ノート

光質の違いがリーフレタスの生育・品質に及ぼす影響

種村　竜太*　内山　雅彦*　三村　和弘**　小林　豊**

Effect of LED light source on growth and quality of leaf lettuce

TANEMURA Ryota*, UCHIYAMA Masahiko*, MIMURA Kazuhiro** and KOBAYASHI Yutaka**

1. 緒　　言

近年，世界中で頻発する異常気象により農作物の安定供給が不安視されていることから，最適環境条件下で周年計画生産が可能な完全人工光植物工場の注目が高まっている。現状で栽培されている品目はリーフレタスなどの葉菜類が中心となっているが，将来的には栽培品目の多様化・高付加価値化だけでなく，ワクチン生産への応用など超高付加価値製品の生産も本格化すると予測されており，国内市場だけでなく，中東や中国，ロシア向けを中心に技術の輸出も本格化すると考えられている。そのため，国策として導入推進を図っているが，施設・装置の設置コストや空調・光照射にかかる生産コストが高いことが課題となっている。

これまで，植物工場用の光源には蛍光灯が主に使用されてきたが，消費電力が少ないため生産コストの低減が期待できる LED が新たな光源として注目されている。しかし，植物栽培用の LED は高額である。一方で，一般家庭・店舗への LED 照明の普及により直管型の白色 LED 照明の価格は低下傾向にある。しかし，白色系 LED と蛍光灯では光質が異なる。赤色や青色 LED を用いた植物栽培に関する報告はされてきたが[1~3]，白色 LED における光質の違いが生育に与える影響は明らかにされていない。そこで，本研究では，完全人工光リーフレタス栽培における白色系 LED 光源の光質の違いが生育に及ぼす影響について検討した。

*　下越技術支援センター
**　研究開発センター

2. 材料および方法

2.1 供試光源

光源には昼白色の Hf 蛍光灯（パナソニック（株），FHF32EX-N-H）と色温度の異なる 3 種の直管型白色系 LED（電球色：3000K，昼白色：5000K，昼光色：6500K，いずれもシャープ新潟電子工業(株)）を供試した。図 1 に各光源の分光特性を示す。

2.2 栽培方法

試験は室温 20±1℃，相対湿度 70±5%の室内で行った。品種は，‘フリルアイス’（雪印種苗）と‘ハンサムグリーン’（横浜植木）を供試した。8 月 16 日にウレタンキューブ（2.5 ㎝×2.5 ㎝×3.0 ㎝）に播種し，発芽後は Hf 蛍光灯により光強度 150 μ mol・m^{-2}・s^{-1}，明期 14 時間の光条件で大塚 A 処方 1/4 濃度（EC 0.7dS/m）の培養液により育苗した。8 月 31 日にプラスチックコンテナ（W39×D54×H90

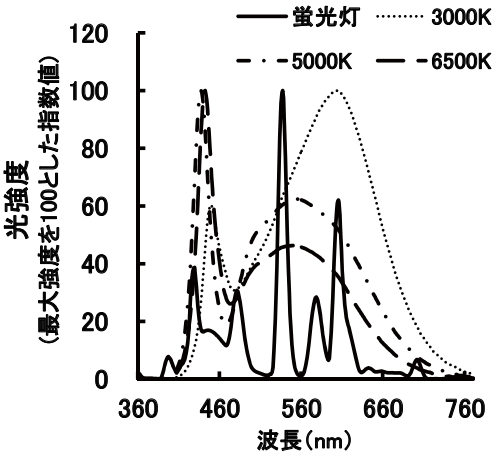

図 1　分光特性

㎝）に 8 株ずつ定植し，湛液式水耕栽培（培養液量：8L）により試験を行った。定植後の明期は 16 時間とし，定植面における光強度は 250 μ mol・m^{-2}・s^{-1} とした。定植後の培養液は大塚 A 処方 1/2 濃度（EC1.4dS/m）とし，植物の吸水による減水分を随時水道水で補充し，2～3 日ごとに EC を 1.4dS/m に調整した。定植後は培養液の循環や更新は行わず，栽培終了まで通気処理を行った。試験は 3 反復で行った。

