

II-PS16 グルコースの嫌気性酸分解過程と細菌群について - 温度の影響 -

日本大学大学院 学員○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. 目的

近年、省エネルギーやエネルギー回収の面から、嫌気性処理に対する関心が増大している。従来からメタン発酵に関与するメタン生成菌の分類、増殖特性、他の細菌群との共生等に関する研究は多くなされているが、メタン生成相に重要な影響を与えと言われる酸生成相に関する研究は少ない。

本研究は、嫌気性処理における酸生成相に関する基礎的研究の一環として、グルコースの嫌気性分解を通じて、反応系内温度の影響について、揮発性有機酸の生成と細菌群の代謝活性、および水素ガス回収の可能性に関し明らかにしようとするものである。

2. 実験方法

実験装置の概略を図-1に示す。実験装置は嫌気性ケモスタット型反応槽である。これを5槽並列に設置し、反応槽内温度をクーラー及びヒーターでそれぞれ5, 15, 25, 35, 45℃に設定した。なおSRTは各槽とも4hrに設定した。流入基質は表-1に示す組成成分を水道水に加えて作製したものである。実験に共した汚泥は、郡山市の終末処理場の消化汚泥をグルコースで約2ヵ月間馴致したものを用いた。その後、25~125日にわたって徐々に設定温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、嫌気性細菌の培養法はロールチューブ法を用い、培養は各設定温度で20日間行い、コロニー数を測定した。

3. 実験結果と考察

図-2に設定温度とグルコース消費速度との関係を示す。これによると、グルコース消費速度は設定温度25℃において最大となり、これより低温域においては徐々に小さくなるという傾向が見られた。一方、設定温度25℃より高温域の35~45℃の範囲でもグルコース消費速度は小さいという傾向が見られた。このことより、本実験における細菌群の活性は設定温度25℃において最大であることがわかる。

図-3に設定温度と揮発性有機酸濃度の関係を示す。各反応槽とも流出水中の揮発性有機酸濃度は、酢酸>n-酪酸>n-吉草酸>プロピオン酸の順に生成されている。本実験においてプロピオン酸の濃度が酢酸や酪酸の濃度に比べて低いという傾向が見られるが、プロピオン酸の分解反応は、プロピオン酸分解菌（水素生成性酢酸生成細菌）と水素資化性硫酸還元菌の共生関係により促進されることが報告されており¹⁾、SRTを短くした場合には、硫酸還元菌がプロピオン酸の分解に大きく関与するものと考えられる。また、設定温度5℃においてそれぞれの揮発性有機酸とも最も高い値を示しているが、これは温度が低いため揮発

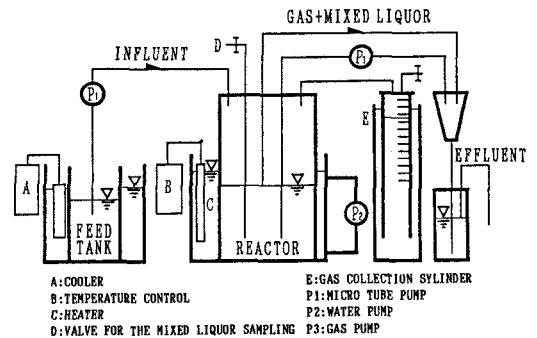


図-1 実験装置の概略図

表-1 基質組成

Glucose	11700	mg/l
Yeast extract	100	mg/l
NaHCO ₃	8000	mg/l
NH ₄ Cl	38.2	mg/l
Na ₂ HPO ₄	17.3	mg/l
KH ₂ PO ₄	2.6	mg/l
MgCl ₂ ·6H ₂ O	16.0	mg/l
MnSO ₄ ·4H ₂ O	2.6	mg/l
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.8	mg/l
CaCl ₂ ·2H ₂ O	0.015	mg/l
FeSO ₄ ·7H ₂ O	4.0	mg/l

