

VII-42 混合微生物系による連続的水素生成におけるグルコース濃度および窒素源濃度の影響

東北大学工学部 学生会員○佐々木麻理
東北大学工学研究科 佐藤 弘和
東北大学工学研究科 正会員 高畠 寛生
東北大学工学研究科 フェロー 野池 達也

1. はじめに

近年、科学技術の進歩に伴うエネルギー需要が増加することにより、化石燃料の消費も増加する傾向にある。化石燃料の大量消費は、温暖化現象など、地球規模の環境問題を引き起こしている。この状況を改善するため、温室効果ガスの排出量削減に加え、化石燃料に替わるクリーンエネルギーの開発が切望されている。本研究では、その中でも有機性廃水からの水素回収プロセス開発を目的とし、グルコースを基質とした混合微生物系による連続的水素生成に関する研究を行った。実際の有機性廃水には、有機物濃度が高いものや、窒素源濃度の低いものもあると推測することができる。そこで、様々なグルコース濃度および窒素源濃度が、基質の代謝に与える影響について検討した。

2. 実験方法

本実験では、グルコース濃度および窒素源濃度を変化させた連続的水素発酵実験を行った。グルコース濃度を変化させた実験では、ミネラル、ビタミンを含む基本培地に対して窒素源として塩化アンモニウム(30mM)、グルタミン酸ナトリウム(10mM)を加え、さらにグルコースを 3.0, 4.5, 6.8, 9.0, 13.5, 18.0, 27.0g/l となるように添加した。窒素源濃度を変化させた実験では、基本培地に対してグルコースを 9.0g/l となるように加え、窒素源となる塩化アンモニウムを 25, 50, 75, 100, 150, 200mg-N/l となるように添加した。

連続培養実験には図 1 に示したケモスタット型反応槽（有効容量 480ml）を用い、培養温度 $35.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 、 $\text{pH} 5.50 \pm 0.05$ に制御して連続培養を行った。また、水素爆発を起こした大豆サイロの汚泥を、水素生成実験に用いたものと同様の基質を用いて、培養温度 35.0°C 、 $\text{pH} 5.50 \pm 0.03$ 、HRT24h で約 30 日間馴養し、本実験の接種汚泥として使用した。培養時間は HRT の 30 倍以上を目安として行い、定常状態に達した後の 10 日間のデータを平均して各培養系の代表値とした。

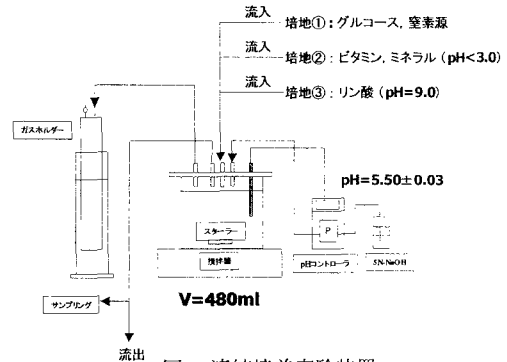


図 1 連続培養実験装置

分析項目は、水素生成量、グルコース濃度、各種有機酸濃度、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度、VSS 濃度とした。

3. 結果および考察

3.1 グルコース濃度の影響

各グルコース濃度の基質を用いて行った連続水素生成実験において得られた水素収率、水素生成速度、菌体濃度、グルコース分解率および有機酸濃度を図 2 に示す。

水素生成速度および菌体濃度はグルコース濃度が高くなるに伴い増加した。水素収率は、グルコース濃度が 13.5g/l のとき、最大 ($2.01\text{mol-H}_2/\text{mol-Glc}$) となった。グルコース分解率は、グルコース濃度が 13.5g/l 以下ではほぼ 100% だったのに対し、13.5g/l 以上ではグルコース濃度の増加に伴い減少した。有機酸濃度に関しては、グルコース濃度の増加に伴い、 α -酢酸濃度が増加したが、酢酸濃度に大きな変化は観察されなかった。グルコース濃度が 13.5g/l 以下では、乳酸濃度はほぼ 0mg/l だったのに対し、13.5g/l 以上では 3,000mg/l 以上の乳酸が検出された。

