

植物工場内におけるミニトマト葉の SPAD 値の変動調査および推定 SPAD 値計測方法の検討
○妹尾脩平(愛媛大学大学院農学研究科), 相原孝徳(愛媛大学大学院連合農学研究科),
Md Parvez Islam(愛媛大学大学院農学研究科), 羽藤堅治
植物工場, SPA, ミニトマト, SPAD 値

1. はじめに

近年、天候に依存しない計画的な栽培が可能な施設として太陽光利用型植物工場での栽培が注目されており、トマトなどの果菜類が多く栽培されている。しかし、完全に生産を安定させることは難しく、生育不良を引き起こす要因が多く存在する。この問題を解決するために、本研究室ではスピーキング・プラント・アプローチ(SPA)に基づく研究を行っており、画像診断技術を用いた非破壊非接触での生体情報計測に力を注いでいる。その一つとして RGB 画像から推定 SPAD 値を算出するシステムの開発を行っている。

本研究では、多くの作物のクロロフィル(Chl)含有量と相関がある SPAD 値についてミニトマト葉における変動調査と RGB 画像から推定 SPAD 値算出のために回帰式の作成を行った。

2. 材料および方法

愛媛大学植物工場 B 棟第 4 室において 2022 年 8 月 1 日から 2023 年 6 月 30 日まで栽培したミニトマト(*Solanum lycopersicum*)の穂木が小鈴クイーン、台木がキングバリアの葉を計測対象とした。栽培様式は太陽光利用型植物工場においてロックウールを使用した長期多段栽培である。

2.1. Chl 含有量と SPAD 値の関係

ミニトマト葉の SPAD 値を葉緑素計(Konica Minolta SPAD-502Plus)で計測した。Chl 含有量の計測は N,N-ジメチルホルムアミド(DMF)を用いて Chl を抽出し、吸光度(A)の測定は分光光度計(HITACHI U-1900)を用いて、663.8nm, 646.8nm, 750.0nm の波長で行った。定量式¹⁾を用いて面積あたりで換算した Chl_{a+b} の値を目的変数とし、SPAD 値を説明変数として回帰分析を行った。

$$\text{Chl}_{a+b}(\text{nmol/ml})=19.13 \times A^{646.8}+8.05 \times A^{663.8}-A^{750.0}$$

定量式

2.2. SPAD 値の変動調査

計測対象とした株の位置を図 1 に示す。日当たりの良いグループ A の 3 株と悪いグループ B の 2 株の計 5 株を計測した。計測期間は、2022 年 9 月から 2023 年 5 月の間に行った。SPAD 値の計測は 1 枚の複葉から 4 枚の小葉を計測し、平均値を複葉 SPAD 値とした。計測期間での変動調査をするためにミニトマト 1 株の複葉 SPAD 値を茎頂から根元まで計測した。

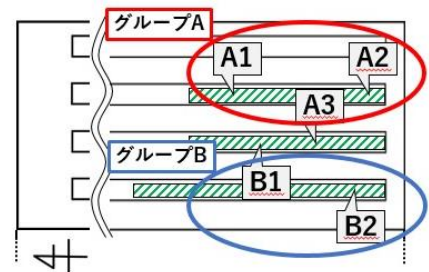


図 1. 植物工場 B 棟第 4 室における計測対象の位置

2.3. 推定 SPAD 値回帰式の作成

色情報は色彩色差計(Konica Minolta CR-400)を用いて 1 回計測し、実測値とした。SPAD 値は 5 回計測し、平均値を実測値とした。これらの値を用いて、SPAD 値を目的変数とし各表色系の値を組み合

わせた植生指標を説明変数としてExcel を用いて回帰分析を行った。単回帰式の算出には近似曲線作成機能を使用し、重回帰式には分析ツールの重回帰分析機能を使用した。

