

コンビニエンスストアに設置された浄化槽の実態調査に関する一考察

公益社団法人宮城県生活環境事業協会 浄化槽法定検査センター

○桃澤 健、古川 昇平、菊池 友文、久住 知裕

1. はじめに

汚水の集合処理施設が未整備の地域にあるコンビニエンスストアの多くは、個別排水処理である浄化槽の利点を活用し、排出される汚水を処理し、快適で衛生的な水洗トイレを一般客に開放している。しかし、コンビニエンスストアから排出される汚水は、おでん、揚げ物、シェーク等の汚濁負荷の高いファーストフードの販売に伴って高濃度化し、コンビニエンスストアに設置された浄化槽（以下、「コンビニ浄化槽」という）の放流水質は、浄化槽の放流水の技術上の基準 BOD20mg/L を満たさない場合が多いと指摘されている¹⁾。この状況は宮城県でも同様で、当検査センターの調査²⁾では、浄化槽の設計・施工上の運用指針（以下、「運用指針」という）の注意事項³⁾に留意し、従来の 2 倍の人員算定となる百貨店の算定（ $n=0.15A$ 、 n : 人員（人）、 A =延べ面積（ m^2 ））を適用したコンビニ浄化槽についても、依然として BOD20mg/L を超過している施設が多い結果となっている。このような現状を踏まえると、コンビニ浄化槽の調査が急務であると考えられるが、百貨店の算定を適用したコンビニ浄化槽の水質悪化に関する主な原因については十分な情報が得られていない。そこで、当検査センターでは、主に百貨店の算定を適用し、設置されたコンビニ浄化槽の処理機能を低下させる原因を明らかにするため、実態調査および放流水質について解析を行った。なお、百貨店の人員算定を適用したコンビニ浄化槽の人槽は、運用指針の改定が行われ、コンビニ浄化槽に関する注意事項が記載された 2002 年以降に宮城県に設置され始めた 25 人槽以上とした。

2. 宮城県の法定検査におけるコンビニ浄化槽の BOD 結果

宮城県に設置され、2005～2015 年度に法定検査を実施したコンビニ浄化槽の BOD 結果を表 1 に示す。コンビニ浄化槽放流水は、25 人槽未満、25 人槽以上共に BOD20mg/L 超過率が 70% を超え、BOD の平均も 50mg/L を超えており、コンビニ浄化槽の多くの施設で水質が悪化していることが分かった。また、コンビニエンスストアの系列を大きく A 系列～D 系列に分類し比較すると、A 系列が BOD 超過率、平均 BOD 共に比較的高く、他系列店舗にない A 系列店舗に特有な水質悪化原因が推察された。

表 1 コンビニ浄化槽の BOD 結果

種別	検査基数 (基)	BOD基準 超過基数 (基)	BOD超過率 (%)	BOD平均 (mg/L)
25人槽未満	769	587	76	64.6
25人槽以上	498	349	70	52.1
A系列	137	118	86	89.4
B系列	454	346	76	55.9
C系列	159	114	72	59.4
D系列	151	110	73	56.6

3. 調査方法

(1) 調査施設

調査は、宮城県内に設置されているコンビニ浄化槽 11 基について行った。施設の概要は、表-2 に示す。店舗 NO. のアルファベット部分は、表-1 と同様にコンビニエンスストアの系列を表した。

表-2 調査施設の概要

店舗NO.	市町村	処理対象人員	処理方式	調査期間(2016年)
A-1	仙台市	21人	分離接触ばっ気方式	1/6~1/14
A-2	仙台市	40人	分離嫌気ろ床担体流動方式	1/20~1/28
A-3	石巻市	21人	嫌気ろ床生物ろ過方式	2/2~2/10
B-1	仙台市	18人	嫌気ろ床生物ろ過方式	1/6~1/14
B-2	仙台市	21人	分離接触ばっ気方式	1/20
B-3	大崎市	35人	嫌気ろ床生物ろ過方式	2/17~2/25
B-4	大崎市	35人	嫌気ろ床生物ろ過方式	3/1~3/9
B-5	大崎市	35人	嫌気ろ床担体流動方式	3/1~3/9
B-6	大崎市	30人	嫌気ろ床担体流動方式	3/16~3/24
C-1	石巻市	25人	嫌気ろ床生物ろ過方式	2/2~2/10
D-1	大崎市	14人	分離接触ばっ気方式	3/16~3/24

