

## 研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名:CO<sub>2</sub>固定の新規促進機構を活用したバイオマテリアルの増産技術開発
2. 研究代表者:小川 健一(岡山県農林水産総合センター 生物科学研究所 グループ長)
3. 研究概要

本研究は、生物界に遍在するトリペプチドであるグルタチオンを活用し、植物の CO<sub>2</sub> 固定量、同化産物の転流量、種子収量、バイオマス生産量を増加させる基盤技術を確立する。これにより、油糧植物のサイズとセルロース原料のユーカリなどを中心としたカーボンニュートラルなバイオマテリアルを単位面積当たりで 100% 以上に増産させる技術を開発する。本チームは、以下の研究項目を 7 つの共同研究グループで実施している。

- ① CO<sub>2</sub> 固定と転流の促進によるソース能力の向上
- ② 結実と油蓄積の促進による油生産性の向上
- ③ 生育促進によるセルロース生産性の向上
- ④ CO<sub>2</sub> 排出削減効果の評価系の構築

研究項目①では、葉内への CO<sub>2</sub> 取り込みを促進するために気孔の分化・形成を制御すると同時に、CO<sub>2</sub> 固定能を増強するためにグルタチオンとカルビン回路関連酵素との結合・脱離を制御する技術を開発する。また、同化産物の転流を促進するため、転流を担うモータタンパク質をグルタチオンによってレドックス制御する技術を開発する。研究項目②では、グルタチオンが細胞質内で油蓄積量を制御する因子を特定し、単位植栽面積あたりのサイズ油生産量を向上させる技術を開発する。研究項目③では、セルロース生産性を高めるため、UDP グルコースの合成に関わる酵素をグルタチオンによって制御する可能性を探る。さらに、研究項目④では、開発された増産技術をオーストラリア・ブラジルなどの大規模植林地に適用し、実際の成長量や材質をパラメータとして CO<sub>2</sub> 削減量を算出する評価系を構築する。

## 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

サイズ、ユーカリ、キャサバなどの陸上植物にグルタチオンを施用すると、電子伝達速度、葉内クロロフィル量、RuBisCO 量、葉内窒素量、気孔密度が増加し、さらに、これら因子と CO<sub>2</sub> 固定量、転流量、種子収量、葉・茎・地下部のバイオマス生産量とが正の相関を持つことを実験的に明らかにしている。また、研究開始後の新たな展開として、グルタチオン代謝系を改変した緑藻クラミドモナスがより効率的にデンプンを生産するようになるなど、グルタチオンの幅広い効果を確認している。このようにグルタチオン施用によって CO<sub>2</sub> 固定量が増大するメカニズムの仮説として、グルタチオン分子と結合したカルビン回路酵素のアルドラーゼが CO<sub>2</sub> 固定量を高めるといふ作用機序を研究代表者が提唱している。

さらに、当初計画を上回る研究成果がフィールド試験で得られている。様々な気象・土壌条件においてグルタチオンの効果を検証するため、国内に限らずオーストラリア・ブラジル・ベトナムでもフィールド試験を積極的に展開している。その結果、グルタチオン施用によってバイオマス生産量が 10%~40%増大することが確認されている。同時に、グルタチオン施用の効果を最大化するためのグルタチオン施肥量や施肥タイミングなどについて多くのノウハウが蓄積されてきている。

以上のように、研究代表者はグルタチオン施用の効果を実証するとともに、その作用機序を明確にしようとして取り組んでいる。しかしながら、グルタチオン施用によるバイオマス生産量向上のメカニズムが分子生物学的なレベルで十分に解明されているとは言えない。グルタチオンは、CO<sub>2</sub> 固定反応だけでなく光化学反応、転流、

バイオマス生産の過程においても直接的な作用点を持つ可能性が残されているが、その詳細は明らかにされていない。

#### (2) 研究実施体制

研究代表者は、フィールド試験に必要な多くの研究グループを統括しており、適切なリーダーシップを発揮していると評価される。

#### (3) 原著論文発表・特許出願

国内出願6件、海外出願3件と研究活動によって得られた知的財産の特許化を積極的に行っていることは高く評価される。だが、原著論文発表が5件のみであり十分とは言えない。

### 4-2. 今後の研究に向けて

前述の通り、本研究では、グルタチオン施用によるバイオマス増産の確固たる実験結果が得られている。しかし、グルタチオンの作用機序を分子生物学的な視点から深く掘り下げて解明しない限り、本研究成果のインパクトは限定的である。今後は、研究対象のモデル植物を絞り込んだ上で、分子生物学的な視点からグルタチオンの作用機序を詳細に解明し、バイオマス生産性向上の技術をさらに進化させる必要がある。そのためには、グルタチオンの作用機序を詳細に解明する研究に、より多くの資源を配分し、同時に、研究チームの体制を整理して欲しい。また、これ以上に対象作物とフィールド試験地を増やすのではなく、既に実施しているフィールド試験の結果を取りまとめて原著論文等として発表し、同時に、二酸化炭素排出削減効果と経済性の試算結果についても明確にしていきたい。

### 4-3. 総合的評価

カーボンニュートラルなバイオマスの増産技術の開発がますます重要な課題となってきた。このような状況の中、研究代表者は、グルタチオンを用いてバイオマス生産性向上に取り組むという非常に独創的な研究に取り組んでいる。戦略目標達成に貢献すべく研究計画に従っておおむね順調に研究を推進させていると認められる。