

緑色蛍光灯によるイチゴの生育および花芽分化への影響 とハスモンヨトウ防除効果

福岡県農業総合試験場 ^{みず}水 ^{かみ}上 ^{こう}宏 ^じ二

はじめに

多くの園芸作物を加害するハスモンヨトウ *Spodoptera litura* (Fabricius) の物理的防除には、黄色蛍光灯による夜間照明が有効であり、施設野菜ではトマトやアスパラガス等で利用されている。

一方、黄色蛍光灯による夜間照明を防除に利用するためには、栽培する植物の生育や花芽分化等に対して悪影響を及ぼさないことが前提となる。促成栽培で用いられる一季成り性のイチゴは、日長感応性が強い短日植物であり、黄色蛍光灯による夜間照明により花芽分化が抑制され、開花や収穫が遅れる場合がある(溝部・向阪, 1998; 佐藤ら, 2004)。筆者ら(水上ら, 2007)も福岡県オリジナル品種‘福岡 S6 号’(商標名「あまおう」。以下‘あまおう’を表す)において、株直上の水平面照度(以下照度は株直上の水平面照度を表す)が 2 Lx という低照度でも第一次腋花房の花芽分化が遅れることを確認している。一般に植物の花芽形成は、フィトクロムの光吸収量が大きく関与し、特に吸収が大きい 600 nm 以上の長波長成分が影響を及ぼすとされている。HAMAMOTO et al. (2003) は、6 種類の発光ダイオードによる 5 品目の園芸植物の暗期中断試験で、赤色 (655 nm) および橙色 (594 nm) の光が短日植物の花成抑制に最も効果的であることを報告している。また、石倉ら (1998) は、短日植物である秋ギク‘秀芳の力’の暗期中断試験で、黄色蛍光灯と赤色蛍光灯は同等の開花抑制作用があり、このことは黄色蛍光灯が黄色光域のほかに赤色光 (600 ~ 700 nm) を放射していることに起因する可能性があるとしている。これらのことから、黄色蛍光灯はイチゴにおいても花芽分化に影響を及ぼすと考えられ、物理的防除の実用技術になっていない。

一方、緑色蛍光灯は、夜行性蛾類(以下、ヤガ類)の行動抑制効果が高い 545 nm (山田ら, 2006) をピーク波長に持ち、花芽形成に影響する赤色光をほとんど含ま

ないため、イチゴにおいて夜間照明を利用したハスモンヨトウの物理的防除に有効であると考えられる。

そこで、供試品種に‘あまおう’を用いて、緑色蛍光灯の夜間照明がイチゴの生育および花芽分化に及ぼす影響を明らかにするとともに、ハスモンヨトウ防除に効果的な緑色蛍光灯の設置方法について検討したので紹介する。

I 緑色蛍光灯がイチゴの花芽分化に悪影響を及ぼさない限界照度

一季成り性のイチゴは、10 ~ 25℃では日長が花芽分化を左右し、10 Lx 程度の弱光でも日長感応するとされている。そこで、緑色蛍光灯の照明がイチゴの花芽分化に悪影響を及ぼさない限界照度を明らかにするために、日長が花芽分化を左右する温度域である 12 ~ 15℃条件下で、24 時間の終日照明を行った。床面積 5 m² の予冷庫内に 20 W の緑色蛍光灯(パナソニック製, YGRFX21901, 以下の試験も同様)を 100 cm の高さに 1 基設置し、照度が 100, 80, 60, 40, 20, 10, 5, 3 および 0 Lx になるように‘あまおう’の小型ポット苗を 6 株ずつ配置して終日照明した。処理期間は、2007 年 8 月 3 日 ~ 27 日の 24 日間とし、8 月 27 日に全供試株について頂花房の花芽分化程度を実体顕微鏡で観察した。なお、処理前の 7 月 30 日における苗の葉柄汁液中の硝酸イオン濃度は、5 株平均で 54 ppm と低く、‘あまおう’が花芽分化する条件として適していた。

図-1 に検鏡結果である緑色蛍光灯の照度別頂花房の花芽分化程度を示した。0 Lx における花芽分化程度は、肥厚中期以降で分化期が中心であった。これに対し、緑色蛍光灯で終日照明した株は、3 ~ 100 Lx のすべての区において、分化期より發育ステージが進んだ萼片形成期以降の株が認められた。一方で 40 Lx 以上では、0 Lx には認められなかった發育ステージが遅れた肥厚初期の株が確認された。このことから、緑色蛍光灯による照明が‘あまおう’の花芽分化に悪影響を及ぼさない限界照度は、20 ~ 40 Lx の間にあると考えられ、少なくとも 20 Lx 以下では花芽分化に悪影響がないことが示唆された。