(2) 調査内容

二次処理反応槽に濁度センサー（オプテックス株製 TC-500）を設置し、濁度の変化を 30 分毎に約 1 週間測定した（B-2 の濁度調査は実施できなかった）。また、量水器にデジタルカメラを設置し、インターバル撮影機能で使用水量の変化を 1 時間毎に約 1 週間記録した（A-3、B-1、B-2 の水量調査は実施できなかった）。聞き取り調査は、トイレトペーパーの消費量、廃油の処理方法、おでんや廃棄ジュース等の流入の有無について行った。水質分析項目は、調査初日に採水した浄化槽放流水について BOD、D-BOD、C-BOD、SS、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、Cl⁻ と、一次処理流出水について、BOD、D-BOD、SS、n-Hex（ノルマルヘキサン抽出物質）とした。

4. 調査結果と考察

(1) 濁度調査と水量調査結果

施設の濁度と使用水量の調査結果を 1 時間毎にまとめたデータを、図-1 と図-2 に示す。図-1 の店舗 A-2 は、毎日同時刻の 23:00~翌 0:00 に水道水を多く使用していた。また、日曜日の 23:00 を起点に濁度の値が上昇する傾向が認められ、この濁度の傾向は A 系列の調査施設 3 店舗とも同様に認められた。聞き取り調査から、水道使用が増加する時刻は、厨房の洗浄時間であることが分かった。また、A 系列店舗全てで、おでん汁、

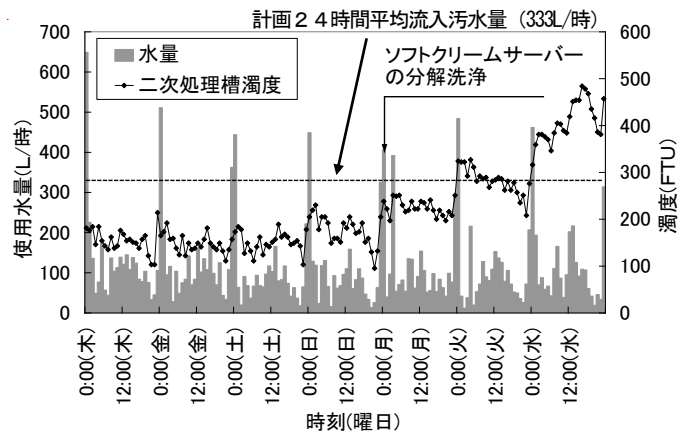


図-1 使用水量と濁度の経時変化（A-2）

牛乳、ジュースの廃棄はなく、廃油は業者が回収し適正に処理されていたが、毎週日曜日の 23:00 頃にソフトクリームサーバーを分解洗浄しており、サーバーに残ったソフトクリームを廃棄していた。このことが、濁度の上昇の原因であると考えられる。この結果から、法定検査で A 系列店舗の放流 BOD が他系列と比較して高い原因は、ソフトクリームの廃棄であると考えられた。店舗 A-2 の処理対象人員は 40 人槽であるが、40 人槽の規模の浄化槽でも処理が困難な状態であると考えられた。なお、このソフトクリームの汚濁負荷の実測値は、BOD 約 200,000mg/L、n-Hex 約 160,000mg/L であった。

B 系列店舗、C-1 店舗、D-1 店舗は、A 系列店舗に見られる濁度の上昇や、水道使用のパターンに大きな違いは認められなかった。代表として、図-2 に店舗 B-3 のデータを示す。

