

II-404 接触ばっ気法による生物膜の成長特性

広島大学大学院 学生員 橋本 邦彦
 広島市役所 熊野 光司
 広島大学工学部 正員 寺西 靖治

1.はじめに 生物膜を用いた汚水処理では、微生物の付着から定常期に至る過程において、基質利用特性など浄化に関与する因子が変化する。本研究では、接触ばっ気法による汚水の浄化実験を行い、生物膜の成長と処理水質などについて2,3の考察を行ったものである。

2.実験装置と方法 本実験に用いた装置は図-1に示すように、5ケの接触酸化槽を直列に連結したものの（各槽を流下に従ってⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ槽と呼ぶ）で、装置の主要部は温度が $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の恒温室に設置した。

接触酸化槽の詳細は図-2に示すとおりで、1槽当たり12.5ℓの容量である。供給した汚水はデキストリン、ペプトン等を主体にした人工下水で、水質の概略値は表-1に示すとおりである。実験装置の運転条件は、流量6.25ℓ/hr、BOD面積負荷 $5.9\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 、平均滞留時間10hr（2hr×5槽）、水量面積負荷 $0.12\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 、ばっ気量 $1.5\text{Nm}^3/\text{m}^3 \cdot \text{hr}$ である。なお運転期間中、槽内のDOはいずれも6mg/ℓ程度以上であった。運転開始時と開始後11日および38日の計3回、植種を行った。植種液は活性汚泥と生活排水の排水路3ヶ所に付着した生物膜を混合し、SSが約5000mg/ℓとしたものを各槽に500mlずつ注入した。採水は下流側の槽から順次行い、BOD、CODおよびT-Nは沈澱上澄液を、TOC、 $\text{NH}_4\text{-N}$ および $\text{NO}_x\text{-N}$ はろ液（GFP1μm）をそれぞれ分析した。また生物膜は、接触板からはぎ取り、ホモジナイザーで分散処理を行ったのちに分析した。膜厚は、前半の2回を血球計算盤と顕微鏡で、後半の2回をメスシリンダー内に24hr静置し、沈澱量を測ることでそれぞれ行った。膜量はSSの分析方法により測定した。

3.結果および考察 (a)生物膜の成長 運転開始後2週間程度の間、Ⅰ～Ⅲ槽において糸状性微生物の異常増殖と思われる状態が続いたが、その後原生動物等の増加に伴い生物膜はほぼ順調に成長した。各槽の膜厚と膜量の変化を図-3,4に示す。膜厚、膜量ともかなりバラツキがあるが、Ⅰ、ⅡおよびⅣ槽についてみれば、2～3ヶ月ではほぼ定常値に近づいたものと思われる。生物膜の化学組成の分析結果を図-5～7に示す。P含量を除けば、膜厚、膜量とはほぼ同様の結果となっていた。また運転期間を通じてC,N,Pの比率はC:N:P=30:6:1でほぼ一定であった。運転開始後7日、28日、91日の3回、生物膜の顕微鏡観察（400倍）を行った。91日目の生物相を表-2に示す。原生動物や後生動物を主体とする生物相についてみれば、運転日数の経過に伴い各槽とも相が多様化した。個体数は必ずしも増加の傾向を示さなかった。とくに28日目以降繊毛虫類と後生動物が増加したのが特徴的で、91日目においては相の構成が安定期に入ったものと判断された。

(b)処理水質 CODの相対濃度と各態Nの割合の変

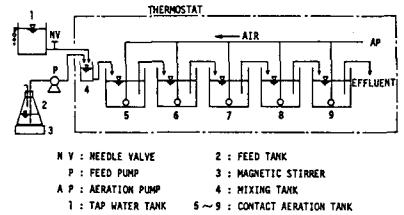


図-1 実験装置の概要

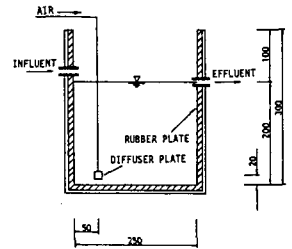


図-2 接触酸化槽の詳細

表-1 人工下水の水質

Parameter	mg/l
BOD	50
COD	20
TOC	27
T-N	6.5
$\text{NH}_4\text{-N}$	0.8
$\text{NO}_2\text{-N}$ + $\text{NO}_3\text{-N}$	1.4
T-P	1.7
$\text{PO}_4\text{-P}$	1.1
pH	6.9～7.2

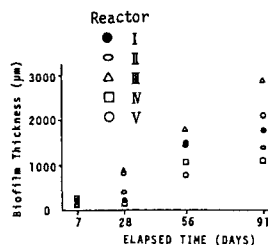


図-3 生物膜厚

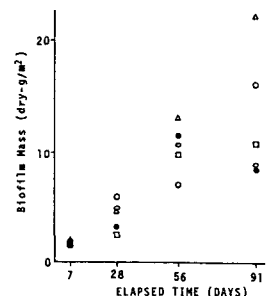


図-4 生物膜量

化を図-8,9に示す。かなり変動しているが、下流側の槽ほど水質が安定化するのに要する日数が増える傾向が伺える。V槽についてみれば、運転開始後50日程度で処理水質がほぼ正常になったものと思われ、前述した生物膜の成長と比較すれば、処理水質が安定化の方が早いものと考えられる。なお、運転開始後91~105日における平均除去率(V槽流出水)は、BOD:77%,COD:56%,TOC:64%であった。

