

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名: 海洋微細藻類の高層化培養によるバイオディーゼル生産

2. 研究代表者: 田中 剛(東京農工大学 大学院工学研究院 准教授)

3. 研究概要

本研究は、バイオディーゼルの原料となるトリグリセリドを高含有する海洋微細藻類(珪藻JPCC-DA0580株)を主な研究対象とする。珪藻JPCC-DA0580株におけるトリグリセリド生産関連酵素、転写基本因子等を統合的に理解することによりバイオディーゼル生産の理論的限界を把握し、さらに同株を用いた新規バイオディーゼルの生産技術を確立する。本チームは、以下の研究項目を4つの共同研究グループで実施している。

- ① 微細藻類のゲノム解析および変異体取得
- ② 珪藻ゲノムのインフォマティクス解析
- ③ 高層化培養システムの構築および最適化
- ④ スケールアップ培養の実証実験および LCA 評価

研究項目①では、珪藻JPCC-DA0580の全ゲノム塩基配列の決定と、遺伝子組み換え系の確立を行い、形質転換体、特異遺伝子ノックアウト株の網羅的な取得と、大規模長期培養に利用することができる候補株の選定を行う。研究項目②では、これら全ゲノム解析の結果を用いて、インフォマティクス技術による高精度な遺伝子の機能推定・パスウェイ解析・遺伝子ネットワーク解析を行う。研究項目③では、数Lから500L規模の屋内閉鎖系リアクタを用いて候補株の培養条件の最適化を図る。研究項目④では、最適化された培養条件をもとに1,000L規模の屋外開放系リアクタを設計し、藻類の回収とオイル抽出プロセスを含めた全生産プロセスの効率化を行う。さらに、取得された培養データをもとにしたLCA評価を行い、安定供給が可能なバイオディーゼル生産システム構築の可能性を検証する。

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

(1) 研究の進捗状況

まず、珪藻 JPCC-DA0580 の遺伝子組み換え技術の開発では、真核藻類では世界で 18 番目の例となる安定的な遺伝子組み換え系を確立することに成功している。遺伝子組み換え系の確立は、オイル高蓄積株の中では *Nannochloropsis* と同株の 2 例のみである。また、トリグリセリド蓄積経路の体系的な理解が進み、オイル蓄積の制御因子を特定するに至っている。

つぎに、培養実験評価では、50L スケールの屋内閉鎖系の人工光型培養装置を用いて培養条件を最適化し、バイオマス生産として 34 (t/ha/年) の限界値を算出している。一方、太陽自然光を利用した屋外開放系の培養装置 (200L スケール) を用い、バイオマス生産性 3 (t/ha/年) と EPR (Energy Profit Ratio) 0.1~0.5 と試算している。これら屋内閉鎖系と屋外開放系とを比較することによって、屋外培養系におけるバイオマス生産を限界値に近づけるために解決すべき問題点を整理し、今後実施すべき解決策を詳細に策定している。たしかに、本研究チームが得たバイオマス生産性は従来公表されている数百 (t/ha/年) と比べて低く、EPR は 1.0 未満とエネルギーロスであり、液体燃料の生産を目的とする本研究としては厳しい結果である。しかしながら、バイオマス生産性と EPR を正確に把握した本研究チームの功績は大きく、広く国内外の藻類バイオマス研究にとっても有用な情報になると考えられる。

以上のように、藻類によるバイオマス生産のポテンシャルを最大限に引き出すという課題設定に従い、珪藻 JPCC-DA0580 に関する学術的知見の蓄積と培養技術の高度化に関する実用化開発とのバランスを上手く

取り、オイルの生産性・品質の向上に必要な基盤技術を確実に蓄積している。

(2) 研究実施体制

遺伝子組み換えなどの学術研究を担当する大学・研究機関と、培養装置の設計・評価などのエンジニアリング部分を担当する民間企業グループは産学の壁を取り払い、明確な役割分担のもと相互に連携を図りながら研究を推進している。

(3) 原著論文発表・特許出願

原著論文発表 8 件は研究成果に対して相応な量であると言えず物足りない。

4-2. 今後の研究に向けて

今後の研究のさらなる飛躍を目指して、研究後半にかけて以下の点に留意いただくようお願いしたい。まず、遺伝子組み換え技術をさらに進展させ、新たにメタボローム解析などを組み入れることにより、珪藻 JPCC-DA0580 に関する学術的基盤を確固たるものとし、これを原著論文成果として発表して欲しい。つぎに、バイオマス生産性と EPR を一段と高めるべく、遺伝子組み換え技術の進化や培養装置の改良などにより、現時点で把握できている課題を解決するのはもちろん、その先の壁を打破するような思い切った戦略でブレークスルー技術をぜひとも創出することを期待する。さらに、本研究チームが算出した EPR (1.0 未満でエネルギーロス) の信憑性が高いことを考えると、低コスト化を追求し安価な液体燃料を大量に生産するという現状のシナリオのままでは、藻類バイオマスがエネルギー生産技術としては成立しないというリスクを考慮することが必要である。2030~2050 年頃の社会実装を見据え、EPR を一段と向上させる取組みと並行して、プラント設置地域の特殊性などを考慮した新たなシナリオを提案することを期待する。

4-3. 総合的評価

原油価格の高騰、地球温暖化への世界的な認識の高まりから、原油に代わる将来のエネルギー源として、再生可能エネルギーの中でも特に藻類を用いたバイオ燃料生産に大きな期待がかけられている。ところが、この期待感はやや過熱気味になっているため、藻類バイオマスの生産性が数百 (t/ha/年) と試算されるなど、生産性がやや過大に評価される傾向が見受けられる。このような状況の中、研究代表者は、実験データに基づき算出根拠を明確にしながら研究を推進し、地に足がついた研究成果を着実に上げている。戦略目標達成に貢献すべく、研究計画に従って順調に研究を推進させていると高く評価したい。