

第IV章 間欠冷蔵処理が開花及び生育に及ぼす影響

第III章ではエラチオール・ベゴニアの9月～10月出荷作型における開花遅延の回避及び品質改善の方法として夜間冷房処理を検討した。しかし、夜間冷房処理を行うために必要となるヒートポンプは300坪あたり約400万円の初期投資が必要とされており（千葉県，2016），導入できる生産者は限られてしまう。近年，イチゴの開花誘導技術として，苗を一定期間暗黒条件下で低温処理した後に温室下での管理を数日間行うことを繰り返す間欠冷蔵処理技術が提案されており，8月下旬～9月中旬にかけて処理を行うことで，最大10日程度開花を促進できるとされる（Yoshidaら，2012）。この技術はプリムラ・ポリアンサ（虎太ら，2015）及びシクラメン（加古ら，2016）でも夏期に処理することで秋季の開花を促進させることが報告されており，他の花き類への応用も可能であると考えられる。またイチゴでは，間欠冷蔵処理の低温処理方法として，1坪の冷蔵庫で3号ポット苗を約3,500株処理することが可能とされている（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構，2013）。エラチオール・ベゴニア栽植面積は3.3m²当たり25鉢であることから（関・小竹，1996），300坪当たり約7,500鉢必要となる。そのため，1坪冷蔵庫でイチゴと同様の数を処理できると仮定すると，冷蔵庫数台の導入で済むためヒートポンプに比べ安価な技術として利用できる可能性が高い。そこで，第IV章ではエラチオール・ベゴニアの9月～10月出荷作型における安価な開花誘導及び品質改善を目的に，間欠冷蔵処理が開花及び誘導に及ぼす影響を検討した。

第1節 間欠冷蔵処理時の冷蔵処理サイクル，冷蔵処理回数，冷蔵処理温度が開花及び生育に及ぼす影響

間欠冷蔵処理が開花及び生育に及ぼす影響は，①冷蔵処理日数と温室下での管理日数を組み合わせた冷蔵処理サイクル，②1回の冷蔵処理サイクルを何回繰り返すかの冷蔵処理回数，及び③冷蔵処理温度の3つの要因が組み合わさることによって変化する（Yoshidaら，2012）。そこで，本節では上記3要因が開花及び生育に及ぼす影響を検討した。

1. 材料及び方法

品種は千葉県内で広く生産される「ネティア」（来歴不明，中生品種）を供試した。間欠冷蔵処理時の冷蔵処理はインキュベータ（MIR-253，三洋電機（株））を用い，苗の出し入れは16時30分から17時の間に行った。



第8図 間欠冷蔵処理開始以降の温室内平均気温及び日長の推移（2012年・2013年）

注）日長の推移は千葉特別地域気象観測所の2013年8月1日～10月20日までの日の出～日の入りまでの時間で算出した。

(1) 実験1. 間欠冷蔵処理時の冷蔵処理サイクルが開花及び生育に及ぼす影響

2012年5月30日に挿し芽を行い，6月22日に2.5号黒色ポリポットに鉢上げ，6月29日に2節残して摘心した。8月4日から9月5日にかけて間欠冷蔵処理を行った。処理区は冷蔵処理と温室での管理をそれぞれ2日ごとに合計8回処理した2D/2D×8区，4日ごとに4回処理した4D/4D×4区及び8日ごとに2回処理した8D/8D×2区の3水準を設けた。冷蔵処理は10°C，暗黒条件下で行い，いずれの処理区も冷蔵処理日数の合計は16日となるようにした。対照区として間欠冷蔵処理を行わない慣行栽培区を設けた。各区の最終冷蔵処理が終了した9月10日に4号プラスチック鉢に鉢替えした。慣行栽培区の鉢上げ及び摘心は上記処理区と同日に行い，8月1日に4号プラスチック鉢に鉢替えした。

調査は各区の冷蔵処理後の9月4日に枯死株率と，9月18日の草丈及び主茎節数と，開花日の草丈，株幅，主茎長，主茎節数，第1花房の着生節位，一次側枝数及び花房数について実施した。枯死株率については1区につき20株中の割合とし，生育及び開花調査については枯死率を測定した株の中から任意に選び鉢替えを行った株を対象に，1区1株の10反復とした。

(2) 実験2. 間欠冷蔵処理の冷蔵処理回数が開花及び生育に及ぼす影響

2013年5月22日に挿し芽を行い，6月20日に2.5号黒色ポリポットに鉢上げ，7月2日に2節残して摘心した。間欠冷蔵処理の冷蔵処理と温室での管理を組み合わせ，4日ごとに2回処理した4D/4D×2区（冷蔵処理期間の合計日数は8日）及び4回処理した4D/4D×4区（合計冷蔵処理日数は16日）の2水準を設けた。各区の冷蔵処理は10°C，暗黒条件下で行った。4D/4D×2区は8月6日から8月22日にか

けて間欠冷蔵処理を行い、最終冷蔵処理が終了した後の8月19日に4号プラスチック鉢に鉢替えした。4D/4D×4区は8月6日から9月7日にかけて間欠冷蔵処理を行い、最終冷蔵処理が終了した後の9月5日に4号プラスチック鉢に鉢替えした。対照区として間欠冷蔵処理を行わない慣行栽培区を設けた。慣行栽培区では摘心までの管理は上記2区と同様とし、8月5日に4号プラスチック鉢に鉢替えした。

調査は4D/4D×2区の最終冷蔵処理終了後の8月19日及び4D/4D×4区の最終冷蔵処理終了後の9月5日の枯死株率について実施した。また、開花日の草丈、株幅、主茎長、主茎節数、節間長、第1花房の着生節位、一次側枝数及び花房数について実施した。供試株数は1区1株の9反復とした。

(3) 実験3. 間欠冷蔵処理時の冷蔵処理温度が開花及び生育に及ぼす影響

挿し芽、鉢上げ及び摘心日は実験2と同様とし、2013年8月6日から9月7日にかけて4D/4D×4区の間欠冷蔵処理を行った。冷蔵処理時の温度は10.0℃、12.5℃、15.0℃の3水準を設けた。対照区として間欠冷蔵処理を行わない慣行栽培区を設けた。冷蔵処理終了後の9月5日に3処理区とも4号プラスチック鉢に鉢替えした。慣行栽培区の管理は実験2の慣行栽培区と同様とした。

調査は最終冷蔵処理終了後の9月5日の枯死株率、草丈及び主茎節数と開花日の草丈、株幅、主茎長、主茎節数、節間長、第1花房の着生節位、一次側枝数及び花房数について実施した。供試株数は1区1株の9反復とし

た。

2. 結果

間欠冷蔵処理の開始時期に当たる8月1日から開花時期に当たる10月20日までの温室内平均気温及び日長の推移を第8図に示した。2012年は比較的気温の変動が小さく、間欠冷蔵処理期間である8月1日～9月10日にかけては24～28℃の範囲で推移した。その後は9月20日から気温が低下し始め、10月1日に一度25℃と高くなったもの

第27表 間欠冷蔵処理時の冷蔵処理サイクルが「ネティア」の生育に及ぼす影響

処理 ¹⁾	枯死株率 ²⁾ (%)	草丈 ³⁾ (cm)	主茎節数 ³⁾ (節)
2D/2D×8	0	13.1	7.0
4D/4D×4	0	13.1	6.8
8D/8D×2	65	.5)	.5)
t-test ⁴⁾		ns	ns

