

嫌気性消化に及ぼす衝撃負荷の影響について

東北大学 正員 野池達也
同 学生員 ○藍藤銀胡
同 周士田裕一

1. はじめに。標準嫌気性消化法は、一般に半連続基質投入によって運転されていく。しかし半連続的基質投入による、嫌気性消化槽の機能の低下が考えられており¹⁾。高率消化法においては、連続的な基質投入が効率化のための主要な操作因子と考えられている。現在、基質負荷を連続的に行なうことの利点に関する研究成果は、ほとんど提出されていない。本研究は、衝撃的負荷と、連続的に与えた負荷に比較して、いかなる影響を嫌気性消化に及ぼすかについて、実験的解析を行なったものである。

2. 実験装置。基質の衝撃的投入を行う消化槽装置1系列、連続的投入を行う消化槽装置3系列を用いた。図-1に連続投入実験消化槽装置を示す。

3. 実験条件。(基質)投入基質はマイクロポンプを用いる実験的上、デキストリン、サッカロース、肉エキス、カルボミン酸、酢酸およびプロピオン酸を主成分とし、それに無機塩類を添加した溶解性の合成基質を用いた。この基質のCODは1350mg/l、BOD₅は8552mg/l、強熱減量は4170mg/lである。図-2に合成基質と生じ系との固分実験における消化状況を示した。このデータより、合成基質はかなりガス化されやすいことがわかる。(水理学的滞留時間-HRT)、HRTは5日、10日、15.6日、25日の4段階とした。(一日当たりの基質投入時間)、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。

4. 実験結果。図-3に示した結果は、HRT 25日におけるものであるが、連続的基質投入により、ガス発生速度が一定、したがって、ガス化されるべき基質濃度が一定に維持されることを示している。一方衝撃的投入については、時間と共にガス発生速度は減少し、基質濃度の条件が変化することを示している。図-4に、各HRTにおける各投入時間で運転された消化槽の、消化ガス発生量の平均値をプロットした。HRT 5日において、衝撃負荷を与えた消化槽からのガス発生量はかなり低下することがわかる。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、それ以下のHRTにおけるガス発生量よりも10%以上低下したのは、この場合のみが、消化ガス循環によるガス攪拌を行なわなかったための、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。このような、相乗的な影響は、揮発性有機酸濃度にも見られ、この消化槽においては、揮発性有機酸が少しは高濃度に蓄積した。HRTの減少に伴う衝撃負荷の影響の増大は、消化ガス発生量のみならず、発生ガスの組成にも影響し、メタン含有率が低下し、メタンガスとしての液中のCODの実効的な除去は、図-5に示すように大きく低下した。HRT 5日において衝撃負荷を与えた消化槽は、連続負荷

