

II-90 嫌気性生物膜処理法におけるグルコースの嫌氣的分解について

日本大学大学院 学員 ○ 酒井 敦司
日本大学工学部 正員 松本 順一郎
日本大学工学部 正員 中村 玄正

1. 研究目的 有機性廃水の処理においても維持管理が容易で安定かつ省エネルギー的な嫌気性処理法が注目を浴びている。本研究は、下水の嫌気性接触処理法について、生物反応速度を中心とする基礎的知見を得ることを目的として、完全混合単一槽を用い、グルコースを基質とした基礎実験を行い、基質濃度の影響による有機酸生成の相違ならびにCOD収支を明らかにしようとするものである。

2. 実験方法 実験装置の概略を図1に示す。実験装置の主要諸元を表1に示す。流入基質を表2に示す。嫌気性附着汚泥は、郡山市終末処理場の消化汚泥を約一年間実験培養したものを各槽内でさらに馴致し使用した。本研究は、(1)pH値無調整の条件下での負荷条件の相違によるグルコースの嫌気性分解機構に関する研究(基質濃度の影響)

(2)pH値調整を消化に関与する細菌群(特にメタン生成細菌)の至適pHである7付近に行い、調整の有無によるグルコースの嫌気性分解機構に力点を置いて進めたものである。

3. 実験結果と考察 図2-aにpH調整前の各槽のpH値について示す。流入水においては、各槽とも約6.2とほぼ一定値が示されている。流出水では基質濃度の高い槽ほどpH値が低くなる傾向が示されている。図2-bにpH調整後における各槽のpH値を示す。流入水においては、各槽とも約8とほぼ一定値が示されている。流出水では全槽とも6.9

4~7.17となっており、ほぼpH調整によって7になっていることが分かる。図3-aにpH調整前の各槽における揮発性有機酸の生成濃度及びその組成割合を示す。この図より基質濃度の高い槽ほど揮発性有機酸の生成量が多くなっている。これは図2-aのpH値と関連して考えると基質濃度が高くなるに従って揮発性有機酸の生成濃度が高くなり、その結果溶液中の H^+ 濃度を高めるためpH値が低下したものと考えられる。また、全槽においては酢酸の生成割合が最も高くなっている。基質濃度の66.7mg/lの槽においては酢酸の生成量に比べ $^{\circ}C^{\circ}$ 酸・酪酸の濃度はごく僅かであるが、基質濃度が高くなるにつれ $^{\circ}C^{\circ}$ 酸・酪酸の生成が若干みられてきている。一方、基質濃度1000mg/lの槽においては各揮発性有機酸の占める割合はほぼ等しくなっている。図3-bにpH調整後の各槽における揮発性有機酸の生成濃度及びその組成割合を示す。pH調整前と比較すると基質濃度の高い槽においては揮発性有機酸の生成量に大きな減少がみられるが、基質濃度の低い槽ではほとんど変化が見られなかった。図4-aにpH調整前の基質濃度と一日当りのガス発生量の関係を示す。この図より150mg/l程度までの基質濃度の低い槽ではガスの発生量が多く、400mg/l、1000mg/lの槽に

表-1 装置諸元

有効容量	5.0 l (D=18cm, H=25cm)
有効水深	19.6cm
浮動板	39.2cm/枚
総面積	1156.1cm ² /槽
浮動板	39.2cm×23枚
底 部	254.5mm
攪拌方法	水流ポンプ 16 l/分
設定温度	27.0℃
滞留時間	12 hr.

