

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 地子 智浩

本論文は、分光光量子束密度が時間変化する LED 光照射法がコスレタスの純光合成速度、形状および成長速度に及ぼす影響を調べ、完全人工光植物栽培において葉菜類の成長速度を大きくする LED 光照射法策定のための新たな知見を得たものである。

第 1 章の緒言では、完全人工光栽培において光照射法が植物の純光合成速度、形状および成長速度に及ぼす影響に関する既往の研究とその動向について調査、検討し、既往の研究は分光光量子束密度が明期に一定である光照射法に関するものがほとんどであるが、分光光量子束密度が時間変化する光照射法を用いることで植物の成長を一層促進できる可能性が高いことを指摘している。併せて、パルス光（1 分以下の周期で点滅を繰り返す光）が植物の純光合成速度に及ぼす影響、および時間帯によって分光光量子束密度が異なる光照射法が植物の形状および成長速度に及ぼす影響を明らかにすることの重要性を指摘している。

第 2 章では、パルス光がコスレタス葉の純光合成速度に及ぼす影響を調べている。第 1 節では、パルス光下における光合成中間代謝産物蓄積量の時間変化をシミュレートする数理モデルを作成し、パルス光の平均 PPFD、周波数およびデューティ比が純光合成速度に及ぼす影響を定量的に推定している。第 2 節では、コスレタス葉の純光合成速度を実測し、パルス光の平均 PPFD、明期 PPFD、周波数およびデューティ比が純光合成速度に及ぼす影響およびそれらの相互作用をすべての組合せについて明らかにしている。さらに、得られた結果を第 1 節で作成したモデルを用いて解析している。第 2 章の結果は、これまで断片的に調査されてきた、パルス光が純光合成速度に及ぼす影響を網羅的に調べ、さらに測定結果に対して植物生理学に基づいた説明を与えたものである。さらに得られた結果から、純光合成速度を高めることを目的として完全人工光植物栽培にパルス光を用いても期待した効果が得られないこと、電気回路におけるエネルギーロスの低減を目的としてパルス光を完全人工光植物栽培に用いる際には周波数を 100 Hz 以上とすることで純光合成速度の低下を抑制できることなどを示している。

第 3 章では、青および赤色光を組み合わせた種々の LED 光照射法による栽培がコスレタスの形状および成長速度に及ぼす影響を調べている。第 1 節では青および赤色光単独照射時間帯の有無がコスレタスの形状および成長速度に及ぼす影響を調べている。青色光単独照射時間が 1 日の中である程度以上存在することで葉の伸長が促進されることを示し、これがフィトクロム反応の作用であると考察している。さらに、青色光単独照射による葉

の伸長促進効果は、弱光条件では過度な伸長が株の倒伏につながり結果的に成長抑制として現れるのに対して、強光条件では単調に成長を促進することを示している。強光条件での青色光単独照射による成長促進の要因を、葉が伸長することによる葉面積拡大の結果として受光量が増大したことにあると考察している。第 2 節では、青色光単独照射時間および青色光照射時間の長さがコスレタスの形状および成長速度に及ぼす影響を調べている。青色光単独照射時間が長いほど葉の伸長が促進されることを示し、青色光単独照射時間の長さを調節することで葉の伸長の程度をコントロールできることを示唆している。また、赤色光照射に青色光を添加する場合には、青色光照射時間が長いほど成長が促進されることを示し、その要因は青色光受容体反応の作用で葉の平坦化が促進され受光量増大につながったことにあると考察している。第 3 節では、青・赤色光交互照射の周期がコスレタスの形状および成長に及ぼす影響を調べている。青・赤色光交互照射の周期が長いほど葉の伸長が促進される傾向があることを示している。さらに、分光光量子束密度が時間変化する環境下のフィトクロムの状態変化を推定する手法を提案し、青・赤色光交互照射の周期が形状に影響を及ぼす要因がフィトクロム反応の作用によるものであると考察している。さらに、24 時間以外の周期の青・赤色光交互照射は成長を抑制する可能性をも示唆している。

最後の第 4 章では、結語として、本研究の結果を総括するとともに、今後の研究課題に言及している。

以上、本論文は、分光光量子束密度の時間変化パターンがコスレタスの純光合成速度、形状および成長速度に及ぼす影響を調べ、それらの影響を植物生理学に基づいて解析するとともに、LED を用いた完全人工光植物栽培における LED 光照射法策定に寄与する新たな知見を得たものである。これらの研究成果は、学術上、応用上寄与するところが少なくない。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。