

スプレーカーネーションの冬季夜温管理に関する研究*

Studies on Night Temperature Regimes in Winter Cultivation of
Spray - type Carnation(*Dianthus caryophylls* L.) Cultivars

馬場 富二夫
BABA FUJIO

*本論文は岐阜大学大学院連合農学研究科審査論文 2014 年（平成 26 年）を基に編集，加筆したものである．本論文の一部は園学研 9.325～332(2010)，12.89～96(2013)，12.389～396(2013)，植物環境工学 25.195～202(2013)において発表した．

目 次

第Ⅰ章 緒 言	1
第Ⅱ章 冬季最低温度の違いが生育に及ぼす影響	3
第Ⅲ章 冬季最低夜温設定変更の時期が生育に及ぼす影響	11
第Ⅳ章 日没後または日の出前短時間昇温処理が生育に及ぼす影響	17
第Ⅴ章 日没後昇温処理時間が生育に及ぼす影響	22
第Ⅵ章 総合考察	26
摘 要	29
Summary	30
謝 辞	31
引用文献	32

第I章 緒 言

カーネーション(*Dianthus caryophyllus* L.)は地中海原産、ナデシコ科の双子葉植物である。属名はDios (神), Anthos (花) を¹⁰⁾、種名の *caryophyllus* はセキチク状²²⁾の意を示している。初期のカーネーションは一重の5弁咲きで、花径3cmほど、花色は紅色を帯びた紫色と記述されている¹⁰⁾。我が国には江戸時代に輸入され、オランダセキチクとも呼ばれた。1909年にアメリカのシアトルから帰国した澤田氏が東京で栽培したのが始まりで^{10,32)}、現在では切り花用カーネーションと母の日の贈答用にコンパクトな草姿を有する鉢物用カーネーションが生産されている。切り花用カーネーションの我が国における2012年の全国作付面積は367haで、キク、ユリ、トルコギキョウ、バラに次いで5番目、市場出荷量は3億1千万本でキクに次いで2番目の主要切り花品目である⁴⁴⁾。静岡県は長野、愛知、兵庫、北海道、千葉、長崎に次ぐ出荷量全国7番目の産地である。

切り花用カーネーションには一茎に頂花一花を開花させるスタンダードカーネーションと、一茎に複数の側花を開花させるスプレーカーネーションがある。それ以外にもジブシー系、ソネット系、マイクロ系など、小輪で特徴的な花形の品種群も存在し²⁵⁾、別の品目として取り扱われているが、卸売市場の比率はスタンダードカーネーションとスプレーカーネーションでほぼ50%ずつを占め⁶⁵⁾、静岡県ではスプレーカーネーションが多く栽培されている。

静岡県など日本の暖地地域におけるカーネーションの切り花栽培は、ほとんどが冬春切り1年作型で、6~7月に発根苗を定植後摘心、発生した一次側枝の一部を二次摘心し、一次側枝を年内に収穫、冬季に施設を加温して二次摘心側枝および一次側枝収穫後に伸長する二次側枝を翌年の春まで出荷している。静岡県では特に、梅雨明け後にビニルハウスの屋根の部分を取り外して露地状態とし、9~11月に被覆する栽培が行われている。これは、夏季の温度上昇を抑え、秋季の切り花品質を向上させることを目的としている⁴⁷⁾。冬春切り1年作型では、1株から側枝を連続して生育させ、開花頃に出荷するため、栽培期間が長期に渡り、生育は栽培環境、特に夏季および冬季の気温に大きく左右される。

カーネーションの生育や切り花品質は温度の影響を受けることが知られており^{18,24,32,35)}、0℃より高い温度であれば生育を続け、夜間10℃であれば十分開花する¹⁰⁾。生育適温は15~20℃で、10~25℃の範囲で生育もよく良質な切り花を生産でき²²⁾、昼温よりも夜温が生育に大きな影響を与える¹⁾。

冬季の最低夜温が無加温、5および10℃の処理区では、夜温が高いほど収穫本数が増加する¹⁶⁾とされているが、これらの研究は‘ウィリアム・シム’、‘スケニア’、‘コーラル’、‘ピーター・フィッシャー’などスタンダードカーネーションについて行われており、いずれの品種も現在ではほとんど栽培されていない。スプレーカーネーションでは、藤野ら¹⁶⁾が11月に定植した‘レッド・アイベツテ’で、12月1日~3月1日まで無加温、10℃および15℃の夜温条件下で切り花品質への影響を検討し、高夜温ほど到花日数が短く、低夜温ほど茎長、茎重が大きく、蕾数が多くなったと報告している。しかし、これ以外の生育に及ぼす冬季夜温の影響についての報告は少ない⁶²⁾。

冬季の施設加温には主に重油などの石油燃料が使用されるが、近年の石油価格の高騰により、暖房コストが増大し、生産者の経営を圧迫している。1973年の第一次石油ショック以降、暖房コスト削減のため施設栽培における低温管理の研究が盛んに行われたが^{7,48,49)}、我が国における施設花き栽培では品質への悪影響もあって普及していない。

一方、トマト、キュウリなどの果菜類では、夜間変温管理についての研究が報告され^{23,52,56)}、変温管理技術の生産現場への普及が広がった。花き類でも暖房コスト削減を目的とした変温管理技術について輪ギク⁴⁵⁾、バラ³⁹⁾で報告がある。カーネーションでも、変温管理が生育に及ぼす影響について、武田ら⁵³⁾は16:00~24:00を9℃、24:00~6:00を6℃、6:00~9:00を9℃とした変温管理は、12℃一定管理と比べ、生育が遅いが4~5月には差異が目立たなくなつたと報告している。また、藤野ら¹⁷⁾は、10~20℃の範囲で17:00~22:00を高温に設定した場合、2~3月の収穫本数は設定温度が高いほど多くなるが、合計収穫本数には大きな影響を与えないとしている。國本ら³⁵⁾は夜温を17:00~24:00に14℃、0:00~7:00に5℃で管理すると、11℃一定と比較して低温による生育の遅れが見られ、17:00~24:00を5℃、0:00~7:00を14℃とした場合には前夜半の低温により、後夜半の高温による生育への影響が顕著でなかったことを報告している。これらは、スタンダードカーネーション品種を供試材料とし、暖房コスト削減のための低温管理技術の一つとして検討されている。現在、生産現場では、11~12℃の夜温管理を基本とし、暖房コストに応じて夜温を8℃程度まで下げて管理した結果、生育の遅れや花色の発色不良などが発生する場合があります。問題となっている。スプレーカーネーションの冬季夜温は、スタンダード

カーネーションよりも高めの13~14℃が望ましい⁵⁸⁾とされ、頂花を摘除するため、到花日数もスタンダードカーネーションよりも長くなる。このため、スプレーカーネーションの生育に適し、暖房コストを削減した夜温管理技術の確立が求められている。

Erwinら^{14,15)}、Moe⁴¹⁾、Myster・Moe⁴³⁾などにより、明期温度と暗期温度の較差、すなわち昼夜温較差(Difference between day and night temperature, 以下DIF)が花き類の草丈伸長を調節する温度管理技術として報告され、我が国には大川・古在⁴⁶⁾により紹介された。その中でも、暗期温度を明期温度より高く管理するマイナスDIFは、草丈の伸長が抑制されるため、生育を調節する温度管理技術として検討された⁹⁾。しかし、マイナスDIF処理は暖房コストが増加し、施設などへの適用が困難であった。このため、変温処理によりDIFと同様の効果を得ようとする報告が見られ^{6,8,36,42,59)}、キクでは、昇温処理によるマイナスDIFと同様の草丈伸長抑制効果が報告された³³⁾。

近年、マリーゴールド¹²⁾やキク^{11,30)}において日没後の短時間昇温が検討されており、到花日数の短縮に有効であることが明らかにされている。この方法は、植物に生育適温を超える高い温度を日没後の短時間のみ与える新しい方法で、これまでの変温管理の目的であるコスト削減のみならず、昇温で生育促進を図る、より積極的な温度管理法と言える。道園ら¹³⁾は暗期開始時の短時間昇温処理による開花促進現象をEnd-of-day heating処理による開花促進と呼ぶことを提唱しているが、カーネーションのように据え置き株から連続して収穫する栽培においては、昇温処理が生育に及ぼす影響についての報告はこれまで見られなかった。カーネーションは比較的冬季夜温が低く設定される切り花品目である。生産現場では、スプレーカーネーションはスタンダードカーネーションに即した温度管理法が用いられ、スタンダードカーネーションとスプレーカーネーションを含む複数の品種が同一施設内の共通した管理により栽培されている。これまでは生育促進のための高温管理、コスト削減のための低温管理との認識が強かったが、スプレーカーネーションがスタンダードカーネーションよりも高温の冬季夜温管理が必要とされることから⁵⁸⁾、日没後の昇温処理による生育促進効果が現れやすいと考えられ、効率的な夜温管理法を確立するために、生育促進や暖房コストの削減が可能か検証する価値がある。

そこで、本研究では、スプレーカーネーションの暖房コストを削減しながら生育速度を落とさない冬季夜温管理法を確立するために、スプレーカーネーションの冬季夜温管理に関する実験を次のように行った。

第II章で、従来の報告よりも広い範囲での冬季最低温度の違いがスプレーカーネーションの生育および切り花品質に及

ぼす影響を調査し、生産性の他に生育および切り花品質の最低夜温の違いによる傾向を捉えることにより、冬季夜温の適切な温度帯について検討した。第III章では冬季の加温期間中の設定温度の変更が生育に及ぼす影響を調査し、加温管理時期についての検討を行った。第IV章では、夜間の短時間昇温処理によるスプレーカーネーションの冬春切り1年作型における冬季の生育促進効果を検討した。道園ら¹²⁾にならい、日没後と日の出前の昇温処理がスプレーカーネーションの生育および切り花品質に及ぼす影響を調査し、さらに日没後の昇温処理後を異なる温度で管理し、冬季の短時間昇温の実用性について検証を行った。第V章では、日没後昇温処理における暖房コストへ及ぼす影響が大きい処理時間について検討した。第II章～第V章の実験結果から、スプレーカーネーションの冬季夜温における効率的な変温管理法について、実際栽培への導入の可能性と効果について総合考察で検証を行った。

第Ⅱ章 冬季最低温度の違いが生育に及ぼす影響

一般に、スタンダードカーネーションに比べてスプレーカーネーションでは、ガク割れ防止や摘芽などの作業が大幅に軽減される。その一方で、頂花を摘除して各側花の開花を揃え⁶⁴⁾、側花の開花を待って収穫されるため、スタンダードカーネーションより到花日数が長くなる。また、スプレーカーネーションは側枝に複数の側花があるため、施設内の気温に対する開花反応がスタンダードカーネーションとは異なることが考えられる¹⁶⁾。

さらにスプレーカーネーションでは、低温条件下で発生する「孫芽」と呼ばれる二次花らいが切り花品質に大きく影響する。二次花らいが伸長すると商品価値が低下するので、その抑制を目的としてスタンダードカーネーションより高めの温度で管理することが好ましいとされている²⁰⁾。しかし、静岡県内の生産現場では、スタンダードカーネーションとスプレーカーネーションを含む複数の品種を同一の温度管理で栽培する施設や、冬季の夜温を8℃程度で管理する施設も見られる。

そこで本実験では、暖地の6～7月定植のスプレーカーネーション栽培における好適な冬季夜温を設定するための基礎データとして、これまでの報告^{16,62)}より大きい温度幅での冬季最低温度の違いが、スプレーカーネーションの生育、収量、切り花品質に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

第Ⅱ章～第Ⅴ章における全ての実験において、以下①～⑦の材料および方法は共通とした。

①材料はすべて定植直前に購入した挿し芽発根苗（フジ・プランツ株式会社）を用い、静岡県で多く栽培されている中生⁵⁷⁾のスプレーカーネーション品種‘ライトピンクパーバラ’（以下、‘LPB’）および‘チェリーテッシノ’（以下、‘CT’）の2品種を供試した。

②施肥および灌水は山中⁶¹⁾の方法に従い、液体肥料を点滴により灌水同時施肥するDrip-Fertigationを用いた^{2,31,50)}。Drip-Fertigationは、養分を多く必要とし、栽培期間が長期に渡るカーネーション栽培に適した栽培法である。静岡県の生産現場でも、若手生産者を中心に栽培が広がっている³⁾。

③液肥は株当たりの総窒素施用量が2.4gとなった時点（第Ⅱ章では5月5日、第Ⅲ章、第Ⅳ章および第Ⅴ章では4月30日）で施用を終了し、翌日からは水のみを給液した。点滴チューブはエミッターピッチ20cm（Netafim Super Typoon）の

チューブを2本（第Ⅱ章および第Ⅲ章）または3本（第Ⅳ章および第Ⅴ章）設置した。

④2007年定植（第Ⅱ章）および2008年定植（第Ⅲ章）の実験は伊豆農業研究センター南伊豆圃場（静岡県賀茂郡南伊豆町上賀茂）で、2009年定植（第Ⅳ章）および2010年定植（第Ⅴ章）の実験は伊豆農業研究センター（静岡県賀茂郡東伊豆町稲取）のガラス温室（20m²）で実施し、すべての処理区で電照は行わなかった。定植床はポリプロピレン製隔離床幅85cm×長さ320cm×深さ17cm、スーパードレンベッド85（以下、ベッド）、全農を用い、山土（淡色黒ボク土）とバーク堆肥を2:1(v/v)に混合した土壌消毒済みの用土を充填した。

⑤栽植密度はすべて85cm幅のベッドに4株植え（以下4株植え、13.4本・m²）とし、定植約21日後に一次摘心、伸長した側枝を4本に整枝、その内1本を一次摘心の約50日後に二次摘心した。側枝の仕立ては米村⁶³⁾の方法に従った（図1）。すなわち、一次摘心後伸長する側枝を一次側枝、二次摘心した一次側枝の1本から伸長する側枝2本を二次摘心側枝、一次側枝収穫後に伸長する側枝を二次側枝とした。頂花は開花前の花弁が十文字状に見えた状態で摘除し³⁴⁾、側花2輪が開花した時点を開花日として収穫した。

⑥側枝別開花日数は、一次側枝は一次摘心から開花までの日数、二次摘心側枝は二次摘心から開花までの日数、二次側枝は一次側枝を収穫してから開花までの日数とした。

⑦実験規模はすべて1区8株3反復とした。

第Ⅱ章における実験では、定植を2007年6月27日に行った。定植時の苗は10株の平均値で‘LPB’では葉長8cm以上の展開葉数9.8枚、葉の先端までの地上部長16.2cmで、‘CT’では展開葉数12.0枚、地上部長15.4cmであった。栽植密度は株間20cm×条間20cmの4株植えとした。

冬季の最低夜温として5、10、15および20℃の4処理区を設定した。暖房機の加温時期は、20℃区も含め、実験圃場で最低夜温が15℃を下回る2007年11月6日～2008年5月6日までの期間とした。暖房機が実際に稼働したのは、5℃区では2007年11月19日～2008年4月7日、10℃区では2007年11月12日～2008年4月22日で、15℃区と20℃区では期間中稼働を続けた。加温期間中は日中も暖房機の稼働を続け、5、10および15℃の処理区では温室内の気温が20℃以上で、20℃区では25℃以上で自動的に側窓を開放した。

施設内に自記温度記録計（サーモレコーダーミニ RT-30S

およびサーモレコーダーRT-12 エスベックミック社製)を設置し、栽培開始から終了まで、定植地表面から1mの高さの気温をRT-30Sで、ベッド中央部の深さ15cmの地温をRT-12で1時間ごとに測定した。

液肥の施用は、基肥を施用せず、園試処方²⁹⁾ 1/2 単位(N:P:K=121 ppm:21 ppm:156 ppm)を基本とした。施用は7月1日から開始し、7～8月は1日おきに窒素濃度61ppmの液肥を株当たり50 mL、9～11月は窒素濃度121ppmを株当たり1日100 mL、12～2月は窒素濃度121ppmを株当たり1日50 mL、3月は窒素濃度121ppmを株当たり1日100 mL、4月～5月5日まで窒素濃度61ppmを株当たり1日150 mL施用した。5月6日から栽培終了までは水のみを給液した。

側枝発生位置から側枝の先端までを側枝長とし、一次側枝では摘心した側枝以外で最も伸長の早い側枝について、二次摘心側枝では伸長の早い側枝について、摘心後から収穫まで月に2回、約15日ごとに側枝長を計測した。収穫位置は、一次側枝では頂花から第7～9節、二次摘心側枝以降では分枝位置からとし、2008年5月30日までの収穫本数を調査した。収穫した一次側枝、二次摘心側枝および最も伸長の早い二次側枝について、到花日数、収穫時の切り花節数、切り花長、切り花重、頂花から第4節と第5節の節間長および花らい数を調査した。切り花の先端から45 cmの位置を水平に保持した状態で先端が10度以上下垂する切り花を軟弱花として、発生を調査した。

2007年11月29日、2008年3月3日および5月8日に、側枝の上位2節で開花した側花の最外縁部花弁について、中央部および外縁部の色差を、色彩色差計(MINOLTA CR-200)で各10花計測した。

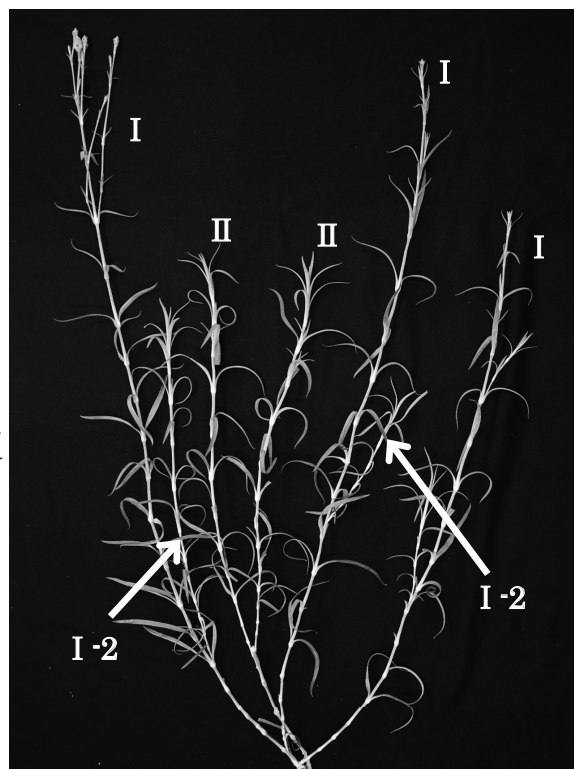
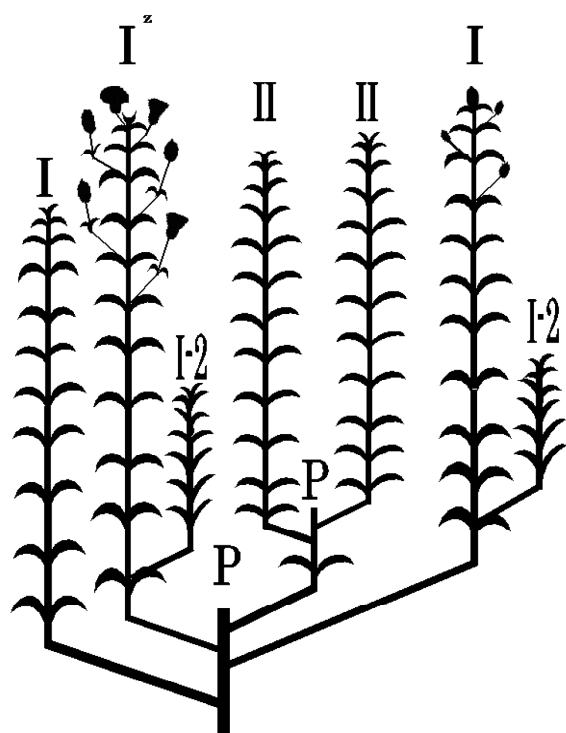


図1 スプレーカーネーションにおける摘心の模式図(左)と側枝(右)

