

(資料)

## 生物学的排水処理における生物相の検討 (第2報)

### Investigation of Organisms in Biological Treatment of Waste Water (Part 2)

植野 裕

#### 1 はじめに

生物学的排水処理における活性汚泥や生物膜の生物相と、処理効率等の運転状況との関係について、昭和55年度から検討を始めた。前年度は、小中学校の合併処理浄化槽(長時間曝気法)について調査し報告したが、本年度は回転板法による実処理施設について調査を行い、生物相の観察により処理施設の維持管理を行う上で、若干の知見を得たので報告する。

#### 2 調査対象処理施設と調査時期

調査対象施設は、5工場の回転板処理施設各1施設である。対象工場とその処理施設の概要を表1に示す。

調査は年4回(夏、秋、冬、春)行った。ただし、E工

場については1回行った。

#### 3 現場における調査内容

現場においては水温と溶存酸素の測定、生物膜の採取及び採水を行った。採水、採取及び測定箇所を図1に示す。A、B、C、Dの4工場では、沈殿槽からの流出水を処理後としたが、E工場では、回転板装置からの流出水を処理後とした。

#### 4 生物膜の検鏡と水質分析の方法

生物膜は2000~3000 ppmの濃度となるよう水を加えて攪拌し、できるだけ均一に分散させた。この生物膜の懸濁液より、マイクロピペットを用いて、20 μlをスライドグラスに取り、顕微鏡で生物の種類とその数量を調べ

表1 対象工場とその処理施設の概要

工場	業種	排水の種類	処理水量 (m <sup>3</sup> /H)	排水処理フロー	栄養添加の有無	回転板 表面積 (m <sup>2</sup> )	回転板の 材質と形状
A	印刷	有機溶剤を含む	20~54	接触酸化→回転板	有	2820	ポリエチレン 波板
B	豆腐等製造	豆腐さらし工程	250前後	回転板→砂ろ過	無	3100	ポリ塩化ビニル 波板
C	飼料製造	動物油脂を含む	50前後	加圧浮上→回転板	無	1627	発泡スチロール 平板
D	家具製造	合板接着剤を含む	55前後	回転板→急速ろ過	無	5000	ポリ塩化ビニル 波板
E	自動車製造	塗装工程	600前後	加圧浮上→回転板→活性汚泥	無	5096	— 波板

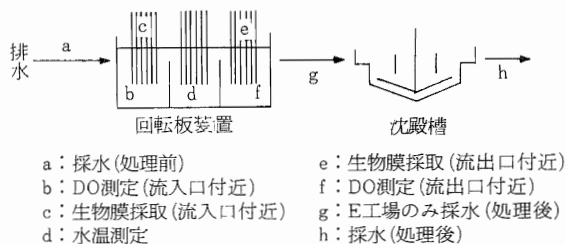


図1 採水、採取及び測定箇所

た。一方、遠心分離法(下水試験法6.5.1)により生物膜の懸濁液の固形物濃度を測定し、1 mg乾燥生物膜あたりの数量として求めた。

処理前後の水については、pH、BOD、SS、CODを分析した。CODの分析は簡易法で、5分間直火加熱による過マンガン酸カリウム消費量とした。他の項目の分析はJIS K0102 工場排水試験方法に準拠した。

表2 A工場の水質分析結果等

	調査月日	水温 (℃)	溶存酸素 (mg/l)	pH	SS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	BOD 除去率 (%)	COD 除去率 (%)	BOD 負荷 (g/m <sup>2</sup> ・日)
第1回	7・8	28.0	3.8 7.4	9.0 8.1	11 10以下	53.2 17.2	17.6 3.9	68	78	0.4
第2回	11・11	15.0	3.4 5.5	7.8 7.6	446 65	1340 372	104 24	72	77	12.4
第3回	2・1	8.5	7.3 10.0	6.6 5.5	133 23	782 55.8	74 22	93	70	11.1
第4回	3・26	12.0	7.2 9.2	7.4 7.4	75 13	714 7.0	88 10	99	89	13.7

注. 溶存酸素については、上段は回転板水槽の流入口付近、下段は流出口付近の値である。  
pH, SS, BOD, CODについては上段は処理前、下段は処理後の値である。

