

3.5 富山のおいしい水

(奥川光治)

3.5.1 名水百選

環境庁(現在の環境省)は 1985 年に, 全国各地の湧水や河川の中から「名水百選」を選定した. その選定のための条件は①水量・水質, 周辺環境(景観), 親水性の観点からみて, 保全状況が良好なこと, ②地域住民等による保全活動があること, を必須条件とし, そのほか, ③規模, ④故事来歴, ⑤希少性, 特異性, 著名度等を勘案することとされた(環境省, 2005). 都道府県単位で見ると, 富山県は熊本県と並び, もっとも多い 4 ヶ所の選定を受けた. もちろん, 選定を受けた「名水」の水質がとくに良好であるとか, 飲んだときにおいしいということが判定条件になっているわけではないが, 富山県の水環境が優れていることを物語っている. 以下, 選定を受けた 4 ヶ所について環境省と高倉(1994)の資料に基づいて見てみよう.

(1) 黒部川扇状地湧水群

黒部川は宇奈月町愛本を扇頂に, 典型的な扇状地を形成している. 北アルプスの鷲羽岳に源を発した黒部川の一部はこの扇状地で地下水となり, 扇端部では湧水や自噴井となる. その中から入善町吉原の杉沢, 黒部市吉田 JR 生地駅前の清水の里, 黒部市生地の共同洗い場(写真 3.5.1)が黒部川扇状地湧水群として名水百選に選定された. 特に黒部市の 2 ヶ所(2 自噴井)は現在も湧水を, 飲用, 野菜や衣類の洗物に利用している. また, 黒部市では生地地区を中心として「まち歩き観光」に力を入れており, 観光ボランティアによる名水巡りなどの案内も行なわれている. 水質は杉沢と黒部市の 2 自噴井との間で相違がある(表 2.6-1). 杉沢の湧水は黒部市の 2 自噴井および黒部川の水質に比べ, 電気伝導率, 硝酸イオン(NO_3^-), アルカリ度(HCO_3^-), カルシウム(Ca)および蒸発残留物, さらに遊離炭酸が高く, 水田土壌などの表層土の影響を強く受けており, その起源は黒部川から取水された灌漑用水や扇状地の降水が浸透した地下水と推定されている. 一方, 黒部市の 2 自噴井の水質は黒部川の水質に似ていることから, 黒部川の伏流水と考えられている. しかし, 硝酸イオン濃度が黒部川に比べ高く, 農地の影響を受けた地下水の供給も受けていると推定されている.



写真 3.5.1 黒部川扇状地湧水群(黒部市生地の共同洗い場).

(2) 穴の谷(あなんたん)の霊水

上市町黒川の穴の谷霊場で薬師如来像横から湧き出る水で、腐りにくく、難病に効く霊験あらたかな霊水とされている。飲用のほか酒，味噌，醤油などの製造にも利用されている。水質は電気伝導率と塩類濃度が小さく，特に硝酸イオン濃度は低く，蒸発残留物も少ない。ケイ酸(SiO_2)濃度は高く(表 3.5.1)，溶存酸素飽和率が 99.9%という特徴があり，背後の山地に降った雨が砂岩の表層風化帯を浸透して，直ちに湧出してきたものと推定されている。BOD は不検出，COD は 0.1mg/L と小さいことから，水に含まれる有機物が非常に少ないことがわかる。そのために腐りにくいものと考えられている。

(3) 立山玉殿湧水

立山連峰の雄山直下の立山トンネルを掘削中に湧出してきたものであり，万年雪が地中に染み込んだ後，花崗岩や変成岩によって濾過されている。付近のホテルの生活用水として利用され，室堂ターミナルの水飲み場でも，登山客や観光客に愛飲されている。また，ペットボトル入りで市販されている。融雪水が起源であるため夏季でも水温は $2\sim 5^\circ\text{C}$ であり，電気伝導率と塩類濃度が小さく(表 3.5.1)，浸透後間もなく湧出してきた水であると推定されている。

表3.5.1 富山県内の名水の水質.

名水の名称	採水年月日	水温 °C	pH	電気伝導率 μS/cm	HCO ₃ ⁻ mg/L	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	Na ⁺ mg/L	K ⁺ mg/L	Ca ²⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L	SiO ₂ mg/L	蒸発残留物 mg/L	硬度 mgCaCO ₃ /L
黒部川	2005/12/22	0.2	7.5	75.3	24.3	5.4	6.6	1.0	4.9	0.7	8.8	1.0	8.8	61.5	26.1
黒部(杉沢)	2005/12/22	12.1	7.1	104	41.7	4.6	9.0	2.4	4.4	0.8	13.9	2.7	14.5	94.0	45.8
黒部(清水の里)	2005/12/22	11.1	7.5	74	30.6	2.7	6.7	1.3	3.3	0.7	9.3	2.1	11.6	68.3	31.9
黒部(共同洗い場)	2005/12/22	12.1	7.1	93	37.3	4.0	8.0	2.3	4.4	0.9	10.9	2.8	16.2	86.8	38.7
穴の谷霊水	1989/8/31	12.6	6.1	29.2	11.0	4.3	0.9	0.1	4.1	1.5	1.6	0.6	21.9	46.0	6.5
立山玉殿の湧水	2005/12/17	-	7.4	26	14.5	0.4	0.9	0.8	0.7	0.2	4.5	0.2	5.0	27.2	12.1
瓜裂の清水	1989/8/31	14.0	6.3	89.9	43.3	4.5	5.4	2.2	6.7	0.6	9.2	3.6	16.0	91.5	37.8

(注1)1989年のデータは高倉(1994)を基に整理した。
(注2)2005年のデータは富山県立大学・川上研究室の分析による。立山玉殿の湧水は2005/12/17に市販品を購入した。
(注3)蒸発残留物は塩類とケイ酸の合計量として算出した。



写真 3.5.2 瓜裂の清水.

