



北海道におけるデルフィニウム切り花の高品質栽培 と品質保持に関する研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2023-06-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 黒島, 学 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/00101277

北海道におけるデルフィニウム切り花の高品質栽培と
品質保持に関する研究

2022年

岐阜大学大学院連合農学研究科

黒島 学

北海道におけるデルフィニウム切り花の高品質栽培と
品質保持に関する研究

黒島 学

第Ⅰ章 緒言	1
第Ⅱ章 シネンシス系切り花の高品質栽培法	6
第1節 電照技術の確立	8
第2節 短日夜冷育苗技術の確立	24
第Ⅲ章 切り花の品質保持技術と湿式輸送	39
第1節 チオ硫酸銀錯塩（STS）による品質保持技術の確立	41
第2節 スクロース処理による効果の検討	58
第3節 湿式輸送の検証	73
第Ⅳ章 切り花品質保持技術の効果不安定要因	91
第1節 栽培環境による影響	93
第2節 STS 処理環境による影響	108
第Ⅴ章 総合考察	115
第VI章 摘要	126
謝辞	131
引用文献	132
Summary	141

第 I 章 緒 言

北海道における切り花の農業産出額は約 102 億円（2018 年，全国 4 位）であり，主な品目と産出額は，スターチス類約 23 億円，ユリ類約 17 億円，カーネーション約 15 億円，トルコギキョウ約 8 億円，デルフィニウム類約 8 億円である。このうち本研究で取り上げるデルフィニウム類の切り花としての栽培は，1985 年頃より始まり，当時は露地栽培を中心にしており，7 月下旬から 10 月中旬ごろまで収穫されていた（山谷，1985）。作付けは，1998 年頃から急速に拡大し 50ha に達したが，現在は 30ha 弱で推移している（図 I - 1）。主な产地は，降雪量が少なく温暖な日高管内をはじめ，道央の稻作地帯など全道で広く栽培されている。年間の出荷量は 646 万本（2019 年）で，12 月～3 月の冬季には出荷量が大きく減少するが，ほぼ周年的に出荷され，特に 7 月～10 月にかけて道外市場への移出量が増加し，北海道産デルフィニウムの占める割合は高い（図 I - 2）。このことは，北海道内の产地が，デルフィニウム切り花の国内产地間リレー出荷において，夏秋期の出荷を担う責任产地として位置づけられ，出荷量および切り花品質において市場からの要望に応えなければならぬ状況となってきたことを示している。

このデルフィニウム (*Delphinium*) は，キンポウゲ科に属し，北半球の温帶から寒帶および南半球のアフリカ高地に広く分布し，その種数は 300 以上に

及ぶとされている。デルフィニウム属の習性は、一年生から二年生、多年生と変化に富み、また花色についても青系を中心に、赤、白、黄と様々な花色の原種および園芸品種が存在する。ガーデニングブームの中で花壇苗としてはもちろん、フラワーアレンジメントの流行や洋花嗜好の高まりから、切り花としての需要の増加がみられ、業務用からホームユースまで幅広い需要に応えられる花きである。現在、北海道において最も栽培されている園芸種は花穂が良く分枝し疎らに花をつける複総状花序を有するシネンシス系であり、道内の作付面積の約60%を占める。シネンシス系は、よく側枝を発生する特性から主茎を摘芯し側枝を開花させて出荷するスプレー状に仕立てられ、主に花束、ブーケやアレンジに使われる。エラータム系の作付け割合は約37%を占め、八重咲きの大輪の小花からなる豪華な穗状花序を形成し、スタンドやアレンジなどの主に業務用としての需要が高い。シネンシス系とエラータム系の中間的な特徴のベラドンナ系は、主に栄養系品種で生育が揃い旺盛で豊産性であることから、一時期作付けが伸びたが、現在の作付け割合はわずかである。

デルフィニウムは、量的長日植物の特徴を示し(Garnerら, 1997; 勝谷ら, 2002; Kikuchiら, 2000; 佐々木ら, 2008), 長日・高温条件下では早期抽苔, 早期開花を示す(蝶野ら, 1985)一方, 短日・低温条件下では, ロゼット化による開花遅延を

生じることが明らかになった（勝谷・池田，1997；
勝谷ら，2002）。デルフィニウムの栽培が先行した
西南暖地においては、開花特性が解析され日長と育
苗温度の調節により早期抽苔やロゼット化の防止な
どの制御技術が総合的に確立され（平井・森，
1999；勝谷，2003；勝谷・池田 1997；勝谷ら，
2002），冬季および春季の安定出荷に寄与してき
た。

北海道におけるデルフィニウム栽培は、降雪量が
少なく冬期間が比較的温暖な日高管内で周年的な出
荷がみられるが、主な出荷時期は6月～10月の夏秋
期であり、全道一円で栽培されている。北海道の夏
秋期は、府県産地よりも冷涼で栽培には恵まれてい
るといわれるが、高緯度に位置することによる長日
条件に加えて、近年の地球温暖化による夏季の高温
により、開花が早まり短茎および小花数が減少する
切り花品質の低下は避けられない。

デルフィニウムはエチレンに対する感受性が高
く、そのためがく片の離脱、いわゆる‘花落ち’を
生じて、早期に鑑賞価値を失う（Ichimuraら，
2000）。エチレン作用阻害剤であるチオ硫酸銀錯体
(silver thiosulfate complex, 以下STS) が普及
したことで、商業的な切り花生産が可能となつた。
また、デルフィニウムに限らず北海道の切り花产地
が、採花から首都圏の店頭に陳列されるまでにトラ
ック便利用で3日間以上掛かる遠隔地のため、採花

後の品質低下対策も課題となる。STS処理が普及した現在においても市場からの花落ちクームが相次いでおり、日持ち保証販売への対応も必要である。

そこで本研究では、北海道の夏秋期栽培における高品質生産技術の開発と安定した効果を得る収穫後の品質保持技術の開発を目的とした。第Ⅱ章では、シネンシス系における切り花の高品質栽培技術の確立を目的に、抽苔後の電照による切り花品質の向上技術について、明期時間、電照点灯開始時間、照度および光源について検討した。また、短日夜冷育苗技術の確立に向け、短日処理および夜冷処理の効果確認、夜冷温度について検討した。第Ⅲ章では、シネンシス系、エラータム系およびベラドンナ系において、収穫後のSTSによる品質保持技術確立に向け、切り花に蓄積された銀含量と日持ちの関係からSTS溶液濃度と処理時間について検討した。また、多くの切り花品目で確認されているクロース処理効果について、STS溶液に添加する濃度とデルフィニウムに対する効果を確認した。さらに、遠隔产地から首都圏の花き市場への輸送技術として湿式輸送の実用性を検討した。第Ⅳ章では、市場からの花落ちクームの対策ため、切り花収穫前およびSTS処理中の環境条件とSTS処理効果を確認し、STS処理効果が不十分となる状況と対策を検討した。

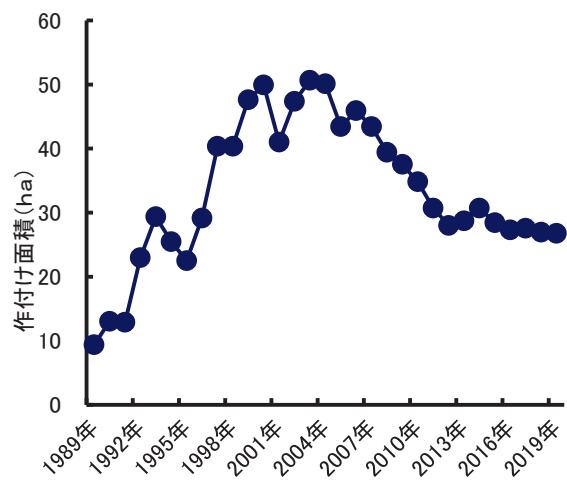


図 I-1 北海道におけるデルフィニウムの作付面積の推移

資料：北海道花き産業振興総合調査

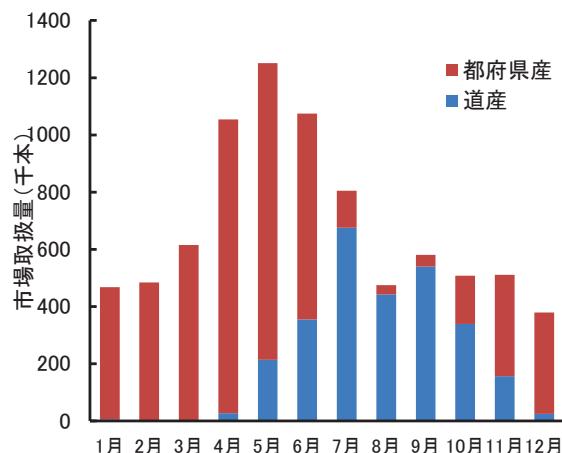


図 I-2 東京都中央卸売市場におけるデルフィニウムの取扱量（2019年1月～12月）

資料：東京都中央卸売市場

第Ⅱ章 シネンシス系切り花の高品質栽培法

量的長日植物の特性を示すデルフィニウム属の花芽分化および抽苔は、長日および高温条件により促進され (Garnerら, 1997; 勝谷ら, 2002; Kikuchiら, 2000; 佐々木ら, 2008), 過度な早期抽苔によつて、小花数が少ない商品性の乏しい切り花となることが問題となる。また、短日および低温条件により抑制されることから冬季の栽培ではロゼット化による開花遅延が問題となつてゐる。エラータム系品種の商業的な栽培において、切り花品質の向上、ロゼット化回避および生育開花調整の有効な手段として電照技術および夜冷育苗技術等が開発され、広く用いられてきた。宮崎県においてエラータム系を11月から3月まで連続的に出荷する栽培方法がまとめられた (中村ら, 1995)。この栽培方法では、夜温10°Cの夜冷育苗による大苗育苗、ロゼット回避のための16時間明期の明期延長法による長日処理および加温方法が組み合わされている。北海道の花き流通および技術情報をまとめた「北海道フラワーガイド」(1992年発刊)には、2002年当時北海道におけるエラータム系の作型は、開花習性から播種時期と収穫時期が「3月まき無加温7月切り」「4月まき無加温9月切り」「露地4月まき8月切り」「6月まき夜冷育苗10-11月切り」にまとめられ、夜冷育苗に関しては、18時~6時の夜温を15°Cとすることが示されている (北海道農業協同組合中央会・ホクレン)

農業協同組合連合会, 2002).

栽培および研究が先行したエラータム系に対し, シネンシス系の研究事例は少ない。宮崎県のシネンシス系の12月出荷の栽培において, 長日処理が草丈伸長と開花促進に効果がある一方, 長すぎる長日条件は切り花重や小花数の減少につながることから, 良質な切り花品質を得るためには18時間日長が適していることを示した。また, 14時間日長に開花促進効果は認められないが, 切花長伸長効果があることが報告されている(中村ら, 2003)。寒冷地での研究事例として, 佐々木らによって青森県での開花習性が確認され, 長日処理, 低温処理, 短日夜冷育苗等組み合わせた周年出荷作型が示されている。前述の「北海道フラワーガイド」には, 「3-4月まき無加温7-11月2回切り」「5-6月まき無加温10-11月切り」の2作型にまとめられている(北海道農業協同組合中央会・ホクレン農業協同組合連合会, 2006)。

シネンシス系は, 側枝を良く発生する特性から主茎を摘心し側枝を開花させて出荷するスプレー状に仕立てられる。そのため出荷においては, 切り花長と側枝数を基準に規格分けされるのが一般的であり, 同じ切り花長であっても側枝数が多いほど上位等級となる。いかに北海道の产地が府県の产地より冷涼な気象条件であっても, 夏秋期の切り花は他の作期より切り花長が短く, 小花数や側枝数が少なく

商品性の低下が著しく、切り花品質の向上が生産現場での課題となっている。これらの課題に対し、道外产地の研究事例にある長日処理（中村ら, 2003）や短日夜冷育苗（佐々木, 2007；井上, 2006）を導入する事例もみられるが（藤田, 2014），これらの技術の導入と普及には、北海道における基礎的な情報が不足している。

そこで本章では、北海道におけるシネンシス系品種を対象に切り花の高品質栽培技術の検討を行った。第1節では、夏秋期の栽培における抽苔期以降の電照技術の確立を目的として、長日処理の明期時間，電照点灯時間帯，照度条件および光源が切り花品質に及ぼす影響について検討した。第2節では、夏秋期（9～10月収穫）の栽培において、育苗中の短日および夜冷処理が切り花品質に及ぼす影響を明らかにし、短日夜冷育苗技術の確立および普及に向けた基礎的な情報を得ることを目的とした。

第1節 電照技術の確立

暖地の产地で検討された長日処理技術が種苗メーカーを通じて北海道の产地にも導入されたが、日長が府県产地よりも長く、気温が高い北海道の夏秋期の栽培にそのまま適応することが難しい状況である。本節では、北海道のシネンシス系の夏秋切り作型において、長日処理の明期時間，電照点灯時間帯，照度条件および光源が切り花品質に及ぼす影響

を明らかにし、電照技術の確立することを目的とした。

材料および方法

a. 実験共通

北海道滝川市の北海道立花・野菜技術センター（2010年以降、地方独立行政法人北海道総合研究機構花・野菜技術センター、以下、花野技セ）ガラス温室、人工気象室およびハウス圃場で実施した実験1, 2, 3, 4および5には、シネンシス系品種として‘マリンブルー’((株)ミヨシ)を供試した。培養土を充填した200穴セルトレイに播種し、催芽処理(16°C, 10日間)後、ガラス温室内で育苗した。ポリポットまたはハウス圃場に定植後、節間が伸長し主茎の花蕾と側枝が区別できる頃に主茎の摘心を随時行った。側枝は上位から最上位、第2, 第3側枝とし、最上位側枝から第3側枝までの花蕾が開花し始めた頃に収穫し切り花品質を調査した。

b. ポット栽培における明期時間の検討（実験1, 2, 3）

実験1は2004年7月10日、実験2は2004年8月17日、実験3は2005年1月21日にそれぞれ播種した。培地を充填した18cmポリポットに、実験1は8月2日、実験2は9月30日、実験3は2月18日にそれぞれ鉢上げした。培地は、ピートモスと火山レキを体積比で5:3に混合したものとし、施肥

は、炭酸苦土石灰、過リン酸石灰、複合硝加磷加安（S555、北海道サンアグロ（株））を使用し、培地1L当たりに成分量でN:0.225g, P₂O₅:0.250g, K₂O:0.225gを施用した。約半数の株で抽苔が認められ長日処理を開始するまでガラス温室で管理した。

長日処理は、実験1は9月27日、実験2は11月15日、実験3は5月2日からそれぞれ各処理25~35株を人工気象室に移して開始した。人工気象室内は、白色蛍光灯と白熱灯を使用し、光強度230 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上に設定した。実験1および2の長日処理は、点灯時間を6時から18時とする12時間日長、6時から22時とする16時間日長、6時から2時とする20時間日長とした。実験3の長日処理は、上述の12時間日長、16時間日長に加え、24時間日長および6時~18時+22時~2時の間に点灯する暗期中斷を加えた。いずれの日長処理区においても温度設定は昼夜一定の20°Cとした。

c. 電照時間帯の検討（実験4）

同一規格のハウス（間口6m、長さ20m、ポリオレフィン系フィルムを被覆）2棟を夕方から電照を点灯する長日条件（以下、夕方延長区）と深夜から電照を点灯する長日条件（以下、早朝延長区）に設定した。ハウス内に、幅90cmのベッドを3本設け、白黒ダブルマルチ（白色側を上面）で被覆し、ベッド部分にN, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ1.5kg·a⁻¹

に施肥した。栽植様式は条間 15 cm, 株間 15 cm, 6 条植えとした。ハウス内を遮光資材（ホワイトシリバー, 東罐興産(株)）によって区切り, 電照が届かない無処理区を設置した。2005年7月4日に電照処理区および無処理区とともに各ベッド 30 株ずつ定植した。長日処理は抽苔がほぼ揃った 8 月 13 日から夕方延長区は 17 時から 24 時まで, 早朝延長区は 0 時から 6 時までそれぞれ点灯させ, 18~20 時間の長日とした。電照はおよそ 6 m² に 60W の電照用白熱灯 (K-RD100V60W/D, National, 分光放射特性は図 II-1-1) 1 個の割合で, 地面から約 1.7 m の高さに設置した。各ハウスのベッド上の照度 (PHR-51, (株)ティアンドデイ), 73~81 lx であり, 無電照区ではいずれのハウスも 0 lx であった。

d. 長日処理における電照照度および電照開始生育期の検討 (実験 5)

間口 5.4 m, 長さ 40 m のポリオレフィン系フィルムを被覆したハウス内に, 実験 4 と同規格のベッドを施工した。光源から距離が遠くなるほど照度が下がるよう各ベッドのハウス中央部分のみに, 75W の電照用白熱灯 (DENSI00V75W, TOKI, 分光放射特性は図 II-1-1) 2 個を, 電灯の間隔 50 cm, 高さ 1.3 m に設置した。2005年5月27日に播種した苗を 7 月 22 日に電灯直下からの水平距離で 0, 1, 2, 3, 5, 8, 10, 14 および 18 m 離れた位置に 30 株ずつ定植し, 抽苔期以降の長日処理区とした。また, 7 月

1日播種した苗を8月17日に電灯直下からの水平距離で1, 2, 3, 5, 8および10m離れた位置に30株ずつ定植し、抽苔前からの長日処理区とした。長日処理は8月24日から開始し、電照の点灯時間は、17時から24時までとした。各定植区中央部の法線照度は、PHR-51((株)ティアンドディ)を用いて測定した。

e. 現地栽培圃場における光源の検討(実験6)

北海道滝川市の生産者圃場において、「スーパー・マリンブルー」((株)ミヨシ)を2007年6月18日に定植したハウスに処理区を設置した。生産者慣行の白熱電球(DENS 100V 75W, TOKI, 分光放射特性は図II-1-1)の一部を電球形蛍光ランプ(ELFD 21 EL, 東芝ライテック, 分光放射特性は図II-1-1)に替え, 同程度の照度になるように設置した蛍光灯区を3箇所設けた。抽苔が揃った7月23日から, 日の出からの明期が20時間程度となるように消灯時間を調整し点灯させた。

結果および考察

種苗メーカーを通じて北海道の产地にも導入された長日処理技術であるが, 北海道の夏秋期栽培における電照点灯時間(明期時間), 電照照度などの情報が不足しており, 生産者からは長日処理を効率的に導入するためにも, これらの情報が求められていた。

長日処理による切り花品質への影響を検討した実験1～3の結果を表II-1-1に示す。実験1(2004年7月10日播種)において、12時間明期区の切り花長が43.5cmだったのに対し、16時間明期では106%，20時間明期では116%の増加がみられた。側枝長にも長日処理による伸長効果が認められたが、主茎長（採花位置から最上位側枝発生位置までの長さ）、側枝数および各側枝の花蕾数には長日処理による影響はみられなかった。実験2(2004年8月17日播種)において、12時間明期区の切り花長が57.0cmだったのに対し、16時間明期では108%，20時間明期では114%のとなつた。また、主茎長に長日処理の影響が認められたが、側枝長には認められなかつた。側枝数、花蕾数においても、長日処理の影響はみられなかつた。実験3(2005年1月21日播種した実験3において、12時間明期の切り花長は64.6cmとなり、暗期中断区以外の長日処理区では、12時間明期区と比較して主茎長および側枝長が伸び、その結果として切り花長が長くなつた。側枝数に処理間差は認められなかつた。24時間明期区および暗期中断区の花蕾数は減少する傾向がみられた。長日処理によるシネンシス系品種の切り花品質向上技術は、中村ら(2003)，井上(2006)によつて報告されているが、いずれも切り花長に対する効果であり、側枝数や小花数にはその効果はみられなかつた。人工気象室を用いた本実験において

も、長日処理によって主茎長または側枝長が増加するることは確認されたが、側枝数の増加は認められなかつた。これらの結果から、抽苔期からの長日処理は、側枝数に対して効果はないが、主茎または側枝の節間長の伸長促進による切り花長の増加効果が認められる品質向上技術として有効と考えられた。

長日処理の明期時間について、中村ら（2003）は、18時間日長が適していることを示し、井上（2006）も暗期中断よりも連続した明期による処理効果が高く、16～18時間日長が最も適していることを示している。本実験1～3における長日処理区の設定からは、暗期中断よりも連続した明期による効果が高く、16時間日長よりも20時間日長でその効果が大きく、24時間日長では16時間日長程度の効果であった。これらの結果から、長日処理の明期時間としては、連続した明期を20時間程度確保することが目安と考えられた。9月以降に収穫を迎える夏秋期の栽培において、抽苔揃い期（8月上旬）以降の日長は、長くても約14時間20分（8月上旬：北海道（札幌））である。そのため、長日処理の目安である20時間程度の明期を確保するためには、日没前からの点灯する夕方延長、または深夜から点灯する朝方延長のどちらかが考えられる。電照する時間帯を検討した実験4において、夕方から電照する夕方延長区および深夜から電照する早朝延長区のいずれの処理区においても、切り花長の増加がみられ

同程度の効果が得られることが明らかとなつた（表II-1-4）。

本節の実験では、試験当時生産現場で一般的に使用されていた白熱灯を使用し、生産者との間で明るさを共有しやすい値として照度（1x）を用いた。電照に必要な照度の検討（実験5）において、試験区上の照度は、光源直下では240.1xであり、光源から8m以上離れた区では、1.51x以下であった（表II-1-2）。7月22日に定植し抽苔期（8月24日）から電照を開始した結果、光源から18m離れた区（0.01x）と比較して、電灯直下（240.31x）から3m（46.31x）までの切り花長には明らかな伸長効果が認められた（表I-1-2、図II-1-2）。花き生産現場での慣行的な白熱灯設置事例における照度が70～1001x程度であることを考慮すると、デルフィニウムの長日処理においても同程度の照度で妥当と考えられた。

道内の切り花产地において、一戸の生産者が複数の栽培ハウスを管理することが多く、異なる品目のハウスが隣り合うことや、同一品目でも生育ステージの異なるハウスが混在することが一般的である。また、ハウスとハウスの間隔が狭く、電照を必要するハウスに隣接するハウスにも電照の影響がおよぶ可能性がある。佐々木（2007）は、白色蛍光灯を使用した人工気象室で長日処理による開花促進技術の検討の中で、光合成有効光量子密度（PPFD）80

$\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上で確実に反応し、 $30 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 未満では感應しないことを示した。実験 5 における照度から PPFD を推定した結果、電灯直下 240.3 lx は、 $4.81 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、2 メートル離れた 87.5 lx は $1.75 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 相当であった（星、1996）。白熱灯を使用したトルコギキョウの長日処理試験において、75W 電球直下 90 cm で $3.52 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ を測定しており（工藤ら、2012），本実験の電球数等を考慮すると妥当な推定値と考えられた。実験 5 の定植 1 週間後からの長日処理において、光源から 10 m 離れた地点（照度 0.0 lx ，推定 PPFD $0.0 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ）と比較して光源直下 1 m （照度 196 lx ，推定 PPFD $3.9 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ）において抽苔促進が認められており、 $30 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 未満での反応が確認されたことになる。ハウス外に漏れる電照も考慮したハウス利用計画が必要になると考えられた。

電照に使用する光源によって、その効果が異なることが報告されている。トルコギキョウにおける主茎節間伸長効果は、定植時からの電照では用いた光源の赤色光 / 遠赤色光（以下、R/FR）比の影響を受け、R/FR 比が小さいと茎伸長が促進され、R/FR 比が大きいと茎伸長が抑制される（Yamada ら、2008）。また、太陽光の R/FR 比を変化させるフィルムと電球型蛍光灯を用いたストックの栽培において、R/FR 比の小さいフィルム下の栽培で夜間に遠赤色光電球型蛍光灯を照射することで、切り花長と節

間が長くなつた（吉村ら，2002）。光源の違いによる影響を検討した実験6は、生産者圃場で実施したことから光源処理間に遮光資材等の設置が困難であった。そのため、他方の光源の影響が加わっている可能性を否定できないが、生産者が慣行で使用している一般的にR/FR比が小さい白熱灯と比較してR/FR比の大きい電球形蛍光灯からも同等の切り花長の伸長効果が得られ、切り花重、切り花長および側枝数に光源の違いによる差はみられなかつた（表II-1-5）。当面は、現在使用している光源および設置方法で十分な効果を得られるが、今後は安価なLED電球の普及もみられることからより効果的な光源および設置方法の検討が必要と考えられる。

抽苔を待たずに定植1週間後から長日処理を開始した結果、各処理区における抽苔株率の推移は、光源に近いほど抽苔が早くみられ、その株率も高かつた（図II-1-3）。また、切り花長、主茎長（採花位置から最上位側枝発生位置までの長さ）は光源に近いほど増加したが、側枝数は減少する傾向がみられた（表II-1-3）。定植期が遅く、加温装置もないことから、摘心処理を行わず11月5日に一斉収穫を行った結果であるが、側枝数や主茎および側枝花蕾数が減少する傾向がみられた。これらのことから、長日処理開始時期については、抽苔揃期が開始の目安と考えられた。

表II-1-1 抽苔揃い期からの長日処理が生育および切り花品質に及ぼす影響

試験区 明期/暗期 (時間)	到花 日数 ^z (日)	切り花 重 (g)	12時間		主茎長 ^y (cm)	側枝数 (本/株)	最上位側枝		第2側枝		第3側枝			
			対比 長 (cm)				長	花蕾数 (個)	長	花蕾数 (個)	長	花蕾数 (個)		
			長	花蕾数 (個)			(cm)	(個)	(cm)	(個)	(cm)	(個)		
実験1(2004/7/10播種)														
12/12	43.7 b ^x	26.5 a	43.5 a	100	22.8 a	4.8 a	20.8 a	14.8 a	24.7 a	24.5 a	26.2 a	28.1 a		
16/8	37.2 a	32.9 ab	46.1 ab	106	21.8 a	4.9 a	24.0 ab	16.6 a	28.2 b	25.8 a	30.7 b	29.2 a		
20/4	35.4 a	33.2 b	50.5 b	116	24.5 a	5.1 a	24.9 b	16.4 a	30.9 b	27.7 a	33.7 b	33.6 a		
実験2(2004/8/17播種)														
12/12	46.5 a	33.5 a	57.0 a	100	35.5 a	5.6 a	21.7 a	13.5 a	25.8 a	21.1 a	29.2 a	26.4 a		
16/8	45.3 a	42.4 b	61.5 ab	108	39.3 ab	6.1 a	22.7 a	13.2 a	28.2 a	23.0 a	31.5 a	28.1 a		
20/4	45.5 a	38.2 ab	65.0 b	114	43.4 b	6.0 a	22.3 a	13.2 a	27.2 a	19.6 a	30.7 a	24.9 a		
実験3(2005/1/21播種)														
12/12	60.0 a	37.0 a	64.6 a	100	43.8 a	8.1 a	19.5 a	13.4 a	24.5 a	19.5 b	28.2 a	22.0 a		
16/8	55.4 b	51.9 b	74.9 b	116	52.2 b	8.3 a	24.3 b	13.8 a	29.1 b	19.7 b	33.1 b	22.6 a		
24/0	49.3 c	52.4 b	75.0 b	116	49.9 ab	8.2 a	25.6 b	10.0 a	29.9 b	14.1 a	35.8 b	20.6 a		
暗期中断	53.4 c	46.3 ab	66.3 ab	103	47.2 ab	9.2 a	18.7 a	11.7 a	23.4 a	17.5 ab	26.7 a	20.7 a		

^z電照開始から開花までの日数^y採花位置から最上位側枝発生位置までの長さ^x各実験において異文字間にはTukeyの多重比較により5%水準で有意差あり

表 II-1-3 抽苔摘期からの電照における照度が生育および切り花品質に及ぼす影響

光源直下 から の距離 (m)	法線 水平 (Lx)	到花 日数 ^z (日)	切花長			主茎長 ^y (cm)	側枝 数 (本)	最上位側枝				
			18m区		対比 (cm)			長 (cm)	長 (cm)	花蕾数 (個)		
			重 (g)	長 (cm)								
0	240.3	72.4 ^a	26.0	a	45.6	a	126	18.1	ab	4.3 a		
1	172.2	72.0 a	23.0	a	45.8	a	126	19.7	a	4.2 a		
2	87.5	74.4 a	21.6	a	43.7	a	121	18.1	ab	4.3 a		
3	46.3	73.4 a	21.7	a	41.6	ab	115	16.1	ab	4.1 a		
5	15.8	71.4 a	20.0	a	38.6	bc	107	14.8	b	4.1 a		
8	1.5	71.7 a	25.5	a	36.0	c	99	12.9	c	4.1 a		
10	0.0	71.4 a	22.3	a	36.4	c	100	13.4	c	4.3 a		
14	0.0	71.0 a	21.9	a	35.2	c	97	12.9	c	4.2 a		
18	0.0	70.0 a	22.1	a	36.2	c	100	13.2	c	4.2 a		

