

表・19 大阪市水道局柴島浄水場高度浄水処理実証プラント 第1回目調査結果

添加量	調査箇所		① 原水	② 沈澱水	③ 中オゾン処理水	④ 砂ろ過水	⑤ 後オゾン処理水	⑥ 活性炭処理水	⑦ 浄水
	調査物質								
無添加		フタル酸ジ・2-エチルヘキシル	0.33	0.09	0.05	0.05	0.11	<0.05	<0.05
		フタル酸ジ・n-ブチル	0.16	0.16	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
		ノニルフェノール	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
		ビスフェノールA	0.02	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
1 μg/L		フタル酸ジ・2-エチルヘキシル		0.10	0.68	0.12	0.16	0.06	<0.05
		フタル酸ジ・n-ブチル		<0.05	0.76	0.50	0.50	<0.05	<0.05
		ノニルフェノール		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
		ビスフェノールA		0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
5 μg/L		フタル酸ジ・2-エチルヘキシル		0.11	3.45	0.94	1.02	0.18	0.19
		フタル酸ジ・n-ブチル		0.07	4.09	2.60	2.46	<0.05	<0.05
		ノニルフェノール		0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
		ビスフェノールA		0.07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

表-20 大阪市水道局柴島浄水場高度浄水処理実証プラント 第2回目調査結果

($\mu\text{g/L}$)

添加量	調査箇所 調査物質	① 原水	② 沈澱水	③ 中オゾン 処理水	④ 砂ろ過水	⑤ 後オゾン 処理水	⑥ 活性炭 処理水	⑦ 浄水
無添加	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	0.70	0.32	0.08	0.20	0.05	<0.05	0.09
	フタル酸ジ-n-ブチル	0.20	0.53	0.05	0.07	<0.05	<0.05	<0.05
	ノニルフェノール	0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	ビスフェノールA	0.32	0.34	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
1 $\mu\text{g/L}$	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル		0.37	0.85	0.12	0.14	0.07	0.06
	フタル酸ジ-n-ブチル		0.41	0.71	0.53	0.57	<0.05	<0.05
	ノニルフェノール		0.1	0.2	0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	ビスフェノールA		0.31	0.15	0.12	<0.01	<0.01	<0.01
5 $\mu\text{g/L}$	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル		0.30	3.77	0.93	0.90	0.36	0.32
	フタル酸ジ-n-ブチル		0.62	4.11	3.07	3.17	<0.05	<0.05
	ノニルフェノール		<0.1	1.0	0.7	<0.1	<0.1	<0.1
	ビスフェノールA		0.22	0.61	0.51	<0.01	<0.01	<0.01

表・21 大阪市水道局柴島浄水場高度浄水処理実証プラント第2回目 一般水質項目等の結果(無添加)

採水日：平成12年1月19日 天候(晴) 採水時間：午前9時30分

測定項目	調査箇所						
	① 原水	② 水沈 水	③ 中オゾン 処理水	④ 砂ろ過水	⑤ 後オゾン 処理水	⑥ 活性炭 処理水	⑦ 浄水
気温	9.0						
水温	9.4						
濁度	2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
色度	15	3	2	1	1	1	1
pH値	7.3	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.9
電気伝導率 (μ S/cm)	200	216	216	215	214	212	219
アルカリ度 (mg/L)	33.9	28.6	27.5	27.4	27.1	26.5	27.1
アンモニニア性窒素 (mg/L)	0.32	0.31	0.25	0.22	0.19	0.13	<0.02
KMnO ₄ 消費量 (mg/L)	6.6	4.2	3.3	3.0	2.7	2.1	2.3
UV260	0.039	0.024	0.016	0.012	0.006	0.006	0.008
DOC	1.99	1.44	1.37	1.22	1.35	0.98	0.86
オゾン注入率 (mg/L)			0.5		1.0		
溶存オゾン (mg/L)			0.00		0.24		
塩素注入率 (mg/L)							
遊離残留塩素 (mg/L)							1.0
塩素注入率 (mg/L)							

表-22 大阪市水道局柴島浄水場高度浄水処理実証プラント第2回目 一般水質項目等の結果(1μg/L)

