

## 資料

### 感染症発生動向調査事業におけるウイルス検出状況（平成 13 年度）

高橋 朱実 佐藤 直人 齋藤 幸一 田澤 光正

平成 11 年 4 月に「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律(感染症法)」が施行され、これまで予算事業として行われてきた感染症発生動向調査事業が同法の大きな柱として充実・強化された。平成 13 年度は、県内の検査定点で 202 名の患者から採取した 206 検体に対して検査を実施した結果、115 株のウイルスを検出した。

#### はじめに

岩手県では感染症の病原体サーベイランスを昭和 54 年 2 月に岩手県感染症監視事業として開始し、昭和 62 年 2 月からは、結核・感染症サーベイランス事業として実施してきた。平成 11 年 4 月に感染症法が施行され、本事業は、同法に基づく法律事業となった。本報では、平成 13 年度のウイルス検出結果を報告する。

#### 検査対象

4 類感染症（定点把握）の指定疾患に加え、対象外の上気道炎、咽頭炎も検査対象とした。検体は主に検査定点である一関市の角掛小児科医院と盛岡市の吉田司医院において採取した。表 1 に診断名別検査件数を示した。

#### 検査方法

##### 1. ウイルス分離

RD18-S、HEp-2、Vero、Caco-2 及び MDCK の 5 種類の細胞を併用してウイルス分離を行った。分離したウイルスは主に中和試験により同定した。MDCK 細胞はインフルエンザウイルスの分離に用い、赤血球凝集抑制試験により同定した。

##### 2. 電子顕微鏡法及び RT-PCR 法

糞便検体は、電子顕微鏡法によるウイルス粒子の検索を行うとともに、RT-PCR 法によるノーウォークウイルス（NV）及びサッポロウイルス（SV）

の検出を行った。NV 及び SV の同定はダイレクトシーケンス法によって行った。

##### 3. その他

必要に応じ市販キットを用い、ロタウイルス、アデノウイルス、HSV 等の検出を行った。

#### 検査結果

##### 1. 検出状況

対象疾病患者 202 名から採取した 206 検体について検査した結果、115 株のウイルスを検出した。月別ウイルス検出状況を表 2、診断名別ウイルス検出状況を表 3 に示す。

##### 2. インフルエンザ

インフルエンザと診断された検体 57 件中、2000/2001 シーズン終期の 4 月には A ソ連型インフルエンザウイルス 1 株と B 型インフルエンザウイルス 1 株が検出された。2001/2002 シーズンに入り、1 月末から A ソ連型インフルエンザウイルスが、続いて 2 月中旬から A 香港型インフルエンザウイルスが検出された。3 月末まで 2 種類の A 型ウイルスの検出が続き、A ソ連型が 27 株、A 香港型が 21 株検出された。3 月末からは B 型インフルエンザウイルスが検出され、5 月末まで検出が続いた。（図 1）

他にはアデノウイルス 3 型が 5 株、コクサッキー B 群ウイルス 5 型が 1 株分離された。

### 3. 感染性胃腸炎

83 検体の糞便を検査し、54 株のウイルスを検出した。最も多く検出されたのはノーウォークウイルス遺伝子型で、26 株検出された。次いで多かったのはサッポロウイルスで 15 株が検出され、これらはすべて遺伝学的に同一な株であった。ほかにアデノ 40/41 型が 4 株、ロタウイルス A 群が 6 株検出された。

### 4. その他

上気道炎からアデノウイルス 3 型が 3 株、細菌性髄膜炎からエコーウイルス 9 型が 1 株検出された。

### ま と め

1. インフルエンザ 2001/2002 シーズンは A ソ連と A 香港型の 2 種類の A 型インフルエンザウイルス流行に始まった。これらが終息されたかに見えた 4 月以降 B 型インフルエンザの流行が 6 月まで続き、例年になく流行が長引いた。
2. 感染性胃腸炎からはノーウォークウイルス遺伝子型が 26 株、サッポロウイルスが 15 株検出された。このうちサッポロウイルスはすべて遺伝学的に同一の株であった。

表 1 疾病別件数（平成 13 年 4 月～平成 14 年 3 月）

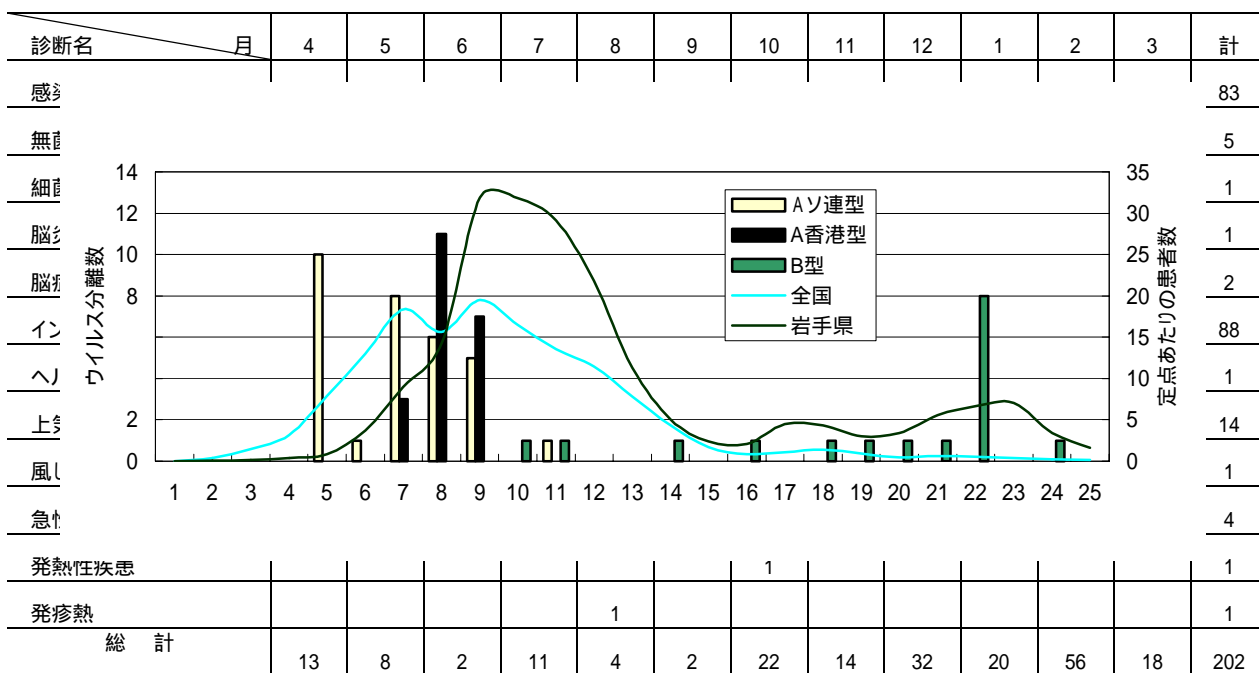


図 1 岩手県におけるインフルエンザ患者発生状況とウイルス分離数

表2 月別病原体検出状況（平成13年4月～平成14年3月）

検出病原体 \ 月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
Aソ連型インフルエンザウイルス	1									2	22	2	27
A香港型インフルエンザウイルス											19	2	21
B型インフルエンザウイルス	1											2	3
アデノウイルス 2型								1					1
アデノウイルス 3型							8		1				9
アデノウイルス 40/41型					1			1	1	1			4
エコーウイルス 9型						1							1
コクサッキーB群ウイルス 5型								1	1				2
サッポロ様ウイルス				1				8	4	1		1	15
ノーウォーク様ウイルス 遺伝子型 II									19	6	1		26
ロタウイルス A群	5							1					6
総 計	7	0	0	1	1	1	8	12	26	10	42	7	115

表3 診断名別ウイルス検出状況（平成13年4月～平成14年3月）

診断名	検出病原体	件数
インフルエンザ	Aソ連型インフルエンザウイルス	27
	A香港型インフルエンザウイルス	21
	B型インフルエンザウイルス	3
	アデノウイルス 3型	5
	コクサッキー-B群ウイルス 5型	1
感染性胃腸炎	アデノウイルス 2型	1
	アデノウイルス 3型	1
	アデノウイルス 40/41型	4
	コクサッキーB群ウイルス 5型	1
	サッポロ様ウイルス	15
	ノーウォーク様ウイルス 遺伝子型 II	26
	ロタウイルス A群	6
細菌性髄膜炎	エコーウイルス 9型	1
上気道炎	アデノウイルス 3型	3
計		115

## 資料

### 水道水源におけるクリプトスポリジウム及びジアルジアの汚染状況調査

熊谷 学\* 佐藤 直人 佐藤 卓 齋藤 幸一  
高橋 朱実 田澤 光正

#### はじめに

1996年、埼玉県においてクリプトスポリジウムによる大規模な集団下痢症が発生した<sup>1)</sup>ことを契機に、各自治体においてクリプトスポリジウム及びジアルジア等水道を介して感染する可能性の高い原虫類への対策が進められている。

岩手県においても、県環境保全課が主体となり平成9年度から調査を行っている。本報は、平成13年度に実施した調査結果についての報告である。

#### 調査方法

##### 1 試料水

2001年7月～11月の5ヶ月間に採水された水道原水22検体(各10L)を用いた。採水月日、採水地点及び水源の種類については表1に示す。

##### 2 検査方法

試料水からのクリプトスポリジウム及びジアルジアの検出方法は、「水道に関するクリプトスポリジウムのオーシストの検出のための暫定的な試験方法」(1996年厚生省通知, 1998年一部改正)に従った。すなわち、試料水10Lをメンブレンフィルター吸引ろ過、アセトン溶解法によりろ過・濃縮し、得られた懸濁粒子について密度勾配遠心沈殿法を行いオーシスト及びシストを分離・精製した。精製試料は間接蛍光抗体染色法で染色した後、蛍光顕微鏡及び微分干渉顕微鏡により観察・判定した。

表1 採水月日、採水地点及び水源の種類

No	採水月日	採水地点	水源の種類
1	7/31	住田町和田野	表流水
2	7/31	住田町川口簡易水道	湧水
3	9/4	藤沢町深萱水源	浅井戸
4	9/4	大東町流矢水源	浅井戸
5	9/4	岩泉町松橋	表流水
6	9/4	軽米町柘の沢	表流水
7	9/25	紫波町水分湧水	湧水
8	9/25	紫波町北上川	表流水
9	9/25	釜石市佐須沢	表流水
10	9/25	大槌町大ヶ口	浅井戸
11	10/2	二戸市馬淵川	表流水
12	10/2	一戸町馬淵川	表流水
13	10/2	種市町八木川	表流水
14	10/2	北上市北上川	表流水
15	10/30	田野畑村槇木沢	表流水
16	10/30	田野畑村平井賀専用水道	浅井戸
17	10/30	遠野市猿ヶ石川	伏流水
18	10/30	宮守村宮守川	表流水
19	11/20	滝沢村柳沢大湧口	湧水
20	11/20	衣川村古戸水源	浅井戸
21	11/20	前沢町第2水源	浅井戸
22	11/20	花泉町大森水源	浅井戸

#### 結果及び考察

調査を実施した水道原水22検体については、クリプトスポリジウム及びジアルジアはいずれも検出されなかった。このことから、今回の調査対象地点は比較的清浄な状態にあると思われる。

#### 参考文献

- 1) 埼玉県衛生部：クリプトスポリジウムによる集団下痢症-越生町集団下痢症発生事件-報告書, p200(1996)

\*現 岩手県盛岡地方振興局(盛岡保健所)

---

---

資 料

---

---

## 岩手県内源泉の変動と枯渇要因

水車 正洋\* 高橋 直 齋藤 憲光 菅野 淳

20年間にわたる経年変動調査の結果は次のように要約できる

- 1) 測定項目の経年変化の中で、変動の小さい項目はpHだけであった。
- 2) 変動の大きさは源泉ごとにばらつきが大きかった。特に繫温泉「薬師の湯」、志戸平温泉「天王の湯」及び湯川温泉「出途の湯」が7~8つの項目でCV値が10%を超えた。
- 3) 調査源泉で枯渇したのは金田一温泉の1源泉と繫温泉の3源泉であった。ともに自然湧出泉であった。泉質のCV値の推移に枯渇前数年間偏りが見られた。
- 4) 動力揚湯泉は井戸水位の計測が出来ないと、量的変動を確認することが難しい。

### はじめに

温泉の泉質は、一定であるように見えても変動がある。泉質変化は、泉温の変化、湧出量の変化、化学成分の変化として現れる<sup>1)~4)</sup>。これまで泉質変化の要因として、岩石成分の変化<sup>5)</sup>、火山爆発<sup>6)</sup>、過剰揚湯<sup>7)~10)</sup>、地震などの地殻変動等の影響<sup>11)~13)</sup>という視点から解明されてきた。これらの要因の中で、過剰に揚湯した場合の泉質変化は、化学成分の変化にとどまらず枯渇現象を誘発する。隣接する源泉の過剰揚湯が原因である場合、利害が対立するだけに問題はいっそう深刻である。従って新規に掘削する場合には、岩手県環境審議会温泉部会の申し合わせ事項で、「既存源泉から500m以内に新たに温泉を掘削する場合には、既存源泉所有者の同意が必要である」ことが定められ、既存温泉の保護が図られてきた。

一般に泉質は、同じ温泉内の類似した源泉で

あっても、湧出形態、ボーリングの深さ、動力、地形の違いにより、個々の源泉の泉質変動状態は微妙に異なることが予想される。従って、新規掘削泉による影響の有無を判断する際には、あらかじめ既存源泉の固有変動を明らかにしておかなければならない。

岩手県では、「新規掘削泉が既存源泉に及ぼす影響を判断するための基礎データとする」ことを目的として、昭和57年(1982)から既存源泉の変動調査を実施してきた。今回、県内13ヶ所の温泉群(金田一温泉、綿帽子の里温泉、繫温泉、台温泉、大沢温泉、鉛温泉、新鉛温泉、志戸平温泉、湯本温泉、湯川温泉、夏油温泉、金ヶ崎温泉、真湯温泉)を対象に、変動調査のデータ解析並びに枯渇した温泉の現地調査を行い、各温泉の経年変動と源泉の特性を明らかにするとともに、繫温泉と金田一温泉の枯渇現象について原因究明を行った。

---

\*現 岩手県宮古地方振興局岩泉出張所  
(宮古保健所岩泉出張所)

## 方 法

### 2.1 対 象

岩手県内 13 箇所の温泉群（金田一温泉、綿帽子の里温泉、繫温泉、台温泉、大沢温泉、鉛温泉、新鉛温泉、志戸平温泉、湯本温泉、湯川温泉、夏油温泉、金ヶ崎温泉、真湯温泉）の 18 源泉を対象とした（図 1）。



図 1 岩手県内 13 箇所の温泉群

### 2.2 方 法

上記の対象温泉について、1982 年から 2001 年の 20 年間にわたり、毎年 10 月に調査を行った。調査項目は、湧出量、泉温、pH、ナトリウムイオン、カルシウムイオン、塩素イオン、硫酸イオン、炭酸水素イオン、及び総成分量目安である蒸発残留物の 9 項目である。調査項目の測定は、「鉱泉分析法指針（昭和 57 年）」に従って行った。

## 結果と考察

### 3.1 測定項目の経年変化

対象とした 13 源泉の基本統計量（平均値、

標準偏差値、変動係数、最大値、最小値）を表 1 に示した。一応の目安として 10% の変動係数（CV 値）で判断した場合、いずれの源泉でも CV 値 10 % を超えなかった項目は pH のみであった（表 1）。しかし、測定項目ごとに個々の源泉を比較した場合、変動の大きさは異なり、源泉ごとに特徴が見られた。

#### 3.1.1 湧出量（表 2）

湧出量は、隣接する源泉の影響や枯渇兆候を予測する上で、最も注目される項目である。全体的に湧出量は、泉温に比べて変動の幅が大きいという傾向であった。湧出量が一定なのは 4 源泉（綿帽子の里温泉、繫温泉 5 号泉、新鉛温泉 [第三黄金の湯]、金ヶ崎温泉 [新寿の湯]）だけで、他の源泉は CV 値が 13% から 52% と大きかった。

枯渇した 4 源泉の中で、金田一温泉「沖の湯」は、湧出量に変化することなく枯渇した。繫温泉「藤美の湯」は、毎分 140 ㍓の湧出量が、枯渇直前に 200 ㍓と約 50%、また、「荒湯」は毎分 67 ㍓が枯渇直前に 88 ㍓と約 30%、ともに急増した。一方「薬師の湯」は、泉温の時と同様に平成元年を境に毎分 53 ㍓が減少し続け、平成 7 年の枯渇直前には約 12 ㍓にまで減少した。「薬師の湯」は、泉温と湧出量の両方を低下させながら、徐々に枯渇したことがわかる。「藤美の湯」は、枯渇した年に湧出量が急激に増加した。このことは、源泉所有者が揚湯量を増やしたと判断され、過剰揚湯が枯渇の要因であったと考えられる。

他の源泉は、それぞれの源泉ごとに湧出量の増減を繰り返しながら推移した。

#### 3.1.2 泉温（表 3）

泉温の変動が大きかったのは、綿帽子の里温泉、繫温泉 [薬師の湯] と湯川温泉 [出途の湯] の 3 源泉だけであった。他の源泉を見た場合、ほぼ一定の変動範囲で推移した。

繫温泉の「藤美の湯」、荒湯、及び「薬師の湯」と金田一温泉「沖の湯」の 4 源泉は、データが途中で切れているが、いずれも枯渇した

源泉である。この中で、繫温泉「薬師の湯」は、平成元年から枯渇直前の平成7年までの間に、徐々に下降して15 ほどの泉温低下が観測された。他の3源泉については、枯渇する前の泉温変化は特に認められなかった。

夏油温泉「真湯」のデータが、平成5年で途切れたのは、台風の影響を受けて夏油川が氾濫し、泥流が露天風呂に流れ込んで湧出口を塞いだために、一時的に温泉水の湧出がストップしたためである。この源泉は復旧されたが、回復後の泉温低下はほとんど認められなかった。湯本温泉のデータが平成12年度に途切れたのは一時的に構造上測定不能となったこと、志戸平温泉のグラフが平成12年度から途切れたのは施設が休廃業し源泉管理者の協力が出来なくなったためである。

### 3.1.3 化学成分

化学成分の経年変化の傾向は、個々の源泉で各項目とも、似たような傾向を示していた。従って、この章では代表的な成分について説明を行う。

#### a ナトリウムイオン（表4）

ナトリウムイオンで、測定値のCV値が10%を超えたのは、志戸平温泉「天王の湯」、湯川温泉「出途の湯」及び繫温泉「薬師の湯」の3源泉だけであるが、最高値と最低値の差が2倍を超える源泉はなかった。

志戸平温泉「天王の湯」は、昭和62年の観測でナトリウムイオン濃度が、240mg/kg から130mg/kg に急激に減少した。その原因は、昭和62年の調査前、1月9日に盛岡市で震度5を記録した激しい地震（岩手県内陸部北部地震M6.9）があり、3月中旬まで断続的に余震が継続した。「最初の地震の際に、お湯が一時的にストップして影響が見られた」という源泉所有者の話のとおり、地震という地殻変動により、地下水脈の流れが一時的に遮断されたと予想される。湧出量と泉温は、2~3日で回復し、翌年の観測時点では影響が認められなかった。このときの地震で志戸平温泉「天王の湯」は強い影

響を受けた。湯川温泉[出途の湯]も昭和62年の観測で370mg/kg から284mg/kg に減少したが昭和63年には374mg/kg と元に戻ったが地震の影響と考えられる。

一方、繫温泉「薬師の湯」は、泉温や湧出量と連動するように、徐々にナトリウムイオン濃度を低下させた。

志戸平温泉「天王の湯」と湯川温泉[出途の湯]及び繫温泉「薬師の湯」の枯渇前の成分減少は、硫酸イオンでも観測された（表5）。

他の源泉のナトリウムイオンは、どの源泉もある一定の範囲で変動しながら推移した。

#### b 炭酸水素イオン（表6）

化学成分の中で炭酸水素イオンは、変動の幅が特に大きな項目であった。

CV値が10%以内は金田一、綿帽子の里、繫5号泉、鉛、台、新鉛、湯本、湯川及び金ヶ崎温泉であった。繫温泉の「薬師の湯」と「荒湯」は枯渇の数年前から増加傾向が続いた。「藤美の湯」は数年増加が続き、枯渇直前に減少したが過剰湯の影響と考えられる。地震の影響があった志戸平温泉「天王の湯」は、炭酸水素イオンの濃度も低く、特に変化は確認されなかった。

自然湧出泉の夏油温泉「真湯」及び「滝の湯」の2源泉は、最高と最低値で2倍を超える大きな変動で推移した。現在のところ原因については不明であるが、夏油温泉の2源泉はいずれも平成10年に400mg/kg以上の濃度から200mg/kg以下の濃度に激減し、平成13年度まで減少したままの200mg/kg程度で観測されている。夏油温泉の成分減少は、炭酸水素イオンだけに見られた特徴であった。真湯温泉「真湯2号」が平成13年に半減したのは一過性なのか今後の観測で注意しなければならない。

全体的に、「掘削泉に比べて自然湧出泉の方が、炭酸水素イオンの変動が大きい」という傾向であった。

#### c 蒸発残留物（表7）

溶存する総成分量の目安である蒸発残留物の変動は、炭酸水素イオン以外の化学成分の変動と類似し、最高が最低の 2 倍を超える測定値で変動することはなかった。

源泉ごとに各測定項目の増減を見た場合、経年変動を示すデータからも解かるとおり、全体的に一定の変動の範囲で推移していることが読み取れた。変動のやや大きいのは志戸平温泉「天王の湯」、湯川温泉[出途の湯]、繫温泉「薬師の湯」であり長期減少傾向が見られる。ナトリウムイオンと同様、昭和 62 年に志戸平温泉「天王の湯」と湯川温泉「出途の湯」が 30～40%低下した。

### 3.2 各源泉の特徴

今回対象とした 18 源泉の中で、掘削泉が 12 源泉、自然湧出泉が 6 源泉である。これらの源泉を比較した場合、全体的に自然湧出泉の方が測定項目の変動が大きいという傾向であった。

#### 3.2.1 金田一

金田一温泉は二戸市中心部から北に 6 km、青森県境から約 5 km 南下した地点にあり、資料によれば、寛永 3 年(1626)に発見され、その後南部藩の湯治場になり「侍の湯」と呼ばれた。昭和 29 年にボーリングに成功して急速に発展した。

掘さく泉の金田一温泉「金栄の湯」と「沖の湯」は、地下水量が豊富で地殻変動の激しい地域にある温泉であるが、自然湧出泉に比べて測定項目の変動は小さかった。昭和 62 年に枯渇した「沖の湯」は昭和 30 年に 300m 掘削した自噴泉であった。これに対して、「金栄の湯」は昭和 41 年に 245m 掘さくした動力泉であり、湧出量の変動は大きかったものの動力使用が枯渇することを防ぐ結果となった。動力泉に共通している泉温、泉質が安定している。

#### 3.2.2 綿帽子の里温泉

綿帽子の里温泉「綿帽子の湯」は平成 3 年に 1,200m 掘削した動力泉である。平成 7 年から観測を始めた。泉温が上昇傾向。湧出量、泉質は変動が小さく安定している。

#### 3.2.3 繫温泉

盛岡市の中心部から約 15 km 西の御所湖畔に位置する「繫温泉は」は、昔、源義家が阿部貞任を厨川の柵に攻めたとき、この地にやってきて戦陣の疲れを癒したといわれ、義家が馬を繫いだところから地名となった。口碑では 1058 年の平安末期に発見され、「南部藩の湯治場」として利用されていた。

枯渇した繫温泉の「荒湯」、「藤美の湯」及び「薬師の湯」は蒸発残留物が約 600mg/kg で変動も小さいが、泉温と湧出量は変動の幅が大きいという結果であった。繫温泉は、使用量に対して慢性的に給湯量が不足していた温泉で、繫温泉の地下に熱源があるにせよ不安定に供給される給水量を反映したと考えられた。

「5 号泉」は平成 3 年に 1,000m 掘削した動力泉である。平成 9 年から観測している。湧出量、泉温、泉質ともに安定している。さらに、水位計による温泉井戸の水位の徹底管理がなされている。

#### 3.2.4 台温泉、大沢温泉、鉛温泉、新鉛温泉、志戸平温泉

台温泉は脚を傷めた鶴がいで湯で直していたことから発見され、元中 4 年(1387)の開湯と伝えられている。大沢温泉は豊沢川の中流部に位置し、宮沢賢治や高村光太郎が通った温泉である。由来は坂上田村麻呂が蝦夷征伐の時に発見したと伝えられている。豊沢川の上流部にある鉛温泉は嘉吉 3 年(1443)に藤井家遠祖が発見、名の由来はこの山で金鉱が発見され、これを隠すため「鉛」といったことによる。新鉛温泉はさらに上流部に位置し近年掘さくした温泉である。志戸平温泉は大沢温泉と同様に坂上田村麻呂の発見と伝えられているが、開湯は元禄年間(1688～1704)といわれる。これらの温泉は、いずれも花巻市の西の奥羽山系に属するが、鉛温泉の方が志戸平温泉よりも更に 6 km ほど山間部に位置する。

