

上越市の水道水

杉田 収、中野正春、関谷伸一
佐藤一範¹⁾、岡田正彦²⁾

新潟県立看護短期大学、新潟県立中央病院¹⁾、新潟大学医学部検査診断学²⁾

Faucet Water supplied in Joetsu-city

Osamu SUGITA, Masaharu NAKANO, Shin-ichi SEKIYA,
Kazunori SATO¹⁾, Masahiko OKADA²⁾

*Niigata College of Nursing, Niigata Prefectural Center Hospital¹⁾,
Department of Laboratory Medicine, Niigata University of Medicine²⁾*

Summary Joetsu city has 130,000 population. The municipal government has supplied the townspeople with the safe faucet water. The catchment area contains few rice fields or no factories. Only several people live in the area of an upper stream of river.

The 80 items data of water quality test were studied. The faucet water from SIROYAMA and SYOZENJI is fit for the standard water quality. So it is safe.

But there are two problems. One is the analytical accuracy of phenols and the anion surfactant which are in the items of the standard water quality. The other is the measurement frequency of aluminium which has a relationship to dementia and osteomalacia. It needs more than twice.

The report of the society of reserch for delicious water, which belongs to the Ministry of Welfare, says that there are 414 cities supplying with delicious water in Japan. Joetsu city is one of them.

要旨 人口13万人都市の上越市の水道水は、その集水地域に耕作田をほとんど含まず、工場もなく、数戸の人家に限られた、きわめて恵まれた環境下で供給されていた。ここでは上越市の水道水に関連した合計80項目の水質検査のデータを整理し、吟味した。城山浄水場と正善寺ダムの2系統からの水道水（浄水）は、平成4年公布の水質基準に適合した安全な水であった。

水質基準項目に含まれるフェノール類と陰イオン界面活性剤の測定精度の問題点を指摘した。また快適水質項目に含まれ、痴呆と骨軟化症に関係するアルミニウムの測定回数を、今年1回（城山浄水場）より多くして頂き、かつ測定精度を上げる必要性を提言した。厚生省の諮問機関である「おいしい水研究会」が発表した、おいしい水の要件に適合している我国の414市に、上越市の水道水は上げられていた。

キーワード：水道水 (faucet water), 水質検査 (water quality test), アルミニウム (aluminum), 農薬 (agricultural chemicals), 上越市 (joetsu-city)

