

日本下水道事業団 正会員 ○石井宏和
建設省 正会員 野池達也
東北大学工学部 学生員 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つの相を物理的に分離して運転する二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槽で消化汚泥と脱離液との分離を主目的とした二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。本実験は第1槽の機能を分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)の影響について半連続実験を行ない調べたものである。

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で循環させるガス攪拌により連続攪拌を行なう。基質には生し尿を用いた。生し尿は東北地方のA処理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、さらに実験装置内での閉塞を防ぐために5mmの金網で篩査したもので、冷蔵庫(5°C)に保存し使用した。表-1に投入生し尿の性状を示す。滞留日数(SRT)は表-2に示すように設定した。実験は3系列づつ同一のし尿を用いて行ない、投入生し尿の性状の違いによる影響をなくするために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。尚、短いSRTの系ではショックロードの影響を考慮して、基質の投入は1日2回になっている。消化槽は35±1°Cの恒温槽に収納されている。

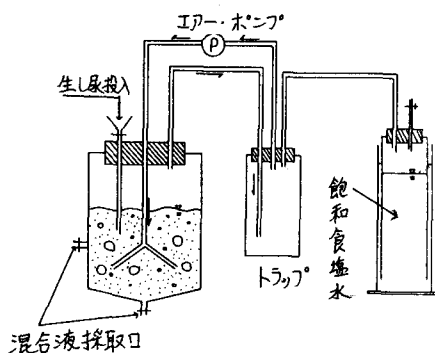


図-1 実験装置

表-1 生し尿の性状

	Run 1・2・3	Run 4・5・6
pH	6.92	7.02
COD _{Cr} (mg/l)	26870	33160
TOA (mg/l)	6070	6850
VS (mg/l)	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(mg) X 日	200 X 1	300 X 1	150 X 2	200 X 1	200 X 2	250 X 2

3. 結果および考察 図-2に投入有機物(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550 ml/g-vs ~ 600 ml/g-vs のガス発生量、400 ml/g-vs ~ 450 ml/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日の系においては100 ml/g-vs 以下のガス発生量、50 ml/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1000~2500 mg/l のTOA濃度を示した。一方SRT=7.5日以下の系では6000 mg/l 以上のTOA濃度を示し、特にSRT=5日、3日の系では投入生し尿のTOA濃度以上の値を示した。図-2と図-3の結果より、SRT=5.0日以下

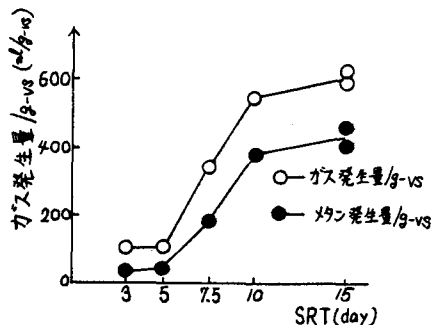


図-2 ガス発生量/VSとSRTとの関係

の系ではガス発生量、メタン生成量が低下し、槽内にTOAが蓄積していることがわかる。

図-4にはCOD除去率とSRTとの関係を示す。除去率はメタンガス生成量より計算したものと、投入生し尿のCOD濃度と槽内のCOD濃度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_{cr}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除去率を得たが、SRT=10日より除去率は減少し、メタン生成量が低下し槽内にTOAの蓄積がみえたSRT=5日、3日の系ではCOD除去率は10%以下になっている。

次に二相消化法の第1槽の効率化の示標ともいうべき揮発性脂肪酸(VFA)の生成率とSRTとの関係を検討した。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5種のVFAを表-3に示すCOD換算値を用いてCODに換算し、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。

$$A_0 = F(C_{Ac} - C_{Ai}) + \left(\frac{M}{Y} + H \right) V \quad \text{----- (1)}$$

C_A : VFA濃度(mg-cod/l) M : 1日当りのメタン生成量($\text{mg-cod/l} \cdot \text{day}$)
 H : 1日当りの水素生成量($\text{mg-cod/l} \cdot \text{day}$) Y : VFAよりメタンへの転換率
 A_0 : 1日当りの各槽におけるVFA生成量(mg-cod/day) V : 反応槽容積(l)
 F : 1日当りの投入量(l/day) 添字, e: 流出, i: 流入

(1)式でVFAよりのメタンへの転換率は従来の研究より $Y=0.96$ と仮定した。又本実験では水素は検出されず、VFAへの分解過程で発生した水素は水素利用メタン菌によりすみやかにメタンに転換されたものと思われる。従って $H=0$ となる。VFA生成率は1日当り各槽に投入される生し尿中のVFA物質以外のCOD量と(1)式より算出したVFA生成量との関係より計算した。生し尿中のVFA物質以外のCOD量は生し尿の全COD量と生し尿中のVFA物質のCOD量との差として求めた。図-5にVFA生成率とSRTとの関係を示す。図-5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生成率は10~15%となり、SRT=15日の場合に比べて約半に低下していた。一般に生し尿は便槽内に長期間貯留されるために、生し尿中の酸に分解しやすい物質は貯留中に分解されてしまい、生し尿消化を受ける段階の生し尿中には分解しにくい物質のみが残っていると考えられる。これらと図-5の結果より、生し尿における酸発酵は短いSRTでは十分に生じないものと思われる。

4. 結論に 本実験において得られたVFA生成率の結果より、生し尿の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A処理センターの皆様へ感謝いたします。
 <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, 46, 189 1980/2

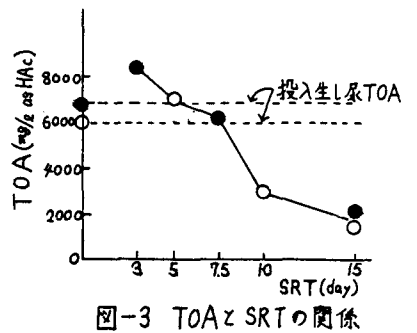


図-3 TOAとSRTの関係

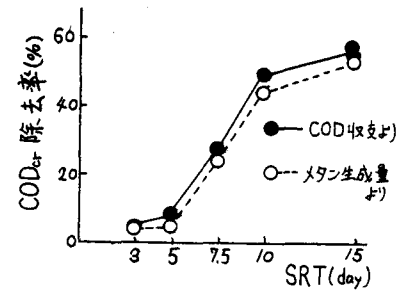


図-4 COD_{cr}除去率とSRTの関係

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

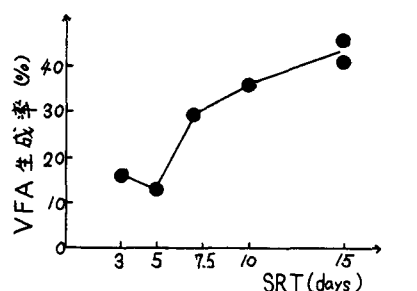


図-5 VFA生成率とSRTとの関係