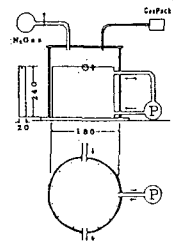


図-1 実験装置

表-2 基質条件

NH_4Cl	38.2 mg/l
$Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$	17.3 mg/l
KH_2PO_4	2.6 mg/l
$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	16.0 mg/l
$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	2.4 mg/l
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0.8 mg/l
$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	0.02 mg/l
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	4.0 mg/l

Run No. A B C D E F

グルコース	66.7mg/l	100mg/l	150mg/l	200mg/l	400mg/l	1000mg/l
-------	----------	---------	---------	---------	---------	----------

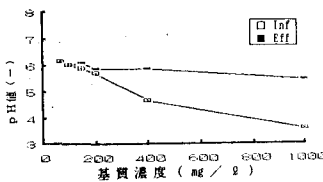


図2-a pH値無調整の各槽のpH値

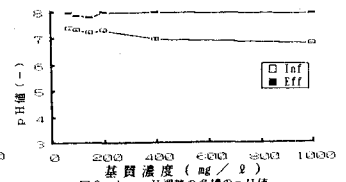


図2-b pH調整の各槽のpH値

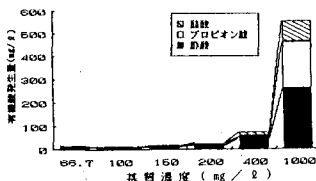


図3-a pH調整前の各槽における揮発性有機酸およびその組成割合

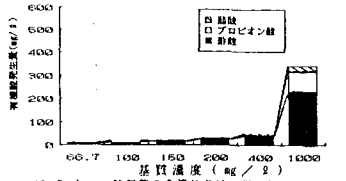


図3-b pH調整後の各槽における揮発性有機酸およびその組成割合

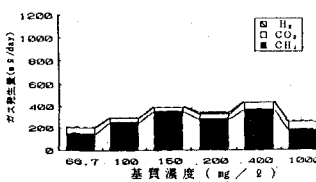


図4-a pH調整前の基質濃度と一日当りのガス発生量の関係

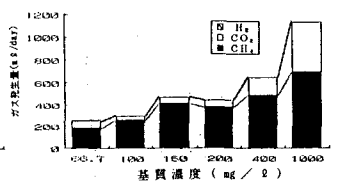


図4-b pH調整後の基質濃度と一日当りのガス発生量の関係

においては基質投入量当りガス発生量について考えるとガスの発生量は少なくなっていた。図4-bにpH調整後の基質濃度と一日当りのガス発生量の関係を示す。この図よりpH調整前と比較するとガス発生量は全槽とも増加しているが、基質濃度の高い槽においてこの傾向は顕著である。図5にpH調整有無によるpH値とガス発生量の関係について示す。縦軸は各槽の一日当りのガス発生量を一日当りのCOD除去量で除したものの($\text{m}^3\text{ガ}/\text{mgCOD除去量}$)を示し、横軸にpH値を示した。この図よりpH値5.9の境にそれ以上のところではガスの発生量が多くなっていることがわかる。また、pH調整により比ガス発生量は多くなっている。一般的に酸生成反応の至適pHは5.8付近とされておりガス化反応の至適pH値は7付近とされている。このことより基質濃度の高い槽においては低pH値がメタン生成細菌に阻害的に作用しているため、ガスの発生量も少なくなっているものと考えられる。図6基質濃度とCOD除去速度の関係を示した。この図を見ると基質濃度が高くなるに従ってpH調整の有無による差が大きくなることが分かる。これらの関係をLineweaver Burkプロットし示すと図7のようになる。これは実測値の平均値をLineweaver Burkプロットし、COD除去速度のMonod型反応速度式を最小自乗法により求めたものを示した。これよりpH調整による調整の無いときはCOD最大除去速度 $V_m=0.82\text{gCOD/gVS}\cdot\text{day}$ 、 $K_s=0.39\text{g/l}$ となり、pH調整を行ったときはCOD最大除去速度 $V_m=1.43\text{gCOD/gVS}\cdot\text{day}$ 、 $K_s=0.71\text{g/l}$ と V_m および K_s とも大きく変わった。図8にpH調整を行ったときの各槽のグルコース濃度とCOD収支率の関係を示す。この図より基質濃度 $66.7\text{mg/l} \sim 200\text{mg/l}$ の槽においてはpH調整の無いときは約70%であったがpH調整の結果約80%となり、基質濃度 1000mg/l と最も高濃度の槽においてはpH調整前約25%であったがpH調整により約40%の除去率と、pH調整前と比較するとCODの除去率は大きくなっていることがわかる。一方、分析された揮発性有機酸のCOD換算値の占める割合を流出COD率と比較すると、ほぼ等しくなっており同じ傾向にあることがわかる。これは、pH調整前においては基質濃度が高い槽程有機酸が蓄積しpH値の低下がおこり、メタン生成菌の基質分解活性が低下したためガス化によるCODの除去が促進されなかったが、pH調整によりメタン生成菌の基質分解活性が向上しガス化によるCODの除去が促されたことによるものと考えられた。

