

○東北大学大学院 学 松 本 明 人
 東北大学工学部 学 山 口 伸 一
 東北大学工学部 正 野 池 達 也

1. はじめに.

嫌気性処理法の効率化の方法として、二相消化法と生物膜法を組み合わせた方法が試みられている。当研究室では、二相消化法のメタン生成相に、高い菌体保持能力を持つ膨張床型リアクターを導入し、その基質除去特性について検討してきた。今回は、酢酸、プロピオン酸、*n*-酪酸からなる混合酸に、少量のグルコースを添加した基質について行った流入負荷変動実験結果と、ほぼ同じCOD 濃度の酢酸単一基質および酵母エキスを添加した混合酸基質について既に得られている実験結果とを比較・検討することにより、基質組成が基質除去特性にどのような影響を及ぼすかについて考察した。

2. 実験方法.

実験装置の概略を図1に示す。反応器は内径10cm・高さ120cm（上気相部15cm）のアクリル製二重円筒である。担体としては、粒径0.27mmの粒状活性炭（見掛け比重1.42）を用いた。表1に実験条件と流入基質組成を示す。投入基質は、その濃度が5000mg-COD/lになるように、酢酸、プロピオン酸および*n*-酪酸を混合（混合比はCOD 換算で2:1:1）した混合酸に、濃度200mg/l（213mg-COD/l）のグルコースを添加して作成した。流入負荷は、液相部体積を基準とした水理学的滞留時間（HRT）を1日から0.5日まで段階的に変えることにより変動させた。本実験の比較実験として酢酸単一基質（5000mg-COD/l）および混合酸（5000mg-COD/l）+酵母エキス（約300mg-COD/l）についても同様な実験を行った。（一部昨年度）

なお、いずれの実験条件下でも反応槽内は完全混合状態にあると考えられる。

測定項目としては、流出水中のpH、全有機酸濃度（TOA）、各有機酸濃度（VFA）、グルコース濃度（フェノール硫酸法）、菌体量の指標としてのタンパク濃度、床内タンパク濃度、ガス発生量及びガス組成である。

3. 実験結果.

（1）処理水水质経日変化

図2に運転結果の経日変化を示す。温度は35℃付近、pHは緩衝剤によって、ほぼ7.0付近に実験期間を通じて保たれている。流量の増大に対応して、メタン生成量は増大しており、流量変動後、数十時間後には、メタン生成量はほぼ定常に達した。一方、流出全有機酸濃度は、流量変動後、若干上昇するものの、大きな変動もなく、いずれの負荷においても20~40mg/l程度と極めて低い濃度に保たれている。以上のことより、膨張床方式が負荷変動に対して、極めて安定した処理方式であることがわかる。床内タンパク濃度は、HRT=0.75日では明白ではないが、ほぼ流量の増大に対応し、増大していることがわかる。一方、流出タンパク濃度は約40~60mg/lと低く保たれている。このことより、膨張床方式の高

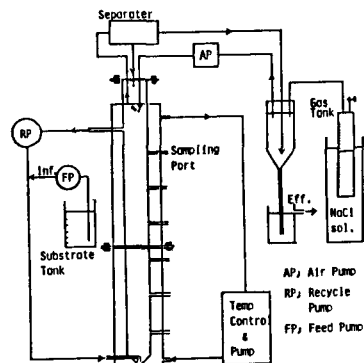


図1 実験装置

表1 実験条件と流入基質組成

液相部体積	6.096L																								
初高（体積）	48cm (3.901L)																								
膨張比	1.2 (e=0.511)																								
流入流量	635L/day																								
温度	35℃																								
水理学的滞留時間	1.0, 0.75, 0.5 days																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Substrate</th><th>Nutrient</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HAc=2345</td><td>(NH₄)₂HPO₄=700</td></tr> <tr> <td>HPr=827</td><td>KCl=750</td></tr> <tr> <td>HBu=688</td><td>NH₄Cl=830</td></tr> <tr> <td></td><td>MgCl·6H₂O=815</td></tr> <tr> <td>Glucose=200</td><td>MgSO₄·7H₂O=246</td></tr> <tr> <td></td><td>FeCl₃·6H₂O=416</td></tr> <tr> <td></td><td>CoCl₂·6H₂O=18</td></tr> <tr> <td></td><td>CaCl₂·6H₂O=147</td></tr> <tr> <td>Buffer {NaHCO₃, KH₂PO₄}</td><td></td></tr> <tr> <td>=4000</td><td></td></tr> <tr> <td>-5000</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Substrate	Nutrient	HAc=2345	(NH ₄) ₂ HPO ₄ =700	HPr=827	KCl=750	HBu=688	NH ₄ Cl=830		MgCl·6H ₂ O=815	Glucose=200	MgSO ₄ ·7H ₂ O=246		FeCl ₃ ·6H ₂ O=416		CoCl ₂ ·6H ₂ O=18		CaCl ₂ ·6H ₂ O=147	Buffer {NaHCO ₃ , KH ₂ PO ₄ }		=4000		-5000	
Substrate	Nutrient																								
HAc=2345	(NH ₄) ₂ HPO ₄ =700																								
HPr=827	KCl=750																								
HBu=688	NH ₄ Cl=830																								
	MgCl·6H ₂ O=815																								
Glucose=200	MgSO ₄ ·7H ₂ O=246																								
	FeCl ₃ ·6H ₂ O=416																								
	CoCl ₂ ·6H ₂ O=18																								
	CaCl ₂ ·6H ₂ O=147																								
Buffer {NaHCO ₃ , KH ₂ PO ₄ }																									
=4000																									
-5000																									
単位 mg/L																									

