

# 石川の自然

第18集 化学編(3)



平成6年3月

石川県教育センター



## 「石川の自然」第18集 化学編（3）刊行にあたって

石川県は長い海岸線で囲まれ、日本海に突き出した能登半島から、南端に位置する笠峰白山にいたるまで、変化に富んだすばらしい自然に恵まれております。私たちは、この豊かな自然から、さまざまな恩恵をうけてきました。今日、環境教育の必要性が強くさけばれるなか、この豊かな自然を親から子へ、子から孫へと大切に引き継いでいくには、自然の多様な仕組みを正しく理解し、自然と人間生活の調和を積極的に求めて行くことが、ますます重要になっております。

今回発刊する、化学編（3）のテーマは「石川県内の主な湧水の分布と水質」です。この研究は、県内に存在する数多くの湧水のなかから能登地区で13か所、金沢・加賀地区で9か所、計22か所について水質分析を行うとともに、湧水周辺の自然環境などを調べたものです。

この調査報告により、多くの方々が「湧水の語りかけるもの」について認識され、今後本県の自然環境を保全していくうえで参考にしていただければと思います。

最後に、この冊子が有効に活用されることを期待するとともに、御高覧のうえ、御指導、御助言をいただければ幸いです。

平成6年3月

石川県教育センター

所長 北橋正治

## 目 次

「石川の自然」第18集 化学編(3) 刊行にあたって	北橋 正治
石川県内の主な湧水の分布と水質	越川 司朗 山下 尚
I はじめに	1
II 石川県における湧水の概要	1
1. 湧水とは	1
2. 湧水の分布と地質	2
3. 湧水の継続調査地点	4
III 調査項目及び方法	5
1. 現地調査	5
2. 溶存成分の分析	6
IV 調査及び分析結果と考察(1)	9
1. 石川県内の湧水見学	10
V 分析結果と考察(2)	22
1. pHの測定から	22
2. 電気伝導度の測定から	23
3. 湧水における無機汚染の可能性	24
4. ホウ酸の分析から	24
5. ケイ酸の分析から	25
6. 重金属の分析から	25
7. カチオン、アニオンの比較	26
8. 各湧水の傾向及び相関性	27
①濃度相関マトリクス	
②クモの巣グラフ	
③キーダイヤグラム及びヘキサダイヤグラム	
9. 主なものの経年変化から	31
10. 河川水と湧水の水質比較	32
VI まとめ	34
主要参考文献	35
あとがき	36
抄録カード	

表紙写真：釜清水「弘法池の水」

# 石川県内の主な湧水の分布と水質\*

越川 司朗・山下 尚\*\*

## I はじめに

本調査は、石川県内における主な湧水の分布と水質面の特徴を明らかにすることを目的として進められた。調査は、年に数回の予備的なものも含め、5か年にわたって実施され、一部山間部の未調査地域を残してはいるものの、北から南まで、県下のほぼ全域をおおうことができた。

従来、石川県の湧水を対象にした、この種の調査としては、「兼六園の湧水と鉄バクテリア」本淨 高治（1987）、「医王山の麓に湧き出る湯涌温泉と湧水の溶存成分について」本淨（1987）、「日本水紀行（5）北陸三県の名水」として島野 安雄・永井 茂（1993）等の報告がある。しかし、いずれも局地的なもので県下全域にわたる調査の報告はない。このような調査の性格から、各調査地点での水質の経年変化、季節変化等についてまで、深く追求することはできなかったが、県内に分布する主な湧水の環境面での特徴、水質面での特徴を大局的に捉えることのできる資料を集めることができたと考える。

現地調査では、水質に関する一部の項目を調べるかたわら、湧水周辺の主な植物（樹木）や地質・地形等の環境把握、その地区の湧水にまつわる情報収集等、データ解析における考察の手がかりが得られるように心がけた。また、実験室に持ち帰った試料の分析は、目的に照らして精選した分析項目について、時間と労力の許す範囲で、精度を高めるよう繰り返しを行い、大まかな溶存成分の量的組成を得た。まだまだ、やり残した分析項目もあり、不十分であると思われるが、本報告書は結果報告を中心に、各湧水のパターン分析及び湧水相互の類似性の検討等、可能な範囲でのデータ解析を試みるにとどめた。

## II 石川県における湧水の概要

### 1. 湧水とは

県内の「湧水」について調べるにあたり、まず、その言葉の定義についてはっきりさせなければならない。そこで、湧水に関連する用語をいくつか集めてみると

- ・「自噴井」・「間欠自噴」・「鉱泉水」・「不圧地下水」・「被圧地下水」
- ・「伏流水」・「深井戸水」・「浅井戸水」・「温泉水」・「清水」・「靈水」

これらの言葉の意味から、筆者らが「湧水」として研究対象とするのは、湧き出ている水が「地下水かどうか」が重要なポイントとなる。即ち、「湧水」というのは、広義には「地下水が様々な状態で地表に現れたもの」、しかも「地表に現れて間もない水」を指しているようである。従って、川を流れる「河川水」、水が長く溜った状態の「池や湖の水」は湧水に含めないし、ポンプアップされた水であっても「地下水」ならば、便宜的に人工的な湧水として扱ってよいであろう。

\* Report on Distribution and Analysis of Dissolving Ingredients of Springs in Ishikawa Prefecture.

\*\* Shirou KOSHIKAWA and Takashi YAMASHITA.

## 2. 溢水の分布と地質

石川県内には、日本の名水百選三か所をはじめとして、数多くの溢水が存在している。しかし、それらの分布をまとめたものは報告されていない。Fig. 1 は、筆者らがこれまでに調査を行った溢水及び、聞き取り調査、文献等の記載から得た主な溢水の分布を示したものである。なお、図中の▲印は、水源の枯渇や汚染、ため池化による水源の埋没、人工構築物による水源の閉鎖などで、やむを得ず調査を打ち切った地点である。

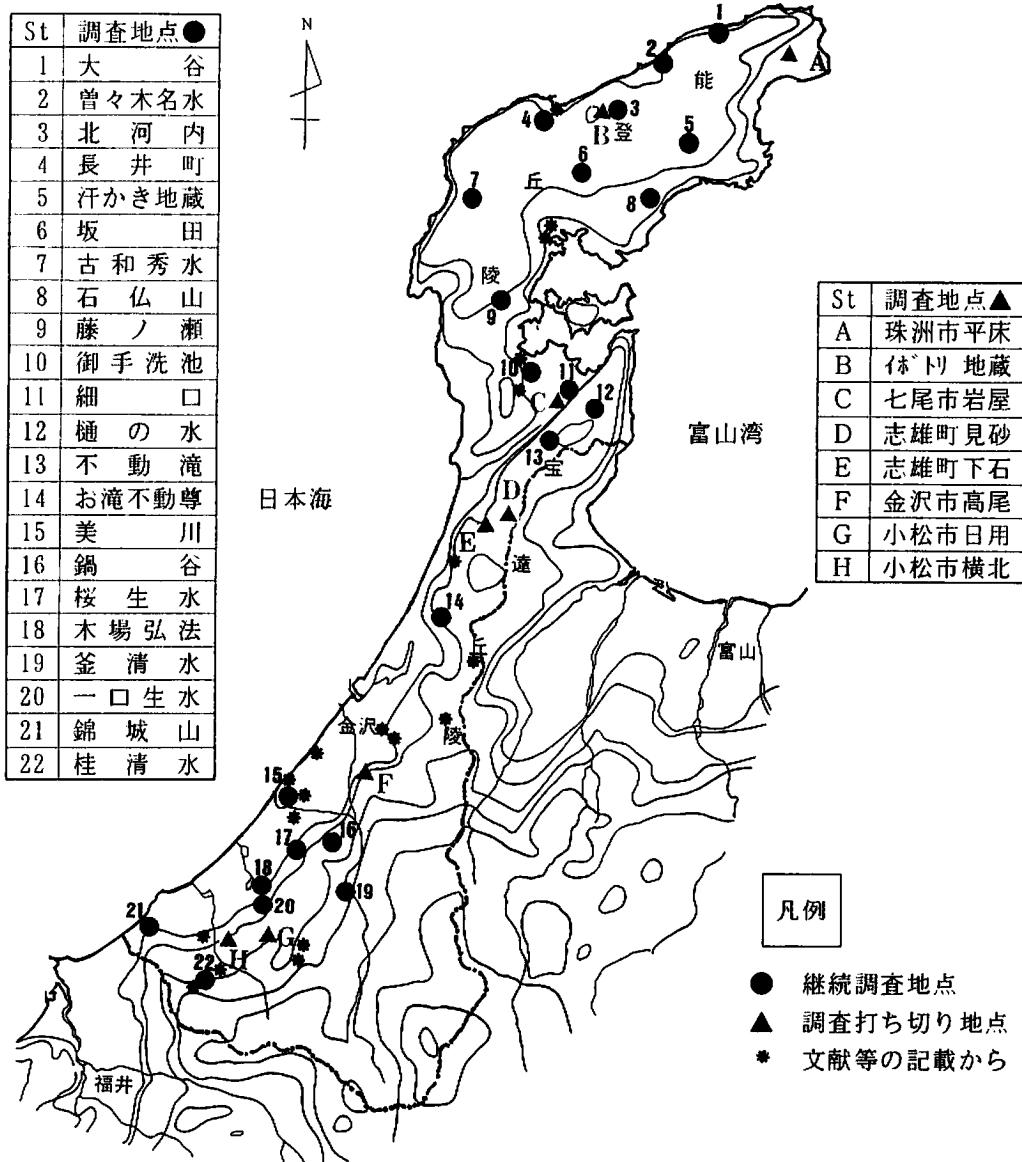


Fig. 1 主な溢水の分布

Fig. 2は、石川県の地質概要図である。Fig. 1と重ねてみると、湧水の分布の大まかな特徴がわかる。即ち、湧水が多く分布するのは ①能美・江沼丘陵周縁部 ②手取川扇状地扇端部の一帯 ③能登山地・丘陵周縁部 ④石動・宝達山地周縁部 などで、異なる地質の境界付近に集中しており、能登島や日本有数の砂丘地一帯（千里浜）などでは見られない。

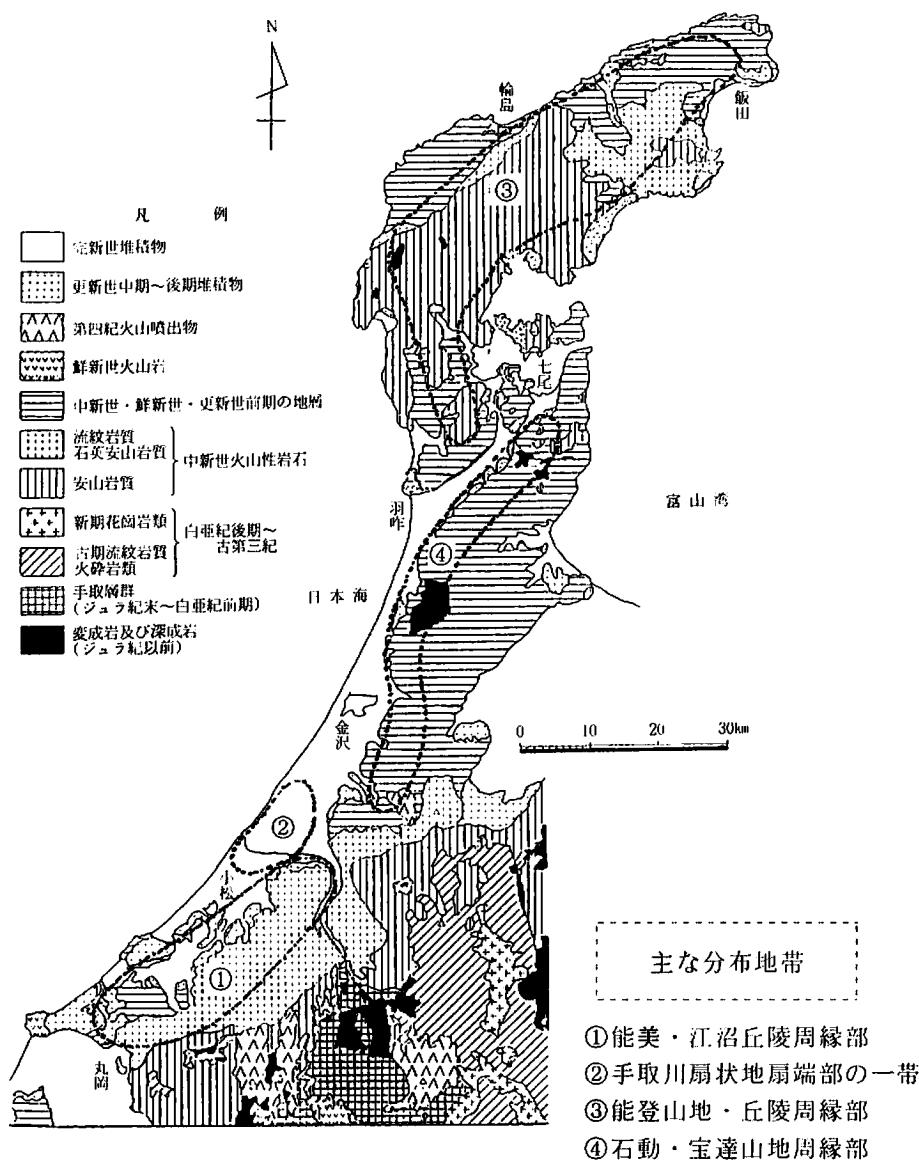


Fig. 2 石川県の地質概要図・湧水の分布と地質  
(石川県, 1977を加筆・訂正)

### 3. 湧水の継続調査地点

今回の調査地点について、およその位置を1/25,000の地図で読み取り、現地調査で得た水場の地形等と合わせて、北から南へ順に示したのが Table 1 である。

Table 1 湧水調査地点の位置と地形 (Sp:湧水 Un:伏流水 \*:湧出型不明)

