

VII-41

オカラを用いた水素発酵への補助成分添加の影響

東北大学工学部土木工学科 学生会員 ○堆 洋平
 東北大学大学院工学研究科 横山昌司
 東北大学大学院工学研究科 正会員 高島寛生
 東北大学大学院工学研究科 フェロー 野池達也

1. はじめに

今日、化石燃料の枯渇の危機、またその大量消費による二酸化炭素の放出から化石燃料の代替エネルギーの開発が切望されている。これらの解決策のひとつとしてバイオマス資源からの生物学的水素生産があげられる。水素エネルギーは単位重量あたりの発熱量が石油燃料の3倍に相当し¹⁾、燃焼生成物が水であるためクリーンエネルギーとして期待されている。また、化学工業原料、燃料電池など、その利用性も広い。このような水素エネルギーを廃棄物より生産することができれば循環型社会構築に寄与すると考えられる。

オカラは年間74万トンも生産され現在家畜肥料や食品としての利用が激減し、その大部分が焼却処分される有機性廃棄物である。本研究では、オカラの嫌気性水素発酵を行った。その際に水素生成量を高めるために補助成分を添加し、その補助成分添加が水素生産に与える影響を検討した。

2. 実験方法

回分実験として1150mlの反応槽を用いた。反応槽の中には攪拌子を入れ、スターラーで液相を完全に攪拌した。発生したガスは、酸性飽和食塩水による水上置換で捕集した。

植種細菌群として *Enterobacter aerogenes*, *E. cloacae*, *E. sakazakii* の3種を混合し、35℃の高温槽で一晩PYG培地を用いて馴養したものを使用した。

本研究で用いたオカラ懸濁液は、豆腐工場から得たオカラを水道水で3倍に希釈し、70℃で30分熱処理したものを濾布で濾して得た。

反応槽にオカラ懸濁液700mlと植種細菌群100mlを入れ、気相を窒素ガスで置換した。液相は、3N NaOHでpHは5.5±0.1にコントロールした。回分反応槽は35℃の恒温槽に設置した。

実験は2系列行った。実験1では、オカラ懸濁液に0, 100, 250, 500, 1000mgN/lの塩化アンモニウムを添加し、NH₃-Nがオカラからの水素発酵に与える影響について検討した。実験2では、種々の補助成分をオカラ懸濁液に添加し、補助成分の添加が水素生産に及ぼす影響を検討した。オカラ懸濁液に加える補助成分として酵母エキス、ペプトン、塩化アンモニウム、搾乳牛糞尿を用いた。表1にオカラの成分、表2に搾乳牛糞尿の成分を示す。ただし、搾乳牛糞尿は、上澄みのNH₃-N濃度が約100ppmとなるように希釈し、この希釈した搾乳牛糞尿でオカラを希釈することで添加した。

ガス生成量およびガス組成(TCD-ガスクロマトグラフ)を測定した。揮発性脂肪酸(VFA)とアンモニア性窒素はキャピラリー電気泳動を用いて測定した。

表1 オカラの成分分析値

成分名	
水分(%)	80.2
タンパク質(%)	4.9
脂質(%)	2.6
粗繊維(%)	3.7
灰分(%)	0.7
カリウム(mg/kg)	3,160
カルシウム(mg/kg)	662
リン(mg/kg)	693
マグネシウム(mg/kg)	352
鉄(mg/kg)	15
銅(mg/kg)	1

表2 搾乳牛糞尿の成分分析(mg/l)

炭水化物	Total	7000-8000
	Soluble	1500-2000
タンパク質	Total	50000-60000
	Soluble	15000-20000
アンモニア		2500-3500
	酢酸	5000-6000
VFA	プロピオン酸	1800-2300
	酪酸	1500-2000

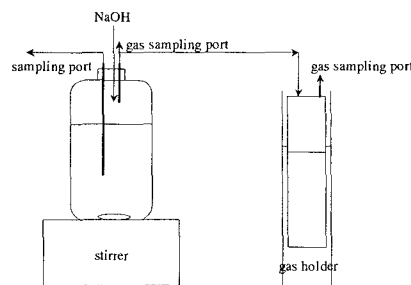


図1 回分実験装置概略図

3. 実験結果

3.1 オカラからの水素生成に与える $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度の影響 (実験1)

