

香川の水（第16報）

水道原水の水質について（1984年～1989年）

砂原千寿子・小島 俊男・黒田弘之

I はじめに

昭和62年度末における香川県の水道普及率は95.7%で、全国の普及率93.7%を上まわっている。

また、水道法の適用を受ける給水人口101人以上の水道の数は94となっている。その内訳は、上水道事業39、簡易水道事業36、水道用水供給事業2、専用水道事業17である。昭和50年度以降は、水道の数はほぼ変動がない。

水源別年間取水量は、地表水27%、地下水24.8%、受水48.2%と依然として、他県依存度が高い¹⁾。これは、香川県は瀬戸内寡雨圏に属し、年間降雨量が平均1200mmで、全国平均1800mmを大きく下まわっている²⁾ことや、小河川が多く、平常はほとんど水が流れていない所が多いことなどに起因している。

今後は香川用水の供給施設の充実や、多目的ダムの完成、砂防ダムの有効利用等の水源の確保が課題となってきた。また、水質があまり良くない島しょ部への対策として、海底送水管敷設等も進められている。

このような本県の水道の現況をふまえ、今後の良質な水道水源の確保を目的として、前報³⁾に続いて昭和59年度から5年間の、水道水源の水質について調査解析し、若干の知見を得たので報告する。

II 試験方法

1. 試料

昭和59年4月から平成元年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608件を試料とした。なお今回は高松市、観音寺市については、両市独自で検査を実施しているので調査の対象より除した。

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、イオン電極法で行なった。

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608件で、その内訳は表1のとおりである。

表1 水源別調査件数

水源別	調査年度					計	
	59	60	61	62	63		
地表水	河川表流水	22	22	21	20	21	106
	貯水(池, ダム)	30	28	29	32	27	146
地下水	河川伏流水	8	4	5	6	7	30
	深井戸	15	12	15	20	15	77
	浅井戸	51	47	44	48	53	243
その他		1	1	2	1	1	6
計		127	114	116	127	124	608

地域別主要成分を表2、水源別主要成分を表3、水源別年次変化を図1に示した。

1) 硝酸性および亜硝酸性窒素

表4に水源別硝酸性および亜硝酸性窒素の濃度分布を示した。

浅井戸は1.1~4.0mg/lのものが67.4%で、平均3.17mg/lと高い値を示した。表流水、貯水、深井戸は2mg/l以下のものが約90%占め、1mg/l以下にピークがあった。伏流水は中間的な値を示した。検出の範囲は0.01mg/l未満~15.6mg/lで年次変化はあまりなかった。

前回報告時よりも伏流水がやや高くなっている。

地域的には琴平町、多度津町、豊中町が平均3mg/lを越えていた。多度津町については、陸地部3.06mg/l、島しょ部5.31mg/lと特に島しょ部が高い値を示した。西讃地区に高い所が多いがこれは地域差というよりは、浅井戸を水源とする所が多い為と考えられる。

2) 塩素イオン

表5に水源別塩素イオンの濃度分布を示した。前回同様浅井戸に高濃度のものが多く、他の水源では平均20mg/l以下だったのに比して、浅井戸は平均38.1mg/lと高かった。

