

浄化槽におけるエストロゲンの実態調査

宮崎大学工学部（学） 平良浩保，（正）鈴木祥広，（正）丸山俊朗
 （社）宮崎県浄化槽協会 高橋伸幸
 （財）宮崎県環境科学協会 満山宗人，下津義博

1. はじめに

浄化槽は、下水道整備の困難な郊外地域や山間部地域等において、生活環境の改善と公共用水域の水質保全に大きく寄与してきており、良好な水環境の創造に向けて、今後とも浄化槽の果たす役割は極めて大きい。浄化槽の主たる目的は人間の排泄するし尿の処理であるから、生理的作用により排泄される環境ホルモンのエストロゲンが流入汚水に存在するのは当然である。現行の浄化槽においては、BOD および SS の除去ならびに消毒を主な目的としており、エストロゲンの除去が念頭になかったため、エストロゲンが処理水中に残留したまま、放流されている可能性が高い。しかしながら、浄化槽原水・処理水中のエストロゲン濃度あるいは挙動に関する知見は極めて少ない。エストロゲンに対する浄化槽の機能を的確に評価し、浄化槽処理水の水環境への影響を把握することは、これからの浄化槽の発展と普及に向けて極めて重要である。

そこで本研究では、下水道未整備地区において稼働している数種類の浄化槽を対象として、原水と処理水中のエストロゲンの実態調査を行い、残留性の是非および濃度レベルについて把握することを目的とした。エストロゲンの測定方法は、多数の試料を分析対象とすることから、ELISA 法とし、試料中のエストロゲンの存在状態を明らかにするため、溶解性と懸濁性を分別して測定した。

2. 調査および実験方法

(1) 調査対象とした浄化槽

本研究で調査対象とした浄化槽の処理方式・型式および規模を表-1 に示す。試料は、各浄化槽の原水、消毒前処理水および消毒後処理水とした。

(2) 試料の分析

エストロゲンの測定には、抗原抗体反応を利用した酵素免疫定量法の分析キット（ELISA キット、武田薬品工業製）を用いた。本実験では、総エストロゲン（ES）と 17 エストラジオールのみ（E2）を測定した。試料はガラス繊維濾紙で濾過し、濾液と濾紙上に残った懸濁物質について、それぞれ分別して測定した。測定法の詳細はキットの使用説明書に従った。また、その他の一般水質項目も測定した。

表 1 調査対象とした浄化槽の処理方式・型式および規模

方式	略号	浄化槽型式	規模	実使用人員	用途
単独浄化槽	単A	全ばっき	500人槽	139人	事務所
	単B	全ばっき	21人槽	19人	事務所
	単C	全ばっき	50人槽	9人	事務所
	単D	分離接触ばっき	16人槽	-	バスターミナル
	単E	分離接触ばっき	40人槽	3人	児童館
	単F	平面酸化	35人槽	7人	保育所
合併浄化槽	合A	沈殿分離・接触ばっき	63人槽	14世帯	共同住宅
	合B	沈殿分離・接触ばっき	75人槽	139人	作業所
	合C	担体流動生物ろ過	7人槽	3人	住宅
	合D	嫌気ろ床・担体流動・循環	5人槽	3人	住宅
	合E	嫌気ろ床接触ばっき	7人槽	3人	住宅
	合F	嫌気ろ床接触ばっき方式	5人槽	2人	住宅