表3.5.2 おいしい水の水質要件.

項目	水質要件
蒸発残留物	30～200mg/L
硬度	10～100mg/L
遊離炭酸	3～30mg/L
有機物等(過マンガン 酸カリウム消費量)	3mg/L以下
臭気強度	3度以下
残留塩素	0.4mg/L以下
水温	20℃以下

厚生省おいしい水研究会(1985)による.

(4) 瓜裂の清水(うりわりのしょうず, 写真 3.5.2)

砺波市庄川町金屋の湧水である。およそ 600 年前、緯如(しゃくにょ)上人がこの地で休息された折、連れた馬の蹄が突然陥没し、後から清水がこんこんと湧き出て、その水の冷たさに瓜が自然と裂け、上人自らこの水を「瓜裂清水」と命名したという。新第三紀中新世の岩稲累層(安山岩質溶岩および火山砕屑岩類)から湧出しており、水質は黒部市の 2 自噴井の水質に近く、硝酸イオン濃度がいくぶん高い(表 3.5.1)のは後背地の高台に水田が開けているためと考えられている。

以上のように富山県の 4 ヶ所の名水はいずれも地下水または湧水であり、地質や浸透後湧出してくるまでの時間、人為的な活動の影響の有無などで水質的には少なからず差異がある。とは言ってもいずれも水質は良好であり、おいしい水である。

3.5.2 おいしい水

では、おいしい水とはどのような水であろうか。表 3.5.2 は 1985 年に厚生省の「おいしい水研究会」が示した「おいしい水の水質要件」である。

ここで、硬度とは、水に溶解しているカルシウムとマグネシウム(Mg)の量を炭酸カルシウム(CaCO_3)の量として表したものである。これはアメリカ式硬度であり、日本の水道水質基準もこれを採用している。硬度にはドイツ式硬度もあり、こちらはカルシウムとマグネシウムの量を酸化カルシウム(CaO)の量として表し、10mg/L を 1 度と定義している。理化学辞典(長倉ら, 1998)によれば、ドイツ式硬度で 10 度以下の水を軟水、20 度以上の水を硬水と呼んでいる。アメリカ式硬度に換算すると、178mg/L までが軟水、357mg/L 以上が硬水ということになる。しかし、それではややこしいので、一般的には、硬度が高く、200mg/L を超えるような水のことを硬水、200mg/L より低い水のことを軟水と呼ぶようになっている。また WHO の飲料水水質ガイドラインでは 0~60mg/L を軟水、60~120mg/L を中程度の軟水、120~180mg/L を硬水、180mg/L 以上を非常な硬水としている(日本水道協会, 2001)。硬度は水の味に影響を与え、カルシウム濃度が高いと甘い水と感じ、マグネシウムが多いと苦いと感じる人が多いようである。日本の水は一般的に軟水が多く、あっさりした味わいとなっている。しかしながら、

沖縄などの石灰岩地帯では硬度の高い水も見られる。ヨーロッパでは硬度の高い水が多いと言われている。

遊離炭酸は、水中に溶存する二酸化炭素のことで、大気中の二酸化炭素が溶け込んだり、地中の炭酸塩や土壌の有機物が分解して生じた二酸化炭素が溶解したものである。12℃において、大気から溶け込む二酸化炭素濃度は 0.8mg/L 程度であり、土壌を降雨が通過する際にさらに二酸化炭素が加わる。遊離炭酸が適度に含まれているとさわやかな味となる。

過マンガン酸カリウム消費量は水中の被酸化性物質(おもに有機物)の濃度の指標となる。分析のときに、過マンガン酸カリウムを用いて、被酸化性物質を酸化し、消費した過マンガン酸カリウムの量を求めるので過マンガン酸カリウム消費量という名前が付いている。過マンガン酸カリウムの量を酸素量に換算したものは化学的酸素要求量(COD)と呼ばれている。これらの値が小さいということは人為的な汚染が少ないことを示しており、原水を水道水として処理する際に凝集剤や塩素などの化学薬品を加える量が少なくてすむのでおいしい水が供給できる。

残留塩素は水道の消毒のために加えられる塩素のことであり、紫外線やオゾンによる消毒と異なり、残留性があるので、残留塩素と呼ばれている。天然の水には含まれない。水道の塩素消毒は、水道法により義務付けられており、蛇口において残留塩素が 0.1mg/L 以上の濃度で検出される必要がある。この基準を守るために原水の水質が良くない場合には多くの塩素を用いる必要があり、このため塩素臭がするなど「水の味」の問題が生じる。次節で述べるように、近年おいしい水を求めてペットボトルに詰められた、いわゆるミネラルウォーターが売上げを伸ばしている。

なお、蒸発残留物については付録を参照されたい。

3.5.3 ミネラルウォーター

1970 年代頃から水道水の水質をめぐる種々の問題が顕在化してきた。すなわち、水道水源の湖沼や貯水池における富栄養化現象に伴うカビ臭の問題、浄水場で消毒や酸化処理に用いる塩素により生成する発ガン性物質など副生成物の問題、水道水源で 사용되는農薬など化学物質の問題、普通の浄水処理をすり抜ける原虫(クリプトスポリジウム)の問題、水道管に使用されてきた鉛の問題など、水道水のおいしさと安全性に関

