

研究課題別 事後評価結果

1. 研究課題名：植物系分子素材の逐次精密機能制御システム

2. 研究代表者：船岡 正光（三重大学 大学院生物資源学研究科 教授）

3. 研究概要：

本研究の課題は、地球生態系物質循環システムの起点にある森林資源を「Energy」「Function」「Time」の因子で動的に捉え、それを人間社会におけるエネルギーとマテリアルの持続的な流れにのせる「炭素資源の逐次循環システム」の構築にある。そのために①樹木より糖質／リグニン系分子素材の誘導、②機能可変型リグノフェノールの設計と材料開発、③リグニンの単分子モノマーへの誘導、を進めた。

研究チームは、研究代表者船岡教授が属する三重大学を中核とし、大阪大学 宇山教授、山口大学 喜多教授、東京工業大学 小西准教授、大阪市立工業研究所 長谷川主任研究員らで構成され、さらに分子変換システムの構築については多くの民間企業の参画を得て実施した。

以下成果の状況をまとめる。

(1)資源変換システムの開発(連続的相分離による糖質／リグニン誘導体の取得)

CREST 時に立ち上げたバッチシステムをもとに、連続変換可能な流通系に発展させた。工程は脱脂・収着ユニット、相分離変換ユニット、精製回収ユニットに分かれる。前 2 者の工程については固体のハンドリングやスラリー輸送等の合理化に注力し、最終的にはリグノフェノールの溶液と糖質の硫酸溶液に 2 層分離する連続相分離運転が可能となった。この方法のスケールアップが出来ると、必要に応じて必要な場所に必要なユニットのみを移動させて原料立地のオンサイト運転が出来る。ただし、リグノフェノール溶液からのプロダクツの回収精製系については、トレース試験のデータから回収率は良いが工程の合理化は今後の課題である。一方加水分解された糖質は擬似移動層クロマトで工程硫酸と分離が可能であることもわかった(これら工程に応じての特許出願済み)。

資源としてみた場合、樹木以外に草本系もあり、本変換システムを活用すると同等もしくはより容易に変換が出来る。ただし草本系では細胞を構成する元素が樹木より複雑で無秩序な活用は環境バランスを壊すことにもなるので慎重を要す。

(2)リグノフェノールの高度利用と循環型材料への設計

植物系バイオマスより脂肪族材料を誘導する方法は数多いが、リグニンについてはその化学的不安定さより芳香族系の活用は進んでいない。

本研究では化学的に安定なリグノフェノールが生産出来るようになったので、その特質を活用する材料開発を鋭意検討した。特に熱可塑性や溶媒可溶という特徴から①循環型リグノセルロースプラスチック②リサイクル複合材③易脱着型接着剤等、またフェノール成分の特色を生かしたものとして④電磁波シールド材⑤分子分離膜⑥フォトレジスト⑦金属元素吸着体⑧バッテリー機能制御材等が開発中である。さらに究極的な芳香族化学原料としてモノマー成分への転換も検討

し、石油代替に備える布石も打った。

4. 事後評価結果

4-1. 外部発表(論文、口頭発表等)、特許、研究を通じての新たな知見の取得等の研究成果の状況

発表論文：(邦文) 28件／(英文) 62件

口頭発表：(国内) 336件／(海外) 94件

特許出願：(国内) 19件／(海外) 6件

木質バイオマスから、リグニン・セルロース成分をマイルドな条件で分離し、それら(特にリグノフェノール類)の各種用途開発への道筋をつけた手法は高く評価出来る。ただし得られる各種製品が現在の石油由来のものと競合する間は、実用化(言い換えれば採算を取ることは極めて厳しい。

採算合理化のための努力(例えばコンパクトな連続システム等)がなされてきたが、経済性を支配する試薬の回収(質的・量的に)においては必ずしも合理的なシステムを構築したとは言えない。システムの合理化に関しては当面のターゲットを絞り、その材料スペックを規定し、かつ化学系企業のエンジニアリングの知恵を生かしていくことが肝要である。その点SORST期間中に多くの企業との接点が出来ているので今後も共同して進めて欲しい。一方用途開発については、カスケード利用という大きなモデルを提示されているが、理想はともかくまずは汎用的利用(例えば代表者が試作しているリグパルのような)から入り、その後付加価値製品(例えば電子材料等)へ展開していくのが良いと考えられる。

SORST期間中に多くの論文・発表・特許出願がなされ、研究が順調に推移したことに加え、このチームの活動の特徴として日本の各地域での講演や座談、それらの内容をまとめた新聞・TV報道等を精力的にこなし、バイオマスの有効利用等地域活性化事業の立ち上げに繋げつつあり、結果的にSORST研究の成果を世に広めたことを加えておく。

4-2. 成果の科学技術への貢献

木質バイオマスの最大の利用業であるパルプ産業が利用することが難しかったリグニンを低エネルギーで処理して材料開発に結びつけるという研究代表者の理念と方法は日本発の技術として世界中より熱い視線を浴びている。また学術的にも新しい工業材料として表彰を高分子工業会から数多く受けている。いま未利用バイオマスの活用が叫ばれているが、大半は糖質の利用であり、リグニンは化学構造を破壊された状態で燃料としての評価しか受けていない。この構造上の問題を解決する研究代表者の提案は良しとするものの、石油代替を目指し新材料を量的に確保するためには国としての研究開発戦略とともに、環境問題や地域での活動へ取り組むための行政のバックアップが必要である。

4-3. その他の特記事項

本研究は脱石油社会を展望し、ポスト石油素材への誘導を目指した意欲的な研究であり、社会発信も精力的に進められたが、技術の完成には道のりが長い。環境政策も含め産官学の継続的支援が必要と考える。