

II-528

生物膜付着粒子を用いる展開層リアクターによる有機性排水処理

大阪市立工業研究所(正)○中野重和

鶴岡村組技術研究所(正)高野晴男・(正)吉國一久

1. はじめに 有機性排水処理の効率化をめざして、さまざまな生物処理方法が検討されてきている。なかでも微生物固定化法としての担体結合法は単位容積当りに高密度の微生物を保持できる特徴があり、自己固定化法は生物自体の凝集能を利用して固定化できる特徴がある。本研究では、生物膜付着粒子を用いて上向流展開層を形成し、展開層上部にはスラッジフランクットを形成させるようなリアクターによって、有機性排水の高効率処理を試みた。実験室規模の連続処理により、有機物負荷を段階的に増加させて処理水質の経時変化を測定するとともに、展開層上部に形成されるスラッジフランクットの状況を有機物負荷と関連させて観測した。

2. 実験および実験方法 (1)実験装置: 実験に用いた展開層生物膜リアクターの形状は図1に示す通りである。リアクター容積 1 dm^3 、担体粒子の充填容積 0.5 dm^3 、充填高さは約 30 cm で、展開率が20%となるように循環水量を負荷に応じて調整した。展開層上面と循環水引き抜き部の間約 10 cm をスラッジフランクット形成部とした。酸素供給は、リアクター上段で散気球による曝気により行った。原水はリアクター下部より流入させ、処理水は上部で越流させた。リアクターは2段方式2系列を用意し、1系列は好気-好気(a)方式、他系列は無酸素(嫌気)-好気(b)方式で運転した。担体粒子としては標準砂(有効径 0.17 mm 、均等係数1.29、真比重2.65)を用いた。またリアクター内の温度は $20\pm 1^\circ\text{C}$ に設定した。有機物負荷は、TOC濃度を約 100 mg/dm^3 に調整した人工排水を用いて、 $0.25\text{ kg BOD/m}^3/\text{日}$ から $5\text{ kg BOD/m}^3/\text{日}$ まで6段階にわたり設定した。実験開始時には各リアクター内に0市下水処理場の返送汚泥を乾量として 1.67 g 加え、人工排水により10日間馴養した。各負荷条件における連続実験は約2週間継続し、合計100日間にわたる処理実験を行った。

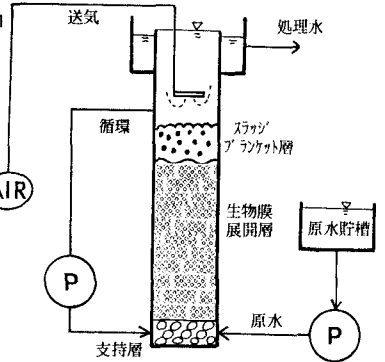


図1 実験装置の概要

(2)排水試料及び分析方法: 実験に用いた人工排水は、 α -ハプトン、サッカース、食用油、LASおよび無機栄養塩からなるもので、原水としてTOCが 100 mg/dm^3 となるように供給した。原水及び処理水の水質は、TOC、pH、濁度を1日1回測定し、BOD、COD、全窒素、有機体窒素、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、全リンの測定項目については各負荷条件の最終日に測定した。またリアクター内に担持された微生物量は、実験終了時に担体粒子を取り出し、MLVSSとして測定した。

3. 結果および考察 (1)処理成績: 図2に2系列の連続処理実験のTOC濃度による処理結果を示した。また各負荷条件における各段毎の処理水質を表1に示した。いずれの処理方式によっても、BOD負荷が $1.75\text{ kg/m}^3/\text{日}$ 以下では、 $\text{BOD}5\text{ mg/dm}^3$ 以下、TOC除去率もほぼ90%以上となり、良好な水質が得られた。しかしBOD負荷が $2.5\text{ kg/m}^3/\text{日}$ 以上になると除去率は低下する傾向を示した。

(b)方式は1段目では無酸素のため、1段目でのTOC除去率が40%~60%程度であるので、(a)方式に比べると高負荷になるほど処理水質は劣る傾向がみられた。また(b)方式の1段目では処理水濁度が高いが、2段目の好気性生物膜層で濁度は除去され(a)方

