栽培時期別のアブラナ科植物の生育および形態に及ぼす EOD-FR 処理効果

阿久津雅子^{1,a*}・伊是名純二²・高倉 直²

¹ グローバルブレインズ株式会社 812-0011 福岡市博多区博多駅前

² 沖縄県農業研究センター 901-0336 沖縄県糸満市真壁

Effect of EOD-FR on the Growth and Morphology of Brassicaceae Family Plants in Each Cropping Season

Masako Akutsu^{1,a*}, Junji Izena² and Tadashi Takakura²

¹Global Brains co. Ltd., Hakataekimae, Hakataku, Fukuoka 812-0011

²Okinawa Agricultural Research Center, Makabe, Itoman, Okinawa 901-0336

Abstract

The effect of irradiation with far-red (FR) light at the end of the day (EOD) on the yield and trait of plants in the family Brassicaceae was investigated. When plants were exposed to FR light under weak irradiation (34.33 or 13.44 mW・m⁻²) by EOD treatment, the total leaf weight and leaf area tended to increase more than in plants without treatment and under strong irradiation (96.04 or 56.70 mW・m⁻²). They were cultivated in winter, midsummer, and the period between winter and midsummer in Okinawa, with a sub-tropical climate, and then compared regarding the difference in each growth between the cultivated periods. In shimana, EOD-FR treatment promoted bolting. It was significantly promoted under strong irradiation compared with weak irradiation. However, there was no bolting except in shimana. Also, in shimana and bok choy receiving strong irradiation and EOD-FR treatment, stem elongation was promoted by more than 8 times and 2 times, respectively, on comparison with plants without treatment.

Key words : far-red light, irradiance, LED, stem elongation

キーワード : 遠赤色光, 放射照度, 茎伸長, LED

緒 言

日没の時間帯の太陽光では FR（遠赤色）光の割合が増加する。この自然現象を模倣した明期終了後（End Of Day: EOD）の短時間遠赤色光照射（EOD-FR）処理によって植物の伸長や開花促進効果を EOD-FR 効果という。植物生理の分野では、EOD-FR 処理による伸長促進効果に着目した研究が盛んに行われてきた（久松, 2011）。花卉類ではキクやトルコギキョウなど様々な品目で行われており、人為的な花芽分化の抑制、開花時期の調整や草丈の確保を行っている（Hisamatsu ら, 2008）。野菜類では、完全に日照条件をコントロールされたトマト（Dennis・Heather, 1991）などで報告があるが、花卉類と同様な EOD-FR 処理効

果があるか、また、その最適条件の検討がなされていない。

沖縄県の食料自給率は生産額ベースで、平成 24 年度に関しては 52% で、全国平均の 68% と比べ低いものとなっている（農林水産省 : http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu_ritu/pdf/26kritu.pdf）。一方で、沖縄県は亜熱帯海洋性気候に属していて、一年中温暖であることから、露地栽培による冬春期の野菜生産が増えてきている。沖縄県でさらなる野菜生産の振興を図るには、台風、高温、病害虫の大量発生などの厳しい自然条件を克服し、生産に不利な夏期に生産を可能にする技術の模索が重要と考えられる（山城, 1998）。

従来から、EOD の短時間 FR 光照射処理によって植物の伸長促進やハウレンソウでは暗期の一時期に成長が促進される性質があり、成松（1996）は光補償点にも満たない FR 光放射照度で毎夜 3–4 時間程度照射した場合に、ハウレンソウの生育が促進されたと報告している。

そこで、本研究では、沖縄で栽培が盛んである葉菜類のうち、ハウレンソウと同様の長日植物である、4 品目のアブラナ属葉菜類に EOD-FR 処理を行い、栽培時期によって効果に違いがあるかを検討した。また、実際の施設栽培において、EOD-FR 処理を行うとすれば、適切な FR 照射

2015 年 6 月 16 日 受付. 2016 年 4 月 7 日 受理.

