

中山間地における9～10月どりストックの草丈伸長技術

岡崎司馬・岡本弘幸・龜田修二

Kazuma OKAZAKI, Hiroyuki OKAMOTO and Shuji KAMEDA

Stem elongation method of stock (*Matthiola incana*) harvested from September to October at semimountainous area.¹

I 緒 言

鳥取県は全国有数のストック産地であり、標高差の大きい地形を利用して9月から4月までの長期間に渡って出荷が行われている。このうち9～10月に出荷を行う作型では、高温障害の危険が少ない夏期冷涼な中山間地を中心に栽培されている。この時期は全国的にストックの出荷が少なく高単価が期待できることから、農家の経営安定化を図る上でメリットが大きい。

一方で、中山間地特有の夏期冷涼な気候条件下における栽培では、花成における問題点も存在する。ストックの花芽分化が可能な高温限界は早生品種で20～25℃付近とされるが(久松、2001)、中山間地である日南町茶屋では8月でも平均気温23.1℃、最低気温18.7℃であり、盛夏期でも花芽分化に必要な低温を確保できる条件下にある。一方で最高気温は平年で28.4℃であり、年によっては脱春化に必要な日中の高温が十分に得られない場合がある。この場合、節数を十分に確保する前に花芽分化してしまうことから、節数不足に伴う収穫時の草丈不足の克服が中山間地9～10月どりストックにおける課題となっていた。一部の生産現場では、花芽分化期までのハウス密閉による高温処理を行うことで花芽分化を遅延させる技術が導入されているが、高温障害のリスクも大きく、本技術は広く普及するに至っていない。

近年の環境制御に関する研究では、光質制御による植物生育調節技術が広く検討されており、多くの知見が得られている。例えば赤色光(以下R光)と遠赤色光(以下FR光)の比率(R/FR比)を調節することで、植物の生育に様々な影響を与えられることが明らかとなっている。日中な

いし終日の低R/FR処理には茎や節間の伸長効果があることが示唆されており、キャベツ(雀ら、1995)、ヒマワリ、レタス、ベニタデ、トマト(村上ら、1992)、タデ属の一種(Beverly and Gary, 2000)、ペチュニア(Kubotaら、2000)でそれぞれ報告されている。ストックでは、低R/FR比条件下における苗生育の促進効果(藤井ら、1996)や切花長伸長効果(吉村ら、2002)が認められている。これらの研究では、R/FR比を調節するために試作の光源や光選択透過資材が用いられているが、カラー遮光ネットとして実用化されている例もある(ヨセファ・シャハク、2003)。

また、光質制御に関連する研究として日没後(End-Of-Day: EOD)のFR光照射処理(以下EOD-FR照射処理)も広く検討が行われている。花き品目としては、ストック、カーネーション、ヒマワリ、キンギョソウおよびブプレウルムに対するEOD-FR照射処理に伸長生長および開花の促進効果が認められた一方で、品目や品種によっては開花の遅延も報告されている(住友ら、2009)。スプレーギクにおいてもEOD-FR照射処理に草丈伸長効果が認められているが、品種によって最適な光強度や照射時間が異なったという報告がある(島ら、2011)。

以上の知見を参考に、中山間地における9～10月どりストックの草丈伸長を目的として、R/FR比低減効果のある光質制御資材の被覆処理や日没後の白熱灯照射処理がストックの生育へ及ぼす影響を検討したところ、いくつかの知見が得られたので報告する。

II 材料および方法

試験は、いずれも標高約 550m の準高冷地に位置する鳥取県園芸試験場日南試験地で実施した。

1 光質制御資材の被覆処理の検討

‘ピンクアイアン’((株)サカタのタネ)を供試し、2009年7月16日に条間12cm、株間12cmの8条直まきとした。処理区は無処理区、光質制御区、不織布被覆区および遮光区の4処理区を設けた。光質制御区では赤色光の透過を抑制しR/FR比を低減させる効果のある青色不織布(ユニチカ(株)/遮光率約11%)を、不織布被覆区では白色不織布(ユニチカ(株))を、遮光区では白色寒冷紗(デュポン(株)/遮光率30%)をそれぞれ用い、終日全面被覆処理を行った。被覆期間はいずれも7月28日から採花終了までの間とした。なお、施肥その他の管理は鳥取県花き生産指導協議会の栽培指針に準じて行った。

