

金沢大学 建設工学科 正員 松井 三郎

金沢大学 大学院 学生員 ○井手 慎司

金沢大学 大学院 学生員 木村 洋

1. はじめに

近年、経済性・省エネルギーの必要性から嫌気性処理法が見直されてきている。しかし、嫌気性処理法は、汚泥や、し尿のような高濃度有機廃水の処理法としては、古くからその有用性を示してきているが、一般の工場廃水や都市下水に対して適用されている例は、極めて稀である。そこで、低濃度廃水を常温において処理するために、流動床方式の反応槽を用いた2相嫌気性処理を想定し、本研究では、2相嫌気性処理の第1段階である、酸生成段階における流動床方式の処理能力、処理機構を明らかにしようとするものである。

2. 実験装置及び実験条件

実験装置は脱硫酸実験と同様であるが、水理学的滞留時間を40分、80分、160分とした実験についてのみ、図1に示すような循環方式を採用した。生物膜担体としては、造粒型軽量骨材を用い、担体への生物付着は、金沢市A下水処理場における初次越流水によって行った。また、有機酸の測定としてオルトリン酸・乳酸・酢酸・プロピオン酸・及びSO<sub>4</sub>を細管式等速電気泳動装置(島津IP-1B)を用いて定量した。主要な実験条件を表1に示す。

実験装置の概要 (HRT 40, 80, 160 min)

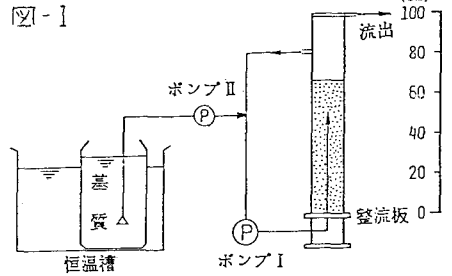


表-1 主要な実験条件

1) 菌体増殖: スキムミルクを中心とした基質(スキムミルク 0.4g; (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1g; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.02g + アルカリ度 100 mg/e(NaHCO<sub>3</sub>))を連続的に(HRT 11.1分; 水温 13~15℃)流動床に与え、槽内VSSの増加量、流出VSS及び除去TOC量より、見かけ上の増殖産出係数αの値を求めたところ、

$$\alpha = 1.18 [\text{gVSS/g除去TOC}] = 0.388 [\text{gVSS/g除去CODcr}]$$

となった。この値は、好気性の活性汚泥法に匹敵するほどの大きな値であり、同じ嫌気性流動床でJewellの報告している値[0.15gVSS/gCODcr]に比べて2倍以上となっている。この原因としては、Jewellらの嫌気性流動床がメタン生成段階にまで進んでいるのに対して、本流動床では、酸生成段階にとどまっていることなどが考えられる。したがって、流出SS量が極めて小さいことから、槽よりの強制的な汚泥の引き抜きが必要となると思われる。

HRT	11.1分	40分
流入流量	109 cc/min	30 cc/min
	80分	160分
	15 cc/min	7.5 cc/min
循環流量	109 cc/min	
初高	56.4 cm	
層高	62 cm	
層膨張率	1.10 倍	
線流速	5.67 cm/min	
VSS	18500~22600 mg/l	
温度	19℃	
pH (流出)	6.55	

表-2 有機酸生成速度(容積換算)の比較

	有機酸生成速度 [グルコース mg/l · hr · l]	VSS (mg/l)
本流動床	1.40 * 0.191 **	18500 18500
浮遊微生物システム	0.0055 0.0080	644

2) 有機酸生成速度: 基質としてグルコースを与えた実験において、VSS量当りの酸生成速度に関しては、浮遊微生物方式と本流動床の間には、それほど違いのないことがわかった。しかし、表2に示すように、保持VSS量に関しては、約30倍ほどの違いがあり、単位反応槽容積当りの生成速度として比較すれば、本流

\* HRT 11.1分 \*\* HRT 160分

動床の処理効率の良さは明らかであろう。

3) VSSと生物膜厚：本実験において生物膜密度 $\rho_b$ を求めたところ $\rho_b = 0.0926 \text{ g/cm}^3$ となった。この生物膜密度の値を用いて、VSS量から生物膜厚を逆算し、特定の膜厚における酸生成量をプロットしたものが図2である。データ数は不足しているが、膜厚が約120 $\mu\text{m}$ の時点で、その有機酸生成量が頂点に達し、それ以上の膜厚では逆に有機酸生成量が小さくなっていることがわかる。これは、生物膜が過度に肥大すると、膜内の物質移動抵抗が大きくなるためである。

