

地球規模課題対応国際科学技術協力

(生物資源研究分野「生物資源の持続可能な生産・利用に資する研究」領域)

インドネシアにおける統合バイオリファイナリーシステムの開発

(インドネシア共和国)

平成 25 年度実施報告書

代表者: 荻野 千秋

国立大学法人神戸大学大学院工学研究科 准教授

<平成 24 度採択>

1. プロジェクト全体の実施概要


本プロジェクトのねらいは、神戸大学を中心とする国内のバイオリファイナリー研究者とインドネシアのバイオテクノロジー関係の研究者が連携して、バイオマスの豊富なインドネシアに於いて「バイオマスの有効利用によるバイオリファイナリー体系」を構築し、本提案研究の遂行によって、将来的にはインドネシアにおけるバイオリファイナリーの概念が社会実装する事である。

本プロジェクトに先立ち、我々はインドネシア科学院 (LIPI) とインドネシア由来バイオマスの有効活用に関して1年間の共同研究を実施してきた。そして、インドネシアには年間 5000 万トン以上の廃棄性のバイオマスが存在する事が明らかとなっている。ここで対象とする廃棄性バイオマス原料(セルロース系バイオマス)は、非常に強固な構造を持つ結晶性のセルロースとヘミセルロース、そして難分解性のリグニンが構成され、非常に強固な構造を有しており、酵素分解に対して耐性を有している。本プロジェクトでは、インドネシアに豊富に存在する、この難分解性のセルロース系バイオマスを原料として、インドネシアに豊富に存在する微生物資源を有効活用して、目的化合物(バイオ燃料やバイオ化学品)を生産することを最終的に目指す。

今年度は、主に Output1~3 に関して研究を進めた。Output1 では、2 種類のバイオマスに関して、水熱処理法、および希硫酸処理法を標準的な前処理法と位置づけ、より効率的なバイオマス前処理法の開発を進めた。Output2 では、インドネシア LIPI のインドネシア生物資源センター (Indonesian Culture Collection: 以下、「InaCC」と略)カルチャーコレクションの微生物より、バイオマスの酵素糖化に適したセルラーゼ生産微生物の探索を目指し、先ずは日本国内でセルラーゼ探索(スクリーニング)手法の確立を行った。Output3 でも、インドネシアLIPIのInaCCカルチャーコレクションの酵母より、エタノールと乳酸生産に適した宿主の探索を目指し、先行して日本国内でスクリーニング手法の確立を行った。

現在(2014年3月末)、InaCCカルチャーコレクションの取り扱いを進めるべく、契約を勧めており、次年度(2014年度)には使用が可能になる。この後、本格的に、インドネシア側において、セルラーゼ生産微生物、および酵母宿主株の選抜を進める。そして、2014年度内には遺伝子組換えによる、アーミング酵母株の創製に着手する計画である。

2. 研究グループ別の実施内容

本プロジェクトの目標遂行における課題は、(1) 複雑で強固な構造を有するセルロース系バイオマスを分解しなければならず、(2) 微生物が利用可能な発酵原料(糖)にするために、多段階の物理および化学処理と、酵素処理が必要で、(3) バイオマスから得られる6単糖(グルコース等)と5単糖(キシロース等)を利用する別々の微生物が必要であるのに加え、微生物変換の効率が低く、(4) 生産物を分離する蒸留などに多大なエネルギーを要する、ことである。これらの問題を抜本的に解決してプロセスイノベーションを達成するために重要な開発課題は、(1) 易分解性で糖の収率が高いバイオマスを増産し、(2) 環境適合型かつ低コストな前処理を行い、(3) 前処理バイオマスを直接に高収率発酵可能な細胞工場を用いて目的物質へと変換し、(4) 膜分離などの高効率かつ省エネルギーな手法で目的物質を分離することである。本研究では、これら各工程で問題となる、相互に深く関連する以下の5つの研究項目[1]~[5]()を統合して解決することを目指した。

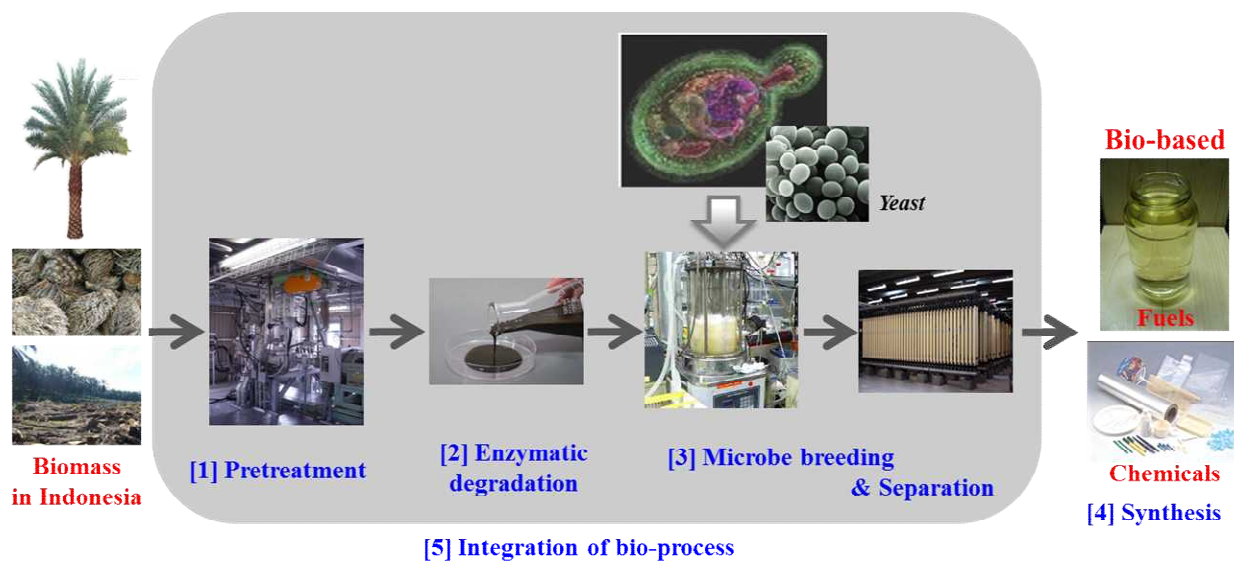


図1 本プロジェクトの5つの研究項目 (Output)