採水日：平成12年1月19日 天候(晴) 採水時間：午後4時00分

測定項目	調査箇所						
	① 原水	② 沈澱水	③ 中オゾン 処理水	④ 砂ろ過水	⑤ 後オゾン 処理水	⑥ 活性炭 処理水	⑦ 浄水
気温		10.0					
水温		9.7					
濁度		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
色度		3	1	1	1	1	1
pH値		6.7	6.8	6.8	6.9	6.8	6.7
電気伝導率 (μS/cm)		204	209	210	212	211	224
アルカリ度 (mg/L)		28.6	28.6	27.8	28.0	27.5	27.4
アンモニア性窒素 (mg/L)		0.27	0.27	0.27	0.27	0.21	<0.02
KMnO ₄ 消費量 (mg/L)		4.7	7.4	6.3	4.5	4.5	5.1
UV260		0.023	0.019	0.017	0.013	0.011	0.011
DOC (mg/L)		1.35	2.96	6.80	6.99	6.12	5.62
オゾン注入率 (mg/L)			0.5		1.0		
溶存オゾン (mg/L)			0.00		0.05		
塩素注入率 (mg/L)							
遊離残留塩素 (mg/L)							1.0
塩素注入率 (mg/L)							

表-23 大阪市水道局柴島浄水場高度浄水処理実証プラント第2回目 一般水質項目等の結果(5 μ g/L)

採水日：平成12年1月20日 天候(晴) 採水時間：午後4時00分

測定項目	調査箇所						
	① 原水	② 水沈 水	③ 中オゾン 処理水	④ 砂ろ過水	⑤ 後オゾン 処理水	⑥ 活性炭 処理水	⑦ 浄水
気温		6.1					
水温		8.8					
濁度		0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
色度		3	1	1	1	1	1
pH値		6.8	6.9	6.9	6.9	6.9	6.7
電気伝導率		206	209	208	209	208	221
アルカリ度		26.8	27.5	26.9	26.7	25.9	27.8
アンモニア性窒素		0.19	0.17	0.13	0.13	0.11	<0.02
KMnO ₄ 消費量		4.0	8.3	8.1	8.1	5.5	4.8
UV260		0.021	0.018	0.015	0.011	0.010	0.011
DOC		1.24	8.34	8.28	8.23	7.81	7.24
オゾン注入率			0.5		1.0		
溶存オゾン			0.00		0.04		
塩素注入率							
遊離残留塩素							1.0
塩素注入率							

表- 24 通常処理系砂ろ過池(3系)2地点の調査結果

(単位 mg/kg) 乾燥重量換算

調査物質	採砂地点①		採砂地点②	
	添加前	添加後	添加前	添加後
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	0.19	1.1	0.15	1.0
フタル酸ジ-n-ブチル	<0.025	<0.025 (0.022)	<0.025	<0.025 (0.019)
ノニルフェノール	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
ビスフェノールA	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
含水率(%)	9.8	11.8	4.1	19.6

表- 25 高度浄水処理系砂ろ過池(2系)3地点の調査結果

(単位 mg/kg) 乾燥重量換算

調査物質	採砂地点①		採砂地点②		採砂地点③	
	添加前	添加後	添加前	添加後	添加前	添加後
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	0.85	2.6	1.0	2.8	0.58	3.3
フタル酸ジ-n-ブチル	0.028	<0.025 (0.024)	0.025	<0.025 (0.024)	0.026	0.028
ノニルフェノール	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
ビスフェノールA	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
含水率(%)	31.9	34.1	33.6	33.4	25.8	31.5

4. 考察

4.1 水質調査

4.1.1 東京都水道局玉川水処理実験施設

調査試料は、着水井流入水、原水、通常処理系として凝集沈澱水、砂ろ過水、高度浄水処理系として凝集沈澱処理水、砂ろ過水、オゾン接触槽、オゾン滞留槽出口、BAC(生物活性炭)出口、砂ろ過水の 10 試料である。ただし、無添加実験については、着水井流入水を除いた 9 試料である。凝集剤はいずれの系統も PAC(ポリ塩化アルミニウム)を用いて、添加率 25mg/L で凝集処理を行っている。なお、通常処理系においては前塩素処理が凝集沈澱池で、高度浄水処理系においては生物活性炭処理後の砂ろ過の前に塩素処理がそれぞれ行われている。塩素注入率は通常処理系の前塩素処理が 6.2~19.0mg/L、高度浄水処理系は 2.0mg/L である。また、オゾン注入率は第 1 回目調査が 1.3~1.9mg/L、第 2 回目調査が 0.62~1.2mg/L であり、オゾン接触槽出口水、オゾン滞留槽出口水の溶存オゾンは、それぞれ 0.5 mg/L、0.2 mg/L であった。