3. 結果

3.1. Chl 含有量と SPAD 値の相関関係

図2にミニトマト葉のChl 含有量と SPAD 値の相関結果を示す。決定係数は 0.8 以上をあり高い相関を示した。

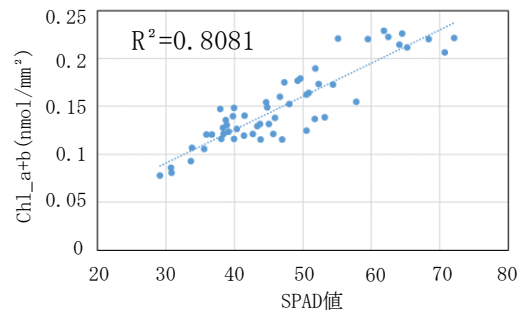
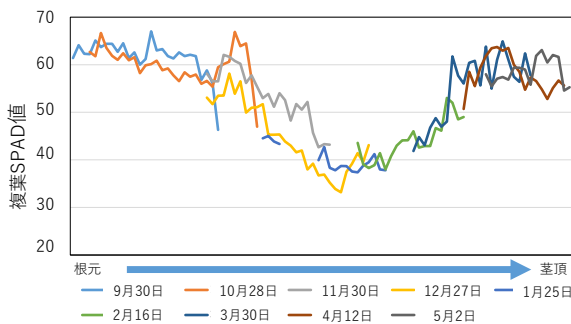


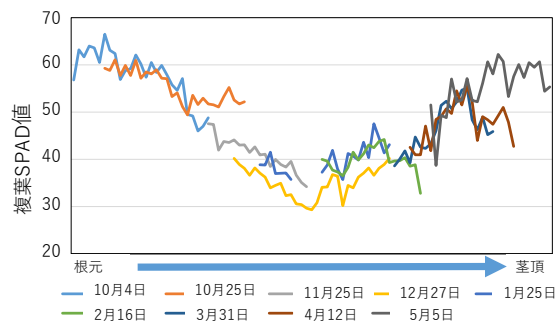
図2. Chl 含有量と SPAD 値の関係

3.2. SPAD 値の変動調査結果

図3にグループAとグループBのSPAD 値の変動例を示す。どちらにおいても10月から12月にかけてSPAD 値は根本付近のSPAD 値が高く、茎頂に近づくほど低くなる。1月から5月にかけては根本付近のSPAD 値が低く茎頂付近ではSPAD 値が高くなっている。



a. グループAにおけるSPAD 値の変動



b. グループBにおけるSPAD 値の変動

図3. グループAとグループBにおける9月から5月までのミニトマト葉のSPAD 値の変動グラフ

3.3. 推定 SPAD 値回帰式の作成結果

図4に採用した回帰式の散布図を示す。赤色成分を含まず、決定係数が高いことから式1を採用した。

$$\text{推定 SPAD 値} = -117.01 \times ((G-B)/(G+B)) + 70.769 \quad \text{式1}$$

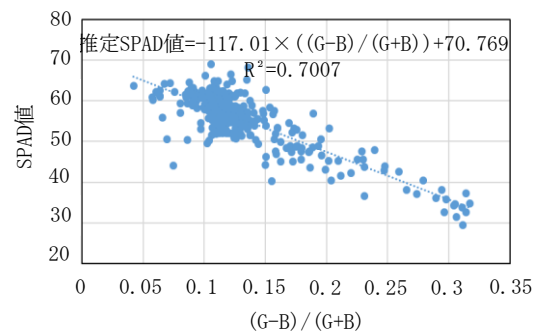


図4. SPAD 値と (G-B)/(G+B) の関係

4. 考察

ミニトマト葉のChl 含有量と正の相関がある SPAD 値は季節変化による変動があり、生育診断が可能であると考えられる。また、推定 SPAD 値回帰式の作成が可能なることから RGB 画像から算出が可能である。このことから、ミニトマトの RGB 画像から SPAD 値の変化を追うことが可能となり、生育診断に利用できると考えられる。

5. 引用文献

(1)Porra et al., Biochimica et Biophysica Acta, 975:384-394, 1989