Effects of Green Fluorescent Lamp Illumination on Flower-bud Differentiation, Growth of Strawberry and Control of the Common Cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius). By Koji MIZUKAMI

(キーワード: 緑色蛍光灯, イチゴ, 花芽分化, ハスモンヨトウ防除)

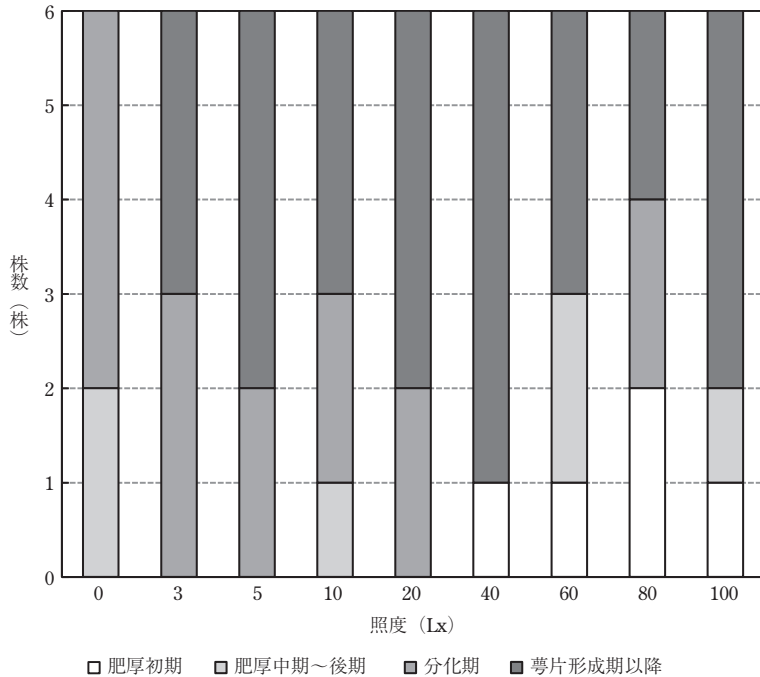


図-1 緑色蛍光灯の照度別頂花房の花芽分化程度 (2007 年度実施)
2007 年 8 月 3 日～27 日, 12～15℃, 24 時間照明 (水上ら, 2013).

II 緑色蛍光灯の夜間照明がイチゴの生育および腋果房の開花に及ぼす影響とハスモンヨトウ防除効果

2007～09 年度に‘あまおう’の栽培圃場に緑色蛍光灯を設置して、生育および腋果房の開花に及ぼす影響とハスモンヨトウの防除効果について検討した。

2007 年度は、試験場内の間口 6 m, 奥行 20 m のパイプハウス 3 棟を用いて、図-2 のように緑色蛍光灯設置ハウス (緑色灯区) 2 棟と対照の無設置ハウス (無設置区) 1 棟を設けた。いずれのハウスにも高さ 107 cm, 幅 30 cm の階段式高設架台を通路幅 90 cm で 3 列配置し、9 月 25 日に 50 穴セル苗を株間 15 cm, 条間 20 cm の 2 条外成りで定植した。緑色蛍光灯は、株元から 150 cm の高さに妻面に対して平行、照射面を上向きにして設置し、定植日の 9 月 25 日から電照開始前日の 11 月 14 日まで、17 時 30 分から 6 時 30 分までの 13 時間点灯した。

2008 年および 09 年度は、現地栽培圃場に緑色蛍光灯を設置して試験した。試験区の概要は図-3 に示す。

2008 年度は、1.5 m で隣接する間口 6 m, 奥行 72 m の単棟ハウス 2 棟に、緑色蛍光灯を妻面に対して平行、照射面を上向きにして (以下、平行上向き) 設置する平行上向区、同様に妻面に対して垂直、照射面を上向きにして (以下、垂直上向き) 設置する垂直上向区および無