して次から次へと問題が持ちあがってきた。そのようなことから消費者の間に水道水に対する不安と不信が広がり、浄水器やミネラルウォーター類の販売量が増加している。

では、ミネラルウォーター類の生産量・輸入量を、日本ミネラルウォーター協会(2005)の資料で見てみよう。図 3.5.1 はミネラルウォーター類の国内生産量および輸入量の推移である。農林水産省のガイドライン(1990)によると、ミネラルウォーター類は次の4つに分類される。①ナチュラルウォーター：特定の水源から採水された地下水を原水とし、沈殿、濾過、加熱殺菌以外の物理的・化学的処理を行わないもの。②ナチュラルミネラルウォーター：ナチュラルウォーターのうち鉱化された地下水(地表から浸透し、

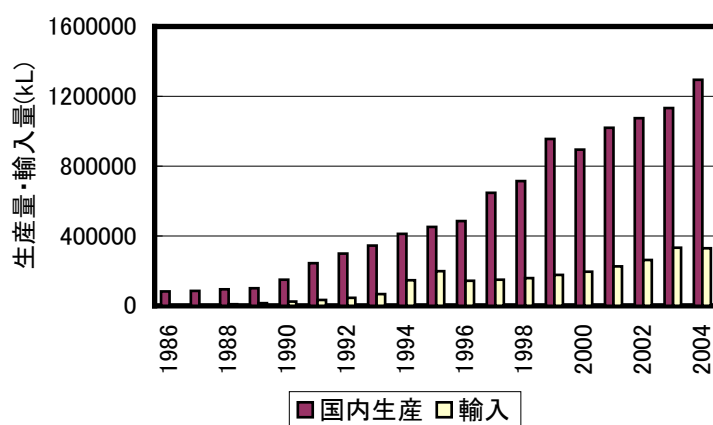


図 3.5.1 ミネラルウォーター類の国内生産量・輸入量
(日本ミネラルウォーター協会, 2005).

地下を移動中または地下を滞留中に地層中の無機塩類が溶解した地下水)を原水としたもの。③ミネラルウォーター：ナチュラルミネラルウォーターを原水とし、品質を安定させる目的等のためにミネラルの調整、ばっ気、複数の水源から採水したナチュラルミネラルウォーターの混合等が行われているもの。④飲用水またはボトルドウォーター：上記以外のもの。図のミネラルウォーター類はこれら4種類の合計量であるが、その90%前後はナチュラルミネラルウォーターである。ただし、最近ではナチュラルミネラルウォーターの比率がやや減り、ボトルドウォーターの比率が増加する傾向にある。いずれにしてもミネラルウォーター類は国内生産量も輸入量もここ20年弱の間に大幅に増加しているのがわかる。

一方、図 3.5.2 に都道府県別の生産量の推移を示した。ここに取りあげたのは2004年

の全国シェアが 1%以上の上位 14 道県である。山梨県の生産量が顕著に多く、全国の 40.9%(2004 年)を占めている。次いで、兵庫、静岡、鹿児島、富山の順となっている。富山は国内生産量の 5.5%を占めており、水の豊かさを象徴する結果となっている。これらの道県は水資源に恵まれたところではあるが、それよりも、富士山、南アルプス、北アルプス、立山、六甲などといった水環境が良いというイメージが前面に押し出されるとともに、大手の飲料メーカーの進出があり、生産量が多い。逆に、生産量の少ないところには徳島、香川、福岡、佐賀といった水資源賦存量の少ないところが多い。

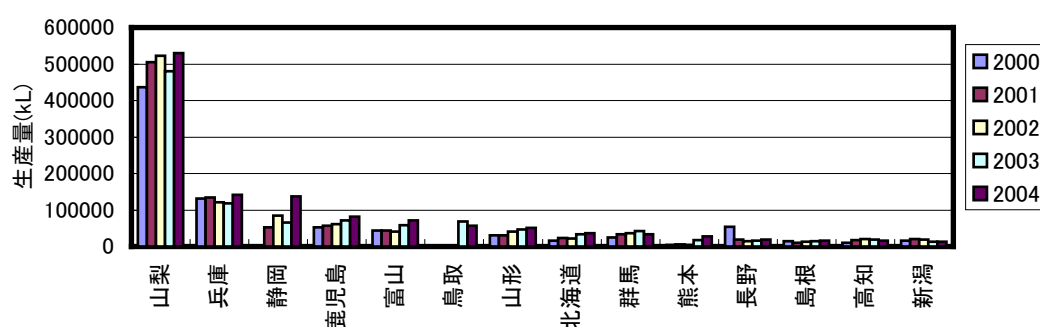


図 3.5.2 ミネラルウォーター類の都道府県別生産量

これらのミネラルウォーター類は全国で何種類ぐらい販売されているのだろうか。すべての銘柄が登録されているわけではないが、「全国版 ミネラルウォーターのラベル情報 検索マップ」(スパーク株式会社, 2005)には、2005 年 12 月現在、輸入品を除くと 535 銘柄が登録されている。地下水や湧水を採取したナチュラルウォーター、ナチュラルミネラルウォーターがほとんどであるが、成分調整したもの、最近では海洋深層水などもこの中には含まれている。都道府県別に見ると、銘柄数の多い上位 5 道県は、山梨(71 銘柄)、鹿児島(64 銘柄)、富山(36 銘柄)、北海道(25 銘柄)、長野(23 銘柄)となっており、図 3.5.2 の生産量の多いところである。兵庫(9 銘柄)、鳥取(3 銘柄)などは生産量が多いが銘柄数は必ずしも多くない。

ミネラルウォーター類の水質はどうか。上記の「ラベル情報」でナチュラルウォーターの中から温泉水・鉱泉水のように高濃度の成分を売りものにした銘柄は除くとともに、採水地が同じで銘柄の違うものは 1 銘柄だけを採用し、さらに、ナトリウム(Na)、カリウム(K)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)の主要 4 成分の濃度表示がある全国の 91 銘柄と輸入品 9 銘柄について検討してみよう。これにより、地下水水質の全国的な特性

