

「玉川大学渡邊研究室 光パワーを利用した未来型農業システムの開発研究」

探訪記

— 2週間で促成栽培されたレタスが日産6000株できる植物工場を
実現するための光学技術の研究開発 —

「天候や自然環境の変化に左右されない農作物の安定供給」「無農薬栽培による安全・安心な農産物の生産」「地球環境にやさしい農産物の生産方法の開発」など、これからの農業に課せられた条件は大変厳しいものとなっています。玉川大学農学部生命化学科の渡邊博之先生の研究室はこれらの課題に対して、「太陽光を使わない発光ダイオード(LED)光を利用した未来型農業システム」の開発・研究を推し進めています。LED光を利用した植物栽培は、短い栽培期間で安定供給が可能な計画生産ができること、きわめて限られた空間で大量生産が可能であることなど、さまざまな利点を有しています。今回、光科学及び光技術調査委員会(関東)代表として、筆者が渡邊研究室を訪れましたので、植物工場を代表例とした未来型農業システムの開発研究についてご報告したいと思います。

間口13m、奥行き13m、高さ12mのそれほど大きくない建物の中に、8m×10mの栽培フロアが10段積み、各フロアの上からはピーク波長660nmの強烈な赤色のLED光が隙間なく照射され、その下でレタスがびっしり生育している—それが現在日本で稼働している植物工場の実際の姿です。建物は外界から完全に遮断され、光量、温度、湿度、炭酸ガス、水の循環、風量などが完全に制御された栽培室内では、日光も土(土壤)も、そして農薬もまったく使わない農業が展開されています。苗を植えてから約2週間で成長したレタスが、日産6000株、年産180万株、天候や自然環境に左右されずに安定した価格でスーパーなどの店頭へ卸されています。このような植物工場は国内で6システム稼働しており、そのシステムの提供と技術フォローを民間会社と協力して担当されておられるのが渡邊先生です。

一般的に、植物の生育には太陽光から届くすべての波長が必要なのではなく、光合成反応には赤色光が、形態形成や屈光性などには青色光が有効であることがわかってきています。そこで、近年高輝度化が達成されている赤色のLEDを光源とした、植物工場の発想が出てきました。とはいっても、植物を育てるには莫大な光量を必要としま

す。いかに効率的にLED光を照射したらよいか、また、電気エネルギーから光エネルギーへの変換効率を表す外部量子効率が20~30%であるLEDからの発熱をいかにうまく処理し、高湿度環境下でのLEDの高輝度連続点灯をどのように実現するのか、きわめて困難な研究開発の結果、現在の植物工場で利用されている植物栽培用LED水冷パネル光源が生まれました。このパネル光源は、植物以外への光の吸収が極力ゼロとなるように設計され、発熱によるLED自体の劣化や光出力の低下を防いでいます。また、LEDは赤外領域のエネルギー放射が少ないので、光利用効率を上げるために植物に接触するほど近接させても、熱線による葉焼けを起こさずに生育させることができ、全体としてコンパクトな栽培装置を構成することが可能となりました。さらに、近年流通してきた青色のLEDを併用することで、植物の栽培についてのさまざまなコントロールが容易になってきました。「現在の技術を使えば、基本的にどんな種類の野菜や果物でも、植物工場での生産が可能になってきています。ただ、それにどの程度のコストがかかり、作ったものが消費者に受け入れられるか、よく考える必要があります。たとえば、夕張メロンを植物工場で大規模生産して、これまでより安価な夕張メロンが毎日大量に作れるようになったとして、はたして消費者が喜んで毎日食べてくれるか。答えは自明だと思います。現在採算にのっているレタスは、食卓に毎日のつても不思議ではない食物であり、しかも安定供給されれば喜ばれる食物と考えられます。」渡邊先生の研究室ではこのような考えに基づいて、植物栽培用の光源としてLED光を使用する場合の種々の課題について取り組んでこられ、そこから得られた数々の解決策から現在の植物工場が生まれました。

露地物野菜などと比べて安価な食物を安定供給できる植物工場の実現のために開発されたさまざまな研究成果が、最近では少し異なった方面で開花してきています。植物工場生産される野菜は生育条件が高度にコントロールされているので、値段は高価ですが栄養価が数十倍高く、健康に良い食物サプリメントとして受け入れられようとしてい



図1 イチゴの栽培実験について説明する渡邊博之先生。

ます。さらには、花粉症に効果があるワクチン入りのお米まで現れ、お米自体を常温で何年も保つ常用（常食）の薬として生産しようという話まで出てきています。また、植物工場では限られた空間で効率的な（数千倍の土地有効利用ができる）植物栽培ができるので、宇宙空間での植物栽培への応用や、地価が高い都市部での農産物の生産手段を

提供することができます。例えば鉄道会社の高架下の空間を利用して植物を栽培し、その生産物を鉄道沿線のレストランやスーパーなどに鉄道ですぐに運搬する、といった新たな都市型の農業とその物流システムの創出が可能となります。さらに、先進国の中では非常に低水準である日本の食料自給率の向上を視野に入れ、植物工場を利用した新しい農業ビジネスに携わる農業従事者人口を増やし、後継者不足に悩む日本農業の活性化につなげたいということも考えられています。

「農産物は自然の恵みである」という広く一般的に受け入れられている考え方からすると、人工的に作られた野菜がどの程度まで人間に受け入れられるのかという疑問も出てきますが、ときに劇的に変化する天候は、植物にとって大変過酷なものです。「植物を取り巻く環境を最適にコントロールすることによって、植物のもつ遺伝子の能力を最大限に引き出すことが可能になるのです」という渡邊先生の言葉が、大変印象的でした。

（能開大・小野寺）