

# 超小型分光器を用いた圃場での光環境測定システムの構築 Light-Environment Measurement System for Plants using Ultra-Compact Spectrometers

1255053 高橋 明大 (光計測工学研究室)  
(指導教員 田上 周路 准教授)

## 1. 背景・目的

近年、日本における農業従事者の不足や高齢化などの問題に対してスマート農業の導入が盛んに行われている。その中で利用される光環境情報にはPPFD(Photosynthetic Photon Flux Density)やSPAD(Soil and Plant Analyzer Development)など、分光情報を原理とした数値が多く用いられている。しかし、これらの情報は測定精度や利用範囲の拡張性に問題がある。

本研究では超小型分光器を用いた多段式分光測定システム(MSS: Multistep Spectroscopy System)を圃場内に構築し、得られるスペクトル情報から従来の光環境情報をより正確に換算できることを目的とする。得られたスペクトル情報をクラウド等で管理し蓄積することにより、新たな光環境情報への拡張が期待でき生育環境の改善につながる。

## 2. 研究内容・方法

### 2.1 ナス圃場内に設置した多段式分光測定システム

図1にナス圃場内に構築した多段式分光測定システムを示す。ビニールハウス上部の骨組みにはビニールハウス内に入射する太陽光スペクトルを測定するためのコサインコレクタとPPFD計を設置した(図2)。葉の透過スペクトルを測定するためコサインコレクタを高さを変えて上から上層、中層、下層とし設置した(図3)。これらのコサインコレクタは光ファイバーを用いて分光器と接続し、分光器は乾燥ボックス内に格納して測定を行った。分光器には浜松ホトニクス製の超小型分光器であるM12880MAを搭載したATSYSTEM製カラーコンパスMFを使用した。従来装置との比較としてPPFD計にはApogee Instrument製MQ-200を用い、図2のように設置した。

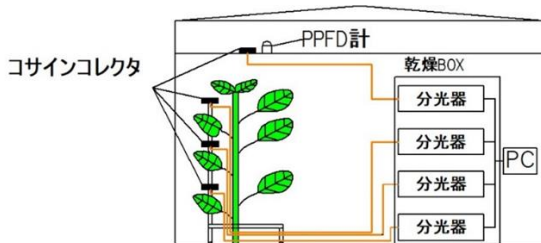


図1. 圃場内に設置した多段式分光測定システム



図2. 太陽光測定系



図3. 透過光測定系

### 2.2 光強度比を用いた葉量の観察

新たな光環境情報として葉内のクロロフィルによる赤色光と近赤外光の光強度比の割合を算出した。葉の量が多くなると赤色光の吸収が近赤外光よりも相対的に多くなるため葉の量の変化を推定できると考えられる。光強度比の割合は以下の式(1)から算出した。 $R_T$ は光強度比の割合、 $T_{660}$ と $T_{730}$ は波長660nmと730nmでの光強度比を表している。

$$R_T = \frac{T_{660}}{T_{730}} \quad (1)$$

## 3. 結果・成果

図4に10月12日から3月31日までの9時、12時、16時におけるPPFD計での測定値(横軸)とMSSでの測定値(縦軸)を示す。PPFD計、MSSともに測定時刻に準じた太陽高度の違いによるPPFD値の変化を測定できていた。また、PPFD計に比べMSSでの測定値が高い点が多くなっている。これは雲などによりスペクトル形状が変化することによってPPFD計での測定値では誤差が生じるがMSSでの測定値では正確に測定を行うことができているためだと考えられる。

図5に2月12日から6月22日までの8時における各層での光強度比の割合を示す。下層では上層と比べ光強度比の割合は低い値となった。これは上層と下層で透過する葉の量が異なり葉の量が多いほど赤色光の吸収が多くなることを反映していると考えられる。またグラフからは各層で光強度比の割合の変化が確認でき、摘葉による葉量の変化を測定できている。

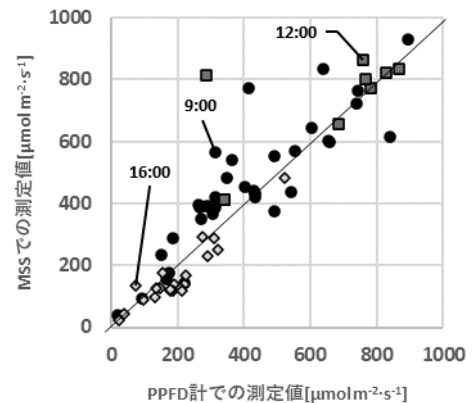


図4. PPFD計での測定値とMSSでの測定値の比較

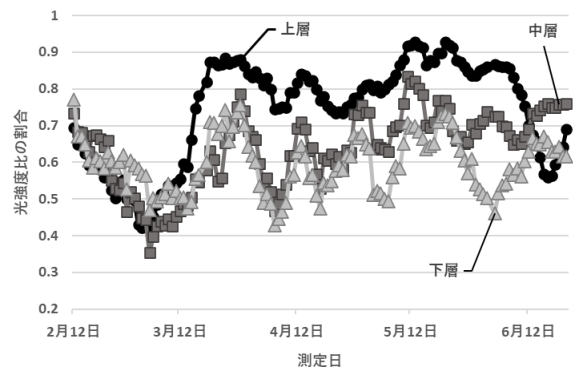


図5. 各層における光強度比の割合(8時)

## 4. まとめ

超小型分光器を用いた多段式分光測定システムで太陽光と透過スペクトルの測定を行った。得られたスペクトルからPPFD値の換算を行い、日照スペクトルの変化に対応した高精度な測定を行うことができた。光強度比の割合の算出では葉量の増減による変化を測定することができた。この光強度比の割合の測定結果から生育情報として重要な葉面積指数の推定が行えることが示唆される。