

野生植物の遺伝子資源を利用したバイオ燃料植物ヤトロファの分子育種

明石 欣也（鳥取大・農）

地球上において南北回帰線に挟まれた太陽光高照射地帯は、植物光合成による莫大なバイオマス生産能を有する地域である。またこれらの地域は生物資源の宝庫であり、植物においても多様な未利用遺伝子資源を保有すると期待される。これら遺伝子資源を探索し産業利用に向け開発を進めることへの関心は、南方諸国の研究者において特に強い。持続的な循環型社会の構築を目指す上で、バイオマス高生産能力を有するこれら現場の実情と、実用化を強く意識した領域横断型の研究開発、そして南方諸国において次世代を担う海外研究者との連携が重要であろう。

世界の乾燥地には、現地環境に高度に適応した砂漠植物が生存し、それらの一部は深根性など作物学的に重要な形質を具備することが知られている。アフリカ・ボツワナ共和国農務省研究部との共同研究で、カラハリ砂漠に自生する野生種スイカの分子生理研究を継続して遂行している。野生種スイカは乾燥に応答して根の伸長を顕著に促進させる。日本の栽培種スイカとの比較トランスクリプトーム解析により、Znフィンガー型転写因子であるCLZFB1が、乾燥下の野生種スイカ根において特異的に発現上昇することが見いだされた。また、CRES-T手法によりCLZFB1の発現を抑制させた形質転換スイカ毛状根では、根の伸長が抑制されるのに対し、CLZFB1を誘導型プロモーターにより過剰発現させた形質転換スイカ毛状根では、根の伸長が顕著に促進された。CLZFB1を過剰発現させた形質転換シロイヌナズナにおいても、有意な根の伸長促進が観察された。これらの結果は、作物のストレス耐性およびバイオマス生産性の改良において、野生植物の遺伝子資源を用いた分子育種が有効であることを示唆している。上記の遺伝子およびその利用についての特許を、奈良先端大とボツワナ農務省が共同で国際出願し、多様な作物への展開が進められている。また、バイオ燃料植物ヤトロファの分子育種に本遺伝子を活用する研究を含む総合開発計画がJICA-JSTのSATREPSプロジェクトに採択され、実用化に向けた取り組みが進められている。

ヤトロファは、水分欠乏や高温に比較的強く、乾燥地や荒廃地でも栽培可能で、脂質含量の高い種子を生産する能力を有することから、次世代型バイオ燃料源の主力の一つとして注目される。しかしながら、世界におけるヤトロファ栽培は、乾燥・冷害など気象要因による生育阻害や、病虫害等による損害、また低い着果効率などから十分な生産を上げていない例も多く、栽培地の気候風土に合った農法開発と育種が望まれている。ヤトロファの様々な遺伝子の機能解析を行い、かつ分子育種によるヤトロファ生産性の改良を進めるために、インドネシア・ボゴール農業大学との共同研究で、インドネシアにおける主力品種であるIP-2Pを用いて、ヤトロファの遺伝子組み換え技術を開発した。選抜マーカーや除菌用薬剤などアグロバクテリア手法の様々な段階を改良することで、ヤトロファに外来遺伝子を高効率で導入する実験系を構築している。この技術を利用し、脂質組成の改変や、酸性土壌耐性、乾燥耐性などを指向した形質転換ヤトロファの作出と機能解析を進めている。本講演では、アジア・アフリカの海外パートナーと連携した野生植物の遺伝子資源の分子育種利用と、ヤトロファの生物工学技術の現状と展望について報告したい。

遺伝子組換え作物の実用化には莫大なコストと多大な労力、長い時間が必要であるため、市場規模が大きく商品寿命の長い主要穀物や油糧作物に対象が限られているのが現状である。また、組換えで付与される形質も病虫害・ストレス耐性や除草剤耐性等による収量増加と省力化のように主に生産者にメリットのあるものが優先されてきた。サントリーが1997年と2009年にそれぞれ販売を開始した青いカーネーション‘ムーンダスト’や青いバラ‘アプローズ’は、消費者に明確なメリットを提供する点で上記とは一線を画す画期的な商品であったが、これにかかる投資は後者だけでも20年・30億円と言われており、純粋に商業的な意味での回収は不可能と言われている。花きは国内だけでも毎年3,000～5,000もの新品種が市場に出ており、当然そのほとんどは商品寿命が短い。このような状況の下で組換え花きの商業利用を進めるためには、1品種あたりの開発と実用化ためのコスト・労力・時間を大幅に減らし、効率的に多数の品種を生み出すシステムを構築することが必要である。

私たちは、産総研の高木らによって開発された植物独自の遺伝子ノックアウト技法であるChimeric Repressor Gene Silencing Technology (CRES-T)法に着目し、内在遺伝子の機能を抑制することで花の色や形を変える技術の開発に2004年に着手した。その後、機能重複する複数の転写因子に対してもドミナントな抑制因子として働くキメラリプレッサーが基礎的な遺伝子機能解析のみならず高次倍数性作物の形質改変のツールとしても有効であることを、シロイヌナズナ（産総研）、キク、トレニア（花き研）、アサガオ（筑波大）、トルコギキョウ（山形農総研セ）、リンドウ、タバコ（岩手生工研）、シクラメン（北興化学）、ペチュニア、カーネーション、バラ（サントリー）での多数の組換え体作出と表現型解析を通じて明らかにしてきた。遺伝子機能や表現型の情報をデータベース化して公開<http://www.cres-t.org/fiore/public_db/>する一方で、植物種を問わず八重咲き形質や不稔形質を安定的に導入するための技術開発を集中的に進めた。この過程で作出した様々な組換え花きのうち、雄ずいと心皮の形成に関わる遺伝子の機能抑制により作出した『多弁咲きシクラメン』（図）は、1) 商業的な価値が高く、2) 雄ずい、雌ずいがなく完全に不稔化しており、3) 日本国内に交雑野生種が存在せず、4) 培養による増殖技術が日本独自のものであるなどの好条件を兼ね備えていることから、公的研究の成果としては初の組換え花きとして商業化を目指した研究開発を進めている。

本講演では、CRES-T法による新形質花きの開発事例や、今年度開始した『青色・多弁咲き・二重不稔シクラメン』の実用化プロジェクトを紹介しつつ、今後の日本での組換え体実用化の方向性や社会受容の敷居を下げていくための考え方、取り組みなどについても触れたい。



図. 花弁数が40～50枚に増加して不稔化した『多弁咲きシクラメン』（写真提供：北興化学工業(株)）