2 光質制御資材の被覆処理、EOD 光照射処理およびは種期の前進化の併用

品種は‘ピンクアイアン’を供試した。は種期には慣行区と前進は種区の2水準を設け、このうち前進は種区には無被覆区、光質制御区および光質制御+EOD区を設けた。は種は、前進は種区で2012年7月5日に、慣行区で7月15日に行い、いずれも条間12cm、株間12cmの8条直まきとした。光質制御区では、7月26日から花芽分化が確認された9月13日までの間に青色不織布で終日被覆を行った。光質制御+EOD区では、9月13日まで光質制御区と同様の処理を行った後に青色不織布を除去し、10月12日までの間、白熱灯(75W)をうね上150cmの位置で1m間隔に設置し、日没後3時間照射した。なお、施肥その他の管理は鳥取県花き生産指導協議会の栽培指針に準じて行った。

3 光質制御処理の品種間差の検討

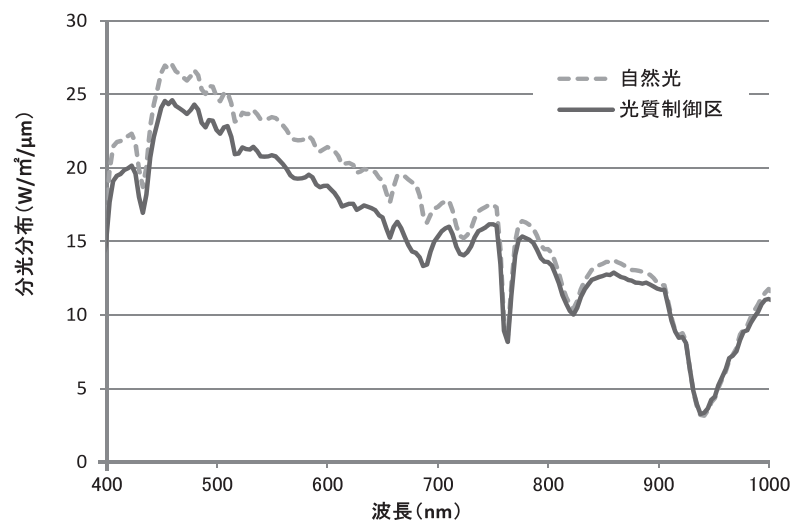
品種は‘ピンクアイアン’、‘ホワイトアイアン’((株)サカタのタネ)および‘ステッキチェリー’((株)ムラカミシード)を供試した。いずれの品種も無処理区と光質制御+

EOD区を設け、光質制御+EOD区では2013年7月5日に、無処理区では7月16日には種を行った。いずれも条間は12cm、株間は12cmとし、8条直まきとした。光質制御+EOD区では、7月23日から花芽分化が確認された9月3日までの間、青色不織布で終日被覆を行った。その後青色不織布を除去し、10月15日までの間、白熱灯を前試験と同様に設置し、日没後3時間照射した。なお、施肥その他の管理は鳥取県花き生産指導協議会の栽培指針に準じて行った。

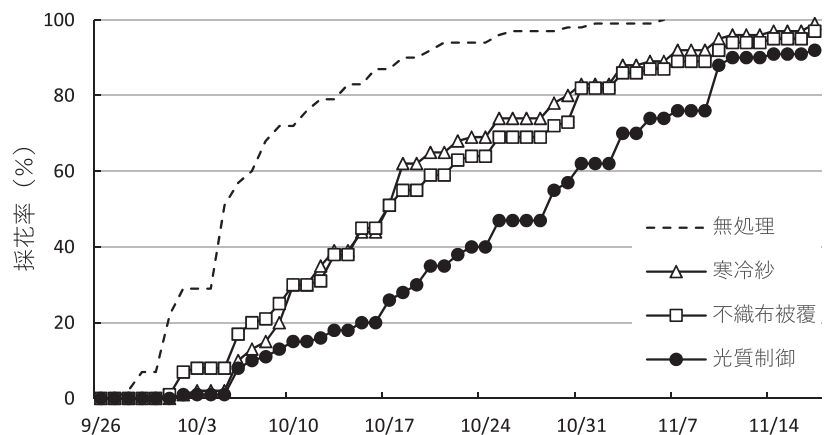
III 結果

1 光質制御資材の被覆処理の検討

自然光と比較した青色不織布被覆下の分光分布を第1図に示した。R/FR算出に用いる波長帯として、村上ら(1992)はR光の範囲を波長600~700nm、FR光を700~800nmとするのが適当としている。この基準に沿って比較すると、青色不織布被覆下では明らかにFR光領域よりR