の一端を見ることができる。ちなみに、他の成分について言うと、炭水化物(糖質)、脂質、蛋白質を表示しているものは多いが、当然すべて 0mg/100mL であり、これら以外はほとんど表示がなされていない。表 3.5.3 はナチュラルウォーターの主要 4 成分の濃度と硬度について地域別に見たものである。硬度についてはラベルに記載されている値ではなく、マグネシウムとカルシウムの値から計算したものである。いくつか特徴をあげると、以下のようなものである。

- ・ Na と Mg 濃度は東北と九州で高く、K 濃度は九州で高い
- ・ Ca 濃度、硬度は東北、九州、関東で高い
- ・ 中国・四国は 4 成分とも低い
- ・ 北海道、中部、近畿および富山は全国平均に近い
- ・ 輸入品には高濃度のもの、硬水が多い

表 3.5.3 ナチュラルウォーターの成分.

地域 (サンプル数)		Na (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	硬度 (mgCaCO ₃ /L)
北海道 (9)	最高値	20.5	4.9	24.0	38.0	194
	最低値	5.6	0.6	1.5	1.7	13
	平均値	10.9	2.3	5.8	13.6	58
東北 (9)	最高値	91.4	5.4	46.0	38.0	262
	最低値	1.8	0.3	0.1	3.9	10
	平均値	21.2	1.3	8.4	22.9	92
関東 (8)	最高値	12.0	1.7	26.2	44.0	218
	最低値	2.0	0.3	1.3	6.9	23
	平均値	6.0	0.8	5.9	21.1	77
中部 (32)	最高値	26.0	4.7	7.3	50.0	140
	最低値	0.3	0.2	0.0	2.8	7
	平均値	7.3	1.3	3.2	16.2	54
近畿 (15)	最高値	47.0	1.7	5.7	41.0	120
	最低値	1.5	0.4	0.0	2.0	6
	平均値	10.7	0.8	2.8	17.7	56
中国・四国 (7)	最高値	9.9	1.2	1.5	14.6	42
	最低値	2.1	0.1	0.0	1.6	4
	平均値	4.8	0.5	1.0	5.3	17
九州 (11)	最高値	62	12.5	18.6	44.8	177
	最低値	4.2	1.5	1.5	4.7	18
	平均値	19.6	5.9	7.9	21.2	85
全国 (91)	最高値	91	12.5	46.0	50.0	262
	最低値	0.3	0.1	0.0	1.6	4
	平均値	10.8	1.8	4.5	17.0	61
富山 (7)	最高値	10.0	4.7	5.9	30.0	99
	最低値	6.0	1.3	2.0	4.4	20
	平均値	7.9	2.2	3.5	16.2	55
輸入品 (9)	最高値	106	18.9	141	382	1236
	最低値	1.9	0.5	1.3	2.9	14
	平均値	22.3	5.0	33.0	102	391

「全国版 ミネラルウォーターのラベル情報 検索マップ」(スパーク株式会社,
<http://www2.aquatree.net/cgi/map/map.cgi?>, 2005)のデータを著者が整理.

国内品は一部に硬水のものもあるが、ほとんどが軟水である.

3.5.4 ミネラル

ところで、ミネラル分とはいったい何を指すのであろうか. 前述のミネラルウォーターのガイドラインでは「地層中の無機塩類で、水に溶解したもの」となっている. 一般の河川水や地下水に溶解しているおもな無機の化学成分は、ナトリウム、カリウム、アンモニウムイオン、マグネシウム、カルシウムが陽イオン成分（水中で解離し、「+」の電

荷を持つイオン)であり、塩化物イオン、硝酸イオン、亜硝酸イオン、硫酸イオン、炭酸水素イオンが陰イオン成分(水中で解離し、「-」マイナスの電荷を持つイオン)である。酸性の水では水素イオンが、また、アルカリ性の水では水酸化物イオンが水から解離して生じる。酸素の豊富なきれいな水には、アンモニウムイオンや亜硝酸イオンは含まれず、それらは硝酸イオンに酸化されている。通常の河川水や地下水では pH が 7 付近の中性に保たれているので、水素イオンと水酸化物イオンも考えないこととすれば、ナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウム、塩化物イオン、硝酸イオン、硫酸イオン、炭酸水素イオンがおもな成分ということになる。もちろん、これらの成分の由来が 100%地層というわけではなく、大気など他に由来する部分もある。これらのうち硝酸性窒素と亜硝酸性窒素濃度は、水道水の水質基準として 10mg/L 以下であることと定められており、また、塩化物イオンも 200mg/L 以下であることと定められている。塩化物イオンは水道の味を悪くするという理由で定められているのであって、特に人体に害があるわけではない。しかしながら、硝酸性窒素と亜硝酸性窒素は、これらによって高濃度に汚染された水を乳児が飲用すると、チアノーゼ症状を呈するいわゆるブルーベビー症候群を発症することや体内で発ガン性のあるニトロソアミンを生成することが知られている。このようにミネラル分も成分によっては害となるものがあり、必ずしも「ミネラル豊富」ということが良いことでもない。どのようなミネラルが含まれているのかが重要なのである。

