

香川の水（第19報）

水道原水の水質について（1989年～1993年）

森川 和代・山下みよ子・小島 俊男
 砂原千寿子・白石名伊子・黒田 弘之
 宮田 正美*・小山 健*・土屋 徹秋*

I はじめに

平成2年度末現在で香川の水道普及率は、96.8%であり全国普及率94.7%を2.1%上まわっている。

香川県の上水道、簡易水道、専用水道についての水源構成は、地表水27%、地下水24.2%、浄水受水48.8%と、浄水受水の比率が高い。また、本県の上水道はその水源を徳島県に48.3%、岡山県に1.0%依存している¹⁾。

近年、水道水源の水質をめぐる環境条件は決して好ましいものとはいえない。生産活動の高度化や生活様式の変化に伴い、地下水や、湖沼等の汚染が進行している。このため水道水に対していっそうの安全性の確保が求められている。

当所では前報²⁾に続いて平成元年度から平成4年度の水道原水の水質について調査解析したので報告する。

II 試料および方法

1. 試料

平成1年4月から平成5年3月までに、各市町で採水し、衛生研究所に持ち込まれた水道原水518件を試料とした。又、高松市と観音寺市については両市の検査結果を参考として調査試料とした。

2. 試験方法

「水道法」水質基準に関する省令（昭和53年8月31日付厚生省令第56号）に定める方法により実施した。また、フッ素イオンについてはイオン電極法で行った。

III 結果および考察

1. 水道原水の化学的水質について

調査件数は518件でその内訳は表1のとおりである。地域別主要成分を表2、水原別主要成分を表3、水原別年次変化を図1に示した。

1) 硝酸性および亜硝酸性窒素

表4に水原別硝酸性・亜硝酸性窒素の濃度分布を示した。

浅井戸は1.1～10.0mg/lと広範囲に分布し、平均

3.06mg/lと高い値を示した。表流水、貯水、深井戸は2.0mg/l以下のものが約90%を占め、1.0mg/l以下にピークがあった。伏流水は、2.0mg/l以下が同様に約90%を占めたが、ピークは1.1～2.0mg/lにあった。検出範囲は0.01mg/l未満～9.38mg/lで、浄水基準値10mg/lを越えるものはなかった。

地域的には丸亀市、豊中町、多度津町、琴平町が平均3mg/lを越えていた。西讃地区が高い値を示しているがこれらの地域は浅井戸を水源としている為と考えられる。

2) 塩素イオン

表5に水原別塩素イオン濃度分布を示した。浅井戸は10.1～50.0mg/lに88.9%を占め、平均25.4mg/lで、他の水源より高値を示した。20mg/l以下のものは、表流水93.1%、貯水89.5%、伏流水80.5%、深井戸66.6%、浅井戸36.9%であった。検出範囲は3.2～255mg/lであった。

津田町、多度津町、庵治町等、沿岸部が平均30mg/lを越えていた。これらの地域は地下水を主な水源としている為、海水が影響しているものと考えられる。

塩素イオンは、地質由来の場合、汚染を受けない限りほぼ一定とされているが、図1-(1)による深井戸の塩素イオンが平成3年度は少し高い傾向を示した。

3) 過マンガン酸カリウム消費量

表6に水原別過マンガン酸カリウム消費量の濃度分布

表1 水原別調査件数

水原別		調査年度				計
		平成1	2	3	4	
地表水	河川表流水	23	21	20	23	87
	貯水(池, ダム)	37	37	36	32	142
地下水	河川伏流水	9	8	8	11	36
	深井戸	14	12	12	13	51
	浅井戸	58	57	48	35	198
	その他	1	1	1	1	4
計		142	136	125	115	518

