

香川の水 (第23報) 水道原水の水質について (1993年～1996年)

砂古口博文・三好 益美*・小山 健・黒田 弘之

Survey on Water Quality in Kagawa Prefecture (X X III)

— Chloride, Hardness, Total Residue, Potential Hydrogen, Color and Turbidity —

Hirofumi SAKOGUCHI, Masumi MIYOSHI, Tsuyoshi KOYAMA and Hiroyuki KURODA

I はじめに

香川県の水道普及率は、昭和51年を境に全国平均を上回り、平成6年度末においては、全国平均より2.4ポイントも高い97.9%である。しかしながら、その水道原水は地表水27.0%、地下水23.3%、浄水受水49.7%と浄水受水の割合が高く、47.3%を徳島県に、1.0%を岡山県に依存している¹⁾。

また、平成6、7年においては、降水量の低下のため、水道水源の確保が深刻な問題となっている。当所では、県内の水道水源の水質検査を1973年から定期的に行っている。

今回、前報²⁾に引き続き、平成5年度から8年度までの塩素イオン、総硬度、蒸発残留物、pH、色度及び濁度について調査解析したのでここに報告する。

II 材料と方法

1. 実験材料

平成5年4月から平成9年3月までに、県内各市町で採水された水道原水490件を対象とした。なお、高松市、観音寺市、三豊郡の一部の町、及び、平成6年度の丸亀市の原水は他の検査機関で実施した結果を資料とした。

2. 検査方法

検査方法は、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号及び平成4年12月21日付厚生省令第69号)に定める方法により実施した。

III 結果及び考察

香川県における平成5年度から8年度までの水道原水の検査結果を表1及び表2に示し、各検査項目の経年変化を図1に示した。そして、図2に各検査項目と水源ごとの関係をヒストグラムにして表した。

1. 塩素イオン

水中における塩素イオンは、ほとんどは天然由来のものであり、特に、海岸地方では、海水や風送塩の影響が見られる。それ以外には、家庭排水、工場排水、屎尿等の混入によって増加する。そして、塩素イオンは通常の浄水処理では、除去は困難であり、その動向は、水質管理上、非常に重要である。

この4年間における経年変化は、異常な濁水のあった平成6年度の浅井戸水や表流水が大きく上昇しているということを除けば、ほとんどなかった。浅井戸以外の水源では、20mg/l以下の値を示す水源の割合は、深井戸が63%、伏流水は65%、表流水77%、貯水95%と、低い濃度を示しているが、浅井戸ではわずかに33%に過ぎず、平均値も32.3mg/lと全体を大きく上回っている。また地域別に見ると、一概に浅井戸水といっても、山間部(大川町、琴南町、満濃町、琴平町、山本町)は低く(他の水源と同レベル)、丸亀市(土器川下流域)、観音寺市、大川郡(津田町)は、比較的海岸部に近いので、かなり平均値を上回っている。また、山間部でも、前述の山間部地域の下流部(善通寺市、豊中町、寒川町、綾歌郡全域、高瀬町、豊中町、三野町)では、生活排水が混入するためか、他の水源と比べると若干高く検出されている。表流水の中でも、三豊郡(詫間町)は、河口域にあるため、海水や生活排水が大きく影響し、浅井戸水以上に高く検出されている年もある。他に、貯水の中でも木田郡(牟礼町)も高いが、これは生活排水によるものと思われる。

前報と比較すると、伏流水以外の傾向はほぼ同じであるが(伏流水にしても20mg/l以下の割合が多少下がっている程度ではあるが)、検出範囲が2.9～456mg/lと2倍に広がっており、地域的な汚染があるということが懸念される。また、平均値も若干、上昇している。

*環境研究センター

表 1 各水源別水質検査結果

	平成 5 年度			平成 6 年度			平成 7 年度			平成 8 年度			計								
	件数	最大値	最小値	件数	最大値	最小値	件数	最大値	最小値	件数	最大値	最小値		平均値							
塩素イオン (mg/l)	浅井戸水	49	133.0	8.1	23.8	48	456.4	8.4	44.9	53	202.0	6.3	31.8	208	456.4	6.3	32.3				
	深井戸水	13	36.1	7.5	18.1	12	40.1	2.9	17.3	12	40.4	5.7	16.8	12	44.4	5.3	17.9				
	伏流水	11	62.1	6.1	16.8	14	35.4	9.2	20.0	14	57.0	4.0	18.6	13	41.0	3.0	17.3				
	表流水	19	115.0	5.4	16.8	17	245.0	4.6	28.5	12	54.0	3.4	14.1	11	30.0	3.4	16.0				
	貯水池	30	35.9	6.4	10.4	29	34.9	4.1	12.0	32	31.1	3.7	8.7	29	36.9	3.9	9.7				
	湧水	1	11.4	11.4	11.4	1	9.3	9.3	9.3	0	0	0	0	0	2	11.4	9.3	10.4			
総計	123	133.0	5.4	18.1	121	456.4	2.9	28.8	123	202.0	3.4	21.1	123	155.0	3.0	20.7	490	456.4	2.9	22.2	
総硬度 (mg/l)	浅井戸水	49	157	15	83	48	360	55	105	53	141	34	102	58	164	49	110	208	360	15	100
	深井戸水	13	128	19	70	12	130	20	60	12	131	22	61	12	133	22	64	49	133	19	64
	伏流水	11	128	18	53	14	136	22	70	14	131	10	66	13	94	17	53	52	136	10	61
	表流水	19	119	14	49	17	170	22	62	12	121	24	59	11	116	3	61	59	170	3	57
	貯水池	30	116	15	37	29	90	14	42	32	96	14	44	29	96	3	45	120	116	3	42
	湧水	1	44	44	44	1	45	45	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	45	44
総計	123	157	14	62	121	360	14	75	123	141	10	74	123	164	3	80	490	360	3	73	
蒸発残留物 (mg/l)	浅井戸水	48	524	94	193	47	1070	126	245	53	528	80	219	58	464	60	210	206	1070	60	216
	深井戸水	13	294	112	210	12	300	57	152	12	276	114	173	12	284	122	189	49	300	57	181
	伏流水	11	358	64	135	14	272	70	156	14	788	30	182	13	240	52	115	52	788	30	148
	表流水	18	418	60	133	17	779	54	164	12	321	54	142	11	250	70	148	58	779	54	147
	貯水池	31	222	68	105	29	206	50	110	32	198	60	114	29	240	24	114	121	240	24	111
	湧水	1	212	212	212	1	126	126	126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	212	126
総計	122	524	60	158	120	1070	50	180	123	788	30	175	123	464	24	170	488	1070	24	171	
pH	浅井戸水	49	9.6	6.0	6.5	48	7.4	6.2	6.5	53	11.8	6.0	6.6	58	7.4	6.2	6.7	208	11.8	6.0	6.5
	深井戸水	13	7.4	6.2	6.8	12	7.2	6.6	6.8	12	7.4	6.2	6.7	12	7.3	6.2	6.7	49	7.4	6.2	6.8
	伏流水	11	7.6	6.4	6.5	14	7.5	6.6	6.6	14	7.7	6.5	6.9	13	7.9	6.8	6.4	52	7.9	6.4	6.6
	表流水	19	8.4	6.0	7.2	17	8.4	6.6	7.3	12	7.8	7.2	7.4	11	7.7	7.1	7.3	59	8.4	6.0	7.3
	貯水池	30	8.8	6.6	7.1	29	9.3	6.2	7.0	32	9.7	6.4	7.0	29	8.2	6.5	7.3	120	9.7	6.2	7.1
	湧水	1	7.0	7.0	7.0	1	7.5	7.5	7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7.5	7.0	7.3
総計	123	9.6	6.0	6.8	121	9.3	6.2	6.8	123	11.8	6.0	6.8	123	8.2	6.2	6.8	490	11.8	6.0	6.8	
色度 (度)	浅井戸水	49	40	ND	5	48	40	ND	5	53	40	ND	5	58	40	ND	6	208	40	ND	5
	深井戸水	13	68	ND	18	12	70	ND	14	12	52	ND	13	12	80	ND	14	49	80	ND	15
	伏流水	11	28	3	11	14	24	ND	9	14	16	ND	6	13	40	ND	11	52	40	ND	9
	表流水	19	72	4	24	17	32	3	12	12	40	2	10	11	40	2	13	59	72	ND	16
	貯水池	30	60	6	18	29	120	6	24	32	80	1	22	29	90	ND	21	120	120	ND	21
	湧水	1	60	60	60	1	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	60	4	32
総計	123	72	ND	13	121	120	ND	12	123	80	ND	11	123	90	ND	12	490	120	ND	12	
濁度 (度)	浅井戸水	49	27.0	ND	1.8	48	25.0	ND	1.4	53	30.0	ND	1.9	58	20	ND	2.0	208	30	ND	1.8
	深井戸水	13	28.0	ND	6.7	12	52.0	ND	9.1	12	26.0	ND	6.8	12	41	ND	6.5	49	52	ND	7.3
	伏流水	11	7.4	ND	3.3	14	9.6	ND	2.5	14	17.2	ND	2.4	13	18	ND	3.3	52	18	ND	2.8
	表流水	19	31.0	ND	10.2	17	26.0	ND	5.4	12	12.0	ND	3.1	11	11	0.5	3.1	59	31	0.5	6.1
	貯水池	30	22.0	0.8	5.7	29	28.0	0.9	7.6	32	70.0	ND	11.5	29	28	ND	4.9	120	70	ND	7.5
	湧水	1	57.0	57.0	57.0	1	1.9	1.9	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	57	1.9	29.5
総計	123	57.0	ND	5.2	121	52.0	ND	4.3	123	70.0	ND	5.0	123	41	ND	3.4	490	70	ND	4.5	