本研究は平成 25～29 年度野菜花き類の施設管理高度化技術開発事業（沖縄県振興特別推進交付金）により実施した。

また、本報の一部は平成 26 年度園芸学会秋季大会において発表した。

* Corresponding author. E-mail: akutsu@tsc.u-tokai.ac.jp

^a 現在 : 東海大学基盤工学部電気電子情報工学科 862-8652
熊本県熊本市東区渡鹿 9-1

強度を定める必要がある。そこで、EOD-FR 処理における FR 光放射照度が葉菜類の生育にどのような影響を及ぼすのかについても、本研究で検討を行った。

材料および方法

1. 植物材料

沖縄県で広く栽培されている丸葉コマツナ ((有)フタバ種苗)、沖縄チンゲンサイ ((有)フタバ種苗)、沖縄シマナ ((有)フタバ種苗) およびレッドマスタード ((株)サカタのタネ) を用いた。

第1表に示されている時期に128穴標準セルトレイに播種を行い、本葉2~3葉期に、10株ずつ、5株2条でプランター(長さ63cm×幅23cm×高さ18cm)へそれぞれ定植した。栽培はフェンロー型温室内で行い、室温が30℃以上で側窓を開放した。また、栽培中は湿度60~80%になるよう、ハウス内の通路部分に、1日数回散水を行った。なお、それぞれの栽培期間中の温室外の平均気温、平均湿度および平均日照時間は、第1表に示した。使用した培地は沖縄県で主要な土壌の内の一つである島尻マージにタバコ育苗用培地である若夏((株)九州エヌエスケー; N 400, P 1000, K 400 mg・L⁻¹)を1:1で混合したものを使用した。

2. EOD-FR 処理方法

プランターは温室内に、第1図の様に同心円状に配置し、波長730~740nmに最大強度があるLEDのFR光源(DPDL-FR-9W, (株)鍋清)2球を地上から150cmの位置に設置した。作物の受光強度を段階的に変えるためにランプの直下からプランター中央部までの水平距離で100, 150, 200および250cmの位置に、プランターを配置した。プランター中央部、作物体直上(床面から約20cm)における放射照度(第2図)は、放射照度計(OptimeterX11, Gigahertz-Optik)で測定し、それぞれ96.0, 56.7, 34.3および13.4 mW・m⁻²であった。なお、OptimeterX11の測定波長帯域は、可視から赤外域(380~780 nm)である。

第1図 温室内でのEOD-FR処理の様子

LED-FR 光照射はセルトレイからプランターに移植した日から栽培終了日まで理科年表(国立天文台, 2013)により求めた日没時間から3時間行った。コマツナおよびチンゲンサイは、FR 光放射照度96.0および34.3 mW・m⁻²の区をそれぞれ、強照射区および弱照射区とし、また、シマナおよびレッドマスタードはFR 光放射照度56.7および13.4 mW・m⁻²の区を強照射区および弱照射区とし、それぞれ3プランターずつ供試した。また、対照区はFR 光源から3m以上離れた所に設置し、照射区と対照区の間には遮光カーテンを引いた。対照区のFR 光照射照度を測定したが、0.0 mW・m⁻²であった。

3. 植物の採取および生育調査

沖縄県における葉菜類の栽培適期、栽培不適期および中間期(第1表)において、EOD-FR 処理が生育に及ぼす影響を調査した。調査は生育初期と出荷適期相当期の2回行った。初期生育調査は、移植のおよそ2週間後に、それぞれのプランターから2条を互い違い(千鳥状)に、個体を地際部から切断、サンプリングし、採取した個体それぞれについて、総新鮮葉重、総葉面積および葉数の調査を行っ

第2図 使用したLED-FR光の波長特性(左)と光強度(右)

第1表 各栽培時期における播種日, 移植日および栽培期間中の気象条件^z

栽培時期	播種日	移植日	平均気温 (°C)	平均湿度 (%)	平均日射時間 (時間)
栽培適期	1月14日	2月6日	17.5±2.0 ^y	66.6±12.1	3.7±3.3
中間期	3月10日	3月31日	20.0±2.3	71.2±10.8	4.8±3.3
栽培不適期	7月10日	7月23日	29.0±0.7	80.7±4.1	6.7±2.9

