

日長と光強度がリーフレタスの生長に与える影響

Effect of Photoperiod and Light Intensity on the Growth and Development of Leaf Lettuce

Keywords: plant factory, photoperiod, light intensity

農業システム工学分野 定井 静香

1. はじめに

植物工場とは光、温度、湿度などの生育環境を制御した施設において、植物を周年・計画的に生産するシステムである。人工光型植物工場では安全な作物を効率的に栽培できるが、光源や空調のランニングコストが高いという短所もある。光条件は葉菜類の生育速度や品質に大きな影響を与えるため、ランニングコストを最小にし、高品質な野菜を高速で生産するべく、最適な光条件を解明する必要がある。

サラダナは積算光量が大きいほど生体重・乾物重共に大きくなるが、光強度の増加に対する生長速度の増加は 24 時間連続光下では低下する¹⁾。また生長量が大きくなる環境条件下ほど、Ca²⁺の欠乏による生理障害であるチップバーンのリスクも増加するが、不明な点も多い²⁾³⁾。

本研究では消費電力の少ない LED 光源を用いて、異なる強さの光強度と異なる長さの日長を組み合わせ、リーフレタスの生長量の差から効率的に栽培できる光環境を求める。また品種ごとの最適な光条件を解明することを目的とする。

2. 実験方法

人工光型コンテナ式植物工場（エスペック株式会社, TAF-24KS）にて RGB ライン LED（株式会社シバサキ, NE02-000089(01)）を用い、リーフレタスの養液栽培を行った。供試植物としてグリーンウェーブ（タキイ）とレッドファイヤー（タキイ）を用いた。ウレタンスポンジに播種し PPFD100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ の白色 LED で 7 日間育苗した後、栽培パネルに移植した。実験区は異なる 4 種の日長と異なる 4 種の光強度をそれぞれ組み合わせた全 16 パターンとし、10 株/1 実験区で、日長 12・16 h と 20・24 h の 8 実験区ごとに実験を行った。環境条件を表 1 に示す。1 週間に 2 度カップつき生体重の測定を行った。またチップバーンや徒長の有無も観察し、チップバーンが発生した株数を記録した。

移植後 21 日目に収穫し、カップつき生体重、地上部生体重、葉枚数、莖長を測定した。103 °C、

24 時間の条件で乾燥させた後、地上部乾物重を測定した。測定した各値は ANOVA で解析した。

表 1 環境条件

環境要因	設定値
日長[h]	12, 16, 20, 24
光強度[$\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$]	150, 200, 250, 300
光質	R:G:B=8:1:1
気温	15 °C
養液肥料	1 号, 2 号, 5 号
養液 pH	6.0 \pm 0.5
養液 EC [dS/m]	1.2 \pm 0.1

3. 結果および考察

3.1 グリーンウェーブ

図 1 に地上部生体重を、図 2 の棒グラフに地上部乾物重、折れ線グラフに乾物率を示す。地上部生体重、地上部乾物重ともに日長と光強度が大きくなるにつれて有意に増加した。

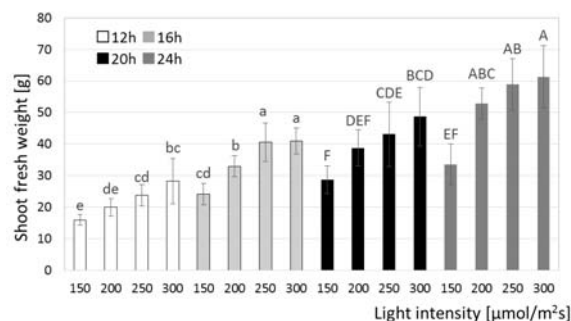


図 1 グリーンウェーブの地上部生体重

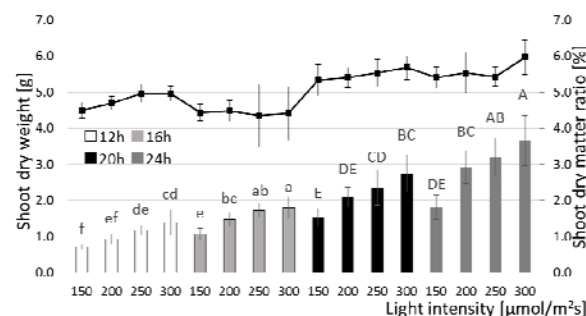


図 2 グリーンウェーブの地上部乾物重及び乾物率

葉枚数と莖長も日長と光強度の増加に伴い増加傾向にあるが、光強度 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 以上のと

