

水素発酵に及ぼす塩分濃度の影響

東北大学大学院工学研究科 学生員○浅野 憲哉

東北大学大学院工学研究科 河 圻政

東北大学大学院工学研究科 正 員 我妻 貞男

東北大学大学院工学研究科 正 員 野池 達也

1. はじめに

近年、これまで我々が利用してきた農畜水産物などの生物資源をはじめ、石油、石炭、天然ガスなどの化石燃料資源は世界規模でみると量、質ともに限界に近づいているといわれ、今後の世界人口の爆発的な増加予測からも、新しい資源の開発が必要であると考えられる。また、科学技術の進歩とともに、大気温暖化や水域の富栄養化などの問題も深刻化してきた。微細藻類は、赤潮や水の華にみられるように環境条件次第で爆発的な増殖能力を備えている。これらは培養可能であるため、生態系を損なわずに有用物質生産や環境浄化への応用も期待できる。地球上の7割は海洋で占められており、そこでの植物による太陽エネルギーの固定は莫大なものであることから、陸上の植物ではなく水圏の植物に新たなエネルギー源を求めることは無理からぬことである。このようなことから、微細藻類は上記の諸問題の解決に多少とも役立つ可能性を秘めていると考えられる。現在まで行われている微細藻類の多目的利用に関する研究は、食料・薬品生産や燃料生産などの有用物質生産をはじめ、餌料生産、廃水処理、宇宙利用、環境浄化など多岐にわたる。将来、海洋での藻類大量培養が行われるようになれば、海産藻類バイオマスの廃棄物が大量に発生することが予想される。ところで、バイオマスなどのように含水率の非常に高い有機性廃棄物からのエネルギー回収手段として、脱水や乾燥などの処理を必要としない嫌気性消化や発酵が知られている。ところが、通常海水には塩分が3から4%含まれるため、海産バイオマスの発酵は塩分により浸透圧などの阻害を受けることが予想される。このため、発酵を担う微生物群の塩分耐性を事前に調べる必要がある。

本研究では、我が研究室で長年培養し続けている水素発酵細菌叢の水素生成能力に対する塩分濃度の影響を連続実験により調べた。

2. 実験方法

2.1 基質および種汚泥

本研究で用いた種汚泥は、水素爆発を起こした大豆サイロより採取した細菌叢を我が研究室で長年馴養してきたものである。この種汚泥は、ショ糖を20,000mg/l含む基質で中温、HRT10時間で連続培養したところ、約2年間にわたり水素ガスを35-40%含むガスを1日600-700ml/hの速度で発生し続けた。基質として炭素源のショ糖18,000mg/lを含む人口廃水をもちいた。基質組成を表1に示した。基質のNaCl濃度は、ガス発生速度が安定するたびに上昇させた。

表1 人口廃水組成

薬品	濃度(mg/l)
Sucrose	18000
NaCl	段階的に増加
NH_4HCO_3	3800
K_2HPO_4	130
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	100
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	282
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	2500
KI	2.5×10^{-3}
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	2.5×10^{-3}
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	2.5×10^{-3}
ZnCl_2	0.5×10^{-3}
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.5×10^{-3}
H_3BO_3	0.5×10^{-3}
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.5×10^{-3}

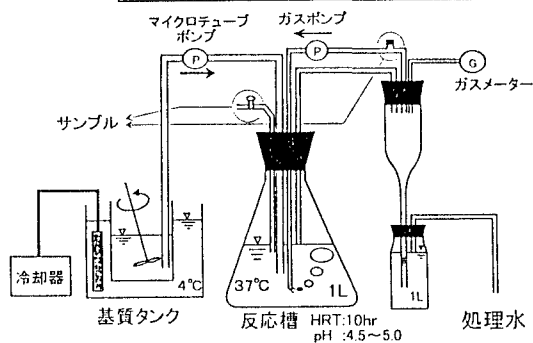


図1 反応装置

2.2 培養条件

本研究に用いた反応装置図を図1に示した。反応槽には外気を遮断した 1l の三角フラスコを用いてガス循環により連続攪拌し、37℃のインキュベーター内で連続実験した。滞留時間はマイクロチューブポンプにより 10 時間に設定した。

