

# 農学研究者からみた 太陽エネルギー

Solar energy from the perspective of an agronomist



堀端 章\*

本稿を皆様にご覧いただく頃には、私たちの植物育種学研究室はイネの種まきの最中でしょう。研究室では、初夏の種まきから晩秋の稲刈りまで常に野外で実験を行うため、特に強く四季を感じることができます。現在は、食品機能性に着目して、イネ、シソ、サトイモなどの新品種の開発に取り組んでいます。

私たちの研究と太陽エネルギーとの繋がり、この食品機能性の研究から始まりました。食品機能性物質の多くは、植物の生存にとって必ずしも必要のない物質（二次代謝物質）ですが、特定の目的のため、特定の時期に限って植物はこれらを生産します。このような物質を植物に効率よく作らせるためには、二次代謝物質を製造する余裕がある成長量を確保してやること、また「特定の時期（季節）」をうまく演出してやる必要があります。植物は「時期」を判断するための情報として光環境を利用しています。そこで、植物が育つ光環境を調整することで二次代謝物質の高効率生産を目指しました。一方、農業生産現場に外部からのエネルギー源が来ていることは少なく、そのエネルギー源を太陽電池に求めたのが日本太陽エネルギー学会に参加させていただき契機となりました。以来、十余年のおつきあいをさせていただいております。太陽電池から得られる電力を植物の成長を制御するためのシグナルとなる単色光（紫外光、青色光、赤色光、近赤外光）に変換して作物に照射することで、花を咲かせる時期の制御、花色の改善、香り成分や機能性ポリフェノールの増強などを実現してきました。シグナルに使われるエネルギーは $1 \sim 10 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ と極めてわずかで、小型の太陽電池の出力でも十分に賄えます。これに対して、作物の成長に使われる光エネルギーは極めて大きく、イネを正常に育てるには $800 \sim 1500 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ が必要とされています。

太陽エネルギーには、作物の成長の原資という側面と、作物の成長を制御する情報という側面、さらには、熱エネルギーとしての側面があります。特に、今後の発展が期待されている太陽光利用型植物工場

では、光エネルギーとともに入ってくる熱エネルギーの管理が極めて重要です。夏期には光エネルギーは取り入れなくてはなりません、過剰な熱エネルギーはできれば排除したいところです。一方、冬季には光エネルギー、熱エネルギーともに積極的に取り入れる必要があります。季節によって異なる管理が求められますが、これを実現する当意即妙なシステムはまだ存在しません。現状では、IoTやAIを利用した栽培環境管理システムの開発が進んでおりますが、排気ファンによる熱の排出や、遮光カーテンによる熱の侵入防止などを自動化したのみで、画期的な解決には至っていません。最近、光環境によって透明度が可逆的に変化する農業用フィルムが開発されましたが、このような素材が充実してくればよいと思います。

ここからは空想を語らせていただきますが、太陽高度によって透光率が変化するような透光性太陽電池はできないのでしょうか。夏期には遮光気味で発電効率を上げ、冬季には発電を停止して透光率を上げるようなモジュールができれば栽培施設への導入が進むと思います。また、複層のビニールシートの層間に、濃度の異なる黒色粒子を含むエマルジョンを環流させることで、任意の遮熱効果が得られるようなシステムを想像したこともあります。環流で回収された熱エネルギーを他の熱源として活用することを考えていました。農業のまわりには、使われなかった光エネルギーや熱エネルギーが余っています。収穫物を得たあとの作物の残渣はバイオマスエネルギーとなります。私は、国土の12%を占める耕地を、収穫物を得ると同時にエネルギーを得るための場として活用できる未来を夢想しています。1969年に連載開始された『ドラえもん』の「ひみつ道具」も次々に現実のものとなっている現代、農業におけるエネルギー革新を夢物語に終わらせないように日々思考を重ねたいと思います。

\* 近畿大学生物理工学部 准教授