台温泉「滝の湯」は掘さく泉の自噴井で平成 5 年から本格的調査を行っている。湧出量、泉



温、泉質とも安定している。平成 10 年 9 月 3 日の栗石町長山を震源とする M6.1 の岩手県内陸北部地震の際、白濁を観測した。

大沢温泉「大沢の湯」は掘さく動力泉で平成 6 年から調査を行っている。安定した温泉である。

鉛温泉「下の湯」は掘さく深度が 300m の動力泉で地殻変動の影響を受け難い湯脈と考えられ、非常に安定した温泉である。また、利用施設が 1 軒の宿泊施設ということから、無理のない利用が出来ている。

新鉛温泉「第三黄金の湯」は掘さく深度 1000 m の動力泉で平成 5 年から調査を行っている。利用施設がホテル 1 軒ということで鉛温泉と同様安定している。

志戸平温泉は、掘削深度 200m であるが、地震などの地殻変動の影響を受けやすい源泉であった。昭和 62 年の地震の際も、温泉水の中断は一時的なものですぐに回復されたが、溶存成分に対する影響は顕著であった。この地震の影響で、蒸発残留物はほぼ半減し、復帰するために 2 年の歳月を必要とした。志戸平温泉「天王の湯」は、「地震の影響が観測された源泉」であること、湧出量を含めて「各項目とも変動が大きい」ことを考慮すれば、特にこの源泉は不安定な地層に位置する温泉であると考えられた。

### 3.2.5 湯川温泉,湯本温泉

湯川温泉は古くから秋田・岩手両県の湯治場として賑わってきたが、由来は不詳である。湯本温泉は正岡子規が明治 27 年に訪れている。開湯は万治元年（1658）と伝えられている。

湯川温泉「出途の湯」は、湯川の河川敷から湧出し、変動の大きい源泉である。この温泉は、溶存成分の変動も大きい、それ以上に湧出量と泉温の変動が大きな源泉であった。湧出量と泉温、泉質とは相関はないが、泉温と泉質には正の相関が高い。過去の湯川温泉「出途の湯群源泉」の湧出量と泉温の関係は正の相関の傾向が見られた（湯川温泉・湯本温泉地域温泉総合

科学調査報告書(昭和 47 年、岩手県・湯田町))、蒸発残留物を泉質の代表としてみると長期的には減少傾向である。大きな地震のあった後減少し、減少の翌年増加している。(昭和 62 年 1 月 9 日岩手県内陸北部地震 M6.9、平成 6 年 10 月 4 日北海道東部沖地震 M8.1、同年 12 月 28 日三陸はるか沖地震 M7.5、平成 10 年 9 月 3 日岩手県内陸北部地震岩手山 M6.1)。過去の月別降水量からみて河川の増水による希釈影響は少ないものとする。

湯本温泉「第 6 号泉」は昭和 55 年（平成 3 年増掘）に掘削した動力泉で平成 4 年から観測を始めた。泉温、泉質は変動が小さく安定している。

### 3.2.6 夏油温泉

夏油温泉は嘉祥年間（848～851）の発見と伝えられ、江戸時代から胃腸の湯として温泉番付で東の大関「奥州岳の湯」として挙げられていた。

夏油温泉の 2 源泉は、湧出量は最大でも 10 ㍻/min. をわずかに超える程度で、湧出口が露天風呂として直接に使用されている。これらの源泉は湯脈の亀裂から沸いてくる温泉であるが、温泉水の供給量が十分なためか湧出量の変動は自然湧出泉としては小さかった。泉温と成分変動が大きいのは、この夏油温泉は表流水の影響を受けやすい構造であり、更に高濃度の炭酸水素イオンの変動が大きいことは、不安定に変化する火山性ガスの影響を反映していると考えられた。泉温と蒸発残留物は変動が小さく比較的安定している。炭酸水素イオンが平成 10 年度からそれまでの濃度の半分になったまま 4 年間安定している。

### 3.2.7 金ヶ崎温泉

金ヶ崎温泉「新寿の湯」は平成 2 年に 1,500m 掘削した動力泉であり平成 4 年から観測を始めた。湧出量、泉温、泉質ともに安定している。

### 3.2.8 真湯温泉

発見は 1846 年とされている。真湯 2 号泉は昭和 63 年に 1,500m 掘削した動力泉である。泉

温、泉質は安定している。ただ、平成 13 年に炭酸水素イオンが半減したのは一過性のものか低下したままになるのかは今後の観測を待つことになる。

### 3.3 源泉の枯渇状況と枯渇要因

岩手県内で、源泉枯渇が顕著なのは「台・花巻温泉」、「金田一温泉」、及び「繫温泉」の 3 温泉である。今回は、「金田一温泉」と「繫温泉」の枯渇の状況と要因について検討を行った。

#### 3.3.1 金田一温泉

火山地帯には属さない北上山地の北の端にあって、半径約 500m の範囲に点在する温泉である。付近の地質は、古生層を基盤としている。温泉の熱源は、新期の火成岩ではなく古生層の深部に存在する花崗岩で、古生層上部の風化亀裂帯などに貯蔵された温泉水が、馬淵川断層から下って傾斜する古生層沿いに流れ、金田一温泉方向へ流れ込んでくると推定されている。この地帯の温泉水は、被圧が高く掘削するだけで自噴するが、泉温は 40 に達しない温泉が多く、時には放射能泉などが湧出する。

金田一温泉は、1954 年（昭和 29 年）に初めて掘削され、これまでに 12 の源泉が登録されてきた（図 2）。しかし大部分の源泉は、「枯渇又は減衰」して現時点で利用可能なのは 2 源泉だけであり、枯渇現象が顕著に観測される。登録された源泉名と枯渇状況を 図 2 に示した。この枯渇状況を見ても、「金田一温泉」の源泉枯渇は、他源泉の影響を受けて発生した枯渇であるとは考えられない。この温泉で頻繁に発生する枯渇現象は、次のような要因が考えられる。

この「金田一温泉」一帯は、地下水が豊富で地盤の隆起や収縮が激しく、「急に沼地が出現した」、「建てた家が、数年のうちに 90 度も回転した」、「敷地が一筆丸ごと消滅した」、「源泉を掘削したパイプが隆起した」などの地盤の変動を裏づける現象が随所に見られる。

そのため岩手県では「地すべり対策」として、あちこちの傾斜面にパイプを水平に通し、水抜

きを行っている地帯である。

さらに「金田一温泉」の源泉は、200～300 m の掘削で、30～35 の低温泉が毎分数百リットル自噴するが、数年のうちに湧出量が 10% 未満に激減するという特徴がある。調査期間中にも自噴泉の「沖の湯」が枯渇し、存続しているのは動力泉の「金栄の湯」であった。2 つの源泉の泉温と泉質の変動は小さく安定していた。自噴泉が枯渇した兆候はこれらの変動から予測は非常に難しいものであった。

以上のことから、「金田一温泉」は地すべり地帯にあって地殻変動が進行中であることが、地下水脈の流れと被圧を不安定なものとし、掘削して滞留していた温泉水を 2～3 年揚湯した後には、給水量は僅かで被圧も弱まり、自噴できなくなる。これによって発生した空間が地すべりで塞がれ、涸渇現象を誘発していくと推定された。

#### 3.3.2 繫温泉

かつては、自然湧出泉だけの温泉地であったが、昭和 26 年に掘削が始まり、昭和 30 年代には 200 m 前後の掘削泉が 3 本、40 年以降は 600m、800m、1000 m と深度を増し、これまで 22 源泉が登録されてきた（図 3）。

このうち現在利用されているのはわずか 6 源泉で、他の 16 源泉は枯渇したか、利用すると他源泉への影響があるので使用できない源泉である。源泉の推移状況を 図 3 に示した。この図から判断して「繫温泉」は、地すべり地帯の「金田一温泉」とは、異なった枯渇状況であったことが解かる。

この温泉は、施設の近代化に伴い、各経営者が無作為に次々と掘削し、過剰揚湯を行った。その結果、「繫温泉」全体の給湯量は限られていたために、掘削深度を深くする必要があった。しかし既存の源泉は、新規掘削泉の影響を受けて、その都度に枯渇していくという悪循環に陥っていったと推定される。調査期間中にも、対象としていた 3 源泉すべてが枯渇した。3 源泉の泉質で、特に「薬師の湯」では硫酸、塩素、

ナトリウム各イオンが数年減少し、炭酸水素イオンが数年上昇した後枯渇した。他の温泉地の泉質も変動はあるものの繰り返し現象が見られるが、片寄りは見られない。繫温泉の3源泉は上流側から枯渇した。「藤美の湯」は「荒湯」の下部に斜め掘削したため泉質の変化は炭酸水素イオンを除いて似通ったものであった。「無作為掘削と過剰揚水のために枯渇する温泉」の、モデルのような枯渇例であると考えられる。現在では昭和47年から源泉管理有限会社を設立し、集中管理方式を採用して、24の施設で共同利用している。

### 3.4 地震・降水量の影響

#### 3.4.1 地震の影響

昭和57年以降<sup>14)</sup>で県内または三陸沖で発生した大きな地震は昭和58年5月26日の日本海中部地震M7.7、昭和62年1月9日の岩泉町岩泉付近を震源とする岩手県内陸北部地震M6.9。平成6年10月4日北海道東部沖地震M8.1、平成6年12月28日の三陸はるか沖地震でM7.5。平成10年9月3日の雫石町長山を震源とする岩手県内陸北部地震M6.1である。影響が顕著に現れたのは志戸平温泉「天王の湯」、湯川温泉「出途の湯」及び金田一温泉「沖の湯」である。

##### a 志戸平温泉「天王の湯」

3回の地震で湧出量と蒸発残留物の減少、炭酸水素イオン濃度の増加が観測された。特に昭和62年の地震が大きかった。

##### b 湯川温泉「出途の湯」

3回の地震で蒸発残留物の減少、2回の地震で泉温の低下及び湧出量の増加が観測された。天王の湯と同様昭和62年の地震の影響が大きかった。

##### c 金田一温泉「沖の湯」

3回の地震で湧出量の低下が観測された。特に「三陸はるか沖地震」のときは蒸発残留物と炭酸水素イオン濃度の低下が観測された。

#### 3.4.2 降水量の影響

降水量影響については、掘さく自噴泉を含め

た自然湧出泉について検討した。

降水量と泉温について、源泉近くの月別降水量<sup>15)</sup>から冬季間(11~4月)で前年と前々年合計の降水量とに夏油温泉「滝の湯」が1%の危険率で正の相関がみられた。また同様の期間湯川温泉「出途の湯」とは5%の危険率に近い正の相関がみられた。湧出量では夏油温泉「滝の湯」と前々年の冬期間が5%の危険率で正の相関がみられた。また、台温泉「滝の湯」の泉温と9月の降水量と5%の危険率で負の相関がみられた。金田一温泉「沖の湯」はデータ数が少ないが4~7月、前+前々年の冬期間の降水量と泉温に正の相関がみられた。

降水量と湧出量の相関係数

月別降水量	湯川出途の湯	夏油滝の湯	台滝の湯	金田一沖の湯
n	18	18	7	6
同年9月	0.1045	0.0806	-0.7948*	0.3274
前年12~3月	0.1305	0.4679	-0.1025	0.2698
前年11~4月	0.3097	0.4107	-0.0644	0.5498
前+前々年11~4月	0.4418	0.5898**	-0.5578	0.9129*
前々年11~4月	0.2077	0.4032	0.0717	0.5600

降水量と泉温の相関係数

月別降水量	湯川出途の湯	夏油滝の湯	台滝の湯	金田一沖の湯
n	18	18	7	6
同年9月	-0.2589	0.0572	-0.0959	0.6344
前年12~3月	-0.1067	0.3632	-0.1666	0.2898
前年11~4月	-0.0649	0.3827	-0.1413	0.3715
前+前々年11~4月	0.0472	0.2723	-0.3181	0.8146*
前々年11~4月	-0.0353	0.5301*	-0.3297	0.5087

\* 5%の危険率で有意      \*\* 1%の危険率で有意

## まとめ

20年間にわたる経年変動調査の結果を、つぎのように要約できる。

1. 測定項目の経年変化の中で、変動が小さい(CV値が10%未満)項目は、pHだけであった。他の項目は、自然湧出泉とか掘削泉の区別なく、大きな変動で推移した。

2. 測定項目の変動の大きさは、温泉群や源泉ごとにばらつきが大きく異なった。このことは「温泉群や源泉ごとに、各測定項目の固有変動がある」ということを示している。今回の観測データには、「地震などの地殻変動や自然災害の影響」が反映されていた。しかし測定値から、源泉枯渇の兆候を確認することができなかった。源泉の枯渇は、もっと短期間に起こり、しかも急激に進行する源泉の変化であると推定される。ただ、繫温泉の3源泉のように泉質の片寄りがみられると、過剰揚湯の場合は枯渇の推測は不可能ではないものとする。自然湧出泉は炭酸水素イオンの偏りに注目していきたい。

3. 源泉枯渇の要因は、「繫温泉」は「無秩序な掘削と過剰揚湯」という人為的な枯渇であるのに対し、「金田一温泉」は「地殻変動」という自然発生的な枯渇であると考えられた。枯渇を防ぐ方法として、「繫温泉」では計画的利用と運営により、無理な過剰揚湯をしないという対策が必要である。一方、金田一温泉では、枯渇要因が現在も進行中の地殻変動であるだけに対策は難しい。金田一温泉では、掘削後に湧出量は激減するものの、動力揚湯することが枯渇時期を延長する要因であり、温泉水の供給量に応じた揚湯をしていくということが対策の一つと考えられた

掘さく泉で動力揚湯の場合は水位計による動水位と静水位、湧出量及び泉温の測定と記録によるデータ管理が源泉の枯渇を防ぐ最大の防護手段となる。

## 参考文献

- 1) 渡抜邦彦, 草津温泉の化学変化的特長と温泉の保護, 温泉科学, 第49巻第3号, 90, 1999
- 2) 吉池雄蔵, 秋田県玉川温泉の化学成分の経年変化, 温泉科学, 第43巻, 56, 1993
- 3) 小坂丈予ほか, 万代鉱温泉の湧出に伴う草津温泉群の水質変化について, 温泉科学, 第47巻, 166, 1998
- 4) 高橋春男ほか, 浅間山周辺の湧水の化学成分とその変動, 温泉工学誌, Vol.17, No.1, 1, 1982
- 5) 小坂丈予, 岩石の変質と温泉の化学成分, 温泉科学, 第45巻第3号, 159, 1995
- 6) 佐藤幸二, 地震による温泉の湧出量、水位の変化例, 温泉工学誌, Vol.12, No.2, 1977
- 7) 高橋正明ほか, 1986年伊豆大島火山の噴火により形成された小清水温泉(大島温泉浜の湯), 温泉科学, 第49巻, 179, 2000
- 8) 佐藤徳松, 適正揚水量の決定法, 温泉工学誌, Vol.12, No.2, 85, 1964
- 9) 甘露寺泰雄ほか, 温泉水の過剰採取と枯渇現象について, 温泉工学誌, Vol.10, No.1, 16, 1975
- 10) 甘露寺泰雄ほか, 温泉水の過剰くみ上げとNa/K比の変化(その1), 温泉工学誌, Vol.18, No.2/3, 67, 1984
- 11) 甘露寺泰雄ほか, 温泉水の過剰採取と枯渇現象について(その4), 温泉工学誌, Vol.15, No.2/3, 67, 1981
- 12) 西村進, 温泉・地下水と地震, 温泉科学, 第48巻, 142, 1998
- 13) 辻澤廣ほか, 兵庫県南部地震による県内温泉への影響, 和歌山県衛生公害研究所年報, No.42, 35, 1996
- 14) (財)日本気象協会, 地震・火山概況, 気象, No.309, 1983.1~No.538, 2002.3
- 15) (財)日本気象協会盛岡支部, 地域気象観測降水量(mm)月報, 岩手県気象月報, S55.4~H13.3

表1 源泉の基本統計

		金田一 (金栄の湯)	金田一 (沖の湯)	錦帽子の里温泉 錦帽子の湯 (薬師の湯)	繋 (荒 湯)	繋 (藤美の湯)	繋 5号泉	志戸平 (天王の湯)	鉛 (下の湯)	台 滝の湯	新鉛 第三興金の湯	大沢 大沢の湯	湯本 第6号泉	湯川 (出途の湯)	夏油 (真 湯)	夏油 (滝の湯)	金ヶ崎 新寿の湯	真湯 真湯2号	
		ボーリング泉	ボーリング泉(自噴)	ボーリング泉	自然湧出泉	自然湧出泉	ボーリング泉(自噴)	ボーリング泉	ボーリング泉	ボーリング泉(自噴)	ボーリング泉	ボーリング泉	ボーリング泉	自然湧出泉	自然湧出泉	自然湧出泉	ボーリング泉	ボーリング泉	
観測年数 (n)		20	6	7	12	8	9	5	18	20	9	8	8	10	20	18	19	10	10
湧出量 [ l/min. ]	•	51	7.7	146	31	69	137	474	49	214	78	104	502	467	27	7.8	10	330	114
	(n-1)	26.9	1.02	11.60	14.8	18.0	24.5	36.4	18.1	33.3	11.6	3.6	117.8	65.1	11.6	2.46	2.3	30.5	36.8
	C.V.(%)	<b>52.3</b>	<b>13.3</b>	8.0	<b>47.9</b>	<b>26.2</b>	<b>17.9</b>	7.7	<b>37.0</b>	<b>15.6</b>	<b>14.9</b>	3.5	<b>23.5</b>	<b>14.0</b>	<b>43.0</b>	<b>31.4</b>	<b>22.6</b>	9.2	<b>32.4</b>
	X <sub>max</sub>	100	9.3	151	53	88	197	503	92	285	100	107	622	563	57	11	12	360	193
	X <sub>min</sub>	25	6.5	120	7.2	29	106	413	24	156	63	100	340	391	8.6	3.6	3.0	270	70
泉温 [ °C ]	•	36.3	29.2	49.4	46.1	71.8	74.2	64.9	61.4	53.5	74.1	63.7	51.4	94.1	58.0	58.9	56.0	50.8	57.9
	(n-1)	1.26	0.52	7.81	5.39	2.06	2.08	0.67	4.21	0.73	1.27	2.15	0.44	1.59	6.41	3.65	3.87	1.40	0.54
	C.V.(%)	3.5	1.8	<b>15.8</b>	<b>11.7</b>	2.9	2.8	1.0	6.9	1.4	1.7	3.4	0.9	1.7	<b>11.1</b>	6.2	6.9	2.8	0.9
	X <sub>max</sub>	38.5	29.6	58.0	52.6	73.5	79.3	65.7	68.2	55.0	76.2	66.0	52.0	95.8	71.5	69.2	66.8	53.3	59.0
	X <sub>min</sub>	34.0	28.4	33.0	35.8	68.5	72.2	64.0	52.9	52.3	71.8	61.8	51.1	93.0	45.5	55.5	53.7	48.2	57.1
pH	•	8.0	8.0	7.6	8.9	8.9	8.8	8.5	8.4	8.3	8.0	7.7	8.9	7.7	7.6	6.3	6.2	7.2	8.6
	(n-1)	0.20	0.18	0.19	0.18	0.05	0.09	0.22	0.15	0.17	0.14	0.29	0.11	0.22	0.13	0.28	0.14	0.19	0.15
	C.V.(%)	2.4	2.2	2.5	2.0	0.6	1.1	2.6	1.8	2.0	1.7	3.7	1.2	2.8	1.7	4.4	2.2	2.6	1.7
	X <sub>max</sub>	8.5	8.3	7.7	9.2	8.9	8.9	8.7	8.6	8.7	8.3	8.4	9.1	8.1	7.8	7.3	6.6	7.6	8.8
	X <sub>min</sub>	7.7	7.8	7.3	8.6	8.8	8.7	8.2	8.1	8.1	7.8	7.5	8.8	7.5	7.3	6.0	6.0	7.0	8.3
Na [ mg/l ]	•	178	164	430	134	181	176	142	195	174	284	444	168	410	341	794	878	2421	283
	(n-1)	11.4	10.3	22.1	22.8	7.2	6.8	3.5	37.5	7.5	15.4	26.7	7.1	14.7	52.4	25.7	51.5	126.3	20.1
	C.V.(%)	6.4	6.2	5.1	<b>17.0</b>	4.0	3.9	2.4	<b>19.2</b>	4.3	5.4	6.0	4.2	3.6	<b>15.4</b>	3.2	5.9	5.2	7.1
	X <sub>max</sub>	206	174	463	154	191	186	145	258	189	314	476	176	435	416	857	970	2629	324
	X <sub>min</sub>	163	152	405	92	172	168	137	130	164	262	406	155	392	198	750	740	2141	249
Ca [ mg/l ]	•	8.2	7.5	24	12	14	13	11	34	13	24	257	4.1	73.9	32.8	410	423	123	181
	(n-1)	2.1	0.84	1.5	1.2	0.40	0.68	0.40	6.1	2.6	1.4	12.7	0.74	3.3	5.4	34	34	6	10
	C.V.(%)	<b>25.6</b>	<b>11.3</b>	6.2	<b>10.0</b>	2.9	5.1	3.5	<b>17.7</b>	<b>20.1</b>	5.6	4.9	<b>18.3</b>	4.4	<b>16.6</b>	8.3	8.1	4.7	5.6
	X <sub>max</sub>	13	8.9	27	15	14	14	12	44	18	27	280	5.2	82	39	507	471	136	202
	X <sub>min</sub>	5.8	6.4	22	11	13	12	11	20	9.4	22	244	3.2	71	19	361	328	114	165
Cl [ mg/l ]	•	24	19	293	73	98	96	77	133	58	133	132	57	295	371	1520	1719	3985	9.3
	(n-1)	1.7	0.7	12	12	1.5	3.1	1.3	24	1.9	4.1	11	1.3	6.1	51	129	74	114	1.5
	C.V.(%)	6.9	3.7	4.2	<b>16.9</b>	1.5	3.2	1.7	<b>18.3</b>	3.2	3.1	8.1	2.4	2.1	<b>13.8</b>	8.5	4.3	2.9	<b>15.9</b>
	X <sub>max</sub>	27	20	318	85	100	98	78	173	63	138	149	60	303	429	2001	1825	4204	13
	X <sub>min</sub>	22	18	280	48	96	89	75	85	55	125	112	56	288	238	1364	1623	3840	7.4
SO <sub>4</sub> [ mg/l ]	•	41	33	132	183	245	235	181	270	231	386	1268	194	594	200	584	557	1.5	978
	(n-1)	3.3	1.6	6.9	37	5.5	8.4	4.7	50	9.0	11	61	7.5	11.7	29.05	27.02	29.29	2.2	72
	C.V.(%)	7.9	5.0	5.2	<b>20.4</b>	2.2	3.6	2.6	<b>18.5</b>	3.9	2.9	4.8	3.9	2.0	<b>14.5</b>	4.6	5.3	<b>151.2</b>	7.4
	X <sub>max</sub>	48	35	146	221	255	253	187	347	248	410	1353	206	616	240	635	604	6.1	1090
	X <sub>min</sub>	37	31	126	120	239	225	175	184	215	365	1207	183	571	131	518	471	0.0	849
HCO <sub>3</sub> [ mg/l ]	•	390	344	508	30	21	25	47	41	88	73	51	94	60	102	407	422	329	18
	(n-1)	19	7.3	15	8.1	6.0	6.1	4.2	6.4	6.0	3.5	4.9	13	4.4	10	113	117	28	4.5
	C.V.(%)	4.8	2.1	2.9	<b>26.6</b>	<b>27.9</b>	<b>24.4</b>	8.9	<b>15.9</b>	6.9	4.7	9.6	<b>14.4</b>	7.3	9.8	<b>27.8</b>	<b>27.8</b>	8.6	<b>25.2</b>
	X <sub>max</sub>	421	350	533	46	33	38	55	54	101	78	61	107	68	119	491	555	372	24
	X <sub>min</sub>	355	331	486	22	16	19	45	32	79	67	46	71	54	76	170	192	297	7.4
蒸発残留物 [ mg/l ]	•	487	438	1263	490	642	620	496	755	578	963	2342	538	1574	1121	4123	4464	7063	1577
	(n-1)	13	3.6	11	70	6.6	3.5	4.0	122	21	8.7	83	12	8.5	143	267	192	103	66
	C.V.(%)	2.6	0.8	0.9	<b>14.2</b>	1.0	0.6	0.8	<b>16.1</b>	3.7	0.9	3.6	2.2	0.5	<b>12.8</b>	6.5	4.3	1.5	4.2
	X <sub>max</sub>	522	443	1284	559	651	625	501	950	615	976	2490	554	1587	1263	5046	4777	7230	1697
	X <sub>min</sub>	466	432	1250	372	627	615	490	524	546	946	2247	529	1562	726	3824	4060	6942	1490