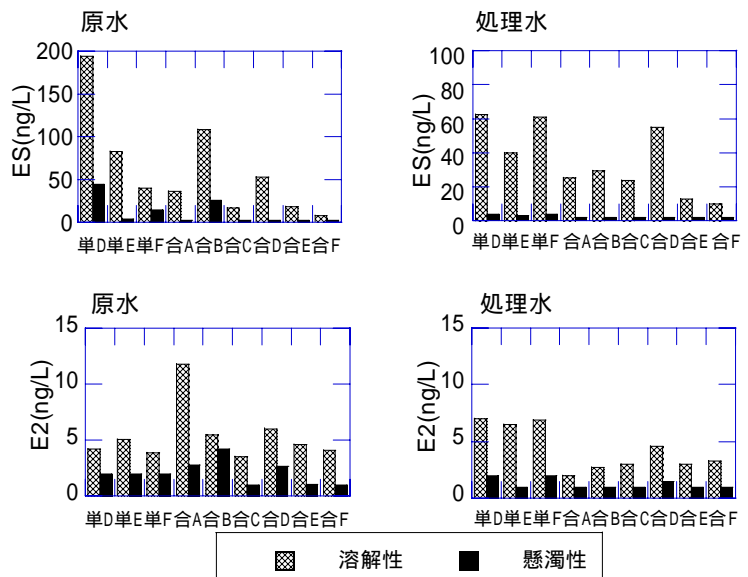


図 1 浄化槽原水および処理水の溶解性と懸濁性の ES、E2 濃度

キーワード 浄化槽，エストロゲン，実態調査，ELISA

連絡先 〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1 TEL0985-58-7339 FAX0985-58-7334

3. 結果と考察

(1) エストロゲンの存在状態

浄化槽原水および処理水について、溶解性と懸濁性のESとE2の濃度を図1に示した。原水と処理水における全ESに対する溶解性ESの占める割合は、それぞれ91.2%と98.4%であり、大部分のESが溶解性として存在することがわかった。E2も主要な存在状態は溶解性であったが、ESと比較すると懸濁性の占める割合（平均約28%）が高くなった。E2は他のエストロゲン（E1，E3）よりも懸濁物質への吸着性が高いことが示唆された。また、ESに対するE2の占める割合は、原水と処理水でそれぞれ20.3%、16.8%であった。

(2) 浄化槽のエストロゲン除去能

単独浄化槽および合併浄化槽の処理過程におけるESとE2の濃度変化を図2に示した。単独浄化槽（単A～E）では原水と比較して処理水のES濃度が低下し、ESの除去機能を示したが、処理前後において50ng/Lの濃度のレベルでほぼ一定であった。単独浄化槽の平均ES除去率は50%であった。E2は、単独浄化槽6基中4基において、原水よりも消毒後処理水の方が高くなる傾向を示し、原水中に含まれるE2抱合体からのE2遊離の可能性が示唆された。

合併浄化槽では、原水と比較して処理水のESおよびE2の濃度低下が認められたが、消毒後処理水においても20～40ng/Lの範囲でESが検出された。また、消毒プロセスによるESとE2の濃度変化はほとんど認められなかった。本研究で対象とした浄化槽のSS除去率と濁度除去率はそれぞれ72%と71%であり、本来の濁質除去の機能は良好であったと判断される。

