

LED における豆苗の生育と光合成色素の変化について

武富心雪 阪東歩華 宮本和果

【概要】

植物の成長と栄養成分は発育時に照射する LED の色により変化する。この効果は植物の水耕栽培に効果的だと注目され、現在、研究が進められている。私たちは栄養が豊富であり、栽培が簡単な豆苗の生育に有効な LED を発見することで、人々の健康や植物工場での豆苗の水耕栽培に役立つのではないかと考えた。

豆苗を赤 LED、青 LED、白色光の下で栽培し、成長や発芽率、光合成色素の違いを調べた。赤 LED では根の成長、発芽率、光合成色素の合成において青 LED よりも優れた結果が得られた。また、赤 LED と白色光を比較すると、光度は赤 LED が白色光より低いものの、光合成色素は同程度合成されており、成長や発芽率は赤 LED の方が優れていた。よって赤 LED が豆苗にとって一番適した光環境だということが示唆された。

Plant's growth and nutrients change depending on LED colors. Now this effect is expected to be effective to hydroponics and studied energetically. Also, green pea sprouts are nutritious and easy to grow. Therefore, finding the effective LED for green pea sprouts leads to people's health and stable hydroponics of green pea sprouts in plant factory. Therefore, we grew green pea sprouts under red LED, blue LED and white lights and compared differences of growth, germination rate and photosynthetic pigments. As a results, green pea sprouts of red LED were bigger and had a little more photosynthetic pigments than white lights ones. Blue LED ones had a little more photosynthetic pigments than white light ones, but blue effect was not as good as red ones. Also, germination rate of red LED was the best of three. Therefore, red LED is the most effective for green pea sprouts.

【研究動機と目的】

先行研究から、植物は LED の環境によって成長や栄養成分が変化することが分かっている。しかし、豆苗の成長や栄養成分に効果的な LED 環境は判明していない。そこで、豆苗に有効な LED 環境を見つけ人々の健康や植物工場での効率的な豆苗の栽培に貢献できると考えた。本研究では光合成色素が増加することで、栄養成分が増加すると考え光合成色素の変化を見ることにした。

【実験材料・器具】

- ・豆苗の種子（1Week SPROUT アタリヤ農園）
- ・スプラウト栽培用容器
- ・LED ライト（リモコンで変色可能）

- ・恒温槽
- ・エタノール
- ・分光光度計
- ・石英セル
- ・イーゼースペクトロメーターあげ波長

【実験 1】

恒温槽に LED ライトを設置した。予備実験で採用した生育条件で 1 週間、LED（赤、青）、白色光を当てそれぞれ育てた。育てた豆苗を容器ごとに総重量を量り、平均に近い二つの容器を選択し、それらの容器の発芽率、根の長さ（平均）、根の重さ（合計）茎から葉の長さ（平均）、茎から葉の重さ（合計）を測り、比較した。

【実験1の結果】

(図1)(図2)(図3)はそれぞれの光環境で育てた容器ごとの総重量をグラフに表したものである。縦軸は質量、横軸は容器の種類を表している。赤LEDの総重量の平均は37.7g、青のLEDが32.7g、白色光が24.7gであった。また、成長比較をすると赤のLEDで生育した場合、白色光と比較して、根・茎共に赤色LEDの方がより成長しており、青LEDと比較しても、根の重さに関して赤LEDが大きく、より成長していると考えられる。さらに、発芽率について赤もしくは青LEDで育てた豆苗の方が白色光よりも発芽率が高い。(図5)では赤と青のLEDによる発芽率の差が分かりにくい、(図6)のように箱ひげ図にすると赤のLEDの方が発芽率は高くなっていると分かる。よって、豆苗の生育には赤のLEDが適していると考えられる。

