氏名	Tri Handayani
学位の種類	博　士（農学）
学位記番号	博　甲　第　９４８４　号
学位授与年月日	令和２年３月２５日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	Potato Plants under Drought, Heat, and Combined Drought-Heat Stress: Morpho-Physiological and Molecular Responses （バレイショにおける乾燥、高温及び乾燥と高温複合ストレス： 形態生理と分子反応の研究）

主査	筑波大学教授	Ph.D.	渡邉和男
副査	筑波大学教授	理学博士	繁森英幸
副査	筑波大学教授	博士（理学）	菊池　彰
副査	筑波大学准教授	博士（理学）	山田小須弥

論　文　の　要　旨

著者は、地球環境変動に関わる作物生産上の重篤な問題としてバレイショにおける乾燥、高温及び乾燥と高温複合ストレスの研究を行った。非生物的ストレスは、作物の成長と発達を妨げることによる作物収量の最も制限的な要因である。乾燥ストレスと高温ストレスは、世界の食料生産を妨げる主要な非生物的ストレスである。乾燥と高温ストレスの程度と地理的分布は、現在の気候変動により厳しくなっている。平均的な地球気温の上昇は、高温ストレス事象の上昇を引き起すが、中緯度および亜熱帯地域の年間平均降水量の減少は、水不足にもつながる。著者は、さらに重要な事項として、乾燥と高温ストレスが自然下にて同時に発生する場合があることを指摘した。バレイショ（*Solanum tuberosum* L.）は、世界で3番目に重要な食用作物である。この作物は、さまざまな立地条件と広域な農業気候帯で世界中で栽培されている。しかし、バレイショは成長と塊茎の生産に特定の生理学的条件を必要とする。したがって、著者は、高温と水不足がバレイショ生産の最も深刻な制約になることを提示した。バレイショに対する乾燥ストレスまたは高温損傷の影響に関する個別な研究が行われてきているが、乾燥と高温の組み合わせによるストレスの影響に関する報告は見られない。非生物的ストレスに敏感な栽培バレイショに加えて、様々な非生物的ストレスに対する耐性を提供する可能性のある在来品種と近縁野生種からなるバレイショの遺伝資源についても報告されていない。　二倍体育種系統と四倍体のバレイショ品種を使用して、著者は、乾燥ストレスと高温ストレスの個々および組み合わせにて、どのように反応するかを研究した。二倍体育種系統には、さまざまな在来種や野生の近縁種の遺伝的背景があることを、著者は着目した。

著者は、PEG（ポリエチレングリコール）による乾燥ストレスと高温ストレス、および両方の組み合わせストレスに対するバレイショの形態学的および生理学的応答について、その現象を解析した。　ストレス無しおよびストレス処理下の成長室環境で、非生物的ストレス関連特性を評価した。著者は、す

べてのジャガイモ系統が乾燥に反応し、植物の高さを減らすことで乾燥へ対処していることを明らかにした。ただし、草丈に対する高温ストレスへの反応は系統間で異なっていた。一部は増加し、他は減少した。一方、すべての系統の葉サイズは、乾燥、高温、および両方の組み合わせストレスの各ストレス条件下で、非ストレス条件よりも小さくなった。バレイショは、クロロフィル含有量を増加させ、相対水分含有量（RWC）を減少させることにより、乾燥ストレスと高温ストレスに反応した。萎凋症状に関連する水分量の減少は、それぞれ乾燥および乾燥と高温の組み合わせストレス下で示されていた。著者は、供試系統のうちラインL1（84.194.30）は、非生物的ストレスに対して比較的耐性があることを見出した。著者は、ストレス制御に対する小さなRWCの変化により、すべての非生物的ストレスに対して、最小レベルの反応を示すことを解析した。

著者は、一部の植物転写因子（TF）および関連遺伝子は、非生物的ストレスによって誘導され、植物の非生物的ストレス耐性の改善に大きな役割を果たすことを見出し、分子生物学的な評価と生理形質反応の関連を検討した。著者は、乾燥、高温、および乾燥と高温の組み合わせストレス下での非生物的ストレス関連遺伝子（*StCEL*、*StTAS14*、*StnsLTP1*、および*StHSP70*）の発現レベルの評価について解析を行った。遺伝子発現レベルの研究はRT-qPCRを使用して行った。試料は、人工栽培室でPEG誘導の乾燥ストレス、高温ストレス、および両方組み合わせたストレスの下で植物体から採取された。結果は、非生物的ストレスが、様々なレベルのバレイショ系統において*StCEL*、*StTAS14*、*StnsLTP1*、および*StHSP70*遺伝子発現を誘導したことを示した。異なる非生物的ストレスの下で、異なるバレイショ系統は、*StCEL*および*StnsLTP1*発現レベルの異なるパターンを示した。

最後に、著者は総括的な議論を行った。一般に、バレイショ系統は、各非生物的ストレスに対して異なる反応を示し、各非生物的ストレスに対する感受性または耐性のレベルが異なることを示したことを、著者は統計解析による検証で確認した。これらにより、供試したバレイショ系統は、バレイショで研究が脆弱な分野の環境ストレス耐性誘導の研究および乾燥や高温ストレス育種で利用できることを示した。

審　査　の　要　旨

著者の一連の研究により、非生物的ストレス関連の特性は、有耐性と感受性のバレイショ系統を適切に区別することができた。このような耐性評価と一般的な傾向の把握には、遺伝的特性の異なる多数の系統が必要であることを、著者は提案した。 *StCEL*、*StTAS14*、*StnsLTP1*、および*StHSP70*の発現レベルは、非感受性ストレスに対するバレイショ系統の異なる感度または耐性と関連している可能性があることを著者は指摘した。著者は、特に干ばつと熱の複合ストレス下で、これらの遺伝子群の役割を探る基盤を見出し、今後のストレス耐性実用研究での展開が期待できることを示した。

著者は、ストレス耐性の遺伝的特性を4x×2x交配にて後代に伝達できることを示唆し、将来の育種研究における遺伝子または形質の利用を提案した。また、二倍体バレイショ系統の利用における課題を指摘し、これらの実用利用の可能性を提案した。これらは、バレイショ分子育種での新規案であり、実務者博士として資することである。

令和２年１月２１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。