^z Iは一次側枝(3本)、IIは二次摘心側枝(2本)、I-2は二次側枝(2本)、Pは摘心を示す

結 果

2008年1月19日における気温、地温の1時間ごとの推移を図2-1に示した。夜間の気温はおおむね設定温度に維持され、最低温度20℃区の最高気温は23.0℃であった。最低温度が高い区ほど地温も高く推移した。

一次側枝と二次摘心側枝の最も伸長の早い側枝について、開花時点までの伸長程度を図2-2に示した。一次側枝については2品種の側枝の伸長に処理による差は見られなかった。二次摘心側枝は‘LPB’で1月上旬以降、‘CT’では12月上旬以降処理による差が認められた。いずれの品種も最低温度が高くなるほど側枝長は長く推移したが、開花時点では最低温度5℃の側枝長が最も長くなった。

到花日数の調査結果を表2-1に示した。いずれの品種でも、最低温度が高くなるほど一次側枝、二次摘心側枝の到花日数が短縮した。最低温度による到花日数の違いは二次摘心側枝において最も顕著に現れ、最低温度5℃と20℃の差は‘LPB’で64日、‘CT’で54日と最も大きくなった。品種の違いによる側枝別到花日数の差は、一次側枝と二次側枝で認められた。

収穫本数についても、最低温度が高いほど直線的に増加したが、両品種とも3月末までの収穫本数の違いが大きく影響し、気温の上昇する4～5月の収穫本数には処理による有意な差は認められなかった(表2-2)。時期別収穫本数の品種による差は収穫開始～12月の期間でのみ認められた。

冬季加温期間中の2007年3月27日収穫の各処理区における切り花草姿を図2-3に示した。‘CT’において、最低温度が低いと側花が下の節位から発生し、二次花らいが発生した。

最低温度の違いが切り花長、切り花重、節数、節間長、花らい数に及ぼす影響には品種間差が見られた(表2-3)。一次側枝ではいずれの品種も切り花重のみで差が認められ、二次摘心側枝では切り花長、切り花重、切り花節数、節間長、一次花らい数および全花らい数において処理による差が認められた。二次側枝では‘LPB’では切り花長、切り花節数および節間長で差が認められ、‘CT’ではすべての調査項目で差が認められた。‘LPB’では切り花長は最低温度が高いほど短く、両品種とも節間長は最低温度が高いほど短く、切り花節数は20℃で多くなり、切り花重は最低温度が高いほど軽くなった。花らい数は最低温度が高いほど少なくなった。また10度以上下垂し、軟弱花と判断される切り花が、‘LPB’の最低温度20℃で年内に多く発生し、‘CT’の最低温度20℃では収穫期間を通じて発生した(データ略)。

花色の発現に対する影響は品種間で異なり、単色で薄い桃色花の‘LPB’では調査時期が遅くなるほど明度L*が高くなり、a*が低くなる傾向が見られたが、いずれの調査時期においてもa*の最低温度の違いによる影響は認められなかった

(表2-4)。明度L*、b*についても処理間に一定の傾向は認められなかった。これに対し、桃色に白の覆輪が入る‘CT’では、11月の調査から、最低温度15℃と20℃で明度L*が低く、a*が高くなり、視覚的にも花色が濃くなる傾向を示すとともに(図2-4)、最低温度20℃では花卉外縁部の覆輪が不鮮明となった。

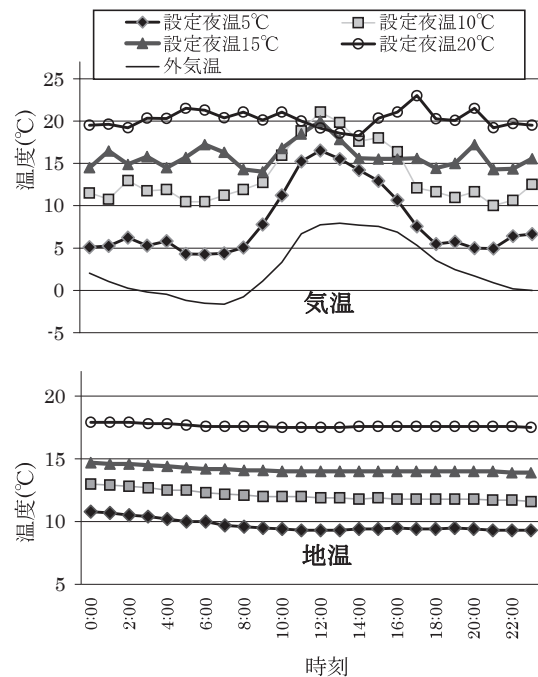


図2-1 冬季最低温度の違いが厳寒期の施設内気温および地温に及ぼす影響

* 2008年1月19日調査

† ポリプロピレン製育苗容器においてベッド中央部、深さ15cm地点を測定

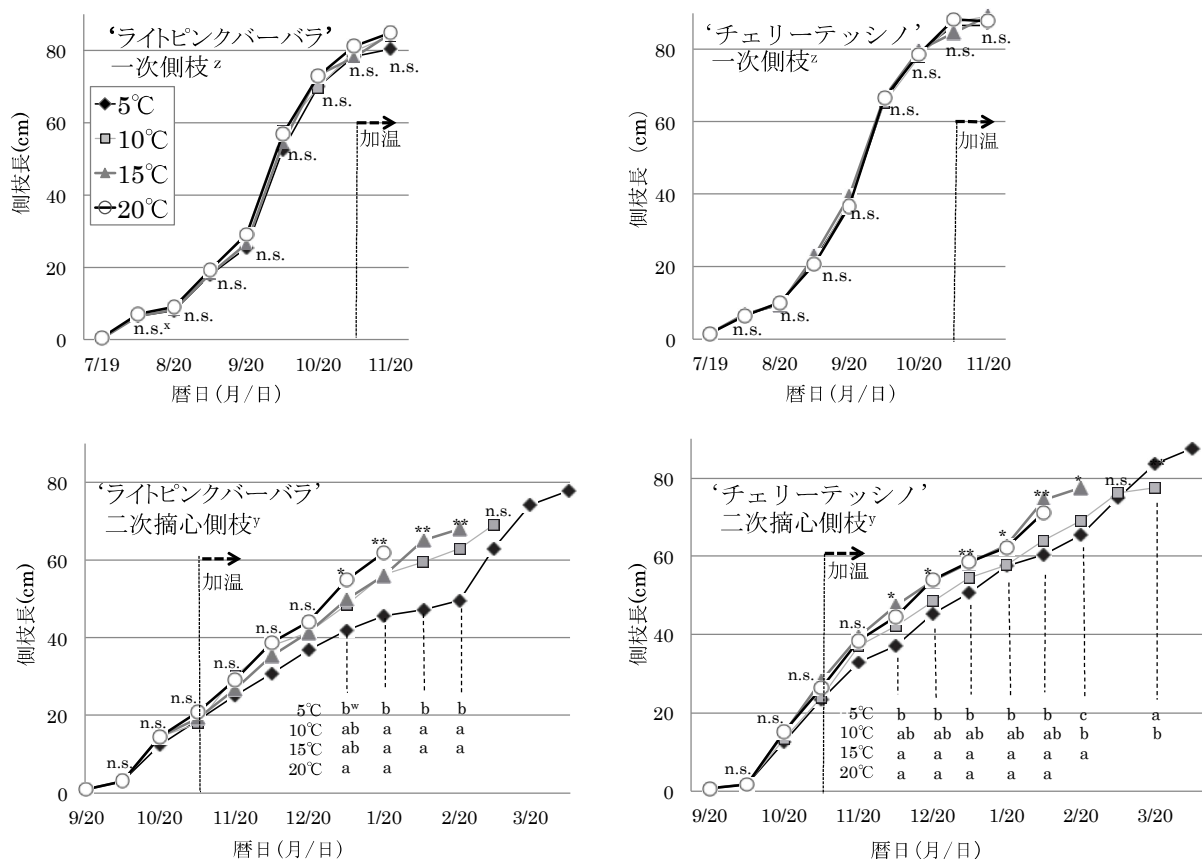


図2-2 冬季最低温度の違いがスプレーカーネーションの側枝の伸長に及ぼす影響

z 最も伸長の早い一次側枝の側枝長

y 最も伸長の早い二次摘心側枝の側枝長

x 分散分析により**は1%、*は5%で有意差あり、n.s. は有意差なし

w 同符号間にはTukeyの多重検定により5%で有意差のないことを示す

表2-1 冬季最低温度の違いがスプレーカーネーションの側枝別開花日数に及ぼす影響

供試品種	最低 夜温 (°C)	開花日数 ^z (収穫日)		
		一次側枝 ^y (日) (月/日)	二次摘心側枝 ^x (日) (月/日)	二次側枝 ^w (日) (月/日)
ライトピンク バーバラ	5	165 (12/31) a ^v	234 (4/27) a	142 (5/21)
	10	144 (12/10) b	204 (3/29) b	146 (5/ 6)
	15	145 (12/11) b	197 (3/22) b	139 (5/ 1)
	20	134 (11/30) b	170 (2/24) c	140 (4/17)
チェリー テッシノ	5	140 (12/ 6) a	227 (4/20) a	160 (5/12) a
	10	137 (12/ 3) ab	210 (4/ 4) b	156 (5/ 6) ab
	15	129 (11/25) ab	185 (3/ 9) c	147 (4/19) ab
	20	125 (11/21) b	173 (2/26) d	141 (4/11) b
夜温		**	**	n.s.
分散分析 ^u 品種		**	n.s.	*
交互作用		n.s.	n.s.	n.s.

^z 一次側枝は一次摘心（2007年7月19日）から、二次摘心側枝は二次摘心（2007年9月7日）から、二次側枝は一次側枝収穫から開花までの日数

^y 図1参照、一次側枝3本の平均

^x 図1参照、二次摘心側枝2本の平均

^w 図1参照、最も早く開花した二次側枝

^v 同一品種内においてTukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差のないことを示す

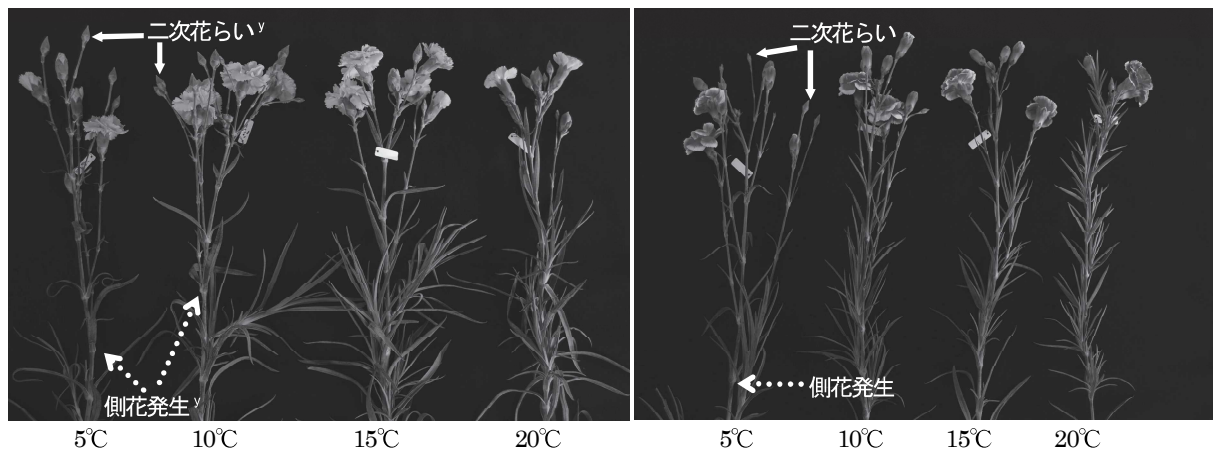
^u 分散分析により**は1%、*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なし

表2-2 冬季最低温度の違いがスプレーカーネーションの株当たり時期別収穫本数に及ぼす影響

供試品種	最低夜温 (°C)	収穫本数(本)			
		収穫開始 ～12月	1～3 月	4～5 月	合計
ライトピンク バーバラ	5	1.6 b ^z	1.8 a	3.7	7.1 b
	10	3.0 a	1.1 a	3.6	7.7 ab
	15	2.9 a	1.6 a	3.8	8.3 ab
	20	3.1 a	1.6 a	4.1	8.8 a
チェリー テッシノ	5	2.6 b	0.6 b	4.0	7.2 b
	10	2.8 ab	1.1 b	3.9	7.8 ab
	15	2.9 ab	2.2 a	3.6	8.7 ab
	20	3.1 a	2.3 a	3.9	9.3 a
分散分析 ^y	夜温	**	**	n.s.	*
	品種	*	n.s.	n.s.	n.s.
	交互作用	*	**	n.s.	n.s.

^z 同一品種間においてTukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差のないことを示す

^y 分散分析により**は1%, *は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし

図2-3 冬季最低温度の違いがスプレーカーネーションの草姿^zに及ぼす影響

^z 2008年3月27日撮影, 左 ‘ライトピンクバーバラ’, 右 ‘チェリーテッシノ’

^y 図中の実線矢印は二次花らいを, 点線矢印は側花発生位置を示す

表2-3 冬季最低温度の違いがスプレーカーネーションの側枝別切り花特性に及ぼす影響

供試品種	最低夜温 (°C)	一次側枝 ^z						二次摘心側枝 ^y						二次側枝 ^x					
		切り花 花長 (cm)	切り花 花重 (g)	切り花 節数 (節)	一次 ^v 花長 (cm)	全 ^u 花らい 数(花)	全 ^u 花らい 数(花)	切り花 花長 (cm)	切り花 花重 (g)	切り花 節数 (節)	一次 ^v 花長 (cm)	全花 らい 数(花)	全花 らい 数(花)	切り花 花長 (cm)	切り花 花重 (g)	切り花 節数 (節)	一次 ^v 花長 (cm)	全花 らい 数(花)	全花 らい 数(花)
ライト ピンク バーバラ	5	57.3	34.1 a ^t	7.6	7.5	5.7	6.7	81.5 a	76.1 a	14.0 b	8.1 a	6.6 a	18.9 a	75.2 a	62.0	14.6 b	8.3 a	6.9	13.3
	10	57.0	30.6 ab	7.9	7.8	5.8	6.4	72.9 b	65.5 ab	14.0 b	7.2 ab	6.1 ab	15.4 ab	73.9 ab	64.6	15.7 b	8.2 a	6.6	13.3
	15	59.3	33.4 ab	7.9	7.7	5.7	6.6	68.7 bc	60.8 bc	14.7 b	6.9 b	6.2 ab	12.3 bc	66.8 c	73.3	17.0 ab	7.1 b	6.6	14.4
	20	58.5	29.5 b	8.0	7.9	5.6	6.3	67.1 c	47.3 c	15.9 a	5.9 c	5.9 b	9.9 c	67.9 bc	66.5	18.7 a	6.0 c	6.3	11.8
有意性 ^s		n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	*	*	*	**	**	n.s.	*	*	n.s.	n.s.
チェリー テッシノ	5	60.2	25.1 a	8.8	6.5	4.9	5.2	88.3 a	65.2 a	15.4 b	7.6 a	6.6 a	12.5 a	79.8 a	45.8 a	14.7 b	7.7 a	7.4 a	8.7 a
	10	59.5	24.4 ab	8.6	6.7	4.9	5.1	74.6 b	53.6 b	15.8 b	6.1 b	6.5 a	7.7 b	70.1 bc	44.8 ab	16.3 b	6.8 a	6.3 b	7.3 ab
	15	60.6	23.4 ab	8.8	6.4	4.8	5.1	75.2 b	44.6 c	15.8 b	5.6 bc	6.2 a	6.2 c	65.7 c	43.2 ab	15.1 b	5.4 b	6.1 b	6.4 bc
	20	58.4	22.0 b	8.4	6.8	4.9	5.0	77.7 b	31.6 d	18.4 a	4.9 c	4.6 b	4.6 d	73.7 b	37.2 b	20.3 a	3.9 c	4.8 c	4.9 c
有意性		n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	**	*	**	*	*	*	**	**	*	**

^z 図1参照, 一次側枝3本の平均

^y 図1参照, 二次摘心側枝2本の平均

^x 図1参照, 調査株の最も早い二次側枝の切り花特性

^v 第4～5節の長さ

^u 頂花を除いた側花の花らい数

^t 頂花を除いた一次花らい数と二次花らい数の合計

^s Tukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差のないことを示す

^r 分散分析により**は1%, *は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし

表2-4 冬季最低温度の違いがスプレーカーネーション花卉の時期別色差に及ぼす影響

供試品種	最低 温度 (℃)	2007年11月29日						2008年3月3日						2008年5月8日																				
		中央部 ^a			外縁部 ^a			中央部			外縁部			中央部			外縁部																	
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*															
ライト ピンク バーバラ	5	78.7	25.2	1.5	78.1	27.3	1.2	81.4	a [*]	20.4	0.9	a	81.4	ab	18.7	0.4	ab	82.8	18.4	1.9	a	83.4	15.8	1.7										
	10	78.5	25.9	1.1	77.9	25.9	1.0	80.1	b	22.7	0.4	b	80.9	b	19.4	0.1	b	82.8	17.8	1.3	b	83.5	15.2	1.2										
	15	78.4	25.9	1.1	78.1	25.3	1.9	81.0	ab	21.0	0.1	b	81.6	ab	17.8	0.0	b	83.3	17.0	1.9	a	83.9	14.8	1.8										
	20	79.5	23.8	1.3	79.6	23.8	1.7	81.5	a	19.6	1.1	a	82.3	a	17.4	1.0	a	83.9	16.0	1.8	ab	84.3	14.2	1.8										
有意性 [*]		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	*	n.s.	**	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.											
チェリー テッシノ	5	58.8	a	53.2	c	5.9	ab	80.6	a	17.5	b	1.6	66.5	a	46.2	c	-0.5	c	82.8	a	15.4	c	0.7	b	62.3	a	52.0	5.0	83.9	a	12.9	b	1.6	a
	10	60.3	a	55.3	bc	8.0	a	74.6	b	22.7	b	2.0	60.8	b	55.3	b	7.4	b	83.1	a	15.0	c	1.8	ab	59.9	ab	53.7	6.4	82.0	a	15.6	b	1.0	a
	15	53.4	b	60.6	a	1.0	c	57.0	c	59.0	a	2.7	54.5	c	60.1	a	11.2	a	71.7	b	31.9	b	2.2	a	58.8	b	54.4	5.1	80.2	a	18.0	b	-0.1	b
	20	56.4	ab	58.0	ab	3.3	bc	57.4	c	58.6	a	2.5	53.3	c	59.7	a	-1.4	c	58.9	c	49.0	a	-3.1	c	59.2	b	54.3	4.7	72.1	b	31.4	a	-0.6	b
有意性		*	*	**	**	**	n.s.	**	**	**	**	**	**	**	*	*	*	*	*	n.s.	n.s.	**	**	**	*	n.s.	n.s.	**	**	**	**	**		

