

回転円板法によるメタン発酵法処理に関する研究

宮崎大学工学部 正 員 石黒政儀 渡辺義公
宮崎大学工学部 学生員 ○田口龍二 木内 悟

1. はじめに

嫌気性消化法(メタン発酵法)は、エアレーションを必要としないため好気性処理に比べて省エネルギー的であり、汚泥発生量が少なく、エネルギーを回収できる等の利点がある。しかし、本法は主に有機物 1%以上含む高濃度有機废水处理に用いられ、加温エネルギーが必要なこと、反応速度が遅いこと、処理水質が劣る等の理由のため普及発展が遅れてきた。近年、これらの問題に対し嫌気性微生物の高密度化、処理に關与する微生物の解明等の研究が進み、本法の高効率化の可能性が見出されつつある。本研究では、微生物の高密度化を計るため円板体内部にも微生物を生育できる多孔質セラミック円板体を用いて円板形状の違いによる比較実験を行い、その結果を報告する。また、低濃度有機废水处理へのメタン発酵法の適用を目的とした実験について、その結果及び考察を報告する。

2. 実験装置と実験方法

装置の概略を図-1に示す。円板は直径15cm、厚さ0.2cmを10枚用い、円板間隔0.55cm、円板表面積3,520 cm²、槽側面積1,460cm²、槽実容量5.3ℓの円板槽があり各々独立している。円板回転速度は 8rpmとし、水温はヒーターとサーモスタットとにより

37±1℃に保った。円板材質は、No.1:塩化ビニール、No.2:シラスセラミック、No.3~No.5:多孔質セラミックを使用している。気孔径は、No.2:400μm、No.3:100μm、No.4:200μm、No.5:400μmで、外形は平板であるが微細な凹凸状に成っている。

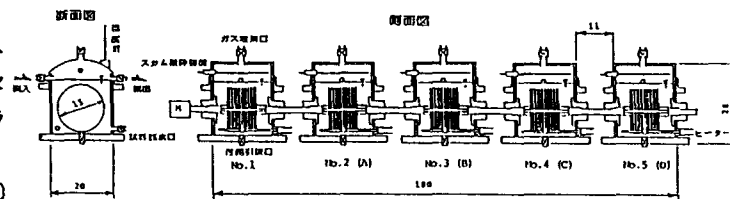


図-1 実験装置

表-1 人工下水の組成

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

表-2 人工下水の組成

組 成	濃度(mg/l)
デキストリン	30.6
ペプトン	65.4
酵母エキス	65.4
肉エキス	74.6
NaCl	6.7
MgSO ₄	4.0
KH ₂ PO ₄	18.6
KCl	13.4

(1) 円板形状の違いによる比較実験

この実験に用いた装置は、図-1のNo.1,2,4,5の4槽を用いた。細菌培養は、消化汚泥を種汚泥とし、酢酸を主体とする人工基質(表-2)を連続的に供給させることにより行った。実験は、流量を8,16 ml/minとし、酢酸基質濃度を変化させたときの定常酢酸Fluxとメタンガス発生量を測定した。

(2) 低濃度有機废水处理へのメタン発酵法の適用実験

この装置に用いた実験は、図-1のNo.3の槽を用いた。細菌の培養は、消化汚泥を種汚泥とし、表-3のような人工下水を用いて行った。実験は、T O C濃度 120~150 mg/ℓを原水として連続的に供給し、HRT:12,6,3,1.5hrのときのT O C、揮発性有機酸、メタンガス発生量を測定した。両実験における水質測定は、T O C、ガス分析はガスクロマトグラフィーで、揮発性有機酸は、イオンクロマトグラフィーで行った。メタンガスの生成速度は、T O C換算の物質収支で求めたものである。

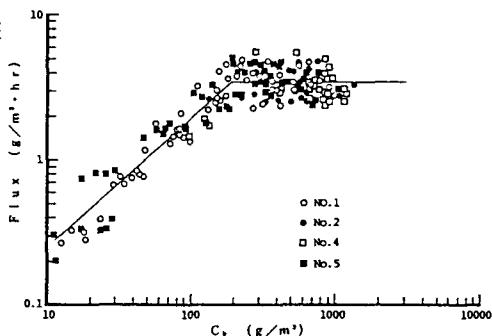


図-2 液本体酢酸濃度と酢酸Fluxの関係

3. 実験結果と考察

(1) 円板形状の違いによる比較実験：図-2は、液本体酢酸濃度 (C_b : g/m^3) と酢酸 Flux (F_b : $g/m^2 \cdot hr$) の関係を示す。低濃度領域の基質律速の段階では気孔がある円板体の方がやや高いメタン生成速度を示している。しかし、各種円板体は、液本体酢酸濃度が $180g/m^3$ 程度のとき最大メタン生成速度を得ておりこの領域ではさほど差は認められない。図-3は、円板形状の違いによる酢酸除去量と発生メタンガス量の関係を示す。メタンガスの発生量においても各種円板体の差は余り認められず Buswell の式により得られた理論値に近い値を示している。