年次変化は僅かだが、減少の傾向にある。

20mg/l以下は表流水で73.6%、貯水84.3%、伏流水56.7%、浅井戸25.5%だった。検出の範囲は3.9~468mg/lである。

高瀬町、三野町、詫間町、津田町、牟礼町、多度津町等、沿岸部が平均30mg/lを越えている。多度津町は陸地部32.8mg/l、島しょ部142mg/lとなっている。

表2 地域別原水主要成分

項目	市郡別												
	丸亀市	坂出市	善通寺市	大川郡	小豆郡	木田郡	香川郡	綾歌郡	仲多度郡	三豊郡	県全域	(陸地部)	(島しょ部)
硝酸、亜硝酸性窒素 (mg/l)	2.33	1.16	2.25	1.77	0.81	1.40	1.05	1.33	3.09	2.33	1.91	2.0	1.74
塩素イオン (mg/l)	29.9	23.7	20.8	22.3	19.2	36.8	8.5	22.2	50.6	22.1	26.5	23.3	38.0
過マンガン酸カリウム消費量 (mg/l)	3.7	10.7	3.8	3.7	6.9	18.0	7.1	6.9	4.7	4.4	5.5	5.0	7.2
鉄 (mg/l)	0.46	0.33	0.14	0.15	0.46	0.54	0.10	0.35	0.81	0.41	0.41	0.40	0.45
マンガン (mg/l)	0.07	0.07	0.01	0.05	0.07	0.15	0.02	0.07	0.14	0.18	0.09	0.10	0.06
鉛 (mg/l)	0.02	<0.01	0.02	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.02	<0.01	0.04
フッ素 (mg/l)	<0.1	0.2	<0.1	0.1	<0.1	0.2	0.1	0.2	<0.1	0.2	0.1	0.1	<0.1
硬度 (mg/l)	95.1	74.7	84.7	74.6	48.1	109	53.1	81.5	107	75.0	78.6	81.4	68.2
蒸発残留物 (mg/l)	216	158	175	168	138	248	126	175	263	186	187	186	189
pH	6.6	7.2	6.6	6.7	7.2	7.6	7.2	7.0	6.6	6.7	6.9	6.8	7.1
色度 (度)	<5	16.4	6.9	<5	11.6	17.2	11.3	9.4	6.4	5.3	7.3	61	11.8
濁度 (度)	1.4	4.4	2.7	1.5	4.8	11.4	1.7	4.3	7.9	2.8	3.9	3.6	5.1
件数	57	5	18	110	97	17	22	84	89	109	608	477	131

表3 水源別主要成分

項目	地表水		地下水			その他	県平均
	河川 表流水	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)	1.05	0.90	1.87	0.89	3.17	0.22	1.91
塩素イオン (mg/l)	18.9	15.4	17.6	19.4	38.1	8.9	26.5
過マンガン酸カリウム消費量 (mg/l)	7.2	9.9	5.1	2.4	3.2	2.4	5.5
鉄 (mg/l)	0.36	0.37	0.20	1.54	0.14	0.13	0.41
マンガン (mg/l)	0.05	0.08	0.03	0.37	0.05	<0.01	0.09
鉛 (mg/l)	<0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	<0.01	0.02
フッ素 (mg/l)	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	<0.1	0.1
硬度 (mg/l)	56.7	50.4	71.8	72.1	109	55.9	78.6
蒸発残留物 (mg/l)	140	132	160	197	240	152	187
pH	7.2	7.3	6.8	6.7	6.5	7.5	6.9
色度 (度)	11.5	15.0	7.2	6.4	<5	<5	7.3
濁度 (度)	4.1	6.4	2.3	7.6	1.0	3.9	3.9
件数	106	146	30	77	243	2.6	608

3) 過マンガン酸カリウム消費量

表6に水源別過マンガン酸カリウム消費量の濃度分布を示した。表流水7.2mg/l、貯水9.9mg/l平均と、外的影響を受け易い地表水が濃度が高く、また変動も大きい。分布もピークがなく広く渡っている。今回は、伏流水も変動が大きかった。

検出の範囲は0.5~34.4mg/lで、3mg/l以下のものは浅井戸74.1%、深井戸81.8%、表流水18.8%、伏流水40.1%、貯水2.8%だった。10mg/lを越えたものが表流水19.8%、貯水32.2%とかなり多くみられた。直島町、坂出市、牟礼町、詫間町が平均で10mg/lを越えていた。他にも平均で5mg/lを越えた市町が多かったが、い

れも表流水、貯水を主な水源とする所で、水源の違いによる影響が大きいと思われる。

4) フッ素

表7に水源別フッ素の濃度分布を示した。表流水、貯水は0.1mg/l以下にピークがある。深井戸は分布が幅広く、0.6mg/lを越えるものが22%、平均で0.3mg/lと他の水源より高い値を示した。浄水の基準値0.8mg/lを越えるものも2% (5件) あった。