一般的には表 3.5.3 の 4 成分のナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウムをミネラルと呼んでいる場合が多いようである。これらは化学ではアルカリ金属(ナトリウム、カリウム)とアルカリ土類金属(カルシウム)に分類されるので、金属という名称がミネラル=鉱物という連想を招いたのかもしれない。表 3.5.4 にこれらの成分濃度に関して、おもなミネラルウォーターと富山県の河川水を比較した。evian と Vittel はマグネシウムとカルシウム濃度が高く、硬度も高い。前節で述べたように硬度はマグネシウムとカルシウムの濃度で決まるので、硬度の高い水はミネラル分が豊富ということになる。逆に硬度の低い水はミネラル分が少ないということになる。ところで日本の水は硬度の低い軟水が多いことは前に述べた。表 3.5.4 のミネラルウォーターも国内産はすべて軟水である。そしてそのミネラル分(ナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウム)は、河川水とほとんど差が無く、ミネラルウォーターという名称はミネラルが豊富ということではないことがわかる。もっとも、カルシウム濃度が最大の Vittel

でも 91mg/L であるので, 成人が 1 日あたり必要とする 600mg/L を摂取するには 6.6L も飲まなくてはならない. ミネラルウォーターだけで必要なミネラル分を補うのは無理のようである.

表 3.5.4 ミネラルウォーターと河川水の「ミネラル」の比較(単位:mg/L)

		pH	Na	K	Mg	Ca	硬度
Vittel	フランス	7.3	7.3	4.9	19.9	91.0	309
evian	フランス	7.2	5	–	24	78	291
六甲のおいしい水	兵庫県	7.4	16.9	0.3	5.2	25.1	84
南アルプスの天然水	山梨県	7.1	4.9	2.8	1.4	9.7	30
庄川	富山県	7.6	3.0	0.5	1.0	7.9	24
神通川	富山県	7.5	7.2	1.1	1.8	14	42

ミネラルウォーターの値はラベルによる. 庄川, 神通川は著者による分析

3.5.5 ミネラルウォーターと水道水

ミネラルウォーターが売り上げを伸ばしている理由のひとつとして水道水がおいしくないということがある. 特に東京や大阪など大都市圏では水源の汚染が進み, 味が悪くなったと言われている. 消費者がミネラルウォーターに求めているのはミネラルではなく, おいしい水であり, 自然の水である. 農林水産省のガイドラインでもミネラルウォーターに関してどれだけミネラル成分が含まれていないといけないという量的な基準については何もふれていない. 地下水や井戸水であれば多少のミネラルを必ず含んでいるのでミネラルウォーターということになる.

酸素を多く含むきれいな河川水や湖沼水は通常アンモニウムイオンを含まない. 清浄な水ではアンモニウムイオンは水中のバクテリアによって酸素を利用しながら, 硝酸イオンに酸化されるからである. しかしながら, 水源が家庭排水や工業, 農業排水等によって汚染されると, 流入する窒素化合物から分解して生じたアンモニウムイオンが充分酸化されずに浄水場の原水に含まれることとなる. 浄水場では消毒用に塩素を用いるが, アンモニウムイオンはこの塩素を大量に消費して結合塩素になったり, 窒素ガスなどに

酸化されたりする。したがって、原水にアンモニウムイオンが多く含まれる汚染された水を処理するために塩素を投入する量が多くなり、その塩素臭が味を悪くする。また、塩素と窒素が化合した三塩化窒素も塩素臭の原因である。ナチュラルウォーターならびにナチュラルミネラルウォーターは、沈殿、ろ過、加熱殺菌のみの加工が許されているだけで、塩素の注入は認められない。従って、塩素臭は無くおいしい水が保障される。

水道水も水源が清浄であれば投入塩素量も少なくてすむので塩素臭は少ない。それでは、ナチュラルウォーターやナチュラルミネラルウォーターで行われている、ろ過や加熱殺菌を水道水に用いると水道水はおいしくなるであろうか。おそらく答えはイエスである。富山市の水道水は含まれているミネラル成分や、その他の水質からみると市販されているナチュラルウォーターやナチュラルミネラルウォーターとほとんど変わらない味がするであろう。実際に、塩素消毒をしてあっても、低濃度であるため通常は塩素臭を感じる事が無く、ナチュラルウォーターやナチュラルミネラルウォーターとほとんど変わらない。

一方、ろ過や加熱殺菌を用いた場合の問題点はコストと残留性にある。処理にコストがかかりすぎ、値段の高い水道水となってしまう。洗濯や風呂、水洗トイレにも使うのが水道水であるのでその消費量が一日一人当たり 250~350L になっているのであって、飲用は料理を含めても数 L 程度である。そのために 250~350L もの水をろ過や加熱殺菌するのは無駄が多すぎると考えられるのである。また、塩素は残留性があり、水道の蛇口でも 0.1mg/L が保障されているため、雑菌も繁殖することができない。ろ過や加熱殺菌では、浄水場では殺菌がなされていても、浄水場から蛇口までの間の汚染に対しては全く効果が無い。これらのことを考慮するとやはり現状では塩素消毒が一番有効かつ効率的であると考えられるのである。ただ、塩素臭が気になり、それを取除きたい場合には浄水器を取付けたり、ナチュラルウォーターやナチュラルミネラルウォーターを購入したりすることが必要となる。

3.5.6 富山の水道水

富山県の水道は原水の水質が良く、おいしい水道水として県民の自慢である。しかし、水道と一口に言っても、規模や目的、性格などによっていろいろな種類があり、上水道、簡易水道、専用水道、水道用水供給事業などがある。ここではおもに、計画給水人口が



写真 3.5.3 富山県西部の水瓶である子撫川ダム。

5000 人超で規模が大きく，市や町が経営している上水道について見ていこう。

図 3.5.3 は 2003 年度における水道水源の比率を，上水道の事業体別に示したものである(富山県，2004)．20 事業体のうち半数以上の 11 事業体がおもに水質の良好な地下水・湧水を水源としている．口絵(2)のように地下水や湧水には，ほとんど水に溶けない粒子が含まれないので，塩素消毒のみ行って給水している．富山市では常願寺川水系を水源とした急速ろ過法の浄水場からの給水がほとんどである．貯水池を水源としているのは水道用水供給事業から浄水の供給を受けているところである。