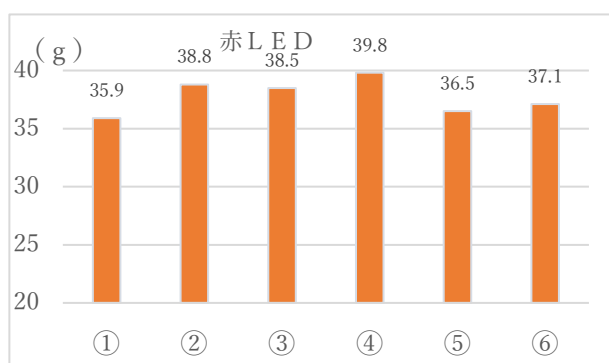


図1 赤LEDで生育した容器ごとの豆苗の総重量

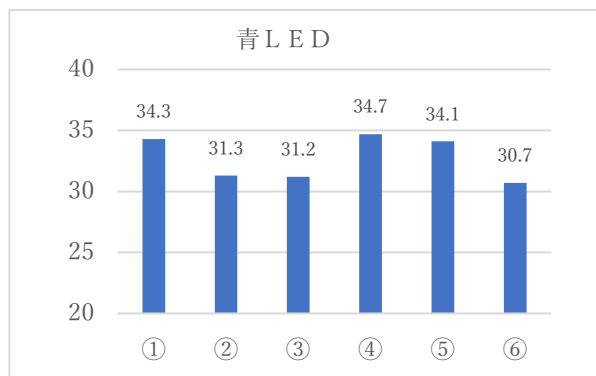


図2 青LEDで生育した容器ごとの豆苗の総重量

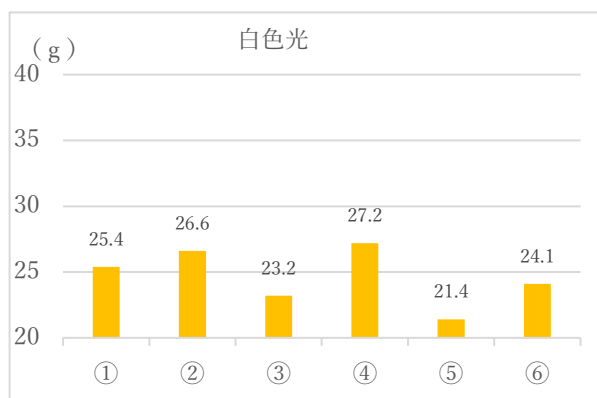


図3 白色光で生育した容器ごとの豆苗の総重量

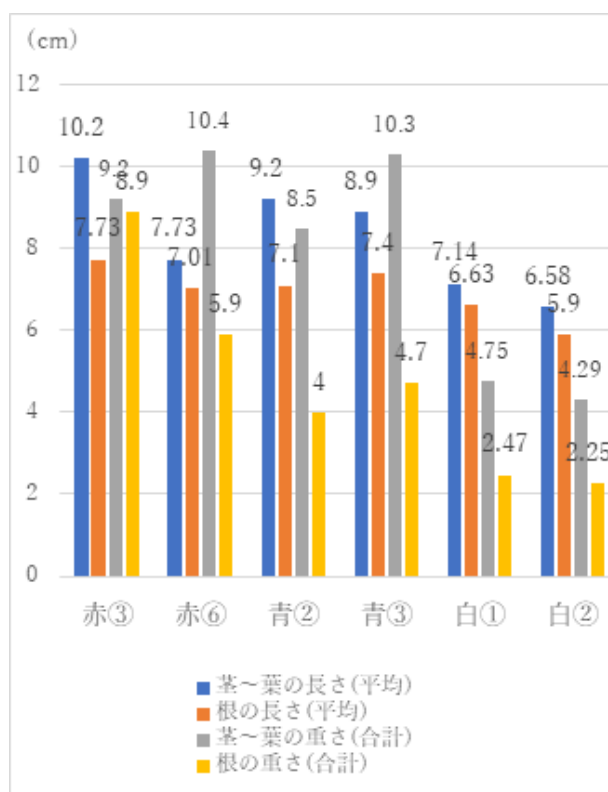


図4 成長比較

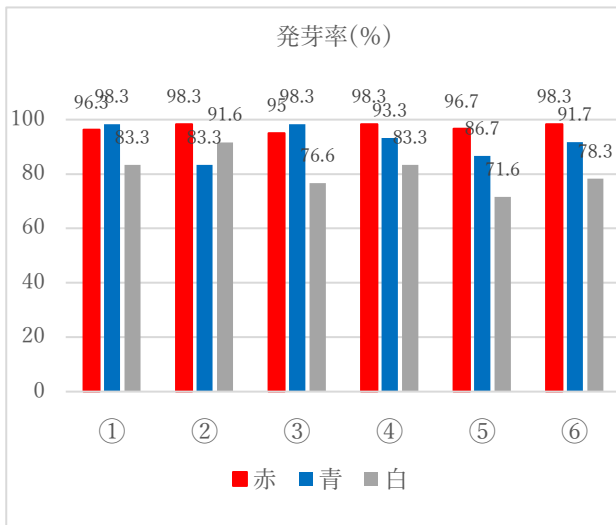


図5 発芽率比較

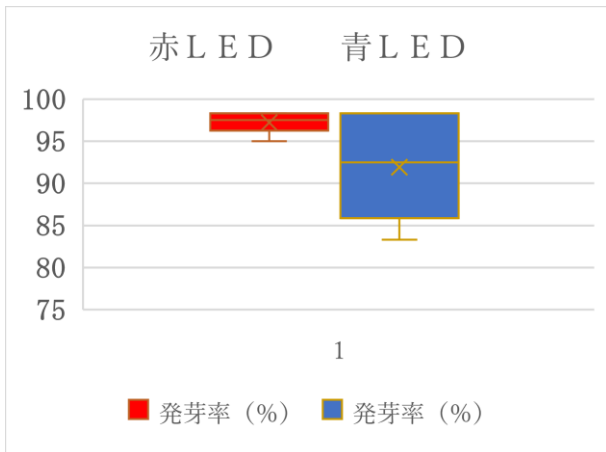


図6 発芽率比較 (箱ひげ図)

【実験2】

それぞれの光条件で生育した豆苗の葉に存在する光合成色素をエタノールで抽出し、分光光度計で測定した。

【実験2の結果】

結果を(図7)(図8)(図9)に示す。縦軸は吸光度、横軸は波長を表している。青LED光で生育したもの(図9)は、白色光で生育したもの(図7)や赤LED光で生育したもの(図8)と比較すると、吸光度が低く、光合成色素量は全体的に少ないと分かる。