2.3　調査方法

9 月 26 日に収穫し，地上部の生体重・調整重（黄化した葉などを取り除いた可食部の重量）・全葉数・生葉数（黄化した葉などを取り除いた葉数）・草丈の測定を行った。生育調査終了後は 65℃で 7 日間通風乾燥して 80%熱エタノール抽出を行い，NO^-_3 含有量を Cataldo 法により測定した。また，培養液の無機成分はイオンクロマトグラフィーにより測定した。

3.　結果および考察

‘フリルアイス’では LED を使用した 3 試験区で定植 18 日後から葉先に障害（チップバーン）が発生しはじめ，収穫時における症状は 6500K では中位葉を中心に発生した軽微な障害であったが，3000K と 5000K では新葉を中心とした重度の障害であった（図 2）。一方，‘ハンサムグリーン’では葉に障害は見られなかった。そのため，チップバーンの発生には品種間差が大きいと考えられた。

LED における地上部重・調整重は両品種ともに 3000K＞5000K＞6500K であり，調整重については‘フリルアイス’では蛍光灯と比較して 3000K や 5000K で同等であったが 6500K は劣っており，‘ハンサムグリーン’では 5000K と 6500K で同等で 3000K で優っていた（表 1）。草丈は，6500K で両品種ともに蛍光灯と比較して短く，‘ハンサムグリーン’では 3000K で蛍光灯と比較して長くなる傾向を示した（表 1）。葉数は，両品種ともに蛍光灯と比較して 6500K で多くなる傾向を示した（表 1）。光質により植物体に与える影響は異なり，赤色光は光合成を活性化し，青色光は草姿の形成に働くとされている。‘ハンサムグリーン’において 3000K で最も生育が優れていたことは，他の光源と比較して赤色比が高かったことに起因していると考えられる。一方，‘フリルアイス’の 3000K ではチップバーンの発生により葉の伸長が妨げられたために蛍光灯と地上部重に差が見られなかったと考えられる。

栽培中における培養液の養分濃度は，すべての光質において N・P・K は低下する傾向を示

図 2　‘フリルアイス’に発生した障害

表 1　光質の違いが生育に及ぼす影響

品種	光質	地上部重 (g/株)	調整重 (g/株)	草丈 (㎝)	全葉数 (枚/株)	生葉数 (枚/株)
フリルアイス	3000K	145.6 a^z	137.3 a	17.4 a	18.2 ab	13.7 ab
	5000K	136.0 ab	123.4 ab	17.2 a	17.7 ab	13.0 bc
	6500K	115.7 b	108.7 b	16.3 b	19.0 a	14.3 a
	蛍光灯	141.2 a	130.9 a	17.5 a	17.0 b	12.2 c
ハンサムグリーン	3000K	144.0 a^z	136.7 a	18.8 a	19.0 ab	14.3 ab
	5000K	123.8 b	113.9 b	17.3 b	19.2 ab	14.8 ab
	6500K	112.2 c	106.9 b	15.8 c	20.2 a	15.8 a
	蛍光灯	126.7 b	116.3 b	16.5 bc	18.0 b	13.2 b

