

VII-19

水素発酵による製麺工場排水からの水素ガス回収

東北大学大学院工学研究科 正会員 ○水野 修
 東北大学工学部 鈴木清彦
 東北大学大学院工学研究科 新谷真史
 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

近年,化石燃料の大量消費によってもたらされた地球温暖化や酸性雨などへの対応策として,環境に優しいエネルギー源の開発が進められている。水素は燃焼に際し,二酸化炭素,硫黄酸化物,窒素酸化物などを排出しないため,クリーンエネルギーのひとつとして注目されており¹⁾,その利用技術である燃料電池の開発も盛んに進められている²⁾。しかしながら工業的に現在行われている水の電気分解などの製造方法では,水素の生成に際し大きなエネルギーを加える必要があり,経済的であるとはいえない。一方,微生物の代謝過程から水素を生成する方法は大きなエネルギーを必要とせず,さらに有機性廃棄物を利用して水素を回収することが可能³⁾であり,経済的にも有益である。

製麺排水は工場内で加熱されて排出されたものであるため,基質として用いた場合,培養に際しあらためて加温する必要がなく,また,溶解性糖類を多く含んでいるため水素発酵に適した基質であると考えられる。本研究では,製麺排水からの水素生成に及ぼすpHの影響について検討し,グルコースからの水素生成と比較を行った。

2. 材料および方法

2.1 水素生成汚泥

実験に用いた水素生成汚泥は,水素爆発を起こした大豆塊貯蔵サイロ⁴⁾から採取して,グルコース(10g/L)と無機塩を添加して連続培養したものである。培養にはケモスタット型反応槽を用い,pH6.0,HRT8時間,35℃の条件で連続培養を行った。水素生成汚泥の性状を表.1に示す。

2.2 製麺排水の特性

表.2に製麺排水の特性を示す。pHは4.8と低く水素生成が起こりやすい酸生成に適しており,水素生成細菌が好んで分解する溶解性炭水化物が豊富に含まれている。

2.3 実験装置

図.1に実験で用いた回分式反応槽を示す。連続反応槽から採取した水素生成汚泥を100mlおよびD製麺工場から採取した製麺排水200mlを反応槽に注入し,窒素ガスにより曝気を行い,35℃で回分実験を行った。この際,無機塩の添加は行わなかった。実験開始時点における初期pHは塩酸溶液,NaOH溶液で調整し,実験開始後,反応槽内のpHはpHコントローラを用い,0.6N濃度NaOHを添加することで制御した。また,培養液は攪拌子を用い,完全に攪拌しpHは4.0から8.5の間で変化させた。

以上のような培養条件で,ガス生成量,ガス組成,炭水化物濃度,揮発性脂肪酸濃度,アルコール濃度及び乳酸濃度の変化量を検討した。

表.1 種汚泥の性状

ガス生成量	6.0 (ml/min/L)
水素含有率	59 (%)
VS	1280 (mg/L)
VSS	1090 (mg/L)
酢酸	1220 (mg/L)
プロピオン酸	383 (mg/L)
酪酸	2470 (mg/L)
エタノール	58 (mg/L)
乳酸	467 (mg/L)
残存グルコース	未検出

表.2 製麺排水の特性

pH	4.8
SS	2090 (mg/L)
VSS	2080 (mg/L)
TOC	1800 (mg/L)
IC	ND
CODcr	
total	6920 (mg/L)
soluble	4260 (mg/L)
炭水化物	
total	5620 (mg/L)
soluble	4800 (mg/L)
タンパク質	
total	320 (mg/L)
soluble	270 (mg/L)

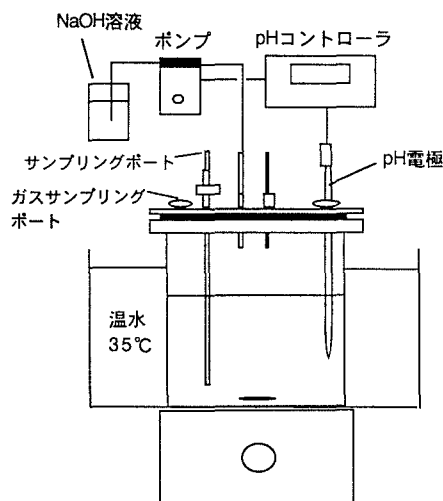


図.1 回分式反応槽の概略図

2.4 分析方法

ガス生成量はガラスシリンジによって測定した。生成ガス中の水素の割合は、TCD-ガスクロマトグラフで測定した。炭水化物濃度はフェノール硫酸法で定量し、揮発性脂肪酸濃度及びアルコール濃度はFID-ガスクロマトグラフで測定した。乳酸濃度は乳酸測定キット(シグマ)を用いた。

