

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2年 6月 9日現在

機関番号：14301
研究種目：奨励研究
研究期間：2019
課題番号：19H00304
研究課題名：波長選択的な遮光資材を利用した植物体自冷却システムの開発

研究代表者
榊原 俊雄 (sakakibara toshio)
京都大学・農学研究科附属農場・技術専門員

交付決定額（研究期間全体）（直接経費）：500,000 円

研究成果の概要：花卉の施設栽培で夏期に生じる高温障害を防止するため、植物の気孔が青色光に反応し開口する機作に注目し、蒸散作用による葉面温度の低下の可能性を波長選択的な遮光資材を使って検討した。一般の遮光資材を使った対照区、カラーセロファンを使った赤色光区、青色光区、緑色光区でストレプトカーパスを栽培した。2019年7月18日から9月11日に葉面温度、蒸散速度などを計測した。

その結果、ストレプトカーパスにおける夏期高温時の栽培環境下で青色光による蒸散作用の促進により葉温を下げる効果は得られなかった。しかし、赤色光区では生育促進が見られ、赤色遮光資材の利用により生育を向上させられる可能性が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義：光質の制御が作物の生育に与える影響については種々の研究例があるが、セントポーリアなどの陰性植物における知見は非常に少ない。日陰を好む植物種に特有の光質応答反応が存在する可能性もあり、この点を検証することは学術的にも意義深く、遮光栽培における生育促進や品質向上に資する新たな技術の開発に繋がる可能性もある。

研究分野：農学

キーワード：高温障害 蒸散 青色光

1. 研究の目的：京都大学農学研究科附属農場 花卉温室班では種々の花卉品目を栽培している。2018年、夏の猛暑のため多くの品目で高温障害が発生した。特にセントポーリア、ストレプトカーパス、アンズリウムなどの陰性植物種の被害が顕著であった。これらの品目は遮光資材で遮光した温室内で栽培しているが、遮光や細霧冷房のみでは植物体の温度上昇が抑えきれなかったことが主要因として考えられた。このような陰性植物の温室栽培において、今後も続くであろう地球温暖化や異常気象に対応していくためには、効果的に植物体の温度を下げる技術の開発が急務であると実感した。ここで植物の気孔が青色光に反応し開口する機作に注目し、気孔開度を増大させて蒸散作用を促せば、植物体の葉面温度を低下させる可能性が考えられる。施設栽培では十分な水を与えるため、気孔開度を増大させても水ストレスは問題とはならない。陰性植物の栽培では遮光資材の利用は必須である。この遮光資材を工夫して透過光中の青色光の割合を高めれば、冷房コストをかけずに植物体の冷却ができるのではないかと考えた。そこで、本研究では光質を制御した遮光資材が植物体の葉温に与える影響を調査した。

2. 研究成果

（材料および方法）京都大学農学研究科附属農場の栽培温室（間口8m×奥行12m×軒高5m・硬質フッ素フィルム）にある9m（長さ）×1.4m（幅）×0.7m（高さ）のベンチの上に、パイプで組んだフレームを1区画が幅1.4m×奥行1.8m×高さ0.6mになるように4区画を配置した。対照区のクールホワイト（ダイオ化成社）遮光率75~80%2枚重ねを基準に赤色、青色、緑色の各波長の割合が高くなり、光量子束密度が対照区と同程度になるようにスペクトルメータ（LA-105 日本医科器械製作所）で測り調整した（表1、図1）。青色光区は青色カラーセロファン（オキナ社）1枚重ね、赤色光区は赤色カラーセロファン（オキナ社）2枚重ね、緑色光区は緑色カラーセロファン（オキナ社）1枚重ねで各区画の枠に張り、この下でストレプトカーパスを栽培した。ストレプトカーパスは2018年7月17日に葉挿しして育成した苗を2019年6月29日に10.5cmポリポットに植え替えし、各処理区8株を同年7月18日から9月11

