

高付加価値植物の作出および生産システムの開発

① 計画の概要

本計画は、ヒトの生活習慣病予防に有効な機能性成分を高含有する食用作物、漢方薬および化粧品等の原料になる薬用植物、ヒトおよび家畜に有効な医薬用原材料を生産する遺伝子組換え植物などの高付加価値植物を作出し、その成分を効率的に生産するシステム（以下、高付加価値植物工場）を開発することを目的とする。

近年の育種学、分子工学の進展により、ポリフェノールなどの特定成分を高含有する作物、外来の有用タンパク質を発現蓄積する遺伝子組換え植物などが作出されつつある。また植物生理学、分析技術、医学の進展により、植物の遺伝子発現の環境応答や生合成経路が解明され、付加価値物質の有効性に関する医学的エビデンスも増えつつある。生薬に使われる薬用植物の有する多様な成分は、化粧品等への応用も進んでいる。遺伝子組換え技術で生産されるワクチンタンパク等はヒトに加えて家畜の感染症予防にも有用とされ、研究開発が進んでいる。このような背景から、植物の持つ高次機能を、農業だけでなく、積極的に工業や製薬業に展開することが期待されている。

植物の遺伝子発現や生合成は、植物をとりまく生育環境の影響を強く受けることが知られている。しかし露地農業などの開放系システムは、気象条件の影響を受けるために好適な生育条件を維持することが難しく、必ずしも植物の能力を活かすことはできない。他方、野菜や花を周年生産する植物工場は温度、光、ガス、風などの気象要因を制御できる閉鎖系システムであり、環境ストレス付与による栽培技術も開発されつつある。高付加価値植物の潜在能力を最大限に活かすためには、この閉鎖系システムをベースに新たな生産システムを構築する必要がある。

そこで本計画では、高機能性植物を作出する「生物学的アプローチ」とその植物を効率的に生産する「工学的アプローチ」を融合する研究プラットフォームを提案する。

② 学術的な意義

本計画では、用途が異なる作物、薬用植物、遺伝子組換え植物について、高付加価値物質の効率的生産を目指すという共通目標の下、共通性のある生産システムを活用しながら植物種間比較を含めた研究を行う点に特徴がある。植物の遺伝子発現、形態形成、光合成、成長などの機能は共通性がある。生産の場においては、気象環境への応答、人工環境下の植物生理学、養液栽培の養分吸収などにも共通性がある。今まで植物分野では作物、樹木、緑化植物、薬草などの対象植物を個別に取り組むことが多く、応用場面を超えて植物育成データを共有する研究の枠組みがなかった。

本計画では複数の研究拠点に高付加価値植物工場という閉鎖系の植物育成施設を設置し、ダイナミックに環境を変化させて、ワイドレンジな植物データベースを作る。たとえば、気象の異なる複数の地域をシミュレートして植物を育成すれば、 -30°C から $+40^{\circ}\text{C}$ までの温度環境で網羅的な環境応答のデータを蓄積できる。また気象要因を人為的にコントロールして高速成長と有用成分増加を同時に達成する条件を探索する。たとえば、日射が多くて気温が低い、気温は高いが根圏温度は低いなどの自然界にはない環境ストレスを付与すれば、ユニークな高付加価値植物の生育データベースを構築できる。

本計画では、高機能な育成システムを用いて多種類の植物を集中的に研究することにより、次世代の植物開発とその実用化に役立つ多次元の知見を集積する。そこで得られた最適条件をそのままラージスケールの高付加価値植物工場で商業生産に生かすこともできる。我が国は世界最先端の高度な環境制御技術を有しており、そこで得られる植物データベースは国際的に高い評価を受ける。