^z 気象庁データベースから得た栽培期間中の日ごとの平均気温, 平均湿度および日照時間から算出 (沖縄県糸満市)

^y 平均値±標準偏差

第2表 EOD-FR 処理による初期生育の差異^z

供試品目	処理区	総新鮮葉重 (g)	総葉面積 (cm ²)	葉数 (枚)
コマツナ	対照区	19.1±0.8a ^x	430.9±18.0ab	7.9±0.3
	強照射区_96.0 mW・m ⁻² ^y	18.3±1.3a	381.7±27.1a	7.3±0.3
	弱照射区_34.3 mW・m ⁻²	24.1±1.2b	505.5±22.1b	6.9±0.2
チンゲンサイ	対照区	15.0±1.3	292.4±22.3	10.3±0.2
	強照射区_96.0 mW・m ⁻²	14.2±0.9	275.5±16.8	9.8±0.4
	弱照射区_34.3 mW・m ⁻²	16.6±0.8	302.2±16.6	9.3±0.4
レッドマスタード	対照区	13.8±0.5ab	346.6±10.5b	6.0±0.1
	強照射区_56.7 mW・m ⁻²	12.2±0.6a	299.8±9.0a	6.1±0.3
	弱照射区_13.4 mW・m ⁻²	14.2±0.4b	338.1±10.0b	6.2±0.1
シマナ	対照区	10.6±0.5	297.5±15.7	7.0±0.2
	強照射区_56.7 mW・m ⁻²	11.3±0.7	319.8±18.6	6.7±0.1
	弱照射区_13.4 mW・m ⁻²	11.0±0.7	317.6±21.4	6.9±0.1

^z 栽培適期である1月14日播種, 2月6日移植するとともにEOD-FR処理を開始し, 約2週間後に調査を実施

^y FR 光放射照度

^x Tukeyの多重検定により異符号間で5%水準で有意差あり (n=3). 平均値±標準誤差

た. 一方, 出荷適期相当期の調査は初期生育調査の約1か月後に初期生育調査と同様な方法により行ったが, 調査は抽苔の有無および主茎長 (生育適期のみ) についても行った. 葉面積は葉面積計 (LC-3100C, LI-COR 社) で測定した. また, 花茎の先に花芽の形成が確認できた場合を抽苔とした. なお, 一部試験区で主茎の伸長が著しかったため, 全品目に関して, 総新鮮葉重は主茎をすべて取り除いて測定した.

結 果

1. EOD-FR 処理が初期生育に及ぼす効果

第2表に, 移植後 (EOD-FR 処理開始後) 2週間の結果を示した.

その結果, 葉数に関して, コマツナ, チンゲンサイおよびシマナは対照区が若干ではあるが枚数が多かった. レッドマスタードは処理区に関わらず, 約6枚であった.

コマツナ, チンゲンサイおよびシマナでは弱照射区が対照区と比べて, 総新鮮葉重および総葉面積が増加傾向にあった. また, シマナ以外の品目において, 強光でのEOD-FR 処理が葉面積を減少させる傾向にあった.

一方, 中間期および生育不適期に行われた実験ではどの品目においてもEOD-FR 処理開始のおよそ2週間後に採取した植物体の生育はすべての調査項目において, 試験区間で差異がほとんど認められなかった (データは示さず).

2. EOD-FR が葉菜類栽培適期 (1月14日播種) における生育に及ぼす影響

採取したそれぞれの品目に関して, 1株当たりの総新鮮葉重, 総葉面積および葉数を調査した (第3表). コマツナはすべての調査項目において, 有意差は見られなかったが, 弱照射区, 対照区, 強照射区の順で生育が良いという傾向が見られた. その傾向は, チンゲンサイ, レッドマスタードおよびシマナでも確認できた. シマナの弱照射区における総新鮮葉重は, 対照区と有意差はなかったが強照射区よりも明らかに大きく, 他の品目と類似した傾向を示した. 強照射区での葉面積は対照区や弱照射区より小さかった. また, チンゲンサイとシマナに関して, EOD-FR 処理を行うことによって, 対照区と比べて主茎長が顕著に伸長したため (第3図), それぞれの処理区ごとの主茎長を測定した (第4表). その結果, 主茎に関しては, チンゲンサイはEOD-FR 処理を行うと対照区と比べて約2倍伸長し

