

氏名（本籍）	伊藤 瑞穂
学位の種類	博 士（ 農学 ）
学位記番号	博 甲 第 10032 号
学位授与年月日	令和 3 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査学術院	理工情報生命学術院
学位論文題目	施設栽培条件下における短期栽培トマトの乾物生産解析に基づく収量および糖度モデルの構築と実証

主査	筑波大学教授	博士（農学）	福田 直也
副査	筑波大学教授	博士（農学）	江面 浩
副査	筑波大学教授	博士（農学）	松倉 千昭
副査	筑波大学准教授	博士（農学）	奈佐原 顕郎

論 文 の 要 旨

審査対象論文は、温室におけるトマトの短期栽培について各種の現場実証試験から得られたデータを基に、果実収量および糖度の変動を説明する数理的モデルを構築することを試みたものである。

本論文第一章で著者は、2014年から2016年にかけて実施したトマト‘桃太郎ヨーク’による6回の栽培試験から得られたデータに基づきトマト植物体群落に関する成長解析を行い、トマトの総乾物生産量と積算受光量との間に有意な正の相関があることを突き止めた。加えて著者は、6回の栽培試験ごとの光利用効率について分析を進めたところ、平均日中CO₂濃度との間に有意な正の相関が存在したことから、積算受光量と平均日中CO₂濃度という二つの因子を用いてトマトの光利用効率を推定するモデルを作成した。さらに著者は、本モデルを適用してトマト周年生産時の光利用効率および総乾物生産量の予測を行った上で、高い精度でトマト植物体群落における乾物生産総量ならびに果実収量を予測することに成功した。ただし著者が構築したモデルについては、CO₂濃度が400 μmol mol⁻¹～ 650 μmol mol⁻¹となる範囲に限定されており、この範囲外ではモデル適用予測精度が低下することも示唆された。こうした精度の低下について著者は、データ取得時の栽培管理精度に関する問題であるととらえており、汎用性の高いモデル構築には、更に精度の高い管理条件下でのデータ収集を積み重ねる必要があるものと考察している。

第二章において著者は、こうした数理的モデルを高糖度トマト生産における収量予測にも適用できることを証明した。当初は、高電気伝導度（EC）培養液による塩ストレスが光合成を抑制することによる同化産物量の減少が予想されていたが、著者が高EC培養液処理による高糖度トマト生産試験を行ったところ、生鮮重量ベースの収穫果実量は減少したものの、植物体の光利用効率や植物体総乾物生産に対する高EC培養液処理による影響はないことが明らかとなった。この結果から、高EC培養液処理条件下でも著者が構築した成長解析モデルを適用した収量予測が可能であると結論づけた。さらに、トマトの果実糖度に関して、果実ごとの開花から収穫までの積算排液ECとの間で最も高く有意な正の相関があることを著者が発見した。その上で著者は、この関係性に基づき目標糖度に要する積算排液ECを設定してトマトを栽培した結果、短期低段栽培および多段栽培のいずれの場合でも、実測糖度と予測糖度の間には有意な正の相関が存在することを突き止めた。これらの結果に基づき著者は、目標積算排液ECに合わせた培養液供給制御により、目標果実糖度を達成する技術的可能性を示すことに成功した。

第三章では、著者が新たに構築した、積算排液ECに基づく果実品質制御モデルを用いた実証試験を、宮城県山元町での生産ハウスにおいて実施した結果が報告されている。この実証試験では、トマト‘桃太郎はるか’ならびに‘桃太郎ヨーク’を供試し、目標糖度をBrixで6 %として、第二章で構築した

「積算排液EC－果実糖度」モデルに従い積算排液ECレベルに応じて培養液の供給制御を行った。その結果、積算排液ECが429 dS m⁻¹に到達した処理区については、収穫した果実の80%以上が目標果実糖度を上回る結果となった。なお、本モデルを適用した果実収量および品質制御については、短期栽培の場合、収穫物の歩留まりという点で大きな問題点はなかったものの、同じ制御を行った多段栽培では、トマト果実の高糖度化は達成したものの尻腐れ果が多発し、商品果率が有意に低下することも判明した。多段栽培での当モデル適用時の尻腐れ症果実増加について著者は、多数の果房が同時に存在している状態の植物体では、根域において高EC条件となった場合、根から上位果房に対する水移動が制限される傾向があり、結果として果実内のカルシウム量が減少したことにより尻腐れ症が多発したものと推察している。

以上の結果から著者は、短期栽培の収量構成要素を調査し、その乾物生産解析を行った結果として、普通トマトおよび高糖度トマトの収量予測モデルを構築することができたと結論した。同時に著者は、排液EC濃度レベルに基づく果実品質制御モデルを構築することにも成功した。これらのモデルについて著者は、本研究の成果を活用した果実収量や果実糖度の予測および制御を近年普及が進んでいる温室内で利用可能な環境観測機器を用いて行うことにより、特にトマトの短期栽培を導入している温室生産現場における果実収量や品質の向上に寄与できると結論づけた。

審 査 の 要 旨

本研究は、我が国独自に発展した温室内での短期栽培による高糖度トマト生産を中心として、栽培時の各種環境因子と果実収量と品質に関する解析を行ったものである。研究の過程において著者は、栽培現場における実証的アプローチを採用し、そのデータに植物生理学的解釈を加えた上で、モデルの構築を行った。その結果として、構築された果実収量および糖度と環境因子にかかる数学的モデルは、トマトの短期栽培を活用している生産現場で、果実収量および糖度の向上に寄与するものとして高く評価することができる。また、高糖度トマト生産の場合、長段栽培と比較して品質の面において短期栽培が有利であることを栽培現場における実証試験を通して証明し、我が国の温室におけるトマト生産に関する技術的方向性を示したことも高く評価できる。

令和3年1月26日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。