第1図 光質制御資材被覆下における分光分布



第2図 被覆資材が採花率に及ぼす影響

第1表 被覆資材が切り花生育および品質へ及ぼす影響

処理区	採花日			切り花生育					切り花品質		
	平均	開始	終了	草丈 (cm)	節数	平均 節間長 (cm)	花穂長 (cm)	小花数	小花 密度 ^y	花穂の 硬さ	奇形花 発生率 (%)
無処理	10/5	9/28	11/9	67.1 c ^z	49.0 d	1.13 bc	11.7 b	31.1 b	69.1	62.8	34.6
光質制御	10/28	10/1	11/16	78.3 a	57.4 a	1.15 b	12.6 a	34.9 a	46.3	76.9	22.0
不織布被覆	10/16	9/28	11/16	73.3 b	54.1 b	1.13 c	12.3 a	35.2 a	54.7	77.5	29.6
遮光	10/16	10/1	11/16	72.2 b	50.8 c	1.19 a	11.9 b	34.7 a	61.2	72.7	26.0

z 異なる符号間は、Tukey法により5%水準で有意差あり。

y 小花密度および花穂の硬さは2:良~0:不良の3段階で評価し、次式で指数化した。

$$\text{指数} = \sum (\text{評価} \times \text{株数}) / (2 \times \text{調査株総数}) \times 100$$

光領域の透過が遮断されていた。これに伴い、自然光下で1.1程度だったR/FR比は、青色不織布被覆下で0.9まで低下しており、R/FR比低減効果が確認された。

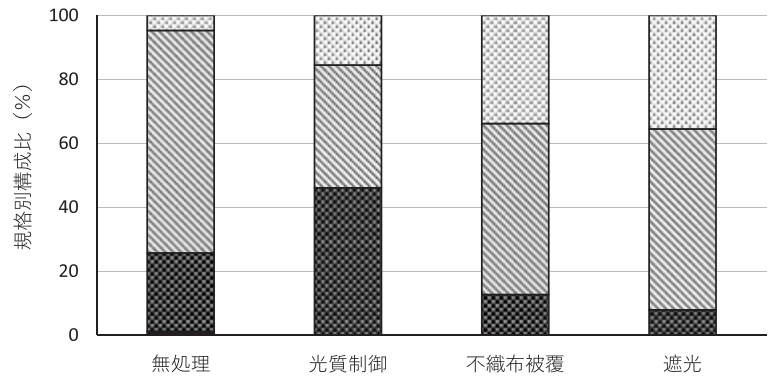
各処理区における採花率の推移を第2図に、切り花の生育と品質への影響を第1表および第3図に示した。採花率の推移は無処理区が最も早く、不織布被覆区と遮光区が同程度で続き、光質制御区が最も遅い傾向だった。平均採花日は、無処理区が10月5日だったのに対し光質制御区では10月28日となり、無処理区と比べ採花が23日遅延した。また、不織布被覆区、遮光区のいずれも、平均採花日は10月16日で、無処理区から11日遅延した。

収穫時の生育で比較すると、光質制御区で草丈伸長が認められ、上位規格の割合が大幅に増加した。これは専ら節数の増加によるものであり、平均節間長は無処理区と同程度だった。不織布被覆区では節数増加が、遮光区では若干の節数増加および節間長伸長が認められたが、草丈伸長の程度は光質制御区に及ばなかった。品質面では、光質制御区で小花密度の低下が見られた。

以上の結果、光質制御資材の被覆処理によるR/FR比低減によって、節数の増加に伴う草丈伸長が認められた。その一方で採花の大幅な遅延も認められ、収穫目標である10月末までの採花終了は困難となった。