St	調査地点	市町村名	北 緯	東 経	湧 出 場 所	型
1	大 谷	珠 洲 市	37° 29' 30"	137° 10' 10"	海岸に迫る崖岩盤	Sp
2	曾々木名水	輪 島 市	37° 27' 30"	137° 05'	海岸沿い山裾	*
3	北 河 内	柳 田 村	37° 23'	137° 01'	山地内陸部斜面	Sp
4	長 井 町	輪 島 市	37° 22'	136° 52' 45"	低地の斜面	Sp
5	汗かき地蔵	柳 田 村	37° 20' 30"	137° 07' 25"	丘陵内陸部斜面	*
6	坂 田	輪 島 市	37° 18'	136° 57' 30"	丘陵内陸部斜面	Sp
7	古 和 秀 水	門 前 町	37° 16' 40"	136° 46'	山地中腹斜面	Sp
8	石 仏 山	能 都 町	37° 16'	137° 03' 30"	丘陵周辺斜面	Sp
9	藤 ノ 瀬	中 島 町	37° 08' 30"	136° 49' 20"	山地内陸部斜面	Sp
10	御 手 洗 池	田 鶴 浜 町	37° 03'	136° 52' 20"	丘陵中腹斜面	Sp
11	細 口	七 尾 市	37° 01' 30"	136° 57'	扇状地, 平地	Sp
12	樋 の 水	七 尾 市	37° 00' 20"	136° 59' 20"	山地内陸部斜面	*
13	不 動 滝	鹿 島 町	36° 56' 50"	136° 55' 10"	山地内陸部崖岩盤	Sp
14	お滝不動尊	宇ノ気町	36° 44'	136° 44' 30"	丘陵内陸部斜面	Sp
15	美 川	美 川 町	36° 28' 50"	136° 29' 20"	扇状地海岸平地	Un
16	鍋 谷	辰 口 町	36° 25'	136° 34' 45"	山地内陸部斜面	*
17	桜 生 水	小 松 市	36° 24' 30"	136° 31' 10"	丘陵周辺平地	Sp
18	木 場 弘 法	小 松 市	36° 21' 40"	136° 27' 10"	丘陵周辺平地	Sp
19	釜 清 水	鳥 越 村	36° 21' 30"	136° 37'	内陸部河床跡岩盤	Sp
20	一 口 生 水	小 松 市	36° 21'	136° 28'	丘陵内陸部斜面	Sp
21	錦 城 山	加 賀 市	36° 18'	136° 18'	丘陵周辺海岸平地	Un
22	桂 清 水	山 中 町	36° 15' 30"	136° 22' 30"	山地内陸部崖岩盤	Sp

(注) 調査地点の欄には、湧水名、または場所名が記入されている。

湧水名 : St. 2, 5, 7, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 22

### III 調査項目及び方法

水質調査をする際、目的に応じた調査項目を選定することが大変重要なことである。一般的に行われている水質調査の項目としては、温度、外観、臭気、味、pH、電気伝導度、DO、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、塩化物イオン量、COD、硬度、各種重金属、一般細菌、大腸菌群、蒸発残留物等があげられる。しかし、本調査・研究においては、分析関連施設をはじめ、人的、時間的な制約がひじょうに大きいことから、以下の項目に絞って測定した。

#### 1. 現地調査

##### (1-1) 気温

- ・水銀棒温度計（実験用 105℃まで測定できるもの 単位℃）

##### (1-2) 水温

- ・堀場製作所製 水質チェッカー U-10 （サーミスタ法 単位℃）

##### (1-3) pH及びR pH

- ・堀場製作所製 水質チェッcker U-10 （ガラス電極法）

水のpHは、①水が通ってくる地質（岩石・土壤の化学組成）②土壤中の生物作用及び、大気からの二酸化炭素の溶解 ③生物体の分解 などによって変化し、水質調査では不可欠の項目の一つである。また、湧水においては②の影響から、本来のpHを示していないことがほとんどである。従ってpHと同時にR pHを調べる必要がある。R pHの測定法は試料水をエアーポンプでエアレーションし、pHの変化がなくなった時点の数値を測定する。（試料水が溶解している二酸化炭素等の気体の影響を受けやすいため、それらを追い出した状態で測定する。）

##### (1-4) 電気伝導度 \*

- ・堀場製作所製 水質チェッcker U-10 （四電極法 単位  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）

水には非常に多くの種類のイオンが含まれており、それらの全てについて定量することは困難である。しかし、電気伝導度の測定によって、全溶存イオンの大まかな量的比較は可能である。なお、U-10のデータは25℃に温度換算されたものである。

##### (1-5) 溶存酸素・DO \*

- ・堀場製作所製 水質チェッcker U-10 （隔膜式ガルバニ電池法 単位 mg/l）

水に溶解している酸素の量は、外的条件の温度や大気圧によって異なるが、その条件下での溶解度に対する割合で比較することができる。従って、溶存酸素の測定を通して、水に含まれる鉄(II)イオンや亜硝酸イオン等の還元物質、及び動植物の腐敗による影響について、間接的に情報が得られる。

##### (1-6) 濁度

- ・堀場製作所製 水質チェッcker U-10 （透過散乱光比法 単位 NTU）

## 2. 溶存成分の分析

### [試料水の採取]

調査地点毎に、酸と蒸留水でよく洗浄した2個のポリタンクを用意し、十分共洗いした後、一方には何の処理もしない水、他方には塩酸処理した水をそれぞれ入れて実験室に持ち帰り、直ちにミリポアフィルター（HAWP047XX、フィルタータイプ HA、ポアサイズ 0.45 μm）で濾過後、重金属分析用及び、その他の分析用試料水とした。その際、重金属分析用のフィルターは塩酸で十分洗浄した後、試料水を採水した。

#### (2-1) COD

##### ・バイオニクス社製 COD510-E (単位 mg/l)

水中の被酸化性物質の量を表す方法で、被酸化性物質としては硫化物、有機物質、鉄(II)イオン等がある。この項目では有機物質量の相対的な比較をすることを目的とした。

なお、加熱に際してはJIS法ではなく、この機器のマニュアルである直火法を用いた。

#### (2-2) Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>

##### ・原子吸光分析 セイコー電子工業社製（旧第二精工社）SAS727

(単位 mg/l, 1ppm=1 mg/l)

分析は、全て空気-アセチレンフレームで計測した。

#### (2-3) Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Fe<sup>n+</sup>, Cd<sup>2+</sup>

##### ・溶媒抽出法（DDDC使用）により濃縮後 原子吸光分析

試料水600mlを0.1% - D D D C in CCl<sub>4</sub>溶液 25mlを用い、吸着させ、後に10N HNO<sub>3</sub> 6mlで逆抽出させ、これを試料水とした。（100倍濃縮）

##### セイコー電子工業社製（旧第二精工社）SAS727

(単位 μg/l 1 μg/l = 10<sup>-3</sup> mg/l)

但し、Fe<sup>n+</sup>は1,10-0-フェナントロリン法による分光分析も行った。測定波長は510nm。 \*<sub>2</sub>

#### (2-4) Cl<sup>-</sup> (Mohr法)

試料水を硝酸銀溶液で滴定すると、塩化物イオンは銀イオンと反応して塩化銀の白色沈澱を生ずる。終点の判定には、クロム酸カリウムを添加しておき、過剰の銀イオンが赤褐色のクロム酸銀の沈澱を生成することを利用する。

(2-5)  $\text{SO}_4^{2-}$  (硫酸バリウムによる白濁を利用する比濁法)

試料水に、塩化バリウム-ゼラチン溶液を加えて、硫酸バリウムによる白濁液をつくり660 nmの波長で、吸光度測定をする。

(2-6)  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$

アンモニア態窒素が次亜塩素酸塩の共存のもとで、フェノールと反応して生ずるインドフェノールブルーの吸光度を測定する。波長は635 nm。

(2-7)  $\text{NO}_2^- - \text{N}$

亜硝酸態窒素が酸性溶液中で芳香族第一アミン（スルファニルアミド等）と反応して生ずるアゾ化合物に芳香族アミン類（ナフチルエチレンジアミン等）を加えてカップリングして生ずるジアゾ化合物の赤色の吸光度を測定する。波長は540 nm。

(2-8)  $\text{NO}_3^-$  (Mullin,Rileyの方法)

フェノール・ナトリウム・フェノレイト緩衝溶液中で、ヒドラジン-銅還元剤を用いて $\text{NO}_3^-$ を $\text{NO}_2^-$ に変え、スルファニル酸と $\alpha$ -ナフチルアミンを用いて、赤色液を作り、520nmの波長で吸光度測定する。ただし、 $\text{NO}_2^-$ が混在した状態で定量されるため、その量を差し引く必要がある。

(2-9) リン酸 (モリブデンブルー法)

リン酸イオンは酸性溶液中でモリブデン酸と反応して、黄色のリンモリブデン酸錯体を生成する。これをアスコルビン酸で還元すると、濃青色を呈する。波長は880nm。

(2-10)  $\text{HBO}_2$  (クルクミンによる全ホウ酸態ホウ素の定量) \* 北野と吉岡の方法

試水に、飽和シウ酸溶液、クルクミン-氷酢酸-フェノール溶液を加え、湯浴上で蒸発乾固し、冷却後エタノールを加えて、この赤色錯体の吸光度を548 nm で測定する。減衰するため、直ちに測定する必要がある。 \*<sub>3</sub>

(2-11)  $\text{SiO}_2$  (モリブデン黄法)

試水をpH1.2~1.5にして、モリブデン酸アンモニウムを加えて（ケイモリブデン酸錯体形成）430 nmの波長で吸光度測定をする。

なお、(2-5)~(2-11)までの分析には、日立150-20形分光光度計を使用した。

## 【測定方法等についての留意事項】

### \*<sub>1</sub> 調査期間における水質チェッカーの機種変更について

当初、堀場製のU-7を使用していたが、故障が多くデータそのものに不安がつきまとった。そこで、平成4年3月からはU-10を使用することにした。U-7とU-10で同一水質チェックをしてみると、U-7がDOと電気伝導度の2項目について、かなり高めの数値を示したため、そのまま比較することは不適当と判断した。

### \*<sub>2</sub> Feの分析2法について (FeS:分光分析, FeA:原子吸光分析)

Feの分析は通常、1,10-0-フェナントリンによる分光分析が行われるので、その方法によった。しかし、分析値を考察するに10N-HNO<sub>3</sub>の濃縮液試料からのpH4.6のメイインテナンスが不十分ではないかと考え、原子吸光法を併用してみた。なお、原子吸光法で分析する場合、黒鉛アドマイザーによるフレームレスが一般的であるが、設備の関係でフレーム法によった。

### \*<sub>3</sub> ホウ酸の分析手法の一部変更について

ホウ酸については、北野と吉岡の方法によったが、一つ問題を残した。それは、白金蒸発皿を使用すべきところを、やむなく未使用的ステンレス皿を代用としたことがある。従って、値そのものは絶対的とはいえない。しかしながら、繰り返しを行い、データそのものの再現性は得られることから、相対的には意味を持つのではないかと考える。

#### IV 調査及び分析結果と考察(1)

これまで現地調査は Table 2 のように行われた。この間、測定機器の故障、分析時間の不足等で、やむを得ず現地調査の記録のみになった場合も多い。そこで、比較的データのそろっている1993年実施分を中心に、各地点ごとの調査結果及び考察をまとめ、必要におうじて、1989年からのデータを抽出して生かすようにした。

まず、各湧水の概要がつかめるように、環境的な面（地形・植物）を先にあげ、その後に分析結果及び考察を続けるようにした。なお、各湧水の環境をわかりやすくするために湧出量、樹木量、標高の各要素についてTable 3 のように5段階に分類して表記した。

Table 2 各湧水の調査年月一覧

St	調査年	調査月											調査回数
		89	90		91			92		93			
			08	02	08	11	03	08	11	03	09	11	
1	大谷	珠洲					○			○		○	3
2	曾々木名水	輪島					○			○		○	3
3	北河内	田中					○			○		○	3
4	長井町	輪島					○			○		○	4
5	汗かき地蔵	柳輪					○			○		○	4
6	坂古和秀	柳輪					○			○		○	2
7	石仏	門前					○			○		○	8
8	藤ノ山	能都					○			○		○	3
9	御手洗池	中島					○			○		○	8
10	細槌の不動	鶴浜					○			○		○	6
11	お滝不動尊	尾七					○			○		○	6
12	美鍋川	尾七					○			○		○	7
13	桜生川	鹿島					○			○		○	7
14	木場弘法水	宇氣					○			○		○	7
15	釜清生水	辰川					○			○		○	7
16	一加山	松口					○			○		○	7
17	錦城清山水	松越					○			○		○	7
18	桂	松賀					○			○		○	6
19		中町					○			○		○	7
20													
21													
22													

Table 3 湧水の環境基準（樹木量は全推定法 Braun-Blanquet 1961 による）

	1 (I)	2 (II)	3 (III)	4 (IV)	5 (V)
湧出量	~10L/min	10~50L/min	50~100L/min	100~200L/min	200L/min~
樹木量	~1/20	1/20~1/4	1/4~1/2	1/2~3/4	3/4~4/4
標 高	0~20m	20~50m	50~100m	100~200m	200m~

\* 樹木量は、木本に限定し、低木・亜高木・高木の合算植生の被度・群度で示した。

## 1 石川県内の湧水見学

St. 1 珠洲市大谷（おおたに）	湧出量	2	樹木量	3	標高	2
-------------------	-----	---	-----	---	----	---

能登半島の先端近く、日本海に面する珠洲市大谷地区にある湧水である。海岸沿いの国道 249号線から山側に入る急な坂道を200m余り登った辺りで、崖の斜面から湧き出ている。湧出している付近の地質は凝灰質砂岩で、水の流れている部分の石の表面は苔類、蘚類などで覆われている。また、石の表面が赤褐色になっているものが多く見られるのも特色である。湧水の傍らには、小さな祠が祭られており、付近の人々が手を合わせ、喉を潤す場所であることがうかがえる。主な樹木としてはクロマツ、タニウツギがある。



Photo 1 海岸に臨む水場

St. 2 曽々木名水（そそぎめいすい）	湧出量	2	樹木量	4	標高	1
----------------------	-----	---	-----	---	----	---

日本海に面して走る国道 249号沿い、輪島市曽々木にある湧水である。海岸に迫った標高357mの岩倉山の裾から湧き出しており「岩倉清水」とも呼ばれている。湧出している付近の地質は中新世前期の流紋岩質溶岩及び岩脈である。水の流れ出ている部分以外は小屋で覆われているため、水源は明らかではないが、ポンプアップされているものかもしれない。付近には比較的大きなタブ、スギなどの樹木が多くある。また、近所の人々が野菜を洗ったりする光景も見られ、語らいの場ともなっている。



Photo 2 小屋からの水

■この水は  $pH = 7.86$  と高く、微塩基性を示す。 $pH - R_{pH}$  差は 0.07 で、かなり小さいことから  $CO_2$  の影響はほとんどないと考えられる。

$Na^+, Ca^{2+}, Cl^-$  を多く含有しており、電気伝導度が  $362 \mu S/cm$  と高い値を示している。ここは海岸付近に湧出しているため、海塩の影響が大きいと考えられる。また、 $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$  の含有量がやや多い。

なお、この辺りは地滑り指定地区である。

■この湧水は、位置的に大谷と同じく海岸近くにある。しかし、水質の分析値にはかなりの相違が認められる。例えば  $pH$  はほぼ中性であり電気伝導度は大谷の半分程度である。特に顕著なのは、 $Ca^{2+}$  の値が絶対的に小さいことである。これは湧出岩盤の相違に起因するものであろう。Y. KASENO(1993)によると、大谷は堆積岩帶、曽々木は火成岩帶である。