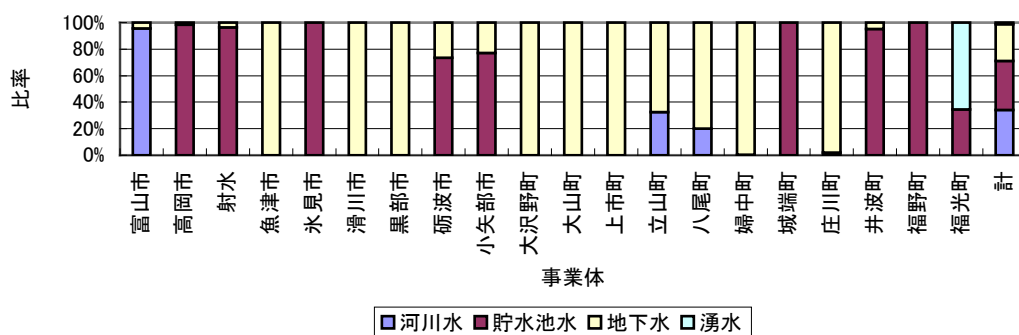


図 3.5.3 水道水源の比率(2003)。

そのうち，高岡市，氷見市，小矢部市は小矢部川水系の子撫川ダム(写真 2.6-3)を水源とする子撫川水道管理所から浄水の供給を受けており，そこでは急速ろ過法に加え，粉末活性炭処理の設備も備えている．射水上水道企業団(旧新湊市および射水郡)は庄川水系の和田川ダムを水源とする和田川水道管理所から浄水の供給を受けている．和田川ダムの流入水は 90%以上が庄川から導水されており，貯水池の平均滞留時間は 1 日程度であ

るため、水質は河川に近く、急速ろ過法で対応している。また、残りの砺波広域圏の市や町は庄川合口ダムを水源とする松島浄水場(急速ろ過法)から浄水の供給を受けている。合口ダムは平均滞留時間がさらに短く、0.1 日以下である。以上 20 事業体の合計で見ると、人口の多い富山市や高岡市などの影響を受け、河川水が 34.1%，貯水池水が 37.1%，地下水・湧水が 28.7%となっている。繰り返しになるが、子撫川ダムを除くと貯水池と言っても河川に近く、実際には河川水の比率が大きいと見ることができる。一方、水道水源の比率を全国的に見ると、河川水 27.3%，貯水池水 43.9%，湖沼水 1.4%，地下水 24.5%，その他 2.9%となっており(日本水道協会, 2005)，富山県では河川水の比率が大きく、地下水の比率もやや大きいことがわかる。

事業主体名	浄水場名	水源名	Fe mg/L	Mn mg/L	Al mg/L	F mg/L	Cl ⁻ mg/L	NO ₃ ⁻ +NO ₂ ⁻ mg/L	Na mg/L	蒸発残留物 mg/L	Ca, Mg等(硬度) mgCaCO ₃ /L	アルカリ度 mgCaCO ₃ /L	有機物等(過マンガン酸リウム消費量)			pH	色度 度	濁度 度	臭気強度			
													マンガン酸リウム消費量	アルカリ度	過マンガン酸リウム消費量							
水道水質基準																						
富山県	和田川水道管理所	和田川ダム	0.3	0.05(0.01)	0.2	0.8	200	10	200	500(30-200)	300(10-100)	-	10(3)	5.8-8.6(7.5)	5	2(1)	(3)					
富山県	子樺川水道管理所	子樺川ダム	0.18	0.030	0.16	<0.08	32	0.18	3.7	46	25	21.8	2.8	7.2	9	7.6	<1					
富山県	松島浄水場	庄川合口ダム	0.15	0.031	0.07	0.30	105	0.30	9.6	51	22	15.6	4.7	6.7	12	5.2	1					
富山県	流杉浄水場	常西田水	0.25	0.008	0.09	0.07	27	0.17	<20	51	24	22.8	2.2	7.5	5	6.0	-					
富山市	西新町浄水場	井田川	0.09	0.011	0.26	<0.05	24	0.10	2.0	55	26	18.1	2.4	7.5	5	5	0					
八尾町	上水道管理センター	常陸寺川	<0.04	<0.006	-	<0.05	3.0	0.22	4.2	67	44	-	1.6	7.5	<2	<0.7	-					
立山町	立山町浄水場	立山川	0.27	0.027	-	0.06	24	0.17	2.2	60	27	-	2.4	7.0	5	3.9	-					

(注) 原水の水質は2008年度平均値、水道水質基準は2004/4/1施行の基準値。()内は水質管理目標値。ただし、過マンガン酸リウム消費量は旧基準値。新基準値ではTOD 5mg/Lである。

(注) 原水の水質は2003年度平均値。水道水質基準は2004/4/1施行の基準値。()内は水質管理目標値。ただし、過マンガン酸リウム消費量は旧基準値。新基準値ではTCC 5mg/Lである。