* 香川県環境衛生課

表2 地域別原水主要成分

項目	市郡別												
	高松市	丸亀市	坂出市	普通寺市	観音寺市	大川郡	小豆郡	木田郡	香川郡	綾歌郡	仲多度郡	三豊郡	全県域
硝酸、亜硝酸性窒素 (mg/l)	0.72	3.06	1.59	2.85	1.55	1.85	0.59	0.96	1.04	1.01	2.42	2.19	1.74
塩素イオン (mg/l)	11.6	21.1	18.2	17.3	29.3	17.2	12.9	30.7	8.5	17.2	18.7	18.9	18.2
過マンガン酸カリウム消費量 (mg/l)	5.7	3.3	8.7	3.3	3.2	3.4	6.2	11.9	5.4	6.2	4.2	4.4	4.9
鉄 (mg/l)	0.15	0.32	0.13	0.06	0.09	0.28	0.42	0.21	0.06	0.50	0.99	0.45	0.47
マンガン (mg/l)	0.02	0.04	0.10	<0.01	0.11	0.03	0.04	0.08	0.05	0.06	0.13	0.20	0.09
亜鉛 (mg/l)	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
フッ素 (mg/l)	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1
硬度 (mg/l)	59.2	79.6	62.8	81.3	109	64.5	38.9	77.1	44.0	65.1	74.9	77.1	67.8
蒸発残留物 (mg/l)	107	173	141	170	208	147	111	182	110	160	181	184	159
pH	7.3	6.6	7.0	6.5	6.9	6.8	7.1	7.4	7.0	7.0	6.5	6.7	6.8
色度 (度)	10.1	<5	11.5	<5	<5	<5	10.7	13.5	8.2	9.6	6.2	5.3	7.3
濁度 (度)	6.0	<0.5	4.8	2.8	<0.5	6.1	6.3	6.9	2.5	7.6	12.6	3.7	6.5
件数	20	25	4	20	18	84	76	18	17	57	97	82	518

表3 水源別主要成分

項目	水源種別		地 下 水			そ の 他	県 平 均		
	地 表 水	貯 水 (池・ダム)	河 川 伏 流 水	深 井 戸	浅 井 戸				
硝酸、亜硝酸性窒素 (mg/l)	0.93	0.89	1.40	0.67	3.06	0.43	1.74		
塩素イオン (mg/l)	12.7	12.2	15.5	18.8	25.4	8.7	18.2		
過マンガン酸カリウム消費量 (mg/l)	5.9	8.2	4.7	2.7	2.7	1.9	4.9		
鉄 (mg/l)	0.26	0.48	0.35	2.05	0.17	0.35	0.47		
マンガン (mg/l)	0.04	0.08	0.07	0.31	0.07	<0.01	0.09		
亜鉛 (mg/l)	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
フッ素 (mg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1		
硬度 (mg/l)	49.6	40.7	62.1	63.3	97.8	52.2	67.8		
蒸発残留物 (mg/l)	119	112	141	192	206	154	159		
pH	7.1	7.1	6.7	6.7	6.5	7.5	6.8		
色度 (度)	10.2	13.9	5.3	7.6	<5	<5	7.3		
濁度 (度)	5.9	8.9	3.1	21.6	1.6	7.3	6.5		
件数			87	142	36	51	198	4	518