^z 花卉中央部の色差, 側花の最外縁花卉を調査

^y 花卉の外縁部の色差, 側花の最外縁花卉を調査

^x Tukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差のないことを示す

^w 分散分析により**は1%, *は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし

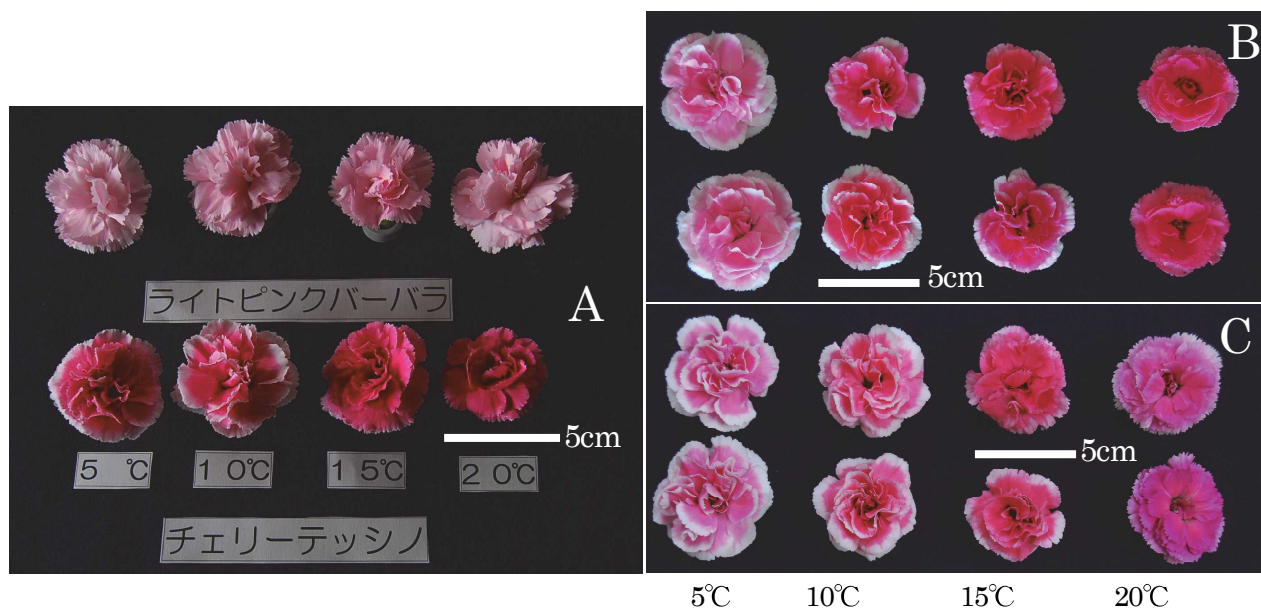


図2-4 冬季最低温度の違いがスプレーカーネーションの花色に及ぼす影響

A:2007年11月23日撮影, 上段 'ライトピンクバーバラ', 下段 'チェリーテッシノ'

B:2008年2月22日撮影, 'チェリーテッシノ'

C:2008年3月14日撮影, 'チェリーテッシノ'

考 察

最低温度が側枝の伸長に及ぼす影響は一次側枝では認められず、二次摘心側枝において認められた。二次摘心側枝は処理の遭遇期間が長いことから、最低温度の違いが長期間になるほど、側枝の伸長に及ぼす影響が大きいと推察された。品種間で見ると‘LPB’では最低温度 5℃と 10℃、‘CT’では最低温度 10℃と 15℃で、二次摘心側枝の生育差が認められ、最低温度の効果は品種間で異なることが示唆された。

到花日数は、一次側枝、二次摘心側枝および二次側枝のいずれにおいても、最低温度が高いほど短くなった。到花日数は‘LPB’では①最低温度 5℃、②最低温度 10℃と 15℃、③最低温度 20℃の 3 段階、‘CT’では①最低温度 5℃と 10℃、②最低温度 15℃と 20℃の 2 段階におおむね区分された。スタンダードカーネーションでは、品種により 10℃と 15℃で生育開花反応が異なることが報告されており⁴⁰⁾、スプレーカーネーションの基本的な開花特性もこれに類似していると考えられた。

同一最低温度における到花日数は、二次摘心側枝で‘LPB’が‘CT’より短い場合も見られることから、最低温度の効果の違いはそれぞれの品種の温度に対する反応性に起因しているものと考えられた。側枝別では二次摘心側枝が最低温度の違いによる到花日数の差が大きく、一次側枝と二次側枝の到花日数で品種間に有意な差が認められたことから、‘CT’の方が温度に対する反応性が高く、低温の時期ほど最低温度の影響が強く現れると考えられた。

いずれの品種でも、最低温度が高くなるほど収穫本数が増加した。時期別に見ると 3 月末までの収穫本数の増加量が総収穫本数に影響を及ぼしていることが示された。すなわち、スプレーカーネーションの生産性を高めるためには、3 月末までの収穫本数を増加させることが重要と考えられた。本実験では、最低温度設定を 5～20℃まで 5℃間隔としたが、総収穫本数の違いを処理ごとに品種間で比較すると、最低温度が 5℃上昇した場合、‘LPB’では株当たり 0.5～0.6 本、‘CT’では株当たり 0.6～0.9 本それぞれ増加した。特に‘CT’の収穫本数は最低温度 10℃以上で顕著に増加した。このことから‘CT’は‘LPB’よりも、冬季の最低夜温が生育に及ぼす影響が大きいと考えられた。時期別では年内の収穫本数で品種間差が、年内と 1～3 月の収穫本数で交互作用が認められた。これは、最低温度 5℃における、‘LPB’の一次側枝の一部が 1 月以降に収穫されたことにより、1～3 月の収穫本数が他の 3 区より増加したため、交互作用として検出されたものと考えられた。

切り花品質では特に二次摘心側枝において最低温度の影響が大きく、到花日数や収穫本数と同じく、冬季の低温期ほど最低温度の影響が顕著に現れたことから、スタンダードカーネーションと同様³⁵⁾、品質面においても冬季の最低温度管理

が重要であることが示された。調査項目のうちスプレーカーネーションの切り花品質として重要な花らい数に注目すると、藤野ら¹⁶⁾の報告にあるように、最低温度が低いほど全花らい数が増加し、特に冬季に開花する二次摘心側枝において顕著な差が認められた。スプレーカーネーションでは二次花らいが多くなり、一次花らいよりも高い位置に着生すると草姿に悪影響を与える²⁶⁾。また、一次花らい数が 3 輪以下では切り花の評価が低くなる。本実験における全花らい数は、一次花らいと二次花らいの合計数を示しており、花らい数からみた場合、‘LPB’、‘CT’ともに 10～15℃が好適な冬季最低温度の範囲と推察された。

また、最低温度 20℃では二次摘心側枝および二次側枝で節間長が短くなり、切り花節数が増加した。カーネーションは 12 時間以上の日長で長日ほど花芽分化が促進され、低照度で短日の場合は開花が著しく遅くなる³²⁾。本実験において両品種とも最低温度 5、10 および 15℃に比べ最低温度 20℃の二次摘心側枝および二次側枝の切り花節数が増加していた。本実験では日長操作をしていないため厳密な比較はできないが、最低温度の違いにより 20℃における側枝の生育時期が短日期となった結果、他の処理区と切り花節数が異なると考えられた。

最低温度の違いが花卉の花色に及ぼす影響は、品種間で異なった。すなわち‘LPB’では 3 月 3 日調査でのみ花卉中央部および外縁部の明度 L^* と b^* に最低温度の違いによる差が検出されたものの、最低温度との間に一定の傾向は認められず、観察による視覚的な差は小さかった。これに対し、‘CT’では最低温度が高くなるほど明度 L^* が低下するとともに、 a^* は増加して、視覚的にも赤色が濃くなり、最低温度 20℃では覆輪の白色部分が発現しないものがあった。‘CT’におけるこの現象は、4～5 月の外気温が上昇する時期には目立たなくなった。スタンダードカーネーションにおいては花色発現に及ぼす温度の影響が報告されており、最低温度が高すぎると花色が濃くなり、低すぎると花色が薄くなる²⁴⁾。スプレーカーネーションの花卉においてもこれとほぼ同様の傾向が認められるとともに、花色の発現には品種間差が見られた。

次に調査時期別の花色について見ると、‘LPB’では 3 月以降の調査において明度 L^* が増加して a^* が低下した。‘CT’では 5 月の調査で明度 L^* が増加する傾向を示したが、調査時期よりも最低温度が花色発現に与える影響が大きかった。スタンダードカーネーションでは、12～1 月に花卉のアントシアニン含量が増加する³⁷⁾との報告もある。今後、スプレーカーネーションにおいても、花卉のアントシアニン含量に及ぼす時期別および最低温度の影響について調査する必要があると考えられた。

カーネーション以外の花き類でも、温度が花色の発現に影

響を及ぼすことが知られており、バラの低夜温での白花化³⁸⁾や、ペチュニアにおける白地に紫の覆輪品種が30～35℃の高温で全体が紫に、15℃で花卉全体が白くなる現象⁵¹⁾が知られている。トルコギキョウの花弁においては、白地に紫覆輪花弁で、覆輪着色面積率が季節変動し、収穫前の高温で花卉の着色面積率が小さくなり、昼温が低い状態が継続すると着色面積率が高くなるとの報告がある⁶⁰⁾。福田・中山¹⁹⁾は、トルコギキョウの20℃一定条件で着色面積率が増し、昼温よりも夜温が高い条件で着色面積率が減少したと報告している。品目が異なるため直接の比較はできないものの、供試品種の‘CT’の開花過程においてもペチュニアの発現のように、高夜温が白色覆輪の減少や赤色発現の増加に影響を与えていると考えられた。

本実験では日中の換気設定温度を20℃区のみ25℃設定としたが、20℃区の気温は夜間、日中も含めほぼ19℃～23℃で推移し、日中の最高気温が他の処理区よりも低い場合もあったため、日中の処理区内の温度差よりも夜間最低温度の違いが生育に与える影響が大きいと考えられた。

また、栽培床に隔離ベッドを使用し、地温が気温の影響を受けやすい条件下での実験であったが、最低温度5℃でも地温が9℃以上に保たれており、通常の温度管理では地温は問題にならないことから³²⁾、地温よりも気温が切り花品質に与える影響が大きいと推察された。生産現場ではカーネーションは地床と隔離床の双方で栽培されており⁵⁵⁾、本実験で利用したポリプロピレン製隔離床の使用事例もある。静岡県内の産地でも地床隔離床における一般的な栽培管理や出荷はおおむね同一に行われている。このことから、本実験の結果は、現地におけるスプレーカーネーションの最低温度管理についての基礎的データになると考えられた。

以上の結果から、夜温5℃では冬季の生育が著しく遅れること、夜温20℃では切り花品質に悪影響が及ぶことにより、生育と切り花品質の点から、スプレーカーネーションにおける冬季夜温の適切な範囲は10～15℃と考えられた。

第Ⅲ章 冬季最低夜温設定変更の時期が生育に及ぼす影響

カーネーションの生育や切り花品質への冬季夜温の影響について、頂花の開花時点で収穫するスタンダードカーネーション‘スケニア’、‘コーラル’では、夜温 10℃は 5℃より 1～3 月の収穫本数が明らかに多く¹⁶⁾、グロースチャンパー内で 10 月 1 日から 40 日間暗期を 10℃と 15℃に設定した場合、‘スケニア’は 10℃よりも 15℃、‘コーラル’は 15℃よりも 10℃で一次側枝の伸長が旺盛になるが、10℃と 15℃では一次側枝の収穫本数に差がなかったことが報告されている⁴⁰⁾。

そこで、スプレーカーネーションの収益性を高めるための効率的な夜温管理法を明らかにすることを目的として、第Ⅱ章で得られた結果を基に、冬季における生育適温についてより詳細に検討するため、生育に好適な夜温 10～15℃の範囲において次の実験を行った。一次側枝の収穫時期で最低夜温が 10℃を下回る 11 月中旬に夜温設定 10℃で暖房を開始し、その後、一次側枝収穫期である 12 月、二次摘心側枝が生育する 1 月および 2 月に夜温設定を 15℃とした場合の、母の日までのスプレーカーネーションの開花、収量および切り花品質に及ぼす影響について検討した。

材料および方法

冬季夜温は 2008 年 11 月 20 日から翌年 4 月 30 日まで 10℃を基準夜温として対照の 10℃一定区を設定し、この基準夜温から一次側枝を収穫中の 12 月 1 日から夜温 15℃に昇温する 12 月－15℃区、その 40 日後で二次摘心側枝が伸長している 1 月 9 日から夜温 15℃に昇温する 1 月－15℃区、さらに 40 日後で二次摘心側枝の収穫が始まる 2 月 18 日から夜温 15℃に昇温する 2 月－15℃区の 4 処理区を設定した。

加温期間中は日中も暖房機の稼働を続け、施設内気温が 20℃を超えた時点で自動的に側窓を開放した。

施設内に自記温度記録計(サーモレコーダーミニ RT-30, エスペックミク)を設置し、栽培開始から終了まで、定植地表面から 1 m の高さの気温を 1 時間ごとに測定した。

2008 年 6 月 27 日に定植し、白色反射マルチ(幅 135cm, 厚さ 0.02mm, 稲吉種苗)で被覆した。栽植密度は株間 20cm × 条間 20cm で中 2 条抜き 4 株植えとした。

施肥は基肥を施用せず、液肥に大塚化学(現大塚アグリテクノ株式会社)製の養液土耕 1 号(N:P:K=15:3.5:13.3)および養液土耕 2 号(N:P:K=14:3.5:20.8)を使用した。施用は 7 月 1 日から開始し、7～11 月は養液土耕 1 号を、12～4 月は養液土耕 2 号を施用、5 月は水のみ給液した。給液濃度および給液量

は第Ⅱ章に順じた。

側枝発生位置から側枝の先端までを側枝長とし、二次摘心側枝は伸長が早い側枝について、側枝発生から収穫まで月に 2 回、約 15 日ごとに調査した。収穫位置は一次側枝では頂花から第 8 節、二次摘心側枝以降では分枝位置からとし、母の日前最後の収穫日である 2009 年 5 月 7 日までの収穫本数を調査した。到花日数、収穫した時点での切り花節数、切り花長、切り花重、花らい数および最大花径を調査した。

結 果

加温期間中である 2008 年 12 月 1 日から 2009 年 2 月 28 日までの施設内の最低気温の推移を図 3-1 に示した。施設内は加温期間中はほぼ設定温度に保たれていた。

供試品種の側枝別の開花時期を見たところ、一次側枝は処理開始時点で大部分が開花を終了しており、処理間の差は認められなかった(表 3-1)。**‘LPB’**の二次摘心側枝の到花日数は 12 月－15℃区が最も短縮し、次いで 1 月－15℃区が短くなった。一方、**‘CT’**では 12 月－15℃区でのみ 10℃一定区より有意に短縮した。二次側枝の到花日数は、**‘LPB’**でのみ処理間の差が認められ、12 月－15℃区が 10℃一定区より有意に短縮した。

二次摘心側枝の伸長について見ると、**‘LPB’**の 12 月 19 日と 1 月 3 日の調査でのみ処理間の差が認められ、12 月－15℃区が長くなった(図 3-2)。**‘CT’**に有意な差は認められなかった。両品種とも収穫時の側枝長には差がなかった。

収穫本数を見ると、**‘LPB’**では 12 月－15℃区の 1～3 月および収穫開始から 5 月 7 日までの総収穫本数と、1 月－15℃区の 1～3 月の収穫本数が 10℃一定区に比べ増加した(表 3-2)。**‘CT’**では 12 月－15℃区でのみ 1～3 月および収穫開始から 5 月 7 日までの総収穫本数が 10℃一定区に比べ増加した。

切り花節数は**‘LPB’**ではすべての側枝で処理による差は認められなかったが、**‘CT’**の二次側枝で有意な差が検出された(表 3-3)。**‘LPB’**の切り花長は、二次摘心側枝および二次側枝の 12 月－15℃区および 1 月－15℃区で 10℃一定区より短くなった。**‘CT’**の切り花長は二次摘心側枝の 12 月－15℃区で 10℃一定区より短くなり、二次側枝では 12 月－15℃区、1 月－15℃区および 2 月－15℃区のいずれも 10℃一定区より短縮した。**‘LPB’**の切り花重は、二次摘心側枝および二次側枝のいずれも 12 月－15℃区、1 月－15℃区および 2

月-15℃区が10℃一定区よりも減少した。‘CT’の切り花重は、二次摘心側枝の12月-15℃区で10℃一定区よりも減少し、二次側枝では1月-15℃区および2月-15℃区で10℃一定区より減少した。

冬季加温期間中の2009年2月14日における切り花草姿を図3-3に示した。‘LPB’では、15℃に上昇させた期間が短いほど、測花が下の節位から発生し、二次花らいが発生した。

花らい数は、‘LPB’の二次摘心側枝と二次側枝の一次花らい数と全花らい数において、12月-15℃区と1月-15℃区が10℃一定区より有意に減少した(表3-4)。収穫時の最大花径は、‘CT’でのみ処理による影響が認められ、二次摘心側枝および二次側枝において、12月-15℃区、1月-15℃区および2月-15℃区で10℃一定区より減少した。

2009年2月14日撮影の花色を図3-4に示した。12月-15℃区では、‘CT’花卉中央部の赤色が濃くなった。

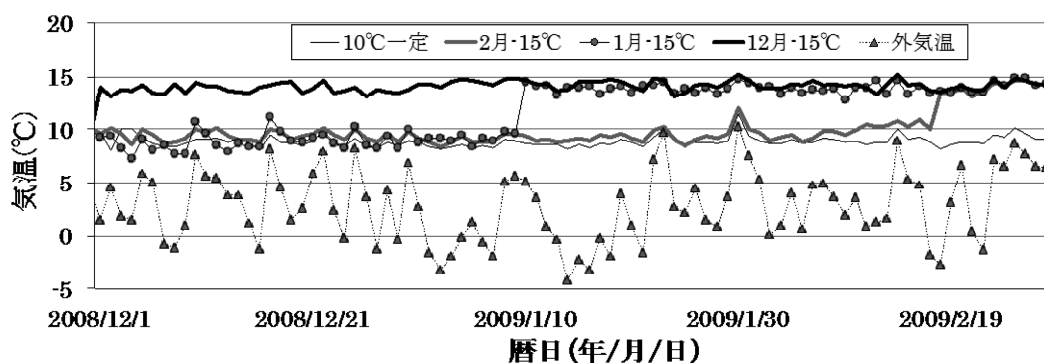


図3-1 冬季最低夜温設定変更^zの時期が施設内最低気温の推移に及ぼす影響

^z 凡例の2月-15℃は2009年2月18日に、1月-15℃は2009年1月9日に、
12月-15℃は2008年12月1日に夜温10℃から15℃に変更

表3-1 冬季最低夜温設定変更の時期がスプレーカーネーションの側枝別開花日数に及ぼす影響

供試品種	処理区 ^z	到花日数 ^y (収穫日)					
		一次側枝 ^x		二次摘心側枝 ^w		二次側枝 ^v	
		(日)	(月/日)	(日)	(月/日)	(日)	(月/日)
ライトピンク バーバラ	10℃一定	108	(11/ 3)	187	(3/ 11) a ^u	154	(4/ 3) a
	2月-15℃	109	(11/ 4)	178	(3/ 2) ab	149	(3/ 29) ab
	1月-15℃	103	(10/ 29)	167	(2/ 19) b	142	(3/ 16) ab
	12月-15℃	105	(10/ 31)	152	(2/ 4) c	134	(3/ 9) b
有意性 ⁱ		n.s.		*		*	
チェリー テッシノ	10℃一定	107	(11/ 2)	189	(3/ 13) a	172	(4/ 18)
	2月-15℃	106	(11/ 1)	185	(3/ 9) ab	165	(4/ 11)
	1月-15℃	110	(11/ 5)	184	(3/ 9) ab	162	(4/ 10)
	12月-15℃	105	(10/ 31)	173	(2/ 25) b	160	(4/ 4)
有意性		n.s.		**		n.s.	

