

所 属 共生環境学 専攻 氏 名 科野 孝典

審査委員 船岡 正光, 徳田 迪夫, 佐藤 邦夫

論文題目 機能性工業原料としての
オイルパーム (*Elaeis guineensis*) 系バイオマスのポテンシャル

(要旨本文)

オイルパーム (*Elaeis guineensis*) は、油を含む数千の赤い実および一つの房 (Empty Fruit Bunch, EFB) からなる「FFB」、小葉および葉軸からなる「葉」および一本の「幹」で形成され、生命活動を行っている。パーム油を分離・精製するために、FFB は収穫され、赤い実と EFB に分離される。EFB は年間 1,440 万トン排出され、発電のための燃料および農園の肥料として利用される。15-44 葉を有するオイルパームの幹は、FFB の生産能力の低下および収穫の困難さにより、植栽後 25 年で伐採および廃棄される。EFB, 幹および葉軸は、セルロース、ヘミセルロースおよびリグニンからなるリグノセルロース系バイオマスであり、工業的な利用が可能な脂肪族系および芳香族系素材に変換されうる潜在性を有している。25 年間に複数回供給される EFB および葉、25 年に一回供給される幹の機能性分子工業原料としてのポテンシャルを明確化することは、現在の油田に変わる新しい持続的な分子農場としてのフィールドを開拓することであり、熱帯地域における持続的社會を形成するために必須である。

相分離系変換システムは、リグノセルロース系バイオマスのリグニン (三次元高分子) をリグノフェノール (線状高分子) へ、炭水化物であるセルロースおよびヘミセルロースを水溶性の糖質へ変換・分離する手法である。本研究は、相分離系変換システムをキーテクノロジーとし、オイルパーム系バイオマスのリグニンおよび炭水化物両者の機能性分子工業原料としてのポテンシャルを明確化することを目的とする。

相分離系変換システム 1step 法により、EFB の変換・分離試験を行った結果、EFB のリグノフェノールおよび糖質への変換・分離挙動は広葉樹の挙動に類似し、処理時間約 10 分で最大収率を示した。主要な構成糖はグルコースおよびキシロースであった。EFB リグノフェノールおよびそのエーテル可溶成分は、従来の高エネルギー処理に基づく EFB 工業リグニンとは異なり、極めて淡色であり、分子内に共役系を含まないことが確認された。EFB リグノフェノールの重量平均分子量、導入クレゾール量および相転移点は、それぞれ約 8,000, 0.7 mol / C₉ および 150 °C であった。

EFB リグノフェノールの詳細な分子構造解析の結果、EFB リグニンの骨格構造は、グアイアシル核およびシリングル核から成り、側鎖には *p*-ヒドロキシ安息香酸がエステル結合にて存在することが確認された。*p*-ヒドロキシ安息香酸の存在量は、天然リグニンで、約 10 %, EFB リグノフェノールで約 10 % であった。*p*-ヒドロキシ安息香酸は、緩やかなアルカリ処理で容易かつ定量的に加水分解され、抽出および再結晶にて単離可能である。

EFB 成分のみによる自立型変換システム構築の基礎試験として、*p*-ヒドロキシ安息香酸を活用した EFB コアリグニンの変換試験を行った結果、*p*-ヒドロキシ安息香酸によりリグニンの一次分子鎖が拘束され、よりネットワークが発達した安定型リグノフェノールが誘導された。

オイルパーム総体の分子工業原料としてのポテンシャルを明確化するため、幹および葉軸から相分離系変換システムを通して誘導されるリグノフェノールの構造特性を比較検討した。その結果、オイルパーム複合系各区分から得られるリグノフェノールは、いずれも *p*-ヒドロキシ安息香酸をエステル結合ユニットとして有し、構造特性が類似した熱可塑性フェノール系高分子であった。オイルパーム系天然リグニンの保持するエステル結合ユニットには、*p*-ヒドロキシ安息香酸の他にも *p*-クマル酸およびフェルラ酸が確認されるが、リグノフェノールに保持されるエステル結合ユニットは、*p*-ヒドロキシ安息香酸に限定され、他は確認されなかった。これは、C6-C3 カルボン酸と C6-C1 カルボン酸ユニットのエステル加水分解速度差に基づいている。

EFB 総体としての分子複合材料の特性を検討するため、工程試薬として弱酸を用いる加水分解制御型相分離系変換システムにより、EFB からリグノフェノール・炭水化物複合体を調製した。160 °C で熱圧プレスして調製した成型体の曲げ強度および曲げヤング係数は、それぞれ 21.4 MPa

および 5.0 GPa を示し、木本系素材由来の成型体に匹敵する強度を示した。

以上の結果、オイルパームは、生命を保持する期間（25 年間）、食品原料、化成品およびバイオディーゼル燃料で注目されるパーム油を生産するだけでなく、構造特性が類似した機能性分子工業原料を持続的に供給可能な有益な植物であるといえる。