3. 結果及び考察

図.2に水素収量に及ぼすpHの影響を示す。pHが5.0より低くなると水素収率が極端に低下する傾向にあった。水素収率は最大で1.47 mol H₂/mol hexose (pH5.2)であり、pHが高くなるにつれ水素収率は低下し、pHが7.0から8.5の間ではあまり変化が見られなかった。

図.3に培養前後の代謝産物の生成量を示す。pH4.0のとき酢酸と乳酸の生成量が大きく、酪酸の生成量は水素収率と同じ傾向を示した。pH5.2からpH7.0まで酢酸の生成量は酪酸の生成量の低下に伴い大きくなり、それ以降はエタノールの生成量が増加する傾向が見られた。このことから、培養槽内のpHの変化が水素生成細菌の代謝経路に影響を及ぼしたと考えられる。

図.4に製麺排水とグルコースからの水素生成についての比較を示す。水素収率に及ぼすpHの影響は製麺排水とグルコースのどちらも同じ傾向を示し、pH4.0では水素が生成されず、高いpHでは水素収率が低下した。また、水素収率はそれぞれpH5.2のとき最大で1.47 mol H₂/mol hexose(COD 12.2%)、1.47 mol H₂/mol glucose(COD 12.2%)であった。これより、製麺排水はグルコースと比較しても水素発酵の基質として適していることが分かった。

4. 結論

- 1)pHは製麺排水からの水素生成に大きな影響を及ぼすことがわかった。水素収量はpH5.2のとき最大で、1.47 mol H₂/mol hexoseであった。製麺排水のpHが4.8であることから、製麺排水からの水素発酵を連続運転する際に、pH調節が容易であると考えられる。
- 2)pHは水素生成細菌の代謝経路を変化させ、酪酸の生成量が大きいとき水素収率も高くなる傾向があった。

5. 参考文献

1)Benemann,J.: Hydrogen biotechnology:Progress and prospects,Nature Biotechnology,Vol.14,p.1101-1103,1996
2)通商産業省編：エネルギー'98，電力新報社，p.139-141,1998
3)水野修，大原健史，新谷真史，野池達也：水素発酵における有機性廃棄物の分解特性，環境工学研究論文集，第36巻，p.423-429，1999
4)エスプリ株式会社：大豆粕のサイロ爆発について(事故調査報告書)，1989

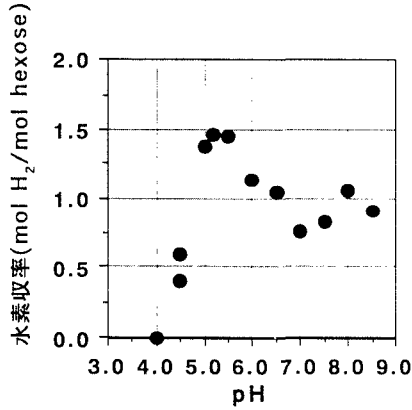


図.2 製麺廃水からの水素生成に及ぼす pH の影響

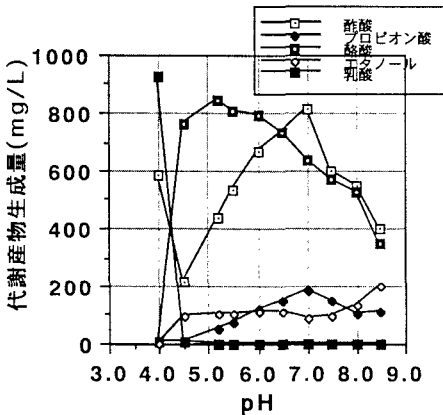


図.3 代謝産物の生成量に及ぼす pH の影響

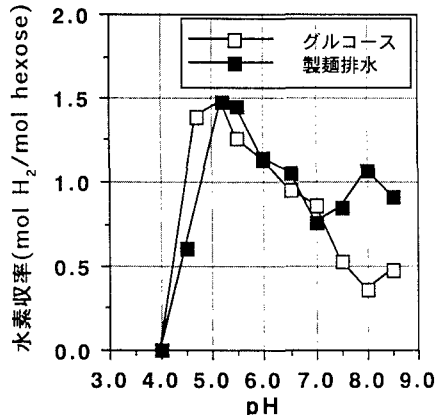


図.4 グルコースと製麺排水の水素収率比較