検出の範囲は0.1mg/l未満~1.4mg/lで、国分寺町、三豊郡に高い値を示す所が多い。

5) 硬度

表8に水源別硬度の濃度分布を示した。100mg/l以下

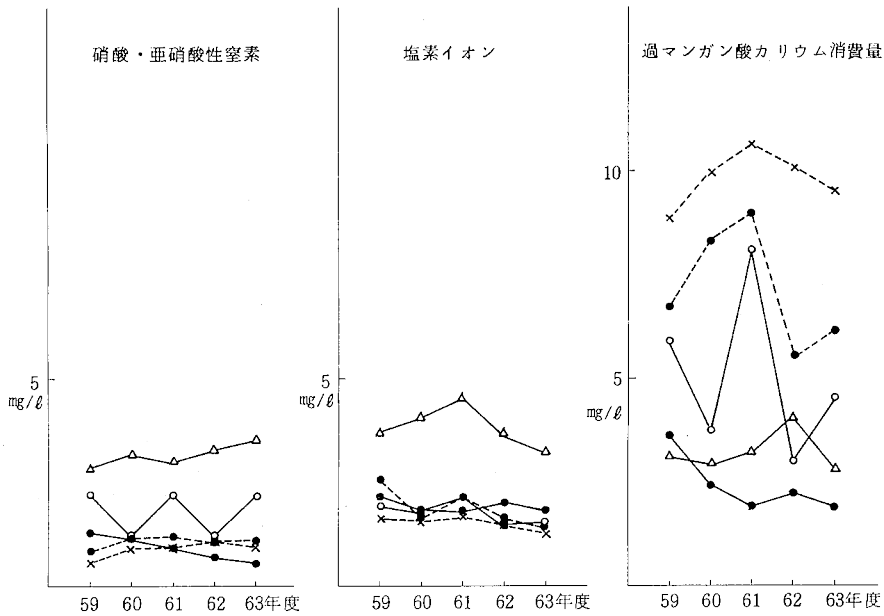


図1 (1) 主要成分の水源別年次変化

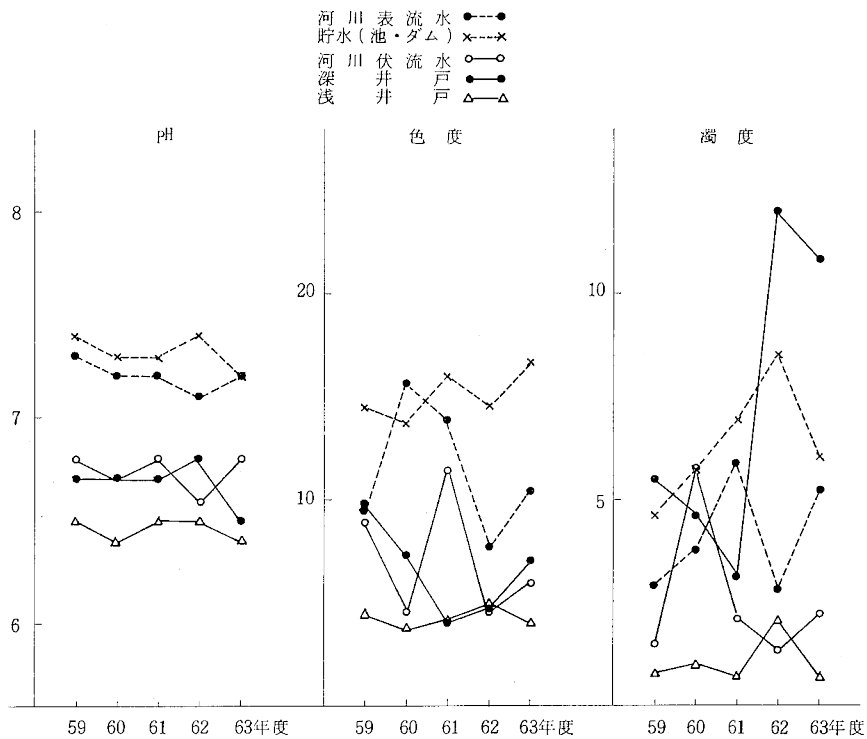


図1 (2) 主要成分の水源別年次変化

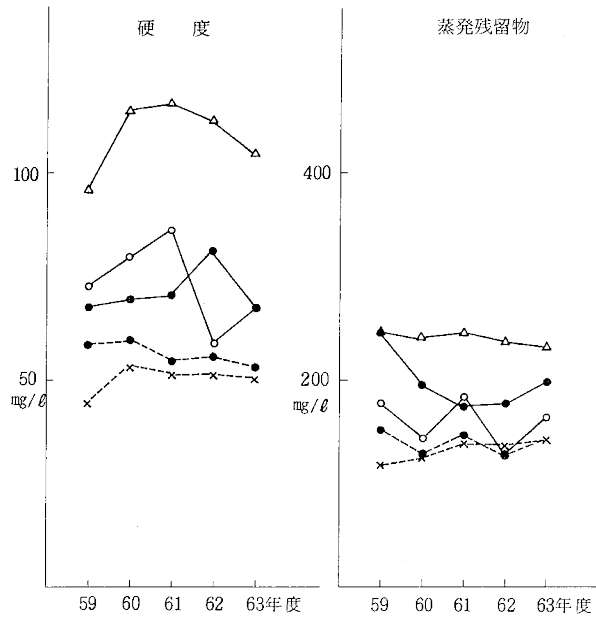


図1-3) 主要成分の水源別年次変化

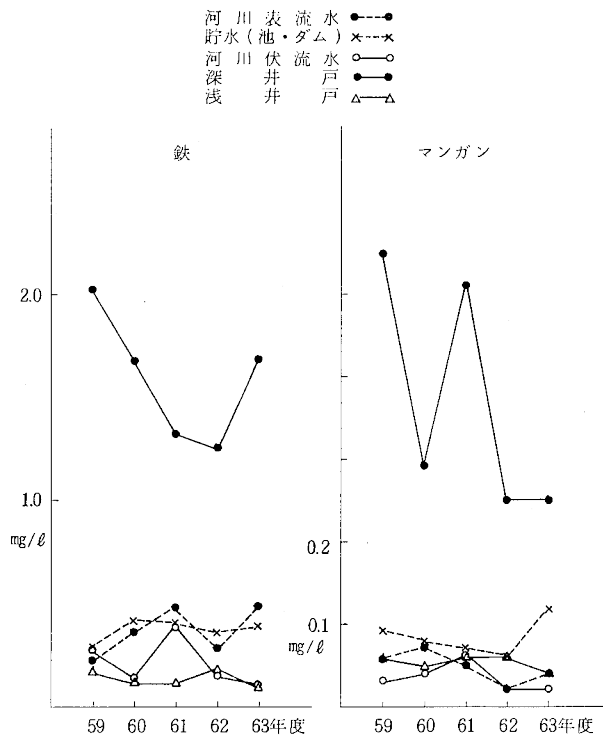


図1-4) 主要成分の水源別年次変化

表4 水源別硝酸性亜硝酸性窒素濃度分布

水源別	濃度								平均値 mg/l
	≤1.0	1.1~ 2.0	2.1~ 3.0	3.1~ 4.0	4.1~ 5.0	5.1~ 10.0	10.0≤		
河川表流水	60.4	27.4	8.5	1.9	0.9	0.9			1.05
貯水(池, ダム)	72.6	21.2	4.1	2.1					0.90
河川伏流水	40.0	30.0	16.6		6.7	6.7			1.87
深井戸	77.9	14.3	2.6	1.3		3.9			0.89
浅井戸	9.1	26.7	21.8	18.9	8.2	13.2	2.1		3.17
その他	50	50							0.22
%	44.4	23.8	12.3	8.6	3.8	6.3	0.8		1.91