•: 平均値、(n-1): 標準偏差、C.V.: 変動係数、X<sub>max</sub>: 最大値、X<sub>min</sub>: 最小値

表3 泉温の経年変動

採取年	金田一 (金栄の湯)	金田一 (沖の湯)	志戸平 (天王の湯)	綿帽子の里温泉 綿帽子の湯	繫 (薬師の湯)	繫 (荒湯)	繫 (藤美の湯)	繫 5号泉	鉛 (下の湯)	台 滝の湯	新鉛 第三黄金の湯	大沢 大沢の湯	湯本 第6号泉	湯川 (出途の湯)	夏油 (真湯)	夏油 (滝の湯)	金ヶ崎 新寿の湯	真湯 真湯2号
S.57	37.5	29.6	62.0			68.5	73.8		54.0					54.6	57.2	54.9		
S.58	37.7	29.6	64.5			70.0	72.2		54.0					71.3	69.2	66.8		
S.59	37.6	29.6	68.0		49.5	72.5	73.8		54.0					71.5	68.2	66.7		
S.60	37.6	28.9	68.2		50.5	73.0	73.8		55.0					59.3	56.0	54.5		
S.61	36.8	28.4	68.1		47.6	73.3	73.8		53.8					59.9	57.3	55.5		
S.62	38.0	28.8	63.4		50.2	73.5	74.6		53.2					50.1	57.3	54.5		
S.63	38.5		62.5		49.1		74.6		53.8					59.8	58.0	53.8		
H.1	35.2		62.0		52.6		79.3		54.3					61.5	57.8	53.9		
H.2	36.2		59.9		49.6		72.3		53.8					56.2	57.8	53.7		
H.3	34.4		61.9		45.8				54.0					58.5	58.7	53.9		
H.4	36.0		62.0		43.8				54.0					94.0	64.4	61.3	58.0	50.0
H.5	34.0		61.2		39.9				53.7	73.0	62.0		94.2	59.8		53.9	51.0	57.3
H.6	36.4		60.7		38.6				53.7	71.8	64.0	51.6	94.6	58.0	58.2	55.7	51.8	57.1
H.7	36.2		57.3	49.5	35.8				52.7	76.2	62.0	51.1	95.8	58.6	55.5	57.4	52.0	58.1
H.8	36.2		57.5	33.0					52.4	74.6	66.0	52.0	95.6	58.6	58.1	54.2	51.0	58.0
H.9	36.0		56.8	49.7				64.5	52.5	75.1	62.0	51.8	95.8	56.6	57.6	53.8	53.3	58.3
H.10	35.0		56.7	50.3				64.0	52.3	73.6	61.8	51.2	93.0	54.0	56.8	54.0	50.5	57.5
H.11	34.8		52.9	53.0				65.1	52.8	73.6	64.2	51.4	93.0	52.0	57.0	54.0	51.0	57.9
H.12	35.5			52.4				65.3	53.1	74.0	63.0	51.2		45.5	59.0	54.5	48.2	58.0
H.13	35.7			58.0				65.7	52.7	74.6	68.0	50.6	91.0	50.0	59.0	55.5	49.6	59.0
n	20	6	18	7	12	6	9	5	20	9	9	8	9	20	19	20	10	10
x	36.3	29.2	61.4	49.4	46.1	71.8	74.2	64.9	53.5	74.1	63.7	51.4	94.1	58.0	58.9	56.0	50.8	57.9
1.26	0.52	4.21	7.81	5.39	2.06	2.08	0.67	0.73	1.27	2.15	0.44	1.59	6.41	3.65	3.87	1.40	0.54	
C.V.(%)	3.5	1.8	6.9	15.8	11.7	2.9	2.8	1.0	1.4	1.7	3.4	0.9	1.7	11.1	6.2	6.9	2.8	0.9
x <sub>max</sub>	38.5	29.6	68.2	58.0	52.6	73.5	79.3	65.7	55.0	76.2	66.0	52.0	95.8	71.5	69.2	66.8	53.3	59.0
x <sub>min</sub>	34.0	28.4	52.9	33.0	35.8	68.5	72.2	64.0	52.3	71.8	61.8	51.1	93.0	45.5	55.5	53.7	48.2	57.1

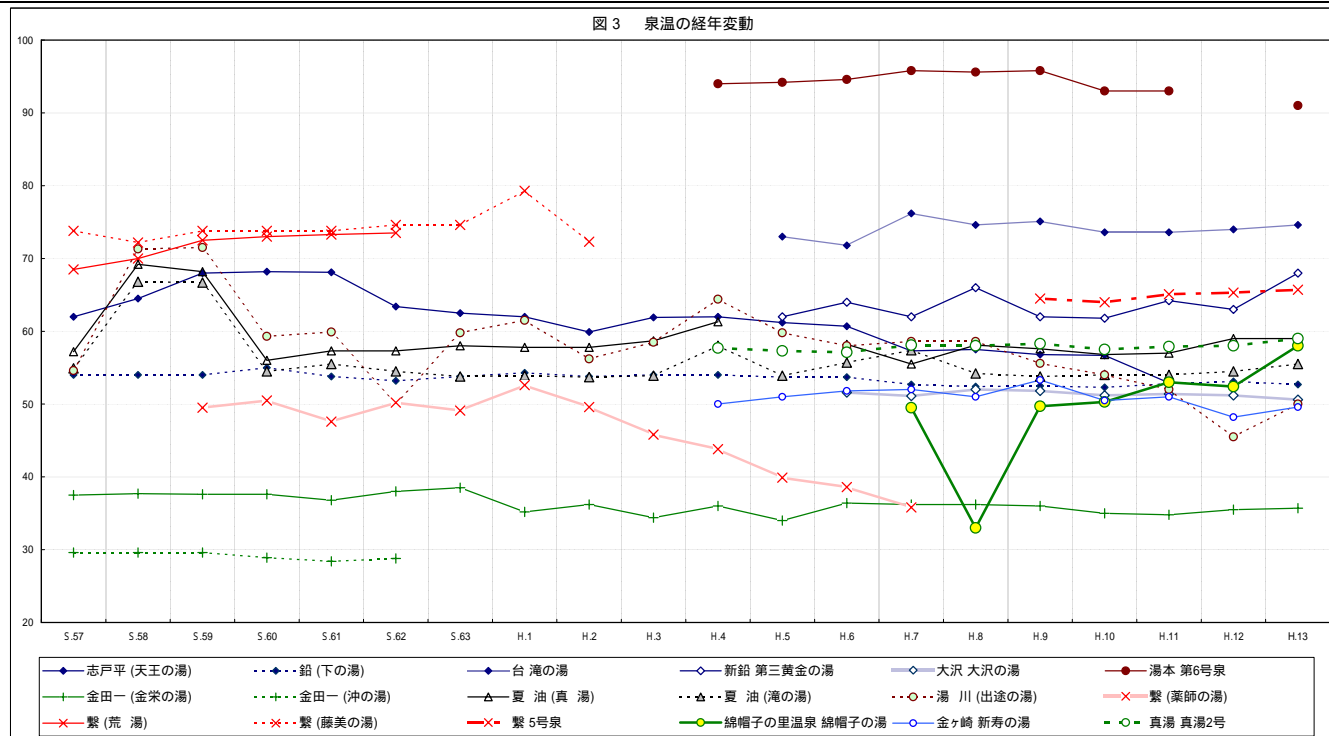


表4 Naイオンの経年変動

採取年	金田一 (金栄の湯)	金田一 (沖の湯)	綿帽子の里温泉 綿帽子の湯 (薬師の湯)	繫 (荒 湯)	繫 (藤美の湯)	繫 5号泉	志戸平 (天王の湯)	鉛 (下の湯)	台 滝の湯	新鉛 第三黄金の湯	大沢 大沢の湯	湯本 第6号泉	湯川 (出途の湯)	夏油 (真 湯)	夏油 (滝の湯)	金ヶ崎 新寿の湯	真湯 真湯2号	
S.57	206	174		191	186		257	189	314				358	809	965			
S.58	196	174		186	182		238	174	312				416	774	902			
S.59	193	173		187	183		258	182	295				405	810	940			
S.60	182	158		152	180	176	243	174	288				370	770	880			
S.61	173	155		154	172	168	234	168	285				370	790	890			
S.62	169	152		150	173	169	130	166	269				284	750	840			
S.63	172			149	174	169	176	168					375	790	850			
H.1	180			151	183	179	206	177					379	784	850			
H.2	174			149		172	205	170					338	796	892			
H.3	172			134			184	167					360	790	872			
H.4	188			131			195	167				399	380	780	832	2500	324	
H.5	169			107			171	167	262	454		394	346		854	2385	284	
H.6	188			91.9			187	187	287	476	175	414	374	806	898	2524	291	
H.7	179		442	103			179	187	275	474	155	435	351	794	908	2629	293	
H.8	183		463				166	176	288	475	165	433	361	829	970	2411	288	
H.9	163		410				167	164	291	415	165	402	309	760	848	2379	266	
H.10	169		417				144	152	279	434	176	407	292	776	841	2384	276	
H.11	170		451				144	160	277	438	167	411	273	787	877	2445	287	
H.12	164		405				140	170	262	406	169	392	198	857	740	2141	249	
H.13	169		425				145	173	277	425	175	408	289	830	912	2414	268	
n	20	6	7	11	8	9	5	18	20	15	9	8	10	20	19	20	10	10
x	178	164	430	134	181	176	142	195	174	284	444	168	410	341	794	878	2421	283
	11.4	10.3	22.1	22.8	7.2	6.8	3.5	37.5	7.5	15.4	26.7	7.1	14.7	52.4	25.7	51.5	126.3	20.1
C.V.(%)	6.4	6.2	5.1	17.0	4.0	3.9	2.4	19.2	4.3	5.4	6.0	4.2	3.6	15.4	3.2	5.9	5.2	7.1
x <sub>max</sub>	206	174	463	154	191	186	145	258	189	314	476	176	435	416	857	970	2629	324
x <sub>min</sub>	163	152	405	92	172	168	137	130	164	262	406	155	392	198	750	740	2141	249

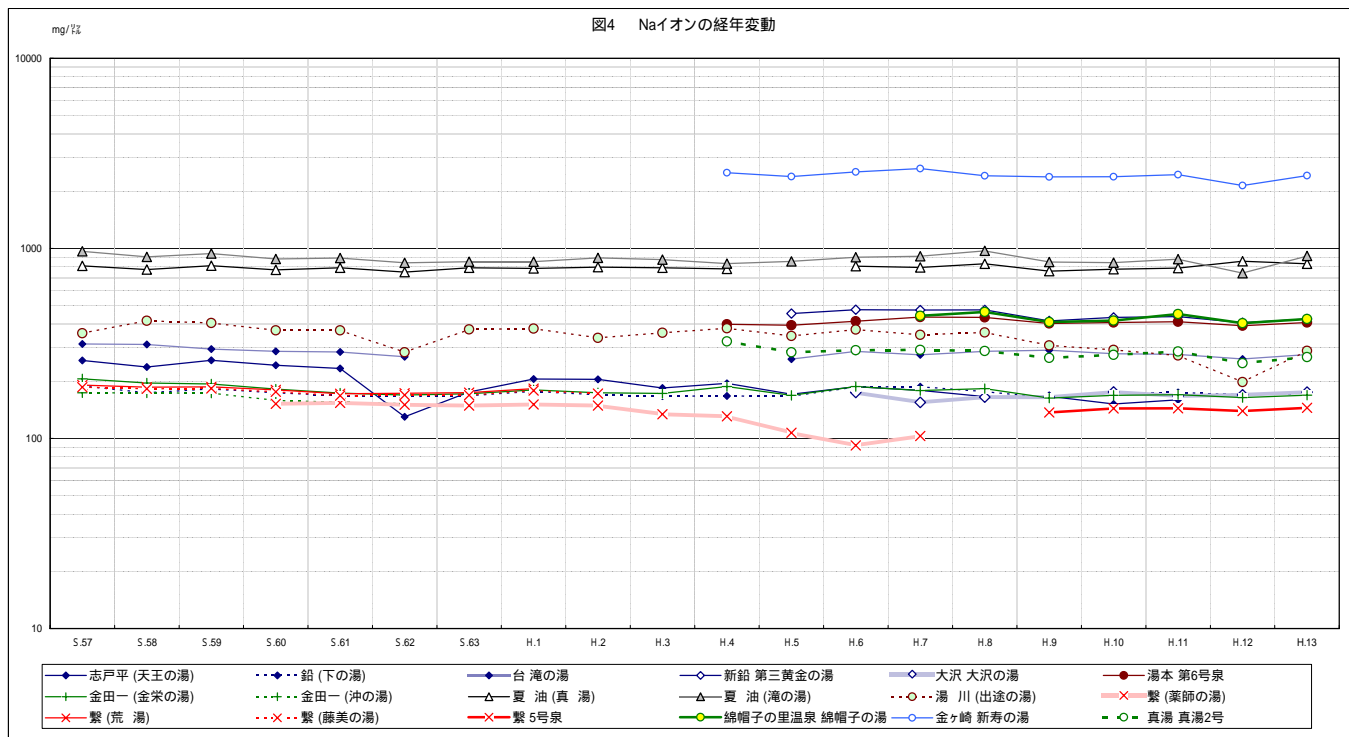


表 2 湧出量の経年変動

採取年	金田一 (金栄の湯)	金田一 (沖の湯)	綿帽子の里温泉 綿帽子の湯 (薬師の湯)	繫 (荒 湯)	繫 (藤美の湯)	繫 5号泉	志戸平 (天王の湯)	鉛 (下の湯)	台 滝の湯	新鉛 第三黄金の湯	大沢 大沢の湯	湯本 第6号泉	湯川 (出途の湯)	夏油 (真 湯)	夏油 (滝の湯)	金ヶ崎 新寿の湯	真湯 真湯2号	
S.57	78.6	8.1		66.8	132		49.5	156					32.7	4.4	11.1			
S.58	94.0	9.3		83.0	132		57.6	278					23.2	6.7	12.0			
S.59	83.0	8.0		44.4	28.7	133	91.6	203					21.5	4.9	11.5			
S.60	74.5	7.0		32.9	68.1	130	84.3	210					16.6	4.6	12.4			
S.61	76.7	6.5		40.4	77.7	139	63.4	225					32.4	5.7	11.9			
S.62	57.0	7.0		41.8	72.2	128	43.7	215					57.3	6.1	12.0			
S.63	45.0	枯湯		36.5	67.0	106	53.0	214					16.7	8.8	11.5			
H.1	25.4			53.0	88.0	137	50.3	276					28.4	8.3	11.6			
H.2	28.2			41.4	枯湯	197	24.2	203					44.6	8.2	11.1			
H.3	28.2			27.4		枯湯	56.9	201					34.4	9.6	9.3			
H.4	30.0			18.9			39.3	220				563	31.3	9.6	10.1	350	135	
H.5	30.0			7.2			55.8	193	74.0	105		467	24.6		10.7	350	94.1	
H.6	100			13.4			45.0	181	92.3	107	340	440	16.4	9.6	10.3	350	117	
H.7	43.3		150	12.3			38.5	285	100	100	526	465	39.0	10.9	10.4	350	107	
H.8	87.5		120	枯湯			37.7	185	71.8		467	428	19.6	9.9	10.9	350	108	
H.9	30.4		150				503	38.3	213	71.8	364	391	34.2	3.6	3.0	270	149	
H.10	25.0		150				495	29.6	184	62.8	622	444	8.6	8.8	10.4	300	193	
H.11	28.5		150				413	23.9	201	82.4	457	418	17.3	9.4	10.1	300	81.0	
H.12	31.8		150				469	198	77.0		569	450	15.4			323	85.6	
H.13	30.0		151				489	234	71.0		673	600	26.0	12.0	5.4	360	70.0	
n	20	6	7	12	8	9	5	18	20	9	3	8	10	20	18	19	10	10
x	51.4	7.7	145.8	30.8	68.9	137.0	473.6	49.0	213.8	78.1	104.0	502.2	466.6	27.0	7.8	10.3	330.3	113.9
	26.86	1.02	11.60	14.76	18.03	24.51	36.41	18.12	33.33	11.63	3.61	117.84	65.15	11.61	2.46	2.33	30.47	36.84
C.V.(%)	52.3	13.3	8.0	47.9	26.2	17.9	7.7	37.0	15.6	14.9	3.5	23.5	14.0	43.0	31.4	22.6	9.2	32.4
x <sub>max</sub>	100.0	9.3	151.0	53.0	88.0	197.4	502.9	91.6	285.4	100.0	107.0	621.8	563.0	57.3	10.9	12.4	360.0	192.9
x <sub>min</sub>	25.0	6.5	119.5	7.2	28.7	106.4	412.5	23.9	155.8	62.8	100.0	340.0	390.6	8.6	3.6	3.0	270.0	70.0

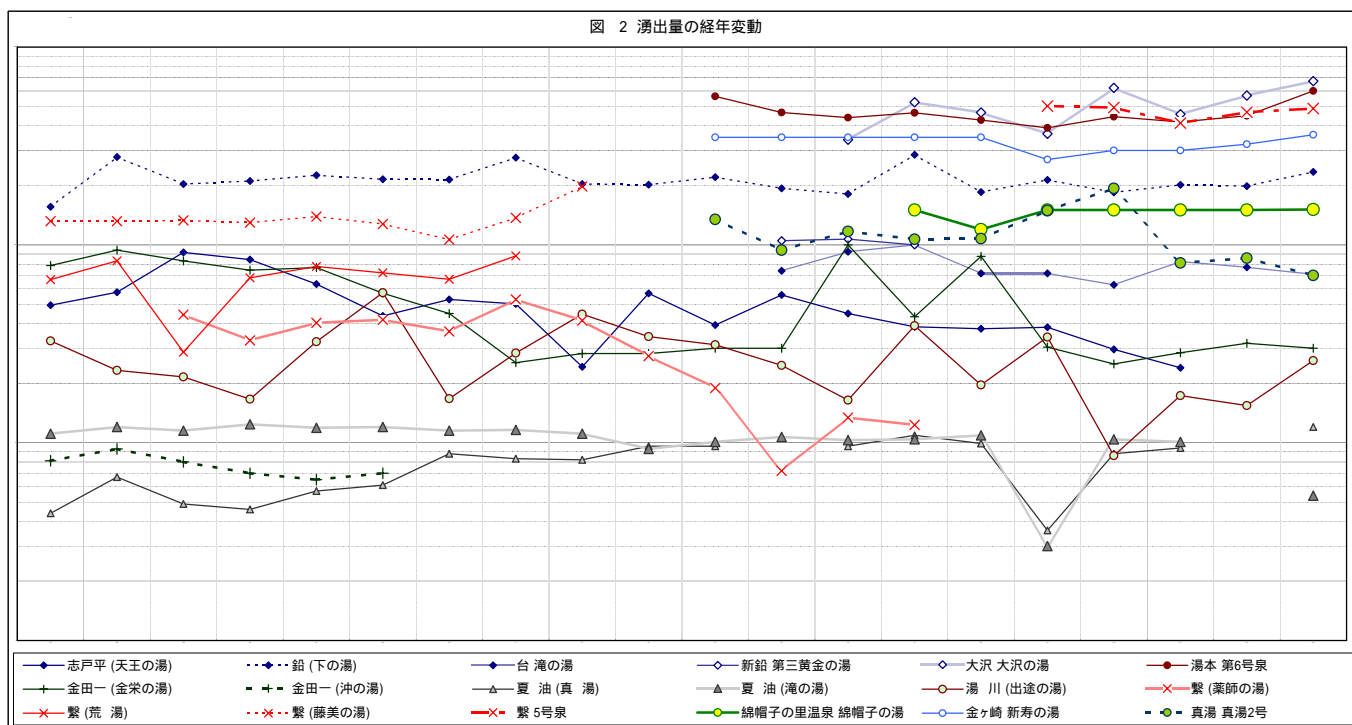




表6 HCO<sub>3</sub>イオンの経年変動

採取年	金田一 (金米の湯)	金田一 (沖の湯)	綿帽子の里温泉 綿帽子の湯	繫 (薬師の湯)	繫 (荒湯)	繫 (藤美の湯)	繫 5号泉	志戸平 (天王の湯)	鉛 (下の湯)	台 滝の湯	新鉛 第三黄金の湯	大沢 大沢の湯	湯本 第6号泉	湯川 (出途の湯)	夏油 (真湯)	夏油 (滝の湯)	金ヶ崎 新寿の湯	真湯 真湯2号
S.57	366	347			20	22		32	81	72				99	459	501		
S.58	358	331			26	38		33	85	70				113	448	484		
S.59	355	339			21	25		32	85	71				107	464	373		
S.60	371	348		22	16	21		32	82	70				105	454	475		
S.61	366	347		24	17	19		35	81	67				106	469	489		
S.62	388	350		24	16	20		38	79	72				85	453	465		
S.63	403			23	22	25		37	87					106	454	459		
H.1	403			30	33	31		40	91					119	477	479		
H.2	400			26		24		45	82					103	459	482		
H.3	394			34				39	82					100	472	477		
H.4	400			33				45	90				64	110	465	428	297	18
H.5	400			30				42	86	74	47		57	108	465	465	311	16
H.6	421			42				43	87	73	54	71	58	93	491	555	372	16
H.7	413		533	46				48	101	78	49	74	56	108	476	483	366	22
H.8	406		496					54	99	76	61	107	65	106	488	519	321	24
H.9	404		486				45	48	94	78	53	102	58	107	427	495	364	21
H.10	391		512				45	45	93	75	46	101	68	110	170	192	318	20
H.11	387		506				45	45	92	74	47	98	60	95	195	206	322	18
H.12	378		507				46		92	73	48	97	54	76	211	197	298	16
H.13	394		514				55		92	79	51	101	61	93	209	220	317	7
n	20	6	7	11	8	9	5	18	20	15	9	8	10	20	19	20	10	10
x	390	344	508	30	21	25	47	41	88	73	51	94	60	102	407	422	329	18
18.6	7.3	14.9	8.1	6.0	6.1	4.2	6.4	6.0	3.5	4.9	13.5	4.4	10.1	113.3	117.4	28.2	4.5	
C.V.(%)	4.8	2.1	2.9	26.6	27.9	24.4	8.9	15.9	6.9	4.7	9.6	14.4	7.3	9.8	27.8	27.8	8.6	25.2
X <sub>max</sub>	421	350	533	46	33	38	55	54	101	78	61	107	68	119	491	555	372	24
X <sub>min</sub>	355	331	486	22	16	19	45	32	79	67	46	71	54	76	170	192	297	7