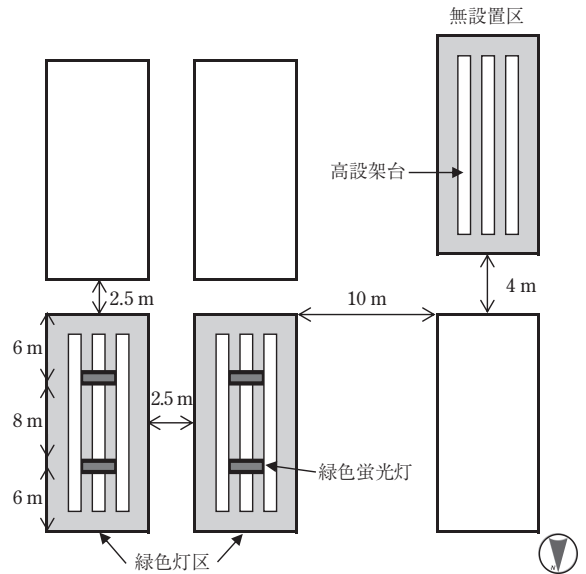


図-2 2007 年度の試験区の概要 (場内試験)

設置区を設けた。区の境界部は、ネット等を張らずに開放状態とし、調査対象は隣接する区の照明の影がおよばない区間 (15 m) の株とした。緑色蛍光灯は、株元から 160 cm の高さに 10 m 間隔でハウスの中央に 1 列で配置し、9 月 9 日～10 月 29 日に 17 時 15 分から 6 時 45 分までの 13 時間 30 分点灯した。

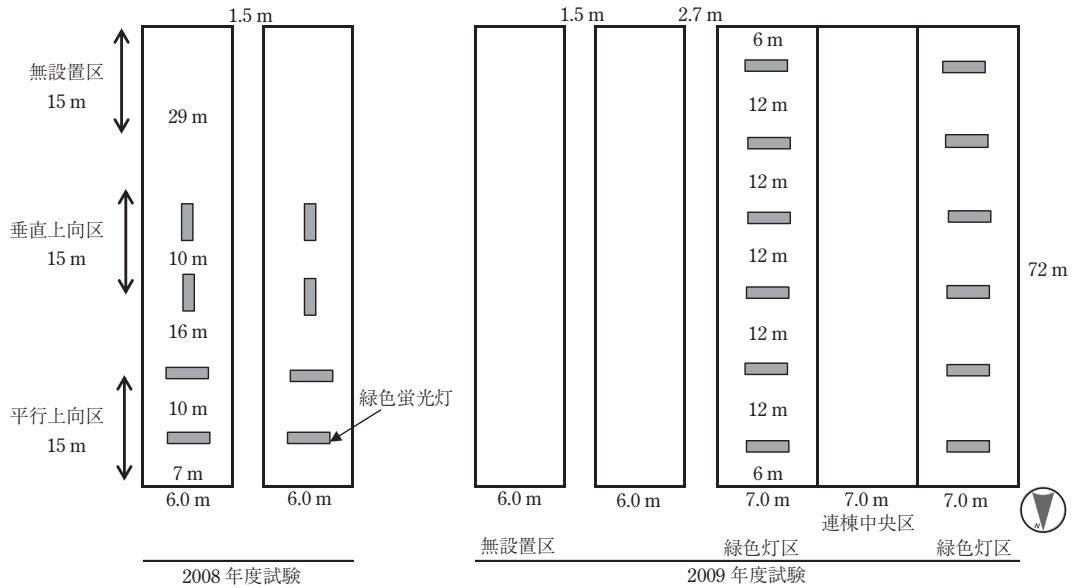


図-3 2008および09年度の試験区の概要（現地試験）

2009年度は、間口7m、奥行72mの3連棟ハウスの両端2棟のみに、緑色蛍光灯を平行上向きにして、株元から160cmの高さに12m間隔の1列で配置した。そして、緑色蛍光灯を設置した棟を緑色灯区、設置しなかった中央棟を連棟中央区および10.2m離れた無照明の単棟ハウスを無設置区とした。緑色蛍光灯は、9月25日～10月30日に17時30分から6時30分までの13時間点灯した。

なお、2007年度は、ビニル被覆を10月26日に行い、試験期間中のハスモンヨトウに対する薬剤防除は行わず、ハスモンヨトウが発生した株のみをスポット散布して殺虫した。2008および09年度は、ビニル被覆を10月27日に行い、試験期間中のハスモンヨトウに対する薬剤防除は、緑色蛍光灯設置の有無にかかわらず同様に実施した。