き有意差はほぼなかった。また日長 24 h では 250 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ よりも 300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ で小さな値となった。これらは光強度が一定値を超えて増加しても葉枚数に対する効果は得られないことを示唆している。収穫時はすべての実験区でチップバーンが見られた。積算光量が大きい実験区ほど発生数は多く、重度の株では、頂端分裂組織周辺の小さな葉が壊死しているものが見られた。葉枚数は葉の全長が 3 cm 以上のものを 1 枚として数えたため、チップバーンにより、葉枚数の増加が阻害されたと思われる。茎長に徒長傾向はなく、全実験区で生長に必要な最低限の光量は満たしていると考えられる。乾物率は全体では一貫した変化は見られなかった(図 2)。積算光量が同じとなる実験区を比べた場合、地上部生体重・乾物重ともに日長が長く光強度が小さい方で大きい値となった。これは単位時間あたりに植物が吸収できる光量が限られているため、同じ積算光量でも弱い光強度で長時間の明期の条件で効果的に光を吸収し生長に利用できるからだと考えられる。

3.2 レッドファイヤー

図 3 に地上部生体重を、図 4 の棒グラフに地上部乾物重、折れ線グラフに乾物率を示す。グリーンウェーブに比べ生長速度が遅く、収穫時の地上部生体重はグリーンウェーブの 40 %程度であったため、差は小さかったが、地上部生体重、地上部乾物重ともに日長と光強度の増加に従い増加した。日長 24 h のとき 250 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ よりも 300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ で小さな値となり、これは光量の許容限界を示唆している。葉枚数には一貫した有意な変化は見られなかったが、24 h、200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 以上の実験区ではグリーンウェーブ同様チップバーンの影響が見られた。

日長が 12・16 h の実験区ではチップバーンの発生が少なく、発生していてもその程度は軽度であった。栽培期間を延長し、一般的に市場に流通する程度の大きさに生長させるとチップバーンが発生する可能性がある。チップバーンは気温・湿度・送風の調整により軽減が可能である³⁾が、本実験では実験施設の制約により調整不可であった。これらの環境条件次第では、現行の光条件でもチップバーンのないレタスの栽培は可能であると思われる。いずれの実験区でも徒長傾向は見られず、乾物率に一貫した変化はなかった。またグリーンウェーブ同様、積算光量が同じ場合、日長が長い方で生長量が大きく、光強度の増加よりも日長の増加に効果があることが示された。

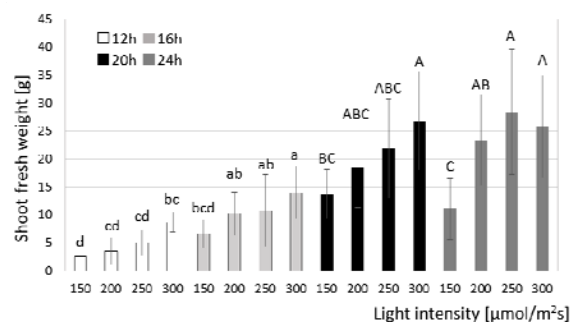


図 3 レッドファイヤーの地上部生体重

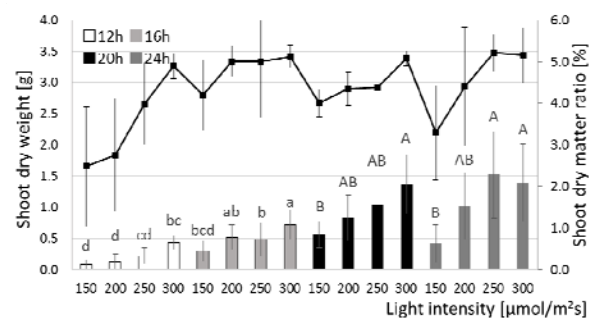


図 4 レッドファイヤーの地上部乾物重及び乾物率

4. 結論

日長と光強度の増加に伴い、生長量は増加したが、積算光量が同じ場合は日長が長く光強度が弱いほうが効果的であった。チップバーンが発生した株が 50 %以下かつ生長量が最大となった条件は、グリーンウェーブ、レッドファイヤーともに日長 20 h、光強度 250 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ の組み合わせであった。積算光量が増加するとチップバーンのリスクも増加するが、これは軽減可能である。今後は市場に適したレタスの栽培条件を整えた上で、生長速度増進とコスト削減への効果について検証する必要がある。積算光量を一定とし、日長の違いによる効果を調べることで、最適な光環境を求めることが期待される。

参考文献

- 1) Ikeda, A., S. Nakayama, Y. Kitaya, & K. Yabuki. (1988) Basic Study on Material Production in Plant Factory (1) -Effects of Photoperiod, Light Intensity, and CO₂ Concentration on Photosynthesis of Lettuce-. *Environment Control in Biology*. 26 (3), 107-112.
- 2) Frantz, J. M., G. Ritchie, N. N. Cometti, J. Robinson, & B. Bugbee. (2004) Exploring the Limits of Crop Productivity: Beyond the Limits of Tipburn in Lettuce. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 129 (3), 331-338.
- 3) Gaudreau, L., J. Charbonneau, L. P. Vézina, & A. Gosselin. (1994) Photoperiod and photosynthetic photon flux influence growth and quality of greenhouse-grown lettuce. *HORT SCIENCE*. 29 (11), 1285-1289.