第3表 EOD-FR 処理による生育の差異²

供試品目	栽培時期	処理区	総新鮮葉重 (g)	総葉面積 (cm ²)	葉数 (枚)	抽台率 (%)
コマツナ	栽培適期	対照区	95.4±8.8	1650.0±151.0	11.0±0.4	0
		強照射区_96.0 mW・m ⁻² ^y	86.2±8.6	1476.7±126.9	10.4±0.5	0
		弱照射区_34.3 mW・m ⁻²	100.7±8.7	1716.5±125.6	11.3±0.3	0
	中間期	対照区	33.7±2.9	677.5±48.8	8.1±0.3	0
		強照射区_96.0 mW・m ⁻²	36.9±2.8	806.7±49.8	8.3±0.3	0
		弱照射区_34.3 mW・m ⁻²	40.4±1.6	904.0±37.5	8.9±0.3	0
	栽培不適期	対照区	19.0±2.2a ^x	431.0±42.8a	7.2±0.6	0
		強照射区_96.0 mW・m ⁻²	43.4±4.1b	900.7±84.3b	7.0±0.3	0
		弱照射区_34.3 mW・m ⁻²	21.5±3.1a	426.4±46.1a	6.8±0.5	0
チンゲンサイ	栽培適期	対照区	56.2±4.2ab	1004.2±63.5ab	14.6±0.4	0
		強照射区_96.0 mW・m ⁻²	54.3±4.8a	825.5±97.4a	15.2±0.5	0
		弱照射区_34.3 mW・m ⁻²	72.2±4.8b	1165.4±65.0b	16.1±0.4	0
	中間期	対照区	61.0±2.8ab	1002.4±36.3ab	15.9±0.4	0
		強照射区_96.0 mW・m ⁻²	51.2±5.1a	883.8±67.7a	16.8±0.9	0
		弱照射区_34.3 mW・m ⁻²	66.6±3.5b	1132.7±68.2b	16.5±0.7	0
	栽培不適期	対照区	15.4±2.5b	330.8±46.7b	10.9±0.4	0
		強照射区_96.0 mW・m ⁻²	7.6±0.6a	172.2±13.1a	9.8±6.2	0
		弱照射区_34.3 mW・m ⁻²	22.3±3.2b	435.4±59.9b	11.7±0.9	0
レッドマスタートード	栽培適期	対照区	42.7±1.6ab	942.2±33.7ab	7.9±0.2	0
		強照射区_56.7 mW・m ⁻²	39.9±2.2a	861.5±40.5a	7.7±0.2	0
		弱照射区_13.4 mW・m ⁻²	49.3±2.5b	1022.7±42.5b	8.1±0.2	0
	中間期	対照区	33.7±1.7a	735.6±26.3a	8.3±0.2	0
		強照射区_56.7 mW・m ⁻²	38.0±2.4ab	803.0±41.0ab	8.0±0.3	0
		弱照射区_13.4 mW・m ⁻²	46.1±3.2b	966.6±56.0b	8.8±0.4	0
	栽培不適期	対照区	14.9±0.9a	321.2±10.5a	6.6±0.2	0
		強照射区_56.7 mW・m ⁻²	19.7±1.0b	409.1±20.9b	6.3±0.2	0
		弱照射区_13.4 mW・m ⁻²	19.4±1.3b	404.4±22.8b	6.7±0.3	0
シマナ	栽培適期	対照区	39.5±2.0ab	1054.8±46.6ab	9.3±0.2	0
		強照射区_56.7 mW・m ⁻²	33.0±2.6a	978.9±66.3a	9.9±0.4	86.7±6.7
		弱照射区_13.4 mW・m ⁻²	44.3±1.7b	1167.8±33.4b	9.8±0.2	20±1.1
	中間期	対照区	22.0±3.2ab	646.0±77.8ab	8.9±0.5	0
		強照射区_56.7 mW・m ⁻²	16.5±2.3a	515.9±52.9a	8.2±0.4	100
		弱照射区_13.4 mW・m ⁻²	25.4±2.0b	737.3±45.3b	9.8±0.4	20±0.0
	栽培不適期	対照区	10.6±0.9a	309.2±26.5a	6.2±0.3	0
		強照射区_56.7 mW・m ⁻²	8.8±0.6a	246.8±16.4a	5.7±0.2	100
		弱照射区_13.4 mW・m ⁻²	15.8±1.0b	406.8±24.6b	6.5±0.3	30±0.5

