

回転円板法による都市下水のメタン醗酵処理に関する研究(第2報)

宮崎大学工学部 正員 石黒政儀 正員 増田純雄
 ○学員 川畑正二 学員 高松一久

1. はじめに メタン醗酵法は燃料として有効なメタンガスを発生する、発生汚泥量が少ない、病原菌が死滅し安全であるなど多くの利点があり、下水汚泥、し尿処理、産業廃水などに古くから広く用いられて来た。しかしこれまで利用化された施設は、すべて高濃度の有機物を含有する汚水、汚泥処理に限られており、消化に用いる時間も高温、中温消化で各々14、21日の反応時間が必要である。近年、省資源、省エネルギーの要請が高まっているが、都市下水のような低濃度の有機性排水処理をもメタン醗酵法で行なえば、排水処理と同時にエネルギー源としてメタンガスを回収することが可能である。そこで一般都市下水有機濃度に相当するBOD200^{mg/l}の人工下水を使って、回転円板法による低濃度廃水のメタン醗酵の実験を行ない、その処理性能に及ぼす、消化温度、滞留時間、円板回転数の影響について検討し、最適の消化条件を見出す長期実験を継続中であるが、既にその一部は報告して来た。¹⁾ 本文では現段階までに得られた結果を報告する。

2. 実験装置と実験方法 (1)実験装置 本研究に用いた実験装置を図-1に示す。装置は4段4槽からなり、各段有効容量は各々4.7l、計18.8l、円板は塩化ビニール平板で直径150mm、厚さ2mm、円板間隔10mm、1段10枚、計40枚、全円板表面積は1.4m²、加温装置は1段2段に100V-200W、3段4段に100V-100Wの投げ込みヒーターとサーモスタートヒースビーを各々取り付けてある。装置の上面、側面、下面には各々ガス収集口、試料採水口、汚泥引抜口が各段に設けてあり、発生したガスは水上置換によって量を測定する。以上のような同型の装置を4台実験に用いる。

(2)実験方法 実験装置の処理原水である人工下水の組成と水質を表-1、表-2に示す。水質試験は下水試験方法により、ガス分析及び酢酸、TOCの測定はガスクロマトグラフィーを用いて行なう。まず培養を行なう前にトレーサー実験を行ない、本実験装置が完全混合槽であることを確認し本実験に移った。実験開始時の培養汚泥は、宮崎市終末処理場の消化汚泥を用い、消化汚泥を実験装置全有効実容積の約70%まで投入し、槽内水温36℃、円板回転数12rpm、流量26m³/min(滞留時間12時間)で処理原水を流入させて培養を開始し、さらに4日、8日後にも消化汚泥を容積の20%ほど投入した。開始より1ヶ月後装置底部に貯まった消化汚泥を引き抜き、その1ヶ月後に安定した処理水が得られ定常とみなした。実験は滞留時間で12、6、3、2、1、0.5時間、水温は36、30、25、20、15、10℃及び円板回転数は12、8、6、4、2、1rpmの各種条件下で行ない最適の消化条件を見出す。

3. 実験結果と考察 槽内水温36℃(中温)での、滞留時間6時間、3時間における流入流出と各段の水質変化の一例を各々図-2、図-3に示す。図-2でもわかるように滞留時間6時間の場合1段でBODが70%、2段84%、

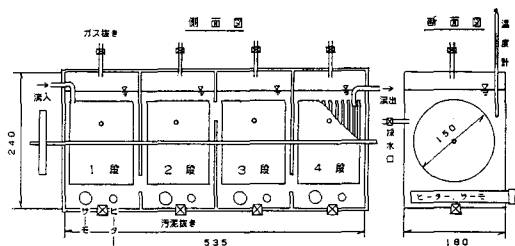


図-1 実験装置の側面図、断面図

表-1 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

表-2 流入水質

BOD	200 (mg/l)
COD	66
TOC	105
T-P	6.4
T-N	27.2

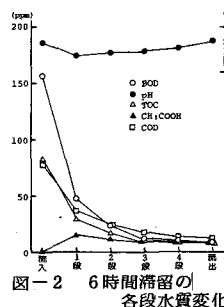


図-2 6時間滞留の各段水質変化

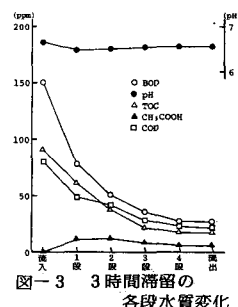
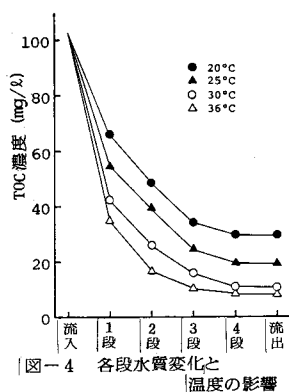