い菌体保持能力がわかる。流出水中のグルコース濃度は、実験期間を通じて2~4mg/l程度であり、グルコース無添加の系と差が見られず、グルコースは完全に分解されていると考えられる。

(2) 基質除去特性 図3に、COD負荷に対する除去率の関係を示す。グルコース添加の系では、いずれの負荷でも除去率は、99.0%を超えている。一方、酵母エキス添加の系の除去率は約99.0%、酢酸単一基質の系では、98.5%以上であり、グルコース添加の系が、最も高い除去率を示している。図4に、COD負荷に対する床内タンパク濃度の関係を示す。グルコース添加の系では、COD負荷が7.5g-COD/l・dの時の床内タンパク濃度のほうが、COD負荷が5.0g-COD/l・dの時の濃度よりも低くなっているものの、おおむねCOD負荷の増大に対応して床内タンパク濃度も増大する傾向にある。図5に、COD負荷に対する比COD除去速度の関係を示す。グルコース添加の系では、比COD除去速度は0.45mg-COD/mg-VSS・d程度から横這化しており酢酸単一基質や酵母エキス添加の系に比べ、比COD除去速度は低くなっている。これは、除去率や床内タンパク濃度から考えると、メタン菌の活性が落ちたためではなく、菌体中のメタン菌の占める割合が小さくなったためと考えられる。

4. おわりに。

混合酸に、少量のグルコースを添加した基質を、嫌気性膨張床を用いて処理したところ、酵母エキスを添加した混合酸基質を処理した場合と同じように、酢酸単一基質の処理に比べ、基質除去特性が改善された。

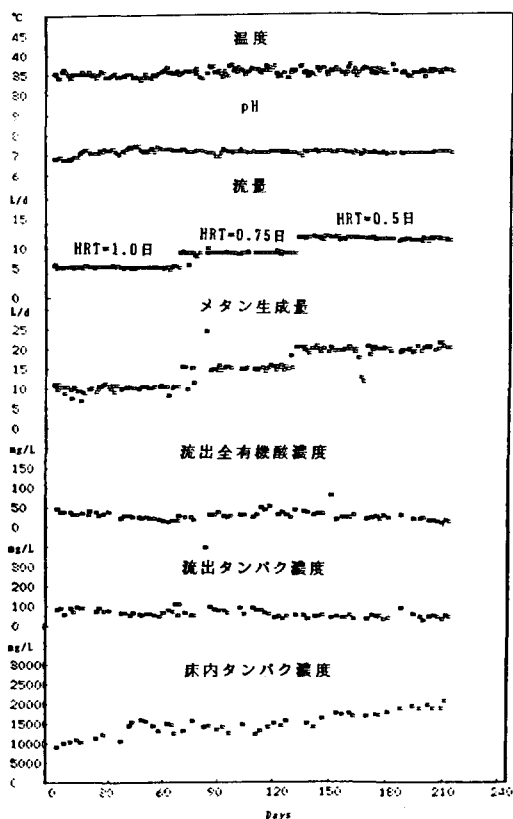


図2 処理水水质経日変化

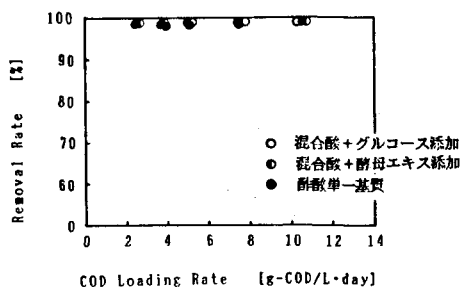


図3 COD負荷と除去率の関係

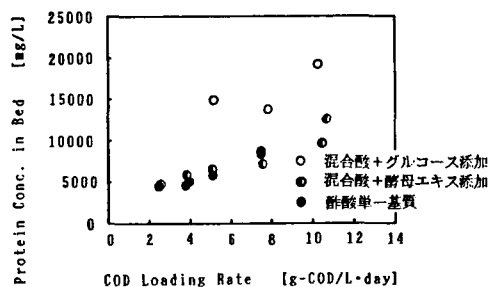


図4 COD負荷と床内タンパク濃度の関係

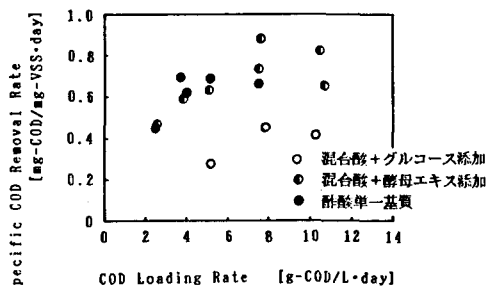


図5 COD負荷と比COD除去速度の関係