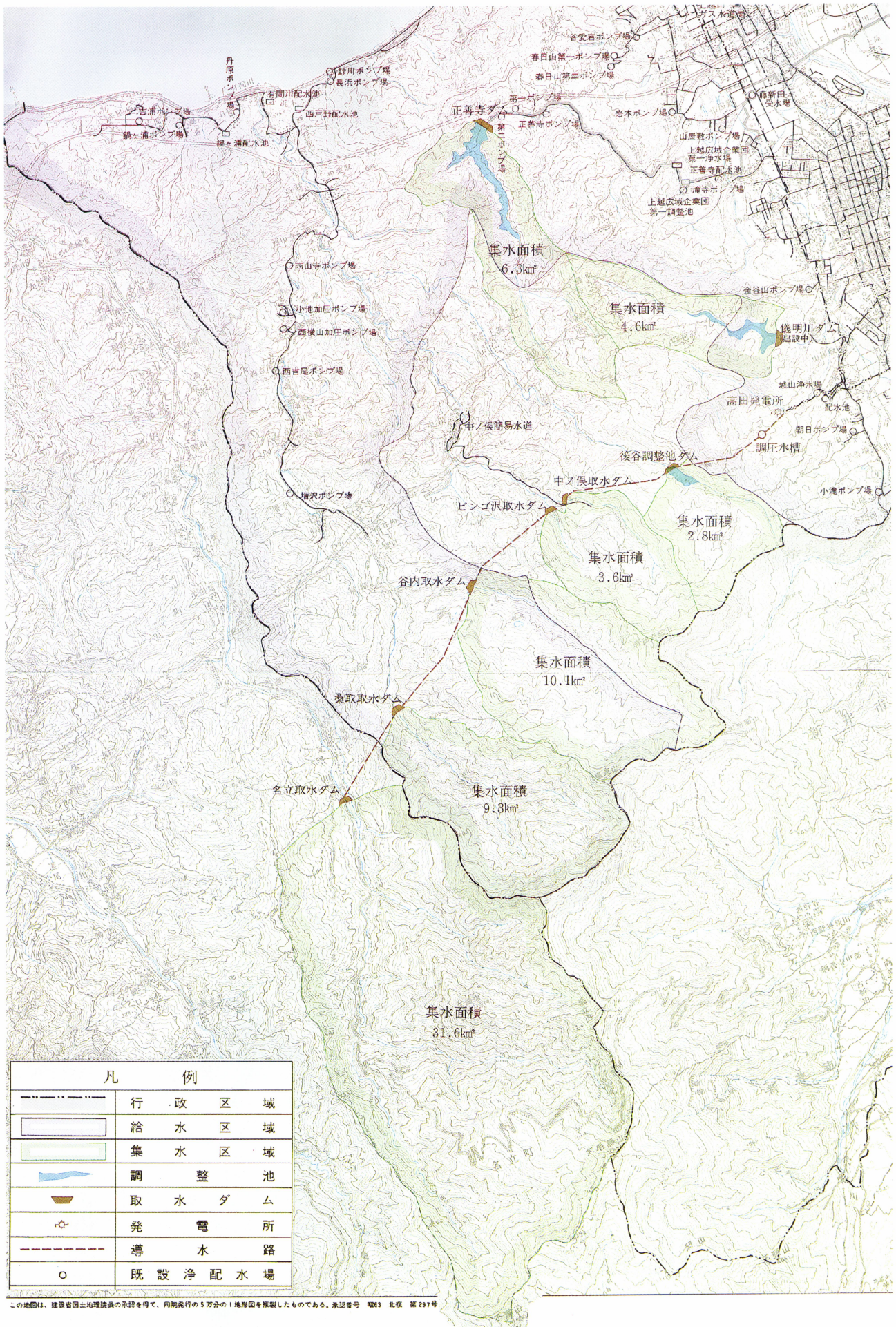


図1 城山浄水場と正善寺ダムの集水区域(文献⁴⁾を改変した)

1、はじめに

水道水は毎日飲むゆえに、まず安全でなければならぬ。そして次に美味しい水であって欲しいと誰もが願っている。日本の水は世界一ともいわれるが、大都市ほど、安全で美味しい水の供給は受けられないのが現状である¹⁾。人口13万人都市の上越市の水道水の現状はどうであろうか。ここでは上越市の水道水の集水域環境と、現在の水質検査データをまとめた。測定された項目は、浄水検査の基準項目²⁾である47項目、快適水質項目²⁾13項目、原水の監視項目²⁾21項目、浄水の監視項目5項目である。水質基準項目と快適水質項目の多くは重複しているため、実質の実施された水質検査項目は合計80項目になる。

昨年（1994年）は100年に1度と言われる小雨の体験をし、市民は節水の苦勞と共に、水道水に関心を持たざるを得なかった³⁾。今後上越市の人口増加に伴い、施設の拡張や水源の追加が検討されるであろうが、現状での水道水の状況を整理しておくことは、意義ある事と考えた。