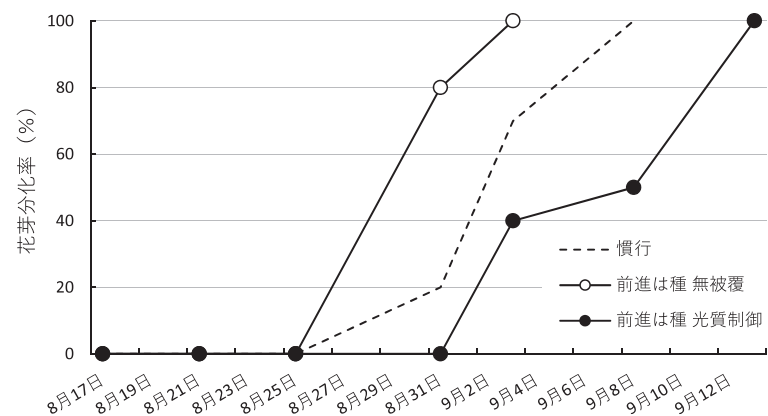
2 光質制御資材の被覆処理、EOD光照射処理およびは種期の前進化の併用

慣行区、前進は種・無被覆区および前進は種・光質制御区における花芽分化率の推移を第4図に示した。花芽分化率が80%に到達した日で各区を比較すると、前進は

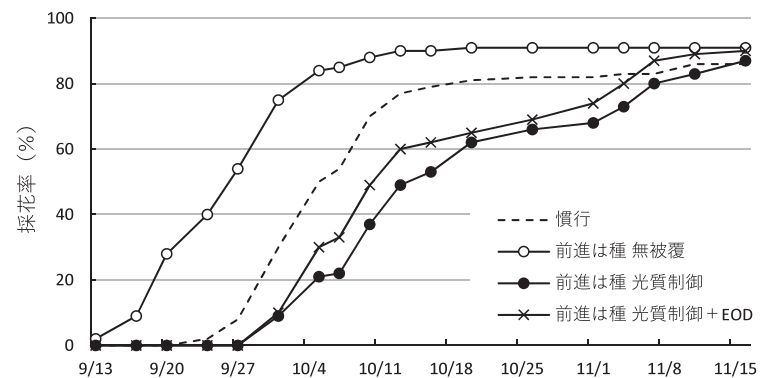


第3図 被覆資材が規格別割合に及ぼす影響

■ 2L: 草丈80cm以上 □ L: 70~80cm □ M: 60~70cm □ S: 50~60cm



第4図 は種期及び光質制御処理が花芽分化率の推移に及ぼす影響



第5図 は種期前進化および光質制御処理が採花率に及ぼす影響

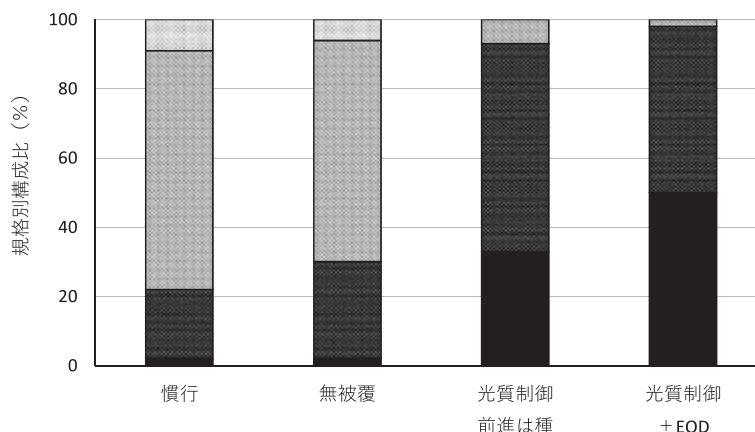
第2表 は種期および被覆処理が切り花生育と品質へ及ぼす影響

は種期	処理区	採花日			切り花生育				切り花品質			
		平均	開始	終了	草丈 (cm)	節数	平均節間長 (cm)	花穂長 (cm)	小花数	小花密度 ^y	花穂の固さ	奇形花発生率 (%)
慣行	—	10/4	9/24	11/12	67.4 b ^z	53.5 b	0.96	14.4 ab	27.7 ab	86.4	87.7	15.6
	無被覆	9/27	9/13	10/19	67.4 b	56.8 b	0.96	14.2 ab	26.0 b	87.1	92.7	18.5
前進	光質制御	10/15	10/1	11/16	77.8 a	68.5 a	0.94	13.4 b	28.9 a	86.7	86.3	11.9
	光質制御+EOD	10/9	9/27	11/12	80.2 a	69.2 a	0.95	14.6 a	26.8 b	81.7	78.0	4.5