図6 炭酸水素イオンの経年変動

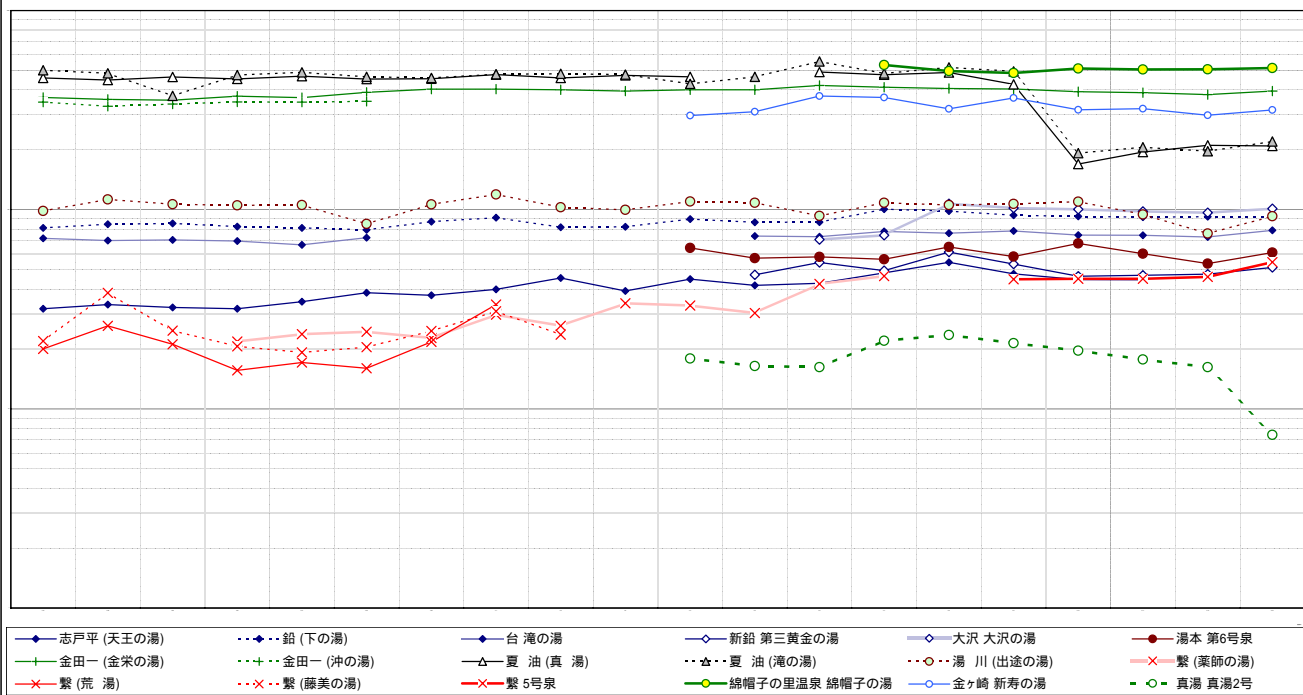


表7 蒸発残留物の経年変動

採取年	金田一 (金栄の湯)	金田一 (沖の湯)	綿帽子の里温泉 綿帽子の湯 (薬師の湯)	繫 (荒湯)	繫 (藤美の湯)	繫 5号泉	志戸平 (天王の湯)	鉛 (下の湯)	台 滝の湯	新鉛 第三黄金の湯	大沢 大沢の湯	湯本 第6号泉	湯川 (出途の湯)	夏油 (真湯)	夏油 (滝の湯)	金ヶ崎 新寿の湯	真湯 真湯2号	
S.57	522	435		644	620		886	558	964				1107	3967	4777			
S.58	500	439		642	620		852	547	970				1246	3907	4451			
S.59	495	439		643	624		936	568	964				1226	3890	4450			
S.60	497	440		551	643	615	950	571	969				1223	3948	4413			
S.61	492	443		559	627	616	945	582	972				1263	4047	4484			
S.62	485	432		552	644	625	524	569	958				981	3952	4292			
S.63	485			540	641	621	692	565					1248	3824	4060			
H.1	488			538	651	625	790	571					1260	4045	4268			
H.2	486			530		618	777	546					1151	4016	4349			
H.3	477			475			742	560					1165	4038	4374			
H.4	486			465			791	577				1565	1253	4139	4428	7034	1697	
H.5	487			394			703	594	969	2490		1567	1208	4508	47136	1653		
H.6	504			372			734	614	960	2461	529	1587	1162	4204	4740	7198	1646	
H.7	487		1284	413			647	615	968	2371	544	1573	1089	4141	4444	7230	1576	
H.8	471		1269				690	583	963	2313	539	1575	1167	4154	4654	7074	1557	
H.9	478		1261				490	690	976	2298	554	1583	1081	4236	4364	6942	1554	
H.10	477		1250				501	601	946	2283	541	1566	985	4102	4307	6951	1545	
H.11	477		1253				497	646	949	2285	546	1580	924	4269	4684	6959	1529	
H.12	466		1266				495	603	952	2247	536	1562	726	5046	4398	7005	1490	
H.13	476		1260				497	555	963	2332	514	1580	954	4414	4843	7101	1524	
n	20	6	7	11	8	9	5	18	20	15	9	8	10	20	19	20	10	10
$\bar{x}$	487	438	1263	490	642	620	496	755	578	963	2342	538	1574	1121	4123	4464	7063	1577
12.7	3.6	11.2	69.8	6.6	3.5	4.0	121.9	21.2	8.7	83.2	12.0	8.5	143.0	267.1	192.0	102.8	66.2	
C.V.(%)	2.6	0.8	0.9	14.2	1.0	0.6	0.8	16.1	3.7	0.9	3.6	2.2	0.5	12.8	6.5	4.3	1.5	4.2
$x_{max}$	522	443	1284	559	651	625	501	950	615	976	2490	554	1587	1263	5046	4777	7230	1697
$x_{min}$	466	432	1250	372	627	615	490	524	546	946	2247	529	1562	726	3824	4060	6942	1490

図7 蒸発残留物の経年変動

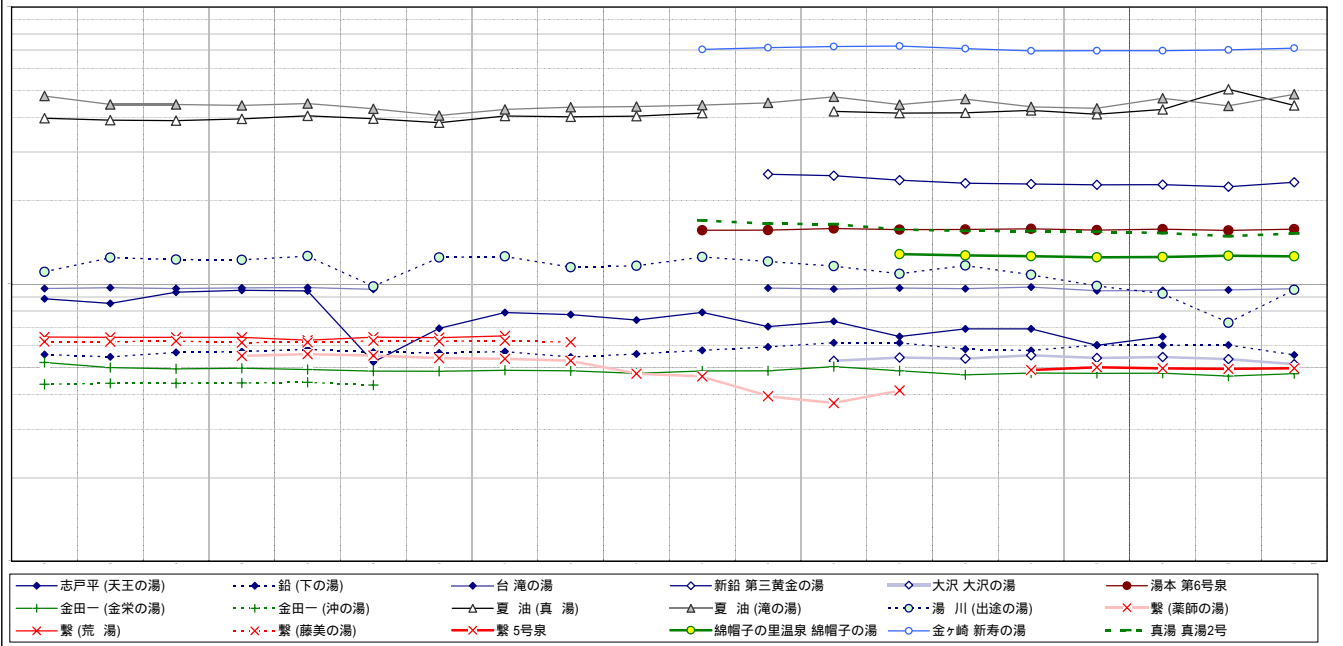


表5 SO<sub>4</sub>イオンの経年変動

採取年	金田一 (金栄の湯)	金田一 (沖の湯)	綿帽子の里温泉 綿帽子の湯 (薬師の湯)	繫 (荒 湯)	繫 (藤美の湯)	繫 5号泉	志戸平 (天王の湯)	鉛 (下の湯)	台 滝の湯	新鉛 第三黄金の湯	大沢 大沢の湯	湯本 第6号泉	湯川 (出途の湯)	夏油 (真 湯)	夏油 (滝の湯)	金ヶ崎 新寿の湯	真湯 真湯2号	
S.57	48	35		241	226		335	224	398				200	548	589			
S.58	45	32		248	236		315	215	398				226	561	550			
S.59	43	32		241	240		335	215	385				226	590	570			
S.60	45	32		214	243	225	347	226	392				219	590	576			
S.61	44	34		217	239	237	340	231	392				232	582	570			
S.62	42	31		221	249	236	184	236	410				176	586	535			
S.63	42			211	241	231	248	221					237	600	546			
H.1	44			207	255	253	296	233					240	627	570			
H.2	41			198		230	281	219					209	590	550			
H.3	40			179			260	234					201	616	554			
H.4	43			176			292	237				596	224	635	589	0.30	1090	
H.5	43			131			237	235	373	1311		587	206		531	0.90	1063	
H.6	39			120			255	243	376	1353	188	597	211	584	551	0.90	983	
H.7	40		146	138			237	248	381	1345	189	589	194	592	544	5.00	986	
H.8	39		126				239	233	380	1297	196	589	186	592	595	1.40	1000	
H.9	38		128			175	236	231	389	1207	183	599	183	570	540	0.02	960	
H.10	37		128			177	200	235	365	1219	199	571	164	518	471	0.02	903	
H.11	37		131			181	222	237	383	1259	197	595	160	567	542	0.02	930	
H.12	42		132			183		241	380	1231	206	616	131	585	604	0.02	1020	
H.13	36		134			187		231	389	1186	198	602	172	561	573	6.10	849	
n	20	6	7	11	8	9	5	18	20	15	9	8	10	20	19	20	10	10
x	41	33	132	183	245	235	181	270	231	386	1268	194	594	200	584	557	1.47	978
C.V.(%)	7.9	5.0	5.2	20.4	2.2	3.6	2.6	18.5	3.9	2.9	4.8	3.9	2.0	14.5	4.6	5.3	151.2	7.4
x <sub>max</sub>	48	35	146	221	255	253	187	347	248	410	1353	206	616	240	635	604	6.10	1090
x <sub>min</sub>	37	31	126	120	239	225	175	184	215	365	1207	183	571	131	518	471	0.02	849

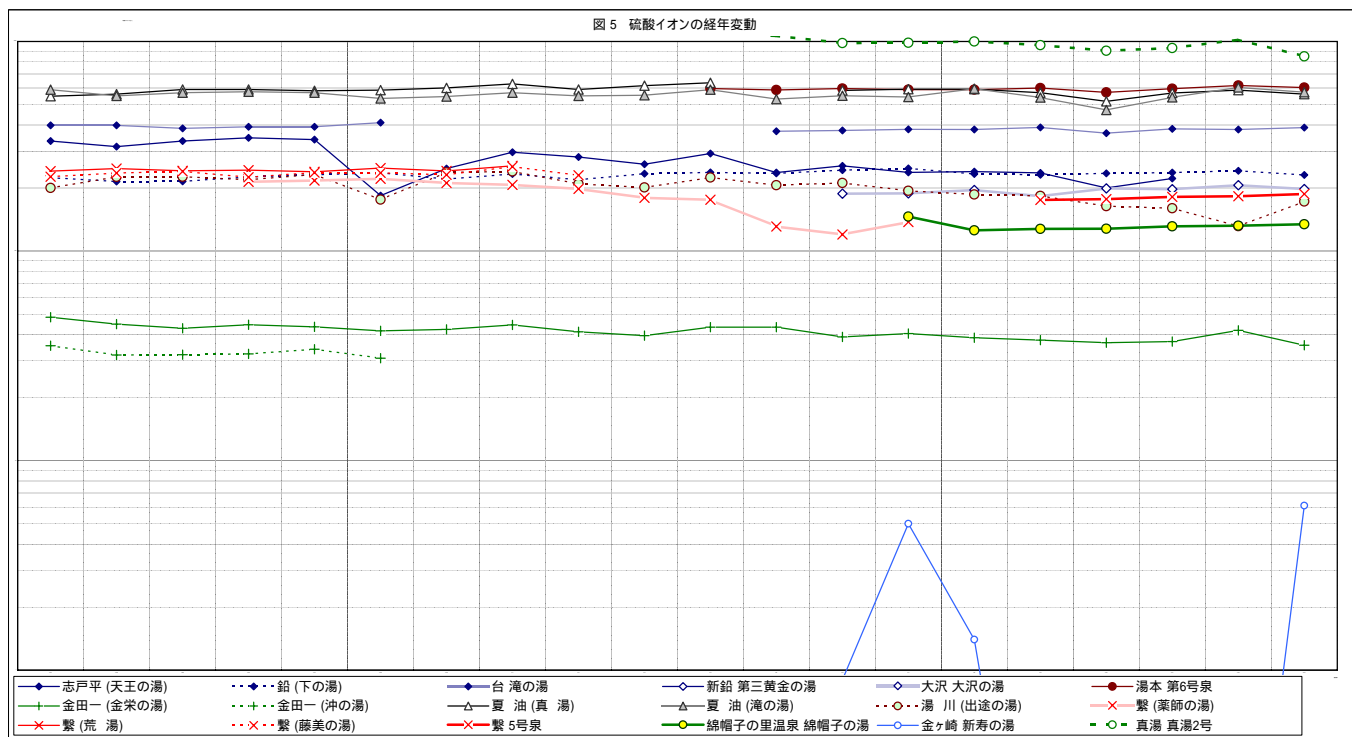


表9 CIイオンの経年変動

採取年	金田一 (金栄の湯)	金田一 (沖の湯)	綿帽子の里温泉 綿帽子の湯 (薬師の湯)	繫 (荒 湯)	繫 (藤美の湯)	繫 5号泉	志戸平 (天王の湯)	鉛 (下の湯)	台 滝の湯	新鉛 第三黄金の湯	大沢 大沢の湯	湯本 第6号泉	湯川 (出途の湯)	夏油 (真 湯)	夏油 (滝の湯)	金ヶ崎 新寿の湯	真湯 真湯2号	
S.57	26	20		98	98		159	58	138				367	1423	1781			
S.58	26	20		98	97		151	56	135				416	1364	1626			
S.59	26	20		98	98		171	60	137				415	1496	1792			
S.60	26	20		84	100		173	59	135				411	1477	1705			
S.61	25	19		85	96		171	59	136				414	1469	1716			
S.62	24	18		83	100		85	58	136				329	1448	1640			
S.63	25			85	100		121	59					429	1507	1656			
H.1	24			80	96		139	57					418	1458	1623			
H.2	23			77		89	132	55					363	1460	1642			
H.3	24			68			125	56					383	1467	1660			
H.4	25			69			140	60				291	426	1527	1709	3913	7.9	
H.5	27			61			126	63	135	149		298	404		1703	3932	11	
H.6	22			48			124	59	131	112	56	292	409	1484	1825	4204	7.4	
H.7	26		297	62			119	61	130	139	57	295	361	1491	1787	4126	9.6	
H.8	23		318				126	58	133	143	56	301	368	1566	1797	4041	8.8	
H.9	22		297				119	58	138	134	57	303	353	1583	1822	3970	8.2	
H.10	23		280				75	104	57	126	128	56	292	320	1542	1636	3859	13
H.11	22		287				78	109	58	130	130	57	300	303	1537	1796	3840	9.0
H.12	25		288				78	58	125	127	60	288	238	2001	1656	4002	10	
H.13	21		287				78	57	134	129	57	284	305	1584	1809	3961	9.0	
n	20	6	7	11	8	9	5	18	20	15	9	8	10	20	19	20	10	10
x	24	19	293	73	98	96	77	133	58	133	132	57	295	371	1520	1719	3985	9.3
C.V.(%)	6.9	3.7	4.2	16.9	1.5	3.2	1.7	18.3	3.2	3.1	8.1	2.4	2.1	13.8	8.5	4.3	2.9	15.9
x <sub>max</sub>	27	20	318	85	100	98	78	173	63	138	149	60	303	429	2001	1825	4204	12.5
x <sub>min</sub>	22	18	280	48	96	89	75	85	55	125	112	56	288	238	1364	1623	3840	7.4

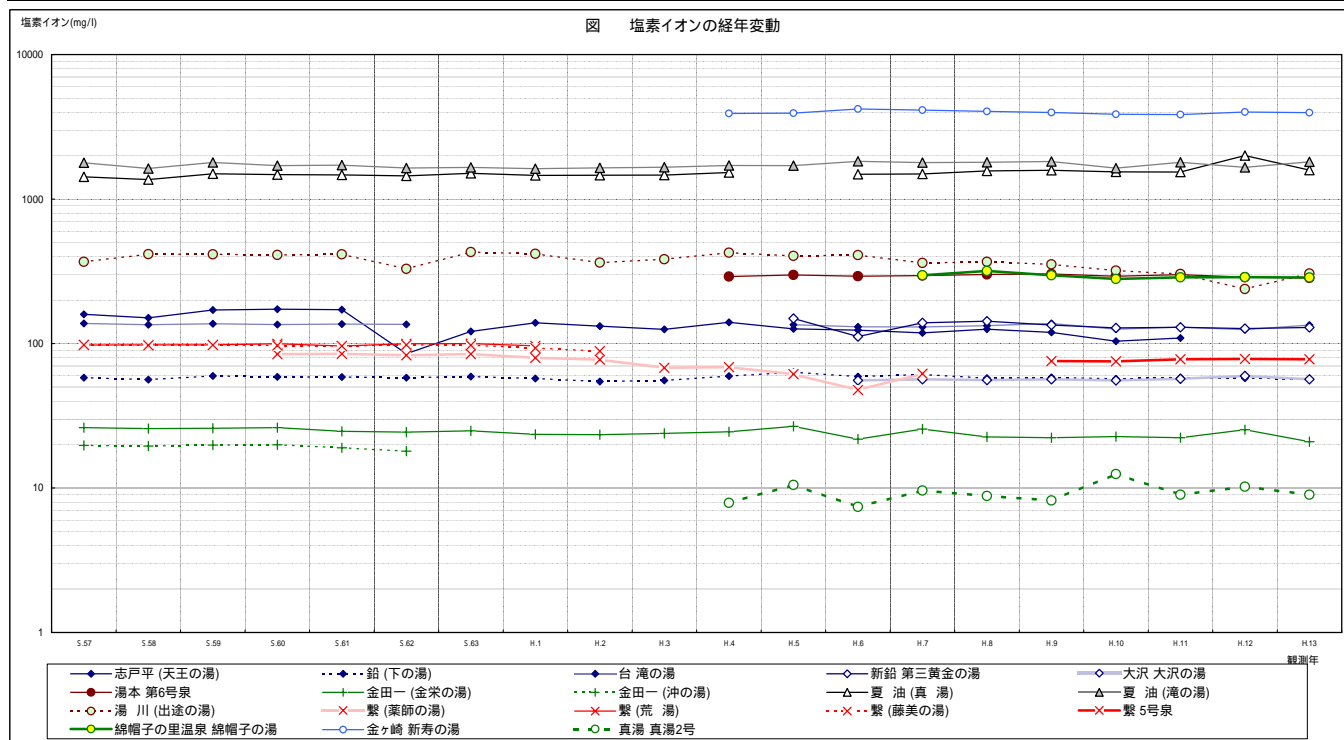


表10 pH値の経年変動

採取年	金田一 (金栄の湯)	金田一 (沖の湯)	綿帽子の里温泉 綿帽子の湯 (薬師の湯)	繫 (荒 湯)	繫 (藤美の湯)	繫 5号泉	志戸平 (天王の湯)	鉛 (下の湯)	台 滝の湯	新鉛 第三黄金の湯	大沢 大沢の湯	湯本 第6号泉	湯川 (出途の湯)	夏油 (真 湯)	夏油 (滝の湯)	金ヶ崎 新寿の湯	真湯 真湯2号	
S.57	8.5	7.9		8.9	8.9		8.2	8.1	8.1				7.4	6.2	6.2			
S.58	7.7	8.1		8.8	8.7		8.1	8.1	8.0				7.4	6.1	6.1			
S.59	7.9	8.0		8.6	8.8		8.2	8.2	8.0				7.5	6.4	6.5			
S.60	7.9	7.9		8.7	8.8		8.3	8.2	8.1				7.5	6.4	6.4			
S.61	7.9	7.8		9.0	8.9		8.5	8.5	8.3				7.7	6.4	6.2			
S.62	7.9	8.3		8.9	8.9		8.4	8.2	8.2				7.5	6.4	6.2			
S.63	7.9			9.0	8.9		8.4	8.4					7.8	6.4	6.3			
H.1	8.2			9.0	8.9		8.6	8.7					7.6	6.4	6.2			
H.2	8.2			8.8	8.9		8.4	8.4					7.7	6.5	6.6			
H.3	8.0			9.2			8.6	8.5					7.5	6.3	6.2			
H.4	7.9			8.9			8.3	8.2				7.6	7.7	6.3	6.2	7.4	8.4	
H.5	8.1			8.9			8.2	8.2	8.0	7.8		7.6	7.6		6.2	7.2	8.6	
H.6	8.1			8.6			8.5	8.4	8.1	8.4	9.1	7.6	7.6	6.0	6.0	7.6	8.7	
H.7	7.8		7.6	8.8			8.2	8.1	7.8	7.5	9.0	7.6	7.5	6.1	6.1	7	8.8	
H.8	7.9		7.3				8.4	8.2	8.0	7.5	8.9	7.6	7.3	6.1	6.1	7.1	8.7	
H.9	7.7		7.3			8.6	8.3	8.2	7.9	7.6	8.9	7.5	7.6	7.3	6.2	7	8.6	
H.10	8.2		7.7			8.6	8.3	8.1	7.8	7.5	8.8	7.8	7.7	6.1	6.2	7.3	8.6	
H.11	8.1		7.7			8.3	8.5	8.4	8.2	7.6	8.8	7.8	7.6	6.2	6.2	7.3	8.3	
H.12	8.0		7.7			8.7	8.4	8.4	8.1	7.6	9.0	8.1	7.4	6.2	6.2	7.1	8.7	
H.13	8.2		7.7			8.2	8.4	8.4	8.1	7.6	9.0	8.1	7.7	6.2	6.3	7.3	8.6	
n	20	6	7	12	8	9	5	18	20	15	9	8	10	20	19	20	10	10
x	8.0	8.0	7.6	8.9	8.9	8.8	8.5	8.4	8.3	8.0	7.7	8.9	7.7	7.6	6.3	6.2	7.2	8.6
0.20	0.18	0.19	0.18	0.05	0.09	0.22	0.15	0.17	0.14	0.29	0.11	0.22	0.13	0.28	0.14	0.19	0.15	
C.V.(%)	2.45	2.24	2.50	2.00	0.58	1.05	1.75	2.01	1.75	3.73	1.19	2.80	1.73	4.39	2.22	2.61	1.73	
x <sub>max</sub>	8.5	8.3	7.7	9.2	8.9	8.9	8.7	8.6	8.7	8.3	8.4	9.1	8.1	7.8	7.3	6.6	7.6	8.8
x <sub>min</sub>	7.7	7.8	7.3	8.6	8.8	8.7	8.2	8.1	8.1	7.8	7.5	8.8	7.5	7.3	6.0	6.0	7.0	8.3

