

試験研究成果普及情報

部門	花植木	対象	普及
課題名：ヒートポンプを活用したエラチオール・ベゴニアの周年安定生産技術の確立			
<p>[要約] エラチオール・ベゴニア栽培の9～10月上旬開花作型では、短日処理期間中の20℃夜間冷房は、花芽分化期である7月中旬から8月上旬が猛暑となる年や晩生品種において、開花促進や花房数の増加などの品質向上効果が期待できる。また冬季開花作型では、16時間日長処理とEOD-heating（日没後昇温）20℃4時間＋夜間12℃を組み合わせると、慣行の16℃一定暖房と比べ、品質を落とすことなく燃油コストを16%削減できる。</p>			
キーワード エラチオールベゴニア、ヒートポンプ、夜冷、開花促進、燃油コスト			
実施機関名	主 査 農林総合研究センター花植木研究室 協力機関 千葉県鉢花生産者連絡協議会		
実施期間	2017年度～2019年度		

[目的及び背景]

エラチオール・ベゴニアは温度や日長を制御することで周年出荷が可能である。しかし、温暖化の影響と考えられる夏季の高温や燃油価格高騰による生産コストの上昇により、品質の安定化が図り難い状況である。ヒートポンプは冷暖房制御が行えることから夏季の高温対策としての利用が見込めると共に、燃油価格に比べ電気料金は比較的安定しているため、冬季の暖房コストの安定化も見込める。エラチオール・ベゴニア生産現場でもヒートポンプの導入が始まっていることから、夏季高温期の冷房効果や冷房技術、さらに冬季の暖房コスト削減技術の開発が求められている。近年、日没後の時間帯の温度が植物の生育や花芽分化に影響を及ぼす反応（EOD反応）が注目されている。そこで、夜間の冷暖房制御がエラチオール・ベゴニアの生育及び開花に及ぼす影響を明らかにし、ヒートポンプを用いた安定周年生産技術を確立する。

[成果内容]

1 夏季高温期の夜間冷房技術

(1) エラチオール・ベゴニア「ネッチャダーク」を20℃で夜間冷房を開花期まで連続で行うと、冷夏であった平成29年や7月下旬まで長梅雨となった令和元年は開花遅延し、猛暑の平成30年は開花が促進した（表1、2、3、4）。草丈や株幅、側枝数、花房数などの品質は無処理と同程度か低下した。20℃の夜間連続冷房処理は、開花や生育への影響に年次変動があり、夏季が猛暑傾向の時は開花促進が期待できるが、草姿改善効果はみられない。

(2) エラチオール・ベゴニア「ネッチャダーク」を短日処理期間のみ20℃で夜間冷房すると、無冷房に比べ連続冷房と同程度に開花を促進させ、草丈が徒長した草姿とな

らず、一次側枝数と花房数が連続冷房に比べ増加するため、株全体のボリュームも増え、品質を改善できる（表3）。

(3) 短日処理期間のみ 20℃の夜間冷房処理は、やや早生のエラチオール・ベゴニア「ネッチャダーク」、「バティック」、「ブリッツ」の3品種及び「ボリアス」の開花は無冷房に比べ開花は同程度かやや遅れる（表4）。しかし、晩生品種の「ベルセバ」は、無冷房に比べ短期及び長期のいずれの夜間冷房処理によっても開花は促進され（表4）、花房数も増加する（表4）。

2 冬季の EOD-heating 技術

(1) エラチオール・ベゴニア「ネッチャダーク」の2月開花作型において、EOD-heating 20℃ 3時間昇温（その後夜間 12℃設定）及び 14時間日長条件では、慣行の 16℃加温 14時間日長区と比べ開花に大きな影響を及ぼさないが、草丈や株幅が小さく、花房数も減少し、ボリュームが小さくなる（表5）。しかし、日長を 16時間とすることで草丈、株幅が大きくなり、花房数も増加し、慣行の 16℃加温 14時間日長と同程度になる。