z 異なる符号間は、Tukey法により5%水準で有意差あり。

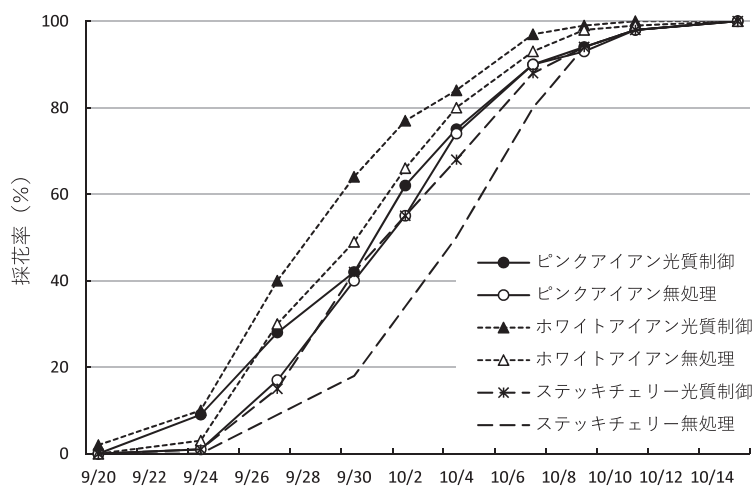
y 小花密度および花穂の硬さは2:良~0:不良の3段階で評価し、次式で指数化した。

$$\text{指数} = \frac{\sum (\text{評価} \times \text{株数})}{(2 \times \text{調査株総数})} \times 100$$



第6図 は種期及び光質制御処理が規格別割合に及ぼす影響

■ 2L: 草丈80cm以上 ■ L: 70~80cm ■ M: 60~70cm □ S: 50~60cm



第7図 各品種における採花率の推移

種・無処理区は慣行区より6日早く、前進は種・光質制御区は7日遅延した。

各処理区の採花率の推移を第5図に、切り花生育と品質への影響を第2表および第6図に示した。採花率の推移は前進は種・無被覆区が最も早く採花を開始し、慣行区が次いだ。前進は種・光質制御区と前進は種・光質制御+EOD区の採花開始はほぼ同時だったものの、採花率の推移は後者がやや早い傾向だった。前進は種・光質制御

区における平均採花日は慣行は種区より11日遅延した10月15日となったが、EOD処理を加えた前進は種・光質制御+EOD区では6日早い10月9日で、EOD光照射処理による開花促進効果が認められた。

生育への影響は、光質制御処理を行った2処理区で節数の増加に伴う草丈伸長効果が認められ、2L規格の割合が向上した。EOD光照射処理が草丈伸長へ及ぼす影響は判然としなかった。品質面

第3表 各品種における光質制御処理による切り花生育と品質への影響

品種	処理区	採花日			切り花生育				切り花品質			
		平均	開始	終了	草丈 (cm)	節数	平均 節間長 (cm)	花穂長 (cm)	小花 数	小花 密度 ^y	花穂 の硬さ	奇形花 発生率 (%)
ピンク	無処理	10/2	9/24	10/15	62.2	49.4	1.00	12.9	31.3	74.8	90.4	20.2
アイアン	光質制御	9/30	9/24	10/15	72.9	62.7	0.97	12.3	28.5	70.3	75.2	15.4
ホワイト	無処理	10/2	9/24	10/15	64.5	50.5	1.02	13.3	30.0	79.9	88.3	21.5
アイアン	光質制御	10/2	9/20	10/11	74.3	60.7	1.01	13.1	27.6	75.4	79.0	9.4
ステッキ	無処理	10/4	9/27	10/15	57.8	53.1	0.83	13.2	31.9	68.1	100.0	21.6
チェリー	光質制御	10/2	9/27	10/15	63.3	66.3	0.76	12.3	27.7	73.5	96.3	23.9
A 品種					** ^z	**	**	ns	*			
分散分析 B 光質制御					**	**	*	ns	**			
A×B					*	ns	ns	ns	ns			

z 分散分析は、**は1%水準、*は5%水準で有意差あり、nsは有意差なし。

y 小花密度・花穂の硬さは2:良~0:不良の3段階で評価し、次式で指数化した。

$$\text{指数} = \frac{\sum (\text{評価} \times \text{株数})}{(2 \times \text{調査株総数}) \times 100}$$