2.3 分析方法

発生したガスは酸性水に沈めたメスシリンダーに捕集し、水上置換法によりガス発生速度を測った。ガス組成は TCD-ガスクロマトグラフにより水素、二酸化炭素およびメタンガス濃度を測定した。ガス発生が安定するたびに反応槽の汚泥を引き抜き、ポアサイズ 0.45 μm の紙でろした水溶性成分について、COD_G(Standard Methods)、たん白質(牛血清アルブミンを標準とした Lowry 法)、ヘキソース(グルコースを標準としたフェノール硫酸法)の濃度を測定した。蛋白質濃度は全体の濃度も測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 NaCl 濃度によるガス発生速度の変化

基質の NaCl 濃度と各ガス発生速度を図2に示した。NaCl 濃度の上昇に伴い、水素、二酸化炭素ガス生成速度が低下していき、NaCl 濃度が 2.0%のときに急激にガス発生が減少し、完全に停止した。ガス組成は、水素が約 40%、二酸化炭素が約 60%で一定していたが、メタンガスはほとんど検出されず 1%以下であった。このときの反応槽内の pH は 4.5-5.0 の範囲内でほとんど一定していた。

懸濁態蛋白質としての菌体濃度および菌体濃度あたりの水素生産速度を図3に示した。NaCl 濃度と共にどちらの値も減少したが、菌体濃度あたり水素生産速度の勾配が若干急であった。

3.2 NaCl 濃度による COD 消費の変化

流入 COD に対する各流出 COD の比率を図4に示した。水溶性 COD の除去率は 25-30%であったが、このうち、発生した水素ガスとして検出されたのは約 5%のみであった。除去された水溶性 COD のうち、未知のものがかなりの割合を占めているが、ここには、菌体の蛋白質以外の成分等が含まれると予想される。水溶性 COD のうち、糖の占める割合が NaCl 濃度と共に増加した。水溶性の未知の成分が高濃度に含まれるが、この中には低級脂肪酸やアルコールなどが含まれると予想される。

4. まとめ

- 1) 基質塩化ナトリウム濃度の上昇とともに、細菌叢の水素生産速度、菌体量、ガス生産速度が徐々に低下していった。
- 2) 大豆サイロより分離した細菌叢が水素生産可能である基質塩化ナトリウム濃度は、2.0%までであった。

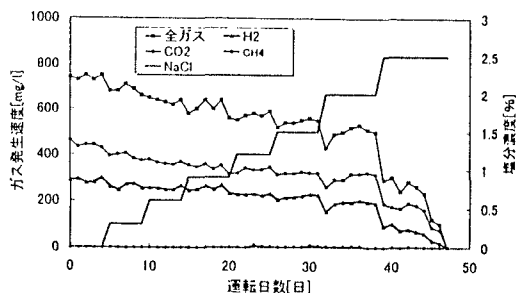


図2 NaCl のガス発生への影響

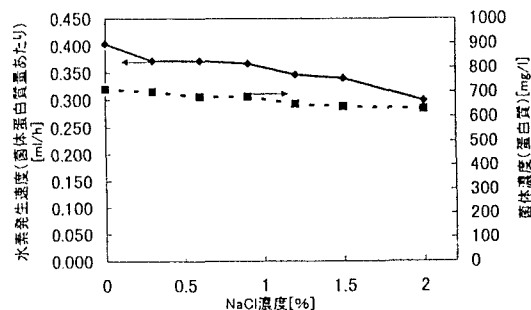


図3 NaClの菌体への影響

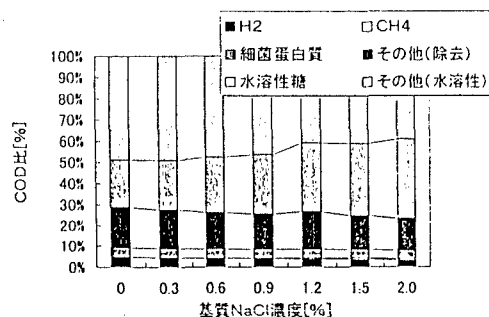


図4 COD 物質収支