^z電照開始から開花までの日数^y採花位置から最上位側枝発生位置までの長さ^x異文字間にはTukeyの多重比較により5%水準で有意差あり

表 II-1-3 定植直後からの電照における照度が生育および切り花品質に及ぼす影響

光源直下 からの距離 (m)	法線 照度 (LX)	開花 程度 ^z	切り花		主茎長 ^y (cm)	側枝数 (本)	主茎			最上位側枝			第2側枝			
			重 長				長	花蓄数 (個)	長	花蓄数 (個)	長	花蓄数 (個)				
			(g)	(cm)								(cm)	(個)			
1	196.0	4.5	25.2 a ^w	45.6 a	19.0 a	3.7 ab	26.5 a	4.7 a	26.9 a	5.9 a	32.0 a	10.3 a				
2	102.7	4.3	23.1 a	44.3 ab	16.4 ab	3.6 ab	26.6 a	4.9 ab	27.0 a	6.1 a	31.3 a	10.9 a				
3	49.2	3.6	24.7 a	43.6 abc	14.7 bc	3.7 ab	28.2 a	5.6 bc	27.1 a	6.6 a	31.1 a	11.5 a				
5	16.8	3.1	26.3 a	42.1 abc	13.5 c	3.9 ab	27.7 a	5.9 c	27.3 a	7.4 a	31.2 a	11.6 a				
8	1.8	2.8	27.1 a	39.3 bc	10.6 d	3.9 ab	27.3 a	6.0 c	26.7 a	7.4 a	30.2 a	11.9 a				
10	0.0	3.0	27.5 a	39.1 c	10.7 d	4.0 b	26.6 a	6.2 c	25.8 a	7.4 a	29.9 a	11.3 a				

^z開花程度は、1:主茎花蕾未花、2:主茎花蕾開花期、3:主茎花蕾開花終、4:側枝花蕾開花期^y採花位置から最上位側枝発生位置までの長さ^x最上位側枝発生位置より上位の長さおよび花蓄数^w異文字間にTukeyの多重比較により5%水準で有意差あり

表 II-1-4 電照点灯時間帯が切り花品質に及ぼす影響

処理区	到花 日数 ^z (日)	切り花 長 (cm)	自然 日長 対比	主茎長 ^y (cm)	側枝数 (本/株)	最上位側枝			第2側枝			第3側枝		
						長	花蓄数 (個)	長	花蓄数 (個)	長	花蓄数 (個)			
											(cm)	(個)		
夕方延長	自然日長区	67.1	40.0	100	16.3	4.6	23.6	7.7	28.2	13.9	30.2	17.8		
	電照区(平均照度78 lx)	67.8	46.8	117	17.9	4.8	29.6	8.3	34.1	13.7	37.0	18.2		
早朝延長	自然日長区	66.0	42.9	100	16.9	4.7	26.5	7.6	30.8	14.0	33.2	18.8		
	電照区(平均照度85 lx)	66.4	50.1	116	17.7	4.7	32.1	8.1	36.5	14.4	39.3	18.4		

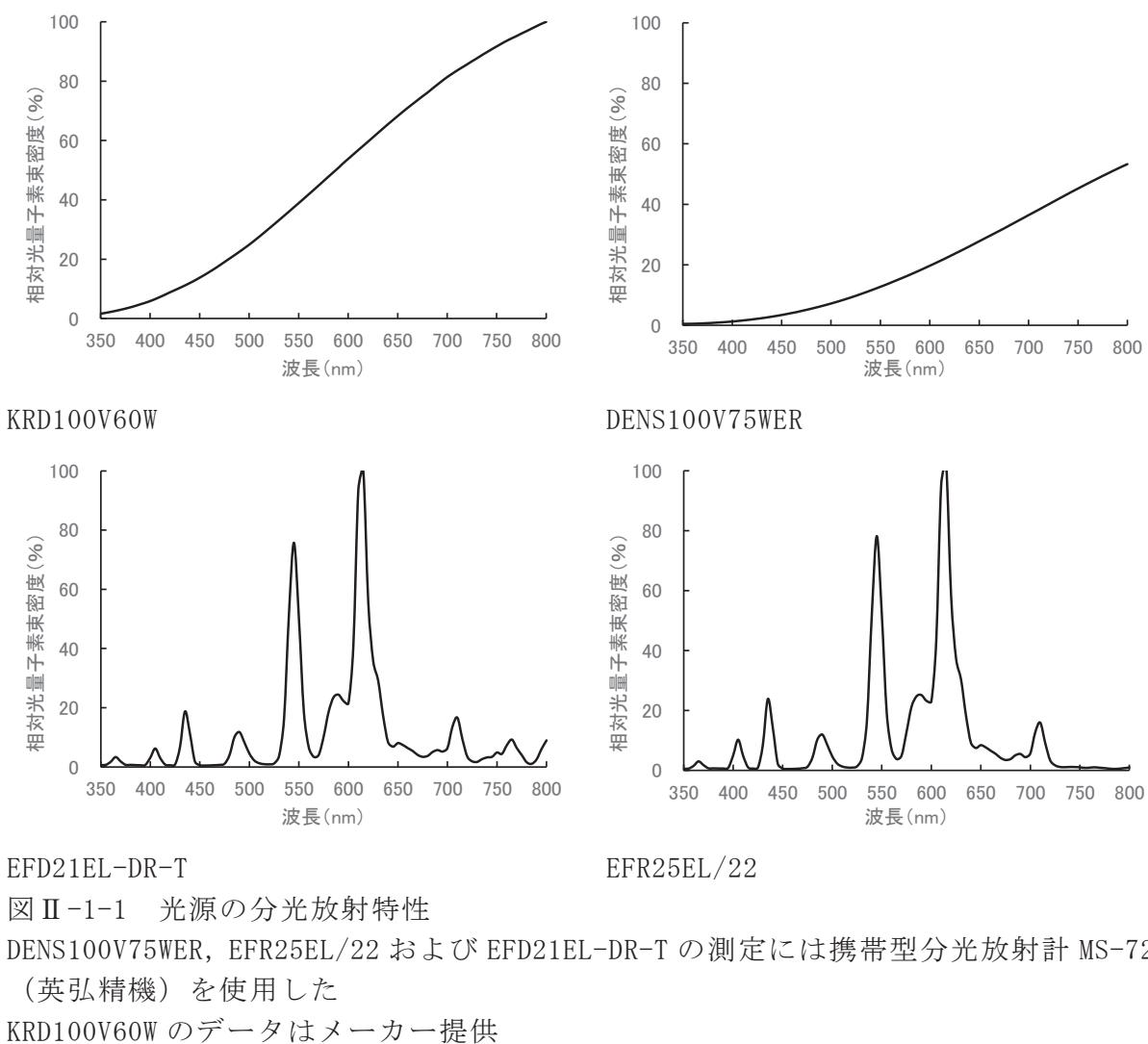
^z定植から開花までの日数^y採花位置から最上位側枝発生位置までの長さ^x各実験において異文字間にTukeyの多重比較により5%水準で有意差あり

表 II-1-5 光源の違いが切り花長および分枝数に及ぼす影響

光 源	試験区 照度 (lx)	収穫 日	切り花		側枝数 ^z (本)
			重 ^z (g)	長 ^z (cm)	
白熱電球	70 ~ 90	8月19日	22.8 ± 0.8	68.1 ± 2.0	2.6 ± 0.1
蛍光灯	70 ~ 100	8月20日	21.6 ± 1.7	66.9 ± 1.4	2.5 ± 0.1
有意性 ^y	—	—	ns	ns	ns

^z切り花重、長および側枝数は、平均値±標準誤差(n=3)

^y有意性nsは、t検定により有意な差がないことを示す



EFD21EL-DR-T

図 II-1-1 光源の分光放射特性

DENS100V75WER, EFR25EL/22 および EFD21EL-DR-T の測定には携帯型分光放射計 MS-720 (英弘精機) を使用した

KRD100V60W のデータはメーカー提供



図 II-1-2 電照照度が切り花長へ及ぼす影響（実験 4）
(5月 27 日播種, 7月 22 日定植, 8月 24 日電照開始)

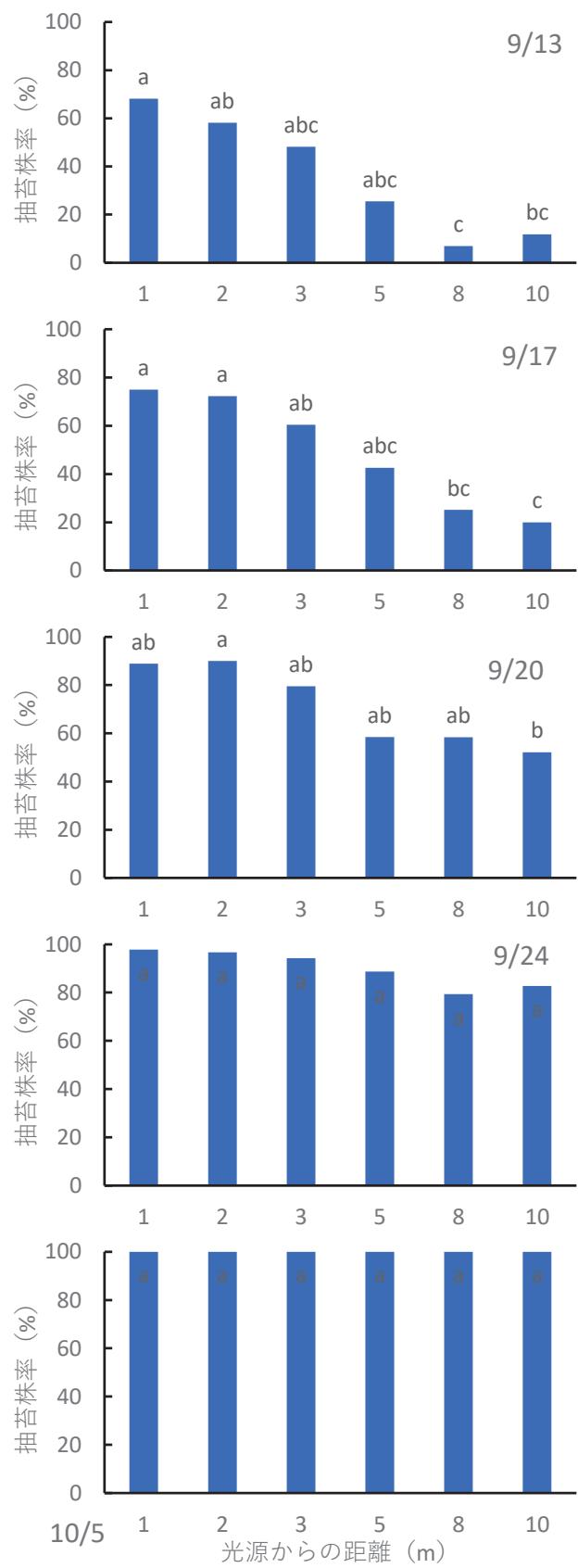


図 II-1-3 電照照度が抽苔に及ぼす影響
(7月1日播種, 8月17日定植, 8月24日電照開始)

第 2 節 短 日 夜 冷 育 苗 技 術 の 確 立

前 節 で は , 抽 苗 期 以 降 の 切 り 花 品 質 向 上 技 術 と し て , 抽 苗 期 か ら 人 工 光 で 自 然 日 長 を 延 長 し て 18 ~ 20 時 間 の 長 日 条 件 と す る 長 日 处 理 技 術 の 有 効 性 を 確 認 し た . し か し な が ら この 長 日 处 理 に は , 切 り 花 長 を 增 加 さ せ る 効 果 は 認 め ら れ て い る が , 側 枝 数 の 增 加 は 認 め ら れ て い な い た め , 切 り 花 長 と 側 枝 数 を 基 準 と す る 現 在 の 出 荷 規 格 に 十 分 に 対 応 が で き て い る 状 態 で は な い .

エ ラ 一 タ ム 系 に お い て 早 期 抽 苗 を 防 止 す る た め 育 苗 中 の 日 長 と 温 度 を 調 節 す る こ と に よ り , 切 り 花 長 と 小 花 数 を 增 加 さ せ る 冷 房 育 苗 技 術 が 確 立 さ れ (平 井 ・ 森 , 1999 ; 勝 谷 ら , 2002) , 北 海 道 の 産 地 に お い て も , 夏 秋 期 の 切 り 花 品 質 の 向 上 を 目 的 に 冷 房 育 苗 技 術 を 導 入 す る 事 例 が 増 え て い る (藤 田 , 2014) .

そ こ で , 本 節 で は シ ネ ン シ ス 系 デ ル フ ィ ニ ウ ム の 9 ~ 10 月 収 穫 の 作 期 に お い て , 育 苗 中 の 短 日 お よ び 夜 冷 处 理 が 切 り 花 品 質 に 及 ぼ す 影 韻 を 明 ら か に し , 短 日 夜 冷 育 苗 技 術 の 確 立 お よ び 普 及 に 向 け た 基 礎 的 な 情 報 を 得 る こ と を 目 的 と し た .

材 料 お よ び 方 法

実 験 1. 短 日 お よ び 夜 冷 处 理 に よ る 切 り 花 品 質 へ の 影 韻

シ ネ ン シ ス 系 の 供 試 品 種 と し て , ‘ス ー パ ー プ ラ

チナブルー' ((株)ミヨシ, 以下 'プラチナブルー') および 'スーパー グランブルー' ((株)ミヨシ, 以下 'グランブルー') を用いた。両品種とも 2014 年 5 月 22 日に固化培養土が充填された 512 穴セルトレイ (プラントプラグ, (株)サカタのタネ) に播種し, 催芽処理 (16°C , 10 日間) 後, 換気温度を 20°C に設定したガラス温室で育苗した。6 月 16 日に培養土 (ポットフミン 100, 北海道農材工業 (株)) を充填した 7.5 cm ポリポットに鉢上げした。短日処理および夜冷処理は 6 月 24 日から 7 月 29 日の定植までの 35 日間行った。短日処理は, ガラス温室内を遮光資材 (サンシルバー 0.1 mm , 三菱ケミカルアグリドリーム (株)) を用いて 17 時 30 分から 8 時 30 分まで遮光し, 9 時間明期とした。短日処理中の日の入り後から日の出前の間ににおいて, 日射量が $0.1\text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ 以下の状況においては遮光資材を開放した。対照区として自然日長区を設けた。短日処理区および自然日長区内に夜冷区と無処理区をそれぞれ設置した。夜冷処理には, スポットエアコン (SUBS1CS, ダイキン工業 (株), 冷房能力 2.2 kW) を用い, 透明農ポリフィルム (0.03 mm) を被覆した幅 85 cm, 高さ 85 cm, 長さ 7 m のトンネル内に冷気を導入した。スポットエアコンは, 事前にトンネル内の気温が 10°C 程度になるように風量を設定し, 17 時 30 分から 8 時 30 分までの 15 時間稼働させた。各処理区で各品種 120 株ずつ処理し, これ

らの苗を7月29日に花野技セ内のハウスに定植した。定植時に節間の伸長を確認できたものを抽苔とみなし、抽苔株率を求めた。抽苔株の定植時の葉数には、抽苔茎の葉数は含めず、抽苔までに発生した葉を調査対象とした。育苗中の温度の測定および記録には、小型防水温度データロガー（TR-52, (株)ティアンドディ）を用い、セルトレイ上約15cmで10分ごとに測定した。

換気温度20°Cに設定したハウスに、幅90cmのベッドを3本設けそれを反復とし、ベッド部分にN, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ1.5kg・a⁻¹施肥した。栽植様式は条間15cm, 株間15cm, 6条植えとした。育苗処理区当たり36株ずつ定植した。抽苔茎が伸長し主茎の花蕾と側枝が区別できる頃に主茎花序の摘心を随時行い、摘心した花序の花蕾数を調査した。側枝の最上位から3本の側枝で花蕾が開花し始めた頃に収穫し切り花品質を調査した。短日夜冷育苗の効果を確認するため、道内生産者の慣行的な栽培法であるセル成型苗直接定植（以下、セル直定）区を設置した。両品種とも2014年7月1日に固化培養土が充填された406穴セルトレイ（プラントプラグ, (株)サカタのタネ）に播種し、催芽処理（16°C, 10日間）後、換気温度を20°Cに設定した短日処理条件（9時間明期）のガラス温室で育苗した。この苗を8月2日に上述のハウス内に定植した。セル直定部分には、北海道の慣行の栽培法であ

る長日処理を抽苔が揃った9月15日から加えた。長日処理には、22Wの電球型蛍光灯(EFR25EL/22, 東芝ライテック(株))を6m²に1個割合で高さ約1.8mで設置し、日没前から12時まで点灯した。

実験2. 夜冷温度が切り花品質に及ぼす影響

供試材料として、「プラチナブルー」を用い、播種は実験1と同様とし、催芽処理(16°C, 10日間)後、換気温度20°Cに設定したガラス温室で育苗した。6月17日に培養土(ポットエース, 片倉コープアグリ(株))を充填した55穴セルトレイに鉢上げした。短日夜冷処理は、6月27日からポリポットに定植する8月2日まで36日間行った。短日夜冷処理は、セルトレイを暗黒条件で9, 12, 15および18°Cに設定したバイオマルチインキュベーター(LH-30-8CT, NKS SYSTEM)内で17時30分から8時30分まで処理し、処理時間以外は換気温度20°Cに設定したガラス温室にセルトレイを移し管理した。8月2日に培地を充填した18cm径ポリポットに苗を定植した。培地はピートモスおよび火山礫を体積比で5:3に混合したものとし、施肥は、炭酸苦土石灰, 過リン酸石灰, 複合硝加磷加安(S555, 北海道サンアグロ(株))を使用し、培地1L当たりに成分量でN:0.225g, P₂O₅:0.250g, K₂O:0.225gを施用した。節間が伸長し主茎の花蕾と側枝が区別できる頃に主茎の摘心を随時行った。側枝の最上位から3本の側枝で花蕾が開花し始めた頃に収穫し切り

花品質を調査した。

結果および考察

短日・無夜冷区（以下、短日区）の短日処理開始（17時30分）から日没までの間と日の出から短日処理終了（8時30分）までの間の気温は、自然日長・無夜冷区（以下、自然日長区）よりもやや高く推移する傾向がみられた（図II-2-1）。これは短日処理の被覆資材による保温効果によるものと考えられた。そのため、短日区の処理期間中の平均気温も、自然日長区よりもやや高く推移した（表II-2-1）。短日・夜冷区（以下、短日夜冷区）と自然日長・夜冷区（以下、夜冷区）の夜冷処理中の気温に処理間差はみられなかった。なお、日中（8時30分から17時30分）の平均気温には、処理間差はみられなかった。

実験1の自然日長区、短日区、夜冷区および短日夜冷区とセル直定区との間には定植期に5日の違いがあるが、ほぼ同時期の定植と仮定して比較検討した。

生産者慣行の栽培法として設置したセル直定区（表II-2-4）の‘プラチナブルー’は、播種から113.5日、‘グランブルー’は108.6日で収穫に到った。切り花長はいずれの品種も60cm以上であり、側枝数は‘プラチナブルー’は4.8本、‘グランブルー’は4.3本であった。北海道におけるシネンシ

ス系の切り花の出荷規格の产地事例として、表示規格 60 cm 秀品の側枝の本数は、切り口から 5 cm 以内の側枝を取り除いて 4 本以上とされている。セル直定区の切り花は、いずれの品種も主茎長が 23 cm 程度と短いうえ、切り口から 5 cm 以内に側枝が 1 ~ 2 本含まれていたため、調製後の側枝数は 2 ~ 3 本程度となり、多くの切り花が側枝数 3 本以上の優品レベルであった。

これに対して、短日夜冷区では、切り花長が ‘プラチナブルー’ で 75.0 cm, ‘グラントブルー’ で 80.2 cm, 主茎長と側枝数は、‘プラチナブルー’ で 37.9 cm に 9.8 本, ‘グラントブルー’ で 50.2 cm に 11.8 本とセル直定区に比べて値が大きく（表 II - 2 - 3），前述の出荷規格に照らしても、出荷規格が上位規格となり明らかな切り花品質の向上がみられた。前節の長日処理には、切り花長の増加効果は認められているが、側枝数の増加は認められない。本実験で検討した短日夜冷育苗は、切り花長と側枝数の両形質に対して効果があり、シネンシス系の品質向上対策として有望な技術であることが確認された。

長日高温条件におけるエラータム系品種の栽培上の問題点として、花芽分化が促進され葉数が少ないまま早期抽苔を生じ、その切り花は草丈が短く小花数が少なく、商品性が低いことがあげられる（勝谷・池田, 1997）。また、主茎花序より下の葉数が多いほど主茎花序の小花数が多いことが明らかにさ

れでいる（勝谷・池田，1997）。本実験における主茎花序より下の葉数は、定植時の葉数と切り花の葉数の合計であり、定植時に処理間差がいずれの品種においても認められ、自然日長区が最も少なく、次いで夜冷区、短日区、短日夜冷区の順に多くなった（表II-2-2）。切り花の葉数においても同様に処理間が認められた（表II-2-3）。この主茎花序より下の葉数と側枝数との間に高い正の相関関係があり（プラチナブルー $r=0.952$ （ $P=0.048$ ）、グランブルー $r=0.981$ （ $P=0.019$ ）），葉数の増加により側枝が発生する節が増え、側枝数の増加につながったと考えられた。また、切り花長との間にも正の相関関係がみられ（プラチナブルー $r=0.949$ （ $P=0.051$ ）、グランブルー $r=0.976$ （ $P=0.025$ ）），葉数の増加による節間数の増加が切り花長の増加につながったと考えられた。シネンシス系では主茎花序を摘心しスピリーワン仕立てとするのが一般的である。そのため、主茎花序の花蕾数は商品性に影響しないが、側枝数と同様に主茎花序より下の葉数と主茎花序の花蕾数との間にも正の相関関係がみられ（プラチナブルー $r=0.987$ （ $P=0.013$ ）、グランブルー $r=0.942$ （ $P=0.058$ ）），エラータム系の報告と一致した。

エラータム系の花芽形成過程において、生殖成長に移行後は葉原基の形成から苞葉原基の形成に移り、包葉の内側に小花原基が形成されることが報告されている（勝谷・池田，1997）。そのため、主茎

花序より下の葉数は、生殖成長に移行するまでに分化した葉数と考えられ、生殖成長への移行が抑制されるほど、葉数は増加することになる。シネンシス系の花芽形成過程は、エラータム系と高い共通性を有することが明らかにされている（佐々木，2007）。実験1において主茎花序より下の葉数は、前述のとおり自然日長区が最も少なく、次いで夜冷区、短日区、短日夜冷区の順に多くなった（表II-2-3）。このことから、短日条件および夜冷処理による生殖成長への移行抑制効果が明らかとなつた。また、夜冷区より短日区の葉数が多いことから、短日処理による効果は夜冷処理よりも高いと推察され、短日夜冷技術の導入には、短日条件の確保が重要であることが明らかとなつた。

短日処理中に夜冷処理を加えることでより高い生殖成長の抑制効果を得られることが明らかとなつたことから、夜冷処理温度を9, 12, 15および18°Cで検討した。その結果、定植時における抽苔は、いずれの夜冷処理温度においても発生しなかつた（図II-2-3）。処理温度が高くなるほど定植時の葉数が増える傾向がみられた（表II-2-5）。9°C区の切り花は、切り花長、主茎長、葉数、側枝数、主茎花蕾数のいずれの値とも、他の処理温度より有意に大きかつた。12°C以上の処理温度においては、有意な処理間差が認められないか、または処理温度が高いほどその値は減少した。エラータム系において、日中の

気温をなりゆきとし夜間最低気温を10°Cに設定して育苗しても小花数を増加させる効果が高いことが示されている(勝谷ら, 2002). また, 夜冷温度が10°Cと15°Cの比較では, いずれも早期抽苔防止に効果は認められたが, 苗の生育や定植後の生育は10°Cでやや劣ることが報告されている(中村ら, 1995). 本実験において9°C未満の条件については検討を行っていないが, 苗の生育状況および切り花の品質を勘案すると, 夜冷温度の目安は10°Cと考えられた.

本研究における短日夜冷処理の日長の設定は, 短日夜冷導入生産者の実施事例から9時間とし, 日長に関しては検討を行っていない. 生産現場で実践されている日長によって短日夜冷の著しい切り花品質向上効果が得られたことを考慮すると, 日長は9時間程度で十分であると考えられた.

以上のことから, 日長9時間, 夜冷温度10°Cを目安とした短日夜冷育苗は, 北海道におけるシネンシス系品種の夏秋期出荷の作型において, 切り花品質向上に非常に有効な技術といえる. 井上(2006)は, シネンシス系の夜冷育苗における育苗期間の検討において, 85日間の育苗で本葉は8枚に達し, 心つぶれ症が発生したことを報告した. また, 勝谷ら(2002)は, エラータム系の冷房育苗期間の目安を, 切り花品質を勘案して本葉6~7枚とした. 本実験では, 68日間育苗し短日夜冷区では本葉8枚に

達したが、いずれの品種においても心つぶれ症はみられなかつた。本実験では育苗期間の検討は行っていない。短日夜冷育苗による切り花の商品性向上と短日夜冷育苗の費用を勘案し、さらに育苗中の抽苔株率が品種によって大きく異なつた（表 II - 2 - 2）ことから、品種毎に育苗期間を設定する必要があると考えられた。

一方、実験 1において、短日区の短日処理中平均気温は自然日長区よりやや高く $21.5 \sim 22.1^{\circ}\text{C}$ であつた（表 II - 2 - 1）が、セル直定区より切り花品質の向上がみられ、冷房装置を必要としない短日育苗の可能性も明らかとなつた。また、産地では小径のセル成型苗をハウス圃場に直接定植し、その後からハウス内で短日処理のみを行い、切り花の品質を向上させている事例もみられる。これらのことから、今後は冷房処理装置を必要としない短日処理を基本とした、低コスト品質向上技術への発展が期待される。

表II-2-1 育苗期間中の平均気温

期間 ^z	夜冷処理中 (17:30~8:30) 平均気温 (°C)				日平均気温 (°C)			
	自然日長 ^y	夜冷 ^y	短日 ^y	短日夜冷 ^y	自然日長	夜冷	短日	短日夜冷
6月下旬	20.2	11.7	21.7	11.1	22.4	16.8	23.4	16.4
7月上旬	20.4	11.8	21.5	11.4	22.3	16.6	23.0	16.3
7月中旬	20.9	12.6	22.1	12.3	23.2	17.5	23.9	17.8
7月下旬	20.7	12.3	21.8	11.9	22.2	16.5	23.0	16.5

^z6月下旬：6/24～6/30, 7月上旬：7/1～7/10, 7月中旬：7/11～7/20, 7月下旬：7/21～7/28^y自然日長：自然日長・無夜冷, 夜冷：自然日長・夜冷, 短日：短日・無夜冷, 短日夜冷：短日・夜冷

表II-2-2 シネンシス系デルフィニウムの育苗における短日および夜冷処理が苗の抽苔および生育に及ぼす影響

品種	処理 ^z	抽苔		葉数 ^x	最大葉長 (mm)
		株率 (%)	茎長 ^y (mm)		
プラチナ	自然日長	100	21.2	6.3 a ^w	14.8 c
	夜冷	66.7	2.2	6.8 b	15.6 c
	短日	41.7	1.2	8.4 c	11.9 a
	短日夜冷	0	0	8.2 c	13.3 b
グランブルー	自然日長	100	26.8	6.0 a	13.5 c
	夜冷	100	4.1	6.3 a	14.5 c
	短日	100	5.2	8.3 b	10.4 a
	短日夜冷	91.7	2.3	8.9 c	12.2 b

^z自然日長：自然日長・無夜冷, 夜冷：自然日長・夜冷, 短日：短日・無夜冷, 短日夜冷：短日・夜冷^y抽苔を確認した株のみを調査対象とした^x抽苔茎の葉数は含まない^w各品種内の異なる文字間には、Tukeyの多重検定により5%レベルで有意差があることを示す

表 II-2-3 シネンシス系デルフィニウムの育苗中の短日および夜冷処理が生育および切り花品質に及ぼす影響

品種	処理 ^z	到花		切り花		主茎長 ^x (cm)	葉数 (枚／株)	側枝数 (本／株)	主茎 花序 花蕾数 より下の 葉数 ^w (枚／株)	主茎花序 長 (cm)	最上位側枝 長 (cm)	第2側枝		第3側枝 長 (cm)	花蕾数
		日数 ^y (日)	重 (g)	重 (cm)	長 (cm)							葉数 (枚)	長 (cm)		
自然日長	98.4 ^v	15.3 a	54.1 a	31.0 b	5.9 a	3.9 a	6.8 a	12.2	23.1 a	8.0 a	26.2 a	12.8 a	26.2 a	25.1 a	14.7 a
アラチナ 夜冷	111.7 b	31.5 b	54.1 a	25.8 a	7.4 b	7.1 b	7.6 a	14.3	28.3 b	8.4 a	32.2 b	13.6 a	32.2 b	34.2 b	16.9 a
ブルー 短日	115.8 c	48.6 c	66.8 b	35.5 bc	8.3 c	7.6 c	10.1 b	16.8	32.0 c	8.9 a	35.9 b	15.3 a	38.9 b	38.9 b	22.2 b
短日夜冷	128.6 d	78.3 d	75.0 c	37.9 c	10.1 d	9.8 d	11.7 b	18.3	36.8 d	16.0 b	43.1 c	26.0 b	47.5 c	47.5 c	29.3 c
自然日長	92.9 ^v	14.6 a	48.5 a	28.4 a	5.7 a	4.1 a	8.0 a	11.7	20.5 a	8.1 a	23.1 a	12.7 a	23.1 a	23.2 a	13.9 a
アランブ ルー 夜冷	106.9 b	21.0 a	46.9 a	23.0 a	7.3 b	6.3 b	9.2 ab	13.5	23.8 a	8.0 a	26.5 a	11.8 a	26.5 a	27.7 a	13.8 a
短日	113.5 c	38.2 b	70.0 b	45.8 b	9.8 c	8.4 c	9.9 b	18.1	24.7 a	7.2 a	27.6 a	12.1 a	29.2 a	29.2 a	15.3 a
短日夜冷	127.8 d	68.9 c	80.2 b	50.2 b	12.0 d	11.8 d	12.5 c	20.9	30.1 b	14.7 b	34.1 b	20.5 b	36.2 b	36.2 b	23.2 b