z：各品種において同一アルファベット間は，Tukey法により5%水準で有意差なし

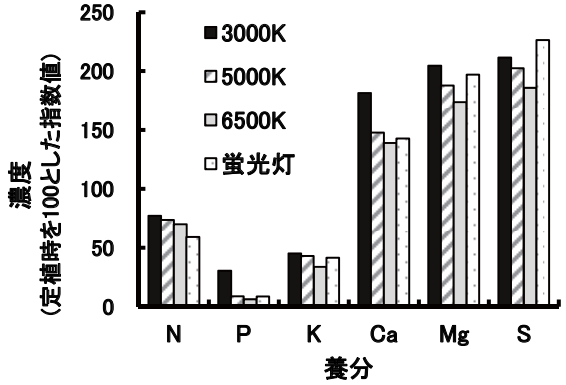

図３　収穫時における培養液の養分濃度

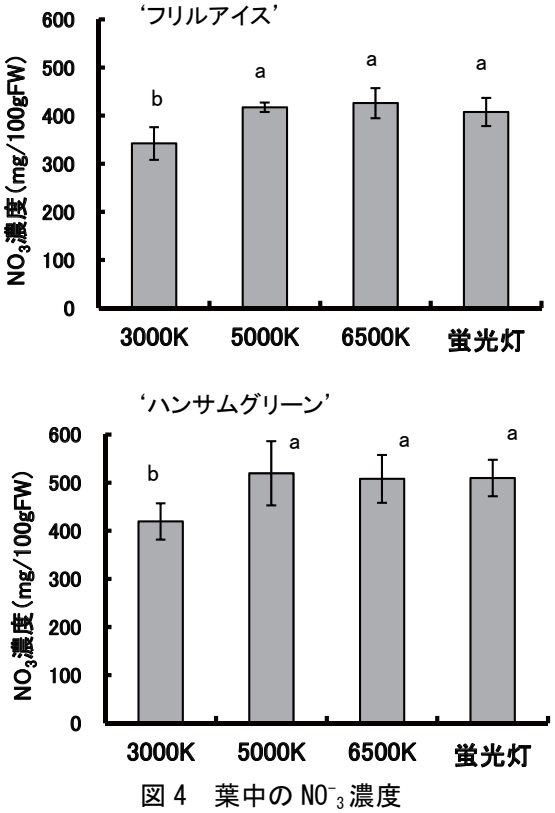

図４　葉中の NO^-_3 濃度

図中のバーは標準偏差（n=4），同一アルファベット間は，Tukey 法により 5%水準で有意差なし

したのに対し，Ca・Mg・S は上昇する傾向を示し，収穫時における養分バランスは定植時とは大きく異なっていた（図 3）。レタス葉に発生するチップバーンは Ca 欠乏症状の一つとされている [4]。本試験では Ca は収穫時まで培養液中に十分に含まれていたことから，生長促進に伴う必要部位への供給不足，あるいは K との拮抗作用による吸収抑制によりチップバーンが発生したと考えられる。

葉中の NO^-_3 濃度は両品種ともに 3000K で他の光質と比較して低かった（図 4）。

以上のことから，リーフレタス栽培において赤色比率の高い 3000K の直管型白色系 LED は蛍光灯と比較して生長促進効果および品質向上効果が期待できると考えられる。しかし，障害葉（チップバーン）の発生が助長されたことから， LED 光源に適した環境条件や培養液組成などについて検討する必要がある。

4. 結　　言

（1）赤色比率の高い 3000K の白色系 LED は蛍光灯と比較して生長促進効果および品質向上効果が期待できる。

（2）生長促進に伴い障害葉（チップバーン）の発生が助長されるが，その発生には品種間差が大きい。

（3）リーフレタス栽培では，一般的に使用されている培養液組成では，生育が進むにつれて培養液中の Ca・Mg・S が集積する傾向がある。

参考文献

1）福田直也，池田英男，奈良誠，“光質が人工条件下で栽培したレタスならびにホウレンソウの生育に及ぼす影響”，農業施設，vol.24, no.2，1993，pp.77-84.

2）松本拓也，伊藤博通，白居祐希，白石斉聖，宇野雄一，“光質がレタス生長と野菜中硝酸イオン濃度に及ぼす影響”，植物環境工学，vol.22，no.3，2010，pp.140-147.

3）斎藤裕太，清水浩，中島洋，宮坂寿郎，大土居克明，“LED を使用した掻レタス栽培における赤色光をベースとした光質の影響”，植物環境工学，vol.24，no.1，2012，pp.25-30.

4）（社）日本施設園芸協会，日本養液栽培研究会，養液栽培の全て，誠文堂新光社，2012，pp.168-172.