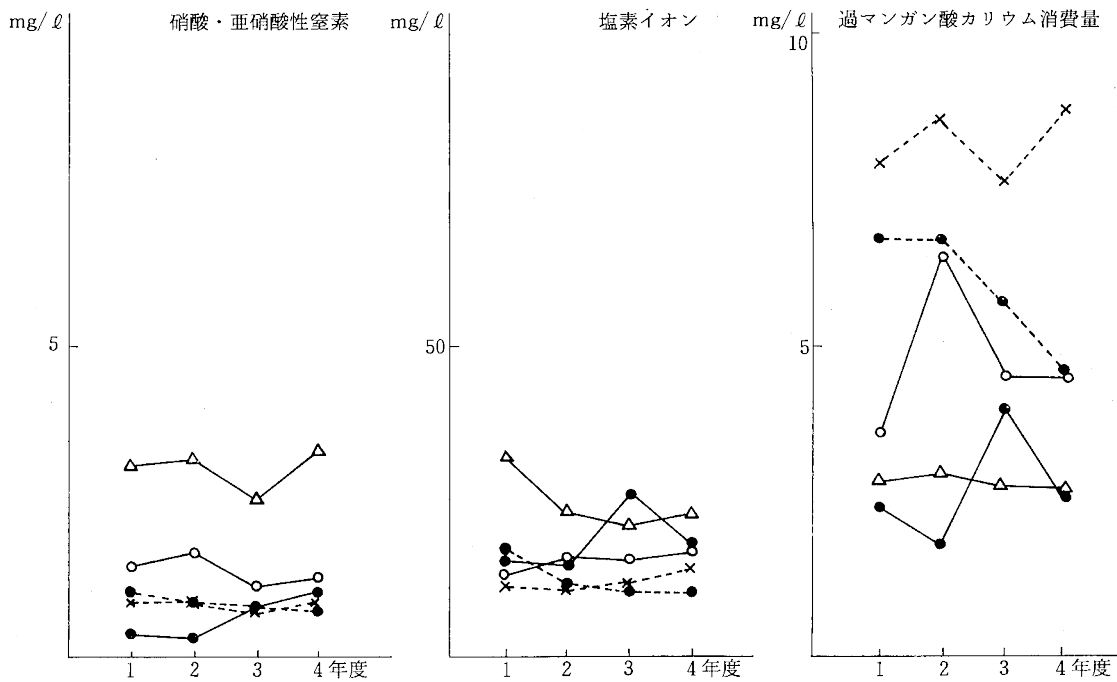


図1-(1) 主要成分の水源別年次変化

河川表流水 ●---●
 貯水(池, ダム) ×---×
 河川伏流水 ○---○
 深井戸 ●---●
 浅井戸 △---△

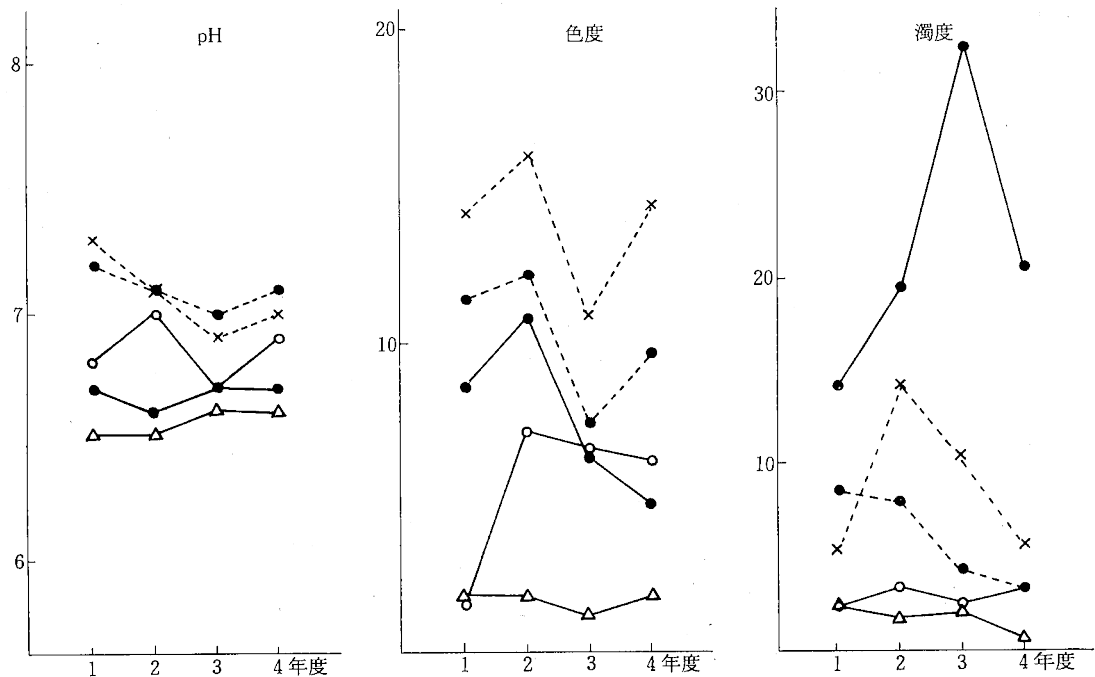


図1-(2) 主要成分の水源別年次変化

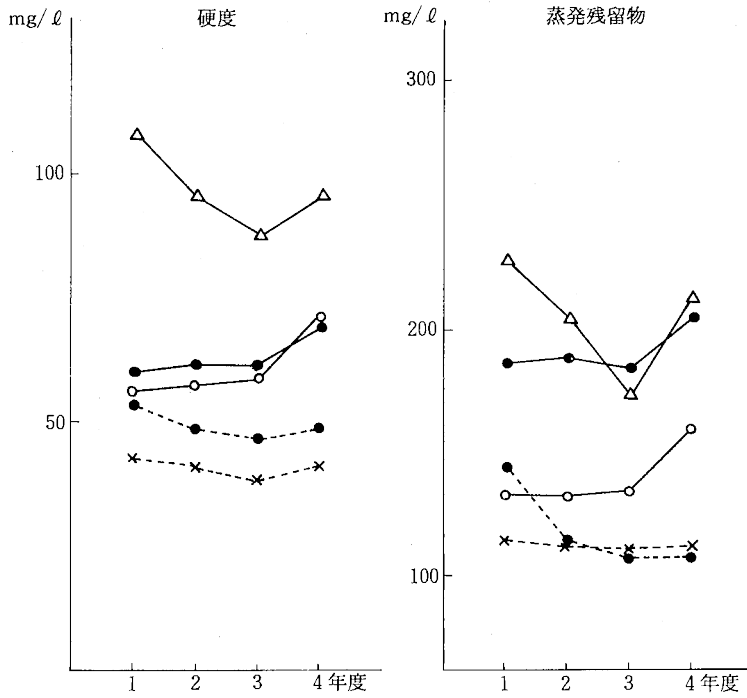


図1-(3) 主要成分の水源別年次変化

河川表流水 ●---●
 貯水(池, ダム) ×---×
 河川伏流水 ○---○
 深井戸 ●---●
 浅井戸 △---△

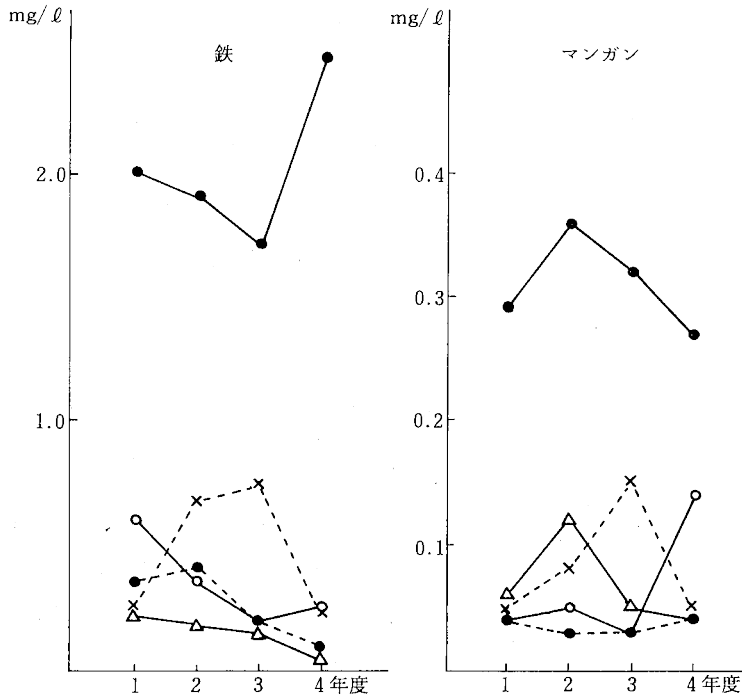


図1-(4) 主要成分の水源別年次変化

表4 水源別硝酸性亜硝酸性窒素濃度分布

濃度 水源別 (%)	≦ 1.0	1.1~ 2.0	2.1~ 3.0	3.1~ 4.0	4.1~ 5.0	5.1~10.0	10.0≦	平均値 mg/ℓ
河川表流水	69.0	25.3	4.6			1.1		0.93
貯水(池, ダム)	71.1	23.3	4.2	1.4				0.89
河川伏流水	30.5	58.3	5.6	2.8		2.8		1.40
深井戸	78.4	19.6		2.0				0.67
浅井戸	7.6	28.8	19.7	16.2	12.1	15.6		3.06
その他	100							0.43
平均 %	44.6	27.6	9.8	7.0	4.6	6.4		1.74