^z自然日長・無夜冷、夜冷：自然日長・夜冷、短日：短日・無夜冷、短日夜冷：短日・夜冷^y播種から開花に到るまでの日数^x採花位置から最上位側枝発生位置までの長さ^w定植時の葉数と切り花の葉数の合計値^v各品種内の異なる文字間に、Tukeyの多重検定により5%水準で有意差があることを示す

表 II-2-4 シネンシス系デルフィニウムのセル成型苗直接定植における切り花品質

品種	到花		切り花		主茎 長 ^y (cm)	葉数 (枚／株)	側枝 数 (本／株)	最上位側枝 長 (cm)	花蕾 数 (枚)	長 (cm)	第2側枝		花蕾 数
	日数 ^z (日)	重 (g)	重 (cm)	長 (cm)							葉数 (枚)	長 (cm)	
アラチナブルー	113.5	52.4	66.0	23.1	4.8	4.8	42.4	17.1	50.1	28.7	54.9	27.5	
グラントブルー	108.6	35.7	61.2	22.5	4.3	4.3	39.4	15.6	44.0	22.6	46.9	21.3	

^z播種から開花に到るまでの日数
^y採花位置から最上位側枝発生位置までの長さ

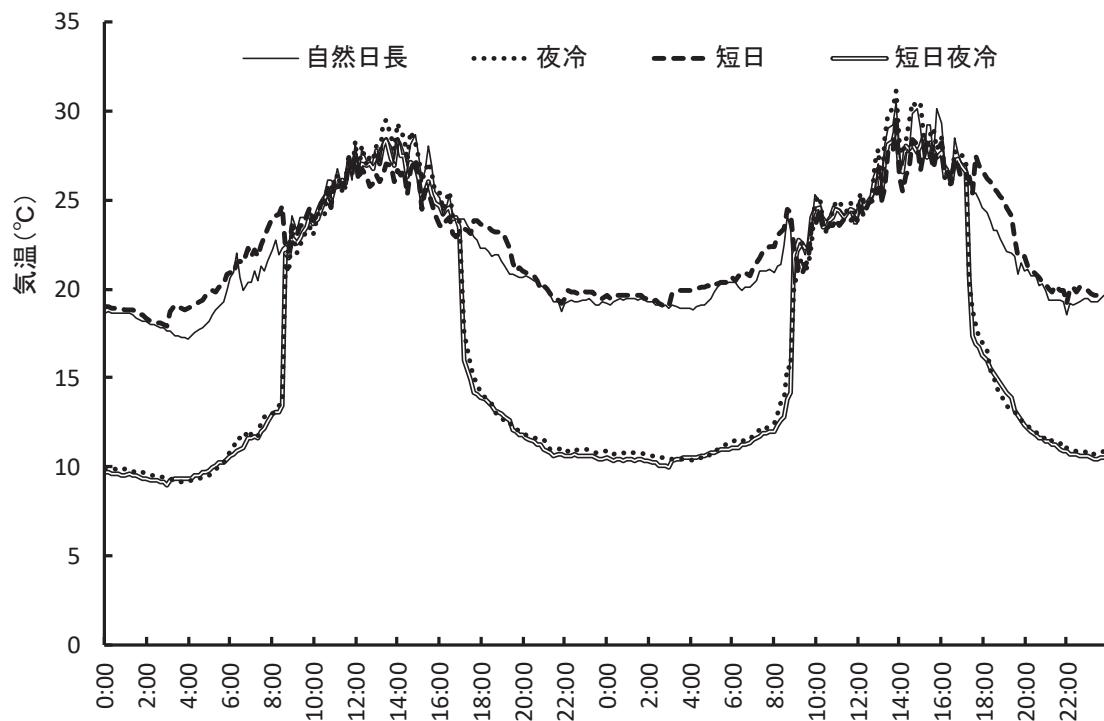
表II-2-5 シネンシス系デルフィニウム ‘プラチナブルー’ の短日夜冷処理中の夜冷温度が苗の生育および切り花品質に及ぼす影響

処理 温度 (°C)	定植時 葉数 (枚／株)	到花 日数 ^z (日)	切り花 長 (cm)	主茎 長 ^y (cm)	葉数 (枚／本)	側枝数 (本／株)	主茎 花序 花蕾数
9	6.0 a ^x	144.1 b	63.4 b	37.8 b	10.1 c	8.9 c	14.9 b
12	6.5 a	143.1 b	54.7 a	25.8 a	7.9 b	7.8 b	11.1 a
15	7.2 b	141.4 ab	57.7 a	25.4 a	7.2 ab	7.0 ab	10.4 a
18	7.7 b	139.1 a	56.7 a	25.3 a	7.0 a	6.6 a	10.7 a

^z播種から開花に到るまでの日数

^y採花位置から最上位側枝発生位置までの長さ

^x異なる文字間には、Tukeyの多重検定により5%レベルで有意差があることを示す



図II-2-1 短日および夜冷処理中の気温の推移 (2014. 7. 1~7. 2)

自然日長：自然日長・無夜冷，夜冷：自然日長・夜冷，短日：短日・無夜冷，短日夜冷：短日・夜冷



図 II-2-2 シネンシス系品種における短日および夜冷処理終了時の苗姿
上：‘プラチナブルー’，下：‘グランブルー’

自然日長：自然日長・無夜冷，夜冷：自然日長・夜冷，短日：短日・無夜冷，短日夜冷：
短日・夜冷

右下のスケールは 10 cm



図 II-2-3 シネンシス系品種‘プラチナブルー’における短日夜冷処理（日長 9 時間、夜冷温度 9, 12, 15 または 18°C）終了時の苗姿
右下のスケールは 5 cm

第三章 切り花の品質保持技術の確立と湿式輸送の検証

エチレン感受性の高いデルフィニウムは、エチレンによりがく片が脱離し、観賞価値を失う (Ichimuraら, 2000). これに対し、収穫後にエチレン作用阻害剤であるSTSを処理することで、がく片や花弁の脱離抑制に著しい効果があることが報告されている (後藤ら, 1998; 中原・中村, 2002; 宇田ら, 1994). デルフィニウムと同様にエチレン感受性の高い切り花であるカーネーションにおいては、STS調製時の AgNO_3 と $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の混合比率や銀イオン濃度と処理時間の組み合わせが日持ちに及ぼす影響について報告されている (宇田ら, 1995; 宇田ら, 1996). また、切り花の各器官に吸収された銀は前処理後の吸水よって移行しないこと (Gorinら, 1985) なども報告され、カーネーション切り花の適切なSTS処理技術が確立されている。一方、デルフィニウムにおいて、STS濃度と処理時間の組み合わせが、切り花の銀含量および日持ちに及ぼす影響についての報告は少ない。

シネンシス系をはじめデルフィニウム切り花は、出荷時に開花した小花と蕾が混在した状態であり、購入したデルフィニウム切り花の花穂上部が開花まで到らない、開花しても品種本来の花色が発色しないなどの課題についても実需者側から対応を求められている。切り花に対してスクロースをはじめとす

る糖類の処理は、日持ちを延長させるだけでなく、薔薇の開花促進、花色発現促進などに効果があることが多品目で確認されている（Ichimura, 1998）。特にショッコンカスミソウ（Farnhamら, 1978）、ハイブリッドスター（Doi・Reid, 1995）、キンギヨソウ（Ichimura・Hisamatsu, 1999）、ブルースター（平谷ら, 2002）をはじめとした多数の小花から構成される切り花では、これらの効果が高いことが報告されている。

北海道の产地から切り花が、採花から首都圏の市場に到着するまでにトラック便で3日間以上を必要とし、その間切り花への水の供給は断たれ、切り花の水分状態は悪化する。その対策として、切り口を湿らせたキッチンペーパーで覆うなどの処理を行い出荷しているが、着荷後の草姿には萎れがみられる事もあり、十分な対応とはいえない。一方、ヨーロッパでは水や後処理剤が入った容器に切り花を生けた状態で出荷する湿式輸送が推奨されており（Noordegraaf, 1995），湿式輸送の鮮度保持や日持ち延長効果は、バラおよびショッコンカスミソウにおいて報告されている（Huら, 1998；宮前ら, 2007）。また近年、日本においても市場の施設整備や専用輸送車両の開発などの湿式輸送システムが確立され、首都圏を中心に普及し、様々な品目に導入されている。

そこで本章の第1節では、シネンシス系、エラー

タム系およびベラドンナ系において、STS処理効果が最大となる切り花内の銀含量を明らかにし、それを吸収させるためのSTS溶液濃度を検討した。次に第2節では、収穫後の切り花品質向上を目的として、STS処理時のクロース添加の効果について調査した。そして第3節ではデルフィニウムにおける湿式輸送の実用性を検証するため、切り花を実際の流通ルートにおいて関東の市場に輸送した後、着荷時の品質および日持ち期間を検討した。

第1節 チオ硫酸銀錯体(STS)による品質保持技術の確立

本節では、デルフィニウム切り花の適切なSTS処理技術を確立することを目的に、STS溶液の濃度と吸収時間を組み合わせて処理し、切り花に吸収された銀含量と日持ちとの関係について検討した。

材料および方法

(1)STS溶液、STS処理および日持ち調査時の環境条件、銀含量測定方法

STS溶液は、市販のSTS溶液(クリザールK-20C、クリザール・ジャパン(株))を用いSTS濃度が0.1, 0.2, 0.25, 0.27および0.4mMとなるよう蒸留水で希釈して使用した。

STS処理および日持ちの調査は、23°C、相対湿度70%に制御した恒温室内で、三波長型蛍光灯を用い

て PPFD 15 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (調査台上) の光条件で行い、日持ちの調査では 6:00 から 18:00 までの 12 時間明条件とした。

切り花の銀含量の測定は、小花と茎葉に分けて行った。STS 溶液処理後、切り口を蒸留水ですすぎ、各器官に分け 60 または 70°C で乾燥後、粉碎し試料とした。試料 0.5 g を分解ビンに入れ、濃硫酸 4 mL を加えて加熱分解した。分解促進のため過酸化水素水を適宜加えた。分解終了後、蒸留水で 50 mL に定容し、原子吸光分光光度計 (Z-6100, (株) 日立製作所) を用いて銀の含量を測定した。小花および茎の銀含量を測定するとともに、各器官の新鮮重で重み付けをして切り花全体の含量を算出した。

(2) シネンシス系

実験には、花野技セで栽培したシネンシス系品種‘ハイランドブルー’((株)ミヨシ)を供試した。上位 3 本の側枝の花序の小花が 60% 程度開花した株を 2006 年 7 月 19 日に収穫し、長さ 70 cm, 側花序上位 4 本を残し、それより下位の側花序と葉を取り除く調整を行い、所定の時間 STS 溶液で処理した。処理時間は、0.1 mM 溶液では 1, 3, 6 および 24 時間, 0.2 mM 溶液では 1, 2, 3, 4, 6 および 24 時間, 0.25 mM 溶液では 0.5, 1 および 3 時間とした。各区 6 本ずつ処理し、その内 4 本を日持ち調査に、2 本を銀含量の調査に供試した。STS の処理後、切り口を蒸留水ですすぎ、蒸留水を 350 mL 入

れたメスシリンドラー（容量 500 mL）に 1 本ずつ移した。日持ち調査中は、生け水の交換、茎の切り戻しを行わなかった。日持ち期間は、収穫した日から花穂で花弁またはがく片の脱離がみられるか、または小花の半数以上が萎れる日までの期間とした。

(3) エラータム系

実験 1) STS 溶液濃度と処理時間の組み合わせが日持ち及ぼす影響

実験には、花野技セで栽培したエラータム系品種‘オーロラブルーインプ’を供試した。主茎花序の小花が 60% 程度開花した株を 2006 年 7 月 26 日に収穫し、長さ 100 cm に揃え側花序とすべての葉を取り除く調整を行い、STS 溶液を所定の時間吸収させた。処理時間は、0.1 および 0.25 mM 溶液では 1, 3, 6 時間とし、0.2 mM 溶液では、1, 3, 6, 12 および 24 時間とした。各区 7 本ずつ処理し、その内 5 本を日持ち調査に、2 本を銀含量の調査に供試した。日持ち調査用の切り花は、STS の処理後に蒸留水を 400 mL 入れたメスシリンドラー（容量 1000 mL）に 1 本ずつ移した。日持ち調査中は、生け水の交換、茎の切り戻しを行わなかった。日持ちは、収穫した日から花弁または萼片の脱離した日、または小花の 50% 以上が萎れる日までの期間とした。銀含量調査用の切り花は、STS 処理後、切り口を蒸留水ですすぎ、1 本ごとに小花と花柄を含む茎に分け、70 °C で乾燥後、粉碎して測定用試料とした。小花お

よび茎の銀含量を測定するとともに、各器官の新鮮重で重み付けをして切り花全体の含量を算出した。

実験 2) 開花後経過日数がSTS処理効果に及ぼす影響

花野技セで栽培したエラータム系品種‘オーロラブルーインプ’(タキイ種苗(株))を供試した。

2007年7月31日に、開花が始まった状態の20株を選び、供試時に各小花を開花後経過日数ごとに分けられるよう、花穂に開花位置を毎日印し、8月6日に収穫した。収穫した切り花は、長さ100cmに揃え側花序およびすべての葉を取り除き、10本ずつ0.2mMのSTS溶液あるいは蒸留水を24時間吸収させた。処理後、小花を開花日ごとに取り外し、開花後0~4日までの小花を日持ちの調査に供試した。

また、未開花~開花後5日までの小花を銀含量の調査に供試した。日持ちの調査には小花を各区15花供試し、蒸留水(50mL)を入れた試験管(容量70mL)に5花ずつ生けて行った。日持ちは、処理後から花弁または萼片の脱離または萎れる日までの期間とした。小花の銀含量の測定では、未開花および開花後経過日数ごとに小花10個程度を乾燥させ粉碎したものを試料とした。

(4) ベラドンナ系

実験には、花野技セで栽培したベラドンナ系品種‘空のワルツ’((株)ミヨシ)を供試した。2005年7月19日に収穫し、長さ80cm、中央の花序と

側花序上位2本とそこから発生する葉を残し、それより下位の側花序と葉を取り除く調整を行い、所定の時間STS溶液で処理した。処理時間は、0.27 mMおよび0.4 mM溶液では1, 3および6時間とし。0.2 mM溶液では、0.5, 1, 2, 3, 6, 12および24時間とした。各区7本ずつ処理し、その内5本を日持ち調査に、2本を銀含量の調査に供試した。また、2005年9月16日に収穫し、長さ70 cm、中央の花序のみになるよう側花序と葉を取り除く調整を行い、所定の時間STS溶液で処理した。処理時間は、0.1 mM溶液では3, 6, 12, 24時間、0.2 mM溶液では3, 6, 12時間、0.4 mM溶液では3, 6時間とした。各区8本ずつ処理し、その内5本を日持ち調査に、3本を銀含量の調査に供試した。

結果および考察

シネンシス系品種の切り花および小花の銀含量と日持ちの関係を図III-1-1に示した。0.2 mMおよび0.25 mM溶液で処理した切り花の日持ちは、切り花全体の銀含量が増加してもほぼ一定であった。0.1 mM溶液処理区において、処理時間を長くしたにより切り花の銀含量は、0.2 mMおよび0.25 mM溶液処理区と同程度であったが、小花の銀含量は0.2 mMおよび0.25 mM溶液処理区より少なく $2 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$ 以下であり、日持ちは0.2 mMおよび0.25 mM溶液処理よりやや劣った。

エラータム系品種の切り花全体の銀含量と日持ちとの関係は、 $5 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}$ までは直線的に増加し、それ以上ではほぼ一定となつた（図III-1-3）。小花の銀含量と日持ちの関係は $3 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}$ までは直線的に増加し、それ以上の銀含量ではほぼ一定となつた。0.25 mM溶液3時間処理区の切り花全体の含量は、 $5 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}$ 以下であったが、小花の銀含量は $3 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}$ 以上であり花持ちの延長効果は十分に得られた。

ベラドンナ系品種においても同様に、切り花全体の銀含量の増加とともに日持ちは延長されたが、約 $5 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}$ 以上ではほぼ一定となつた（図III-1-6）。小花の銀含量と日持ちの関係においても約 $3 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}$ 以下では、含量の増加に応じて日持ち期間は延長されたが、それ以上の含量では日持ち期間はほぼ一定となつた。0.4 mM溶液1時間処理区の切り花の銀吸収量は、 $3.6 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}$ であったが、小花の銀含量は、 $4.0 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}$ に達し、花持ちの延長効果は十分に得られた。一方、実験2において、0.1 mM溶液24時間処理区の切り花全体の含量は $7.7 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}$ であったが、小花の銀含量は $1.9 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}$ であり、花持ちの延長効果は十分に得られなかつた。

これらの結果から、いずれの系統であつても、STS処理による日持ちの延長効果を最大にするには小花における銀の蓄積が重要であり、シネンシス系

品種においては $2 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}$ 以上、エラータム系品種およびベラドンナ系品種においては $3 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{FW}$ 以上の銀が小花に蓄積された切り花では、日持ちはほぼ一定となり最大の日持ち延長効果が得られることが明らかとなつた。

里井（1986）は、エラータム系デルフィニウムにおいて日持ち延長効果が十分に期待できるSTS溶液の濃度と処理時間の関係を示した。その中で低濃度STS溶液における処理時間の目安として、 0.1 mM 溶液（ 20 mM STS溶液 200倍希釈）では 16 時間、 0.08 mM 溶液（ 20 mM STS溶液 240倍希釈）では 24 時間とした。これらは、切り花全体の銀含量と日持ち期間の関係から得られた目安である。本節のエラータム系品種およびベラドンナ系品種におけるSTS溶液の吸収量は、処理開始時には急速にSTS溶液を吸収するが、時間とともに吸収量が減少した（図 III-1-8）。同様の傾向は、小花の銀含量においてもみられ、 0.2 mM 溶液で処理したエラータム系品種において、茎葉の銀含量は処理時間に対して比例的に増加したのに対し、小花の銀含量は、12時間処理からの明らかな増加はみられなかった（図 III-1-4）。ベラドンナ系品種において、 0.1 mM および 0.2 mM 溶液で処理した切り花の茎葉の銀含量は、いずれの濃度においても処理時間を長くしたことにより含量は増加した（図 III-1-7）。小花の銀含量は、 0.2 mM 溶液処理区の小花の銀含量は処理 6 時間目には、 3.2

$\mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}\text{FW}$ に達したが、処理を 12 時間まで延長しても処理 6 時間目からの増加はわずかであった。同様に 0.1 mM 溶液処理区において、処理を 24 時間まで延長しても処理 6 時間目からの増加はわずかであり、 $3 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}\text{FW}$ に達しなかった。シネンシス系品種では、 0.2 mM 溶液処理での小花の銀含量は、処理 6 時間目には $3.4 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}\text{FW}$ に達したが、処理を 24 時間まで延長しても処理 6 時間目からの増加はわずかであった。同様に 0.1 mM 溶液処理において、処理を 24 時間まで延長しても処理 6 時間目からの増加はわずかであり、 $2 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}\text{FW}$ 以上にはならなかった（図 III-1-2）。これらのことから、いずれの系統においても、STS 溶液の吸収が盛んなうちに、適正な濃度のSTS 溶液を処理することが望ましいと考えられ、 0.2 mM 以上のSTS 溶液で処理する必要があることが明らかになった。

花穂部分が長く、小花数の多いエラータム系品種において、収穫時には開花後数日が開花した小花から未開花の小花が花穂の中に混在している。そこで、開花後の経過日数がSTS処理効果に及ぼす影響について検討した。その結果、収穫時の花穂において、開花当日の小花（図 III-1-5A）では、花粉の飛散はみられなかった。開花後 1 日の小花（図 III-1-5B）から花粉が飛散し始め、開花後 2 日の小花（図 III-1-5C）では花粉の飛散する薬が増加し、開花後 3

日の小花（図III-1-5D）ではすべての薬で花粉の飛散がみられた。また、開花後4日の小花（図III-1-5E）は雌蕊先端が立ち上がり、5日の小花（図III-1-5F）では花弁や萼片が脱離する小花がみられた。開花後6日にはすべての小花（図III-1-5G）で花弁や萼片の脱離がみられた。

STS処理した切り花の小花の銀含量は、収穫当日に開花した小花に最も多く、開花からの日数が経過していくと小花ほど少なくなる傾向がみられた（表III-1-1）。収穫時に花弁や萼片の脱離がみられた開花後5日の小花では、STS処理直後も脱離がみられた。また、開花後6日の小花ではすべてで脱離がみられた。STS処理直後に脱離がみられなかつた開花後0～4日までの小花を日持ちの調査に供試した。その結果、STS処理した切り花の小花は、いずれも萼片の萎れで日持ちを終了し、日持ちは開花当日の小花が最も長かつた。蒸留水処理した切り花の小花は、花弁および萼片の脱離で日持ちを終了し、日持ちは開花当日の小花において最も長く2.2日間であつた。

開花後4日に雌蕊先端が立ち上がり、受粉可能な状態となつた雌蕊の成熟が確認された。また、開花後5日から萼片および花弁の脱離が発生していることから、萼片および花弁の離層は雌蕊成熟後に形成されたと考えられた。開花後4日および5日の小花でもSTS処理後の銀含量は、先に示したSTS処理効

果を最大にする小花の銀含量 $3 \text{ } \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$ に達していた。しかしながら、開花後 5 日の小花では、STS 处理直後も萼片や花弁の脱離が発生し、処理効果がみられない小花がみられた。このことから、離層の形成が進み萼片や花弁の脱離が始まった小花に對しては STS 处理効果を期待できないことが明らかとなり、出荷市場からの早期落花のクレームは、萼片や花弁の離層が形成された小花が花穂の中に含まれていたことが要因の一つと考えられた。本実験において小花からのエチレン生成量は測定していないが、ベラドンナ系において、雌蕊は開花後 3~4 日に成熟し、雌蕊と花托からのエチレン生成量は開花後 3 日から急激に増加することが報告されている (Ichimura ら, 2009)。本実験における雌蕊の成熟と花弁や萼片の脱離の関係から、エラータム系においても、雌蕊の成熟とともにエチレンの生成量が増加し、それが萼片や花弁における離層形成に作用し脱離につながったと推察された。

本実験において、シネンシス系では $15.7 \text{ } \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$ 、エラータム系では $16.6 \text{ } \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$ 、ベラドンナ系では $13.3 \text{ } \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$ までは、障害がみられなかった。シネンシス系において切り花全体で $20.9 \text{ } \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$ 以上の銀を吸収させた場合、下葉が褐変および萎凋する障害が報告されている (中原・中村, 2002)。カーネーションでは STS 溶液濃度によって銀の過剰障害の発生の難

易と発生部位が異なることが明らかにされている
(宇田ら, 1996). 切り花の長時間処理することで
茎葉部での銀含量が増加する銀含量の蓄積傾向から
障害の発生が危惧される.

表III-1-1 オーロラ系品種切り花の小花における開花後経過日数がSTS処理による銀含量および日持ちに及ぼす影響

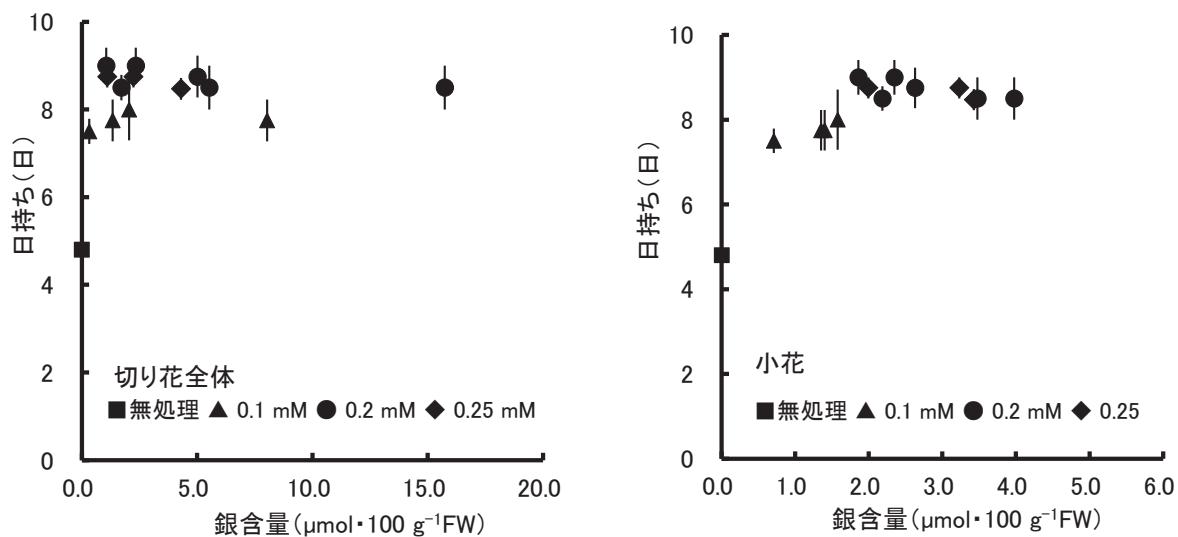
開花後 経過 日数 ^z	脱離小花割合 (%) ^y		銀含量 ($\mu\text{mol} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{FW}$)	日持ち (日)			有意性 ^w
	蒸留水 処理	STS 処理		蒸留水 処理	STS 処理	有意性 ^w	
	—	—		—	—	—	
未開花	—	—	5.28	—	—	—	—
0	0	0	6.08	2.2 a ^x	9.5 a	**	
1	0	0	5.82	2.0 a	9.1 a	**	
2	0	0	5.51	1.1 b	8.1 ab	**	
3	0	0	5.40	0.3 c	7.5 b	**	
4	0	0	4.62	0.0 c	6.9 b	**	
5	38.6	14.3	3.56	—	—	—	
6	100	100	—	—	—	—	

^z収穫時における開花日からの経過日数

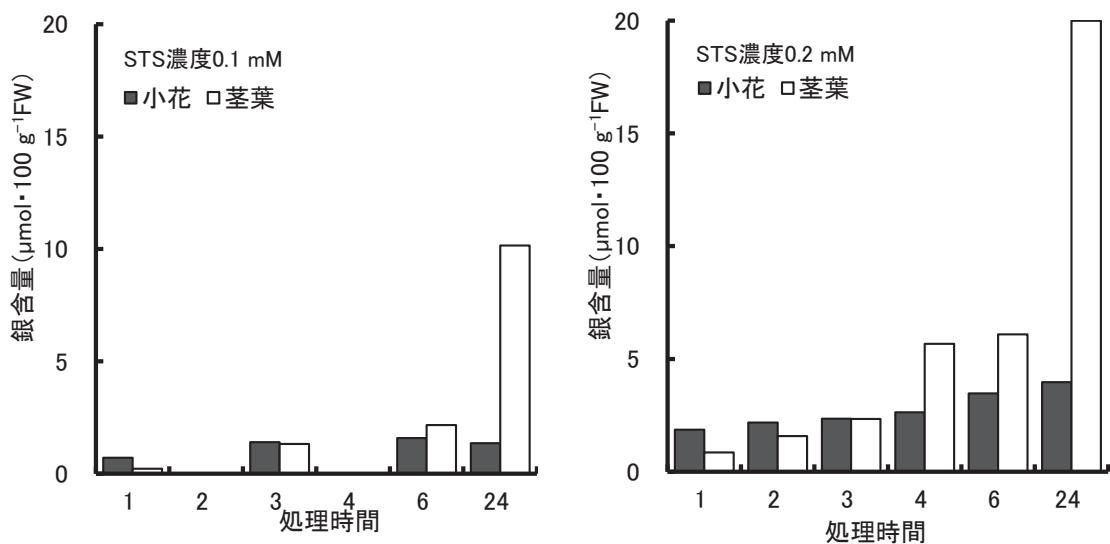
^y (花持ち調査までに萼片または花弁が脱離した小花数) / (処理前の小花数) × 100

^x異なるアルファベット間には、Tukeyの多重比較検定により開花後経過日数間に5%水準で有意差があることを示す (n=15)