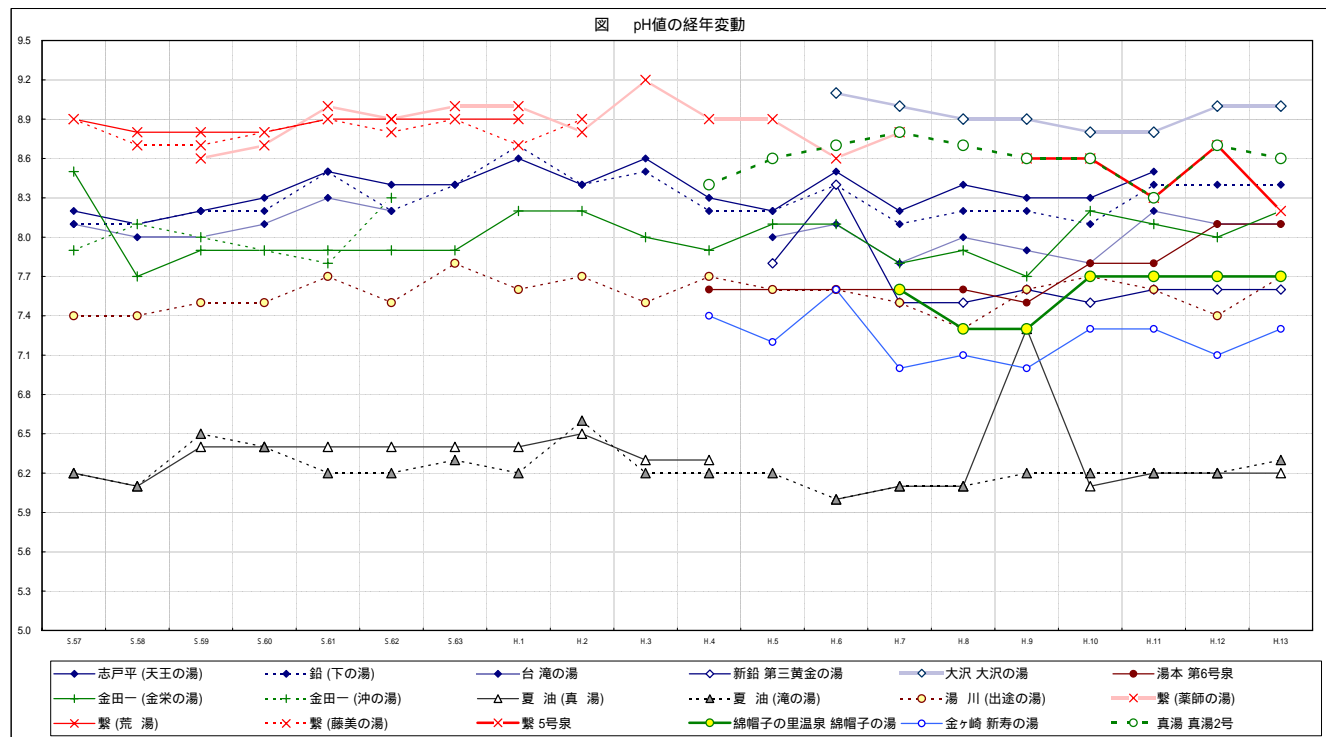
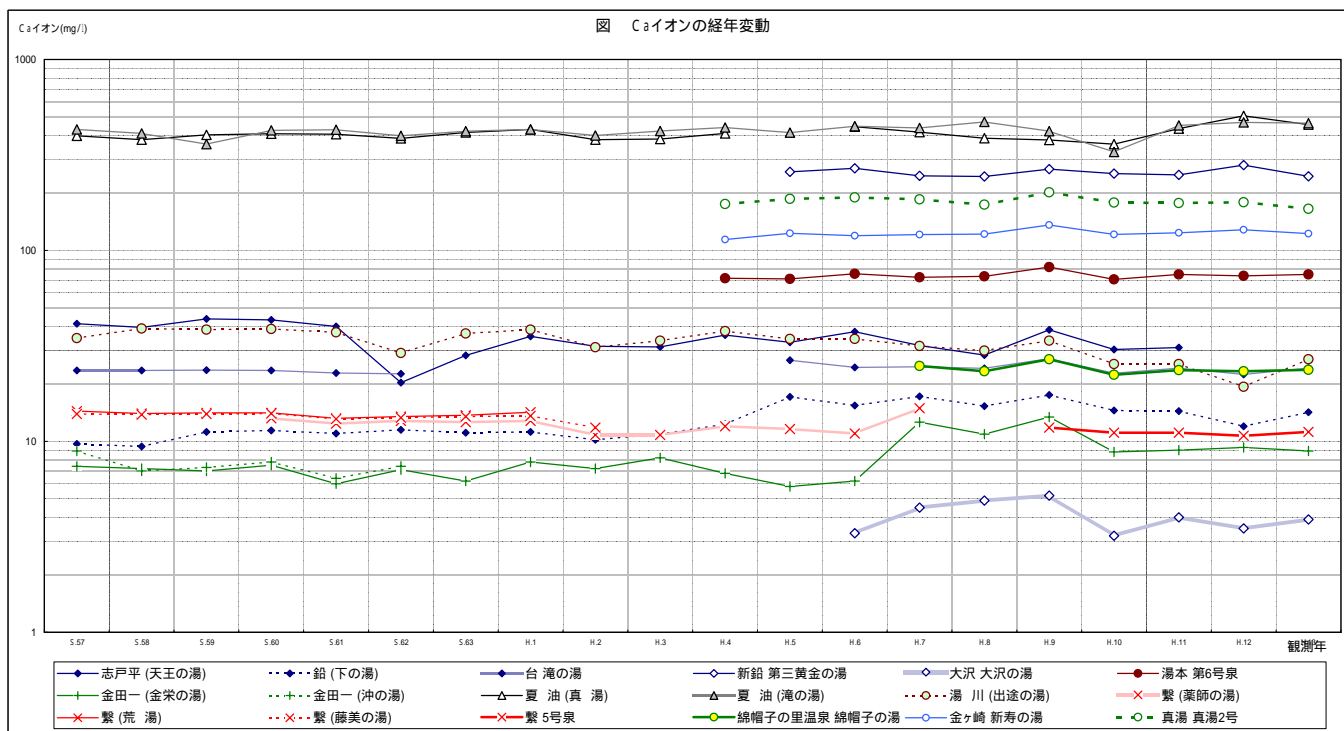


表8 Caイオン経年変動

採取年	金田一 (金栄の湯)	金田一 (沖の湯)	綿帽子の里温泉 綿帽子の湯 (薬師の湯)	繫 (荒 湯)	繫 (藤美の湯)	繫 5号泉	志戸平 (天王の湯)	鉛 (下の湯)	台 滝の湯	新鉛 第三黄金の湯	大沢 大沢の湯	湯本 第6号泉	湯川 (出途の湯)	夏油 (真 湯)	夏油 (滝の湯)	金ヶ崎 新寿の湯	真湯 真湯2号	
S.57	7.4	8.9		14	14		41	9.7	24				35	398	430			
S.58	7.2	7		14	14		40	9.4	24				39	380	410			
S.59	7.0	7.3		14	14		44	11	24				39	403	361			
S.60	7.5	7.8		13	14		43	11	24				39	408	426			
S.61	6.0	6.4		12	13		40	11	23				37	406	428			
S.62	7.1	7.4		13	14		20	12	23				29	386	398			
S.63	6.2			13	14		28	11					37	415	421			
H.1	7.8			13	14		36	11					39	430	430			
H.2	7.2			11		12	32	10					31	380	400			
H.3	8.2			11			31	11					34	383	422			
H.4	6.8			12			36	12				72	38	410	440	114	175	
H.5	5.8			12			33	17	27	258		71	34	414	423	186		
H.6	6.2			11			38	15	24	269	3.3	75	34	445	447	119	190	
H.7	13		25	15			32	17	25	246	4.5	72	32	416	438	121	185	
H.8	11		23				28	15	24	244	4.9	73	30	387	471	122	174	
H.9	13		27			12	38	18	27	267	5.2	82	34	379	421	136	202	
H.10	8.8		22			11	30	15	23	253	3.2	71	25	361	328	121	178	
H.11	9.0		24			11	31	14	24	249	4.0	75	25	435	452	124	177	
H.12	9.3		23			11	28	12	22	280	3.5	74	19	507	469	128	179	
H.13	8.9		24			11	14	14	24	245	3.9	75	27	456	464	123	165	
n	20	6	7	11	8	9	5	18	20	15	9	8	10	20	19	20	10	10
x	8.2	7.5	24.0	12.3	13.9	13.4	34.5	12.9	24.0	257	4.1	73.9	32.8	410	423	123	181	
C.V.(%)	2.09	0.84	1.48	1.22	0.40	0.68	0.40	6.10	2.59	1.35	12.67	0.74	3.26	5.44	34.17	34.44	5.78	10.06
x <sub>max</sub>	13.4	8.9	26.9	14.9	14.4	14.0	43.8	17.5	27.1	280	5.2	81.8	39.0	507	471	136	202	
x <sub>min</sub>	5.8	6.4	22.3	10.8	13.2	11.8	20.3	9.4	22.4	244	3.2	70.5	19.3	361	328	114	165	



S26年			S30年			S40年			S50年			S60年			
清温荘の湯	掘削一号	掘削二号	藤美の湯	瑞光の湯	本陣の湯	恵の湯	観音の湯	橋の湯	湖山の湯	橋の湯二号	五号泉	新観音の湯			

掘削深度 m	300	156	113	235	383	274	600			855	540	1003	1000	1,000
湧出量 l/m	50	26.6	30	249	162	1,200	60			280	383	330	486	136.2
		枯 渴	枯 渴	枯 渴 H 4	使 用 停 止	使 用 せ ず	使 用 せ ず			使 用 せ ず	崩 落	泉		

自然湧出	湧出量	枯渴年
荒湯	510	H3
国鉄の湯	5	
込の湯	10	H7
佐善の湯	27	
電力の湯	10	
中の湯	9	
長生の湯	11	H3
元御所の湯	10	廃止
薬師の湯	86	H7

図3 盛岡市繋温泉の源泉の推移

S30年	S40年	S50年	S60年	H10年	最近の湧出量
沖の湯 300 m 29.5 l/m		206.3 l/m 6.3 l/m	枯湯		
末広の湯 53 m 87 l/m	枯湯				
S28.11.18 大湯 100 m					20~30 l/m
S39.10.9 プールの湯 150 m 120 l/m 35 l/m					僅か
S40.8.12 神明の湯 250 m 430 l/m 279 l/m					廃止
S41.10.22 玉の湯 300 m 540 l/m 206 l/m					20~30 l/m
	金栄の湯 245 m 460 l/m 231 l/m 78.6 l/m 74 l/m 30 l/m				29 l/m
S43.9.11 大沼の湯 184 m 425 l/m 279 l/m					廃止
			S63.2.23 長寿の湯 1200 l/m		
			H1.1.19 創生の湯 176 m 660 l/m		
			H2.3.9 れいめいの湯 511 m 520 l/m		300 l/m
			H3.5.8 あゆの湯 195 m 271 l/m		
			H4.7.9 末広の湯 250 m 4.5 l/m		20~30 l/m

図2 二戸市金田一温泉の源泉の推移



## 資料

### 岩手県の温泉に関する調査

- 掘さく泉の短期間における変動調査 ( ) -

水車 正洋 島津 裕子\* 菅野 淳

県内の平成 8 年度に新規掘さくされた 10 源泉を対象に泉温等の変動調査を行い、次の結果を得た。

- 1 開発時の調査と比べて、今回の調査で泉質名に変更を要する源泉は 3 つあった。
- 2 温泉の成分のうち、蒸発残留物が 10% 以上変動したのは 5 源泉であった。
- 3 ヒ素、銅、鉛及び水銀の微量成分では、ヒ素に変動が見られたものもあったが、他の成分は全て検出されなかった。

#### はじめに

源泉によっては、時間の経過とともに泉温、湧出量、化学成分等が変動することが知られている。<sup>1-3)</sup>

当センターにおいては、温泉の短時間における変動を観察し、成分等を調査分析することにより、温泉資源の保護及び適切な利用を図るとともに、保健的利用促進に当たっての適切な指導を行うための基礎資料を得ることを目的に、掘さく等によって新規に開発され、5 年以上経過し、かつ、現在使用されている源泉を対象に化学成分等の経年変化についての調査を昭和 62 年から実施している。

今回は、平成 13 年度に調査した 10 源泉について、その結果を報告する。

#### 調査方法

##### 1 調査対象

今回は、平成 8 年度に開発された源泉のうち、現在使用されている 10 源泉について調査した。

この 10 源泉は全てボーリング泉で、水中ポンプによる揚湯である。

調査対象源泉を表 1 に、調査対象源泉地点を図 1 に示す。

##### 2 調査項目

調査項目は温泉中分析とし、分析方法は鉱泉分析法指針<sup>4)</sup>に準拠した。

#### 調査結果及び考察

各源泉の成分分析結果を表 2 に、また、当初の源泉分析時と今回の増減率も同表に示す。図 2 には泉質の主要成分で泉質名に影響を与える陽イオン ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) 及び陰イオン ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ) について当初分析時の  $\text{mval}\%$  値との比較を示した。

##### 1 湧出形態と掘さく深度

今回調査した 10 源泉は、全て掘さく泉で水中ポンプによる動力揚湯で、掘さく深度は 600m から 2000 m であった。

##### 2 泉質の経年変化

10 源泉調査した結果、薬師堂温泉「第二珠玉の湯」が「ナトリウム - 塩化物泉 (低張性中性低温泉)」から「ナトリウム - 塩化物泉 (低張性弱アルカリ性高温泉)」に、盛岡太田温泉「さんさの湯」が「単純温泉 (低張性弱アルカリ温泉)」から「単純温泉 (低張性弱アルカリ低温泉)」に、五葉温泉「高原

\*現 岩手県工業技術センター

の湯」が「アルカリ性単純温泉（低張性アルカリ性温泉）」から「冷鉱泉（低張性アルカリ性冷鉱泉）」に泉質名が若干変わった。

### 3 主要成分の経年変化

泉質名の判断基準となる主要な陽イオン（ $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ ）及び陰イオン（ $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^{2-}$ ）を各源泉の開発時当初とのmv a l %比較を図2に示した。当初との差が10mv a l %以上大きく変動した源泉は舞乃湯温泉（舞乃湯）の $\text{Cl}^-$ が-18.45mv a l %、 $\text{HCO}_3+\text{CO}_3$ が+23.23mv a l %、盛岡太田温泉（さんさの湯）の $\text{Na}^+$ が-10.83mv a l %、 $\text{Ca}^{2+}$ が+10.09mv a l %、五葉温泉（高原の湯）が $\text{Na}^+$ が+26.77mv a l %、 $\text{HCO}_3+\text{CO}_3$ が+10.63mv a l %とそれぞれ変動した。

表 1 調査対象源泉

温泉名	源泉名	所在地
1 繫温泉	混合泉（至光の湯と瑞光の湯）	盛岡市
2 舞乃湯温泉	舞乃湯	花巻町
3 花巻温泉	台川の湯	花巻市
4 薬師堂温泉	第二珠玉の湯	水沢市
5 盛岡太田温泉	さんさの湯	盛岡市
6 豊畑温泉	フロンティアの湯	安代町
7 新黒石温泉	御嶽の湯	岩手町
8 志戸平温泉	たけの湯	花巻市
9 五葉温泉	高原の湯	大船渡市
10 前沢温泉	舞鶴の湯 1号泉	前沢町

### 4 泉温及び湧出量

開発時当初と今回の調査の差を図3に示した。泉温は 4の薬師堂温泉（第二珠玉の湯）が14.5 大幅に上昇した。 5の盛岡太田温泉（さんさの湯）が6.0、豊畑温泉（フロンティアの湯）が5.5、五葉温泉（高原の湯）が14.3 それぞれ大幅に低下した。薬師堂温泉の上昇の原因は井戸のスケール除去の影響が出たものと考えられる。五葉温泉の低下はポンプ位置が1500m深から300m深に浅くなったためと考えられる。

湧出量では花巻温泉（台川の湯）が48%ほど低下しているがポンプの稼動状況が通常でなくオーバ

ーフロー水の測定のため、当初とは比較できない。志戸平温泉（竹の湯）が4分の1ほどに低下しているのはオーバーフロー水を測定したため当初と比較できない。五葉温泉（高原の湯）が3分の1に低下したのはポンプ容量の小型化のためと考える。薬師堂温泉（第二珠玉の湯）は構造上測定不可能だった。

### 5 蒸発残留物

開発時当初と比較して、 2の舞乃湯温泉（舞乃湯）が21%、 5の盛岡太田温泉（さんさの湯）が26%、新黒石温泉（御嶽の湯）が20%、五葉温泉（高原の湯）が35%それぞれ低下した。単純泉での低下が顕著であった。

### 6 As、Cu、Pb、Hg

Asでは当初検出されなかった 5の盛岡太田温泉（さんさの湯）が0.03mg/k g検出された。 3の花巻温泉（台川の湯）の0.02mg/k gと 7の新黒石温泉（御嶽の湯）の0.02mg/k gが検出されなくなった。 6の豊畑温泉（フロンティアの湯）は0.88から0.14mg/k gと大幅に減少した。Cu、Pb、Hgは全て検出しなかった。

### 7 各源泉ごとの経年変化について

#### 1 繫温泉（混合泉（至光の湯と瑞光の湯））

この混合泉は3年前から至光の湯の単独使用となった。そのため比較は出来なかった。しかし、同じ温泉ということでmv a l %組成比では似た結果となった。

#### 2 舞乃湯温泉（舞乃湯）

この源泉は平成8年に新たに掘さくし、平成10年度から自宅に宅配して浴用として利用している。

泉温はあまり変化が少なかった。湧出量は28%の減少（ポンプの稼動状況によるもの）、蒸発残留物と溶存物質の19%の減少で、成分では特に $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ と $\text{SO}_4^{2-}$ が80%強の大きな減少となった。

泉質名は単純温泉で変化はない。

#### 3 花巻温泉（台川の湯）

この源泉は平成8年に新たに掘さくし、花巻温泉の佳松閣の入浴施設に使用している。

湧出量が半減しているのは、オーバーフロー水を測定したためであるので実量は大きな変化はない

ものと思われる。泉温が2.7 上昇した。成分では  $\text{Ca}^{2+}$  の40%上昇、 $\text{SO}_4^{2-}$  の7.7%減少が目立つ程度で変化は小さかった。

泉質名はナトリウム - 硫酸塩・塩化物・炭酸水素塩泉で変化はなかった。

#### 4 薬師堂温泉（第二珠玉の湯）

この源泉は平成8年に新たに掘削した源泉で同年から入浴施設として使用している。

泉温が当初の28.0 から42.5 と大幅に上昇した。湧出量は構造上測定不能であったので変化は不明であった。成分はpHが7.5から8.2へ、 $\text{HCO}_3^-$  が100%上昇した。 $\text{Ca}^{2+}$  は18%、 $\text{SO}_4^{2-}$  は91%減少した。蒸発残留物は6.7%減少した。

泉質名はナトリウム - 塩化物泉の低張性中性低温泉から低張性弱アルカリ性高温泉と変化した。

#### 5 盛岡太田温泉（さんさの湯）

この源泉は平成8年に新たに掘削した源泉で簡易保険保養センター「かんぼの宿盛岡」の入浴施設に平成9年から使用している。

泉温が35.5 から29.5 と大幅に低下した。湧出量は29%増加の142 l/minとなった。蒸発残留物は26%減少となった。成分は全般的に大幅な減少で $\text{Na}^+$  35%、 $\text{Ca}^{2+}$  86%、 $\text{Cl}^-$  55%、 $\text{HCO}_3^-$  26%それぞれ減少した。 $\text{As}$  が当初検出されなかったが今回0.03mg/k g 検出された。

泉質名は単純温泉で低張性弱アルカリ温泉から低張性弱アルカリ低温泉に変化した。

#### 6 豊畑温泉（フロンティアの湯）

この源泉は平成8年に新たに掘削した源泉で平成10年から公衆浴場として使用している。

泉温は45.2 と5.5 の低下、湧出量は256 l/minと27%上昇した。蒸発残留物は10%増の1.0285mg/k g、成分は $\text{Na}^+$  が13%増の327mg/k g、 $\text{Cl}^-$  が18%増の171mg/k g、 $\text{SO}_4^{2-}$  が18%減の66mg/k gであった。 $\text{As}$  が当初0.88mg/k gだったものが0.14mg/k gと大幅に減少した。

泉質名はナトリウム - 炭酸水素塩・塩化物泉で変化はなかった。

#### 7 新黒石温泉（御嶽の湯）

この源泉は平成8年に新たに掘削した源泉で同年から町老人福祉センターと民間の旅館の入浴施設で使用している。

泉温と湧出量にはあまり変化はなかった。蒸発残留物は20%減の2.1635g/k g、溶存物質は15%減の2.3355g/k gであった。成分は $\text{Na}^+$  が13%減の735mg/k g、 $\text{Ca}^{2+}$  が32%減の735mg/k g、 $\text{Cl}^-$  が22%減の871mg/k g、 $\text{SO}_4^{2-}$  が24%減の250mg/k gであった。

泉質名はナトリウム - 塩化物泉で変化はなかった。

#### 8 志戸平温泉（たけの湯）

この源泉は平成8年に新たに掘削した源泉で平成12年8月から分譲住宅で使用している。

泉温は1.4 低下の67.8 。湧出量は温泉水循環オーバーフロー水のため比較は出来なかった。蒸発残留物は6%増の0.8625g/k g、溶存物質は3%増の0.8647g/k gであった。成分は $\text{Na}^+$  が6%増の215mg/k g、 $\text{Ca}^{2+}$  が16%増の56mg/k g、 $\text{HCO}_3^-$  が4%増の381mg/k g、 $\text{Cl}^-$  が4%減の91mg/k g、 $\text{SO}_4^{2-}$  が7%減の40mg/k gであった。 $\text{As}$  が当初0.06mg/k gから0.02mg/k gと大幅に減少した。

泉質名は単純温泉と変化はなかった。

#### 9 五葉温泉（高原の湯）

この源泉は平成9年1月に新たに掘削した源泉で平成12年5月から公衆浴場として使用している。

泉温は14.3 低下の21.8 、湧出量は70%減の65 l/minであったが、ポンプの位置を1500m深から300m深に換えたためと思われる。

蒸発残留物は35%減の0.1230g/k g、溶存物質は21%減の0.1533g/k gであった。pHは0.4増の10.3、成分は $\text{Na}^+$  が12%減の34mg/k g、 $\text{Ca}^{2+}$  が68%減の1.7mg/k g、 $\text{Cl}^-$  が45%減の3.6mg/k g、 $\text{SO}_4^{2-}$  が13.5mg/k g、 $\text{HCO}_3^-$  が40%減の27mg/k gであった。ただ、 $\text{H}_2\text{SiO}_3$  が30%増の53mg/k gで鉱泉の基準の50mg/k gをかるうじて満たしていた。

泉質名はアルカリ性単純温泉から冷鉱泉に変化した。

#### 10 前沢温泉（舞鶴の湯 1 号泉）

この源泉は平成 9 年 1 月に新たに掘削した源泉で平成 10 年 4 月から公衆浴場として使用している。

泉温は 2.8 減の 40.0、湧出量は 39%減の 133 l/min であった。蒸発残留物は 2.0700 g/kg、溶存成分は 2.0100 g/kg と当初と変化は見られなかった。成分は  $\text{Ca}^{2+}$  が 51%増の 62mg/kg が目立つ変化であった。

泉質名は当然のことながらナトリウム - 塩化物泉と変化はなかった。

### ま と め

平成 8 年度に新規開発された 10 源泉の経年変動調査を行った。

その結果、泉温の大幅な変動と溶存物質量の大幅な変動により泉質名を変更する源泉は 3 つあった。それ以外でも泉温や湧出量の変動の大きい源泉や、その原因の特定が困難なことや測定が出来ない源泉があり、温泉資源の保護の観点からも、源泉から直接採水でき、源泉井戸水位、流量及び泉温が常時把握できる設備を設けることが必要と考える。

おわりに、この調査を実施するにあたり多大なご協力をいただいた調査対象源泉の所有者並びに管理者の方々に深く感謝いたします。

### 参 考 文 献

- 1) 深澤嘉延, ほか : 山梨県で新たに開発した温泉の現状, 温泉科学, 第 46 巻第 3 号, 139, 1996
- 2) 丸山章代, ほか : 温泉の女神掘削時とその後の変化について, 温泉科学, 第 49 巻第 3 号, 127, 199
- 3) 本間弘樹, ほか : 蔵王温泉の経年変動について, 山形県衛生研究所年報, 32, 74, 1999
- 4) 温泉工学会編 : 鉱泉分析指針(改訂), 1978, 東京