注1) 処理名は冷蔵処理(10℃暗黒)日数/温室管理日数×処理回数を示す。

2) 枯死株率は最終冷蔵処理が終了した2012年9月4日に調査した。

3) 草丈及び主茎節数は間欠冷蔵処理が終了して鉢替え後の9月18日に調査した。

4) 5%水準で有意差なし(n=10)。

5) 枯死株率が高かったため、草丈及び主茎節数の調査は中止した。

の、安定した気温低下が見られた。一方、2013年は2012年に比べ気温の変動が大きく、間欠冷蔵処理期間である8月1日～9月10日にかけては23～32℃の範囲で推移した。その後も気温の変動が大きく、9月中から20℃を下回る日や10月以降に24℃を上回る日が複数回あった。

日長は千葉特別地域気象観測所(所在地:千葉市)の2013年8月1日～10月20日までの日の出～日の入りまで

第28表 間欠冷蔵処理時の冷蔵処理サイクルが「ネティア」の開花及び生育に及ぼす影響

処理 ¹⁾	開花日	草丈 (cm)	株幅 (cm)	主茎長 (cm)	主茎節数 (節)	第1花房の 着生節位	一次 側枝数	花房数 (個)
2D/2D×8	10月13日 a ³⁾	23.7 a	22.6 a	14.4 a	10.2 a	7.3 a	4.0 ab	13.1 a
4D/4D×4	10月16日 a	25.8 a	23.5 a	14.9 a	9.6 a	7.2 a	3.6 a	11.7 a
慣行栽培	10月30日 b	32.3 b	31.4 b	21.9 b	11.8 b	9.2 b	4.4 b	18.2 b
分散分析 ²⁾	**	**	**	**	**	**	*	**

注1) 処理名は冷蔵処理(10℃暗黒)日数/温室管理日数×処理回数を示す。

2) **: 1%水準で有意 * : 5%水準で有意。

3) 異なる英文字間に 5%水準で有意差あり (Tukey n=10)。

第29表 間欠冷蔵処理の冷蔵処理回数が「ネティア」の開花及び生育に及ぼす影響

処理 ¹⁾	開花日	草丈 (cm)	株幅 (cm)	主茎長 (cm)	主茎節数	第1花房の 着生節位	一次 側枝数	花房数
4D/4D×2	10月23日 b ³⁾	29.4 b	29.9 b	20.6 b	10.1 ab	7.9 b	3.3	11.4
4D/4D×4	10月18日 a	25.9 a	26.0 a	18.4 a	9.0 a	6.6 a	3.3	9.6
慣行栽培	10月21日 b	30.4 b	29.4 b	21.6 b	10.9 b	8.4 b	3.8	10.6
分散分析 ²⁾	*	**	*	*	**	**	ns	ns

注1) 処理名は冷蔵処理(10℃暗黒)日数/温室管理日数×処理回数を示す。

2) **: 1%水準で有意 * : 5%水準で有意 ns : 有意差なし。

3) 異なる英文字間に 5%水準で有意差あり (Tukey n=9)。

の時間から算出した（国立天文台，2013）．間欠冷蔵処理を行った8月1日～9月10日までの日長を見ると，8月1日が13時間57分と最も長く，その後は日を追うごとに短くなり，9月10日では12時間37分であった．

(1) 実験1. 間欠冷蔵処理時の冷蔵処理サイクルが開花及び生育に及ぼす影響

各区の冷蔵処理終了後の枯死株率及び生育を第27表に示した．枯死株は8D/8D×2区のみで発生し，65%の株が枯死した．このため，8D/8D×2区では以降の調査を中止した．草丈及び主茎節数は2D/2D×8区及び4D/4D×4区間で差はなかった．

第28表に開花日及び開花時の生育を示した．すべての処理区で開花が認められ，開花日は2D/2D×8区及び4D/4D×4区間に差はなく，慣行栽培区に比べ2週間程度早かった．草丈，株幅，主茎長，主茎節数，第1花房の着生節位及び花房数についても2D/2D×8区及び4D/4D×4区間で差はなく，慣行栽培区に比べ有意に値が小さかった．また，一次側枝数については慣行栽培区に比べ4D/4D×4区は有意に少なかったが，その差は1本未満であった．

(2) 実験2. 間欠冷蔵処理の冷蔵処理回数が開花及び生育に及ぼす影響

いずれの処理においても冷蔵処理中に枯死した株は認められなかった（データ省略）．

冷蔵処理回数の違いが開花及び生育に及ぼす影響を第29表に示した．すべての処理区で開花が認められ，4D/4D×4区は4D/4D×2区及び慣行栽培区に比べ開花日が早

かった．また，草丈，株幅，主茎長及び第1花房の着生節位の値は4D/4D×4区が4D/4D×2区及び慣行栽培区に比べ小さかった．4D/4D×2区と慣行栽培区では開花日，草丈，株幅，主茎長及び第1花房の着生節位の値に差はなかった．主茎節数は4D/4D×4区が慣行栽培区に比べ有意に少なかった．一次側枝数及び花房数は3区間で差がなかった．

(3) 実験3. 間欠冷蔵処理時の冷蔵処理温度が開花及び生育に及ぼす影響

いずれの処理においても冷蔵処理中に枯死した株は認められなかった（データ省略）．

各区の最終冷蔵処理終了後の生育を第30表に示した．10.0℃区，12.5℃区及び15.0℃区の3区間で草丈及び主茎節数に差はなかった．

第31表に開花日及び開花時の生育を示した．すべての処理区で開花が認められ，開花日は間欠冷蔵処理を行った3区は慣行栽培区に比べ有意に早かった．また，3区間では12.5℃区及び15.0℃区が10.0℃区に比べ有意に早く開花した．草丈，株幅及び主茎長については10.0℃区及び12.5℃区は慣行栽培区に比べ有意に値が小さかった．一方，15.0℃区は慣行栽培区と差がなかった．また，10.0℃区と12.5℃区で差はなかった．主茎節数と第1花房の着生節位は3区とも慣行栽培区に比べ有意に値が小さく，3区間では差がなかった．節間長は15.0℃区が10.0℃区及び慣行栽培区に比べ有意に長かった．一次側枝数及び花房数は処理の違いによる差はなかった．

第30表 間欠冷蔵処理1)時の冷蔵処理温度が「ネティア」の生育に及ぼす影響

冷蔵処理温度 (℃)	草丈 ²⁾ (cm)	主茎節数 ²⁾ (節)
10.0	12.4	5.1
12.5	12.0	5.1
15.0	13.6	5.1
分散分析 ³⁾		
	ns	ns

注1) 間欠冷蔵処理は冷蔵処理4日間，温室管理4日間を4回繰り返した．

2) 冷蔵処理が終了した2013年9月5日に調査した．

3) 5%水準で有意差なし (n=9)．

第31表 間欠冷蔵処理1)時の冷蔵処理温度が「ネティア」の開花及び生育に及ぼす影響

冷蔵処理温度 (℃)	開花日	草丈 (cm)	株幅 (cm)	主茎長 (a) (cm)	主茎節数 (b) (節)	節間長 (a/b) (cm)	第1花房の 着生節位 (節)	一次 側枝数 (本)	花房数 (個)
10.0	10月18日 b ³⁾	25.9 a	26.0 a	18.4 a	9.0 a	2.0 a	6.6 a	3.3 ab	9.6
12.5	10月11日 a	27.2 a	26.6 a	19.9 a	8.9 a	2.2 ab	6.0 a	3.1 a	10.8
15.0	10月12日 a	29.4 b	27.3 ab	22.1 b	9.2 a	2.4 b	6.8 a	3.4 ab	10.8
慣行栽培	10月21日 c	30.4 b	29.4 b	21.6 b	10.9 b	2.0 a	8.4 b	3.8 b	10.6
分散分析 ²⁾									
	**	**	**	**	**	**	**	*	ns