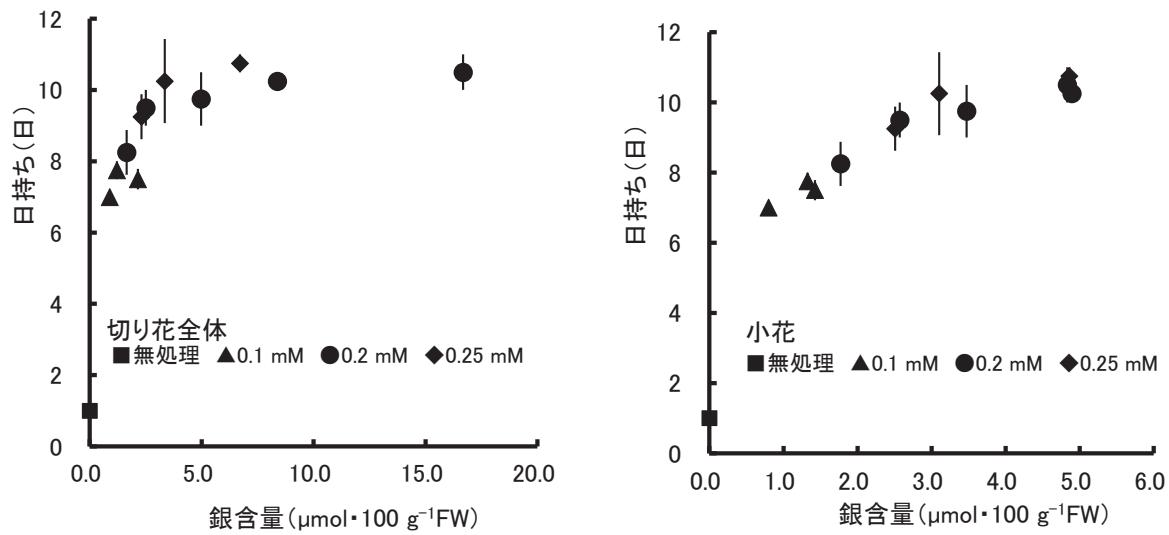
^w**は、t検定により1%水準で処理間に有意な差があることを示す



図III-1-1 シネンシス系品種の切り花および小花における銀含量と日持ちの関係
図中の縦棒は標準誤差を示す (n=4)
銀含量は、サンプル 2 点の平均値



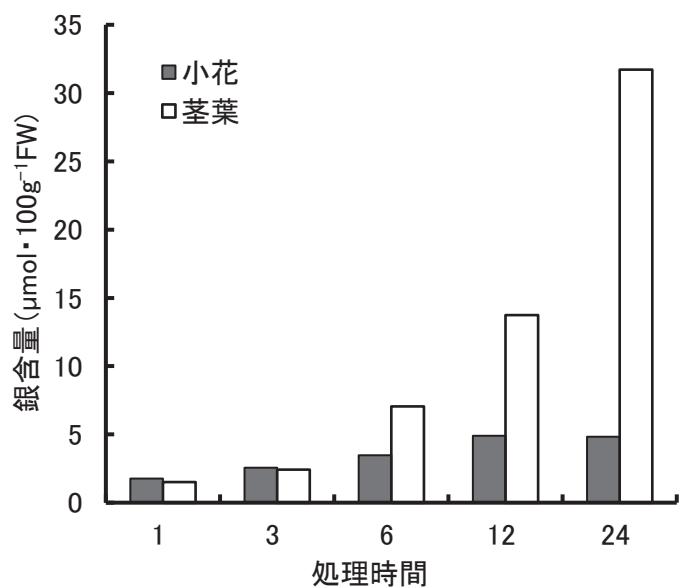
図III-1-2 STS 濃度および処理時間がシネンシス系品種切り花の小花および茎葉における銀含量に及ぼす影響
銀含量は、サンプル 2 点の平均値



図III-1-3 エラータム系品種の切り花および小花における銀含量と日持ちの関係

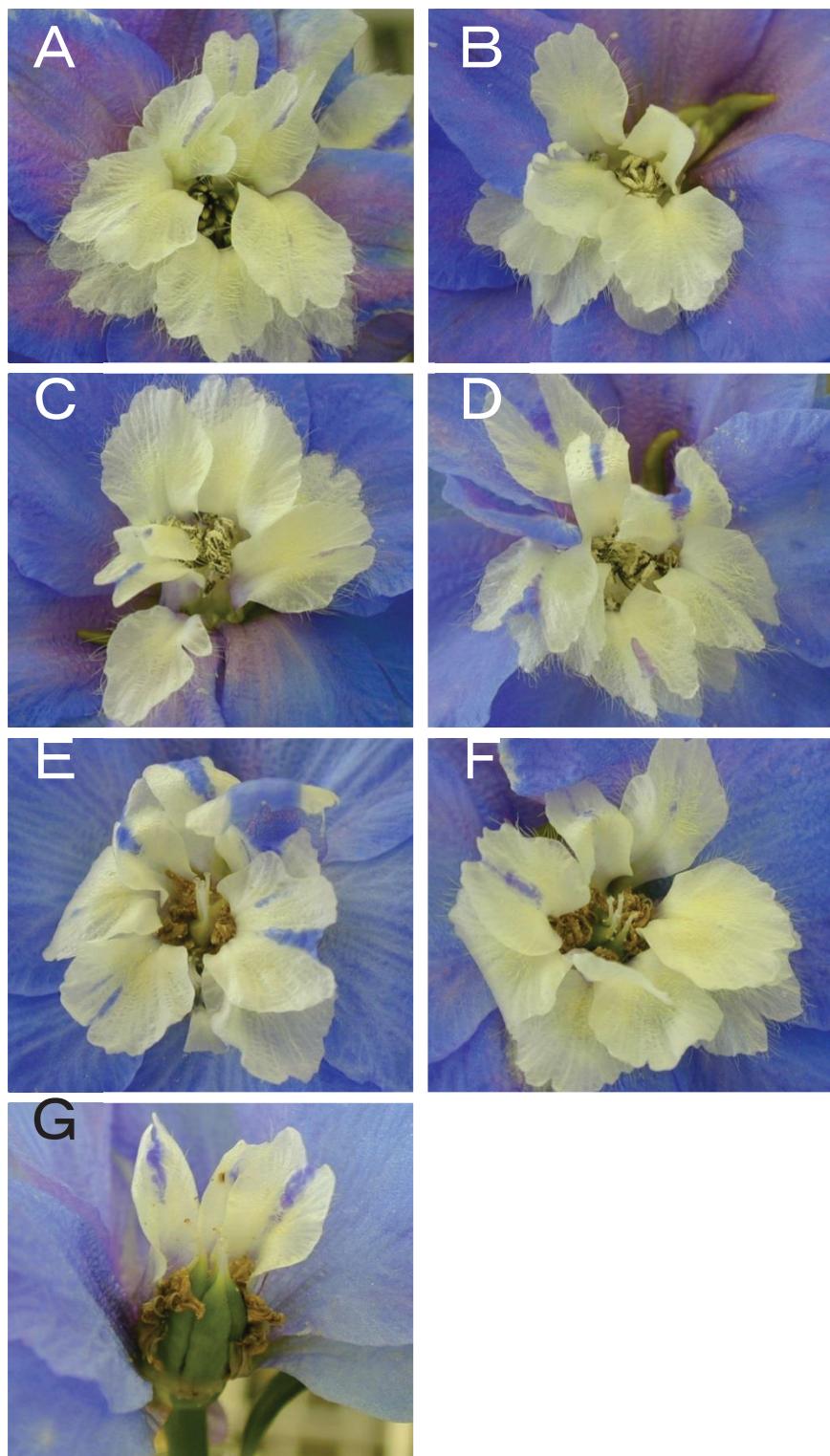
図中の縦線は、標準誤差を示す (n=5)

銀含量は、サンプル 2 点の平均値

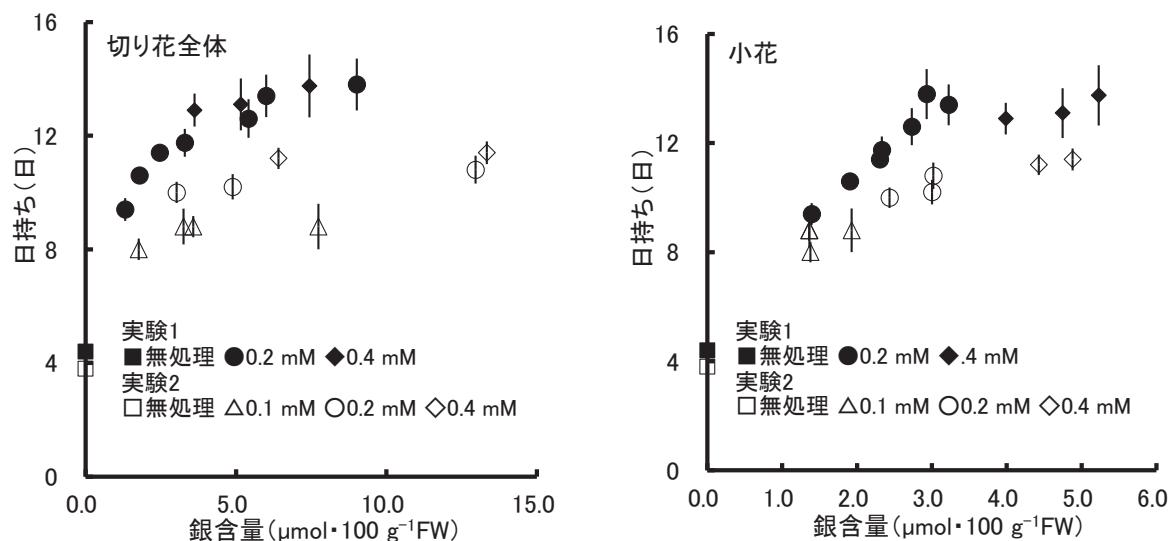


図III-1-4 STS 溶液 (0.2 mM) の処理時間がエラータム系品種切り花の小花および茎葉における銀含量に及ぼす影響

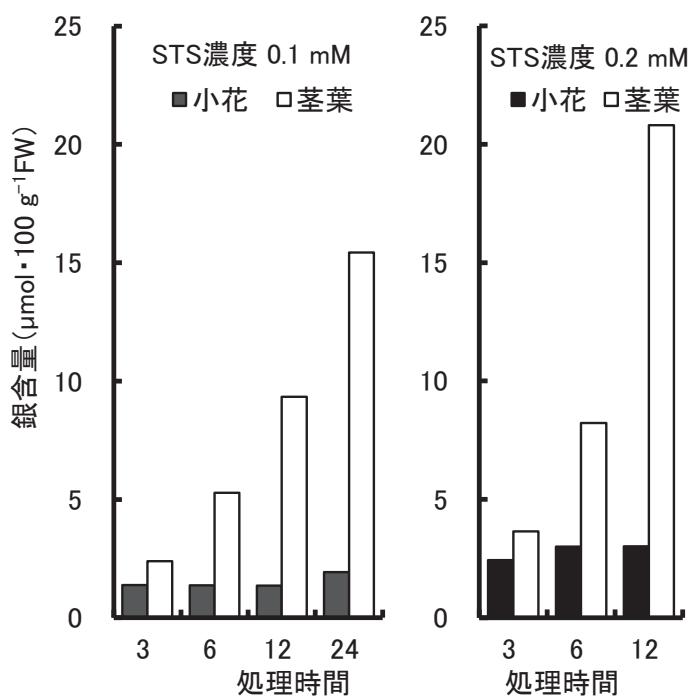
銀含量は、サンプル 2 点の平均値



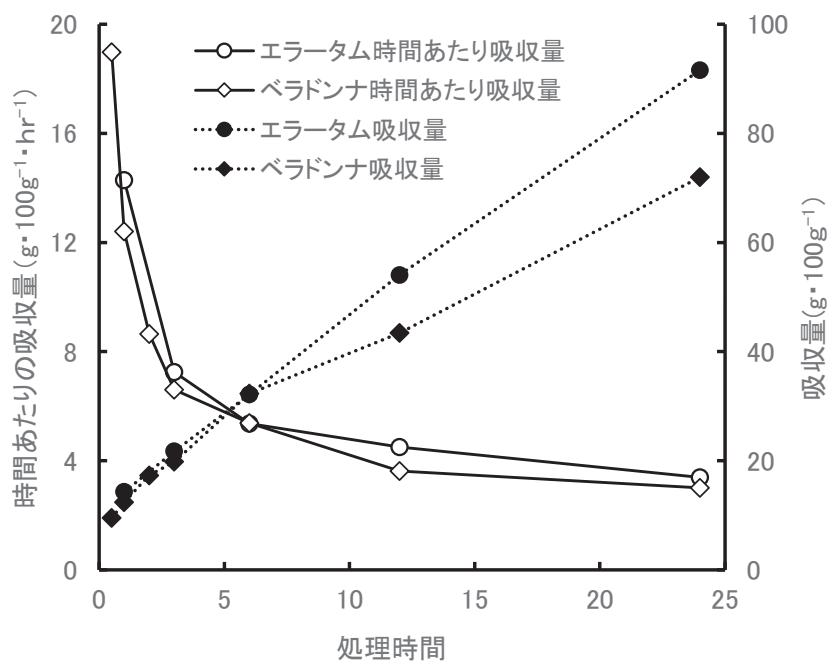
図III-1-5 エラータム系品種切り花における小花中心部
A:開花当日, B:開花後 1 日, C:開花後 2 日, D:開花後 3 日, E:開花後 4 日, F:開花後 5 日, G:開花後 6 日



図III-1-6 ベラドンナ系品種の切り花全体および小花における銀含量と日持ちの関係
図中の縦棒は標準誤差を示す (n=5)
銀含量は、サンプル 2 点の平均値



図III-1-7 STS 濃度および処理時間がベラドンナ系品種切り花の小花および茎葉における銀含量に及ぼす影響 (実験 2)
銀含量は、サンプル 2 点の平均値



図III-1-8 STS溶液の吸収量と時間あたりの吸収量の推移
(エラータム系およびベラドンナ系 STS溶液濃度 0.2 mM)

第 2 節 スクロース処理による効果の検討

シネンシス系、エラータム系およびベラドンナ系のいずれの品種における切り花も開花小花と蕾が混在している。そのため、購入したデルフィニウム切り花の花穂上部が開花まで到らない、開花しても品種本来の花色が発色しないなどの課題についても実需者側から対応を求められている。

切り花に対するスクロースをはじめとする糖類の処理は、日持ちを延長させるだけでなく、蕾の開花促進、花色発現促進などに効果があることが多品目で確認されている。そこで本節では、STS処理にスクロースを組み合わせることによる、日持ち延長、開花促進、花色発現促進の効果について検証した。

材料および方法

(1) STS 溶液およびスクロース処理方法、花色の調査方法

デルフィニウム切り花において、STS処理が不可欠となっているため、スクロース処理区の対照区をSTS単独処理区とした。STS溶液は、市販のSTS溶液（クリザールK-20C、クリザール・ジャパン（株））を用いSTS濃度が0.2 mMとなるように蒸留水で希釀して使用した。

スクロース処理は、0.2 mMのSTS溶液とこれに所定のスクロースおよび処理液中の細菌などの増殖抑制のためイソチアゾリン系抗菌剤（レジエンドMK,

有効成分として 11.3 g・L⁻¹5-クロロ-2-メチル-4-イソチアゾリン-3-オンおよび 3.9 g・L⁻¹2-メチル-4-イソチアゾリン-3-オンを含む、ローム・アンド・ハース・ジャパン（株）、以下、抗菌剤）を加えた溶液を使用した。

薬剤の処理中および水生け後の環境条件は、温度 23°C、相対湿度 70% に制御した恒温室内で、三波長型蛍光灯を用いて PPFD 15 μmol·m⁻²·s⁻¹（机上），6:00 から 18:00 までの 12 時間日長とした。

花色およびアントシアニン含量（エラータム系のみ）の調査には各区 5 本を供試した。処理後 8 日に、各区とも 1 本ごとに処理時までに開花していた 3 花および処理後調査時までの間に開花した花穂上位の 3 花並びに栽培圃場に残した 5 株で供試株収穫時から調査日までの間に開花した花穂上位の 3 花について、萼片の中央部を色差計（NR-3000、日本電色工業（株））で CIE (1967) Lab 表色系における L*, a*, b* 値を測定し、彩度 ($C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$) と色相角度 ($h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$) を算出した。アントシアニン含量は、花色測定後の小花より萼片を 3 ~ 4 枚ずつ採取し、1% 塩酸性メタノールに浸漬してアントシアニンを抽出した。10 mL に定容後、分光光度計（UV-2500PC、（株）島津製作所）で吸光度 (545 nm) を測定した。

(2) シネン시스系

実験には、北海道滝川市の生産者圃場のシネンシ

ス系品種‘スーパー マリンブルー’の上位3本の側枝の花序の小花が60%程度開花した株を2007年8月18日に収穫し供試した。供試株は、収穫後、速やかに花・野菜技術センターに持ち帰り、長さ60cmに揃え側枝3本を残し、その他の花序とすべての葉を取り除く調整を行った。スクロース処理は、0.2mMSTS溶液に2,4および6%スクロースを加えた溶液を使用し、24時間行った。処理後水生けし、日持ち、花色の調査に供試した。日持ちの調査には各区8本を供試し、STSの処理後に蒸留水を350mL入れたメスシリンドラー(容量500mL)に1本ずつ移し、調査中は生け水の交換、茎の切り戻しは行わなかった。日持ちは、水生けから花穂全体の小花の50%以上が萎凋または褐変するまでの期間とした。花色の調査には各区5本を供試した。処理後8日に、各区とも1本ごとに処理後調査時までの間に開花した5花を対象とした。

(3) エラータム系

北海道滝川市の生産者圃場のエラータム系‘ブルーバード’の主茎の花序の小花が60%程度開花した株を2007年8月21日に収穫し供試した。収穫後に開花した小花の花色を比較するため、供試切り花と同程度の開花状況の株を選び収穫せずに栽培圃場に残した。供試株は、収穫後、速やかに花・野菜技術センターに持ち帰り、長さ100cmに揃え側花序とすべての葉を取り除く調整を行った。調整後に花穂

上の開花位置を記録し、STSの処理を行った。処理は0.2 mM STS溶液とこれに2あるいは4%スクロースを加えた溶液を使用し24時間行った。処理後水生けし、日持ち、花色およびアントシアニン含量の調査に供試した。日持ちの調査には各区8本を供試し、STSの処理後に蒸留水を400 mL入れたメスシリンドラー（容量1000 mL）に1本ずつ移し、調査中は生け水の交換、茎の切り戻しは行わなかった。日持ちは、水生けから花穂全体の小花の50%以上が萎凋または褐変するまでの期間とした。さらに、スクロース処理の輸送後における効果を検討するために、0.2 mMのSTS溶液およびSTS溶液に4%スクロースを加えた溶液で処理した切り花を輸送シミュレーションに供試した。処理後切り花を、各区10本ずつ束ね、花穂部分はポリエチレン製のフラワースリープでラッピングし、切り口には何も付けずに、段ボール箱（幅30 cm, 長さ130 cm, 高さ20 cm）に詰め、室温10°Cに制御した保冷庫に48時間横置きした。保冷後3 cm程度切り戻し、前述の方法で日持ち、花色およびアントシアニン含量を調査した。

(4) ベラドンナ系

実験には、花野技セで栽培したベラドンナ系デルフィニウム‘ボルクレード’および‘空のワルツ’の花穂全体の70%程度の小花が開花した切り花を供試した。試験はすべて2006年8月から9月にかけて行った。

‘ボルクレード’は、収穫後速やかに下位葉を除去し 70 cm に切り戻して、1 处理区あたり 10 本を供試した。処理には 0.2 mM STS 溶液に 2, 4, 6 および 8% スクロースを組み合わせた処理液を用いた。24 時間処理後、蒸留水 350 mL を入れたメスシリンドー（容量 500 mL）に 1 本ずつ移した。日持ちは、花穂全体の小花の 50% 以上が萎凋または褐変するまでの期間とした。花色は、処理後に開花した花穂上位 5 花の距につながるがく片の中央部を測定した。花径はノギスを用いて処理後に開花した花穂上位 5 花を測定した。‘空のワルツ’においても ‘ボルクレード’と同様に収穫後速やかに調製し、1 处理区あたり 10 本供試した。処理液は 0.2 mM STS 溶液に 4% スクロースのみ、および 4% スクロースと 0.5 mL · L⁻¹ 抗菌剤を組み合わせた処理液を用いた。水生け方法、薬剤の処理中および水生け後の環境および日持ち、小花の色度、花径の調査方法は、前述の方法と同じである。さらに、輸送後におけるスクロース処理の効果を検討するために、処理後の切り花に輸送シミュレーションを行った。0.2 mM STS 溶液に 4% スクロースを加えた溶液で 24 時間処理した切り花を、各区 12 本ずつ束ね、花穂部分はポリエチレン製のフラワースリーブでラッピングし、切り口は湿らせたペーパータオル、ビニル袋の順で覆い、段ボール箱（幅 30 cm, 長さ 70 cm, 高さ 15 cm）に詰め、室温 10°C に制御した保冷庫に 48 時間横置きし

た。保持後3cm程度切り戻し、蒸留水を350mL入れたメスシリンドー（容量500mL）に1本ずつ移した。薬剤の処理中および水生け後の環境および日持ち、小花の色度、花径の調査方法は、前述の方法と同じである。

結果および考察

シネンシス系品種‘スーパー・マリンブルー’、切り花に対して、0.2mMSTS溶液に2, 4および6%スクロースを組み合わせた溶液で処理したところ、統計的に有意な日持ちの延長効果は認められなかった（表III-2-1）。エラータム系品種‘ブルーバード’、切り花に対して、0.2mMSTS溶液に2および4%スクロースを組み合わせた溶液で処理したところ、スクロースを組み合わせたことによってSTS単独処理よりも日持ちが延長し、4%スクロースでは有意に日持ちが延長した（表III-2-2）。同様にベラドンナ系品種‘ボルクレード’、切り花に対して、0.2mMSTSに2, 4, 6, 8%スクロースの組み合わせた溶液で処理したところ、スクロースを組み合わせたことによってSTS単独処理よりも有意に日持ちが延長した（表III-2-5）。一方、組み合わせたスクロースの濃度間に統計的有意差はみられなかった。一方、‘ボルクレード’より花色の濃い‘空のワルツ’に対して、0.2mMSTSに4%スクロースと4%スクロースと抗菌剤を加えた水溶液で処理した結果、日持

ちに統計的有意性は認められなかつた（表 III - 2 - 6）。

Kikuchi ら（2003）はSTS処理したデルフィニウムのがく片は老化にともない萎れることを報告しており、本節のエラータム系およびベラドンナ系においてもSTS単独処理ではがく片の萎れにより観賞価値を失つた。これに対して、スクロースを組み合わせた処理はがく片の萎れを抑制し、STS単独処理よりも日持ちを延長した。このような効果はスイートピーでも報告されている（Ichimura・Hiraya, 1999）。デルフィニウムの切り花では、外生エチレン処理によりがく片は離脱するが、その萎れは促進しない（Ichimura ら, 2000）ことから、萎れにエチレンは関与しないと考えられる。一方、スクロースをはじめとした糖質の処理は花弁のしおれを抑制することが知られている（Ichimura, 1998）。また、デルフィニウムのがく片において、糖質は浸透圧調節物質として機能していることが報告されている（乘越ら, 2007）。従って、スクロース処理による日持ち延長効果は、このような浸透圧調節物質としての作用によると考えられる。

スクロース処理による日持ち延長効果について、エラータム系品種、ベラドンナ系品種‘ボルクレード’においては認められたが、シネンシス系品種およびベラドンナ系品種‘空のワルツ’においては、認められなかつた。スクロース処理による日持ち延

長効果の品種間差は報告されていないが、本試験の結果からは、3系統間で効果に差がみられ、ベラドンナ系においては品種間差があることが推察された。さらに、効果が認められた系統においても最大1.8日間程度の延長であり、3日間以上の延長効果がみられたトルコギキョウ（Shimizu・Ichimura, 2005）と比較すると、デルフィニウムにおけるスクロース処理による日持ち延長効果はそれほど大きなものではないと考えられた。

Hashimotoら（2000）は、デルフィニウム栽培品種の花色とアントシアニン含量の関係について、アントシアニン含量の増加により彩度が増加し、明度が減少する傾向を報告した。また、スクロース処理による花色発現の向上は、アントシアニン含量の増加によるものとして、スイートピー（Ichimura・Hiraya, 1999），トルコギキョウ（Ichimura・Korenaga, 1998；Shimizu・Ichimura, 2005）などで確認されている。シネンシス系品種において、処理後に開花した小花の花色について、スクロース無添加と比較していずれのスクロース濃度にも有意差は認められなかつた（表III-2-1）。エラータム系品種の4%スクロース処理区において、処理後に開花した小花の花色およびアントシアニン含量には、栽培圃場に残した株の開花上位小花と間に統計的に有意な差はみられず、圃場で開花した小花と同等の花色を発現させた（表III-2-2）。一方、処理時に開花し

ていた小花の花色に対してスクロース処理の影響はみられず、開花済小花の花色に対するスクロース効果がないことが明らかとなつた（表III-2-3）。ベラドンナ系品種においても同様に、処理後に開花した小花の花径および花色の色度への影響は、STS単独処理と比較して、4%以上のスクロースを組み合わせることで花径を大きくするとともに、明度（L*値）を減少させ、彩度（C*値）および色相角度（h値）を増加させ、青みを濃く鮮やかに発現させた（表III-2-5, 6）。本実験で確認されたスクロース処理による効果は、Hashimotoら（2000）の報告と一致し、青色を基調とするデルフィニウムにおいては、効果が大きい処理と考えられた。

北海道の产地から首都圏の市場への出荷を想定し、STS溶液または4%スクロースを加えたSTS溶液を処理した後、室温10°Cで48時間の輸送シミュレーションを行った。その結果、エラータム経品種において、スクロースの添加により小花の花色発現を向上させることを確認できた（表III-2-4）。ベラドンナ系品種においても、スクロース処理区の生体重の推移は輸送シミュレーション後の減少割合がSTS単独処理では小さく、水生けによる増加割合も大きく推移した（図III-2-1）。また、スクロース処理は日持ちと開花した小花の花色発現を向上させるとともに、花径を増大させることを確認できた（表III-2-7）。さらに、水生け3～6日後に花穂上部が曲

がる切り花（図III-2-2）が、STS単独処理区では41%発生したのに対し、スクロースを組み合わせた処理区ではみられなかった。

以上のことから、STS溶液にスクロース添加する処理は、日持ち延長効果よりも収穫後の切り花品質の向上に対して効果が大きく、出荷後に開花する小花の花色発現の不良などの問題を改善する技術と考えられた。エラータム系品種の生産地において、収穫時における小花開花率の目安は、栽培時期や出荷市場などによって異なるが、出荷後に開花する小花の花色を考慮して高温期には60%以上に設定している産地が多い。この収穫の目安では、開花後日数が経過した花穂下部の小花におけるSTS処理効果の確保が課題となり、STS処理効果に不安がある花穂下部の小花を取り外して花穂を短くし、規格等級を下げて出荷する生産者も少なくない。このような現状に対して、花穂下部の小花がSTS処理前にエチレンの作用を受ける危険性を減少させるために収穫時期を現状よりも早め、スクロースを加えた前処理を行うことで、花色発現不良を改善できることが期待される。また、ベラドンナ系の代表的な2品種を供試したが、STSと組み合わせたスクロース処理は4%以上の濃度では切り花品質に対する効果に統計的に有意な差はなく、8%までは濃度障害の発生も認められていない。今回の試験範囲内ではSTSと組み合わせるスクロースの濃度として4%程度が適当であ

ると判断されるが、実際の処理にあたっては、対象とする品種の最適濃度を検討する必要があろう。

表III-2-1 STS 溶液に混合するスクロース濃度が切り花の日持ちおよび花色に及ぼす影響（シネンシス系品種）

スクロース 濃度 ^z (%)	日持ち (日)	花色		
		明度 (L*)	彩度 (C*)	色相 角度(h)
0	6.0 a ^y	50.8 ab	52.2 ab	307 ab
2	6.9 a	56.5 a	48.4 a	305 a
4	7.0 a	44.8 b	70.2 b	311 b
6	6.9 a	47.1 b	67.1 b	310 b

^z処理液はすべてSTS(0.2mM)を含み、処理時間は24時間

^y異文字間にはTukeyの多重比較により5%水準で有意差あり

表III-2-2 STS 溶液に混合するスクロース濃度が切り花の日持ち、花色およびアントシアニン含量に及ぼす影響（エラータム系品種）

スクロース 濃度 ^z (%)	花持ち (日)	花色 ^y			アントシアニン 含量 (OD545 nm·g ⁻¹ FW)
		明度 (L*)	彩度 (C*)	色相 角度(h°)	
0	7.7 a ^w	59.7 ** ^v	33.0 **	304.4	1.58 **
2	8.4 ab	53.9 *	42.9 *	304.4	1.54 **
4	9.6 b	46.3	65.0	309.0	2.38
圃場 ^x	—	44.6	68.6	310.6	2.82

^z処理液はすべてSTS(0.2mM)を含み、処理時間は24時間

^y処理後8日に開花していた花穂上位小花における花色

^x栽培圃場に残した未収穫株における小花

^w花持ちにおける異なるアルファベット間には、Tukeyの多重比較検定によりスクロース濃度間に5%水準で有意差があることを示す(n=8)

^v各項目の*および**はDunnettの多重比較検定により5%および1%水準で圃場との間に有意な差があることを示す(n=5)

表III-2-3 STS 溶液におけるスクロース添加が
STS処理前に開花していた小花の花色に及ぼす影響
(エラータム系品種)

スクロース	花色			
	濃度 ^z (%)	明度 (L*)	彩度 (C*)	色相 角度(h°)
0	45.1	66.3		310.5
4	47.2	62.9		309.5
有意性 ^y	n.s.	n.s.		n.s.

^z処理液はすべてSTS(0.2mM)を含み、処理時間は24時間

^yn.s.はt検定により処理間に有意な差がないことを示す
(n=5)

表III-2-4 スクロース処理が輸送シミュレーション後の花持ち、花色および
アントシアニン含量に及ぼす影響 (エラータム系品種)

スクロース	日持ち	花色 ^y			アントシアニン 含量 (OD545 nm·g ⁻¹ FW)
		濃度 ^z (%)	明度 (L*)	彩度 (C*)	
0	7.7	63.4	29.6	301.9	1.29
4	8.7	54.1	51.6	306.3	1.76
有意性 ^x	n.s.	*	**	n.s.	n.s.

