

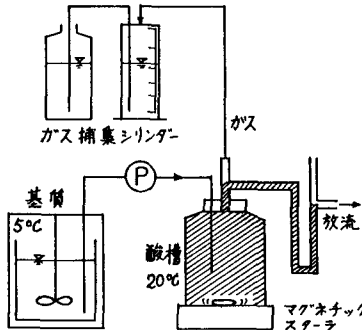
東京大学工学部 学 〇田中 修三
同 正 松尾 友矩

1. はじめに

現在の嫌気性消化法では加温による中温または高温消化が一般的であるが、筆者らは加温に用いるエネルギーを最小にすべく低温(20℃)での嫌気性消化の効率改善を試みている。実験は完全混合型の醗槽と嫌気性汚床を利用したメタン槽から成る二相消化方式をとっており、そのうち酸生成反応に対する滞留時間の影響について若干の知見を得たのでここに報告する。本報では合成複合基質としてのミルクの分解過程を、バッチ実験と連続実験により滞留時間を変えて追跡検討した。

2. 実験方法

(1). 実験装置と方法 ---- ①、バッチ実験では120mlのバイアルビンを用い、50mlの糞汚泥に10mlの濃縮基質(6倍濃縮)を投与して気相部をN₂ガスでバージした後、20℃恒温室内の振とう器に設置した。②、連続実験では20℃恒温室に設置した図1のような装置で容積2.2Lの広口ビンを用い、HRTを短くすることによりメタン菌のwashoutを計った。③、糞汚泥と基質 ---- 実験用糞汚泥を得るために東京都内下谷処理場の消化槽からの返送脱酸液を含む初発汚泥を最初の糞汚泥として、20℃恒温室内で6ヶ月間の半連続培養を行った。基質はM社製育児用粉ミルク(重量比率で炭水化物57%、蛋白質13%、脂肪25%)を3g/Lの濃度で水道水に溶かし、6.0付近のpHを保つようリン酸緩衝剤を加えた。④、分析方法 ---- ガス成分はガスクロマトグラフ、混合液成分はガスクロマトグラフと液体クロマトグラフにより分析した。また、炭水化物はフェール硫酸法、脂質はBligh & Dyer法による抽出後酸化法で定量、蛋白質はTCAで沈殿後Lowry法の法に従った。



3. 実験結果と考察

(1). バッチ実験 ---- 実験に供

した糞汚泥のMLVSSは約430mg/L 図1. 連続実験装置

表1. 酢酸生成に関する標準自由エネルギー変化⁽¹⁾

反応物	生成物	$\Delta G^0(\text{kcal/反応})$
(1) $\text{HAc}^- + \text{H}_2\text{O}$	$\text{CH}_4 + \text{HCO}_3^-$	-7.4
(2) $\text{HP}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{HAc}^- + 3\text{H}_2 + \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$	+18.2
(3) $\text{HB}^- + 2\text{H}_2\text{O}$	$2\text{HAc}^- + 2\text{H}_2 + \text{H}^+$	+11.5
(4) $\text{HV}^- + 5\text{H}_2\text{O}$	$2\text{HAc}^- + 5\text{H}_2 + \text{HCO}_3^- + 2\text{H}^+$	+29.8
(5) $\text{HC}^- + 4\text{H}_2\text{O}$	$3\text{HAc}^- + 4\text{H}_2 + 2\text{H}^+$	+23.0
(6) $\text{EtOH} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{HAc}^- + 2\text{H}_2 + \text{H}^+$	+2.3
(7) $\text{H}_2 + \frac{1}{4}\text{HCO}_3^- + \frac{1}{4}\text{H}^+$	$\frac{1}{4}\text{CH}_4 + \frac{3}{4}\text{H}_2\text{O}$	-8.1

HAc: 酢酸, HP: プロピオン酸, HB: 酪酸, HV: 草草酸, HC: カプロン酸, EtOH: エタノール

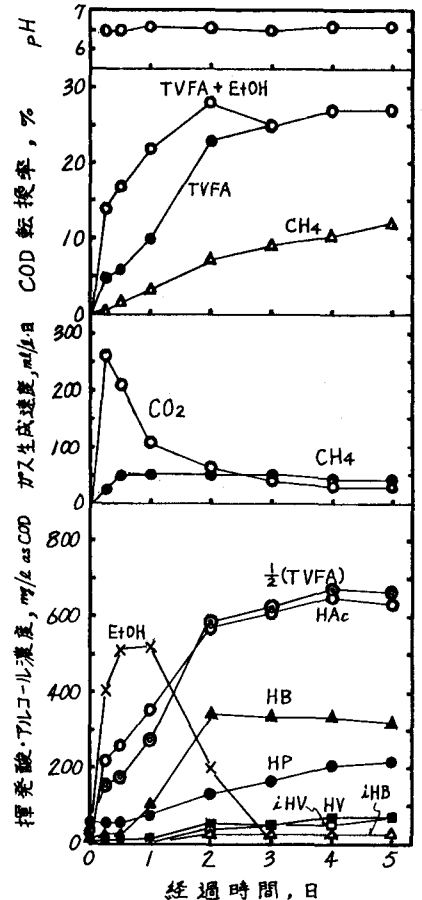


図2. バッチ実験による酸生成反応代謝物の推移

であり、これによる酸生成反応状況は図2のようである。反応初期に急激なCO₂の生成が見られ、その後大きく減少して行くが2日目位までは保ちられている。H₂は検出されなかったが、初期からCH₄の生成が見られ、これは表1の式(7)による反応が起きているものと考えられる。これらのガス生成に対応してEtOHや揮発酸の蓄積が見られ、2日目以後はHPを除き横ばいまたは暫減している。これは表1から明らかなようにHPの分解は熱力学的に不利であることからもうなずける。酸生成菌の活性は概ね2日でピーク(COD転換率で35~40%)を迎え、後はメタン菌が活発になり始めるものと思われる。従って以下の連続実験ではHRT 0.5~2.0日で行った。