水道使用量は、午前6時頃から増加し始め、お昼ごろをピークに徐々に減少するというパターンが認められた。水道使用量は多くて約 250L/時で、計画 24 時間平均流入汚水量を超える水道使用量は認めなかった。また、週末等の特定の曜日に水道使用量が大きく増加していることはなかった。濁度の推移は、逆洗時刻に濁度が急上昇する施設があること以外に特徴的な違いは認められなかった。

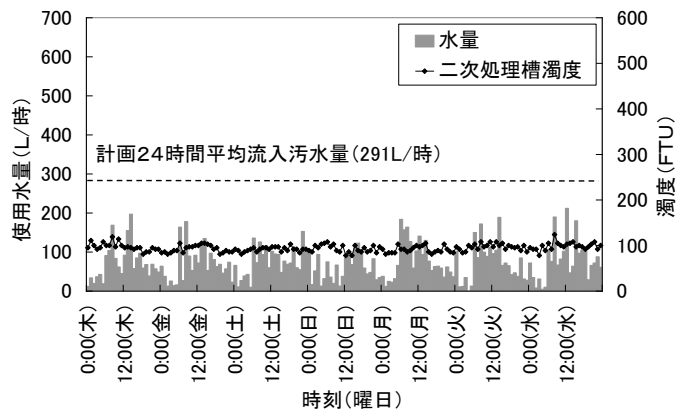


図-2 使用水量と濁度の経時変化 (B-3)

(2) トイレトペーパーの消費量から試算したし尿由来の SS 負荷量

調査施設のし尿に起因する流入 SS 負荷量を試算するために、実際に店舗に使用しているトイレトペーパーについて、1 m 当たりの乾燥重量とトイレトペーパーに含まれる SS の割合を測定し、乾燥重量 1.9g/m、SS 割合 97.5%を得た。そして、し尿に起因する SS 負荷量の約 40%⁴⁾ がトイレトペーパーと仮定し、次式で試算した。

表-3 トイレトペーパーの消費量から予想した流入 SS 負荷量

施設NO.	処理対象 人員(人)	トイレト ペーパー の消費量 (m/日)	予想流入 SS量 (g/日)	計画流入 SS量 (g/日)	予想流入 SS量 ÷ 計画SS量
A-1	21	371	1,720	672	256%
A-2	40	360	1,667	1,280	130%
A-3	21	223	1,032	672	154%
B-1	18	1,050	4,863	576	844%
B-2	21	1,029	4,764	672	709%
B-3	35	600	2,779	1,120	248%
B-4	35	260	1,204	1,120	108%
B-5	35	300	1,389	1,120	124%
B-6	30	450	2,084	960	217%
C-1	25	270	1,250	800	156%
D-1	14	129	595	448	133%

し尿に起因する予想 SS 負荷量 (g/日) = トイレトペーパー消費量 (m/日) × トイレトペーパー乾燥単位重量(1.9g/m) × トイレトペーパーSS 割合 (97.5%) ÷ 40%

なお、計画流入 SS 原単位は、流入水質の標準値 160mg/L⁵⁾ に水量 200L/人・日 を乗じた値の 32g/人・日とした。結果を表-3 に示す。25 人槽以上の浄化槽を含む調査施設全てで計画流入 SS 量を超える値となった。あくまで試算ではあるが、コンビニ浄化槽の SS 負荷量は非常に高く、このことが水質悪化の一因となっていると考えられた。

(3) 水質結果

調査施設の水質分析結果を、表-4に示す。調査施設の放流水平均 BOD は 83.2mg/L で、BOD20mg/L を大きく上回っていた。また、BOD20mg/L を下回った施設は 2 施設のみであった。D-BOD、C-BOD の値はばらつきが大きく、NH₄-N と Cl⁻の平均値は、みなし浄化槽に近い値³⁾であった。

