

東北大学 学生員 巖 恭 奎
同 正 員 佐 藤 和 明
同 正 員 松 本 順 一 郎

1 はじめに 従来の嫌気性消化法は長い滞留日数のため、建設費が高く、生じる脱離液の処理が必要であるなどの欠点を有するため、嫌気性消化の適用は減少する傾向にあった。しかしながら、現在では嫌気性消化法は廃液を安定化すると同時にエネルギー源としてのメタンガスが回収できるという点で再認識されている。嫌気性消化法の処理能力を高めて全能力を発揮させ、より高度な廃液の安定化と共にメタンガスの発生を増大させるため、二相嫌気性消化法が提案されている。純粋基質を用いた二相嫌気性消化法の研究では嫌気性消化法の処理能力の改善の可能性が確認されている。しかし、メタンガス生成に関する研究は非常に盛んであるがその前段階である酸生成相の研究はあまりなされていない。本実験では基質として生し尿を用い、酸生成相の挙動を調べた。

表1. 種汚泥および生し尿の性状

RUN	pH		揮発性脂肪酸		COD		窒素性COD	
	種汚泥	生し尿	種汚泥	生し尿	種汚泥	生し尿	種汚泥	生し尿
Run 1	8.2	6.86	64	5860	10660	—	4310	—
Run 2	8.4	8.53	95	4870	13870	31850	4560	12230

2 回分実験 し尿の酸発酵を検討する目的の予備実験として回分実験を行った。Run1は福島市のし尿処理場、

Run 3には多賀城のし尿処理場からの生し尿を用いた。種汚泥と生し尿の混合比は両方とも1:1であるが実験装置はRun1はパイプ(120ml)、Run3は槽(3L)を用いた。表1に種汚泥及び生し尿の性状を示す。Run1に用いた生し尿はRun3の生し尿に比べ、pHがかなり低く、揮発性脂肪酸濃度(以下VFA濃度と銘記)も高くなっている。このことより採取場所と採取日により性状が非常に違うことがわかる。

図1にRun1とRun3の揮発性脂肪酸濃度の累積量を示す。Run1は発生したメタンガス量を次の式を用いて算出した。 $A = Ca + H + M/Y^{2.3}$ ここでCaは槽内揮発性脂肪酸($\text{mg} \cdot \text{COD}/\text{L}$) Hは観測された水素果積値($\text{mg} \cdot \text{COD}/\text{L}$) ($H \approx 0$)、Mはメタン生成果積値($\text{mg} \cdot \text{COD}/\text{L}$) Yは中間体からメタンへの転換収率(COD/COD) ($Y = 0.96$)²⁾である。一方、Run3は減少したCOD濃度がすべてメタンガスに転換されると仮定してCOD濃度の減少量から求めた。 $(\text{km} = 2.875 \text{ mg} \cdot \text{O}_2/\text{ml} \cdot \text{CH}_4)$ 、図1からVFA生成速度が最も活発である経過日数2~3日の間が生し尿の半連続実験の水理学滞留日数に相当だと考えられる。

3 半連続実験 回分実験の結果より半連続の滞留日数は1.43日(Run1)、2.77日(Run2)、4.00日(Run3)、6.67日(Run4)に設定した。実験装置は発生したガスの循環によって反応槽内を完全混合し、半連続的に基質を投入できる嫌気性ケモスタット型反応槽である。生し尿が高濃度のためリョクロードになるおそれがあるのでSRT1.43日とSRT2.77日は一日当り3回、SRT4.00日とSRT6.67日は一日当り2回に分けて槽内に生し尿を投入した。

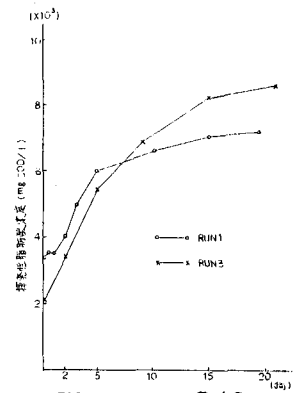


図1. Run1 Run3のVFA累積量

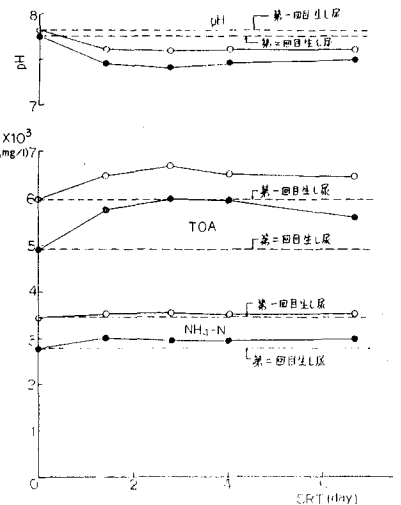


図2. 半連続実験の定常値(1)

