

し尿の嫌気性消化における酸発酵について

東北大学工学部 学生員 ○石井宏和
 東北大学工学部 正会員 野地達也
 東北大学工学部 巖 泰奎

1. はじめに 嫌気性消化法は複雑な有機物を揮発性脂肪酸(VFA)に転換する酸生成相とVFAをメタンに転換するメタン生成相より成っており、近年2つの相を分離して運転する2相嫌気性消化法が提案された。現在し尿の嫌気性消化においては第1槽で生物学的分解、第2槽で消化污泥と脱離液との分離を主目的とした2段消化方式が用いられており、消化日数としては両槽合わせて30日となっている。筆者らは昨年までの研究より第2槽の消化日数を現行の15日より短縮できるとの知見を得ている。本実験では第1槽の機能を劣化させてさらに効率よく働かせることを目指した二相消化法をし尿消化に適用した場合の酸発酵に及ぼす滞留日数(SRT)の影響について調べたものである。

2. 実験装置、材料および方法 図-1に実験装置の概略図を示す。攪拌は発生した消化ガスを循環させるガス攪拌方式である。基質には生し尿を用いた。生し尿は福島市下水道浄化センターの破砕機およびスクリーンを通過したし尿を採取し、さきに実験装置内での閉塞を防ぐために5mmの金網で除渣したものを冷蔵庫(5°C)で保存し使用した。表-1に投入し尿の性状を示す。滞留日数(SRT)は表-2に示すように設定した。3系列づつ同一のし尿を投入して実験を行い、投入し尿の性状の違いによる影響を無くするためにSRT=15日の系をコントロールとして運転した。実験は半連続実験であり、基質の投入は1日1回とした。

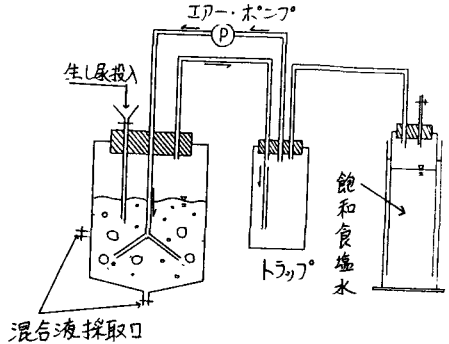


図-1 実験装置

表-1 生し尿の性状

	Run 1-2-3	Run 4-5-6
pH	6.92	7.02
CO ₂ -C (mg)	26870	33160
TOA (%)	6070	6850
VS (%)	10820	14960

表-2 実験条件

	Run 1	Run 2	Run 3	Run 4	Run 5	Run 6
滞留日数(day)	15	10	5	15	7.5	3
有効容積(L)	3.0	3.0	1.5	3.0	3.0	1.5
投入量(ml)×回	200×1	300×1	150×2	200×1	200×2	250×2

3. 結果および考察 図-2に投入VS当りのガス発生量、メタン生成量とSRTとの関係を示す。SRT=15日、10日の系においては550ml/g-vs ~ 600ml/g-vsのガス発生量、400ml/g-vs ~ 450ml/g-vsのメタン生成量を得たがSRT=7.5日の系よりガス発生量、メタン生成量が減少しSRT=5日、3日の系では100ml/g-vs以下のガス発生量、50ml/g-vs以下のメタン生成量しか得られなかった。

図-3には総有機酸(TOA)とSRTとの関係を示す。SRT=15日、10日の系では1000~2500mg/LのTOA濃度を示した。一方SRT=7.5日以下の系では6000mg/L以上のTOA濃度を示し、特にSRT=5日、3日の系では投入し尿のTOA濃度以上

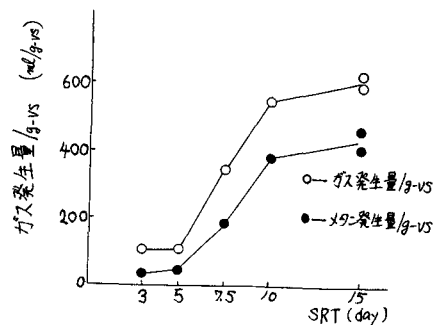


図-2 ガス発生量/VSとSRTとの関係

の値を示した。図-2と図-3の結果より、SRT=5.0日以下の系ではガス発生量、メタン生成量が低下し TOAが槽内に蓄積していることがわかる。

図-3には COD_{cr} 除去率と SRT との関係を示す。除去率はメタンガス発生量より計算したものと、投入生し尿の COD 量と槽内 COD 量との差より求めたものである。メタンガス発生量より計算した除去率の方が COD 収支より求めた除去率よりわずかに低い値を示したが同じ傾向を示している。SRT=15日の系で約50%の COD_{cr} 除去率を得たが、SRT=10日より除去率が減少し、メタン生成量が低下し槽内に TOA の蓄積がみられた SRT=5日、3日の系では COD_{cr} 除去率は10%以下になっている。