なお、ここの中には微粒子が多く含まれており、濾過の際にはフィルターが目詰まりを起こしやすいことも特徴である。

$$[Ca^{2+}] / [Mg^{2+}] = 0.8$$

St. 3 柳田村北河内（きたかわち）	湧出量	2	樹木量	4	標高	5
---------------------	-----	---	-----	---	----	---

県道 176号線（五十里－深見線）北河内地内の道路沿いにある湧水で、山の斜面から路肩に向かって流れ出ている。道路を境に、急な斜面を下ると河内川が流れ、山手側一帯はスギの人工林（樹齢10年余り）で覆われている。湧出している付近の地質は安山岩質溶岩・火碎岩である。この水は、近くを通る人々が喉を潤すとともに、パイプによって少し離れた北河内小学校まで導かれている。



Photo 3 路肩に湧き出す水

St. 4 輪島市長井町（ながいまち）	湧出量	2	樹木量	3	標高	1
---------------------	-----	---	-----	---	----	---

鳳至川に沿って走る国道 249号線、長井町付近の、路傍の湧水である。標高343mの氣勝山の裾にあたる。付近の地質は砂岩、泥岩で、岩盤から湧出したものをパイプでタンクに導き貯水している。湧水の上方斜面にはアスナロ、モウソウチクなどが比較的多く生えている。交通の便がよいため、水を求める人が頻繁に訪れており、「この水で御飯を炊くとおいしい」とか「酒を造る水に適している」といった話も聞かれた。



Photo 4 国道横の湧水

■ pHは 6.3と微酸性を示すが、R pHは 7.4である。その差はかなり大きく、1を越えている。これは、湧水の特徴である、CO<sub>2</sub> の溶解による影響が大きいことを示していると言えよう。

また、電気伝導度は100 前後で、あまり大きくなく、溶存成分の少なさをうかがわせる。

NO<sub>2</sub><sup>-</sup>についてはやや多く検出されている。

■この水質はSt. 7の古和秀水とほぼ同じ傾向を持っている。Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>については含有量がやや多い方である。

また、SiO<sub>2</sub>についてみると、75.9 mg/lもあり、かなり多く含有している水と言えそうである。

酒造りに-影響があると言われているFeは全調査地点の中でも少なく、+影響のPO<sub>3</sub><sup>-</sup>は多い方である。

$$[Ca^{2+}] / [Mg^{2+}] = 0.8$$

St. 5 汗かき地蔵（あせかきじぞう）	湧出量	1~2	樹木量	3	標高	5
----------------------	-----	-----	-----	---	----	---

柳田村上町地内の寺院にある地蔵尊側の湧水である。付近の地質は玄武岩溶岩で、寺院の背後のアスナロ人工林の谷間から導いた水をタンクに貯水し、そこから地蔵尊の下までパイプで送っているようである。日時、天候などによって流れ出る水の量が大きく変化している（間欠状態）ため、湧水ではない可能性も考えられる。なお、こここの地蔵尊は「人々のためにお忙しく、年中汗ばんだように湿っておられ、のことから汗かき地蔵と呼ばれるようになった。」との言伝えが残されている。



Photo 5 額の濡れたような地蔵の近く

St. 6 輪島市三井町坂田（さかた）	湧出量	2	樹木量	4	標高	5
---------------------	-----	---	-----	---	----	---

輪島市三井町坂田の山林にある湧水である。付近の地質は安山岩質溶岩・火碎岩で、アスナロ、ヒサカキ、チマキザサが比較的多く生えている。水源の位置ははっきりしないが、山の斜面の土中に埋もれたパイプがコンクリート製の貯水槽まで伸びているのが分かる。

この水は、パイプによって、さらに近くの集落までひかれている。貯水槽から流れ出た水で濡れた部分は苔類、蘚類などで覆われている。また、それらの水が流れ出る林の下側の低地には、僅かな広さの水田が開け、河原田川支流の中川が流れている。

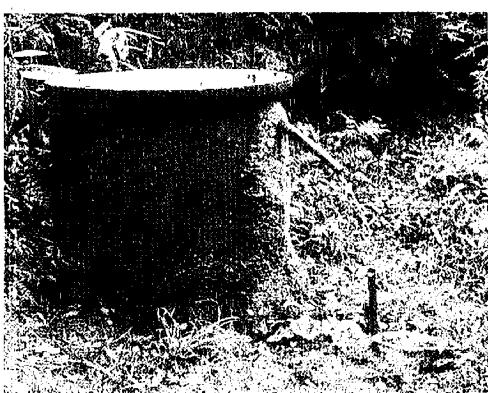


Photo 6 集落にひかれる水

■この水は、pHが7.24と微アルカリ性を示している。R pHは7.38でpHとの差が0.14とかなり小さいという特徴を持っている。これは、地中の生物活動によるCO<sub>2</sub>の湧水への溶解があまりないことを意味する。

また、SiO<sub>2</sub>の含有量は65.3 mg/lと多くBO<sub>3</sub><sup>4-</sup>についても、0.87mg/lと全調査地点の中でも多い方である。

$$[\text{Ca}^{2+}] / [\text{Mg}^{2+}] = 1.0$$

■この水は、pH 5.69という微酸性を示す。R pHは6.53で、その差は0.84である。このことからCO<sub>2</sub>の影響があると考えられるが、それでも幾分酸性側に傾いた水である。

また、Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>の含有量が小さく、電気伝導度が70 μS/cmとかなり低い値を示している。

SiO<sub>2</sub>の含有量が近くの湧水に比べると、かなり少ないことも特徴である。

St. 7 門前町古和秀水（こわしゅうど）	湧出量	3	樹木量	4	標高	5
-----------------------	-----	---	-----	---	----	---

曹洞宗の大本山、総持寺を中心に発達した門前町にある湧水で、日本の名水百選の一つである。水源は市街地から数Km離れ、丘陵山腹に位置している。背後の林は一帯がスギ、アスナロを中心とする人工林となっており、付近の地質は中新世前期の砂岩、泥岩等である。ここは、近年アメニティ広場として整備されており、水場を覆うお堂も建てられ、中には観音像が祭られている。古和秀水に関する記載が「能登志徵」「能登誌」の中に残されており、総持寺開創当時から、お茶の水として利用されてきていることが分かる。



Photo 7 門前町の湧水

■ここの水は pH - R pH の差が約 1.0 程度あり地中の生物活動による CO<sub>2</sub> の影響があると考えられる。

また、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、SiO<sub>2</sub> 等が多く含まれており、Fe も (6.6 μg/l) 全調査地点の中では、やや多い方である。水質的には、St. 4 長井町の水と似ている。

NO<sub>2</sub><sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>が僅か検出されたが、これは名水を訪れる多くの人々が持ち込む容器等による、人為的な無機汚染の可能性も考えられる。

St. 8 能都町石仏山（いしづとけやま）	湧出量	1	樹木量	4	標高	3
-----------------------	-----	---	-----	---	----	---

能都町の祭祀遺跡「石仏山」にある湧水である。石仏山は「お山」と呼ばれ、女人禁制の聖域とされてきた。付近の地質は安山岩質溶岩・火碎岩で、背後の山の斜面一帯はスギ林となっている。水量は極めて少ないものの、苔類、蘚類などで覆われたコンクリート製の槽に貯水されており、細いパイプからオーバーフローする水は、年中涸れることはない。近くを流れる細流には、河川の下流域に生息することの多いスミウキゴリが採集される。



Photo 8 祭祠遺跡の湧水

■ここの水は Cl<sup>-</sup>、Na<sup>+</sup> を比較的多く含み、pH - R pH の差も、1.0 と大きい。

DO については他と比べて幾分高くなっているが水の採取方法の影響と考えられる。（水量が少ないため、採水時に通気状態となる）

また、SiO<sub>2</sub> が 50.3 mg/l と比較的多く含まれている水である。

Ca<sup>2+</sup> が Mg<sup>2+</sup> に比べて多く含まれるという特徴がある。

$$[Ca^{2+}] / [Mg^{2+}] = 3.2$$

St. 9 中島町藤ノ瀬（ふじのせ）	湧出量	3	樹木量	4	標高	4
--------------------	-----	---	-----	---	----	---

県道、富来 - 中島線の藤ノ瀬地内から林道を数km入った所にあり、ゲルマニウムを含むということで広く知られた湧水である。湧き出た水は、お堂の横に設けられたコンクリート製の槽に貯水されている。県内外から、たくさんの人々が水汲みに訪れ「ご飯炊きの水として使うと健康によい」「不治の病にも効く」などの風評が多く聞かれる。付近の地質は安山岩質溶岩・火碎岩及び、砂岩・泥岩・礫岩で、水場一帯はスギ、アスナロの人工林となっている。

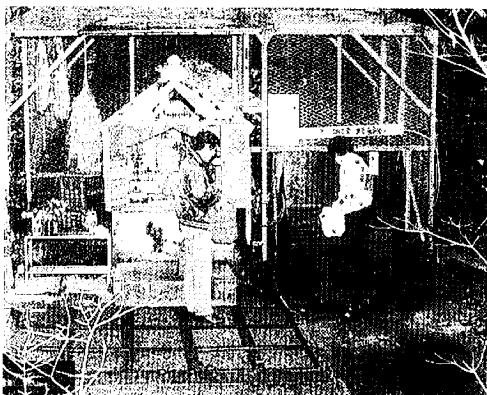


Photo 9 座主の靈水

■ pHがほぼ中性で、電気伝導度が  $132 \mu\text{S}/\text{cm}$  と標準的な値である。この水の際だった特徴として、 $\text{SiO}_2$  の含有量 ( $101.5 \text{mg/l}$ ) が全調査地点中で最も多いことがあげられる。

また、 $\text{Na}^+$  も多く含有しており、 $\text{BO}_2^-$  は  $0.83 \text{mg/l}$  の含有量でかなり多い方である。なお近隣の御手洗池とは水質がよく似ている。

$\text{Na}^+ + \text{K}^+ \gg \text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}$  を示す。

$$[\text{Ca}^{2+}] / [\text{Mg}^{2+}] = 1.1$$

St. 10 御手洗池（みたらしいけ）	湧出量	5	樹木量	5	標高	2
---------------------	-----	---	-----	---	----	---

七尾西湾に面した田鶴浜町にあり、日本の名水百選の一つである。標高  $179 \text{m}$  の赤蔵山を中心とする「憩いの森」の中に位置し、付近の地質は安山岩質溶岩・火碎岩から成る。赤蔵山一帯は樹齢数百年を越えるスギをはじめウラジロガシ、モミなどの巨木の他、多くの貴重な植物で構成されている。また、この豊富な湧き水によって、周囲が  $80 \text{m}$  程度の池が形成されている。この池は、近くの人々から「お池さん」の愛称で親しまれるとともに、聖武天皇の皇太子の眼病治療に、この水が使われたと古くから言い伝えられている。



Photo 10 お池さん

■この水は  $\text{pH} 7.07$ 、 $\text{R pH}$ との差が  $0.45$  で St. 9 の藤ノ瀬とよく似た水質を示している。

また、豊富な湧出量をほこり、年間を通して  $数^\circ\text{C}$  しか水温が変化しない。そのため、夏に冷たく冬に温かく感じる水である。

$\text{SiO}_2$  の含有量が  $86.1 \text{mg/l}$  と多く  $\text{BO}_2^-$  は  $1.11 \text{mg/l}$  と全調査地点の中で最高の含有量であった。これは、「聖武天皇の皇太子の眼病治療」の言伝えの信憑性を増す結果である。

St. 11 七尾市細口 (ほそくち)	湧出量	3	樹木量	2	標高	1
---------------------	-----	---	-----	---	----	---

県道、七尾 - 羽咋線沿いの七尾市細口にある湧水である。この付近は海拔が低く、邑知潟低地と呼ばれる一帯に含まれている。水の湧出している場所は、貝化石、有孔虫、腕足貝を多く含む七尾石灰質砂岩層の露頭下部で、同様の地層から成る小さな露頭が近辺に数か所見られる。この小さな湧水池の底は、風化した石灰質砂岩から成るため、水を濁らせてても短時間で透き通るという特徴がある。また、この湧水には、きれいな水に棲むカワニナ、ヨコエビなどが見られ、野菜を洗う水場としても利用されている。



■この水は、 $\text{Ca}^{2+}$ が $52.2\text{mg/l}$ と、ひじょうに高い値を示していること、 $\text{pH}$ が微アルカリ性を示していることが特徴である。その結果として、成分の関係を調べると

$\text{Na}^++\text{K}^+ \ll \text{Mg}^{2+}+\text{Ca}^{2+}$  の関係を示す。

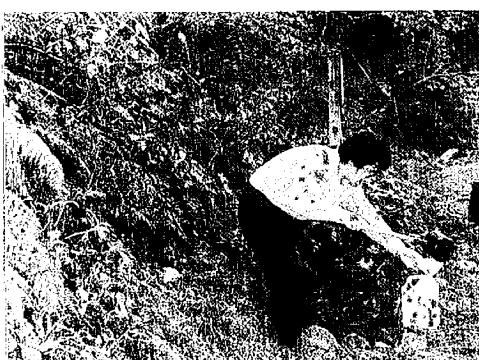
湧出地質が石灰質砂岩であることから、地質の影響が顕著に表れたものと考えられる。しかし、全体的な傾向の  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Na}^+$  の含有量の多さはここでも認められる。

$$[\text{Ca}^{2+}] / [\text{Mg}^{2+}] = 13.3$$

Photo 11 石灰質砂岩層からの湧水

St. 12 七尾市城山樋の水 (とよのみず)	湧出量	1	樹木量	5	標高	5
-------------------------	-----	---	-----	---	----	---

七尾市の市街地から約 4km 離れた城山の山中に「樋の水」と呼ばれる水がある。この水場は七尾城本丸跡から徒歩で数分の場所にある。急な石段の続く坂道を下りた北側斜面に、ひっそりとあるため、ハイキングなどで訪れる人以外にはあまり知られていない。周辺の地質は、礫岩・砂岩で構成されており、かなりの樹齢のスギをはじめとする、多種の雑木が繁茂している。湧出する水は僅かな量であるが、年中涸れることなく、その名は城のあった当時の古い記録にも残されている。ところで、この水の水源は明らかではなく、一説には土中に貯水槽があるとも言われ、湧水ではない可能性もある。



■この水の特質は電気伝導度が  $67\mu\text{S/cm}$  と大変低いことである。また  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  の値が小さく、化学的には、 $\text{Fe}$  を除けば坂田と同様な傾向を示す水である。

