

生物学的排水処理における生物相の検討（第3報）

Investigation of Organisms in Biological Treatment of Waste Water (Part III)

工場排水科 植野 裕

要 旨

土壌を利用した処理法による、3か所の生活排水処理施設について、礫に付着している生物膜や活性汚泥の生物相を調べ、水質測定結果と比較した。その結果、これらの施設の生物相から判断される処理状況は、水質測定結果から判断されるものと、ほぼ一致することがわかった。

1 はじめに

最近、土壌を利用した排水処理法が、特に生活系排水の処理法として、注目されている。土壌を利用した処理法の特徴は、ミミズやダニ等の比較的大形の生物が浄化に関与することであるが、原生動物等の顕微鏡で観察される微小な生物についても、他の生物処理とは異った出現傾向が見られると考えられる。そこで、土壌を利用した3か所の生活排水処理施設について、顕微鏡で観察される生物相を調べ、水質測定結果との比較を試みた。

なお、本調査は埼玉県環境部水質保全課による生活排水処理調査と並行して行ったものであり、同調査結果の水質分析結果の一部を本報告で利用した。

2 調査対象施設の概要

調査対象施設の概要を表1に、また、各処理施設のフローシートを図1に示す。

No 1 施設では、一般家庭及び学校のし尿浄化槽処理水と生活雑排水を、道路側溝を利用して、処理施設に導いている。処理施設は、コンクリート製の処理槽中に礫を充てんし、その上を土壌で被覆したもので、流入汚水は礫を浸漬して、自然流下する。この施設は、ポンプも曝気装置もない省エネルギー型である。

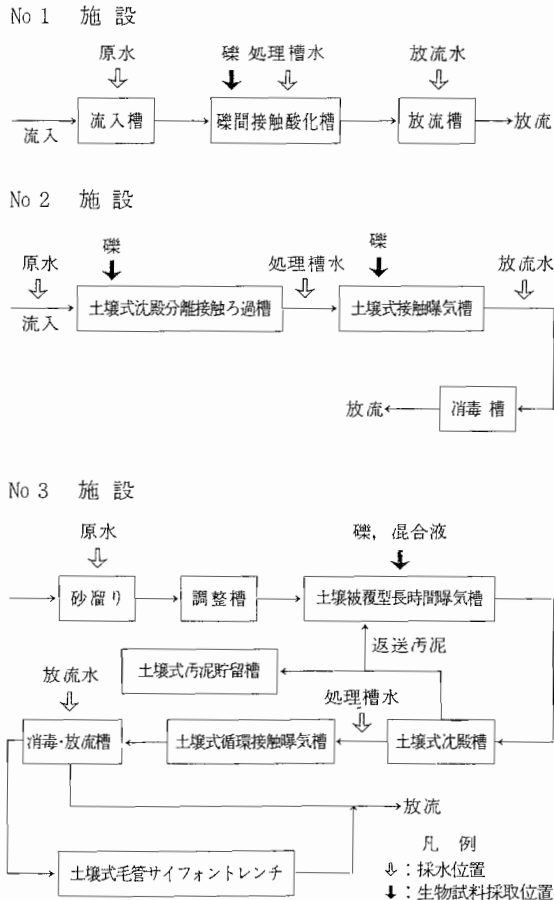
No 2 施設では、集合住宅の生活雑排水と、既設のし尿浄化槽の処理水をあわせて処理している。土壌式沈殿分離接触ろ過槽は、断面積1.1㎡、長さ10mの槽が3