オカラ懸濁液に 0, 100, 250, 500, 1000mgN/l の塩化アンモニウムを添加し、水素生成量に及ぼす影響を調べた。その結果を図2に示す。添加する塩化アンモニウム量が 0mgN/l の時に 183ml/l の水素が生成したのに対し、100, 250, 500 及び 1000mgN/l の際にはそれぞれ 279, 235, 142 及び 259ml/l であり、添加する塩化アンモニウムが 100mgN/l の時に最大であった。塩化アンモニウムを添加することで累積水素生成量は増加する傾向があった。

3.2 オカラからの水素生成に及ぼす種々の補助成分添加の影響 (実験2)

オカラ懸濁液に補助成分として酵母エキス、ペプトン、塩化アンモニウムをそれぞれ添加した系と補助成分を添加しない系の累積水素生成量の経時変化を図3に、搾乳牛糞尿、塩化アンモニウム 100mgN/l をそれぞれ添加した系と補助成分を添加しない系の累積水素生成量の経時変化を図4に示す。補助成分を添加しない時の最大累積水素生成量が 183ml/l だったのに対し、酵母エキス 5g/l と塩化アンモニウム 1000mgN/l をオカラ懸濁液に加えたときに最大累積水素生成量が、それぞれ 224, 219ml/l であった。一方、ペプトンを添加した時は、実験開始から 4 時間の累積水素生成量は補助成分を添加しない場合よりも大きかったが、最大累積水素生成量は 167ml/l であり、補助成分を添加しない場合よりも約 11% 減少した。また、搾乳牛糞尿の添加によって、実験開始から 15 時間程度水素生成量が補助成分を添加しない場合よりも約 63% 低下した。このことから、実験開始から 15 時間搾乳牛糞尿は水素生成を阻害したことが示唆される。15 時間以後は、急速に水素生成が行われたが、pH が 5.5 にコントロールできた範囲で最大累積水素生成量に増加はなかった。

以上より、オカラからの水素発酵における補助成分として、塩化アンモニウム及び酵母エキスは有効だが、ペプトンはあまり有効でなく、搾乳牛糞尿は阻害作用があると判断できる。

4. まとめ

i) 塩化アンモニウムを添加することでオカラからの最大累積水素生成量が増加する傾向があった。塩化アンモニウムの添加量が 100mgN/l のときに最大となった。

ii) 本研究で用いた補助成分の中で、酵母エキスと塩化アンモニウムは最大累積水素生成量をそれぞれ約 23% 増加させた。

iii) 搾乳牛糞尿の添加によって、実験開始から 15 時間後のオカラからの累積水素生成量は補助成分を添加しない場合よりも 63% 低下した。

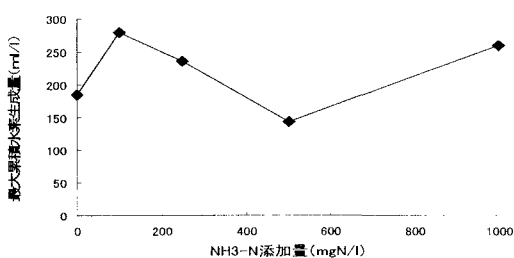


図2 $\text{NH}_3\text{-N}$ 添加量と最大累積

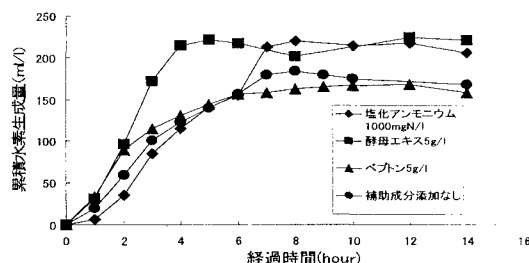


図3 補助成分の添加と累積水素生成量

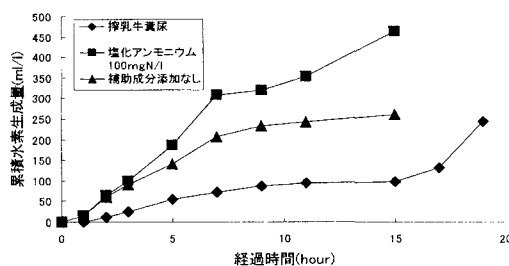


図4 搾乳牛糞尿の水素生成に与える影響

5. 参考文献

- 1) 食品産業環境保全技術研究組合編 食品産業における副産物等の未利用資源の有効利用技術を探る pp.78