

福井県内の水道水源水質調査

田中宏和・田中博義・橋 治廣

Water Quality Monitoring on the Source of Water Supply in Fukui Prefecture

Hirokazu TANAKA, Hiroyoshi TANAKA, Haruhiro TACHIBANA

1 はじめに

水道は重要なライフラインであり、衛生的で快適な生活環境には欠くことのできない公共施設である。我が国の水道普及率は1980年には90%を超え、2004年には97%に達している¹⁾。ほぼ全ての国民が水道水を利用できるようになったが、一方、化学物質による環境汚染への懸念や健康志向の高まりなどを背景に、より高品質な水道水の供給サービスが求められている。

我が国の水道水質基準は水道法第4条に基づく省令により定められているが、その時々科学的知見の集積に基づく改正が行われてきた。

特に平成4年には大幅な見直しが行われ、水質基準はそれまでの26項目から46項目に拡大した。さらに厚生省通知により、水質基準を補完するものとして快適水質項目13項目と監視項目26項目が設定された。快適水質項目は質の高い水道水の供給を目指す目標値を定めたものであり、監視項目は水道水の安全性確保のための指針値を定めたものである。監視項目は後に、亜硝酸性窒素や農薬類、ダイオキシン類等が追加され、35項目まで拡大した。

平成15年にも大きな改正があり、水質基準項目は50項目(9項目削除、13項目追加)となった。また、これに伴

い快適水質項目や監視項目が廃止され、水質管理上留意すべき項目として水質管理目標設定項目27項目(農薬類101種類を1項目とした場合)と要検討項目40項目が定められた²⁾。

水質基準等の改正を受け、福井県では安全な水道水を供給することを目的とした福井県水道水質管理計画(平成6年1月)を策定し、主要水系と代表的な地下水源について監視している^{3,4)}。

今回、平成7年度から平成15年度までの監視項目に関するモニタリング結果を整理し、得られた知見について報告する。

2 調査方法

2.1 調査水源

福井県水道水質管理計画に定めた12水源について調査した。その内訳は河川水4水源(A~D)と地下水8水源(E~L)である。

2.2 調査時期と頻度

検査は原則として春期(5~6月)と秋期(11~12月)の年2回実施した。ただし、平成14年度は7月と3月に実施している。

表1 検査回数と指針値超過回数(*)

No.	水源名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	検査対象
1	トランス-1,2-ジクロロエチレン	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
2	トルエン	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
3	キシレン	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
4	p-ジクロロベンゼン	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
5	1,2-ジクロロプロパン	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
6	フタル酸ジエチルヘキシル	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
7	ニッケル	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
8	アンチモン	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
9	ほう素	18	17	17	17	18	17	18	10	18(2)	18	17	17	原水
10	モリブデン	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
12	亜硝酸性窒素	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	原水
15	ホルムアルデヒド	18	18	16	18	2	18	18	18	18	18	18	18	浄水
16	ジクロロ酢酸	18	18	16(2)	18	2	18	18	18	18	18	18	18	浄水
17	トリクロロ酢酸	18	18	16	18	2	18	18	18	18	18	18	18	浄水
18	ジクロロアセトニトリル	18	18	16	18	2	18	18	18	18	18	18	18	浄水
19	抱水クララール	18	18	16	18	2	18	18	18	18	18	18	18	浄水
20	イソキサチオン	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
21	ダイアジン	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
22	フェントロチオン	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
23	インプロチオラン	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
24	クロタロニル	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
25	プロピザミド	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
26	ジクロロボス	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
27	フェノカルブ	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
28	クロロニトロフェン	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
29	イプロベンホス	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
30	EPN	18	18	17	18	18	18	18	10	18	18	18	18	原水
31	ペンタゾン	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	原水
32	カルボフラン	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	原水
33	2,4-ジクロロフェノキシ酢酸	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	原水
34	トリクロビル	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	原水
	アンモニア性窒素	4	4	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	原水
	BOD	18	18	17	18	—	—	—	—	—	—	—	—	原水
	COD	18	18	17	18	—	—	—	—	—	—	—	—	原水
	紫外線(UV)吸光度	18	18	17	18	—	—	—	—	—	—	—	—	原水
	浮遊物質(SS)	18	18	17	18	—	—	—	—	—	—	—	—	原水
	侵食性遊離炭酸	18	18	17	18	—	—	—	—	—	—	—	—	原水
	全窒素	18	18	17	18	—	—	—	—	—	—	—	—	原水
	全リン	18	18	17	18	—	—	—	—	—	—	—	—	原水
	総トリハロメタン	18	18	16	18	—	—	—	—	—	—	—	—	浄水

※:()内は指針値超過回数

2. 3 水質検査項目と対象検体

主な水質検査項目は監視項目のうち、ウラン、二酸化塩素、亜塩素酸イオン、ダイオキシン類を除く31項目である。

各項目の検査回数を表1に示した。亜硝酸性窒素、ペンタゾン、カルボフラン、2,4-ジクロロフェノキシ酢酸、トリクロピルは後に追加された項目であるためデータ数が少ない。