表5 水源別塩素イオン濃度分布

水源別	濃度								平均値 mg/l
	≤10.0	10.1~ 20.0	20.1~ 30.0	30.1~ 50.0	50.1~ 100	101~ 150	151~ 200	201≤	
河川表流水	37.7	35.9	10.4	11.3	3.8		0.9		18.9
貯水(池, ダム)	37.0	47.3	9.6	1.4	4.1	0.7			15.4
河川伏流水	16.7	40.0	43.3						17.6
深井戸	22.1	37.6	20.8	18.2				1.3	19.4
浅井戸		25.5	31.7	32.5	5.3	2.9		2.1	38.1
その他	83	17							8.9
%	19.9	34.7	21.5	17.6	3.8	1.3	0.2	1.0	26.5

表6 水源別KMnO₄消費量濃度分布

水源別	濃度								平均値 mg/l
	≤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≤	
河川表流水		0.9	17.9	14.2	11.3	25.5	10.4	19.8	7.2
貯水(池, ダム)	0.7		2.1	6.8	13.7	19.2	25.3	32.2	9.9
河川伏流水	3.4	23.4	13.3	13.3	10	13.3	13.3	10	5.1
深井戸	31.1	24.7	26.0	9.1	2.6	2.6		3.9	2.4
浅井戸	6.6	37.9	29.6	10.3	3.7	3.7	2.0	6.2	3.2
その他	33.3	33.3		16.7			16.7		2.4
%	7.2	19.9	19.4	10.2	7.6	11.5	9.5	14.7	5.5

表7 水源別フッ素濃度分布

水源別	濃度							平均値 mg/l
	<1.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	≤0.6	
河川表流水	56.6	21.7	14.2	4.7	2.8			0.1
貯水(池, ダム)	53.4	19.9	20.5	4.1	2.1			0.1
河川伏流水	33.3	46.7	16.7	3.3				0.1
深井戸	26.0	11.7	23.4	10.4	2.6	3.9	22	0.3
浅井戸	29.6	35.8	28.0	5.4	0.8	0.4		0.1
その他	100							<0.1
%	40.5	26.6	22.4	5.4	1.6	0.7	2.8	0.1

表8 水源別硬度濃度分布

水源別	濃度								平均値 mg/l
	≤10.0	10.1~ 30.0	30.1~ 50.0	50.1~ 100	101~ 150	151~ 200	201~ 300	301≤	
河川表流水		15.1	36.8	38.7	9.4				56.7
貯水(池, ダム)	0.7	22.6	41.8	30.1	2.7	2.1			50.4
河川伏流水		10	3.3	80	6.7				71.8
深井戸	1.3	19.5	11.7	42.9	23.3		1.3		72.1
浅井戸		0.4	5.4	42.4	42.4	4.9	3.7	0.8	109
その他				100					55.9
%	0.3	11.2	20.2	41.3	22.5	2.5	1.7	0.3	78.6

表9 水源別蒸発残留物濃度分布

濃度	≤50	51~ 100	101~ 150	151~ 200	201~ 250	251~ 300	301~ 500	501≤	平均値 mg/l
水源別									
河川表流水	3.8	34.0	31.1	11.2	6.6	7.5	5.7		140
貯水(池, ダム)	0.7	35.6	39.7	13.0	4.1	4.1	2.1	0.7	132
河川伏流水		13.3	30.0	40.0	13.3		3.4		160
深井戸		2.6	26.0	24.7	31.1	14.3		1.3	197
浅井戸		2.5	12.7	25.5	27.6	16.5	10.7	4.5	240
その他			50	50					152
%	0.8	16.5	25.3	20.9	17.8	10.7	5.9	2.1	187

