

「資源循環・エネルギーミニマム型システム技術」
平成11年度採択研究代表者

船岡 正光

(三重大学生物資源学部 教授)

「植物系分子素材の高度循環活用システムの構築」

1. 研究実施の概要

本研究は、森林資源をポスト石油資源として循環活用すべく、現行植物系廃棄物を複合有機資源としてとらえ、構成素材を精密変換・分離し、分子素材レベルで長期間カスケード的に循環活用するシステムの構築を意図している。本研究のポイントは、植物素材の変換・分離に対して、新たに相分離系変換システムを構築すること、そして本システムを現行廃棄物ラインに直列配置し、ここで木材工業から植物系分子素材工業へ切り替えることにある。

平成11年度においては、システム構築の要素技術である相分離系変換システムに関し、システム構成媒体と資源変換効率について基礎的に検討し、媒体回収システムを組み込んだ新しい相分離変換・分離システムを考案した。さらに、数種の木質系および草本系資源を選定し、その資源分布に関する基礎調査と相分離系変換特性に関する予備試験を行った。

リグニン資源を高度に循環活用するため、分子内機能変換素子を設計するとともに、それを組み込んだリグニン系素材を新たに合成、その循環型材料特性を解析した。また、リグニン素材と植物系ファイバーのマッチングによる形状可変機能を有する循環型リグノセルロース素材を設計、その基礎的機能試験を行った。さらに、リグニン素材の高密度炭素構造を活用する分離膜および機能性炭素材料の創製に関し、基礎的特性解析を行った。

生理機能を保持した活性リグニン素材の合成に関し、変換手法を中心に検討、弱酸系セルロース膨潤溶媒を用いる新しい変換システムを開発した。誘導された素材の生体系物質に対する生理機能、特に酵素固定化能、抗酸化能、血液凝固能について基礎的に検討を加えた。

今後これらの基礎的知見をさらに発展、リンクさせ、植物資源を複合体レベルから分子素材レベルまで高度に循環活用するシステムの構築を目指す。

2. 研究実施内容

本研究は、Ⅰ『資源・変換システム解析グループ』、Ⅱ『機能性材料設計グループ』、Ⅲ『分子素材機能開発グループ』より構成されている。

『資源・変換システム解析グループ』

相分離系変換システムの完全クロード化を達成するため、システム構成媒体と資源変換効率について基礎的に検討した。媒体の回収・リサイクルと素材の変換・分離を高度に達成する新しい3相分離変換システムを考案した。新システムの特徴は、相分離変換後、系に低沸点疎水性有機溶媒を混入させることにより、反応系を有機層（上層、未反応フェノール）固状ベルト（中層、リグニン素材）水層（下層、炭水化物・酸）に分離させるものである。これによって、効果的な媒体の回収、再利用が達成されるのみならずリグニン素材が固状ベルトとして分離するため、回収、精製が極めて容易となる。さらに、各種植物資源（木質系、草本系）の分子素材原料としての特性を解析するため、数種の木質系および草本系資源を選定し、その資源分布に関する基礎調査および相分離系変換の予備試験を行った。

I 『機能性材料設計グループ』

リグニン資源を高度に循環活用するため、1,1-bis(aryl)propane-2-O-aryl ether unit を分子内機能変換素子とするリグニン系高分子の精密機能制御システムを開発した。スイッチング素子の構造と機能を詳細に解析し、2- and/or 6- 位に置換基を有しないフェノール誘導体は何れもスイッチング機能を発現すること、機能変換効果は分子内素子頻度と明確に相関することを示し、分子内素子の頻度および反応性を制御することによる新しいリグニン資源循環活用システムを提案した。

リグニン素材の機能可変効果を活用し、バイオポリエステルと高度な構造マッチング特性を有する2次素材を誘導した。そしてその複合化により、バイオポリエステルの結晶化が高度に抑制されること、素材に紫外線吸収能が付与されることを確認した。

リグニン素材をマトリクスとする新しい形状可変機能を有する循環型リグノセルロース素材を設計、その基礎的機能試験を行った。リグニン素材複合化により、ファイバーモールドに優れた機械強度と耐水性が発現すること、しかも使用后、構成素材を完全分離、再利用し得ることを確認した。

リグニン素材の機能性樹脂化、高密度炭素構造を活用する分離膜および機能性炭素材料の創製に関し、基礎的特性解析を行った。

II 『分子素材機能開発グループ』

相分離システムを応用する生理活性型リグニン素材の合成に関し、変換システムを中心に検討した。活性フェノール誘導体をハイブリッド化素材とする場合、弱酸系セルロース膨潤溶媒を用いると高収率で変換が達成されることを確認した。これにより、高度に構造が固定化された木質素材から、自由形状に繰

り返し成型可能で、しかも構成分子素材に完全再分離し得る新しいリグノセルロース系材料が誘導される。

リグニン素材の生理機能について、基礎的検討を加えた。相分離変換により、リグニン素材に際だった酵素固定化能が発現すること、それはハイブリッド化素材の水酸基置換パターンと分子内分布に依存すること、酵素固定化能は疎水的会合現象に基づくことを明らかにし、バイオリアクター構成素材としての新しいリグニン活用分野を提案した。さらに、リグニン素材が優れた抗酸化特性および血液凝固特性を発現していることを確認した。

3 . 主な研究成果の発表（論文発表）

船岡正光：『夢ある未来の鍵は木 ー分子レベルのリサイクルー』, pp.1-110 森の風プロジェクト (1999)

船岡正光：『森林とリサイクル』, pp.1-40, (株)アルヒーフ (2000)

Funaoka, M.: Design and synthesis of functional lignin-based polymers, Research Signpost, 2, 211-234 (1999)

船岡正光：機能可変型リグニン系ポリマー，高分子加工，48, 66-73 (1999)

船岡正光：天然リグニンから誘導される機能性複合素材，コンバーテック，No.4，2-6 (2000)