表2 各市町別水質検査結果

		塩素イオン (mg/ℓ)				総 硬 度 (mg/ℓ)				蒸発残留物 (mg/ℓ)				pH				色 度 (度)				濁 度 (度)			
		件数	最大値	最小値	平均値	件数	最大値	最小値	平均値	件数	最大値	最小値	平均値	件数	最大値	最小値	平均値	件数	最大値	最小値	平均値	件数	最大値	最小値	平均値
高松市	浅井戸水	0				0				0				0				0				0			
	深井戸水	0				0				0				0				0				0			
	伏流水	3	28.4	21.2	23.9	3	95	81	90	3	198	145	178	3	7.6	7.0	7.4	3	20	ND	13	3	4.3	ND	2.8
	表流水	6	23.4	3.4	12.6	6	93	24	65	6	176	54	119	6	7.5	7.0	7.2	6	14	6	9	6	18.0	0.7	5.0
	貯水	0				0				0				0				0				0			
	湧水	0				0				0				0				0				0			
	総計	9	28.4	3.4	16.3	9	95	24	73	9	198	54	139	9	7.6	7.0	7.3	9	20	ND	10	9	18.0	ND	4.2
丸亀市	浅井戸水	36	456.4	9.0	64.0	36	360	31	106	36	1070	94	280	36	7.6	6.2	6.8	36	40	ND	8	36	30.0	ND	4.6
	深井戸水	0				0				0				0				0				0			
	伏流水	7	25.5	15.8	21.4	7	102	63	90	7	196	144	169	7	7.1	6.6	6.9	7	7	1	5	7	0.7	ND	0.3
	表流水	2	20.8	13.9	17.4	2	76	55	65	2	177	140	159	2	7.7	7.4	7.6	2	13	12	13	2	20.0	6.5	13.3
	貯水	4	9.0	4.1	6.2	4	43	32	36	4	96	60	82	4	7.1	6.8	7.0	4	13	8	10	4	3.2	1.5	2.7
	湧水	0				0				0				0				0				0			
	総計	49	456.4	4.1	51.3	49	360	31	97	49	1070	60	243	49	7.7	6.2	6.9	49	40	ND	8	49	30.0	ND	4.2
坂出市	浅井戸水	0				0				0				0				0				0			
	深井戸水	0				0				0				0				0				0			
	伏流水	0				0				0				0				0				0			
	表流水	4	29.6	14.2	23.8	4	71	46	64	4	190	120	151	4	8.4	7.0	7.6	4	32	16	26	4	9.2	3.4	6.1
	貯水	0				0				0				0				0				0			
	湧水	0				0				0				0				0				0			
	総計	4	29.6	14.2	23.8	4	71	46	64	4	190	120	151	4	8.4	7.0	7.6	4	32	16	26	4	9.2	3.4	6.1
普通寺市	浅井戸水	13	32.0	17.0	23.5	13	116	77	92	13	230	148	192	13	6.6	6.1	6.4	13	5	ND	1	13	ND	ND	ND
	深井戸水	3	26.6	21.1	23.1	3	104	91	98	3	212	196	202	3	6.2	6.2	6.2	3	1	ND	0	3	ND	ND	ND
	伏流水	0				0				0				0				0				0			
	表流水	0				0				0				0				0				0			
	貯水	4	11.1	10.5	10.7	4	55	39	46	4	118	100	110	4	8.8	7.2	7.7	4	60	15	37	4	22.0	3.6	9.6
	湧水	0				0				0				0				0				0			
	総計	20	32.0	10.5	20.9	20	116	39	84	20	230	100	177	20	8.8	6.1	6.6	20	60	ND	8	20	22.0	ND	2.1
観音寺市	浅井戸水	4	40.0	25.0	32.7	4	114	77	99	2	250	220	235	4	6.9	6.8	6.9	4	2	ND	1	4	ND	ND	ND
	深井戸水	0				0				0				0				0				0			
	伏流水	0				0				0				0				0				0			
	表流水	0				0				0				0				0				0			
	貯水	0				0				0				0				0				0			
	湧水	0				0				0				0				0				0			
	総計	4	40.0	25.0	32.7	4	114	77	99	2	250	220	235	4	6.9	6.8	6.9	4	2	ND	1	4	ND	ND	ND
大川郡	浅井戸水	46	151.0	8.3	30.2	46	164	44	98	46	452	106	207	46	7.1	6.0	6.7	46	40	ND	4	46	7.6	ND	0.8
	深井戸水	0				0				0				0				0				0			
	伏流水	11	32.7	6.8	14.1	11	110	32	61	11	218	86	130	11	7.4	6.8	7.1	11	40	2	12	11	7.4	ND	3.1
	表流水	1	11.0	11.0	11.0	1	57	57	57	1	134	134	134	1	7.0	7.0	7.0	1	4	4	4	1	0.2	ND	0.2
	貯水	25	23.8	5.1	8.4	25	78	27	50	25	186	70	113	25	7.5	6.8	7.2	25	60	6	17	25	24.0	0.6	5.2
	湧水	0				0				0				0				0				0			
	総計	83	151.0	5.1	21.3	83	164	27	78	83	452	70	168	83	7.5	6.0	6.9	83	60	ND	9	83	24.0	ND	2.4
小豆郡	浅井戸水	0				0				0				0				0				0			
	深井戸水	0				0				0				0				0				0			
	伏流水	0				0				0				0				0				0			
	表流水	29	27.2	7.2	13.1	29	116	14	45	29	240	58	122	29	8.2	6.0	7.2	29	48	5	19	29	31.0	ND	6.4
	貯水	36	18.8	6.2	11.1	36	74	17	36	36	198	70	121	36	9.3	6.4	7.3	36	50	7	20	36	15.0	ND	6.1
	湧水	2	11.4	9.3	10.4	2	45	44	45	2	212	126	169	2	7.5	7.0	7.3	2	60	4	32	2	57.0	1.9	29.5
	総計	67	27.2	6.2	11.9	67	116	14	40	67	240	58	123	67	9.3	6.0	7.3	67	60	4	20	67	57.0	ND	6.9
木田郡	浅井戸水	5	20.3	16.8	18.2	5	151	98	119	5	286	178	233	5	6.9	6.3	6.5	5	9	2	5	5	2.0	ND	0.7
	深井戸水	0				0				0				0				0				0			
	伏流水	0				0				0				0				0				0			
	表流水	0				0				0				0				0				0			
	貯水	12	36.9	4.6	17.3	12	116	24	65	12	240	56	140	12	9.7	6.2	7.6	12	120	8	50	12	67.0	1.7	17.9
	湧水	0				0				0				0				0				0			
	総計	17	36.9	4.6	17.5	17	151	24	81	17	286	56	167	17	9.7	6.2	7.3	17	120	2	37	17	67.0	ND	12.8
香川郡	浅井戸水	0				0				0				0				0				0			
	深井戸水	0				0				0				0				0				0			
	伏流水	0				0				0				0				0				0			
	表流水	7	10.0	4.2	7.0	7	98	3	65	7	162	80	127	7	7.4	7.0	7.2	7	10	3	7	7	4.0	ND	1.4
	貯水	6	12.3	4.8	8.4	6	32	21	9	6	142	90	111	6	7.4	6.8	7.2	6	15	8	11	6	3.0	0.6	1.8
	湧水	0				0				0				0				0				0			
	総計	13	12.3	4.2	7.6	13	98	3	39	13	162	80	119	13	7.4	6.8	7.2	13	15	3	9	13	4.0	ND	1.6
綾歌郡	浅井戸水	22	41.2	14.2	28.2	22	118	33	120	22	328	138	203	22	9.6	6.2	6.9	18	40	ND	17	18	27.0	ND	5.3
	深井戸水	8	37.7	17.4	28.4	8	133	99	119	8	300	198	265	8	7.4	7.2	7.3	8	13	ND					

