

VII-18

嫌気性水素発酵におよぼす基質組成変化の影響について

日本大学大学院 学生員 ○佐藤 靖敏

日本大学工学部 正 員 佐藤 洋一

日本大学工学部 正 員 中村 玄正

1.はじめに

近年、エネルギー問題や地球環境問題が顕在化してきている。現在および将来において環境の恵みを我々が享受できるようにするため、環境への負荷が少ない循環型社会システムの構築が急務である。嫌気性処理法は未活用の豊富な有機物を活用することができる上、エネルギー回収の面において他の如何なるプロセスより優れていることから大きく再認識されている。本法の初期段階である嫌気性酸生成相において水素発酵の過程が存在し、今後化石資源に変わる代替エネルギーとして重要な位置を占めるであろう。

本研究は、水素発酵という観点から基質組成割合の影響に関して実験を行い、嫌気性水素発酵に最適基質組成割合の決定、水素発酵における物質の流れの把握、CODcr 除去率・水素収率に適した基質組成割合について検討した。

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。反応槽は有効容量 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。基質はポンプを用いて連続的に注入し、生成ガスは酸性飽和食塩水を用いた水上置換法により収集した。基質組成を表.1 に示す。炭水化物源としてショ糖、タンパク質源として溶解性ゼラチンを用い、これに無機栄養塩類等を配合した合成基質である。

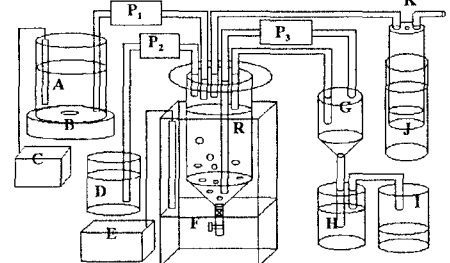


図.1 実験装置概略図

2.2 実験方法

吉田は嫌気性酸生成相からの水素回収を効率的に行うためには最適 pH5.0、最適 HRT12 時間、CODcr 容積負荷 $26.21\text{kgCODcr/m}^3 \cdot \text{day}$ で運転することが望ましいと報告している¹⁾。そこで本研究は、この最適値を設定値として採用した。CODcr 容積負荷を炭水化物源としてショ糖、タンパク質源として溶解性ゼラチンを用い基質組成割合を CODcr 値で炭水化物:タンパク質が 10:0、8:2、6:4、4:6、2:8、0:10 の 6 段階に設定した。反応槽の pH 調整は基質組成割合が炭水化物:タンパク質が 10:0、8:2、6:4 のときは 2N NaOH 溶液、4:6、2:8、0:10 の時は 1N H_2SO_4 溶液を連続的に投入することによって反応槽 pH5.0 に設定した。なお各条件で pH、ガス組成、揮発性脂肪酸濃度など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。各基質組成割合での代表値は定常状態における 6 回の実験データを平均したものである。

表.1 基質組成 mg/l

基質組成	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Case6
炭水化物	10	8	6	4	2	0
タンパク質	0	2	4	6	8	10
Sucrose	11,670	9,340	7,000	4,670	2,330	0
Gelatin	0	2,460	4,930	7,390	9,860	12,320
NH_4HCO_3	2,310	2,370	2,435	2,500	2,560	2,625
Na_2HPO_4	48		$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$			1.05
KH_2PO_4	182		$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$			28
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	112		$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$			0.175
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	18.2		H_3BO_3			0.238
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	5.6		YEAST EXTRACT			50

