

## 超小型分光器を用いたハウス圃場における光合成情報取得の検討

1240173 山本 瑞姫 (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、農業現場では作業の負担や担い手不足が問題となっており、この問題を解決するために「スマート農業」の導入が進められている。中でも、分光情報をもとにした光合成情報の計測が注目されている。従来使われている光合成情報の測定装置は、測定したい情報ごとに測定装置が必要なこと、導入コストがかかること、測定に人手と手間がかかってしまうなどの問題がある。

そこで本研究では、ハウス圃場に超小型分光器を用いた測定システムを構築し、測定システムから得られたスペクトル情報を用いて光合成情報を取得することを目的とする。また、構築した測定システムを用いて、ハウス圃場における補光などの人的要因による効果について検証する。

## 2. 研究内容・方法

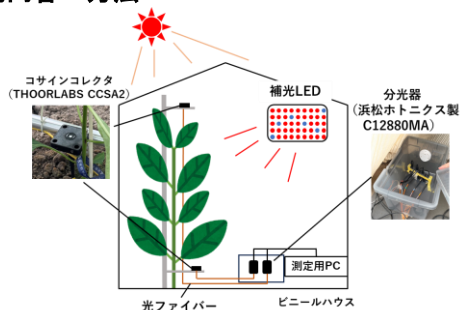


図 1. ハウス圃場に設置した測定システム

図 1 にハウス圃場に設置した測定システムを示す。ピーマン株の上側のコサインコレクタで太陽光を測定し、下側は葉の透過光を測定した。それぞれのコサインコレクタは光ファイバを用いて分光器に接続し、分光器は USB ケーブルを用いて測定 PC と接続した。測定システムの横には補光のための LED を設置した。

本研究では、既存の装置と測定システムで取得した光合成情報を比較した。光合成情報はクロロフィルの吸収波長における吸光度を用いて換算した。クロロフィルは光合成における重要な色素であり、中でもクロロフィルaは光エネルギーを化学エネルギーに変換する役割を持ち、クロロフィルbは自身で吸収した光をクロロフィルaに伝送する補助的な役割を持つ。

実験で用いた吸光度は以下の式(1)から算出する。

$$A = -\log_{10} \left( \frac{I_x}{I} \right) \quad (1)$$

ここで、 $I$ は光源(太陽光)からの入射光強度を表し、 $I_x$ は透過光の強度を表す。

## 3. 結果・成果

日照下におけるクロロフィルによる吸光度の長期間測定を行った。測定は 11 月 2 日から 1 月 5 日まで行い、図 2 は 16 時での吸光度の測定結果を示している。今回は 630nm と 670nm で比較を行い、630nm はクロロフィルaの、670nm はクロロフィルbの吸光度を見ている。図 2 から、16 時では比較的安定した変化を見せていることが分かるが、異なる時間で換算してみると、測定時間の違いによって安定度が変わっていた。これは時間によってピーマン株に入射する太陽光の角度が異なり、太陽光が下側のコサインコレクタに通過する間に通る葉や実の数が異なるためであると考えられる。このように、測定システムを用いて測定されたスペクトル情報から吸光度を換算することで、長期間であってもクロロフィ

ルの変化を確認することが可能である。

また図 2 を見ると、12 月に入ったあたりからクロロフィルaとクロロフィルbの差が広がっていることが分かる。これらの比を算出し変化を見ることで、光合成の効率を決める重要な指標であるクロロフィルのa/b比の変化を確認できている可能性がある。

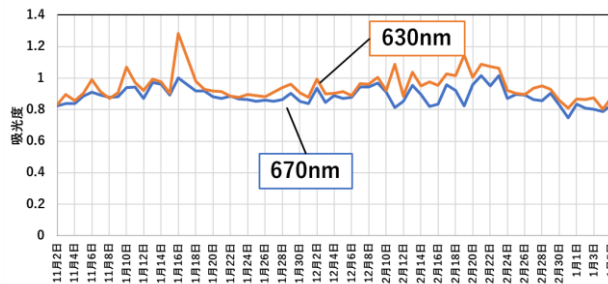


図 2. 16 時での吸光度の測定結果

さらに、夜間に補光 LED を点灯した時の吸光度を測定した。補光 LED のピーク波長は 630nm である。図 3 は夜間でのピーマン株の吸光度変化を示している。測定は 12 月 10 日、11 月 1 日と 16 日、1 月 25 日の 19 時 35 分から 23 時 55 分に行った。結果、測定日や測定時間が異なってもほとんど同じ変化をしており、補光 LED の影響で吸光度が増加している様子が確認できた。このように、夜間のような短期間であっても吸光度の変化を確認することができた。

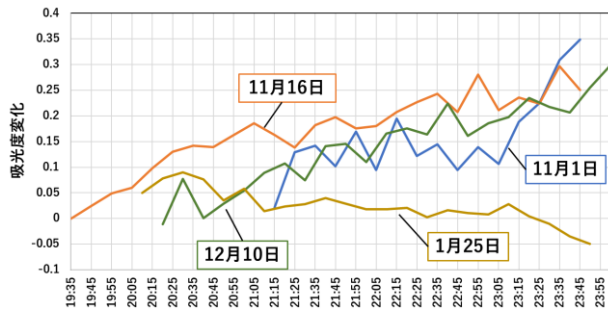


図 3. 夜間でのピーマン株の吸光度変化

また、同じくクロロフィル濃度と相関のある SPAD(Solid and Plant Analyzer Development)値と吸光度変化を比較する実験を行ったところ、吸光度変化とは異なり、SPAD 値が減少していく様子が見られた。これは、SPAD 値を測定した市販の SPAD 計では 650nm、構築した測定システムでは 630nm の吸光度変化を見ているため、計測している波長が異なることが影響していると考えられる。このことから、吸光度は SPAD 値とは異なる種類のクロロフィルを観察している可能性があると考えられる。そのため、今後は波長ごとの吸光度にどのような変化があるかを測定することで、取得する光合成情報が異なる可能性が考えられる。

## 4. まとめ

ハウス圃場に超小型分光器を用いた測定システムを構築し、太陽光と透過光のスペクトルを測定し、吸光度を用いて光合成情報の取得を行った。結果、長期間での測定では、測定時間によって吸光度の安定度に違いが見られた。また、夜間のような短期間での測定では、補光 LED によってクロロフィルの吸収が増えている様子が確認できた。今後はクロロフィルのa/b比や波長ごとの吸光度変化を測定することで、新たな光合成情報の取得が期待できる。