^z 2月-15℃は2009年2月18日に、1月-15℃は2009年1月9日に、
12月-15℃は2008年12月1日に夜温10℃から15℃に変更

^y 一次側枝は一次摘心(2008年7月18日)から、二次摘心側枝は二次摘心(9月5日)から、
二次側枝は一次側枝収穫から開花までの日数

^x 一次側枝3本の平均

^w 二次摘心側枝2本の平均

^v 収穫の早い二次側枝2本の平均

^u 同一品種内においてTukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差がないことを示す

ⁱ 分散分析により ** は1%, * は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし

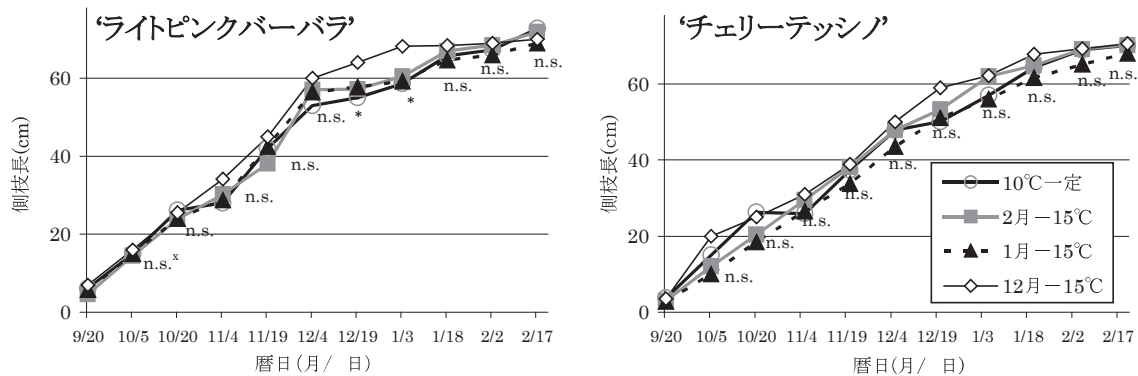


図3-2 冬季最低夜温設定変更^zの時期がスプレーカーネーションの二次摘心側枝^yの伸長に及ぼす影響

^z 凡例の2月-15℃は2009年2月18日に、1月-15℃は2009年1月9日に、12月-15℃は2008年12月1日に夜温10℃から15℃に変更

^y 最も早く伸長する二次摘心側枝

^x 分散分析により*は5%で有意差あり、n.s.は有意差なし

表3-2 冬季最低夜温設定変更の時期がスプレーカーネーションの株当たり時期別収穫本数に及ぼす影響

供試品種	処理区 ^z	収穫本数(本)			
		収穫開始 ～12月	1～3月	4～5月 ^y	合計
ライトピンク バーバラ	10℃一定	3.0	2.6 c ^x	3.1	8.7 b
	2月-15℃	3.1	3.3 bc	3.3	9.7 ab
	1月-15℃	3.0	4.6 ab	2.5	10.1 ab
	12月-15℃	3.0	4.9 a	2.8	10.7 a
有意性 ^w		n.s.	*	n.s.	*
チェリー デッシーノ	10℃一定	2.9	1.7 b	3.2	7.8 b
	2月-15℃	3.0	2.4 ab	3.0	8.4 ab
	1月-15℃	3.0	2.6 ab	3.1	8.7 ab
	12月-15℃	3.0	3.4 a	2.9	9.3 a
有意性		n.s.	*	n.s.	*

^z 2月-15℃は2009年2月18日に、1月-15℃は2009年1月9日に、12月-15℃は2008年12月1日に夜温10℃から15℃に変更

^y 2009年5月7日まで収穫

^x 同一品種内においてTukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差がないことを示す

^w 分散分析により * は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なし

表3-3 冬季最低夜温設定変更の時期がスプレーカーネーションの側枝別切り花節数、切り花長および切り花重に及ぼす影響

供試品種	処理区 ^z	一次側枝 ^y			二次摘心側枝 ^x			三次側枝 ^w		
		節数 ^v (節)	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	節数 (節)	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	節数 (節)	切り花長 (cm)	切り花重 (g)
ライトピンク バーバラ	10℃一定	8.0	53.7	29.8	13.8	72.5 a ^u	55.9 a	14.2	75.3 a	56.8 a
	2月-15℃	8.0	55.4	29.3	13.7	69.5 ab	46.2 b	14.3	71.1 a	43.7 b
	1月-15℃	8.0	53.5	27.6	14.1	68.0 b	37.6 c	14.7	62.4 b	39.8 b
	12月-15℃	8.0	55.9	28.3	13.6	68.2 b	36.9 c	14.5	63.7 b	40.0 b
有意性 ^t		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	*	**
チェリー デッシーノ	10℃一定	8.0	52.4	22.6	15.3	72.4 a	47.4 a	15.4 b	75.3 a	46.0 a
	2月-15℃	8.0	52.8	21.8	15.3	69.8 ab	41.0 ab	16.4 ab	67.7 b	38.4 b
	1月-15℃	8.0	52.8	21.2	15.7	69.3 ab	37.6 bc	16.8 a	66.4 b	40.1 b
	12月-15℃	8.0	52.6	20.9	15.0	67.9 b	36.9 c	15.9 ab	65.8 b	42.7 ab
有意性		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	*	**	*

^z 2月-15℃は2009年2月18日に、1月-15℃は2009年1月9日に、12月-15℃は2008年12月1日に夜温10℃から15℃に変更

^y 一次側枝3本の平均

^x 二次摘心側枝2本の平均

^w 収穫の早い二次側枝2本の平均

^v 一次側枝は第8節、二次摘心側枝と二次側枝は分枝位置から

^u 同一品種内においてTukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差がないことを示す

^t 分散分析により ** は1%, * は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なし

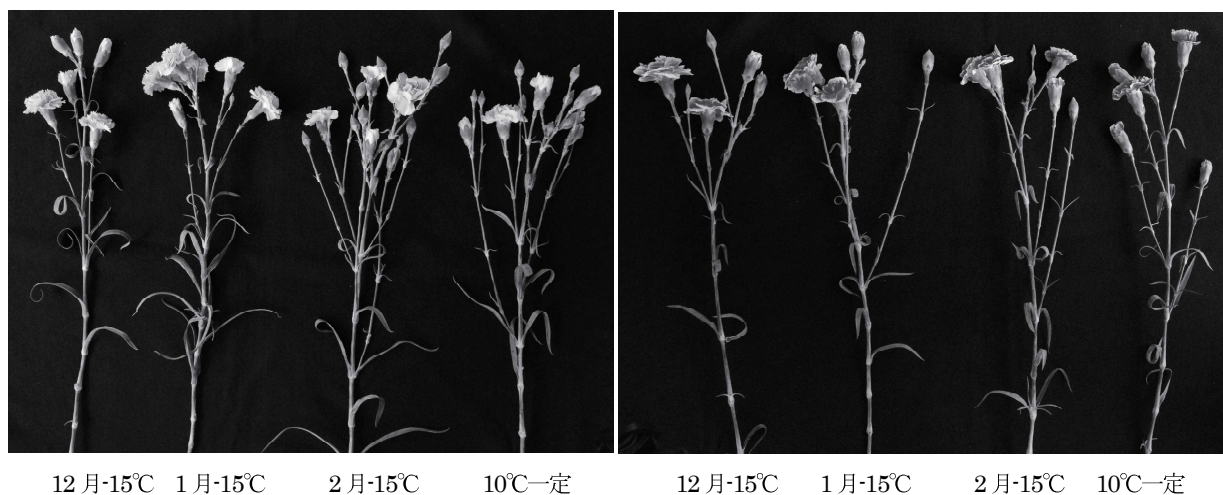


図3-3 冬季最低夜温設定変更の時期がスプレーカーネーションの草姿に及ぼす影響

※ 2009年2月14日撮影 左「ライトピンクバーバラ」、右「チェリーテッシノ」

表3-4 冬季最低夜温設定変更の時期がスプレーカーネーションの側枝別花らい数および花径に及ぼす影響

供試品種	処理区 ²	一次側枝 ^y			二次摘心側枝 ^x			二次側枝 ^w		
		一次花らい		全花らい 花径 ^t (cm)	一次花らい		全花らい 花径 ^t (cm)	一次花らい		全花らい 花径 ^t (cm)
		数 ^v (花)	数 ^u (花)		数(花)	数(花)		数(花)	数(花)	
ライトピンク バーバラ	10℃一定	5.3	6.2	5.0	6.4 a*	12.0 a	5.0	6.6 a	12.1 a	5.0
	2月-15℃	5.7	6.2	5.0	6.6 a	11.2 a	4.9	6.3 a	9.2 b	4.9
	1月-15℃	5.6	6.3	4.9	5.7 b	7.2 b	4.9	5.5 b	7.2 c	4.9
	12月-15℃	5.6	6.4	4.9	5.9 b	7.0 b	4.9	5.4 b	7.0 c	4.9
有意性 ^z		n.s.	n.s.	n.s.	*	**	n.s.	*	*	n.s.
チェリー テッシノ	10℃一定	4.9	5.0	4.7	5.7	6.5	5.2 a	6.2	6.8	5.1 a
	2月-15℃	4.6	4.7	4.7	5.8	6.2	4.9 b	6.0	6.3	4.7 b
	1月-15℃	4.8	4.9	4.7	5.9	6.1	4.8 b	5.8	6.1	4.9 b
	12月-15℃	4.7	4.8	4.6	5.7	5.9	4.8 b	5.7	6.0	4.9 b
有意性		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	*

² 2月-15℃は2009年2月18日に、1月-15℃は2009年1月9日に、12月-15℃は2008年12月1日に夜温10℃から15℃に変更

^y 一次側枝3本の平均

^x 二次摘心側枝2本の平均

^w 収穫の早い二次側枝2本の平均

^v 頂花を除いた側花の花らい数

^u 頂花を除いた一次花らい数と二次花らい数の合計

^t 調査時に開花している最大花径

^z 同一品種内においてTukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差がないことを示す

^r 分散分析により ** は1%, * は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし

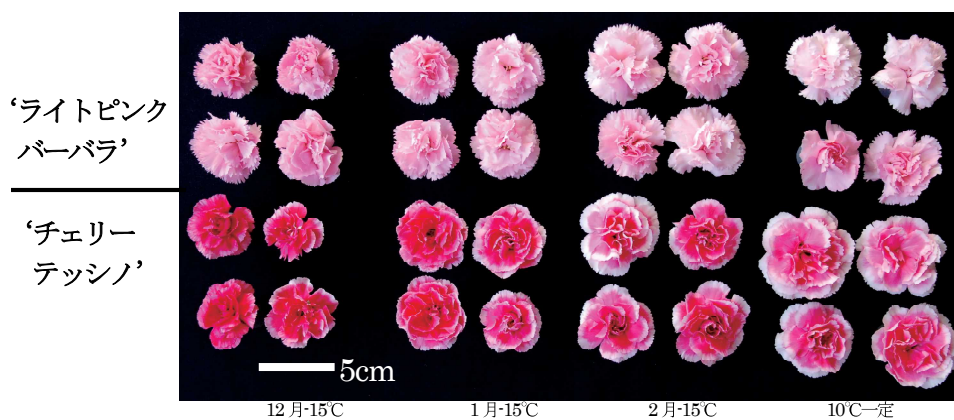


図3-4 冬季最低夜温設定変更の時期がスプレーカーネーションの花色に及ぼす影響

※ 2009年2月14日撮影 上段「ライトピンクバーバラ」、下段「チェリーテッシノ」

考 察

本実験では、11月下旬から夜温10℃で暖房を開始し、その後、静岡県における厳寒期である12～4月の4ヶ月間を3区分し、12月1日、1月9日および2月18日と40日ごとに夜温15℃設定に変更する区を設け、夜温10℃と比較した。その結果、夜温を上げることで‘LPB’では二次摘心側枝および二次側枝で、‘CT’では二次摘心側枝で到花日数が短縮することが認められた。

二次摘心側枝と二次側枝について同一の分枝位置で品種間を比較すると、‘LPB’が‘CT’より到花日数が短かった。両品種の早晚性はいずれも中生とされる⁵⁷⁾が、冬季期間を中心に開花時期に違いがあった。‘CT’は長日開花性を有する‘テッシノ’の枝変わり品種であることから²⁷⁾、温度条件だけでなく‘LPB’との冬季短日区における日長反応の違いも到花日数に影響しているものと考えられた。すなわち、外気温が高く日長の比較的長い時期に花芽分化する秋季の到花日数については品種間差が小さいものの、外気温が低下し、日長も短縮する冬季の到花日数については品種間差が出やすいものと考えられた。また、3月以降を中心に開花する二次側枝においては冬季期間の開花反応の違いが‘LPB’と‘CT’との到花日数の違いに現れ、‘CT’は短日区に花芽分化しにくいために温度の影響を到花日数の差として検出できなかった可能性がある。

カーネーション栽培における最大の需要期は母の日であり、産地ではこの時期に向けた出荷が収益性確保のために重要である。静岡県内の産地では年内の出荷量確保のために母の日で収穫を終了し、直ちに次作の定植準備を行っている⁴⁷⁾。このため、産地では母の日のみならず、冬季を含む栽培期間全体での収穫本数を増加させることが求められている。

本実験では、夜温15℃の効果は1～3月の収穫本数で認められ、‘LPB’では夜温15℃の期間が長いほど、‘CT’では12月～15℃区で収穫本数が増加した。これは、二次摘心側枝の大部分と二次側枝の一部が3月末までに開花したためである。しかし、4月以降、母の日までの収穫本数には処理間の差は見られなかった。すなわち、4月以降は夜温による到花日数の短縮効果が小さく、夜温設定に関わらず同時期に開花するために収穫本数に差が認められなくなるものと考えられた。このため、現地で行われている4月以降の加温温度の上昇は、生育促進および増収の効果が低いと考えられた。

総収穫本数は、夜温15℃での期間が長くなるほど増加し、‘LPB’では1.0～2.0本、‘CT’では0.6～1.5本増加した。本実験では10a当たり13,400株定植することになるため、15℃加温により、10a当たり‘LPB’では13,400～26,800本、‘CT’では8,040～20,100本の増収効果が期待される。本実験においては4月以降の収穫本数に処理間の差が認められな

かったことから、実際栽培においては、夜温15℃加温の終了時期についても検討する余地がある。従って、夜温15℃は10℃に比べ、1～3月に収穫される側枝の収穫本数を増加させる効果があり、この時期の収穫本数を増加させることが、母の日までの総収穫本数の増加につながるが見いだされた。

加温期間中の最低温度の上昇が二次摘心側枝の伸長に及ぼす影響については、‘LPB’における12月～15℃区の12月16日と1月3日の調査でのみ有意差が検出された。‘LPB’の12月～15℃区では、二次摘心側枝の到花日数が他の区よりも有意に短く、‘CT’よりその差が大きかったため、12月における側枝長の差が検出された可能性がある。

両品種における側枝別の切り花節数を見ると、二次摘心側枝および二次側枝において、‘LPB’が‘CT’より少なく、両品種の花芽分化時期が異なった可能性がある。このうち、‘CT’の二次側枝では本実験による有意差を検出した。これは、‘CT’二次側枝の花芽分化時期が短日区であるために切り花節数が増加したものと推察される。しかし、‘CT’の二次側枝では、到花日数についての処理間差は認められなかったことから、花芽分化以降の開花に至る時期の夜温や日長条件等の影響により、到花日数の違いを検出できなかった可能性もある。

切り花長と切り花重は処理開始時期による違いが品種間で見られたものの、夜温15℃に変更することで、二次摘心側枝および二次側枝が10℃一定区より減少する傾向が見られた。第II章で、夜温5、10および15℃では夜温が高いほど二次摘心側枝および二次側枝の切り花長および切り花重が減少することが明らかとなっており、本実験でも夜温の上昇により同様の影響が現れたと考えられる。12月～15℃区と1月～15℃区との間には、両品種とも全期間を通じて、切り花長と切り花重に統計的に有意な差はなかった。このことは、この両処理区間では夜温が切り花品質に及ぼす影響がほぼ同等であることを示していると考えられた。

花らい数については、品種間差が大きく、‘LPB’では二次摘心側枝および二次側枝で2月～15℃区と1月～15℃区の間には差が見られたが、‘CT’では処理区間で有意な差はなかった。供試した2品種間では‘LPB’が‘CT’より一次花らい数および全花らい数が多いために、夜温の影響が現れやすかったものと考えられた。

実際栽培においては、花らい数は荷造りなど、出荷調整の労力に影響する。スプレーカーネーションは一次花らい数が多い方が望ましいが²⁶⁾、二次花らいの多くは摘除対象となることから、少ない方が望ましい。従って、‘LPB’のように全花らい数が多い品種では、夜温を高く保つことで二次花らい数を減少させて、出荷調整の労力を軽減する効果が期待され

る。

夜温が側花の最大花径に及ぼす影響は、‘CT’でのみ見られた。これは、‘LPB’と‘CT’では開花する側花への影響が異なり、側枝に着生する花らい数が少ない‘CT’では、夜温の影響が直接的に花らいに現れた結果、夜温15℃で花径が減少するものと推察された。スタンダードカーネーションでは冬季夜温が低いと、生育が遅れる結果として花径が大きくなることが報告されている²⁰⁾。しかし、本実験では処理間における花径の違いは、最大でも0.4 cm程度である。一般に、カーネーションの出荷規格では花径は規定されていないこと、1花茎に5〜7花を着生させて出荷するスプレーカーネーションにおいては花径より花らい数の調整が重要であり、夜温10℃と15℃における花径の違いは、第II章と同様に実用上の問題にはならないと考えられた。

花色では12月-15℃区において‘CT’の覆輪発現が不鮮明になったが、これは第II章で見られたように高温による花色への影響が現れたためと考えられた。

以上の結果から、スプレーカーネーションにおいて、11月下旬に夜温10℃で加温を開始後、12月、1月および2月に夜温15℃に上昇させた場合、12月に15℃に上昇させた区で二次摘心側枝および二次側枝の到花日数が短縮し、1〜3月の収穫本数が増加した結果、母の日までの総収穫本数が増加することが明らかとなった。すなわち、本実験における温度域内であれば、切り花の品質を損なうことなく、冬季の生育速度を促進させることが可能であると考えられた。

第IV章 日没後または日の出前短時間昇温処理が生育に及ぼす影響

スプレーカーネーションの効率的な冬季夜温管理法の確立を目的に、夜間の短時間昇温処理を検討した。近年、マリーゴールド¹²⁾やキク^{11,30)}において日没後の短時間、栽培適温を超える温度に遭遇させる処理が、到花日数の短縮に有効であることが明らかにされている。そこで、スプレーカーネーションの冬季暖房コストを削減しながら生育速度を落とさない冬季夜温管理法を確立するために、昇温温度をスプレーカーネーションにおいて生産性や切り花品質の点から好適夜温の範囲とされる10～15℃⁴⁾を超える17℃に設定した。そのうえで、昇温時間帯を日没後または日の出前に設定した場合、日没後昇温後の夜温管理を5または10℃に設定した場合の生育速度や切り花品質について検討した。

材料および方法

最低夜温が現地で10℃を下回る2009年11月20日から全温室の暖房機を夜温10℃設定とした。昇温処理は2009年12月1日から2010年4月30日まで行った。夜温設定は17:00～8:00までの時間帯を、17:00～21:00、21:00～4:00および4:00～8:00に3区分して、道園ら¹¹⁾にならい4処理区を設定した。すなわち、17:00～21:00まで17℃に施設内温度を昇温後21:00～8:00まで5℃で管理する日没後昇温・低温区、17:00～21:00まで17℃に施設内温度を昇温後21:00～8:00まで10℃で管理する日没後昇温区、17:00～4:00まで10℃で管理し、4:00～8:00まで17℃に昇温する日の出前昇温区、17:00～8:00まで10℃一定で管理する対照区の4処理区とした。加温期間中は、処理時間以外の8:00～17:00にすべての処理区で暖房機を10℃設定で稼働させ、20℃で側窓を開放した。

2009年6月26日に定植し、白色反射マルチ(幅135cm, 厚さ0.02mm, 稲吉種苗)で被覆した。栽植密度は株間20cm×条間20cmで中2条抜き4株植えとした。

施設内に自記温度記録計(サーモレコーダーミニ RT-30S, エスベックミック)を設置し、加温期間中における定植地表面から1mの高さの気温を1時間ごとに測定した。

養水分管理は点滴チューブで行った。基肥を施用せず、大塚化学(現大塚アグリテクノ株式会社)の養液土耕1号(N:P:K=15:3.5:13.3)を7月5日～11月30日まで、養液土耕2号(N:P:K=14:3.5:20.8)を12月1日～4月30日まで施用し、5月1日から栽培終了までは水のみを給液した。給液濃度および給液量は第二章に順じた。

収穫位置は一次側枝では頂花から第8節、二次摘心側枝以

降は分枝位置からとし、一次側枝が開花する2009年10月から母の日直前の2010年5月7日までの収穫本数を調査した。切り花は、二次側枝2本目までの収穫時点における切り花節数、切り花長、切り花重、花らい数および最大花径を計測した。また、12月～5月まで、月ごとに側花最外花卉の中央部および外縁部の色差を、色彩色差計(CR-200, MINOLTA)で各10花計測した。