(2) エラチオール・ベゴニア「ネッチャダーク」の1月下旬開花作型において、16時間日長処理と EOD-heating 20℃ 4時間昇温（その後夜間 12℃設定）を組み合わせることで、20℃ 3時間昇温に比べ、開花が早まり、草丈や株幅はやや大きくなり、一次側枝数が増加し、16℃加温 16時間日長と同程度の開花や草姿となる（表6）。

(3) 12月開花作型において、エラチオール・ベゴニア「ネッチャダーク」、「バティック」、「ブリッツ」の3品種及び「ベルセバ」、「ボリアス」2品種のいずれも EOD-heating 20℃ 4時間昇温及び 20℃ 3時間昇温において、16℃加温 16時間日長とほぼ同時期に開花し、開花時の草姿も同程度である（表7）。年明け以降の厳寒期での結果も踏まえ、EOD-heating 処理の昇温時間は4時間で効果が安定する。

(4) EOD-heating 20℃ 4時間昇温（その後夜間 12℃設定）と電照による 16時間日長処理の組み合わせは、慣行の 16℃加温と 14時間日長の組み合わせに比べ、燃油コストを 16%削減することができる（表8）。

[留意事項]

夜間冷房処理効果は、花芽分化期の気温に左右されるため、明期の平均気温が 30℃以上の時に行い、30℃以下の時は行わない。EOD-heating 処理の昇温時間は、効果を安定させるため4時間とすることが望ましい。

[普及対象地域]

県内全域のエラチオール・ベゴニア生産者

[行政上の措置]

[普及状況]

[成果の概要]

表 1 処理期間中のハウス内平均気温（無冷房）

明暗	処理ステージ	平成29年		平成30年		令和元年	
		期間	無冷房ハウス内 気温（℃）	期間	無冷房ハウス内 気温（℃）	期間	無冷房ハウス内 気温（℃）
明期	短日処理前	8/1-8/6	26.2	7/17-8/1	30.5	7/10-7/24	23.3
	短日期間中	8/7-8/28	28.7	8/2-8/23	30.1	7/24-8/15	31.7
	短日処理後	8/28-9/30	25.5	8/24-9/18	27.7	8/15-9/5	28.1
暗期	短日処理前	8/1-8/6	23.0	7/17-8/1	25.4	7/10-7/24	21.7
	短日期間中	8/7-8/28	24.4	8/2-8/23	24.6	7/24-8/15	26.1
	短日処理後	8/28-9/30	21.6	8/24-9/18	23.5	8/15-9/5	24.7

表 2 夜間連続冷房処理の有無が「ネッチャダーク」の開花及び開花時の形質に及ぼす影響（平成 29 年）

夜間 冷房	開花日	草丈 (cm)	株幅 (cm)	主茎長 (cm)	主茎 節数 (節)	第1花房 着生節位 (節)	茎径 (mm)	第1次 側枝数 (本)	花房数 (個)	花径 (mm)
有	10月 7日	32.2	34.1	27.0	11.8	7.6	10.8	5.7	18.4	55.9
無	10月 3日	30.3	34.4	24.6	11.9	7.5	11.5	5.5	17.5	52.4
t-検定	**	*	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	**

- 注 1) 夜間冷房有:平成 29 年 8 月 1 日～9 月 30 日に暗期を 20℃一定で冷房
短日処理は 10 時間日長とし、平成 29 年 8 月 7 日～8 月 28 日にシルバーポリトンネルにより 15:00～19:00 までシェードした
- 2) 冷房処理はヒートポンプ(商品名:アグリ mo ぐっぴー)を用い、ハウス全体を冷却した
- 3) 開花日は、第 1 花開花日とし、形質調査は開花した株から順次行った
- 4) t-検定: **:1%水準で有意 * :5%水準で有意 ns:有意差なし

表 3 夜間冷房処理期間の違いが「ネッチャダーク」の開花及び開花時の形質に及ぼす影響（平成 30 年）

夜間 冷房方法	開花日	草丈 (cm)	株幅 (cm)	主茎長 (cm)	主茎 節数 (節)	第1花房 着生節位 (節)	茎径 (mm)	第1次 側枝数 (本)	花房数 (個)	花径 (mm)
連続	10月 5日 a	30.5 b	34.5	24.8	10.0 a	6.5 a	10.3 a	3.1 a	10.1 a	49.0
短日期のみ	10月 5日 a	26.3 a	32.0	22.0	10.6 a	6.8 ab	11.2 ab	4.0 b	15.1 b	48.8
無冷房	10月15日 b	30.9 b	36.1	24.8	11.1 b	7.5 b	12.4 b	4.5 b	15.0 b	50.9
分散分析	**	**	ns	ns	*	*	*	**	**	ns