表5 水源別塩素イオン濃度分布

濃度 水源別 (%)	≦10.0	10.1~20.0	20.1~30.0	30.1~50.0	50.1~100	101~150	151~200	201≦	平均値 mg/ℓ
河川表流水	51.7	41.4	3.5	2.3		1.1			12.7
貯水(池, ダム)	59.9	29.6	5.6	3.5	1.4				12.2
河川伏流水	25.0	55.5	13.9	5.6					15.5
深井戸	25.4	41.2	25.5	5.9			2.0		18.8
浅井戸	7.1	29.8	46.0	13.1	3.0		0.5	0.5	25.4
その他	100								8.7
平均 %	32.8	34.4	23.2	7.3	1.5	0.2	0.4	0.2	18.2

表6 水源別過マンガン酸カリウム消費量の濃度分布

濃度 水源別 (%)	≦ 1.0	1.1~ 2.0	2.1~3.0	3.1~4.0	4.1~5.0	5.1~7.0	7.1~10.0	10.1≦	平均値 mg/ℓ
河川表流水		8.1	9.2	18.4	17.2	20.7	14.9	11.5	5.9
貯水(池, ダム)		2.8	4.2	7.1	15.5	22.5	23.3	24.6	8.2
河川伏流水		19.4	19.4	19.4	8.4	13.9	8.4	11.1	4.7
深井戸	19.6	37.3	13.7	15.7	2.0	3.9	7.8		2.7
浅井戸	12.6	40.5	27.8	5.6	4.5	3.5	1.5	4.0	2.7
その他		75.0	25.0						1.9
平均 %	6.8	23.2	16.2	10.0	9.6	12.4	10.8	11.0	4.9

表7 水源別フッ素濃度分布

濃度 水源別 (%)	< 0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6≦	平均値 mg/ℓ
河川表流水	55.2	28.7	15.0	1.1				< 0.1
貯水(池, ダム)	66.9	16.2	14.8	1.4	0.7			< 0.1
河川伏流水	50.0	30.6	19.4					< 0.1
深井戸	27.5	27.5	23.5	9.8			11.7	0.2
浅井戸	41.4	26.8	25.8	6.0				< 0.1
その他	100							< 0.1
平均 %	50.4	24.3	20.1	3.9	0.2		1.1	< 0.1

表8 水源別硬度濃度分布

濃度 水源別 (%)	≦10.0	10.1~30.0	30.1~50.0	50.1~100	101~150	151~200	201~300	301≦	平均値 mg/ℓ
河川表流水		19.5	41.4	32.2	6.9				49.6
貯水(池, ダム)	0.7	38.0	34.5	25.4	1.4				40.7
河川伏流水		5.6	27.8	61.0	5.6				62.1
深井戸		23.5	9.8	45.1	21.6				63.3
浅井戸		0.5	5.6	49.5	42.4	1.0	0.5	0.5	97.8
その他			25.0	75.0					52.2
平均 %	0.2	16.6	21.6	40.5	20.3	0.4	0.2	0.2	67.8

表9 水源別蒸発残留物濃度分布

濃度 水源別 (%)	≤50	51~100	101~150	151~200	201~250	251~300	301~500	501≤	平均値 mg/ℓ
河川表流水	1.1	41.4	41.4	10.4	2.3	2.3	1.1		119
貯水(池, ダム)	2.8	44.4	40.2	7.0	3.5	1.4	0.7		112
河川伏流水		13.9	30.6	13.9	22.2	19.4			141
深井戸	2.0	7.8	21.6	17.6	31.4	13.7	5.9		192
浅井戸		5.1	12.6	26.8	29.8	21.2	3.5	1.0	206
その他			50.0	50.0					154
平均 %	1.1	22.8	27.4	17.0	17.4	11.6	2.3	0.4	159