水温の経年・季節変化は、他の湧水の場合に比べて数倍も大きい。

また、ここではアンモニアが僅かに検出された。これは、約 30cm 四方の窪地になった水場に生息する水生動植物、或は水を求めて集まる付近の動物の排せつ物などの影響が考えられる。

Photo 12 七尾城跡の湧水

St. 13 鹿島町不動滝 (ふどうたき)	湧出量	1	樹木量	4	標高	5
-----------------------	-----	---	-----	---	----	---

国道 159号線沿いの鹿島町立滝尾小学校から南東方向へ 1 Kmほど林道に入り込んだ場所にある湧水で、標高 565m の石動山の西方に位置する。辺りの地質は礫岩・砂岩で構成され、切り立った崖の岩盤から細々と湧出している水は「智慧の水」と呼ばれている。また、不動明王を祭る社の近くには 10m 以上の落差の不動滝があり、冬期には修験者の荒行の場ともなっている。ここから流出した水は、熊野川、長曾川に集められ、やがて邑知潟へと流れ込んでいる。

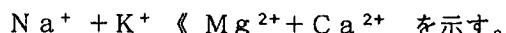


Photo 13 智慧の水

■この水は pH 7.24, RpH 7.8 で、やや塩基性を示している。この特徴は、経年・季節変化から見ても、ほとんど変わらない。

電気伝導度については  $200 \mu\text{S}/\text{cm}$  前後を示している。

また、 $\text{Ca}^{2+}$  を多く含んだ水で、 $\text{SO}_4^{2-}$  については、他と比べてかなり多く含まれている。この  $\text{SO}_4^{2-}$  の含有から、地質に石膏質、硫化物が存在することが推察される。



St. 14 宇ノ気町お滝不動尊	湧出量	1	樹木量	5	標高	4
------------------	-----	---	-----	---	----	---

宇ノ気町の市街地から北東の方角に、約 4 Km 離れた場所にある湧水である。付近の地質は、卯辰山層・大桑層から成り、急な山の斜面を数分ジグザグに登りつめた窪地にめざす水場がある。三本のパイプから流れ出る水の量はそれほど多くない。水場の岩盤に滲み出す水によって濡れた部分は苔類、蘚類、などで覆われている。また、一帯はヤブツバキ、シロダモ、スダジイなどの大木が繁茂し、薄暗い場所となっている。不動尊を祭った小さな社も設けられ、近くの人々が手を合わせに行く神聖な場でもある。



Photo 14 大桑層・卯辰層の湧水

■pHが6.25でRpHが7.23という値を示しており、 $\text{CO}_2$  の影響が少し大きいことを示している。

CODの値は全体的に高く、特に夏場において高い値を示すことがある。

また、 $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  が比較的多く含まれていること、 $\text{SiO}_2$  がかなり含有(60mg/l) されていることも特徴である。

地質の類似性からか、長井町、古和秀水とよく似た水質である。

St. 15 美川町南町（清水さん方）	湧出量	4	樹木量	1	標高	1
---------------------	-----	---	-----	---	----	---

この湧水は手取川扇状地に多く見られる伏流水の一つである。手取川の河口から1kmあまり離れた水田地帯の道路沿いにある一軒の家（清水さん方）の前から側溝に向かって勢いよく流れ出ている水がそれである。近所の家をいくつか注意して見ると、水量こそ違うが同様の水が流れ出るパイプが側溝に伸びていることに気付く。側溝の上に置かれたコンクリート製の流し場の様子から、この水は近年まで、炊事、洗濯などの生活水として利用されていたと思われる。



Photo 15 扇状地の伏流水

■この水は、 $\text{Ca}^{2+}$ のミリグラム当量と $\text{SO}_4^{2-}$ のミリグラム当量を比較してみると、 $\text{SO}_4^{2-}$ の方が多く含まれている。 $\text{SO}_4^{2-}$ の多いことは、この水場が海岸から近いことから、地下に潜りこんだ海水くさびの影響とも考えられる。

また、 $\text{Ca}^{2+}$ が比較的多く含まれており、含有成分について

$\text{Na}^+ + \text{K}^+ \ll \text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}$  の関係を示す。

$$[\text{Ca}^{2+}] / [\text{Mg}^{2+}] = 3.5$$

St. 16 辰口町鍋谷（なべたに）	湧出量	2	樹木量	4	標高	5
--------------------	-----	---	-----	---	----	---

能美郡辰口町鍋谷の道路から、スギ林に200m程入り込んだ辺りにある湧水である。この水場はコンクリート製で、小石などを敷き詰めた部分に流れ込んだ水が小石のフィルターを通り、再び別の場所に湧き出す仕掛けになっている。また、付近の地質は流紋岩質火碎岩から成り立ち、標高373mの高野山南麓はスギの人工林となっている。なお、近くを流れる鍋谷川は、かなり酸性が強く、その中・上流域には魚類の姿が全く見られないという特徴があり、上流域にある（陶石採掘）鉱山と水質の関わりを暗示している。

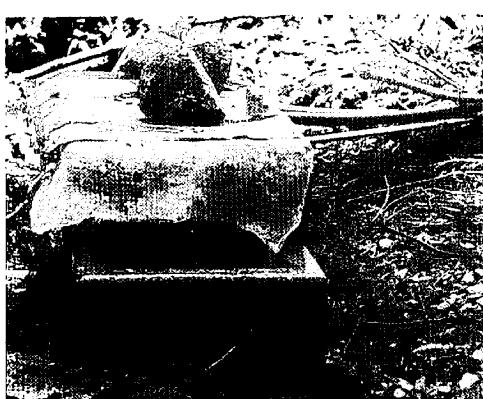


Photo 16 鉱山近くの湧水

■この水は、今回調査した22地点のうち特筆されるものである。pH 5.76, R pHも6.07と微酸性を示す水である。また、電気伝導度の値は $51\mu\text{S}/\text{cm}$ というように、かなり低い値を示し、 $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ はもとより、 $\text{SiO}_2$ の含有量が、他の湧水に比べてかなり低くなっている。

一方、他の調査地点より $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ 等の重金属の含有量が多くなっている。

これらの特徴は、付近の地質の影響によるところが大きいと考えられる。

St. 17 小松市桜生水 (さくらしうず)	湧出量	2	樹木量	1	標高	3
------------------------	-----	---	-----	---	----	---

加賀産業道路から脇へ少し入った所にあり、道路より一段下がった水田地帯に湧き出す湧水である。ここは昔、江沼郡矢田野の郷から移住した住民矢地邑の屋敷跡とされている。付近の地質は流紋岩質火碎岩、沖積堆積物から成る。周囲が約4mの小さな湧水池の底の小石は緑色の藻類がかなりたくさん付着し、縁石には赤茶けた付着物も見られる。この湧水には不老長寿の桃の実の伝説があり、当時の村人達が水の恩恵を尊んでいたことがうかがわれる。また、近隣地区には同様の湧水が点在している。



Photo 17 道路トの湧水

■この水の大きな特徴としてpH-RpHの差が1.7と極めて大きいことがあげられる。

また、DOについても、他の地点と随分違い、3.14（水温13.8°C）という低い値を示している。

なお、この低い値はこれまで数回記録している。ここの水場の様子から、水生動植物（バクテリア、藻類）の影響を受けていることが考えられるが明らかではない。

St. 18 木場弘法 (きばこうぼう)	湧出量	2	樹木量	1	標高	2
----------------------	-----	---	-----	---	----	---

小松市木場潟の東岸、道路横にある湧水である。一本の大きなスギの根元には、小さな祠が祭られており、その下に直径60cm余りで底の見える浅い井戸がある。井戸の底の辺りから湧き出している澄んだ水はオーバーフローしている量からして、あまり多くはないと思われる。付近の地質は砂岩・泥岩・礫岩及び、砂・泥・礫層から成っている。

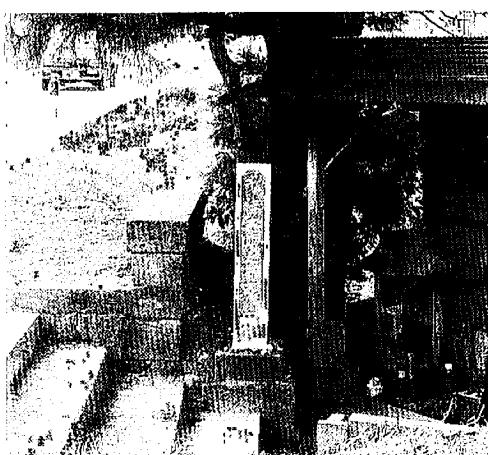


Photo 18 杉の根元から湧出

■この水はpHが5.9～6.0を示すが、RpHを測定すると7.26を示す。その差は1.27もあり桜生水に次ぐ大きな値である。しかも、DOは4.93（水温15.0°C）という値を示す。一見、桜生水と同じようであるが、水生動植物の繁殖の様子は、ここでは認められない。

また、Na<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>がやや多く検出され、SiO<sub>2</sub>についても93.5mg/lと非常に高い数値を示している。

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>及びNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が少し多く検出されるところから無機汚染の可能性も考えられる。

St. 19 釜清水 (かましみず)	湧出量	3	樹木量	1	標高	4
--------------------	-----	---	-----	---	----	---

手取川中流域の左岸、鳥越村釜清水地区に甌穴からの湧水がある。この湧水は、日本の名水百選の一つで「弘法池」と呼ばれている。全国的に珍しい甌穴湧水から湧き出る水は、近くの住民はもとより、多くの人々に愛用されている。この付近の地質は、流紋岩質溶岩及び、岩脈より構成されており、弘法大師像や小さな祠のある水場一帯は、かつての河床跡である。



Photo 19 珍しい甌穴湧水

■ pH - R pH 差が 0.93 と比較的高く、Ca<sup>2+</sup>についても多く含有する方である。従って、Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup> ≪ Mg<sup>2+</sup> + Ca<sup>2+</sup> の関係を示す。

また、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> と NO<sub>2</sub><sup>-</sup> + NO<sub>3</sub><sup>-</sup> がやや多く検出されることから、名水を訪れる人々の増加に伴い、人為的な無機汚染が少しずつ進行している可能性も考えられる。

SiO<sub>2</sub> の含有量 (18.8mg/l) は、他の湧水に比べてかなり少ない方である。

St. 20 一口生水 (ひとくちしょうず)	湧出量	1	樹木量	3	標高	3
------------------------	-----	---	-----	---	----	---

小松市の木場潟に面した木場の里と、大杉谷郷の波佐谷とを結ぶ山路の途中にある湧水である。湧出量は僅かで、お椀のように彫られた直径30cm程の石の窪みに貯えられている。

この水場は近年整備され、祠が祭られ、屋根がつけられたものの湧出量が少ないため、雨天時には雨水の混入による影響が予想される。付近の地質は流紋岩質火砕岩及び、砂・泥・礫層である。



Photo 20 一口飲むと元気の出る水とか

■ 大変特徴的な水質である。まず、電気伝導度が 44 μS/cm と極めて小さい値を示す水で、pHについても 5.3 と微酸性を示し、R pHとの差が 1.21 とかなり大きい。地中の生物活動による CO<sub>2</sub> の影響が大きいことが予想される。

また、電気伝導度からも予測されるように、Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> や SiO<sub>2</sub> が大変少ないことも特徴である。

DOについては、他の場所に比べて高い値を示す傾向が見られる。

St. 21 錦城山（きんじょうざん）	湧出量	1	樹木量	3	標高	1
---------------------	-----	---	-----	---	----	---

県の南部、加賀市大聖寺の丘陵、錦城山の周縁にある湧水である。道路脇に井戸のようなものがあり、浅い底に差し込まれたパイプの先から水が湧いている。井戸の水位が絶えず一定していること、近くに大聖寺川が流れていることから伏流水の可能性も考えられる。付近の地質は沖積堆積物及び、錦城山砂岩層である。

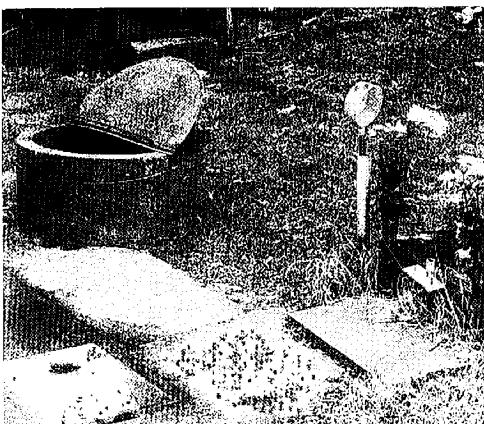


Photo 21 道路横の湧水

St. 22 桂清水（かつらしみず）	湧出量	3	樹木量	2	標高	5
--------------------	-----	---	-----	---	----	---

江沼郡山中町の温泉街を通る、国道 364号線沿いにある湧水である。切り立った崖の岩盤に大きなカツラの木が生えており、その木のすぐ近くから湧出している。また、湧水の傍らには大きな地蔵尊が祭られ、近くの人々の手を合わせ神聖な場所になっている。この桂清水の名は「カツラの木の根元から湧き出る清水」の意味であろう。付近の地質は、流紋岩質火碎岩である。



Photo 22 桂の木の根元から湧出

■ pHが6.38、R pHが7.11で、その差は0.73である。

電気伝導度は200 前後であり、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ が比較的多く含有されている。

$\text{SO}_4^{2-}$  はやや多く検出されており、海岸が近いことから、海の影響を受けているのかもしれない。全体的には、木場弘法（St. 18）の水質と似通っている。

■この水は pHが6.35、R pHが7.26を示し、その差は0.91である。地中の生物活動による、 $\text{CO}_2$  の地下水への溶解の影響を受けていると思われる。

電気伝導度は100 前後で標準的である。検出されるものとして、 $\text{Na}^+$  が20.3mg/lで比較的多く、 $\text{Cl}^-$  がそれに次ぐ。

