

膨張軟化処理をした稲わらに対するアンモニア処理の効果

日大生産工(院) ○明石 邦彦 東大生研 望月 和博
日大生産工 日秋 俊彦

1 緒言

現在、バイオエタノールの原料として食料と競合しないリグノセルロース系バイオマスが注目されている。しかしリグノセルロース系バイオマスに含まれているリグニンが酵素糖化を阻害してしまう為にリグニン除去などの前処理が必要である。前処理法の一つとしてアルカリ処理がある。アルカリは水酸化ナトリウムやアンモニアが有効だが、同じ条件で前処理を施すと水酸化ナトリウムの方が効果的である。だが廃液が問題になることから回収が可能なアンモニアに注目した。アンモニアによる前処理法を表1にまとめた。

表1 アンモニア法

アンモニア爆砕法(AFEX): 原料にアンモニアを漬込み圧力をかけていき急激に大気圧に開放することで構造を破壊する。
アンモニアリサイクル浸透法(APR): アンモニア水を80~180℃で原料の入った反応炉に通して、廃水の中でアンモニアをリサイクルする方法である。
含浸法: 密閉容器に原料とアンモニア水を入れ温度と時間をかけて反応させる。

アンモニア法にはリグニン剥離、セルロース結晶化度低下、表面積の増大などの効果がある。表1のAFEXとAPRは大規模な装置が必要となってしまうため含浸法を選択した。この方法で前処理を行い水酸化ナトリウムと同じくらいの効果が出る最適条件を求めアンモニアをリサイクルできる装置の設計を目標とした。そこで今回は物理的前処理である膨張軟化処理をした稲わらに対するアンモニア処理の効果を確認するために濃度、温度、時間をそれぞれ変化させ処理を行い膨張軟化処理とアンモニア処理の組み合わせによるエタノール生成率への影響を評価し最適条件を検討した。

2 実験方法および測定方法

膨張軟化処理とは原料を反応器に加圧供給することで、原料に含まれる水分とともに圧

縮・加熱される。反応器から排出される際に大気圧に開放されることにより、原料が膨張・破砕され吸水性の向上と構造破壊が得られる。

次は原料に表2の条件でアンモニア水処理を施した。反応後、中和と乾燥をして前処理済みサンプルとした。同時糖化発酵(SSF)はNRELの方法に準拠し実験を行った。所定の時間毎にサンプリングを行いグルコースとエタノール量をHPLCで分析した。168時間経過後、サンプルを乾燥させてから繊維分析を行った。

3 実験結果および考察

アンモニア水処理とSSFの結果を図1,2に示す。

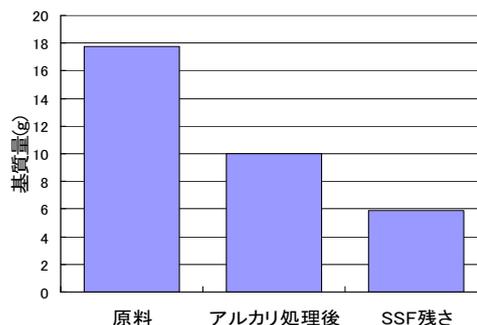


図1 原料からの重量変化

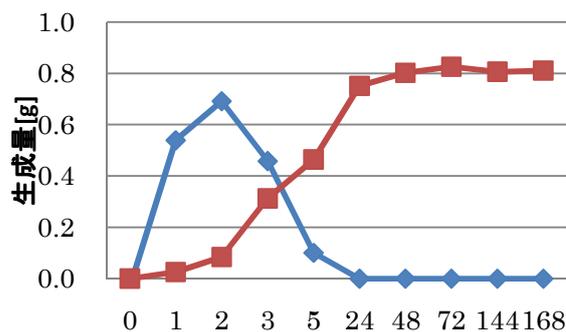


図2 グルコースとエタノールの生成量

Effect of ammonia treatment on rice straw that does expansion softening processing.
Kunihiko AKASHI, Kazuhiro MOCHIDUKI and Toshihiko HIAKI