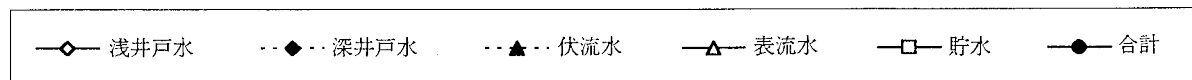
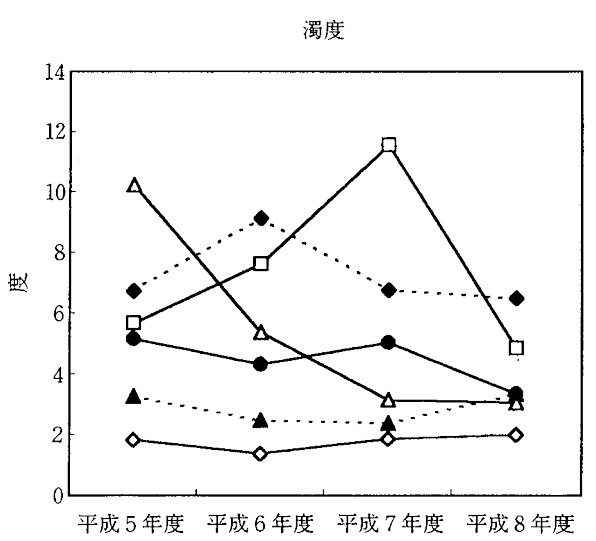
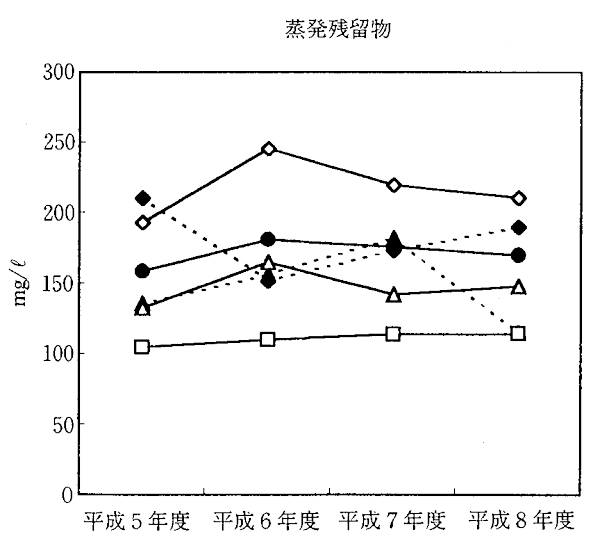
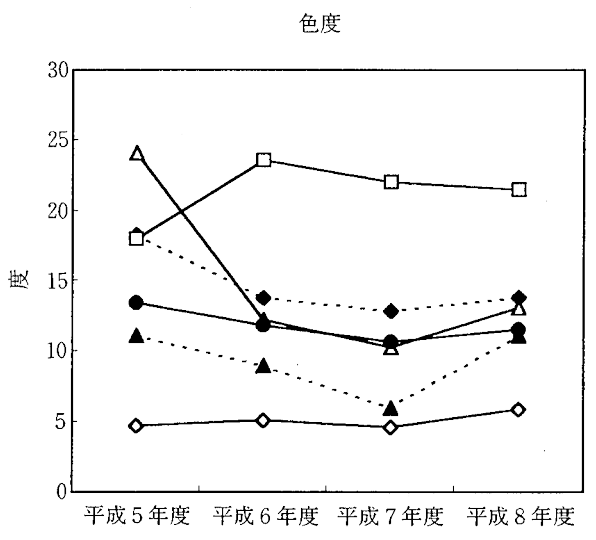
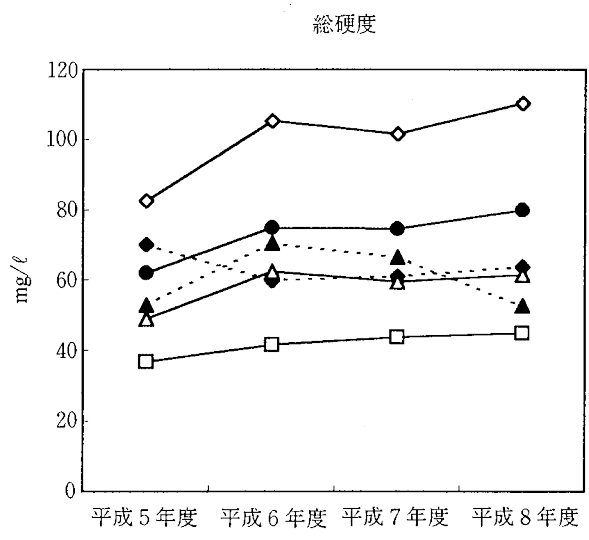
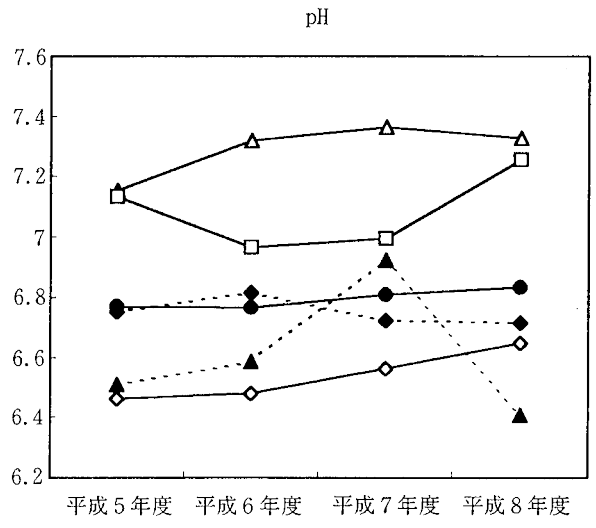
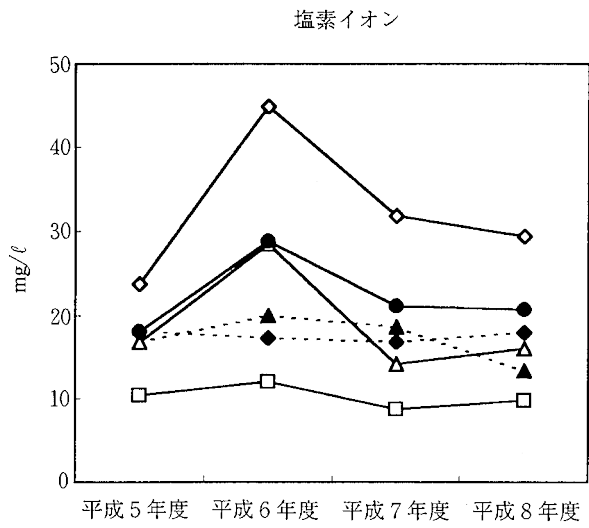


図1 各成分の水源別経年変化

2. 総硬度

硬度は、水中のカルシウム塩やマグネシウム塩の含有量であらわされ、地質由来のものであり、海水の影響によって上昇することもある。そして、水の味に大きな影響を与えており、“おいしい水の水質条件”として10~100mg/lの値があり、これは、快適項目の目標値に反映されている。

この4年間における、経年変化は、ほとんどないが若干上昇傾向にある。大まかに言うと、浅井戸水（平均100mg/l）は高く、表流水（平均57mg/l）や貯水（平均42mg/l）は低い傾向にある。ほとんどの地域では、浅井戸水の平均値は、100mg/l前後であり、深井戸水もそれとほぼ同じ値を示している。しかし、三豊郡において、深井戸水は浅井戸水ほど高くはなく、表流水（詫間町）では、河口部での採水のため、むしろ浅井戸水より高く（平均131mg/l）、海水、生活排水、停滞水等が大きく影響していると考えられる。また、塩素イオン濃度が高いにも関わらず、硬度が低かったり、また、その逆であったりしていることから、総硬度は、塩素イオンとは異なり、海水や生活排水よりも地質由来の方がより強く水質に反映されていると考えられる。

検出範囲は3~360mg/lで、前報とほぼ同じであったが、経年変化がやや上昇傾向にあり、平均値（73mg/l）は、上昇していた。

3. 蒸発残留物

主な蒸発残留物の成分は塩類と有機物であり、硬度や塩素イオン濃度と密接な関係がある。

硬度と同様、平成6年度の濁水の影響と思われる浅井戸水や表流水を除くと、この4年間の経年変化がほとんどなく、浅井戸水（平均216mg/l）が高く、表流水（平均147mg/l）や貯水（平均111mg/l）が低い傾向にある。丸亀市や観音寺市では平均値が200mg/lを超えていた。

また、塩素イオンの高い（または低い）ところでは、蒸発残留物も高く（または低く）、総硬度が高く（または低く）ても、蒸発残留物はそれほど高く（または低く）はない地域も見られることから、本県の場合は、蒸発残留物の傾向は塩素イオンの傾向と同一視してみる方がよいと思われる。