結 果

昇温期間中の2010年1月1日～2月28日の施設内最低気温、昇温による施設内気温が安定する日没後昇温区の時間帯18:00～21:00の平均気温および日の出前昇温区の時間帯5:00～8:00の平均気温の推移を図4-1に示した。施設内はほぼ設定温度に保たれていたが、外気温の最低が5℃を上回る日があった。

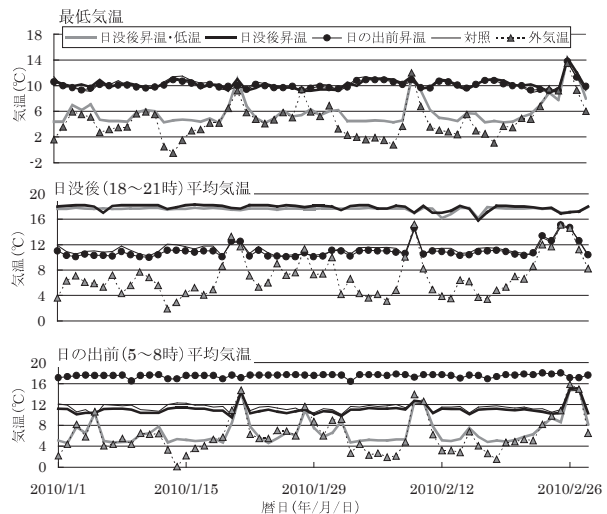


図4-1 日没後または日の出前短時間昇温処理が冬季の施設内気温推移に及ぼす影響(2010年1月1日～2月28日)

※ 凡例の日没後昇温・低温は17:00～21:00まで17℃で21:00～8:00まで5℃、日没後昇温は17:00～21:00まで17℃で21:00～8:00まで10℃、日の出前昇温は17:00～4:00まで10℃で4:00～8:00まで17℃、対照は10℃一定に設定

昇温による到花日数への影響は、‘LPB’では二次摘心側枝と二次側枝、‘CT’では二次摘心側枝で認められた(表4-1)。これらの側枝では、17℃の昇温により到花日数が短縮し、昇温時間帯以外の夜温設定を10℃に維持することで、より明確な短縮効果が認められた。この場合、日没後昇温区と日の出前昇温区とでは到花日数は同等であった。

昇温後の夜温設定が収穫本数に及ぼす影響は処理により異なり、総収穫本数は、両品種とも対照区と比較して日没後昇温・低温区は同等であったが、日没後昇温区および日の出前昇温区では1.5～1.7本増加した(表4-2)。

切り花節数は‘CT’の二次側枝で処理の影響が認められ、日の出前昇温区の切り花節数が日没後昇温・低温区より減少した(表4-3)。切り花長は、両品種とも二次摘心側枝および二次側枝で処理の影響が認められ、日の出前昇温区で対照区より短くなった。切り花重は‘LPB’の二次摘心側枝と二次側枝、‘CT’の二次摘心側枝で処理の影響が認められ、‘LPB’では日の出前昇温区で、‘CT’では日没後昇温区と日の出前昇温区で対照区より軽くなった。

処理期間中である2010年3月5日時点の、各処理区における切り花草姿を図4-2に示した。調査日には、‘LPB’の日没後昇温・低温区および対照区の全花らい数が、日没後昇温区および日の出前昇温区に比べ多くなった。

昇温が花らい数へ及ぼす影響は、二次摘心側枝および二次側枝で認められた(表4-4)。二次摘心側枝ではすべての処理で‘LPB’の全花らい数が対照区より減少し、二次側枝では日没後昇温区および日の出前昇温区の全花らい数が対照区より有意に減少した。‘CT’の二次摘心側枝および二次側枝では日の出前昇温区の一次花らい数が対照区より減少した。収穫時の最大花径は、‘LPB’の二次摘心側枝において日没後昇温・低温区、対照区、日没後昇温区、日の出前昇温区の順で段階的に減少し、‘CT’の二次摘心側枝においては日の出前昇温区で日没後昇温・低温区および対照区と有意な差が認められた。

各処理区における2010年3月5日撮影の花色を図4-3に示した。対照区で‘CT’における覆輪発現が不鮮明となった。

月別の花卉色差では、‘LPB’では1～3月に、‘CT’では1～4月に違いが認められた(表4-5)。「LPB」の花卉外縁部では1月および3月に日の出前昇温区のa*が対照区に比べ増加した。‘CT’の花卉中央部では、日の出前昇温区の1～4月、日没後昇温区の1月、2月および4月のa*が、対照区に比べ増加した。

表4-1 日没後または日の出前短時間昇温処理がスプレーカーネーションの側枝別到花日数に及ぼす影響

供試品種	処理区 ^z	到花日数				
		一次側枝 ^y		二次摘心側枝 ^x		二次側枝 ^w
		(日)	(月/日)	(日)	(月/日)	(日) (月/日)
ライトピンク バーバラ	日没後昇温・低温	120	(11/12)	192	(3/14) ab ^v	159 (4/20) ab
	日没後昇温	117	(11/10)	182	(3/4) b	157 (4/17) b
	日の出前昇温	118	(11/10)	182	(3/4) b	156 (4/9) b
	対照	119	(11/11)	207	(3/29) a	170 (4/25) a
有意性 ^u		n.s.		*		*
チェリー テッシノ	日没後昇温・低温	124	(11/16)	208	(3/30) b	173 (5/4)
	日没後昇温	125	(11/17)	192	(3/14) c	168 (4/28)
	日の出前昇温	120	(11/12)	191	(3/13) c	173 (4/28)
	対照	127	(11/19)	227	(4/18) a	178 (5/12)
有意性		n.s.		*		n.s.

^z 日没後昇温・低温は17:00～21:00まで17℃で21:00～8:00まで5℃、日没後昇温は17:00～21:00まで17℃で21:00～8:00まで10℃、日の出前昇温は17:00～4:00まで10℃で4:00～8:00まで17℃、対照は10℃一定に設定

^y 一次側枝3本の平均値

^x 二次摘心側枝2本の平均値、二次摘心(2009年9月5日)から収穫までの日数

^w 収穫の早い二次側枝2本の平均値、一次側枝の収穫から起算した日数

^v 同一品種内においてTukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差のないことを示す

^u 分散分析により*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なし

表4-2 日没後または日の出前短時間昇温処理がスプレーカーネーションの株当たり時期別収穫本数に及ぼす影響

供試品種	処理区 ^z	収穫本数			
		収穫開始～12月 (本/株)	1～3月 (本/株)	4～5月 ^y (本/株)	合計 (本/株)
ライトピンク バーバラ	日没後昇温・低温	2.9	1.8 ab ^x	2.9	7.6 ab
	日没後昇温	3.0	2.4 a	3.1	8.5 a
	日の出前昇温	2.9	2.5 a	2.9	8.3 a
	対照	2.9	1.5 b	2.4	6.8 b
有意性 ^w		n.s.	*	n.s.	*
チェリー デッシノ	日没後昇温・低温	2.9	1.2 ab	2.4	6.5 ab
	日没後昇温	2.8	1.6 a	2.8	7.2 a
	日の出前昇温	2.9	1.8 a	2.3	7.0 a
	対照	2.5	0.9 b	2.1	5.5 b
有意性		n.s.	*	n.s.	*

^z 日没後昇温・低温は17:00～21:00まで17℃で21:00～8:00まで5℃, 日没後昇温は17:00～21:00まで17℃で21:00～8:00まで10℃, 日の出前昇温は17:00～4:00まで10℃で4:00～8:00まで17℃, 対照は10℃一定に設定

^y 2010年5月7日まで収穫

^x 同一品種内においてTukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差のないことを示す

^w 分散分析により*は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし

表4-3 日没後または日の出前短時間昇温処理がスプレーカーネーションの側枝別切り花節数, 切り花長および切り花重に及ぼす影響

供試品種	処理区 ^z	一次側枝 ^y			二次摘心側枝 ^x			二次側枝 ^w		
		切り花 ^v 節数 (節)	切り花 長 (cm)	切り花 重 (g)	切り花 節数 (節)	切り花 長 (cm)	切り花 重 (g)	切り花 節数 (節)	切り花 長 (cm)	切り花 重 (g)
ライトピンク バーバラ	日没後昇温・低温	8.0	54.3	28.1	13.6	76.2 ab ^u	60.1 ab	14.4	81.6 a	68.8 a
	日没後昇温	8.0	55.4	30.3	13.7	76.0 ab	55.3 ab	14.4	78.5 a	58.5 ab
	日の出前昇温	8.0	54.9	28.1	13.7	73.0 b	45.5 b	14.3	71.8 b	51.5 b
	対照	8.0	53.0	30.5	13.3	77.8 a	68.3 a	14.2	81.2 a	71.7 a
有意性 ^t		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	*	*
チェリー デッシノ	日没後昇温・低温	8.0	57.5	25.4	14.8	80.6 ab	51.7 ab	15.6 a	83.2 ab	50.9
	日没後昇温	8.0	56.6	25.0	15.0	79.8 ab	48.5 b	15.0 ab	82.7 ab	48.7
	日の出前昇温	8.0	58.6	26.1	14.8	76.9 b	47.0 b	14.3 b	79.9 b	47.2
	対照	8.0	59.3	27.5	15.2	85.8 a	59.0 a	14.7 ab	87.2 a	50.4
有意性		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	**	*	n.s.

^z 日没後昇温・低温は17:00～21:00まで17℃で21:00～8:00まで5℃, 日没後昇温は17:00～21:00まで17℃で21:00～8:00まで10℃, 日の出前昇温は17:00～4:00まで10℃で4:00～8:00まで17℃, 対照は10℃一定に設定

^y 一次側枝3本の平均値

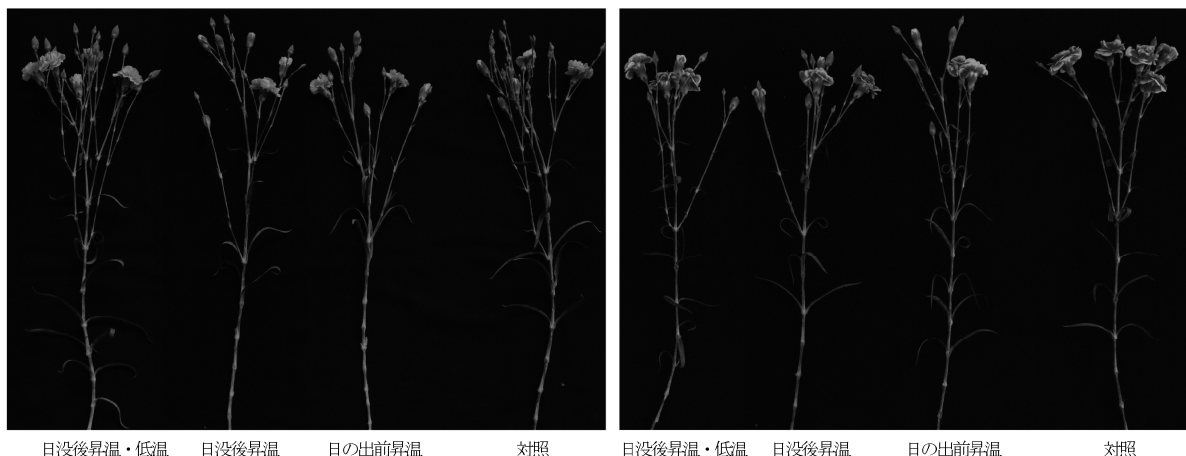
^x 二次摘心側枝2本の平均値

^w 収穫の早い二次側枝2本の平均値

^v 一次側枝は第8節で, 二次摘心側枝と二次側枝は分枝位置から収穫

^u 同一品種内においてTukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差のないことを示す

^t 分散分析により**は1%, *は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし

図4-2 日没後または日の出前短時間昇温処理がスプレーカーネーションの草姿^zに及ぼす影響

^z 2010年3月5日撮影, 左 'ライトピンクバーバラ', 右 'チェリーデッシノ'

表4-4 日没後または日の出前短時間昇温処理がスプレーカーネーションの側枝別花らい数および花径に及ぼす影響

供試品種	処理区 ^z	一次側枝 ^y			二次摘心側枝 ^x			二次側枝 ^w		
		一次花らい 数 ^v (花)	全花らい 数 ^u (花)	花径 ^t (cm)	一次花らい 数 (花)	全花らい 数 (花)	花径 (cm)	一次花らい 数 (花)	全花らい 数 (花)	花径 (cm)
ライトピンク バーバラ	日没後昇温・低温	5.4	5.4	4.8	6.3	15.1 b*	5.1 a	7.0	14.2 ab	5.0
	日没後昇温	4.8	4.9	4.8	6.5	14.9 bc	4.9 bc	6.7	12.6 bc	5.0
	日の出前昇温	4.7	4.8	4.8	6.5	12.2 c	4.8 c	6.5	10.2 c	4.9
	対照	4.7	5.3	4.7	7.2	19.0 a	5.0 ab	7.2	16.4 a	5.0
有意性 ^r		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	n.s.	*	n.s.
チェリー テッシノ	日没後昇温・低温	5.2	6.2	4.9	6.2 ab	9.5	5.2 a	6.8 a	7.8	5.0
	日没後昇温	5.9	6.6	4.7	6.4 ab	8.9	5.1 ab	6.6 ab	7.4	4.9
	日の出前昇温	5.7	6.1	4.7	6.1 b	8.9	5.0 b	6.2 b	6.9	4.9
	対照	5.0	5.5	4.7	6.7 a	9.3	5.2 a	6.8 a	7.9	5.0
有意性		n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	*	n.s.	n.s.

^z 日没後昇温・低温は17:00～21:00まで17℃で21:00～8:00まで5℃, 日没後昇温は17:00～21:00まで17℃で21:00～8:00まで10℃, 日の出前昇温は17:00～4:00まで10℃で4:00～8:00まで17℃, 対照は10℃一定に設定

^y 一次側枝3本の平均値

^x 二次摘心側枝2本の平均値

^w 収穫の早い二次側枝2本の平均値

^v 頂花を除いた側花の花らい数

^u 頂花を除いた一次花らい数と二次花らい数の合計

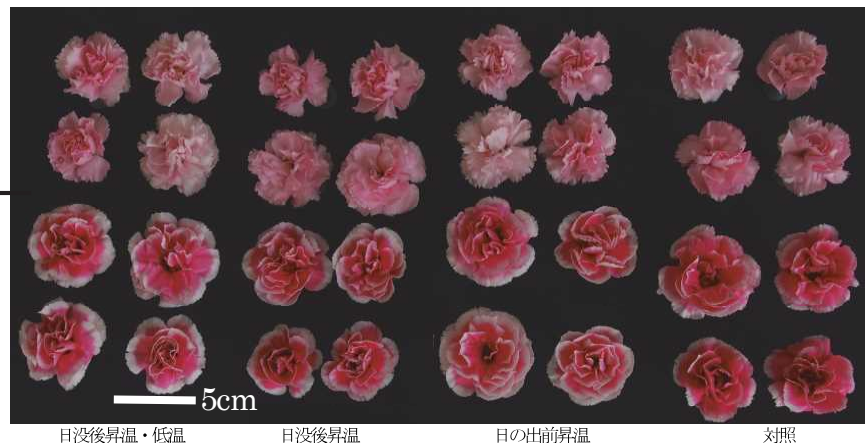
^t 収穫時に開花している最大花径

^s Tukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差のないことを示す

^r 分散分析により**は1%, *は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし

‘ライトピンク
バーバラ’

‘チェリー
テッシノ’

図4-3 日没後または日の出前短時間昇温処理がスプレーカーネーションの花色^zに及ぼす影響

^z 2010年3月5日撮影, 上段‘ライトピンクバーバラ’, 下段‘チェリーテッシノ’

表4-5 日没後または日の出前短時間昇温処理がスプレーカーネーションの時期別花弁色差に及ぼす影響

供試品種	測定 花卉 部位	処理区 ^a	調査 花数 (花)	2009年12月			2010年1月			2010年2月			2010年3月			2010年4月			2010年5月		
				L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
中央部 ^y	日没後昇温・低温	10	82.9	17.7	2.1	79.7 ^b	24.6 ^{ab}	1.9 ^a	81.5	21.4	2.0 ^{ab}	81.3	21.7	2.2 ^a	80.9	22.6	1.7	85.7	13.6	2.8	
			80.3	20.1	2.8	80.0 ^b	25.4 ^a	1.6 ^a	82.3	20.7	1.4 ^b	80.1	23.6	2.0 ^{ab}	82.0	19.6	1.3	85.4	13.4	2.3	
			81.9	19.4	1.6	78.7 ^b	26.7 ^a	0.6 ^b	83.4	18.3	1.5 ^b	79.8	24.4	1.1 ^b	81.1	21.8	0.7	84.5	16.0	2.1	
			82.3	18.2	1.7	82.8 ^a	20.2 ^b	2.5 ^a	81.1	22.5	2.4 ^a	82.8	18.4	2.3 ^a	82.8	17.8	1.6	84.4	16.6	2.5	
			n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
外縁部 ^y	日没後昇温・低温	10	83.3	16.1	0.8	80.7 ^{ab}	22.0 ^{ab}	1.6 ^a	82.9	17.6	1.9 ^{ab}	81.2 ^{ab}	20.9 ^{ab}	1.8 ^{ab}	81.7	20.1	1.8	86.2	11.0	2.9	
			80.5	21.5	0.4	80.4 ^b	24.2 ^{ab}	1.6 ^a	82.4	19.8	1.3 ^b	80.5 ^b	21.9 ^{ab}	1.3 ^{ab}	82.7	17.4	1.6	85.7	11.6	2.2	
			82.3	17.6	0.3	79.2 ^b	24.4 ^a	0.1 ^b	82.9	18.2	1.3 ^b	80.5 ^b	22.4 ^a	1.0 ^b	81.8	19.9	0.7	85.8	11.4	2.3	
			81.8	18.1	-0.2	83.1 ^a	18.7 ^b	2.3 ^a	80.5	20.4	2.2 ^a	84.4 ^a	14.9 ^b	2.4 ^a	82.8	17.3	1.5	85.8	12.5	2.6	
			n.s.	n.s.	n.s.	*	*	**	n.s.	n.s.	*	*	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
中央部 ^y	日没後昇温・低温	10	59.1	53.8	-2.5	63.4	50.8 ^{ab}	2.0 ^{ab}	65.9 ^{ab}	48.1 ^{ab}	1.0 ^b	65.0 ^a	48.1 ^b	1.4 ^b	59.9 ^{ab}	53.4 ^{ab}	1.9 ^b	61.2	54.0	5.9	
			58.2	54.6	1.4	60.2	56.9 ^a	5.4 ^a	63.5 ^{ab}	53.0 ^a	6.2 ^a	61.5 ^{ab}	53.3 ^{ab}	6.3 ^{ab}	59.0 ^b	57.3 ^a	7.2 ^a	62.9	50.6	4.8	
			58.5	52.5	-2.9	64.0	52.8 ^a	4.4 ^a	62.8 ^b	53.0 ^a	5.2 ^a	59.8 ^b	54.9 ^a	7.0 ^a	57.5 ^b	56.8 ^a	4.1 ^{ab}	60.3	54.7	7.2	
			60.7	51.2	-1.6	66.5	45.3 ^b	-2.2 ^b	66.2 ^a	46.3 ^b	0.2 ^b	64.2 ^a	49.0 ^b	2.6 ^b	62.1 ^a	51.3 ^b	0.8 ^b	62.7	51.4	4.1	
			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
チェリー テッシノ	日没後昇温・低温	10	73.7	30.3	-3.8	67.4 ^b	43.5 ^a	0.9 ^{ab}	71.0 ^b	37.5 ^a	-0.6	68.8 ^{ab}	39.5 ^{ab}	5.0 ^a	76.8 ^a	24.7 ^b	0.1 ^{ab}	77.3	25.5	1.7	
			73.3	30.1	-1.8	75.4 ^a	29.9 ^b	2.2 ^a	79.8 ^a	22.6 ^b	2.4	69.5 ^{ab}	36.6 ^{ab}	4.6 ^{ab}	73.2 ^{ab}	31.4 ^{ab}	1.4 ^a	69.8	38.1	1.8	
			72.1	30.7	-4.2	76.2 ^a	29.2 ^b	2.0 ^a	78.8 ^a	24.9 ^b	2.0	65.3 ^b	43.3 ^a	4.5 ^{ab}	67.2 ^b	39.6 ^a	-0.2 ^{ab}	73.2	32.4	2.4	
			73.3	28.3	-1.2	76.2 ^a	27.8 ^b	-2.0 ^b	70.2 ^b	38.1 ^a	-1.1	72.8 ^a	32.5 ^b	2.5 ^b	72.1 ^{ab}	33.2 ^{ab}	-0.7 ^b	72.3	34.3	1.2	
			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