$\text{SiO}_2$  の含有量 (28.7mg/l) は、他の湧水に比べて少ない方である。

Table-4 湧水の水質分析結果

St.	地名	年月日	気温	水温	伝導度	pH	Rph	濁度	mg/l										μg/l					mg/l	
									DO	COD	Cl	SO4	N02	N03	P03	B02	アンモニア	Na	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Pb	Fe
1	大 谷	930326	12.1	13.4	378	7.95	-	0	2.23	*	*	-	-	-	-	-	-	-	27.3	6.2	1.1	11.2	4.7	18.1	0.5
2	曾々木	930326	14.5	12.1	196	7.02	-	0	1.57	*	*	-	-	-	-	-	-	-	3.9	3.5	0.9	11.8	3.2	20.3	0.4
3	北河内	930326	15.0	11.8	110	6.34	-	0	0.00	*	*	-	-	-	-	-	-	-	7.1	2.8	0.8	14.5	4.3	30.7	0.5
4	長井町	930309	6.2	12.2	156	6.37	-	0	0.96	21.8	5.5	-	-	-	-	-	-	-	*	4.0	0.6	11.1	3.6	19.4	0.4
5	汗地蔵	930326	14.0	11.4	127	7.32	-	0	0.30	*	*	-	-	-	-	-	-	-	7.5	4.6	1.1	10.6	3.3	22.4	0.4
6	坂 田	930327	11.8	11.6	69	5.84	-	0	0.13	*	*	-	-	-	-	-	-	-	2.1	1.5	2.4	10.6	3.5	22.5	0.4
7	古和秀水	930309	6.7	11.6	136	6.46	-	0	0.98	19.8	5.1	-	-	-	-	-	-	-	4.7	2.8	1.1	10.2	3.5	30.2	0.5
8	石仏山	930326	10.9	11.3	119	6.57	-	0	0.37	*	*	-	-	-	-	-	-	-	7.6	1.5	0.7	14.0	3.5	16.6	0.4
9	藤ノ瀬	930309	7.6	13.2	141	6.78	-	0	0.53	11.9	1.2	-	-	-	-	-	-	-	6.2	3.6	0.6	10.3	4.4	35.4	0.5
10	御手洗池	930309	7.3	12.9	140	7.19	-	0	0.47	9.9	1.2	-	-	-	-	-	-	-	8.5	4.3	1.3	9.0	3.7	13.8	0.5
11	細 口	930309	7.8	12.0	312	7.28	-	0	0.27	14.3	3.3	-	-	-	-	-	-	-	44.7	2.4	0.6	7.0	4.5	27.7	0.5
12	鰐の水	930309	3.8	7.4	71	6.49	-	0	0.65	11.9	3.9	-	-	-	-	-	-	-	1.7	1.2	0.6	8.4	4.0	103.2	0.6
13	不動滝	930309	4.6	9.5	211	7.46	-	0	0.04	17.3	15.6	-	-	-	-	-	-	-	24.0	4.2	0.7	9.2	5.7	21.9	0.6
14	お滻不動	930309	5.0	12.1	135	6.68	-	0	0.47	23.3	1.8	-	-	-	-	-	-	-	4.6	2.4	2.1	10.5	4.5	39.4	0.5
15	美 川	930317	6.5	12.8	135	6.64	-	0	0.98	8.9	13.3	-	-	-	-	-	-	-	15.1	2.7	0.6	17.0	3.7	41.8	0.4
16	鍋 谷	930317	3.0	9.1	60	6.67	-	0	0.13	12.9	7.9	-	-	-	-	-	-	-	0.3	1.9	2.2	238.0	4.3	12.4	0.7
17	桜生水	930317	5.0	13.4	110	5.70	-	0	0.16	19.3	1.2	-	-	-	-	-	-	-	3.8	2.1	1.8	10.1	4.0	60.1	0.5
18	木場弘法	930317	5.5	14.1	200	6.03	-	0	0.60	20.8	16.2	-	-	-	-	-	-	-	8.9	5.6	1.5	11.8	3.4	41.2	0.5
19	釜清水	930305	16.4	12.2	111	6.22	-	0	0.00	10.9	11.5	-	-	-	-	-	-	-	9.6	2.0	0.8	97.2	3.5	13.5	0.3
20	一口生水	930317	4.7	10.3	48	5.47	-	0	*	11.4	1.8	-	-	-	-	-	-	-	0.7	0.6	1.0	10.2	4.3	17.2	0.5
21	錦城山	930317	4.9	12.2	204	6.47	-	0	0.86	26.7	13.9	-	-	-	-	-	-	-	14.5	4.1	0.8	95.2	4.4	12.9	0.4
22	桂清水	930317	4.2	14.1	117	6.34	-	0	0.40	11.4	7.7	-	-	-	-	-	-	-	5.3	2.6	0.7	14.7	7.0	20.5	0.5
23	水道水	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

(\* : 未計測)

Table-5 涌水の水質分析結果

St.	地名	年月日	気温	水温	伝導度	pH	Rph	濁度	mg/l										μg/l					mg/l				
									DO	COD	Cl	SO4	N02	N03	P03	B02	アンモニア	Na	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Pb	FeS	FeA	Cd	SiO2
1	大 谷	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
2	曾々木	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
3	北河内	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
4	長井町	930908	21.5	13.8	149	6.34	-	0	0.90	18.5	-	-	-	-	-	-	-	-	6.0	4.5	0.7	4.7	1.6	2.1	5.0	0.3	0.3	
5	汗地蔵	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
6	坂 田	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
7	古和秀水	930908	21.0	13.1	133	6.49	-	0	1.20	17.7	-	-	-	-	-	-	-	-	5.8	3.2	-	5.2	1.8	13.8	8.3	0.2	0.2	
8	石仏山	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
9	藤ノ瀬	930908	19.8	14.7	132	7.00	-	0	1.17	10.9	-	-	-	-	-	-	-	-	7.0	3.9	0.7	9.1	3.0	-	4.1	0.4	-	
10	御手洗池	930908	19.5	14.0	133	6.91	-	0	1.00	9.4	-	-	-	-	-	-	-	-	8.7	4.6	-	5.0	4.0	1.7	6.1	0.3	0.2	
11	細 口	930908	20.3	14.4	300	6.88	-	0	1.27	10.6	-	-	-	-	-	-	-	-	47.7	2.7	-	8.2	4.0	5.7	6.3	0.2	0.2	
12	鰐の水	930908	18.5	15.8	74	6.56	-	0	2.33	5.6	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.2	0.9	14.4	3.4	9.3	64.1	0.5	0.5	
13	不動滝	930908	17.8	14.7	218	6.91	-	0	1.00	12.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.8	-	-	7.2	7.2	21.5	14.7	0.5	0.5
14	お滻不動	930908	19.2	14.2	131	7.00	-	0	5.73	20.7	-	-	-	-	-	-	-	-	5.5	2.7	0.9	11.9	3.0	21.1	15.0	0.3	0.3	
15	美 川	930906	22.5	14.3	138	6.42	-	0	0.77	5.1	-	-	-	-	-	-	-	-	16.5	3.4	-	5.6	1.4	4.8	3.5	0.4	0.4	
16	鍋 谷	930906	19.2	16.0	60	5.88	-	0	0.00	10.9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	1.8	3.6	70.1	4.6	3.9	11.5	0.8	0.8	
17	木場弘法	930906	25.2	15.9	193	5.74	-	0	1.23	13.9	-	-	-	-	-	-	-	-	4.1	2.3	-	5.3	1.6	-	10.7	0.3	0.3	
18	釜清水	930906	21.0	13.2	124	5.91	-	0	1.07	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	9.7	6.3	1.0	5.2	2.2	11.6	6.3	0.3	0.3	
19	金清水	930906	21.0	13.2	124	5.91	-	0	1.07	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	12.8	2.8	-	4.8	22.9	8.8	3.0	0.4	0.4	
20	一口生水	930906	21.5	15.0	49	5.74	-	0	0.43	7.3	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	0.7	-	8.0	2.4	2.1	2.9	0.4	0.4	
21	錦城山	930906	23.0	14.8	194	6.26	-	0	1.11	18.2	-	-	-	-	-	-	-	-	13.4	3.9	-	6.5	7.6	10.2	6.9	0.4	0.4	
22	桂清水	930906	19.0	16.7	120	6.08	-	0	1.03	8.6	-	-	-	-	-	-	-	-	5.7	2.8	-	7.0	3.2	-	3.1	0.3	0.3	
23	水道水	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

(FeS : 分光法 FeA : 原子吸光法 - : 未検出 \* : 未計測)

Table-6 涌水の水質分析結果

St.	地名	年月日	気温	水温	伝導度	pH	Rph	濁度	mg/l										μg/l					mg/l	
DO	COD	Cl	SO4	N02	N03	P03	B02	アンモニア	Na	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Pb	FeS	FeA	Cd	SiO2						




<tbl\_r cells="25" ix

## V 分析結果と考察（2）

天然水は多くの元素を溶存させた溶液である。その溶液は例外なく  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  の陽イオンと  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  の陰イオンを多量成分として含んでいる。そして、若干の重金属類及び、窒素、リン、ケイ素などを含み、陽イオンのグラム当量数と陰イオンのグラム当量数が一致したものであると考えてよい。

湧水は、自然における「水と岩石」の相互作用の生成物といわれている。しかし、理論的には、岩石の鉱物組成、化学組成等から、その岩石と接触していた水の組成を正確に把握することは難しいといわれている。なぜなら、構成岩盤のみならず、地層中の変化（流下に伴う水質の変化、深度に伴う水質の変化等）を捉えなければならないこと、しかも、それらは時間的、空間的な流れで捉える必要があるからである。

このように、湧水の成因に関する要素は多く、因果関係を完全に解明することは不可能であろう。しかし、私達は身近な水質調査項目から、できる範囲での考察を加えてみた。

### 1 pHの測定から

22の調査地点のpHを見てみると、大部分は6.0～7.0を示すが、大谷（St. 1）、曾々木（St. 2）、汗かき地蔵（St. 5）、細口（St. 11）、不動滝（St. 13）は微アルカリ性を示し、逆に坂田（St. 6）鍋谷（St. 16）、桜生水（St. 17）、一口生水（St. 20）は酸性を示した。特に、大谷のpHは7.9前後と高い数値を示し、一口生水はpH 5.5前後の低い数値を示した。このように、pHについて見ただけでも湧水を幾つかに仲間分けできる。

さらに、検水をエアレーション後、pH（R pH）測定し、初めのpHとの差を分かりやすく示したのがFig. 3である。

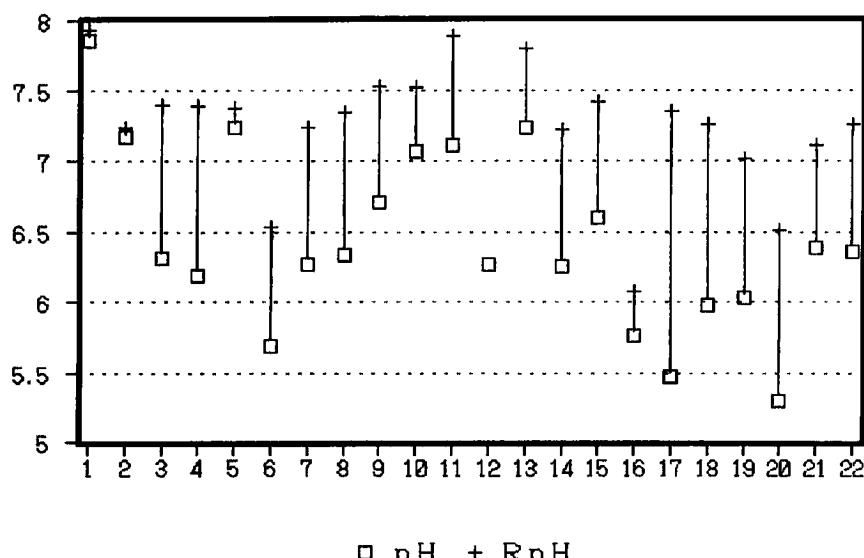


Fig. 3 pH - R pH (Y軸はpH, X軸は調査地点)  
検水をエアレーションする前後のpHの値の変化

Fig. 3で1.0 以上の差が見られた地点をあげてみると、北河内(St. 3), 長井町(St. 4)古和秀水(St. 7), 石仏山(St. 8), お滝不動(St. 14), 桜生水(St. 17), 木場弘法(St. 18), 一口生水(St. 20), 桂清水(St. 22)の9地点がある。中でも桜生水は1.7という大差が出た。これらは、土壤中の生物活動によるCO<sub>2</sub>の溶解の影響が大きい湧水の特徴の一つと考えられる。なお、これらの水質はHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>型であると予想される。ただ、桜生水については、止水に近い状態であること、採水場所一帯に水生植物、水生動物の活発な活動が認められることなどから、その影響でpHが下がったとも考えられる。いずれにせよ1.7 ものの差は驚きである。

これに対して、大谷(St. 1), 曽々木(St. 2), 汗かき地蔵(St. 5), 鍋谷(St. 16)は0.1~0.3程度の差であった。このことは、岩盤の性質が違うこと、湧出直後の水ではない等が考えられるが、はっきりしない。なお、鍋谷の水はエアレーションをした後もpHが低いのが特徴的であり、他の湧水とは異なる要因の存在をうかがわせる。

## 2 電気伝導度の測定から

電気伝導度は、一般に溶解している電解質の量を大ざっぱに知るためには、有用な数値である。調査地点の多くは 100~200 μS/cmを示したが、坂田(St. 6), 橋の水(St. 12)鍋谷(St. 16), 一口生水(St. 20)は 44~70 μS/cm と非常に低い値を示している。当然であるが、これらの水はNa<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>の含有量は少ないと考えられ、分析によるデータともはっきり一致している。(Table 5)

反対に、大谷(St. 1)や細口(St. 11)のように 300~400 μS/cmの値を示すものも見られた。大谷では海から受ける影響が大きく、細口ではCa<sup>2+</sup>, 即ち、湧出土壤の影響が大きいと考えられる。(Fig. 4)

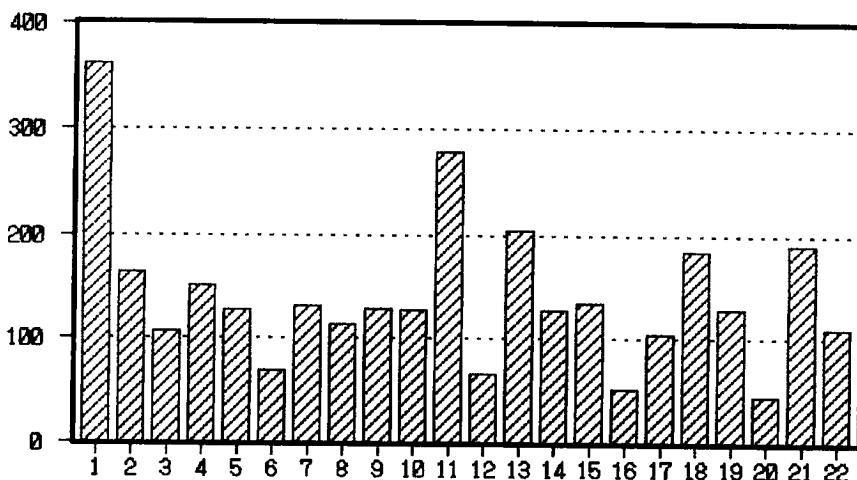


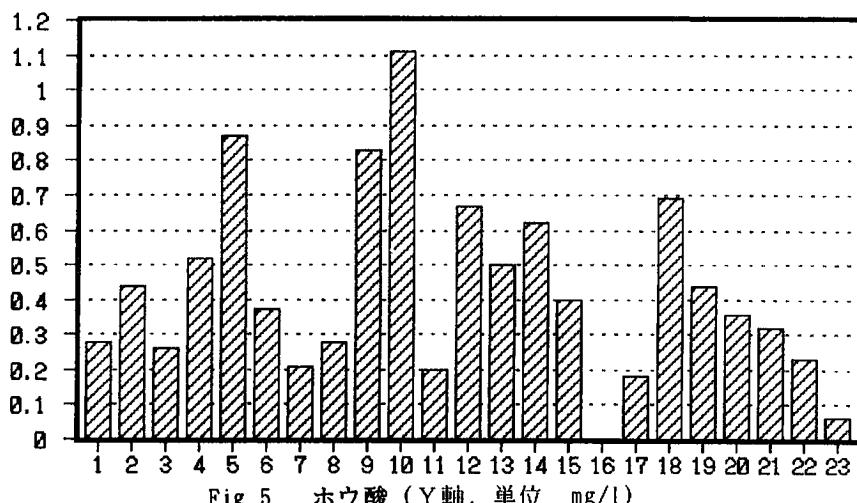
Fig. 4 電気伝導度 (Y軸, 単位 μS/cm)