表1 湯水時（1994年8月）における上越市の給水

城山浄水場系	14,000 (m ³ /日)
正善寺ダム系	7,000
地下水（井戸）	34,000
市民の節水	17,000
合計	72,000

表2 水質検査集計（上越市）

表2-1 基準項目（健康に関連する項目）

未：未満

項 目	基準値	城山浄水場		正善寺ダム	
		原水	浄水	原水	浄水
1 一般細菌	100/ml以下	225	0.83	—	0
2 大腸菌群	検出されないこと	検出	検出しない	—	検出しない
3 カドミウム	0.01mg/l以下	0.001未	0.001未	0.001未	0.001未
4 水銀	0.0005mg/l以下	0.00005未	0.00005未	0.00005未	0.00005未
5 セレン	0.01mg/l以下	0.001未	0.001未	0.001未	0.001未
6 鉛	0.05mg/l以下	0.001未	0.001未	0.001未	0.001未
7 ヒ素	0.01mg/l以下	0.001未	0.001未	0.001未	0.001未
8 六価クロム	0.05mg/l以下	0.005未	0.005未	0.005未	0.005未
9 シアン	0.01mg/l以下	0.005未	0.005未	0.005未	0.005未
10 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10mg/l以下	0.073	0.15	0.3	0.2
11 フッ素	0.8mg/l以下	0.08未	0.023	0.08未	0.08未
12 四塩化炭素	0.002mg/l以下	0.0002未	0.0002未	0.0002未	0.0002未
13 1, 2-ジクロロエタン	0.004mg/l以下	0.0004未	0.0004未	0.0004未	0.0004未
14 1, 1-ジクロロエチレン	0.02mg/l以下	0.002未	0.002未	0.002未	0.002未
15 ジクロロメタン	0.02mg/l以下	0.002未	0.002未	0.002未	0.002未
16 シス-1, 2-ジクロロエチレン	0.04mg/l以下	0.004未	0.004未	0.004未	0.004未
17 テトラジクロロメタン	0.01mg/l以下	0.001未	0.001未	0.001未	0.001未
18 1, 1, 2-トリクロロエタン	0.006mg/l以下	0.0006未	0.0006未	0.0006未	0.0006未
19 トリクロロエチレン	0.03mg/l以下	0.001未	0.001未	0.001未	0.001未
20 ベンゼン	0.01mg/l以下	0.001未	0.001未	0.001未	0.001未
21 クロロホルム	0.06mg/l以下	—	0.0037	—	0.002
22 ジブロモクロロメタン	0.1mg/l以下	—	0.0034	—	0.003
23 ブロモジクロロメタン	0.03mg/l以下	—	0.0035	—	0.003
24 ブロモホルム	0.09mg/l以下	—	0.0033	—	0.001未
25 総トリハロメタン	0.1mg/l以下	—	0.0139	—	0.008
26 1, 3-ジクロロプロペン	0.002mg/l以下	0.0002未	0.0002未	0.0002未	0.0002未
27 シマジン	0.003mg/l以下	0.0003未	0.0003未	0.0003未	0.0003未
28 チウラム	0.006mg/l以下	0.0006未	0.0006未	0.0006未	0.0006未
29 チオベンカルブ	0.02mg/l以下	0.002未	0.002未	0.002未	0.002未

表2-2 基準項目（水道水が有すべき性状に関連する項目）

未：未満

	項 目	基 準 値	城 山 浄 水 場		正 善 寺 ダ ム	
			原 水	浄 水	原 水	浄 水
30	亜鉛	1.0mg/l以下	0.01未	0.01未	0.01未	0.01未
31	鉄	0.3mg/l以下	0.15	0.05	0.11	0.03未
32	銅	1.0mg/l以下	0.01未	0.01未	0.01未	0.01未
33	ナトリウム	200mg/l以下	9.26	8.96	9.0	13.0
34	マンガン	0.05mg/l以下	0.038	0.0016	0.054	0.005未
35	塩素イオン	200mg/l以下	9.7	11.32	9.0	12.0
36	カルシウム、マグネシウム等(硬度)	300mg/l以下	49.73	43.31	30.0	29.0
37	蒸発残留物	500mg/l以下	109	88.5	91	95
38	陰イオン界面活性剤	0.2mg/l以下	0.1未	0.1未	0.1未	0.1未
39	1, 1, 1-トリクロロエタン	0.3mg/l以下	0.001未	0.001未	0.001未	0.001未
40	フェノール類	0.005mg/l以下	0.005未	0.005未	0.005未	0.005未
41	有機物等(過マンガン酸カリウム消費量)	10mg/l以下	6.25	2.13	2.8	1.4
42	pH値	5.8~8.6	7.39	7.27	6.7	7.1
43	味	異常でないこと	異常なし	異常なし	—	異常なし
44	臭気	異常でないこと	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
45	色度	5度以下	12.18°	0.13°	9°	1°
46	濁度	2度以下	16.27°	0.5° 未	0.5°	0.5° 未
47	アンモニア性窒素	—mg/l*1	0.035	0.1未	0.1未	0.1未