前報と比較しても水源ごとの傾向はほとんど同じではあったが、濁水の影響のため検出範囲（24~1070mg/l）や平均値（171mg/l）は、若干上昇していた。

4. pH

経年変化はほとんどないが、伏流水は平成7年度に急上昇し、8年度には急落している。ピークは浅井戸水や深井戸水が6.8付近であったのに対して、伏流水や表流水、貯水は7.2付近にあり、地下水は低いが、地表水は、

高い傾向があった。地表水の値が高いのは植物性プランクトン等の影響によるものであると考えられる。また、上記3項目と比較すると、平成6年度の大濁水による影響は、まったく見られない。

前報と比較すると検出範囲は6.0~11.8と大きくなっていったものの、平均値は6.8とまったく同じ値であった。水源ごとの傾向もほとんど同様であったが、前報では深井戸水のpHのピークは地表水と同様であったのに対し、今回は、浅井戸水と同じであった点が大きく異なっている。

5. 色度・濁度

前報では、色度・濁度とともに浅井戸水以外は大きく変動していたのに対し、経年変化に大きな変動はなかったが、色度において、貯水は濁水時（平成6年度及び平成7年度）に上昇し、深井戸水、伏流水、表流水は若干低くなっていた。また、同様に濁度においても貯水は濁水時に急上昇していたが、濁水時に減少していたのは表流水だけであった。浅井戸水（平均色度5度；平均濁度1.8度）と伏流水（平均色度9度；平均濁度2.8度）は低いが、貯水（平均色度21度；平均濁度7.5度）や表流水（平均色度16度；平均濁度6.1度）は高いという傾向に変化はなかった。色度が高いにも関わらず、濁度が低い地域は多くあるが、その逆は、三豊郡（詫間町）以外では見ることができなかった。また、pHと同様に濁水の影響は見ることができなかった。平均値は、色度が12度と多少高くなっていたが、濁度は、逆に、4.5度と低く検出されていた。

IV まとめ

平成5年4月から平成9年3月までに、検査を行った水道原水490件について、塩素イオン、総硬度、蒸発残留物、pH、色度及び濁度について検討を行った。

1. 塩素イオン、総硬度、蒸発残留物、色度がわずかながらも上昇傾向にあった。
2. 三豊郡では、塩素イオンや総硬度が表流水で高く検出されるという他の地域とは異なった結果が見られた。
3. pHにおいて、深井戸水は、前報では、地表水と同様な傾向を示していたのに対し、今回は、浅井戸水と似た挙動を示した。
4. 平成6年度の大濁水は、浅井戸水と表流水の水質（塩素イオン、総硬度、蒸発残留物）に対して、特に大きい影響を与えていた。
5. 色度、濁度では濁水によって、貯水は上昇していたが、表流水は逆に減少していた。
6. 巨視的にみると、塩素イオン、総硬度、蒸発残留物については濁水の影響が顕著に見られたが、pH、色度、濁度ではほとんどなかった。

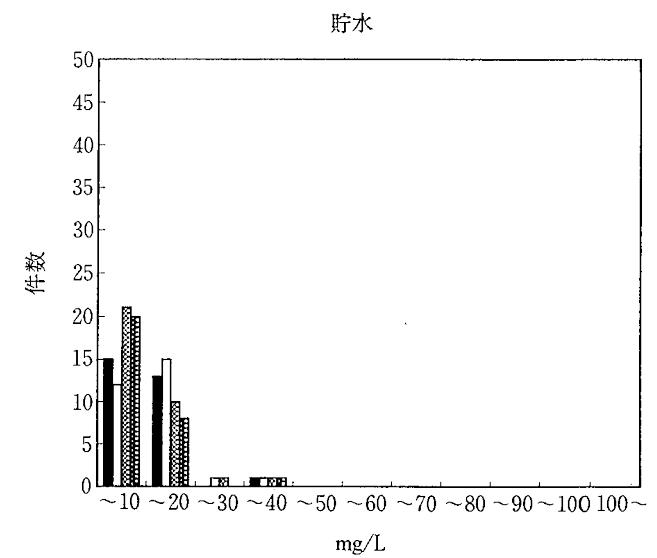
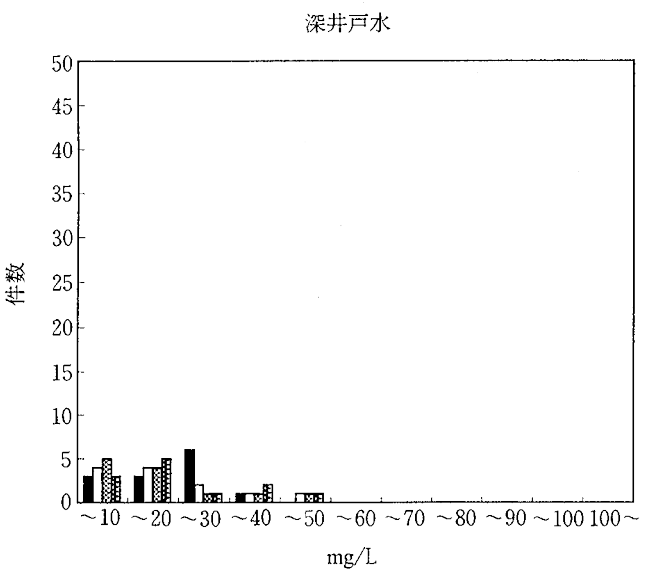
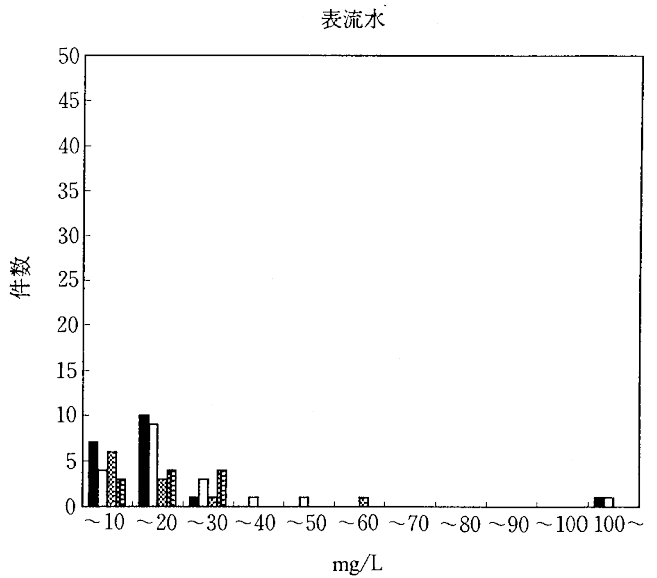
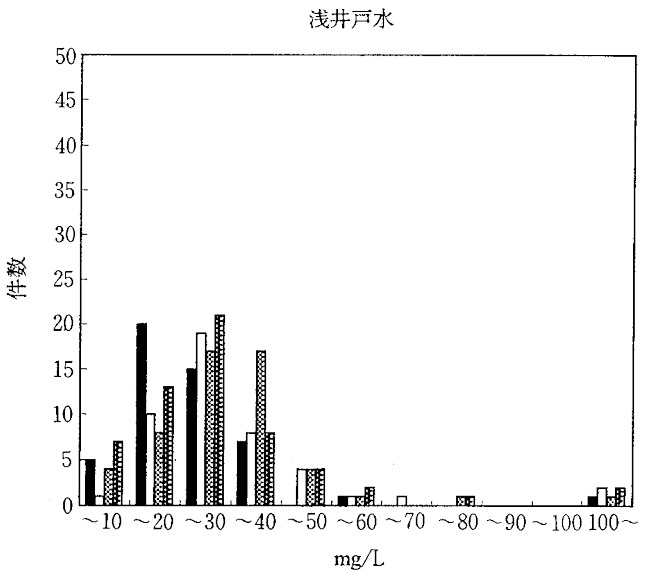
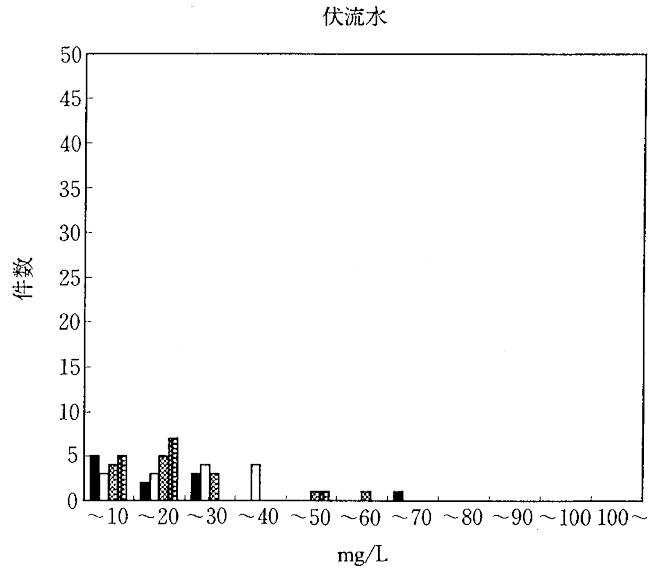
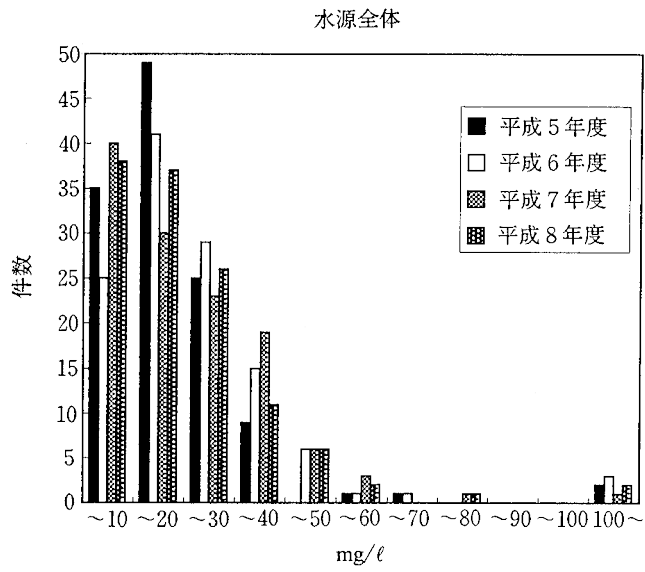