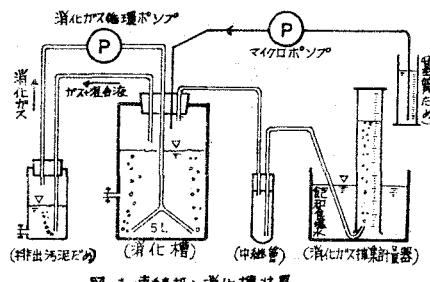


図-1. 連続投入消化槽装置

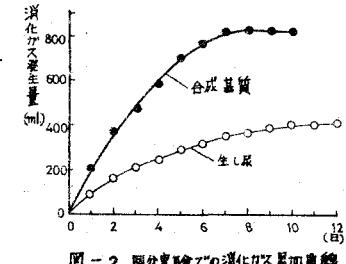


図-2. 固分実験での消化ガス累加曲線

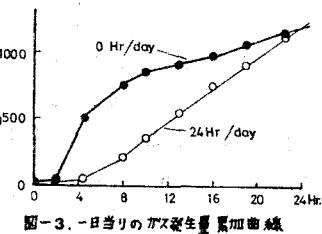


図-3. 一日当りのガス発生量累加曲線

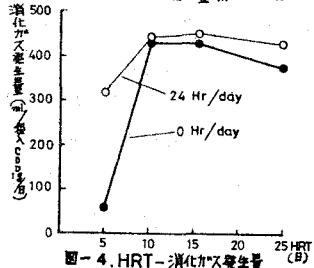


図-4. HRT-消化ガス発生量

を示す。消化槽に比較して、消化ガス発生量は約1/5、メタンガス発生量は約1/6で、特にメタン発酵段階が衝撃負荷によって阻害された。以上のようないかガス発生状況は、混合液の性状が鋭敏に反映したものと思われる。図-6に、各HRT、各投入方法における揮発性有機酸濃度の平均値をプロットした。HRT 5日においてかなり高濃度の揮発性有機酸が利用されずに蓄積したことわかる。このような揮発性有機酸の蓄積は、図-7に示されるよう、アルカリ度の減少を引き起こし、結果的に図-8に示されるよう、pHの低下を引き起こしている。図-8に示された5.3付近の値は、至適pHが6.4~7.2といわれたメタン菌は、かなり不利な環境条件を与えると考えられる。したがって次のことが言える。基質の衝撃的投入は、酸產生菌に対しては影響しないが、メタン菌を阻害し、結果的に揮発性有機酸の蓄積を生ずる。この揮発性有機酸の蓄積は、アルカリ度の減少、pHの低下を引き起こし、再びメタン発酵を大きく阻害する。細菌の増殖活性については、図-9に示されたように、生菌数を表すものとしてのDNA濃度の経日変化が、基質投入方法によって異なり、連続的投入が、増殖にとって有利であることを示している。また短い滞留時間においては、細胞合成の収率が増大するといわれている⁴⁾。本研究においては、衝撃負荷によって阻害を受けた場合にも、溶液中から除去されたCOD当りの生物

活性に変換されたCODの割合は増加した。DNA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であると仮定し、細菌の増殖は自触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取扱式より、 $(S_0 - S)/X = k_d/Y_{ds} \cdot 1/D + 1/\mu_{max}$ を得る。 $[S]$: 混合液

基質濃度(COD_0)、 S_0 : 流入COD $_0$ 、 X : 菌体濃度(COD_0 の4%をよりの計算値)、 k_d : 比死滅速度、 γ_{ds} : 増殖收率(=COD当り利用させCOD)、 D : 希釈速度($=1/HRT$)] この式を24hr/dayと12hr/day投入の両消化槽について、図-10にプロットした。またMonod式が成立するとして、Monodの式より $1/\mu = K_s/COD + 1/\mu_{max}$ を得る。 $[\mu]$: 比増殖速度、 K_s : 基質飽和定数、 μ_{max} : 最大比増殖速度] この式を同様に図-11にプロットした。これらのプロットより次の動力学的定数が決定された。24hr/day投入槽について; $Y_{ds} = 0.361$ 、 $k_d = 0.447/日$ 、 $\mu_{max} = 0.735/日$ 、 $K_s = 408(\text{mg}/\text{COD})$ 。12hr/day投入槽について; $Y_{ds} = 0.230$ 、 $k_d = 0.161/日$ 、 $\mu_{max} = 0.498/日$ 、 $K_s = 1520(\text{mg}/\text{COD})$

5.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でも、無機汚泥との相乗作用で衝撃負荷の影響が現われる。④できるだけ長時間にわたって連続的な負荷を与えることは、細菌の増殖に好しいものである。(参考文献) ①大野茂、「汜水理施設の機能と管理」(産業用水調査会)、②岩井重久「下水汚泥の処理」(コロナ社)、③Barker, H.A.; Ind Eng. Chem., Vol. 48, No. 9, (1956)、④Speece, R.E.; Adv. in Wat. Poll. Res., Vol. 2, (1964)。

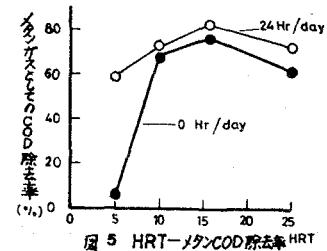


図 5 HRT-メタンCOD除去率 HRT

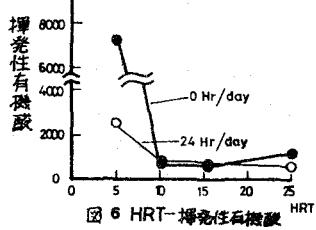


図 6 HRT-揮発性有機酸

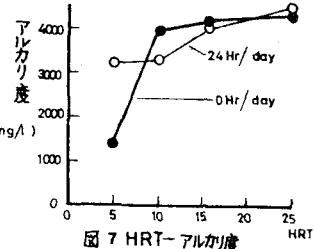


図 7 HRT-アルカリ度

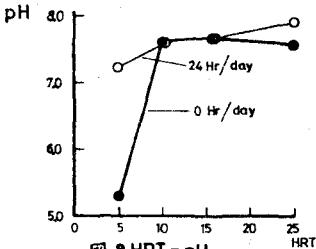


図 8 HRT-pH

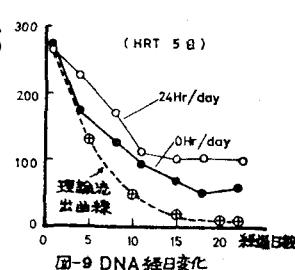


図 9 DNA 経日変化

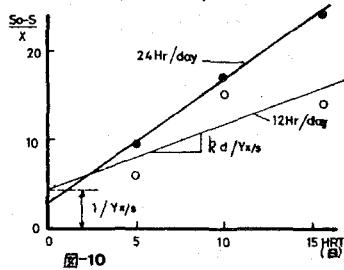


図 10

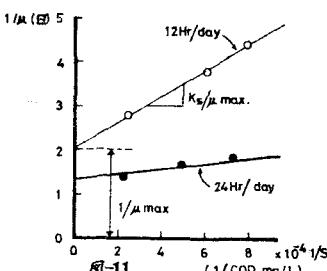


図 11