[1] 効率的なバイオマス前処理条件の確立

インドネシア科学院(LIPI)のバイオマテリアル研究センター(RC Biomaterial)と連携して、インドネシア由来のバイオマスに関して前処理技術の有用性を議論して、バガスと OPEFB、何れのバイオマスに関してもどの前処理技術がふさわしいか評価を行った。バイオマス前処理方法は、水熱処理法、希硫酸処理法を主にを行い、次の酵素糖化との連動性を評価した。その作業分担は、インドネシア側ではバイオマスの前処理を主にを行い、その酵素糖化プロセスの評価を神戸大学側で、インドネシアからの招聘研究者と共同で行った。次年度(2014)には、インドネシアに、神戸大と同等の機器を導入する計画であり、インドネシア側でも評価技術を行える環境整備を進める。

[2] バイオマス分解に適した酵素の評価

インドネシア科学院LIPIの生物工学研究センター(RC Biotechnology)と連携して、InaCCが所有する微生物群において、バガスと OPEFB のセルロース資源を資化可能な微生物の探索を行った。LIPI の研究者を神戸大学に招聘し、セルラーゼ分泌生産株の迅速探索を行うための探索手法の確立を完了した。この共同研究の過程を経て、LIPIの研究者への技術移転も行えた。次年度(2014)は、この基盤をもとに、神戸大学、およびインドネシア側においてそれぞれの国の生物資源より、セルラーゼ生産株の特定、および遺伝子同定を進める計画である。

[3] バイオ燃料とバイオ化学品を生産する微生物開発と発酵

インドネシア科学院LIPIの生物研究センター(RC Biology)のInaCCが所有する微生物群の、エタノール発酵と乳酸発酵への適用性を調査するため、神戸大学において、インドネシアから研究者を招聘して、今年度は迅速な探索手法の確立を行った。この共同研究の過程を経て、LIPIの研究者への技術移転も行えた。次年度(2014)は、この探索手法を用いて、神戸大学、およびインドネシア側においてそれぞれの国の生物資源より、エタノール生産および乳酸生産に適した酵母株の確定を進める計画である。また、2014 年度中に、乳酸生産に向けて遺伝子工学的な手法を用いて乳酸生産経路を酵母に組み込む計画である。

[4] バイオマスからバイオベースポリマーを開発

インドネシア科学院 LIPI の化学研究センター(RC chemistry)と連携して、化学研究センターが所有するバイオ化学品合成に関する化学触媒技術に関して、技術評価を行った。ただし、これらの技術は発展途上であり、今後の改善および、新しい技術の開発が必要であることが明らかとなった。次年度(2014)は、神戸大学にインドネシアから技術者を招聘して、新規なバイオベースポリマーの開発を進める計画である。

[5] フィージビリティスタディと統合バイオリファイナリープロセスの構築

インドネシア科学院と連携して、2014年1月にキックオフミーティングをボゴール(インドネシア)で行い、インドネシアの企業および研究者に本プロジェクトの情報発信を行った。また、インドネシア由来のバイオマスを原料として、微生物発酵のスケールアップに向けた議論をするためのフレームワークを確立した。具体的には、日本の企業とインドネシアの企業の情報交流の場(情報交流会)を設けること、更には、インドネシア国内の大学研究者や企業技術者をターゲットにして、シンポジウム等を開催する事である。次年度(2014)は、シンポジウムと情報交流会をそれぞれ実施する計画である。

3. 成果発表等

(1) 原著論文発表

- ① 本年度発表総数(国内 0 件、国際 0 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、国際 0 件)
- ③ 論文詳細情報

(2) 特許出願

- ① 本年度特許出願内訳(国内 0 件、国際 0 件、特許出願した発明数 0 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、国際 0 件)

4. プロジェクト実施体制

(1) 「神戸大学」グループ(インドネシアにおける統合バイオリファイナリーシステムの開発)

- ① 研究者グループリーダー名: 荻野 千秋 (神戸大学 大学院工学研究科 応用化学専攻・准教授)
- ② 研究項目

[1] 効率的なバイオマス前処理条件の確立

[2] バイオマス分解に適した酵素の評価

[3] バイオ燃料とバイオ化学品を生産する微生物開発と発酵

[4] バイオマスからバイオベースポリマーを開発

[5] フィージビリティスタディと統合バイオリファイナリープロセスの構築

(2)「長崎大学」グループ(バイオマス分解に適した酵素の評価)

①研究者グループリーダー名： 仲山 英樹 (長崎大学 大学院 水産・環境科学総合研究科 環境科学領域 循環型社会創成技術分野・准教授)

②研究項目

[2] バイオマス分解に適した酵素の評価

[3] バイオ燃料とバイオ化学品を生産する微生物開発と発酵

以上