

植物遺伝子の魅力 ～生物工学分野への応用

特集によせて

村中 俊哉¹・中山 亨²

植物が産生する代謝産物は20万種類以上と言われている。これら代謝産物には、生理活性に富んだものが数多くあり、医薬、食品添加物、香料、工業原料として利用されている。このような物質群を、組織培養により生産させようとする試みがかつて盛んになされたが、生合成経路がわからないままの手探りの研究であったため、生産性向上に至らず本研究開発は一時衰退した。その一方、モデル植物を用いた分子遺伝学、逆遺伝学により、植物生理学、代謝生理学分野は目覚ましく発展した。モデル植物以外の植物の応用研究は置き去りになった感があったが、精密かつ包括的な代謝物分析技術の発展、大規模かつ高速なシーケンス技術の発展もあいまって、植物が持つ代謝多様性、その元となる植物遺伝子が今、注目されている。そこで、本特集では、「植物遺伝子の魅力」と題して、植物代謝生化学の最前線で活躍されている筆者により、本研究分野の魅力について紹介する。産業界、大学、研究機関において、植物、植物遺伝子を用いた生物工学研究発展の契機となることを期待している。なお、同じ趣旨のシンポジウムを昨年(2010)の第62回本学会大会で開催した。

まず田口悟朗(信州大学)は、植物の修飾反応のうち、多くの二次代謝産物の最終段階の反応であり、異物代謝においても主要な反応である配糖化反応について述べている。配糖化により化合物の物性や生物活性を制御できるうえ、配糖体は加水分解によって元の化合物に戻すことが比較的容易であることから、この反応は物質の修飾反応としての利用価値が高い。これまで植物細胞を用いた物質変換(配糖化反応)が試みられてきたが、培養コストの問題が大きかった。田口らは、シロイヌナズナ幼植物を用いた異物(ナフトール)のマロニル化実験などにより、植物の異物代謝系を応用した配糖体の分泌生産の可能性を論じている。

植物を用いたタンパク質の生産は、生産コストが低くさらに動物感染性病原リスクがないため注目されている。植物における分泌性タンパク質に付加される*N*-結合型糖鎖構造は、菌類と比べ動物型に近いが、*O*-結合型糖鎖の付加は、動植物菌類で大きく異なり、これをどのように回避するかが大きな問題となっている。松岡健(九州大学)は、植物特異的な*O*-結合型糖鎖生合成において、ヒドロキシプロリン残基への糖鎖修飾抑制に関する研究状況について概説し、さらに、組換えタバコを用いた実験で、発現組織・器官を選択することにより、植

物特異的な糖鎖修飾を抑制したタンパク質の生産系の可能性を示した。

高橋征司ら(東北大学)は、自然界に23,000種以上存在する構造多様性とんだイソプレノイドを包括的に制御する転写因子の単離を試みた。協調的な発現制御を受けている遺伝子群は、発現組織特異性や環境応答性など種々の条件における発現パターンに類似性が見られることが多い。このような遺伝子共発現解析により、プラスチドにおけるイソプレノイド生合成経路であるMEP経路を制御しうる転写因子の探索を行った。選抜した転写因子を過剰発現した培養細胞ではMEP経路下流の代謝産物の高蓄積が見られ、これら転写因子を利用したイソプレノイド代謝制御の可能性が示された。

ポリフェノールにイソプレノイド鎖が結合したプレニル化ポリフェノールは、プレニル基に依存して多様な生理活性を示す。プレニル基転移を触媒する酵素「プレニル基転移酵素」は、2008年に矢崎一史(京都大学)のグループにより最初に単離された。本稿では、ミヤコグサならびにトマトにおけるプレニル化酵素発現形質転換植物を用いてプレニル化代謝工学の可能性について検討し、ミヤコグサにおけるプレニル化イソフラボンでもっとも高い蓄積を見いだした。代謝工学の成功には、ホストと遺伝子の組み合わせのみならず、植物細胞の可塑性や化合物の集積機構など、基礎的な部分をより研究する必要があると述べている。

6個のイソプレノイド単位により構成される炭素数30のトリテルペノイドは、構造多様性に富み、医薬品、食品添加物などへの応用が可能な重要な化合物群である。關光ら(大阪大学)は、天然の甘味成分であるカンゾウ(甘草)のグリチルリチンについて、酸化酵素であるP450の遺伝子単離ならびに、本酵素遺伝子群を利用した組換え酵母によるグリチルレチン酸の生産について述べている。さらに、高橋らと同様、遺伝子共発現解析によりオレアノール酸生合成に関わる新規P450遺伝子単離についても述べている。興味深いことに、この遺伝子を用いて酵母で基質となるトリテルペノールを変更することにより、医薬・化粧品に適用可能な、ウルソール酸、ベツリン酸の生産にも成功している。

本特集では、植物遺伝子を用いた代謝工学研究の最前線研究について紹介した。今後、代謝工学研究のさらなるブレイクスルーには、生合成研究のみならず輸送、蓄積まで含めた包括的な研究が必要である。

著者紹介 ¹大阪大学大学院工学研究科(教授) E-mail: muranaka@bio.eng.osaka-u.ac.jp

²東北大学大学院工学研究科(教授) E-mail: nakayama@seika.che.tohoku.ac.jp