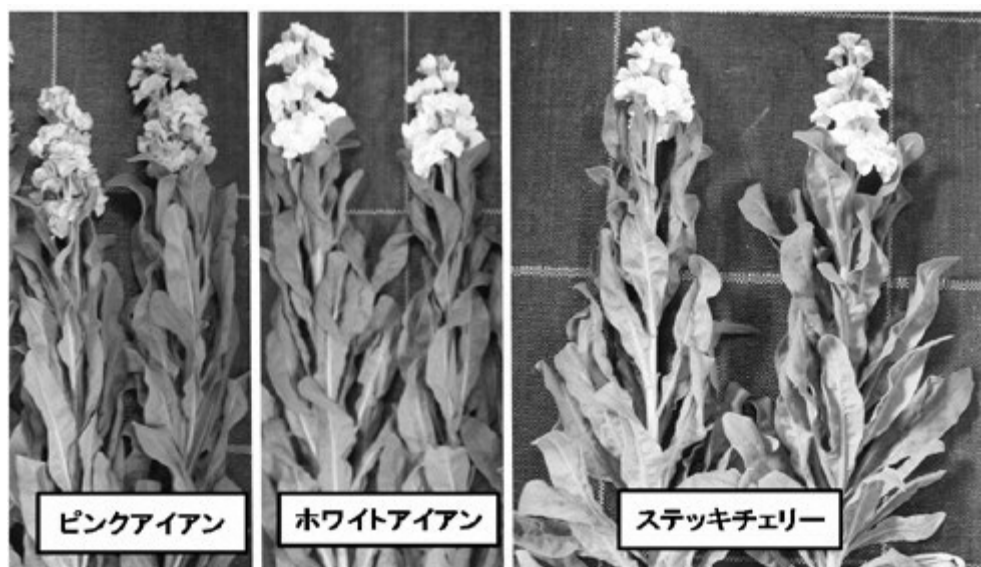


写真1 各品種におけるうらごけ症状の状況

で比較すると、前進は種・光質制御+EOD区では花穂の硬さがやや低下していた。

3 光質制御処理の品種間差の検討

各処理区の採花率の推移を第7図に、切り花生育と品質への影響を第3表に示した。

いずれの品種においても、光質制御+EOD区における採花率は無処理区と同程度ないしやや早く推移しており、平均採花日はいずれもほぼ同時期となった。生育への影響は、いずれの品種でも光質制御+EOD区において節数の増加に伴う大幅な草丈伸長が見られ、上位規格の割合が増加した。光質制御+EOD区における平均節間長は無処理区と比べ同程度かやや短く、小花数も無処理区を下回った。品質面では、‘ピンクアイアン’および‘ホワイトアイアン’の光質制御+EOD区において小花密度および花穂の硬さの低下が認められた。また、光質制御+EOD区では上位葉の小型化(うらごけ)症状が見られ、‘ステッキチェリー’では顕著だった(写真1)。

IV 考 察

試験の結果、は種約2~3週間後から花芽分化期までの期間において、R/FR比低減効果を持つ青色不織布の被覆処理を検討したところ、節数の増加に伴う草丈伸長が認められた。R/FR比がストックの生育へ及ぼす影響については低R/FR比下における草丈伸長の報告があるが、この場合の草丈伸長は節間の伸長によるところが大きく、本研究と異なる結果となっている(吉村ら、2002)。この要因として、吉村ら(2002)は光質制御処理の際に赤色光透過抑制フィルムを用いていたのに対し、本研究においては光質制御能力に加え、ある程度の遮光機能を持つ不織布を用いたことが考えられる。白色不織布や寒冷紗を使用した処理区でも、程度の差はあるものの光質制御処理と同様に花芽分化の遅延や節数の増加に伴う草丈伸長が認められており、遮光処理によっても

花芽分化の遅延や節数の増加が引き起こされることが示唆されている。

これらのことから、青色不織布を利用した光質制御処理においては、低 R/FR 条件に遮光の影響が加わった結果、吉村ら (2002) の報告と異なる結果となったと考えられた。

以上のように、光質制御資材の被覆処理により、ストック草丈の大幅な伸長が可能となった。その一方で花芽の分化が大幅に遅延したため、本来出荷目標としていた9～10月の採花は困難となり、開花前進化処理の併用が不可欠と判断された。