(四)、連続実験-----連続運転開始後30~40日で定常に達したので、その後の分析結果を図3,4,5に示した。図3を見るといずれもCH₄が生成しているが、COD転換率で5%未満でありメタン菌のwashoutは十分であると考える。HRT 0.5日ではH₂の生成が多く、連続運転開始直後には生成がその約70%を占めたが、定常に達した後は約45%であった。混合液中の生成物としては揮発酸とEtOHが検出され、その他の有機物は検出されなかった。揮発酸、EtOH、CH₄の合計のCOD転換率はHRT 0.5日から1.5日までほぼ30%と同一であるが、0.5日と1.5日ではHP、HVの占める割合が高く、表1から熱力学的には不利であることがわかる。しかし、図4を見ると0.5日でSSは最小となり、固形物成分が少ない点ではメタン菌にと、て好ましい条件となる。流入SSに対して見るといずれも実質的なSSの増加はない。また図3に示した別途実験による中温での酸生成反応に比べると、低温の方がCOD転換率でやや低くなっている。図5で有機物の分解過程を成分別に見ると、炭水化物は急速に分解しているが、脂質は約30%、蛋白質が約50%の分解に留まっている。従って有機物組成も酸生成反応に大きく影響するものと思われる。

4. おわりに

本実験により低温でも酸生成反応は十分進行し、2日以上HRTは必要ないと思われる。但し有機物組成によりHRTの影響も異なり、よく考えらるるので、今後この点からの検討も必要であろう。

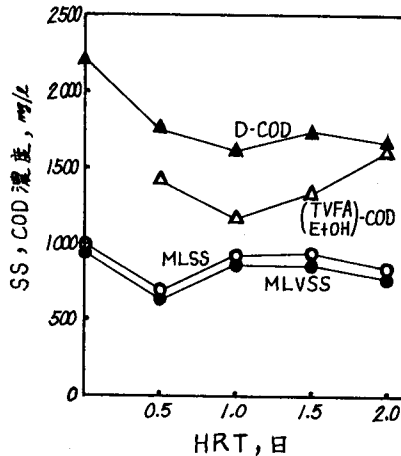


図4. SS, D-CODとHRTの関係

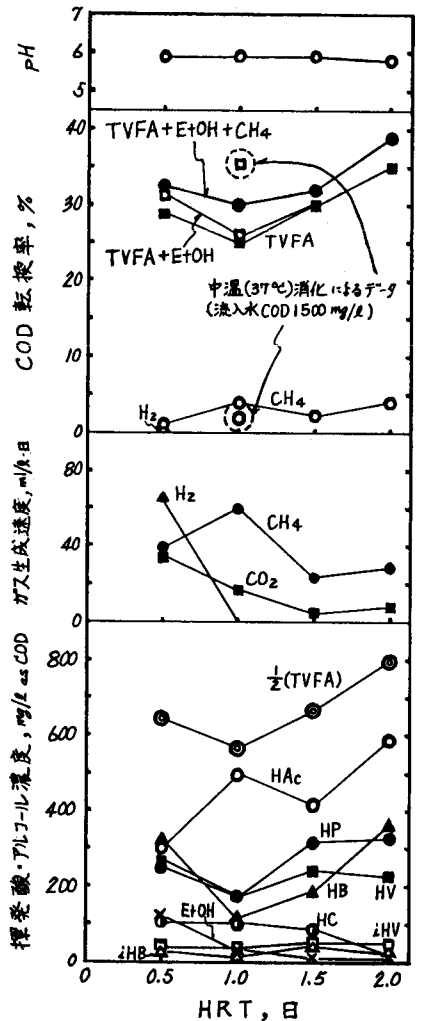


図3. 酸生成反応代謝物とHRTの関係

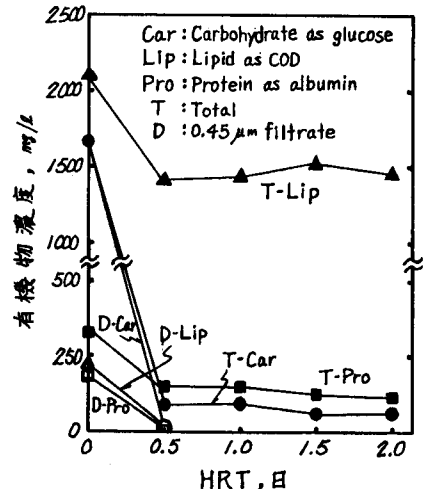


図5. 成分別有機物分解過程

参考文献

- Thauer, R.K. et al. "Energy Conservation in Chemotrophic Anaerobic Bacteria" *Bacteriological Reviews*, pp.100-180, 1977