

「二酸化炭素資源化を目指した植物の物質生産力強化と  
生産物活用のための基盤技術の創出」  
平成 23 年度採択研究代表者

H27 年度  
実績報告書

渡辺 隆司

京都大学 生存圏研究所  
教授

電磁波応答性触媒反応を介した植物からのリグニン系機能性ポリマーの創成

## § 1. 研究実施体制

### (1)「統括」グループ

- ① 主たる共同研究者: 渡辺 隆司 (京都大学 生存圏研究所、教授)
- ② 研究項目: リグニンの精密構造解析および分解・分離システムの研究開発

### (2)「生存研・電磁波解析」グループ

- ① 主たる共同研究者: 篠原 真毅 (京都大学 生存圏研究所、教授)
- ② 研究項目: 電磁波照射システムの研究開発

### (3)「メタル化ペプチド」グループ

- ① 主たる共同研究者: 高谷 光 (京都大学化学研究所、准教授)
- ② 研究項目: リグニン精密分解のためのメタル化ペプチド触媒の開発  
・リグニン高親和性・電磁波感受性メタル化ペプチド触媒の合成

### (4)「精密構造解析」グループ

- ① 主たる共同研究者: 片平 正人 (京都大学エネルギー理工学研究所、教授)
- ② 研究項目: NMR による植物包括精密構造分析法の開発  
・試料調製法の開発  
・定量法の開発  
・バイオマスの分解・変換物の同定・定量

(5)「プロセス開発」グループ

- ① 主たる共同研究者:近田 司 (日本化学機械製造(株)、次長)
- ② 研究項目:電磁波反応システム及びリグニン精製プロセスの開発

(6)「ポリマー変換」グループ

- ① 主たる共同研究者:林 利夫 (花王(株) エコイノベーション研究所、主任研究員)
- ② 研究項目:リニア型リグニンポリマーの分離と構造・機能変換  
・リニア型リグニンポリマー分離反応系の開発

(7)「モノマー変換」グループ

- ① 主たる共同研究者:宮本 正教 (帝人(株) 帝人株式会社 先端技術開発センター 原料開発チーム・チーム長)
- ② 研究項目:リグニンモノマーの分離と機能性ポリマーへの変換システムの開発

## § 2. 研究実施の概要

本研究では、バイオマスの精密構造解析を基礎として、マイクロ波反応により植物体から高分子合成に適したリニア型リグニンポリマーおよびリグニンモノマーを高効率で分離して機能性高分子を合成する。リニア型リグニンの分離・変換ルートでは、H27年度までに機能性芳香族ポリマー創製に向けて優位と考えられる分岐結合が少なく低変性な溶媒可溶リグニンを高収率に得る方法を見出した。本年度は、得られた低変性リグニンの機能探索を幅広く行い、分離したリグニンが、土壌粒子の団粒構造の保持を促進することにより、ダイズの生育を促進させる新たな機能を持つことを見いだした。

リグニンモノマー経由して機能性ポリマーを合成するルートでは、これまでにマイクロ波による反応促進効果を示す高効率リグニン分解反応を見出し、電場がこの反応を促進することを示した。平成26年度は、バニリン酸等芳香族化合物モノマー生成プロセスへのマイクロ波周波数依存性を解析するため、915 MHzと2.45 GHzの周波数でマイクロ波反応を行い、リグニンモノマーの収率を比較した。また、リグニン分解物からバニリンを分離・精製するプロセスの研究開発を進めるとともに、新規開発した915 MHz大型連続式マイクロ波反応装置を用いてユーカリ材のリグニン分解反応実験を実施した。

高効率リグニン親和性触媒の合成に関しては、リグニン構造の分解作用をもつコア部分の合成とリグニン親和性ペプチドの探索実験を実施した。平成26年度は、ファージディスプレイ法で選抜したリグニン親和性ペプチドの1アミノ酸変異体のリグニンとの結合解析により、ペプチドが配列特異的にリグニンに吸着することを明らかにするとともに、ペプチドの二次構造を円二色性スペクトルを測定し解析した。触媒のコア部分は、ルテニウム錯体が結合したノルバリンを合成し、それらが単離リグニンや木粉中のリグニンを室温でも酸化分解する事を示し、NMRスペクトルを用いた反応の追跡・解析実験を行った。また、合成したコア部分とリグニン親和性ペプチドを結合することに成功した。さらに、リグニン親和性を再現性よく解析するために、リグニンを共有結合で担持したSPRのセンサーチップを開発した。