

(学位第9号様式)

No. 1

最終試験結果の要旨	
学位申請者 氏名	後藤啓太
審査委員	主査 鹿児島 大学 教授 坂上 潤一
	副査 鹿児島 大学 准教授 神田 英司
	副査 佐 賀 大学 教授 鄭 紹輝
	副査 佐 賀 大学 准教授 藤田 大輔
	副査 鹿児島 大学 准教授 池永 誠
審査協力者	
実施年月日	令和 6 年 1 月 26 日
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。) <span style="float: right;">(口答)・筆答</span>	
<p>主査及び副査は、令和6年1月26日の公開審査会において学位申請者に対して、学位申請論文の内容について説明を求め、関連事項について試問を行った。具体的には別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる回答を得ることができた。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は申請者が博士（農学）の学位を受けるに必要な十分の学力ならびに識見を有すると認めた。</p>	

学位申請者 氏名	後藤啓太
-------------	------

〔質問1〕 VI章の目的にある「湿害の軽減」と「限られた土地の利用効率化」をどこまで達成できたか、また、これからの研究の展望を教えてください。

〔回答1〕 まず、湿害の軽減については、本研究で評価した膨圧センサーなどのセンシング技術を農地に適用することで、作物のストレスレベルを迅速に感知することができます。また、土地利用効率の向上について、留学先のスリウィジャヤ大学で実施された研究として氾濫原を活用した水上野菜栽培があります。さらに、インドネシアでは、庭に設置したプール内で小魚を養殖するシステムが普及されていることから、ある程度遮光が必要な魚養殖と野菜の水上栽培を組み合わせることで土地利用効率を高めることが可能です。我々の研究は、地下水位の高低に対する作物の反応を比較・検討したものであり、これら知見により更なる土地利用効率の向上に寄与できると考えます。今後の展望について、また、研究の推進においては、小規模での実験は現実的ですが、センシング技術の適用はより大きな規模で行わないとその効果を高めにくいため、大規模農地での技術実装について取り組みを加速される必要があると考えます。

〔質問2〕 II章の傾斜圃場の処理開始までの水管理はどのように行いましたか。

〔回答2〕 まず、土壌の乾燥・湛水ストレスを傾斜圃場で評価する場合、傾斜上部の土壌が乾燥する速度を調整しにくいという問題が予期されます。この点を解決するために、砂と山土を混ぜた土壌を用い、毛細管現象によって水が上部に上がらないような工夫を施しました。処理をかける前の水管理として、1週間前に植物を定植し、処理開始までの活着期間は日に2-3度灌水を行い、含水率35%の圃場容水量程度に維持しました。処理開始時から上部のみ灌水を止めることで、処理後2-3日程度で上部の乾燥が顕著となり、下部の湛水条件を再現するストレス環境の実験系を設置することができました。

〔質問3〕 各パラメータの測定は決まった葉を測定しましたか。

〔回答3〕 最上位の展開葉を測定しました。

〔質問4〕 トウガラシで見られた下位葉の落葉は、他の作物種でも一般にみられる適応反応ですか。

〔回答4〕 キャッサバは、同様にストレス下で下位葉を落とす反応を見せます。上位葉は青々と保っているため、本研究と同様に、葉の老化および落葉に伴う上位葉の光合成能力の維持というメカニズムが働いているものと考えられます。

〔質問5〕 各章で複合ストレスを評価していますが、モデル化の過程で、土壌水分・気温・日射の各要因の影響力をどのように重みづけしますか。

〔回答5〕 III章のような湛水と強日射の複合的ストレスの場合、ストレス反応の強弱を評価し、より強く作用した要因を主要因と定めるようにしています。この研究では、湛水条件が主要因として作物の環境適応を示しており、次に強光の酸化ストレスが付加されることにな

ります。また、2要因4水準の実験をすると、それぞれ単要因、湛水と強光の影響度と交互作用の影響度を数値化してモデルを作成しました。

〔質問6〕 VI章で、栄養成長期と着果期の植物はそれぞれ播種後何日目の植物ですか。

〔回答6〕 栄養成長期では播種後36日後、着果期では56日後です。

〔質問7〕 VI章で、着果期のW1処理区でバイオマスが最も高かった要因は何ですか。

〔回答7〕 考えられる要因は2つあります。1つは、不定根が土壌表面で発達しており、根系の酸素獲得に寄与した点です。2点目として、水吸収と蒸散の活性を評価したのですが、それらのパラメータに強い正の相関が認められました。つまり、個体内で水を循環させる機能が相乗的に強化されたのではないかと考えられます。

〔質問8〕 VI章で、着果期のW2でストレスレベルが上がると、果実の乾物割合が増加しましたが、その要因は何ですか。

〔回答8〕 ストレス下で光合成能力が低下すると、貯蔵エネルギーを生存にとって最重要の器官に転流する機能が働くと考えられ、着果期のトウガラシの場合、果実生産の代謝にシフトしたのではないかと考えられます。

〔質問9〕 II章で、7月・8月に行った実験の反応の違いについて、「気温と日射のどちらが強く影響したか」という点を明らかにしないまま、III章で遮光処理に要因を絞って実験を行っています。どの段階で日射要因が強く影響したと判断したのか根拠を説明してください。

〔回答9〕 現在までに気温変化への反応を調べた予備実験を行っています。また、トウガラシは熱帯原産の植物で、高温には比較的強いとされているため、他方の日射の作用メカニズム解明に焦点を当てました。

〔質問10〕 II章の落葉反応から、実験Bの8月におけるトウガラシの土壌水分への適応範囲は、実験A、7月の適応範囲より小さいですが、なぜですか。

〔回答10〕 実験Bでは、期間中の気温が30度以下で、光合成活性適温内を推移しており、ストレス環境には当たらないと考えます。一方、日射エネルギーは1.5MJ程で、良く晴れた夏日の範囲を示しました。土壌水分の適応範囲について、乾燥域・過湿域では、水ストレスが作用し、その上で、大気の水ポテンシャルのストレスが付加されますので、落葉量が実験Bの乾燥域で多くなり、適応範囲が狭まるのは、それら複合ストレスの結果と言えます。

〔質問11〕 III章の乾物分配率について、バイオマスの絶対値に処理区で違いはありましたか。

〔回答11〕 論文中でデータを示していませんが、バイオマスはD+S区(Well-drained soil with shading)で最も高く、W-S区(Waterlogged soil without shading)で最も低くなりました。

〔質問12〕 III章の結果から、実際の栽培環境で湛水条件となった場合、遮光を取り入れる対策が、ストレス回避を促すように思いますが、正しいでしょうか。

〔回答12〕 はい。結果から湛水中に遮光処理を行うと、生育阻害が緩和されると考えられます。

〔質問13〕 土壌酸素濃度が、湛水ストレス下の遮光区で、無遮光よりも下がるのはなぜです

か。

[回答13] まず、この土壌酸素濃度というパラメータは、植物だけの要因ではなく、湛水後に土壌の気相が減退する作用がもっとも大きく反映され、植物の根系や微生物による酸素消費は、比較的小さくなります。そうした影響度の比率の差を考えると、遮光区と無遮光区による酸素濃度の差を示したのもではないと考えられます。

[質問14] 将来の研究について、衛星データから生育評価をどのように行いますか。

[回答14] 先行研究にて、私が評価した膨圧値と衛星データのマルチスペクトル画像の指標との間に有意な相関が認められています。まず、衛星データと膨圧センシング値を用いて生育診断指標のキャリブレーションを行う研究が必要と考えます。衛星を用いたクロロフィルのセンシングのように、適用可能なバンドの選定が重要と考えます。