*1：新潟県が追加した項目で、基準値は設定されていない

2、上越市の水道水（浄水）の現状

1) 水 源

上越市は城山浄水場と正善寺ダムを水源にしている。城山浄水場は5カ所の集水区域を有し、その合計面積は57.4km²である⁴⁾。図1に示した集水区域内には、人家は2軒で2人住んでおられる（上越市市民課調べ）。原水は名立取水ダム、桑取取水ダム、谷内取水ダム、ピンゴ沢取水ダム、中ノ俣取水ダムを通り、最後に後谷調整ダムで調整され、高田発電所を経由して城山浄水場に至っている。浄水能力は52,500m³/日である⁴⁾。

正善寺ダムの集水面積は6.3km²であり⁵⁾、図1に示した取水区域には、人家は2軒で、田は数えられる程度存在している（上越市市民課調べ）。こちらの浄水能力は現在40,000m³/日である⁵⁾。

上越市は1日あたり、城山浄水場から51,000m³、正善寺ダムから21,000m³、合計72,000m³の給水を受けている。ところが昨年（1994年）は近年にはない渇水に見舞われた。表1は昨年夏の上越市の水事情である。主に地下水（井戸）と市民の節水で凌ぎ、断水は辛うじて回避できた³⁾。

2) 原水と浄水の検査データ

表2に上越市の城山浄水場と正善寺ダムの水質検査の集計結果を示した。城山浄水場のデータは平成6年度（1994年）のもので、基準項目（47項目）は12~16回測定の実績がある。快適水質項目（13項目）は1回のみ測定と12~16回測定の実績がある。1回のみ測定の場合は、その測定日を示した。一方正善寺ダムのデータは、平成7年5月11日採取の水である。例外的な測定日であったデータは、個々に示した。

浄水は両水系とも水道法の水質基準に適合していた。原水では水質基準を上回った項目は、城山浄水場では、平成6年10月に1回測定された一般細菌、大腸菌類、11回測定された色度と濁度であった。一方正善寺ダムの原水は、マンガンと色度であった。

快適水質項目の13項目を表2-3に示した。測定された項目は、全項目で目標値、或は目標値以下であり、快適な水質であることを示した。しかしアルミニウムは目標値の0.2mg/l以下に対して、検査成績は、城山浄水場は0.2mg/lであった。

監視項目は水質基準を補完するものとして、現状では基準化の必要はないが、将来的に上昇する懸念のある26項目が設定されている（表2-4）。城山浄水場（後谷取水ダム）と正善寺ダム（第一浄水場）で採取

表2-3 快適水質項目

未：未満

	項 目	目 標 値	城 山 浄 水 場		正 善 寺 ダ ム	
			原 水	浄 水	原 水	浄 水
1	マンガン	0.01mg/l以下	0.038	0.005未	0.054	0.005未
2	アルミニウム	0.2mg/l以下	—	0.2* ¹	—	0.02* ²
3	残留塩素	1mg/l程度以下	—	0.4	—	0.4
4	2-メチルイソボルネオール	粒状活性炭等恒久施設： 0.00001mg/l以下	—	0.000001未満* ¹	—	—
5	ジェオスミン	同上	—	0.000001未満* ¹	—	—
6	臭気強度(TON)	3以下	—	1未	—	—
7	遊離炭酸	20mg/l以下	1.12	1.19	—	—
8	有機物等(過マンガン酸カリウム消費量)	3mg/l以下	6.25	2.13	2.8	0.8
9	カルシウム、マグネシウム等(硬度)	10以上100mg/l以下	49.73	43.31	30	28
10	蒸発残留物	30以上200以下	109	88.5	91	95
11	濁度	給水栓で1度以下	16.27	0.5未	0.5	0.5未
12	ランゲリア指数(腐蝕性)	-1程度以上とし、極力 0に近づける	-1.84	-2.05	—	—
13	pH値	7.5程度	7.39	7.27	6.7	7.1

