

PUFを利用した嫌気性下水処理における微生物の高密度化について

九州大学工学部 学生員○越智淳志 学生員 久場隆広
同 上 正 員 古米弘明 正 員 楠田哲也

1. はじめに

嫌気性処理は、余剰汚泥が少ないなどのメリットがあり、中・低濃度有機廃水への適用に関する研究が行われている。本研究は、ポリウレタンフォーム（PUF）による細胞の高密度培養法¹⁾を応用し、処理槽にPUFを添加することにより処理を担う微生物を高濃度に保持することを試みたものである。人工下水を用い、PUFを浮遊担体としてそこに付着する菌体の増殖過程及びそれによる水質改善について調べ、付着微生物の高密度化、ひいては低濃度廃水の処理の効率化の可能性を検討した。

2. 実験方法

2-1. 実験条件

装置の概略を写真-1に示す。材質はアクリル樹脂で、有効体積1lのものを作製した。PUFを5mm角に切断し、各装置にそれぞれ400, 800個添加した。また、対照実験としてPUF無添加の実験を行った。PUFの性状については表-1に示している。人工下水として表-2にその組成を示したものを使用した。植種汚泥は、各装置とも嫌気性消化汚泥（SS=12460mg/l⁻¹, VSS=8370mg/l⁻¹）を人工下水を用いて36℃で4日間、さらに、20℃で5日間培養したものである。以上の予備操作の後、恒温室内において20℃で1ヶ月間流入量1l/day（滞留時間24hr）で連続運転を行った。なお、処理槽内はスターラーにより攪はんを行っている。

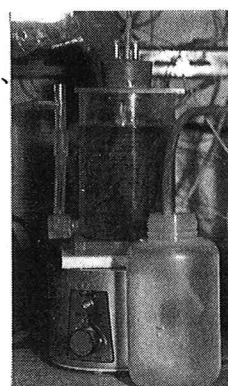


写真-1 実験装置

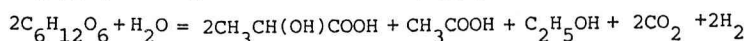
2-2. 分析項目

除去特性を調べるためにTOC分析、COD_{cr}分析を行い、酸生成を調べるためにTOA分析、VF_A分析を行った。また、付着菌の増殖を調べるためにタンパク分析を行うとともに光学顕微鏡写真により、菌体の付着状況を調べた。

3. 実験結果及び考察

3-1. 除去率及び分解率

表-3に運転開始約1ヶ月後の各処理装置のTOC、COD_{cr}除去率およびタンパク、グルコース分解率を示した。PUF添加による除去率の差は認められなかった。グルコースの発酵過程において代謝産物が乳酸のみの場合、エタノールの場合およびヘテロに酢酸なども生成される場合の反応式を以下に示す。



このように、エタノール発酵が起ると炭素がCO₂の形で除去されTOCの除去率が高くなることがわかる。従って、PUFを800個添加した場合においてTOC除去率がCOD除去率より高く、この槽ではエタノール発酵が起きている可能性が考えられる。今後、分析により確認する必要がある。一方、酢酸などのVF_Aが代謝産物として生成される場合、電子受容体としてNADを介して最終的に水素ガスが発生したり、更にメタン菌が存在する場合にはメタンガスが発生することになる。しかしながら、ガス発生量はほとんど認められず測定限界以下であった。また、表-4に示した通り気相部のガス組成分析結果からも微量のメタン及び水素が検出

表-1 PUFの性状

孔径	0.44mm
Mesh	30-35
みかけ密度	0.014gcm ⁻³
* : 1 inchあたりの個数	

表-2 基質組成

成分	添加量 (mg/l ⁻¹)	TOC (mg/l ⁻¹)
グルコース	30.6	14.2
ペプトン	65.4	29.4
酵母エキス	65.4	23.1
肉エキス	74.6	19.4
NaCl	6.7	—
MgSO ₄	4.0	—
KH ₂ PO ₄	18.6	—
KCl	13.4	—
NaHCO ₃	200.0	—
BOD	200 mg/l ⁻¹	
COD _{cr}	248 mg/l ⁻¹	
TOC	86 mg/l ⁻¹	
タンパク	120 mg/l ⁻¹	