### 3 湧水における無機汚染の可能性

湧水において  $\text{SO}_4^{2-}$  が多く検出される由来は、岩盤に硫化物が存在し、それが酸化された場合、石膏質の存在がある場合、それから二次的なものとして海水の影響がある。従って、これらの原因を勘案しても、なおかつ  $\text{SO}_4^{2-}$  が多いと考えられる場合は、人為的な無機汚染の可能性を考える必要が出てくる。しかし、この場合は  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  の存在と関連づけて考える必要がある。 $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  の N (窒素) の源は一般に、大気や土壤中の有機物が、化学変化や生物化学変化により酸化されることでできる。従って、湧水中にはほとんど検出されないと考えられる。そこで、 $\text{SO}_4^{2-}$  と  $\text{NO}_3^-$  との関連から見てみると、釜清水 (St. 19) に、やや無機汚染の傾向が表れている。日本の名水百選の一つということで、多くの人々が頻繁に出入りすることが一因として考えられる。今回は、生物学的調査を行っていないため、正確なことは言えないが、古和秀水の  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  の検出も、この影響があるのかもしれない。

### 4 ホウ酸の分析から

古くから人々に親しまれている湧水には、様々な言伝えが残されている。その一つとして御手洗池には「聖武天皇の皇太子の眼病治療に使われた水」という言伝えがある。そこで、ホウ酸を分析したところ、御手洗池が22の調査地点のうちで一番多い1.11mg/l 含んでおり、二番に汗かき地蔵が0.87mg/l、次に藤ノ瀬が0.83mg/lであった。この量が果して眼病に対し効能があったかどうかは分からぬが、長期継続使用により、よかったですのかもしれない。なお、クルクミンによる全ホウ酸態ホウ素の定量では、赤色錯体の吸光度を測定するが、減衰するため、時間によって測定値は多少変化する。しかし、繰り返しの測定において、誤差を考慮しても御手洗池のホウ酸含有量が他の湧水に比べて多いという事実は変わらない。古くから多くの人々が御手洗池の水で目を洗い、経験的に「眼病に効く」ということを発見し、親から子へ語り伝え続けていることが、少しばかり科学的に実証されたように考える。一方、水道水を含むほとんどの調査地点（県教育センター水道水0.06mg/l）で検出されているホウ酸が鍋谷 (St. 16) において検出されなかったことは興味深い。



## 5 $\text{SiO}_2$ の分析から

我国の水は諸外国の水に比べて、一般的にケイ酸分が多く含まれていると言われている。今回の調査地点の中では、藤ノ瀬 ( $101.5\text{mg/l}$ )、木場弘法 ( $93.5\text{mg/l}$ )、御手洗池 ( $86.1\text{mg/l}$ ) 等が突出しており、比較的少ない場所では鍋谷 ( $13.2\text{mg/l}$ )、不動滝 ( $14.2\text{mg/l}$ )、釜清水 ( $18.8\text{mg/l}$ ) 等があげられる。(Fig. 6)

一般に湧出岩盤が堆積岩の場合、 $\text{SiO}_2$ に富み、 $\text{SO}_4^{2-}$ や $\text{Cl}^-$ の含有量は少なく、陽イオンがミリグラム当量で、 $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ の順になっていると言われている。また、火成岩の場合は $\text{Na}^+ > \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ の関係があり、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ も比較的高濃度であると言われている。

このことを利用して、各調査地点のデータを見直すと、堆積岩盤湧出の可能性が高いのは、大谷 (St. 1)、古和秀水 (St. 7)、藤ノ瀬 (St. 9)、細口 (St. 11)、樋の水 (St. 12)、お滝不動 (St. 14)、木場弘法 (St. 18)、一口生水 (St. 20)、錦城山 (St. 21) の各地点である。

また、火成岩盤湧出の可能性の高いものとして、北河内 (St. 3)、汗かき地蔵 (St. 5)、石仏山 (St. 8)、御手洗池 (St. 10)、桜生水 (St. 17) の各地点があげられる。

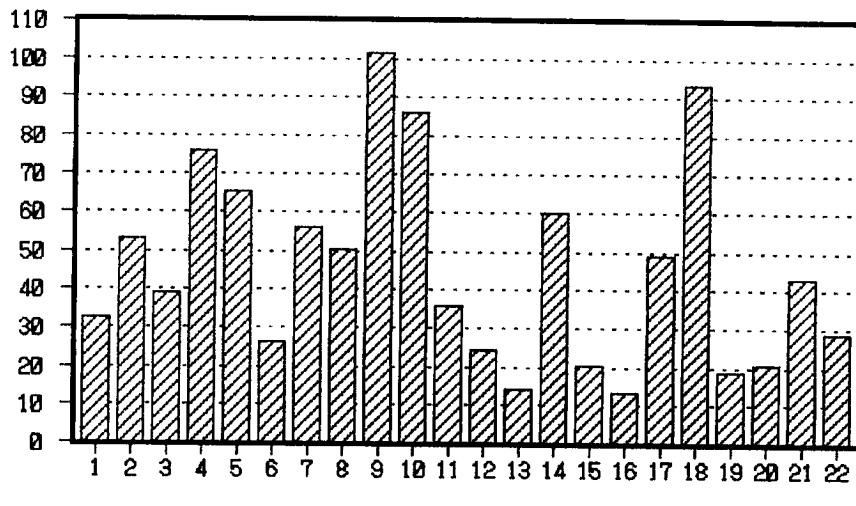


Fig. 6 ケイ酸 (Y軸、単位  $\text{mg/l}$ )

## 6 重金属の分析から

重金属関係は含有量が  $\mu\text{g/l}$  オーダーであるので、はっきり断言するわけにはいかないかもしれないが、St. 16 鍋谷では年間を通じて、数十  $\mu\text{g/l}$  オーダーで  $\text{Zn}^{2+}$  が検出され、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ についても数  $\mu\text{g/l}$  オーダーで検出されている。他の湧水と比較すると10倍近い含有量である。また、一部の湧水で  $\text{Zn}^{2+}$  が多く検出されたり、 $\text{Pb}^{2+}$  が多く検出されたりしたことがあったが、連続的に検出されたものではないため、今までのデータからだけでは判断できない。(Fig. 7)

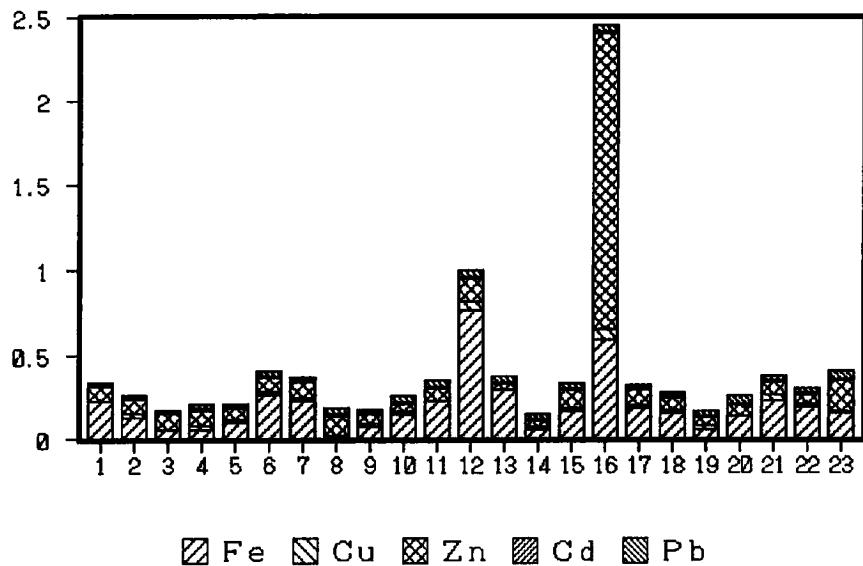


Fig. 7 重金属 (Y軸, 単位 meq/l)

## 7 カチオン, アニオンの比較

カチオン, アニオンの比較については, それぞれをmg/lから meq/lに換算し, その調査時のMg<sup>2+</sup>の meq/l を1として相互比で行った。これは, 比較するに際して, まず, 溢水の湧出量が年間を通じ一定ではないこと, mg/l 単位では絶対的な比較ができないことからであった。また, Mg<sup>2+</sup>のmeq/l を基準にしたわけは, 年間を通じほとんど変化がないという仮定によった。その結果, 一般的に夏場の方が若干ではあるが高い値を示している。このことは水量だけではなく, 岩盤上の滞留時間の影響を大きく受けているものと思われる。

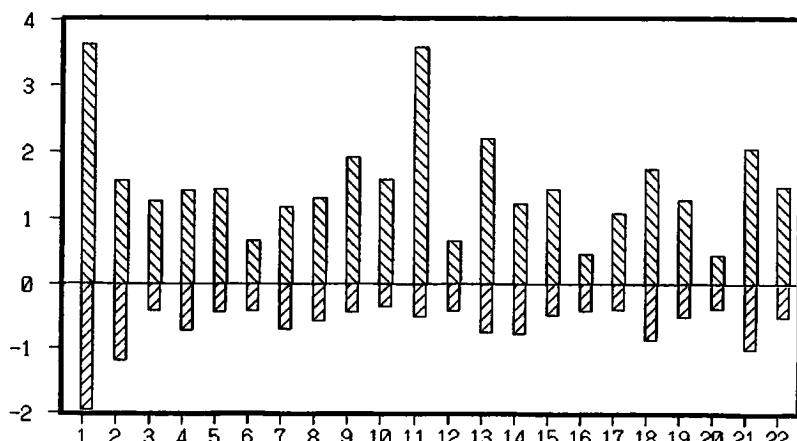


Fig. 8 カチオン, アニオンの比較 (Y軸, 単位 meq/l)

(注) HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>は未計測のため含まず

## 8 各湧水の傾向及び相関性

### ①濃度相関マトリクス

Table 7は、各水源の湧水の成分 (Table 6) を濃度相関マトリクスによって相関関係を調べたものである。この方法は、湧水相互の類似性を数値化して表せることから、より客観的に特徴を発見することができる。(木羽・松本 1978, 本淨1982)

表中の上段の値は  $M=1.3$  の値であり、下段の斜字体は  $M=1.5$  の値である。

各相関数を見たとき、St. 3-St. 21, St. 4-St. 7-St. 14, St. 9-St. 10, St. 13-St. 15, St. 13-St. 19 が比較的高い数値を示している。地質概要図 (藤1985) 及び、新版・石川県地質図 (Y. KASENO 1993) によると、St. 3-St. 21, St. 4-St. 7-St. 14, St. 9-St. 10 は帶水層地質に類似性が認められる。

長井町と古和秀水は距離的に15km程度しか離れておらず、中新世前期の砂岩・泥岩層は同一の地質と考えられる。また、宇ノ気町のお滝不動尊は50km以上離れており、同一の地質ではなく、砂岩・泥岩層で構成される点が水質の類似につながったと考えられる。

Fig. 9 のように、地質との関係を洗い出していくと、藤ノ瀬と御手洗池でも同一地質の関係が認められる。

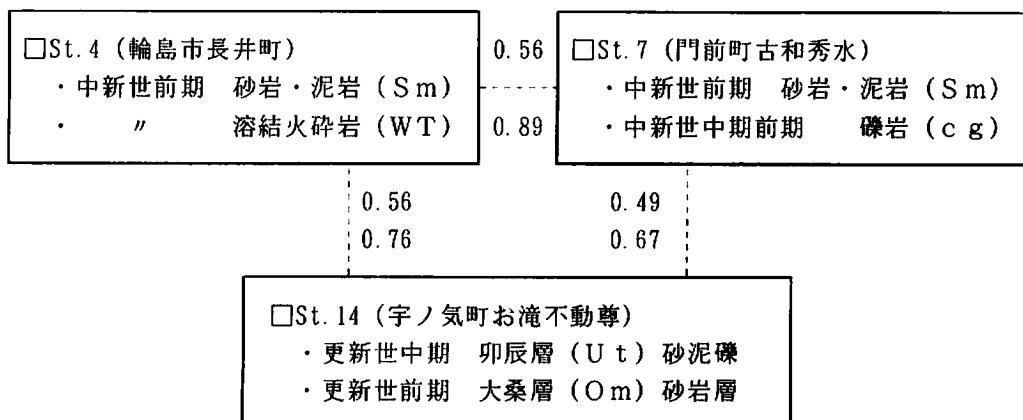


Fig. 11 濃度相関マトリクスによる水質の類似と地質

上段  $M=1.3$  下段  $M=1.5$

これとは反対に、Table 7 から St. 1, St. 11, St. 16, St. 20 の各湧水が、他の湧水との相関数が低く、異質なものであることがわかる。

### ②クモの巣グラフ

また、Table 6 の分析項目から18項目を選び、クモの巣グラフに表したもののがFig. 10である。このグラフは、濃度相関マトリクスと同様に、湧水相互の類似性を大まかに捉えることができるとともに、各湧水の特徴を視覚的に捉えることができる。各湧水の溶存成分の特徴を示したグラフから、 $\text{SiO}_2$ と $\text{Na}^+$ が多く含有されていることが分かり、石川県の湧水の大きな特徴の一つと考えられる。また、他の湧水と異質と捉えられた St. 1 大谷についてはクモの巣グラフの観察から、 $\text{SiO}_2$ と $\text{Na}^+$ のピークに、二次的に $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ 等が加わって溶存成分を構成するようになったと考えられる。即ち、海からの影響が出ていると考える。