*1：平成6年11月25日のデータ、*2：平成7年8月7日のデータ

表2-4 監視項目

	項 目 名	指 針 値	検 査 方 法	備 考
1	トランス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/l以下	PT-GC-MS法・HS-GC-MS法・PT-GC法	一般有機 化学物質
2	トルエン	0.6 "	PT-GC-MS法・HS-GC-MS法・PT-GC法	
3	キシレン	0.4 "	PT-GC-MS法・HS-GC-MS法・PT-GC法	
4	ρ -ジクロロベンゼン	0.3 "	PT-GC-MS法・HS-GC-MS法・PT-GC法	
5	1, 2-ジクロロプロパン	0.06 "	PT-GC-MS法・HS-GC-MS法・PT-GC法	
6	フタル酸ジエチルヘキシル	0.06 "	溶媒抽出-GC-MS法・溶媒抽出-GC法	
7	ニッケル	0.01 "	フレイムレス-原子吸光光度法・ICP法	無機物質 ・重金属
8	アンチモン	0.002 "	水素化学発生-原子吸光光度法	
9	ほう素	0.2 "	ICP法・吸光光度法	
10	モリブデン	0.07 "	フレイムレス-原子吸光光度法・ICP法	
11	ホルムアルデヒド	0.08 "	溶媒抽出-GC法	消 毒 副生成物
12	ジクロロ酢酸	0.04 "	溶媒抽出-GC-MS法・溶媒抽出-GC法	
13	トリクロロ酢酸	0.3 "	溶媒抽出-GC-MS法・溶媒抽出-GC法	
14	ジクロロアセトニトリル	0.08 "	溶媒抽出-GC-MS法・溶媒抽出-GC法	
15	抱水クロラル	0.03 "	溶媒抽出-GC-MS法・溶媒抽出-GC法	
16	イソキサチオン	0.008 "	固相抽出-GC-MS法・固相抽出-GC法	農 業
17	ダイアジノン	0.005 "	固相抽出-GC-MS法・固相抽出-GC法	
18	フェニトロチオン(MEP)	0.003 "	固相抽出-GC-MS法・固相抽出-GC法	
19	イソプロチオラン	0.04 "	固相抽出-GC-MS法・固相抽出-GC法	
20	クロタロニル(TPN)	0.04 "	固相抽出-GC-MS法・固相抽出-GC法	
21	プロピザミド	0.008 "	固相抽出-GC-MS法・固相抽出-GC法	
22	ジクロロボス(DDVP)	0.01 "	固相抽出-GC-MS法・固相抽出-GC法	
23	フェノブカルブ(BPMC)	0.02 "	固相抽出-GC-MS法・固相抽出-GC法	
24	クロルニトロフェン(CNP)	0.005 " *	固相抽出-GC-MS法・固相抽出-GC法	
25	イプロベンホス(IBP)	0.008 "	固相抽出-GC-MS法・固相抽出-GC法	
26	EPN	0.006 "	固相抽出-GC-MS法・固相抽出-GC法	

*：CNPの暫定水質管理指針値0.0001mg/l以下(平成6年3月8日)

された原水で、検査された21項目はすべて指針値に適合していた。たとえば農薬のCNP(クロルニトロフェン)は指針値0.0001mg/l以下に対して検査成績は0.00001mg/l未満であった。他の検査成績も表2-4に示した指針値より、同様にすべて一桁低い値で「未満」であった。監視項目の残り5項目(ホルムアルデヒド、ジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、ジクロロアセトニトリル、抱水クロラル)は原水の殺菌用に添加される次亜塩素酸由来の消毒副生成物であり、浄水で測定されていた。これらの項目も同様に、一桁低い値での「未満」であった。

3) 特に農薬について

我国の胆道がん死亡率の第1位は、男女とも新潟県である。Yamamotoら⁶⁾は、使用されている約500種類の農薬について調査を行い、フェノキシ系除草剤とジフェニルエーテル系除草剤(CNP等)の胆道がんとの関係をもっとも疑った。

上越市と新潟市の、河川と水道水中のCNPの測定値⁷⁾を表3に示した。1992年5月6日のCNP値は、新潟市の信濃川と水道水、上越市の関川で大きく上昇した。一方上越市の水道水中のCNPは低値であった。その後6週間後の6月17日には、すべて、ほぼもとのCNP濃度に低下した。

表3 上越市と新潟市の、河川と水道水中のCNP濃度比較

測定日	上 越 市		新 潟 市	
	関 川	水 道 水	信 濃 川	水 道 水
4月22日	8	5	1	1
5月6日	183	2	871	554
20日	21	3	15	57
6月3日	7	5	15	21
17日	9	6	5	8