- 注 1) 連続:平成 30 年 7 月 17 日～9 月 18 日に暗期を 20℃一定で冷房
短日期のみ:平成 30 年 8 月 2 日～8 月 23 日(短日処理期間)に暗期(19:00～9:00)を 20℃一定で冷房
短日処理は 10 時間日長とし、シルバーポリトンネルにより日の出から 9:00 までシェードした
- 2) 冷房処理はヒートポンプ(商品名:アグリ mo ぐっぴー)を用い、ハウス全体を冷却した
- 3) 開花日は、第 1 花開花日とし、形質調査は開花した株から順次行った
- 4) 分散分析: **:1%水準で有意 * :5%水準で有意 ns:有意差なし
異なるアルファベット間に Tukey-Kramer により、5%水準で有意差あり

表 4 開花及び開花時の形質に対する夜間冷房処理の品種間差異（令和元年）

品種	処理区	開花日	草丈 (cm)	株幅 (cm)	主茎長 (cm)	主茎 節数 (節)	第1花房 着生節位 (節)	茎径 (mm)	第1次 側枝数 (本)	花房数 (個)	花径 (mm)	
ネッチャ ダーク	連続	8月23日 b	22.4	29.4	18.1	9.9	5.4	12.7	4.7	9.9	5.0	
	短日期のみ	8月23日 b	23.2	29.4	17.7	10.3	5.4	13.7	4.6	10.7	5.0	
	無冷房	8月19日 a	22.6	28.6	18.0	10.0	5.3	13.7	4.7	11.1	4.9	
バティック	連続	8月19日 b	23.5	31.9	19.1	9.6	5.3	12.9	4.3	9.6	5.2	
	短日期のみ	8月16日 ab	23.7	31.0	18.6	9.6	5.3	13.1	3.9	10.9	5.4	
	無冷房	8月16日 a	22.5	31.2	18.0	10.0	5.1	13.4	4.7	10.3	5.3	
ブリッツ	連続	8月19日	22.9	29.6	18.8	9.6	5.3	12.3	4.0	10.6	5.2	
	短日期のみ	8月18日	22.8	30.7	18.3	9.8	5.2	13.6	4.4	11.3	5.4	
	無冷房	8月18日	21.4	30.1	16.9	10.3	5.5	13.0	4.5	11.4	5.1	
ベルセバ	連続	9月 6日 a	21.5	28.9	17.0	13.4	7.3	14.1	4.4	13.2	ab	5.9
	短日期のみ	9月 2日 a	22.1	29.2	19.1	13.8	7.7	14.1	5.4	17.4	b	5.5
	無冷房	9月11日 b	21.5	30.1	17.0	13.5	7.2	14.3	5.3	7.9	a	5.4
ポリアス	連続	8月29日	18.7	25.9	14.4	13.2	7.0	14.2	2.7	8.3	6.4	
	短日期のみ	8月26日	22.3	28.6	17.8	12.6	7.4	13.8	3.9	9.4	6.2	
	無冷房	8月27日	19.0	27.6	14.7	12.8	7.3	14.1	3.9	9.7	5.3	

- 注 1) 連続:令和元年 7月 24日～9月 15日に暗期(19:00～9:00)を 20℃一定で冷房
 短期期のみ:令和元年 7月 24日～8月 15日(短日処理期間)に暗期を 20℃一定で冷房
 短日処理は 10時間日長とし、シルバーポリトンネルにより日の出から 9:00までシェードした
 2) ヒートポンプ(商品名:アグリ mo ぐっぴー)を用い、ハウス全体を冷却した
 3) 開花日は、第 1花開花日とし、形質調査は開花した株から順次行った
 4) 異なるアルファベット間に Tukey-Kramer により、5%水準で有意差あり

