

回転円板法による都市下水のメタン発酵処理に関する研究 (8)

宮崎大学工学部 正 石黒 政儀 渡辺 義公 増田 純雄
学○木内 悟 田口 龍二 池口 学

1 はじめに

嫌気性消化法(メタン発酵法)では、従来BOD濃度10,000mg/ℓ以上で中高温として14~21日という長い消化日数を要し、大容量の消化槽を建設しなければならなかった。筆者らは従来の円板体よりも更に消化率の向上を目的として円板体内部にもメタン菌が育成できる菌体固定化多孔性セラミックを用い、人工下水で処理効率の比較検討を行って、円板体材質として塩ビ板よりセラミック板の方が消化効率が高いことを報告した^{(1),(2),(4)}。本報では酢酸基質を用いて単一槽内にメタン生成菌を優先的に付着育成させ、各種円板体の形状における処理能力の比較検討を行った。その結果に考察を加えて報告する。

2 実験装置と実験方法

1) 実験装置 本研究で使用した実験装置は、直径15cmの円板を10枚、円板槽実水容積6ℓ、円板表面積3,380cm²、円板厚0.4cm、円板間隔0.55cm、円板中心径1.0cm、中心軸円板固定スパンサー径3.0cmの円板槽が5槽あり、各々独立している。また各槽の回転軸は自在継手で連結されており、1個の円板体駆動可変モーターによって各槽円板体は回転速度8rpm(周辺速度3.8m/min)で運転した。槽内水温は各槽に設けてあるヒーターとサーモスタットにより中温発酵の37±2℃に設定し、装置の上面、側面、底面にはそれぞれ、計量用のガス抜き孔、試料採水孔、汚泥引き抜き孔が各槽ごとに設けてある。槽内部にはスカム破碎装置が付置してある。円板体材質は図-1に示すNo.1が塩ビ、No.4, No.5が特殊多孔質セラミック、No.2がシラスセラ

ミックで、気孔径は表-1に示すようにNo.2:400μm、No.4:200μm、No.5:400μmである。またNo.2のシラスセ

ラミックは従来の陶土類を原料とせず、宮崎県、鹿児島県の南九州に無尽蔵にある火山灰からなる特殊土壌のシラスを原料として製造されたものである。

2) 実験方法 宮崎終末処理場の消化汚泥を種汚泥とし、メタン

生成菌が直接利用することのできる酢酸の人工基質(表-2)を用いて生物膜の馴養を行った。本実験では酢酸基質のTOC(酢酸)濃度を160(350)~210(470)mg/ℓで連続的に各槽へ流入させた。HRTを12,6,3,15時間と短縮して、各HRTにおける各槽の定常TOC(酢酸)濃度を測定した。なおTOC、酢酸濃度はガスクロマトグラフィーで分析した。

3 実験結果と考察

図-2にHRTとTOC(酢酸)除去率の関係を示した。図-1に示すNo.1の塩ビ板とNo.5の気孔径400μmのセラミック板を比較したも

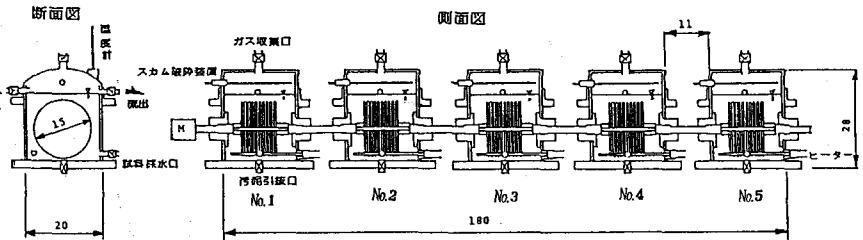


図-1 実験装置

表-1 セラミックの物理、化学組成

No.	円板体	直径 (cm)	気孔径 (μm)	見掛け気孔率 (%)	かさ比重	アルミナ質 (%)	シリカ質 (%)
2	シラスセラミック	15	400	12	2.22	29	60
4	セラミック	15	200	40	1.67	37	56
5	セラミック	15	400	40	1.67	37	56

表-2 基質組成

成分	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

ので、塩ビ板ではHRT12時間で89%の除去率を得るのに
 対し、セラミック板ではHRTの短い3時間程度で90%の除
 去率を得ており十分処理されていることがわかる。また第
 6報の人工下水を用いた実験結果と比較すると、塩ビ、セ
 ラミックともに本実験(酢酸基質)の方が除去率が高い。
 これは、前者の実験が人工下水を酸生成とメタン生成との
 2過程を経て処理しているのに対し、本実験では酢酸基質
 をメタン生成過程のみで処理したからである。