各水源の湧水の成分の相関数

Table 7

ST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0.17	0.33	0.14	0.19	0.22	0.25	0.25	0.18	0.19	0.20	0.22	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
3	0.14	0.19	0.14	0.19	0.22	0.25	0.25	0.18	0.19	0.20	0.22	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
4	0.25	0.36	0.26	0.28	0.22	0.25	0.25	0.18	0.19	0.20	0.22	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
5	0.17	0.18	0.18	0.19	0.20	0.20	0.22	0.22	0.28	0.28	0.22	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
6	0.17	0.20	0.22	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.36	0.36	0.27	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
7	0.39	0.40	0.39	0.33	0.56	0.56	0.56	0.56	0.38	0.38	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
8	0.14	0.13	0.36	0.36	0.31	0.31	0.31	0.31	0.18	0.18	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
9	0.11	0.22	0.22	0.19	0.19	0.27	0.27	0.27	0.33	0.33	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
10	0.06	0.11	0.19	0.19	0.18	0.40	0.40	0.40	0.16	0.16	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
11	0.19	0.27	0.28	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
12	0.08	0.14	0.14	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.19	0.19	0.11	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
13	0.11	0.19	0.19	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.25	0.25	0.03	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
14	0.25	0.36	0.36	0.33	0.76	0.40	0.40	0.40	0.38	0.38	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
15	0.17	0.18	0.14	0.22	0.22	0.20	0.20	0.18	0.18	0.18	0.11	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
16	0.28	0.27	0.25	0.24	0.33	0.31	0.31	0.29	0.29	0.29	0.13	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
17	0.06	0.09	0.06	0.13	0.08	0.20	0.09	0.18	0.13	0.09	0.09	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
18	0.22	0.51	0.36	0.56	0.40	0.38	0.38	0.56	0.56	0.27	0.33	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
19	0.36	0.27	0.31	0.38	0.56	0.24	0.33	0.27	0.27	0.27	0.50	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
20	0.17	0.20	0.28	0.18	0.27	0.18	0.18	0.18	0.18	0.13	0.20	0.14	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
21	0.06	0.08	0.06	0.08	0.19	0.33	0.33	0.08	0.14	0.14	0.25	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
22	0.19	0.22	0.25	0.24	0.31	0.24	0.29	0.22	0.33	0.33	0.25	0.11	0.17	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
23	0.36	0.42	0.31	0.36	0.51	0.38	0.42	0.38	0.42	0.42	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47

(注) 普通字体は、M=1.3の場合、斜字体は、M=1.5の場合である。  
 K, Na, Ca, Mg, Cu, Zn, Pb, Cd, Cl, SO<sub>4</sub> (イオン濃度) の10種類で相関数を求めた。  
 下線部は、相関の高い値を示し、網かけ部は、今回測定群のなかで異質なSTであると判断されるもの。

### ③キーダイヤグラム及びヘキサダイヤグラム

Fig. 11の内側がキーダイヤグラム及び三角図で、これらの図のどの位置にあるかによって、水質の特徴を捉える方法である。(Piper 1944, 他) また、両脇の図がヘキサダイヤグラム表示で、図の形が水質型を、図の大きさがほぼ溶存成分量を示すものである。

図中の $\text{HCO}_3^-$ は本来、計測データを使用しなければならないが、今回の調査においては残念ながら未計測である。そこで、 $\text{HCO}_3^-$ と相関関係の高い pH - R pH (Fig. 3) の記録及び、アニオンとカチオンの差 (Fig. 8) から  $\text{HCO}_3^-$ の量を推定し表示することを試みた。ヘキサダイヤグラムから St. 1, St. 11, St. 16, St. 20 はかなり異質な水であることが、前述の濃度相関マトリクス同様にわかる。また、キーダイヤグラムについて見ると、 $\text{Ca} + \text{HCO}_3^-$ 型、 $\text{Na} + \text{Cl}^-$ 型、 $\text{Na} + \text{HCO}_3^-$ 型の三型に分けられる。島野・永井の一連の報告 (1992~1993) によれば  $\text{Ca} + \text{HCO}_3^-$ 型に集中し、若干の $\text{Na} + \text{Cl}^-$ 型と $\text{Na} + \text{HCO}_3^-$ 型が見られる。今回の筆者らの測定では、石川県内の湧水22か所のうち、約半数は $\text{Ca} + \text{HCO}_3^-$ 型の傾向を示し (図中A), 7か所が $\text{Na} + \text{Cl}^-$ 型 (図中B) 4か所が $\text{Na} + \text{HCO}_3^-$ 型 (図中C) の傾向を示した。

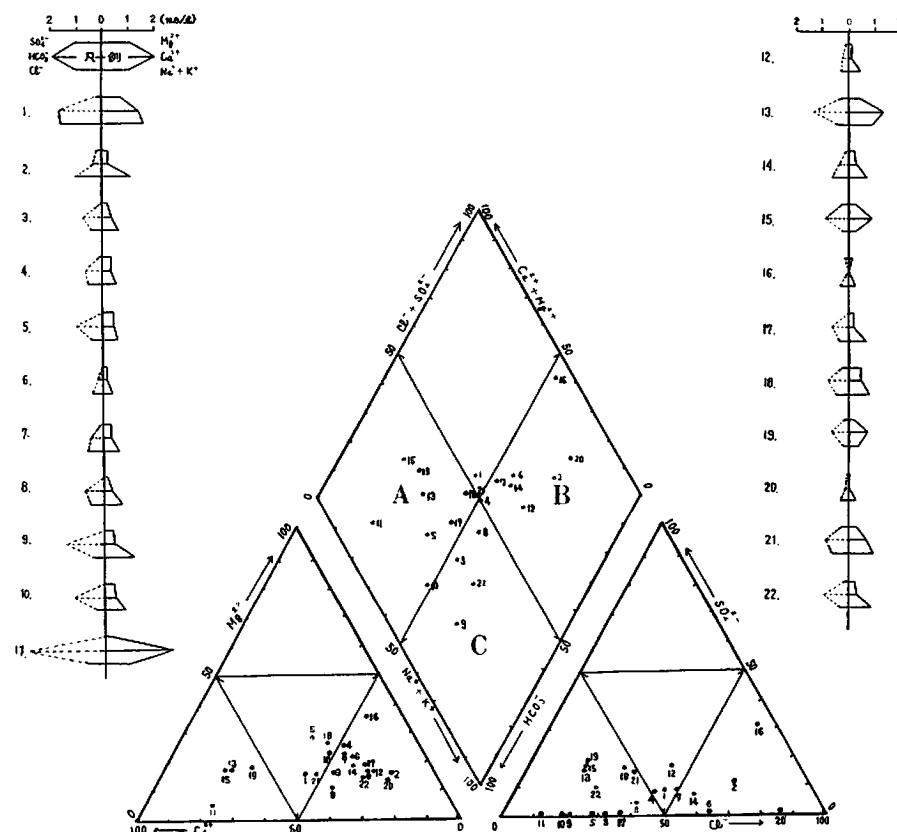
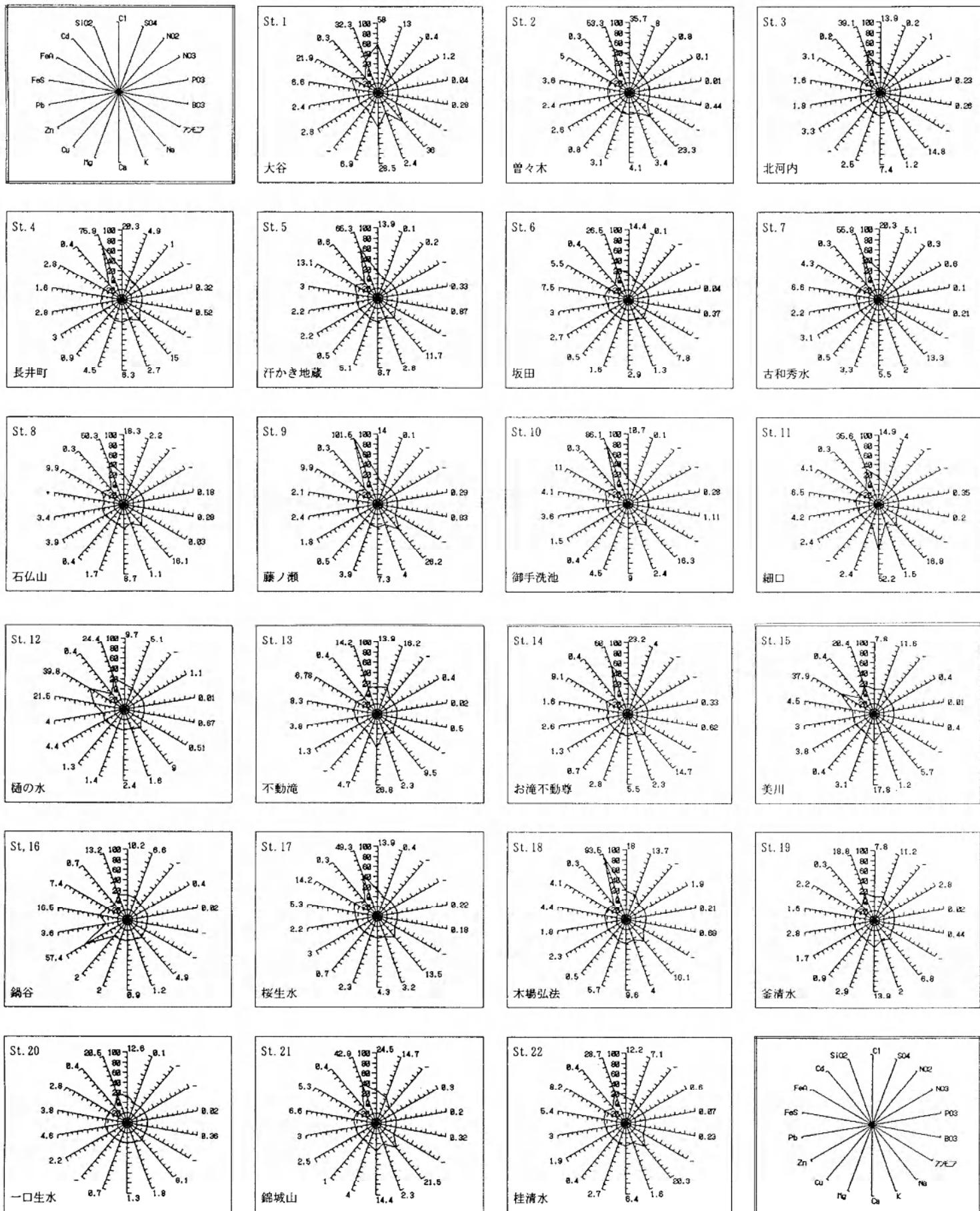


Fig. 11 水質の表示図 (番号は湧水の番号を示す)

F i g . 1 0 各調査地点における 各種イオンの含有 (但し、重金属は $\mu\text{g/l}$ 、他は $\text{mg/l}$ 単位)



## 9 主なものの経年変化から

### ① 水温

水温については、外気温の変化が大きいのに対して、多くの調査地点では、ほぼ11°C～14°Cの範囲にあり、湧水の特徴を如実に示している。(Fig. 12) 外気の影響を強く受けていると思われる地点については、湧出して時間がかなり経過した水であったり、水源が地下水でないこと等が考えられるがはっきりしない。(樋の水、鍋谷では季節の違いによつても水温がかなり大きく変化している。Fig. 13)

### ② 電気伝導度、pH

電気伝導度、pHについては、季節・年間を通して顕著な変動は見られない。

(Fig. 12～13)

### ③ DO

DOは水温の変化で数値に変動が見られる。しかし、水温の安定した湧水においては、変動の幅が小さい。湧水かどうかはっきりしない St. 12樋の水のDO値は、水温の変動と逆の動きをしている。(Fig. 13) なお、平成3年までのDO値は堀場製作所製水質チェッカー U-7を使ってのデータである。

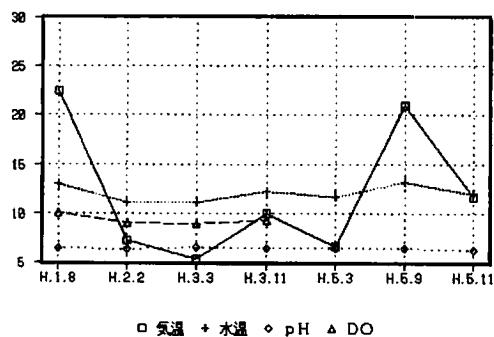


Fig. 12 水質の経年変化 (St. 7 古和秀水)

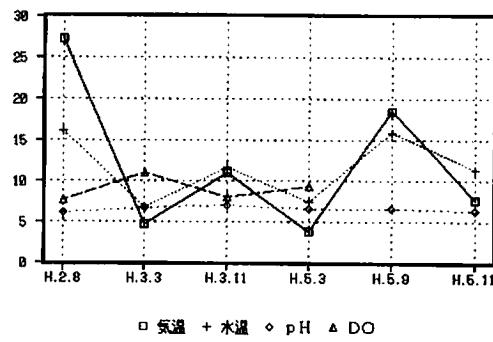


Fig. 13 水質の経年変化 (St. 12 樋の水)

(Y軸の単位：気温・水温 ℃, DO mg/l)

### ④ COD

CODについては、各調査地点とも夏場の方がやや高い値を示している。

(Table 4, 5, 6)

## 10 河川水と湧水の水質比較

湧水の水質分析結果 (Table 4, Table 5, Table 6) と河川の水質分析結果 (Table 8) から、主な分析項目について若干の考察をしてみた。

### ① 水温

河川水は地表部を流れているので、地表で受けた太陽熱の影響を受けやすい。そのため、場所によっても、季節によっても変化が大きい。犀川で調査した記録から、中流域の大桑を例にとってみると、春・秋は10~14°C前後、夏は21°C前後である。これに対して多くの湧水は、地中深くに水源があるため、地表に湧出するまでは日光等の影響を受けにくい。従って、年間を通じて、ほぼ一定の値を示す (12~14°Cの湧水が多い)。

### ② pH

河川水は各々、pH7~8の間を示すことが多い。しかし、同一場所であっても、季節や時間によって大きな差が見られることがある。これは、河川に繁茂している藻類の（光合成）影響であることが多い。犀川、伏見川の下流部においては、水量の少ない夏場に藻類が異常に繁茂した結果pH9~10を記録するのは珍しくない。(Table 8)

一方、湧水の場合は弱酸性のもの、中性に近いもの、弱アルカリ性のもの等、様々である。しかし、季節、時間によって、大きな変動は見られない。また、pHを測定するとpHとの較差が大きい。即ち、土中のCO<sub>2</sub>の溶解と深く関わっている点も、河川水と異なるところである。

### ③ C I<sup>-</sup>

河川水は0.5~15mg/l程度 (伏見川の下流部で30mg/lを示す場合があったが、ほぼ数mg/l程度) であるが、湧水の場合は一般に高い数値を示している。これは、湧出岩盤に起因することが多いが、海岸付近の湧水では海の影響で特に大きい数値を示す。