表 5 EOD-heating 処理の有無及び日長時間の違いが「ネッチャダーク」の開花及び開花時の形質に及ぼす影響(平成 29 年)

処理区	開花日	草丈 (cm)	株幅 (cm)	第1花房 着生節位 (節)	花房数 (個)
EOD 20℃3hr/12℃14hr	2月5日 a	20.1 a	29.0 a	3.3 a	11.8 a
EOD 20℃3hr/12℃16hr	2月8日 a	21.7 b	31.8 b	3.8 ab	13.9 ab
16℃一定 14hr	2月8日 a	22.0 bc	32.4 bc	4.0 ab	15.2 bc
16℃一定 16hr	2月8日 a	23.1 d	34.3 d	4.2 b	17.7 c

- 注 1) EOD 20℃3hr/12℃14hr:日の入り後 3時間 20℃に加温しその後日の出まで 12℃加温、14時間日長
 EOD 20℃3hr/12℃16hr:日の入り後 3時間 20℃に加温しその後日の出まで 12℃加温、16時間日長
 16℃一定 14hr、16hr:日の入り後から日の出まで 16℃加温 14時間日長又は 16時間日長
 EOD-heating 処理は平成 29年 11月 22日～開花まで行った
 2) 日長処理は、電球色 LED を用い早朝電照で行った(短日期間中の 12月 8日～12月 22日を除く)
 3) 開花日は、第 1花開花日とし、形質調査は開花した株から順次行った
 4) 異なるアルファベット間に Tukey-Kramer により、5%水準で有意差あり

表6 EOD-heating 時間の違いが「ネッチャダーク」の開花及び開花時の形質に及ぼす影響（平成30年）

処理区	開花日	草丈 (cm)	株幅 (cm)	主茎長 (cm)	主茎 節数 (節)	第1花房 着生節位 (節)	茎径 (mm)	第1次 側枝数 (本)	花房数 (個)
EOD20°C3hr/12°C	1月28日 b	19.6	29.1	9.4	7.0	4.1	9.7 a	2.3 a	9.3
EOD20°C4hr/12°C	1月22日 a	20.6	30.8	9.8	7.1	4.0	9.4 a	3.1 b	9.8
16°C一定	1月22日 a	20.1	30.5	9.6	6.8	3.9	10.9 b	3.3 b	8.8
分散分析	*	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	ns

- 注1) EOD 20°C3hr/12°C：日の入り後3時間20°Cに加温し、その後日の出まで12°C加温
 EOD 20°C4hr/12°C：日の入り後4時間20°Cに加温し、その後日の出まで12°C加温
 16°C一定：日の入り後から日の出まで16°C加温
 EOD-heating 処理は平成30年11月12日～開花まで行った
 2) 日長処理はいずれも16時間日長とし、電球色LEDを用い早朝電照で行った
 (短日期間中の12月10日～1月1日を除く)
 3) 開花日は、第1花開花日とし、形質調査は開花した株から順次行った
 4) 分散分析：**：1%水準で有意 *：5%水準で有意 ns：有意差なし
 異なるアルファベット間にTukey-Kramerにより、5%水準で有意差

表7 開花及び開花時の形質に対するEOD-heating処理効果の品種間差異(令和元年)