槽、直列につながっている長水路型で、槽の底にプラスチックケースを置いて、沈殿汚泥が堆積する空隙を作り、その上に礫を積み、土壌で被覆している。土壌

表1 調査対象施設の概要

項目	処理施設		
	No 1 施設	No 2 施設	No 3 施設
処 理 人 口	1,725 人	128 人	100 人
所 在 地	本 庄 市	熊 谷 市	都 幾 川 村
処 理 対 象	家庭雑排水 +し尿処理水	家庭雑排水 +し尿処理水	家庭雑排水 +生し尿
処 理 方 式 と 槽 容 積 等	礫間接触 酸化法 (礫槽容積 210 m ³)	土壌式沈殿分離 接触ろ過法 (槽容積 33.1 m ³) 土壌式接触 曝気法 (槽容積 41.5 m ³)	土壌被覆型 長時間曝気法 (曝気槽容積 21 m ³) 土壌式循環 接触曝気法 (槽容積 29 m ³) 土壌式毛管 サイフォントレンチ (トレンチ距離 100 m)
計 画 汚 水 量	437 m ³ /日	40 m ³ /日	30 m ³ /日
計 画 放 流 水 質	BOD	29.3 mg/ℓ	165 mg/ℓ
	SS	24 mg/ℓ	250 mg/ℓ
計 画 流 入 水 質	BOD	7.3 mg/ℓ	60 mg/ℓ
	SS	3.6 mg/ℓ	20 mg/ℓ

図1 フローシート及び試料採取位置



式接触曝気槽は、断面積1 1m²、長さ8 mの槽を5槽、直列につないでおり、散気管を設置した上に礫を積み、土壌で被覆している。

No 3 施設では、集合住宅の生し尿と生活雑排水の合併処理を行っている。流入汚水は、土壌被覆型長時間曝気槽及び土壌式循環接触曝気槽で処理されたのち、処理水の約 $\frac{1}{6}$ はトレンチにより土壌還元され、他は放流される。土壌被覆型長時間曝気槽の構造は、建築基準法に基づく長時間曝気方式のし尿浄化槽の上部に礫槽を設け、その上を土壌で被覆したものであり、活性汚泥混合液の水面が、礫槽の下半分を浸漬するように設定してある。

3 調査方法

3・1 調査時期

第1回調査は、昭和57年9月28日から30日にかけて、

また、第2回調査は、58年2月7日から9日にかけて行った。

3・2 水質調査

採水位置は図1のフローシート上に白の矢印で示した。No 2 及びNo 3 施設の原水は、オートサンプラーにより午前6時から午後10時まで2時間ごとに計9回採水した。他のものについては、午前10時、午後1時、午後4時の計3回採水した。水質の測定方法については、概ねJIS・K0102に従った。

3・3 生物相調査

生物相の検鏡試験のための試料採取位置は図1のフローシート上に黒の矢印で示した。No 1 施設、及びNo 2 施設の各処理槽については、いずれも排水の流入口に近い部分の礫を採取した。No 3 施設については、長時間曝気槽の上部の礫と、比較のため同じ槽の活性汚泥混合液を採取した。礫の採取方法は、いずれの施設についても被覆土壌を掘り、上部の礫を取り除き、水に浸漬している部分から採取した。採取した礫は、実験室に持ち帰り、表面の生物膜をブラシでこすり落として、顕微鏡により観察した。活性汚泥混合液は、20 μ lをスライドに取り、生物の種類とその数量を調べた。

4 調査結果及び考察

4・1 No 1 施設について

生物相調査結果を表2に示す。第1回調査では、*Vorticella*、*Euglypha* 及び *Amoeba* が出現していることか

表2 No 1 施設の生物相

生物名	検体	第一回調査	第二回調査
(細菌類)			
<i>Zooglea</i>			+
<i>Beggiatoa</i>			+++
(原生動物)			
<i>Vorticella</i>		+	
<i>Euglypha</i>		+	
<i>Amoeba</i>		+	
<i>Arcella</i>			+
<i>Litonotus</i>			+
<i>Colpidium</i>			+
Flagellata		+++	++
(線虫類)			
<i>Nematoda</i>		+	+

注) 数量を+ (ごくわずか) から++++ (きわめて多い) までの5段階に分けて表示した。

ら、負荷がやや低く、処理状況は良好であるとみられる。第2回調査では、*Zooglea*の若いコロニー、*Beggiatoa*、*Colpidium*が出現していることから、この時

