162 植物生育光放射環境における遠赤色光 (FR) の効果と評価

村上克介 洞口公俊* 大久保和明* 相賀一郎
(大阪府立大学農学部 *松下電器産業(株)照明研究所)

1. はじめに

近年、植物工場やアトリウムなど人工光源下で植物を生育させる機会が増加している。人工光源下では分光分布を制御することにより植物の光形態形成を変化させ、自然光下とは異なった形態の植物を生産できる可能性がある。

一方、蛍光ランプの発光効率の向上や、高ワットでコンパクトなランプの開発が進み、植物生育に十分な光合成有効放射光量子束密度 (PPFD) を設定し、かつ、植物の伸長成長に効果があるとされる遠赤色光 (FR) を付加した人工光環境を達成することができる。本研究では、FRによりヒマワリの光形態形成を変化させる実験を行い、FRの光形態形成への影響の評価法として、茎伸長速度と各波長帯の光量子束密度比率、(イ) $660 \pm 5 \text{ nm} / 730 \pm 5 \text{ nm}$, (ロ) $660 \pm 50 \text{ nm} / 730 \pm 50 \text{ nm}$, (ハ) $600-700 \text{ nm} / 700-800 \text{ nm}$, (ニ) $400-700 \text{ nm} / 700-800 \text{ nm}$ 、の関係について考察した。

2. 実験処理区

蛍光ランプ20W形および55W形を任意に混在させて13本まで点灯できる照明ユニットを製作し、グロースチャンバー内に設置した。

3波長域発光形蛍光ランプ (55W) (松下電器産業(株)製FPL55SSEX-N/5000K) を主光源として4本装着し、主光源のみの処理区 (A)、付加光源としてFR蛍光ランプ (試作品FL-20) を1本 (B)、3本 (C)、5本 (D)、7本 (E) および9本 (F) 付加した処理区、を設定した。FR蛍光ランプを設置しないランプ装着場所には、20Wの蛍光ランプを黒色画用紙で覆い、さらにFR蛍光ランプと同色の赤色チューブをかけたランプを装着し、処理区間の温度均一性が確保されるように配慮した。

各処理区のPPFDを、ライトメーター (Li-cor社, LI-185) に光量子センサー (同, LI-190S) を取り付けて測定し、実験初期の植物体の位置で $200 \mu \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ とした。さらに、各処理区の350nmから800nmの、相対的光量子束密度の波長分布をマルチチャンネル分光測定システム (測光部: 大塚電子MCPD-100、解析部: 松下電器産業Panacom M353) を用いて測定し、(イ) (ロ) (ハ) (ニ) の比率を算出した。

以上により設定した処理区の内A, B, D, Fの処理区でヒマワリ幼植物を栽培する実験を行った。

3. 結果および考察

各処理区のFRの付加により、ヒマワリ幼植物の生体重、乾物重、葉面積、茎長が増加した。茎の伸長に対して特に顕著な効果が観察された。

図1に、FR蛍光ランプの付加と、(イ) (ロ) (ハ) (ニ) の各比率の変化の関係を示す。(イ) の比率はFR蛍光ランプがない場合には14.76であったが、1本付加により

Effects and estimations of additional far-red irradiation on plant growth, Katsusuke Murakami, Kimitoshi Horaguchi, Kazuaki Ohkubo and Ichiro Aiga

0.82となり、9本の付加の場合の0.17に至るまで、段階的に減少した。(ロ)は、4.69から1本付加により2.06へ、9本付加では0.64となり、(ハ)は6.78、2.48、0.63へ、(ニ)は21.62、7.81、1.87へと減少した。1本から9本までの間では(イ) - (ニ)の相対的な強度は変化がなく、それぞれ同様の傾向で変化した。

図1の右側の軸には、ヒマワリの3-8日目の茎長伸長量(cm)の逆数をk倍(k=10)した数値を示した。この線の傾向及び傾きは、比率(ロ)、または比率(ハ)と非常に似た傾向を示した。3-6日目、また6-8日目の伸長量の傾向及び傾きも同様であり、kを変化させることにより(ロ)、(ハ)とよく一致する。比率(イ)、(ニ)はFR蛍光ランプ1-9本の範囲では傾向及び傾きが茎の伸長量と類似したが、(ロ)または(ハ)の方がより評価法としては適切であろう。

したがって、遠赤色光の付加による茎の伸長の変化は、(ロ)の評価法を用いた場合、以下の式により簡便に予測できると考えられる。

$$\Delta L(\text{asked}) = \frac{(\text{PFD } 660 \pm 50 / \text{PFD } 730 \pm 50)_{\text{control}}}{(\text{PFD } 660 \pm 50 / \text{PFD } 730 \pm 50)_{\text{asked}}} \times \Delta L(\text{control})$$

但し $\Delta L(\text{asked})$: 求める処理区の茎の伸長速度

$\Delta L(\text{control})$: 既知の処理区の茎の伸長速度

PFD: 付した数字で示す波長帯の光量子束密度

これまでの研究では、上に示したイ、ロ、ハ、ニの比率が、様々に用いられて来ていたが、今回ヒマワリの茎の伸長に関してのFRの評価を行う場合に、(ロ)または(ハ)がより適切であるということが推定できた。今後、PPFDを変化させた場合、また、各種の植物についてもこの評価法が適用できるかどうかの検討を行う必要がある。

図1 遠赤色蛍光ランプの付加による各波長帯の比率の変化と、茎の伸長の逆数のk倍(k=10)の変化