表10 水源別pH濃度分布

濃度	≤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 mg/l
水源別									
河川表流水		0.9	1.9	30.2	58.5	3.8	2.8	1.9	7.2
貯水(池, ダム)		0.7	3.4	32.2	43.9	8.2	4.8	6.8	7.3
河川伏流水			20.0	66.7	13.3				6.8
深井戸			39.0	42.8	16.9	1.3			6.7
浅井戸		8.2	56.8	26.0	8.6	0.4			6.5
その他					66.7	33.3			7.5
%		3.6	29.8	32.1	27.6	3.3	1.6	2.0	6.9

表11 水源別鉄濃度分布

濃度	<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
水源別								
河川表流水	15.1	20.8	15.1	17.9	13.2	11.3	6.6	0.36
貯水(池, ダム)	5.5	13.0	19.2	17.1	22.6	17.8	4.8	0.37
河川伏流水	40	23.3	6.7	6.7	10	10	3.3	0.20
深井戸	14.3	13.0	15.6	9.1	5.2	3.9	38.9	1.57
浅井戸	65.0	14.8	6.6	1.7	4.5	4.9	2.5	0.14
その他	16.7	33.3	33.3	16.7				0.13
%	33.9	15.8	12.5	9.5	10.7	9.2	8.4	0.41

表12 水源別マンガン濃度分布

濃度	≤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
水源別										
河川表流水	44.3	31.1	12.3	5.7	3.8	0.9	1.9			0.05
貯水(池, ダム)	27.4	28.8	21.9	8.2	6.8	5.5	0.7	0.7		0.08
河川伏流水	63.4	13.3	16.7	3.3	3.3					0.03
深井戸	35.0	3.9	7.8	11.7	7.8	6.5	5.2	11.7	10.4	0.37
浅井戸	79.8	7.4	2.5	3.7	1.7	0.8	0.8	2.5	0.8	0.05
その他	100									<0.01
%	54.8	16.5	10.2	6.1	4.1	2.6	1.5	2.6	1.6	0.09

のものは表流水90.6%, 貯水95.2%, 伏流水93.3%, 深井戸75.4%, 浅井戸48.2%だった。地表水は年次変化もあまりなく、地下水に比べて低いものが多い。浅井戸は、50.1~150mg/lに84.8%とピークがある。

検出の範囲は10.0~344mg/lで、三木町、牟礼町、三野町、豊中町、多度津町が平均で100mg/lを越えていた。多度津町は島しょ部の平均が168mg/lで、浅井戸に高い所が多かった。

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。表流水は51~150mg/l、伏流水は101~200mg/lにピークがみら

れたが、深井戸、浅井戸は広範囲に分布している。硬度と同じく地下水が地表水より高く、特に浅井戸が平均240mg/lと高い値を示している。

検出の範囲は34~1110mg/lで、平均200mg/l以上の市町は三野町、豊中町、詫間町、高瀬町、津田町、国分寺町、三木町、牟礼町、多度津町で、特に沿岸部に高い所が多く、硬度と同様に多度津町は島しょ部の平均が449mg/lと島の浅井戸に特に高い所が多かった。

7) pH

表10に水源別pH濃度分布を示した。地表水は、表流水が平均7.2、貯水7.3と地下水よりもややアルカリ側に傾

いている。表流水、貯水は7.1～7.5、伏流水は6.6～7.0、深井戸は6.1～7.0、浅井戸は6.1～6.5にピークがある。地表水はpH 8を越えたものが表流水で47%、貯水で11.6%とかなりあった。年次変化はあまりない。

高瀬町、詫間町、長尾町、塩江町、池田町、牟礼町が平均で7.4以上示した。これらはいずれも表流水、貯水を主な水源とする所でやはり、原水の種別に寄与するところが大きい。特に貯水にpH 8を越える所が多く、藻類による同化作用が影響している。

8) 色度および濁度

色度は県平均7.3度で前回の平均12度³⁾より減少している。浅井戸は平均5度以下で年次変化もほとんどないが、他の水源は変動が大きく、有機物、Fe、Mn等の影響で値も高い。濁度も前回平均5.2度から3.9度とやや減少している。地表水、深井戸が値が高く、変動も大きかった。