には、負荷がかなり高く、溶存酸素不足であるとみられる。水質測定結果を表3に示す。第1回調査では、原水の水質は計画流入水質を下まわり、放流水の水質

表3 No1施設の水質測定結果

項目	水質項目		水温 (°C)	透視度 (度)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)
	第1回	① 原水	範囲	19.2~19.3	30 <	7.1~7.3	4.2~4.8	16.8~19.0	11.6~15.4
平均							18.2	13.3	14
① 処理槽水		範囲	19.6~19.7	30 <	6.9~7.0	0.1~0.3	3.0~4.3	5.7~6.9	3~5
		平均					3.7	6.3	4
③ 放流水		範囲	18.5~19.0	30 <	6.7~6.9	0.1~0.2	2.5~3.4	4.7~5.7	<1~2
		平均					3.0	5.2	1
除去率						83.5(%)	60.9(%)	92.9(%)	
第2回	① 原水	範囲	7.5~8.5	2.8~18.8	7.4	8.8~9.4	43.0~186	20.8~185	19~462
		平均					105	85.3	183
	② 処理槽水	範囲	7.0~7.6	13~20.2	7.2~7.3	1.1~1.7	22.7~30.5	15.8~20.5	16~22
		平均					27.2	18.8	20
	③ 放流水	範囲	7.5~8.5	19~30 <	7.2~7.3	0.7~1.1	34.0~36.0	22.0~23.2	9~11
		平均					34.9	22.5	10
除去率						66.8(%)	73.6(%)	94.5(%)	

注、平均は、すべて3検体の単純平均値である。除去率は①原水と、③放流水の平均値から算出した。

$$\frac{①-③}{①} \times 100 = \text{除去率} (\%)$$

も計画放流水質を満足している。第2回調査では、原水の水質は計画流入水質を大きく超えており、放流水の水質もBODが計画放流水質の約5倍と非常に悪い。

BOD除去率も、第1回調査の83.5%に対し、第2回調査では66.8%と悪くなっている。以上、生物相からの処理状況の判断と、水質測定結果は一致する。

表4 No2施設の生物相

検体 生物名	土壌式沈殿分離接触ろ過槽		土壌式接触曝気槽	
	第一回調査	第二回調査	第一回調査	第二回調査
(細菌類)				
<i>Sphaerotilus</i>	+		+	
<i>Beggiatoa</i>		++		
Spiral bacteria (原生動物)	+			
<i>Vorticella</i>	+			
<i>Epistylis</i>		+		
<i>Euglypha</i>	++			
<i>Amoeba</i>		+		
<i>Colpidium</i>		+		
<i>Pleuromonas</i>				++
Flagellata (輪虫類)		++		
<i>Rotaria</i>				+
(線虫類)				
<i>Nematoda</i>				++
(真菌類)				
Fungi	+	+	+	++

注) 数量を+(こくわずか)から+++++(きわめて多い)までの5段階に分けて表示した。

4・2 No2施設について

生物相調査結果を表4に示す。土壌式沈殿分離接触ろ過槽の第1回及び第2回調査の生物相を比較すると、2度の調査に共通する生物種はFungiのみである。第1回調査では、*Euglypha*が多いことから負荷はやや低く、第2回調査では、*Beggiatoa*が多いことから負荷は高いとみられる。この処理槽では、沈殿分離だけではなく、生物による浄化をかなり受けているとみられる。土壌式接触曝気槽の生物相は、第1回調査では*Sphaerotilus*及びFungiがわずかに出現しているのみで、この時は負荷がきわめて低いとみられる。第2回調査では*Pleuromonas*、*Rotaria*が出現していることから、第1回調査時より負荷量が増加しているものの、依然として負荷は低く、処理能力には十分余裕があるとみられる。水質測定結果を表5に示す。第1回調査では、原水の水質はBODが計画流入水質の約2%となっている。処理槽水(土壌式沈殿分離接触ろ過槽からの流出水)の水質は、BODが原水の40%程度除去されており、溶存酸素はほとんど残っていない。放流水のBODはきわめて低く、計画放流水質をはるかに下まわっている。土壌式接触曝気槽では、曝気により浄化