品種	処理区	開花日	草丈 (cm)	株幅 (cm)	主茎長 (cm)	主茎 節数 (節)	第1花房 着生節位 (節)	茎径 (mm)	第1次 側枝数 (本)	花房数 (個)	花径 (cm)
ネッチャ ダーク	EOD20°C3hr/12°C	12月5日	21.5	28.9	12.6	8.8	6.9	12.5	5.0	11.0	5.3
	EOD20°C4hr/12°C	12月5日	21.6	29.3	13.6	9.0	7.7	11.8	5.0	9.2	4.7
	16°C一定	12月4日	21.8	31.0	14.7	8.4	5.9	11.9	5.2	8.1	5.6
バティック	EOD20°C3hr/12°C	12月5日	20.5	27.9	13.1	8.7	6.4	13.2	4.7	12.8	5.7
	EOD20°C4hr/12°C	12月5日	21.4	29.1	14.2	9.0	7.8	14.4	5.0	11.8	4.9
	16°C一定	12月4日	20.2	30.2	13.5	8.8	6.1	12.1	4.9	9.1	5.2
ブリッツ	EOD20°C3hr/12°C	12月4日	21.1	28.6	13.3	8.8	6.9	13.6	5.1	10.4	6.0
	EOD20°C4hr/12°C	12月4日	22.4	29.3	13.6	8.9	7.1	12.8	4.8	9.3	5.4
	16°C一定	12月3日	20.8	30.8	13.5	8.9	6.9	12.5	5.2	7.7	6.0
ベルセバ	EOD20°C3hr/12°C	12月12日	20.3	26.3	15.8	11.9	9.6	12.1	5.4	11.3	5.2
	EOD20°C4hr/12°C	12月13日	21.9	27.3	18.6	12.2	10.2	12.9	5.7	13.2	5.2
	16°C一定	12月12日	21.8	28.2	17.6	11.4	9.6	12.6	5.9	11.8	5.4
ポリアス	EOD20°C3hr/12°C	12月8日	21.3	27.4	17.5	11.7	9.0	13.7	5.7	10.1	6.0
	EOD20°C4hr/12°C	12月9日	21.2	26.1	16.5	11.3	9.3	12.0	5.2	13.0	5.8
	16°C一定	12月9日	21.9	27.7	18.7	12.1	9.9	13.4	5.3	12.1	6.4

- 注1) EOD 20°C3hr/12°C：日の入り後3時間20°Cに加温し、その後日の出まで12°C加温
 EOD 20°C4hr/12°C：日の入り後4時間20°Cに加温し、その後日の出まで12°C加温
 16°C一定：日の入り後から日の出まで16°C加温 16時間日長
 EOD-heating 処理は令和元年10月26日～開花まで行った
 2) 日長処理はいずれも16時間日長とし、電球色LEDを用い早朝電照で行った
 (短日期間中の11月7日～11月28日を除く)
 3) 開花日は、第1花開花日とし、形質調査は開花した株から順次行った
 4) 分散分析によりいずれも有意差なし

表 8 燃油コスト削減効果(令和元年)

10月26日～12月27日	16℃一定14hr 慣行区	EOD20℃4hr /12℃16hr	EOD20℃3hr /12℃16hr
灯油使用量 (L/50m ²)	447	373	368
A重油換算(70円/L) (円)	31,290	26,110	25,760
電気代(22円/kw) (円)	253	507	507
重油換算+電気計 (円)	31,543	26,617	26,267
16℃加温区に対する燃油 使用割合 (%)	100	84	83
燃油削減率 (%)		16	17

注 1) 16℃一定 14hr : 日の入り後から日の出まで 16℃加温 14 時間日長 (慣行)
 EOD 20℃ 4hr/12℃ 16hr : 日の入り後 4 時間 20℃に加温し、その後日の出まで 12℃加温、
 16 時間日長
 EOD 20℃ 3hr/12℃ 16hr : 日の入り後 3 時間 20℃に加温し、その後日の出まで 12℃加温、
 16 時間日長
 2) A 重油価格は令和 2 年 2 月関東地域平均価格、
 電気代は、従量電灯 B の KW 単価表より算出

[発表及び関連文献]

- 1 中島ら、夏季高温期におけるエラチオール・ベゴニアへの夜間冷房処理が開花及び生育に及ぼす影響. 園学研. 18 (別 1), 218. 2019
- 2 中島拓. 令和元. 冷蔵処理を用いたエラチオール・ベゴニアの秋出荷作型における安定開花及び品質改善技術の開発. 岡山大学. 学位論文.
- 3 ベゴニアの夜間冷房処理による開花調節 最新農業技術 花卉 vol.12、2019
- 4 ベゴニアの夜間冷房処理による開花調節 農業技術大系 花卉、2019
- 5 令和 2 年度試験研究成果発表会 (花植木部門)

[その他]

平成 29 年度～令和元年度「イノベーション創出強化研究推進事業」短時間変温管理法に基づく主要花き類の周年安定生産技術の開発