

東北大学 正員 松本順一郎

同 正員 野池達也

同 学生員 ○遠藤銀朗

1. はじめに 今日、下水および尿処理場の嫌気性消化槽は一般に半連続的基質投入のもとに運転されているが、このような投入方法では基質の衝撃負荷を生じ、消化槽の機能低下が指摘されており¹⁾、また高率消化法においては連続的な基質投入が効率改善のための主要な操作因子と考えられている²⁾。しかし連続的基質投入による効率化に関する基礎的知見はいまだ殆ど報告されていない。本研究は衝撃的基質負荷と連続的負荷との嫌気性消化に及ぼす影響について、実験的に比較検討したものである。

2. 実験装置、材料および方法 図-1に連続的基質投入消化槽を示したが、この種の消化槽3系列の他に合成基質の衝撃的投入を行う消化槽1系列および尿消化槽2系列を用いた。

種汚泥は仙台市南蒲生下水処理場の下水汚泥とし尿との消化槽の消化汚泥に、後述の基質を各々投入し馴養したものを用いた。

投入基質として合成基質および生し尿を用い、合成基質はマイクロポンプを用いる実験の制約上、デキストリン、サッカロース、肉エキス、ガマミノ酸、酢酸およびプロピオン酸を有機性成分とし、無機塩類を添加した溶解性のものとした。本基質の性状は COD_r ; 13500 mg/l, BOD_5 ; 8550 mg/l, 強熱減量; 4170 mg/l である。生し尿は COD_r を 13500 mg/l とし合成基質に一致させ用いた。図-2に示した回分実験におけるガス発生状況により、合成基質はし尿にくらべかなり易分解性であることが知られる。

水理学的滞留時間-HRTは、合成基質投入実験では5日、10日、15日および25日の4段階とし、し尿投入実験では10日、15日の2段階とした。

1日当りの基質投入時間は、合成基質投入実験では各HRTについて0hr/day, 6hr/day, 12hr/day, 24hr/dayとした。0hr/dayは衝撃的負荷、24hr/dayは完全連続負荷である。し尿投入実験ではいずれのHRTでも衝撃的負荷として投入した。

実験消化槽全装置は、33℃に保たれた恒温器中に収納し加温した。

3. 実験結果および考察 図-3に各HRTに対する平均消化ガス発生量を示す。HRT 5日において、衝撃負荷を与えた消化槽のガス発生量はかなり低下する。またHRT 25日において衝撃負荷を与えた消化槽のガス発生量がHRT 10日、15日におけるガス発生量よりも10%以上低下するのは、この場合のみ消化ガス循環による混合液の攪拌を行わなかったことによる衝撃負荷と無攪拌との相乗的な影響によるものと考えられる。またし尿は合成基質の約1/4のガス発生しかみられていない。HRTの減少に伴う衝撃負荷の影響の増大は、ガス発生量のみならず図-4に示すように発生ガス中のメタン含有率を低下させた。し尿消化ガス中のメタン含有率は80%以上を示し、合成基質や一般の汚泥基質とは大きく異なっている。図-5にHRT 5日での基質投入の衝撃度(1/日当りの基質投入時間/24時間と定義)に対するメタンガスとしての混合液中の突極的なCOD除去率を示したが、衝撃負荷を与えた消化槽(衝撃度00)では除去率が

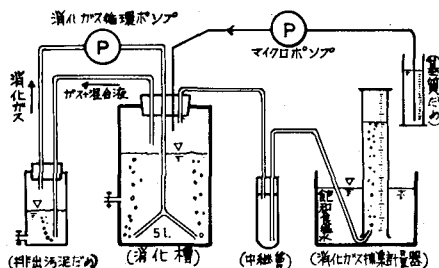


図-1. 連続投入消化槽装置

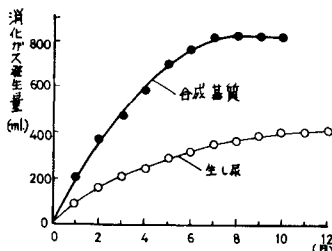


図-2. 回分実験での消化ガス発生量曲線

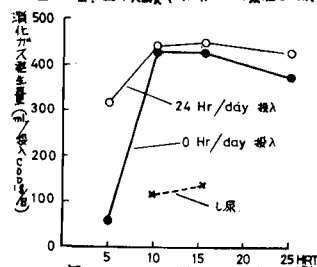


図-3. HRT-消化ガス発生量 (B)

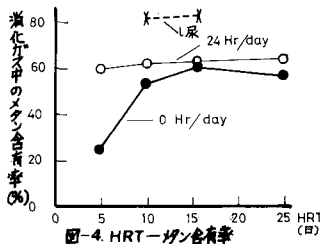


図-4. HRT-ガス含有率

大きく低下し、連続的負荷を与えた場合に比較して消化ガス発生量は約1/5、メタンガス発生量は約1/10で、特にメタン発酵段階が衝撃負荷によって阻害されることと示されている。図-6, 7, 8に消化槽混合液の揮発性有機酸濃度、アルカリ度およびpHのHRTに対する変化を示す。衝撃負荷を与えた消化槽においては、HRT 5日でかなりの揮発性有機酸が利用されずに蓄積し、この蓄積がアルカリ度の減少とpHの低下を生じ、至適pHが6.4~7.2といわれるメタン菌の活性に対し影響を与え、そのため前述のようなガス発生量の低下をもたらす一因となると考えられる。し尿投入消化槽においては、同じHRTの合成基質投入消化槽に比較して揮発性有機酸濃度が高いにもかかわらず、高アルカリ度と高pHとなり、このことがガス発生を阻害していると考えられる。これはし尿中に多量に存在する尿素の分解によって過剰のアモニアを放出し、炭