表2 アンモニア水処理の条件と結果

番号	基質	試薬	濃度(M)	温度	時間	仕込み率	エタノール生成量[g]	アルカリ処理済サンプル基準のエタノール生成率[%]	原料基準のエタノール生成率[%]
1	稲わら	NH ₃	0.1	50°C	4h	7.5%	0.0	0.0	0.0
2			0.38		4h	7.5%	0.2	2.4	2.1
3			0.75		4h	7.5%	0.2	2.4	2.1
4			3		4h	7.5%	0.7	6.6	2.8
5			5	4h	7.5%	0.7	6.8	2.9	
6			0.1	70°C	4h	7.5%	0.2	2.4	2.0
7			0.5		4h	7.5%	0.7	7.1	5.7
8			1		4h	7.5%	0.8	8.3	6.8
9	0.1	膨張軟化 稲わら	4h		7.5%	0.3	3.17	2.4	
10	0.5		4h	7.5%	0.3	3.38	2.6		
11	1		4h	7.5%	0.4	4.31	3.3		
12	1		8h	7.5%	0.8	8.1	4.6		
13	1		8h	10%	0.8	8.4	6.1		

図1はアンモニア水処理、SSFを行うことで変化した原料の重量を示し、図2はSSFによるグルコースとエタノールの生成量の時間変化を示した。この結果からエタノール生成量と生成率を計算し表2にまとめた。SSFで生成したエタノールはアルカリ処理によって減少した重量も考えなくてはいけないので原料とアンモニア水処理後のそれぞれの重量を使ってエタノール生成率を計算した。

表2の結果より稲わら、膨張軟化処理をした稲わらもアンモニア水の濃度、反応時間と温度を大きくすることでエタノール生成量と生成率が上昇したことが分かった。また原料基準とアルカリサンプル基準のエタノール生成率の数値の大きさが同じように増加していることから原料の損失はおこっていない。このことから組み合わせによる最適条件は高温・高濃度側にあると考えられるため、高温・高濃度にしても効果があると考えられる。

稲わらを濃度別で見てみると濃度が高いと効果があることが分かった。さらに50°Cと70°Cを比べてみると濃度を高くした時と同程度の効果があることが分かった。

また稲わらと時間を倍にした膨張軟化稲わらを比較してみると、膨張軟化稲わらも濃度や温度を上げた時の稲わらと同程度の結果となった。これは膨張軟化処理による構造破壊が温度と濃度の増加による構造破壊と同程度の効果だと考えられる。このことから膨張軟化処理とアンモニア水処理の組み合わせは有効であることが確かめられた。

4 結言

稲わらに対するアンモニア水処理の効果は濃度と温度を上げることで効果が出るということが分かった。また膨張軟化処理を行い、時間を倍にすることで同程度の効果が出るということが確

認できた。

今後は温度と時間をそれぞれ増加させることで最適条件の検討をすると共にアンモニア水の回収方法を検討していく。

「参考文献」

- 1) バイオエタノール最前線 2004年11月15日初版第1刷発行 編者 大聖 泰弘, 三井物産 発行所 工業調査会 ISBN 4-7693-7132-2
- 2) N.Dowe and J.McMillan, SSF Experimental Protocols — Lignocellulosic Biomass Hydrolysis and Fermentation, Technical Report NREL/TP-510-42630 January 2008
- 3) Mustafa Balat, Havva Balat, Recent trends in global production and utilization of bio-ethanol fuel, Applied energy 86 (2009) 2273-2282
- 4) Ja Kyong Ko, Jin Seop Bak, Min Woo Jung, Hee Jin Lee, In-Geol Choi, Tae Hyun Kim, Kyoung Heon Kim, Ethanol production from rice straw using optimized aqueous-ammonia soaking pretreatment and simultaneous saccharification and fermentation processes Bioresource Technology 100 (2009) 4374-4380