

回転円板法による嫌気性消化に関する研究 (2)

宮崎大学工学部 正 石黒政義

宮崎大学工学部 学 荒尾 泉 ○学 松原秀一

1 はじめに

近年、嫌気性消化法の処理効率向上のため種々の研究が行なわれている。従来の浮遊方式では、菌体が槽外へ wash out されやすいため世代時間が2～11日と長く増殖速度の小さいメタン菌を高濃度に高めることが難しい。また、嫌気性循環床法・嫌気性流動床法・嫌気性固定床法といった菌体も高濃度に保持できる生物膜方式が研究されているが、これらは槽内での垂直上昇流に動力を要し、小流量運転時には目づまりと短絡流を起こす構造となっている。本研究では、嫌気性固定生物膜法の長所と水平流方式を取り入れた嫌気性消化回転円板実験装置を用い、反応滞留時間(発酵日数)の短縮と低濃度での可能性を目的とし、養豚場実験水を原水とした現地実験及び、消化過程において律速段階となるメタン発酵段階の消化機構究明のため、室内での酢酸を基質とした人工廃水による回分実験を行った。養豚場水に関する結果の一部は既に報告した。本文では、現地実験結果及び室内実験結果の一部を報告する。

2 実験装置と実験方法

(1) 実験装置 本研究に用いた現地中型実験装置は、図-1に示すような円板直径49cm, 1段17枚で計68枚、各段有効容量は56.8, 51.7, 51.7, 56.8, 計218ℓ、加温装置は各段円板槽内に200V-0.5kWの投込ヒーター4個を固定し、槽の反対側にサーモスタットセンサーを取りつけたものである。各段にガス集気管があり、NWK-0.5C型の湿式ガスメーター(1～300ℓ/hr)3個で、1-2槽、3槽、4槽にそれぞれ連結し計量する。また、本実験装置の流入前部に一時貯留攪拌槽を設けた。図-2に室内実験装置を示す。実験は同型の2つの装置を用い、ガス集気はシンカーにより水上置換によって測定した。ヒーターとサーモスタットにより加温を行い、円板枚数10枚で槽有効容量はそれぞれ5.5, 5.6ℓである。

(2) 実験方法 中型実験装置の処理原水である養豚場水の水質を表-1に、表-2に室内実験に用いた基質の組成を示した。水質試験は下水試験法により、ガス分析及酢酸・T-Cの測定はガスクロマトグラフィーを用いて行った。中型実験装置の円板回転数は2rpm, 室内実験装置の回転数は15rpmとした。消化種汚泥は嫌気性屎処理場の返送汚泥を用い反応槽に投入、中型実験装置には全槽容量の約80%を種汚泥、それに20%の原水を加え培養を開始した。所定メタン発生量が維持された後に滞留時間を20, 10, 5, 3.5, 2, 1, 0.5日と短縮し、それぞれ負荷量、除去率、ガス発生量などを検討する。室内小型実験装置では60%の種汚泥に、40%の酢酸ナトリウムを基質とした人工廃水を加え培養を行った。培養時の酢酸ナトリウム濃度は2000ppmであり、組成は表-2に示すものである。同型の2つの装置を平行して運転し回分実験を行った。温度は中型、小型の両装置とも37℃に設定した。

3 実験結果と考察

図-3は1981年8月より宮崎市郊外の養豚場に設置した中型実験装置による実験結果の中から、滞留時間

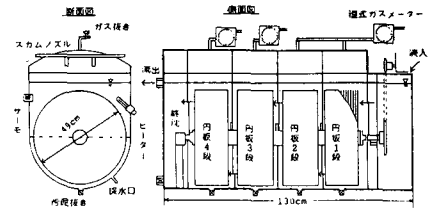


図-1 中型実験装置

COD	100-2300
BOD	5250-10000
T-C	3000-15000
PH	5.9-7.5
Temp.	13-29
Alk.	1250-3200
DO	1.0-1.2
NH ₃ -N	600-1300
VS	3000-10000

表-1 養豚場水水質

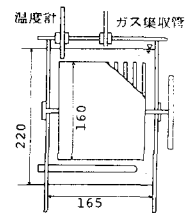


図-2 小型実験装置

成分	濃度 (mg/l)
CH ₃ COOH	5000
NH ₄ Cl	500
KH ₂ PO ₄	1500
Na ₂ HPO ₄	3000
肉エキス	100

表-2 基質組成

(発酵日数) 5日, 3.5日, 2日, 1日および0.5日の一部(82年3月~10月)における流入原水水質および円板槽全4段からの発生ガス総量を経時的に示したものである。図中の各T-C濃度は各期間中の平均値で、日によっては多少の変動がある。各滞留時間と原水濃度に対する発生ガス量とは密接な相関性を示し、負荷変動に対しても高い処理効率が期待できる。なお本実験養豚廃水のT-CとVSは、TC≒1.8VSの濃度関係となっている。

