

VII-3 UASBを用いた蛋白質系廃水のメタン発酵に及ぼすpHの影響

信州大学 正 松本明人
信州大学 正 富所五郎

1. 緒論

蛋白質は嫌気性消化の処理対象である下水汚泥やし尿の主要成分である。しかしながらそのメタン発酵に関する研究は炭水化物に関する研究と較べると少なく、より多くの研究が必要とされている。さて蛋白質のメタン発酵の特徴としてはその分解過程においてアンモニアが放出されることがあげられる。そしてアンモニアは高pH域において遊離アンモニアとなりメタン発酵を阻害する。一方、脂肪酸は低pH域において遊離脂肪酸になりメタン発酵を阻害する。つまりアンモニア阻害の緩和には低pHが、脂肪酸阻害の緩和には高pHが有利と考えられる。また蛋白質のメタン発酵でも、炭水化物のメタン発酵での報告と同様、酸生成菌の至適pHとメタン生成菌の至適pHが異なることもありえる。このように蛋白質のメタン発酵に及ぼすpHの影響は複雑である。そこで本研究では、UASBを用いたポリペプトンのメタン発酵に及ぼすpHの影響を調べた。

2. 実験方法および測定項目

実験装置は図1に示すように、内径6cm、高さ75cmのアクリル製二重円筒である。基質はローラーチューブポンプにより、連続的に注入し、槽内水はローラーチューブポンプにより循環させた。処理水は反応槽上部より系外に流出させた。槽内の温度は、30～35℃に保った。pHは緩衝剤である NaHCO_3 と K_2HPO_4 および塩酸の量をコントロールすることで調整した。基質はポリペプトンを炭素源とした。基質組成を表1に示す。

まずHRT2.5日のもと、ポリペプトン濃度2000mg/lで運転を開始し、ポリペプトン濃度を4000、8000mg/lと増大させた。つづいてpHの影響を調べるためポリペプトン濃度8000mg/l、HRT2.5日の条件下でpH7.4→7.2→6.8→6.1→6.5と変化させた。表1に実験条件を示す。

分析項目は、流出水のpH、COD_{Cr}濃度（以下、COD濃度）、揮発性脂肪酸濃度（以下、VFA濃度）、アンモニウムイオン濃度、SSおよびVSS濃度、ガス生成量、ガス組成である。

3. 実験結果および考察

図2にpHの経日変化を示す。pHは運転開始時より7.4～7.6で安定していたが、pHの影響を調べるために69日経過後から緩衝剤の量を変化させ、必要に応じ塩酸や水酸化ナトリウムの添加を行なった。その結果、pHは77日目には7.2、86日目には6.8、90日目には6.1、96日目には6.5へと変化した。図3の流入・流出COD濃度に示すように流入COD濃度に関わらず、流出COD濃度は160～390mg/lであった。しかし86日以降、pHの低下にともない急激に流出COD濃度は上昇し、93日目に最大2160mg/lに達した。そして96日以降、pHを6.5へと高くするとCOD濃度は減少し660mg/lとなった。一方、流出水中の

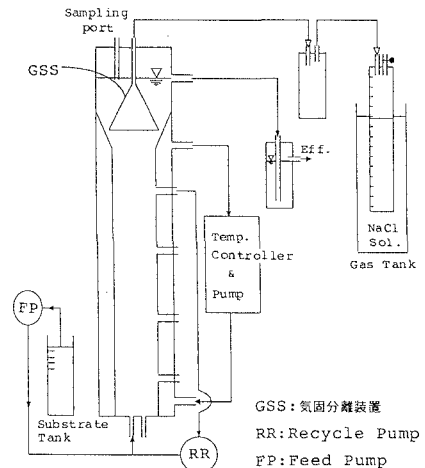


図1 実験装置

表1 基質組成および実験条件

Substrate (mg/l)	HRT (日)	Nutrient (mg/l)	
Polypepton 2000~8000	2.5	(NH ₄) ₂ HPO ₄	=70.0
		KCl	=75.0
		NH ₄ Cl	=83.0
Buffer (mg/l)		MgCl ₂ ·6H ₂ O	=81.5
		MgSO ₄ ·7H ₂ O	=24.6
		FeCl ₃ ·6H ₂ O	=41.6
NaHCO ₃	=1000~6000	CoCl ₂ ·6H ₂ O	=1.8
K ₂ HPO ₄	=100~600	NiCl ₂ ·6H ₂ O	=1.8
12N HCl	=0~9 (ml)	CaCl ₂ ·6H ₂ O	=14.7
Others			
Liquid Phase Volume		2.5 l	
Temperature		30~35 °C	

