

VII-197

複合基質からの嫌気性水素発酵における pH と HRT の影響について

日本大学大学院 学生員 ○佐藤 靖敏 円谷 輝美

日本大学工学部 正 員 佐藤 洋一 中村 玄正

1.はじめに

嫌気性消化法は汚泥処理や資源の有効利用の方向として再認識されている。一方、本法の初期段階である嫌気性酸生成相において水素ガスが生成されることが知られており、水素ガスが燃料電池に利用できるようになれば将来の代替エネルギーとして有望である。今後、実排水を考慮した水素発酵プロセスの構築を考慮する場合、排水は様々な成分によって構成されていることから炭水化物および蛋白質を混合した複合基質を用いて酸生成相における水素生成の可能性を検討することは非常に重要であると考えられる。

本研究は、複合基質からの水素発酵という観点から pH および水理学的滞留時間(以下 HRT)の影響に関して実験を行い、嫌気性水素発酵における最適 pH や最適 HRT の決定、水素発酵における物質の流れの把握、水素収率に適した COD_{Cr} 容積負荷について検討した。

2.実験方法

2.1 実験装置および基質組成

本研究に用いた実験装置の概略図を図.1 に示す。総容量 2.1L、有効容量 1.5L のアクリル製円筒型反応器であり、攪拌はガス攪拌方式を採用した。反応槽内は温度調節器によって $35 \pm 1^\circ\text{C}$ に設定した。複合基質はポンプを用いて連続的に注入し、基質貯留槽は変質を避けるため常時 3°C に保った。実験装置は、無返送のケモスタート型反応槽であり HRT が SRT(固形物滞留時間)に等しいことになるが、説明上の便宜を図るため HRT で統一して記述した。複合基質組成を表.1 に示す。炭水化物としてショ糖、蛋白質として溶解性ゼラチンを主成分とし、これに無機栄養塩類等を配合したものを複合合成基質とした。

2.2 実験条件

pH の影響に関する実験では、pH 緩衝液として 2N NaOH 溶液を連続的に投入することにより pH の調整を行った。HRT はメタン生成菌が生育しないように 10 時間に設定し、反応槽の pH を 4.5~6.5 の 5 段階に設定し最適 pH を求めた。また HRT の影響に関する実験では、pH の調整は同様に行い反応槽の HRT を 6~24hour の 6 段階に設定した。表.2 に各 HRT における COD_{Cr} 容積負荷を示す。なお、各条件で約 1 ヶ月間連続実験を行い、pH、ガス組成、揮発性脂肪酸濃度等に関して定期的に測定し、測定値の変動範囲が 5% 以下になった時に定常状態として解析にあたった。各条件での代表値は定常状態における 4~5 回の実験データを平均したものである。

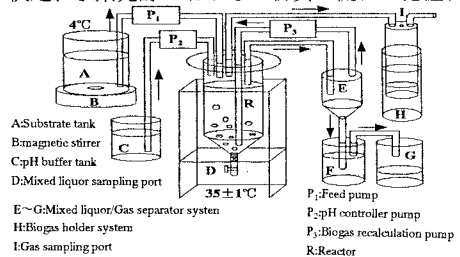


図.1 実験装置概略図

表.1 複合基質組成

・ Carbon and Nitrogen source (mg/l)	
Sucrose	10,380
Gelatin	2,930
NH ₄ HCO ₃	2,350
・ Nutrient Compositions (mg/l)	
・ Na ₂ HPO ₄	48
・ KH ₂ PO ₄	182
・ MgCl ₂ · 6H ₂ O	112
・ MnSO ₄ · 4H ₂ O	18.2
・ CuSO ₄ · 5H ₂ O	5.6
・ CaCl ₂ · 2H ₂ O	1.05
・ FeSO ₄ · 7H ₂ O	28
・ CoCl ₂ · 6H ₂ O	0.175
・ H ₃ BO ₃	0.238
・ YEAST EXTRACT	50

表.2 各HRTにおけるCOD_{Cr}容積負荷

HRT(hour)	6	8	10	12	16	24
COD _{Cr} 容積負荷 (kgCOD _{Cr} /m ³ ·day)	8.64	9.64	10.6	11.6	12.6	13.6

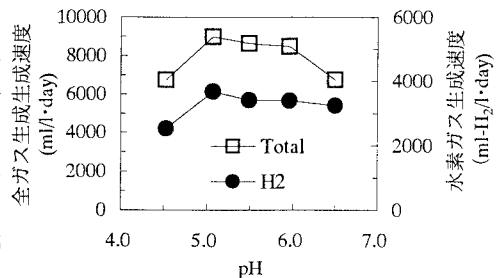


図.2 全ガスおよび水素ガス生成速度

キーワード: 複合基質、水素発酵、pH、HRT

963-8642 郡山市田村町徳定字中河原 1 日本大学工学部土木工学科衛生工学研究室

TEL 024-956-8707、8708 FAX 024-956-8858 土木センター気付

3.実験結果および考察

3.1pH の影響

図.2 にガス生成速度を示す。全ガス生成速度は pH5.0 で最大 8,960ml/l・day であった。また、水素ガス生成速度は全ガス生成速度と同様な傾向を示し pH5.0 で最大 3,665 ml-H₂/l・day であり、pH4.5 と 5.0 の違いで水素ガス生成速度は約 1.5 倍の差が生じた。図.3 に各 pH における水素収率を示す。pH 4.5～6.5 において水素収率は pH5.0 で最大 0.125 m³-H₂/KgCODcr であった。以上より、水素発酵において pH の面から検討したところ pH5.0 付近が最適であることが分かった。