表10 水源別pH濃度分布

濃度 水源別 (%)	≤ 5.7	5.8~ 6.0	6.1~6.5	6.6~7.0	7.1~7.5	7.6~8.0	8.1~8.6	8.7≤	平均値
河川表流水			8.0	39.1	44.8	5.8		2.3	7.1
貯水(池, ダム)	1.4	4.2	5.6	45.8	26.8	8.5	5.6	2.1	7.1
河川伏流水		2.8	11.1	63.9	19.4	2.8			6.7
深井戸		2.0	33.3	54.9	9.8				6.7
浅井戸		12.6	51.0	30.3	6.1				6.5
その他					75.0	25.0			7.5
平均 %	0.4	6.4	26.4	40.5	20.1	3.7	1.5	1.0	6.8

表11 水源別鉄濃度分布

濃度 水源別 (%)	≤0.05	0.06~0.10	0.11~0.20	0.21~0.30	0.31~0.50	0.51~1.00	1.01≤	平均値 mg/ℓ
河川表流水	27.6	18.4	13.8	12.6	12.6	10.4	4.6	0.26
貯水(池, ダム)	14.1	11.3	26.1	19.0	7.0	14.1	8.4	0.48
河川伏流水	44.4	11.1	19.3	2.8	8.4	5.6	8.4	0.35
深井戸	15.7	15.7	7.8	3.9	7.8	17.7	31.4	2.05
浅井戸	71.2	7.1	8.1	4.0	2.0	2.0	5.6	0.17
その他		25.0	25.0	25.0				0.35
平均 %	40.3	11.4	14.9	9.6	6.2	8.7	8.9	0.47

表12 水源別マンガン濃度分布

濃度 水源別 (%)	≤0.01	0.02~0.05	0.06~0.10	0.11~0.20	0.21~0.30	0.31~0.40	0.41~0.50	0.51~1.00	1.01≤	平均値 mg/ℓ
河川表流水	60.9	19.6	6.9	9.2	2.3		1.1			0.04
貯水(池, ダム)	41.5	28.9	12.0	9.2	4.2	2.1		1.4	0.7	0.08
河川伏流水	58.3	16.6	5.6	8.3	2.8	2.8	2.8	2.8		0.07
深井戸	41.2	2.0	5.9	3.9	3.9	7.9	9.8	17.6	7.8	0.31
浅井戸	77.4	7.6	4.5	4.5	2.5	1.0			2.5	0.07
その他	100									<0.01
平均 %	60.0	15.4	7.2	6.8	3.1	1.9	1.4	2.3	1.9	0.09

を示した。貯水の平均値は8.2mg/ℓと、他の水源より高く、10mg/ℓを越えたものが24.6%を占めていた。

検出範囲は0.5~32.0mg/ℓで、3mg/ℓ以下のものは浅井戸80.9%、深井戸70.6%、伏流水38.8%、表流水17.3%、貯水7.0%だった。表流水、貯水、伏流水は広範囲に分布し、図1-(1)に示すように年次変化も大きかった。

地域的には、牟礼町、詫間町が平均10mg/ℓを越えて

いた。これらの地域は、外的影響を受け易い地表水を水源としているため高値を示したと考えられる。

4) フッ素

表7に水源別フッ素濃度分布を示した。表流水、貯水、伏流水は0.1mg/ℓ以下のものが約80%を占めているが、深井戸、浅井戸は分布幅が広く、深井戸では0.6mg/ℓのものが11.7%あった。検出範囲は0.1mg/ℓ未満~0.6mg/ℓであった。

5) 硬度

表8に水源別硬度濃度分布を示した。100mg/l以下のものは、表流水93.1%、貯水98.6%、伏流水94.4%、深井戸78.4%、浅井戸55.6%であった。浅井戸の平均値は97.8mg/lと他の水源より高く、50.1~150mg/lの範囲に91.9%を占めていた。検出範囲は10.7~371mg/lで、庵治町、豊中町、多度津町の浅井戸を水源とする地域が平均100mg/lを越えていた。