一方、処理実験に使用した原水の水質は、濁度 1.8~11 度、過マンガン酸カリウム消費量 6.2~12mg/L、溶解性有機炭素(DOC)1.6~3.0mg/L であった。

(1) 無添加実験

調査対象物質の無添加実験では、原水から対象物質 4 物質のうち、第 1 回目調査ではフタル酸ジ-2-エチルヘキシルが 0.20 μ g/L、ビスフェノール A が 0.04 μ g/L 検出され、第 2 回目調査では調査対象物質すべてが検出され、その濃度はフタル酸ジ-2-エチルヘキシルが 0.75 μ g/L、フタル酸ジ-n-ブチルが 0.16 μ g/L、ノニルフェノールが 0.1 μ g/L、ビスフェノール A が 0.06 μ g/L であった。

(a)フタル酸ジ-2-エチルヘキシルは、第 1 回目調査では通常処理系の凝集沈澱水で原水の約 50 倍の濃度であったが、砂ろ過水では定量下限値濃度の低値となった。高度浄水処理系においては、凝集沈澱処理水、砂ろ過水、オゾン接触槽の処理水で原水の 50% 以下の濃度であり、オゾン滞留槽出口、BAC(生物活性炭)出口で不検出であったが、砂ろ過水で 0.09mg/L の濃度で検出した。第 2 回目調査では、通常処理系の凝集沈澱水で原水の 3.3 倍の濃度であったが、砂ろ過水では凝集沈澱水濃度の 3.2% に低減した。高度浄水処理系においては、すべての処理工程で検出され、検出濃度は凝集沈澱処理水の濃度に対して、砂ろ過水、オゾン接触槽、オゾン滞留槽出口、BAC(生物活性炭)及び砂ろ過水で 6.0~16.9% の範囲で検出された。図・4 に工程ごとの濃度を示す。

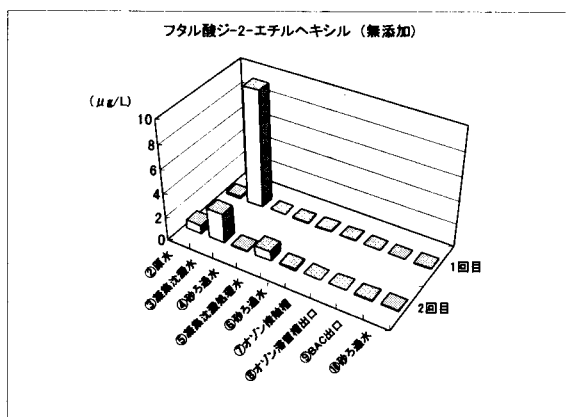


図-4 フタル酸ジ-2-エチルヘキシル(無添加実験)

(b)フタル酸ジ-*n*-ブチルは、第1回目調査ではすべての処理工程で不検出であった。第2回目調査では、通常処理系の凝集沈澱水、砂ろ過水のいずれも原水濃度とほとんど変わらなかった。一方、高度浄水処理系については、砂ろ過水以降の処理工程ではすべて不検出であった。図-5に工程ごとの濃度を示す。

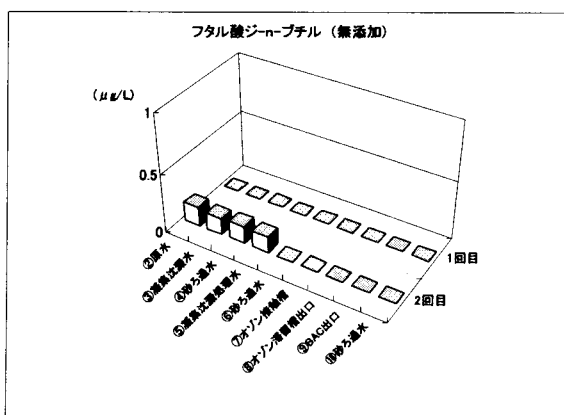


図-5 フタル酸ジ-*n*-ブチル(無添加実験)

(c)ノニルフェノールは、第1回目調査ではすべての処理工程で不検出であった。第2回目調査では、通常処理系の原水で0.1 μg/L 検出したが、凝集沈澱水で不検出となった。一方、高度浄水処理系は、凝集沈澱処理水で0.1 μg/L 検出したが、砂ろ過水以降の処理工程で不検出となった。図-6に工程ごとの濃度を示す。

