

植物研究グループ

植物・樹木を活用したCO₂削減の取組み

地球温暖化の主要因の一つである大気中二酸化炭素(CO₂)の濃度増大は、西暦2100年には現在の値(370ppm)を大きく上回る1,000ppmに達する見込みである。気候変動に関する政府間パネル(IPCC)によるCO₂濃度の設定値550ppmは1,000ppmの約半分の濃度であり、積極的なCO₂濃度低下の取組みが世界レベルで必須であることを意味する。現在、CO₂濃度低下(CO₂削減)の取組みは、その発生抑制および固定促進の2つの方策が試みられている。CO₂発生抑制に関しては、太陽、原子力、地熱また潮干力エネルギーに見られる代替エネルギー開発利用、さらに、加えて、最近注目され始めたバイオマスエネルギー(バイオエネルギー)開発利用があげられる。また節約およびエネルギー利用効率向上である省エネルギー開発もCO₂発生抑制に含まれる。CO₂固定促進に関しては、地中および海洋貯留による非生物学的CO₂隔離技術開発利用、一方、生物学的CO₂隔離としての植生範囲拡大およびその技術開発が挙げられる。

植物グループは、CO₂削減を目的に、CO₂固定促進(カーボンストック形成)および発生抑制(代替エネルギー生成)のための技術開発、具体的には植生範囲拡大技術開発およびバイオマス利用技術開発を行っている(図1)。植生範囲拡大技術開発では、植物・樹木の高生長化および植物・樹木への複合ストレス耐性付与を目的に植物・樹木の改良(植生拡大PJおよびフロンティア土壌PJ)に取り組んでおり、これらは森林創生によるカーボンストック形成を通してCO₂固定促進に大きく

貢献するものとする。一方、工業原材料供給をねらった植物への付加価値付与・バイオファクトリー化を目的に植物の改良(新植物工場PJ)に取り組んでいる。これらの成功は、代替エネルギー生成によるCO₂発生抑制に大きく貢献できるものとする。以下に、現在、植物グループで進行しているプロジェクトの状況を報告する。

植生拡大プロジェクト(二酸化炭素大規模固定化技術開発)

大気中のCO₂削減を目的とし、半乾燥地をはじめとする、樹木生育不良地における森林創生のための基盤技術開発プロジェクトを、平成15年度から5年間の予定で、民間企業および大学と共同実施している。

本プロジェクトでは、半乾燥地植林に向けて、植物遺伝子組換え技術による樹木の二酸化炭素固定能力増強および環境ストレス耐性付与・改良技術開発、有用樹木であるユーカリおよびポプラにおいて、高生長性、また耐塩性を有する精英樹を選抜し、クローン化を介した増殖する技術の開発による植生範囲の拡大に寄与する樹木の創製が課題である。

半乾燥地で見られる強光・乾燥の複合ストレス下では、植物は気孔を閉じて蒸散による水の消耗を防ぐ。その結果として、葉緑体での光合成によるCO₂固定反応が滞る。そのため光合成に供されていた光エネルギーが余剰となり、余剰な光エネルギーによる葉緑体での活性酸素の生成促進が起因となり、植物は活性酸素による細胞傷害(日焼け)を被ることが知られている。

RITEでは、モデル植物であるシロイヌナズナ、タバコを研究材料として、植物の日焼け対策として、遺伝子組換え技術による活性酸素生成抑制および消去促進による環境ストレス耐性付与の基盤技術開発を進めている。これまでに活性酸素生成抑制技術として、葉緑体遺伝子組換え技術を用い、タバコ葉緑体にフェレドキシンと呼ばれるタンパク質を蓄積させることにより、光化学系I循環的電子伝達活性を増強するとともに、余剰光エネルギーを熱に変換し消費する熱散逸プロセスの増大に成功している(図2)。