では、これらの上水道の水質はどうであろうか。表 3.5.5 は水道用水供給事業と河川水を水源とする上水道の、2003 年度における原水の平均水質をまとめたものである(厚生労働省, 2005)。比較のため水道水の水質基準も記載した。水道水質基準は 2004 年 4 月 1 日から新体系が施行され、基準項目が 50 項目、水質管理目標が決められている項目が 27 項目、農薬が 100 項目、要検討項目が 40 項目となった。もともと水道は清浄な原水を取水するのが一般的であるが、なかでも富山県は河川や貯水池が水源でも水質が良好である。表 3.5.5 で多くの水質項目が省略されているのは、常時、基準値よりはるかに低濃度である項目は省略したからである。従って、表に記載されている項目は基準値に近いか超えているような項目である。基準値をほとんどの場合超過している項目は濁度と色度、表には載せていないが一般細菌と大腸菌群である。これらの項目は各浄水場が採用している急速ろ過法(凝集沈殿、急速砂ろ過、塩素消毒)という浄水処理で除去可能なものであり、基本的になんら問題とならない。また、水質管理目標を超過しているものにマンガン(Mn)があるが、マンガン砂による接触酸化法で除去されている。このように、富山の水道の原水は水質管理目標値をほぼ満足し、また、おいしい水の条件と比較してみても、蒸発残留物、硬度、過マンガン酸カリウム消費量は条件を満足している。原水の水質が良好であることは、消毒用塩素の必要量が少なくすすむなど、化学的な処理が少なくすすむためおいしい水が確保できる。

浄水後(蛇口から出る水道水)の水質はどうか。富山市は、厚生省のおいしい水研究会により、おいしい水道水の飲める人口 10 万人以上の都市(全国で 32 都市)に選ばれている(小島, 1985)。高岡市も選ばれているが、実はまだ水源として地下水を使っていたことであり、現在は図 3.5.3 で見たようにほとんど貯水池水を原水に使用している。表 3.5.6 でおいしい水の条件と両市の水道水の水質を比較してみたが、現在もおいしい水の条件を満たしていることがわかる。

表 3.5.6 おいしい水の水質要件と富山市, 高岡市の水道水質.

	おいしい水	富山市の水道水	高岡市の水道水
蒸発残留物 (mg/L)	30-200	77	55
硬度 (mg/L)	10-100	28	24
遊離炭酸 (mg/L)	3-10	3.3	-
過マンガン酸カリウム消費量 (mg/L)	3 以下	0.6	1.2
臭気	臭気強度 3 以下	異常なし	異常なし
残留塩素 (mg/L)	0.4 以下	0.1	0.38
水温(°C)	20 以下	12.0	16.2

富山市: 富山市上下水道局発行 広報「水とくらし」創刊号(2002)より

高岡市: 高岡市水道局伏木配水区平成 16 年度平均

富山市や高岡市の水道水はペットボトルに入れて一般のミネラルウォーター同様に販売もされているほどである(写真 3.5.4).



写真 3.5.4 缶入りの富山市の水道水. 最近ではペットボトルで市販されている.

表 3.5.7 は地下水・湧水を水源とする上水道の, 2003 年度における浄水の平均水質である.

地下水・湧水の水源は各事業体でもっとたくさんあるが、取水量の大きいところを代表として取りあげた。原水の水質としなかったのはデータがないところがあるためである。しかし、いずれも浄水処理は塩素消毒しか実施されていないので、水質が変化する可能性のあるのは鉄(Fe)とマンガンのみである。原水の水質データのあるところで比較しても、鉄もマンガンもさほど変化しておらず、浄水の水質と原水の水質とは一般細菌、大腸菌群以外はほぼ等しいと考えて差し支えない。また、その水質値は非常に良好であり、当然ながらおいしい水の要件を満たすものである。

なお、基準値や処理可能性から見れば問題ないが、若干の特徴を見ておこう。一つは和田川ダムと子撫川ダムのマンガンの高さであり、これは地質に由来するものである。また、子撫川ダムと小矢部市東部管理所の深井戸水の塩化物イオン(Cl⁻)とナトリウム(Na)の高さも表層地質(砂岩・泥岩など堆積岩)の影響である。もう一つは大沢野町と八尾町の深井戸水の硝酸イオン(NO₃⁻)と亜硝酸イオン(NO₂⁻)、さらには蒸発残留物の高さである。名水百選の節(3.5.1)でも触れたが、これは肥料の影響など人為的な汚染の影響と考えられる。

事業主体名	浄水場名	水源の種類	Fe mg/L	Mn mg/L	Al mg/L	F mg/L	Cl ⁻ mg/L	NO ₃ ⁻ +NO ₂ ⁻ mg/L	Na mg/L	蒸発残留物 Ca, Mg等(硬度) mgCaCO ₃ /L	アルカリ度 mgCaCO ₃ /L	有機物等(過 マンガン酸力 リウム消費 量) mg/L	pH	色度 度	濁度 度	臭気強度
黒部市	中坪取・配水場	深井戸水	<0.03	<0.005	-	0.16	3.5	0.37	4.6	40	-	0.7	6.9	<1	<0.1	-
魚津市	榑枕浄配水場	深井戸水	<0.03	<0.001	-	<0.05	3.5	0.59	3.0	47	-	0.3	7.1	<1	<0.1	-
滑川市	横道配水池	伏流水・深井戸	0.03	<0.005	-	0.06	4.2	0.88	3.6	41	-	0.4	6.9	<1	<0.1	-
富山市	西番水源池	浅井戸水	<0.03	<0.005	<0.02	0.07	4.6	0.50	3.7	59	-	0.2	7.1	0	0.0	0
高岡市	上関配水場	浅井戸水	0.04	<0.001	-	<0.08	6.4	0.29	5.0	33	-	0.9	6.8	<1	<0.1	-
小矢部市	東部管理所	深井戸水	0.05	0.001	-	<0.08	14.9	0.29	12.7	24	-	1.2	7.1	1	0.1	-
砺波市	上中野配水場	伏流水	0.03	<0.005	-	0.09	4.4	0.17	<20	25	-	0.7	7.5	0	0.0	-
上市町	上市町浄水場	浅井戸水	<0.03	<0.005	-	<0.08	4.3	0.39	4.4	39	-	0.3	6.8	0	0.0	-
立山町	向新庄配水池	浅井戸水	<0.03	<0.005	-	<0.05	6.3	0.62	4.6	53	-	0.4	6.7	<1	<0.1	-
大山町	上滝浄水場	深井戸水	0.04	<0.005	-	<0.05	5.2	<1.00	3.7	63	-	0.4	7.2	<1	<0.1	-
大沢野町	上大久保浄水場	深井戸水	<0.03	<0.005	-	<0.05	7.3	1.82	7.6	58	-	0.4	6.5	<1	<0.1	-
八尾町	下井田新浄水場	深井戸水	<0.03	<0.005	-	<0.05	6.8	1.41	8.0	75	-	0.4	6.8	<1	<0.1	-
福光町	小山浄水場	湧水	<0.03	<0.005	-	<0.08	6.8	0.42	<20	16	-	0.4	7.7	0	0.0	-