^y 日没後昇温・低温は17:00～21:00まで17℃で21:00～8:00まで5℃, 日没後昇温は17:00～21:00まで17℃で21:00～8:00まで10℃, 日の出前昇温は17:00～4:00まで10℃で4:00～8:00まで17℃, 対照は10℃一定に設定

^z 花卉中央部の色差, 側花の外縁部花弁を調査

^z 花卉外縁部の色差, 側花の外縁部花弁を調査

^r Tukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差のないことを示す

^r 分散分析により**は1%, *は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし

考 察

最初に、昇温処理の時間帯の影響について考察する。本実験では、日没後昇温区と日の出前昇温区ともに、対照区よりも有意に到花日数が短縮し、収穫本数が増加したが、昇温時間帯の違いによる差は見られなかった。このことから、スプレーカーネーションにおいては昇温時間が同じであれば、日没後昇温と日の出前昇温のいずれにおいても同等の生育促進効果があると考えられた。開花が3月以降となる二次側枝においても、切り花節数に影響が見られなかったことから、同一品種内において、本実験の処理は花芽分化後の側枝の生育速度に影響を及ぼすと考えられた。

両品種とも日の出前昇温区において、切り花長および切り花重が対照区と比べ有意に減少することが明らかとなった。さらに‘CT’の二次摘心側枝および二次側枝における日の出前昇温区では、対照区より一次花らい数が少なくなった。第II章におけるスプレーカーネーションの冬季夜温管理では、夜温が高いほど二次摘心側枝の全花らい数が減少することが明らかとなっており、同じ温度でも日の出前昇温区では夜間の呼吸による消耗などで、切り花品質への高温による影響が現れやすいと考えられた。また、日の出前昇温区では対照区よりも最大花径が小さくなった。収穫時の最大花径について、スタンダードカーネーションでは冬季夜温が低いと、生育が遅れた結果として花径が大きくなることが報告されている²⁰⁾。日の出前昇温では、日没後昇温と生育促進効果は同等でも、花らい数の減少と同じ理由により、花径が小さくなる傾向が現れやすいと考えられた。

花卉色差について、淡桃色の単色花卉である‘LPB’では日の出前昇温区において冬季に花卉外縁部の赤色度を示す a^* が増加した。中央部が桃色で花卉外縁部が白色覆輪となる‘CT’でも、3月における花卉外縁部の a^* が日の出前昇温区において増加し、可視的な違いも見られた。このことは高温により花卉の赤色度が増加し、覆輪発現が不鮮明になる傾向が現れたと考えられ⁴⁾、このことも、花らい数および花径と同様、日の出前昇温では高温による消耗が発色に影響したと考えられた。しかし、昇温による花卉色差への影響は、調査時期によっては処理の差が見られない場合があったため、他の品質ほど顕著に現れにくいと推察された。

次に日没後昇温処理終了後の夜温の影響について考察する。日没後昇温終了後の夜温 5°C と 10°C の影響について比較すると、‘CT’の二次摘心側枝では、対照区、日没後昇温・低温区、日没後昇温区と段階的に到花日数が短縮した。収穫本数では日没後昇温・低温区は日没後昇温区および対照区と同等であった。このことから、日没後昇温・低温区の処理は日没後昇温区より到花日数の短縮効果は劣るものの、日没後昇温区と同等の増収効果があると考えられた。

切り花節数、切り花長および切り花重については、日没後昇温・低温区では日没後昇温区および対照区との差は見られなかった。一方、全花らい数は‘LPB’で日没後昇温・低温区が日没後昇温区と対照区の間値的な値を示し、花径では日没後昇温・低温区が日没後昇温区より大きくなったことから、昇温処理後の低温管理は、花らい数および花径の減少を抑制すると考えられた。スプレーカーネーションでは一次花らい数の減少は切り花品質に影響するが、二次花らい数の減少は切り花草姿を整える上で望ましい。温度調節により一次花らい数を確保しつつ、二次花らい数を抑制することができれば、栽培管理上有利である。その意味からも、短時間昇温処理による二次花らい数の抑制は今後検証していく必要があると考えられた。

花卉色差では、日没後昇温・低温区において‘CT’花卉外縁部の a^* が増加し、覆輪が不鮮明になる傾向が見られた。これは、昇温処理後の低温が花色の発現に影響したためと考えられるが、2月以降には処理の差がなくなったことから、これらの影響は一時的であると考えられた。

以上から、夜間加温期間中の昇温処理は生育促進に有効であり、その時間帯は日の出前よりも日没後が切り花品質の面からみて適当と考えられた。日没後昇温処理後の温度を 5°C で管理しても、夜温 10°C 一定の管理と同等の生育で、暖房コストが削減できる夜温管理法として有効と考えられた。

第V章 日没後昇温処理時間が生育に及ぼす影響

スプレーカーネーションにおいて、第IV章から切り花品質に悪影響を及ぼすことなく生育を促進させる夜温管理法として有効と判断された日没後昇温処理法の確立を目的に実験を行った。道園ら¹²⁾は、マリーゴールドにおいて30分程度の日没後昇温でも生育促進効果があることを報告している。そこで、暖房コストへの影響が大きいと考えられ、昇温処理¹²⁾として効果がある栽培適温より高い温度帯の遭遇時間が、生育および切り花品質に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

現地での最低夜温が10℃を下回る2010年11月20日から全温室の暖房機を10℃に設定した。昇温処理は2010年12月1日～2011年3月31日まで行った。4月以降はすべての処理区を夜温10℃で管理した。処理区は、昇温処理を行わない10℃一定を昇温時間0時間の対照とし、18:00～19:00まで17℃に施設内温度を昇温した1時間区、18:00～21:00まで17℃に昇温した3時間区、18:00～23:00まで17℃に昇温した5時間区の4処理区を設定した。処理時間以外は日中も含めすべての処理区において10℃設定で暖房機を稼働させ、20℃で側窓を開放した。

苗は2010年6月25日に定植した。栽植密度、マルチ被覆、点滴チューブ、液肥施用などの栽培管理および温度記録、収穫方法、調査方法は第IV章と同様とした。

結 果

昇温処理期間である2011年1月1～10日における1時間ごとの気温推移を図5-1に示した。暖房機は設定温度で稼働し、昇温処理はほぼ設定通り実施された。

一次側枝の開花日は‘LPB’で11月15～29日、‘CT’で11月24日～12月7日で、到花日数の処理による差は見られなかった(表5-1)。¹⁾ ‘LPB’の二次摘心側枝では昇温時間が長いほど、二次側枝では5時間の昇温で到花日数が短縮した。

‘CT’では二次摘心側枝の3または5時間の昇温で到花日数が短縮したが、二次側枝では処理による差は見られなかった。

収穫本数は、両品種とも3または5時間の昇温で、1～3月および総収穫本数が有意に増加した(表5-2)。

昇温時間の違いは側枝別の切り花節数には影響しなかった(表5-3)。切り花長、切り花重に及ぼす影響は‘LPB’の二次摘心側枝および二次側枝、‘CT’の二次摘心側枝で見られた。‘LPB’は切り花長、切り花重ともに5時間区で他の処

理区より有意に減少した。‘CT’では、5時間区の切り花長が他の処理区より減少し、切り花重は5時間区で10℃一定区と1時間区よりも減少した。

加温期間中である2011年3月24日の各処理区における切り花草姿を図5-2に示した。5時間区では全花らい数が減少した。

側枝別の花らい数を見ると、‘LPB’の二次摘心側枝では、昇温時間が長いほど全花らい数が減少し(表5-4)、二次側枝では5時間区で一次花らい数、全花らい数とも有意に減少した。‘CT’では二次摘心側枝および二次側枝で、一次花らい数、全花らい数とも5時間区が10℃一定区より有意に減少した。しかし、最大花径は両品種とも処理による差は見られなかった。

2011年1月28日撮影の花色を図5-3に示した。‘LPB’の5時間区で花色が濃くなった。

花卉色差では、‘LPB’では1月における中央部および外縁部の5時間区でL*が減少し、a*が増加した(表5-5)。3月には花卉中央部で5時間区のL*が1時間区より減少し、a*が増加した。‘CT’では、1月の花卉外縁部で5時間区のL*が増加し、a*が減少した。

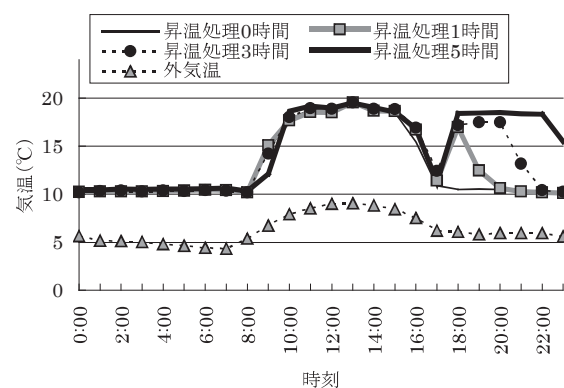


図5-1 日没後昇温処理時間が昇温処理期間の施設内気温推移に及ぼす影響
(2011年1月1～10日の平均)

表5-1 日没後昇温処理時間がスプレーカーネーションの側枝別開花日数に及ぼす影響

供試品種	昇温処理時間 (h)	開花日数					
		一次側枝 ^z		二次摘心側枝 ^y		二次側枝 ^x	
		(日)	(月/日)	(日)	(月/日)	(日)	(月/日)
ライトピンク バーバラ	0	136	(11/ 29)	188	(3/ 13) a ^w	146	(4/ 17) a
	1	131	(11/ 24)	179	(3/ 4) ab	145	(4/ 15) a
	3	122	(11/ 15)	173	(2/ 27) bc	142	(4/ 1) ab
	5	128	(11/ 21)	159	(2/ 13) c	131	(3/ 27) b
有意性 ^v		n.s.		*		*	
チェリー デッシン	0	144	(12/ 7)	209	(4/ 3) a	139	(4/ 24)
	1	141	(12/ 4)	202	(3/ 27) ab	153	(5/ 4)
	3	134	(11/ 27)	191	(3/ 16) b	150	(4/ 21)
	5	131	(11/ 24)	189	(3/ 14) b	142	(4/ 14)
有意性		n.s.		**		n.s.	

^z 一次側枝3本の平均値^y 二次摘心側枝2本の平均値, 二次摘心(2009年9月5日)から収穫までの日数^x 収穫の早い二次側枝2本の平均値, 一次側枝の収穫から起算した日数^w 同一品種内においてTukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差のないことを示す^v 分散分析により**は1%, *は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし表5-2 日没後昇温処理時間がスプレーカーネーションの株当たり
時期別収穫本数に及ぼす影響

供試品種	昇温処理時間 (h)	収穫本数			
		収穫開始～12月 (本/株)	1～3月 (本/株)	4～5月 (本/株)	合計 (本/株)
ライトピンク バーバラ	0	2.6	2.3 b ^z	2.2	7.1 c
	1	2.8	2.7 b	2.2	7.7 bc
	3	2.8	3.2 ab	2.5	8.5 b
	5	2.7	4.4 a	2.7	9.8 a
有意性 ^y		n.s.	**	n.s.	*
チェリー デッシン	0	2.6	1.1 b	1.7	5.4 c
	1	2.8	1.3 b	1.9	6.0 bc
	3	2.9	1.9 ab	2.0	6.8 ab
	5	2.6	2.8 a	2.1	7.5 a
有意性		n.s.	**	n.s.	*

^z 同一品種内においてTukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差のないことを示す^y 分散分析により**は1%, *は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし

表5-3 日没後昇温処理時間がスプレーカーネーションの側枝別切り花節数, 切り花長および切り花重に及ぼす影響

供試品種	昇温 処理 時間 (h)	一次側枝 ^z			二次摘心側枝 ^y			二次側枝 ^x		
		切り花 ^w 節数 (節)	切り花 長 (cm)	切り花 重 (g)	切り花 節数 (節)	切り花 長 (cm)	切り花 重 (g)	切り花 節数 (節)	切り花 長 (cm)	切り花 重 (g)
ライトピンク バーバラ	0	8.0	54.5	33.4	12.8	75.0 a ^v	61.9 a	13.9	79.0 a	67.8 a
	1	8.0	54.7	29.3	13.1	72.6 a	62.0 a	14.4	77.1 a	69.3 a
	3	8.0	52.3	31.3	13.0	75.9 a	55.3 a	13.4	76.6 a	61.4 a
	5	8.0	52.5	33.9	12.6	68.3 b	44.3 b	13.6	72.4 b	48.1 b
有意性 ^u		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	*	*
チェリー デッシン	0	8.0	56.2	23.5	13.9	79.5 a	45.2 a	14.5	80.1	47.3
	1	8.0	55.0	21.9	14.0	79.0 a	45.6 a	13.9	80.0	45.9
	3	8.0	57.7	21.0	13.8	78.0 a	40.7 ab	13.9	79.6	42.4
	5	8.0	57.9	22.8	14.6	74.6 b	38.9 b	13.6	76.4	41.3
有意性		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	n.s.	n.s.	n.s.

^z 一次側枝3本の平均値^y 二次摘心側枝2本の平均値^x 収穫の早い二次側枝2本の平均値^w 一次側枝は第8節で, 二次摘心側枝と二次側枝は分枝位置から収穫^v 同一品種内においてTukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差のないことを示す^u 分散分析により**は1%, *は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし



図5-2 日没後昇温処理時間がスプレーカーネーションの草姿^zに及ぼす影響
^z 2011年3月24日撮影、左‘ライトピンクバーバラ’、右‘チェリーテッシノ’

表5-4 日没後昇温処理時間がスプレーカーネーションの側枝別切り花節数、切り花長および切り花重に及ぼす影響

供試品種	昇温 処理 時間 (h)	一次側枝 ^z			二次摘心側枝 ^y			二次側枝 ^x		
		一次花らい	全花らい	花径 ^u	一次花らい	全花らい	花径	一次花らい	全花らい	花径
		数 ^w (花)	数 ^v (花)	(cm)	数 (花)	数 (花)	(cm)	数 (花)	数 (花)	(cm)
ライトピンク バーバラ	0	5.8	6.8	5.0	6.2	15.1 a ^t	4.9	7.2 a	16.6 a	4.9
	1	5.6	6.8	4.9	6.2	13.8 ab	4.9	6.9 a	15.1 a	5.0
	3	5.8	6.9	4.9	5.9	12.7 b	4.9	6.8 a	14.3 a	4.9
	5	5.8	7.6	5.0	5.7	9.5 c	4.8	5.9 b	10.7 b	4.8
有意性 ^s		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	**	**	n.s.
チェリー テッシノ	0	4.9	4.9	4.9	6.2 a	7.9 a	5.0	6.5 a	8.3 a	4.9
	1	4.8	4.9	5.0	5.8 ab	7.3 ab	5.0	6.4 ab	7.7 ab	4.8
	3	5.1	5.2	5.1	5.8 ab	7.1 ab	4.9	6.3 ab	8.1 ab	4.9
	5	5.2	5.3	4.9	5.4 b	6.5 b	4.9	5.8 b	6.5 b	4.8
有意性		n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	*	n.s.	n.s.

^z 一次側枝3本の平均値
^y 二次摘心側枝2本の平均値
^x 収穫の早い二次側枝2本の平均値
^w 頂花を除いた側花の花らい数
^v 頂花を除いた一次花らい数と二次花らい数の合計
^u 収穫時に開花している最大花径
^t Tukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差のないことを示す
^s 分散分析により**は1%, *は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし



図5-3 日没後昇温処理時間がスプレーカーネーションの花色^zに及ぼす影響
^z 2011年1月28日撮影、上段‘ライトピンクバーバラ’、下段‘チェリーテッシノ’

表 5-5 日没後昇温処理時間がスプレーカーネーションの時期別花卉色差に及ぼす影響

供試品種	測定 花卉 部位	昇温処理 時間 (h)	n	2010年12月			2011年1月			2011年2月			2011年3月			2011年4月			2011年5月		
				L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
ライト ピンク バーバ	中央部 ²	0	10	82.1	18.9	0.4	80.3 a [*]	18.3 b	0.0	84.3	14.6	2.6 a	79.8 ab	24.1 ab	0.7 b	82.4	18.8	0.8	84.4	16.2	2.1
		1	10	80.5	21.2	0.0	82.0 a	19.7 b	0.8	81.8	19.4	1.1 b	83.8 a	16.5 b	1.9 a	83.6	16.8	0.9	84.3	16.8	2.1
		3	10	81.3	19.2	-0.4	80.5 a	23.2 b	0.5	83.2	20.1	1.2 b	80.2 ab	21.7 ab	0.1 b	83.7	17.1	0.7	84.7	15.4	2.1
		5	10	79.7	22.6	-0.7	76.5 b	31.6 a	1.0	83.5	19.6	1.2 b	77.2 b	26.6 a	0.1 b	84.7	15.2	1.7	83.5	16.8	2.4
		有意性 ³		n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	外縁部 ²	0	10	82.7	16.7	0.5	81.9 a	18.2 b	0.6	84.2	13.5	2.4 a	81.5	20.1	0.8 ab	84.1	14.1	0.6	85.4	14.1	2.0
		1	10	81.0	19.2	0.5	81.5 a	19.4 b	0.4	82.1	18.6	0.9 b	84.0	14.2	1.7 a	85.7	12.5	1.3	85.7	12.7	1.9
		3	10	81.9	17.9	-0.5	81.0 a	21.5 b	0.6	83.5	18.3	1.9 b	81.1	18.7	0.1 b	86.1	11.9	0.8	86.6	9.8	2.2
		5	10	80.9	19.9	-0.9	77.1 b	28.9 a	0.0	83.2	19.3	1.1 b	80.3	22.2	0.1 b	84.6	12.9	1.0	84.0	15.4	2.0
		有意性 ³		n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
チェリー アップ	中央部	0	10	62.0	47.5	-7.3	60.3	54.0	8.9	59.5	58.1	8.6	60.1	56.0	7.1 b	59.5	55.0	1.8 a	61.9	55.2	9.5
		1	10	68.9	45.3	-8.1	59.3	56.7	8.5	60.5	56.6	7.2	58.7	57.5	10.0 a	64.7	52.1	-0.7 ab	61.2	55.1	9.3
		3	10	61.1	48.2	-9.1	61.3	54.4	7.3	57.9	59.4	8.9	60.3	53.7	8.8 ab	63.6	48.9	-1.8 ab	57.6	55.8	9.9
		5	10	64.2	55.8	-8.0	58.6	58.6	10.3	60.0	58.2	8.7	59.8	56.9	10.2 a	60.6	52.3	-3.8 b	62.0	51.7	7.9
		有意性 ³		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
	外縁部	0	10	76.6	23.8	-2.9	65.9 b	45.8 b	4.2	75.0	32.9	1.5	77.6	25.1	2.0	79.8	21.5	-1.0	81.4	18.5	2.2
		1	10	70.7	32.9	-5.9	65.5 b	43.4 b	3.2	76.0	28.3	2.0	78.0	24.7	1.5	79.7	24.0	-0.4	80.0	20.8	2.1
		3	10	75.1	25.6	-4.8	63.9 b	45.7 b	4.6	72.6	35.3	1.8	79.1	21.4	1.9	72.6	25.4	-2.6	77.9	21.8	1.8
		5	10	73.9	26.0	-4.6	72.3 a	34.5 a	2.7	75.2	31.5	1.7	77.3	25.6	2.2	83.3	13.5	-0.6	84.0	13.8	1.3
		有意性 ³		n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