^z処理液はすべてSTS(0.2mM)を含み、処理時間は24時間

^y収穫後8日目に開花していた上位小花

^x*および**は、t検定により5%および1%水準で処理間に有意差があることを示し、n.s.は有意差がないことを示す

表III-2-5 STSとスクロースの組み合わせ処理が切り花の日持ち、花径および花色に
及ぼす影響^z (ベラドンナ系品種 ‘ボルクレード’)

スクロース	日持ち	花径 ^y (cm)	花色 ^y		
			明度 (L*)	彩度 (C*)	色相 角度(h)
0	9.5 a ^x	4.4 a	81.1 a	10.0 a	197.7 a
2	10.8 b	4.6 ab	79.9 ab	15.9 b	282.7 b
4	11.3 b	4.8 bc	76.2 c	16.8 b	285.5 b
6	10.9 b	4.9 c	77.5 bc	18.0 b	282.8 b
8	10.9 b	5.1 c	77.1 c	18.3 b	282.6 b

^z処理液はすべてSTS(0.2mM)を含み、処理時間は24時間

^y花径および花色は、花穂上位5花を処理7日後に調査

^x異なるアルファベット間にはTukeyの多重検定により5%レベルで有意差があることを示す

表III-2-6 STSとスクロースの組み合わせ処理が切り花の日持ち、花径および花色に及ぼす影響（ベラドンナ系品種‘空のワルツ’）

濃度 ^z (%)	日持ち (日)	花径 ^y (cm)	花色 ^y		
			明度 (L*)	彩度 (C*)	色相 角度(h)
0	8.9 a ^x	3.8 a	55.2 a	81.1 a	327.1 a
4	9.2 a	4.4 b	49.2 b	92.4 b	324.7 b
4 (抗菌剤なし)	9.7 a	4.3 b	49.2 b	93.9 b	324.5 b

^z処理液はすべてSTS(0.2mM)を含み、処理時間は24時間

^y花径および花色は、花穂上位5花を処理7日後に調査

^x異文字間にはTukeyの多重検定により5%水準で有意差があることを示す

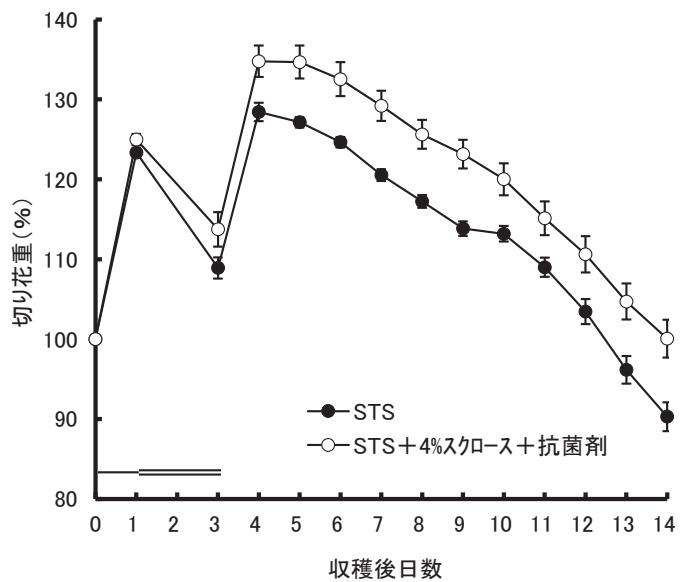
表III-2-7 STSとスクロースの組み合わせ処理が輸送シミュレーション後の切り花の日持ち、花径および花色に及ぼす影響（ベラドンナ系品種‘ボルクレード’）

濃度 ^z (%)	日持ち (日)	花径 ^y (cm)	花色 ^y		
			明度 (L*)	彩度 (C*)	色相 角度(h)
0	8.9	4.4	80.8	12.9	265.1
4	10.1	4.9	79.8	17.0	285.1
有意性 ^x	*	*	n.s.	*	n.s.

^z処理液はすべてSTS(0.2mM)を含み、処理時間は24時間

^y花径および花色は、花穂上位5花を水生け7日後に調査

^x有意性*はt検定により5%水準で有意差があることを示し,n.s.は有意差がないことを示す

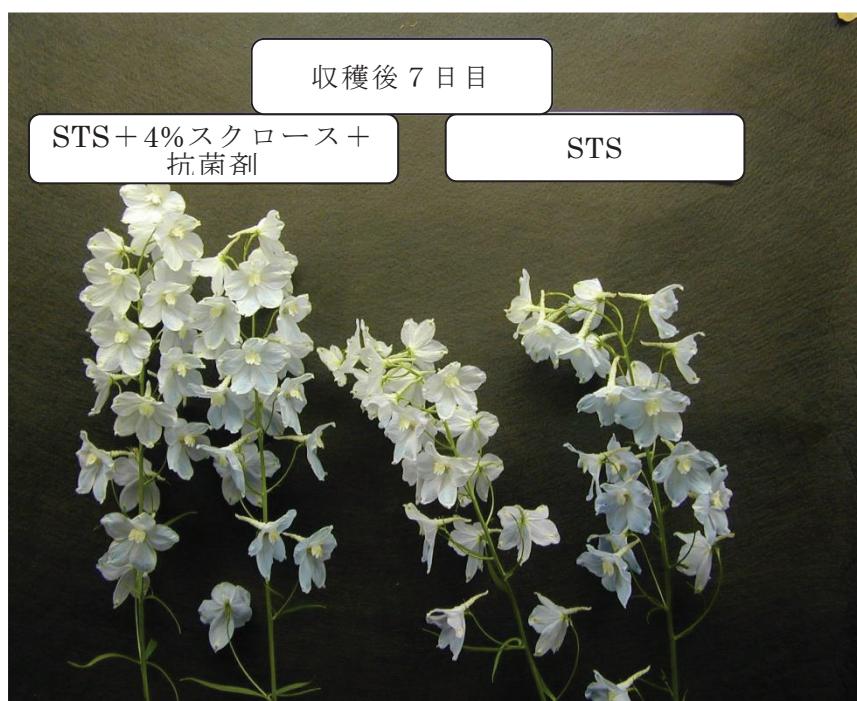


図III-2-1 STSとスクロースの組み合わせ処理および輸送シミュレーション後の切り花の新鮮重の推移（ベラドンナ系品種‘ボルクレード’）

図中のーは前処理、＝は輸送シミュレーション期間を示す

切り花重：スクロース処理前の切り花重を100とした値、なお水切り時の茎の損失部分はその後の増減が他の部分と同率であるとして補正した

図中の縦線は標準誤差を示す（n=12）



図III-2-2 STSとスクロースの組み合わせ処理および輸送シミュレーション後（収穫後7日目）の切り花の状態（ベラドンナ系品種‘ボルクレード’）

左：STS + 4%スクロース + 抗菌剤、右：STS

第3節 湿式輸送の検証

湿式輸送の鮮度保持や日持ち延長効果は、バラおよびシユツコンカスミソウにおいて報告されている(Huら, 1998; 宮前ら, 2007)。さらに、給水材にゲル化材を使用した湿式輸送において同様の効果が、グロリオサ・ロスチャイルディアナ(岡林・山本, 1998)において報告されている。また、宇田ら(2000)は、同材を用いて輸送中にSTS処理をカーネーションに對して行い、鮮度と日持ちを確保できることを報告している。

前節までにSTSおよびスクロースを組み合わせる処理を検討し、切り花品質向上を報告した。しかしながら、これらの処理技術では切り花の水分状態の悪化を防ぐことは困難であり、切り花の水分保持には低温や乾燥状態を短くする管理などが必要である(Rudnickiら, 1991; VandOorn, 1990)。

そこで、デルフィニウムの切り花に対する湿式輸送の実用性を検討するため、切り花を実際の流通ルートで関東の市場に輸送した後、着荷時の品質および日持ち期間を調査した。

材料および方法

(1) 供試材料および着荷後の調査方法

シネンシス系及びエラータム系の実験には、2007年10月に空知管内由仁町の生産者圃場において栽培された切り花を、ベラドンナ系の実験には、2006

年 7 月 お よび 9 月 に 空知管内 滝川市 の 生産者圃場 に
お い て 栽培 さ れ た 切り花 を そ れぞれ 供試 し た . 輸送
は , 一 般 の 出荷 切り花 と 混載 し て 首都圏 の 市場 ま で
行 い , 茨城県内 ま た は 千葉県内 の 市場 に お い て 切り
花 を 受け取り , 茨城県つくば市の 国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構 野菜花き研究部門
(以 下 , 野菜花き研究部門) に お い て 日持 ち お よび
切り花品質の調査を行った .

い ず れ の 輸送試験 も 野菜花き研究部門 にて , 着荷
後 の 様子を確認し , 以下 の方法で水生け後 , 日持 ち
お よび 切り花品位の調査を行った . 水生け後 の 環境
条件は , 温度 23°C , 相対湿度 70% に制御した恒温
室 内 で , 蛍光灯を用いて $\text{PPFD} 15 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (机
上) , 6:00 から 18:00 までの 12 時間日長とした .

シネンシス系 お よび エラータム系 に お い て , 輸送後
の 切り花 を , シネンシス系 は 蒸留水 350 mL を 入れ
た メスシリンドー (容量 500 mL) に 1 本ずつ , エ
ラータム系 は 蒸留水 400 mL を 入れ た メスシリンドー
(容量 1 L) に 1 本ずつ 移した . 日持ちは , 水生
けから花穂全体の 小花 の 50% 以上 が 萎凋 または褐変
するまで の 期間 と し た . 花径調査は 10 月 18 日 に ,
シネンシス系 は 開花 し 薬が未熟な (花粉が飛散して
い な い) 5 花 を , エラータム系 は 開花 し て いる 花穂
上位 の 5 花 を それぞれ 調査 対象 と し た . ベラドンナ
系 に つ い て は , 蒸留水 350 mL を 入れ た メスシリンドー
(容量 500 mL) に 1 本ずつ 移した . 日持ちは ,

花穂全体の小花の50%以上が萎れるまたは褐変するまでの期間とした。

(2) シネンシス系

品種は‘スープアーランブルー’を用いた。10月10日に生産者慣行の開花程度で収穫し、慣行手順により調製および出荷前の処理を行った。前処理には、0.2 mM STS 溶液に4%スクロースおよび0.5 mL·L⁻¹抗菌剤を加えた溶液を使用した。10月11日朝集荷場において、開花程度および輸送前の重量を調査した。調査後、乾式輸送は、切り花10本ずつを束ね、花穂部分をポリエチレン製のフラワースリープで覆い、段ボール箱に入れた。湿式輸送は、使い捨てタイプのバケット容器(花カゴ、(有)ヒロモト、規格15*28R-L)を使用し、輸送処理液には蒸留水に0.5 mL·L⁻¹抗菌剤を加えた。いずれの出荷方法にも段ボール箱(700 mm×300 mm×250 mm)を使用し、50本ずつ入れ、湿式輸送は立てて出荷した。切り花の輸送は、集荷場から第一花き柏市場(千葉県柏市)までトラックおよび飛行機を利用した。

(3) エラータム系

品種は‘オーロラブルーインプ’を用いた。10月10日に生産者慣行の開花程度で収穫し、慣行手順により調製および出荷前の処理を行った。前処理には、0.2 mM STS 溶液に4%スクロースおよび0.5 mL·L⁻¹抗菌剤を加えた溶液を使用した。10月11日朝集

荷場において、開花位置および輸送前の重量を調査した。調査後、乾式輸送は、切り花10本ずつを束ね、花穂部分をポリエチレン製のフラワースリーブでラッピングし、段ボール箱に入れられた。湿式輸送は、使い捨てタイプのバケット容器（花カゴ、（有）ヒロモト、規格 $15*28\text{R-L}$ ）を使用し、輸送処理液には蒸留水に $0.5\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 抗菌剤を加えた。いずれの出荷方法にも段ボール箱（ $1300\text{ mm}\times300\text{ mm}\times150\text{ mm}$ ）を使用し、50本ずつ入れ、湿式輸送は立てて出荷した。切り花の輸送は、実験1と同じである。

(4) ベラドンナ系

7月上旬に初夏期として、9月上旬に初秋期としてそれぞれ輸送試験を実施し、品種は‘ボルクレード’を用いた。7月2日に生産者慣行の開花程度で収穫し、慣行手順により調製および出荷前の処理を行った。前処理液は、 0.2 mM STS溶液に4%スクロースおよび $0.5\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 抗菌剤を加えた溶液を使用した。7月2日17時から翌日の出荷まで花野技セにおいて暗所 10°C で保持した。出荷直前に乾式および湿式輸送にそれぞれ調整した。乾式輸送は、切り花10本を束ね、花穂部分はポリエチレン製のフラワースリーブでラッピングし、切り口は湿らせたペーパータオル、ビニル袋の順で覆い、段ボール箱（ $300\text{ mm}\times1000\text{ mm}\times150\text{ mm}$ ）に入れ、輸送中は横置きした。湿式輸送は、乾式輸送と同規格の段ボール箱に湿式

輸送資材（花カーゴ、（有）ヒロモト、規格 15*28R-L）を使用し、処理液は 400 mLとした。切り花は 10 本を束ね、花穂部分は乾式輸送と同様の処理を行い、処理液に切り口が十分漬かるように切り花を輸送資材に入れ、輸送中は縦置きした。湿式輸送処理液は、水道水に $0.5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 抗菌剤を用いた。7月3日 9 時に切り花を北海道深川市の集出荷場に搬入し、集出荷場からは一般の出荷切り花とトラックに混載して、東京都の市場を経由して茨城県の市場まで輸送した。深川市から東京都の市場までのトラック庫内の温度は 8°C から目的地に着くまでに 14°C まで徐々に温度を上げる慣行設定とした。

初秋期の試験は、9月3日に生産者慣行の開花程度で収穫し、慣行手順により調製および出荷前の処理を行った。前処理、輸送処理および輸送方法については初夏期と同じであるが、使用した段ボール箱を $300 \text{ mm} \times 700 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$ とした。

結果および考察

10月上旬に実施したシネンシス系品種及びエラータム系品種の輸送試験は、同時に北海道由仁町の集荷場から千葉県柏市の第一花き柏市場まで飛行機を使用する、いわゆるエアー便とした。そのため輸送中箱内の温度および相対湿度は、概ね同様の推移を示した（図 III-3-1, III-3-3）。北海道由仁町の集荷場から道内の輸送業者、飛行機輸送中そして着荷地

での保管まで輸送温度は上昇続け、 13°C から 22°C まで上昇した。その後、保冷庫保管により 15°C まで低下したが、再上昇がみられ、約3時間、 20°C で保管された。その後約4時間は 10°C 以下に保管された。箱内の相対湿度は、飛行機内および温度の高い状況での保管中に湿式輸送で一時的にやや高く推移する傾向がみられた。

ベラドンナ系品種の輸送試験は、7月上旬と9月上旬にいずれの試験もフェリーを使用するトラック便で実施した。輸送途中の積み換えが無いことから、輸送2日目夕方に東京都の市場に到着するまでの輸送中の気温の変化はエラー便と比較して小さく、7月上旬の試験では平均 17°C 、9月上旬の試験では平均 22°C であった。また、同市場に到着後に 5°C 以上の程度急激な温度上昇がみられ、その後も温度の低下はみられなかった。

本節の輸送試験は、シネンシス系とエラータム系を10月に、ベラドンナ系を7月と9月にそれぞれ実施し、いずれも北海道の出荷時期としては主要な出荷期間内である。この時期の外気温（平均気温）は、7月上旬の深川市は 19.0°C 、9月上旬は、 18.6°C 、10月中旬の由仁町（近傍アメダス地点長沼町）は 10.7°C と大きく異なる。そのため集荷直後の箱内温度は、集荷場の気温を反映して、シネンシス系、エラータム系が 15°C 以下であるのに対し、ベラドンナ系は 20°C 以上であった。柏村（2006）は、切

り花の輸送温度を一般には5°C程度の設定であるが、夏期の出荷時においては、荷下ろし場所の気温より10~15°C程度低い設定で管理することが望ましいとしている。ベラドンナ系の実験におけるトラック内の輸送温度設定は、これに近い設定であったが、いずれの試験においても箱内部の温度は設定温度よりも高く推移していた。これには、箱内部の温度が輸送前から25°C前後と高いこと、トラック庫内に積み上げられた段ボール箱の冷却効率が悪いことなどから、輸送中に箱内部が冷却されるまで時間を要したことが要因と考えられた。

10月に実施したシネンシス系とエラータム系の実験では、輸送開始直後の温度は低いものの、温度の大きな変動がみられた。予冷や低温流通が切り花の鮮度保持および日持ち延長に有効であることは多数報告されている。これらのことから、切り花の鮮度保持および日持ち延長のために生産者から小売店まで低温流通が途切れることがないように、温集荷場や市場内における管理に留意する必要がある。

シネンシス系品種およびエラータム系品種の着荷時における切り花の様子は、乾式輸送においてやや萎れがみられたのに対し、湿式輸送では、萎れはみられなかつた。いずれの品種においても、湿式輸送中の切り花重量が増加しており、シネンシス系品種では水生け後に減少した(図III-3-2)が、エラータム系品種では、水生け後1日まで増加した(図III-

3-4). いずれの品種も日持ちおよび小花径に処理間差は認められず、花色は観察において処理間差がみられないため調査を実施しなかった（表 III-3-1, 3）。

ベラドンナ系品種 7月上旬実施試験において、着荷時の湿式輸送における切り花の様子は、萎れはなく乾式輸送と比較して花穂のからみも少なかった。着荷時の小花の開花率は、湿式輸送で高くなり、前処理にスクロースを処理することで開花が抑えられる傾向がみられた（表 III-3-3）。輸送中の切り花重量の推移は（図 III-3-6），乾式輸送ではいずれの前処理区においても輸送後に 15% 程度重量が減少しているのに対して、湿式輸送において重量の減少はみられず、前処理にスクロースを処理した区では 10% 程度増加した。水生け 1 日後の切り花重量を輸送前と比較すると、前処理にスクロースを処理した区は輸送方法にかかわらず 12~18% 増加しているのに対して、STS 単独処理では 3~7% の増加にとどまった。水生け 2 日以降の推移は、いずれの処理区も減少しその傾向に処理の差はなかった。日持ちにおいて、処理間に統計的に有意な差がみられ、いずれの輸送方法においても前処理にスクロースを処理した区で延長した。前処理においてスクロースを加えることで、輸送後に開花する小花の花径が大きくなり、花穂の曲がりを抑制した。

9月上旬実施試験において、切り花の着荷時の様

子は試験1と同様に湿式輸送では萎れもなく良好であつた。着荷後の小花の開花率は、すべての処理区で90%以上の開花率であったが、前処理にスクロース処理を加え、乾式輸送した区では開花がやや抑制された（表III-3-4）。水生け1日後の切り花重量を輸送後と比較すると、乾式輸送では15～20%の増加がみられたが、湿式輸送ではわずかな増加にとどまつた（図III-3-8）。その後の推移はいずれの処理区も減少し、その傾向に処理の差はなかった。また、日持ちには処理間に統計的に有意な差はみられなかつた。花径においては、前処理にスクロースを処理し湿式輸送した区において大きくなる傾向がみられた。花穂の曲がりは、前処理にスクロース処理することで発生が抑制された。

湿式輸送の効果については、低温輸送と組み合わせることで、輸送後の切り花重量の減少がなく鮮度が保たれ、日持ちを延長させる結果がバラおよびシユッコンカスミソウで報告されている（Huら, 1998; 宮前ら, 2007）。バラおよびシユッコンカスミソウにおける乾式輸送の日持ち低下の原因は輸送中の水分ストレスであり、輸送シミュレーション（輸送温度20℃, 48時間）後の切り花重量は、いずれの品目も輸送前の70%程度に減少していた。石上・松浦（1991）は、輸送中の水分損失を抑える輸送資材を利用した乾式輸送で日持ちの延長効果をバラおよびシユッコンカスミソウで示し、輸送中の切

り花の水分損失程度が日持ちに影響することを報告した。本実験においても、乾式輸送では輸送後に切り花重量が減少し萎れがみられたのに対し、湿式輸送では輸送終了時まで給水されたことから、輸送前の切り花重量が保持され、萎れもみられなかった。これらの結果から湿式輸送がデルフィニウム切り花の鮮度保持に有効であり、48時間にもおよぶ実際の輸送においてもその効果を確認できた。

湿式輸送における鮮度保持効果は確認できたが、日持ち延長効果は一部の品種で認められるにとどまった。デルフィニウムの出荷時の草姿は、未開花を含む小花は多いが、それ以外は側枝1~2本とその基部の葉を残す程度で、バラなどと比較すると葉の量は非常に少ない。本実験における乾式輸送後の切り花重量は輸送前の85~95%程度にとどまり(図III-3-2, 4, 6), さらに輸送後の水生け1日後には輸送前の重量並からそれ以上に増加している。これらの結果から、葉の少ないデルフィニウム切り花では乾式輸送中の水分ストレスが比較的少ない上、輸送後の吸水もよい特性から、湿式輸送の日持ち延長効果が明確にならなかつたと考えられる。石上・松浦(1991)も、ガーベラのような葉のない切り花では輸送処理間に水分損失程度に差はなく、輸送処理の効果が明確にならなかつたことを報告している。

前節のSTSとスクロースを組み合わせた処理について、エラータム系およびベラドンナ系では、48時

間の輸送シミュレーションにおいてもその効果を確認できた（表III-2-4, 表III-2-7）。本節の実証試験において、ベラドンナ系品種はいずれの輸送方法においても、その効果を確認でき、日持ちの延長および切り花鑑賞価値の向上につながる技術であることが実証された。一方、エラータム系においてシミュレーション通りの効果が確認できなかつた理由として、試験実施時期、供試した品種が異なることが考えられた。ベラドンナ系初秋期の実証試験（9月上旬実施）においては、供試した切り花のサイズが小さく小花が少ない上に、収穫時の小花の開花率が高く未開花の蕾が少ないことが一因と考えられた。また、デルフィニウムの栽培条件によって植物体内の糖含量が変化し、花持ちなどに影響することが報告されている（Tanaseら, 2001）。10月に収穫したエラータム系については、シミュレーションを実施した8月よりも栽培時の気温、特に夜温が低下したことから、夜間の同化産物の消費が抑制され、8月収穫の切り花に対して10月収穫の切り花には十分な糖類が蓄積されていた可能性があり、クロース処理の効果が現れにくかった可能性が考えられた。

以上のことから、デルフィニウムの湿式輸送には、輸送後の鮮度保持に効果はあるものの、日持ちに関しては乾式輸送と同程度であることが明らかとなつた。また、本実験からは低温輸送体系、いわゆるコールドチェーンも充分に確立されたとは言えな

い状況であった。このようなことから、湿式輸送は、鮮度面で優位性はあるものの、乾式輸送と比較して資材、積載効率等から輸送コストが増加することから、導入を推し進めることは難しいと考えられた。

表III-3-1 前処理および輸送処理が、シネンシス系切り花の日持ちおよび小花径に及ぼす影響

前処理	輸送 処理	日持ち (日)	小花径 (mm)
STS	乾式	14.8	32.9
STS	湿式	16.1	34.7
STS+スクロース	乾式	15.6	31.5
STS+スクロース	湿式	14.2	33.8
分散分析 ^z	前処理	ns	ns
	輸送処理	ns	ns
	前処理×輸送方法	*	ns

^z*は5%水準で有意差があることを示し、nsは有意差がないことを示す

表III-3-2 前処理液および輸送処理が、エラータム系切り花の日持ちおよび小花径に及ぼす影響

前処理	輸送 処理	日持ち (日)	小花径 (mm)
STS	乾式	11.3	39.0
STS	湿式	10.9	42.6
STS+スクロース	乾式	10.7	40.7
STS+スクロース	湿式	10.5	40.0
分散分析 ^z	前処理	ns	ns
	輸送処理	ns	ns
	前処理×輸送方法	ns	ns

^z*は5%水準で有意な差があることを示し、nsは有意な差がないことを示す

表III-3-3 前処理および輸送処理が、ベラドンナ系切り花の着荷時の開花数、日持ちおよび小花径に及ぼす影響（7月上旬実施）

前処理	輸送 処理	着荷時の 開花率 ^y (%)	日持ち (日)	小花径 (mm)	花穂の曲がり 発生率 (%)
STS	乾式	79.9	9.1	36.8	90.0
STS	湿式	84.1	7.9	36.9	88.9
STS+スクロース	乾式	69.6	10.8	43.7	0
STS+スクロース	湿式	77.7	10.8	45.5	10
分散分析 ^z	前処理	**	*	*	—
	輸送処理	*	*	ns	—
	前処理×輸送処理	ns	*	ns	—

^z**および*は1%および5%水準でそれぞれ有意差があることを示し、n.s.は有意差がないことを示す

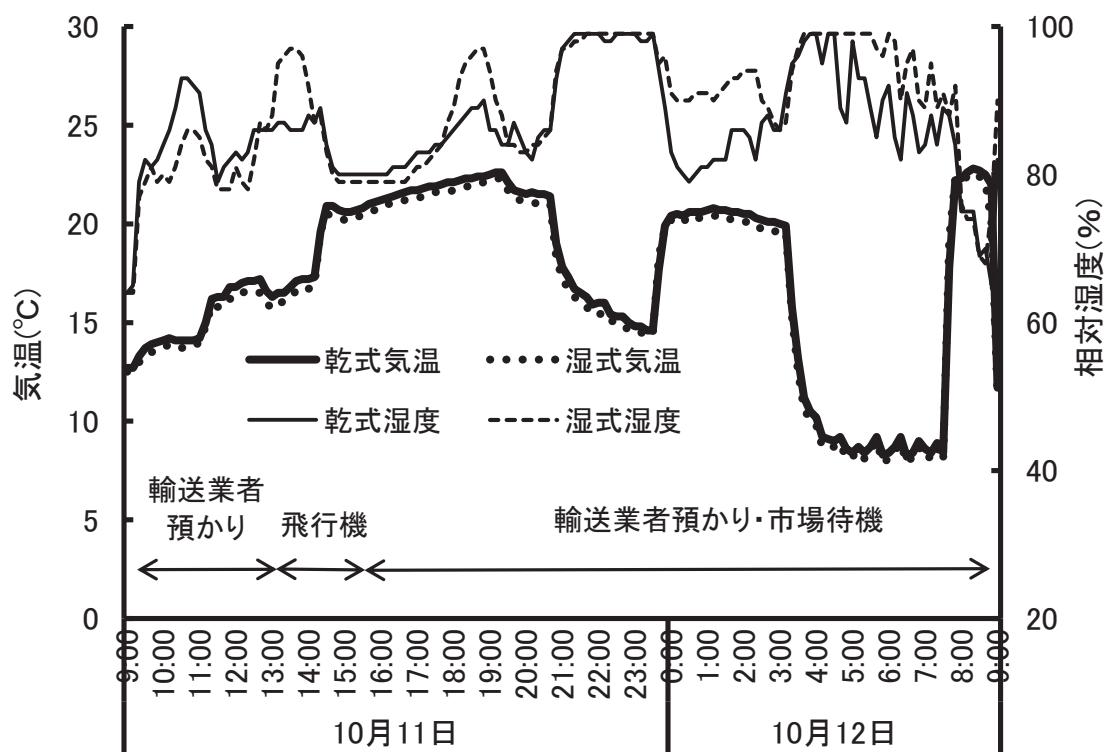
^y全小花数に占める開花した小花の割合

表III-3-4 前処理および輸送処理が、ベラドンナ系切り花の着荷時の開花数、日持ちおよび小花径に及ぼす影響（9月上旬実施）

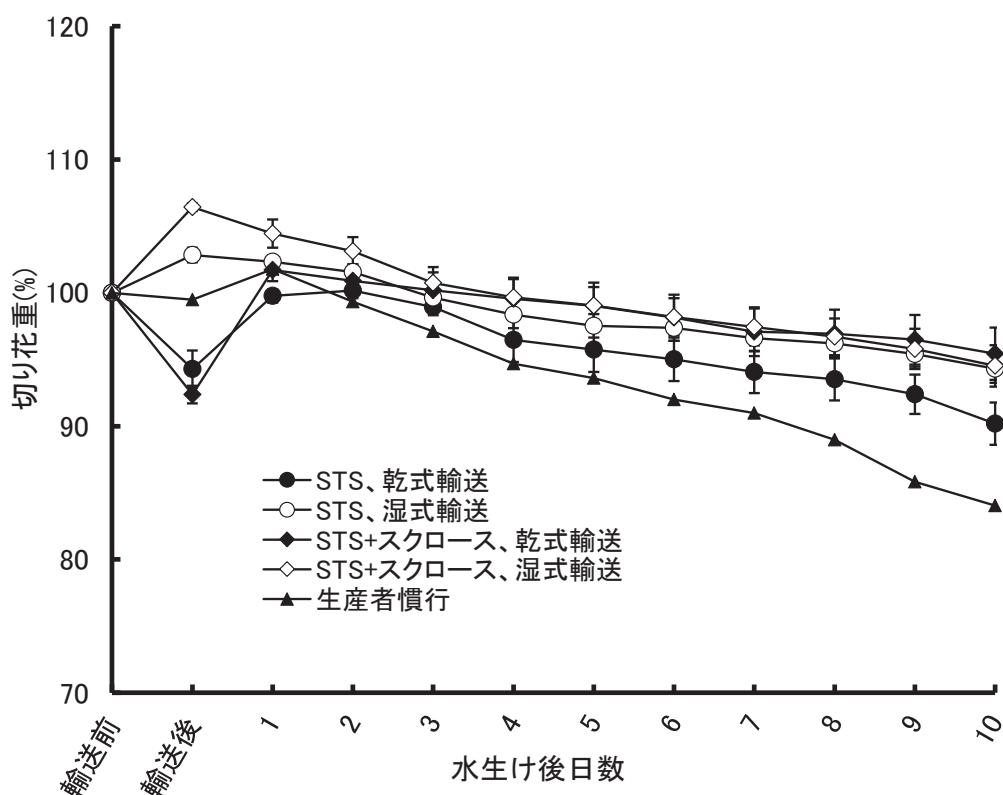
前処理	輸送 処理	着荷時の 開花率 ^y (%)	日持ち (日)	小花径 (mm)	花穂の曲がり 発生率 (%)
STS	乾式	98.7	9.4	46.2	10.0
STS	湿式	99.2	9.2	46.8	20.0
STS+スクロース	乾式	93.3	9.8	46.3	0
STS+スクロース	湿式	98.1	8.8	48.7	0
分散分析 ^z	前処理	ns	ns	*	—
	輸送処理	*	ns	ns	—
	前処理×輸送処理	ns	ns	ns	—

