

II-136 低温域における嫌気性酸発酵の特性

東北大学工学部 学生員○車 基結
日本道路公団 三宅 将
東北大学工学部 正 員 李 玉友
東北大学工学部 正 員 野池達也

I. はじめに

嫌気性消化に及ぼす環境因子として温度条件は重要であることがよく知られている。しかし、今までの嫌気性消化法に関する研究は中温および高温の温度条件におけるメタン発酵に集中しており、低温条件での酸発酵に関する知見は少ない。最近、二相嫌気性消化プロセス(あるいは無加温酸発酵段階を含む嫌気性消化プロセス)が工場廃水処理に実用されるようになってきている。低温域における酸発酵特性に関する知見は必要とされる。そこで本研究では酸生成率、有機酸組成および酸生成菌とメタン生成菌の分布に及ぼす温度の影響について実験を行ない、動力学的考察を行なった。

II. 実験材料および方法

2-1. 基質および種汚泥: 用いた基質は可溶性デンプンに無機塩を加えた合成基質であり(濃度は $10656\text{CODmg}\cdot\text{l}^{-1}$)、種汚泥は仙塩流域下水処理場の下水汚泥消化槽より採取した消化汚泥にデンプン基質を投入して3ヶ月以上馴養したものをを用いた。

2-2. 実験方法: 本研究に用いた消化槽は発生ガスの循環によって反応槽内の攪拌混合を行なう嫌気的ケモスタット型反応槽である。温度範囲は 30°C の中温から 15°C まで 5°C 間隔に実験温度を変化させ、各実験温度に対して滞留時間(HRT)を0.25日、0.5日、1日、2日と設定して連続実験を行なった。各実験条件に対して約2ヶ月以上運転させ、定常状態における1ヶ月間の実験データを平均して代表値とした。

III. 実験結果および考察

3-1. 累積有機酸生成率: 図1に温度変化による累積有機酸生成率を示す。同じHRTにおいて酸生成率は温度が高ほど高くなり、同じ温度条件においてはHRTが短くなるほど減少することが分かる。これは温度が高く、かつHRTが長くなることに伴って有機物が活発に分解されることを示唆している。

3-2. COD物質収支: 流入基質を100%として、流出をVFA、菌体(VSS)、未分解の炭水化物およびガスに分けて整理した。図2にHRT 0.5日における物質分解の状況に及ぼす温度の影響をCOD物質収支で示す。温度が低くなるほど菌体(VSS)やVFAの割合は減少し、炭水化物などの割合は増加した。また、Zeikus⁽¹⁾、遠藤⁽²⁾は0.5日の短い滞留時間においてもメタン発酵が進行することを報告しているが、本研究ではHRT 0.5日の短い滞留時間においてメタンガスの生成があまり見られなかった。