VFA濃度については86日以降、プロピオン酸濃度が増大し、93日目には510mg/lに達したが、96日以降は低下し、100日目に130mg/lとなった。図4に全ガス・メタン生成量の経日変化を示す。全ガスおよびメタン生成量とも流入負荷の増大にともない増大したが、90～93日は全ガスおよびメタン生成量とも減少しており、メタン生成が阻害されていることがわかる。流出SSおよびVSS濃度は32日目までは240～300mg/lと低く保たれていたが、その後増大を続けSSは18200mg/l、VSSは10800mg/lに達した。ところが93日目を境に減少し、100日目にSSは6475mg/l、VSSは3915mg/lとなった。この理由は不明である。図5にpHと流出COD濃度の関係を示す。pHが6.8～7.6の時、流出COD濃度は400mg/l以下であったが、pH6.5付近ではおおよそ670mg/l、pH6.1では2000mg/l以上に達した。図6にpHと流出VFA濃度の関係を示す。酢酸はpHに関係なくほぼ20mg/lであったが、プロピオン酸はpHが6.8までは10～30mg/l、pH6.5付近ではおおよそ100mg/l、pH6.1付近では400～500mg/lまで増加した。また同定は出来なかったが、pH6.1では酪酸より分子量の大きな物質のピークが脂肪酸濃度分析の際、検出された。以上のようにpHが6.8以上ではメタン生成量の低下や流出COD濃度や流出VFA濃度の増大は見られなかったが、pHが6.1になるとプロピオン酸などの蓄積といった急激なCOD除去能の低下が観察された。

なお今回の実験でのアンモニウムイオン濃度は130～200mg/lと低く、アンモニアによる阻害の可能性はなかった。

4. 結論

ポリペプトンをUASBにて処理したところ、pH6.8～7.6で良好なメタン発酵がおこったが、pH6.1ではプロピオン酸などの蓄積が起こり、COD除去能の低下が観察された。これらの結果より、アンモニアによる阻害を防ぎ、脂肪酸の阻害が起こらないpHとしてpH6.8が考えられた。

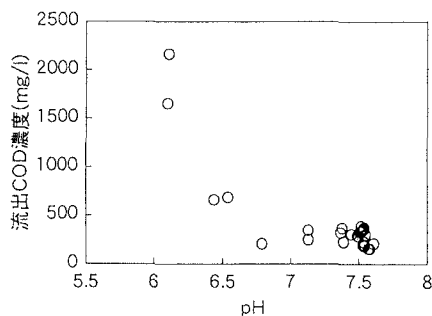


図5 pHと流出COD濃度の関係

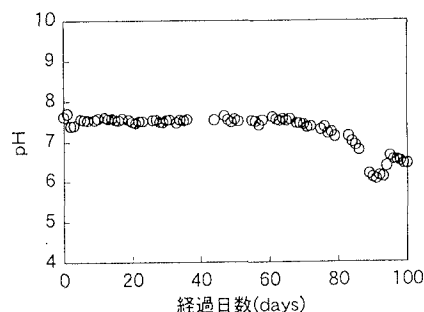


図2 pHの経日変化

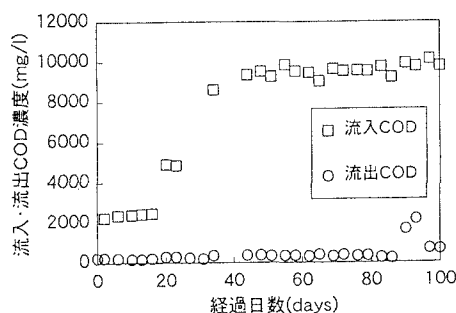


図3 流入・流出COD濃度の経日変化

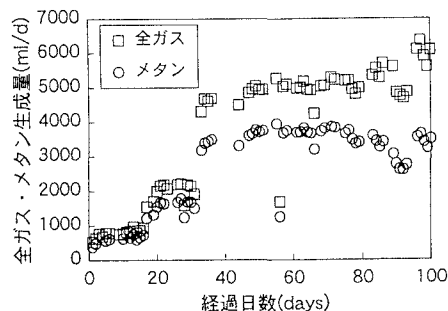


図4 全ガス・メタン生成量の経日変化

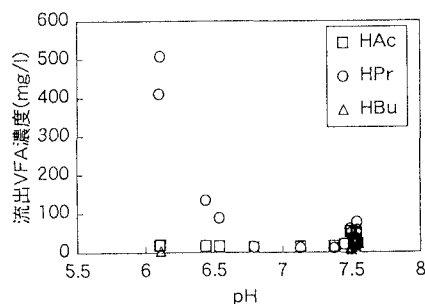


図6 pHと流出VFA濃度の関係