図2-1 水道原水の水源別ヒストグラム (塩素イオン)

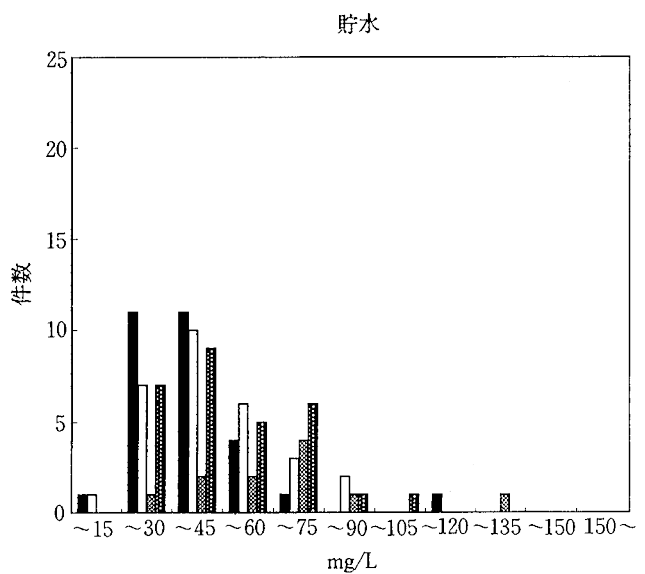
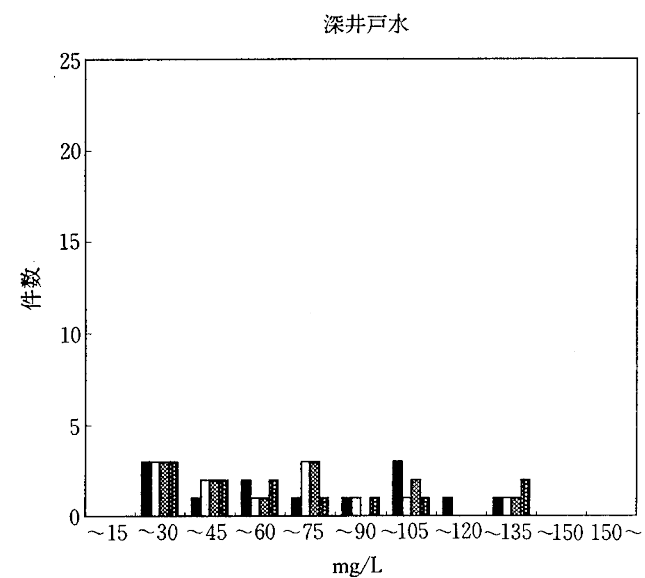
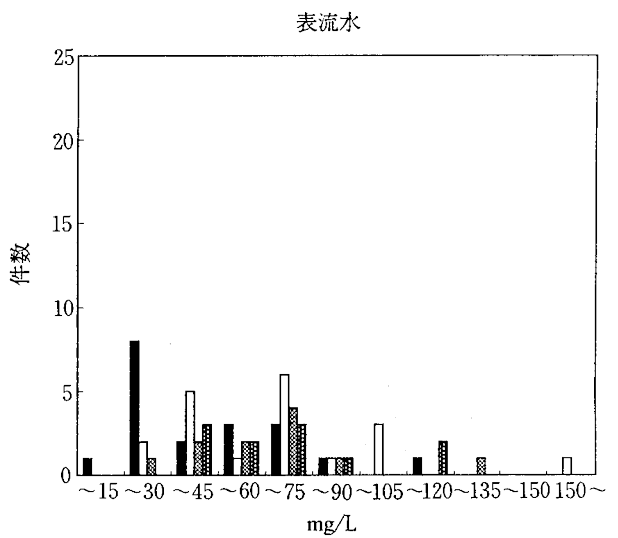
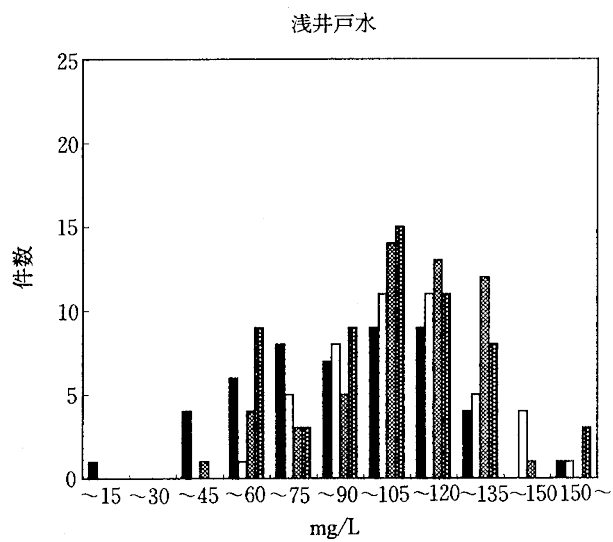
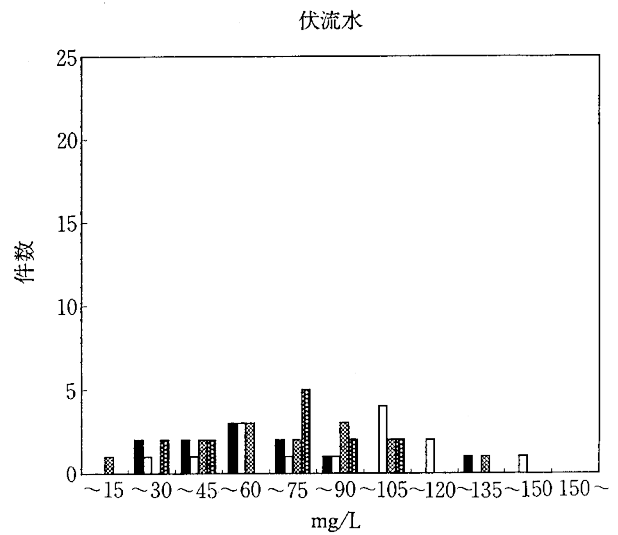
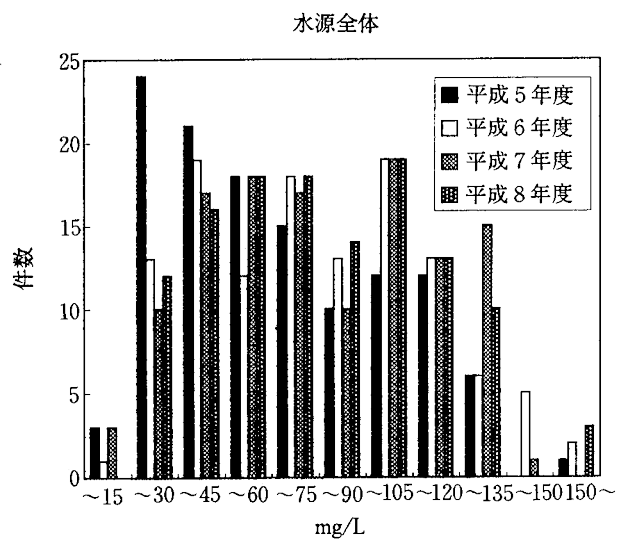