注1) 間欠冷蔵処理は冷蔵処理4日間，温室管理4日間を4回繰り返した．

2) **: 1%水準で有意 * : 5%水準で有意 ns : 有意差なし．

3) 異なる英文字間に5%水準で有意差あり (Tukey n=9)．

3. 考察

開花については、冷蔵処理温度 10°C 、冷蔵期間の合計処理日数は16日間で同じであるが、処理サイクルが異なる2D/2D \times 8区と4D/4D \times 4区を比較すると、両区間で開花日に差はなく、両区とも慣行栽培区に比べ早期に開花した(第28表)。また、冷蔵期間の合計処理日数が異なる4D/4D \times 2区(合計8日)と4D/4D \times 4区(合計16日)とでは4D/4D \times 4区が慣行栽培区と比較して早期に開花した(第29表)。これら開花が促進したすべての区の第1花房の着生節位は、慣行栽培区のそれと比較して低節位であったことから、花芽分化開始が慣行栽培区より早かったことが推察された。また、検討した処理の範囲内では、処理サイクルよりも合計処理日数の影響が大きいことが明らかとなった。

冷蔵温度(10.0°C 、 12.5°C 及び 15.0°C)の3処理区間で比較すると、 12.5°C 区及び 15.0°C 区が 10.0°C 区に比べ早期に開花した(第31表)。冷蔵処理温度の違いによって開花日が異なった原因として、3処理区間で第1花房の着生節位が同節位であったことから、花芽分化以降の発達に差異があったためと考えられた。これらのことから、間欠冷蔵処理によって、慣行栽培よりエラチオール・ペゴニアの開花が早くなる効果には、花芽分化開始時期と花芽分化後の花芽発達速度の二つの要因が関与していると考えられた。

相対的短日植物であるエラチオール・ペゴニアの開花には日長と温度が関与し、日長については $12.5\sim 14$ 時間が限界日長とされる(小泉, 2002)。本節で間欠冷蔵処理を行った8月1日～9月10日の日長は日の出と日の入りの時刻から13時間57分～12時間37分であった。一般に植物は常用薄明の光にも日長反応するため、自然日長は日の出から日の入りまでの時間に40分程度加えたものとすることが多い(米村, 1993)。そのため、処理中の自然日長は約 $14.5\sim 13.5$ 時間であり、この日長はエラチオール・ペゴニアの花芽分化には不適な条件であった。Yoshidaら(2012)はイチゴへの間欠冷蔵処理は開花を促進し、その原因の一つに冷蔵処理中の暗黒条件と処理前後の自然光への遭遇時間の関係から、短日処理として作用しているためと考察している。本実験では間欠冷蔵処理を2012年8月4日～9月1日(実験1)及び2013年8月6日～9月3日(実験2及び3)にかけて行い、冷蔵処理時の株の出し入れは16時30分～17時にかけて行った。最も処理期間が長い4D/4D \times 4処理を開始した8月4～6日の日の出と日の入り時刻は4時50～51分と18時39～41分であり、冷蔵処理が終了した9月1～2日の日の出と日の入り時刻は5時11～12分と18時6～7分であった(国立天文台, 2013)。これらの時間に常用薄明の20分を加える(米村,

1993)と、処理株が冷蔵処理開始日に遭遇する日長は11時間38分～12時間30分、処理終了日に遭遇する日長は11時間26分～2時間31分となり、どちらも限界日長を下回っていた。そのため、本実験においても間欠冷蔵処理は短日として作用した可能性があると考えられた。

また、Sandved(1969)はエラチオール・ペゴニアへの日長と栽培温度が開花に及ぼす影響について、 $10\sim 13$ 時間日長の範囲では日長が短いほど開花率は高くなるとしている。特に、栽培温度を $12\sim 24^{\circ}\text{C}$ 一定の範囲とすると、10時間日長では栽培温度が低下すると開花率が低下し、逆に13時間日長では温度が高いほど開花率が低下している。各処理は育苗中の4～6週間にかけて行っており、処理終了以降の栽培環境は同一条件としていることから、エラチオール・ペゴニアの開花は育苗中の一定期間の日長及び栽培温度の影響を受けると考えられる。

本節の間欠冷蔵処理期間中の温室内の平均気温は両年も $23\sim 32^{\circ}\text{C}$ の範囲で推移していた。そのため、比較の日長が長く、気温が高い条件下で管理された慣行栽培区と短日の影響を受けていると推察される間欠冷蔵処理をした区を比較すると、間欠冷蔵処理をした区は慣行栽培区に比べ開花が早く、さらに間欠冷蔵処理をした区の中では冷蔵処理温度が低いほど開花が遅延しており、Sandved(1969)が示した育苗中の日長及び栽培温度に対する開花反応と一致した傾向が観察された。これらのことから、エラチオール・ペゴニアでは、本実験で得られた 10°C の2D/2D \times 8区及び各温度の4D/4D \times 4区については、間欠的な短日条件や温度変化でも連続した短日遭遇や温度変化をさせて栽培した場合と類似した効果が得られると考えられた。

2012年と2013年の実験はほぼ同時期に行ったが、実験1と実験2における4D/4D \times 4区及び慣行栽培区の開花日を比較すると、4D/4D \times 4区は2日の違いであり、慣行栽培区の9日に比べ差が小さかった。慣行栽培区の両年での開花日の違いは2012年と2013年の温室平均気温の推移が異なったためと考えられたが、このような環境下においても4D/4D \times 4区は開花日の変動が小さかったと言えた。そのため、間欠冷蔵処理は開花の年次変動を抑え、計画生産を可能とする技術であると考えられた。

草姿について慣行栽培区と比較すると、冷蔵処理温度が低いほど草丈及び主茎長が短くなる傾向が見られた。特に 10°C 及び 12.5°C の4D/4D \times 4区は慣行栽培区に比べ有意に短く、品質上問題となる徒長を抑制できることが明らかとなった(第31表)。短日条件下で栽培したエラチオール・ペゴニアは栽培温度が低いほど草丈が短くなることが報告されている(小泉, 2002)。そのため、間欠冷蔵処理は上記の開花への影響と同様に、草丈伸長に対しても短日条件下での温度反応と同様の効果を及ぼす

と考えられた。また、間欠冷蔵処理は、シェードによる短日処理では不可能な、高温の影響を回避しつつ短日遭遇を与えることができる技術であると考えられた。間欠冷蔵処理を行うと株幅が狭くなり、実験年度によっては花房数が少なくなることが明らかとなった（第28表）。このことについては、冷蔵処理温度の違いによる明確な差は認められなかった（第31表）。短日条件下での花房数は温度が低いほど少なくなることから（小泉, 2002）、花房数に対する間欠冷蔵処理の影響は短日条件下での温度反応とは異なると考えられた。慣行栽培区と間欠冷蔵処理を行った区の一次側枝数の差は1本未満であることから、花房数が減少した原因は二次側枝以降の側枝数が減少したためと考えられた。間欠冷蔵処理を行うと冷蔵中は暗黒条件となるため光合成が行えず、慣行栽培区に比べ同化量の減少することが報告されている（Yoshidaら, 2012）。そのため、本実験では冷蔵温度に関わらず冷蔵中の暗黒によって同化量が減少したことにより、二次側枝以降の側枝数の減少を招いたと推察された。

