

UASBを用いた蛋白質系廃水のメタン発酵に及ぼすpHの影響について

信州大学 ○小出良平
 信州大学 中本和弘
 信州大学 正 松本明人
 信州大学 正 高所五郎

1. 結論

嫌気性消化の効率化の方法として、UASBリアクターをはじめとする自己固定化法や二相消化が挙げられる。当研究室では揮発性脂肪酸（以下、VFA）濃度を低く保ちながら低pHでメタン発酵をおこなわせることにより処理の効率化をはかる研究をおこなっている。すなわち低pH条件により酸生成菌の活性を高め、同時に低VFA濃度の維持によりメタン生成菌の阻害を防ごうとするものである。これまででんぷん基質に関し、pH6.2におけるでんぷん分解率の向上と良好なメタン生成の両立を確認している。そこで本実験では、下水汚泥やし尿の主要成分でありながら、メタン発酵に関する研究が炭水化物と較べると少ない蛋白質を基質とし、pHのメタン発酵に対する影響を調べた。期待される効果として、蛋白質の酸生成の促進やアンモニアによる阻害の緩和があげられる。

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、33～38.5℃に保った。pHは塩酸の添加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pHの影響を調べるためポリペプトン濃度12000mg/l、HRT2.5日の条件下でpH7.6→6.7→6.2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、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7.6で安定していたが、pHの影響を調べるために17日経過後から塩酸の添加を行なった。その結果、pHは24日目には6.7、59日目には6.3、68日目には6.2へと変化した。図3の流入・流出COD濃度に示すようにスタートアップ直後を除くと、流入COD濃度は13500～14600mg/l、流出COD濃度は1570～2020mg/lであった。流出COD濃度の値は昨年度行った実験のうちpH6.8～7.6において得られた160～390mg/lと比較するとかなり高くなっており、pHを6.1に急激に低下させ、プロピオン酸の蓄積が起きたときの値2160mg/lに近い。しかしながら今回の実験では処理は安定しており、VFAの蓄積などは見られなかった。本実

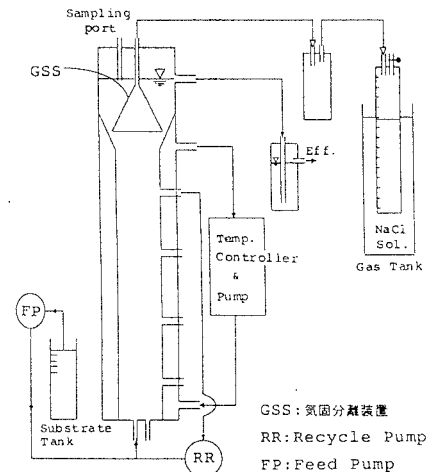


図 1 実験装置

表 1 基質組成および実験条件

Substrate (mg/l)	HRT (days)	Nutrient (mg/l)
Polypepton 12000	2.5	(NH ₄) ₂ HPO ₄ = 70.0 KCl = 75.0 NH ₄ Cl = 83.0 MgCl ₂ ·6H ₂ O = 81.5 MgSO ₄ ·7H ₂ O = 24.6 FeCl ₃ ·6H ₂ O = 41.6 CoCl ₂ ·6H ₂ O = 1.8 NiCl ₂ ·6H ₂ O = 1.8 CaCl ₂ ·6H ₂ O = 14.7
Buffer (mg/l)		
NaHCO ₃ = 5000		
K ₂ HPO ₄ = 500		
12N HCl = 0~10.5(ml)		
pH		7.6→6.7→6.2
Liquid Phase Volume		2.5 l
Temperature		33~38.5 °C