水素収率の向上にはある程度グルコースが高濃度である必要があるが、グルコース濃度 13.5g/l 以上では、有機酸によるものと思われる生育阻害が生じて、菌体

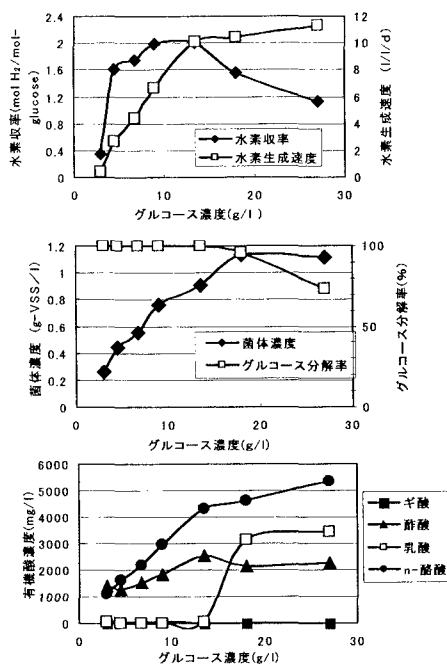


図2 グルコース濃度を变化させた実験の結果

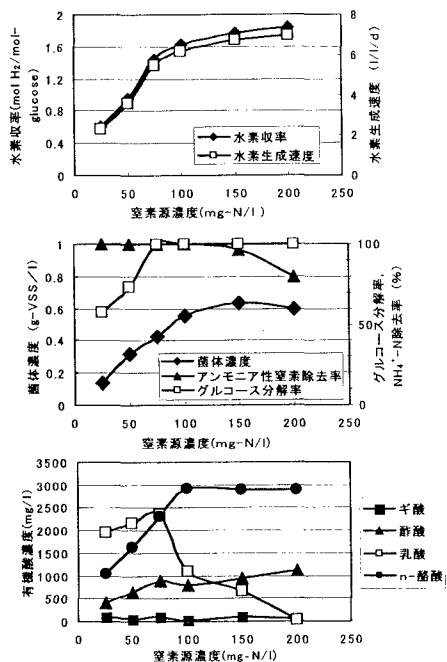


図3 窒素源濃度を变化させた実験の結果

濃度の上昇が制限されていた。そのためグルコースの残留が生じて、水素収率が低下すると推測される。以上より、基質グルコース濃度の最適値は13.5g/lであると判断できる。

3.2 窒素源濃度の影響

窒素源濃度の基質を用いて行った連続水素生成実験において得られた水素収率、水素生成速度、菌体濃度、グルコース分解率、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 除去率および有機酸濃度を図3に示す。

水素収率は、窒素源濃度が高いほど大きい傾向が見られ、アンモニア濃度が200mg-N/lのところまで最大水素収率1.84mol- H_2 /mol-Glcが得られた。

菌体の増殖は、図3に見られるように、窒素源濃度が高いほど上昇する傾向を示している。また、グルコースは、窒素源濃度が低い培養系(25 および 50mg-N/l)において残留しており、150mg-N/l以上の培養系でアンモニアの残留が認められていることから、グルコース9.0g/lに対して、150mg-N/l程度の窒素源が必要であると推察できる。

主要な代謝生成物は酢酸と酪酸であったが窒素源が足りなくグルコースが残留する培養系においては、乳酸が多く生成する傾向が見られた。

4. 結論

- 1) 水素収率は基質中のグルコース濃度に依存し、グルコース濃度13.5g/lの培養系において、最大水素収率2.01mol- H_2 /mol-Glcが得られた。
- 2) 窒素源濃度が高いほど水素収率が高くなった。また、グルコース濃度が9.0g/lの場合、菌体の十分な増殖には約150mg-N/lの窒素源が必要であった。
- 3) 有機酸の影響や窒素源の不足などによって菌体の生育が制限された場合には、基質の残留および乳酸の生成が観察され、水素収率も低下した。

参考文献

- 1) 松井三郎, 石黒敬史, Inanc B, 井出慎司: 嫌気性処理プロセスからの水素エネルギー回収を目的とした基礎的検討, 環境工学研究論文集, Vol. 29, 247-253, 1992
- 2) 小木曾直行, 中村玄正, 松本順一郎: 嫌気性酸生成相における水素生成に及ぼす基質濃度の影響, 環境工学研究論文集, 第31巻, 47-55, 1994
- 3) 沈 建権, 李 玉友, 野池達也: 嫌気性水素発酵法による有機廃水の処理特性, 環境工学研究論文集, 第32巻, 213-220, 1995