検査対象は原則として水源における水道原水としたが、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、抱水クロラールについては消毒副生成物であるため塩素処理後の浄水を検査対象とした。

なお、河川水源については、平成4年厚生省通知衛水第265号に基づき、アンモニア性窒素、生物化学的酸素要求量(BOD)、化学的酸素要求量(COD)、紫外線(UV)吸光度、浮遊物質(SS)、侵食性遊離炭酸、全窒素、全りん、総トリハロメタンも検査した。そのうち、総トリハロメタンは浄水、それ以外については原水が検査対象である。

2. 4 検査方法

監視項目の検査方法は厚生省通知に、それ以外は上水試験方法1993年版等に準拠した⁵⁾。

3 結果と考察

検査結果が指針値を超過した回数を表1に示す。監視項目5836データ中4データのみ指針値を超過していた。その内訳は、河川水でジクロロ酢酸が2回、地下水でほう素が2回である。

総検査回数に占める検出率を表2に、平均値を表3に示す。平均値の計算方法は上水試験方法解説編2001年版に基づき、定量下限未満のデータは濃度0として計算し、数字の丸め方は日本工業規格JIS Z 8401に従った⁶⁾。

一般有機化学物質(1~6)についてはフタル酸ジエチルヘキシルを除く5項目について、全ての水源で検出されなかった。フタル酸ジエチルヘキシルは地下水3水源で検出されたが、検出率は最高で17%と低く、平均値は定量下限値未満であった。

金属類(7~10)については、ニッケル、アンチモン、モリブデンについての検出率は最高で17%と低く、検出された濃度も低いため平均値は全て定量下限値未満となった。

一方、ほう素については地下水源すべてで検出され、特にI井戸では検出率が89%、平均値も0.51mg/lと他の水源に比べて高値である。指針値超過も18回の検査で2回確認された。H井戸は検出率が50%であるものの、最高濃度が0.1mg/lであり、平均値も低い。どちらも産業由来による汚染とは考えにくく、地質由来と考えられる。

硝酸性窒素(12)についてはほとんどの水源で検出されているが、特に河川水での検出率が高い。河川水は自然由来の窒素に加えて、農業、生活排水、産業由来の窒素を含むことが多いが、検出された濃度は低く、濃度上昇傾向も見られていない。

消毒副生成物(15~19)に関しては、全ての地下水源について検出されなかった。河川においてはD川ではほとんど検出されないものの、それ以外の河川では主にジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、抱水クロラールが検出された。特にC川のジクロロ酢酸は16回の検査で2回指針値を超過した。

農薬類(20~34)に関しては、ペンタゾン以外についてはほとんど検出されなかった。検出されたペンタゾンの濃度は指針値に比べてかなり低い。

監視項目以外の項目について、4河川の平均値を比較すると、C川のBOD、COD、紫外線(UV)吸光度が高く、他河川に比べて有機物が多いことが分かった。また、総トリハロメタンも他の河川に比べて高い。

表2 定量下限値に対する検出率(※)

No.	水源名	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)	E (%)	F (%)	G (%)	H (%)	I (%)	J (%)	K (%)	L (%)	定量下限 (mg/l)
1	トランス-1,2-ジクロロエチレン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.004
2	トルエン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06
3	キシレン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
4	p-ジクロロベンゼン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03
5	1,2-ジクロロプロパン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.006
6	フタル酸ジエチルヘキシル	0	0	0	0	0	0	0	0	6	17	6	0	0.006
7	ニッケル	6	0	0	11	11	0	0	10	0	11	0	0	0.005
8	アンチモン	17	0	0	0	11	6	0	0	6	0	0	0	0.0002
9	ほう素	22	0	0	0	22	12	6	50	89	11	6	6	0.02
10	モリブデン	6	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0.007
12	亜硝酸性窒素	90	80	60	50	70	10	10	20	20	10	0	10	0.001
15	ホルムアルデヒド	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.008
16	ジクロロ酢酸	39	11	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.004
17	トリクロロ酢酸	44	44	56	11	0	6	0	0	0	0	0	0	0.004
18	ジクロロアセトニトリル	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.008
19	抱水クロラール	22	6	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.003
20	イソキサチオン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0008
21	ダイアジノン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0005
22	フェニトロチオン	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0003
23	イソプロチオラン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.004
24	クロタロニル	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.004
25	プロピザミド	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0008
26	ジクロボス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001
27	フェノカルブ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.002
28	クロルニトロフェン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0001
29	イプロベンホス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0008
30	EPN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0006
31	ペンタゾン	38	0	0	0	0	25	50	13	50	0	25	25	0.00001
32	カルボフラン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0005
33	2,4-ジクロロフェノキシ酢酸	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	13	0.00002
34	トリクロピル	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00002
	アンモニア性窒素	100	75	100	100	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02
	BOD	67	50	82	61	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5
	COD	94	89	94	83	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5
	浮遊物質(SS)	94	100	82	78	—	—	—	—	—	—	—	—	1
	全窒素	94	94	100	100	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1
	全りん	28	28	35	28	—	—	—	—	—	—	—	—	0.05
	総トリハロメタン	100	100	100	100	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001

