農業と太陽光発電を両立！発電するビニールハウスの開発

公立諏訪東京理科大学工学部 機械電気工学科 教授 渡邊康之

１．背景及び目的：ソーラーシェアリングからソーラーマッチングへ

現在、我が国では少子高齢化に伴う農業従事者の減少やTPP問題の渦中にある一方で、22 世紀に向けた世界情勢を視野に入れて考えてみると、人口爆発によるエネルギー・環境・食糧問題など、深刻な状況に直面していくことが予想される。そのような情勢を受けて、農林水産省が農地に太陽光発電施設を設置するための運用方針を条件付きで示したことを皮切りに農地を利用した太陽光発電技術である「ソーラーシェアリング」への期待が高まっている一方で、農地に設置した太陽光パネルの陰による農作物への悪影響など課題が多いのが現状である。

本講演では、上記課題解決に向け、農作物栽培に必要な太陽光を透過する有機薄膜太陽電池を用い、農作物栽培に悪影響を与えることなく太陽光発電を行う「ソーラーマッチング」という新たなコンセプトと実証実験結果について紹介する。

２．発電するビニールハウス開発のためのコンセプト

図２に「ソーラーマッチング」の概念図を示す。図2(a)では、太陽光を有機薄膜太陽電池による発電とその透過光を用いて植物栽培を行うの概念図を表している。図2(b)に、光合成作用スペクトルと有機薄膜太陽電池の太陽光の透過光スペクトルを示す。光合成作用スペクトルとは植物の光合成に必要な光スペクトルを調査したものである。これらの図から、農作物栽培に必要な光である青色域と赤色域の光を透過し、農作物栽培に寄与しない緑色域の光で発電可能なシースルー有機薄膜太陽電池を開発することで農作物栽培と太陽光発電の両立を勘案した「ソーラーマッチング」が可能であることがわかる。

３．シースルー有機薄膜太陽電池の透過光による植物栽培実証実験

屋内の実験においては、液肥を用いた植物育成ラックにおいて、農業用ビニールシートを用いた場合とシースルー有機薄膜太陽電池を使用した場合との比較実験を行った。栽培に用いたのはサンチュである。サンチュの栽培結果の外観においては両者の間で大きな違いは見られなかった。シースルー有機薄膜太陽電池の透過光で栽培されたサンチュの最終的な収穫量については、比較用通常ハウスに対して同様の結果を得ることができた。この際、育成のスピードについては、葉の枚数や大きさの測定値から違いは見られないことを実証した。

屋外の実験においては、通常の農業用ビニールハウスにシースルー有機薄膜太陽電池を使用した場合において、通常農業ビニールハウスと比較して、ハウス内の作物への影響及びハウス内の温度湿度状況においてどのような差が出るか検証することを目的に実験を行った。ミニトマトの栽培育成状況では、シースルー有機薄膜太陽電池の透過光で栽培した場合においては、定植から収穫までの同一期間内で比較した場合は比較用通常ハウスに対して 8%減となる程度であったが、これは育成のスピードが若干遅れ、収穫時期が後にずれる程度で、最終的には同量の収穫量となることを実証した。

４．今後の展望：太陽光を利用した発電・農作物栽培・燃料生成技術

ソーラーマッチングでの技術に対しては、農林水産省が農地での太陽光発電を許可する際に示した主な条件、①容易に撤去可能な簡易な構造であること、②収穫量が2割以上減少していないこと、③品質が著しく低下していないこと、の以上3つをクリアしていることを示唆している。本稿では、農地での太陽光エネルギー利用に関して、農作物栽培に必要な太陽光スペクトルに注目し、太陽光を発電と農作物栽培で分かち合う「ソーラーマッチング」の技術を独自の観点から紹介してきたが、本コンセプトに基づき、太陽光と光合成藻類による燃料生成、さらには人工光合成による燃料生成技術へも応用可能な汎用性の高い技術を目指し、研究を遂行中である。

謝辞

本研究は、諏訪東京理科大学「特色ある教育研究費」(2010 年)の助成を受け、農業用太陽電池を作製し、植物栽培の実証実験を行った成果を足がかりとして、東京理科大学「重点課題特別研究推進費」(2014)、信州農業を革新する技術開発・実用化推進事業「農業生産と両立できる太陽光発電装置の開発」(2016 年度～2018 年度)、NEDO ベンチャー企業等による新エネルギー技術革新支援事業「光透過型太陽電池を活用した農業 IoT ソーラーチューニング方法の開発」(2017 年度)等、多くの支援を受けて現在も研究を推進している。

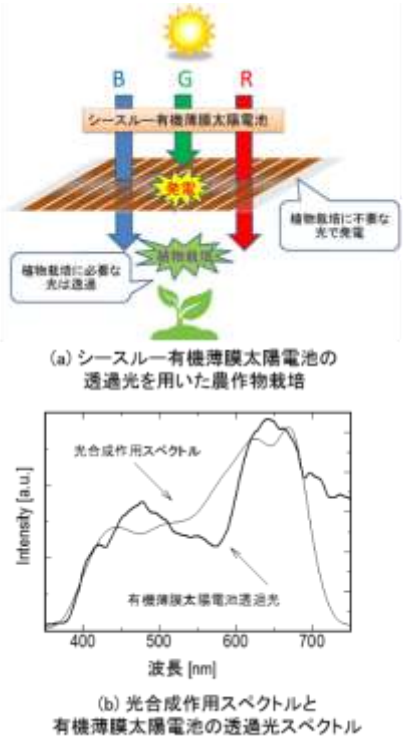

図 1. 太陽光発電と農業を両立させるソーラーマッチングの概念図

(a)屋内における水耕栽培実験

(b)屋外におけるビニールハウスでの実験

図 2. シースルー有機薄膜太陽電池を用いた植物栽培実験風景