² 栽培適期である1月14日に播種、2月6日に移植し、EOD-FR処理を開始した約2週間後に実施した初期生育調査の約1か月後に調査

^y FR 光放射照度

^x Tukey の多重検定により異符号間で5%水準で有意差あり (n=3)。平均値±標準誤差

た。シマナは、EOD-FR 処理を行うと顕著に主茎は伸長し、特に強照射区では対照区と比べて約8倍伸長した。

3. 栽培時期における生育差異と LED-FR 処理の効果

中間期に栽培した場合、チンゲンサイ以外は総新鮮葉重および総葉面積に関して生育適期に比べて約1-7割減少したが、チンゲンサイでは栽培適期と同等であった。栽培不

適期では、全品目において、すべての調査項目において、栽培適期よりも極端に減少した(第3表)。

一方、栽培時期における EOD-FR 処理による成長差異は、コマツナでは、栽培適期および中間期においては EOD-FR 光の照射による生育促進が見られなかったが、栽培不適期では、対照区に比べて強照射区で生育が促進した。

第4表 EOD-FR 処理による主茎長の差異^z

供試品目	処理区	主茎長 (cm)
チンゲンサイ	対照区	4.6±0.3a ^x
	強照射区_96.0 mW・m ⁻² ^y	8.1±0.7b
	弱照射区_34.3 mW・m ⁻²	8.6±0.9b
シマナ	対照区	2.5±0.1a
	強照射区_56.7 mW・m ⁻²	20.6±2.6b
	弱照射区_13.4 mW・m ⁻²	9.0±1.5a

^z 栽培適期である1月14日に播種、2月6日に移植するとともにEOD-FR処理を開始し、3月11日に収穫して調査を実施

^y FR光放射照度

^x Tukeyの多重検定により異符号間で5%水準で有意差あり(n=3). 平均値±標準誤差

また、チンゲンサイおよびシマナはどの栽培時期においても、強照射区では対照区に比べて、新鮮葉重や総葉面積が減少したが、弱照射区では対照区に比べ、増加した。

レッドマスタードに関しては、栽培適期ではEOD-FR光処理は効果を示していなかったが、栽培不適期においては弱照射区で生育が促進した(第3表)。

考 察

多くの花卉において、EOD-FR処理による伸長や開花が促進する効果が見られ、温室の環境栽培下でのEOD-FR処理による生育調節の有用性が示されている(住友ら, 2009)。

今回供試したアブラナ属4品目(コマツナ、チンゲンサイ、レッドマスタードおよびシマナ)の内、シマナだけで抽苔株が確認され、FR光放射照度が高いほど、栽培時期に限らず抽苔率が高かった(第3表、第4図)。シマナへのEOD-FR処理は抽苔を促進し、抽苔率がより高い強照射区では葉重および葉面積が対照区と比べて減少した。

また、シマナ同様、チンゲンサイは第4表および第3図で示したように、抽苔こそしなかったが、EOD-FR処理を行うとFR光放射照度に依らず、主茎長が対照区の約2倍生育した。さらに第4表で示したように弱照射区と対照区では総新鮮葉重および総葉面積に関して有意差が認められず、主茎が伸長しても、新鮮葉重への影響は小さいが、第3図で示した草姿および主茎が固く筋張っていることから、可販収量で考えるとほぼ皆無であった。