酸アンモニウム系のアルカリ度を構成するためとみなされ、またこのための発生ガス中の多量のCO₂消費が、図-4に示された高メタン含有率の原因と考えられる。

嫌気性細菌の増殖活性について、図-9に示す活性菌体の指標としてのDNA濃度の経日変化は、連続的基質投入が増殖にとって有利であることを示している。増殖動力学的には、24hr/day投入と12hr/day投入の消化槽をケモスタット型反応槽と見なし、

細菌の増殖は自融媒反応式で表わしうるとして、菌体と基質についての物質収支式より $(S_0 - S)/X = (k_d/Y_{X/S}) \cdot 1/D + 1/Y_{X/S} \dots (1)$ を得る。

[S; 混合液基質濃度(COD_{Cr}), S₀; 流入COD_{Cr}, X; 菌体濃度(COD_{Cr}収支の計算値), k_d; 死滅速度定数, Y_{X/S}; 増殖収率(80d/100hr COD), D; 希釈速度(1/HRT)]

(1)式を24hr/dayと12hr/day投入の両消化槽より得られた結果について図-10にプロットした。またMonodの式が成立するとして、 $1/\mu = (K_S/\mu_{max}) \cdot 1/S + 1/\mu_{max} \dots (2)$ を得る。[μ; 比増殖速度, K_S; 基質飽和定数, μ_{max}; 最大比増殖速度] (2)式を同様に図-11にプロットした。これらより次の動力学定数が決定された。24hr/day投入消化槽; Y_{X/S} = 0.361, k_d = 0.497/日, μ_{max} = 0.735/日, K_S = 408 (mg/l COD_{Cr})。12hr/day投入消化槽; Y_{X/S} = 0.230, k_d = 0.161/日, μ_{max} = 0.498/日, K_S = 1520 (mg/l COD_{Cr})。12hr/day投入にくらべ低基質濃度で大きい収率と比増殖速度をとることは、完全連続投入の増殖に対する有利性を示している。

4. まとめ (1)基質の衝撃的投入はメタン菌の活性を低下させる。(2)衝撃負荷の影響はHRTが短い場合に大きい。(3)長いHRTにおいても無攪拌条件下では衝撃負荷の影響が現われる。(4)できるだけ長時間にわたる連続的な負荷は嫌気性細菌の増殖活性を高める。(5)し尿消化は高アンモニア性窒素濃度と高pHによって影響され、これらの適正制御が必要である。(参考文献) ①大野茂他; 「尿処理施設の機能と管理(産業用水部調査) pp102~104 (昭和50年), ②岩井重久他; 「下廃水汚泥の処理」(コナ社) pp91~94 (昭和43年), ③Barber, H.A.; Ind. and Eng. Chem., vol. 48, No. 9, pp1435~1443 (1956), ④遠藤輝夫; 水処理技術 vol. 4, No. 11, pp 55~60, (1963)。 (謝辞) 本研究を進めるにあたり、多大の御協力をいただいた東北大学工学部小沢昭明、東北大学学生当江田裕一、両君に深謝いたします。

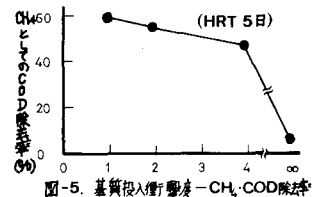


図-5. 基質投入衝撃度-CH₃COOH濃度

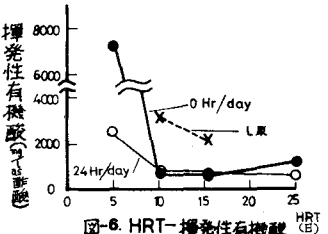


図-6. HRT-揮発性有機酸

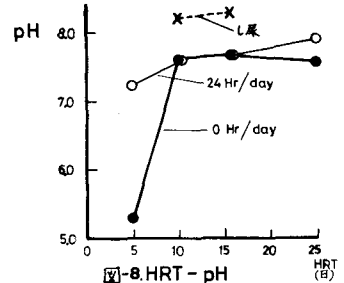


図-8. HRT - pH

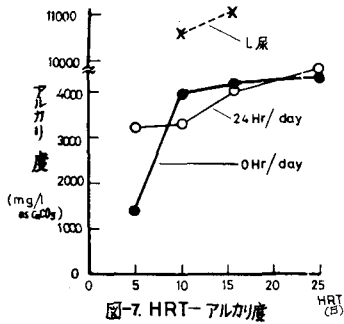


図-7. HRT-アルカリ度

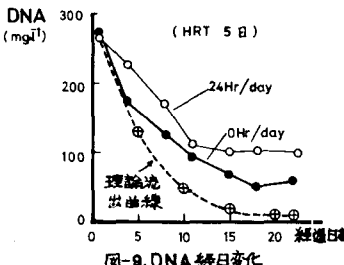


図-9. DNA 経日変化

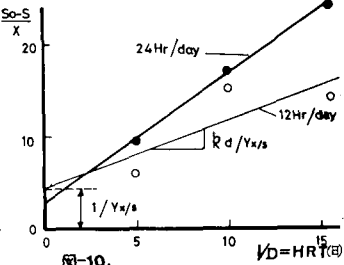


図-10.

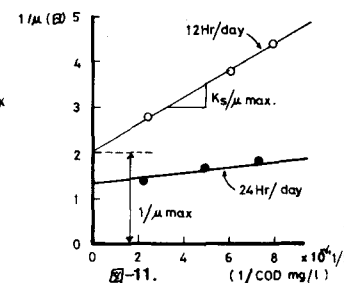


図-11.