ノート

LEDの赤白比がコカブの生育・品質に及ぼす影響

種村　竜太*　　内山　雅彦*　　三村　和弘*　　小林　豊*

Effects of red and white LED ratio on growth and quality of turnip

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

1. 緒　　言

人工的に栽培環境を制御することが可能な完全人工光植物工場は，地域・季節・気象条件を選ばず世界中どこでも周年栽培することができるため注目が高まっているが，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。植物工場で用いられる光源はこれまで主に蛍光灯であったが，近年は長寿命で消費電力が少なく，発光波長を調節することにより植物に最適な光質を作ることが可能な LED に移行している。最適な光質については赤色や青色 LED を用いて様々な試験が行われているが [1~4]，一般家庭・店舗への LED 照明の普及により価格が低下傾向にある白色 LED による報告は少ない [5]。

一方で，現在稼働している植物工場で栽培されている品目はリーフレタスなど一部の葉菜類が中心である。普及促進のためには品目拡大が急務であるが，最適環境条件は栽培する品目によって異なり，品目ごとに最適な光条件を検討する必要がある。そこで，本研究では，完全人工光コカブ栽培における LED の赤白比が生育と品質に及ぼす影響について検討した。

2. 材料および方法

2.1 供試光源

育苗時の光源には昼白色の Hf 蛍光灯（パナソニック（株），FHF32EX-N-H）を用いた。定植以降は白色 LED（ピーク波長 440nm，色温度 4200K）と赤色 LED（ピーク波長 660nm）を組み込んだ照明装置（オリンピア照明（株））を使用し，赤白の光強度（光合成有効光量子束密度：PPFD）比で白 100％（W100），白 75％赤 25％（W75R25），白 50％赤 50％（W50R50），白 25％赤 75％（W25R75），赤 100％（R100）の 5 試験区を設けた。図 1 に各試験区の分光特性を示した。

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，‘CR もちばな’（タキイ種苗）を供試した。平成 26 年 7 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 PPFD 200 μ mol・m^{-2}・s^{-1}，明期 16 時間の光条件で OAT アグリオ（株）の A 処方 1/4 濃度（EC 0.7dS/m）の培養液により育苗した。8 月 2 日にプラスチックコンテナ（W580×D420×H55mm）に 24 株ずつ定植し，湛液式水耕栽培（培養液量：7L）により試験を行った。定植後の明期は 16 時間とし，定植

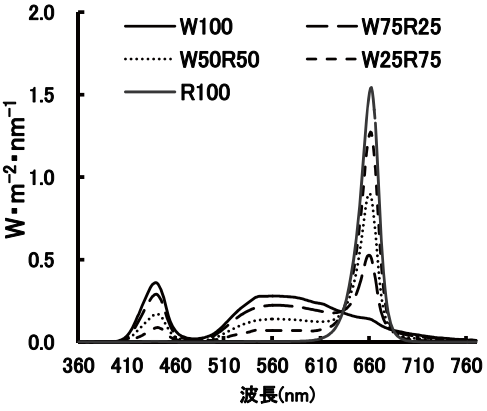

図 1　分光特性

* 下越技術支援センター

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 OAT アグリオ（株）の 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 日ごとに肥料を追加して EC を 1.4dS/m に調整した。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

8 月 30 日に収穫し，細根と黄化葉などを取り除き可食部だけの状態に調整し，草丈・生体重（葉，塊根）・葉数（黄化した葉などを取り除いた葉数）・最大葉の葉色・根部の高さと直径の測定を行った。生育調査終了後は-40℃で凍結したのちに凍結乾燥および粉砕し，80%熱エタノール抽出を行い，硝酸イオン含有量を Cataldo 法，糖含有量をフェノール硫酸法により測定した。また，80%アセトン抽出法により葉のクロロフィル含量を測定した。

3. 結果および考察

葉数や葉の生体重は光質による差はみられなかったが，塊根では単色光である W100 区や R100 区と比較して W50R50 区や W25R75 区で重く，W50R50 区では R100 区の約 1.5 倍であった（表 1）。レタス [3,4] やコマツナ [6] において，青色や赤色の単色光よりも一定の割合で組み合わせたほうが生育が優れると報告されており，本試験結果も同様の傾向が認められた。草丈は，W50R50 区や W25R75 区で他の試験区と比較して短かった。クロロフィル含量は，レタス [3, 4] やコマツナ [6] において，青色や赤色の単色光よりも一定の割合で組み合わせたほうが高くなるという報告があるが，本試験においても赤色単色の R100 区で他の試験区と比較して低く，最大葉の葉色も淡かった（表 1，図 2）。本試験で使用した白色 LED は青色から赤色まで幅広い波長が含まれているため，赤単色と比較してクロロフィル含量が高かったと考えられる。塊根部の根高や根径は，塊根重とほぼ同様の傾向を示し W50R50 区や W25R75 区で大きかったが，縦/横比はいずれも 0.8 程度であり，赤白比による差はみられなかった。硝酸イオン含量は，根部では W50R50 区や W25R75 区で W100 区や R100 区と比較して低かったのに対し，葉では W100 区と比較すると W50R50 区や W25R75 区で低かったものの R100 区と比較すると高かった（図 3）。糖含量は，根部では W50R50 区や W25R75 区で高く R100 区で低くなる傾向であったが，葉では W50R50 区や W25R75 区と R100 区で差はなく W75R25 区で高かった（図 4）。コカブでは塊根が光合成産物のシンクの役割を果たしていると考えられ，葉で合成された光合成産物は速やかに塊根へ転流するために葉内蓄積が比較的少ない [4]。その