本研究における実態調査の結果を表-2に整理した。

4. まとめ

(1) 浄化槽原水および処理水中のES

は、その大部分が溶解性として存在する（溶解性ES約90%）。

(2) ESに対するE2の占める割合は、原水と処理水でそれぞれ20.3%、16.8%であり、E2以外のエストロゲンが大部分を占める。

(3) 単独浄化槽および合併浄化槽はES除去の機能を有する。単独と合併浄化槽の平均ES除去率は、それぞれ54%と48%であった。

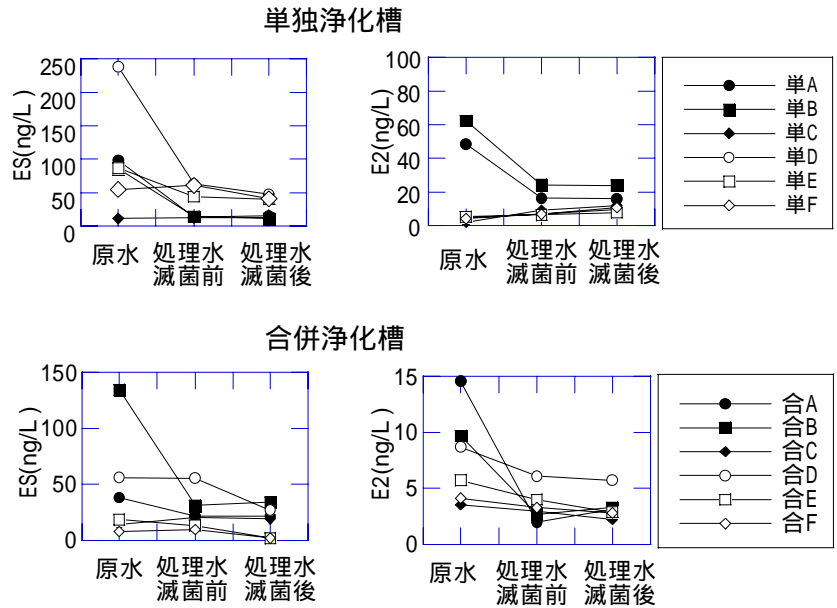


図2 単独浄化槽および合併浄化槽の処理過程におけるESとE2の濃度変化

表2 浄化槽におけるエストロゲンの測定結果

浄化槽	採水箇所	濁度 (度)	SS (mg/L)	エストロゲン(ES)			エストラジオール(E2)		
				溶解性 (ng/L)	懸濁性 (ng/L)	全ES (ng/L)	溶解性 (ng/L)	懸濁性 (ng/L)	全E2 (ng/L)
単A	曝気槽水	2498.0	4390	20.3	77.5	97.8	9.1	39.3	48.4
	処理水消毒前	35.1	92	12.8	<10	12.8	10.2	6.0	16.2
	処理水消毒後	36.0	98	15.3	<10	15.3	10.2	5.9	16.1
単B	曝気槽水	4436.0	5405	17.4	68.4	85.8	11.3	51.0	62.3
	処理水消毒前	162.6	128	14.0	<10	14.0	14.8	9.4	24.2
	処理水消毒後	109.6	96	11.4	<10	11.4	14.7	9.3	24.0
単C	曝気槽水	32.8	102	7.0	4.3	11.3	2.2	<2	2.2
	処理水消毒前	17.3	27	7.3	4.6	11.9	5.5	3.5	9.0
	処理水消毒後	24.3	38	7.4	4.9	12.3	7.2	4.9	12.1
単D	原水	112.5	168	193.5	44.8	238.3	4.2	<2	4.2
	処理水消毒前	12.3	10	62.4	<4	62.4	7.0	<2	7.0
	処理水消毒後	4.8	12	47.4	<4	47.4	7.7	2.1	9.8
単E	原水	38.5	304	82.7	3.9	86.6	5.1	<2	5.1
	処理水消毒前	9.8	10	40.0	3.4	43.4	6.5	<1	6.5
	処理水消毒後	13.3	19	40.0	3.6	43.6	6.1	1.5	7.6
単F	原水	95.8	196	40.2	14.7	54.9	3.9	<2	3.9
	処理水消毒前	8.6	21	60.9	<4	60.9	6.9	<2	6.9
	処理水消毒後	7.7	19	40.9	<4	40.9	8.5	2.4	10.9
合A	原水	59.9	73	36.0	2.2	38.2	11.8	2.8	14.6
	処理水消毒前	12.6	41	25.4	<2	25.4	2.0	<1	2.0
	処理水消毒後	13.3	40	25.0	<2	25.0	3.1	<1	3.1
合B	原水	76.9	210	109.0	25.6	134.6	5.5	4.2	9.7
	処理水消毒前	19.3	44	29.3	2.0	31.3	2.7	<1	2.7
	処理水消毒後	15.8	51	32.0	2.0	34.0	3.3	<1	3.3
合C	原水	24.9	48	16.9	<2	16.9	3.5	<1	3.5
	処理水消毒前	11.4	32	23.9	<2	23.9	3.0	<1	3.0
	処理水消毒後	11.1	26	22.6	<2	22.6	2.2	<1	2.2
合D	原水	21.7	35	53.6	2.6	56.2	6.0	2.7	8.7
	処理水消毒前	3.8	6	55.3	<2	55.3	4.6	1.5	6.1
	処理水消毒後	4.8	12	27.2	<2	27.2	4.0	1.7	5.7
合E	原水	16.6	23	18.3	<2	18.3	4.6	1.1	5.7
	処理水消毒前	10.6	14	13.0	<2	13.0	3.0	1.0	4.0
	処理水消毒後	11.5	12	<2	<2	<2	1.7	1.2	2.9
合F	原水	9.7	8	8.0	<2	8.0	4.1	<1	4.1
	処理水消毒前	5.2	6	9.8	<2	9.8	3.3	<1	3.3
	処理水消毒後	5.6	4	<2	<2	<2	1.8	1.0	2.8