1 生育および腋果房の開花に及ぼす影響

2007年度の場合内試験における緑色灯区の夜間照度は、最大で20 Lx（中央架台の緑色蛍光灯直下から1mの地点）、最小で1.8 Lx（東西の架台の緑色蛍光灯直下）であった。夜間照明を始めて48日目の11月12日における草高は、照度が5～20 Lxの範囲において9.6～10.0 cmで有意な差が認められなかった（データ略）。同様に、表-1に示すように頂果房と第一次腋果房間の葉数、第一次腋果房の開花日、第一次腋果房と第二次腋果房間の葉数および第二次腋果房の開花日は、いずれも有意な差が認められなかった。

表-1 緑色蛍光灯による照度とイチゴの生育および開花（2007年度実施）

照度 (Lx)	草高 (cm)	腋果房開花日 ^{a)}		果房間葉数 (枚)	
		第一次	第二次	頂～一次腋	一～二次腋
5	9.6	12月24日	2月18日	3.7	3.0
10	10.0	12月23日	2月18日	3.7	3.0
15	9.8	12月23日	2月18日	3.8	3.2
20	9.9	12月24日	2月18日	3.4	3.0
分散分析	n.s. ^{b)}	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

^{a)} 各腋果房の頂果が開花した日の平均日。（水上ら, 2013）

^{b)} n.s. は5%水準で有意差がないことを示す。

2008年度の現地試験では、同型の緑色蛍光灯を2007年度より10cm高い位置の160cmに設置したため、照度は最大でも20 Lx以下であることが推定できる。図-4に示すように2009年1月8日における‘あまおう’の第一次腋果房は、平行上向区で60株中着果以上が49株、出蕾～開花が11株、垂直上向区がそれぞれ50株および10株、無設置区が47株および13株で、各区間で生育ステージに差は認められなかった。

これらのことから、‘あまおう’では緑色蛍光灯の夜間照明により、照度が20 Lx以下では生育や花芽分化に影響しないことが明らかとなり、2～5 Lxでも花芽分化が遅れる黄色蛍光灯（佐藤ら, 2004；水上ら, 2007）より実用場面で利用しやすいといえる。山崎ら（2009）は、‘とちおとめ’、‘さがほのか’等の‘あまおう’以外の主要

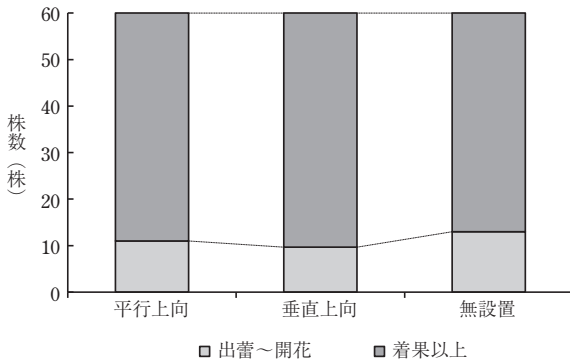


図-4 緑色蛍光灯の設置方向の違いと第一次腋果房の生育ステージ (2008年度実施)
2009年1月8日調査 (水上ら, 2013).

5品種において、緑色光は黄色光に比べて高い光強度でも花芽分化への影響が小さく、イチゴにおける防蟻灯として有用性が高いと報告している。本試験により‘あまおう’についても、黄色蛍光灯に比べて緑色蛍光灯が防蟻灯として有用であることが明らかとなった。

2 ハスモンヨトウ防除効果

図-5に2007年度の場内試験におけるハスモンヨトウの寄生株率を示した。初発を確認した10月15日～11月12日におけるハスモンヨトウの累積の寄生株率は、緑色灯区が5.3%で無設置区の13.4%と比べて60%の削減となった。

次に、2008年度の現地試験における緑色蛍光灯の設置法の違いとハスモンヨトウによる被害株数を図-6に示した。ハスモンヨトウの防除効果は、平行上向区が垂直上向区より高く、その被害株数を無設置区の25%に低減した。

山田ら(2004)および西村ら(2004)は、緑色蛍光灯によるハウレンソウやイチゴのヤガ類防除において、照度が1Lx以上で黄色蛍光灯と同等の効果があると報告している。2008年度の現地試験でハウスサイドにおける照度を測定したところ、緑色蛍光灯の光は蛍光灯の長軸に対して垂直方向には広がるが、長軸方向には配光されにくいことが確認された。この測定結果から、1Lx以上の配光範囲は図-7のように推定され、垂直上向きの10m間隔設置では、ハウスの中央部でハスモンヨトウ防除に有効な照度が確保できない空間が広がり、防除効果が劣ったと考えられた。