間欠冷蔵処理は冷蔵時の苗の出し入れに労力がかかるため、生産現場での利用を考えると1回の冷蔵処理サイクルが長く、出し入れ回数の少ない処理方法が求められる。しかし、本実験で検討した中で最も作業労力が少ない8D/8D×2区では枯死株が多発した。ハインズら（1995）は暗黒下での苗の貯蔵は光合成能力の低下と呼吸による同化産物消費の影響により苗の老化を招くことを報告している。また、同報告の中でエラチオール・ペゴニアの交配親である球根ペゴニアのセル成型苗は3週間以上連続して貯蔵すると5～12.5℃の範囲では温度が高いほど枯死株率が増加することを報告している。これらのことから、本実験で行った10℃の冷蔵処理では呼吸の抑制効果が低く、8日間の処理でも同化産物が消費してしまったために枯死株率が上昇したと考えられた。そのため、本節で検討した処理方法の中では、4D/4Dの4回処理が最も作業労力が少なく、開花を促進し、徒長を抑制できる処理方法であると考えられた。

以上のことから、エラチオール・ペゴニアに対して4日間冷蔵処理した後、温室下での管理を4日間行うサイクルを4回繰り返すことで、慣行栽培に比べ開花を促進できると考えられた。また、慣行栽培に比べ開花期の年次変動が少なく、安定して10月中旬に開花させることが可能であると考えられた。特に、冷蔵処理温度を10～12.5℃とすることで、本作型で問題となる草丈伸長の抑制も同時に期待できると考えられた。

第2節 開花、生育及び草姿に対する間欠冷蔵処理と短日処理効果の比較

第IV章第1節で間欠冷蔵処理は無処理に比べ開花を促進させ、秋出荷作型で問題となる草丈伸長を抑制できることが明らかとなった。一方で、この作型での開花促進方法として生産現場ではシェードを用いた短日処理が導入されている。しかし、短日条件下では高温で草丈が高くなるため（小泉, 2002）、栽培期間が7月～8月をまたぐ9月～10月出荷の作型では、短日処理で開花を促進させても草丈の増大を改善するには至らない。そのため、間欠冷蔵処理が短日処理に比べ草丈を低く抑制することが明らかとなれば、品質向上の技術として生産現場での利用が期待される。

一方で、開花促進に必要な短日処理期間は作型による変動が少なく、目的とする出荷期から逆算して短日処理を行うことで、計画生産が可能となっている（関・小竹, 1996）。そのため、間欠冷蔵処理を生産現場で利用するには、作型の違いに関わらず安定した開花促進効果が得られつつ、草丈伸長の抑制効果も得られることを明らかにする必要がある。そこで、本節では9月開花作型及び10月開花作型における間欠冷蔵処理と短日処理が開花、生育及び開花時の草姿のバランスに及ぼす影響を比較し計画生産の可能性について調査した。

1. 材料及び方法

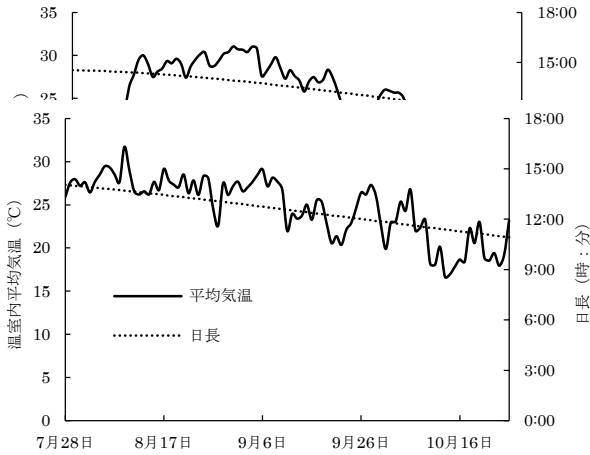
品種は「ネティア」（来歴不明、中生品種）を供試した。処理区は間欠冷蔵処理区、短日処理区及び無処理区の3水準とした。間欠冷蔵処理は10℃で4日間処理した後温室で3日間（実験1）もしくは4日間（実験2）管理する処理を4回繰り返す方法とした。短日処理は15時～19時15分まで遮光する方法とし、無処理は温室にそのまま置いたものとした。

(1) 実験1. 9月開花作型

2015年4月27日に72穴セルトレイに挿し芽をし、6月2日に3号黒色ポリポットへ鉢上げ、6月8日に2節残す摘心を行い、7月28日に5号プラスチック鉢（鉢高13cm）へ鉢替えした。間欠冷蔵処理は6月29日より7月26日まで、短日処理は7月28日から8月11日まで行った。各区1株9反復とし、調査は間欠冷蔵処理を開始した6月29日から開花期となる10月3日までの温室内の平均気温及び日長を測定するとともに、開花日及び開花日の草丈、株張り（株直径）、主茎長、主茎節数、第1花房の着生節位及び花房数を測定し、鉢高に対する草丈の比率（草丈比）及び株張りの比率（株張り比）を計算した。

(2) 実験2. 10月開花作型

2016年5月17日に72穴セルトレイに挿し芽をし、6月30日に3号黒色ポリポットへ鉢上げ、7月8日に2節残す摘心を行い、8月26日に5号プラスチック鉢（鉢高13cm）へ鉢替えした。間欠冷蔵処理は7月28日より8



第10図 間欠冷蔵処理開始以降の温室内平均気温及び日長の推移(2016年)

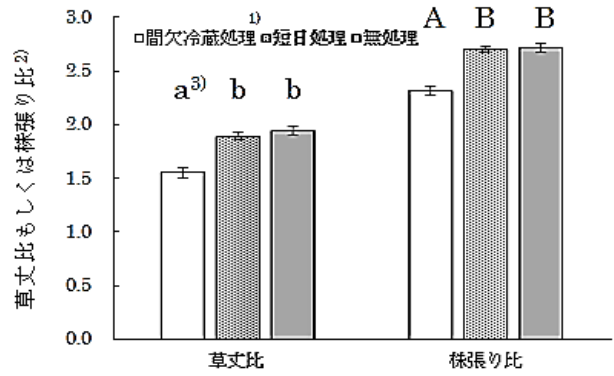
注) 日長の推移は千葉特別地域気象観測所の2016年7月28日～10月26日までの日の出～日の入りまでの時間で算出した。

月24日まで、短日処理は8月29日から9月12日まで行った。各区1株9反復とし、調査は間欠冷蔵処理を開始した7月28日から開花期となる10月26日までの温室内の平均気温及び日長を測定するとともに、開花日及び開花日の草丈、株張り(株直径)、主茎長、主茎節数、第1花房の着生節位及び花房数を測定した。また、鉢高に対する草丈の比率(草丈比)及び株張りの比率(株張り比)を計算した。

2. 結果

(1) 気温及び日長の推移

2015年の温室内の平均気温は、間欠冷蔵処理開始～2サイクル目の冷蔵処理が終了した6月29日～7月9日にかけては20.1℃～24.0℃と比較的涼しく推移した。7月10日以降は急激に気温が上昇し、間欠冷蔵処理が終了した7月26日までは26.3℃～30.1℃の範囲で推移した。短日処理を行った7月28日～8月11日は27.6℃～31.0℃の範囲で推移した。その後は9月にかけて安定した気温低下が見られた(第9図)。2016年の温室内の平均気温は、間欠冷蔵処理を行った7月28日～8月24日にかけては25.9℃～



