

II-92

酸生成相の物質分解挙動に及ぼす温度の影響

東北大学大学院 学 ○車 基誌

東北大学大学院 学 三宅 将

東北大学工学部 正 野池達也

I. はじめに

嫌気性消化法は省資源、省エネルギー型消化処理法として注目を集めており、実用化されつつある。温度は重要な操作因子の一つとして消化過程に影響を与えることはよく知られている。今まで、嫌気性消化法に関する研究は中温と高温の領域におけるメタン生成に集中しており、低温消化条件での酸生成に関する知見は少ない。そこで、本研究は嫌気性消化の酸生成相における物質分解の挙動と細菌群の分布に及ぼす温度の影響を検討し、基礎的知見を得ることを目的とした。

II. 実験材料および方法

2-1. 基質および種汚泥：用いた基質は溶解性デンプンの人工基質であり、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℃の中温から15℃まで5℃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. 炭水化物の分解率：図1は炭水化物の分解率に及ぼす温度と滞留時間の影響を示す。同じ温度条件においてHRTが短いほど分解率は低下し、また、同じHRTにおいては温度が下がるに伴って分解率は低下する。特に、20℃以下になると分解率が急速に低下し、HRT 0.25日においては15℃の場合、30%の分解率しか得られなかった。しかし、HRT 2日の場合、温度による顕著な変化は見られなかった。

3-2. COD 物質収支：図2はHRT 1日における温度変化による物質分解の状況をCOD物質収支で示している。温度が低くなるほど菌体(VSS)やVFAの割合の現象が見られ、未分解の炭水化物の割合は増加した。VFA組成としては各温度の全HRTにおいて酢酸、プロピオン酸、酪酸が主成分である。HRT 1日におけるVFA濃度は30℃の場合、 $8021\text{mgCO}_2\cdot\text{L}^{-1}$ 、構成としてはプロピオン酸>酪酸>酢酸の順であるのに対して、15℃の場合は35

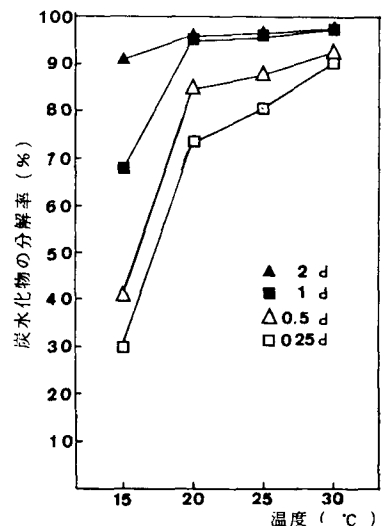


図1. 炭水化物の分解率に及ぼす温度と滞留時間の影響

72mgCOD・l⁻¹、構成としては酪酸>酢酸>プロピオン酸の順となることが分かる。

3-3.酸生成菌とメタン生成菌の分布：表 1は酸生成菌およびホモ酢酸生成菌、酢酸資化性メタン菌、水素資化性メタン菌の生菌数に及ぼす温度の影響を示す。酸生成菌数は30℃と25℃の条件で10⁸～10⁹ MPN・ml⁻¹の範囲となり、20℃の場合、若干現象が見られる。ホモ酢酸生成菌は30℃と25℃の条件で10⁵～10⁷MPN・ml⁻¹の範囲であるが20℃になると10⁴MPN・ml⁻¹以下まで現象した。酢酸資化性メタン菌は30℃の場合、HRT 0.25日の条件でも10⁴ MPN・ml⁻¹の生菌数となるに対して25℃の場合、HRT 0.5 日の条件で検出されなくなる。更に、20℃の場合はHRT 2 日の条件でも検出されなかった。このような結果から酢酸資化性メタン菌のwashout 現象がおこるHRT 条件は温度変化によって影響されることが分かる。水素資化性メタン菌は20℃の全HRT 条件でも検出される

ことからその分布特性は酢酸資化性メタン菌の挙動と著しく異なることが分かる。

3-4.動力学的パラメータ：表 2は各温度における最大比増殖速度（μ_{max}）および最大比基質消費速度（ν_{max}）を示す。両反応速度ともに温度が低くなるに伴って低下することが分かる。

IV. まとめ

1) 温度が20℃以下の条件では炭水化物の分解率は急速に低下することが分かる。

2) 温度変化に対して酸生成菌の生菌数はあまり影響を受けないが酢酸資化性メタン生成菌のwashout 現象の起こるHRT 条件は温度によって影響される。

3) μ_{max} および ν_{max} は温度の変化に伴って影響を受けることが分かる。

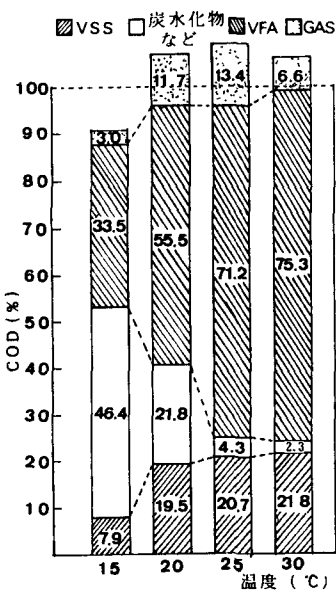


図2. COD 物質収支に及ぼす温度の影響 (HRT=1 日)

表 1 酸生成菌とメタン生成菌の菌数分布に及ぼす温度の影響 (単位: MPN/ml)

温度 ℃	HRT (d) 細菌群	0.25	0.5	1.0	2.0
30	酸生成菌	4.9×10 ⁸	5.1×10 ⁸	8.4×10 ⁸	3.4×10 ⁹
	ホモ酢酸生成菌	1.8×10 ⁶	8.0×10 ⁵	1.2×10 ⁶	2.3×10 ⁶
	酢酸資化性MB	5.0×10 ⁴	6.1×10 ⁴	9.0×10 ⁴	7.0×10 ⁴
	水素資化性MB	8.2×10 ⁴	6.1×10 ⁵	2.3×10 ⁵	3.2×10 ⁵
25	酸生成菌	7.0×10 ⁸	5.2×10 ⁸	3.4×10 ⁸	1.7×10 ⁹
	ホモ酢酸生成菌	3.4×10 ⁶	2.3×10 ⁶	3.4×10 ⁷	3.4×10 ⁶
	酢酸資化性MB	未検出*	未検出*	5.0×10 ¹	1.5×10 ²
	水素資化性MB	2.3×10 ⁴	3.4×10 ²	1.1×10 ⁴	1.7×10 ⁴
20	酸生成菌	1.7×10 ⁸	3.4×10 ⁷	1.1×10 ⁸	1.7×10 ⁸
	ホモ酢酸生成菌	7.9×10 ¹	5.0×10 ¹	5.2×10 ³	1.5×10 ³
	酢酸資化性MB	未検出*	未検出*	未検出*	未検出*
	水素資化性MB	5.2×10 ²	3.4×10 ²	1.5×10 ⁴	1.5×10 ³

注：* 1 mlのサンプルで検出されなかった。

表2 動力学的パラメータ(Contois 式)

項 目	15℃	20℃	25℃	30℃
μ _{max} (d ⁻¹)	4.46	5.32	5.92	6.05
K _μ	8.77	1.15	1.03	0.53
ν _{max} (d ⁻¹)	21.7	25.19	31.0	35.4
K _ν	7.37	1.08	1.15	0.71