CNPの濃度 単位は ng/l

CNPの暫定水質管理指針値(1994年3月8日)は
0.0001mg/l(=100ng/l)以下

3、考 察

城山浄水場の後谷取水ダムからの、平成6年10月の原水中における一般細菌数は225個/mlと多い測定値であった。これは例年この時期に後谷ダムで行われている浚渫工事による一時的な影響と考えられている。原水中の一般細菌の平均的な数値は60個/ml程度とのことであり、また大腸菌類も10月に検出されたが、常に検出されているわけではないとのことであった(上越

市ガス水道局浄水場長斎藤淳二氏談)。この月の浄水中には、一般細菌と大腸菌は検出されていない。しかし1995年2月には、城山浄水場の浄水中に一般細菌が10個検出された。水質基準値は1ml中に100個以下であるので、大きな問題ではないが、2月を除く他の11カ月は0個であるので、気になる数値である。2月の残留塩素は、記録によれば0.45mg/lであるが、一般細菌検査用の浄水採取時(2月の別の日)に測定された残留塩素は0.2mg/l(上越環境科学センター調べ)であり、若干低値であった。しかしその時の水道管末の11ヶ所からは一般細菌は検出されていない(上越環境科学センター長崎正一氏談)。これらの事から、塩素添加と浄水採取の時間的間隔が短いために、添加した塩素量が若干少なかったことにより、まだ殺菌途中の浄水が検査された可能性がある(同長崎正一氏談)とのコメントを得た。また別の可能性として、細菌検査に付きまとう「外部からの汚染」も考えられなければならない(上越市ガス水道局企画係長秀澤光夫氏談)との意見もあった。一般細菌の10個/mlは問題にならない個数ではあるが、日常的でない検査結果が出た場合は、即その時に、その原因説明をお願いしたい。

城山浄水場の原水の色度、濁度は正善寺ダムのそれより高い。それは城山浄水場の水源が名立川・桑取川水系の表流水によるため、降雨により、濁度が時には1000度にも上昇することがあるためである(前記斎藤淳二氏談)。

正善寺ダムの原水では、マンガンが0.054mg/lと高い。この原因は湖底での酸素欠乏状態により、鉄やマンガン等の金属が還元されて溶出するため、一般的な湖水の特徴とのことであった(上越環境科学センター塚田静彦氏談)。浄水中では0.005mg/l未満(水質基準値:0.05mg/l以下)であり問題はなかった。

基準項目のフェノール類は水質基準(0.005mg/l以下)が即検出限界(0.005mg/l未満)である。これは公的に指定されている検査方法による結果であるが、測定精度は基準値の1/10迄を測定することとなっている原則に反している。他の自治体のデータにも同様な測定精度による、同様な結果の見られることから、将来に残された大きな問題である。陰イオン界面活性剤も同様で、基準値が0.2mg/l以下で、測定値が0.1mg/l未満であり、測定精度に問題を残している。

快適水質項目にはアルミニウムの項目があり、その目標値は0.2mg/l以下である。城山浄水場の浄水のアルミニウムは0.2mg/lであった(表2-3)。アルミニ

ウムは基準項目ではないので、たとえ目標値を越えても水道水に適さない訳ではない。またこの浄水場でも使用している凝集沈殿剤（ポリ塩化アルミニウム）由来のアルミニウムであるとも言われている。しかし新潟市青山浄水場の浄水中のアルミニウムは、通常0.01mg/l以下であり（青山浄水場水質管理課佐藤氏談）、長岡市妙見浄水場は平均0.08mg/lと明らかに低い（妙見浄水場綱島氏談）。上越市ではアルミニウムは最近年1回測定開始されたばかりの項目である。2回目の測定は平成7年9月4日に実施され、アルミニウム値は0.05mg/lであった。そのため表2-3の数値は一過性であった可能性も考えられる。今後アルミニウムの年間の測定回数を多くすることと、一過性にせよ、その高値原因の解明をぜひお願いしたい。

ヒト血清中のアルミニウムは0.01mg/l以下⁹⁾と微量である。健康なヒトは、余剰のアルミニウムは尿中に排泄するので問題にはならない。問題になるとすれば、腎機能の低下した慢性腎不全患者や高齢者である。アルミニウムの蓄積はアルミニウム中毒性脳症（痴呆）や骨軟化症を起こすことが知られている。これらのことからアルミニウムが快適水質項目であり、基準項目から除外されているのは不相当と思われる。また測定精度も、現行では0.02mg/lまで測定できれば良いことになっているが、0.01mg/l以下までは測定すべきである。実際、臨床化学の分野では、0.5mlの試料で0.01mg/l以下まで測定している⁹⁾。