表5 No2施設の水質測定結果

項目		水質項目	水温 (℃)	透視度 (度)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)
第一回	① 原水	範囲	22.5~23.0	11.5~11.8	7.1~7.4	2.8	38.9~168	19.1~53.4	10~48
		平均					105	32	33
	② 処理槽水	範囲	22.0~22.8	12.2~17.0	7.0	0~0.05	62.8~69.1	35.7~39.2	8~16
		平均					65.4	37.3	12
	③ 放流水	範囲	22.0~23.5	30<	7.3~7.4	0.8~1.0	2.7~4.4	6.5~8.4	<1~7
平均						3.8	7.4	2	
		除去率				96.4(%)	76.9(%)	93.9(%)	
第二回	① 原水	範囲	7.0~11.8	4.1~13.0	7.1~8.7	4.5~7.2	102~356	36.1~176	22~124
		平均					211	88.9	67
	② 処理槽水	範囲	11.3~12.0	8.9~10.0	7.1~7.2	0.5~0.8	96.8~109	59.1~62.7	21~26
		平均					103	60.6	23
	③ 放流水	範囲	10.8~11.4	30<	7.4~7.5	1.2~1.5	2.9~3.4	9.9~10.0	<1~2
平均						3.2	9.9	1	
		除去率				98.5(%)	88.9(%)	98.5(%)	

注、平均は、①原水については9検体、②処理槽水、③放流水については3検体の単純平均値である。除去率は原水と放流水の平均値から算出した。

$$\frac{\text{①}-\text{③}}{\text{①}} \times 100 = \text{除去率}(\%)$$

か完全に進行したといえる。第2回調査では、原水の水質はBODが第1回と比べて約2倍となっており、計画流入水質を超えている。処理槽水の水質は、BODが原水の50%程度除去されている。放流水のBODは第1回調査とほぼ同程度で、BOD除去率はきわめて良い。

表6 No3施設の生物相

生物名	検体		礫	
	第一回調査	第二回調査	第一回調査	第二回調査
(細菌類)				
Beggiatoa (原生動物)				+
Vorticella	380	2700		+++
Epistylis		50		
Aspidisca		1500		+
Euglypha			+++	+++
Arcella			+	
Amoeba	100	300	+	+
Paramecium	50			
Ciliata	150		+	+
Peranema	50			
Flagellata (輪虫類)	18900			++
Lecane		50		
Rotaria	100	50		
Monostyla (線虫類)			+	
Nematoda			+	+

注) 数量を+(ごくわずか)から+++++(きわめて多い)までの5段階に分けて表示した。

この施設についても、生物相からの処理状況の判断と、水質測定結果は一致する。

4・3 No.3施設について

生物相調査結果を表6に示す。土壌被覆型長時間曝気槽の活性汚泥混合液の生物相を見ると、Vorticella, Rotaria, Amoeba が第1回及び第2回調査に共通して出現している。これらの生物相から判断すると、2度の調査時にはいずれも負荷はやや低く、処理状況は良好とみられる。また、第1回調査にはParamecium, 下等な繊毛虫類(Ciliata), 鞭毛虫類(Flagellata) が出現しているのに対し、第2回調査においては、Vorticella の数が増加し、Aspidiscaも多数出現していることから、第2回の方がより安定で良好な処理状況にあるとみられる。曝気槽上部の礫の生物相と、活性汚泥混合液の生物相を比較すると、第1回調査においてはあまり共通性がないが、第2回調査においては、Vorticella が共通して多く出現している。Euglypha は、第1回及び第2回調査で共に、礫にのみ出現している。Euglypha は負荷の低い時に多く出現する種類であり、礫表面は活性汚泥混合液中よりも、負荷量的にやや低い状態になっているとみられる。第2回調査で、礫にBeggiatoa が出現しているか、生物膜が発達して厚くなると内部は嫌気性となるので、負荷がそれほど高くないと、出現することもある。水質測定結果を表7に示す。第1回調査では、原水のBODの平均値は188mg/lであるが、1回目に採水した検体(午前6時採