## 5 結果と考察

### 5・1 A工場

A工場は壁紙等の建材関係の印刷を行っている。排水は接触酸化装置で第一段階の処理をされたあと直接、回転板装置に導かれている。この間に沈殿槽がないことによって、処理前の水（回転板装置流入水）は、接触酸化槽からの剥離汚泥で懸濁している。回転板に付着している生物膜の外見は、この汚泥がそのまま付着したように見え、黒く、下水処理の活性汚泥に近い感じがする。水質分析結果を表2に示す。第1回調査時のBOD負荷が低いが、この時は生産工程が本格的に稼動していなかったため、第2回以降は、BOD負荷は比較的安定している。回転板付着生物膜の検鏡結果を表3に示す。生物の種類は、比較的多い。

第1回調査時には、BOD負荷はきわめて低く、BOD除去率は悪いが、処理水のBOD濃度は比較的低い。この時の生物相には輪虫類が多く見られる。第2回調査時には、BOD負荷が高く、処理水のBODも高く、除去率は悪い。生物相には、Zoogleaのはっきりした樹状のコロニーが見られ、繊毛虫類も多くなっている。第3回及び第4回調査時には、BOD除去率が良くなっている。生物相はあまり特徴がなく、活性汚泥法で、処理状況の良い時に多く出現するといわれている高等な繊毛虫類は、かえって減少している。

### 5・2 B工場

B工場は豆腐等の製造を行っている。排水は2系統に分けている。そのうち、豆腐さらし工程からの排水は比較的BODが低く、これを回転板装置により処理している。回転板に付着している生物膜は、外側はやや黄色味

表3 A工場の回転板生物相

生物の種類	属名	数 量 (個体数/mg生物膜)			
		第1回	第2回	第3回	第4回
動物性繊毛虫類		1000以下 1000以下	3000 7000	51000 47000	15000 6000
繊毛虫類(高等)	Vorticella	100以下 100以下	1200 650	100以下 100以下	100以下 100以下
繊毛虫類(下等)	Lionotus 他	100以下 200	850 850	100以下 100以下	850 950
アメーハ類	Vahlkampia	100以下 100以下	100以下 150	150 350	100以下 400
有殻アメーハ類	Euglypha Arcella	100以下 100以下	100以下 100以下	100以下 100以下	100以下 100以下
輪虫類	Rotaria	800 300	150 100以下		
線虫類		150 100以下	200 250	100以下 100以下	100以下 100以下
真菌類				+	+
Zoogleaの若いコロニー			+	+	

注. 上段は回転板水槽の流入口付近、下段は流出口付近の値である。  
数えられない生物は+（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。

を帯びた寒天状で、内部は黒ずんでおり、付着生物膜の量は多い。水質分析結果を表4に示す。BOD負荷は4回の調査にわたって、比較的低位で安定しており、処理水質は良く、今回調査した工場のなかでは、最も良好な処理が行われている。回転板付着生物膜の検鏡結果を表5に示す。生物相は種類、数量とも豊富で、特に真菌類、硫黄細菌、糸状細菌といった糸状の生物が多く出現しているのが特徴である。硫黄細菌の存在は、生物膜の内部が嫌気状態にあることを示している。硫黄細菌が観察されたのは、この工場だけであった。また、輪虫類は常に観察されているが、処理水のBODが特に低い第4回調査時には、輪虫類の数が増加している。

### 5・3 C工場

C工場は牛や豚の脂身や骨を加工して、粉末状の飼料を製造している。排水は、加圧浮上装置により第一段階

表4 B工場の水質分析結果等

	調査月日	水温 (°C)	溶存酸素		pH	SS (mg/ℓ)	BOD (mg/ℓ)	COD (mg/ℓ)	BOD 除去率 (%)	COD 除去率 (%)	BOD 負荷 (g/m <sup>2</sup> ・日)
			上段	下段							
第1回	7・14	22.5	4.2 6.6	7.0 7.6	20 10以下	81.1 9.3	44 3.9	89	91	6.5	
第2回	11・2	17.0	4.1 6.1	7.3 7.6	15 10以下	76.1 10.9	76 10.4	86	86	6.1	
第3回	2・2	14.5	6.4 7.4	7.3 7.4	17 10以下	81.4 11.1	76 10.4	86	86	6.6	
第4回	3・23	19.0	5.4 7.3	7.4 7.4	21 10以下	86.5 6.0	56 7.2	93	87	7.0	