第11図 間欠冷蔵処理及び短日処理が草丈比及び株張り比に及ぼす影響(9月開化作型)

注1) 間欠冷蔵: 10℃暗黒の冷蔵処理を4日間行った後3日間温室管理。

短日: 15時～19時15分にかけてシルバーカーテンを用いてシェード。

2) 草丈比: 草丈/鉢高(13cm) 株張り比: 株幅/鉢高。草丈及び株幅の値は第32表を参照。

3) 異なる英文字間で5%水準の有意差あり(Tukey n=9)。図中の縦棒は±標準誤差を示す。

31.7℃と高い気温で推移した。間欠冷蔵処理終了後の8月28日に22.6℃に低下したが、その後は再び気温が上昇した。短日処理を行った8月29日～9月12日の気温は、処理終了直前の9月11日～9月12日は22℃～23.9℃とこの時期としては低かったが、8月29日～9月10日は26.1℃～29.1℃と高く推移した(第10図)。

2015年及び2016年の日長は千葉特別地域気象観測所(所在地: 千葉市)の日の出～日の入りまでの時間から算出した(国立天文台, 2015; 国立天文台, 2016)。両年とも間欠冷蔵処理を開始した2015年6月29日の14時間33分もしくは2016年7月28日の14時間3分が最も長く、その後は日を追うごとに短くなり、測定を終了した2015年10月3日は11時間47分、2016年10月26日は10時間55分であった(第9図, 第10図)。

(2) 実験1. 9月開化作型

開花日は短日処理区が最も早く、次に間欠冷蔵処理区であり、無処理区が最も遅かった。草丈及び株張りの値は間欠冷蔵処理区が短日処理区及び無処理区に比べ有意に

第32表 間欠冷蔵処理及び短日処理が「ネティア」の開花及び生育に及ぼす影響(9月開化作型)

処理 ¹⁾	処理期間 (月/日)	開花日	草丈 (cm)	株幅 (cm)	主茎長 (cm)	主茎 節数	第1花房の 着生節位 (節)	花房数 (個)
間欠冷蔵	6/29 - 7/27	9月18日 b ³⁾	20.1 a	30.2 a	13.8 a	11.9 a	3.9 a	6.9 a
短日	7/28 - 8/11	9月11日 a	24.6 b	35.1 b	15.1 b	11.3 a	4.0 a	8.1 b
無処理	-	10月3日 c	25.2 b	35.2 b	17.5 c	13.9 b	5.6 b	9.6 c
分散分析 ²⁾		**	**	**	**	**	**	**

注1) 間欠冷蔵: 10℃暗黒の冷蔵処理を4日間行った後3日間温室管理。

短日: 15時～19時15分にかけてシルバーカーテンを用いてシェード。

2) **: 1%水準で有意。

3) 異なる英文字間で5%水準の有意差あり(Tukey n=9)。

小さかった。主茎長及び花房数は間欠冷蔵処理区が最も小さく、次に短日処理区であり、無処理区が最も大きかった。主茎節数及び第1花房の着生節位は間欠冷蔵処理区と短日処理区では差が無く、両区とも無処理区に比べ小さかった(第32表)。

草丈比及び株張り比は間欠冷蔵処理区が短日処理区及び無処理区に比べ小さく、短日処理区と無処理区では差がなかった(第11図)。

(3) 実験2. 10月開花作型

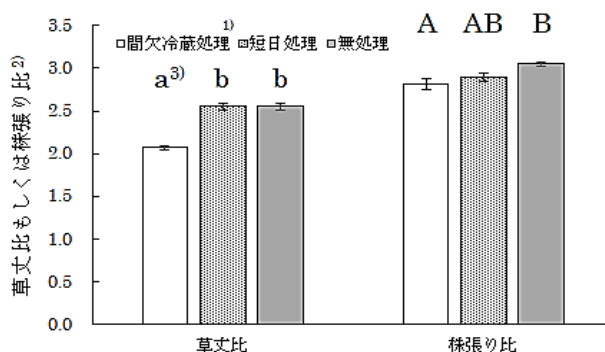
開花日は間欠冷蔵処理区が最も早く、次に短日処理区であり、無処理区が最も遅かった。草丈、主茎長、主茎節数及び第1花房の着生節位は間欠冷蔵処理区が短日処理区及び無処理区に比べ小さく、短日処理区と無処理区では差がなかった。株張り及び花房数は間欠冷蔵処理区が無処理区より小さく、短日処理区と間欠冷蔵処理区及び無処理区には差がなかった(第33表)。

草丈比は間欠冷蔵処理区が短日処理区及び無処理区に比べ小さく、短日処理区と無処理区では差がなかった。株張り比は間欠冷蔵処理区が小さく、無処理区との間には差があった(第12図)。

3. 考察

本実験を行った2015年及び2016年の6月下旬～10月下旬の気温は変動が激しかったものの、間欠冷蔵処理及び短日処理中の平均気温は概ね25℃以上で推移した。エラチオール・ベゴニアの生育適温は21℃前後とされている(Karlsson, 1992)。そのため、本実験の結果は生育適温より高い温度条件下での処理効果を示していると考えられた。

第IV章第1節の結果より、間欠冷蔵処理を8月4日に開始した場合、73日間後の10月18日に開花した。そこで、9月中旬及び10月中旬に開花させるために、間欠冷蔵処理区については処理開始時期を第3章第1節の結果より半月(実験2)～1か月(実験1)早めたところ、ほぼ目標とする時期に開花させることができた。また、短日処理区は関・小竹の報告(1996)を基に、目標とする開花期の1か



第12図 間欠冷蔵処理及び短日処理が草丈比及び株張り比に及ぼす影響(10月開花作型)

注1) 間欠冷蔵: 10℃暗黒の冷蔵処理を4日間行った後4日間温室管理。

短日: 15時～19時15分にかけてシルバーカーテンを用いてシェード。

2) 草丈比: 草丈/鉢高(13cm) 株張り比: 株幅/鉢高。草丈及び鉢幅の値は第33表を参照。

3) 異なる英文字間で5%水準の有意差あり(Tukey n=9)。図中の縦棒は±標準誤差を示す。

月半前を目途に処理を開始し、開花させることができた。これらのことから、間欠冷蔵処理は短日処理と同様に、目標とする開花期から逆算して処理を開始することで計画生産が可能であると考えられた。

一方で、短日処理と間欠冷蔵処理における処理開始から開花までの日数は、間欠冷蔵処理が9月開花作型では36日、10月開花作型では26日長かった。短日条件下では12℃～24℃の範囲で温度が低いほど開花が遅れ(Sandved, 1969)、第IV章第1節の結果から、間欠冷蔵処理においても10℃～15℃の範囲で冷蔵温度が低いほど開花が遅れることが明らかとなっている。そのため、連続して温室下で管理された短日処理区に比べると、間欠冷蔵処理区は低温によって開花までの日数が延長したものと推察された。

また、間欠冷蔵処理開始から開花までの日数は、出荷への影響は小さいものの、処理開始時期が遅い10月開花作型が9月開花作型に比べ4日短くなった。エラチオール・ベゴニアの限界日長は12.5時間から14時間付近とされて

第33表 間欠冷蔵処理及び短日処理が「ネティア」の開花及び生育に及ぼす影響(10月開花作型)

