

小型浄化槽の運転状況と処理水質の実態調査（第1報）

奥村早代子*¹ 東恵美子*¹ 肥塚利江*¹ 浅野和仁*²

市町村によって管理されている、居住人数 3～5 人の 5 人槽、6 型式、15 基を調査した。消毒前処理水については、総容量（流量調整等容量を含まない）が構造例示型の約 45% のモアコンパクト型を含むすべての BOD が、浄化槽放流水の水質の技術上の基準である 20mg/L 以下であった。T-N は、除去性能を持つ 11 基のうち 9 基が大臣認定値である 20mg/L 以下であった。消毒後処理水の大腸菌群数は、14 基が基準値の 3,000 個/cm³ 以下であった。

キーワード：浄化槽、BOD、全窒素、大腸菌群

key words : johkasou, biochemical oxygen demand, total nitrogen, total coliforms

わが国の生活排水処理施設整備は、これまで下水道を中心すすめられてきたが、下水道整備は多額の初期費用が必要となり、地方財政を圧迫する一因となっている^{1) 2) 3)}。一方で昭和 63 年に処理水の生物化学的酸素要求量 (BOD) 20mg/L 以下の性能を持つ小型浄化槽の構造が構造基準に追加（構造例示型）され、平成 6 年からは浄化槽市町村整備事業が始まり公共施設としての浄化槽による生活排水処理施設整備が始まった。

浄化槽には上記の構造例示型と性能評価型がある。性能評価型は、構造例示型と同等以上の性能を持つとして、大臣認定を受けた浄化槽である。大阪府で新設される浄化槽は、平成 21 年度以降は 99% 以上を性能評価型が占めている。性能評価型は、小容量化と処理性能の高度化が行われており、型式ごとに構造、維持管理作業内容が異なる。

処理水 BOD は浄化槽法に基づく 7 条検査（使用開始から 3～8 ヶ月経過時の検査）や 11 条検査（使用開始 2 年目以降、1 年に 1 回の検査）などの法定検査で確認される。

これまでに、7 条検査結果から、浄化槽放流水の性能上の基準 (BOD 20mg/L 以下) である割合は、人員比（居住人数/人槽）が大きいほど小さくなり、型式によって適合率に差がある事が示されている⁴⁾。さらに、11 条検査結果から、市町村による管理と個人による管理では、高度処理型浄化槽では市町村による管理の方が BOD 平均値が低い事が示されている⁵⁾。

大阪府においては、7 条検査の受検率はほぼ 100% と高いものの、11 条検査の受検率は 7.3%（平成 25 年度）と低い状況⁶⁾であり、型式や人員比による解析が行われていない。

そこで、処理実態を確認するため、市町村管理によって浄化槽の維持管理が実施されている富田林市の協力を得て、最小規模である 5 人槽を 3～5 人で使用している浄化槽、6 型式、15 基の処理水質を調査したので報告する。

調査方法

1. 調査時期

調査と採水は平成 26 年 8 月の平日のおよそ午前 10 時から 12 時の間に実施した。

2. 調査浄化槽の概要

調査浄化槽の概要を表 1 に示す。調査浄化槽は、すべて住宅専用の 5 人槽である。

浄化槽の構造種別として、BOD、全窒素 (T-N)、

*1 大阪府立公衆衛生研究所 衛生化学部 生活環境課

*2 富田林市 上下水道部

表 1 浄化槽の概要

No.	型式 分類	構造 種別	性能評定値(mg/L)			居住 人数	清掃からの 経過月数
			BOD	T-N	SS		
1	H1	高度 処理型	10	10	10	4	6
2							9
3							
4							
5						5	10
6							2
7							
8							
9	S1	構造 例示型	20	-	-	4	9
10	CC1	コンパクト 型	20	-	-	4	6
11							7
12							2
13	MCN1	モア コンパクト 型	15	20	10	3	5
14						4	2
15	MCN2					5	2

浮遊物質（SS）共に性能評定値が 10mg/L 以下のものを高度処理型、単独処理浄化槽の合併化を可能とする設置スペースとして開発された超小容量型をモアコンパクト型、それ以外の性能評価型をコンパクト型として構造例示型と区別して示した。型式については構造種別ごとの分類整理番号を作成して表示した。調査基数は高度処理型が 1 型式で 8 件と最も多く、次いでコンパクト型とモアコンパクト型が 2 型式で 3 件、構造例示型が 1 型式で 1 件であった。