表7 No3施設の水質測定結果

項目		水質項目	水温 (℃)	透視度 (度)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)
第 一 回	① 原水	範囲	20.7~21.5	7.0~17.6	6.8~7.0	3.4~5.9	42.1~929	23~347	26~950
		平均					188	77.8	191
	② 処理槽水	範囲	21.4~21.7	17~30<	7.2~7.3	1.8~3.8	12.1~32.8	12.3~22.9	9~44
		平均					19.2	16.3	21
	③ 放流水	範囲	21.0~21.6	30<	6.9~7.4	2.3~8.7	1.7~2.5	4.6~6.1	<1~1
		平均					2.0	5.1	<1
		除去率				98.9(%)	93.4(%)	99.5(%)	
第 二 回	① 原水	範囲	9.0~10.9	6.0~15	7.1~8.5	7.0~9.0	70.6~165	40.6~91.4	17~78
		平均					107	55.1	38
	② 処理槽水	範囲	10.5~11.2	10.2~12.5	6.6~6.8	1.3~1.6	28.9~32.9	25.1~26.0	24~30
		平均					30.4	25.7	28
	③ 放流水	範囲	10.9~11.2	17~30<	7.2~7.4	10.6~11.6	2.4~9.0	7.9~14.0	5~24
		平均					6.0	11.5	18
		除去率				94.4(%)	79.1(%)	52.6(%)	

注、平均は、①原水については9検体、②処理槽水、③放流水については3検体の単純平均値である。除去率は原水と放流水の平均値から算出した。

$$\frac{\text{①}-\text{③}}{\text{①}} \times 100 = \text{除去率}(\%)$$

水)のBODが927mg/l、SSも950mg/lと異常に高い。

この時は調整槽の水位が低下して、水面のスカムを採取した可能性がある。参考として、この検体を除いてBODの平均値を求めると、96.1mg/lとなる。この値は第2回調査の原水のBOD平均値に近く、計画流入水質の約1/2である。放流水の水質は、第1回、第2回調査とも計画流入水質を下まわり、良好な処理が行なわれている。処理槽水(土壌被覆型長時間曝気処理後)の水質は、生物相からみた判断とは異なり、第1回調査の方が第2回調査よりやや良いか、それほど差はないといえる。第1回調査時は、良好な処理状況にあったか、それ以前に処理状況の悪い時期があって、そこから回復した時期にあたるため、下第な繊毛虫類等が観察されたものと思われる。

5 まとめ

土壌を利用した生活排水処理法において、原生動物等の顕微鏡で判別できる生物相を調べ、その時の処理状況と比較した。その結果、土壌を利用した処理法についても、活性汚泥法等における一般的な判断基準(1~2)

により、生物相から処理状況を判断できることがわかった。しかしながら、今回調査したような施設においては礫の採取にはかなりの労力を要する。このような施設では、維持管理のための検鏡試験が容易に行えるように、施設の設計段階で工夫がなされることか望まれる。

なお、他の方式の生物処理と比べて、被覆土壌の影響による原生動物等の種類の増加傾向はとくに認められなかった。

文 献

- 1) 須藤 隆一：廃水処理の生物学，産業用水調査会
- 2) 千種 薫：活性汚泥の生物相，西原環境衛生研究所
- 3) 植野 裕：生物学的排水処理における生物相の検討(第1報)，埼玉県公害センター年報，〔8〕，26(1981)
- 4) 植野 裕：生物学的排水処理における生物相の検討(第2報)，埼玉県公害センター年報，〔8〕，71(1982)