されるにとどまった。

3-2. COD収支

次に、CODの収支を基質、生産物および菌体について検討したところ、不明分が約半分程度となった。不明分の検討として、気相部には微量にしか検出されなかったメタン及び水素の液相部への溶存量の測定を行った。ガラスバイアルびん（容量35ml）に処理槽液を15ml分取し、密閉状態で十分に振ったのち気相部のガス組成を分析して溶存量を測定することを試みた。しかしながら、メタン及び水素濃度は検出限界以下であり溶存ガスは無視できる量しか存在していないことが明らかとなった。今後、さらに処理槽内への菌体や固形有機物などの蓄積現象を考慮して、収支を検討する必要があると考えられる。

3-3. 植種菌の付着現象

下水処理場嫌気性消化槽汚泥を用いて植種したが、処理水質に差が見られなかったため、別途グルコース及び酢酸で集積培養している汚泥懸濁液を添加して、その後の水質経時変化を調べた。その結果を、図-1に示す。PUFの添加量が多いほど、TOA濃度が増加しているもののTOCの変化はなく、酸生成が活発化するとともに、PUFへの酸生成菌の付着が起こったものと考えられる。しかし、メタン生成に関してはPUF添加の有無による違いは観察されず、この条件ではメタン菌の付着についての効果はないものと思われる。今回の実験でのPUFの添加量は、処理槽容積の5%、10%に設定しており添加量を増やすことにより付着の効果、すなわち菌体の高濃度化の可能性が高くなるものと思われる。

次に、PUFへの付着菌体量の測定をタンパク質分析により検討した。その結果を表-5に示した。反応器により付着菌体量に若干の差があるものの、1ヶ月間の運転で1mg/cm²以上の菌体が付着しており、PUFの高い菌体保持能力を示している。同時に光学顕微鏡を用いて、菌付着状況を観察した。写真-2に示したように、1ヶ月の運転の後に蜂の巣状のセルに菌体と思われる固形物が付着した状況が見られた。

4. まとめ

以上の結果より、上記の条件下での1ヶ月の運転ではメタン菌の付着が見られず、PUFの添加による処理水質の改善効果は顕著ではなかったものの、PUFの菌体の付着保持能力は高いことは確認された。したがって、PUFの個数を更に増やすことにより増殖速度の遅い菌群を高濃度に保持でき、結果として処理水質や処理効率の向上が見込めるものと思われる。

<参考文献>

1) 上畠：PUF粒子充填層による付着性動物細胞の高密度培養、九州大学大学院修士論文、1988

表-3 処理水質分析結果

反応器 No.	PUF (個)	除去率 (%)		分解率 (%)	
		CODcr	TOC	Protein	Glucose
1	0	63	59	79	98
2	400	62	60	84	99
3	800	64	70	84	97

表-4 ガス分析結果

反応器	メタン(%)	水素(ppm)
1	0.12	40
2	0.06	70
3	0.01	10

表-5 PUF付着菌体量

反応器	タンパク濃度	
	付着 (mg/cm ²)	浮遊 (mg/l)
2	1.4	75
3	1.1	66

∴ PUF体積基準

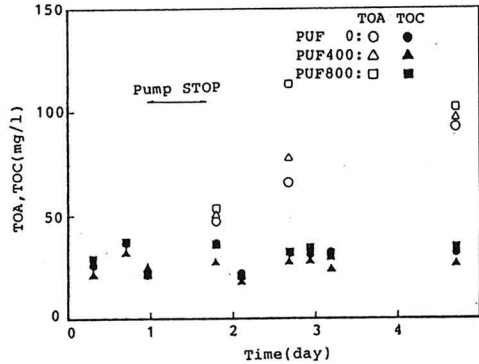


図-1 集積培養汚泥添加後の水質経時変化

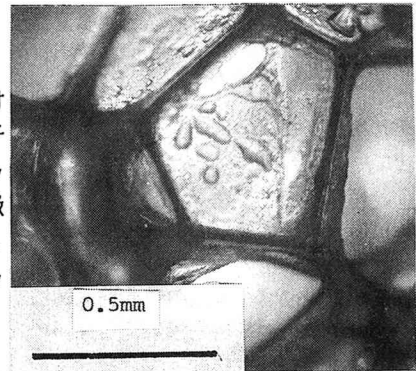


写真-2 PUFへの菌体付着状況