花きの開花促進に関しては、近年、日没後に遠赤色光を照射する EOD-FR 照射処理の検討がさかんに行われている。花きのうち、ストックをはじめカーネーション、ヒマワリ、キンギョソウ、ププレウムでは EOD-FR 照射処理で開花促進が報告されている (住友ら, 2009)。また、光源の種類についても検討が行われており、FR 光を多く含む白熱灯の終夜照射でもストックの開花促進が認められたという報告もある (吉村ら, 2006)。これらの報告を参考に、試験 2 において、白熱灯を用いた日没後 3 時間の EOD 光照射処理およびは種期を 10 日程度前進化する処理を光質制御処理と組み合わせた。その結果、一連の処理を併用した区では採花期への影響が最小限に抑えられ、慣行と比べ 5 日程度の採花遅延に留まった。また、節数増加に伴う大幅な草丈伸長が達成された。試験 3 においては、供試したストック 3 品種のいずれでも、一連の処理によって節数増加による草丈伸長が認められており、本技術の汎用性が示唆された。

以上の結果から、中山間地 9～10 月どりストックにおいて、

- ① 7 月上旬は種
- ② は種 2～3 週間後から花芽分化開始までの青色不織布被覆
- ③ 花芽分化確認から採花までの白熱灯日没後 3 時間照射を併用することで、9～10 月に、従来より草丈の長いストックを採花することが可能と考えられる。

本技術で用いた資材はいずれも市販されているものであり、コストや調達のしやすさの点で、今後の普及への支障も少ないと考えられる。一方で、日中の光質を制御することから、ハウスの形式や日射の方向によって有効な被覆方法をその都度検討する必要があり、被覆法によっては有効な結果が現れない場合が考えられる。また、品種によっては花穂の硬さおよび小花密度の低下や、いわゆる

るうらごけ症状が見られる場合があるため、今後の対策を要する。

V 摘 要

光質制御処理、EOD 光照射処理および前進は種を組み合わせ、中山間地 9～10 月どりストックにおける草丈伸長効果を検討した。

1. は種約 2～3 週間後から花芽分化開始までの、R/FR 比低減効果のある青色不織布の被覆 (光質制御処理) により、節数の増加に伴う草丈伸長が認められた。一方で、採花期は慣行から 23 日遅延した。
2. 7 月上旬へのは種期の前進化、は種約 2～3 週間後から花芽分化開始までの期間の光質制御処理、および花芽分化期から採花期までの日没後 3 時間の白熱灯照射 (EOD 光照射処理) の併用により、光質制御処理による草丈伸長効果を維持したまま、採花遅延を慣行から 5 日程度まで短縮できた。
3. 2. において検討した一連の処理は、供試したストック 3 品種のいずれでも共通の結果となった。すなわち、慣行と同時期に、より草丈の長い収穫物が得られた。

引 用 文 献

- Beverly, C. and Gary, W. 2000. Stem elongation response to neighbor shade in sprawling and upright *Polygonum* species. *Annals of Botany* 86 : 739-744.
- 崔 海信・村上克介・清田 信・相賀一郎. 1995. 自然光の赤色光 / 遠赤色光量子束比を変化させる植物成長制御被覆材の開発 (2) —ヒマワリおよびキャベツ実生の伸長および成長におよぼす効果—, *生物環境調節*, 33(1) : 37-42.
- 久松 完. 2001. ストックおよびトルコギキョウの生育における内生ジベレリン生合成機能の役割に関する研究. *野菜・茶業試験場研究報告* (16) : 79-133.
- 藤井明彦・浜本 浩・穴戸良洋. 1996. 自然光の赤色光 / 遠赤色光比によるストック苗の生育制御. *東北農業研究*, 49 : 231-232.
- Kubota, S., T. Yamato, T. Hisamitsu, S. Esaki, R. Oi, M. S. Roh and M. Koshioka. 2000. Effect of Red-and Far-red-rich spectral treatments and diurnal temperature alternation on

the growth and development of Petunia.

園学雑, 69(4) : 403-409.

村上克介・洞口公俊・柴田治男・森田政明・相賀一郎, 1992. 植物栽培用人工光源の開発に関する考察. 生物環境調節, 30(4) : 135-141.

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, 明期終了時における遠赤色光照射の光強度および照射時間がスプレーギクの茎伸長に及ぼす影響, 2011. 園学研, 10(3) : 401-406.

住友克彦・山形敦子・島 浩二・岸本真幸・久松完, 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, 2009. 花き研報, 9 : 1-11.

ヨセファ・シャハク, 2003. 資機材利用の最前線 21 カラー遮光ネットの効用. 農耕と園芸, 58(10) : 26-29.

吉村正久・西山 学・金浜耕基, 2002. ストックの主枝の生長と開花に及ぼす赤色光または遠赤色光と赤色光 / 遠赤色光比の影響. 園学雑, 71(4) : 575-582.