

II-93

嫌気性酸生成相における水素ガス生成と物質収支について -基質濃度の影響-

日本大学大学院 学生員○小木曾直行

日本大学工学部 正 員 中村玄正

日本大学工学部 正 員 松本順一郎

1. はじめに

嫌気性消化を効率よく行うために考案された二相嫌気性消化法の酸生成槽では、メタン生成細菌に対して増殖速度の比較的大きい酸生成細菌群が、有機物を分解し低級脂肪酸を生成する。この酸生成槽での生成物の中には、水素ガス、エタノール等のエネルギー源として利用価値の高いものがある。本研究は、この水素ガスに着目しエネルギー資源として回収することを目的とした一連の研究の1つである。

実験は、グルコースを基質として用い、濃度の違いによる影響を見るため、濃度を1000~316200mg/ℓに設定して行った。そして、嫌気性酸分解過程で生成する水素ガス回収の可能性を検討するとともに、嫌気性細菌の培養を行い、細菌数を計数した。

2. 実験方法

実験装置の概略を図-1に示す。嫌気性ケモスタット型反応槽を6槽並列に設置し、反応槽内温度を30℃に設定した。流入基質はグルコース濃度を1000, 3162, 10000, 31620, 100000, 316200 mg/ℓに設定し、それに表-1に示す組成成分を加えて水道水に溶かし作成した。SRTは各槽とも4 hrに設定した。実験に使用した種汚泥は郡山市の終末処理場の消化汚泥である。これをグルコースで約2ヵ月間馴致し、さらにその後15~30日にわたって徐々に設定濃度に移行して定常実験に入った。実験分析項目は、pH、ORP、COD_{Cr}、ソモギ法、揮発性有機酸、エタノール、ガス組成等を行った。また、各嫌気性細菌の分離培養にあたっては選択培地を用いたロールチューブ法で行った。それぞれの嫌気性細菌の培養は各設定温度で20日間行った後、コロニー形成数を求めた。

3. 実験結果と考察

表-2にCOD収支率を示す。本研究では流入CODを100%とし、流出を未分解のグルコース、酢酸、プロピオン酸、酪酸、吉草酸、乳酸、エタノール、VSS、Others（その他の溶解性有機物）、およびガスをH₂、CH₄に分けて

COD物質収支を算出した。その結果、流出CODの回収率は、91~112%の範囲にある。この表よりグルコース濃度の増大に伴って未分解のグルコースの割合が高くなっていることが分かる。各反応槽のグルコース分解率は、グルコース濃度が低い槽から順に96, 81, 45, 34, 13, 11%であった。一方流出水中の各揮発性有機酸、乳酸、エタノール、VSS、OthersおよびH₂、CH₄はグルコース濃度の増大とともに、その収率は低くなっている。すなわち、滞留時間4 hrでは大量のグルコースは酸発酵せずに未分解のまま流出している。酸発酵率が高いのは、グルコース濃度1000mg/ℓの槽であり、酢酸、プロピオン酸、酪酸、吉草酸、乳酸の合計が40%である。また、エタノール発酵率が高いのはグルコース濃度が3162mg/ℓの槽であり、17.5%である。

図-2に流入COD負荷と比基質消費速度の関係を示す。本実験の範囲では、流入COD負荷が指数関数的に増大するにつれて、比基質消費速度も指数関数的に増大するという結果が得られた。グルコース濃度

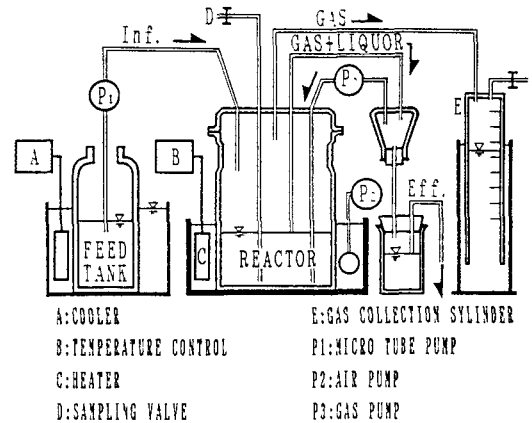


図-1 実験装置の概略図

表-1 栄養塩類組成

Yeast extract	100	mg/ℓ
NaHCO ₃	4800	mg/ℓ
NH ₄ Cl	38.2	mg/ℓ
Na ₂ HPO ₄ ·12H ₂ O	34.6	mg/ℓ
KH ₂ PO ₄	5.2	mg/ℓ
MgCl ₂ ·6H ₂ O	32.0	mg/ℓ
MnSO ₄ ·4H ₂ O	5.2	mg/ℓ
CuSO ₄ ·5H ₂ O	1.6	mg/ℓ
CaCl ₂ ·2H ₂ O	0.03	mg/ℓ
FeSO ₄ ·7H ₂ O	8.0	mg/ℓ

