), Au 27.6(同)ppb, Ag 26.82(同)ppb, Be 7.43(同)ppb, Cd 7.60(玉川)ppbとなる。その他 Zn, Bi, Co, Cr, Cu, Ni, Sb, Sn, Pb および V については拙著⁴⁾を参考にさせていただきたい。

9. 温泉成分の赤外分光分析

従来赤外分光分析は有機化合物を対象として同定確認の手段に使われるが、筆者はこれを温泉の蒸発残留物を実験材料とし、同一泉脈を共通吸収パターンより同定を行うことを考え、源泉毎のいわば指紋とも言うべき分析チャートを150例も分析し、各吸収における成分の同定も後継者において実施している。夏油温泉については既に報告⁵⁾しているが繫温泉ほか8温泉の代表赤外チ

ャートを図3に参考までに掲げた。

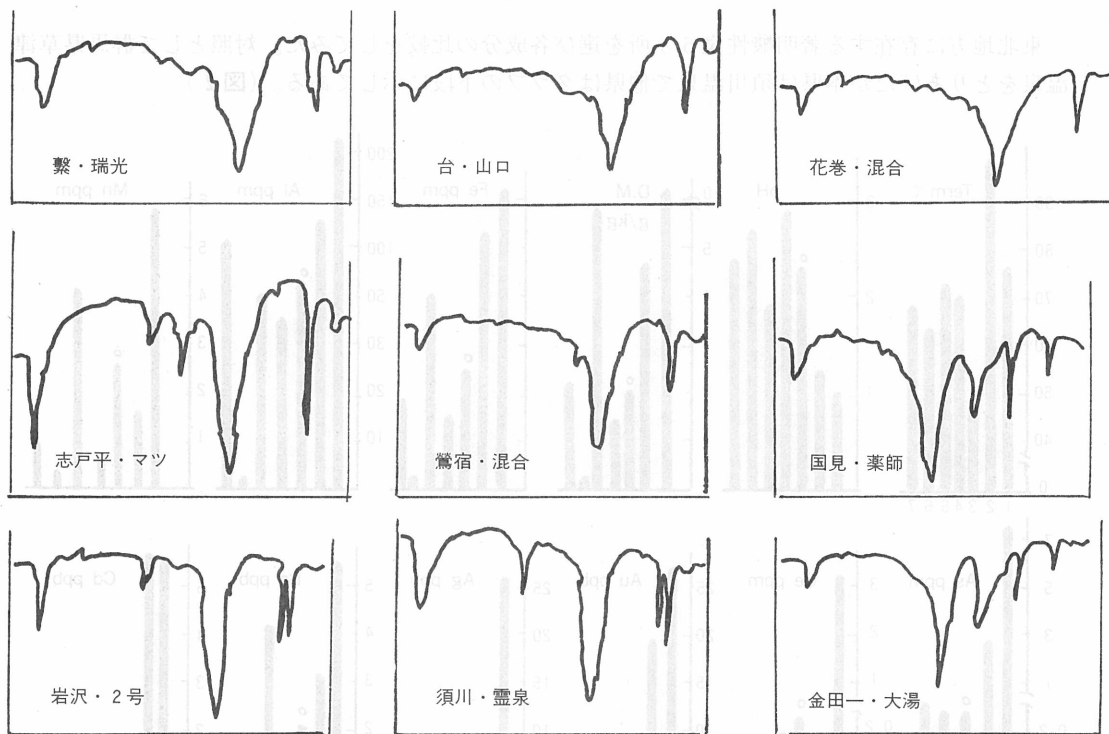


図3 温泉残留物中成分の赤外分光チャート (KBr-Tab 法)

これを見ると各温泉とも特徴あるパターンを有し、源泉の型は殆んど同一な吸収を示すのでこれにより同一泉脈か否かを判断する場合、化学分析データと共に比較し、有用性のある情報の提供が得られそうである。なお岩沢2号と須川にみられる $600\sim 660\text{cm}^{-1}$ のピークは CaSO_4 であり、石膏泉に特有なものであることを確認している。