日にかけて栽培した。この間、植物体の生育量、葉面温度および蒸散速度を調査した。生育量は葉身長を合計した量を栽培開始時、4週間後、8週間後に調査した。葉温は赤外線放射温度計(AD-5614 A&D社)で伸長の止まった葉の中央部を各株3枚の葉温を1週間ごとに計測した。蒸散速度はスーパーポロメーター(LI1600)を用いて伸長の止まった葉の中央部分の蒸散速度、拡散抵抗、葉温を各処理区の3株を栽培開始後2週間、4週間、8週間で計測した。また、葉温と蒸散速度等の計測時の条件として高温時の状態とし、快晴日の13~14時頃としたため、計測日が数日ずれている場合がある。

表1. 太陽直達光および各処理区の遮光資材下の照度および光合成光量子束密度
2019年6月25日快晴13時30分頃の計測。

		太陽直達光	対照区	青色光区	赤色光区	緑色光区
照度 (lx)		106,364	28,082	23,718	11,163	41,211
	PPFD 400-700 nm	1,902	496	512	444	535
	PFD 380-780 nm	2,458	650	642	772	712
	PFD-UV 380-400 nm	42	3	11	8	7
光合成光量子束密度 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	PFD-B 400-500 nm	515	121	314	41	131
	PFD-G 500-600 nm	676	178	164	29	299
	PFD-R 600-700 nm	711	197	34	374	105
	PFD-FR 380-780 nm	514	152	119	320	169

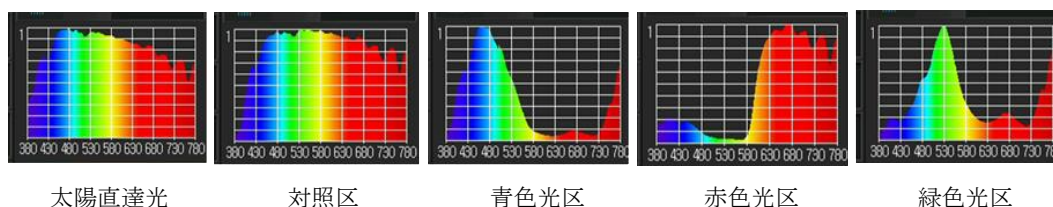


図1. 表1の各処理区の波長域の光合成光量子密度

(結果) 生育量として一株当たりの平均総葉身長は、調査開始時を1とした場合、青色光区で1.35、対照区で1.49、緑色光区で1.58、赤色光区で1.61の生育量であった。赤外線放射温度計で計測した葉温は、青色光区で高く対照区で低い推移を示した(図2)。青色光区と対照区の葉温には約1~2度の差がみられ、処理区間で有意差がみられた。蒸散速度と拡散抵抗は各処理区で負の相関がみられた(図3)。蒸散速度と葉温は、調査日で違う傾向がみられ、蒸散速度が約15 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 以下の領域で蒸散速度の上昇に伴う温度上昇の傾向、蒸散速度が約15 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 以上の領域で蒸散速度の上昇に伴う温度低下の傾向がみられた(図4)。

表2. 各処理区の1株当たりの平均生育量(cm)及び生育比率

処理区	平均生育量(cm)/1株			生育比率		
	7月20日	8月14日	9月11日	前半4週間	後半4週間	8週間
対照区	132.0	151.2	195.4	1.15	1.29	1.49
青色光区	117.3	128.0	158.1	1.10	1.22	1.35
赤色光区	129.8	158.2	207.8	1.22	1.31	1.61
緑色光区	132.5	155.6	210.3	1.19	1.33	1.58