居住人数は 3～5 人、清掃からの経過月数は 2～10 ヶ月で、使用年数は No.15 を除いて、1 年以上である。通常の使用状態を調べるためには、1 年以上が経過して清掃実施済みの浄化槽を対象とするべきであるが、大阪府内でも急速に設置割合が大きくなっているモアコンパクト型の調査を実施するため、No.15 も対象とした。

各型式の槽容量について、構造例示型の S1 型の総容量(3.021m³)に対する割合 (%) を 1 次処理、2 次処理、消毒槽を区別して図 1（ただし、ピークカット容量および流量調整容量は除いた）に示す。総容量は、構造例示型が最も大きく、モアコンパクト型の MCN1 型と MCN2 型が 50%以下で最小である。H1 型は高度処理型であるが、構造例示型よりも総容量が小さい。

1 次処理容量は H1 型>S1 型>CC1 型>CC2 型≒MCN1 型、MCN2 型との順に小さくなっている。H1 型、S1 型、CC1 型は第 1 室と第 2 室ともに嫌気ろ床槽を採用しているが、大きさは様々である。貯留汚泥の好気処理を採用している CC2 型と MCN1 型、MCN2

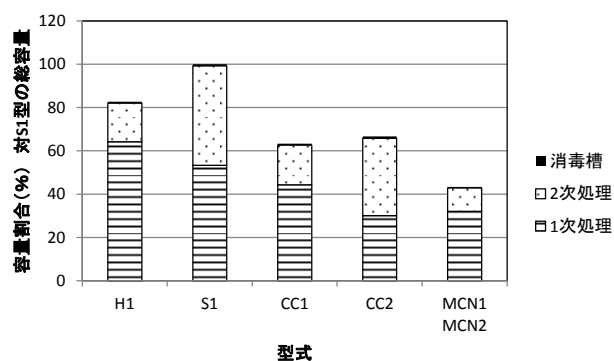


図 1 容量割合(%) / S1 型の総容量

型が最も容量が小さい。

2 次処理容量は S1 型>CC2 型>H1 型≒CC1 型>MCN1 型と MCN2 型となっている。S1 型と CC2 型は沈殿槽を有しており、沈殿槽を有していないその他の型式と比べると容量が大きい。MCN1 型と MCN2 型が 11%と最小である。

3. 調査項目と試験方法

水質に関する調査項目は、消毒前処理水の透視度、溶存酸素（DO）、pH、SS、BOD、硝化を抑制した生物化学的酸素要求量（C-BOD）、有機性炭素（TOC）、T-N、アンモニア性窒素（NH₄-N）、亜硝酸性窒素（NO₂-N）、硝酸性窒素（NO₃-N）りん（T-P）および消毒後処理水の遊離残留塩素、総残留塩素、大腸菌群、大腸菌とした。消毒後処理水は消毒槽で採水した。ただし、放流ポンプ槽が設置されている場合は、放流ポンプ槽で採水した。大腸菌に関しては、環境省において生活環境項目の新たな環境基準項目として大腸菌数を導入することが検討されている⁷⁾ため測定することとした。

処理状況に関する調査項目は、接触ばっ気槽の DO、pH、水温および循環水量とした。測定は DO メーター（飯島電子製）、pH メーター（東興化学研究所製）、アルコール温度計を用いて測定した。循環水量は循環水を採取時間と容器にて採取した容量から、1 分値に換算して求めた。循環水量が流入水量に対する循環比（Q）で標準値が設定されているものについては、居住人数 1 人につき 0.2m³/（人・日）とした 1 日水量に対する比で示した。

水質分析は下水道試験法 1997 年版に準拠した。SS はガラス繊維ろ紙法、BOD の DO 測定は隔膜電極法（飯

島電子製)、T-N は紫外線吸光光度法(島津製作所製)、NH₄-N はフローインジェクト法を用いたインドフェノール青吸光光度法(ポンプ:Watson Marlon 製、検出器:HIRAMA 製)、NO₃-N 及び NO₂-N はイオンクロマトグラフ法で紫外吸光度検出器(島津製作所製)220nm で測定した。T-P はペルオキシ二硫酸カリウムによる分解法、TOC は燃焼酸化-赤外線式 TOC 自動計測法(島津製作所製)を用いた。大腸菌群はデソキシコレート寒天培地(日水製薬製)、大腸菌は XM-G 寒天培地(日水製薬製)で培養後に計測した。