* 花卉中央部の色差、側花の外縁部花卉を調査

* 花卉外縁部の色差、側花の外縁部花卉を調査

* Tukeyの多重検定により同符号間には5%水準で有意差のないことを示す

* 分散分析により**は1%、*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なし

考 察

本実験では、3 または 5 時間の昇温により到花日数の短縮効果が認められ、1～3 月の収穫本数と合計収穫本数に影響が見られた。昇温により生育が促進された結果、到花日数と収穫本数に差が現れたと考えられるが、生育を促進させるためには、3 時間以上の昇温が必要と考えられた。4 月以降に収穫される側枝の到花日数には夜温設定の影響が現れにくいことから、静岡県など日本の暖地作型におけるスプレーカーネーションの冬季昇温処理期間は、12 月から 3 月までの 4 ヶ月間とすることが生育への影響や暖房コスト面から効果的であると考えられた。

両品種とも切り花節数には処理による差が見られなかったことから、日没後の昇温処理は花芽分化に影響せず、分化後の側枝の生育に影響を及ぼすと考えられた。二次摘心側枝において‘LPB’が‘CT’より到花日数が短い傾向が見られたことは、両品種の日長反応が異なることも影響したと考えられた。‘LPB’と‘CT’はいずれも中生品種であるが⁵⁷⁾、‘CT’は長日性を有すると推察され²⁷⁾、この違いが二次摘心側枝における到花日数および切り花節数に反映されたと考えられた。

切り花長、切り花重および側枝の花らい数が 5 時間区で減少したことから、生育促進効果が高い 5 時間の昇温では、冬季の低温により大きくなる花径²⁰⁾には影響しないものの、高温による切花品質への影響⁴⁾が現れると考えられた。

一方、淡桃色の単色花卉である‘LPB’と、中央部が桃色で外縁部が白色の覆輪である‘CT’ともに 5 時間区で 1 月の a* に違いが見られた。このことは 5 時間区では桃色および白色覆輪の発現が鮮明になることを示している。スタンダードカーネーションでは、夜温が高いと花色が濃く、低いと薄くなる²⁴⁾とともに、生育期間の長い 12～1 月に花卉のアントシアニン含量が増加するとの報告がある³⁷⁾。スプレーカーネーションはスタンダードカーネーションより到花日数が長く、

本実験においても、1 月に花卉のアントシアニン含量が増加した状態で、高温による花色への影響が現れたが、その影響は一時的と考えられた。

以上から、スプレーカーネーションにおいて、17℃の日没後昇温処理は 3 時間以上で生育促進効果が現れ、5 時間では、切り花品質に悪影響を与えると考えられた。

第Ⅵ章 総合考察

本研究は静岡県における主要な切り花品目のスプレーカーネーションについて、冬季の暖房コストを削減しながら生育速度を維持する効率的な夜温管理法の確立を目的として、静岡県農林技術研究所伊豆農業研究センター施設内で、冬春切り1年作型の2007年定植から2010年定植の4作に渡り実施したものである。スプレーカーネーションの最低夜温の違い、冬季加温期間中の10℃から15℃への最低温度の変更、短時間昇温処理について調査し、スプレーカーネーションの栽培法および生育に即した夜温管理法について検討した。

以下に、本研究により得られた結果から、冬季の効率的な夜温管理法について考察した。

第Ⅱ章では、夜温の上昇により到花日数が減少し、収穫本数が増加するなどの効果が認められた。この一方で夜温20℃では軟弱花が発生するとともに、一次花らい数の減少や、花色発現への悪影響も見られた。これに対し、夜温5℃では二次花らい数の増加や花色の発現不良などの切り花品質の低下が見られた。これらの結果から、スプレーカーネーション‘LPB’と‘CT’においては夜温10～15℃の範囲で品質の低下が少ない切り花が得られることが明らかとなった。暖房コスト削減を目的とした10℃未満の継続した低夜温管理では、夜温5℃で見られた切り花品質への悪影響が生ずると考えられた。

第Ⅲ章では、冬季加温期間中の温度上昇がスプレーカーネーションの生育に及ぼす影響を調査した。稲葉・大城²⁸⁾は、キンギョソウ‘ライトピンクバタフライⅡ’を本実験と同一施設で栽培し、12月中旬に夜温を11℃から16℃に昇温することで、3月末までの収穫本数が11℃一定区に比較して無仮植区で株当たり0.9本、仮植区で株当たり1.5本増加することを認めている。また、國本ら⁴⁾は、‘スケニア’などスタンダードカーネーション3品種を用いて冬季の夜温設定の変更による低温遭遇の影響を検証し、14℃と5℃の組み合わせでは、11℃一定と比較して低温による遅れが見られると報告している。本実験においては、‘LPB’、‘CT’ともに12月～15℃区で10℃一定区より明確な増収効果が認められたが、1月以降の最低温度の変更は効果が少なかった。このことから、10℃から15℃に最低温度を上昇させて生育促進効果を得るためには、一次側枝を収穫中で二次摘心側枝が生育し、夜温が低下する12月から処理を開始する必要があると考えられた。

この処理により、総収穫本数が約20%増加し、冬季に多くの切り花が出荷できるが、暖房に使用される重油燃料代が高騰していることから、本技術の導入に当たっては暖房コストと収益の増加について十分検討する必要がある。

第Ⅱ章で明確ではなかった10℃と15℃の収穫本数の違いが第Ⅲ章の実験で有意な差となって現れたのは、第Ⅲ章の収穫終了時期が5月7日の母の日前であったことも要因として考えられた。第Ⅱ章で5月20日まで収穫した場合は、冬季生育が停滞する低温区において側枝の生育が促進され、総収穫本数の差がなくなったと考えられる。このことは、母の日までに収穫本数を確保したい場合はより高い冬季夜温を、母の日以降も出荷を続ける場合は低夜温管理も可能と、経営上の試算をするうえでの指標になると考えられた。また、静岡県の栽培現場では冬季だけでなく、外気温の変化の影響による開花遅延を防ぐために、4月以降には暖房温度設定を10℃から15℃程度に高めて出荷量を確保しようとする事例もある。しかし本実験の結果から、加温による生育促進は12～3月において顕著であり、4月以降は特に処理をしなくても生育が旺盛となるため、最低温度変更の生育促進効果は少ないと考えられた。

第Ⅳ章では、他の花き品目に到花日数短縮などの報告がある冬季の短時間昇温処理について、スプレーカーネーションにおける昇温時間帯および昇温処理後温度の効果を検証した。日の出前の時間帯の昇温は、日没後昇温と比べ生育促進効果は同等であるものの、切り花重、花らい数、花径および花色といった切り花品質が低下した。スプレーカーネーションの切り花栽培では、夜温10℃を基準とし、日没後の4時間を17℃に昇温することで、一定温度で管理するより到花日数が短縮するとともに収穫本数が増加し、昇温による切り花品質の低下も小さいことが明らかとなった。また、17℃に昇温後の夜温を5℃まで降下させても、第Ⅱ章における5℃一定区での生育遅延による観賞価値のない二次花らいの増加などは見られなかった。これは昇温処理の生育促進効果により、5℃の生育遅延による切り花品質の低下が抑えられたためと考えられた。この処理は、昇温後の夜温10℃管理と収穫本数がほぼ同等であり、切り花品質では同等以上になると考えられた。さらに対照の10℃一定区よりも到花日数が短く、切り花品質の低下も少ないと考えられた。

第Ⅴ章では、第Ⅳ章の結果を受け、スプレーカーネーションに有効と考えられる日没後の短時間昇温の、暖房コストに及ぼす影響が大きいと考えられる昇温時間について調査した。

日没後に夜温17℃で3時間以上処理することで、夜温10℃での管理と比較して、到花日数を短縮させ、1月以降の収穫本数を増加させることが見いだされた。しかし5時間の昇温では切り花重の減少など、切り花品質へ悪影響を及ぼすことから、第Ⅳ章の結果と併せ、昇温処理の時間は3～4時間が適当

と考えられた。

本実験の暖房による消費熱量を高市ら⁵⁴⁾および林ら²¹⁾の方法により試算すると、10℃一定区の消費熱量を1.00とした場合、第II章の5℃区は0.12、15℃区は2.48、20℃区は4.28で、第III章における2月-15℃区は1.56、1月-15℃区は1.98、12月-15℃区は2.38となる。燃料単価にもよるが、12月から15℃に加温し、消費熱量が約2.4倍になったとしても、1～3月および総収穫本数の増加により、収益は増加する。しかし、燃料単価が変動を続けているため、本技術の導入については検討の余地が大きい。

また、4月以降の加温温度の上昇は生育促進の効果が少ないことから、4月以降の加温温度を低く抑えることにより、さらに暖房コストを削減できる可能性がある。

第IV章では、10℃一定の対照区を1.00とした場合、日没後昇温区で1.59、日の出前昇温区で1.61となり消費熱量は増加した。昇温処理後の10℃での夜温管理は、冬季の生育促進および増収効果が高い。一方、日没後昇温・低温区では対照区に比べ0.92と燃料使用量の減少により、消費熱量の減少とともに、生育促進にもつながるため、スプレーカーネーションの冬季夜温管理技術としての利用が期待される。なお、本実験の栽培条件で、日没後の4時間を15℃とし、その後の夜温を10℃とする変温管理の消費熱量を試算すると1.47となる。消費熱量は17℃の昇温に比べ削減されるが、第II章および第III章の結果から生育促進効果は少ないと推測され、日没後の数時間17℃に遭遇させることが重要と考えられた。

第V章では、10℃一定を1.00とした場合、1時間区では1.22、3時間区では1.43、5時間区では1.80となり、昇温処理時間が長くなるほど燃料使用量が増加する。しかし、第III章の12月-15℃区では2.38で、日没後5時間の昇温処理よりも暖房コストが増加する。このことから17℃の日没後昇温は、暖房コストを抑えながら生育を維持または促進させる夜温管理法として有効であると考えられた。

さらに第IV章と第V章における処理施設における17:00～8:00の積算温度を比較すると、10℃一定を1.00とした場合、日没後17℃の1時間、3時間、4時間および5時間の昇温処理区では、それぞれ1.09、1.18、1.21および1.26となる。15℃を4時間、その後の夜温を10℃とする変温管理は1.15で12～3月を15℃一定で夜温管理した場合は1.55となる。このように、積算温度に比べ消費熱量は加温温度が高くなるほど数値が大きくなるが、17℃の日没後昇温は積算温度の違いを上回る生育促進効果が期待できる。

本実験の結果から、静岡県においては4～5月の加温の生育への影響は少なく、12～3月までの厳寒期を通じた温度処理が適当であると考えられた。その中でも、日没後の短時間昇温処理は生育促進効果が高く、処理時間は17～18時からの3

～4時間が適当である。昇温温度は生育適温を大きく超える温度の効果が低いと推察されるため¹²⁾、スプレーカーネーションでも15℃を超える昇温温度で生育促進効果が高い。実際の暖房コストや生産現場での暖房機的能力を考慮したうえで、生産現場での運用を考えると、昇温温度は17℃が適当と考えられた。昇温処理後の温度管理は10℃と高い方が、生育促進効果が高いが、昇温処理後の温度を5℃まで下げても、生育促進効果が得られ、暖房コストを削減する方法としても有効と考えられる。

本実験で得られた結果から、静岡県におけるスプレーカーネーションの冬季温度管理についてのモデルを図6-1に示す。この方法から暖房コストや品種の晩性などを考慮し、最低夜温や昇温時間などを適宜調節する必要があるが、重要なのは12～3月の期間、生育適温を超える温度に日没後3～4時間連続的に遭遇させる点である。図6-1に示したとおり、静岡県の冬春切り1年作型では、6月に定植、7月に一次摘心、9月に二次摘心を行った場合、10～12月に一次側枝を、12～3月に二次摘心側枝を、3月以降に二次側枝を収穫する。最低気温が10℃を下回る12～3月に日没後昇温処理を行うことで、二次摘心側枝以降の生育が促進され、1～3月の収穫本数が増加する。昇温処理後の夜温管理は10℃で生育促進効果が、5℃では暖房コスト削減効果が高く、日没後昇温処理により、従来より少ない暖房コストで効率的にスプレーカーネーションの生育を促進させることが可能となった。暖房器具や周辺環境の条件により、厳寒期に日没後17℃、3時間以上の温度を維持できない施設が存在することも考えられるが、図6-1を基に、品種や環境条件などを考慮することで、既存施設でも対応可能な新技術であると言える。

以上から、生産性と切り花品質の両立を図るには、本研究で供試したスプレーカーネーション‘LPB’および‘CT’ともに10～15℃が好適な冬季夜温と推察された。12月から最低夜温を10℃から15℃に上げることで収量が増加し、短時間昇温処理は日の出前より日没後の方が効果的で、17℃の昇温処理を日没後に3～4時間行うことにより、暖房コストを抑えながら、切り花品質を低下させることなく、生育を促進させることが明らかとなった。また、日没後昇温後の夜温をより低くすることもエネルギー消費を抑えるのに有効であることが示された。スタンダードカーネーションよりも高めの冬季夜温が必要とされるスプレーカーネーションにおいて、本研究で明らかとなった日没後の生育適温を超える短時間昇温処理すなわちEnd-of-day (EOD) heatingは、燃料を効率的に利用して、収益性を向上させるための有効な手法であり、実際栽培への導入効果が高い技術であると結論づけられる。

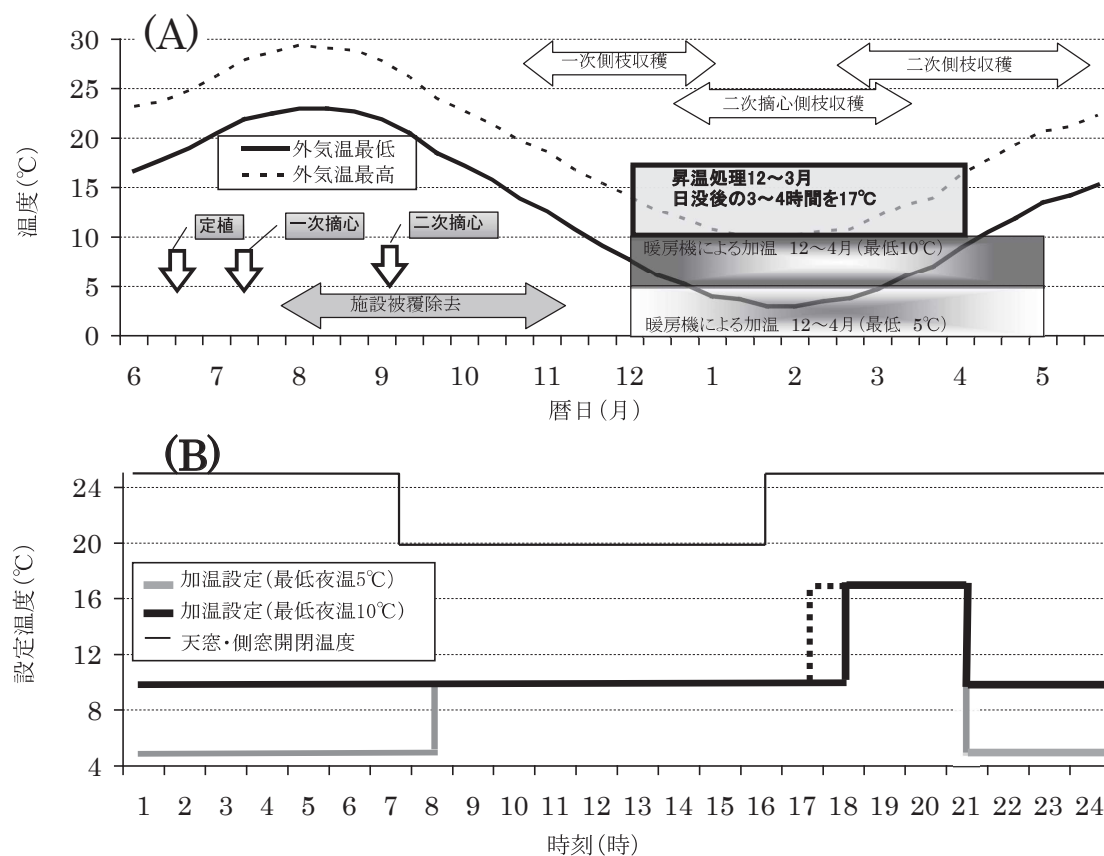


図6-1 日没後昇温(EOD)を用いた静岡県におけるスプレーカーネーションの冬季夜温管理モデル

(A) 冬春切り1年作型における気温推移^zと栽培管理および加温設定

(B) 昇温処理期間中の昇温処理設定と天窓・側窓開閉温度

^z 静岡県賀茂郡東伊豆町縮取における1981～2010年の有別最高気温および最低気温

^y 図中の点線は昇温処理4時間(17:00～21:00)の場合の加温設定

摘 要

スプレーカーネーション(*Dianthus caryophyllus* L.)の効率的な冬季夜温管理法を確立するために、‘ライトピンクバーバラ’ (‘LPB’) と ‘チェリーテッシーノ’ (‘CT’) の2品種を用いて、冬季温度設定の違いが生育および切り花品質に及ぼす影響を調査した。最低温度、加温設定変更の時期、短時間昇温処理を比較し、静岡県での冬春切り1年作型における冬季の夜温管理について検討した。

冬季最低温度を5,10,15および20℃で栽培し、生育、収量および切り花品質を調査した結果、両品種とも夜温が高いほど二次摘心側枝の伸長速度が速いが、切り花長は夜温5℃が最も長くなった。また、両品種とも夜温が高くなるほど到花日数が短縮し、収穫本数が増加した。切り花品質については、夜温5℃で二次花らい数の増加などの切り花品質の低下が認められた。‘LPB’の花色は夜温の処理による影響が少なく安定していた。一方、‘CT’の花色は夜温5℃では覆輪面積が広く明瞭であったが、夜温が高いほど赤色が濃くなり、白色覆輪が不鮮明となった。

11月20日に夜温10℃で加温開始後、12月1日、1月9日および2月18日に夜温15℃に上昇させた場合、いずれの品種も一次側枝には到花日数の差はなく、二次摘心側枝と二次側枝において夜温の違いによる影響が認められた。収穫本数は、12月1日に夜温15℃に上昇させた区で1~3月の収穫本数が増加し、総収穫本数も増加した。切り花長および切り花重は、夜温15℃で減少する傾向を示した。花らい数への影響は、‘LPB’で認められ、夜温15℃で減少する傾向を示した。

日没後の短時間を昇温する日没後昇温 (End-of-day heating) および日の出前の短時間を昇温する日の出前昇温 (End-of-night heating) で4時間17℃に昇温し、その他の夜温を10℃に設定、10℃一定夜温と比較した。さらに日没後昇温後の夜温を5℃にした区を設定し、生育、収量および切り花品質を調査した。日没後昇温および日の出前昇温いずれにおいても、同等に到花日数が短縮し、冬季の収穫本数が増加した。しかし、日の出前の昇温では切り花重が軽く、花らい数が減少するなどの切り花品質が低下した。日没後昇温後の夜温管理では5℃の場合、10℃一定区に比べて消費熱量が少ないにもかかわらず、到花日数が短縮し、収穫本数は同等で、コスト削減効果が高いと考えられた。

日没後の短時間昇温処理の適切な処理時間を検討するため、日没後の0, 1, 3および5時間を17℃に昇温させる4処理区を設定し、生育、収量および切り花品質を調査した。昇温時間が長くなるほど到花日数が短縮した。収穫本数は、1~3月では5時間の昇温処理で増加し、栽培期間を通じては昇温時間が長いほど増加した。5時間の昇温処理では、切り花長、切り花重などの切り花品質が低下する影響が現れた。このことから、3時間の日没後短時間昇温処理により、切り花品質を低下させることなく到花日数の短縮や収穫本数を増加させることが見いだされた。

以上のことから、生産性と切り花品質の両立を図るには、‘LPB’と‘CT’両品種ともに10~15℃が好適な冬季夜温と推察された。12月から最低夜温を10℃から15℃に上げることで収量が増加し、短時間昇温処理は日の出前より日没後の方が効果的で、17℃の昇温処理を日没後に3~4時間行うことにより、暖房コストを抑えながら、切り花品質を低下させることなく、生育を促進させることが明らかとなった。また、日没後昇温後の夜温をより低くすることもエネルギー消費を抑えるのに有効であることが示された。

Summary

To construct a low cost cultivation method of spray-type carnation (*Dianthus caryophyllus* L.), effects of minimum night temperature regimes in winter on the flowering, yield and quality of cut flowers were investigated with two cultivars 'Light Pink Barbara' and 'Cherry Tessino'.