注. 溶存酸素については上段は回転板水槽の流入口付近、下段は流出口付近の値である。

pH, SS, BOD, CODについては上段は処理前、下段は処理後の値である。

表5 B工場の回転板生物相

生物の種類	属名	数 量 (個体数/mg生物膜)			
		第1回	第2回	第3回	第4回
動物性鞭毛虫類		2500	41000	175000	120000
		7800	1000以下	4000	18000
繊毛虫類(高等)	Vorticella	1600	5300	2400	350
	Epistylis	100以下	450	1600	2800
繊毛虫類(下等)	Chilodonella	350	100以下	1100	500
	他	100以下	150	300	500
アメーハ類		100以下	500	100以下	100以下
		100以下	250	800	600
輪虫類	Rotaria	100以下	100以下	100以下	650
	Philodina	500	100以下	150	1300
線虫類		300	150	150	300
		1200	600	300	400
貧毛類	Aeolosoma		150	100以下	100以下
	Nais		100以下	100以下	100以下
真菌類		+	+	++	+
		+	+++	+++	+
硫黄細菌	Beggiatoa	++	+	+++	+++
		+++	+	+	+
糸状細菌	Sphaerotilus	+++	+++	++	+
		++++	+	+	+++

注 上段は回転板水槽の流入口付近、下段は流出口付近の値である。

数えられない生物は+ (こくわずか) から +++ (きわめて多い) までの5段階に分けて表した。

表6 C工場の水質分析結果等

	調査月日	水温 (°C)	溶存酸素		pH	SS (mg/ℓ)	BOD (mg/ℓ)	COD (mg/ℓ)	BOD 除去率 (%)	COD 除去率 (%)	BOD 負荷 (g/m <sup>2</sup> ・日)
			上段	下段							
第1回	7・15	30.0	2.0 5.7	8.4 8.5	292 21	600 26.9	111 19	96	83	18.4	
第2回	11・9	10.5	8.0 8.7	8.1 7.8	82 14	549 353	55 13	36	76	16.9	
第3回	2・3	7.0	9.3 10.4	8.0 8.5	183 13	258 19.4	61 8.8	92	86	7.9	
第4回	3・24	18.5	5.3 7.0	8.3 8.1	123 12	134 8.2	72 18	94	75	4.1	

注. 溶存酸素については上段は回転板水槽の流入口付近、下段は流出口付近の値である。

pH, SS, BOD, CODについては上段は処理前、下段は処理後の値である。

の処理をしたのち、回転板装置に導かれる。回転板に付着している生物膜は黄色く、細かい粒があり、ぬかみそに似た感触があり、付着生物膜の量は多い。

水質分析結果を表6に示す。BOD負荷は、第1回及び第2回調査時は比較的高く、第3回及び第4回調査時は低い。第2回調査時にはBOD除去率が極端に低下して、処理水質が悪くなっている。

回転板付着生物膜の検鏡結果を表7に示す。生物相は種類、数量とも少ない。処理状況の悪化した、第2回調査時の生物相は、他の調査時と特に変わった点はない。

#### 5・4 D工場

D工場は家具を製造しており、合板接着工程からの排水と、食堂雑排水及び浄化槽処理水を合わせて、回転板装置により処理している。回転板に付着している生物膜は、うす茶色の泥状で、付着量は少ない。

水質分析結果を表8に示す。BOD負荷は、第1回及び第2回調査時はかなり高く、第3回調査時は低く、第4回調査時にはさらに低く、変動が大きい。BOD除去率は

表7 C工場の回転板生物相

生物の種類	属名	数量 (個体数/mg生物膜)			
		第1回	第2回	第3回	第4回
動物性鞭毛虫類		1000以下	1000以下	1000以下	1000以下
繊毛虫類(高等)	Vorticella		100以下	100以下	100以下
繊毛虫類(下等)			100以下	100以下	400
線虫類		300	150	100以下	100以下
		250	100以下	100以下	100以下
真菌類		++	+	+	+
		+	+	+	+
糸状細菌 Sphaerotilus					+
					+

注: 1段は回転板水槽の流入口付近、下段は流出口付近の値である。  
 数えられない生物は+(こくわずか)から####(きわめて多い)までの5段階に分けて表した。

表8 D工場の水質分析結果等

調査月日	水温 (°C)	溶存酸素 (mg/l)	pH	SS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	BOD除去率 (%)	COD除去率 (%)	BOD負荷 (g/m <sup>2</sup> ・日)
第1回 7・16	27.0	2.5 2.5	6.6 6.9	9030 32	3500 17.4	2080 165	99.5	92	38.5
第2回 11・6	15.5	4.1 3.6	5.8 4.9	1990 37	2130 44.0	690 208	98	70	23.4
第3回 2・4	8.0	11.0 11.8	7.7 6.7	711 35	501 19.9	530 126	96	76	5.5
第4回 3・29	12.5	8.2 9.4	7.7 7.8	52 18	57.2 7.9	63 20	86	68	0.6