図 1 調査地点源泉地点



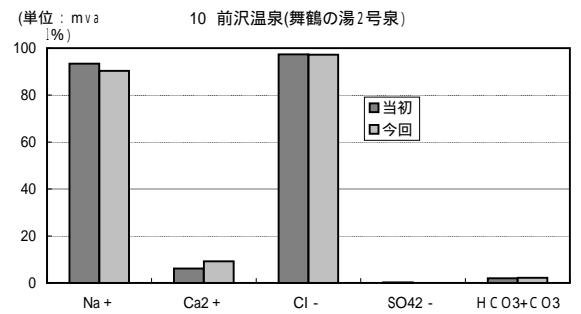
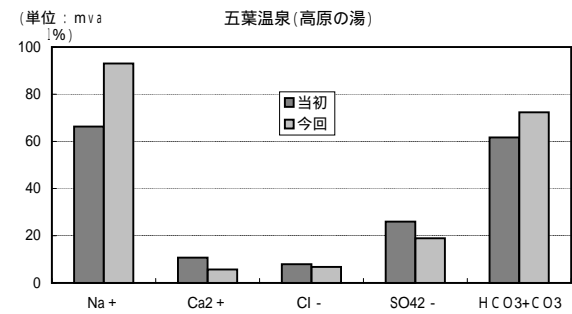
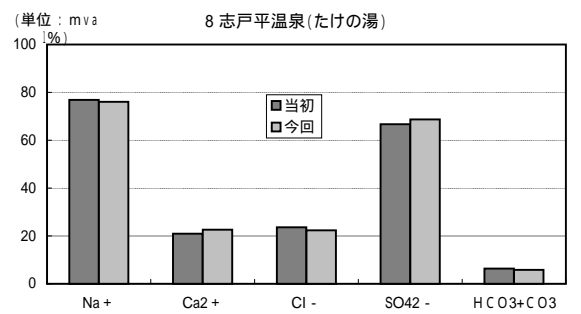
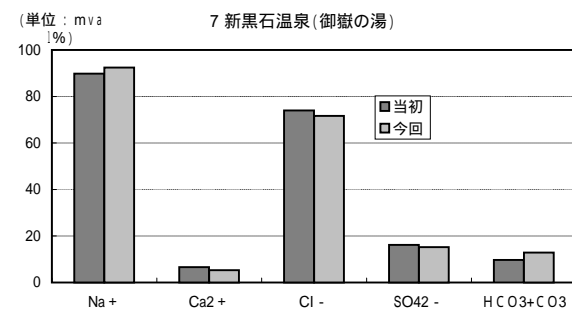
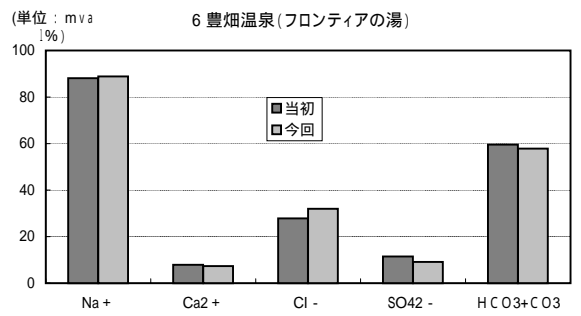
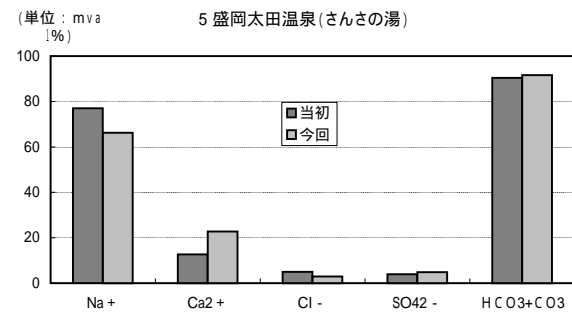
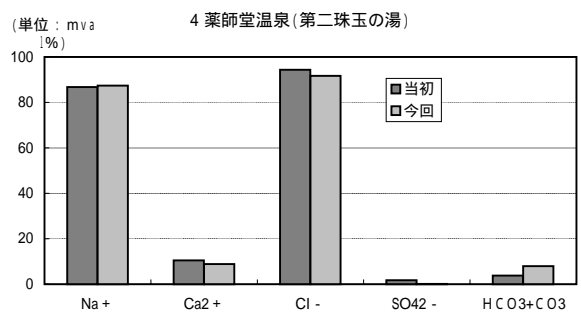
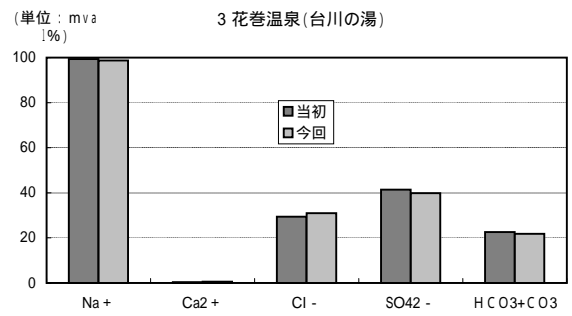
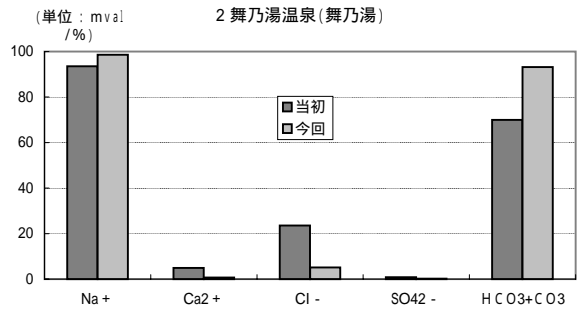
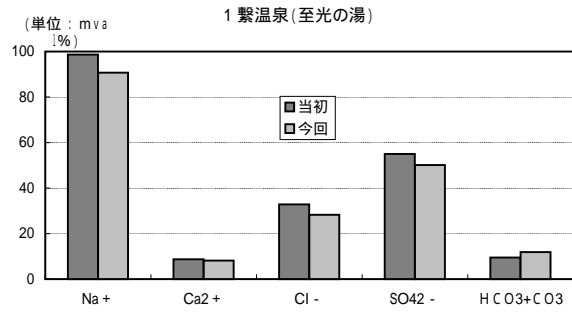


図 2 主要成分のmval % 変動

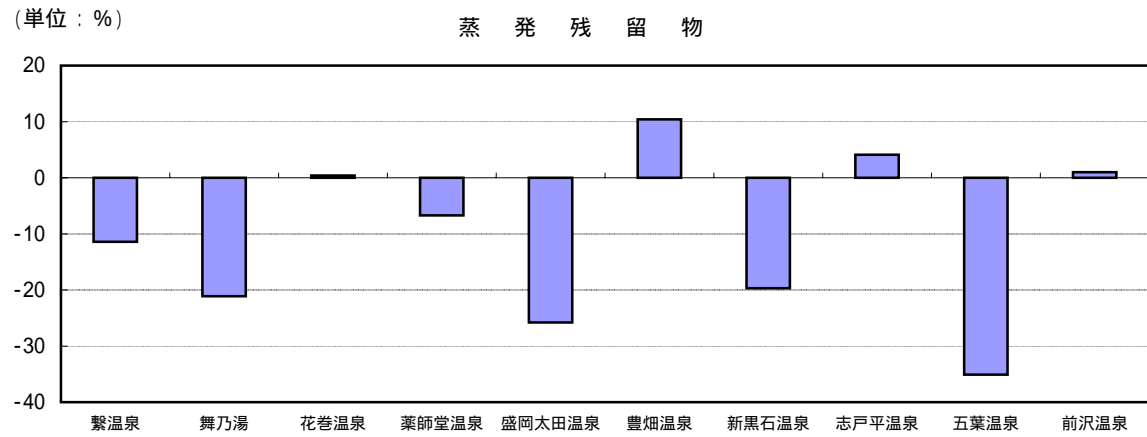
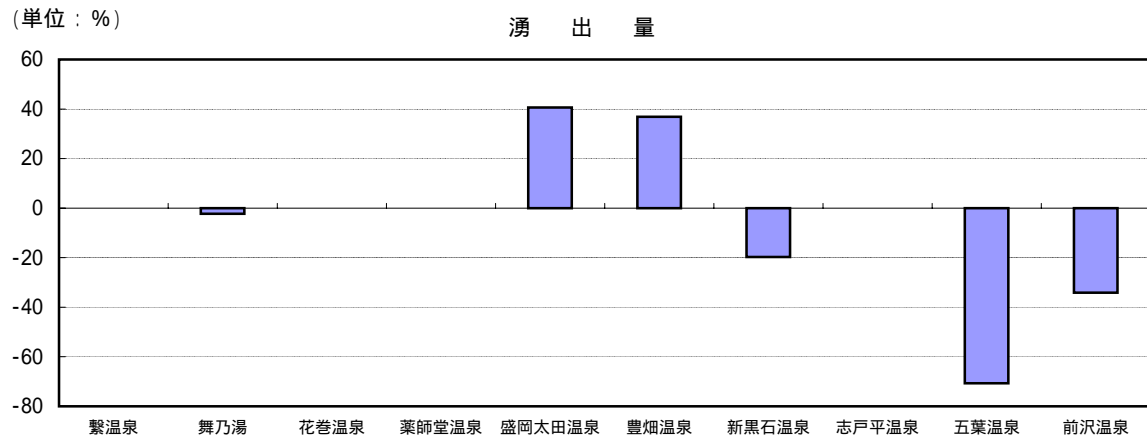
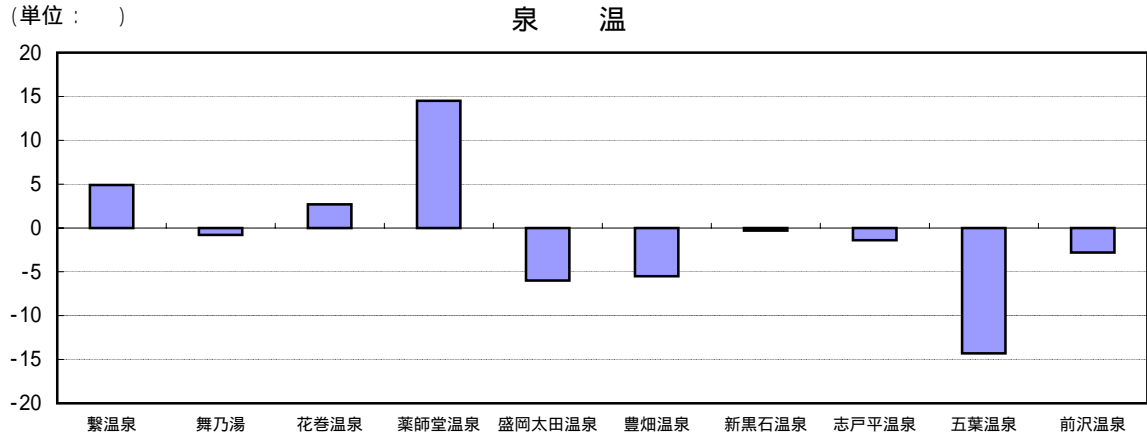


図 3 泉温、湧出量、蒸発残留物の当初との比較

表 2 源泉の分析結果

源泉名	1			2		
	繋温泉			舞乃湯温泉		
	混合泉(至光の湯と瑞光の湯)			舞乃湯		
	前回	今回	増減	前回	今回	増減
調査年月日	H8.4.11	H13.11.15		H8.7.11	H13.11.14	
泉温 ( )	60.2	65.1	4.9	34.5	33.7	-0.8
湧出量 (ℓ/分)	測定不能	499		142	111	-27.9
pH	8.4	9.3	0.9	8.6	8.8	0.2
蒸発残留物 (g/kg)	0.5070	0.4490	-11.4	0.6080	0.4800	-21.1
H <sup>+</sup> (mg/kg)	0.0	0.0		0.0	0.0	
Na <sup>+</sup>	137.5	145.9	6.1	238.6	192.0	-19.5
K <sup>+</sup>	2.4	1.7		2.0	1.4	
Mg <sup>2+</sup>	0.1	0.0		0.8	0.3	
Ca <sup>2+</sup>	11.6	11.5	-0.9	11.0	1.2	-89.1
Fe <sup>2+</sup> +Fe <sup>3+</sup>	0.2	0.0		0.5	1.0	
Mn <sup>2+</sup>	0.0	0.0		0.0	0.0	
Al <sup>3+</sup>	0.0	0.0		0.3	0.0	
Li <sup>+</sup>	0.0	0.2		0.0	0.0	
F <sup>-</sup>	3.6	3.7		2.6	2.2	
Cl <sup>-</sup>	80.7	72.3	-10.4	93.3	15.2	-83.7
HS <sup>-</sup>	0.1	5.6		0.0	0.0	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	183.4	173.8	-5.2	4.3	0.8	-81.4
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	38.2	45.9	20.2	475.7	452.8	-4.8
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0.8	3.2		14.3	11.2	
OH <sup>-</sup>	0.0	0.0		0.0	0.0	
Br <sup>-</sup>	0.0	0.3		0.6	0.1	
I <sup>-</sup>	0.0	0.0		0.0	0.0	
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>						
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	61.8	57.6		23.8	21.7	
HBO <sub>2</sub>	3.1	5.6		2.6	5.0	
溶存物質 (g/kg)	0.5237	0.5480	4.6	0.8704	0.7058	-18.9
CO <sub>2</sub> (mg/kg)	0.2	0		2.0	1.2	
H <sub>2</sub> S	0.1	0		0.0	0.0	
As	0.01未満	0.01未満		0.01未満	0.01未満	
Cu	0.01未満	0.01未満		0.01未満	0.01未満	
Pb	0.01未満	0.01未満		0.01未満	0.01未満	
Hg	0.0001未満	0.0001未満		0.0001未満	0.0001未満	
ラドン (10 <sup>-10</sup> Ci)	2.76			8.55		
泉質 前回	単純温泉 (低張性弱アルカリ性高温泉)			アルカリ性単純温泉 (低張性アルカリ性温泉)		
泉質 今回	単純硫酸泉(低張性アルカリ性高温泉)			アルカリ性単純温泉 (低張性アルカリ性低温泉)		
揚湯深度 (m)	170(掘削 1000)			350(掘削 1200)		
揚湯方法	動力揚湯(水中ポンプ 22kw)			動力揚湯(水中ポンプ 18.5kw)		

3年前から混合泉を止めている

至光の湯のみ使用

源泉名	3			4		
	花巻温泉			薬師堂温泉		
	台川の湯			第二珠玉の湯		
	前回	今回	増減	前回	今回	増減
調査年月日	H8.7.6	H13.11.15		H8.7.25	H13.11.12	
泉温 ( )	55.6	58.3	2.7	28.0	42.5	14.5
湧出量 (ℓ/分)	103	54	-90.7	68.6	測定不能	
pH	8.8	9.0	0.2	7.5	8.2	0.7
蒸発残留物 (g/kg)	1.2945	1.2995	0.4	4.1655	3.8845	-6.7
H <sup>+</sup> (mg/kg)	0.0	0.0		0.0	0.0	
Na <sup>+</sup>	449.4	455.3	1.3	1400.0	1363.4	-2.6
K <sup>+</sup>	2.0	1.9		25.8	28.2	
Mg <sup>2+</sup>	0.0	0.2		13.0	15.2	
Ca <sup>2+</sup>	1.5	2.1	40.0	147.0	120.6	-18.0
Fe <sup>2+</sup> +Fe <sup>3+</sup>	0.0	0.0		3.4	0.0	
Mn <sup>2+</sup>	0.0	0.0		0.3	0.2	
Al <sup>3+</sup>	0.1	0.0		0.6	0.0	
Li <sup>+</sup>	0.0	0.0		0.0	0.0	
F <sup>-</sup>	25.2	25.4		0.0	0.4	
Cl <sup>-</sup>	212.0	214.5	1.2	2351.7	2186.8	-7.0
HS <sup>-</sup>	0.2	0.7		0.0	0.0	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	404.7	373.5	-7.7	59.0	5.0	-91.5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	250.6	240.3	-4.1	161.7	323.6	100.1
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	14.4	9.5		0.4	2.1	
OH <sup>-</sup>	0.0	0.0		0.0	0.0	
Br <sup>-</sup>	0.7	0.4		3.7	7.3	
I <sup>-</sup>	0.0	0.0		0.3	0.6	
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>						
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	58.8	61.2		80.7	67.2	
HBO <sub>2</sub>	36.8	39.4		7.9	12.3	
溶存物質 (g/kg)	1.4564	1.4335	-1.6	4.2555	4.2081	-1.1
CO <sub>2</sub> (mg/kg)	0.6	0.4		8.6	3.2	
H <sub>2</sub> S	0.0	0.0		0.0	0.0	
As	0.02	0.01未満		0.01	0.01未満	
Cu	0.01未満	0.01未満		0.03	0.01未満	
Pb	0.01未満	0.01未満		0.01未満	0.01未満	
Hg	0.0001未満	0.0001未満		0.0001未満	0.0001未満	
ラドン (10 <sup>-10</sup> Ci)	5.12			3.6		
泉質 前回	ナトリウム - 硫酸塩・塩化物・炭酸水素塩泉(低張性アルカリ性高温泉)			ナトリウム - 塩化物泉(低張性中性低温泉)		
泉質 今回	ナトリウム - 硫酸塩・塩化物・炭酸水素塩泉(低張性アルカリ性高温泉)			ナトリウム - 塩化物泉(低張性弱アルカリ性高温泉)		
揚湯深度 (m)	500(掘削 1250)			500(掘削 1000)		
揚湯方法	動力揚湯(水中ポンプ 18.5kw)			動力揚湯(エアリフトポンプ 11kw)		

湧出量はオーバ-フローのため参考値

ポンプ能力以下での揚水のため前回と比較できない



源泉名	5			6		
	盛岡太田温泉			豊畑温泉		
	さんさの湯			フロンティアの湯		
	前回	今回	増減	前回	今回	増減
調査年月日	H8.9.12	H13.11.15		H8.9.6	H13.11.13	
泉温 ( )	35.5	29.5	-6	50.7	45.2	-5.5
湧出量 (ℓ/分)	101	142	28.9	187	256	27.0
pH	8.0	8.4	0.4	7.8	7.5	-0.3
蒸発残留物 (g/kg)	0.3930	0.2915	-25.8	0.9315	1.0285	10.4
H <sup>+</sup> (mg/kg)	0.0	0.0		0.0	0.0	
Na <sup>+</sup>	86.5	56.7	-34.5	290.0	326.8	12.7
K <sup>+</sup>	8.5	6.0		6.1	5.4	
Mg <sup>2+</sup>	2.6	2.9		3.5	3.8	
Ca <sup>2+</sup>	125.0	17.0	-86.4	22.6	23.6	4.4
Fe <sup>2+</sup> +Fe <sup>3+</sup>	1.2	0.5		1.6	4.1	
Mn <sup>2+</sup>	0.0	0.0		0.0	0.1	
Al <sup>3+</sup>	0.3	0.0		0.0	0.0	
Li <sup>+</sup>	0.0	0.0		0.4	0.3	
F <sup>-</sup>	0.4	0.4		2.4	2.8	
Cl <sup>-</sup>	8.8	4.0	-54.5	144.3	170.7	18.3
HS <sup>-</sup>	0.2	0.1		1.0	0.2	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	9.4	8.5	-9.6	80.8	66.0	-18.3
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	273.0	202.3	-25.9	525.2	529.3	0.8
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	2.2	1.8		2.7	0.7	
OH <sup>-</sup>	0.0	0.0		0.0	0.0	
Br <sup>-</sup>	0.0	0.0		0.0	0.3	
I <sup>-</sup>	0.0	0.0		0.0	0.2	
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>						
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	126.6	125.9		45.0	40.1	
HBO <sub>2</sub>	2.6	2.8		49.6	47.8	
溶存物質 (g/kg)	0.5348	0.4297	-19.7	1.1752	1.2276	4.5
CO <sub>2</sub> (mg/kg)	4.4	1.5		13.0	25.6	
H <sub>2</sub> S	0.0	0.0		0.2	0.1	
As	0.01未満	0.03		0.88	0.14	
Cu	0.01未満	0.01未満		0.01未満	0.01未満	
Pb	0.01未満	0.01未満		0.01未満	0.01未満	
Hg	0.0001未満	0.0001未満		0.0001未満	0.0001未満	
ラドン (10 <sup>-10</sup> Ci)	5.01			9.12		
泉質 前回	単純温泉(低張性弱アルカリ温泉)			ナトリウム・炭酸水素塩・塩化物泉(低張性弱アルカリ性高温泉)		
泉質 今回	単純温泉(低張性弱アルカリ低温泉)			ナトリウム・炭酸水素塩・塩化物泉(低張性弱アルカリ性高温泉)		
揚湯深度 (m)	500(掘削 1200)			600(掘削 600)		
揚湯方法	動力揚湯(水中ポンプ 19.5kw)			動力揚湯(水中ポンプ 15kw)		

源泉名	7			8		
	新黒石温泉			志戸平温泉		
	御嶽の湯			たけの湯		
	前回	今回	増減	前回	今回	増減
調査年月日	H8.11.21	H13.11.13		H9.1.14	H13.11.14	
泉温 ( )	51.5	51.2	-0.3	69.2	67.8	-1.4
湧出量 (ℓ/分)	157	167	6.0	262	69	-279.7
pH	7.5	7.8	0.3	8.4	8.2	-0.2
蒸発残留物 (g/kg)	2.6955	2.1635	-19.7	0.8285	0.8625	4.1
H <sup>+</sup> (mg/kg)	0.0	0.0		0.0	0.0	
Na <sup>+</sup>	847.6	735.1	-13.3	202.8	214.8	5.9
K <sup>+</sup>	14.3	8.3		3.4	3.2	
Mg <sup>2+</sup>	12.2	6.6		0.3	0.0	
Ca <sup>2+</sup>	54.2	36.8	-32.1	48.0	55.8	16.3
Fe <sup>2+</sup> +Fe <sup>3+</sup>	1.9	0.3		0.0	0.0	
Mn <sup>2+</sup>	0.2	0.1		0.0	0.0	
Al <sup>3+</sup>	0.3	0.0		0.8	0.0	
Li <sup>+</sup>	0.1	0.1		0.2	0.1	
F <sup>-</sup>	0.4	0.4		7.1	6.8	
Cl <sup>-</sup>	1112.0	871.2	-21.7	95.6	91.4	-4.4
HS <sup>-</sup>	0.0	0.0		0.2	0.0	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	329.0	250.4	-23.9	367.0	381.0	3.8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	249.4	268.6	7.7	43.4	40.2	-7.4
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0.6	0.7		0.7	0.3	
OH <sup>-</sup>	0.0	0.0		0.0	0.0	
Br <sup>-</sup>	3.2	2.8		0.0	0.2	
I <sup>-</sup>	0.1	0.8		0.0	0.0	
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>						
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	95.7	99.5		54.9	55	
HBO <sub>2</sub>	26.1	23.8		13.3	12.7	
溶存物質 (g/kg)	2.7473	2.3355	-15.0	0.8385	0.8647	3.1
CO <sub>2</sub> (mg/kg)	13.2	6.5		0.3	0.4	
H <sub>2</sub> S	0.0	0.0		0.0	0	
As	0.02	0.01未満		0.06	0.02	
Cu	0.01未満	0.01未満		0.01未満	0.01未満	
Pb	0.01未満	0.01未満		0.01未満	0.01未満	
Hg	0.0001未満	0.0001未満		0.0001未満	0.0001未満	
ラドン (10 <sup>-10</sup> Ci)	1.68			1.66		
泉質 前回	ナトリウム - 塩化物泉(低張性弱アルカリ高温泉)			単純温泉(低張性弱アルカリ高温泉)		
泉質 今回	ナトリウム - 塩化物泉(低張性弱アルカリ高温泉)			単純温泉(低張性弱アルカリ高温泉)		
揚湯深度 (m)	600(掘削 900)			200(掘削 1000)		
揚湯方法	動力揚湯(水中ポンプ 18.5kw)			動力揚湯(水中ポンプ 22kw)		

温泉の循環ろ-ん-ろ-採取のため湧出量は参考値

源泉名	9			10		
	五葉温泉			前沢温泉		
	高原の湯			舞鶴の湯 1号泉		
	前回	今回	増減	前回	今回	増減
調査年月日	H9.2.7	H13.11.13		H9.2.25	H13.11.14	
泉温 ( )	36.1	21.8	-14.3	42.8	40	-2.8
湧出量 (ℓ/分)	222	65	-241.5	185	133	-38.8
pH	9.9	10.3	0.4	8.9	8.9	0
蒸発残留物 (g/kg)	0.1895	0.1230	-35.1	2.0495	2.0700	1.0
H <sup>+</sup> (mg/kg)	0.0	0.0		0.0	0.0	
Na <sup>+</sup>	38.5	33.9	-11.9	710.4	691.1	-2.7
K <sup>+</sup>	1.2	0.2		4.9	0.4	
Mg <sup>2+</sup>	0.7	0.0		0.1	0.1	
Ca <sup>2+</sup>	5.4	1.7	-68.5	40.7	61.5	51.1
Fe <sup>2+</sup> +Fe <sup>3+</sup>	3.0	0.0		0.0	0.0	
Mn <sup>2+</sup>	0.0	0.0		0.0	0.0	
Al <sup>3+</sup>	3.4	0.1		0.1	0.0	
Li <sup>+</sup>	0.0	0.0		0.0	0.0	
F <sup>-</sup>	0.5	0.4		2.3	2.3	
Cl <sup>-</sup>	6.5	3.6	-44.6	1173.7	1103.0	-6.0
HS <sup>-</sup>	0.3	0.0		0.3	0.0	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	28.3	13.5	-52.3	3.0	1.5	-48.8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	45.4	27.0	-40.5	36.8	39.8	8.2
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	19.8	19.0		2.1	1.3	
OH <sup>-</sup>	1.0	1.9		0.0	0.0	
Br <sup>-</sup>	0.0	0.0		2.3	4.4	
I <sup>-</sup>	0.0	0.0		0.8	0.6	
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>						
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	40.0	53.0		32.4	28.6	
HBO <sub>2</sub>	1.1	0.5		26.3	21.8	
溶存物質 (g/kg)	0.1951	0.1533	-21.4	2.0362	2.0100	-1.3
CO <sub>2</sub> (mg/kg)	0.0	0		0.1		
H <sub>2</sub> S	0.0	0		0.0		
As	0.01未満	0.01未満		0.01未満	0.01未満	
Cu	0.01未満	0.01未満		0.02	0.01未満	
Pb	0.01未満	0.01未満		0.01未満	0.01未満	
Hg	0.0001未満	0.0001未満		0.0001未満	0.0001未満	
ラドン (10 <sup>-10</sup> Ci)	1.57					
泉質 前回	アルカリ性単純温泉(低張性アルカリ性温泉)			ナトリウム - 塩化物泉(低張性アルカリ性高温泉)		
泉質 今回	冷鉱泉(低張性アルカリ性冷鉱泉)			ナトリウム - 塩化物泉(低張性アルカリ性温泉)		
揚湯深度 (m)	300(掘削 2000)			480(掘削 1011)		
揚湯方法	動力揚湯(水中ポンプ 52kw)			動力揚湯(水中ポンプ 18.5kw)		

水中ポンプの位置が1500mから300mへ

資料

室内空気中の化学物質の調査研究

三浦 通利 菅野 淳

平成13年度厚生科学研究の分担研究として県内の新築の一般住宅7家屋を対象に室内空気中の揮発性有機化合物(VOC)を測定した。固相(活性炭)吸着-溶媒抽出-GC/MS法による分析条件設定の結果、設定対象とした126物質中、121物質の分析が可能であり、室内空気からは、7家屋全体で74物質が検出された。