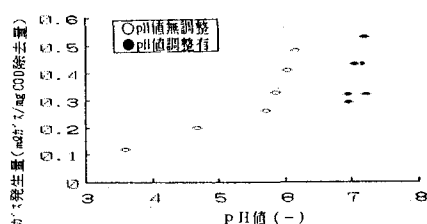


図5 pH調整有無によるpH値とガス発生量の関係

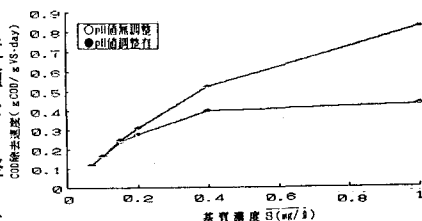


図-6 基質濃度とCOD除去速度の関係

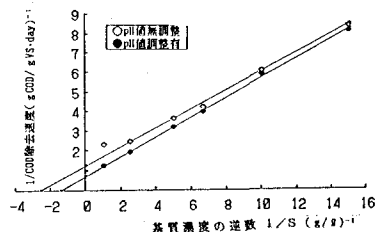


図-7 Lineweaver Burk プロット

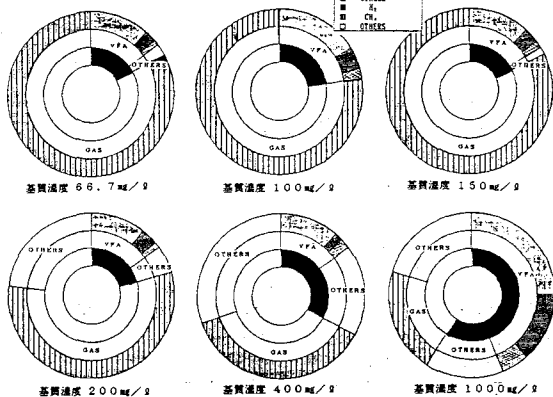


図-8 pH調整時の基質濃度とCOD収支率の関係

3. 結論

- (1) pH値は、揮発性有機酸の生成濃度の高い基質濃度の高い槽ほど低くなり、基質濃度 1000mg/l の槽で約pH値3.6であった。
- (2) ORP値は基質濃度が高くなるに従ってやや高くなる傾向が示されたが、これは酸生成菌の還元活性が低pH値の影響により抑えられたことによるものと考えられた。
- (3) ガス分析に関しては基質濃度の高い槽にはpH値の低下が見られ比ガス発生量も少なくなっていた。また、約pH値5.8以下ではガス化に阻害が有るものと考えられた。
- (4) COD最大除去速度 $V_m=0.82\text{gCOD/gVS}\cdot\text{day}$ 、 $K_s=0.39\text{g/l}$ が得られた。
- (5) pH値調整により、ORPは大きく低下した。
- (6) pH値調整により揮発性有機酸の生成量は減少し、ガスの生成量は増加した。
- (7) pH値調整により高濃度系のCOD除去速度は大きくなり、 $V_m=1.43\text{gCOD/gVS}\cdot\text{day}$ 、 $K_s=0.71\text{g/l}$ が得られ、pH調整により V_m 、 K_s とも約2倍の値となった。