

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)

平成 24 年度実施報告書

代表者：荻野 千秋

神戸大学 大学院工学研究科・准教授

<平成 24 年度採択>

1. プロジェクト全体の実施の概要

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ている。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、酵素分解に対して非常に耐性を有している。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、インドネシア側の研究者との情報交換を行い、ターゲットとするバイオマスの選定、および目的生産物である化合物の設定を行った。またインドネシアに存在する豊富な資源を有効活用するために、現在、インドネシアに設立が進んでいるインドネシア生物資源センター (InaCC) との連携に関しても契約に向けた話し合いが出来た。以上、次年度以降、本格的なプロジェクト開始となるが、本格的な研究開始に必要な具体的な目標値を設定できた。

次年度以降は、早急に LIPI から日本国に研究者を招へいし、上記目標を達成するために、技術の移転を行う事を目指す。更には、本プロジェクトのかなめとなるインドネシア由来微生物の選抜に向けたハイスループットな選抜系の確立を早急に確立する事を目指す。

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す。

[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、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決定を行う。バイオマス前処理方法は、水熱処理法を主に行い、次の酵素糖化との連動性を評価する。今年度はインドネシア側ではバイオマスの前処理を主に行い、その酵素糖化プロ

セスの評価は主に日本側で行う予定となっている。そして、インドネシア側に機材投入が進行するに従って、バイオマス酵素糖化評価についても標準化プロトコールを作成して、LIPI へと順次、技術移転を行う。

[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、インドネシア生物資源センター(InaCC)が所有する微生物群の、バイオリファイナリーへの有用性を調査して、どの微生物種由来の酵素(アミラーゼとセルラーゼ)が適しているか探索を行う。探索に向けたハイスループットなスクリーニング系の構築が重要なカギとなるために、次年度はその探索方法の確立を早急に行う。セルラーゼ微生物スクリーニングに関しても標準化プロトコールを作成して、LIPI および神戸大学にて並列して探索を行う計画である。

[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)と、インドネシア生物資源センター(InaCC)が所有する微生物群の、バイオリファイナリーへの有用性を調査して、設定した標的化合物の生産を可能とする微生物の探索を行う。更には生物工学研究センターとも連動して、プロセス面からの有用性も考慮し、どの微生物が候補となりうるか選抜を完了させる。本項では、バイオ燃料【エタノール】とバイオ化学品【乳酸】を物質生産の目標値として設定しているため、各々についての微生物の選抜が必要である。上記[2]と同様であるが、InaCC ライブラリーに存在する微生物群より、迅速に必要なとする微生物を探索する事が重要であるために、ハイスループットなスクリーニング系の構築が重要なカギとなる。次年度はその探索方法の確立を早急に行う。宿主となる微生物のスクリーニングに関しても、標準化プロトコールを作成して、LIPI および神戸大学にて並列して探索を行う計画である。

[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、バイオリファイナリー研究への有用性を調査し、ポリ乳酸製造技術における新規性を精査する。H25 年度は、現在までに既に確立されている培養上清中からのポリ乳酸製造技術に関して文献調査を含めて行い、LIPI の有する技術との徹底的な比較検討を行う事とする。

[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の生物工学研究センター(RC Biotechnology)と連携して、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できるための、基盤概念を導入する。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、バイオリファイナリー技術の普及活動を進めて行く。H25 年度はキックオフの後に、神戸大学共同研究を進めている複数の日本国内の化学企業とインドネシア現地のバイオマス関連企業の現地視察を行う予定である。

3. 成果発表

(3-1) 原著論文発表

該当なし

(3-2) 特許出願

該当なし

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

(Plan of Operation(PO)や Master Plan の項目によって箇条書きまたは数行程度に記載下さい。)

- [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

(Plan of Operation(PO)や Master Plan の項目によって箇条書きまたは数行程度に記載下さい。)

- [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