はじめに

本調査研究は、平成13年度厚生科学研究「化学物質過敏症等室内空気中化学物質に係わる疾病と総化学物質の存在量の検討と要因解明に関する研究」の一環であり、室内空気中化学物質を総合的に評価するため、総揮発性有機化合物(TVOC)の測定方法の確立と我が国における実態の把握を目的として、国立医薬品食品衛生研究所(以下「国衛研」という。)が中心となり、全国25か所の地方衛生研究所が参加して実施されたものである。当センターは、県内の一般住宅7家屋を対象に室内空気中の総揮発性有機化合物(TVOC)に係る調査・測定を分担した。

調査方法

1 調査対象

調査は、平成13年12月、築後0.3~9.1か月を経過した7家屋につき実施した。その概況は、表1のとおりである。なお、これら家屋の住人の健康状況等に関しては、アンケート調査票による聞き取り調査を行なったが、調査時には、シックハウス症状を訴える者はなかった。

2 試料採取方法

空気試料の採取は、対象物質群として揮発性有機化合物(VOC)とアルデヒド類、それぞれについて、ポンプを用いて吸引する方法(アクティブ法)と拡散吸着法(パッシブ法)の2通りの方法で行なった。

使用した捕集管、通気量等は、表2のとおりである。採取場所は、室内と屋外各1か所ずつ、吸引のポンプはジ-エルガイソ(株)製SP208-100Dualを室内用に、同SP204-500Dualを屋外用に用いた。

なお、対象物質群のうちアルデヒド類は、国衛研が全国分をまとめて測定するため、各地方衛生研究所は試料採取のみ行った。

表1 調査対象家屋の概況

No	調査月日	所在地	築後月数 <small>(注)</small>	建築様式	気密性
01	12.8~9	盛岡市	1.3	木造戸建	通常
02	12.10~11	盛岡市	0.8	木造戸建	通常
03	12.12~13	遠野市	0.7	木造戸建	高気密
04	12.13~14	花巻市	0.7	木造戸建	高気密
05	12.14~15	矢巾町	5.6	木造戸建	高気密
06	12.19~20	盛岡市	9.1	木造戸建	高気密
07	12.24~25	盛岡市	0.3	木造戸建	高気密

注) 築後月数 = 引渡し後経過日数 ÷ 30

表2 サンプルング用捕集管等

対象物質	捕集方法	捕集管	通気量 又は 暴露時間
VOC	アクティブ	ORB091L (スバル製)	100ml/min 24時間
	パッシブ	パッシブガスチューブ (柴田科学製)	24時間
アルデヒド類	アクティブ	DNPHカートリッジ (スバル製)	100ml/min 24時間
	パッシブ	DSD-DNPH (スバル製)	24時間

3 測定方法の概要

各地方衛生研究所が担当したVOCの測定方法

は、固相（活性炭）吸着 - 溶媒抽出 - ガスクロマトグラフ質量分析法である。抽出方法は、次のとおりである。

試料の前処理(溶媒抽出)方法  
(アクティブ法、パッシブ法とも同じ)  
採取後の捕集管 活性炭を取出し 4mlハイアル瓶に移し入れ カスタイトシリジを用いて二硫化炭素 2ml を入れ、栓をして泡が出なくなるまで振り混ぜ 内標準溶液(トルエン D8 100ng/μlメタノール溶液)を 10μl 添加 さらに時々振り混ぜながら2時間放置 上澄みをバースツールビットで静かに吸上げ 2ml ハイアル瓶に移し入れ GC/MS で測定

測定対象物質は、できるだけ数多くの化学物質の分析条件の検討と実態把握を目的とするため、別表 1 に示す総数126物質であり、国衛研が配付した混合標準液を用いて各地方衛生研究所が各々保有機器により分析条件を設定した。

当センターにおいて使用した分析装置及び分析条件の概要は、表 3 に示すとおりである。

表 3 分析装置及び分析条件の概要

GC/MS メーカー・機種	HP 5890 SERIES / HP 5971A
使用カラム (長さ,内径,膜厚)	J&W DB-1301 (60m, 0.25mm, 1μ m)
キャリアーガス	ヘリウム 120kPa 定圧
GC 注入量	2μ l
注入モード	スプリット、スプリット比 1:20
昇温条件	40 (10min) - 3 /min 140 - 5 /min 240 - 20 /min 300 (8.7min)、Total 75min
注入口温度	250
インターフェイス温度	260

なお、次に掲げる 5 物質は、抽出溶媒の二硫化炭素より保持時間が早いため測定不可能であったので、測定可能物質は、126 物質中 121 物質となった。

(測定不可能だった物質)  
2-Propanol, Acetone, Ethanol,  
Dimethoxymethane, Methylacetate

なお、パッシブ法については、気中濃度/吸着量の換算係数から気中濃度を算出するものであり、今回は多数の実測データを基に既存の換算

係数の確認又は換算係数が未確認の物質の係数を決定するのが目的であり、現在、国衛研で検討中である。

### 結果概要及び考察

アクティブ法による測定結果を別表 2 に掲げた。家屋別に検出物質数、検出濃度の総合計量と高濃度上位 10 物質の濃度等を示すと、表 4 のとおりとなる。

室内空気から検出された物質数は、家屋別では 42 物質 ~ 58 物質、全体では 74 物質であった。

合計量では、家屋 No.04,06,07 が、総揮発性有機化合物の暫定目標値 400μ g/m<sup>3</sup> を超えていた。

個別物質では、家屋No.04,07のトルエン（それぞれ585, 1200μ g/m<sup>3</sup>）が指針値260μg /m<sup>3</sup>を、家屋No.06のパラジクロロベンゼン(428μg/m<sup>3</sup>)が指針値240μg /m<sup>3</sup>を、それぞれ超過していた。

また、家屋 No.06 では、まだ指針値が設定されていないジクロロメタンが 623μg /m<sup>3</sup> と高濃度を示した。

概して高濃度を示す物質は限定されており、高濃度上位 10 位内に出現した頻度(軒数/7軒中)が高かった物質を挙げると、(7/7)=トルエン、(5/7)=キシレン、トリメチルベンゼン、ピネン、(4/7)=エチルベンゼン、n-デカン、n-ドデカン、n-ウンデカン、リモネン、(3/7)=メチルエチルケトン、酢酸エチル、パラジクロロベンゼン、(2/7)=ジクロロメタン、ロンギフォレン、n-ノナン、3-カレン(以上 16 物質)となり、このような物質を優先して重点的に対策をとることが揮発性有機化合物の総量の削減に有効と考えられる。

今後、全国の調査結果を解析することにより判明する室内空气中化学物質の実態を踏まえ、個別物質については、高濃度に出現する指針値未設定の物質は優先的に毒性学的知見を集積して指針値を定めるほか、総揮発性有機化合物量に関しては、混合状態の毒性評価に基づく より的確な評価方法の確立が望まれる。

表4 家屋別、室内空気中高濃度上位物質

濃度単位：μg/m<sup>3</sup>

家屋No.	01	02	03	04	05	06	07	
築後月数	1.3	0.8	0.7	0.7	5.6	9.1	0.3	
気密性	通常	通常	高気密	高気密	高気密	高気密	高気密	
検出物質数	42	58	52	56	51	50	55	
検出濃度の総合計	145	289	339	1078	175	1346	3400	
高濃度上位10物質	1	ピネン 509	メチルシクロヘキサン 38.4	パラジクロロベンゼン 85.6	トルエン 585	トルエン 43.3	ジクロロメタン 623	トルエン 1200
	2	トルエン 192	トルエン 29.6	トルエン 57.3	キシレン 134	ピネン 28.0	パラジクロロベンゼン 428	キシレン 599
	3	n-トリデカン 138	n-デカン 24.8	ピネン 26.5	エチルベンゼン 99.6	酢酸エチル 11.7	キシレン 67.3	エチルベンゼン 579
	4	n-テトラデカン 6.4	キシレン 17.8	テキサノール 121.8	3-カレン 68.5	キシレン 9.0	n-ウンデカン 40.8	n-デカン 198
	5	ロンギフォレン 6.3	n-ウンデカン 16.5	トリメチルベンゼン 14.0	ピネン 41.9	リモネン 8.5	n-デカン 37.9	n-ウンデカン 102
	6	3-カレン 6.1	ピネン 15.0	リモネン 10.5	リモネン 24.8	クロロホルム 7.8	エチルベンゼン 18.6	メチルイソブチルケトン 93.4
	7	リモネン 5.1	n-ノナン 13.8	酢酸エチル 10.5	メチルイソブチルケトン 20.3	エチルベンゼン 6.7	スチレン 16.9	メチルイソブチルケトン 67.0
	8	n-ドデカン 4.8	酢酸ブチル 12.1	シクロヘキサン 9.9	酢酸エチル 12.3	パラジクロロベンゼン 5.0	n-ヘキサン 16.4	トリメチルベンゼン 64.9
	9	n-デカン 4.6	トリメチルベンゼン 11.9	メチルイソブチルケトン 8.5	n-ドデカン 7.8	ロンギフォレン 4.0	トリメチルベンゼン 14.4	n-ドデカン 52.7
	10	トリメチルベンゼン 4.4	n-ドデカン 10.2	n-ウンデカン 8.4	1-ブタノール 7.1	ジクロロメタン 3.9	トルエン 11.9	n-ノナン 52.5
高濃度10物質の合計濃度	122	152	253	1001	128	1275	3009	
10物質が総合計に占める割合	84%	52%	75%	93%	73%	95%	88%	

注) キシレンは、o-,m-,p-、ピネンは、-、-、トリメチルベンゼンは、1,2,4-、1,3,5-、1,2,3-の各異性体の合計量を表示。

網掛け表示は、これまでに指針値が策定されている物質。太枠で囲んだのは、指針値を超過したものの。

別表1 測定対象物質一覧

**芳香族炭化水素  
(Aromatic Hydrocarbons)**

No.	Name
1	Benzene
2	Toluene
3	Ethylbenzene
4,5,6	Xylene ( o-,m-,p-)
7	Isopropylbenzene
8	1-Propenylbenzene
9	n-Propylbenzene
10,11,12	Trimethylbenzene (1,2,4-, 1,3,5-, 1,2,3-)
13	1,2,4,5-Tetramethylbenzene
14	1-Methyl-3-propylbenzene
15	n-Butylbenzene
16,17	Diisopropylbenzene (1,3-, 1,4-)
18	Ethynylbenzene
19,20,21	Methylstyrene ( o-,m-,p-)
22	-Methylstyrene
23	2-Ethyltoluene
24	Styrene
25	Naphthalene
26	4-Phenylcyclohexene

26物質

**脂肪族炭化水素  
(Aliphatic Hydrocarbons)**

No.	Name
1	n-Hexane
2,3	Methylhexane (2-,3-)
4	n-Heptane
5	n-Octane
6	n-Nonane
7,8	Methyloctane (2-,3-)
9	2-Methylnonane
10	3,5-Dimethyloctane
11	n-Decane
12	n-Undecane
13	n-Dodecane
14	n-Tridecane
15	n-Tetradecane
16	n-Pentadecane
17	n-Hexadecane
18,19	Methylpentane (2-,3-)
20	1-Octene
21	1-Decene
22	2,4-Dimethylpentane
23	2,2,4-Trimethylpentane

23物質

**環状炭化水素  
(Cycloalkanes)**

No.	Name
1	Methylcyclopentane
2	Cyclohexane
3	1,4-Dimethylcyclohexane
4,5	1-Methyl-4-methylethylcyclohexane (cis-,trans-)
6	Methylcyclohexane

6物質

**テルペン類  
(Terpenes)**

No.	Name
1	3-Carene
2,3	Pinene ( -, -)
4	Camphene
5	Longifolene
6	-Cedrene
7	Caryophyllene
8	Limonene
9	Camphor
10	Menthol

10物質

**アルコール類  
(Alcohols)**

No.	Name
1	1-Propanol
2	2-Methyl-2-propanol
3	2-Methyl-1-propanol
4	1-Butanol
5	1-Pentanol
6	1-Hexanol
7	Cyclohexanol
8	1-Octanol
9	2-Ethyl-1-hexanol
10	Phenol
11	Texanol
12	2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol
13	Methyl-t-butylether
14	Propylene glycol
15	Dimethoxyethane
16	2-Methoxyethanol
17	2-Ethoxyethanol
18	2-Butoxyethanol
19	1-Methoxy-2-propanol
20	2-Butoxyethoxyethanol
21	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol
22	Ethanol
23	2-Propanol
24	Dimethoxymethane

24物質

**ケトン類  
(Ketons)**

No.	Name
1	3-Methyl-2-butanone
2	Methylethylketone
3	Methylisobutylketone
4	Acetophenone
5	Acetone

5物質

**含ハロゲン類  
(Halocarbons)**

No.	Name
1	Dichloromethane
2	Carbon tetrachloride
3	1,2-Dichloroethane
4	Trichloroethylene
5	Tetrachloroethylene
6	1,1,1-Trichloroethane
7	1,4-Dichlorobenzene
8	1,2-Dichloropropane
9	Chlorodibromomethane
10	Chloroform

10物質

**エステル類  
(Esters)**

No.	Name
1	Vinylacetate
2	Butylformate
3	Isobutylacetate
4	Ethylacetate
5	Propylacetate
6	Butylacetate
7	Isopropylacetate
8	2-Methoxyethylacetate
9	2-Ethoxyethylacetate
10	2-Ethylhexylacetate
11	Linaloolacetate
12	Methacrylic acid methyl ester
13	TXIB
14	Methylacetate

14物質

**フタル酸エステル類  
(Phthalates)**

No.	Name
1	Dimethyl phthalate
2	Dibutyl phthalate

2物質

**その他  
(Other)**

No.	Name
1	1,4-Dioxane
2	n-Methyl-2-pyrrolidone
3	Caprolactam
4	Indene
5	2-Pentylfuran
6	Tetrahydrofuran

6物質

総数 126物質  
 測定不能 5物質  
 測定可能数 121物質  
 室内空気から検出 74物質

別表2 アクティブ法による測定結果

(検出物質のみ表示)

表示単位: 気中濃度  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

No.	Compounds \ 調査家屋No.	室内							屋外						
		01	02	03	04	05	06	07	01	02	03	04	05	06	07
	<b>芳香族炭化水素</b> 検出物質数	15	17	16	17	14	17	17	7	7	7	7	7	7	11
1	Benzene	1.13	3.22	1.47	1.78	2.42	1.11	2.80	0.914	1.13	1.59	1.75	1.15	0.911	2.49
2	Toluene	19.2	29.6	57.3	585	43.3	11.9	1200	1.54	2.99	3.14	2.86	1.83	2.39	11.2
3	Ethylbenzene	1.39	8.04	4.41	99.6	6.68	18.6	579	0.356	0.472	0.642	0.732	0.517	0.463	4.40
4,5	m-Xylene + p-Xylene	1.70	11.9	5.73	102	6.65	52.8	454	0.696	0.804	1.27	0.948	0.667	0.891	5.10
6	o-Xylene	0.835	5.89	2.07	32.2	2.36	14.5	145	0.216	0.354	0.508	0.393	0.336	0.353	1.76
7	Isopropylbenzene	0	0.694	0.306	0.449	0	0.839	3.18	0	0	0	0	0	0	0
9	n-Propylbenzene	0.430	1.16	3.18	0.818	0.233	1.42	4.89	0	0	0	0	0	0	0.277
10	1,2,4-Trimethylbenzene	2.94	7.28	3.71	3.94	1.29	8.30	40.3	0.353	0.394	0	0.343	0.276	0.344	1.39
11	1,3,5-Trimethylbenzene	0.759	2.36	9.50	1.13	0.325	3.75	9.80	0	0	0	0	0	0	0.427
12	1,2,3-Trimethylbenzene	0.733	2.24	0.818	1.13	0.292	2.31	14.8	0	0	0	0	0	0	0.294
13	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	0.210	0.909	0.466	0.545	0.199	0.534	2.35	0	0	0	0	0	0	0
14	1-Methyl-3-propylbenzene	0.418	1.55	0.376	0.801	0	1.93	9.87	0	0	0	0	0	0	0
15	n-Butylbenzene	0	0.806	0	0	0	0.920	5.07	0	0	0	0	0	0	0
23	2-Ethyltoluene	1.00	2.20	0.706	1.17	0.292	1.55	13.5	0	0	0.180	0	0	0	0.436
24	Styrene	0.665	1.31	7.08	3.69	0.875	16.9	15.8	0	0	0	0	0	0	0
25	Naphthalene	0.213	0.230	4.71	0.337	1.22	1.70	4.06	0	0	0	0	0	0	0
26	4-Phenylcyclohexene	0	0	0	0.246	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>脂肪族炭化水素</b> 検出物質数	15	16	13	16	14	16	17	3	1	3	3	1	2	12
1	n-Hexane	0.582	1.06	0.450	0.657	1.96	16.4	34.4	0.384	0.286	0.641	0.430	0.328	0.034	1.14
2	2-Methylhexane	0	0	1.11	0.811	1.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3-Methylhexane	0	0	0	0.873	0.981	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	n-Heptane	0.974	1.21	5.24	1.55	1.18	0.689	2.08	0	0	0	0	0	0	0.647
5	n-Octane	1.15	2.98	0	1.43	0	1.06	5.92	0	0	0	0	0	0	0
6	n-Nonane	2.38	13.8	1.58	3.51	0	10.8	52.5	0	0	0	0	0	0	1.03
7	2-Methyloctane	0	3.19	0	0.912	0	1.79	6.37	0	0	0	0	0	0	0.514
8	3-Methyloctane	0.488	2.26	0.290	0.660	0	1.51	4.69	0	0	0	0	0	0	0.339
9	2-Methylnonane	0.668	3.62	0.765	0.807	0	3.80	17.9	0	0	0	0	0	0	0
11	n-Decane	4.60	24.8	6.13	7.76	0.657	37.9	198	0	0	0	0	0	0	1.31
12	n-Undecane	3.43	16.5	8.42	6.48	0.489	40.8	102	0	0	0	0	0	0	0.817
13	n-Dodecane	4.78	10.2	4.10	3.82	0.785	4.14	52.7	0	0	0	0	0	0	0.537
14	n-Tridecane	13.8	5.29	2.11	1.94	0.958	2.38	26.9	0	0	0	0	0	0	0.340
15	n-Tetradecane	6.37	4.09	2.42	1.43	2.22	3.01	10.7	0	0	0	0	0	0	0
16	n-Pentadecane	0.681	1.46	0.910	0.776	0.850	0.787	2.15	0	0	0	0	0	0	0
17	n-Hexadecane	0.257	2.30	1.08	0.641	0.653	0.589	0.945	0	0	0	0	0	0	0
18	2-Methylpentane	0.709	0.670	0	0	2.04	2.15	0.606	0.637	0	1.49	0.813	0	0.613	2.07
19	3-Methylpentane	0.394	0.560	0	0	1.33	2.20	0.546	0.287	0	0.870	0.454	0	0	1.28
21	1-Decene	0	0	0	0	0	0	3.45	0	0	0	0	0	0	0
23	2,2,4-Trimethylpentane	0	0	0	0	0.278	0	0	0	0	0	0	0	0	0.386
	<b>環状炭化水素</b> 検出物質数	3	3	2	2	3	2	1	0	0	1	0	0	0	1
1	Methylcyclopentane	0.296	0.340	0	0	0.836	0.961	1.62	0	0	0.455	0	0	0	0.680
2	Cyclohexane	0.372	1.28	9.86	0.737	1.08	0.432	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Methylcyclohexane	0.443	0.545	5.73	1.22	0.893	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>テルペン類</b> 検出物質数	6	6	6	6	7	3	3	0	0	1	0	0	0	1
1	3-Carene	6.06	0.299	1.99	68.5	1.61	1.65	6.94	0	0	0	0	0	0	0
2	alpha-Pinene	47.7	13.6	23.6	30.6	24.9	1.25	3.96	0	0	0.203	0	0	0	0.550
4	(+/-)-Camphene P2	1.00	0.342	0.485	2.43	0.926	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	beta-Pinene	3.22	1.43	2.92	11.3	3.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Longifolene	6.31	0	0	0	3.99	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Caryophyllene	0	3.74	2.83	0	2.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Limonene	5.12	7.04	10.5	24.8	8.46	5.24	35.2	0	0	0	0	0	0	0
9	Camphor	0	0	0	3.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>アルコール類</b> 検出物質数	0	2	3	5	3	3	4	0	0	0	0	0	0	0
3	2-Methyl-1-propanol	0	0	0	3.36	0	3.89	11.3	0	0	0	0	0	0	0
4	1-Butanol	0	2.57	1.09	7.10	1.67	1.85	20.4	0	0	0	0	0	0	0
5	1-Pentanol	0	0	0	1.85	0	0	1.32	0	0	0	0	0	0	0
9	2-Ethyl-1-hexanol	0	5.13	0.848	1.59	1.06	0	5.13	0	0	0	0	0	0	0
11	Texanol P1	0	0	21.8	3.36	3.69	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	2-Butoxyethanol	0	0	0	0	0	0.889	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>ケトン類</b> 検出物質数	0	3	2	2	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0
2	Methyl ethyl ketone	0	7.28	8.45	20.3	2.46	0.863	93.4	0	0	0	0	0	0	0
3	Methyl isobutyl ketone	0	2.45	1.93	4.73	0	0	67.0	0	0	0	0	0	0	0
4	Acetophenone	0	0.340	0	0	0	0	0.875	0	0	0	0	0	0	0
	<b>含ハロゲン類</b> 検出物質数	2	3	3	2	4	3	3	0	0	0	0	0	2	2
1	Dichloromethane	0	0	4.55	1.57	3.93	623	22.0	0	0	0	0	0	1.50	1.49
2	Carbon tetrachloride	0.667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Tetrachloroethylene	0	0	0	0	0	0	7.75	0	0	0	0	0	0	0
6	1,1,1-Trichloroethane	0	0.350	0	0	1.99	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1,4-Dichlorobenzene	0.557	0.952	85.6	0.345	5.04	428	1.28	0	0	0	0	0	0.300	0.297
10	Chloroform	0	0.289	1.09	0	7.81	0.596	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>エステル類</b> 検出物質数	0	5	5	4	4	3	5	0	0	0	0	0	0	0
1	Vinylacetate	0	0	1.47	0	0	0	7.65	0	0	0	0	0	0	0
3	Isobutylacetate	0	2.48	1.76	1.76	0.958	0	1.03	0	0	0	0	0	0	0
4	Ethylacetate	0	10.1	10.5	12.3	11.7	4.90	16.8	0	0	0	0	0	0	0
6	Butylacetate	0	12.1	3.76	5.78	3.60	2.52	28.3	0	0	0	0	0	0	0
9	2-Ethoxyethylacetate	0	1.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Methacrylic acid methyl ester	0	38.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	TXIB	0	0	0.294	0.252	0.364	0.711	39.2	0	0	0	0	0	0	0
	<b>フタル酸エステル類</b> 検出物質数	1	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	Dimethyl phthalate	0	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Dibutyl phthalate	0.426	2.24	1.31	1.10	1.20	0.232	1.21	0	0	0	0	0	0	0
	<b>その他</b> 検出物質数	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
5	2-Pentylfuran	0	0.270	0.206	0.513	0	0.399	0.876	0	0	0	0	0	0	0
気中濃度総計( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		145	289	339	1078	175	1346	3400	5.4	6.4	11	8.7	5.1	7.8	41



## 資料

### 湿性沈着（霧）に係る実態調査

- 松尾村見返り峠における実態調査 -

高橋 直 酒井 晃二 間山 秀信  
田中館 泰 千葉 紀穂

松尾村見返り峠において、平成 9 年度から平成 13 年度まで湿性沈着（霧）に係る実態調査を行い、次の結果を得た。

- 1 霧水の pH の加重平均値は 4 の前半で推移しており、県内 4 地点の測定局の加重平均値の 5 前後と比較して低い値となっている。
- 2 霧水の成分比では、アンモニウムイオン、硫酸イオン及び硝酸イオンの割合が大きく、県内 4 地点の雨水と比較して違いが見られた。
- 3 霧水は県内雨水と同様に非海塩性硫酸イオンの割合が大きく、海塩由来以外の人為的影響が伺われた。

#### 調査目的

県内の酸性雨の実態を調査し、今後の調査及び対策を検討するための基礎資料を得ることを目的とする。

#### 調査方法

##### 1 調査地点、調査期間、採取方法、サンプリング機関及び分析方法

調査地点及び調査期間等を表 1 に示す。

表 1 調査内容

調査地点	松尾村見返り峠
調査期間	平成 9 年度～平成 13 年度 6 月～10 月
採取方法	パッシブ式霧捕集装置
サンプリング機関	自然公園美化管理財団 八幡平支部
分析機関	環境保健研究センター