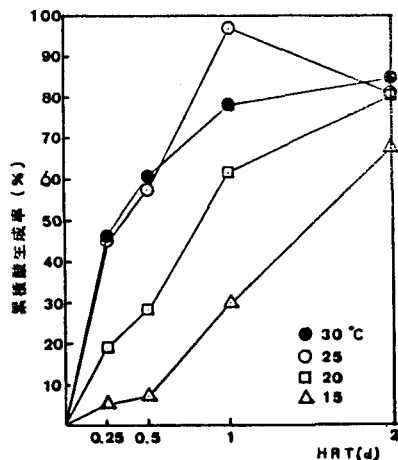


図1. 温度変化による累積有機酸生成率

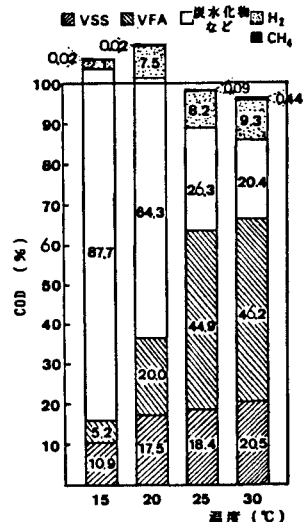


図2. HRT 0.5日におけるCOD物質収支

3-3. 酸生成菌およびメタン生成菌お分布：図3に HRT 0.5日における温度変化による酸生成菌と水素資化性メタン生成菌および酢酸資化性メタン生成菌の生菌数を示す。酸生成菌は 25℃以上の温度条件で $10^8 \sim 10^9 \text{ MPN} \cdot \text{ml}^{-1}$ の範囲となり、20℃以下の温度条件になると若干減少が見られるが、全体として温度による影響が少ないと言える。酢酸資化性メタン生成菌は30℃の温度条件で生菌数は $6.4 \times 10^6 \text{ MPN} \cdot \text{ml}^{-1}$ であるが温度条件が25℃以下になると検出されなかった。水素資化性メタン生成菌数は 30℃の温度条件では $10^3 \text{ MPN} \cdot \text{ml}^{-1}$ となり、15℃の温度条件になると $10^1 \text{ MPN} \cdot \text{ml}^{-1}$ まで菌数の減少が見られる。

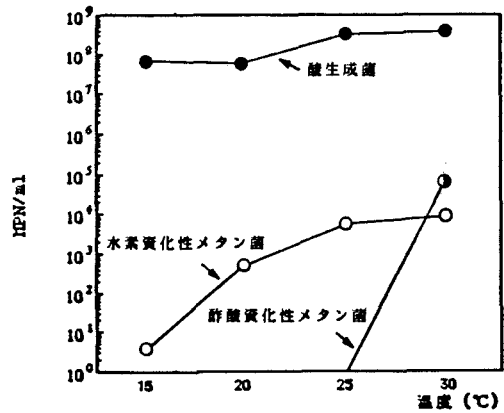


図 3. HRT 0.5 日における細菌分布

3-4. 動力学的解析：本研究では比基質消費速度および比増殖速度はcontois 式で表現でき、それを用いて実験データを解析することによって得られた動力学パラメータは表1に示す。最大比基質消費速度 ($\nu_{\max}$) および最大比増殖速度 ($\mu_{\max}$) は15~30℃の温度範囲においてそれぞれ温度の増加によって大きくなることが分かる。さらに、 $\nu_{\max}$ と $\mu_{\max}$ に及ぼす温度の影響を次式に示すアレニウス式でプロットすると図4に示すようになる。これより求めた $\nu_{\max}$ と $\mu_{\max}$ の温度依存係数 (E) はそれぞれ 3134 K、1799 K である。

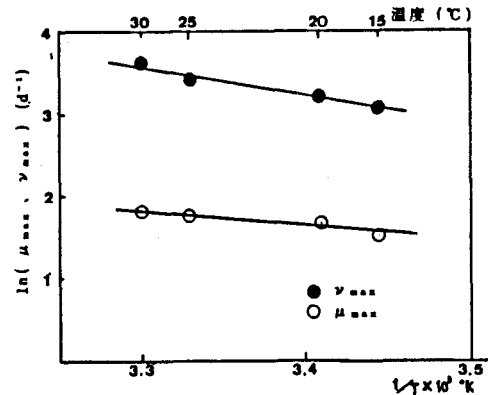


図4. 最大比増殖速度および最大比消費速度に対するアレニウスプロット

$$\text{反応速度} = (\text{Const.}) \cdot e^{(-E/T)}$$

IV. おわりに

- 1) 累積有機酸生成率は温度が低く、かつHRT が短くなるほど減少する。
- 2) 酸生成菌数は温度の影響をあまり受けないが、水素資化性メタン生成菌数は温度により大きく影響される。また酢酸資化性メタン生成菌数のwashout される時間は温度によって大きく左右される。
- 3) 比基質消費速度と比増殖速度はcontois 式でよく表現でき、また $\nu_{\max}$ と $\mu_{\max}$ に及ぼす温度の影響はアレニウス式で表わすことが可能である。

参考文献

- (1) J.G. Zeikus: Applied Science Publishers Ltd, pp. 61-87, 1980
- (2) 遠藤銀郎ら：土木学会論文集, No. 325, 1982

表 1. contois 式により求めた動力学パラメータ

項目	15℃	20℃	25℃	30℃
$\nu_{\max}$ (d^{-1})	21.7	25.19	31.0	35.4
$\mu_{\max}$ (d^{-1})	4.46	5.32	5.92	6.05