以上の結果から、シマナとチンゲンサイに関して今回供試した品種は、EOD-FR処理はFR光放射照度や栽培時期

第3図 チンゲンサイ (A, C) およびシマナ (B, D) のEOD-FR処理による形態変化

AおよびB, 左: 対照区 右: 強照射区

CおよびD, 主茎, 左: 対照区, 中: 強照射区, 右: 弱照射区

栽培適期である1月14日に播種、2月6日に移植するとともにEOD-FR処理を開始。栽培適期相当期である3月11日における形態

第4図 シマナのEOD-FR処理による形態変化
 左：対照区 右：強照射区
 栽培適期である1月14日に播種，2月6日に移植するとともにEOD-FR処理を開始
 収穫適期相当期である3月11日における形態

に限らず，有用な活用が困難であることが示唆された。

一方，コマツナに関しては，栽培適期においては，弱照射区の初期生育は促進された（第2表）。また，栽培不適期では強照射区で生育が2倍以上増加し（第3表），栽培不適期のコマツナ栽培において，EOD-FR処理により減収程度を抑制できることがわかった。しかし，EOD-FR処理を行っても栽培適期に比べて半分以下の生育量しかないので，実際にEOD-FR処理を行って経済栽培を行うのは難しいと考えられる。

コマツナなどのツケナ類は低温により強く花芽分化が促進される野菜であるといわれているが（加藤，1983；芹沢，1984），沖縄では厳寒期でも，花芽分化が促進されることはなかった。これは，沖縄の冬期は外気でも平均気温が17.5℃あり（第1表），ハウス内では20℃以上の温度が保たれるためと考えられる。また，チンゲンサイやシマナのようにEOD-FR処理によって花芽分化が促進されることはなかったため，今後，コマツナに関してEOD-FR処理に適した栽培環境を模索するとともに，適した品種の選定および育成を行うことによって，EOD-FR処理による生育増加が期待できると考えられる。

また，レッドマスタードに関しては，栽培不適期は弱光下でEOD-FR処理を行うと対照区よりも生育が増加したことから（第3表），レッドマスタードも栽培不適期におけるEOD-FR処理によって生育が促進されることがわかった。他の栽培時期に関しては強照射区で生育の増加は見られなかったが，弱照射区では生育が促進した。

以上の結果から，供試した全品目に関して，本試験の強照射区で設定したFR光源照射強度では，生育を阻害する可能性があることが示された。

第4表および第3図で示したように，チンゲンサイおよびシマナでは，EOD-FR処理によって，対照区と比べ節間が顕著に伸びることがわかった。シマナに関してはFR光

放射照度が強いほど，節間が伸長している。島ら（2011）は，FR光の放射照度が強くなるにつれ，スプレーギクの茎の伸長程度が大きくなると報告している。また，FR光放射照度と茎の伸長程度の関係について，吉村ら（2006）はストックにおいて，FR光放射照度が強くなると節間長が長くなったことを報告している。同様の反応を岸本ら（2009）もトルコギキョウにおいて報告しており，本研究のシマナにおける結果と一致している。一方，チンゲンサイに関しては，強照射区で弱照射区以上の伸長増加はみられなかった。これはチンゲンサイの強照射区のFR光放射照度がシマナの強照射区の2倍近いいため，弱照射区で既に十分な伸長増加が誘起されていたためと考えられる。

コマツナとレッドマスタードは，EOD-FR処理による節間伸長促進が見られないが，チンゲンサイやシマナは節間伸長促進効果が見られたことから，同じ科であってもEOD-FR処理によって茎の伸長に影響がある品目とそうでない品目があることがわかった。さらに，チンゲンサイとシマナではFR光源照射強度に対する節間伸長の反応が異なったことから，EOD-FR光により茎が伸長する品目の中でもFR光放射照度依存性の低いものがあることが明らかになった。また，シマナに関しては，強照射区ではほとんどの株に抽苔が誘起されており（第3表），EOD-FR処理により花芽分化が促進される可能性がある。

今回供試したアブラナ科4品目のEOD-FR処理においては，品目によるEOD-FR処理および照射強度に対する違いが認められた。さらに，それぞれの品目で品種間差が存在する可能性も想定しうるので，今後，他品種も含め，FR光照射強度に由来する反応特性について検討する必要があると考えられる。

