

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(15)

宮崎大学工学部 ○学員：三木幸浩：新原一生：尾形恵
正員：石黒政儀

1. はじめに

嫌気性消化法(メタン発酵法)は、生物学的有機性廃水処理法の中で唯一のエネルギー回収型であり汚泥の発生量、動力費が少なく、供給酸素の無考慮、運転管理も容易である。しかし既存の浮遊方式では反応槽内の菌体濃度が高められずに中温発酵でも20日以上長いHRTを必要とし、高濃度の原水BODに限られ大容量の消化反応槽となり、本法の普及発展を遅らせてきた。近年、反応槽からの菌体流出をを防ぎ菌体保持濃度を高め、低濃度廃水に対する適用として嫌気性固定床法、包括固定化法、UASB法などの研究が盛んに行われるようになった。筆者らは生物固定化法の中でも反応槽の水流が水平流方式で構造的・理論的にも有利な嫌気性回転円板法を用いて、1981年より養豚廃水、1982年より焼酎蒸留廃液の研究を行い、更に1983年より低濃度の都市下水処理を宮崎下水処理場で開始した。当初は生物付着円板体材質は平板ポリエチレンであったが、円板体内部にも消化菌が生育できるセラミック円板体の気孔径を比較実験し、気孔径400 μ m円板体が最適であることを確認した1987年より木花下水処理場に直径50cmの陶土製セラミック円板体を用いた中型装置を設置し、無加温で実験を開始し、HRTが3~6時間で良好な結果を得た。そこで1989年8月より南九州に無尽蔵にある火山灰土のシラスを原料としたシラスセラミック円板体を陶土製セラミック円板体の代わりに設置し実験を行った。さらに1991年8月に直径、1.5mのシラスセラミック円板体を用いたパイロットプラントで1年間の継続実験を開始し、現在まで得られた結果に考察を加えて報告をする。

2. 実験装置と実験方法

2-1 パイロットプラント実験装置を図-1-(1)に示し、その仕様は表-1の通りである。本装置はメタン発酵槽内の円板体はメタン細孔径400 μ mのシラスセラミック円板を各段5枚、合計4段20枚と沈殿槽からなり、メタン槽の上部には消化ガス採取口、側部にはサーモスタット、採水口、底部に汚泥引き抜き口が設けられている。本装置を木花下水処理場初沈流出水を原水とし同処理場に設置しメタン槽HRTを変化させながら処理する。硝化、脱窒、脱リン実験装置と諸元は図-1-(2)、(3)と表-1に示す通りである。1991年8月に宮崎市終末処理場より種汚泥として消化槽汚泥を実容積の約50%(2.0 m^3)投入し、約1カ月馴養した後に通水量を徐々にあげて滞留時間を短くしていき、無加温で約1年間の予定で目下実験を継続中である。

2-2 分析方法 各種水質分析は下水道試験法に基づき、TOCの測定はガスクロマトグラフを用いて測定を行った。なおTOC:BOD=1:2の関係である。

3. 実験結果と考察

消化率からの考察：全反応槽における各段の水質変化の一例を図-2に示す。本装置は好気性消化・脱リン槽の

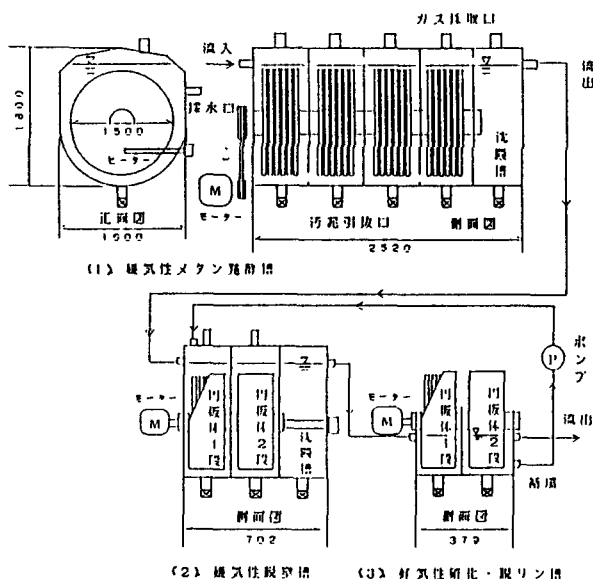


図-1 パイロットプラント装置図

表-1 実験装置の仕様

項目	1. メタン発酵槽 円板体 1.2.3.4 段	2. 脱窒槽 円板体 1.2 段	3. 硝化・脱リン槽 円板体 1 段	円板体 2 段
円板材質	セラミック (400 μ m)	ポリエチレン	ポリエチレン	鋼鉄
厚 (cm)	2.0	0.3	0.3	0.1
間隔 (cm)	2.0	1.5	1.0	1.0
直径 (cm)	150	5.0	5.0	5.0
枚数	5枚×4段	2.0	1.0	1.0
円板全面積 (m^2)	60	7.6	3.8	3.8
側面積 (m^2)	3.86	51.8	15.4	15.4
円板回転数 (rpm)	2~20	3~20	3~20	3~20
沈殿槽容積 (m^3)	0.85	58.5		