2009年度の試験では、前年度防除効果が高かった平行上向き設置とし、設置間隔を12mに広げて検証した。その結果、図-8に示すように緑色灯区のハスモンヨトウによる被害株数は、無設置区の18%に低減された。

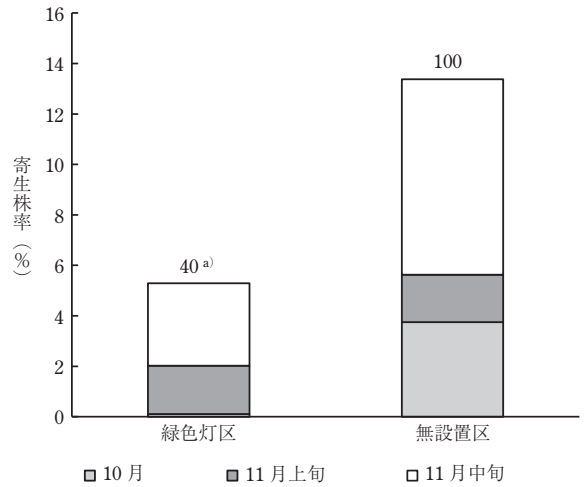


図-5 緑色蛍光灯による夜間照明の有無とハスモンヨトウ寄生株率 (2007年度実施)
a) 無設置区を100としたときの割合。
(水上ら, 2013)

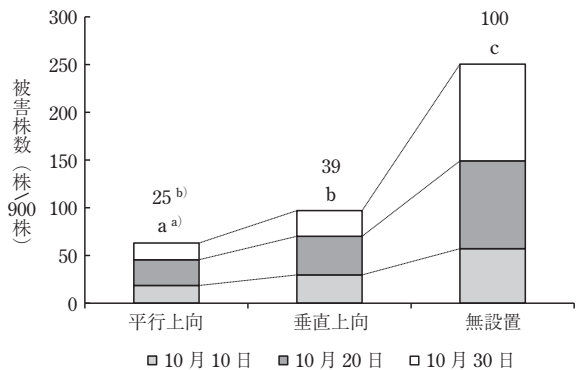


図-6 緑色蛍光灯の設置方向の違いとハスモンヨトウによる被害株数 (2008年度実施)
a) 異文字間には5%水準で有意差あり (Tukey).
b) 無設置区を100としたときの割合。
(水上ら, 2013)

緑色蛍光灯を設置しなかった連棟中央区の被害株数は、緑色灯区と有意な差がなく、無設置区の29%であった。つまり、3連棟ハウスでは、両端棟にのみ緑色蛍光灯を設置すれば、中央棟には設置しなくても、全体の被害を無設置区の24%に低減できた。このように、2008年度と09年度の試験では、緑色蛍光灯の設置間隔がそれぞれ10mおよび12mと異なったが、両年もハスモンヨトウによる被害を無設置区の25%程度に低減できた。