図2-2 水道原水の水源別ヒストグラム (総硬度)

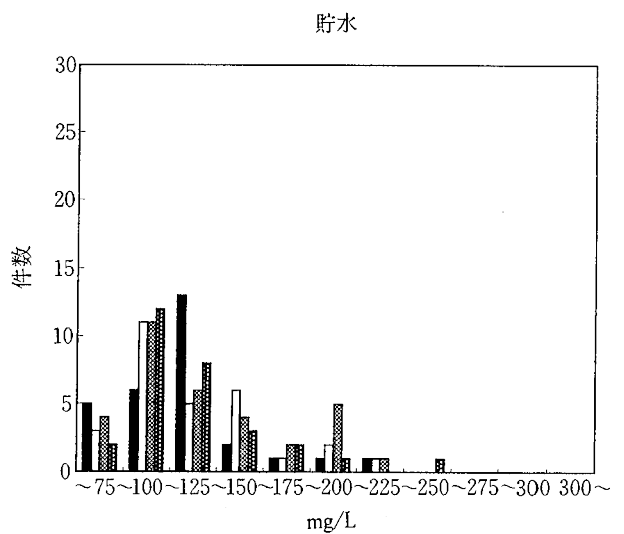
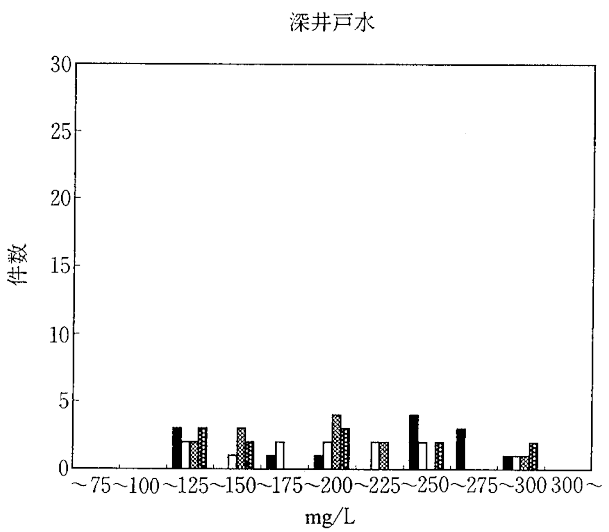
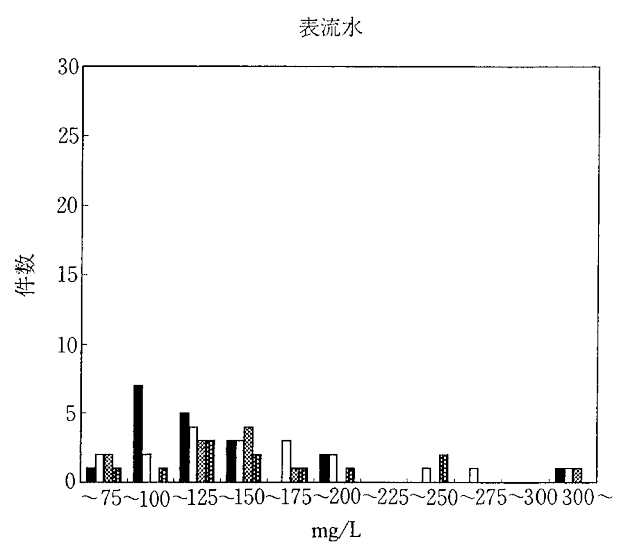
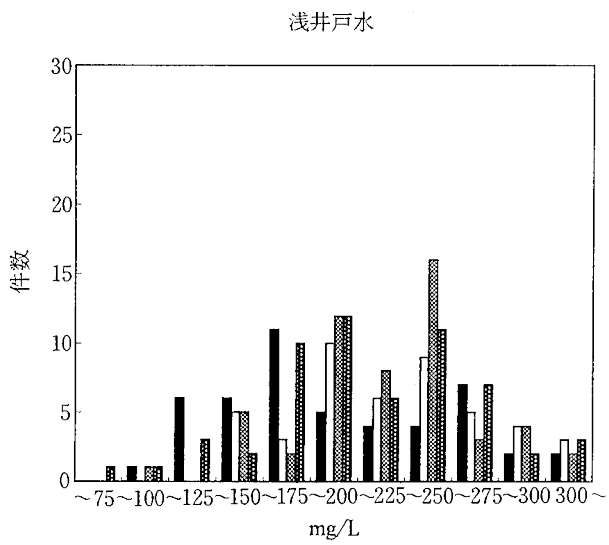
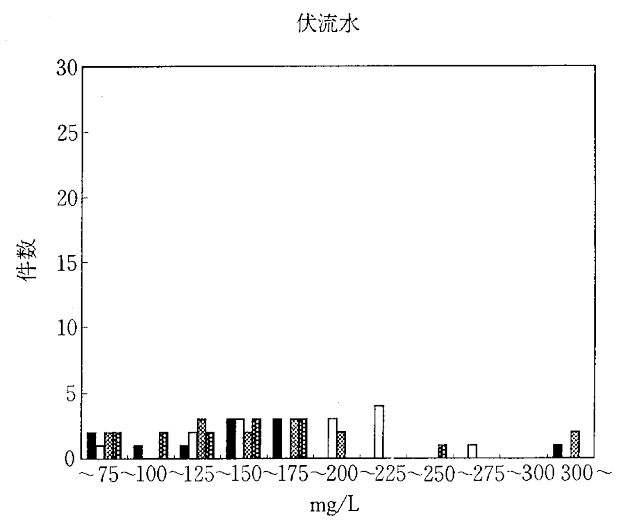
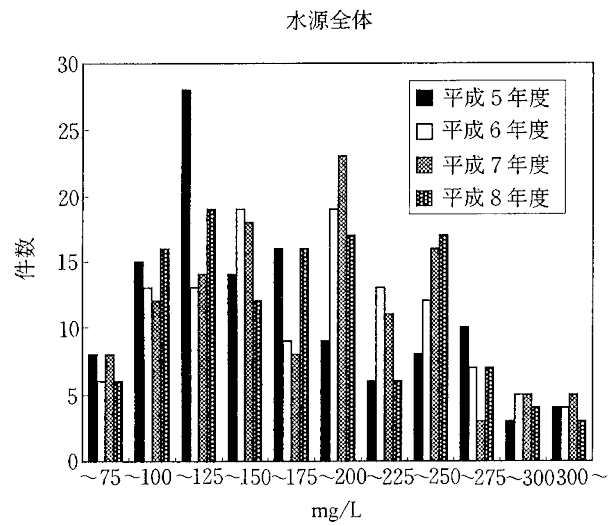


図 2-3 水道原水の水源別ヒストグラム (蒸発残留物)