Minimum night temperature was set at 5, 10, 15 or 20°C. In both cultivars, secondary lateral shoots which sprouted after the second pinching (second pinch lateral shoots) grew more rapidly at higher minimum night temperature, whereas the length of second pinch lateral shoots at anthesis was longest at the lowest night temperature (5°C). The number of days from pinching to flowering decreased, and the yield of cut flowers increased with increasing minimum night temperature. The lowest minimum night temperature (5°C) adversely affected flower quality, resulting in increased secondary florets. Flower pigmentatnion of 'Light Pink Barbara' was not affected by night temperature. In 'Cherry Tessino', the white-variegated margin of flower petals observed at 5°C pigmented red completely with increasing minimum night temperature.

Effects of the time of minimum night temperature raising from 10°C to 15°C were investigated. Minimum night temperature in greenhouse was kept at 10°C from November 20. It was raised to 15°C from December 1, January 9, or February 18, or maintained at 10°C throughout the experimental period (control). All treatments were continued until April 30. Three primary lateral shoots were not influenced by minimum night temperature change because they were harvested until December. In both cultivars, the number of days from pinching to flowering decreased in secondary lateral shoots that sprouted from decapitated primary shoots. The yield of cut flowers from January to March increased when the minimum night temperature was raised from December 1. The total yield of cut flowers paralleled that from January to March. The length and weight of cut flowers showed a tendency to decrease at the raised minimum night temperature. In 'Light Pink Barbara', the number of primary florets also decreased at 15°C.

Effects of short-term heating at 17°C applied as a 4 h end-of-day(EOD) or end-of-night(EON) heating on the flowering were investigated. In addition, effects of the night temperature of 5°C after EOD heating were also examined. Both short-term heating treatments decreased days to anthesis. Yields of cut flowers from January to March in EOD and EON heating treatments were almost equal, and higher than in control. However, EON heating adversely affected flower quality, resulting in lower weight of cut flowers and decreased number of primary florets. When EOD heating was followed by lower night temperature (5°C), yields of cut flowers compared with those of control treatment, but the energy cost for greenhouse heating in winter was reduced.

To clarify the influence of heating duration EOD heating treatments in winter on flowering, yield and quality of flowers, the minimum night temperature of 10°C was raised to 17°C for 0, 1, 3, or 5 h from 18:00 in separate greenhouses. The number of days from pinching to flowering decreased with longer heating. EOD heating for 5 h increased yields from January to March and also increased total yield. However, it decreased the length and weight of cut flowers and the number of florets. EOD heating for 3 h decreased days to flowering and increased the number of cut flowers with keeping the flower quality of both cultivars in winter cultivation.

In conclusion, to achieve a good balance between productivity and the quality of cut flowers, suitable minimum night temperatures in winter for cut flower production of two spray-type carnation cultivars are suggested to be 10 to 15°C. Raising minimum winter night temperature from 10°C to 15°C from December 1 increased the yield of cut flowers. EOD heating was more preferable short-term heating to promote flowering with keeping cut flower quality, and EOD heating for 3~4 hours decreased days to flowering and increased the number of cut flowers with keeping flower quality. Furthermore, the lower night temperature after EOD heating was effective for lowering energy consumption in winter.

謝 辞

本研究の遂行、とりまとめに際して終始ご親切なご助言、ご示唆をいただき、かつご校閲賜った静岡大学大学院農学研究科教授、大野 始博士には衷心より感謝の意を表する。静岡大学農学部教授 糠谷 明博士、岐阜大学応用生物科学部教授 福井博一博士にはご校閲の労をとっていただいた。心より感謝の念を表す次第である。

共同研究者である稲葉善太郎博士(現静岡県賀茂農林事務所地域振興課長)には、本論文のとりまとめについてのご助言をいただいた。ここに深く感謝の意を表する。本研究の根幹となる花き類の日没後昇温処理についてご教示いただき、研究の設計についてご助言いただいた独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構花き研究所 道園美弦博士には、心より感謝の意を表する。

実験期間中、数々のご配慮ならびにご激励をいただいた、静岡県東部農林事務所 石戸安伸所長、静岡県農林技術研究所 大塚寿夫所長、静岡県農林技術研究所 堀内正美研究統括監、静岡県西部農林事務所 竹内常雄農業振興部長、静岡県農林技術研究所伊豆農業研究センター 佐藤展之センター長の各位に感謝の意を表する。

調査および実験の遂行に際して貴重なご助言をいただき、かつご協力いただいた、元伊豆農業研究センター 末松信彦研究主幹、静岡県経済産業部みかん園芸課 竹内 隆課長代理、静岡県農林技術研究所 本間義之花き科長、大石直記野菜科長、山田栄成育種科長、静岡県農林技術研究所伊豆農業研究センター 西島卓也わさび科長、武藤浩志上席研究員、静岡県果樹研究センター 村上 寛博士、静岡県賀茂農林事務所 石井ちか子主査、静岡県中部農林事務所 岩崎勇次郎博士、静岡県西部農林事務所 石井香奈子主査、静岡県農林技術研究所 松田健太郎技師、並びに関係研究職員各位に、心より感謝の意を表する。

さらに実験施設の運営管理および調査においては、元静岡県農業試験場南伊豆分場技能長 桜田信義氏、元静岡県農林技術研究所伊豆農業研究センター技能長 山本宏道氏、元伊豆農業研究センター 高野多喜雄氏、山本和男氏、佐脇尚之氏、伊豆農業研究センター 蟹沢雄二氏には多大なる労力を提供していただいた。

また、本研究の遂行に当たり、多くの材料を提供していただき、貴重な生産現場の情報を提供くださった、伊豆太陽農業協同組合東部営農センター 鳥澤義和センター長、野田政哉氏に深く感謝の意を表する。

生産現場で抱える問題点や栽培方法についてご教示いただき、研究について現場からの意見を率直に示していただいた、静岡県花き園芸組合連合会カーネーション部会の皆様には深く感謝申し上げます。

兵庫県立農林水産技術総合センター 山中正仁博士、兵庫県農林水産技術総合センター淡路農業技術センター東浦 優氏には数多くの有益なご助言と終始暖かい励ましのお言葉をいただいた。また、カーネーション主産地県研究者会議や園芸学会など、様々な場面で多くのご助言をいただいた独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構花き研究所小野崎隆博士、八木雅史博士および各県試験研究機関のカーネーション研究者の皆様には感謝の意を表する。

引用文献

- 1) Abou Dahab, A. M. (1967): Effects of light and temperature on growth and flowering of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen 67-13, 1~68.
- 2) 青木宏史・梅津憲治・小野信一(2001): 養液土耕栽培の実験と理論. 誠文堂新光社, 東京, 2~19.
- 3) 馬場富二夫・稲葉善太郎(2013): 光反射フィルムマルチと栽植密度が灌水同時施肥栽培におけるスプレーカーネーションの開花, 収穫本数および切り花品質に及ぼす影響. 静岡農林研報. 6, 33~40.
- 4) 馬場富二夫・石井ちか子・石井香奈子・武藤浩志・稲葉善太郎(2010): 冬季夜温の違いがスプレーカーネーションの開花, 収量, 切り花品質に及ぼす影響. 園学研. 9, 325~332.
- 5) 馬場富二夫・石井香奈子・武藤浩志・稲葉善太郎・堀内正美(2013): 冬季夜温設定時期の変更がスプレーカーネーションの開花, 収量および切り花品質に及ぼす影響. 園学研. 12, 89~96.
- 6) Bertman, L. (1992): Stem elongation of *Dendranthema* and tomato plants in relation to day and night temperature. Acta Hort. 327, 61~70.
- 7) Bonaminio, V.P. and Parson, R.A. (1980): Influence of reduced night temperatures on growth and flowering of 'May Shoesmith' chrysanthemums. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105, 9~11.
- 8) Cuijpers, L.H.M. and Vogelesang, J.V.M. (1992): DIF and temperature drop for short-day pot plants. Acta Hort. 327, 25~32.
- 9) Davies, L.J., Brooking, I.R., Catley, J.L. and Halligan E.A. (2002): Effects of day/night temperature differential and irradiance on the flower stem quality of *Sandersonia aurantiaca*. Sci. Hort. 95, 85~98.
- 10) 土倉龍次郎・犬塚卓一(1936): カーネーションの研究. 修教社書院, 東京. 1~6, 142~157.
- 11) 道園美弦・久松 完・大宮あけみ・市村一雄・柴田道夫(2012): 低温期のスプレーギク施設栽培における EOD-heating の有効性. 園学研. 11, 505~513.
- 12) 道園美弦・久松 完・大宮あけみ・柴田道夫(2010): 暗期開始時の短時間昇温処理によるアフリカンマリーゴールドの開花反応促進. 植物環境工学. 22, 8~14.
- 13) 道園美弦・神門卓巳・久松 完・大宮あけみ・市村一雄・柴田道夫(2012): アフリカンマリーゴールドの花芽分化・発達に及ぼす End-of-day heating 処理の影響. 園学研. 11, 553~559.
- 14) Erwin, J.E. and Heins, R.D. (1995): Thermomorphogenic responses in stem and leaf development. Hort Science 30, 940~949.
- 15) Erwin, J.E., Heins, R.D. and Karlson, M.G. (1989): Thermomorphogenesis in *Lilium longiflorum*. Amer. J. Bot. 76, 47~52.
- 16) 藤野守弘・藤原辰行・藤本治夫(1982): 環境制御による温室カーネーション花茎品質の改善(第2報). 生長と開花におよぼす低夜温と日長の影響. 兵庫農総セ研報. 30, 49~55.
- 17) 藤野守弘・柴田 進・藤本治夫(1977a): カーネーションの生長と開花におよぼす夜温の影響. 兵庫農総セ研報. 26, 29~33.
- 18) 藤野守弘・柴田 進・藤本治夫(1977b): カーネーションの生長と開花におよぼす夜温, 施肥濃度および灌水回数の影響. 兵庫農総セ研報. 26, 34~39.
- 19) 福田直子・中山真義(2008): 温度条件がトルコギキョウ覆輪花卉の着色面積率に及ぼす影響. 園学研. 7, 531~536.
- 20) Harris, G.P. and Scott, M.A. (1969): Studies on the glasshouse carnation: Effects of light and temperature on the growth and development of the flower. Ann. Bot. 33, 143~152.
- 21) 林 真紀夫・古在豊樹・岡田益己(1986): 園芸環境工学における最近の話題(10) 暖冷房負荷の算定法(1). 農業および園芸. 61, 1342~1348.
- 22) 肥田和夫(1973): カーネーションの営利栽培. 農業図書. 東京, 1~6, 44~52.
- 23) 久富時男・川島信彦・盛岡和之(1979): 良品多収のための環境管理基準の設定に関する研究. 第4報. トマトに対する日射量に応じた夜温管理. 奈良農試研報. 10, 28~37.
- 24) Holley, W.D. and Baker, R. (1963): Carnation production. W.M. C. Brown Co. Inc., Dubuque, 38~72.
- 25) 細谷宗令(1999a): カーネーション品種の変遷と動向[1]. 農業および園芸. 74, 559~566.

- 26) 細谷宗令(1999b) : 生育過程と技術. 農業技術体系花卉編. 7. カーネーション (ダイアンサス) /バラ. 農文協. 東京, 123~130.
- 27) 石原義啓(2009) : 主要品種の特性と活用ポイント・フジ・プランツ. 農業技術体系花卉編. 7. カーネーション (ダイアンサス) /バラ. 農文協. 東京, 60~61.
- 28) 稲葉善太郎・大城美由紀(2004) : 育苗方法および冬の夜温がキンギョソウの開花, 収量と切り花品質に及ぼす影響. 園学研. 3, 273~276.
- 29) 加藤俊博(1997) : 養液管理. 農業技術体系花卉編. 7. カーネーション (ダイアンサス) /バラ. 農文協. 東京, 481~512.
- 30) 川西孝秀・島 浩二・林 寛子・道園美弦・久松 完 (2012) : 日没の時間帯からの短時間の昇温処理がスプレーギクの生育, 開花および切り花品質に及ぼす影響. 園学研. 11, 241~249.
- 31) 古口光夫・船山卓也・鈴木智久(2000) : 花き類の養液土耕マニュアル. 誠文堂新光社. 東京. 16~32, 71~78.
- 32) 小西国義(1980) : カーネーションの生産技術. 養賢堂. 東京, 8~11, 148~178.
- 33) Kresten, J.H.E.(1993) : Influence of duration and placement of a high night temperature on morphogenesis of *Dendranthema grandiflora* Tzvelev.Sci.Hortic.54, 327~335.
- 34) 國本忠正(1993) : スプレーカーネーションの生育, 開花に関する研究(第2報)摘蕾時期が開花に及ぼす影響と開花特性の品種間差. 大分熱花試研報. 3, 13~23.
- 35) 國本忠正・東 禮一郎, 後藤俊之(1989). 施設花きの発育段階別温度の設定に関する研究Ⅱ 温室カーネーションの冬季夜温管理. 大分熱花試研報. 2, 12~26.
- 36) Langton, F.A., Cockshull, K.E., Cave, C.R.J. and Hemming, E.J.(1992) : Temperature regimes to control plant stature:Current UK R&D.Acta Hort.327,49~60.
- 37) Maekawa, S. and Nakamura, N. (1976) : Studies of coloration of carnation flowersVI Seasonal change of antocyanin content in intact petals. Sci. Rept. Fac. Agr. Kobe. Univ. 12, 35~39.
- 38) 水戸喜平・万豆剛一(1973) : バラの切り花生産に及ぼす夜温の影響. 静岡農試研報. 18, 82~93.
- 39) 水戸喜平・万豆剛一・木村 進・岩崎正男(1980) : バラの切り花生産に及ぼす夜温の影響 (第3報) 冬季の変温管理について. 静岡農試研報. 25, 53~62.
- 40) 三浦泰昌・村上 高・小林宏信(1989) : 夜温がカーネーションの生育ならびに ^{14}C -同化産物の転流におよぼす影響の品種間差異. 園学雑. 58, 421~427.
- 41) Moe, R.(1990) : Effect of day and night temperature alternations and of plants growth regulators on stem elongation and flowering of the long-day plant *Campanula isophylla* Moretti.Sci.Hortic. 43,291~305.
- 42) Moe, R., Fjeld, T. and Mortensen, L.M.(1992) : Stem elongation and keeping quality in poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd) as affected by temperature and supplementary lighting. Sci.Hortic.50, 127~136.
- 43) Myster, J. and Moe, R.(1995) : Effect of diurnal temperature alternations on plant morphology in some greenhouse crops-a mini review. Sci.Hortic. 62, 205~215.
- 44) 農林水産省(2013) : 農林水産統計・平成 23 年産花きの作付 (収穫) 面積及び出荷量. <http://www/maff.go.jp/k/tpilei/sakumotu/sakkyo_kaki/pdf/sakutuke_kaki_12s.pdf>
- 45) 大石一史・大須賀源芳(1983) : 秋ギクの加温電照栽培における変夜温管理に関する研究. 花成誘導期における夜間の高温要求時間帯. 愛知農総試研報. 15, 223~228.
- 46) 大川 清・古在豊樹(1992) : DIF で花の草丈調節 昼夜の温度差を利用する. “GREENHOUSE GROWER” 編. 農山漁村文化協会. 東京, 8~26.
- 47) 大塚寿夫(1990) : 静岡県における主要作型と栽培技術. 米村浩次著. 切り花栽培の新技术「カーネーション」下巻. 誠文堂新光社. 東京, 146~153.
- 48) Parups, E.V.(1978) : Chrysanthemum growth at cool night temperature. J.Amer.Soc.Hort. Sci.103,839~842.
- 49) Parups, E.V. and Butlur, G.(1982) : Comparative growth of chrysanthemum at different night temperature. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 107, 600~604.
- 50) 六本木和夫・加藤俊博(2000) : 野菜・花卉の養液土耕. 農文協. 東京, 1~2.
- 51) リュンガー, ワルター(1978) : 園芸植物の開花生理と栽培 (浅平 端・中村英司訳). 誠文堂新光社. 東京, 136~145.
- 52) 鈴木茂夫・西野 寛・神原嘉男(1983) : 施設栽培におけるキュウリ, トマトの温度管理に関する研究. 第1報. 夜間の地温と日射量に応じた変温管理がキュウリ, トマトの生育に及ぼす影響. 京都農研研報. 11, 15~27.
- 53) 武田恭明・竹島疆二・中村英司(1975) : 温室カーネーションにおける冬季夜温のプログラム調節. 園学要旨. 昭 50 秋, 300~301.

-
- 54) 高市益行・川嶋浩樹・黒崎秀仁・安場健一郎(2007): 我が国各地における各種温室の暖房燃料消費量の試算ツール. 野菜茶業研究成果情報, 9~10
 - 55) 田中俊光(1996): カーネーション. 農業技術体系花卉編. 7. カーネーション (ダイアンサス) /バラ. 農文協. 東京, 227~234.
 - 56) 土岐知久(1975): 施設栽培における適環境条件の生理的研究. 第2報. 日中の光条件が果菜類の温度管理に及ぼす影響. 千葉県農試研報. 16, 31~42.
 - 57) 宇田 明(2004): 品種・系統と栽培特性. 農業技術体系花卉編. 7. カーネーション (ダイアンサス) /バラ. 農文協. 東京, 47~56.
 - 58) 宇田 明(2010): 温度管理. カーネーションをつくりこなす. 農文協. 東京, 122~123.
 - 59) Ueber, E. and Hendriks, L.(1992): Effects of intensity, duration and timing of a temperature drop on the growth and flowering of *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch. Acta Hort. 327, 33~40.
 - 60) 渡辺 功(2006): トルコギキョウ覆輪花卉における着色割合の季節変動. 園学研. 5, 409~413.
 - 61) 山中正仁(2011): カーネーションの養水分吸収特性に基づいた環境保全型灌水同時施肥法の開発と生産現場への適用. 兵庫県立農林水産技術総合研究センター特別研究報告 第29号, 1~3, 106~111.
 - 62) 米村浩次(1990a): 温度管理. 米村浩次編著. 切り花栽培の新技术「カーネーション」上巻. 誠文堂新光社. 東京, 88~98.
 - 63) 米村浩次(1990b): 摘心と仕立て法. 米村浩次編著. 切り花栽培の新技术「カーネーション」下巻. 誠文堂新光社. 東京, 103~118.
 - 64) 吉田 茂(1984): スプレーカーネーションの切り花形態と将来性. 農及園. 59, 456~460.
 - 65) (財)花普及センター (2013): 2009年における花きの品種別流通動向分析調査. <www.jfpc.or.jp/>.

静岡県農林技術研究所 〒438-0803 静岡県磐田市富丘 678 の 1
電話(0538) 35-7211

茶 業 研 究 セ ン タ ー 〒439-0002 菊川市倉沢 1706 の 11
電話(0548) 27-2880

果 樹 研 究 セ ン タ ー 〒424-0905 静岡市清水区駒越西 2 丁目 12-10
電話(054) 334-4850

伊豆農業研究センター 〒413-0411 賀茂郡東伊豆町稲取 3012
電話(0557) 95-2341

森林・林業研究センター 〒434-0016 浜松市浜北区根堅 2542-8
電話(053) 583-3121

平成 27 年 3 月 2 6 日 印刷
平成 27 年 3 月 2 6 日 発行

〒438-0803 静岡県磐田市富丘 678 の 1

編集兼
発行者

静岡県農林技術研究所

電話(0538) 35-7211

住所 静岡県浜松市西区坪井町 589-1
印刷所 名称 三信印刷株式会社
電話 (053) 448-4090