また今回は，照射時間を3時間としたが，処理時間についても検討の必要があると考えている。

摘 要

LEDのFR光源を用いたEOD-FR処理と栽培時期がアブラナ属植物の生育および形質に及ぼす影響をコマツナ，チンゲンサイ，シマナおよびレッドマスタードを用いて，沖縄県における栽培適期（冬期），栽培不適期（盛夏期）および中間期（春期）について調査した。どの品目も栽培時期に関わらず，弱照射区が対照区に比べて，総新鮮葉重および葉面積が増加する傾向にあった。コマツナに関しては，栽培適期においては，弱照射区で初期生育は促進されたが，その後の生育は栽培適期および中間期では有意差が見られなかった。また，栽培適期および中間期に比べ，著しく生育が低下する生育不適期には強照射で生育が対照区の2倍以上に増加した。レッドマスタードに関しては，コマツナ同様，栽培不適期ではEOD-FR処理を行うと対照区よりも生育は多少増加したが，他の時期に関してはEOD-FR処理により総新鮮葉重および葉面積に関して有意差が出るほど増加することもなかった。また，シマナとチンゲンサ

イはEOD-FR処理により、茎の伸長が認められた。シマナに関しては、FR光放射照度が強いほど茎がより伸長し、抽苔する株も多いことがわかった。

謝 辞 本研究の実施に当たり、実験にご協力を頂いた入川和也氏、鉢嶺維子氏、大城知孝氏および小波津良光氏を始めとする沖縄県農業研究センター野菜班の皆様に感謝を申し上げます。

引用文献

- Dennis, R. D. and H. F. Heather. 1991. Growth and subsequent yield of tomatoes following end-of-day light treatment of transplants. *HortScience* 26: 1528–1530.
- 久松 完. 2011. 電照を用いた花き類の開花調節技術. *農耕と園芸*. 66: 52–58.
- Hisamatsu, T., K. Sumitomo and H. Shimizu. 2008. End-of-day far-red treatment enhances responsiveness to gibberellin and promotes stem extension in chrysanthemum. *J. Hort. Sci. Biotech.* 83: 695–700.
- 加藤 徹. 1983. 花芽分化と抽苔の生理. レタス基礎編. p.59–67. 農業技術体系野菜編 6. 農文協. 東京.
- 岸本真幸・前田香那子・加藤正浩・山田 真・石渡正紀・住友克彦・久松 完. 2009. 短時間遠赤光照射の照射時間帯と光強度がトルコギキョウの生育に及ぼす影響. *園学研*. 8 (別2) : 337.
- 国立天文台. 2013. 理科年表平成 26 年机上版. 丸善出版.
- 成松次郎. 1996. ホウレンソウの補光栽培に関する研究. *神奈川農総研報*. 137: 17–23.
- 農林水産省. 平成 25 年度 (概算値), 平成 24 年度 (確定値) の都道府県別食糧自給率. <http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu_ritu/pdf/26kritu.pdf>.
- 芹沢正和. 1984. ツケナ. p.880–894. 西 貞夫監修. *野菜園芸ハンドブック*. 養賢堂. 東京.
- 島 浩二・宮前治加・川西孝秀・山田 真・石渡正紀・住友克彦・久松 完. 2011. 明期終了時における遠赤色光照射の光強度及び照射時間がスプレーギクの茎伸長に及ぼす影響. *園学研*. 10: 401–406.
- 住友克彦・山形敦子・島 浩二・岸本真幸・久松 完. 2009. 数種切り花類の開花および茎伸長に及ぼす明期終了時の短時間遠赤色光照射 (EOD-FR) の影響. *花き研報*. 9: 1–11.
- 山城 毅. 1998. 沖縄県における夏場や再生産の現状と課題. *沖縄農業*. 33: 79–86.
- 吉村正久・佐々木 厚・森山厳・柴原雄右・勝田敬子・金浜耕基. 2006. ストックの開花に及ぼす夜間照明用各種光源の種類と光量の影響. *園学研*. 5: 297–301.