表-2 COD収支率

グルコース濃度 (mg/ℓ)	流入COD (%)	流出COD (%)									GAS (%)		Recovery (%)
		流出グルコース	酢酸	プロピオン酸	酪酸	吉草酸	乳酸	エタノール	VSS	Others	H ₂	CH ₄	
1000	100.0	4.0	20.0	9.5	7.0	2.5	1.0	7.4	13.3	31.6	0.11	1.91	98.3
3162	100.0	20.3	6.5	3.3	3.2	0.7	0.2	17.5	6.4	32.2	0.71	0.78	91.8
10000	100.0	60.3	4.4	1.3	2.5	0.5	0.2	6.0	2.3	20.5	0.66	0.04	98.9
31620	100.0	72.5	10.7	0.7	1.9	0.7	0.3	3.6	0.6	7.2	0.27	0.00	98.7
100000	100.0	94.1	7.6	0.5	0.7	0.4	0.1	1.0	0.2	-	0.05	0.00	104.7
316200	100.0	100.0	9.1	0.4	0.6	0.5	0.1	1.0	0.1	-	0.02	0.00	112.0

31620mg/ℓ で比基質消費速度は492mg-COD・mg-VSS⁻¹・d⁻¹とかなり高い値となっている。

図-3 にグルコース濃度と水素ガス生成速度・メタンガス生成速度の関係を示す。水素ガス生成速度はグルコース濃度10000mg/ℓ で最大値746ml/ℓ・dayを示した。グルコース濃度10000~31620mg/ℓ で水素生成速度は大きい値を示し、これより濃度の高い100000~316200mg/ℓ では若干低くなるという結果が得られた。また、グルコース濃度1000~3162mg/ℓ では濃度が低いため水素ガスはほとんど生成しなかった。一方、メタンガスはグルコース濃度1000~10000mg/ℓ でわずかに生成し、グルコース濃度が高い槽では生成しなかった。

図-4 にグルコース濃度と各嫌気性細菌のコロニー形成数の関係を示す。図より、一般嫌気性細菌、酸生成細菌、Clostridium属のコロニー形成数はグルコース濃度による影響はあまり見られない。一方、硫酸塩還元細菌はグルコース濃度による影響が顕著に現れている。硫酸塩還元細菌はグルコース濃度1000mg/ℓ で最も多く、グルコース濃度が高くなるにつれて減少する。グルコース濃度316200mg/ℓ では希釈倍率10¹でもコロニーは形成しなかった。ガス組成分析と嫌気性細菌の培養実験の結果から、グルコース濃度316200mg/ℓ の槽ではメタン生成菌と硫酸塩還元細菌は存在しないと考えられる。これらのことより、グルコース濃度316200mg/ℓ の槽には嫌気性消化における主要な水素を消費する細菌が存在しないことになり、水素が蓄積したと考えられる。したがって、揮発性有機酸が分解されず、グルコース分解率も低くなったと考えられる。

4. 結論

(1) 水素ガス生成速度はグルコース濃度10000mg/ℓ で最大値746ml/ℓ・dayを示した。

(2) グルコース濃度が高い槽ではグルコース分解率が低いので基質あたりの水素ガス生成効率が悪い。

(3) グルコース濃度316200mg/ℓ では、メタン生成菌と硫酸塩還元細菌は存在しないと考えられる。

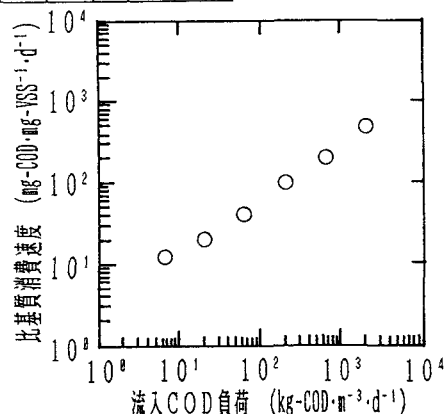


図-2 流入COD負荷と比基質消費速度の関係

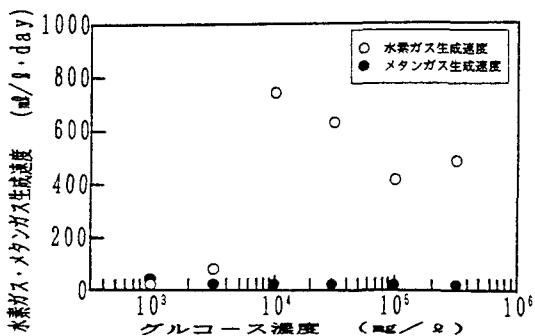


図-3 グルコース濃度と水素ガス生成速度・メタンガス生成速度の関係

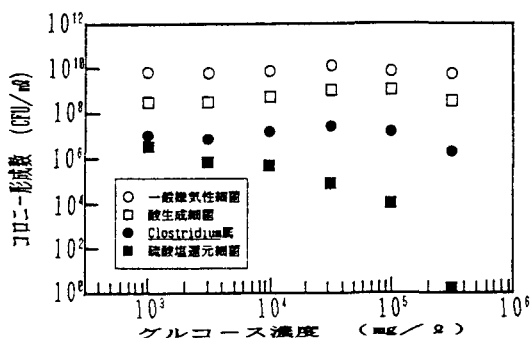


図-5 グルコース濃度と各嫌気性細菌のコロニー形成数の関係