処理 ¹⁾	処理期間 (月/日)	開花日	草丈 (cm)	株幅 (cm)	主茎長 (cm)	主茎 節数 (節)	第1花房の 着生節位 (節)	花房数 (個)
間欠冷蔵	7/28 - 8/29	10月13日 a ³⁾	26.9 a	36.5 a	21.5 a	11.8 a	7.1 a	14.8 a
短日	8/29 - 9/12	10月19日 b	33.1 b	37.8 ab	26.6 b	13.4 b	8.6 b	16.1 ab
無処理	-	10月26日 c	33.1 b	39.7 b	27.3 b	13.5 b	9.4 b	16.6 b
分散分析 ²⁾		**	**	**	**	**	**	*

注1) 間欠冷蔵: 10℃暗黒の冷蔵処理を4日間行った後4日間温室管理。
短日: 15時～19時15分にかけてシルバーカーテンを用いてシェード。

2) **: 1%水準で有意 * : 5%水準で有意。

3) 異なる英文字間で5%水準の有意差あり(Tukey n=9)。

おり（小泉，2002），本実験で検討した作型の自然日長（日長に常陽薄明の40分を加えた時間（米村，1993））は8月下旬から限界日長を下回り始めた．このため，処理開始が遅い作型ほど日長が短く，開花までの日数が短くなったものと推察された．

第Ⅲ章においても述べたが，滝沢（2005）はエラチオール・ペゴニアの市場価格に影響する品質特性を鉢サイズ，開花数，株張り，葉数及び花径としている．また，同報（2005）の中で，エラチオール・ペゴニアの結果を踏まえ，鉢花類は鉢サイズ，花色，観賞期間及び全体のバランスが市場価格に影響するとしている．第Ⅲ章第2節第2項と同様に，本実験も鉢サイズ及び品種（花径及び花色）を統一し，形質調査を第1花房の満開日（開花数）としたため，滝沢（2005）が挙げた品質評価の形質の中では株張り，葉数，観賞期間及び全体のバランスが該当する．また，株張りを含む草姿のバランスを評価する方法についても第Ⅲ章で述べたとおり，鉢の高さに対する草丈の比率（草丈比）及び株張りの比率（株張り比）が挙げられ，両比率とも1.62が適しているとされている（Sachsら，1976）．本実験の間欠冷蔵処理区と短日処理区の草丈比及び株張り比は，9月開花作型でそれぞれ1.55及び2.32（間欠冷蔵処理区）と1.94及び2.70（短日処理区），10月開花作型でそれぞれ2.07及び2.81（間欠冷蔵処理区）と2.55及び2.90（短日処理区）であり，短日処理区より間欠冷蔵処理区において，また10月開花作型より9月開花作型において草姿のバランスが改善された．

エラチオール・ペゴニアの草丈は，昼/夜温が20℃/12.5℃から30℃/22.5℃の範囲では，低温ほど短くなる（小泉，2002）．そのため，10℃の冷蔵処理を行った間欠冷蔵処理区は処理期間中の平均気温が短日処理区及び無処理区に比べ低く推移したために草丈伸長が抑制され，草姿のバランスが改善されたものと推察された．また，9月開花作型における草丈の抑制は節数低下ではなく節間長が短かったためであった．第Ⅱ章第1節の結果から，エラチオール・ペゴニアの生育は昼温32.5℃以上で抑制されることを認めている．そのため，9月作型は間欠冷房処理が終了した7月下旬以降に夏期の高温に晒されたため，節間伸長が抑制されたものと考えられた．

草姿バランス以外の品質評価の対象である観賞期間については花房数が，葉数については主茎の節数が該当し，これらの値は間欠冷蔵処理区が短日処理区に比べ少ない傾向を示した．第Ⅱ章第2節でも述べたが，ペゴニア・ルツェルナでは同化産物の減少が花序（花房）の不形成や発達抑制を招くことを報告されている（林，1991）．また，第Ⅳ章第1節で述べたとおり，イチゴへの間欠冷蔵処理は冷蔵中の暗黒により無処理に比べ同化量が減少することが報告されている（Yoshidaら，2012）．本実験では

間欠冷蔵処理区と短日処理区と同化量の比較は行っていないが，作型が異なるものの，実験2に比べ冷蔵処理後の温室内管理の日数が少ない実験1において間欠冷蔵処理区の花房数が短日処理区に比べ明確に少なかった．間欠冷蔵処理区は短日処理区に比べ同化量が少なくなったために花房数や節数が減少したと考えられた．今後は草姿バランスの改善を図りつつ同化量を確保する技術開発の検討が必要であろう．

以上のことから，間欠冷蔵処理は，9月～10月出荷作型において，短日処理に比べ草姿のバランスを改善しつつ，短日処理と同様に計画的に開花させることが可能であると考えられた．

第3節 間欠冷蔵処理と短日処理の組み合わせが開花及び生育に及ぼす影響

第Ⅳ章第2節で間欠冷蔵処理は慣行の短日処理に比べ草丈比及び株張り比が改善されつつ，短日処理と同様に，計画的な開花調節が可能であることが明らかとなった．一方で，短日処理に比べ花房数が減少し，草姿のボリュームが低下することも明らかとなった．草丈比及び株張り比の改善は草丈及び株幅が短日処理に比べ短くなったためであり，この原因は第Ⅳ章第1節の結果から，冷蔵処理を間欠的に行うことで高温に遭遇する期間が短日処理に比べ短くなったためと考えられた．一方で，間欠冷蔵処理の冷蔵処理中の暗黒は，短日として作用し開花が促進されるが，同時に同化量の減少も招くため，花房数が減少すると考えられた．これらのことから，草姿の改善と花房数の減少回避を両立するには，草丈及び株幅を短く維持しつつ花房数の減少を抑制できる暗黒遭遇期間を明らかにする必要がある．しかし，暗黒遭遇期間が短くなると，第Ⅳ章第1節の結果から，開花促進効果が弱くなり，計画的な開花調節が行えなくなることが懸念される．そこで，本節では間欠冷蔵処理回数と短日処理日数の組み合わせ，間欠冷蔵処理の暗黒遭遇による開花促進効果及び花房数の減少を短日処理で補いつつ低温による草姿改善の効果を検討した．併せて，複数品種を用い，これら効果の品種間差を検討した．

1. 材料及び方法

品種は早生品種の「パティック」，晩生品種の「ルイズ」(いずれも高松商事(株))及び中生品種の「ネティア」(来歴不明，中生品種)を供試した．試験区は10℃の冷蔵処理を4日間行い温室下の管理を3日間行う4D/3Dの処理回数と短日処理日数を組み合わせで設置した．「パティック」は間欠冷蔵処理回数0回，2回及び4回と短日処理日数7日及び14日を組み合わせた計6区を，「ル

第34表 間欠冷蔵処理回数及び冷蔵処理日数の組み合わせが「バティック」の開花及び生育に及ぼす影響

間欠冷蔵 ¹⁾ 処理回数 (回) (a)	短日 ²⁾ 処理日数 (日) (b)	開花日	草丈 (cm)	株幅 (cm)	主茎 節数 (節)	第1花房 着生節位 (節)	花房数 (個)			
0	7	9月11日	19.4	24.2	12.0	5.4	7.8			
0	14	9月9日	19.2	25.6	11.9	5.0	8.0			
2	7	9月10日	18.7	24.3	11.6	4.6	9.9			
2	14	9月8日	18.5	23.9	11.7	4.4	9.2			
4	7	9月9日	17.9	24.0	11.4	4.2	8.7			
4	14	9月7日	18.0	22.8	11.9	4.3	8.4			
		9月10日	b ⁴⁾	19.3	24.9	11.9	5.2	b	7.9	a
		9月9日	ab	18.6	24.1	11.6	4.5	a	9.6	b
		9月8日	a	18.0	23.4	11.7	4.3	a	8.6	ab
分散分析 ³⁾		*	ns	ns	ns	**	*			
		7	9月10日	b	18.7	24.2	11.7	4.7	8.8	
		14	9月8日	a	18.6	24.1	11.8	4.6	8.6	
分散分析		**	ns	ns	ns	ns	ns			
交互作用(a)×(b)		ns	ns	ns	ns	ns	ns			