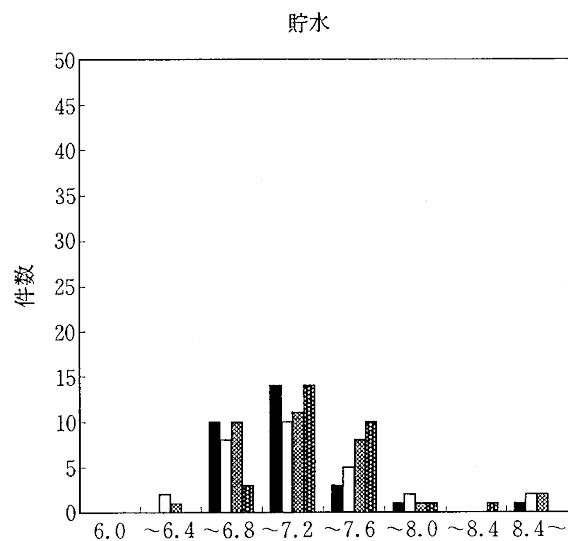
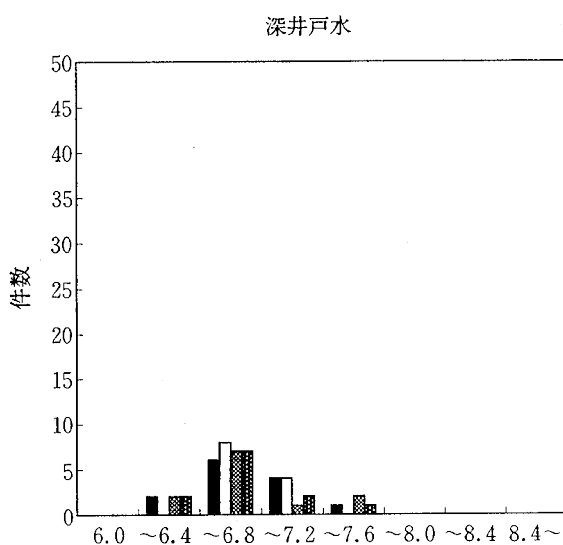
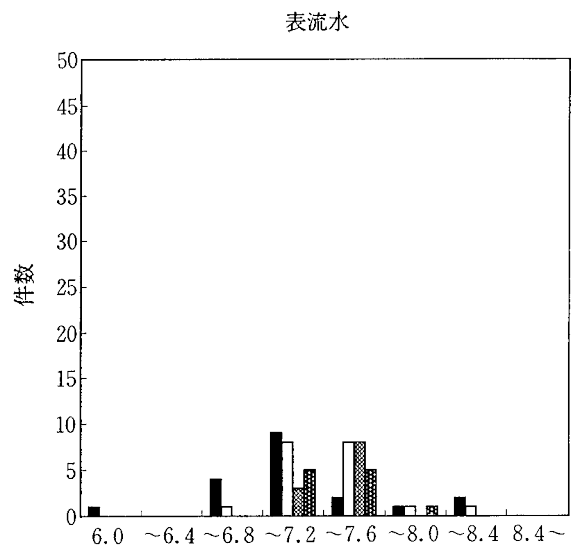
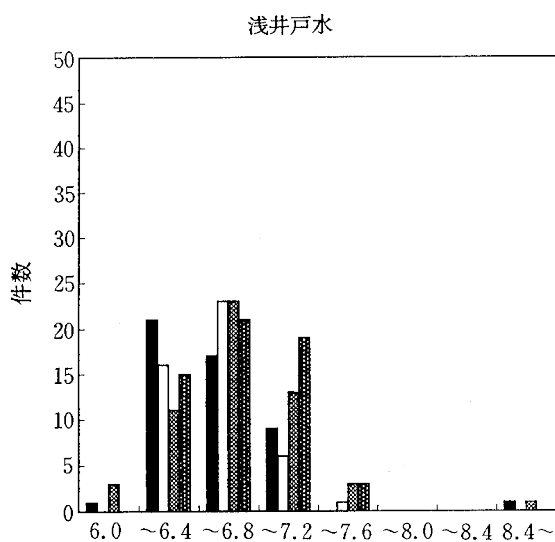
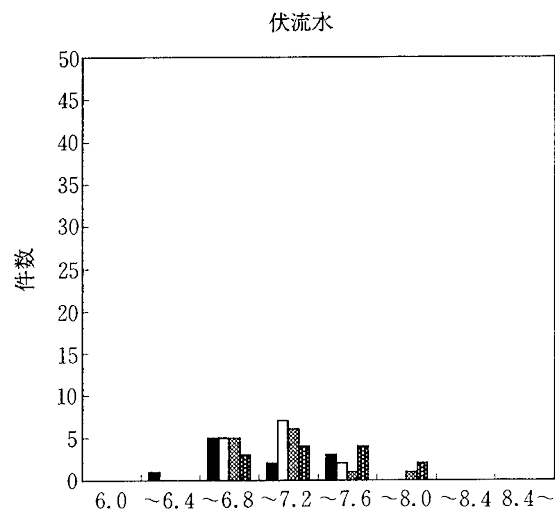
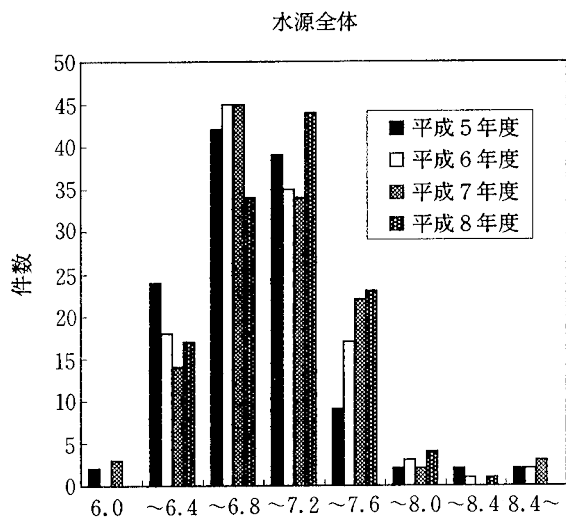


図2-4 水道原水の水源別ヒストグラム (pH)

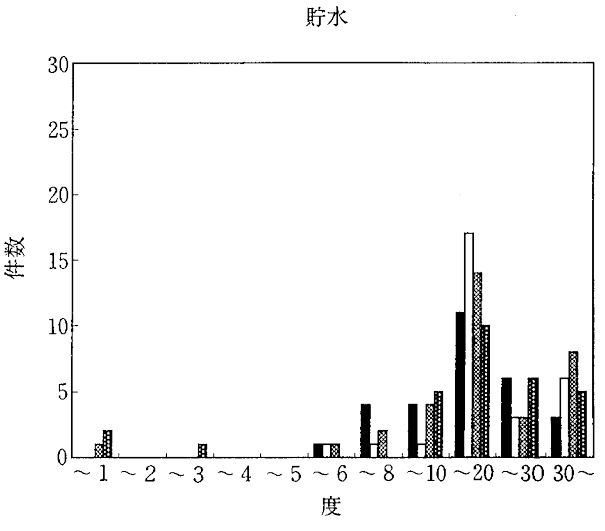
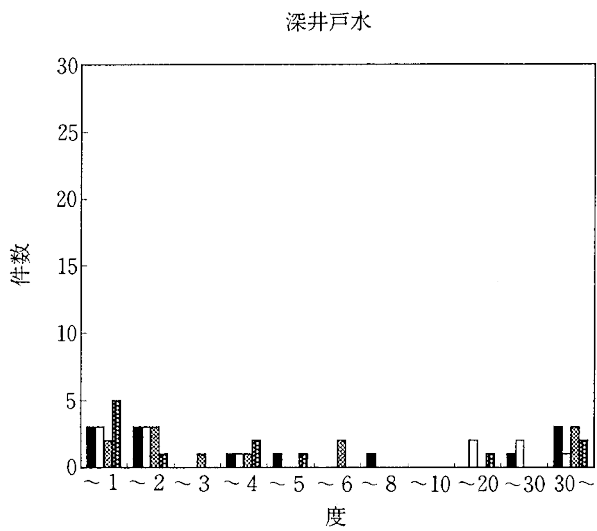
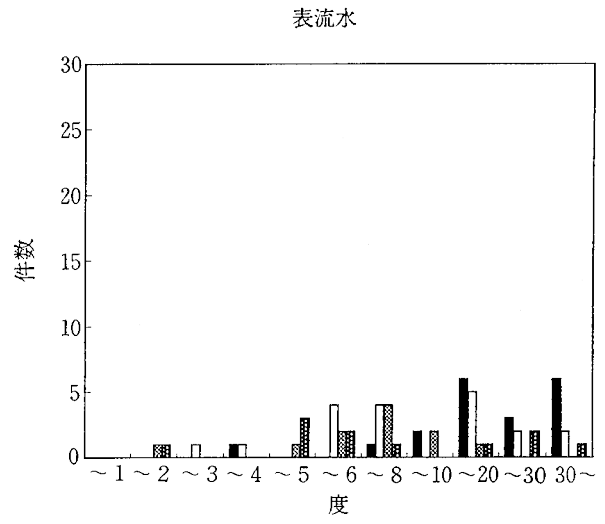
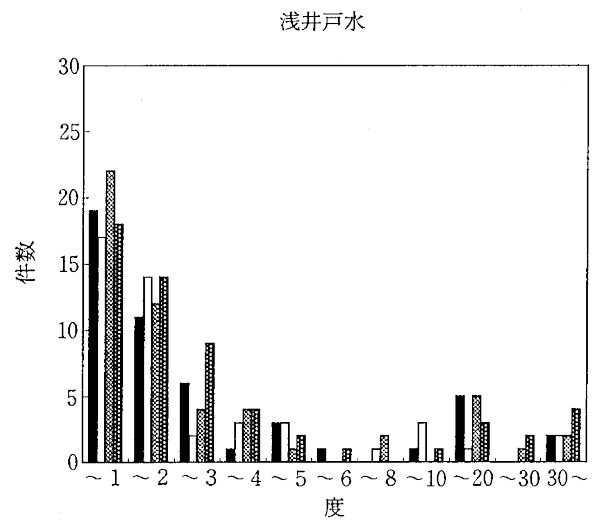
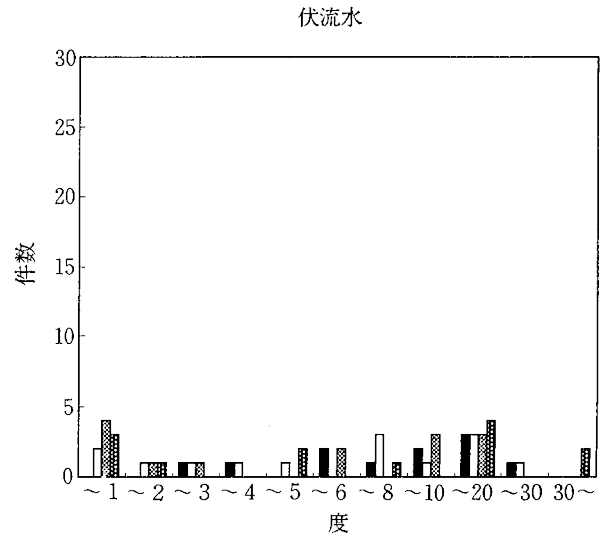
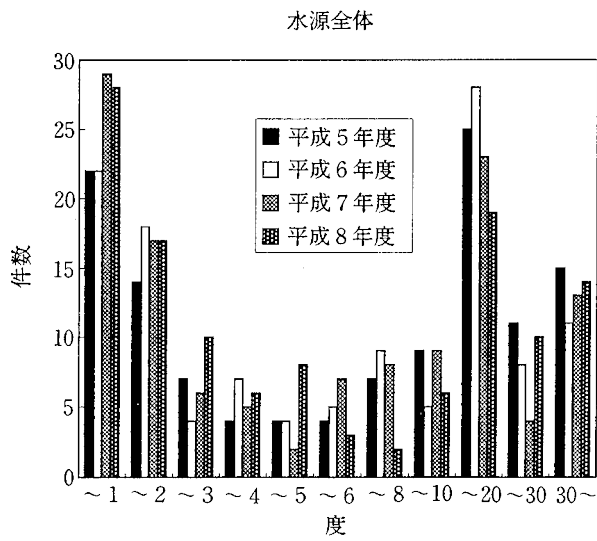


