

# 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 Nancy Kiyoko Okamura

メロンやトマトなどの果菜類の温室栽培では、意識的に水ストレスを作物に与えることがある。この場合、過度の水ストレスは作物を弱め収量の低下を招くので、適度な水ストレスを加えることが重要である。現在は、熟練した栽培者による作物の目視観察によって、作物の水ストレスの度合いを判定し、それに基づいて灌水管理が行われている。本研究は、電磁波を使った作物の水ストレスの非破壊検出に関する基礎的知見を得ることを目的とする。将来的に、熟練者の目視による判断を自動化することを視野に置いている。着目した波長域は、可視域（波長400-700nm）、近赤外域（1100-2500nm）およびマイクロ波域（100-300mm）である。

まず、メロン苗の水ストレス検出への可視域の応用を検討した。可視域を選択した理由は、熟練者は苗の成長点に近い展開葉の葉色の変化から最適な水ストレスに達したか否かを判定しているからである。ここでいう最適な水ストレスとは次の意味である。メロン苗の定植後1週間くらいに、根の成長促進を目的に水ストレスを加える。早めに灌水し水ストレスが不十分であると効果は少ないが、過度な水ストレスは苗を弱める。その限界のところで灌水をする。その時点の水ストレスを最適な水ストレスと呼ぶ。約1週間にわたる水ストレス期間中に早朝から夕刻まで数本の苗の成長点付近の展開葉画像を取得し、熟練者の判定による最適な水ストレスの時点のデータとともに解析し、次の結果を得た。葉色の解析には色度 $g$ が最適であった。色度 $g$ は朝8時から徐々に低下し、一定の値で安定した。熟練者による最適な水ストレス判定時刻は、一定値に達してから約1時間後であった。また、朝8時の色度 $g$ に対する熟練者による最適な水ストレス判定時点の色度 $g$ の比率は朝8時の色度 $g$ の2次関数で近似できた。これらの知見は、機械的な最適水ストレス時点の判定の基礎となるものである。

次に、水ストレスを加えた時のトマト苗の近赤外域電磁波（以下、NIR）の吸収率、純光合成速度および気孔コンダクタンスの経時変化を測定し、NIR吸収率測定による水ストレスおよびこれらの作物生理のパラメーター推定の可能性を調べた。水ストレスを加えた直後には、NIR吸収率は測定波長域全体で上昇したが、その後、水ストレスの増加とともに減少し、1440nmと1940nmにピークを持つスペクトルとなった。両ピーク間の谷の深さは、水ストレスの進行とともに深くなった。横軸に気孔コンダクタンスあるいは純光合成速度を、縦軸に谷の深さをとった図は、谷の深さが両パラメーターと強い相関関係にあることを示した。このことは、谷の深さが水ストレスと作物のこれらの生理パラメーター推定に有効であることを示唆している。しかし、上記の図は植物ごとに異なった。NIR吸収率測定個所（直径3.6mmのスポット）と純光合成速度・気孔コンダクタンス測定個所が同一ではなかったことによる測定個所によるばらつきがその一因であると推察された。

上記の NIR 実験の結果が植物ごとに異なった原因の1つが、NIR 吸収率測定がスポット的であり、植物全体を必ずしも代表していなかった点を考え、植物全体をも含むもっと大きな領域での測定が可能なマイクロ波域電磁波の応用可能性を検討した。マイクロ波送信アンテナと受信アンテナの間に植物を置き、水ストレスを加えたときのパラメーター S21 (出力に対する入力比の対数  $\times 10$ ) を測定した。同時に純光合成速度と気孔コンダクタンスも測定した。結果は波長ごとに異なり、250mm では水ストレス初期には S21 は減少し、その後増加した。この減少から増加への変換点は目視による萎れが観察できた時点と一致した。それに対し、より短い波長 (125mm および 107mm) では、初期には S21 はほとんど変化せず、その後水ストレスの増加にともない減少した。このように、マイクロ波の透過率は波長により異なる挙動を示した。純光合成速度・気孔コンダクタンスと各波長の S21 も複雑な関係となった。

以上要するに、本研究は可視域、近赤外域、マイクロ波域の電磁波による作物の水ストレス、あるいは水ストレスに伴う純光合成速度・気孔コンダクタンスの変化の検出に関する基礎的な実験を行い、それぞれの波長域の応用上の可能性と問題点を明らかにするとともに、今後の実用化への展望をきりひらいたものであり、学術上、応用上貢献することが少なくない。よって審査委員一同は本論文が博士 (農学) の学位論文として価値あるものと認めた。