結果および考察

1. 運転状況

水温は 27.2~31.1℃であった。浄化槽の運転状況として、ばっ気槽 DO、沈殿槽 pH、および循環水量を表 2 に示す。ばっ気槽 DO は 1.5~7.0mg/L の範囲であった。ばっ気槽 DO は、すべてが、浄化槽の維持管理上の目安である 1.0mg/L 以上であった。

沈殿槽 pH は 6.5~7.5 の範囲で概ね中性であった。

循環水量の標準設定値は、1 分あたりの水量が設定されている型式(H1 型:1.9~2.4L/分、MCN1 型:2.0~2.9L/分、MCN2 型:1.8~3.3L/分)と循環比 Q(流入水量に対する水量割合)が設定されている型式(S1

表 2 DO、pH、循環水量

No.	DO(mg/L)	pH	循環水量(L/分)		循環水量(Q)	
	ばっ気槽	沈殿槽	測定値	設定値	測定値	設定値
1	1.5	7.0	1.1	1.9~2.4	-	-
2	5.2	7.1	1.2		-	-
3	3.1	7.0	1.8		-	-
4	6.5	6.8	1.3		-	-
5	2.7	7.0	3.1		-	-
6	2.9	6.6	2.0		-	-
7	5.3	7.0	1.1		-	-
8	4.7	7.1	2.6		-	-
9	3.0	7.3	-	-	4.3	1~3
10	2.2	6.7	-	-	1.3	
11	5.3	7.5	-	-	11.9	
12	5.5	6.5	-	-	0*	
13	5.8	6.9	1.9	2.0~2.9	-	-
14	4.1	7.2	0.4		-	-
15	7.0	6.9	0*	1.8~3.3	-	-

*:低水位で循環なし

型、CC1 型、CC2 型、いずれも 1~3Q) がある。循環水量が設定範囲内であったものは、13 基中 2 基と少なかった。

2. 透視度、BOD、TOC、SS、窒素、りん

消毒前処理水の透視度、BOD、TOC、SS、窒素、りん濃度を表 3 に示す。

BOD は浄化槽からの放流水の水質の技術上の基準

表3 2次処理水の水質

構造種別	No.	透視度	BOD	C-BOD	TOC	SS	T-N	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	T-P
		度	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
高度処理型	1	>50	3	2	6.0	1	9.3	<0.1	<0.1	7.53	3.50
	2	>50	4	4	7.9	5	7.9	0.20	<0.1	6.44	2.15
	3	46	7	5	7.6	5	9.7	2.07	0.12	7.10	2.89
	4	>50	1	1	4.8	<1	5.2	<0.1	<0.1	4.98	3.52
	5	26	7	7	9.8	10	8.7	2.84	<0.1	3.05	4.63
	6	>50	4	3	8.2	3	12.0	0.23	<0.1	11.7	5.01
	7	>50	5	4	6.9	4	8.6	<0.1	0.12	6.60	2.06
	8	>50	3	2	5.1	2	7.0	<0.1	<0.1	6.82	2.40
構造例示型	9	>50	7	6	9.4	4	25.7	18.9	0.11	1.31	4.00
コンパクト型	10	30	13	6	7.8	10	22.9	8.55	0.35	13.2	3.90
	11	41	17	16	15.0	4	38.0	34.9	<0.1	<0.1	5.19
	12	>50	6	4	8.7	5	18.8	0.61	0.19	14.2	3.71
モアコンパクト型	13	26	13	12	14.2	11	11.9	3.28	0.70	4.68	2.90
	14	22	10	9	12.3	18	25.3	14.4	0.74	3.95	3.27
	15	>50	9	5	12.7	5	22.4	8.57	0.35	10.6	5.88

である 20mg/L 以下であった。各型式の性能評定値(15、10mg/L 以下)についても、すべての浄化槽(15mg/L 以下 3 基、10mg/L 以下 8 基)で満足していた。

TOC は 4.8～15.0mg/L の範囲であった。高度処理型と構造例示型は、すべて 10mg/L 以下であった。

SS は 1 未満～18mg/L の範囲であった。SS の処理性能値を持つものは H1 型の 10mg/L 以下と MCN1 型と MCN2 型の 15mg/L 以下である。H1 型と MCN2 型は処理性能値以下であったが、MCN1 型は 1 基が処理性能値を超えた。