^z*は5%水準で有意差があることを示し、n.s.は有意差がないことを示す

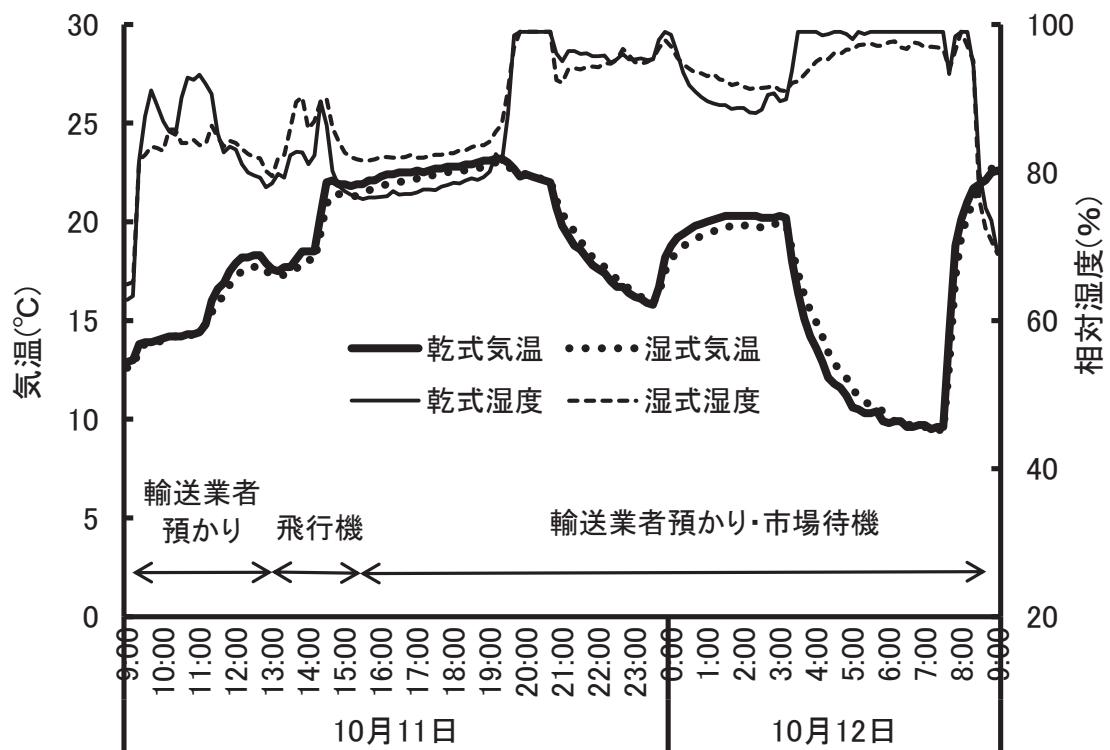
^y全小花数に占める開花した小花の割合



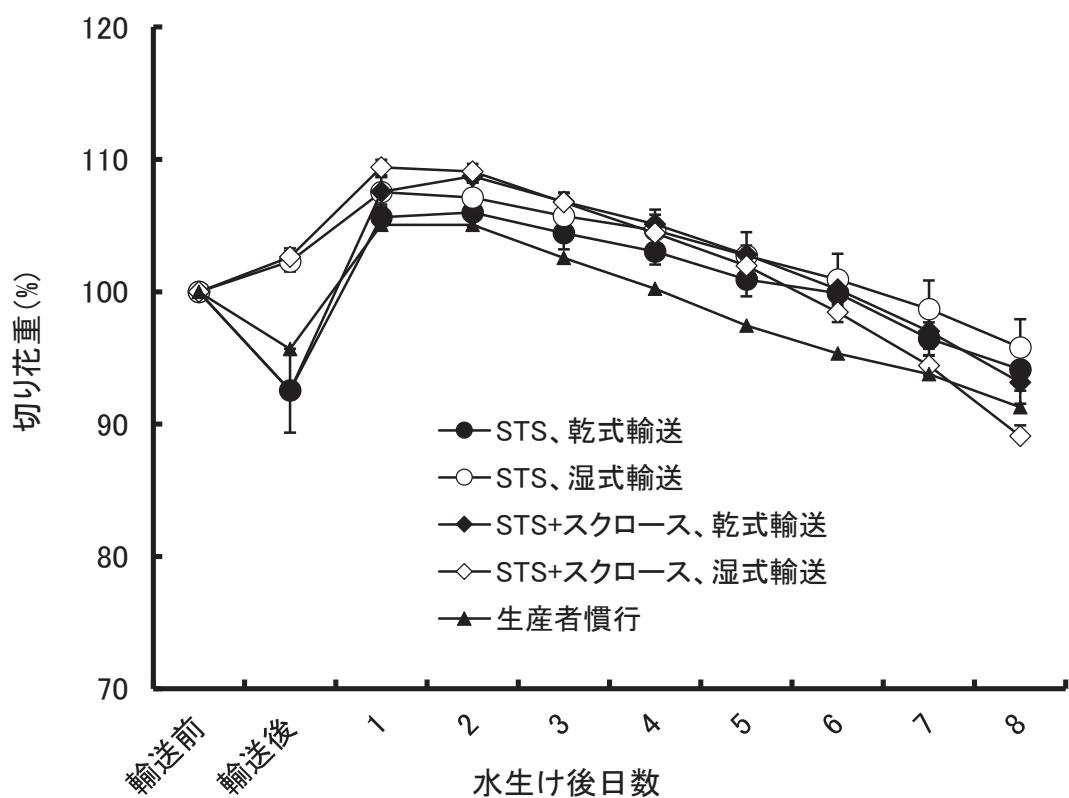
図III-3-1 輸送中および保管中の段ボール箱内の温度および相対湿度の推移（シネンシス系）



図III-3-2 スクロースを組み合わせた前処理と輸送処理が切り花の新鮮重に及ぼす影響
シネンシス系 図中の縦線は標準誤差を示す (n=10)

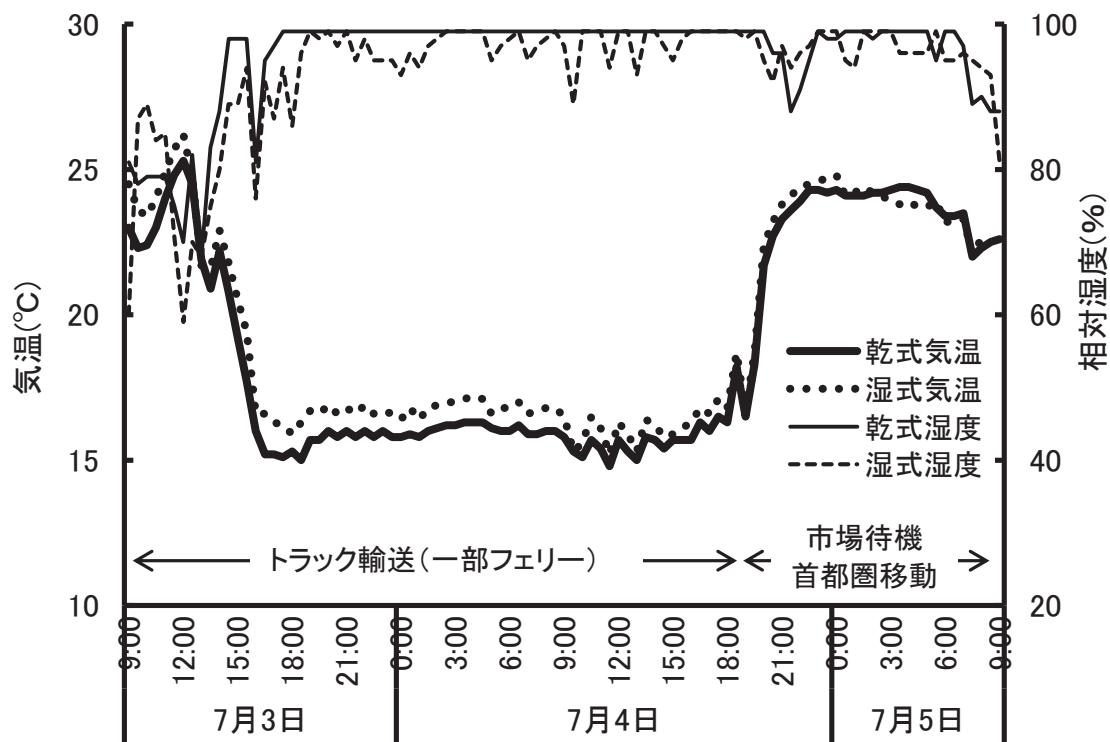


図III-3-3 輸送中および保管中の段ボール箱内の温度および相対湿度の推移（エラータム系）

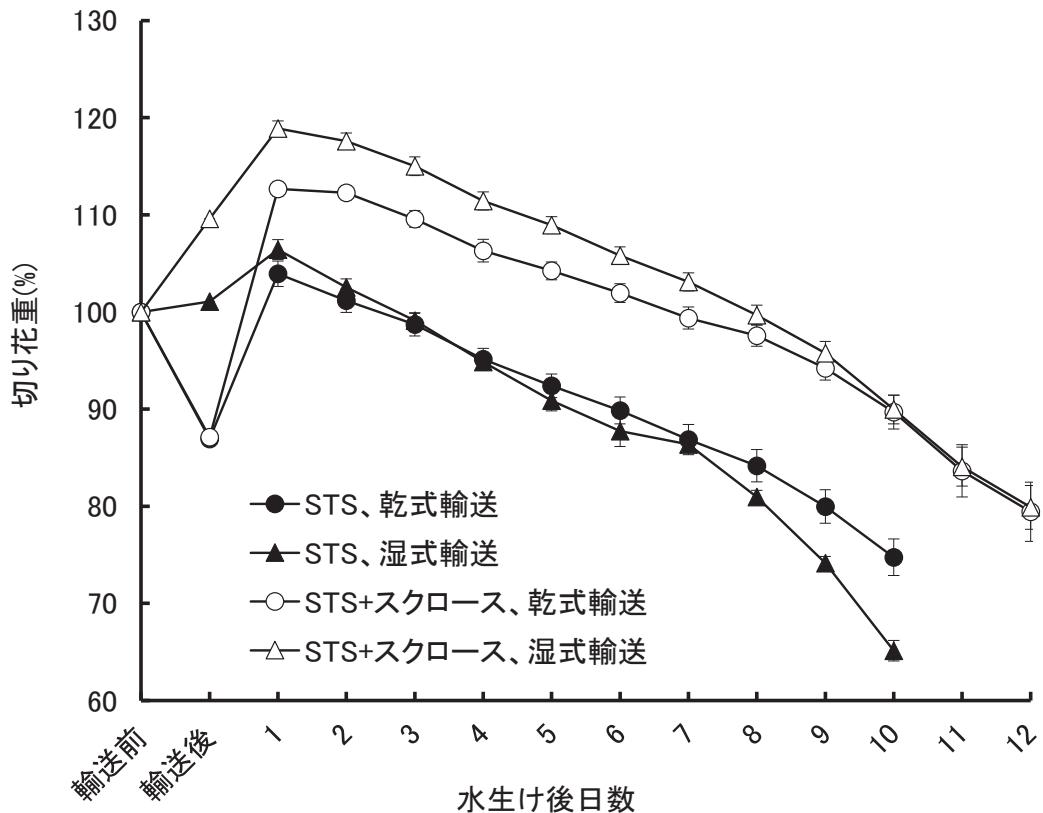


図III-3-4 スクロースを組み合わせた前処理と輸送処理が切り花の新鮮重に及ぼす影響

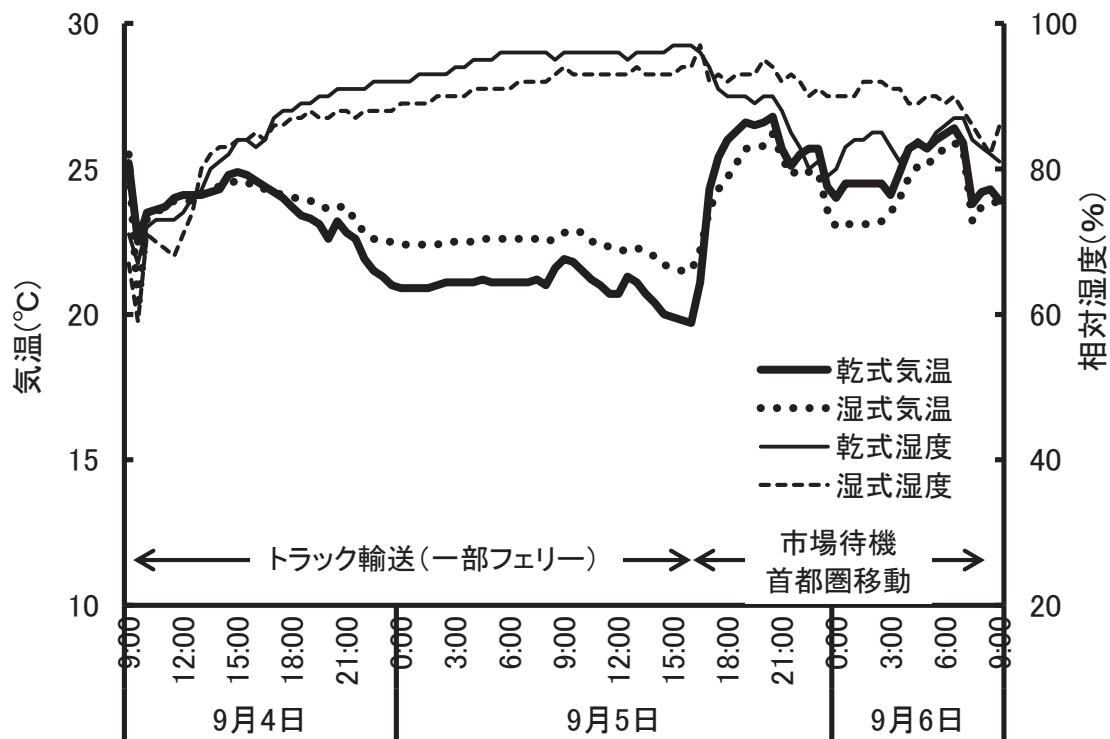
エラータム系 図中の縦線は標準誤差を示す (n=10)



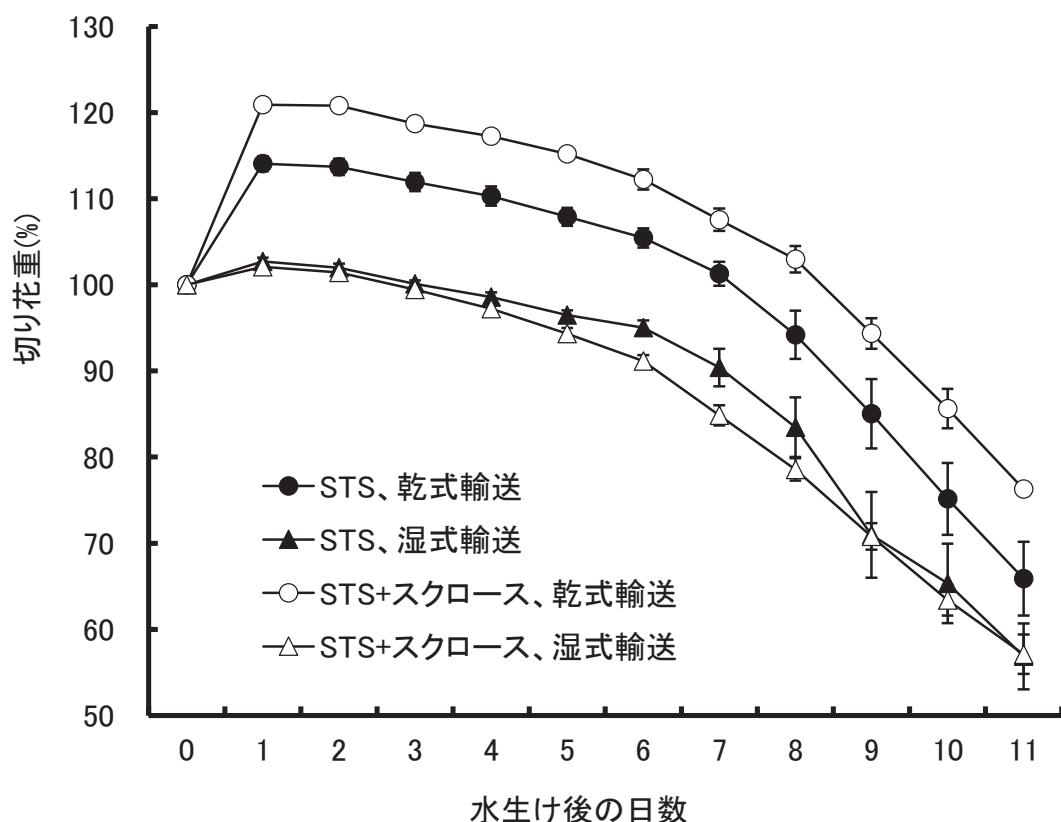
図III-3-5 輸送中および保管中の段ボール箱内の温度および相対湿度の推移（ベラドンナ系 初夏期）



図III-3-6 スクロースを組み合わせた前処理と輸送処理が切り花の新鮮重に及ぼす影響
(初夏期) 注) 図中の縦線は標準誤差を示す (n=10)



図III-3-7 輸送中および保管中の段ボール箱内の温度および相対湿度の推移（ベラドンナ系 初秋期）



図III-3-8 スクロースを組み合わせた前処理と輸送処理が切り花の新鮮重に及ぼす影響（初秋期）

注) 図中の縦線は標準誤差を示す (n=10)

第Ⅳ章 切り花品質保持技術の効果不安定要因

前章の報告をもとに、デルフィニウム切り花のSTS処理、クロース処理および湿式輸送技術は北海道の生産現場に広く普及してきた（北海道農業協同組合中央会、ホクレン農業協同組合連合会、2009）。しかしながら、夏季の出荷において、STS処理の効果が不十分と思われる早期落花により、出荷市場からクレームを受け、対策を求められる産地は少なくない（藤田、2014；高橋・大西、2001）。実際、市場で花落ちがみられたエラータム系切り花の銀含量を調査したところ、日持ち延長効果が期待できる小花の銀含量 $3 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$ を大きく下回り、銀含量の不足が花落ちの原因となつたと推察された。

2005年に道内のデルフィニウム生産者を対象としたアンケート調査（藤田、2005）から、回答があつた生産者内、シネンシス系では45%，エラータム系では71%，ベラドンナ系では66%で花落ちクレームの経験があつた。また、クレームの要因として①採花前の降雨や曇天継続後の晴天、②産地と消費地の温度差、③病気（灰色かび病等）、④咲きすぎ（収穫が遅い）や受粉による影響を挙げており、これらの対策として①かん水方法変更、②灰色かび病の防除、③切り前の変更（早めの収穫）、④選別の徹底と前処理バケツの洗浄、⑤前処理剤の希釀倍率、液量、処理時間の見直し（濃く、多く、長

く），⑥前処理条件の変更（常温又は低温），⑦除湿対策（扇風機，除湿付き予冷庫の利用）などが行われていた。しかし、これらは生産者の経験的に得た対策であり、具体的な調査結果があるわけではない。

栽培条件が切り花の日持ちに及ぼす影響については、高温，低湿度，高飽差条件下で栽培されたバラの日持ちが短いことなどが多数報告されている（渡辺・清水，2000；本村ら，2003；Inら，2007；小山ら，2009）。また、バラ切り花において相対湿度99%条件で保持すると相対湿度60%条件に比べて植物体からの蒸散および生け水の吸収が低く抑えられることが報告されている（土井ら，2000）。トルコギキョウ切り花において、前処理溶液の吸収量は処理時の相対湿度の影響を受け、低湿度ほど処理液の吸収量は増加したことが報告されている（湯本・市村，2007）。しかしながら、栽培条件および前処理環境がSTS溶液の吸収量および切り花の銀含量に及ぼす影響は、報告されていない。

そこで本章では、クレームの要因としてあげられた「採花前の降雨」，クレーム対策としての「前処理条件の変更」，「除湿対策」等について，検証することとした。第1節では栽培環境（気温，相対湿度，飽差，地温および土壤水分）と切り花の吸収特性との関係について解析し，要因の抽出を行い，その要因についてポット試験による検証を行った。ま

た，第2節は，STS処理時の環境要因（温度および相対湿度）が与える影響について検討した。

第1節 栽培環境による影響

北海道の花き品目栽培において夏秋期に使用される施設は、パイプハウスで加温施設がなく、ハウス内の換気を側窓と妻面の出入り口で行う雨よけビニルハウスが一般的である。また、積極的な温湿度管理というよりは、低温期や夜間の保温および降雨時において雨水の浸入防止程度の一般的な管理であり、ハウス内の環境はほぼなりゆきの状態である。

栽培条件が切り花の日持ちに及ぼす影響については、高温、低湿度、高飽差条件下で栽培されたバラの日持ちが短いことなどが多数報告されており（渡辺・清水，2000；本村ら，2003；Inら，2007；小山ら，2009），栽培条件がSTS溶液の吸収に影響を及ぼすことが考えられる。

そこで、雨よけビニルハウスでエラータム系品種を栽培し、7月～9月の間収穫した切り花を定常的な条件でSTS処理を行い、収穫前の様々な環境パラメータとSTS溶液吸収量との関係について検討した。また、そこで抽出された要因について、ポット栽培株および人工気象室をもちいて検証を行った

材料および方法

実験1 ハウス内環境の影響

デルフィニウムの栽培は、花野技セ内 の無加温ハウス（間口 6 m, 長さ 20 m）で行った。ハウス内に幅 90 cm, 長さ 18 m のベッド 3 本設け、ベッド部分に N, P₂O₅, K₂O, をそれぞれ 1.0 kg · a⁻¹ 施肥した。栽植様式は畝間 15 cm, 株間 15 cm, 6 条植えとした。このハウス内で 5 作期分を、作期毎にかん水管理が個別に行えるように設定した。2012 年 5 月 16 日（作期 I），5 月 26 日（作期 II），6 月 13 日（作期 III），6 月 26 日（作期 IV），7 月 13 日（作期 V）に、エラータム系品種 ‘オーロラブルーインプ’（タキイ種苗（株））を定植した。ハウスの換気温度を 15°C 程度に設置し、農試慣行のかん水管理で管理した。

ハウス内環境パラメータとその略式を表 IV-1-1 に示す。ハウス内栽培環境の測定には、温湿度センサー（SS-1, DECAGON）および土壤水分および地温センサー（5TM, DECAGON）を使用した。温湿度センサーは、ハウス中央部高さ 1.3 m に設置し、土壤水分および地温センサーは、各作期部分中央の深さ 5 cm に設置した。各測定値は毎正時に記録した。パラメータは、収穫時（8 時），収穫前 72 時間，収穫前 120 時間（気温および相対湿度のみ）の平均値を使用した。飽差は対応する温度と相対湿度から算出した。

切り花の収穫は、小花が 60 ~ 70 % 程度開花した生育の揃った 8 株を収穫対象とし、午前 8 時 ~ 8 時 30

分の間に収穫し，速やかに葉を取り除き長さを90cmに調製してSTS処理を8時間行った。STS処理した8本の内，5本を日持ち調査，3本を切り花の銀含量の測定に用いた。STS溶液，STS処理環境条件，日持ち調査方法銀含量測定試料の調整，測定方法については，第Ⅲ章第1節で述べた方法で行った。各パラメータと吸収量，銀含量，日持ちとの関係を明らかにするために，エクセル多変量解析((株)エスミ)を用いて，主成分分析を行った。

実験2 収穫前の相対湿度がSTS溶液吸収量および萼片の気孔開度に及ぼす影響

試験には，エラータム系品種‘オーロラブルーインプ’を用いた。収穫前の株を異なる相対湿度条件で処理するため，ポット栽培した株を試験に用いた。ポット栽培は，18cmポリポットを用い，換気温度15°Cに設定した温室で管理した。2013年9月に花穂の小花が開花し始めた株を人工気象室に移した。人工気象室は，温度22°C，12時間明期(6:00～18:00)，光強度 $230\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上とし，相対湿度を制御しない‘なりゆき’区(処理期間中平均相対湿度84.8%)と，除湿器を使用した除湿区(処理期間中平均相対湿度59.4%)を設定した。6日後にそれぞれの処理区で花穂の開花小花割合が70%程度に達した株を収穫した。収穫後，速やかに葉を取り除き長さを60cmに調整し，0.2mMSTS溶液で8時間処理を行った。STS溶液，STS処理環境

条件，銀含量測定試料の調整，測定方法について
は，第三章第1節で述べた方法で行った。

萼片の気孔径の調査も同様に花穂の小花が開花し始めた段階でなりゆき区（処理期間中平均相対湿度83.0%）および除湿区（処理期間中平均相対湿度57.3%）に移したそれぞれ5株を調査対象とした。開花直後の小花を1株当たり2花選び，人工気象室入室前，処理1日後，3日後および6日後に小花から萼片を1枚ずつ，午前11時に採取し，孔辺細胞を含む気孔径（短軸）を測定した（図IV-1-3）。萼片の気孔径の調査には，マニキュアを使用した簡易レプリカ法（臼井・サンダレエ，1997）により作製したレプリカを使用した。萼片の調査対象部位に透明マニキュア（ウインマックスラブエンゼルネイルカラー，（株）セントラル・メデック社）を薄く塗り，固化後，透明のセロハンテープをマニキュア塗布部分に貼り付けた。セロハンテープとマニキュアと一緒に剥がし，スライドグラスにマニキュアを下に貼り付けた。デジタルマイクロスコープ（VHX-1000，（株）キーインス）を用いて観察し，萼片1枚当たり気孔20～25個を測定した。

実験3 収穫前の湛水処理がSTS処理液吸収量に及ぼす影響

試験には，エラータム系品種‘オーロラブルーインプ’を用いた。収穫前の株を湛水処理するため，ポット栽培した株を試験に用いた。前述の方法でポ

ット栽培し、温室で花穂の小花が開花し始めた株を12株選び、人工気象室内に移した。12株のうち6株を、ポット底面から5cm程度が湛水するようにな道水を入れたバット内に入れ湛水処理した。6日後に湛水処理区および無処理区をそれぞれ収穫し、速やかに葉を取り除き長さを60cmに調整し、0.2mMSTS溶液で8時間処理を行い、処理後速やかに前処理液吸収量を前述の方法で求めた。STS処理条件は、実験2の設定で行った。

結果および考察

本実験で使用した雨よけハウスは、北海道の夏秋期の栽培で使用する一般的な雨よけハウス施設と同様の構造であり、栽植様式も生産者慣行である。また、側窓および出入り口の開閉管理は、昼間の高温回避と夜間の保温および雨水の浸入防止を目的とする一般的な管理であったことから、本節のハウス内環境は、夏秋期の一般的な生産者ハウスに近いと考えられた。2012年7月15日から9月25日までのハウス内の気温、相対湿度、地温、土壤水分の推移を図IV-1-1に示した。この間に比較的大きな季節的な変化の傾向はみられないが、最低相対湿度、最高飽差には、降雨により影響を受け大きな変化がみられた。一方、夜間に側窓および出入り口を閉める管理のため、夜間の相対湿度が上昇し、最低飽差が小さくなつたため、最高相対湿度および最低飽差の変化

は小さくなつたと考えられた。

収穫は、7月24日から開始し、9月24日までの間に24回（作期I：4回、作期II：7回、作期III：4回、作期IV：3回、作期V：6回）行つた。全収穫日のSTS溶液の平均吸収量は、 $37.1 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} FW$ であり、最大は $49.1 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} FW$ 、最小は $30.5 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} FW$ であり、全収穫日間に有意な差が認められた（表IV-1-2）。小花の銀含量および日持ちについては、収穫日に有意な差が認められたが、いずれの収穫日の切り花にも日持ち調査中に花落ち等の障害の発生はみられなかつた。切り花のSTS処理、日持ち調査は、気温、湿度および光環境を制御した恒温室内で実施された。そのため、収穫日に認められたSTS溶液の吸収量、小花の銀含量および日持ちの差は、切り花の先天的な吸収特性の違いによるものと考えられ、栽培環境が切り花の吸収特性に影響したことが明らかとなつた。

図IV-1-2にハウス内の各環境パラメータとSTS溶液吸収量に関する主成分分析の結果を示した。第1主成分および第2主成分の寄与率はそれぞれ、32.8%および27.7%であった。第1主成分では、吸収量の固有値が比較的大きな値を示しており、120相対湿度、72相対湿度、120最低湿度、72最高湿度、120最高湿度が大きな正の固有値を示した。一方、72土壤水分、72最低飽差、120飽差、72飽差、120最低飽差などが大きな負の固有値を示し

た。また、収穫時の気温、相対湿度、飽差の固有値は小さかった。この吸収量と相対湿度および飽差の関係から、収穫前一定期間の水蒸気圧が切り花の吸収特性に影響を与える可能性が示された。