注: 溶存酸素については上段は回転板水槽の流入口付近、下段は流出口付近の値である。  
 pH, SS, BOD, CODについては上段は処理前、下段は処理後の値である。

表9 D工場の回転板生物相

生物の種類	属名	数量 (個体数/mg生物膜)			
		第1回	第2回	第3回	第4回
動物性鞭毛虫類		1000以下	27000	13000	7500
		1000以下	27000	7000	6500
繊毛虫類(高等)	Vorticella		200	950	650
			200	250	300
繊毛虫類(下等)	Chilodonella 他		250	100以下	100以下
			100以下	100以下	100以下
有殻アメーバ類	Euglypha	100以下	100以下	300	100以下
		100以下	200	100以下	100以下
輪虫類	Rotaria	100以下	100以下	150	250
		100以下	100以下	250	150
真菌類					+
					+

注: 上段は回転板水槽の流入口付近、下段は流出口付近の値である。  
 数えられない生物は+(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。

表10 E工場の水質分析結果等

調査月日	水温 (°C)	溶存酸素 (mg/l)	pH	SS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	BOD除去率 (%)	COD除去率 (%)	BOD負荷 (g/m <sup>2</sup> ・日)
7・9	26.5	1.7 3.5	7.4 7.0	43 212	540 360	153 180	33	-	63.6

注: 溶存酸素については上段は回転板水槽の流入口付近、下段は流出口付近の値である。  
 pH, SS, BOD, CODについては上段は処理前、下段は処理後の値である。

良い。

回転板付着生物膜の検鏡結果を表9に示す。生物相は、第1回調査時には種類、数量ともきわめて少ないが、第2回調査以降はいずれも増加している。特に、BOD負荷が低くなった、第3回及び第4回調査時には、輪虫類が増加している。

5・5 E工場

E工場は、自動車の車体の塗装工程からの排水を、加圧浮上装置により第一段の処理を行い、次に回転板装置により第二段の処理を行い、最後に活性汚泥法で処理している。回転板装置と、活性汚泥の曝気槽との間には、沈殿槽がないので、処理水として、回転板水槽からの流出水を採用した。また、第1回調査のあと、回転板装置

の使用をやめたため、1回だけの調査となった。回転板に付着している生物膜は水わた状で、付着量は多い。

水質分析結果を表10に示す。BOD負荷はきわめて高い。処理後の水のSSとCODの値が、処理前の水の値よりも高いが、これは回転板から剥離した生物膜が流出しているためと思われる。

E工場の回転板付着生物膜の検鏡結果を表11に示す。生物相は種類としては少ないが、動物性鞭毛虫類、糸状細菌、Zoogleaの若いコロニーが多く観察される。

6 まとめ

5工場の回転板装置による処理状況と、付着生物膜の生物相を調査した結果、次のことが明らかになった。

まず、工場によって生物種の出現傾向に、大きな違いがある。この原因としては、業種が異なるため排水の性状が異なることと、前処理の違いによる影響が考えられる。このように、BOD負荷等の処理条件以外の要因で、生物相が異なってくるため、生物相によって処理状況を

表11 E工場の回転板生物相

生物の種類	属名	数量(個体数/mg生物膜)	
		入口	出口
動物性鞭毛虫類		110000	39000
繊毛虫類(高等)	Epistylis	150	300
線虫類		100以下	200
糸状細菌	Sphaerotilus	++	++
Zoogleaの若いコロニー		+++	++

注. 数えられない生物は+(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。

判断する際に、常に用いることのできる判定基準は少ない。特にC工場におけるように、生物相がいつもきわめて貧弱で、得られる情報が少ない場合には、生物相から処理状況を判断することは難しい。

しかしながら、ある程度の範囲に適用できる指標として考えられるものは、次の2種である。

(1) 輪虫類

これはA工場、B工場、D工場で観察されたが、いずれも負荷が低く、処理水質の良い時に出現したり、数量の増加が見られた。

(2) Zoogleaの若いコロニー

これはA工場とE工場で観察されたが、いずれも負荷が高く、処理水質の悪い時に出現している。

生物膜の検鏡を、実際に排水管理に応用する時には、それぞれの処理施設のふだんの生物相のデータを持っていれば、よりの確な判断が下せられると思われる。

### 文 献

- (1)内田享“動物系統分類学”中山書店
- (2)須藤隆一“廃水処理の生物学”産業用水調査会
- (3)千種薫“活性汚泥の生物相”西原環境衛生研究所
- (4)埼玉県公害センター年報：第8号(1981)