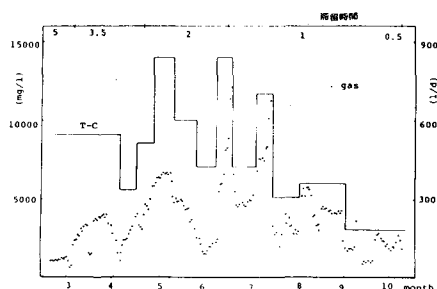


図-3 流入水のT-C・滞留時間と発生ガス量の経日変化

図-4は回転円板法による嫌気性メタン発酵槽の設計基本となる円板表面積に対する有機物負荷量とガス発生量の関係を示したものである。一般に養豚廃水に対するメタン発酵のガス発生量は、 $0.3 \text{ m}^3/\text{kg-VS}$ といわれている。本実験の値は、円板単位面積当たり1日のVS負荷が 100 g でも 0.3 m^3 に近い値を示し、しかも反応滞留時間は1日である。これは更に滞留時間を短くできる可能性を示している。

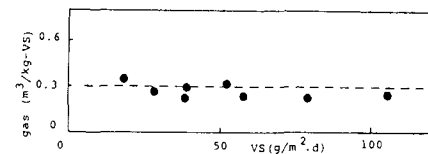


図-4 円板面積負荷に対するVS当りのガス発生量

	O ₂	N ₂	CH ₄	CO ₂
1-2 stage	1.0%	2.8%	66.7%	30.3%
3 stage	0.6%	2.2%	70.4%	27.0%
4 stage	1.5%	6.7%	63.3%	28.5%

表-3 発生ガス組成率

表-3は円板反応槽別の発生ガス組成率を円板各段ごとに示したものである(滞留時間1日の場合)。本分析に使用した充填剤は、CO₂が検出不能のため、O₂, N₂, CH₄以外をCO₂として計算したものである。CH₄のパーセントは3槽が最もメタン発酵を行っていることを示しているが、本実験装置ではガスメーターをオー1-2槽同一メーターに連結しているため、オー2槽での発生量は推定の域である。CO₂をみると1-2槽が30.3%と他の槽よりも多い。本実験では、今までの浮遊方式メタン発酵槽の実験および運転結果からいわれている発生ガス組成率と殆んど同じ組成率が得られている。

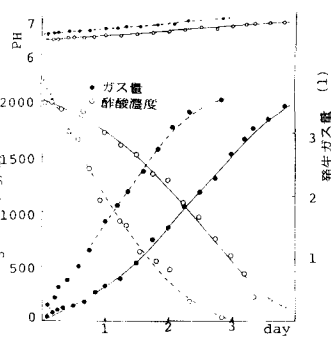


図-5 酢酸濃度と発生ガス量の経時変化

室内実験での酢酸濃度と発生ガス量の経時変化の一部を図-5に示す。反応系に取り入れられた酢酸がガスに転換されていて、投入した酢酸が全てCH₄, CO₂ガスになるとすれば、理論的発生ガス量は 3.58 l となり、本実験結果では $3.3 \sim 3.5 \text{ l}$ の値が得られている。投入酢酸濃度は 5000 ppm で、槽内濃度は約 2000 ppm となり時間と共に減少し、pHは投入後7.2付近から6.4に下がり酢酸の減少に伴い上昇している。初期の回分実験の結果を実線で示し、次の回分実験の結果が破線で示してある。後者の実験結果では前者の結果よりも反応時間が短縮されている。これは菌体の増殖によるものと考えられる。この回分実験ではそれぞれ2つの実験装置を同じ条件で行ったが、同様の結果が得られた。なお本実験は継続中で更に短い反応時間となることが予想される。

4 おわりに

本文では生物処理法として唯一のエネルギー生産方式である嫌気性メタン発酵をとりあげ、その第一目的である消化反応時間を短縮させるために回転円板法を用い、1年間の現地実験結果を報告し、既存のメタン発酵よりも $1/20$ に短縮した1日の滞留時間でも好結果が得られた。嫌気性消化の律速段階であるメタン発酵段階の消化機構を究明するための人工基質を使った回分実験では上述の結果が得られたが、目下実験継続中であり、講演時にはその結果も合わせて報告する予定である。最後に本研究に御協力戴いた萩原ファーム、K.K.電業社機械製作所に対し謝意を表します。

1) 石黒政策・渡辺義典・増田純男・荒尾良・小山崎巳・菊地茂幸：回転円板法による嫌気性消化に関する研究、土木学会全国大会講演集 1982, pp 149~150
 [参考文献] 2) 石黒政策・荒尾良：回転円板法によるメタン発酵に関する研究、第4回 回転円板法研究シンポジウム 論文集 1982, pp 14~16