6) 蒸発残留物

表9に水源別蒸発残留物の濃度分布を示した。表流水、貯水は150mg/l以下のものが約80%を占めているが、伏流水、深井戸、浅井戸は広範囲に分布し、硬度と同様に地下水が地表水より高い値を示していた。

津田町、庵治町、国分寺町、多度津町、高瀬町、詫間町、三野町、豊中町で、平均値が200mg/l以上を示していた。検出の範囲は40~802mg/lであった。

7) pH

表10に水源別pH濃度分布を示した。表流水は7.1~7.5に、貯水、伏流水、深井戸は6.6~7.0に、浅井戸は6.1~6.5にピークがあり、地表水が地下水よりややアルカリ側に分布していた。検出範囲はpH5.6~9.9で、志度町、長尾町、牟礼町、詫間町が平均値で7.4以上を示した。これらの地域は地表水を水源とし、特に貯水においては高く、藻類の影響が考えられる。

8) 色度および濁度

色度は図1-(2)で示すように、浅井戸で年次変化がほとんどないが他の水源は変動が大きく、地下水に比べ地表水の値が高い。色度は、有機物、鉄、マンガン等の影響で値が変動する。

濁度については、伏流水、浅井戸では年次変化があまりなかったが、表流水、貯水、深井戸で変動があり、特に深井戸で大きく変動があった。深井戸については平均21.6度と、前回報告時の7.6度²⁾よりかなり高い値を示した。

9) 鉄

表11に水源別鉄濃度分布を示した。1mg/l以下のものは表流水95.4%、貯水91.6%、伏流水91.6%、浅井戸94.4%であるが、深井戸は31.4%が1mg/lを越えていた。又、深井戸の平均値が2.05mg/lと、他の水源より高い値を示していた。国分寺町、大内町、多度津町の深井戸を主な水源としている地域が平均1mg/lを越えていた。検出範囲は0.05mg/l以下~8.70mg/lであった。

10) マンガン

表12に水源別マンガン濃度分布を示した。深井戸の平均値は0.31mg/lと他の水源より高く、0.3mg/l以上のものが、43.1%を占めていた。又、0.05mg/l以下のものが深井戸では43.2%であったが、それ以外の水源は約70%を占めていた。

三野町、国分寺町、多度津町の深井戸を水源とする地域が高い値を示した。検出範囲は0.01mg/l以下~4.16mg/lであった。

11) その他

亜鉛は県平均が0.01未満で、0.01mg/l以上のものが20.8%であった。銅、鉛、ヒ素は検出率が各々3.1%、0.8%、2.3%と低かった。フェノールと陰イオン界面活性剤は各々2件検出した。シアン、水銀、有機リン、六価クロム、カドミウムは検出されなかった。

IV まとめ

平成1年4月から平成5年3月までに試験をした518件の水道源水について解析を行なった。

1. 表流水においては、硝酸性・亜硝酸性窒素、塩素イオン、過マンガン酸カリウム消費量、硬度、蒸発残留物、色度、濁度、鉄が年度をおってわずかながら減少していた。
2. 貯水、浅井戸はどの項目においても大きな年次変化はなかった。
3. 伏流水は、過マンガン酸カリウム消費量、硬度、蒸発残留物、色度、マンガンが少しづつ年度をおって上昇していた。
4. 深井戸は、硝酸性・亜硝酸性窒素、塩素イオン、過マンガン酸カリウム消費量、硬度、蒸発残留物、濁度が上昇していた。鉄は平成3年度までは減少していたが、平成4年度は少し高かった。
5. 総合的に、水源水質の大きな悪化や改善は見られませんが、表流水においては、わずかに改善が見られた。これは行政効果と県民の環境への意識の高揚によるものと思われる。

しかし本県では降雨量が少なく、河川も小河川が多いため良質の水源の確保は難しい現状になってきている。

文 献

- 1) 香川県：香川の水道、平成4年3月、1~11、(1992)
- 2) 砂原千寿子、小島俊男、黒田弘之：香川の水(第16報)水道原水の水質について、香川県衛生研究所報、17、115~121(1990)