### ④ SiO<sub>2</sub>

ケイ酸については、湧水の方が含有量が多く、C I<sup>-</sup>の場合と同様な傾向を示している。

Table 8 麟川水系水質分析結果

調査地点		水温	濁度	pH	DO	伝導度	COD	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	リン酸	Cl	SO <sub>4</sub>	珪酸	Ca	Mg	Fe
倉谷	920519	10.6	1	7.7	10.5	0.73	0.1	0.01	0.001	0.03	0.5	7.6	3.4	6.7	1.7	0.19
見定	920507	11.0	1	8.2	10.2	0.93	0.2	0.00	0.001	0.02	1.0	14.0	9.5	9.1	2.1	0.04
熊走	920423	8.6	2	7.8	9.8	0.90	0.3	0.00	0.004	0.04	0.8	7.6	7.2	5.7	1.6	0.08
上辰巳	920415	7.7	1	7.2	10.9	0.73	0.7	0.00	0.003	0.02	1.3	7.9	7.8	5.2	1.5	0.01
大桑	920428	10.4	3	8.0	10.0	0.97	1.9	0.00	0.005	0.03	0.8	7.6	7.2	5.6	1.5	0.03
法島	920513	13.3	1	7.8	10.6	1.00	3.5	0.00	0.007	0.02	1.5	8.7	8.6	7.0	1.9	0.08
大豆田	920415	11.1	1	7.0	10.0	1.00	1.1	0.00	0.005	0.03	1.2	8.2	9.1	5.3	2.9	0.07
二つ寺	920423	16.0	16	7.3	9.0	1.10	4.8	0.05	0.069	0.65	2.3	48.3	14.4	12.8	4.8	0.49
坪野	920520	12.5	2	7.7	9.5	0.95	0.4	0.01	0.001	0.16	1.3	4.0	23.8	3.2	1.7	0.01
平栗	920513	14.2	2	8.0	10.1	1.10	4.1	0.00	0.012	0.16	2.8	9.8	30.9	7.5	2.9	0.44
富澤	920424	11.1	1	7.7	10.2	1.10	1.4	0.00	0.021	0.15	2.3	15.1	28.9	7.6	2.8	0.14
間明	920428	18.2	4	7.3	10.2	1.20	5.0	0.14	0.095	0.55	2.3	15.3	14.3	13.5	3.0	0.16
調査地点		水温	濁度	pH	DO	伝導度	COD	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	リン酸	Cl	SO <sub>4</sub>	珪酸	Ca	Mg	Fe
倉谷	920921	16.4	0	7.5	8.9	0.90	0.1	0.02	0.000	0.00	2.8	8.9	5.8	12.2	2.5	0.00
見定	920915	16.2	2	7.7	9.4	1.00	0.2	0.02	0.000	0.00	4.0	13.5	7.4	15.5	2.1	0.02
熊走	920902	22.5	1	7.4	7.6	1.10	0.5	0.00	0.000	0.05	3.2	7.5	7.7	9.4	2.7	0.02
上辰巳	920901	22.8	1	8.0	8.7	1.10	0.6	0.02	0.001	0.03	4.7	8.2	9.6	8.4	2.4	0.05
大桑	920903	20.4	1	7.2	8.6	1.00	0.8	0.05	0.002	0.00	1.3	7.5	6.5	9.6	2.5	0.10
法島	920905	20.5	1	7.2	8.4	1.10	1.1	0.00	0.007	0.00	4.2	7.5	7.9	9.4	2.5	0.10
大豆田	920902	31.5	2	9.9	7.4	1.30	2.3	0.02	0.001	0.00	3.7	7.7	7.5	5.8	1.2	0.05
二つ寺	920916	24.0	5	7.5	7.0	1.20	3.3	0.65	0.017	0.51	23.9	22.2	11.3	17.7	4.4	0.10
坪野	920917	15.9	2	7.1	9.1	0.90	0.8	0.00	0.000	0.18	6.1	2.6	17.3	3.5	1.5	0.02
平栗	920916	16.8	2	7.5	9.3	1.00	4.2	0.00	0.001	0.11	57.3	38.0	22.3	9.6	3.7	0.05
富澤	920914	18.0	1	7.3	8.5	1.00	4.7	0.04	0.019	0.22	62.3	59.1	23.9	17.0	5.5	0.19
間明	920917	24.7	5	6.8	7.6	1.10	5.8	2.38	0.435	0.98	38.7	23.3	12.8	20.5	4.2	0.13
調査地点		水温	濁度	pH	DO	伝導度	COD	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	リン酸	Cl	SO <sub>4</sub>	珪酸	Ca	Mg	Fe
倉谷	921102	8.7	3	7.3	10.3	0.70	0.2	0.00	0.000	0.00	3.0	4.6	6.7	6.1	1.5	0.01
見定	921112	9.9	9	7.7	10.3	0.90	0.2	0.00	0.000	0.02	4.0	8.9	7.9	8.6	1.6	0.02
熊走	921105	11.5	1	7.4	9.8	0.80	0.3	0.00	0.001	0.03	5.0	5.5	8.9	7.9	2.2	0.07
上辰巳	921103	11.6	2	7.8	11.0	0.90	0.9	0.00	0.001	0.03	6.2	7.5	11.6	7.6	2.2	0.05
大桑	921104	12.4	4	7.8	10.1	0.80	0.7	0.00	0.001	0.00	4.3	7.3	7.1	7.9	1.9	0.13
法島	921116	10.3		7.2			0.7	0.00	0.003	0.00	3.9	4.4	7.4	7.4	1.9	0.03
大豆田	921104	13.8	14	8.1	10.2	1.00	0.8	0.00	0.003	0.01	4.5	5.3	8.0	7.6	2.0	0.24
二つ寺	921105	16.4	10	7.5	8.8	1.10	4.9	0.57	0.106	0.58	16.3	35.2	11.9	15.9	4.7	0.41
坪野	921114	10.8	3	7.0	9.4	0.90	0.7	0.00	0.000	0.00	5.2	0.9	16.6	3.1	1.4	0.02
平栗	921113	12.0	17	7.4	10.3	1.10	3.8	0.03	0.001	0.00	17.4	8.9	20.8	6.4	2.3	0.13
富澤	921113	10.9	7	7.5	10.8	1.00	2.3	0.25	0.019	0.04	18.4	12.9	21.1	8.1	2.6	0.23
間明	921116	17.0	20	6.9			6.2	2.33	0.435	0.63	28.8	18.2	13.0	16.6	3.4	0.10

(注) 1992年4月～11月にかけ、犀川水系で行った水質調査の記録(池端)である。なお、調査地点は上流→下流の順に示してある。水質は堀場製水質チェッカー U-7で測定。

## VI まとめ

県内の主な湧水の分布を調べ、そのなかの22か所について、数年にわたり水質調査及び溶存成分の分析を試みた結果を報告した。得られた結果及び考察の要約は以下のとおりである。

1. 県内で湧水が多く分布する地域は、地形及び地質の面から、次のような特徴が見られた。山地・丘陵周縁部の異なる地質の境界付近に多いこと。大きな河川によって形成された扇状地の扇端部分に多いこと。
2. 県内の湧水は、溶存成分として $\text{SiO}_2$ と $\text{Na}^+$ を多く含有するタイプがほとんどである。(22か所中18か所を占める) $\text{SiO}_2$ と $\text{Na}^+$ を多く含有することは、他県の湧水の場合と同様な傾向である。しかし、 $\text{SiO}_2$ の量については、かなり含有量が高いという特徴がある。  
また、 $\text{Na}^+$ より $\text{Ca}^{2+}$ を多く含有する湧水がいくつか見られるが、海の影響や石灰質砂岩など、周辺環境の影響を強く受けている場合が多い。
3. 水質分析の結果を、多元素濃度相関マトリクス、クモの巣グラフ、キーダイヤグラム及びヘキサダイヤグラムによって解析したところ、水質の類似した湧水及び、他と異なる特殊な水質の湧水が洗い出された。類似性の高い湧水同士では、付近の地質に類似性が見られるもののが多かった。
4. 眼病治療に使われた湧水という言伝えをもとに、ホウ酸の分析をしたところ、御手洗池、汗かき地蔵、藤ノ瀬の湧水などが相対的に含有量が多いことが分かった。
5. 一部の湧水で人為的な無機汚染が起きている傾向が見られた。しかし、全体的には清澄な水質が保たれている。
6. 重金属の分析からは、 $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ などが $\mu\text{g/l}$ オーダーで検出された。陶石採掘鉱山が近くにある鍋谷の湧水は低レベル(飲料水の基準をクリアしている)ながら含有量が突出しており、七尾城跡の湧水「桶の水」がそれに続く含有量である。
7. 湧水と河川水の水質・溶存成分を比較したところ、水温やpHの季節や時間の変化、 $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SiO}_2$ の含有量など多くの点で違いが見られた。

## 主 要 参 考 文 献

- 1) 本淨 高治(1982):石川県珠洲市における温泉源の相関性について(温泉工学会誌)
- 2) 本淨 高治(1987):医王山の麓に湧き出る湯涌温泉と湧水の溶存成分について(同上)
- 3) 本淨 高治(1987):兼六園の湧水と鉄バクテリア(金沢大学大学教育開放センター紀要)
- 4) 本淨 高治・弁谷 知道(1987):金沢城大手堀の水(同上)
- 5) T. Honjo and T. Benya: Preconcentration and determination of trace elements in  
(1989) fresh water by means of functional filter papers(EXPAPIER)  
and X-ray fluorescence spectrometry (Fresenius Z Anal Chem)
- 6) 本淨 高治(1992):自然人 No. 20 6-10
- 7) 藤 則雄編(1985):石川の地形・地質案内, 東京法令出版発行
- 8) Y. Kaseno 編著 (1993):石川県地質誌 新版・石川県地質図(縮尺10万分の1)
- 9) 永井 茂・石井 武政(1983):水質から地下水の起源・流動を探る—熊本平野の例—  
地質ニュース No. 349
- 10) 島野 安雄・永井 茂(1992~1993):日本水紀行(1)~(5) 地質ニュース
- 11) 島野 安雄(1988):名水を訪ねて(3)熊本県の4名水 地下水学会誌第30巻
- 12) 島野 安雄(1989):名水を訪ねて(8)出流原弁天池湧水 地下水学会誌第31巻
- 13) 西垣 誠・島野 安雄(1991):名水を訪ねて(13)岡山の3名水 地下水学会誌第33巻
- 14) 安田 守・島野 安雄(1991):名水を訪ねて(14)木曾三川地域の4名水 地下水学会誌
- 15) 島野・戸次 文夫(1992):名水を訪ねて(18)大分県の3名水 地下水学会誌第34巻
- 16) 板寺 一洋・島野(1993):名水を訪ねて(22)金沢清水と岩手山麓湧水群 地下水学会誌
- 17) 島野 安雄(1987):阿蘇山周辺地域における湧水の分布と若干の性状について  
ハイドロロジー(日本水文科学会誌)
- 18) 島野 安雄・永井 茂(1990):阿蘇外輪山北麓地域の湧水・河川水等の水文化学的研究
- 19) 島野 安雄・永井 茂(1991):阿蘇外輪山南東麓地域の湧水・河川水等の水文化学的研究(宇都宮文星短期大学紀要)
- 20) 島野 安雄 他(1993):黒部川扇状地における地下水の水文化学的研究(同上)
- 21) 横根 勇(1991):実例による新しい地下水調査法 山海堂
- 22) 半谷 高久・小倉 紀雄(1985):改訂2版 水質調査法 丸善
- 23) 日本分析化学会北海道支部(1981):水の分析 第3版 化学同人
- 24) 三宅 泰雄・北野 康(1976):新水質分析法 地人書館
- 25) 並木 博ら(1982):詳解工業排水試験方法 日本規格協会
- 26) 鈴木 正己(1984):原子吸光分析法 共立出版社
- 27) 日本化学会編(1992):陸水の化学 学会出版センター
- 28) 日本化学会編(1989):土壤の化学 学会出版センター
- 29) 石川県教育センター(1978):石川の自然 第4集 石川県教育センター
- 30) 石川県企業局(1980~1985):水質年報 石川県

本調査・研究に携わった方及び、現在の所属等は以下の通りである。

- |        |                |
|--------|----------------|
| ・北本 正明 | (金沢市教育委員会指導主事) |
| ・小野ふみゑ | (金沢市立西南部小学校教諭) |
| ・池端 弘久 | (金沢市立新豊町小学校教諭) |
| ・原田 宗昭 | (石川県教育センター 技師) |
| ・北村千鶴代 | (石川県教育センター 技師) |

#### 謝 許

本調査・研究を進めるにあたり、多くの方々の御援助・御協力をいただいた。金沢大学理学部教授 本淨 高治 氏（分析化学教室）には、微量分析の手法及び、データ解析の手法等について懇切丁寧に御教示いただいた。宇都宮文星短期大学助教授 島野 安雄氏には、水化学的研究に関する多くの文献を提供していただくとともに、研究に関して筆者らの持ち続けていた多くの疑問に明快に答えていただいた。サントリー白州蒸溜所 管理技師長 杉本 孝雄 氏、森田 真 氏には、酒造用の水に関する基礎的な研究に基づく貴重なお話を聞かせていただいた。県下の地方教育事務所の所員の皆様には、各地区にある湧水についての情報を提供していただいた。

また、現地調査を行うに際して、当センター庶務課長 有沢 正雄 氏、技師 原田 宗昭 氏をはじめとする庶務課の皆様方には、公用車の使用、日程等で細かな御配慮をしていただいた。また、本調査・研究及び、全般的な構成については、当センターワーク次長兼第二研修課長 山辺 鉄矢 氏にジャッジメントをいただいた。

最後まで大過なく調査・研究を終えることのできたことに感謝しつつ、一言御礼申し上げる次第である。

抄録カード

石川の自然 第45集 化学編（3）

## 石川県内における主な湧水の分布と水質

石川県内の主な湧水の分布と水質についてまとめたものである。主な湧水22か所について、周辺環境及び水質を説明している。見学に役立てたり、化学教材の資料とするための小冊子である。

- I はじめに
- II 石川県における湧水の概要
- III 調査項目及び方法
- IV 調査及び分析結果と考察（1）
- V 分析結果と考察（2）
- VI まとめ

石川県教育センター 化学研究室

越川 司朗・山下 尚

紀要 第45号

平成6年（1994）3月25日発行  
発行所 石川県教育センター  
〒921 金沢市高尾町ウ31番地1  
電話 (0762)98-3515  
FAX (0762)98-3518  
代表者 北橋正治  
印刷 高島出版印刷株式会社