(2) 低濃度有機废水处理へのメタン発酵法の適用：図-4に TOC 濃度が、 $120 \sim 150 mg/l$ の原水を連続的に供給し、HRT を変化させたときの TOC 除去率と有機酸・メタンガスの生成速度の関係を示す。HRT が短くなると TOC 除去率は低下している。しかし、有機酸とメタンガスの生成速度は HRT が短くなると増加している。液本体 TOC 濃度が低い HRT 12hr では生物膜への有機物の移動が反応を律速しているため有機酸とメタンガスの生成速度は小さく、HRT が短くなるほど液本体 TOC 濃度が高くなり有機酸とメタンガスの生成速度は大きくなった。このときの発生メタンガス量は HRT 1.5hr で $50 \sim 80 ml/hr$ 程度であり十分回収できたが HRT が長くなるとメタンガスの回収は困難であった。酸生成速度とメタン生成速度の活性の関係は、HRT 12hr で 1:1、HRT 1.5hr で 1:0.67 の割合であり HRT 1.5hr でもメタン菌の活性が十分に高かったことが判明した。図-5は、HRT 3hr の連続実験が終わった後、回分実験を行ったものである。この図からも HRT 3hr で酸生成菌とメタン生成菌の活性が高かったことが示される。このときのメタンガスの生成速度 ($g/m^2 \cdot day$ as TOC) は $11.4g/m^2 \cdot day$ であり、連続実験の値 (図-3) とほぼ一致した。HRT 1.5hr についても同様であった。このことから、HRT 12hr では有機物の生物膜への移動がメタンガス生成速度を律速していたことが分かる。以上により、低濃度有機废水のメタン発酵処理では高い TOC 除去率とメタンガス発生量を両方とも満足することはできない。エネルギーを回収し高い TOC 除去率を得るには、HRT を短くして嫌気性処理を行い、ガスを回収し、その処理水を好気性処理する方法が有効と考えられる。

4. おわりに

本研究では、微生物濃度を高めるため多孔質セラミック円板を用いた結果、スタートアップは早く、低濃度領域の基質律速の段階ではやや高いメタン生成速度を得るが、最大メタン生成速度についてはいずれの円板体においてもさほど差が認められなかった。低濃度有機废水处理へメタン発酵法を適用した場合、高い TOC 除去率とメタンガス量を両方高くすることはできないと考えられる。最後に岩尾磁器工業 KK、KK 清本鉄工に謝意を表します。

参考文献 1) 竹口、渡辺；回転円板法によるメタン発酵過程の温度、86 度土木学会西部講演集、2) 石黒、牛原、峯下；回転円板法によるメタン発酵処理に関する研究、(4 報、5 報) 86 年度土木学会西部講演集。

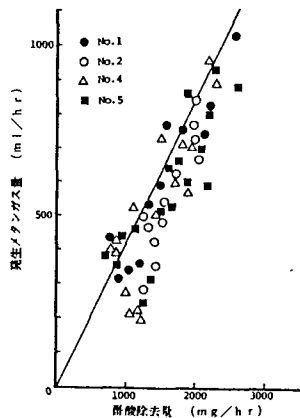


図-3 酢酸除去量と発生メタンガスの関係

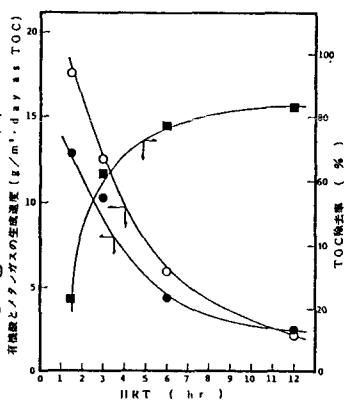


図-4 TOC除去率と有機酸・メタンガスの生成速度の関係

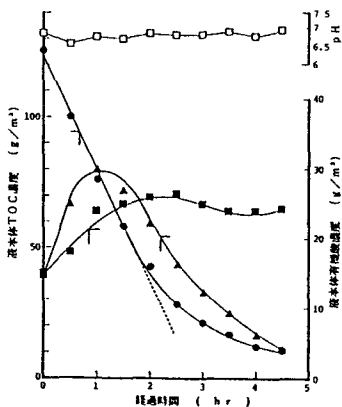


図-5 回分実験による酸生成菌とメタン生成菌の活性 (HRT: 3hr)