③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

農作物の機能性に関する研究は、先進国を中心に2010年以降かなり活発になっている。機能性食品の場合、有用成分ごとに医学的なエビデンスと関係づける取り組みが進みつつある。しかし作物の能力を最大限に引き出してその成分を高含有させる手法については、植物育成に関するデータが少ないため、その蓄積と現場への展開が必要である。薬用植物は、生薬の場合、大部分を海外からの輸入に頼っている。しかし諸外国では薬用植物の消費の増大や生産圃場の環境劣化による資源の枯渇が懸念されており、国内で生産する動きが活発化している。しかし食用作物に比べると栽培技術が確立されていないため、薬草ごとに栽培生理と育成に関するデータベースの構築が急務である。高付加価値物質を作る遺伝子組換え植物は、商業化を視野に入れた次世代の遺伝子組換え植物として先進各国で注目を集めている。この植物は形質を変えるため、非組換え品種とは異なる生理反応や環境応答を示すことがある。そのため、食用作物の膨大な生育データを参考にしつつ、遺伝子組換え植物の優位性を引き出す育成方法の確立が求められている。

④ 実施機関と実施体制

千葉大学では次の組織構成で研究を展開する。

- 1) 大学院園芸学研究科・植物工場研究センター・植物分子科学研究センター
高付加価値作物の作出、生理・成長データの取得、植物生産システムの設計と構築
- 2) 環境健康フィールド科学センター
高付加価値植物のストレス付与試験、効率的生産システムの確立
- 3) 薬学研究院・融合科学研究科

薬用植物の作出、高付加価値遺伝子組換え植物の作出、植物の各種解析と機能性評価

4) 医学研究院

高付加価値物質の有効性評価

本計画で想定する植物種は多岐にわたるため、作出実績のある植物種、その解析・評価手法および生産技術を有する研究機関が多数参加することが期待される（たとえば12大学、国研4機関、公設試験場10県、民間2機関など）。千葉大学を含む、数カ所の研究機関に研究拠点を形成し、データベースの構築や研究推進の中心的な役割を担う。

⑤ 所要経費

総経費 90 億円

内訳

完全閉鎖型植物生産システム 基本型・実証型（全国に4拠点） 30 億円

植物の生理反応の非破壊・破壊・非接触型の計測装置 10 億円

遺伝子、タンパク質、代謝物の分析装置 20 億円

高付加価値物質の機能解析装置 20 億円

半閉鎖型/閉鎖型のPIIP 実験室（遺伝子組換え植物実験施設） 10 億円

⑥ 年次計画

平成31年度～令和3年度

既存の高付加価値植物の生理特性データの取得

新規の高付加価値植物の作出

植物生産システム（基本型）の構築、および生育基礎データの収集

植物の有用物質に関わるプロテオーム解析・メタボローム解析・オミックス解析

令和4年度～5年度

植物生産システム（実証型）の設計と構築

新規の高付加価値植物の作出

植物生産システム（基本型）を用いる高付加価値植物の環境応答・成長の解析

植物の有用物質に関わるプロテオーム解析・メタボローム解析・オミックス解析

高付加価値物質の機能解析と有効性評価

令和6年度～10年度

既存および新規に作出した高付加価値植物の有用物質含有量を高める条件探索

高付加価値物質の機能解析と有効性評価

植物生産システム（実証型）を用いる生育試験

効率的な生産システムおよび育成法の確立

⑦ 社会的価値

高齢化が進む現在、「食べて・運動して健康を維持し、病気を予防して医療費削減」というテーマの重要性は国民の多くが理解している。気候変動下の作物生産や世界規模の感染症増加等に対応するためにも植物の力をさらに必要としている。利用目的に合わせて植物を高機能化したり、能力を最大限発揮させる研究は産業化のシナリオを描きやすいこともあり、産業界からは21世紀型の領域横断型の植物研究として大きな期待が寄せられている。健康産業や医薬産業に関わる植物利用は、それらの産業の発展に合わせて、今後ますます重要性が高まることは言うまでもない。高付加価値植物の作出とその植物の効率的な生産技術の開発はいずれも知財化できるトピックであり、

研究成果の海外展開の枠組みを作りやすい研究シーズでもある。

⑧ 本計画に関する連絡先

後藤 英司（千葉大学・大学院園芸学研究科）

高付加価値植物の作出および生産システムの開発

（研究内容のイメージ）