厚生省の諮問機関である「おいしい水研究会」が発表した「おいしい水の要件」¹⁰⁾は次の7項目である。①蒸発残留物：30～200mg/l、②硬度：10～100mg/l、③遊離炭酸：3～30mg/l、④過マンガン酸カリ消費量：3.0mg/l以下、⑤臭気度：3以下、⑥残留塩素：0.4mg/l以下、⑦水温：最高20℃以下である。これらと上越市の水道水（表2-2、2-3）を比較すると、水中に溶解している炭酸ガスである遊離炭酸が若干低値であるが、他は美味しい水の要件に合致していた。「おいしい水研究会」が発表した「おいしい水の水質要件（水温を除く）に適合している都市（人口5万人以上）」の414市に、上越市が上げられている。しかし残念ながら「研究会のメンバーが選んだ水道水のおいしい都市（人口10万人以上）」の32市には、上越市は上げられていない。

新潟市の水道水は新潟平野を流れる信濃川から取水している。4月末から5月上旬の連休に行われる田植えと、それに伴う除草剤の散布により、表3に見られ

た5月6日のCNP値の上昇が説明されている。関川のCNP値も同様の理由で上昇したものである。一方上越市の水道水は、前述の如く水源である集水区域には、ほとんど耕作田は存在していない。それゆえにCNP値は低く、また上越市が胆道がん希発地域である⁷⁾ことの原因にもなっている。

4、おわりに

上越市の水道水の、現在の水環境は、きわめて恵まれている。この水環境はぜひ将来も確保されねばならない。それには市民の一人一人に水道水に対する関心と、水を汚さない努力が求められる。

また化学分析の技術を向上させることや、新しい分析技術を導入、開発することも、大切なものである。問題や疑問の生じた検査データの原因解析は、大変な苦労を伴うものである。大切な飲料水の供給にかかわる関係者には、お礼と共に今後も御努力をお願いしたい。

人口13万人の上越市が30万人都市に発展しても、良質な飲料水の提供を受けたいものである。

本報告では上越市ガス水道局浄水場長斉藤淳二氏、同企画係長秀澤光夫氏、上越地域水道用水供給企業団事務局長小林達二氏、同庶務課長阿部荘一氏、同係長塚田静彦氏、上越環境科学センター業務課長長崎正一氏から水質検査のデータと、貴重なアドバイスを頂いた。また本学学生の水研究会のメンバーにも協力頂いた。ここに記して感謝の意を表する。

なお本調査研究は新潟県立看護短期大学共同研究事業より補助を受けた。

文 献

- 1) 高樹信二、いま飲み水が危ない、からだによい水わるい水。講談社 Quark 編集部、東京、54-63、1993。
- 2) 真柄泰基、監修、水道水質ハンドブック、日本水道新聞社、東京、1994。
- 3) 新潟県上越市ガス水道局、'94濁水記録集、上越のいのちの水を考える。第一印刷所、上越、1995。
- 4) 上越市ガス水道局発行、じょうえつ水道、1990。
- 5) 上越地域水道用水供給企業団発行、上越地域水道用水供給事業、1995。
- 6) Yamamoto, M., Endou, K., Magara, J., et al. : Ecological correlation between the use of agricultural chemicals and biliary tract cancers in Japan, Acta Med. Biol., 35, 63-68, 1987.
- 7) 足立泰儀：新潟県における河川水中および水道水中の

除草剤クロルニトロフェン(CNP)および CNP アミノ体の動態について. 日本衛生学雑誌, 48, 1090-1098, 1994.

- 8) 平沢由平: 透析療法マニュアル. 日本メデイカルセンター、東京、209-211, 1993.
- 9) Brown, S., Bertholf, R.L., Wills, M.R., et al. : Electrothermal atomic absorption spectrometric determination of aluminum in serum with a new technique for protein precipitation. Clin. Chem., 30 : 1216-1218, 1984.
- 10) おいしい水研究会: おいしい水について (資料). 水道協会雑誌, 54, 76-83, 1985.