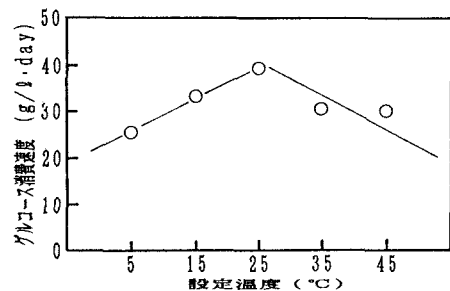


図-2 設定温度とグルコース消費速度の関係

性有機酸が水素ガスや二酸化炭素に気化し難くなったものと考えられる。

図-4に設定温度と一般嫌気性細菌、*Clostridium*属、硫酸還元菌のコロニー形成数の関係を示す。この図より、一般嫌気性細菌のコロニー形成数は $2.4 \sim 6.3 \times 10^7$ 個/m 2 であり、設定温度25℃において、 6.3×10^7 個/m 2 と最大値を示した。一般に嫌気性消化槽は、SRT20日前後で温度が35℃付近で運転されているが、本実験のようにSRTを比較的短い4hrに設定した場合、25℃付近において細菌数が最も多くなることがわかった。*Clostridium*属のコロニー形成数は $2.3 \sim 9.8 \times 10^5$ 個/m 2 であり、設定温度25℃において 9.8×10^5 個/m 2 と最大値を示した。また、*Clostridium*属の一般嫌気性細菌における割合は設定温度5, 15, 25, 35, 45℃でそれぞれ9, 7, 16, 7, 12%であった。このような結果から、混合培養系における*Clostridium*属の至適温度は25℃付近であることが考えられる。硫酸還元菌のコロニー形成数は、 $1.4 \times 10^4 \sim 4.9 \times 10^5$ 個/m 2 であり、設定温度25℃において 4.9×10^5 個/m 2 と最大値を示した。また、設定温度5～15℃においては $1.4 \sim 2.0 \times 10^4$ 個/m 2 と低い値を示していることから、硫酸還元菌数は低温域において減少することがわかる。

図-5に設定温度と1日当りのガス発生量および水素・メタンガス発生割合の関係を示す。1日当りのガス発生量は5℃の低温域と45℃の高温域で減少しており、細菌の活性が失われていると考えられる。水素ガスの発生割合は、設定温度5～25℃の範囲では11～14%と高い割合であるが、設定温度35～45℃では9～10%とこれより若干低い割合であった。一方メタンガスの発生割合は、設定温度5～25℃の範囲ではほとんど0%であるが、設定温度35～45℃では1.4～2.0%であった。これらの結果から、設定温度が高い35～45℃の範囲では水素ガスがメタンガスに転換したことがわかる。すなわち、設定温度が35～45℃の範囲では、SRTを比較的短い4hrに設定した場合でも、僅かではあるがメタン生成菌によって水素ガスがメタンガスに転換されることがわかった。

4. 結論

本実験の結果、次のことがわかった。

- (1) 本実験におけるグルコース消費速度は設定温度25℃において最大である。
- (2) SRTを比較的短い4hrに設定した場合、硫酸還元菌がプロピオン酸の分解に大きな影響を及ぼすと考えられる。
- (3) 一般嫌気性細菌、*Clostridium*属、硫酸還元菌とも設定温度25℃において細菌数が最大である。
- (4) 設定温度が35～45℃の範囲では、SRTを比較的短い4hrに設定した場合においても、僅かではあるがメタン生成菌によって水素ガスがメタンガスに転換される。

なお、本研究は一部土木学会の補助を得たことを記し謝意とします。

参考文献

- 1) 松井ら：土木学会第45回年次学術講演会講演概要集II, pp, 1024～1025, 1990

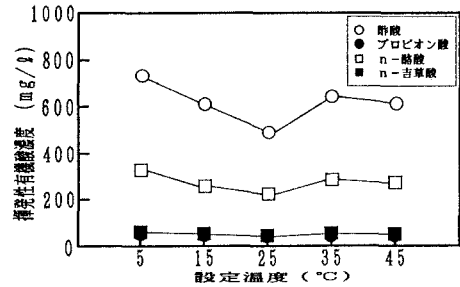


図-3 設定温度と揮発性有機酸濃度の関係

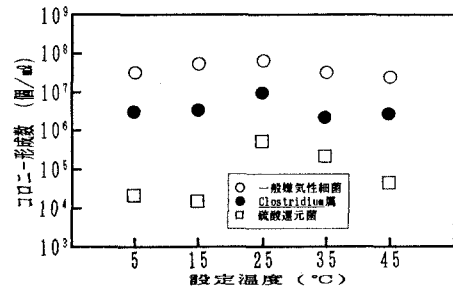


図-4 設定温度と一般嫌気性細菌、*Clostridium*属、硫酸還元菌のコロニー形成数

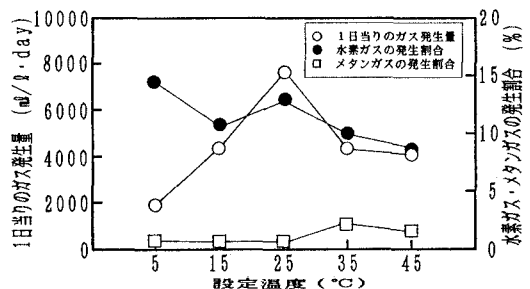


図-5 設定温度と1日当りのガス発生量および水素ガス・メタンガスの発生割合の関係