次に白色光で生育したもの(図7)と赤LED光で生育したもの(図8)をそれぞれの波形のピークに着目して比較すると、2つのピークはほぼ同値となった。赤LED光と白色光で生育

した場合、どちらもβカロテンやクロロフィルなどの光合成色素量は同程度である考えられる。

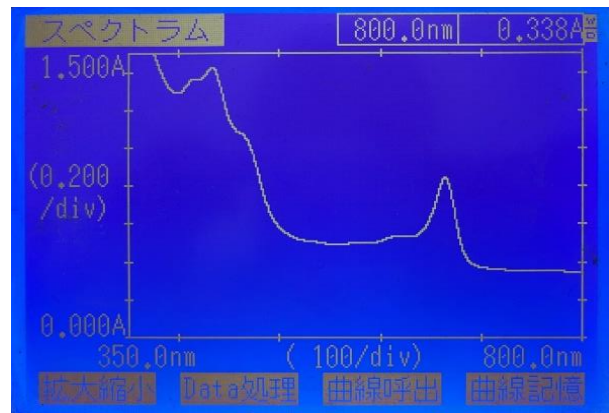


図7 白色光で生育したものの吸光度

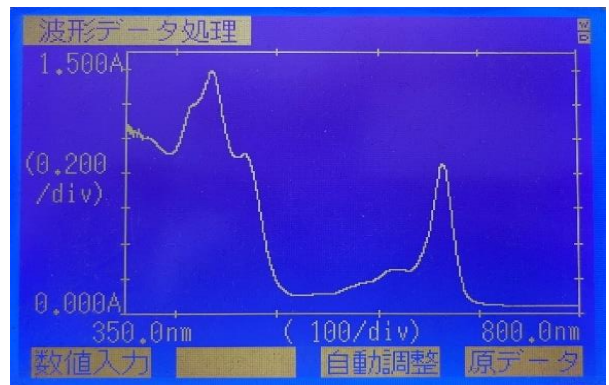


図8 赤LED光で生育したものの吸光度

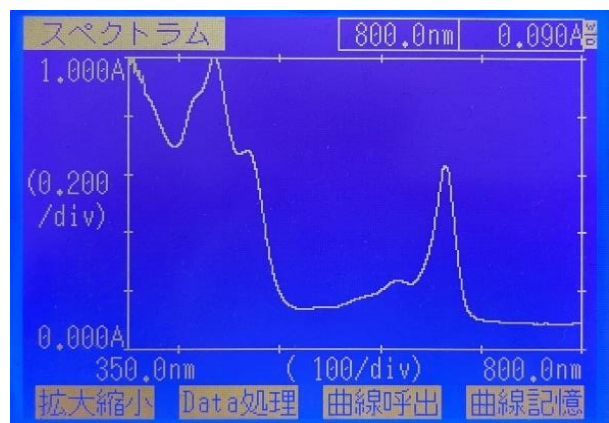


図9 青LED光で生育したものの吸光度

【実験3】

実験で使用した青LED光、赤LED光、白色光をイーゼースペクトロメーターあげ波長で波長と光度を測定した

【実験3の結果】

結果を、(図10)(図11)(図12)に示す。縦軸は光度、横軸は波長を示している。(図10)(図11)を比較すると、赤LED光の方が青LED光よりも光度は低い。赤LED光と白色光に含まれる赤色光を比較すると(図11)(図12)、光度は白色光に含まれる赤色光の方が高く、波長は赤LED光がやや長かった(600nm~650nm)。

