

廃糖蜜を原料としたバイオ燃料の開発

食品・化学部 ○大谷武人, 安藤浩毅*

(*現 (公財)かごしま産業支援センター)

1. はじめに

鹿児島県離島の基幹作物であるサトウキビを原料とした製糖時に副産物として生じる廃糖蜜は、多くの有価物を含んでいるものの高濃度のカリウム（以後Kとする）を含むことから発酵原料などの有効活用がなされてこなかった。そこで本研究では、廃糖蜜からKを除去し、K除去後の廃糖蜜を原料としてゼオライトを用いた触媒改質反応を行うことでバイオ燃料を効率的に製造する技術開発を行った。

2. 実験方法

2. 1 供試試料

廃糖蜜は、糖濃度35~40%、K濃度6~7%の国産のものを用いた。

2. 2 廃糖蜜からのK回収方法

廃糖蜜にあらかじめ、固液比1:1（水分50%）になるように水を加え、分散している固形分を遠心分離（10,000rpm, 5min, 4℃）により分離し、得られた液部（以下、希釈糖蜜とする）に対し、硫酸および酢酸カルシウム（以後Ca塩とする）を2~8%（硫酸に対し等重量）加えて攪拌し、所定の時間静置することで強制的にKを含むCa塩を析出させた。析出物を、遠心分離で固液分離し、液部、K除去率および糖（蔗糖、ブドウ糖、果糖の合計）の回収率を求めた。なお、硫酸添加量は、希釈糖蜜100gに対する添加重量（g）とし、液回収率は、希釈糖蜜に硫酸およびCa塩を加えた全重量を100とした時の固液分離後の液部重量とし、K除去率（固部に含まれるK量）は、液部のK含有量の差し引きから算出した。また、固部のK除去率および液部の糖回収率は共に、希釈糖蜜基準とした。

2. 3 触媒改質試験

2. 2で得たK除去後の廃糖蜜を産業技術総合研究所にて水熱処理したものを触媒改質反応の原料とした。図1に示すように、①ZSM-5（Si/Al=27）のゼオライト触媒2.0gに蒸留水を含浸させた後（脱気操作）、②5%の5-ヒドロキシメチルフフルール（5-HMF）濃度になるように調整した水熱処理液を蒸留水と置換し（吸着操作）、③内径4mmのステンレス反応管に5-HMFを吸着させた触媒1.8~2.0gを充填した後、④改質反応器（電気炉）に反応管をセットし、N₂ガス流通下（35mL/min）で、常温から470℃の急速昇温（470℃/min, 保持時間20min）の反応条件で触媒改質反応（非定常状態）を行った。