※:検出とは、定量下限値以上のデータを意味する

表3 平均値

No.	水源名	A (mg/l)	B (mg/l)	C (mg/l)	D (mg/l)	E (mg/l)	F (mg/l)	G (mg/l)	H (mg/l)	I (mg/l)	J (mg/l)	K (mg/l)	L (mg/l)	指針値 (mg/l)
1	トランス-1,2-ジクロロエチレン	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	≦0.04
2	トルエン	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	≦0.6
3	キシレン	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	≦0.4
4	p-ジクロロベンゼン	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	≦0.3
5	1,2-ジクロロプロパン	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	≦0.06
6	フタル酸ジエチルヘキシル	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	≦0.06
7	ニッケル	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	≦0.01
8	アンチモン	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	≦0.002
9	ほう素	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.04	0.51	<0.02	<0.02	<0.02	≦1.0
10	モリブデン	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	≦0.07
12	亜硝酸性窒素	0.005	0.004	0.002	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	≦0.05
15	ホルムアルデヒド	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	≦0.08
16	ジクロロ酢酸	<0.004	<0.004	0.005	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	≦0.02
17	トリクロロ酢酸	<0.004	<0.004	0.007	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	≦0.3
18	ジクロロアセトリル	<0.002	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	≦0.08
19	抱水クローラル	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	≦0.03
20	イソキサチオン	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	≦0.008
21	ダイアジノン	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	≦0.005
22	フェニトロチオン	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	≦0.003
23	イソプロチオラン	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	≦0.04
24	クロロタロニル	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	≦0.05
25	プロピザミド	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	≦0.008
26	ジクロロボス	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	≦0.008
27	フェノバルブ	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	≦0.03
28	クロロニトロフェン	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	≦0.005
29	イプロベンホス	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008	≦0.008
30	EPN	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	≦0.006
31	ベンタゾン	0.00008	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00007	0.00005	0.00010	<0.00001	<0.00001	0.00010	≦0.2
32	カルボフラン	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	≦0.005
33	2,4-ジクロロフェノキシ酢酸	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	≦0.03
34	トリクロビル	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	≦0.006
	アンモニア性窒素	0.03	<0.02	0.02	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	BOD	0.7	0.6	1.3	0.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	COD	1.8	1.9	3.0	1.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	紫外線(UV)吸光度	0.035	0.037	0.060	0.022	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	浮遊物質(SS)	4	5	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	侵食性遊離炭酸	2.3	1.9	2.5	1.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	全窒素	0.54	0.47	0.88	0.59	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	全リン	0.013	0.004	0.012	0.014	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	総トリハロメタン	0.023	0.022	0.033	0.014	—	—	—	—	—	—	—	—	—

一般にフミン質を含む原水を塩素処理すると有機塩素化合物を生成することが知られている。フミン質は枯葉などの有機質が生物分解した結果生じる、最終分解産物に近い安定な有機物である。C川の水源にフミン質を多く含むことが、総トリハロメタンやジクロロ酢酸濃度が高い原因と考えられる。

フミン質の毒性は確認されていないが、塩素と結合して生成されるクロロホルムなどの消毒副生成物には発がん性を有するものがある。ただし、C川の総トリハロメタンの検査結果はいずれも水質基準である 0.1mg/l 未満であり、健康に影響を及ぼす濃度には達していない^{7,8)}。

4 まとめ

- ・ 監視項目 5836 データ中、指針値を超過したものは4データのみで、ほう素とジクロロ酢酸であった。
- ・ ほう素は地質由来と考えられる。
- ・ ジクロロ酢酸の指針値超過は、河川水中の有機物濃度が高いことが原因と考えられる。
- ・ ほう素とジクロロ酢酸は水質基準項目に設定されており、適切な水質管理が要求される。
- ・ 上記以外の金属類や一般有機化学物質、農薬類はほとんど検出されず、全項目において水質悪化の兆候は確認されない。

参考文献

- 1) 眞柄泰基, 水源で何が起きているか, 水環境学会誌, 28, 289(2005)
- 2) 松田和久, 水道水質基準の見直し等を踏まえた今後の

水道事業体の水質管理について, 水環境学会誌, 27, 24-30(2004)

- 3) 福井県, 福井県水道水質管理計画, (1994)
- 4) 福井県, 福井県水道水質管理計画, (2004)
- 5) 日本水道協会, 上水試験方法 1993年版, (1993)
- 6) 日本水道協会, 上水試験方法解説編 2001年版, 47-54(2001)
- 7) 日本水道協会, 上水試験方法解説編 2001年版, 668-673(2001)
- 8) 丹保寛仁・小笠原紘一, 浄水の技術, 6, 203-206, 技報堂出版株式会社, (1992)