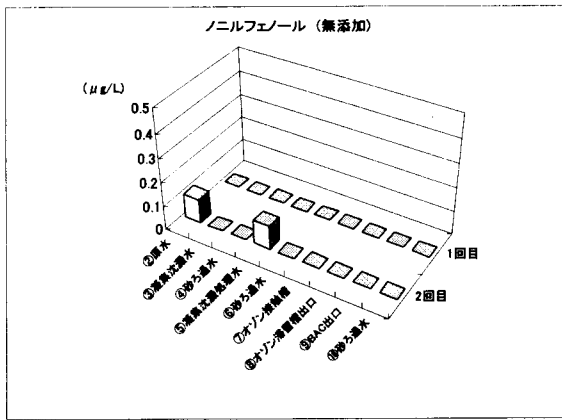


図-6 ノニルフェノール(無添加実験)

(d)ビスフェノール A は、通常処理系の実験において、第 1 回目調査では原水から 0.04 $\mu\text{g/L}$ 検出し、砂ろ過水で不検出となった。第 2 回目調査では原水から 0.06 $\mu\text{g/L}$ 検出し、凝集沈澱水で不検出となった。一方、高度浄水処理系については、1 回目、2 回目ともにオゾン接触槽以降の処理工程ですべて不検出となった。図- 7 に工程ごとの濃度を示す。

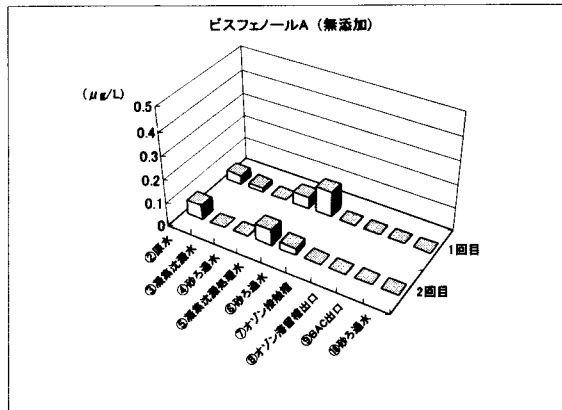


図-7 ビスフェノール A(無添加実験)

(2) 1 μ g/L 添加実験

調査対象物質の添加箇所は、図- 1に示した着水井原水である。原水で検出された濃度を 100%とし、各処理工程の検出割合を表- 26、表- 27に示す。

表- 26 第 1 回目調査(原水濃度を 100%とした時の各処理工程の検出割合)

調査物質	通常処理系		高度浄水処理系					
	② 凝 集 沈 澱 水	③ 砂 ろ 過 水	④ 凝 集 沈 澱 処 理 水	⑤ 砂 ろ 過 水	⑥ オゾン 接 触 槽	⑦ オゾン 滞 留 槽 出 口	⑧ B A C 出 口	⑨ 砂 ろ 過 水
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	77.0	0	29.5	3.6	0	0	0	5.8
フタル酸ジ-n-ブチル	116.0	108.0	92.0	25.3	12.0	10.7	0	0
ノニルフェノール	0	0	85.7	0	0	0	0	0
ビスフェノール A	0	0	103.3	19.8	0	0	0	0

表- 27 第 2 回目調査(原水濃度を 100%とした時の各処理工程の検出割合)

調査物質	通常処理系		高度浄水処理系					
	② 凝 集 沈 澱 水	③ 砂 ろ 過 水	④ 凝 集 沈 澱 処 理 水	⑤ 砂 ろ 過 水	⑥ オゾン 接 触 槽	⑦ オゾン 滞 留 槽 出 口	⑧ B A C 出 口	⑨ 砂 ろ 過 水
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	92.3	12.8	76.1	23.1	6.0	4.3	0	6.8
フタル酸ジ-n-ブチル	107.9	114.3	96.8	11.1	7.9	0	0	0
ノニルフェノール	0	0	80.0	0	0	0	0	0
ビスフェノール A	0	0	76.3	16.9	0	0	0	0

(a)フタル酸ジ-2-エチルヘキシルは、通常処理系の添加実験については凝集沈澱水で原水濃度に対して 77.0~92.3%に低減し、砂ろ過水では 0~12.8%に低減した。高度浄水処理系においては、凝集沈澱処理水で原水に対して 29.5~76.1%に低減し、砂ろ過水では 3.6~23.1%となった。オゾン接触槽では、第 1 回目調査ですべて除去され、第 2 回目調査では 6.0%残存した。BAC(生物活性炭)出口ではすべて除去されたが、砂ろ過水で 5.8~6.8%の濃度で検出した。図- 8に工程ごとの濃度を示す。