4) pH：図3は、(1)と同様のスキム中心の人工下水を用いて、 $\text{NaHNO}_3$ によるアルカリ度の添加量を調整することによってpHを変動させ、酢酸生成におよぼすpHの影響を見たものである。pHの影響は極めて小さく、比較的広域はpH域で運転が可能であることが示された。

5) 流入基質濃度：図4は、(1)と同様にスキム中心の人工下水による実験結果であるが、流出有機酸濃度は、流入有機酸濃度にほぼ比例して増加しており、本実験範囲におけるような流入基質濃度の変動は、酸生成能力に何の影響も与えないことを示している。

6) 水理学的滞留時間：流入基質をグルコース(40 $\text{mg/l} \cdot \text{SO}_4^{2-}$  80 $\text{mg/l}$ )として、各水理学的滞留時間をとったときの、流出有機酸濃度の実験結果を図5に示す。明らかにHRTを長くとることによって生成有機酸量が増加していることがわかる。図5においては、プロピオン酸の発酵のみが活発に行っているように見えるが、これは脱硫酸菌の関与をきながらプロピオン酸が、見かけ上こころは増加しているものと考えられる。このようなHRTの増加に伴う有機酸生成量の増大の原因としては、非連続型の発酵である有機酸発酵の発酵効率の上昇が考えられる。したがって、HRTを長くとることは、有機酸生成の効率を高めると共に、菌体増殖を低減させるものと考えられる。また、スキムミルクのような複合基質を用いた実験においても、同様の結果を示した。

酸生成の詳細な機構をさらに解明するには、より広範な生成物質の把握が必要である。また、炭水化物・タンパク質・脂質のより詳細な分解機構の解明、最適HRT、長期的な温度・pH・負荷の影響を調べなければならない。さらに、流動床方式の定常状態の把握法の確立ということも求められている。

<謝辞> 本研究に共に参加し、協力してくれた茶木肇君、竹内勝信君に感謝します。

<参考文献> 1) Jewell, W.J., et al., "Sewage treatment with the anaerobic attached microbial film expanded bed process." Paper presented at the 52nd Annual Water Poll. Control Fed. Conference, Houston, Tex. (October 11, 1979) 2) 野池達也, 第14回衛生工学研究討論会(1978) WPCF, Vol.46, No.4, 748 (1974)

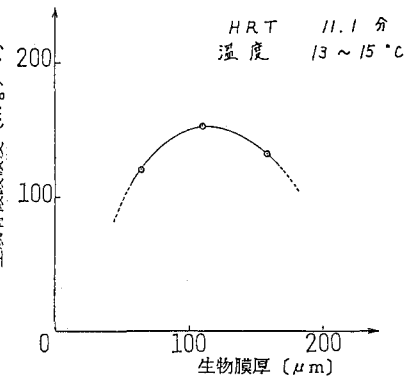


図-2 生物膜厚に対する生成有機酸濃度

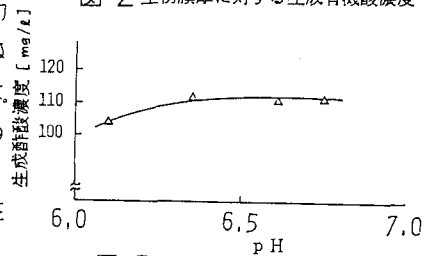


図-3 pHに対する生成有機酸濃度

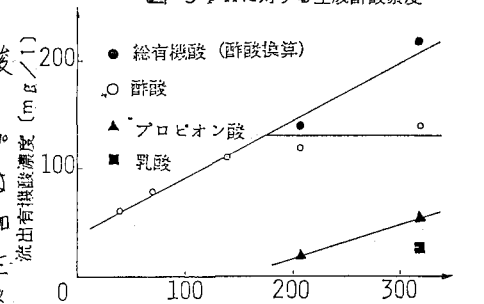


図-4 流入全有機炭素濃度 (TOC) (mg/l) に対する流出有機酸濃度

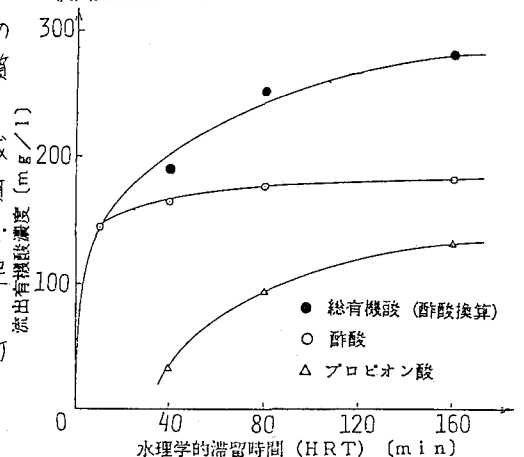


図-5 水理学的滞留時間 (HRT) に対する流出有機酸濃度