屋頂式太陽能光電設施下的蔬菜輪作

文/圖　黃祥益[1]、朱雅玲[2]

前　言

近年我國將綠能產業發展列為國家施政重點，行政院規劃於2025年將再生能源占比提升為全國總發電量的20%，而太陽能發電預計達到20GW。為了達成此一目標，自2013年起開放農地種電，期望農業與太陽能發展結合，不但有助於農地多元利用，亦可適度提高農民收益、節省休耕補助經費，並且有助於太陽能設施群聚發展。而高屏地區全年溫暖、日照強且日照時數長，可滿足太陽能發電的環境條件需求，是國內最早發展農業生產設施結合太陽能發電的區域之一。然而，近一、兩年來於農電設施生產輔導及相關試驗研究上發現，農電設施內除光照不足影響作物生育之外，也逐漸的出現連作造成的問題，必須要做好因應措施。

高屏地區農業設施結合太陽能發電的作物生產問題

目前高屏地區結合太陽能光電的農業生產設施以栽培蔬菜及花卉作物為主，生產設施多為防雨溫網室在上方裝設太陽能板，此類型的栽培設施稱為「屋頂式太陽能光電設施」(圖1)。早期缺乏太陽能設施下作物栽培相關的試驗資料，此類設施的蔬菜生產多被利用於栽培生長期較短的短期葉菜類或小胡瓜。由於經營者的栽培經驗不足、初期建造設施的設計並不符合作物生育的需要，再加上不正確的栽培管理，導致產量及品質下降，相對的影響作物生產收入。由於屋頂式太陽能光電設施上方太陽能板使陽光被間歇性遮斷(圖2)，造成日照不足影響作物生育，特別是果菜類蔬菜非常容易因日照不足，光合作用產物累積不夠，使開花結果時間延後，致果實減產和品質不良，此一現象在絲瓜的生育表現非常明顯。



圖1. 屋頂式太陽光電設施



圖2. 太陽光電設施內光線分布情況

高屏地區屋頂式太陽能光電設施的另一項重要問題是夏季高溫，因高屏地區夏季日間氣溫經常達到35℃以上，而設施內常超過40℃，若設施通風或降溫設備設計不良更可達到45℃。在低光照、高溫

的環境下，植株光合作用不足加上高溫消耗能量，對作物生長是一項嚴重的逆境，尤其是果菜類蔬菜。

太陽能光電設施下蔬菜輪作規劃

由於太陽能光電設施下的環境有別於一般的作物生產設施，且每一個電廠因所在地點、周邊環境及設施建造時的規劃與設計都有個別的考量，造成每個太陽能光電設施下的作物生產環境都不相同，在輪作系統的規劃上限制因子就更多，且作物的選擇性較少。

在規劃作物前首要進行設施環境條件偵測及土壤分析，在栽培前必須充分了解設施內不同位置光線分布及光強度、氣溫及相對濕度，並且採土進行土壤肥力檢測及質地分析，再根據分析後結果選擇適合的作物種類或品種。作物種類(品種)選擇，除依據土壤檢測結果之外，可由區域性的主要作物種類進行篩選，在設計輪作系統時盡量以生育特性及生長期差異較大的作物類型輪替種植。例如高屏地區是瓜果類蔬菜的重要產地，在瓜果類蔬菜收穫後可再接著種植短期葉菜類或玉米，而根莖類的旱芋也是蔬菜輪作時不錯的選擇。



圖3. 不同太陽能板遮蔽率下‘好佳’白菜生育情形

規劃輪作系統時除作物輪替順序之外，栽培季節也必須要詳加考量，依照本場試驗結果，在40%太陽能板遮蔽率的設施下小胡瓜全年適合栽培；東方甜瓜(美濃瓜)則適合於春、夏作；苦瓜僅適合於30%太陽能板遮蔽率的設施下於秋冬作種植；而南瓜則可於40%以下的太陽能板遮蔽率適合於秋作栽培。適合不同季節栽培的作物需考慮在不同栽培季更換不同品種，作物種類及品種可先參考試驗場所發表的相關試驗資料，以節省初步篩選評估的時間及成本。例如本場及農業試驗所鳳山分所都曾於不同季節，針對屋頂式太陽能光電設施下的短期葉菜類進行種類及品種篩選(圖3, 4)，在栽培時即可參考栽培試驗結果，幫助選擇作物的種類及品種。


圖4. 太陽光電設施下不同短期葉菜夏作生育情形

結　語

屋頂式太陽能光電設施是目前高屏地區農業綠能設施的主要形式，相關的栽培技術不斷累積及進步當中，但是所栽培作物的種類仍非常侷限於少數的作物種類，造成連作障礙在短期內出現，對於生育環境較一般栽培設施差的太陽能光電設施，更加雪上加霜。除了連作障礙問題之外，種植單一或少數作物種類也容易衍生產銷問題，更是農民、農政單位所不樂見，為避免此問題發生，因此在栽培前必需審慎仔細的規劃輪作系統，才能使農業生產與太陽能光電持續共存發展。

[1]旗南分場　副研究員　(07)6622274#101
[2]旗南分場　助理研究員　(07)6622274#107