

稲わらからのリグニン由来付加価値物質の生産 とゼオライトを用いた吸着分離

環境

SATテクノロジー・ショーケース2020

■ はじめに

石油資源の減少等により、再生可能な代替原料への移行が注目されています。その中、バイオマスは豊富な再生可能原料であり、エネルギー原だけではなく、石油代替の基礎化学の原料でも期待できます。著者の母国であるベトナムでは、毎年、大量の稲わらが排出されていますが、そのほとんどは、野焼きされています。その結果、SPMやベンゾ[a]ピレン等の発癌性物質も放出され、環境・健康への悪影響が懸念されています。一方で、ベトナム南部のメコンデルタでは稲わらが高密度で排出されるため、膨大な量の稲わらが輸送費込でも極めて安価に収集可能です。このことから、稲わらを未利用バイオマス源と見なし、有効かつ高度に利用することが今後重要な課題と考えられます。

■ 活動内容

本研究では稲わら中の主要成分であるリグノセルロース(セルロース、ヘミセルロース、リグニン)の高度利用を実現するプロセスの開発を主たる目的とします。具体的には、セルロース、ヘミセルロースからのバイオエタノールの生産と、リグニンからの高付加価値芳香族化合物(具体的には、クマル酸(PCA)、フェルラ酸(FA))の生産を効果的に融合したプロセスを構築します。

1. 稲わらからのPCA、FAの生産

バイオエタノールの生産については、アルカリ処理からの糖化・発酵、蒸留等、従来の単位操作をそのまま利用することを想定しています。一方で、PCA、FAは稲わらのアルカリ処理により溶出されます。したがって、アルカリ処理は、糖化の前処理とPCA、FAの生産を兼ねた単位操作となり、プロセスの効率化、合理化を図ることができます。しかし、稲わらからのPCA、FAの生産プロセスを設計するための基礎データが不足しています。そこで本研究では、稲わらからのPCA、FAの溶出速度データを整理し、糖化の前処理とPCA、FAの溶出が共に成立する温和な反応条件を確立しました。

2. ゼオライトを用いたPCA、FAの新規分離技術の開発

稲わらからのPCA、FAが溶出される際に、これらと性質が類似したリグニン由来芳香族が共存物として溶出することがメカニズム上避けられないことを明らかにしました。そのため、従来の分離精製技術が適応できず、新たな分離精製技術の開発が必要であるとの結論に至りました。

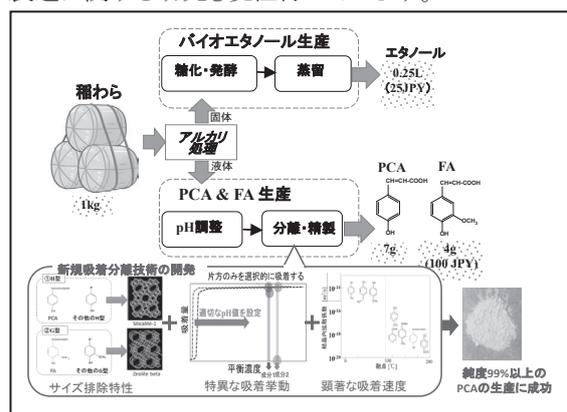
分離精製技術の開発にあたり、疎水性ゼオライトを用いた吸着プロセスを提案しました。従来、これらの吸着剤への

の吸着特性は気相吸着については多くの研究が存在しますが、液相における吸着特性、特にPCA、FAなどの芳香族の吸着特性については知見が極少です。そこで、分離精製プロセス開発のため、PCA、FAなどのリグニン由来芳香族モノマーの吸着特性(サイズ排除特性、吸着平衡、吸着速度)を体系的に整理しました。

ゼオライトは均一な細孔径を持つため、吸着質の分子サイズにより選択的に吸着することができます(サイズ排除特性)。そのため、最適な細孔径を持つゼオライト(silicalite-1, zeolite beta)を用いると、PCA、FAを他のリグニン由来芳香族から大まかに分離可能であることが分かりました。しかし、高純度のPCA、FAを回収するためには、サイズ排除特性を利用するだけでは不十分です。このため、silicalite-1, zeolite betaへのPCA、FAの吸着平衡、吸着速度を更に検討した結果、特異な吸着挙動、顕著な吸着速度を初めて見出し、これらの吸着特性に基づいた新規吸着分離プロセスを提案しました。これにより、PCAについては、99%以上の純度での単離を低コストで成功しました。

3. 今後の予定

本研究では、稲わらからのバイオエタノールの生産とPCA、FAの生産を合理的かつ効果的に融合したプロセスの開発を行い、その大まかな枠組みを決定することに成功しました。その重要な要素技術となる分離精製プロセスは、リグニン由来芳香族モノマーの回収全般に応用できる可能性があり、バイオマス由来芳香族の回収への貢献が期待できます。また、地上のバイオマスを限らず、藻類バイオマス等も対象に、バイオマス由来高付加価値製品の製造に関する研究も現在行っています。



代表発表者 Tran Ngoc Linh (チャン ゴック リン)
所属 産業技術総合研究所
触媒化学融合研究センター
官能基変換チーム

問合せ先 〒305-8565 茨城県つくば市1-1-1 中央第5
TEL:029-861-4610 FAX:029-861-4872
E-mail: tran.linh@aist.go.jp

■キーワード: (1) バイオマス、稲わら
(2) リグニン、クマル酸、フェルラ酸
(3) ゼオライト、吸着分離