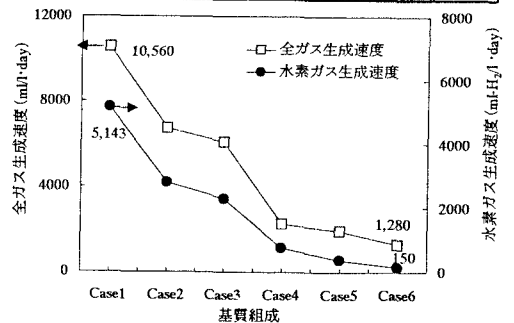


図.2 ガス生成速度

3.実験結果および考察

図2 にガス生成速度を示す。全ガス生成速度と水素ガス生成速度は同様な傾向を示し基質のタンパク質割合が50%以上に高くなるにつれて急激な減少が見られた。基質組成割合が炭水化物:タンパク質が 10:0 のとき最大全ガス生成速度 10,560ml/l・day、最大水素ガス生成速度は 5,143ml-H₂/l・day であった。炭水化物:タンパク質が 10:0、8:2 では約 1.8 倍の差が生じ、基質組成変化が水素ガス発生に影響している。図3 に複合基質分解率を示す。炭水化物分解率は 97.7~99.5%であり炭水化物:タンパク質が 10:0 で最大 99.5%であった。また、タンパク質分解率は炭水化物:タンパク質が 8:2 で最大 33.4%、炭水化物:タンパク質が 0:10 で最低 19.4%であった。炭水化物分解率、タンパク質分解率は基質のタンパク質割合が増加するにつれて分解率の低下がみられた。表.2 に CODcr 物質収支を示す。各基質組成における物質分解・水素発酵の流れを把握するために流入 CODcr100%として流出基質、代謝産物で回収し CODcr 物質収支を算出した。回収率は 93.0~99.1%であり、炭水化物:タンパク質が 10:0 のとき基質が完全に分解され水素ガスへの転換率は最大 15.5%であった。また主要な代謝産物は酢酸と酪酸であり、CODcr 除去率は MLVSSへ10.5%、水素ガスへ15.5%転換され最大 26.0%であった。図4 に水素収率を示す。水素収率は基質の炭水化物割合が高いほど大きくなり炭水化物:タンパク質が 10:0 で最大 0.225ml-H₂/mgCODcr であった。したがって、CODcr 容積負荷を一定としても水素ガス発生量に相違が見られたため基質組成の影響を受けていることが分かった。以上より水素発酵において基質組成割合の面から検討したところ炭水化物:タンパク質が 10:0 のとき最適であることが分かった。

4.まとめ

- 1) 水素発酵を実験的に検討した結果、基質組成割合が炭水化物:タンパク質=10:0 が最適である。
- 2) 基質組成割合が炭水化物:タンパク質=10:0 で最大水素ガス生成速度 5,143ml-H₂/l・day、炭水化物分解率は 99.5%であり水素発酵に最適であった。
- 3) 基質組成割合が炭水化物:タンパク質=10:0 で主要な代謝産物は酢酸と酪酸であり、CODcr 除去率は MLVSS へ 10.5%、水素ガスへ 15.5%転換され最大 26.0%であった。
- 4) 基質組成割合が炭水化物:タンパク質=10:0 で水素収率は最大 0.225ml-H₂/mgCODcr であり水素発酵に最適であった。

参考文献

1) 吉田光範：嫌気性酸生成相における複合基質からの水素発酵に関する基礎的研究、日本大学修士論文、1999
謝辞 本研究の実験分析等に大学院生門谷輝美氏、卒業研究生鈴木義孝氏、市居嗣之氏の御協力頂いたことを記し謝意を表する。

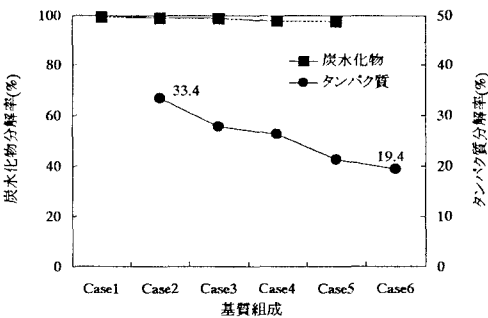


図.3 複合基質分解率

表.2 CODcr 物質収支

基質組成	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Case6
炭水化物	10	8	6	4	2	0
タンパク質	0	2	4	6	8	10
流入CODcr	100	100	100	100	100	100
流出CODcr						
炭水化物	0.5	0.9	0.8	0.6	0.5	0.4
タンパク質	1.4	8.7	24.6	44.4	69.3	88.9
酢酸	14.2	19.1	9.8	6.5	5.9	0.7
プロピオン酸	0.7	1.1	0.5	0.5	0.6	0.1
酪酸	49.1	39.6	35.8	21.9	6.9	0.3
吉草酸	0.2	0.7	1.4	2.1	0.3	0.0
エタノール	4.8	4.4	3.5	2.4	1.8	0.0
unknown	0.5	1.9	1.9	9.4	0.0	4.0
MLVSS	10.5	13.7	11.8	9.0	6.6	2.0
H ₂	15.5	8.9	6.8	2.3	1.2	0.5
CH ₄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
回収率	97.5	99.1	97.0	99.0	93.0	96.9

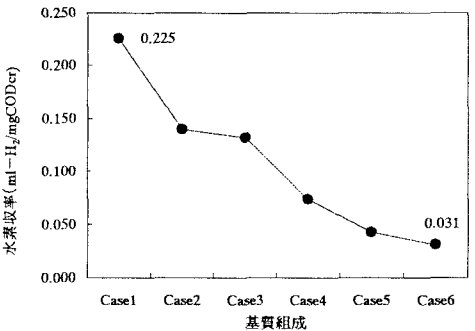


図.4 水素収率