T-N は 5.2～38.0mg/L の範囲であった。窒素除去性能を持つ(性能評定値は、H1 型が 10mg/L 以下、MCN1 型と MCN2 型が 20mg/L 以下) 11 基のうち 9 基が大臣認定値(20mg/L)以下であった。H1 型は 8 基すべてが 20mg/L 以下であり、そのうちの 7 基が 10mg/L 以下であった。

T-P は 2.06～5.88mg/L の範囲であった。

今回調査した居住人数 3～5 人の 5 人槽、6 型式、15 基において、BOD は、総容量が構造例示型の 45%程度のもアコンパクト型を含むすべての型式において、大臣認定値(20mg/L)以下であった。

特に H1 型は清掃からの経過月数が 9～10 ヶ月でも処理性能が低下する様子がなかった。吉田らの報告⁸⁾にもあるように、低値で安定している傾向がみられた。本型式は、BOD のみならず T-N、TOC、SS も低値で安定している傾向が見られた。

3. 残留塩素、大腸菌群数、大腸菌数

消毒後処理水の残留塩素と大腸菌群、大腸菌を表 4 に示す。残留塩素は No.11 を除く 14 件で検出され、これらすべての大腸菌群が、浄化槽に求められる処理性能である 3,000 個/cm³ 以下であり、大腸菌は、1 個/cm³ 未満が 10 検体、検出されたものが 5 検体(1～3,200 個/cm³)であった。残留塩素が検出されなかった No.11 は、大腸菌群、大腸菌がともに 3,000 個/cm³ を超えた。この浄化槽は消毒薬は設置されていたが、残留塩素が検出されなかった。その原因としては、NH₄-N 濃度が約 35mg/L と高いために、残留塩素が消費されやすい状況であったことや、循環水量が 11.9Q とかなり大きかったことから、空気配分バランスが崩れていたことなどが疑われたが、不明であった。

表 4 放流水の残留塩素と大腸菌群、大腸菌

No.	遊離 残留塩素	総 残留塩素	大腸菌群数 (デソ)	大腸菌 (XM-G)
	mg/L	mg/L	個/cm ³	個/cm ³
1	0.1	0.5	0	0
2	<0.05	0.1	46	0
3	2.0	>2.0	0	0
4	>2.0	>2.0	0	0
5	0.2	0.6	180	1
6	0.05	0.2	63	26
7	0.1	0.2	630	0
8	0.05	0.1	910	0
9	0.05	0.1	8	0
10	0.4	>2.0	1	0
11	<0.05	<0.05	12,000	3,200
12	0.5	>2.0	1	0
13	0.1	2.0	3	1
14	0.1	1.0	320	670
15	0.6	2.0	0	0

謝辞

本調査を実施するに当たり、富田林市下水道課、PFI 事業者藤野興業(株)の方々には、お忙しい中、調整および立ち会いのご協力を頂きました。また大阪大学医学部医学科の学生諸君には現地調査に協力を頂きました。ここに深謝申し上げます。

文献

- 1) 市村浩一郎：地方財政と下水道整備事業に関する質問主意書、平成 18 年 6 月 7 日提出、質問第 309 号
- 2) 遠藤誠作：地方公営企業の現状と課題～水道事業を中心に～、日経研月報、2013.9
- 3) 総務省自治財政局地域企業経営企画室：平成 15 年度決算における経費回収の状況について、今後の下水道財政のあり方に関する研究会報告書 16、平成 18 年 3 月
- 4) 平成 24 年度、平成 23 年度、平成 22 年度 7 条検査結果による型式別・人員比と BOD の関係、福島県浄化槽協会ホームページ (<http://www.f-jkjk.com/>) より

- 5) 処理形態別 BOD 一覧（浄化槽全体），公益社団法人岩手県浄化槽協会、岩手県浄化槽検査センターホームページ，
<http://iwjoso.sakura.ne.jp/gijutsu/11bod/itiran.html#syoribetu>
- 6) 平成 25 年度末における浄化槽の設置状況等について(お知らせ)，環境省ホームページ
<http://www.env.go.jp/press/100679.html>
- 7) 最近の排水基準等の動向について 大腸菌、下層 DO、透視度，公益社団法人日本下水道協会ホームページ，
<http://www.jswa.jp/haisuidoukou>
- 8) 吉田大貴，大向伸悟：11 条検査からみた新型浄化槽の性能評価，公益社団法人岩手県浄化槽協会、岩手県浄化槽検査センターホームページ，
<http://iwjoso.sakura.ne.jp/kenkyu/pdf/h24shingata.pdf>