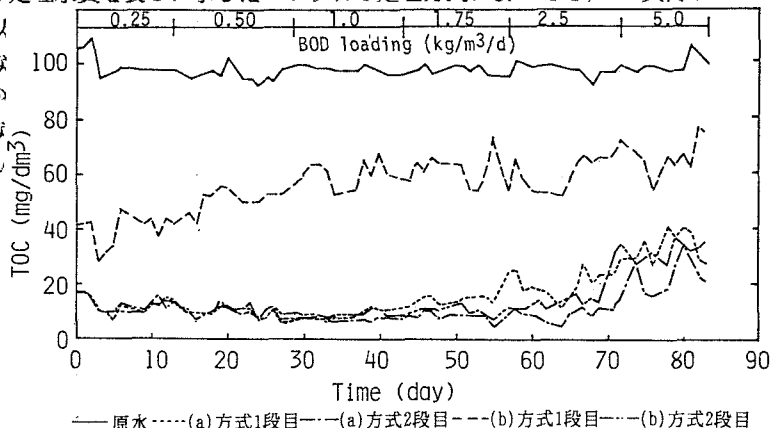


図2 連続処理実験結果(TOC)

式と同等の水準となった。また処理水濁度は、上記負荷以下ではほぼ $5\text{mg}/\text{dm}^3$ 以下と低濁度の水質が得られた。これは、展開層上部にスラッジブランケット層が形成されたためと考えられ、生物膜法によくみられる処理水の濁りはみられなかった。連続処理実験終了時に、リアクター内の担体粒子上に付着していた微生物量を求めたところ、(a)方式では 16.61g (1段目)、 6.63g (2段目)、(b)方式では 13.21g (1段目)、 7.12g (2段目)となった。(b)方式のほうが微生物量の少なかったのは、1段目を無酸素で運転したことによると考えられた。

(2)スラッジブランケットの形成：生物膜付着粒子展開層の上部には運転期間中の一定時期にスラッジブランケット層が形成された。形成の状況とTOC除去量との関係は図3に示した通りであり、担体粒子から剝離されたあるいは展開層内で生成した浮遊性微生物がゆるやかなかくはん流動を受けブランケット層を形成したと考えられる。BOD負荷が $1.75\text{kg}/\text{m}^3/\text{日}$ のあたりでは造粒化が進み、直径 5mm 程度のグラニュールが得られた。 $0.5\sim 5\text{kg}/\text{m}^3/\text{日}$ の負荷では、スラッジブランケット層は形成されたが、これより小さい負荷ではスラッジブランケット層は形成されず、また(b)方式では負荷の大きいときには、2段目でも処理水の濁度が増加した。本実験では、スラッジブランケットの形成は、BOD負荷とリアクター内の流動条件に左右されると考えられた。

4. おわりに 生物膜付着粒子展開層とその上部に形成されるスラッジブランケット層からなるハイリアクターによる有機性排水の高効率処理を試みた。生物膜付着粒子の展開率を一定にして上向流リアクターを運転すると、展開層上部にスラッジブランケット層が形成され、この層が良好な状態に保たれる負荷範囲内では、生物膜法によくみられる処理水の濁りはなく、低濁度の良質な処理水が得られた。好気-好気(a)方式と無酸素-好気(b)方式による連続処理の比較を行った結果、BOD負荷が $1.75\text{kg}/\text{m}^3/\text{日}$ までは、両方式に顕著な差はみられなかったが、これ以上の高負荷条件では、(a)方式の処理水質のほうがすぐれていた。しかし担持生物量は(b)方式のほうが少なく、発生活泥量や酸素供給の点からは(b)方式がすぐれていた。生物膜付着粒子展開層の上部のスラッジブランケットの形成は、有機物負荷に左右され、リアクター内の流動条件にも左右されると考えられた。

5. 参考文献

- 1) 関川泰弘：微生物固定化法による排水処理(須藤隆一編著)，産業用水調査会，p129(1988)
- 2) 柴崎和夫ほか：嫌気性流動床型リアクタにおける造粒物の形成メカニズム，第24回水質汚濁学会講演集，p385(1990)