3.2HRT の影響

実験期間中の pH は 5.07～5.21 であり大きな変動を見られなかった。図.4 に比基質分解速度を示す。比 Sucrose 分解速度は HRT12hour で最も高く、HRT12hour 以下以上では減少傾向を示している。また、比 Protein 分解速度は HRT10hour が高かった。このように比分解速度は、Sucrose と Protein で違いがあることが分かった。表.3 に各 HRT における CODcr 物質収支を示す。各 HRT における物質分解・水素発酵の流れを把握するために流入 CODcr を 100%として流出複合基質、代謝産物で回収し CODcr 物質収支を算出した。Recovery は 92.0～98.7%であり、HRT12hour のとき水素ガスへの転換率が最大 9.3%であった。また、主要な代謝産物は酢酸と酪酸であった。図.5 に水素収率と CODcr 容積負荷の関係を示す。水素ガス割合は HRT12hour のとき最大 46.8%を示し、水素収率が最大 0.147 m³-H₂/KgCODcr のとき CODcr 容積負荷は 26.21KgCODcr/m³・day (HRT12hour) であった。以上より、水素発酵において HRT の面から検討したところ 12hour が最適であることが分かった。

4.まとめ

- 1) 水素生成を実験的に検討した結果、pH5.0、HRT12hour が最適である。
- 2) pH5.0 のとき水素ガス生成速度は最大 3,665 ml-H₂/l・day、水素収率は最大 0.125 m³-H₂/KgCODcr で水素発酵に最適であることが分かった。
- 3) HRT12hour のとき水素収率は最大 0.147 m³-H₂/KgCODcr で水素発酵に最適であり、このとき CODcr 容積負荷は 26.21KgCODcr/m³・day であった。
- 4) 比 Sucrose 分解速度と比 Protein 分解速度の最適 HRT は、HRT12hour と HRT10hour であった。
- 5) HRT12hour のとき水素ガスへの転換率が最大 9.3%であり、主要な代謝産物は酢酸と酪酸であった。

謝辞 本研究の一部は、(財)日産科学振興財団の学術研究助成(研究代表 東北大学野池達也教授)を得たことを記し謝意を表する。また、吉田光範氏(前澤工業)、村上裕文氏(栃木県高根沢町役場)との共同研究である。

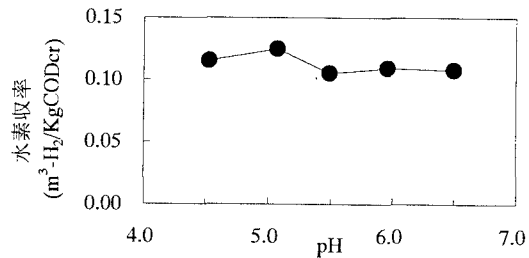


図.3 各pHにおける水素収率

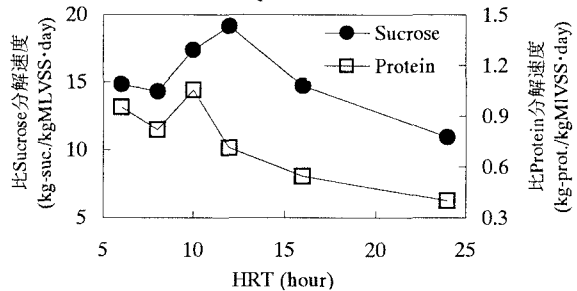


図.4 各HRTにおける比基質分解速度

表.3 各HRTにおけるCODcr物質収支

HRT(hour)	6	8	10	12	16	24
Influent CODcr(%)	100	100	100	100	100	100
Effluent CODcr(%)						
Sucrose	1.0	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4
Protein	7.9	8.1	9.6	10.5	10.1	9.4
Acetic	17.0	19.8	12.5	21.7	26.7	26.0
Butyric	32.6	35.9	39.0	33.9	38.6	40.9
Ethanol	1.9	3.2	8.5	3.4	2.5	3.2
Unknown	5.5	4.6	2.1	2.9	0.6	0.7
MLVSS	25.0	19.6	12.9	9.7	9.5	8.6
H ₂	7.3	6.8	8.1	9.3	7.2	5.0
CH ₄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Recovery(%)	98.2	98.7	93.3	92.0	95.7	94.2

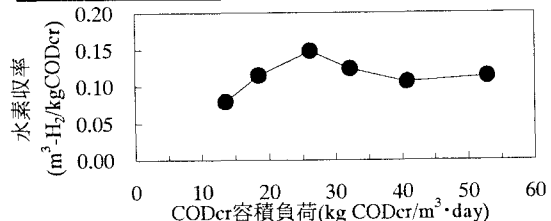


図.5 水素収率とCODcr容積負荷の関係