現在、フェレドキシン遺伝子導入モデル植物の乾燥ストレス耐性能評価を進めている。今後、樹木ポプラへの応用による乾燥ストレス耐性樹木の作出が期待される。

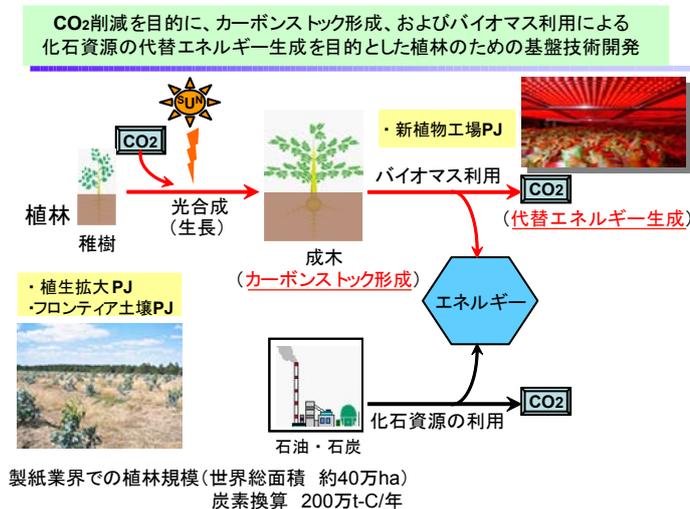


図1

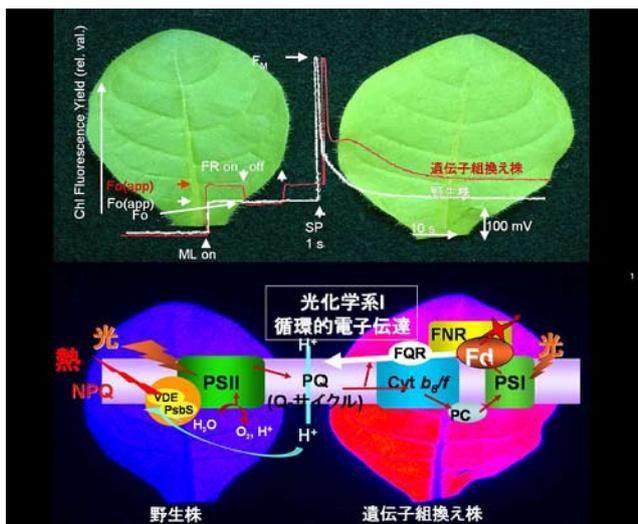


図2

フロンティア土壌プロジェクト

(植生(CO₂吸収源)拡大のための、微生物・樹木を用いたフロンティア土壌形成基盤技術開発)

半乾燥地の土壌は、貧栄養であり、水資源も乏しい。埼玉大学、高知大学、環境総合テクノス、オーストラリアの研究機関であるForest Products Commissionの協力のもと、RITE植物グループでは、このような半乾燥地の土壌改良を行うための基盤技術の開発を行っている(図3)。フロンティア土壌プロジェクトでは、次のような方法で土壌改良を行う。窒素固定能力を有するラン藻、同様に窒素固定能力を有する根粒菌と共生するアカシア、さらに菌根菌を利用することで、半乾燥地の土壌栄養塩を確保する。遺伝子組み換え技術による窒素固定能力の高いラン藻の開発やリン吸収能力の高い菌根菌の探索を行っている。また、貯水根を形成する樹木であるモリンガの土壌水分保持能力の評価も行っている。有用微生物・有用樹木の探索やこれらの生理学的機能の強化をベースにした土壌改良技術を開発し、半乾燥地での植林に生かすことを目論んでいる。

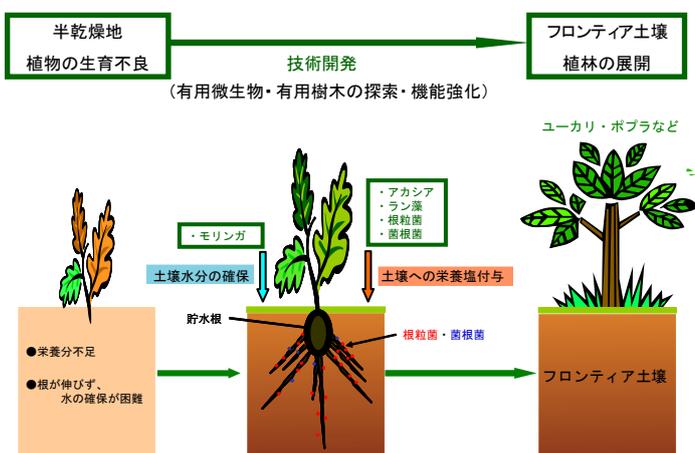


図3 植林のためのフロンティア土壌形成イメージ

新植物工場プロジェクト

(葉緑体における物質生産プロセスの解析および制御基盤技術開発)

バイオプロセスの構築は化石資源に依存しない循環型の産業システムを実現するための重要課題である。その解決策の一つとして植物の物質生産機能を活用した工業原料生産技術の開発が挙げられる。植物の遺伝子組換え技術は、既に除草剤耐性や昆虫耐性の付与により事業展開に成功した例があり、優良な工業原料を生産するための技術要素としても期待されている。本プロジェクトでは、遺伝子組換え技術を発展させ、植物を利用した工業原料の効率的生産が可能となる見通しを確認することを目指している。

葉緑体は光合成を行う細胞内器官であり、光エネルギーを利用して固定したCO₂を糖質、脂質、アミノ酸等様々な有用物質に変換する。植物研究グループでは、葉緑体遺伝子組換え技術を用いて、物質生産プロセスの改良に取り組んでいる(図4)。葉緑体への遺伝子導入は従来の核への遺伝子導入で懸念される花粉を介した遺伝子拡散を回避できるため、組換え植物の実用化において社会的な需要が期待できる利点を持つ。

植物の物質生産能力は植物自身の調節機能により高度に制御されているため、工業原料を効率よく生産する遺伝子組換え植物を作出するためには、物質生産の調節システムを解析し、これを人為的に制御する技術が必要である。これまでの研究で、香料、ビタミン、樹脂、生薬、医薬品原料等として幅広く利用されているイソプレノイドを標的として物質生産経路の鍵となる酵素を葉緑体内で蓄積させ、イソプレノイド生産力を向上させることを実証した。今後は、葉緑体内での物質生産速度を律速する代謝反応の特定を進めるとともに、特定の代謝反応を適切な組織で適切なレベルで制御する遺伝子組換え技術の開発を図り、葉緑体遺伝子組換え技術を工業原料生産へ利用可能な段階まで発展させることを目標とする。



図4