寄与率 27.7% の第 2 主成分では、気温（収穫時と 72 時間および 120 時間前の平均最高気温）の固定値が正の値で比較的高く、相対湿度（収穫時と 72 時間前および 120 時間前の最低相対湿度）の固定値が負で比較的高かった。しかしながら、吸収量の固有値が小さく、吸収量に密接に関与するハウス内環境パラメータを検出するのが困難であった。

実験 1において、ハウス内環境、特に水蒸気圧が切り花の状態に影響し STS 溶液の吸収に影響する可能性が示されたことから、実験 2では人工気象室を用いてこのことを検証した。人工気象室での処理中 6 日間の平均相対湿度は、なりゆき区が 84.8%，除湿区が 59.4% であった。実験 1において、収穫前 120 時間に降雨があった収穫期の相対湿度は 86.9% に達しており、実験 2 のなりゆき区の相対湿度（84.8%）は、一般栽培ハウスでの多湿状態に近い状況を再現していたと考えられた。

この湿度条件下で管理し、収穫した切り花の STS 溶液吸収量には、顕著な差が認められ、なりゆき区は除湿区よりも多くなった（表 IV - 1 - 3）。これは、実験 1において確認された結果を支持する結果となつた。また、切り花全体および小花における銀含量

は、いずれもなりゆき区で多くなったが、小花の銀含量に有意な差は認められなかつた。これまでにエラータム系におけるSTS処理において、小花に $3\sim17\text{ }\mu\text{mol}\cdot100\text{ g}^{-1}$ の銀が吸収されると日持ち延長効果が最大となり、薬害も生じないことが確認されているが、本実験のいずれの処理区も小花にこの範囲内の銀が吸収されたことから、早期落花の発生の可能性は低いと考えられた。

切り花の吸水の原動力は、主に蒸発散による蒸散流であり、気孔からの蒸散の割合が非常に高い。佐藤ら（2005）は、バラを相対湿度60%および85%で栽培した場合、85%区における葉の気孔径は60%区より大きくなり、気孔抵抗が小さく、切り花の蒸散速度も高いことを報告している。また、中野（2012）は、バラの栽培管理において、 $6\text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ 以上の飽差環境では植物体の水分損失を抑えるため気孔が閉じることを述べている。萼片における気孔の分布状況を調査した結果、気孔は萼片の背軸側にはみられたが、向軸側にはみられなかつた（図IV-1-4）。そこで、気孔径の調査対象部位を萼片背軸側の中央部分とした。除湿区における小花萼片の気孔径は、処理前と比較して、変わらないかやや増加する傾向がみられた（図IV-1-5）。これに対し、なりゆき区における小花萼片の気孔径は、処理前と比較して処理中に拡がる傾向がみられ、処理6日目には除湿区との間に有意な差が認められた。

本実験の気孔径の調査において、なりゆき区の平均相対湿度が83.0%であったのに対し、除湿区の平均相対湿度は57.3%であり、飽差は約 $7.8\text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ に達していた。そのため、デルフィニウムにおいても、植物体の水分損失を抑えるために気孔が閉じ、気孔径に処理間差が生じたと考えられた。エラータム系は、花穂に八重咲きの小花が多数着生し、切り花全体に占める小花の割合が高い。本実験ではSTS処理前にすべての葉を取り除く調整を行ったため、切り花の主な蒸散部位は小花となり、小花萼片の気孔径の差はSTS溶液吸収量に影響したと推察された。これらの結果から、収穫前数日を相対湿度が高い条件下で経過し収穫に至った切り花は、STS溶液を吸収しにくい状態ではなく、むしろ吸収しやすい状態といえる。

降雨によりハウス内圃場に侵入した雨水によって一時的な土壤水分の上昇がSTS溶液の吸収に影響することを懸念する生産者もいる。実験1における第1主成分において、土壤水分の固有ベクトルが飽差と同様に比較的大きな負の値をとっており、STS溶液の吸収に影響した可能性が示された。

キクに対する地下水位を管理した6日間の湛水処理において、地下水位が高い処理区の切り花ほど下葉の黄化により花持ちは短いが、観賞価値を失うまでの水揚げはいずれの処理区も同様に続け、葉の萎凋もみられなかった(船越1984)。水を張ったバッ

ト内にポット栽培した株を置き、収穫前5日間を湛水状態とする処理を行った実験3において、切り花のSTS吸収量に有意な差は認められなかった（表IV-1-4）。この結果は、地下水位が切り花の水揚げに影響しなかった船越の報告と合致し、ポット栽培で検討した本実験からは、収穫前の土壤水分状態はSTS溶液の吸収に影響しないと推察された。

本実験前は、切り花产地での経験上、収穫時の栽培環境、特に雨天時の高相対湿度が、切り花のSTS溶液の吸収に影響し、吸収量を低下させることを予想していた。しかしながら、本節の結果からは、収穫時のハウス内環境の影響は小さく、収穫前の3日～5日間を相対湿度が高く、飽差環境が小さい環境で保持することで、吸収量の多い切り花の生産につながる可能性が示された。収穫前の土壤水分もSTS溶液吸収不足の原因にはならないと考えられる。

表IV-1-1 ハウス内環境パラメータとその略語

栽培環境パラメータ	略語	単位	栽培環境パラメータ	略語	単位
収穫時気温	気温	℃	収穫時飽差	飽差	$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$
収穫前72時間平均気温	72気温	℃	収穫前72時間平均飽差	72飽差	$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$
収穫前72時間平均最高気温	72最高気温	℃	収穫前72時間平均最高飽差	72最高飽差	$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$
収穫前72時間平均最低気温	72最低気温	℃	収穫前72時間平均最低飽差	72最低飽差	$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$
収穫前120時間平均気温	120気温	℃	収穫前120時間平均飽差	120飽差	$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$
収穫前120時間平均最高気温	120最高気温	℃	収穫前120時間平均最高飽差	120最高飽差	$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$
収穫前120時間平均最低気温	120最低気温	℃	収穫前120時間平均最低飽差	120最低飽差	$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$
収穫時相対湿度	湿度	%	収穫時地温	地温	℃
収穫前72時間平均相対湿度	72湿度	%	収穫前72時間平均地温	72地温	℃
収穫前72時間平均最高相対湿度	72最高湿度	%	収穫時土壤水分	土壤水分	$\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$
収穫前72時間平均最低相対湿度	72最低湿度	%	収穫前72時間平均土壤水分	72土壤水分	$\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$
収穫前120時間平均相対湿度	120湿度	%	吸収量	吸収量	$\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{FW}$
収穫前120時間平均最高相対湿度	120最高湿度	%	日持ち	日持ち	日
収穫前120時間平均最低相対湿度	120最低湿度	%	銀含量（小花）	小花銀含量	$\mu\text{mol} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{FW}$
			銀含量（茎葉）	茎葉銀含量	$\mu\text{mol} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{FW}$

表IV-1-2 デルフィニウム切り花における前処理液吸収量と日持ち

全収穫日	7/24～9/24	作期別				
		I	II	III	IV	V
収穫期間	7/24～9/24	7/24～28	7/30～8/10	8/13～17	8/25～30	9/13～24
収穫回数	24	4	7	4	3	6
吸収量($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{FW}$)	37.1 ** z)	33.9	34.9	36.0	40.2	40.9
小花銀含量($\mu\text{mol} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{FW}$)	4.0 **	4.8	4.4	4.3	3.4	3.0
日持ち(日間)	10.5 ** z)	11.2	10.2	9.6	10.1	10.7

^{z)}**は、分散分析によりそれぞれ収穫日間に1%水準で有意な差があることを示す

表IV-1-3 収穫前の相対湿度がSTS処理液の吸収量に及ぼす影響

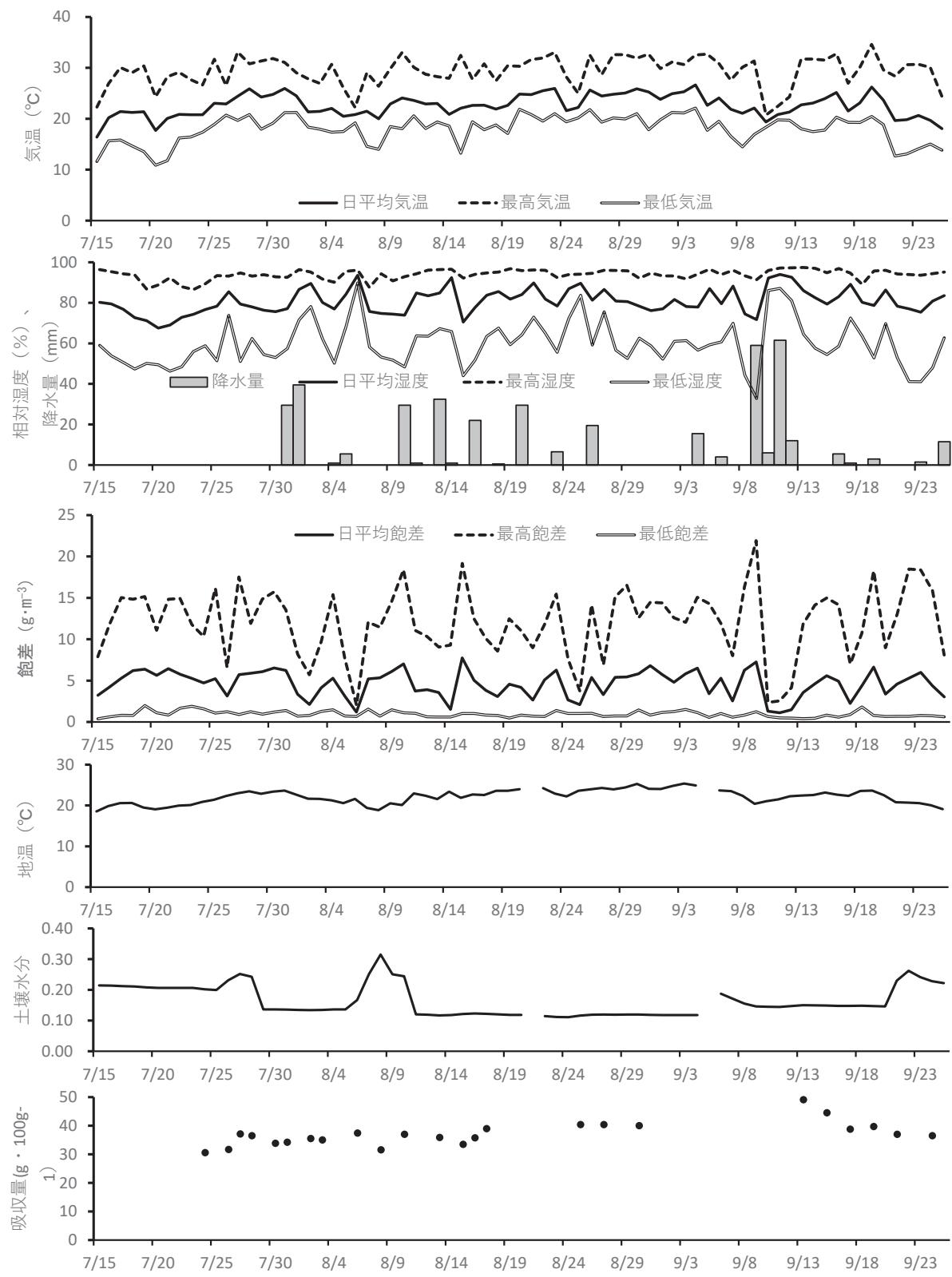
処理区	処理中の 相対湿度 ^{z)} (%)	STS溶液 吸収量 (g·100 g ⁻¹ FW)	銀含量 (μmol · 100 g ⁻¹ FW)	
			切り花 全体	小花
なりゆき区	84.8	35.0	6.54	4.14
除湿区	59.4	32.0	5.47	3.52
有意性 ^{y)}		*	*	ns

^{z)} 収穫前144時間の平均値^{y)} t検定により*は5%水準で有意差があること、nsには有意差がないことを示す(n=8)

表IV-1-4 収穫前の湛水処理がSTS溶液の吸収量に及ぼす影響

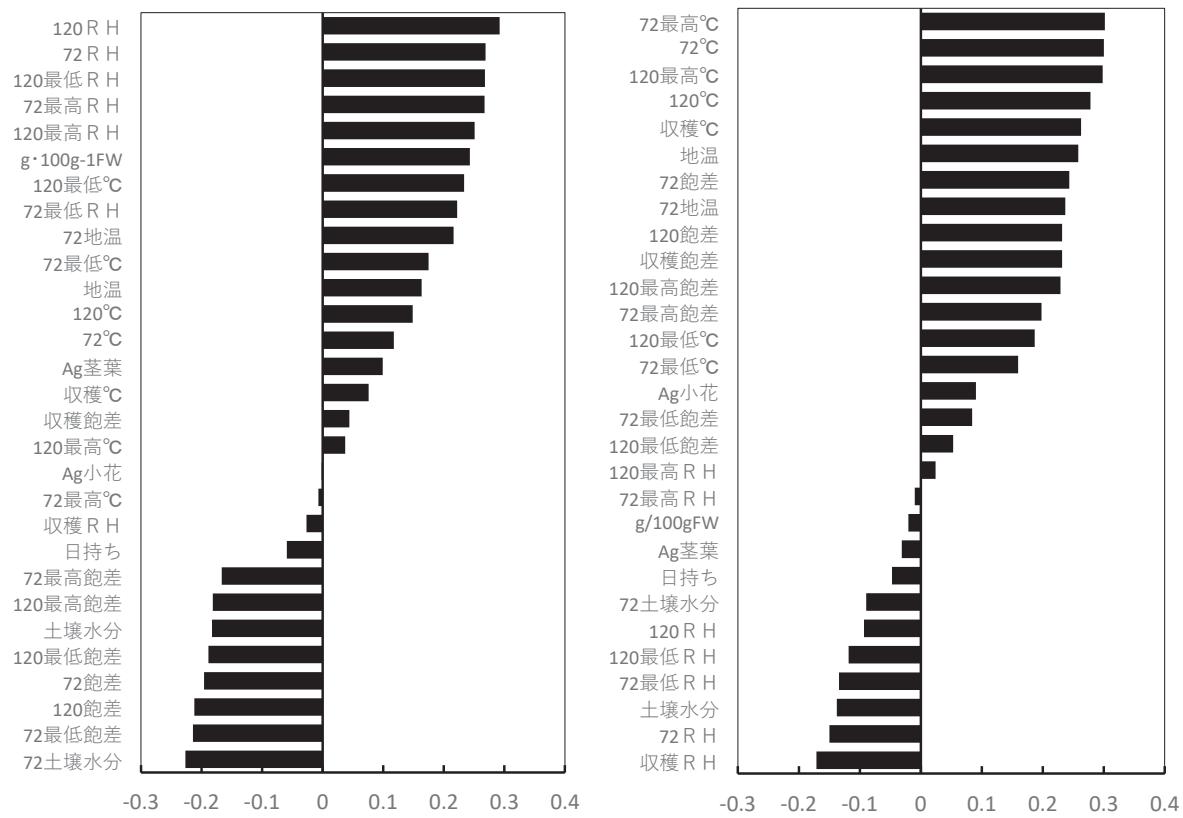
試験区	吸収量 ^{z)}	
	(g·100g ⁻¹ FW)	
無処理	31.8	±0.76
湛水処理	30.0	±1.00
有意性 ^{y)}	ns	

^{z)} 平均値±標準偏差(n=6)^{y)} t検定によりnsは有意差がないことを示す

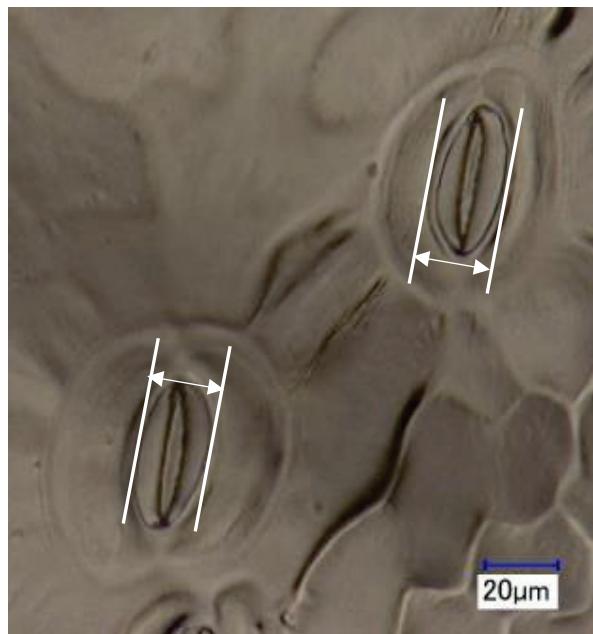


図IV-1-1 ハウス内の気温、相対湿度地温および土壤水分の推移（2012年7月20日～9月25日）

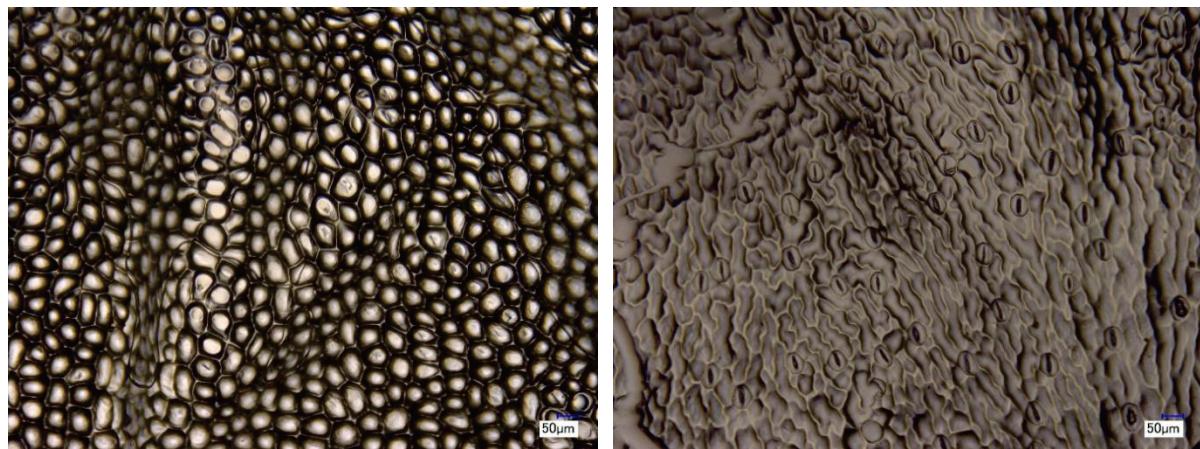
降水量はアメダス地点（滝川市）の値



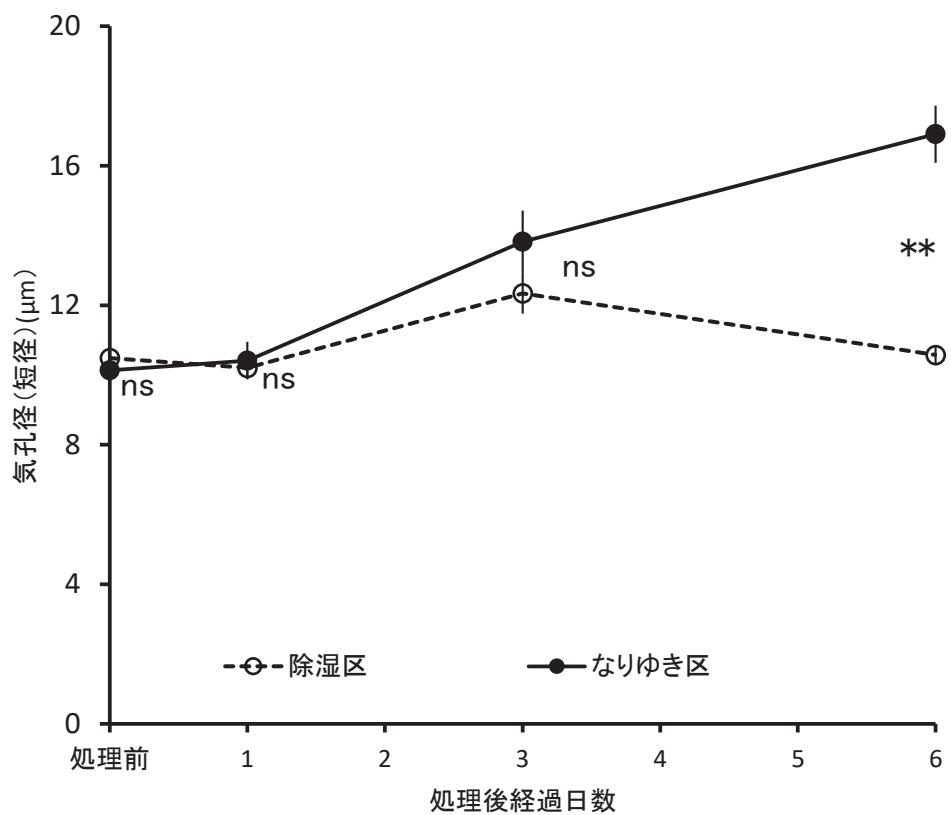
図IV-1-2 主成分分析における第1および第2主成分固有ベクトル



図IV-1-3 気孔径の測定部分



図IV-1-4 萼片中央部における気孔の分布状況（左：向軸側，右：背軸側）



図IV-1-5 栽培期間中の相対湿度が萼片の気孔径に及ぼす影響

図中の縦線は、標準誤差を示す(n=5)

**は、t検定により除湿区およびなりゆき区との間に1%水準で有意な差があり、nsは有意な差がないことを示す

第 2 節 S T S 処理環境による影響

前節において、収穫前の一定期間が相対湿度の高い状況におかれても、STS 溶液を吸収しづらい切り花の状態にはならないことが明らかとなつた。逆に、相対湿度が低く、飽差が大きい環境条件におかれた株においては、小花の萼片の気孔径は小さくなり、切り花のSTS溶液の吸収量が減少することが示された。

そこで、本節では、STS 处理時の環境（温度および相対湿度）の影響について検討するとともに、収穫前の相対湿度処理と組合せることで、収穫前後の環境条件の影響について検討した。

材 料 お よ び 方 法

本実験は、2014年に花野技セで行った。ポット栽培は、18 cm ポリポットを用い、換気温度 15°C に設定した温室で管理した。STS 溶液、銀含量測定試料の調整、測定方法については、第3章第1節で述べた方法で行った。

実験 1 S T S 处理時の温度および相対湿度がSTS溶液吸収量に及ぼす影響

実験には、エラータム系品種‘オーロラブルーインプ’（タキイ種苗（株））を用い、花野技セ内の雨よけハウスで栽培した切り花を供試した。花穂の小花が 60～70% 程度開花した株を 2012 年 8 月収穫し、長さ 90 cm に揃え側花穂とすべての葉を取り除

く調整を行い、8時間STS処理を行った。STS処理は、23°C、相対湿度70%（飽差 $6.2\text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ 、以下23°C-70%区）、23°C、相対湿度80%（飽差 $4.1\text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ 、以下23°C-80%区）、30°C、相対湿度70%（飽差 $9.1\text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ 、以下30°C-70%区）および30°C、相対湿度80%（飽差 $6.1\text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ 、以下30°C-80%区）に制御した恒温室内で光強度 $15\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ （調査台上）条件下行った。処理開始4時間後および処理終了後に速やかにSTS処理液吸収量を求めた。

実験2 収穫前とSTS処理時の相対湿度がSTS溶液吸収量に及ぼす影響

温室内で花穂の小花が開花し始めた株を、人工気象室に移した。人工気象室は、温度22°C、12時間明期、光強度 $230\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上とし、湿度を制御しない‘なりゆき’区（処理期間中平均相対湿度82.3%）と除湿器を使用した除湿区（処理機期間中平均相対湿度65.1%）に移し、収穫まで保持した。6日後に収穫し、速やかに長さ60cmに揃え側花穂とすべての葉を取り除く調整を行い、STS処理を行った。STS処理は、処理中の平均相対湿度が86.5%の高湿度条件と62.6%の低湿度条件で6時間処理した。処理後速やかに前処理液吸収量および切り花の銀含量を求めた。

結果および考察

STS処理時の気温および相対湿度とSTS溶液吸収

量との関係において、処理開始後4時間では処理間に有意な差は認められなかった（表IV-2-1）。8時間では、飽差が大きい30°C-70%区の吸収量が最も多く、ついで30°C-80%区、23°C-70%区、飽差が最も小さい23°C-80%区の順に減少した。同一の温度条件下では、相対湿度が低いほど含量が増加する傾向がみられた。また、飽差が近似する23°C-70%区（6.2 g·m⁻³）と30°C-80%区（6.1 g·m⁻³）の比較では、温度の高い30°C-80%区で吸収量が増加した。切り花全体および小花における銀含量は、飽差が大きい30°C-70%区の含量が最も多く、飽差が小さい23°C-80%区が最も少なくなる傾向がみられた。同一の温度条件下での比較では、相対湿度が低い区で吸収量が増加する傾向がみられた。

バラ切り花において相対湿度99%条件で保持すると相対湿度60%条件に比べて植物体からの蒸散および生け水の吸収が低く抑えられることが報告されている（土井ら，2000）。また、トルコギキョウ切り花において、前処理溶液の吸収量は処理時の相対湿度の影響を受け、低湿度ほど処理液の吸収量は増加したことが報告されている（湯本・市村，2007）。デルフィニウム切り花においてもSTS溶液の吸収量および銀含量は、処理時の相対湿度および温度に影響を受け、低湿度で吸収量が増加するトルコギキョウ切り花と同様の結果となった。STS処理後の気孔径の調査は行っていないが、前節において確認され

た気孔径の変化は、処理1日後にはみられなかつたことから、8時間のSTS処理中に気孔径が変化し、蒸散量に影響した可能性は小さいと推察された。このことから、STS処理時の相対湿度および温度条件を変えることでSTS溶液の吸収量を変化させることができると考えられた。本実験における処理条件の飽差とSTS溶液の吸収量および銀含量の関係は、飽差が高いほど吸収量および銀含量が増加する傾向がみられた。飽差を高めるような環境制御が、吸収量および含量の増加に効果的であり、具体的には相対湿度を下げるまたは気温を上げる制御が考えられた。

前節を含めたこれまでの結果から、切り花は収穫前の高湿度条件によってSTS溶液を吸収しやすい状態となる一方、STS処理時の高湿度条件下においては溶液の吸収が抑制されることが明らかとなつた。そこで実験2では、収穫前の相対湿度条件とSTS処理時の相対湿度条件を組み合わせ、STS溶液吸収量および銀含量への影響を検討した。その結果、収穫前の相対湿度が高いなりゆき区で株を管理し、その切り花を低湿度条件でSTS処理した区の吸収量が最も多くなつた（表IV-2-2）。次いで、収穫前の相対湿度が低い除湿区で株を管理し、低湿度条件でSTS処理した区が多かつた。高湿度条件でSTS処理した区の吸収量は低湿条件で処理した区よりも有意に少なく、収穫前の湿度条件の影響はみられなかつた。切

り花全体の銀含量においても、STS溶液吸収量と同様の傾向がみられた。低湿度区で処理したいずれの処理区の小花の銀含量は、高湿度区の倍以上であり、収穫前の湿度条件の影響はみられなかった。

これらの結果から、高湿度条件下でのSTS処理では、切り花からの蒸散そのものが抑制されるため、気孔径の大きさなどの切り花の状態がSTS溶液の吸収に及ぼす影響は小さいと推察された。STS溶液吸収量、小花の銀含量を増加させるには、収穫前のハウス管理よりもSTS処理時の環境制御が効果的であると考えられた。高湿度条件下でのSTS処理における小花の銀含量は、日持ち延長効果が最大となる小花の銀含量 $3 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$ を大きく下回った。実験2は、他の実験よりSTS処理時間が短く、処理時間の延長で小花の銀含量が増加する可能性が考えられた。しかしながら、図III-1-7で示したように、STS処理時間を長くすることで茎葉の銀含量は大幅に増加するが、小花の銀含量の増加はわずかであり、切り花に吸収された銀の小花への蓄積割合は次第に減少しており、仮に本実験のSTS処理時間を延長しても小花の銀含量が $3 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$ に達する可能性は低いと考えられた。

北海道の夏秋期における栽培であっても、降雨時は湿度が高く、気温が低く推移することが多い。STS処理時の対策として、切り花調整施設内の相対湿度を下げる、または気温を上げるなどの飽差を高

める環境制御が考えられる。暖房による昇温は、切り花の呼吸量の増加にもつながり、収穫後の管理としては望ましい状況ではない。従って、具体的な環境制御対策としては、切り花調整施設内の相対湿度を下げるために除湿器などを利用することがあげられる。

表IV-3-1 前処理時の気温および相対湿度がSTS溶液吸収量に及ぼす影響

温度 (°C)	湿度 (%)	飽差 (g·m ⁻³)	STS溶液吸収量(g·100 g ⁻¹ FW)		銀含量(μmol·100 g ⁻¹ FW)	
			4時間後	8時間後	切り花 全体	小花
23	70	6.2	20.2 a ^{z)}	35.2 b	6.03 b	2.84 a
	80	4.1	16.6 a	29.2 a	4.19 a	2.41 a
30	70	9.1	25.2 a	46.4 c	9.26 c	3.97 a
	80	6.1	22.0 a	43.2 c	7.21 b	3.05 a

^{z)}異なる文字間には、Tukeyの多重検定により5%レベルで有意な差があることを示す(n=3)