図-3 3時間滞留の各段水質変化

3段93%、4段で94%の除去率が得られ3段で処理がほぼ終了していることがわかる。TOCもBOD同様1段64%、2段80%、3段89%、4段では91%の除去率が得られ、CODは4段で84%の除去率が得られた。これはさらに滞留時間の短縮が可能であることを示唆している。pHは1段で6.4と酸側であるが、後段になるほど中性7へと近づく。酢酸は1段から4段まですべてで20ppm前後計測されたが、1段での酢酸濃度が最も高く2・3・4段と後段になるほど低くなっていく傾向がある。図-3の3時間滞留では6時間滞留に比べて除去率は若干落ちるが、BODで約82%の除去率が得られる。図-4は滞留時間を6時間にした場合に温度が各段水質変化に及ぼす影響を示したものである。最初、滞留時間6時間、槽内水温36℃で馴養し、その後5℃づつ10日間隔で水温を下げて行き36℃、30℃、25℃、20℃の時の各段のTOCを測定したものであるが、図から



わかるように槽内水温が下がるとTOCの除去効率は落ちるものの、36℃と30℃の最終処理水のTOCの差はほとんどなく水温が30℃でも10⁻³g/L程度の処理水が得られる。また20℃でも30⁻³g/L以下となる。図-5はTOC除去率と滞留時間の関係であるが、本実験で使ったような基質でTOC除去率90%を得るには少なくとも6時間以上の滞留時間が必要である。しかし、滞留時間が2時間半以上であれば80%以上のTOC除去率が得られる。図-6は全ガス発生量とTOC除去量との関係である。TOC除去量に対するガスの発生量は約0.48⁻³g TOCである。表-3は円板反応槽別の発生ガス組成率を各段ごとに示したものである(滞留時間3時間、水温36℃)。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4段が最も高い、逆にN₂濃度は前段ほど高く、ガス発生量も前段が多い。これは1段でのTOC除去量が多いためと思われる。

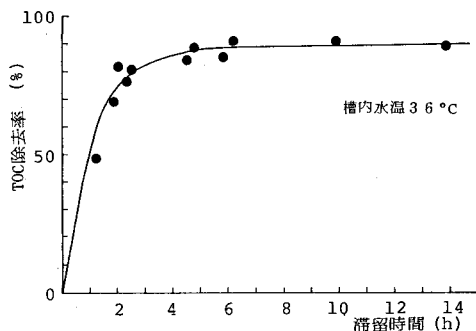


図-5 TOC除去率と滞留時間の関係

4. おわりに 本研究では2-(2)で述べたように各種条件下の実験を長期にわたって行なうが、本文では滞留時間4、12、6、3、2時間、水温36、30、25、20℃、円板回転数12rpmの条件下で、次のような結果が得られた。すなわち、(1)6時間滞留でBOD90%以上、3時間では82%の除去率が得られる。(2)6時間滞留での水温の影響は、30℃でTOCが約10⁻³g/L、20℃で30⁻³g/L以下の処理水が得られる。(3)滞留時間は6時間以上でTOC90%以上、2.5時間以上で80%以上の除去率が得られる。(4)ガス発生量は約0.48⁻³g TOC、(5)発生ガス成分は、CH₄が4段で最も多く、N₂は1段が多い。今後は前述の各種条件下の実験を継続して行なう予定である。最後に本研究に対して各種の御援助を賜っているK.K.電業社機械製作所、横浜化学工業K.K.に対し深謝致します。

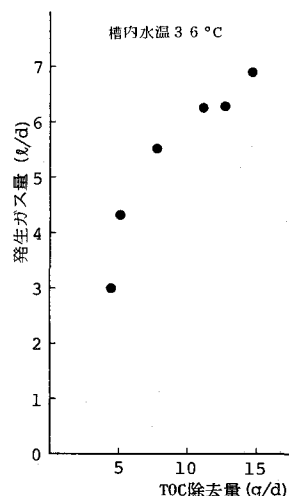


図-6 ガス発生量とTOC除去量の関係

参考文献 1)石黒政儀、堀田純雄、高松一久、川畑正二：回転円板法による都市下水のメタン醗酵処理に関する研究(第1報)、第6回回転円板法研究シンポジウム論文集、1984年12月6日、PP44~47 環境技術研究会。2)石黒政儀、堀田純雄、高松一久、川畑正二：回転円板法による都市下水のメタン醗酵処理に関する研究(第3報)、土木学会西部支部研究発表会議要綱要集、1985年2月17日。

表-3 発生ガス組成率
槽内水温 36 °C (%)

Stage	1	2	3	4
N ₂	45.0	29.7	23.1	21.2
CH ₄	39.7	51.5	57.3	58.5
CO ₂	14.3	17.8	18.6	19.3
O ₂	1.0	1.0	1.0	1.0