注1) 間欠冷蔵処理：10℃暗黒の冷蔵処理を4日間行った後3日間温室管理。

2) 短日処理：15時～19時15分にかけてシルバーカーテンを用いてシェード。

3) **: 1%水準で有意 * : 5%水準で有意 ns : 有意差なし。

4) 異なる英文字間で5%水準の有意差あり (Tukey n=6)。

「ルイーズ」は間欠冷蔵処理回数0回、2回及び4回と短日処理日数7日、14日及び21日を組み合わせた計9区を、「ネティア」は間欠冷蔵処理回数0回、2回及び4回と短日処理日数0日、7日及び14日を組み合わせた計9区を設けた。供試株は2015年4月23日に「ネティア」を、4月24日に「バティック」を、4月27日に「ルイーズ」を挿し芽し、6月2日に2.5号ポリポットに鉢上げ、6月8日に2節残して摘心した。間欠冷蔵処理はすべての処理区が7月26日に終了となるように設定し、処理回数2回の区は7月13日から、4回の区は6月29日から開始した。間欠冷蔵処理が終了した後の7月28日にすべての株を5号プラスチック鉢に鉢替えした。同日より短日処理を開始し、短日処理7日の区は8月3日まで、14日の区は8月10日まで、21日の区は8月17日まで処理した。短日処理は15時～19時15分まで遮光を行い、暗期の開始時間を早める方法とした。供試株数は「バティック」は1区1株6反復、「ルイーズ」は1区1株5反復、「ネティア」は1区1株9反復とした。調査は「バティック」及び「ルイーズ」は開花日及び開花日の草丈、株幅、主茎節数、第1花房の着生節位及び花房数について実施した。「ネティア」は開花日及び開花日の草丈、株幅、主茎長、主茎節数、第1花房の着生節位及び花房数について実施した。また、間欠冷蔵処理及び短日処理中の温室内の平均気温及び日長の測定を第3章第2節の実験1と同様の方法で行った。

2. 結果

温室内の平均気温及び日長の推移については第IV章第2節の実験1で示したとおり、各処理中概ね25℃以上で推移し、生育適温以上の温度条件下での処理効果を示していると考えられた(データ省略)。また、8月下旬以降は限界日長を下回っていたと考えられた(データ省略)。

このような条件下において、すべての品種について間欠冷蔵処理回数及び短日処理日数が開花及び生育に及ぼす影響を二元配置分散分析で解析した。

「バティック」では、間欠冷蔵処理回数が増えるに従い開花日が早く、第1花房の着生節位は0回に比べ2回及び4回で低節位となり、花房数は0回に比べ2回で多くなった。また、他の調査項目に差はなかった。開花日については有意差が認められたものの、最も早い4回と最も短い0回とで2日の差であった。短日処理日数については、開花日は7日に比べ14日で有意に早かったものの、その差は2日であった。他の調査項目については差がなかった。いずれの調査項目も交互作用は認められなかった(第34表)。

「ルイーズ」では、間欠冷蔵処理回数については、すべての調査項目で0回に比べ2回及び4回は値が有意に小さく、2回と4回とでは同等もしくは4回で値が小さくなる傾向が見られた。特に開花日については、最も早かった4回に比べ0回で13日の差であった。短日処理日数については、主茎節数は処理日数の違いによる差はなく、他の調査項目は処理日数が長くなるにつれて値が小さくなる傾向が見られた。開花日については、最も早かった21日と最も遅かった7日で10日の差があった。また、花房数については交互作用が認められた(第35表)。

「ネティア」では、間欠冷蔵処理回数が増えるに従い開花日が早く、草丈、株幅、主茎長、主茎節数、第1花房の着生節位及び花房数の値が小さくなる傾向が認められた。開花日については、最も早い4回と最も遅い0回で8日の差があった。短日処理日数については、処理日数が長くなるに従い開花日が早く、主茎長、主茎節数及び第1花房の着生節位の値が小さくなる傾向が認められた。また、草丈、株幅及び花房数は処理日数の違いによる差は認められなかった。開花日については、最も早い14日と最も遅い0日で17日の差があった。草丈、主茎長及び花房数を除く調査項目については交互作用が認められた(第36表)。

3. 考察

開花については、いずれの品種においても間欠冷蔵処理回数が多く、短日処理日数が長いほど早くなる傾向が認められた。また、間欠冷蔵処理回数が同等の場合は短日処理日数が長いほど、短日処理日数が同等の場合は間欠冷蔵処理回数が多いほど早期に開花した。間欠冷蔵処理による開花促進効果は冷蔵処理中の暗黒が短日として作用していることが示唆されることから、間欠冷蔵処理と短日処理を組み合わせることによる開花促進効果は、

両処理による短日の影響が相互に影響したためと考えられた。

両処理の組み合わせによる開花促進効果は早生品種である「バティック」よりも中生品種の「ネティア」及び晩生品種の「ルイーズ」で顕著であり、品種間差が見られた。短日植物では花芽分化に必要な処理日数は品種や系統によって異なることが複数の品目で知られており(Tsukamotoら, 1968; 瀧本, 1998; 白山ら, 2014), イネ(坪木ら, 1998)やダイズ(清沢・清沢, 1961)では早生品種ほど花芽分化に必要な短日処理日数は短いことが報告されている。そのため、本実験の間欠冷蔵処理と短日処理を組み合わせによる開花促進効果に品種間差が見られた理由は、エラチオール・ペゴニアも他の品目の報告と同様に、開花の早晩性によって花芽分化に必要な短日処理日数の要求量が異なり、要求量の少ない早生品種の「バティック」に比べ要求量の多い中生品種の「ネティア」や晩生品種の「ルイーズ」で両処理を組み合わせた効果が顕著に表れたと推察された。

また、「ネティア」では両処理の組み合わせによる開花促進効果に交互作用が認められた。この原因について、各処理に対する単純主効果の検定を行うと、間欠冷蔵処理回数が少なく短日処理日数が短い組み合わせで開花促

第35表 間欠冷蔵処理回数及び冷蔵処理日数の組み合わせが「ルイーズ」の開花及び生育に及ぼす影響

間欠冷蔵 ¹⁾ 処理回数 (回) (a)	短日 ²⁾ 処理日数 (日) (b)	開花日	草丈 (cm)	株幅 (cm)	主茎 節数 (節)	第1花房の 着生節位 (節)	花房数 (個)
0	7	10月 6日	22.5	27.6	11.4	6.6	8.8
0	14	9月 29日	21.4	25.5	11.4	6.8	10.2
0	21	9月 27日	21.0	23.3	11.0	5.6	8.0
2	7	9月 26日	18.9	22.2	10.0	4.6	7.0
2	14	9月 22日	18.1	22.3	10.2	5.0	7.4
2	21	9月 14日	17.4	21.4	10.2	4.6	6.8
4	7	9月 22日	18.4	22.5	10.6	5.2	7.0
4	14	9月 17日	16.8	20.4	9.4	4.4	4.2
4	21	9月 14日	14.9	17.7	9.0	4.4	4.8
0		9月 30日 b ⁴⁾	21.6 c	25.5 b	11.3 b	6.3 b	9.0 c
2		9月 21日 a	18.1 b	22.0 a	10.1 a	4.7 a	7.1 b
4		9月 17日 a	16.7 a	20.2 a	9.7 a	4.7 a	5.3 a
分散分析 ³⁾		**	**	**	**	**	**
	7	9月 28日 c	19.9 b	24.1 b	10.7	5.5 b	7.6 b
	14	9月 22日 b	18.8 ab	22.7 ab	10.3	5.4 ab	7.3 ab
	21	9月 18日 a	17.8 a	20.8 a	10.1	4.9 a	6.5 a
分散分析		**	**	**	ns	*	*
交互作用(a)×(b)		ns	ns	ns	ns	ns	**