一次処理流出水の n-Hex 値が高い傾向を示したのは、ソフトクリームを廃棄している A 系列 (A-1: 12.9mg/L、A-2: 50.4mg/L、A-3: 98.8mg/L) と廃棄ジュース、牛乳類を排出していた店舗 B-2 (77.5mg/L) であった。なお、全調査施設で、廃油は業者が回収し適正に処理されていた。

表-4 調査施設の水質分析結果

項目	平均 (mg/L)	標準偏差	四分位点(mg/L)					
			0%	25%	50%	75%	100%	
放流水質	BOD	83.2	77.5	15.0	27.5	52.0	108.5	270.0
	D-BOD	29.2	45.8	3.7	5.6	6.1	29.5	150.0
	C-BOD	59.1	51.7	11.0	19.0	50.0	73.0	170.0
	NH ₄ -N	72.8	38.2	14.9	46.0	80.8	103.9	119.1
	NO ₂ -N	2.3	1.0	1.3	1.6	2.3	3.0	3.4
	NO ₃ -N	19.0	19.1	3.0	3.6	15.4	30.8	42.3
	Cl ⁻	123.9	33.2	79.9	104.2	123.1	133.1	203.5
	SS	71.1	82.0	13.0	26.5	41.0	74.9	300.0
一次処理流出水	BOD	204.2	134.4	32.0	88.0	230.0	300.0	420.0
	D-BOD	150.5	113.8	14.0	55.5	170.0	210.0	380.0
	SS	101.1	60.1	25.0	50.0	96.0	155.5	176.7
	n-Hex	31.0	31.9	4.6	6.5	20.0	42.2	98.8

(4) 25 人槽以上の放流水質と回帰分析結果

百貨店の算定を適用し、設置されたコンビニ浄化槽 (25 人槽以上) の放流水質の特徴を把握するとともに、単回帰分析を行い放流水質の相関関係を解析した。解析を行うにあたり、データの信頼性を高めるため調査施設の水質データ (n=6) に、当検査センターで実施した二次検査のデータ (n=9) を加え n=15 とした。表-5に水質結果を、表-6に単回帰分析結果を示す。

表-5 調査施設と二次検査の水質分析結果 (25 人槽以上)

項目	平均 (mg/L)	標準偏差	四分位点(mg/L)				
			0%	25%	50%	75%	100%
BOD	47.9	42.1	11.0	20.5	30.0	59.0	170.0
D-BOD	8.2	10.1	2.5	4.5	5.7	6.9	44.0
C-BOD	38.3	43.6	7.8	12.0	23.0	41.5	170.0
NH ₄ -N	74.3	56.1	0.3	33.0	51.1	109.1	179.2
NO ₂ -N	1.4	3.2	N.D.	N.D.	0.1	1.1	12.5
NO ₃ -N	5.1	8.9	N.D.	N.D.	1.3	4.3	27.0
SS	59.5	80.4	10.5	13.5	32.0	64.0	323.1

表-5から BOD は、平均値 47.9mg/L、中央値 30mg/L と 20mg/L を超えているが、D-BOD は平均 8.2mg/L、中央値 5.7mg/L であった。平均 BOD に占める平均 D-BOD の割合は約 17% で、溶解性の有機物はほとんど除去され、平均 BOD の約 83% が SS 由来による BOD であった。また、NH₄-N の平均値はみなし浄化槽に近い値³⁾であった。

表-6 単回帰分析結果

項目	BOD	D-BOD	C-BOD	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	SS
BOD	1.00						
D-BOD	0.36	1.00					
C-BOD	0.98**	0.43	1.00				
NH ₄ -N	0.74**	0.42	0.73**	1.00			
NO ₂ -N	-0.13	0.03	-0.10	-0.16	1.00		
NO ₃ -N	-0.21	-0.14	-0.23	-0.31	-0.18	1.00	
SS	0.97**	0.25	0.98**	0.67**	-0.14	-0.21	1.00