10. 温泉の飲泉許容量

環境庁では昭和50年7月に温泉を飲用する場合の該当する元素とガス成分とそれぞれの大人1日当りの飲用制限量を決めている。本県では既存源泉の一斉調査を機に全源泉の分析データをもとに個々の大人1日当りの制限量を算定した。項目はF, CO_2 , Hg, As, CuおよびPbで、1番多く制限量に関与しているものはFであり全源泉の7割が $0.14\sim 25\text{ l/日}$ の範囲内にあった。つぎに CO_2 が $1.05\sim 4.40\text{ l/日}$ 、Hgが $0.10\sim 20.0\text{ l/日}$ 、Asが $16.9\sim 84.1\text{ l/日}$ となり、Cu, Pbは全然濃度的に制約される場所は皆無である。化学系より観察すれば、酸性泉、石膏泉が制限が強く次に芒硝泉、食塩泉の順で重曹泉が最も制限が弱い結果を得た。前述したとおりこれらの項目以外にも例へばSb, Se, Cd, Beなどの有害成分も酸性泉などでは衛生学的に含有量が無視出来ない場合もあり得るので、今後分析方法の制定と共に許容量も決めることが必要ではないかと思われる。そして飲泉の安全性を保証すべきであろう。

11. 浴水の加水希釈度

浴水が淡水で希釈すれば当然薬効が減る筈であるが、現在の享楽本位の利用者が少なくない。今回192の施設について浴水の希釈度をチェックしてみた。算出方式は、

$$\frac{A-B}{A-C} \times 100 \quad (A: \text{源泉}, B: \text{浴水}, C: \text{希釈水の各蒸発残留物量})$$

であり、その結果は表6のとおりである。

表6 浴水の加水希釈度

希釈度(%)	N	%
0	44	23
0.1~10	52	27
10.1~20	30	16
20.1~30	18	9
30.1~40	9	5
40.1~50	14	7
50.1~60	7	4
60以上	18	9

希釈度20%以下の良心的なところは126ヵ所で全体の66%、反面故意に加水して浴槽に入れている所は(40%以上)39ヵ所で30%もあった。これらについては利用方法の指導を積極的に行うことが望ましい。

12. 浴室内硫化水素濃度

硫化水素泉を源泉とする55ヵ所について利用施設内の浴室内硫化水素濃度を検知管法で測定した。大部分のところは基準以下であったが、とくに源泉の硫化水素が20ppm以上超えている数ヵ所に基準を超えるガスが検知された。K・M温泉C旅館浴面20, 床面10, S・K温泉A旅館浴面40, 床面44, 同C旅館浴面60, 床面53各ppmであり、とくに冬季の利用には十分な注意が必要かと思われた。

13. おわりに

以上で簡単に講演の内容について解説したが、県下30に余る比較的利用度の多い温泉地のカラーライドを用いて紹介したことを付言する。最後に温泉科学者として温泉関係者にご協力ご援助をお願いしたいことをつけ加えて筆を擱く。

1. 主要温泉の主成分を定期的な長期観測を実施するよう温泉所有者に希望したい。
2. 源泉を整備して泉温、湧出量を正確に測定可能な構造とし、サンプリング(平均した)が容易に出来るようにする。
3. 飲泉を前提とする有害元素類の統一的な分析法(大分析)と許容量の制定を計る。
4. 温泉医制定にタイアップして分析化学系技術者の制度をつくり、温泉の総合的な活用研究を計ること。

文 献

- 1) 佐藤 彰, 岩手県衛生研究所年報, 19, 51~87, 1976
- 2) 全 上, 分析化学, 26, 11, 747~751, 1977
- 3) 全 上, 温泉, 49, 2, 18~21, 1981
- 4) 全 上, 高温炉原子吸光分析の実際, p 64, 講談社, 1981
- 5) 全 上, 温泉科学, 30, 2, 65~74, 1979