##### 2 分析項目及び測定方法

分析項目を表 2 に示した 10 項目とした。測定方法は、「酸性雨等調査法マニュアル（平成 2 年 3 月環境庁大気保全局）<sup>1)</sup>」及び「湿性沈着モニタリング手引き書」（第 2 版）（平成 13 年 3 月環境省地球環境局環境保全対策課 酸性雨研究センター）<sup>2)</sup> に準じた。

表 2 分析項目及び測定方法

分析項目	測定方法
pH	ガラス電極法
EC	導電率計
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> Na <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup>	イオンクロマトグラフ法

#### 調査結果及び考察

##### 1 平成 13 年度調査結果

湿性沈着霧の調査は、平成 9 年度から実施し、平成 13 年度は松尾村見返り峠で 5 月 31 日から 10 月 14 日までの 102 検体について調査した。

その調査結果と県内4地点で実施している酸性雨測定結果(ろ過式採取装置)「以下同じ」を表3に示した。

松尾村見返り峠でのpHの測定結果は平均値で4.14、最大値で6.62、最小値で3.09であり、県内の酸性雨の測定結果の加重平均値4.88、最大値で7.08、最小値4.21及び第4次酸性雨対策調査<sup>3)</sup>の平均値4.82、最大値6.05、最小値4.52と比較すると低い値であった。

また、見返り峠と県内の酸性雨測定結果の成分濃度で比較すると、硫酸イオンが104 $\mu\text{mol/l}$ と29 $\mu\text{mol/l}$ 、硝酸イオンが110 $\mu\text{mol/l}$ と23 $\mu\text{mol/l}$ 、アンモニウムイオンが178 $\mu\text{mol/l}$ と30 $\mu\text{mol/l}$ 、ナトリウムイオンが82 $\mu\text{mol/l}$ と48 $\mu\text{mol/l}$ であり、また、成分総量で比較すると586 $\mu\text{mol/l}$ と219 $\mu\text{mol/l}$ であり両者には数倍の違いがあった。

(図1)これは、霧が地表面付近で発生し、微小滴であるため空中での滞留時間が長く、汚染物質を多量に取り込むことによるものと思われる。

また、成分組成においても見返り峠では硫酸イオン、硝酸イオン及びアンモニウムイオン等が多いのに対し、県内の酸性雨測定結果では塩素イオンとナトリウムイオンが卓越し異なったものとなっている。(図2)

イオンの当量濃度組成比( $\mu\text{eq/l}$ )てみると、見返り峠では硫酸イオンが30%、アンモニウムイオンが26%、硝酸イオンが16%と多いが、県内雨水の調査結果では硫酸イオン、塩素イオン、カルシウムイオン、ナトリウムイオンとも約20%前後で異なったものとなっている。(図3)

海塩粒子の影響の有無を見るため、海塩組成比と比較すると $\text{Cl}^-/\text{Na}^+$ 比(海塩組成:1.17)は、見返り峠で0.86、県内雨水で1.15、 $\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$ 比(海塩組成:0.12)は見返り峠で0.13、県内雨水で0.16、 $\text{Mg}^{2+}/\text{Cl}^-$ 比(海塩組成:0.10)は、見返り峠で0.15、県内雨水で0.14であり、霧水の海塩成分の組成比が海塩組成比の $\pm 25\%$ ( $\text{Cl}^-/\text{Na}^+$ 比0.87~1.46、 $\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$ 比0.09~0.15、 $\text{Mg}^{2+}/\text{Cl}^-$ 比0.75~0.13)を基準とした場合、霧水は海塩粒子の影響を強く受けているものの、人為的・海塩由

来以外の自然的な影響も伺われる。

なお、硫酸イオン中に占める非海塩性硫酸イオンの割合は、見返り峠で0.92、県内雨水で0.90、カルシウムイオン中に占める非海塩性カルシウムイオンイオンの割合は、見返り峠で0.85、県内雨水で0.95と見返り峠と県内雨水とも、多くの割合が非海塩性成分であった。

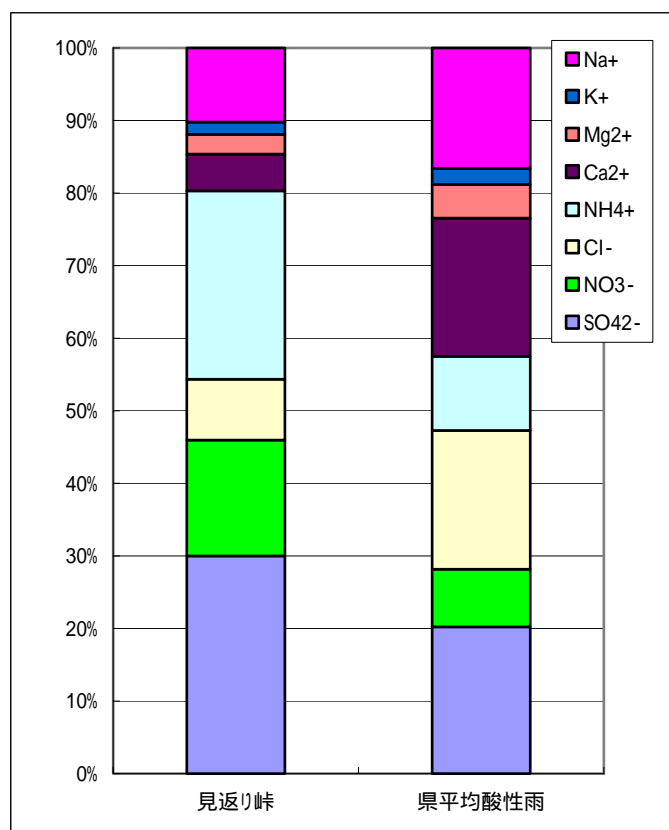


図3 成分組成図

霧水のpHに硫酸イオンと硝酸イオンのどちらかが多く寄与しているかを定性的に推察するために、非海塩性硫酸イオンと硝酸イオンの濃度比(S/N比、当量比)をみると、見返り峠で1.9、県内雨水で2.5と2地点とも非海塩性硫酸イオンがpHの低下に寄与していることが推察された。

## 2 過去5年間における調査結果

平成9年度から13年度までの5年間に実地した342検体の湿性沈着(霧)の調査結果を表4に、pHの経年変化を表5と図4に、また、組成比( $\mu\text{mol/l}$ )の経年変化を図5に示した。

pHについては、1試料毎の変動が大きく最大値と最小値に幅があるが、平均値で見ると4.00~4.40の範囲にあり、県内の酸性雨測定地点の4ヶ所の平

均値 4.88～5.10 よりも低い値となっている。

成分組成の経年変化は、各年度ごとに変動してい

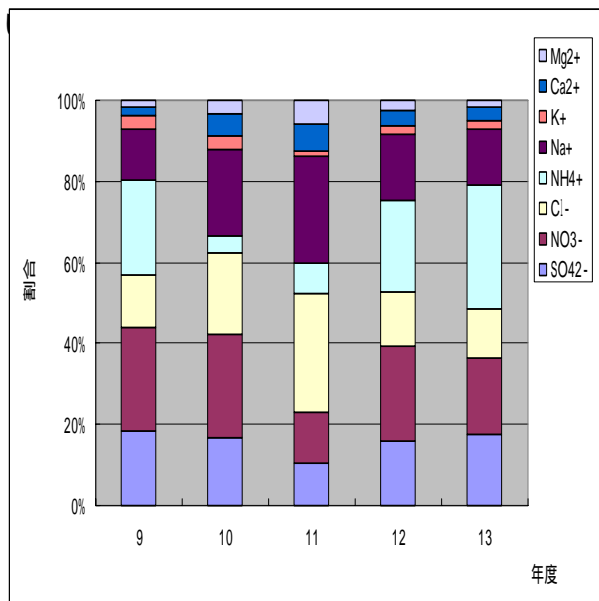


図5 組成比経年変化

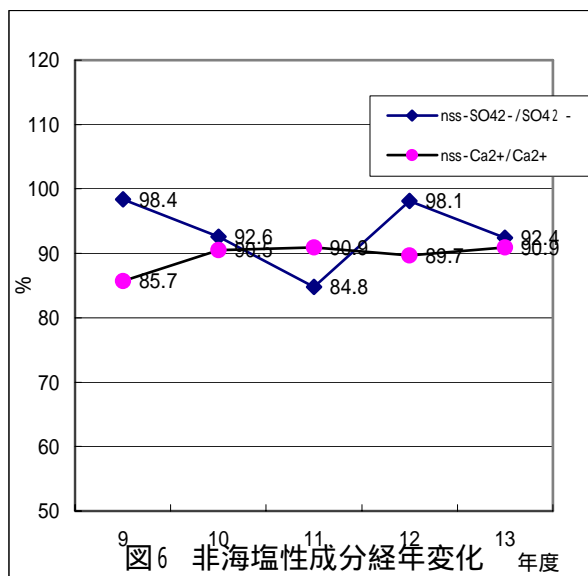


図6 非海塩性成分経年変化

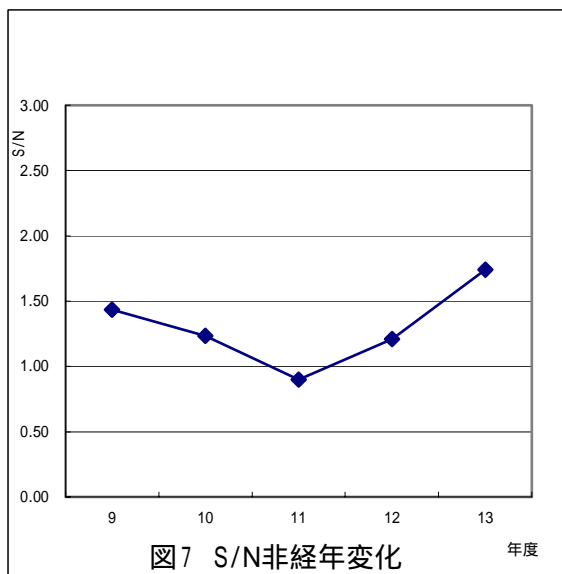


図7 S/N非経年変化

るものの、アンモニウムイオン、硝酸イオン、ナトリウムイオン、硫酸イオンノ割合が大きい。

また、非海塩性成分の経年変化は、図6のとおり硫酸イオンで84～98%、カルシウムイオンで85～90%と大部分が非海塩性成分であった。なお、当量濃度からみたS/N比は、0.9～1.7の範囲にあり、平成9年度から13年度の県内の調査結果の値2.0～2.4と比較するとその影響は小さいものの非海塩性硫酸イオンの影響が伺われた。(図7)

## まとめ

平成9年度から13年度まで湿性沈着(霧)実態調査を松尾村八幡平見返り峠で実施し、次の結果が得られた。

- 1) pHは、4の前半で推移しており、県内の4測定局の値5前後と比較して低い値であった。
- 2) イオンの当量濃度組成比は、硫酸イオン、アンモニウムイオン、硝酸イオン、ナトリウムイオンの割合が大きい。
- 3) 硫酸イオン、カルシウムイオンとも85%以上が非海塩性成分であった。また、当量濃度からみたS/N比は、0.9～1.7の範囲にあり県内の酸性雨調査結果の値よりは小さいものの非海塩性硫酸イオンによるpHの影響が伺われた。

最後に、本調査の実施にあたり協力いただき

た自然公園美化管理財団八幡平支部の方々に深く感謝いたします。

### 参 考 文 献

- 1) 環境庁大気保全局;「酸性雨等調査法マニュアル(平成2年3月)
- 2) 地球環境局環境保全対策課酸性雨研究センター :「湿性沈着モニタリング手引き書」(第2版)(平成13年3月)
- 3) 第4次酸性雨対策の取りまとめ:環境省酸性雨対策検討会(平成14年9月)

表3 調査結果

	pH			mg/l							
	平均	最大	最小	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
見返り峠	4.14	6.62	3.09	9.5	6.5	2.0	3.1	0.7	0.2	0.4	1.5
県内雨水	4.88	7.08	4.21	2.8	1.4	2.0	0.5	0.8	0.2	0.2	1.1

	umol/l							
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
見返り峠	104	110	71	178	18	11	12	82
県内雨水	29	23	56	30	20	8	5	48

	ueq/l							
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
見返り峠	198	105	55	171	33	18	11	67
県内雨水	59	23	56	30	56	13	7	48

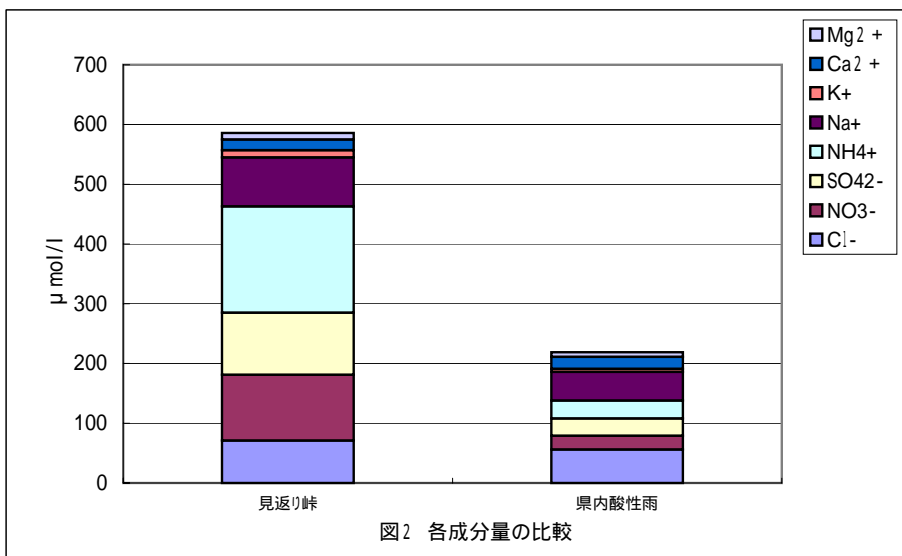
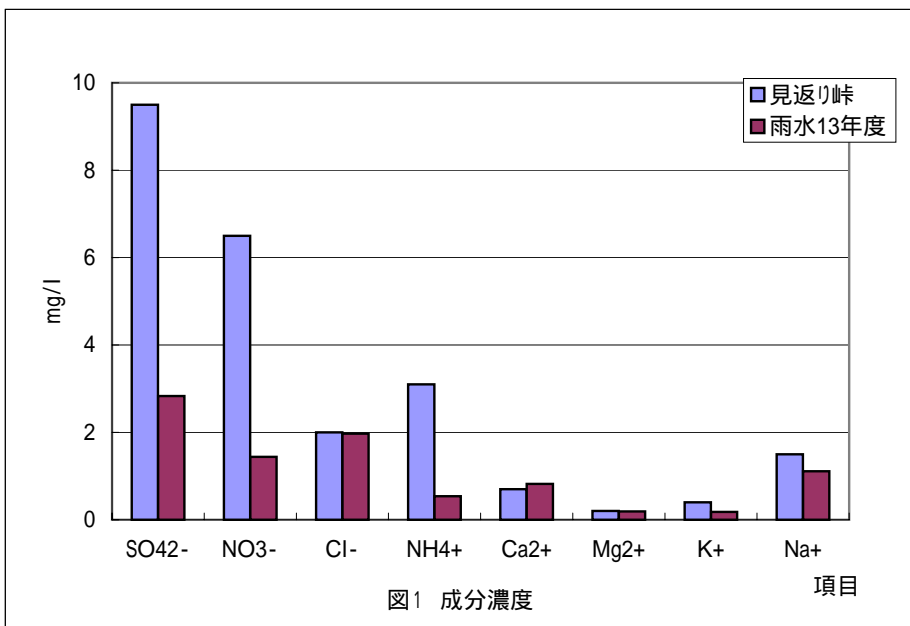


表4 湿性沈着測定結果総括表

年度	調査地点	調査期間	試料数	pH			EC(μS/cm)		
				平均	最大	最小	平均	最大	最小
9	見返峠	7/6-10/21	27	4.40	5.30	3.40	56	430	6
10	見返峠	5/29-10/18	39	4.37	5.80	3.13	54	872	2
11	見返峠	6/5-11/2	63	4.09	5.36	2.82	148	3620	3
12	見返峠	5/22-10/18	111	4.00	5.78	2.62	97	2582	4
13	見返峠	5/31-10/14	102	4.14	6.62	3.09	72	542	3

平成9年度のpH、EC及び各イオン濃度の値は、中央値である。

年度	イオン濃度(μmol/l)							
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
9	61	85	42	78	42	11	7	5
10	68	102	80	18	86	13	21	14
11	191	232	541	138	482	24	121	107
12	117	175	100	168	122	14	29	18
13	104	110	71	178	82	12	18	11

表5 過去5年間のpH(加重平均値)

年度	測定地点	見返り峠	県内酸性雨
9	最大値	5.30	6.90
	最小値	3.40	4.00
	平均値	4.40	5.00
10	最大値	5.80	7.00
	最小値	3.13	4.30
	平均値	4.37	5.10
11	最大値	5.36	7.00
	最小値	2.82	4.40
	平均値	4.09	5.10
12	最大値	5.78	7.08
	最小値	2.62	4.21
	平均値	4.00	4.90
13	最大値	6.62	6.82
	最小値	3.09	4.29
	平均値	4.14	4.88

注 平成9年度見返り峠の値は、中央値

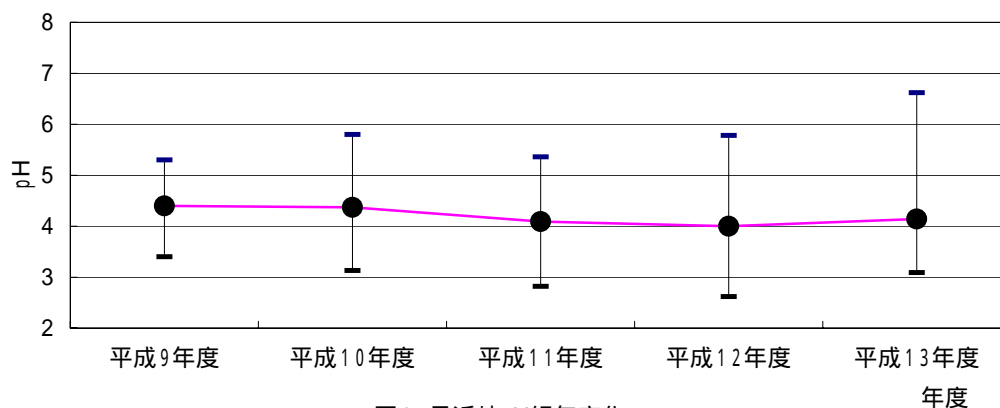


図4 見返峠pH経年変化

## 資料

### 岩手県における環境放射能調査

—(2001年4月～2002年3月)—

田中 館 泰 間山 秀信 千葉 紀穂

#### はじめに

わが国の環境放射能調査は、昭和29年ビキニ環礁における米国の核爆発実験を契機として、開始された。

その後、米国、旧ソ連、中国の大気圏核爆発実験やチェルノブイリ原発事故による放射能汚染のわが国への影響に関する調査・研究が進められてきた。

現在は環境放射能調査体制の整備拡充が図られて、すべての都道府県で「環境放射能水準調査」を実施している。

本県においても、昭和62年12月より、科学技術庁（現文部科学省）の委託を受けて「環境放射能水準調査」を実施しており、環境及び人への影響評価に資するため基礎データの収集に努めている。

ここでは平成13年4月より平成14年3月までの調査結果について報告する。

#### 調査方法

##### 1 調査対象

###### 1) 定時降水の全ベータ放射能

当日9時から翌日の9時までの降水

###### 2) 空間放射線量率

モニタリングポストによる常時モニタリング及びサーベイメータによる定時モニタリング

###### 3) Ge半導体検出器による核種分析

大気浮遊じん、降下物、上水（蛇口水）、土壌、精米 野菜（大根、白菜）、牛乳、日常食、海産生物（ほたて貝）の環境試料中の核種分析

(<sup>137</sup>Cs、<sup>40</sup>K、<sup>131</sup>I など)

##### 2 測定方法

試料の採取、前処理及び空間放射能線量率の測定は、「放射線測定調査委託実施計画書（文部科学省・平成13年度）」、全ベータ放射能測定は文部科学省 放射能測定法シリーズ「全ベータ放射能測定法（昭和51年改定）」、核種分析は同シリーズ「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリ（平成4年改訂）」により実施した。

##### 3 測定装置

###### 1) 全ベータ放射能

GM自動測定器 ALOKA 製 JDC-163

###### 2) 空間放射線量率

モニタリングポスト ALOKA 製 MAR-21

サーベイメータ ALOKA 製 TCS-171

###### 3) Ge半導体核種分析装置

SEIKO-EG&G7700、ORTEC GEM-15180P

#### 調査結果

- 1) 定時降水の全ベータ放射能の結果は表1に示した。年間98回の降水を得たが異常値は認められなかった。
- 2) 空間放射線量率（サーベイメータ及びモニタリングポスト）の結果は表2に示した。異常値は認められなかった。
- 3) Ge半導体検出器による核種分析の結果は表3に示した。月間降下物、土壌及び日常食から<sup>137</sup>Csが検出されたが異常値は認められなかった。

#### 結語

いずれの調査項目においても異常値は認めら

れず、前年度とほぼ同程度の測定値であった。

り、過去3年間の値より高い測定値が観測された。

ただし、降下物の3月測定分は黄砂の影響によ

表1 定時降水試料中の全β放射能調査結果

採取年月	降水量 (mm)	降水の定時採取 (定時降水)			
		放射能濃度 (Bq/l)			月間降下量 (MBq / km <sup>2</sup> )
		測定数	最低値	最高値	
平成13年4月	24.8	4	N.D* <sup>1</sup>	1.9	12.5
5月	95.6	10	N.D	N.D	N.D
6月	20.4	4	N.D	N.D	N.D
7月	234.3	13	N.D	N.D	N.D
8月	132.7	8	N.D	N.D	N.D
9月	39.3	6	N.D	N.D	N.D
10月	100.6	9	N.D	N.D	N.D
11月	60.8	9	N.D	N.D	N.D
12月	38.8	6	N.D	N.D	N.D
平成14年1月	91.2	11	N.D	2.2	5.2
2月	41.5	5	N.D	N.D	N.D
3月	136.1	13	N.D	2.8	70.7
年間値	1016.1	98	N.D	2.8	N.D~70.7
前年度までの過去3年間値		214	N.D	2.6	N.D~29.4

表2 空間放射線量率測定結果

測定年月	モニタリングポスト (nGy/h)			サーベイメータ (nGy/h)
	最低値	最高値	平均値	
平成13年4月	7* <sup>2</sup>	14.5* <sup>2</sup>	8.3* <sup>2</sup>	28
5月	19	32	21	28
6月	20	38	22	31.2
7月	20	42	22	32.8
8月	21	35	22	30.4
9月	20	35	22	30.6
10月	20	33	22	33
11月	20	38	23	32
12月	19	50	22	36.2
平成14年1月	18	51	23	28.8
2月	18	65	22	28.6
3月	18	42	23	30.6
年間値	18	65	22	28~36.2
前年度までの過去3年間値	6.9* <sup>2</sup>	16.2* <sup>2</sup>	8.3* <sup>2</sup>	32~41



表3 ゲルマニウム半導体検出器による核種分析測定結果

試料名	採取場所	採取年月	検体数	$^{137}\text{Cs}$		前年度までの 過去3年間の値		その他の検 出された人 工放射性核 種	単位
				最低 値	最高 値	最低 値	最高 値		
大気浮遊じん	盛岡市	四半期毎	4	N. D	N. D	N. D	N. D	なし	mBq/m <sup>3</sup>
降下物	盛岡市	毎月	12	N. D	0.53	N. D	0.14	なし	MBq/ k m <sup>2</sup>
陸水 蛇口水	盛岡市	H13.6	2	N. D	N. D	N. D	N. D	なし	mBq/ℓ
土壌	0~5cm	滝沢村	H13.8	1	35	35	54	なし	Bq/kg乾土
					1300	990	1800	なし	MBq/ k m <sup>2</sup>
	5~25cm	滝沢村	H13.8	1	12	7.6	19	なし	Bq/kg乾土
					1500	890	2600	なし	MBq/ k m <sup>2</sup>
精米	滝沢村	H13.11	1	N. D	N. D	N. D	なし	Bq/kg精米	
野菜	大根	玉山村	H13.10	1	N. D	N. D	N. D	なし	Bq/kg生
	白菜	滝沢村	H13.10	1	0.019	N. D	N. D	なし	Bq/kg生
牛乳	滝沢村	H13.8 H14.2	2	N. D	N. D	N. D	N. D	なし	Bq/ℓ
日常食	盛岡市 岩泉町	H13.6 H13.11	4	0.041	0.059	N. D	0.11	なし	Bq/人・日
海産生物 ほたて	山田町	H14.2	1	N. D	N. D	N. D	N. D	なし	Bq/kg生

注：

\*1 計数値が計数誤差の3倍を下回るものについては「N. D」と表記している。

\*2 平成13年4月までのモニタリングポストの測定機はALOKA製 MAR-11であり、測定値の単位はCPS（計数率）である。