(注)浄水の水質は2003年度平均値。

3.5.7 富山県の水道をめぐる課題

以上のように水道をめぐる富山の水環境は良好であるが、まったく問題はないのであろうか。ここでは2つの課題を指摘したい。一つは県西部の水がめとなっている子撫川ダムの富栄養化現象である。富栄養化現象とは湖沼や貯水池、内海・内湾など閉鎖性水域、停滞性水域に栄養塩(窒素・リン)が過剰に流入し、植物プランクトンが大発生するなどして、淡水域では水道水のカビ臭問題、海域では赤潮の発生、養殖魚が



写真 3.5.5 富山市の流杉浄水場。凝集剤を添加し、この傾斜板沈殿池で濁度成分を除去している。

死んでしまうなどの問題が生じる現象である。表 3.5.5 に見るように子撫川ダムでは2003年度の年間平均値で臭気強度が1であり、最高値は3であった。しかし、2001年度では最高値が25を記録した。臭気強度25というのは無臭水で25倍に希釈しても臭いを感じるということである。このように子撫川ダムでは富栄養化現象が問題になっており、浄水場では活性炭処理により対応をとっている。ただ、富栄養化現象は水道水がカビ臭くなるという問題だけではなく、植物プランクトンの増殖に始まる生物量の増加、生物活動による代謝産物(溶存有機物)の増加などの問題もある。これは浄水場で酸化や消毒のために塩素処理を行うときに発ガン性など毒性のある副生成物の生成につながっていく問題であり、また藍藻類の代謝産物自身の毒性も指摘されている。

一方、富山県の水道をめぐるもう一つの課題は、富山市上水道の水源、常願寺川水系の高濁度の問題である。常願寺川は世界でも有数の急勾配河川であり、しかも上流域には崩壊しやすい立山カルデラを控え、降雨時には急に高濁度を示す特徴を持っている。毎日の測定結果では濁度が1000度を超えることがあり、近年では1998年度に1680度を示している。過去には1969年の大規模な土砂流出時に濁度20000度が報告されている(富山市上下水道局, 2004)。原水が高濁度の場合でも、急速ろ過法の浄水場であれば基本的には対応可能であるが、硫酸アルミニウムやポリ塩化アルミニウム(PAC)といった凝集剤を大量に注入するとともにそれに伴って水酸化ナトリウムなどのアルカリ剤

も大量に注入することになる。そのため、浄水コストの増加、維持管理の困難化とともに薬剤の残留による味の劣化や安全性の問題が課題となってくる(写真 3.5.5)。

富山市や高岡市など人口の多い都市の水道水源を水質の良い地下水に戻すのは困難と思われるが、現在地下水や湧水を水源としている市町村では将来にわたって地下水・湧水を水源として利用し、安全でおいしい水を供給することが望まれている。そのためにも、地下水・湧水の保全、ひいては水環境・流域環境の保全が重要な課題である。一人が一日に使用する水の量は 250～350 L 程度であるが、飲料水や食事として体に取り入れるのはその 1%程度にすぎず、ほとんどは洗浄水として使用されている。将来にわたって今の水道、水利用のシステムである必要性はなく、エネルギーをかけて飲める水を作り、水道水として供給し、ほとんどを洗浄水に使う現在のシステム、ライフスタイルの検討も必要であろう。

参 考 文 献

3.5 節

環境省 (2005) : 名水百選ホームページ

<http://mizu.nies.go.jp/meisui/>

厚生労働省健康局水道課 (2005) : 水道水質データベース

<http://www.jwwa.or.jp/mizu/>

小島貞夫 (1985) : おいしい水の探求, 207pp, 日本放送出版協会

スパーク株式会社 (2005) : 全国版 ミネラルウォーターのラベル情報 検索マップ,

<http://www2.aquatree.net/cgi/map/map.cgi?>

高倉盛安 (1994) : 富山県の名水, 日本地下水学会編「名水を科学する」, 技報堂出版

富山県厚生部食品生活衛生課 (2004) : 富山県の水道の現況.

富山市上下水道局 (2004) : 流杉浄水場改築基本設計の概要.

長倉三郎, 井口洋夫, 江沢洋, 岩村秀, 佐藤文隆, 久保亮五 (1998) : 岩波 理化学辞典 第 5 版, 岩波書店

日本水道協会 (2001) : 上水試験方法解説編 2001 年版

日本水道協会 (2005) : 水道資料室ホームページ,

<http://www.jwwa.or.jp/frame02.html>.

日本ミネラルウォーター協会 (2005) : ホームページ,

<http://www.minekyo.jp/index.htm>

農林水産省 (1990) : ミネラルウォーター類(容器入り飲用水)の品質表示ガイドライン