おわりに

以上のことから、イチゴ‘あまおう’における緑色蛍光

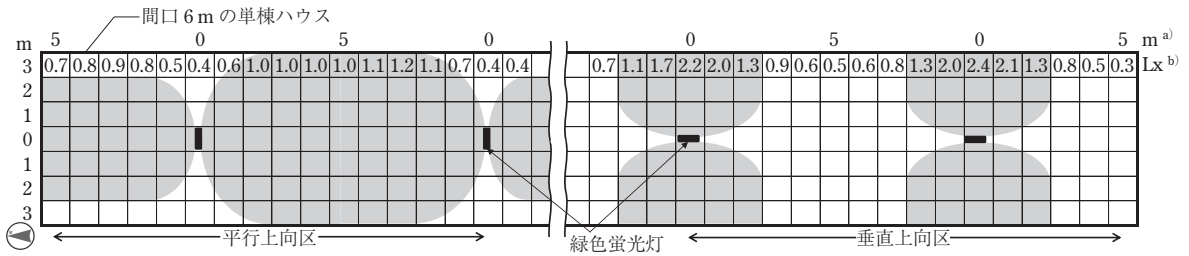


図-7 現地試験におけるハウスサイドの照度および1 Lx以上の推定配光範囲

- a) 光源中心を0 mとした照度測定地点を表す。
 b) 照度の測定値。
 c) 色付きの範囲は、1 Lx以上の推定配光範囲を表す。

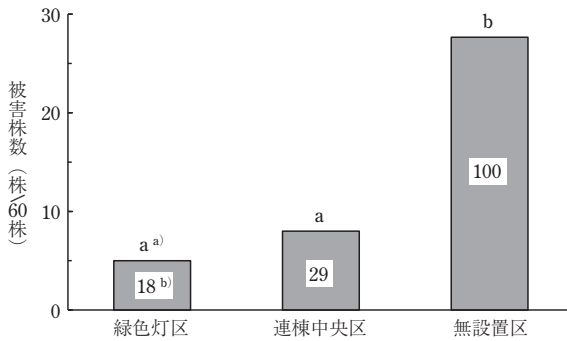


図-8 連棟ハウスでの緑色蛍光灯設置とハスモンヨトウ被害株数 (2009年度実施)

- a) 異文字間には5%水準で有意差あり (Tukey)。
 b) 無設置区を100としたときの割合。

(水上ら, 2013)

灯の夜間照明による効率的なハスモンヨトウ防除は、以下のように整理できる。

① 緑色蛍光灯の夜間照明が‘あまおう’の生育や花芽分化に悪影響を及ぼさない照度は20 Lx以下である。

② 緑色蛍光灯は20 Wのものを、イチゴへの悪影響を避けるため、また、飛来するハスモンヨトウに直接照明して忌避効果を上げることを目的に、照射面を上向きに設置する。

③ 間口が7 m以下のハウスでは、緑色蛍光灯の向きを妻面と平行にし、株元から150～160 cmの高さでハウスの中央に12 m間隔で1列に配置すると、ハスモンヨトウ防除効果が高く、照度を20 Lx以下にすることができる。

④ 3連棟ハウスでは、中央棟の緑色蛍光灯は削減できることが示唆される。間口7 m、奥行46 mの3連棟ハウス (おおむね1,000 m²) の場合、20 Wの緑色蛍光灯を10 a当たり8基設置すればよく、導入費および電気代の節減が期待できる。

イチゴにおける緑色蛍光灯利用の留意点としては、以下のことが挙げられる。まず、夜間照明は、ハスモンヨトウがハウスの骨材などへ産卵しないように定植前から始める。緑色蛍光灯を設置する高さは、160 cmより高くするとハスモンヨトウによる被害が増えるので注意する。また、促成栽培では、緑色蛍光灯の夜間照明に電照用の配線やタイマーを利用できる。この場合、電照を開始すると緑色蛍光灯を活用できなくなるが、この時期にはヤガ類の発生はほぼ収束していること、保温のため夜間はハウスを閉め込むことから、消灯のタイミングとしては適当と考える。

最後に、筆者ら (水上ら, 2008) は、イチゴ以外の短日植物でも緑色蛍光灯による夜間照明試験を行っている。ダイズ‘フクユタカ’では、最大照度2.9 Lx (空間照度0.8 Lx) 程度までハスモンヨトウ防除効果が期待でき、最大照度5 Lx以下では花芽形成に影響がないことを確認した。一方で花芽形成に影響が少ない緑色光は、短日植物のみでなく、長日植物のヤガ類防除にも応用できるであろう。例えば、ホウレンソウやシュンギク等では、抽苔させることなくヤガ類を効果的に防除できると考えられる。さらに、緑色光を利用したヤガ類防除は、放射波長域を選択でき消費電力が小さいLED (Light emitting diode) を用いることで、防除効果を低下させることなく、植物体への影響が極めて小さく、電気代が大幅に節減できる技術へ進化することが期待される。

引用文献

- 1) HAMAMOTO, H. et al. (2003): J. Agric. Meteorol. 59(2): 103～110.
- 2) 石倉 聡ら (1998): 日本植物工場学会要旨: 82～83.
- 3) 溝部信二・向阪信一 (1998): 近畿中国農研 95: 23～26.
- 4) 水上宏二ら (2007): 園学研 6(1): 124.
- 5) 〃〃〃ら (2008): 九農研 71: 215.
- 6) 〃〃〃ら (2013): 福岡農総試研報 32: 42～47.
- 7) 西村唯史ら (2004): 電気学会関西支部連合大会要旨: 321.
- 8) 佐藤公洋ら (2004): 九農研 66: 197.
- 9) 山田 真ら (2004): 照明学会第37回全国大会要旨: 257.
- 10) 〃〃〃ら (2006): 松下電工技報 54(1): 30～35.
- 11) 山崎敬亮ら (2009): 農業気象 65: 261～272.