

SPAD 値を用いた植物工場生産ミニトマトの生育評価方法の検討

○相原 孝徳¹⁾, 松尾 龍牙²⁾, Islam Md Parvez^{1,2)}, 羽藤 堅治^{1,2)}

1)愛媛大学大学院連合農学研究科, 〒790-8566 愛媛県松山市樽味 3-5-7

2)愛媛大学農学部, 〒790-8566 愛媛県松山市樽味 3-5-7

要旨

本研究では、植物工場生産ミニトマトを対象として Soil Plant Analysis Development (SPAD 値) を評価指標とした生育診断を実現するためのデータ収集、及び SPAD 値を用いた生育評価方法の検討を行った。その結果、ミニトマトのような複数の小葉から成る複葉の SPAD 値の計測は複葉に含まれる約半数の小葉の SPAD 値の平均値を複葉の SPAD 値として利用できると決定した。そして、この計測方法を用いてミニトマト株の SPAD 値を計測した結果、複葉発生直後から葉かき直前の SPAD 値には一定のサイクルがある可能性が示唆された。更に、植物工場内部や季節変化に伴う日射量の変化により、正常に生育が進行している植物個体間でも SPAD 値に差が出ることが明らかとなった。また、本研究期間で発生した病気(モザイク病)の発見には、SPAD 値による数値化が有効であり、熟練者による勘と経験による判断に代わる新たな指標として利用可能であると考えられる。今後は、定植直後からの正常株・異常株の SPAD 値を計測し、AI 解析に利用するためのビッグデータ作成を行う。そして、このビッグデータを利用する生育診断用 AI を開発し、より省力的な食料生産に繋げて行く。

キーワード

SPAD 値, 生体計測, 植物工場, ミニトマト

1. はじめに

近年、日本の農業は少子高齢化に伴う就労者人口の減少や、後継者不足などの課題に直面し衰退しつつある。この問題を打破するため、日本政府をはじめとした様々な団体・個人が農業の新しい体制を整えつつある。その一つには、農地集約によって耕作放棄地が担い手へ分配されることによって圃場への移動時間や、新規就農の促進効果が得られるといった優良な事例もある。しかしながら、管理する耕地面積が拡大し続けることで、農業労働者一人当たりの耕地面積増加、及び労働量増加が新たな課題として浮き彫りとなった。そこで現在、日本農業界で、超省力・高生産な新しい農業の形であるスマート農業の実現を目指し、日本各地で実証実験を進めている。所属研究室では、スマート農業へも利用できる技術として、Soil Plant Analysis Development (SPAD 値)を用いた植物の生育診断を行うシステムや AI 開発を進めている。

本研究では、植物工場生産ミニトマトの栽培期間の

SPAD 値の変動等を明らかにし、その結果から生育評価方法の検討を行った。

2. 材料および方法

本研究は愛媛大学の植物工場 B 棟の 1 室で栽培を行っている穂木が小鈴クイーン、

台木がキングバリアのミニトマト (*Solanum lycopersicum*) を対象作物とした。計測対象とした株の分布を図 1 に示す。比較的日射量の多いグループ A の A1, A2, A3 と、比較的日射量の少ないグループ B の B1, B2 の 5 株を計測した。また、この 5 株に加え、病気が発生した株も病

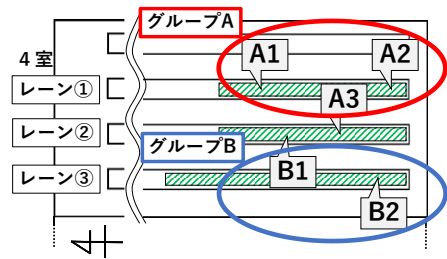


図 1 計測対象株の分布

気発見時に SPAD 値の計測を行った。SPAD 値は、SPAD 計 (SPAD-502Plus, Konica Minolta) を用いて計測した。計測期間は、2022 年 9 月 30 日から 12 月 28 日まで、計測時間帯は、10 時から 14 時であった。



図 2 複葉と計測する小葉

初めに、ミニトマトのような複葉の SPAD 値(複葉 SPAD 値)をどのように決定するのかに際して、複葉中のすべての小葉、数枚の小葉の SPAD 値(小葉 SPAD 値)の平均値を複葉 SPAD 値として利用できるかを調べた。平均値を計算するために計測する小葉は図 2 で示す①～④とした。今回は、1 複葉中の内小葉 7 枚分・小葉 4 枚分・小葉 2 枚分の平均値を算出し、複葉 SPAD 値として利用可能か検討した。