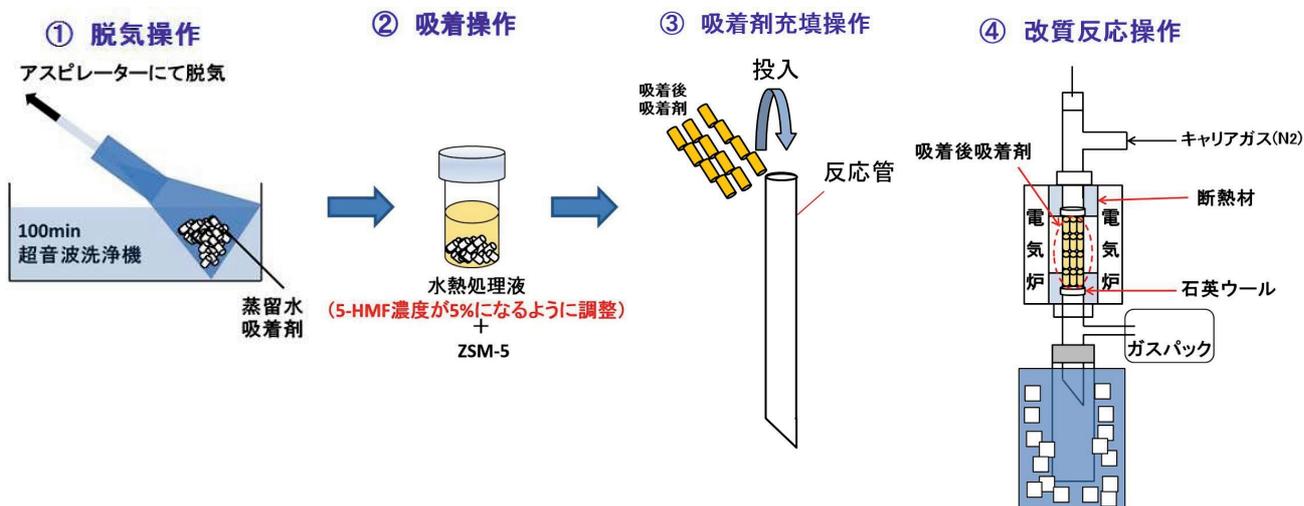


図1 触媒改質反応試験の流れ

3. 結果

3.1 廃糖蜜からのK除去率

本条件では、固液比1:1の溶液から約1割の固部（水分を含む）および9割の液部（希釈糖蜜）を得た。

この希釈糖蜜に硫酸およびCa塩を加え、Ca・K塩を強制的に生成させることで、Kを分離除去できることが示唆された。そこで、希釈糖蜜に対し、硫酸およびCa塩を2～8%の範囲で添加し、Kの除去率を検討した。一例として、K濃度4%の希釈糖蜜を用い、2時間静置した際の結果を示す（図2）。この結果から、K濃度4%の希釈糖蜜の場合、6gまでは、硫酸添加量の増加に伴い、固部のK除去率が増加し、液および糖の回収率は減少した。バイオ燃料の原料となる糖の回収率およびK除去率が交差する条件において、希釈糖蜜に含まれるKを62%除去した（図3）。

3.2 水熱処理後の成分分析

水熱処理後の廃糖蜜に含まれる5-HMFおよびKの含有量を調べた結果、5-HMFが約60wt%、Kが50ppm程度であった。

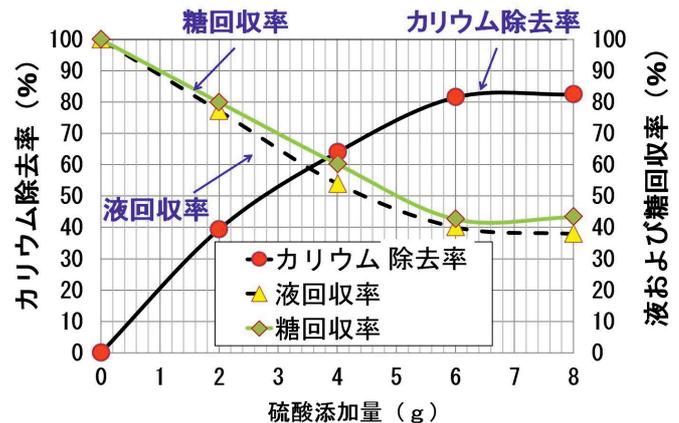
3.3 非定常反応による触媒改質反応

表1に示されるように、全体の20.6%の油状成分（全芳香族化合物+軽質オイル+重質オイル）が得られ、ナフタレン類が主成分であることを確認した。

4. おわりに

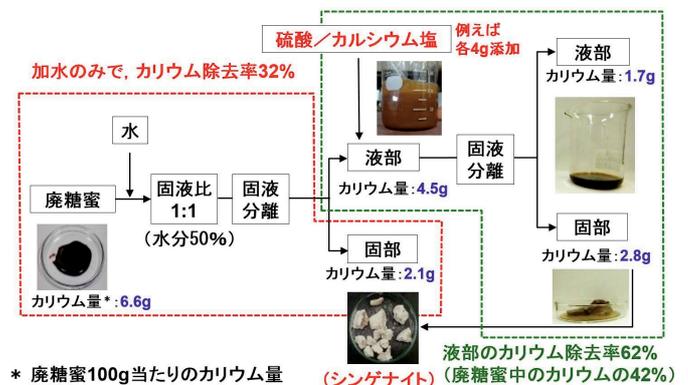
廃糖蜜由来の5-HMFに着目して触媒改質による燃料油製造を検討した。結果、触媒被毒の原因とされるKが溶液中に50ppm程度含まれていても、ナフタレンを主成分とする燃料油が製造できることが分かった。この結果から、廃糖蜜をバイオ液体燃料の原料として利用できる可能性が示唆された。今後、燃料油収率向上を図るためには、水熱処理条件、改質反応条件をさらに詳しく検討していく必要がある。

なお、本研究は、平成24～27年度NEDO事業（バイオマスエネルギー技術研究開発/戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業）で実施した。



(※横軸は希釈糖蜜100gに対する硫酸, Ca塩の添加量を示す。)

図2 硫酸およびCa塩の添加効果



* 廃糖蜜100g当たりのカリウム量 (シンゲナイト) 液部のカリウム除去率62% (廃糖蜜中のカリウムの42%)

図3 廃糖蜜からのK除去結果

表1 非定常状態作成のバイオ燃料の成分組成
反応温度:470℃, カリウム濃度:50ppm (単位:C%)

成分	
油状成分	20.6
全芳香族化合物	12.4
BTX	1.3
TMB+C ₉	0.5
インダン類	2.1
ナフタレン類	7.1
その他の芳香族類	1.3
軽質オイル+重質オイル	8.2
ガス類	30.0
CO+CO ₂	23.2
C ₂ H ₄ , C ₃ H ₆ , C ₄ H ₈	6.8
その他含酸素化合物	12.5
コーク(炭化物)	36.8
合計	99.9