(c)酸素消費速度 下水試験方法に準拠し、各槽内の汚水と生物膜を用いて測定した。汚水のろ液に生物膜片を添加した場合と、汚水そのものの測定を行い、それぞれ付着性微生物と浮遊性微生物による酸素消費とした。図-10をみれば、付着性微生物の酸素消費速度は流下に伴い減少するが、Ⅲ~Ⅴ槽においてはほぼ一定である。また、浮遊性微生物の酸素消費速度は極めて小さい。このことから、本処理装置においては、付着性微生物が浄化の主体を担っているものと考えられる。

(d)汚泥発生率 流入汚水中にSS分はなく、付着微生物量>浮遊微生物量で、定常状態を考えれば、自己酸化なども含めた見掛けの汚泥発生率は、汚泥発生率 = (流出SS量/BOD除去量)と表すことができる。本実験においては、流入BOD濃度50mg/l, BOD除去率77%,流出SS濃度3.6mg/l, 処理水量150l/dayであるので、汚泥発生率 = $\Delta S/\Delta L = (3.6 \times 150)/(50 \times 0.77 \times 150)$

= 9.4%となる。これは標準活性汚泥法の汚泥発生率50~60%程度などと比較すると、かなり小さいが、原因として自己酸化の割合が高いことが考えられる。一方、微生物の平均付着時間Tを(付着生物量/脱落汚泥量)として定義すれば、 $T = (1000 \times Ma)/(Q \times Cs)$ となる。

ここに、Ma:全処理槽内の付着生物量(g), Q:処理水量(l/day), Cs:流出SS濃度(mg/l)である。本実験においては、Ma = 17.5gであるので、 $T = (1000 \times 17.5)/(150 \times 3.6) = 32$ 日となる。この値は著者らが管路内の付着生物膜について行った実験値¹⁾16~25日と比較すると、やや大きくなっている。

《参考文献》

1) 寺西・橋本・山本;流路に付着する微生物の水質浄化能,第38回中四講(昭和61年度),Ⅱ-7

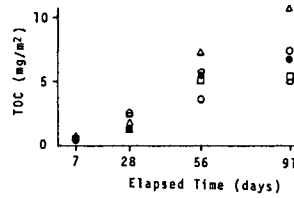


図-5 生物膜の TOC 含量

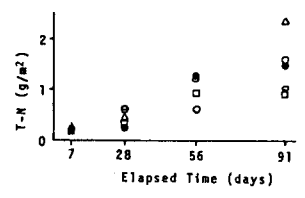


図-6 生物膜の N 含量

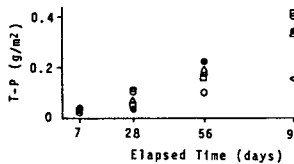


図-7 生物膜の P 含量

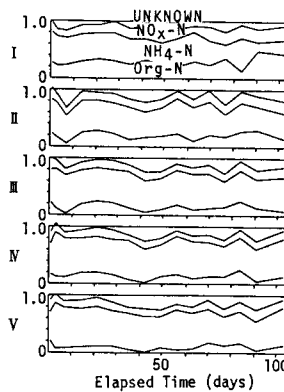


図-9 各態 N の割合

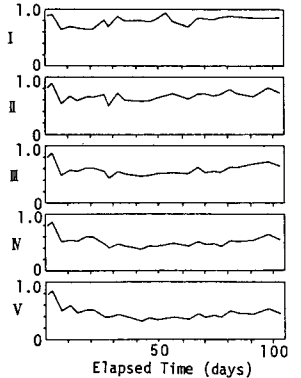


図-8 COD 相対濃度

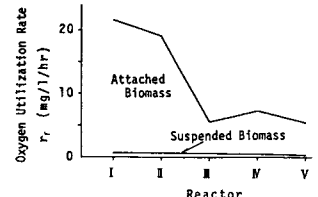


図-10 酸素消費速度

表-2 生物相（経過日数 91 日）

分類群	属名	第1槽	第2槽	第3槽	第4槽	第5槽
原 生 動 物	鞭毛虫類		40	110	180	710
	Entosiphon			180	310	580
	Vahikampfia			1800	40	1400
	Acinertia	10	1300	230	1400	40
	Litonotus			40	90	100
	Nassula		10	10	130	40
	Paramecium		330	70	130	
	Microthorax	10	20	420	2500	1300
	Uronema		490	80	260	420
	Tetrahymena	5400	1200	80	40	50
細 菌	Melopus			30	180	
	Vorticella		10	1500	200	1700
	Oxytricha	10	70	320	220	40
	Aspidisca			50	880	50
	Podophrya			2800	1100	70
	Rotaria			10	350	200
	Lecane			10	350	
	Monostyla				1100	560
	Nematoda		800	270	570	200
	イオウ細菌		++	++	+	
ラン藻	Zooglea	+++	+++	+++	+++	+++
	Sphaerotilus	++	+			
	Oscillatoria		++	++	++	+
合計 (個体数/cm²)		5430	8060	6210	11390	6420

+++ : 多い, ++ : 中つづ, + : 少ない