次に2相消化法の第1槽の効率化の示標ともいうべき VFA 生成率と SRT との関係を検討した。揮発性脂肪酸(VFA)としては酢酸、プロピオン酸、酪酸、吉草酸、カプロン酸をガスクロマトグラフ法により測定した。これらの VFA を表-3に示す COD 換算値を用いて COD 換算し、以下に示す(1)式を用いて各槽における1日当りの VFA 生成量を算出した⁽²⁾。

$$A_D = F(C_{Ac} - C_{Al}) + (M/Y + H)V \quad \text{----- (1)}$$

C_A : VFA 濃度 (mg-COD/l) M : 1日当りのメタン生成量 (mg-COD/l day)
 H : 1日当りの水素生成量 (mg-COD/l day) Y : VFA 別のメタンへの転換率
 A_D : 1日当りの VFA 生成量 (mg-COD/day) V : 反応槽容積 (l)
 添字, e: 流出, i: 流入, F: 流量 (l/day)

嫌気性消化では発生した水素は水素利用メタン菌によりすみやかに利用され、メタンに転換されるといわれている。本実験において水素は検出されなかった。VFA 別のメタンへの転換率は $Y=0.96$ とした。1日当りに各系に投入される VFA 以外の COD と(1)式より求めた VFA 生成量との関係より VFA 生成率を計算し図-5に示す。この図より SRT=15日の系では約40%の VFA 生成率を得たが、SRTが減少するに従って VFA 生成率は減少し、SRT=5日、3日の系では VFA 生成率が SRT=15日の場合と比べて1/3に低下していた。これはし尿が便槽内に長期間貯留されることにより分解しやすい物質はすでに分解されてしまい、し尿消化の対象となる時にはし尿中に分解しにくい物質のみが残っているため短い SRT では十分な酸発酵が生じなかったものと思われる。従ってし尿における酸発酵にはある程度長い滞留日数が必要であることが推察される。

4 結びに 本実験で得られた VFA 生成率の結果よりし尿における酸発酵にはある程度長い滞留日数が必要であることが知られた。

謝辞 --- 本研究を行なうにあたり多大な御協力を下さいました福岡市下水道浄化センターの皆様には感謝いたします。

<参考文献> (1) 石井 野池・花木: 第37回年講(1982) (2) 花木・松尾 下水道協会誌 Vol.17, No.18, 1980b

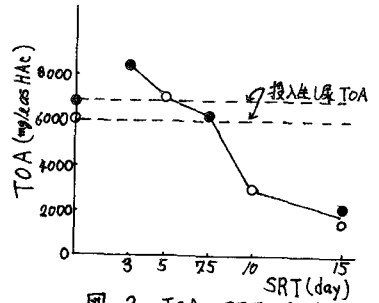


図-3 TOAとSRTの関係

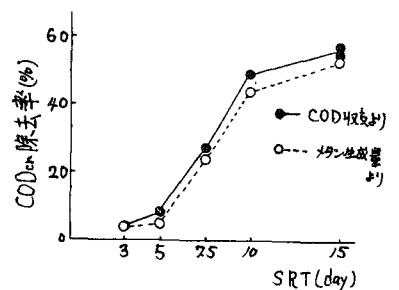


図-4 COD_{cr}除去率とSRTの関係

表-3 COD換算係数

	mg-COD/mg-acid
メタン	2.875
酢酸	1.066
プロピオン酸	1.512
酪酸	1.816
吉草酸	2.037
カプロン酸	2.204

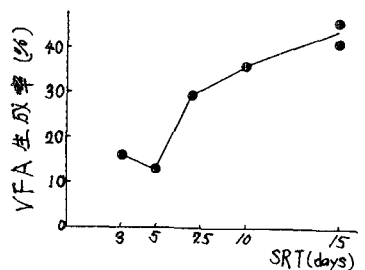


図-5 VFA生成率とSRTの関係