図2-5 水道原水の水源別ヒストグラム (色度)

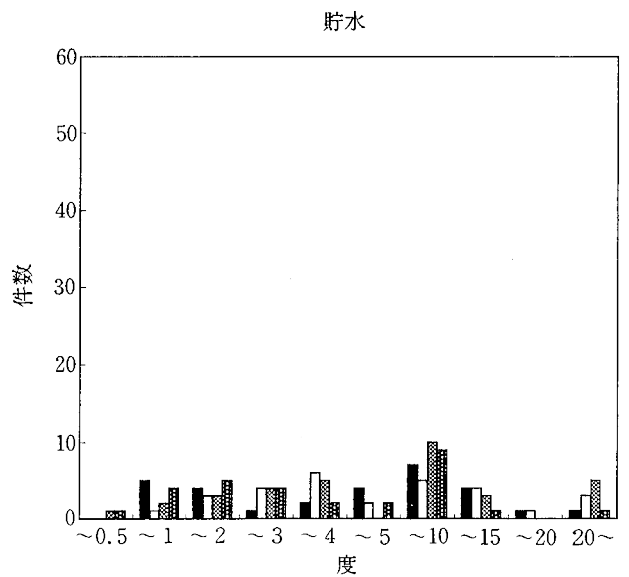
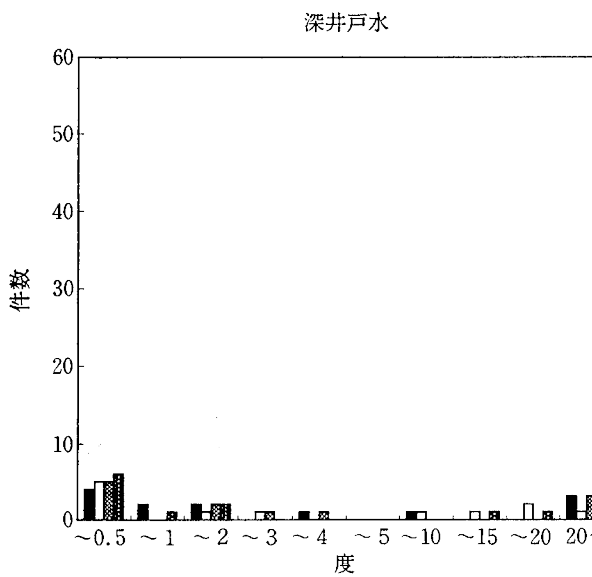
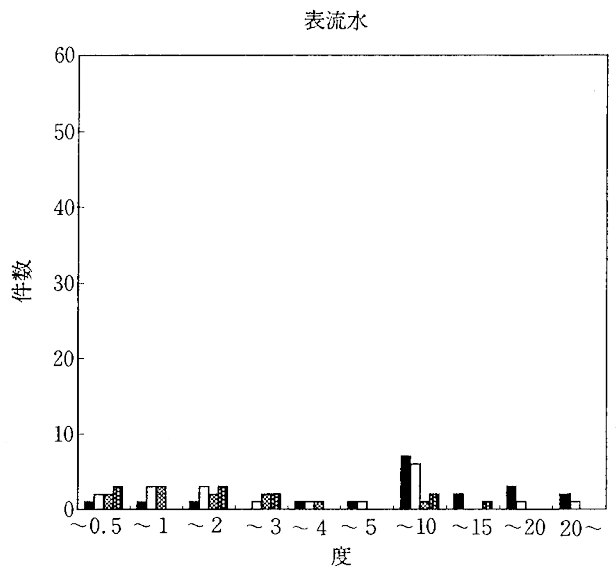
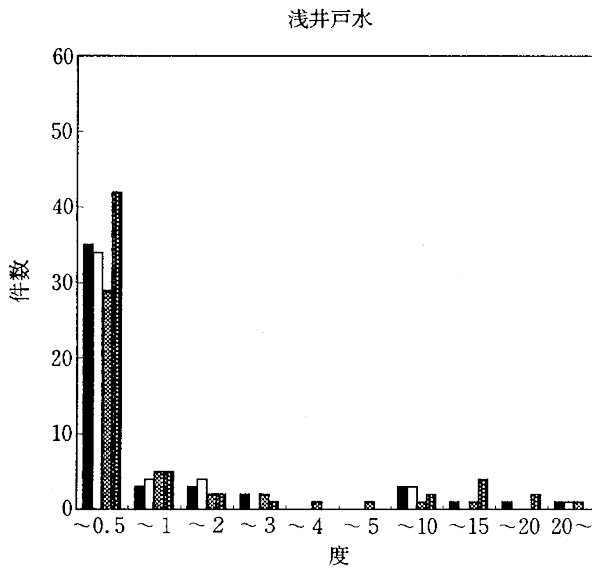
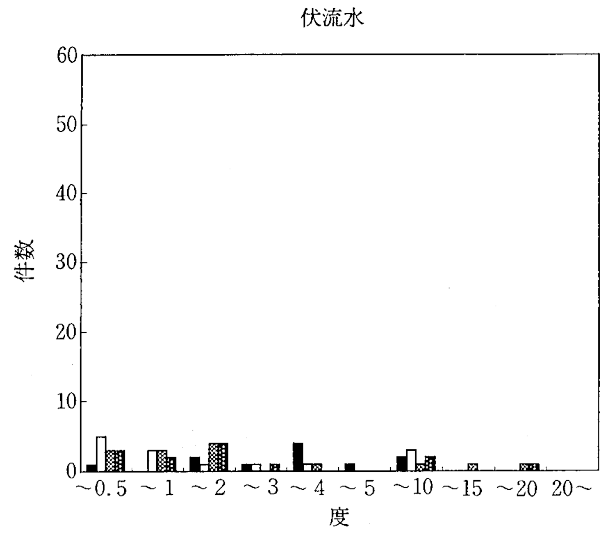
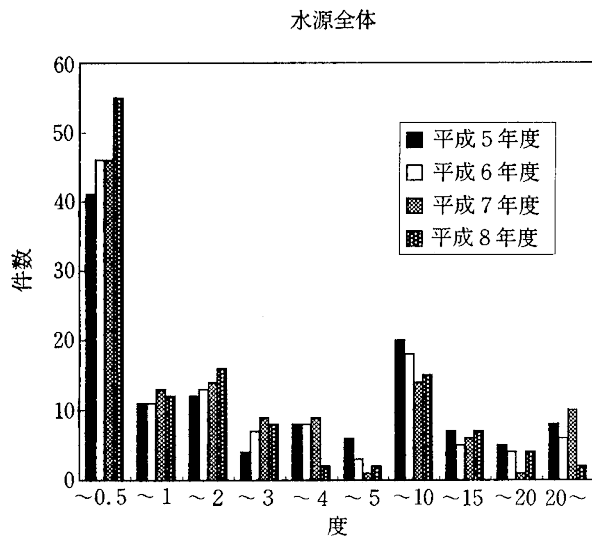


図2-6 水道原水の水源別ヒストグラム (濁度)

文 献

- 1) 香川県：香川の水道，平成8年3月，1～9（1996）.
- 2) 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：香川の水（第19報）水道原水の水質について（1989年～1993年），20，109～115（1992）.