表1 連続実験による方式別各段処理水質

方	BOD負荷	pH	COD	BOD	TOC	濁度	T-N	org-N	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	T-P
式	(kg/m ³ /d)		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
原	0.25	7.2	101	184	98	3.8	7.2	5.3	0.34	0.03	1.5	1.11
	0.50	7.3	98	166	96	2.3	18.2	15.0	0.77	0.02	2.4	1.36
	1.0	7.1	101	181	98	1.4	17.7	14.7	1.16	ND	1.8	1.67
	1.75	7.1	100	184	97	0.7	15.8	11.6	4.14	ND	0.1	1.60
	2.5	6.9	105	194	96	1.1	14.1	13.0	1.05	ND	ND	1.57
水	5.0	7.1	104	235	102	2.3	15.6	15.2	0.2	ND	ND	1.68
	0.25	7.4	8.8	3.2	12	2.1	7.4	0.67	0.31	0.16	6.3	1.09
	0.50	7.2	9.0	3.4	8	2.9	11.2	1.69	1.05	0.07	8.4	0.88
	1.0	7.2	17.8	4.3	12	7.0	9.9	2.53	0.98	0.39	6.0	1.36
	1.75	7.3	15.2	7.4	16	3.0	7.1	3.79	1.05	0.24	2.0	1.45
1	2.5	7.3	14.8	6.6	28	2.8	6.8	3.05	3.26	0.31	0.2	1.25
	5.0	7.2	29.6	67.1	40	34.2	12.7	9.72	2.98	ND	ND	1.40
	0.25	6.9	9.2	3.2	13	5.0	10.2	0.74	0.31	0.07	9.1	1.56
	0.50	7.5	7.7	1.4	11	5.8	7.7	0.63	1.12	0.02	6.0	0.88
	1.0	6.5	8.8	5.3	6	9.0	11.9	0.56	0.56	0.01	10.8	1.14
2	1.75	7.2	9.0	3.4	9	1.8	6.4	0.60	0.35	ND	5.4	1.14
	2.5	7.1	5.5	1.9	12	2.1	5.1	0.42	0.28	0.02	4.4	1.19
	5.0	7.7	11.6	6.6	31	2.1	10.0	4.03	5.88	0.13	ND	1.21
	0.25	7.4	13.3	5.3	47	18.8	8.4	4.56	3.86	ND	ND	0.92
	0.50	7.3	31.8	48.5	53	13.2	12.3	7.36	4.91	ND	ND	1.12
(b)	1.0	6.9	29.6	51.0	60	9.5	15.1	9.89	5.19	ND	ND	1.31
	1.75	6.7	33.7	88.4	55	13.4	13.4	9.82	3.86	ND	ND	1.35
	2.5	6.5	35.0	112	68	14.5	16.4	10.1	6.31	ND	ND	1.76
	5.0	6.5	103	265	63	13.5	41.1	33.7	7.43	ND	ND	3.39
	0.25	7.4	7.4	3.6	10	2.6	10.2	0.26	0.25	0.04	9.6	1.56
(b)	0.50	7.6	6.0	3.6	10	4.1	14.2	1.02	0.70	0.05	12.4	1.22
	1.0	7.1	9.0	2.4	12	8.0	14.2	0.56	0.53	0.06	13.0	1.36
	1.75	7.2	9.9	4.1	11	1.8	9.3	1.12	0.49	0.12	7.6	0.93
	2.5	7.1	7.4	3.9	13	1.1	7.8	0.42	0.28	0.90	6.2	1.54
	5.0	7.1	101	163	33	31.2	35.8	22.1	13.7	ND	ND	3.03

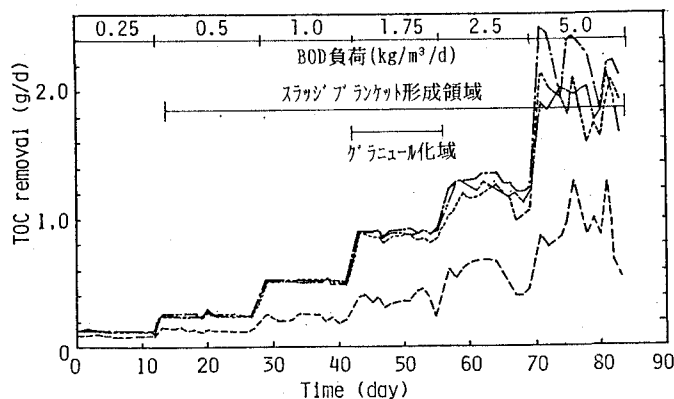


図3 有機物負荷とスラッジブランケット層形成状況