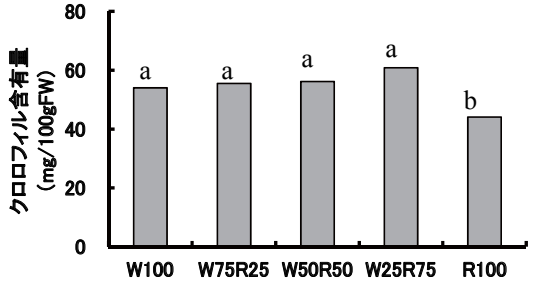

図 2 葉のクロロフィル含有量

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

表 1 光質の違いが生育に及ぼす影響

光質	葉重 (g/株)	塊根重 (g/株)	草丈 (cm)	葉数 (枚/株)	葉色 (SPAD値)	根高 (mm)	根径 (mm)
W100	30.1 a[z]	24.3 b	26.0 a	6.5 a	38.4 a	29.9 b	38.4 bc
W75R25	32.5 a	27.2 ab	26.5 a	6.3 a	38.0 a	33.0 a	39.6 ab
W50R50	29.6 a	32.6 a	23.0 b	6.3 a	40.7 a	33.2 a	42.1 a
W25R75	29.0 a	28.8 a	23.0 b	6.5 a	40.7 a	32.3 a	40.4 a
R100	30.2 a	21.8 b	28.0 a	6.0 a	32.2 b	28.2 b	37.1 c

z: 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

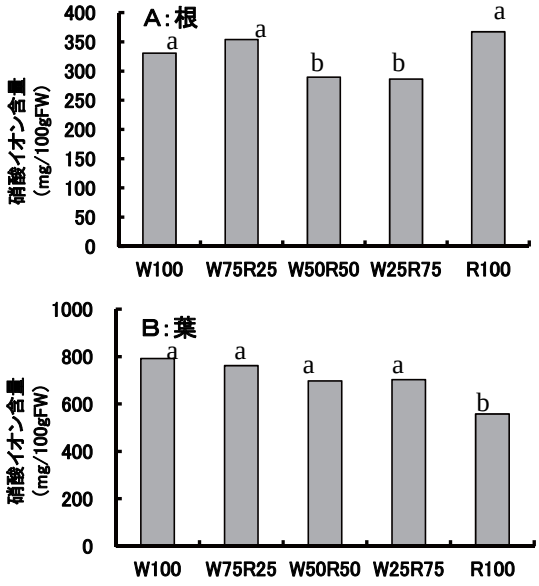

図 3　硝酸イオン含量

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

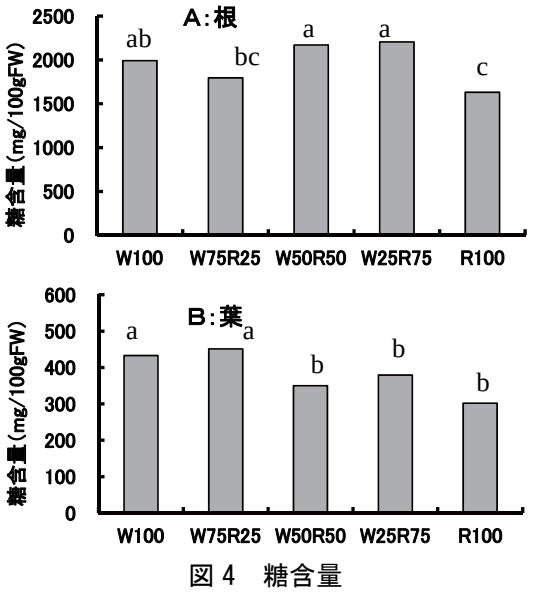

図 4　糖含量

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

ため，生育の優れた W50R50 区や W25R75 区では葉の糖含量が少なかったにもかかわらず塊根部の糖含量が高かったと考えられる。

以上のことから，人工光コカブ栽培において LED の赤白比は，生育や品質に影響をおよぼし，白色に赤色を 50%程度混和することによって根部肥大を促進するとともに，根部糖含量を高めることができると考えられる。しかし，白色 LED は様々な分光特性のものがあり，最適光質についてはさらに検討が必要である。

5. 結　　言

(1) 白色 LED に赤色 LED を 50%程度混和するとコカブの根部肥大が促進される。

(2) 白色 LED に赤色 LED を 50%程度混和するとコカブの硝酸イオン含量が低下するとともに，糖含量が増加する。

参考文献

1) 庄司和博，後藤英司，橋田慎之介，後藤文之，吉原利一，“赤色光と青色光がレッドリーフレタスのアントシアニン蓄積と生合成遺伝子の発現に及ぼす影響”，植物環境工学，22 巻，2 号，2010，pp107-113.

2) 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，24 巻，1 号，2012，pp25-30.

3) 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，22 巻，3 号，2010，pp140-147.

4) 森康裕，高辻正基，“LED と LD 光がサラダナ生育に及ぼす影響”，植物工場学会誌，11 巻，1 号，1999，pp46-49.

5) 森康裕，高辻正基，安岡高志，“白色 LED パルス光がサラダナ生育に及ぼす影響”，植物工場学会誌，14 巻，3 号，2002，pp136-140.

6) 近藤謙介，中田昇，西原英治，“異なる光質条件下で栽培したコマツナの生育と品質に及ぼす紅色非硫黄細菌（*Rhodobacter sphaeroides*）施用の影響”，生物環境調節，42 巻，3 号，2004，pp247-253.

7) 池田彰，中山繁樹，北宅善昭，矢吹萬寿，“植物工場における物質生産の基礎的研究（2）”，生物環境調節，26 巻，3 号，1988，pp113-117.