*:P<0.05 **:P<0.01

表-6から BOD または C-BOD と NH₄-N、BOD または C-BOD と SS に高い正の相関関係が認められた。このことから、百貨店の算定式を適用し設置されたコンビニ浄化槽の水質悪化原因は、SS の流出であることが明らかとなった。また、NH₄-N と SS にも高い正の相関関係が認められることから、SS と NH₄-N の濃度が関係していることが分かった。

5. まとめ

本調査から以下の結果が得られた。

- (1) 法定検査結果で A 系列店舗の放流水平均 BOD が他系列と比較して高い原因は、ソフトクリーム
の廃棄であり、40 人槽の規模の浄化槽でも処理が困難な状態であると考えられた。
- (2) B 系列店舗、C-1 店舗、D-1 店舗の使用水量の変化は、午前 6 時頃から増加し始め、お昼ご
ろをピークに徐々に減少するというパターンが認められた。A 系列店舗に見られる濁度の上昇は
認められなかった。
- (3) トイレトペーパーの消費量からし尿に起因する流入 SS 負荷量を試算した結果、25 人槽以上の
浄化槽を含む全調査施設で計画流入 SS 量を超える値となった。コンビニ浄化槽の SS 負荷量は
非常に高く、このことが水質悪化の一因となっていると考えられた。
- (4) 百貨店の算定式を適用したと考えられる 25 人槽以上のコンビニ浄化槽の放流水質は、D-BOD が
低く、溶解性の有機物はほとんど除去されていることが分かった。平均放流 BOD の約 83% が
SS 由来による BOD であった。
- (5) 同様に 25 人槽以上の水質データについて単回帰分析を行った結果、BOD、C-BOD、NH₄-N、
SS に高い正の相関関係が認められた。このことから、水質悪化原因は SS の流出であることが
明らかとなった。また、NH₄-N と SS にも高い正の相関関係が認められることから、SS と NH₄-
N の濃度が関係していることが分かった。

6. おわりに

本調査から、百貨店の算定を適用した 25 人槽以上のコンビニ浄化槽の処理機能低下原因が、ソフト
クリーム排水の流入と、し尿に起因する高い流入 SS 負荷量であることが明らかになった。また、水質
悪化の原因は SS の流出で、SS と NH₄-N の濃度が関係していることが分かった。ソフトクリーム排水
の流入は A 系列店に特徴的なものであったが、し尿に起因する高い SS 負荷や、みなし浄化槽に近い残
存 NH₄-N と Cl⁻などを総合して考察すると、コンビニ浄化槽の処理機能低下の原因は、トイレの一般
開放によるものであると考えられる。

コンビニエンスストアは現在、社会インフラとして定着しつつあり、公共性の高い役割を担っている
部分も多い。特に、地方のコンビニエンスストアは公衆トイレの役割を果たしているといえるのではな
いだろうか。このような公共性を鑑みると、コンビニ浄化槽の清掃に関しては、汚泥堆積状況に応じた
適正な回数を実施するために、公的な機関が補助を出すなどの支援やトイレの有料化などの議論がなさ
れてもよいのではないかと考える。

最後に、本調査の実施に当たって、保守点検業者やコンビニエンスストア関係各位の皆様から多大な
ご協力を頂き、厚く御礼申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 小島博義ほか：コンビニエンスストア設置浄化槽の排水水質と処理性能 用水と廃水 Vol.53 No.6、55～62 (2011)
- 2) 古川昇平：コンビニエンスストアに設置された浄化槽の放流水質の状況について 第 27 回全国浄化槽技術研究集會要
旨集、63～67 (2013)
- 3) 浄化槽の設計・施工上の運用指針 2015 年版 日本建築行政会議 27 (2015)
- 4) 大野茂、小川雄比古、田所正晴：浄化槽の機能診断と対策 (公財)日本環境整備教育センター、163～183 (2001)
- 5) 浄化槽の性能評価方法 (追記・解説版) 一般社団法人日本建築センター、7～8 Ver.1.07 (2011/04/01)