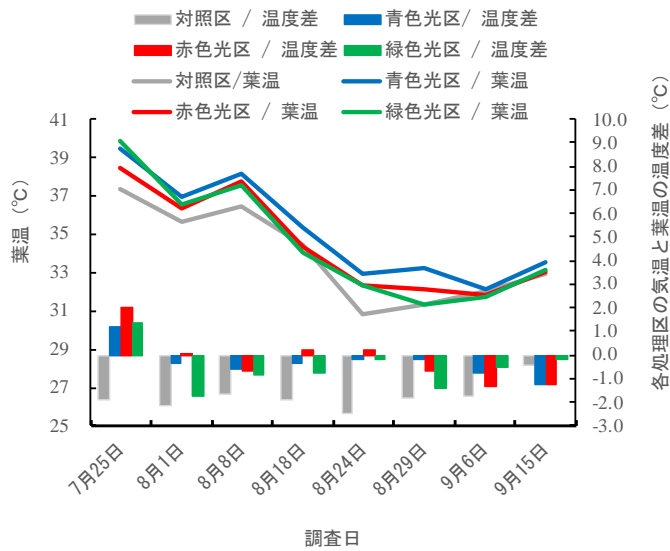


図2. 各処理区の平均葉温の推移と各処理区の気温と葉温との温度差の推移

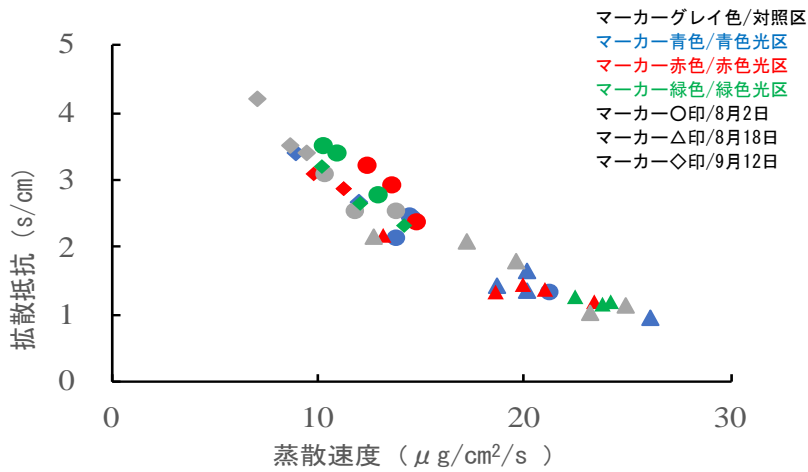


図3. 各処理区の蒸散速度と拡散抵抗

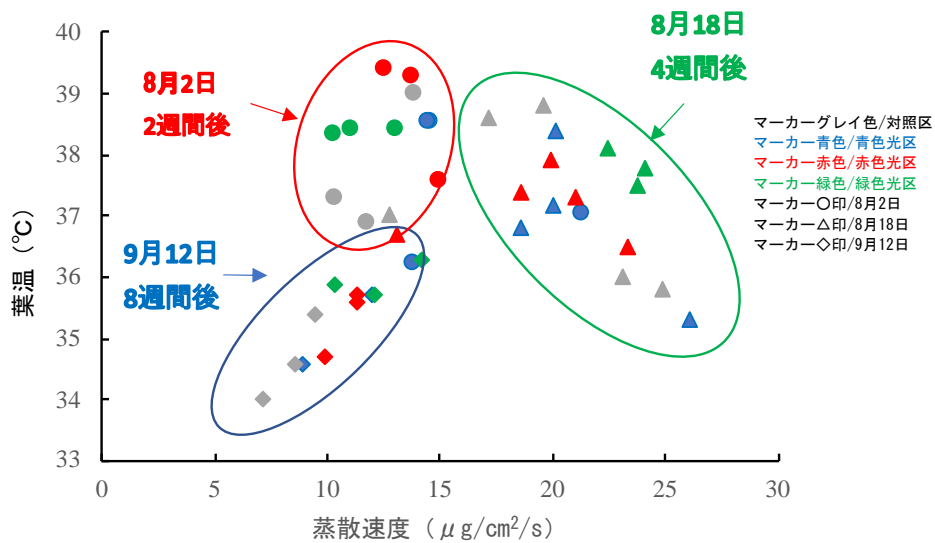


図4. 各処理区の蒸散速度と葉温

以上の結果から、ストレプトカーパスにおける夏期高温時の栽培環境下での光質の違いが蒸散作用に及ぼす影響はなく、青色光による蒸散作用の促進により葉温を下げる効果は得られなかった。しかし、赤色光区では生育促進が見られ、赤色遮光資材の利用により生育を向上させられる可能性が得られた。また、蒸散作用の高まりに応じて気化熱による葉温降下が高まると思われていたが、蒸散速度のある値の前後で葉温に与える影響が異なる可能性があることが明らかとなった。

3. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 0 件）

〔学会発表〕（計 0 件）

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年：

国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

4. 研究組織

京都大学大学院農学研究科附属農場

研究協力者

研究協力者氏名：鍋島 朋之（現・山形大学）、間合 絵里、元木 航

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。