後に最終沈殿池を設けると処理水濃度は更に良くなる。消化部はTOC面積負荷 $2\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ 以下で60%, $3\sim 5\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ で50%の除去率が得られる。除去率とTOC面積負荷を示した図-3でHRT12時間~94時間のTOC除去率、また流入水質と流出水質について流入TOC濃度の方が変動が激しく流出TOC濃度の変動は緩和されることが判明した。なお水温は $15^\circ\text{C}\sim 32^\circ\text{C}$ であった。メタン発酵が行われているかどうかを見極めるのに大切な要素となるのが酢酸である。そこで酢酸の変化を図-4で見ると、各段の水質が増えたり、減ったりして日によって違っている。これは酸発酵とメタン発酵が同時に起こっていると考えると説明がつく。酢酸が十分にあるときはメタン菌により分解が行われ酢酸は減っていき、また少ないときは酸発酵が行われ、酢酸が生成されていくと考えられる。図-5に各段HRTごとのTOC残存率を示す。ここでCは処理水、Ciは原水TOC濃度をそれぞれ示す。

4. おわりに

本文では低濃度下水処理法として円板体を用いた無加温でのメタン発酵処理を実証装置を用いて滞留時間を94, 75, 48, 24, 20, 16, 12時間と変化させて実験を行った。メタン槽でのTOC除去率10%~60%で、面積負荷は $1\sim 5\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ の幅で変動している。これらのデータより言えることはメタンガスの発生は原水BODが低いので回収できる程度の量は発生しなかった。また脱窒、硝化・脱リンの中型装置を接続して実験をおこなった。本法は既設活性汚泥曝気槽の中にメタン円板体を入れて上部を密閉し、TOCの約50%を消化し、残存TOCは好気性円板法で酸化させる2次処理を省エネルギーで行うことができる。また小規模下水処理に適用できる。最後に本研究に対し多大なる御協力いただいた宮崎市下水道部、岩尾磁器KK、KKセキスイエンパイロメントに謝意を表します。

参考文献

- 1) 石黒政儀, 荒尾泉: 回転円板法による嫌気性消化に関する研究...第4回回転円板法研究シンポジウム論文集1982年11月
- 2) 石黒政儀, 渡辺義公, 増田純雄: 回転円板法による焼酎蒸留廃液のメタン発酵処理に関する研究...環境技術 VOL.20 No.3 1991年3月
- 3) 石黒, 新原, 三木, 王, 尾形: 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...第6回生物膜法研究シンポジウム論文集 1991年11月

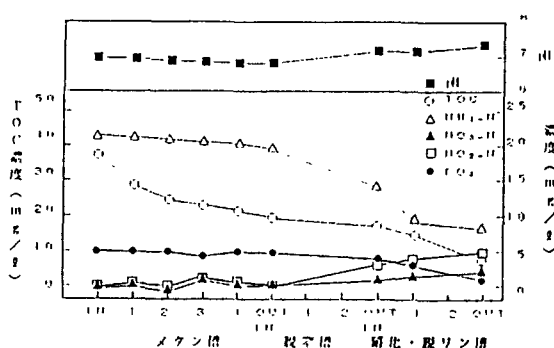


図-2 各段水質変化

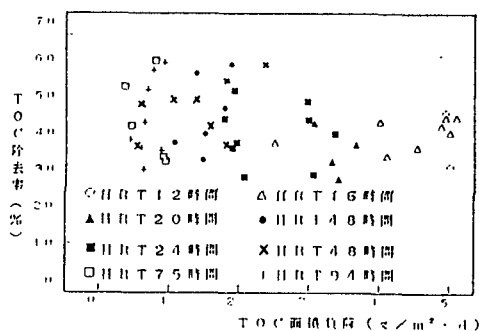


図-3 TOC除去率と面積負荷

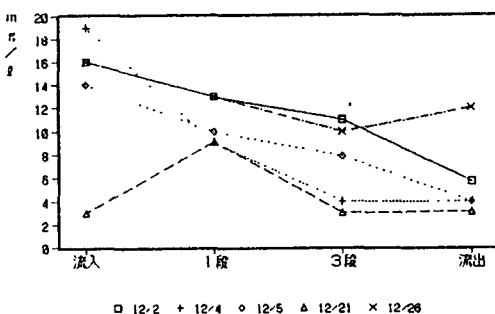


図-4 12月酢酸変化

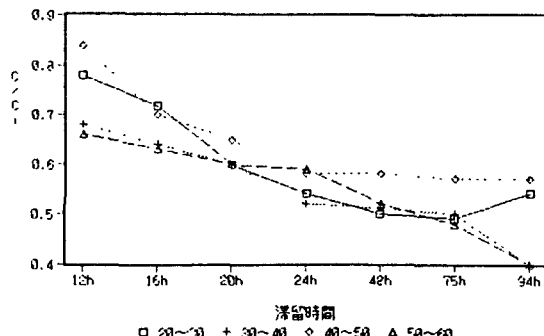


図-5 各HRT毎の処理水TOC残存率