

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名: オイル産生緑藻類 *Botryococcus* (ボトリオコッカス) 高アルカリ株の高度利用技術

2. 研究代表者: 渡邊 信 (筑波大学 大学院生命環境科学研究科 教授)

3. 研究概要

光合成により大気中の二酸化炭素ガスを吸収し、利用価値が高い軽質油とほぼ同じ成分を有するオイルを高アルカリ性環境下で大量に産生する緑藻 *Botryococcus braunii* (ボトリオコッカス) を研究開発対象とし、そのオイル生産効率を一桁向上させることを目標とする。本研究では、

- ① 最適増殖・オイル生産に導く培養基盤技術と高度品種改良技術の開発 (生物学グループ)
- ② オイル等産生物の高度利用技術の開発 (化学グループ)
- ③ 試験プラント・デモプラントによる工業化技術開発 (工学グループ)

の3つの研究項目を生物学、化学、工学の3つの共同グループで実施している。研究項目①では、ボトリオコッカス等新規野生株の分離培養、最適培養条件の明確化、増殖・オイル生産を制御する内的因子の探索と作用機序の解明、野生株の品種改良を行い、生産効率を一桁向上させる研究基盤を確立する。研究項目②では、オイル抽出・精製法の開発、産生物の物理・化学的特性把握、産生物の高度利用法の開発を行い、オイルの製造コスト低減に寄与する。研究項目③では、試験プラントとデモプラントの建設、プラント立地条件と経済条件の明確化を行い、将来の大規模プラント作製に繋がる道筋を作る。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

本研究課題が主対象とするボトリオコッカスは、高いオイル生産能力を有する世界的に有名な有望株として認知されているが、3つの研究項目全てにおいて、実用化展開までに解決すべき多くの課題が山積している。先ず研究項目①の進捗を見てみると、ボトリオコッカスの遺伝子組み換え技術の開発などオイル生産能力を向上させる研究の進捗が遅れが見られている。一方で、ボトリオコッカスと比べて10倍以上の炭化水素生産効率を有するオーランチオキトリウムの培養株が発見され、また、これを有機廃水処理プロセスへと組み込むなどの応用展開が検討されている。高いオイル生産能力を有する新規株の発見は大きなインパクトがあったとも評価したい。しかしながら、オーランチオキトリウムは従属栄養藻類であり、光合成により二酸化炭素ガスを固定、削減する能力がない。しかも、有機廃水処理プロセスへ新規株を組み込みことによる二酸化炭素削減効果が定量的に示されておらず、そもそも有機物の資化性も明らかにされていない状況である。よって、二酸化炭素の排出削減効果を有する革新的技術を創出することを目的とする本研究領域では、オーランチオキトリウムは本研究課題の研究対象とすべきでないと考えるのが適切である。

次の研究項目②についても、研究を大きく進捗させるための問題解決の糸口、新しいアイデアが創出されていない。

最後の研究項目③では、数リットルから数百トンに及ぶ各種サイズの培養装置の導入により培養実験の研究環境が着々と整備されている点を評価したい。一方で、ボトリオコッカスの培養からオイル抽出・精製までに行っている生産システムを工程毎に分解し、エネルギー・コスト獲得量に対するエネルギー・コスト投入の比 (ECR) を試算している。しかしながら、生産システムの中で最もエネルギー消費が大きいと考えられる廃液処理の工程が考慮されていないなど、システムバウンダリーの設定についての検討が不十分であり、さらに、試算の前提となる各種パラメータが実験データに基づくものではなく、文献値からの引用であるため、試算結果の信頼性が低い。これはエネルギー収支を試算するための基礎となる実験データ蓄積が現時点で不十分な

ためと考えられる。エネルギー収支の試算に着手するには時期尚早の感がある。

4-2. 今後の研究に向けて

平成 24 年度から開始される「つくば国際戦略総合特区－藻類バイオマスエネルギーの実用化」の研究に注力するため、CREST の本研究課題を平成 23 年度末で中止したいとの申し入れが中間評価会後に研究代表者からあった。これを受け、CREST で得られた研究成果を活用し CREST 研究をつくば国際戦略総合特区で発展継続いただくのが望ましいと判断し、研究中止の申し入れを了承することとした。

今後、研究代表者がつくば国際戦略総合特区で藻類バイオマスの研究を推進するにあたり、以下の点に留意し研究継続いただくことをお願いしたい。本研究課題が主対象とするボトリオコッカスの耐アルカリ性株は本研究チームのオリジナル技術であり、この株が持つポテンシャルは十分に高いと評価している。そのポテンシャルを十分に引き出すためには 3 つの研究項目全てにおいてブレークスルー技術を創出する必要があるが、現状の取り組みのままではこれを達成することは困難であると思われる。そこで今後は本研究チームの強みであり、すでに所有している大規模培養設備を活かし、研究項目③「試験プラント・デモプラントによる工業化技術開発」にリソースを集中させ、大規模プラントを用いた野外培養評価によって、信頼できるエネルギー収支の値(ECR)とオイル生産量(トン/ha/年)を提示していただきたい。大規模培養実験による検証によって現状の課題を明確に定量的に把握し、長期的な展望の下、各研究項目の問題点とその対策案を整理していただくことが先決であると考えます。

4-3. 総合的評価

全研究項目において研究計画に対する遅れが見られる。今後、つくば国際戦略総合特区での研究を推進するにあたり、研究項目③「試験プラント・デモプラントによる工業化技術開発」にリソースを集中させ、大規模プラントを用いた野外培養評価によって信頼できるエネルギー収支の値とオイル生産量を提示し、本研究の問題点と課題を一刻も早く整理していただくことをお願いしたい。