注1) 間欠冷蔵処理：10℃暗黒の冷蔵処理を4日間行った後3日間温室管理。

注2) 短日処理：15時～19時15分にかけてシルバーカーテンを用いてシェード。

注3) **: 1%水準で有意 * : 5%水準で有意 ns : 有意差なし。

注4) 異なる英文字間で5%水準の有意差あり (Tukey n=5)。

進効果が顕著となり、処理回数及び処理日数が多い組み合わせでは効果が緩慢となる傾向が見られた（データ省略）。エラチオール・ペゴニアと同じく量的短日植物であるクリスマス・ペゴニア (*Begonia × cheimantha* Everett) では短日処理は開花を促進させるものの、その効果は処理日数が短いほど顕著に表れ、一定以上の処理日数になると、それ以上は開花が早まらなると報告されている (Heide, 1962)。そのため、短日処理日数が開花に及ぼす影響は閾値があると推察される。このことから、両処理の組み合わせにおいて交互作用が認められ、処理回数及び処理日数が多い組み合わせで開花促進効果が緩慢となった原因は、両処理の組み合わせによっては短日効果の閾値を超えたためと考えられた。

草姿についての調査項目は、間欠冷蔵処理回数が多く、短日処理日数が長いほど値が小さくなる傾向が見られた。また、間欠冷蔵処理と短日処理を比較すると、間欠冷蔵処理で値が小さくなる傾向が顕著であった。間欠冷蔵処理は、第IV章第1節及び第2節の考察で述べたが、冷蔵中の暗黒で同化量の減少を招き、処理回数が増えると日単位で明期への遭遇時間が変化する。一方で、短日処理は処理日数が増えても明期への遭遇が1日当たり数時間の変化しかない。そのため、同化量の減少が多い間欠冷蔵処理で効果が顕著に表れたと推察された。

両処理が草姿に及ぼす影響は、開花日と同様に、開花の早晚性が遅い品種ほど顕著であった。また、各処理の組み合わせによっては交互作用が認められた。交互作用が認められた調査項目について、各処理に対する単純主効果の検定を行うと、いずれの調査項目においても効果が逆転する組み合わせは無く、間欠冷蔵処理回数もしくは短日処理日数が多い組み合わせにより差が小さくなる傾向を示した（データ省略）。日長の変化は栄養成長器官への同化産物の分配率が変化することがソバ（菅原, 1961）やイチゴ（塚越ら, 1993）、キャベツ（福岡ら, 1996）等の短日植物で報告されている。また、長日植物ではあるが、シュッコンカスミソウでは日長の変化により同化産物の分配が変化し、花序や小花の発達に影響を及ぼすと推察されている（林ら, 1992; 山口ら, 2013）。これらのことから、開花日と同様に、草姿への影響も短日要求量が多い品種ほど両処理による短日効果が同化産物の分配に強く影響し、処理の組み合わせによっては交互作用を発生したと推察された。

本作型の慣行の短日処理日数は「ネティア」及び「バティック」では14日間、「ルイズ」では21日間とされている。また、第IV章第1節では「ネティア」の開花促進と草丈の抑制効果を得るためには4回の間欠冷蔵処理回数が必要であった。しかし、本節で検討した間欠冷蔵

第36表 間欠冷蔵処理回数及び冷蔵処理日数の組み合わせが「ネティア」の開花及び生育に及ぼす影響

間欠冷蔵 ¹⁾ 処理回数 (回) (a)	短日 ²⁾ 処理日数 (日) (b)	開花日	草丈 (cm)	株幅 (cm)	主茎長 (cm)	主茎 節数 (節)	第1花房の 着生節位 (節)	花房数 (個)
0	0	10月 3日	25.2	35.2	17.5	13.9	5.6	9.6
0	7	9月 18日	24.3	34.3	15.8	12.2	4.8	8.4
0	14	9月 11日	24.6	35.3	15.1	11.3	4.0	8.1
2	0	9月 28日	23.5	33.5	14.2	12.8	5.2	8.2
2	7	9月 13日	22.2	32.2	14.3	11.9	4.6	8.2
2	14	9月 8日	21.1	31.1	13.5	11.9	3.9	7.4
4	0	9月 18日	20.1	30.2	13.8	11.9	3.9	6.9
4	7	9月 13日	20.7	30.7	13.9	11.8	4.1	7.6
4	14	9月 9日	20.2	30.2	13.2	11.2	3.6	6.9
0		9月 21日 c ⁴⁾	24.7 c	34.9 c	16.1 b	12.5 c	4.8 b	8.7 c
2		9月 16日 b	22.3 b	32.3 b	14.0 ab	12.2 b	4.6 b	8.0 b
4		9月 13日 a	20.3 a	30.4 a	13.6 a	11.6 a	3.9 a	7.1 a
分散分析 ³⁾		**	**	**	**	**	**	**
	0	9月 26日 c	23.0	33.0	15.1 b	12.9 b	4.9 b	8.2
	7	9月 14日 b	22.4	32.4	14.6 b	12.0 b	4.5 b	8.1
	14	9月 9日 a	22.0	32.2	14.0 a	11.5 a	3.8 a	7.5
分散分析		**	ns	ns	**	**	**	ns
交互作用(a)×(b)		**	ns	*	ns	**	*	ns

注1) 間欠冷蔵処理：10℃暗黒の冷蔵処理を4日間行った後3日間温室管理。

2) 短日処理：15時～19時15分にかけてシルバーカーテンを用いてシェード。

3) **: 1%水準で有意 * : 5%水準で有意 ns : 有意差なし。

4) 異なる英文字間で5%水準の有意差あり (Tukey n=9)。

処理と短日処理を組み合わせにより、早生品種である「バティック」では明確な差は認められなかったものの、中生品種の「ネティア」及び晩生品種の「ルイズ」は2回の間欠冷蔵処理と7日の短日処理日数の組み合わせで慣行の短日処理方法と同時期に開花した。また、4回の間欠冷蔵処理に比べると効果は小さいが、慣行の短日処理方法に比べ草丈は小さく、株幅は狭くなった。更に、花房数は間欠冷蔵処理を4回行うと慣行の短日処理に比べ顕著に少なくなったが、間欠冷蔵処理2回と短日処7日

間の組み合わせは花房数の減少が緩和された。間欠冷蔵処理は苗の冷蔵処理に労力を要する。また、短日処理も中小規模の生産者では手動で行われることが多く、処理日数が短いほど労力は軽減される。これらのことから、本節で検討した間欠冷蔵処理と短日処理を組み合わせる処理方法は、最低限の間欠冷蔵処理回数と慣行より短い短日処理日数で慣行と同時期に開花させることができ、草姿を改善できる低労力な方法として有効であると考えられた。