図-3は図-1に示すNo.1とNo.5の液本体酢酸濃度と酢
 酸Fluxの関係を示す。この様な低濃度領域では基質の拡散
 律速のみが生じる1次反応となる。この図の右上がりの直
 線の勾配は物質移動係数 K_d (m/h)となり、No.1が $K_d=2.38 \times 10^{-2}$, No.5
 が $K_d=3.47 \times 10^{-2}$ である。また渡辺らによる生物膜の動力学的解析³⁾か
 ら K_d , F_b は次式で示される。

$$F_b = D(C_b - C_s) / L_d \quad \text{--- (1)}$$

$$K_d = D / L_d \quad \text{--- (2)}$$

ここで、 F_b :拡散層を通過する基質Flux(g/m²・h), C_b :液本体
 定常基質濃度(g/m³), D :基質の分子拡散係数($=6.25 \times 10^{-6}$ m²/h),
 C_s :生物膜表面基質濃度(g/m³), L_d :拡散層厚(m)

式(2)より L_d を計算するとNo.1が $L_d=262 \mu\text{m}$, No.5が $L_d=180 \mu\text{m}$ とな
 る。この数値から拡散層厚はNo.5の方がNo.1よりも薄い。これは、円ビ
 板は平板であるがセラミック板には微細な凹凸と気孔があるため形状の
 違いによるものと思われる。従って円板体の種類による処理効率の差
 は、円板体の形状と材質にも起因する。

図-4はNo.1, 2, 4, 5の円板体を用いてHRT12時間と3時間におけ
 る除去率を比較したものである。12時間ではNo.1:89%, No.2:90%, No.4:
 92%, No.5:96%となっている。No.2, No.4は87年12月から実験を開始した
 ので未だ馴養期間中であり、この期間を過ぎると除去率も高くなると予想
 される。図中のHRT3時間の値が示すようにHRTが短くなるとNo.5に比
 べてNo.1の効率は下がり、両者の差は大きくなる。

4 おわりに

本報では、酢酸基質を用いても人工下水基質の場合と同様にセラミック
 円板体は高消化率が得られることを確認した。シラスセラミックは十分な
 結果が現時点では得られていないが目下実験継続中であり、その結果は講
 演時に追加報告する。最後に宮崎市下水道課、岩尾磁器工業KK、KK清
 本鉄工に謝意を表します。本研究は昭和60-62年度文部省科学研究費一般
 研究Bの補助によるものである。

参考文献 1) 石黒・池口・田口他; 回転円板法によるメタン発酵に関する研究(6), 土木学会西部支部
 研究発表会講演集1987年。2) 石黒・田口他; 同第7報, 第2回生物膜法研究シンポジウム論文集1987年。
 3) 渡辺義公; 浄化機構からみた回転円板法の特性と将来的課題, 月刊下水道1983年, Vol.16, No.5。4) 石
 黒・竹口他; 回転円板によるメタン発酵過程の温度依存性, 土木学会西部支部研究発表会講演集1983年。

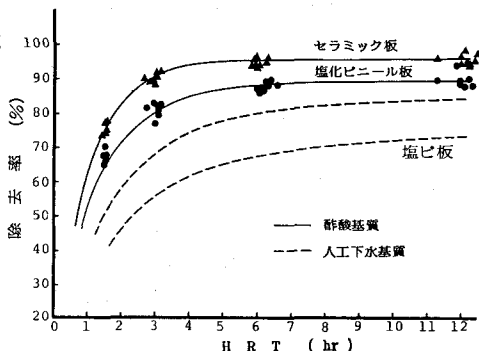


図-2 TOC(酢酸)除去率とHRTの関係

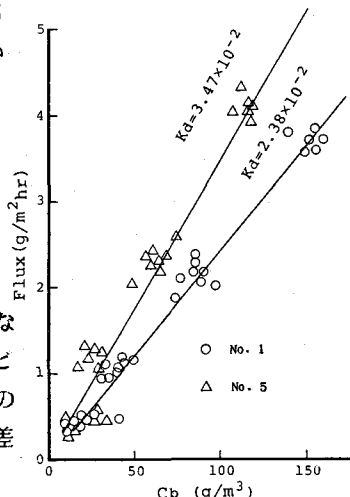


図-3 液本体酢酸濃度とFluxの関係

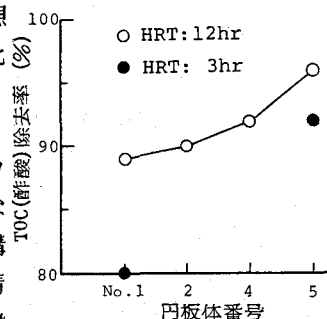


図-4 各槽円板体除去率比較