9) 鉄

表11に水源別鉄の濃度分布を示した。1 mg/l以下のものは表流水93.4%、貯水95.2%、伏流水96.7%、浅井戸97.5%で、ほとんどがこの範囲に含まれているが、深井戸は、38.9%が1 mg/lを越えていた。

浅井戸、伏流水は0.05mg/l未満にピークがあるが、他の水源は広く分布している。検出の範囲は0.05mg/l未満～11.5mg/lである。

県平均0.41mg/lと前回より少し減少しているが、高瀬町、満濃町、多度津町、豊中町、詫間町、大内町、志度町、国分寺町、内海町、牟礼町が高い値を示した。

西讃地区に高い所が多い。

深井戸は年次変化が大きかった。

10) マンガン

表12に水源別マンガンの濃度分布を示した。深井戸を除いて0.05mg/l以下のものが56.2～87.2%占めている。他の水源は0.01mg/l未満にピークがあるが、深井戸は0.3mg/l以上が33.8%と高い値を示す。

検出の範囲は0.01mg/l未満～4.23mg/lで三野町が平均0.81mg/lと高い値を示した。三野郡に濃度が高い所が多い。牟礼町、大内町、直島町も平均0.2mg/lを越えていた。

11) その他

亜鉛は県平均が0.02mg/lで、0.01mg/l以上が28.6%、銅、鉛、ヒ素は検出率が各々7.6%、2%、2%と低かった。

フェノールは牟礼町の水源で1件検出されているが、0.005mg/lだった。陰イオン界面活性剤は0.1～0.2mg/lの範囲で1.2% (7件) 検出している。シアン、水銀、有機リン、6価クロム、カドミウムは検出されなかった。

表13 他県原水の水質

	高知県 ⁴⁾		滋賀県 ⁵⁾		全国 ⁶⁾
	河川水	地下水	表流水	地下水	
pH	6.9	6.8	7.3	6.7	7.0
塩素イオン(mg/l)	6.5	8.3	5.8	10.5	16.7
過マンガン酸カリウム消費量(mg/l)	0.8	0.6	1.9	0.6	—
硬度(mg/l)	—	—	26	52	54
蒸発残留物(mg/l)	60	70	60	109	126

IV 結 論

1. 前回の調査と比較すると、貯水(池、ダム)による水源に水質の悪化が見られ、表流水については色度、濁度が減少していた。伏流水は亜硝酸性および硝酸性窒素が増加し、深井戸は色度、鉄が減少、浅井戸は塩素イオンが減少している。

地域的にみると、丸亀市、善通寺市、小豆郡は浄化の傾向にある。丸亀市については海底送水管の敷設により従来の浅井戸からの採水が減少したこと起因すると思われる。

2. 県下を陸地部と島しょ部に分けて比較すると、表2にみるように、島しょ部が色度、濁度、塩素イオン、過マンガン酸カリウム消費量が高く、水質の悪い所が多い傾向だった。

硬度は沿岸部の浅井戸に高い所が多く、平均すると島しょ部より陸地部が高い結果となった。

3. 本県の水質は、表13の他県の原水と比較すると塩素イオン、蒸発残留物、過マンガン酸カリウム消費量等が高く、良質な水源とは言いがたい。

本県では、降雨量が少ないため地下水量もあまり豊富でなく、河川も小河川が多いので、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、平成元年3月、1～11、(1989)
- 2) 香川県：香川県長期水需給計画、昭和61年3月、9、(1986)
- 3) 須崎千寿子、小島俊男、黒田弘之：香川の水(第9報)水道の化学的水質について、香川県衛生研究所報、12、112～120、(1983)
- 4) 金田妙子他：大月町の水第一報水質とその起源、高知県衛生研究所報、35、45～53、(1989)
- 5) 小嶋美穂子他：滋賀県下における水道水の水質、滋賀県衛生環境センター所報、21、145～150、(1986)