この反応槽の運転には $35 \pm 1^\circ\text{C}$ の温度条件下で生し尿によって培養された種汚泥を用いた。図2に各RunのpH、総有機酸濃度(TOA)、アンモニア性窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)濃度を示す。TOA濃度はpHと関連しており、TOA濃度の増加に対してpHの減少が見られる。また、SRT 2.77日でTOA濃度は最高となり酸生成相の活性が最も高いと予想される。図3に投入生し尿と総Runにおける炭水化物、蛋白質及び脂肪の分解率を示す。脂肪はほとんど分解されず酸生成相による固型物可溶化の障害になっている。それに対して蛋白質は酸生成相で分解されやすいと言われている

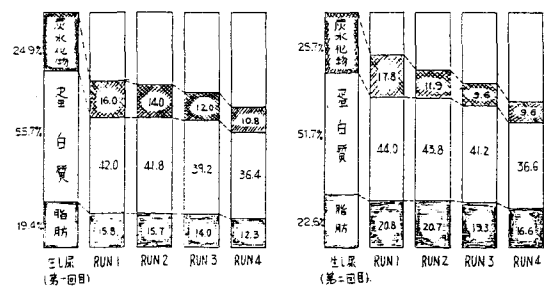


図3. 半連続実験の定常値(2)

が本実験ではあまり分解されていないので生し尿には分解しにくい蛋白質しか残っていないと考えられる。図4には混合液 COD_{cr} 濃度と溶解性 COD 濃度を示す。混合液 COD_{cr} 濃度はSRTの増大に伴って大体直線的に減少しているが溶解性 COD_{cr} 濃度はむしろ増加している。おそらく揮発性有機酸があまりガス化されず有機性固型物が溶解性物質に分解されたためである。この観察から生し尿のVS部分は酸生成菌の基質になることがわかる。図5は加水分解速度定数(k_h)と最大利用可能固型物 COD 濃度(F_0)を示す。ここで温度とpHが一定で加水分解速度(R_h)が残存分解可能固型物 COD 濃度(F)に関して1次反応であると仮定すると $R_h = k_h \cdot F$ になりこれを用いて完全混合半連続反応槽の定常状態における COD の収支をとると $\text{SRT} = F_0 (\text{SRT} / \Delta F) - 1 / k_h$ になる。ここで F_0 は流入加水分解可能固型物 COD 濃度 ($\text{g} \cdot \text{COD} / \text{l}$)、 ΔF は加水分解された固型物 COD 濃度 ($\text{g} \cdot \text{COD} / \text{l}$) である。SRTと ($\text{SRT} / \Delta F$) をプロットするとグラフの切辺の値から加水分解速度定数が

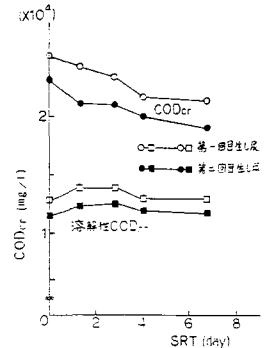


図4. 半連続実験の定常値(3)

0.411と 0.777 day^{-1} であることと傾きから最大利用可能固型物 COD 濃度が 5.48 と $5.13 (\text{g} \cdot \text{COD} / \text{l})$ であることが求められる。以上より本実験に用いた生し尿の流入固型物 COD 濃度が約 $11 \text{ g} \cdot \text{COD} / \text{l}$ であるからし尿の流入固型物 COD 濃度の約50%が分解可能であることがわかる。各Runにおいて分解可能固型物の割合に対する各Runの分解固型物はSRT 1.43日が45%, SRT 2.77日が60%, SRT 4.00日が70%, SRT 6.67日が80%でSRTが長いほど可溶化されている。図6では各RunのVFA生成速度を求め消費された単位VSに対するVFA生成量を得た。Run 2のSRT 2.77日がVFA生成量が最大となり半連続実験におけるし尿の酸生成相の最適滞留日数だと考えられる。

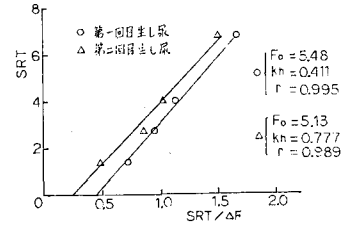


図5. 加水分解速度定数(k_h)と最大利用可能固型物濃度(F_0)

- 4 おわりに
- 1) 生し尿の固型物は % が加水分解可能である。
 - 2) し尿の酸生成相の最適滞留日数は SRT 2.8日前後である。

5 参考文献

- 1) Ghosh, S., J.R. Conrad & D.L. Klass : Jour. WPCF, Vol. 47, No.1 pp30 ~ 45 (1975)
- 2) 花木啓祐 : 東京大学大学院博士学位論文 (1979)
- 3) John A. Eastman, John F. Ferguson : Jour. WPCF, Vol. 53 No.3 pp 352 ~ 366 (1981)

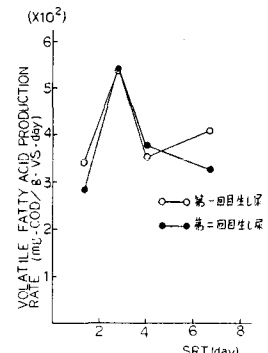


図6. 半連続実験の定常値(4)