次に、計測期間での複葉 SPAD 値の変動を調査するため、複葉の形成から葉かきを行うまでの期間、週に 1 度 SPAD 値の計測を行った。そして、1 株内の複葉 SPAD 値の分布や変動を調査するため、ミニトマト 1 株全ての複葉 SPAD 値を、茎頂から根元まで計測した。更に、計測期間で発生したモザイク病の株も同様の SPAD 値計測を行い、正常株の SPAD 値と比較した。

3. 結果および考察

図 3 に 1 枚の複葉の内、小葉 7 枚の SPAD 値の平均、小葉 4 枚の SPAD 値の平均、小葉 2 枚の SPAD 値の平均のグラフ(一部)を示す。小葉 7 枚の場合は複葉に含まれる小葉すべてを測っている場合が多いので、複葉の SPAD 値を最も正確に表せているものであるとした。小葉 4 枚の平均 SPAD 値は、大半の場合が小葉 7 枚の平均 SPAD 値の誤差範囲に収まっていた。一方で、小葉 2 枚の平均 SPAD 値は小葉 7 枚の平均 SPAD 値の誤差範囲に収まっていない場合が多数あった。そこで、ミニトマト葉のような複葉 SPAD 値は、複葉に含まれる小葉の約半数の SPAD 値平均を複葉 SPAD 値とすることができると

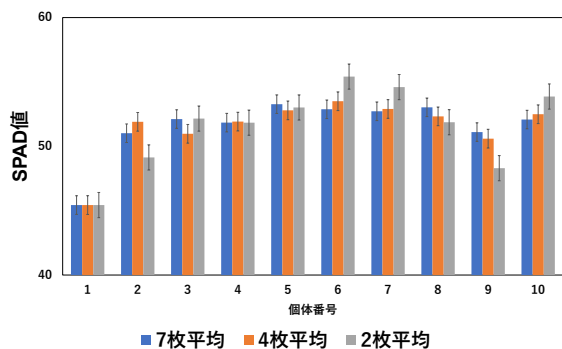


図 3 小葉の平均 SPAD 値の比較(一部)

した。

図 4 は、1 枚の複葉の形成から葉かきを行うまでの複葉 SPAD 値の変動を示す。日射量の多いグループ A は、

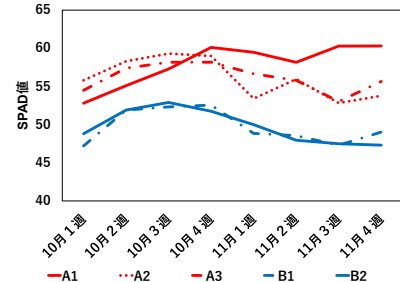


図 4 複葉 SPAD 値の推移

日射量の少ないグループ B よりも複葉 SPAD 値が高かった。また、1 株内での複葉 SPAD 値の分布も、グループ A は、グループ B よりも高かった。また、計測日が経過し、日長が短くなるにしたがって、計測対象 5 株の複葉 SPAD 値が減少していることが明らかとなった。以上のことから、栽培位置や季節変化による日射量の違いによって複葉 SPAD 値が低くなる傾向が表れることが考えられる。

最後に、SPAD 値を用いた生育診断の例として、図 5 にモザイク病が発生している株の複葉 SPAD 値の分布を示す。モザイク病発

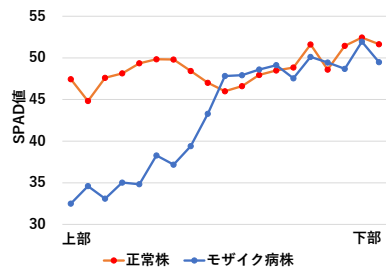


図 5 正常株とモザイク病株の SPAD 値推移

生株は、上部から中部にかけて複葉 SPAD 値が、正常株と比較して低いことが分かった。このように、病気による樹勢の衰えが SPAD 値を用いることで可視化でき、勘と経験で行われていた異常株確認などの見回り作業が経験の浅い作業者でも行うことができると考える。

4. まとめ及び展望

本研究により、複葉を有する植物の SPAD 値を計測する方法が決定で、太陽光利用型植物工場におけるミニトマト葉の SPAD 値の変動を捉えることが出来た。この SPAD 値の違いは、生産現場での日射条件の違いや、健康株・異常株の判別の指標となり、SPAD 値を用いた生育解析が可能であると考えられる。このことから、今後は、正常株と異常株の SPAD 値データを収集し、生育解析に利用するビッグデータを作る。そして、作成したビッグデータを解析して生育診断を行う生育診断用 AI の開発を行う。

引用文献

農林水産省, <<https://www.maff.go.jp/>>, 2023 年 3 月 15 日参照。