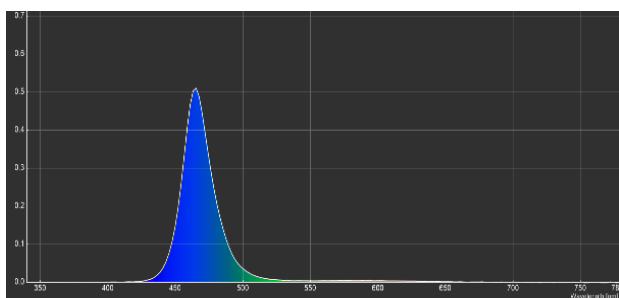


図10 実験で使用した青LED光

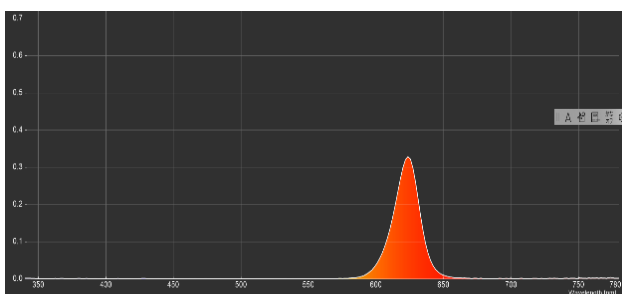


図11 実験で使用した赤LED光

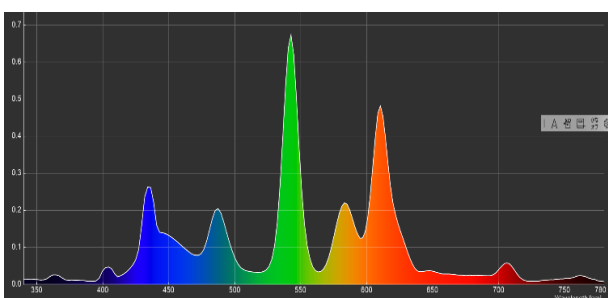


図12 実験で使用した白色光

【考察】

赤LED光の方が青LED光よりも光度は低い。しかし、赤LED光と青LED光で生育したものの結果を比較すると、赤LED光で生育したものの方が発芽率が高く、成長も良く、光合成色素も豊富に含ま

れていた。よって豆苗により有効LED光は青LED光ではなく、赤LED光であることが示唆された。白色光における赤色光と赤LED光を比較すると、赤LED光が白色光における赤色光よりも光度が低い。また、波長のピークは白色光に含まれる赤色光では約580nmと約615nm付近に2つのピークがあるが、赤LED光はピークが約625nm付近である。赤色LED光は白色光より、赤色光の光度が低いにもかかわらず、発芽率、成長ともに白色光より高い値であり、光合成色素は同程度合成されていた。このことから、豆苗の生長や発芽により有効な光は625nm付近の光であることが示唆された。しかし、白色光においては、赤色光以外の光が阻害している可能性もある。様々な波長の光を組み合わせ、生育させ、比較実験を行うことで、波長の違いやその組み合わせによって、合成される光合成色素や成長などの変化について調べられると考える。

【まとめ】

今回の実験では、発芽率や成長では赤LED光(625nm付近)が有効であった。しかし、光合成色素量では白色光と差が見られなかった。しかし、植物に当てる光を点滅させたり、一定時間消したりすることで植物の光合成色素が増加したという例がある。よって、豆苗に当てる赤LEDの強さ、時間、点滅などの条件を工夫していくことで、より人々の健康や植物工場での効率的な豆苗栽培につながると考える。

【参考文献】

松山南高校 理数科 上笹ら

トウモロコシに含まれるβカロテンの定量方法の確立

東海大学基盤工学部 石井ら

異なる波長分布特性を持つ各種LED光源下で栽培したリーフレタス品種群の生育応答反応に関する研究