験での流出COD濃度が高い原因として、流入COD濃度の増大（昨年度の1.5倍）およびそれにとまうCOD負荷の増大（昨年度の1.5倍）が考えられるが、詳細は不明である。この点に関しては、今後、更に検討を要する。図4に全ガス・メタン生成量の経日変化を示す。メタン生成量は実験期間を通じてほぼ一定であり、メタン生成がどのpHでも阻害されていないことがわかる。流出SSおよびVSS濃度は3650~12700mg/lおよび2520~8210mg/lと大きく変動し、値も高かった。図5にpHと流出COD濃度の関係を示す。スタートアップ直後のデータを除くと、流出COD濃度はpHに関わらず1570~2020mg/lであり、COD除去率は86~89%であった。このように、COD除去に関してはpHの影響は見られなかった。図6にpHと流出VFA濃度の関係を示す。スタートアップ直後のデータを除くと、プロピオン酸はpHが7.6で50mg/l程度であったが、pHが6.7以下では70~140mg/lと若干増大し、酢酸は逆にpHが低いほうが低濃度であった。今回の実験では遊離VFAによる阻害がおこるほどVFAは蓄積しなかった。また本実験ではVFA濃度が低いにもかかわらず、流出COD濃度が高く、流出COD濃度のほとんどは未分解ポリペプトンやVFA以外の中間生成物と考えられる。中間生成物に関しては昨年度の場合、同定は出来なかったが、pH6.1で流出水中に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、検出されたが今年度はそのようなものはあられていない。

4. 結論

ポリペプトンをUASBにて処理したところ、pH6.2~7.6でVFAの蓄積やメタン生成の阻害などは見られずほぼ一定のCOD除去性能が得られ、pHを変化させることによるメリットもデメリットもなかった。今回の結果より、ポリペプトンと炭水化物の混合廃水処理する場合は、低VFAー低pH運転が可能と考えられる。

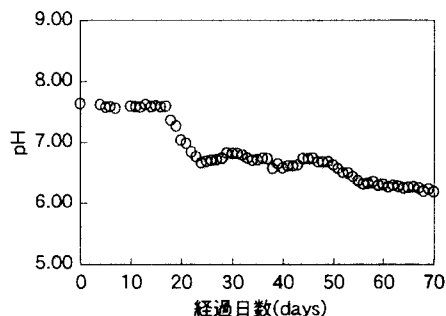


図2 pHの経日変化

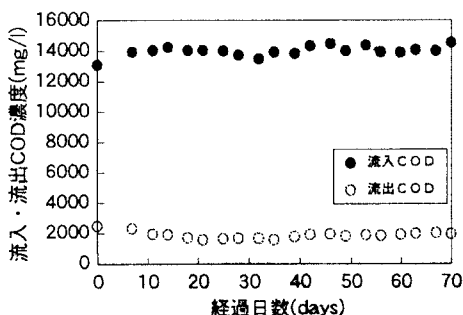


図3 流入・流出COD濃度の経日変化

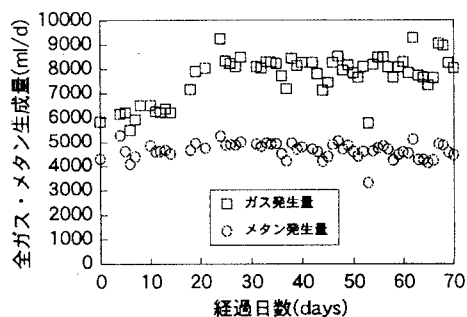


図4 全ガス・メタン生成量の経日変化

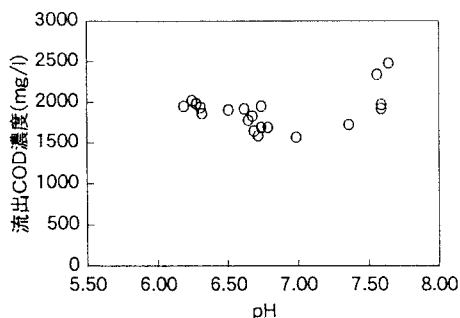


図5 pHと流出COD濃度の関係

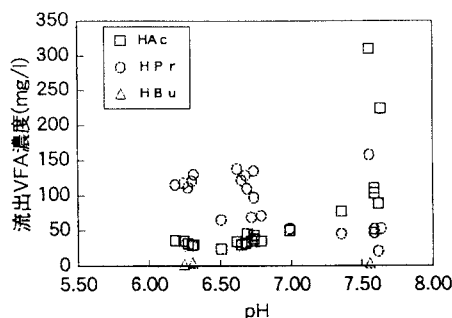


図6 pHと流出VFA濃度の関係