表IV-3-2 収穫前およびSTS処理時の相対湿度がSTS溶液吸収量および銀含量に及ぼす影響

収穫前 ^{z)}	前処理中 ^{y)}	STS溶液		銀含量(μmol·100 g ⁻¹)	
		吸収量 (g·100 g ⁻¹ FW)	全体	切り花	小花
なりゆき区	低湿度区	49.5 c	8.17 c	4.06 b	
	高湿度区	26.9 a	4.43 a	1.34 a	
除湿区	低湿度区	40.8 b	6.82 b	4.07 b	
	高湿度区	28.0 a	4.55 a	1.69 a	

^{z)}収穫前144時間の平均相対湿度 なりゆき区82.3%, 除湿区65.1%^{y)}STS処理中6時間の平均相対湿度 高湿度区86.5%, 低湿度区62.5%^{x)}異なる文字間には、Tukeyの多重検定により5%レベルで有意な差があることを示す(n=8)

第 V 章 総合考察

デルフィニウムは、青色を基調とし涼しげな色合いから夏秋期には欠かすことのできない切り花であり、北海道の主要な切り花でもある。7月～10月の夏秋期には北海道から道外市場への移出量が増加し、市場の入荷量に占める北海道産デルフィニウムの割合は高い。夏秋期の冷涼な気候から他府県产地よりも気象的に恵まれているといわれるが、近年の温暖化と高緯度による長日条件は、デルフィニウムの栽培にとって必ずしも好条件ではない。また、北海道の主要な花き品目の一つとなつてからの年月が浅いため、北海道における栽培技術、収穫後の管理技術についての情報が不足している。切り花の国内产地間リレー出荷において夏秋期の出荷を担う責任产地として、安定した切り花品質と出荷量が北海道の产地には求められ、それに応えるための夏秋期の品質向上技術、収穫後の切り花管理技術の開発が必要である。

本研究において、第Ⅱ章では北海道での作付け割合が6割を占めるシネンシス系品種の夏秋期の栽培における品質向上技術について検討した。また、第Ⅲ章ではシネンシス系品種をはじめ、エラータム系品種およびベラドンナ系品種について、エチレン作用阻害剤(STS)処理、スクロース処理について検討し、北海道から首都圏市場までの湿式輸送の検証を行った。そして、第Ⅳ章では市場から報告される

早期落花等のクレームの要因について検討し、対策技術構築に向けた情報を求めた。

シネンシス系品種の栽培は、主茎花序を切除したスプレー仕立てが一般的であり、出荷規格は主に切り花長と側枝数によって規格分けされ、切り花長が長く側枝数が多いものほど上位規格となる。夏秋期の栽培における切り花品質の低下に対して、種苗メーカーから電照技術や高草丈品種の導入が進められてきたものの、技術の効率的な導入に向けて北海道における技術情報が必要となつた。そこで第Ⅱ章では、シネンシス系品種の電照および短日夜冷育苗の2つの技術について、北海道における技術の再構築を行つた。

電照技術を効率的に導入するためには生産者からは、長日処理時間（明期時間）、電照照度、電照を開始する生育ステージなどの情報が求められた。第Ⅱ章第1節の実験1～3における長日処理区の設定からは、暗期中断よりも連続した明期による効果が高く、16時間日長よりも20時間日長での効果が大きく、24時間日長では16時間日長程度の効果であった。これらのことから連続した明期を20時間程度確保することが明期時間の目安と考えられた。また、この20時間程度の明期を確保するためには、日没前からの点灯する夕方延長、または、深夜から点灯する朝方延長が想定されるが、そのどちらでも同程度の効果が得られることを明らかにした。

電照照度および光源の検討から、道内のキクなどの生産現場で慣行的に使用されている白熱灯の設置基準（照度目安 70～100 lx）を流用できることが明らかとなつた。電照を開始する生育ステージについては、抽苔を待たずに定植1週間後から長日処理を開始した結果、抽苔が早まり、側枝数や側枝花蕾数が減少する傾向がみられたことから、抽苔期が長日処理開始の目安と考えられた。これらの結果から生産者に対しては、抽苔期から自然日長と連続した明期が20時間程度を確保できるように、道内の慣行的な電照設置基準で点灯させることによって、側枝数の増加は認められないが、主茎または側枝の節間長の伸長に効果があることを示すことができ、抽苔期以降の切り花品質の向上技術として有効と考えられた。

北海道のシネンシス系品種の出荷規格の产地事例として、表示規格 60 cm 秀品の側枝の本数は、切り口から 5 cm 以内の側枝を取り除いて 4 本以上とされ、切り花長だけでなく調整後に残る側枝数も重要である。第Ⅱ章第2節において、生産者慣行の栽培法として長日処理を実施したセル成型苗直接定植区の‘プラチナブルー’および‘グランブルー’の切り花長は、いずれの品種も 60 cm 以上であり、側枝数は‘プラチナブルー’は 4.8 本、‘グランブルー’は 4.3 本であった。いずれの品種も主茎長が 23 cm 程度と短いうえ、切り口から 5 cm 以内に側枝が

1～2本含まれていたため、調製後の側枝数は2～3本程度となり、多くの切り花が側枝数3本以上の優品レベルであった。

それに対して、短日夜冷区に加え、短日処理区および夜冷処理区を検討した結果、短日夜冷区が最も切り花長、側枝数が増加し、「プラチナブルー」の切り花長は75.0cm、側枝数9.8本であった。また、「グランブルー」の切り花長は80.2cm、側枝数11.8本に達した。前述の出荷規格に照らしても、上位規格となり明らかな切り花品質の向上がみられた。これは、定植時の葉数と切り花の葉数を合計した主茎花序より下の葉数と側枝数との間に高い正の相関関係があり、葉数の増加により側枝が発生する節が増え、側枝数の増加につながったと考えられた。また、切り花長との間にも正の相関関係がみられ、葉数の増加による節間数の増加が切り花長の増加につながったと考えられた。前節の長日処理には、切り花長の増加効果は認められているが、側枝数の増加は認められない。それに対し、本実験で検討した短日夜冷育苗は、切り花長と側枝数の両形質に対して効果があり、シネンシス系の品質向上対策として有望な技術であることが確認された。

シネンシス系の花芽形成過程は、生殖成長に移行後は葉原基の形成から苞葉原基の形成に移り、包葉の内側に小花原基が形成される（佐々木，2007）。主茎花序より下の葉数は、生殖成長に移行するまで

に分化した葉数と考えられ、生殖成長への移行が抑制されるほど、葉数は増加することになる。主茎花序より下の葉数は、自然日長区が最も少なく、次いで夜冷区、短日区、短日夜冷区の順に多くなったことから、短日条件および夜冷処理による生殖成長への移行抑制効果が明らかとなつた。また、夜冷区より短日区の葉数が多いことから、短日処理による効果は夜冷処理よりも高いと推察され、短日夜冷技術の導入には、短日条件の確保が重要であることが明らかとなつた。本実験の中でその短日夜冷処理の日長の検討を行っていないが、生産現場で実践されている日長によって短日夜冷の著しい切り花品質向上効果が得られたことを考慮すると、日長は9時間程度で十分であると考えられた。

短日処理に加える夜冷温度の検討から、9°C区の切り花は、12°C以上の処理温度と比較して切り花長、葉数、側枝数のいずれの形質も、他の処理温度より有意に增加了。本実験の短日夜冷育苗の夜冷中の温度からも、夜冷温度の目安を10°Cと設定した。また、夜冷育苗期間の検討は行っていないが、育苗中の抽苔株率が品種によつて異なること、切り花の商品性向上と短日夜冷育苗の費用を勘案し品種毎に育苗期間を設定する必要があると考えられた。

このように、生殖成長性の移行を抑制して葉数を確保する短日夜冷育苗技術と、生殖成長移行後に節間の伸長を促進する長日処理技術では、処理方法が

大きくなり処理時期も異なり重複することがない。そのため多くの生産者が、これらの技術を組み合わせて使用している。また、これらの基礎情報をもとにより効率的な品質向上技術を目指し、小径のセル成型苗をハウス圃場に直接定植し、その後からハウス内で短日処理のみを行う短日処理を基本とした技術への展開や、LED電球の導入などの低コスト化がみられ、今後の発展が期待される。

1992年に北海道の花き流通・技術情報を広く生産者などに伝えることを目的に発行された「北海道フラワーガイド」には、発刊当時からデルフィニウム切り花のSTS処理技術について、好適処理環境5～10℃、処理時間10～22時間と記載され、STS処理が指導されてきた。しかしながら、市場からの花落ちクレームは相次いで報告されている。そこで第Ⅲ章および第Ⅳ章では、デルフィニウム切り花に対する収穫後の管理技術を再構築するためには、STS処理技術、クロース処理、湿式輸送技術について検討した。

第Ⅲ章第1節では、デルフィニウムの各系統に対して日持ち延長効果を最大にする切り花の部位別の銀含量を求め、そこからSTS溶液の濃度および処理時間について改めて検討した。その結果、いずれの系統であっても、STS処理による日持ちの延長効果を最大にするには小花における銀の蓄積が重要であり、シネンシス系品種においては $2 \mu\text{mol} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{FW}$

以上，エラータム系品種およびベラドンナ系品種においては $3 \mu\text{mol} \cdot 100\text{g}^{-1}\text{FW}$ 以上の銀が小花に蓄積された切り花では，日持ちはほぼ一定となり最大の日持ち延長効果が得られることが明らかとなつた。

STS 溶液の吸収経過は，処理開始時には急速にSTS溶液を吸収するが，時間とともに吸収量が減少する傾向がみられ，同様の傾向は小花の銀含量の蓄積傾向においてもみられた。このことは，切り花のSTS溶液の吸収が盛んなうちに，適正な濃度のSTS溶液で処理し，小花に銀含量を蓄積させることが望ましいと考えられた。花穂部分が長く，小花数の多いエラータム系品種において，収穫時には開花後数日が開花した小花から未開花の小花が花穂の中に混在し，離層の形成が進み萼片や花弁の脱離が始まった小花に対してはSTS処理効果を期待できないことが明らかとなつた。

デルフィニウムに限らず北海道の切り花産地が，採花から首都圏の店頭に陳列されるまでにトラック輸送で3日間以上掛かる遠隔地であるため，採花後の品質低下対策も課題となる。そこで，多くの切り花において日持ち延長効果，花色発現促進効果が報告されているスクロース処理について，STS処理時に添加する処理方法でその効果を検討した。その結果，日持ち延長効果に関しては，系統間で効果に差がみられ，ベラドンナ系においては品種間差があることが推察された。さらに，効果が認められた系統

においても日持ち延長効果は最大1.8日間程度であり，3日間以上の延長効果がみられたトルコギキョウ（Shimizu・Ichimura, 2005）と比較すると，デルフィニウムにおける日持ち延長効果はそれほど大きなものではないと考えられた。一方，花色発現促進効果に関しては，エラータム系品種においては，採花後に開花する小花の花色に効果がみられ，アントシアニン含量も増加し，圃場で開花した小花と同等の花色を発現させたことを確認した。これらのことから，デルフィニウム切り花に対するスクロース処理は，日持ち延長効果よりも収穫後の切り花品質の向上に対して効果が大きく，出荷後に開花する小花の花色発現の不良などの問題を改善する技術と考えられた。

近年，首都圏近郊の产地ではリターナブル容器を活用した湿式輸送の普及がみられる。乾式輸送の出荷箱への積み込みから店頭で水揚げされるまで，トラックを使用した輸送では少なくとも48時間以上掛かる北海道からの出荷において，輸送中の水分ストレス回避は，日持ちに関しても効果は高いと思われる。しかしながら，デルフィニウムの湿式輸送には，輸送後の鮮度保持に効果はあるものの，日持ちに関しては乾式輸送と同程度であることが明らかとなつた。これは，調製後の切り花に葉が少ないことから輸送中の蒸散量が少なく乾式輸送による水分ストレスが比較的少ない上，輸送後の吸水もよい特性

から、湿式輸送の日持ち延長効果が明確にならなかつたと考えられた。このようなことから、湿式輸送は、鮮度面で優位性はあるものの、乾式輸送と比較して資材、積載効率等から輸送コストが増加することから、導入を推し進めることは難しいと考えられた。また、実証試験からは、低温輸送体系、いわゆるコールドチェーンも充分に確立されたとは言えない状況であった。

改めてSTS処理技術がまとめられ、それをもとに指導されてきたが、市場からの早期落花（いわゆる、花落ち）のクレームはあとをたたないのが現状である。産地では、クレームが発生したロットの出荷日から収穫時および調整時の気象条件、特に雨天の影響を疑う産地が多く、栽培ハウス内および隣接する切り花調整施設内の高相対湿度の影響を想定している。そこで第IV章ではクレーム発生の要因について収穫前の栽培環境およびSTS処理環境条件、特に相対湿度がSTS溶液の吸収量および小花の銀含量の蓄積に及ぼす影響について検討した。収穫前数日を高い相対湿度条件下で経過し収穫に至った切り花は、萼片の気孔径が拡大したことで蒸散抵抗が低下し蒸散しやすい状態にあり、低湿度条件下で管理した気孔径の小さい切り花よりもSTS溶液の吸収量は增加了。一方、STS処理環境における高相対湿度条件は、切り花からの蒸散そのものが抑制されSTS溶液の吸収を抑制することが明らかとなった。この

ことは、STS 处理環境を改善することでSTS 溶液の吸収量、小花の銀含量の蓄積が大きく改善することができると可能性が示された。

2005 年行われた道内の切り花生産者の実態調査と第 III 章および第 IV 章の結果を付き合わせるとかん水管理を含む収穫前の栽培環境にSTS 处理効果不足を引き起こす早期落花の要因は考えられず、STS 处理作業から次のような要因が考えられた。STS 溶液の誤希釀による低濃度溶液の使用、STS 处理時間の不足、STS 处理前の水道水処理などの採花後の作業手順が挙げられた。また、高相対湿度条件下にある処理施設環境も吸収量の低下、小花の銀含量の不足につながる要因と考えられた。対策として希釀倍率の徹底、十分な処理時間の確保、作業手順の見直しなどの再確認が必要である。また、北海道の夏秋期における栽培であっても、降雨時は湿度が高く、気温が低く推移することが多い。切り花調整施設内の相対湿度を下げる、または気温を上げるなどの飽差を高める環境制御が考えられる。暖房による昇温は、切り花の呼吸量の増加にもつながり、収穫後の管理としては望ましい状況ではない。従って、具体的な環境制御対策としては、切り花調整施設内の相対湿度を下げるために除湿器などを利用することがあげられた。

本研究の成果は、夏秋期のシネンシス系品種の高品質栽培技術、デルフィニウム切り花の出荷前調整

技術として大いに活用されており、今後も北海道におけるデルフィニウムの作付け拡大と需要拡大に貢献できれば幸いである。

第 VI 章 摘要

本研究は、北海道の主要な切り花品目であるデルフィニウムにおいて、シネンシス系品種の夏秋期の栽培において切り花品質向上技術、エラータム系およびベラドンナ系を含めた収穫後の品質保持技術について検討したものである。

1 シネンシス系切り花の高品質栽培法の確立

シネンシス系デルフィニウムの夏秋期の栽培では、切り花品質の低下が問題となっている。そこで切り花品質を向上させるため、抽苔期からの長日処理の有効性を確認し、効果的な処理技術を検討した。試験には、「マリンブルー」を供試した。ポット栽培の抽苔期からの長日処理において、12時間明期区と比較して、16時間明期、20時間明期の切り花長、側枝長は増加したが、側枝数および各側枝の花蕾数には長日処理による影響はみられなかった。また、暗期中断には効果は認められなかった。電照照度の影響を検討した結果、46.3lx～240.3lxの照度には明らかな切り花長伸長効果が認められた。また、定植1週間後から長日処理を開始した結果、照度が高いほど抽苔が促進され、切り花長、主茎長は増加したが、主茎花蕾数、最上位側枝花蕾数は減少する傾向がみられた。夕方から電照する夕方延長区および深夜から電照する早朝延長区のいずれの処理区において、切り花長の増加がみられたが、側枝数および各側枝の花蕾数の

増加はみられなかつた。生産者圃場において、白熱電球と電球型蛍光灯の光源の違いによる影響を検討した結果、切り花重、切り花長および側枝数に光源の違いによる差はみられなかつた。以上の結果から、抽苔期頃から、自然日長と連続した明期18時間程度を確保するために夕方からまたは深夜から、50lx以上の照度で電照することで花長を伸ばすことが可能であつたつた。

育苗中の短日処理および夜冷処理の有効性を検討した。試験には、「スーパークリンブルー」および「スーパークリチナブルー」を供試した。短日処理は9時間明期とし、スポットエアコンによる夜冷処理(10°C)を組み合わせ、播種後33日目から定植までの35日間行つた。その結果、いずれの品種も短日夜冷区の切り花長が最も長く、側枝数も最も多くなつた。短日処理および夜冷処理による生殖成長への移行抑制効果が明らかとなり、その効果は、夜冷処理より短日処理が高かつた。次に「スーパークリチナブルー」に短日条件下で9, 12, 15および18°Cの夜冷処理した結果、9°Cの切り花長および側枝数が最も多かつたが、12°C以上の処理区では差がみられない、または温度が高いほど値は小さくなつた。以上の結果から、日長9時間、夜冷温度10°Cを目安とした短日夜冷育苗が、北海道におけるシネンシス系品種の夏秋期出荷の作期において、切り花品質向上に非常に有効な技術といえる。

2 切り花の品質保持技術の確立と湿式輸送の検証

シネンシス系品種‘ハイランドブルー’、エラータム系品種‘オーロラブルーインプ’およびベラドンナ系品種‘空のワルツ’を用い、 $0.1 \sim 0.4 \text{ mM}$ のSTS濃度の溶液を様々な時間処理した。その結果、シネンシス系の小花において $2 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$ 以上の銀含量で、エラータム系およびベラドンナ系の小花において $3 \mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$ 以上の銀含量で花持ち期間が最も延長された。小花にこれらの値以上の銀が蓄積された切り花の花持ち期間は、STS濃度および処理時間に影響されなかった。いずれの系統においても花持ち延長効果を最大にする含量の銀を蓄積させるためには、 0.2 mM 以上のSTS溶液処理が必要であった。また、エラータム系では小花にSTS処理効果を最大にする銀含量が蓄積されたとしても、処理時に離層が形成されたステージに達していた小花においては、STS処理効果を期待できないことが明らかとなつた。STSにスクロースを組み合わせた前処理が、切り花の品質と花持ちに及ぼす影響について調査した結果、シネンシス系については、スクロース添加の効果はみられなかつた。エラータム系‘ブルーバード’、切り花を 0.2 mM のSTSに 0 、 2 および 4% スクロースを組み合わせた溶液で処理した。その結果、 4% スクロースを組み合わせた処理ではSTS単独処理に比べて処理後に開花した小花におけるアントシアニン含量の増加が認められ、花色の発色向上効果がみられた。

10°Cで48時間の乾式輸送シミュレーション後においても、花色の発色向上効果がみられた。ベラドンナ系において、「ボルクレード」および「空のワルツ」の切り花を0.2 mM STSに0, 2, 4, 6および8%スクロースを組み合わせた溶液に処理した。その結果、「空のワルツ」の花持ちを除いて、STSにスクロースを組み合わせた処理では、STS単独処理に比べて処理後に開花した小花の花色発現の向上、花径の増大、花持延長効果がみられた。STSに4%スクロースを組み合わせた溶液で処理し、輸送シミュレーション(10°C, 48時間)後においてもこれらの効果は確認された。さらに、切り花重量を高く維持し、花穂上部の曲がりを顕著に抑制した。

輸送湿式輸送がデルフィニウム切り花の日持ちおよび切り花の品質に及ぼす影響を明らかにするために、切り花を北海道から茨城県まで実際の切り花輸送トラックを用いた輸送試験を行い乾式および湿式輸送を比較検討した。輸送中の温度および湿度に輸送方法影響はみられなかった。湿式輸送では、輸送中の開花の進行が認められたが、輸送後に切り花の重量の減少はなく鮮度は良好であった。乾式輸送では、輸送後に切り花重量が減少し輸送直後の鮮度は低下した。日持ちは、輸送方法に影響されず同程度であった。前処理に4%スクロース処理を加えることで、乾式および湿式の両方の輸送方法において日持しが延長することを確認した。

3 栽培条件および前処理環境がSTS処理に及ぼす影響

デルフィニウム切り花において、収穫前の相対湿度、STS処理時の気温と相対湿度が、STS溶液の吸収量および切り花の銀含量に及ぼす影響について調査した。エラータム系品種を開花始めから収穫まで相対湿度条件が異なる人工気象室で保持し、収穫後STS処理した結果、なりゆき区（平均相対湿度84.8%）の吸収量は、除湿区（平均相対湿度59.4%）よりも多くなった。また、なりゆき区の気孔径は、除湿区よりも有意に増加した。STS処理を23°C-70%，23°C-80%，30°C-70%および30°C-80%条件で実施した結果、同一温度条件では、相対湿度が低いほど吸収量が増加した。開花始めから収穫までをなりゆき区（平均相対湿度82.3%）と除湿区（平均相対湿度65.1%）に保持し、収穫後それぞれの切り花を低湿度（平均相対湿度62%）と高湿度（平均相対湿度86%）でSTS処理し、STS溶液吸収量、銀含量への影響を調査した結果、収穫前に高湿度条件で保持し、低湿度条件下でSTS処理した切り花のSTS溶液吸収量および銀含量が最も増加した。一方、高湿度条件下でのSTS処理においては、収穫前の湿度条件の影響はみられなかった。

謝　　辞

本論文のご校閲を賜った岐阜大学大学院連合農学研究科教授山田邦夫博士，同大学院連合農学研究科教授中塚貴司教授，同大学院連合農学研究科教授嶋津光鑑博士に深く感謝申し上げます。また，本論文作成のきっかけをいただき，終始暖かい激励をいただいた農研機構野菜花き研究部門（現：福花園種苗株式会社）市村一雄博士に深く感謝申し上げます。

本研究は，2006～2017年に花・野菜技術センターに在籍時に実施したそれぞれの実験をまとめたものであります。この間，生方雅男氏，鈴木亮子氏，大宮知氏，高濱雅幹博士，野呂祐司氏，海保ひとみ氏，三宅規文氏には，デルフィニウムに限らず花き試験の計画および遂行にあたり，数多くのご指導とご協力をいただきました。農研機構花き研究所湯本弘子博士には，実証試験の実施にあたり多大なるご協力をいただきました。新ひだか町生産者宮田直希氏，当別町生産者泉昭彦氏，由仁町生産者田中秀幸氏をはじめとした北海道内各地のデルフィニウム生産の方々とは，栽培ハウスの中で有意義な意見交換をさせていただくとともに，実証試験への多大なご協力と貴重なご助言をいただきました。これらのご厚意にたいして，厚くお礼を申し上げます。

最後に論文執筆に理解し，協力してくれた妻由恵に深く感謝します。

引用文献

- 1) 蝶野秀郷・広原誠・筒井澄. 1986. デルフ
イニウムの生育・養分吸収経過ならびに播種期と
生育開花との関係. 北海道大学農学部邦文紀要.
15: 54-62.
- 2) Doi, M. and M. S. Reid. 1995. Sucrose
improves the postharvest life of cut flowers
of a hybrid Limonium. HortScience 30: 1058-
1060.
- 3) 土井元章・胡欲暁・今西英雄. 2000. 異なる水
蒸気圧下で保持したバラ切り花の水関係に影響す
る要因. 園学雑. 69. 517-519.
- 4) Farnham, D. S., A. M. Kofraneck and J.
Kubota. 1978. Bud opening of Gypsophila
paniculata L. cv. Perfecta with Physan-20.
J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 382-384.
- 5) 藤田寿雄. 2005. 花きの日持ち性向上のための
技術確立. プロジェクト研修報告.
- 6) 藤田寿雄. 2014. 特集 I 2014 作物展望切り花.
ニューカントリ一. 719: 52-53.
- 7) 船越桂市. 1984. キク切り花の形質および日持
ちにおよぼす栽培環境条件の影響に関する研究.
静岡農試特報. 15. 1-66.
- 8) Garner, J. M., S. A. Jones and A. M.
Armitage. 1997. Pinch treatment and

- photoperiod influence flowering of
Delphinium cultivars. Hortscience 32: 61-63.
- 9) Gorin, N., G. Staby, W. Klop, N. Tippett and D. L. Leussing, Jr. 1985. Quality measurements of carnation treatment solutions in relation to flower silver distribution and longevity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110: 117-123.
- 10) 後藤理恵・廣瀬由紀夫・市村一雄. 1998. デルフィニウム切り花の老化におけるエチレンの役割. 園学雑. 67(別2): 452.
- 11) Hashimoto, F., M. Tanaka, H. Maeda, K. Shimizu and Y. Sakata. 2000. Characterization of cyanic flower color of *Delphinium* cultivars. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 69: 428-434.
- 12) 平井宏昭・森源治郎. 1999. トルコギキョウおよびデルフィニウムの夏期育苗時におけるスポットエアコン利用によるロゼット回避. 生物環境調節. 37: 191-196.
- 13) 平谷敏彦・清水弘子・市村一雄. 2002. ブルースター(Oxyptelium caeruleum)切り花の品質保持に及ぼすSTS, 1-MCPおよびスクロース処理の影響. 園学研. 1: 67-70.
- 14) 北海道農業協同組合中央会, ホクレン農業協同組合連合会. 1992. 6 低温輸送方法での鮮度保持技術.

- 45-47. 北海道フラワーガイド その 1. 辻孔版社.
- 15) 北海道農業協同組合中央会, ホクレン農業協同組合連合会. 2002. 6 主要花きの生産・出荷動向, 市場の価格需要動向. 78. 北海道フラワーガイド その 10. 辻孔版社.
- 16) 北海道農業協同組合中央会, ホクレン農業協同組合連合会. 2006. 主要花きの生産・出荷動向, 市場の価格需要動向. 82. 北海道フラワーガイド その 14. 辻孔版社.
- 17) 北海道農業協同組合中央会, ホクレン農業協同組合連合会. 2009. (8) 品目別品質(鮮度)保持技術. 90. 北海道フラワーガイド その 17. 辻孔版社.
- 18) 星 岳彦. 1996. 植物生産における光に関連した単位. <https://www.hoshii-lab.info/env/light-j.html>
- 19) Hu, Y., M. Doi and H. Imanishi. 1998. Improving the longevity of cut roses by cool and wet transport. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 67: 681-684.
- 20) Ichimura, K. 1998. Improvement of postharvest life in several cut flowers by the addition of sucrose. JARQ. 32: 275-280.
- 21) Ichimura, K. and T. Hiraya. 1999. Effects of silver thiosulfate complex (STS) in combination with sucrose on the vase life of cut sweet pea flowers. J. Japan. Soc. Hort.

Sci. 68 : 23 - 27.

22) Ichimura, K. and T. Hisamatsu. 1999.

Effects of continuous treatment with sucrose on the vase life, soluble carbohydrate concentrations, and ethylene production of cut snapdragon flowers. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 68 : 61 - 66.

23) Ichimura, K., K. Kohata and R. Goto. 2000.

Soluble carbohydrates in Delphinium and their influence on sepal abscission in cut flowers. Physiol. Plant. 108 : 307 - 313.

24) Ichimura, K. and M. Korenaga. 1998.

Improvement of vase life and petal color expression in several cultivars of cut Eustoma flowers using sucrose with 8-hydroxyquinoline sulfate. Bull. Natl. Res. Veg., Ornam. Plant & Tea 13 : 31 - 39.

25) Ichimura, K., H. Shimizu-Yumoto and R. Goto.

2009. Ethylene production by gynoecium and receptacle is associated with sepal abscission in cut Delphinium flowers. Postharvest Biol. Technol. 52 : 267 - 272.

26) In, B-C., S. Motomura, K. Inamoto, M. Doi and G. Mori. 2007. Multivariate Analysis of Relations between Preharvest Environmental Factors, Postharvest Morphological and

Physiological Factors, and Vase Life of Cut

'Asami Red' Roses. J. Japan. Soc. Hort.

Sci. 76: 66-72.

- 27) 井上美樹. 2006. 花きの開花調節技術 デルフ
イニウム・シネンシス系の安定生産技術. 農耕と
園芸. 61(3). 52-55.
- 28) 石上清・松浦英之. 1991. 新断熱容器の試作
開発による切花の保冷輸送に関する研究. 静岡農
試研報. 36: 35-46.
- 29) 勝谷範敏・池田好伸. 1997. デルフィニウムの
開花特性に関する研究. 園学雑. 66: 121-131.
- 30) 勝谷範敏・梶原真二・原敬和. 2002. エラ一
タム系デルフィニウムの冷房育苗による早期抽苔
防止. 園学研. 1: 41-44.
- 31) 勝谷範敏. 2003. 切り花用デルフィニウムの作
型開発. 園学研. 2: 231-236.
- 32) Kikuchi, K., K. Kanahama and Y. Kanayama.
2003. Changes in sugar-related enzymes
during wilting of cut Delphinium flowers. J.
Japan. Soc. Hort. Sci. 72: 37-42.
- 33) Kikuchi, K., Y. Kanayama, Y. Wakamoto and
K. Kanahama. 2000. Effect of seedling age,
photoperiod, and temperature on bolting and
inflorescence quality in Delphinium. J.
Japan. Soc. Hort. Sci. 69: 446-448.
- 34) 小山佳彦・山中正仁・石川順也・宇田明. 2009.

バ ラ 切 り 花 の 日 持 ち は 栽 培 環 境 に 影 韻 さ れ る . 兵
庫 農 林 水 技 総 セ 研 報 (農) . 57 : 10 - 14 .

- 35) 工 藤 陽 史 ・ 山 口 茂 ・ 佐 渡 旭 ・ 栗 山 孝 浩 ・ 深 井
誠 一 . 2012 . 熊 本 県 の ト ル コ ギ キ ョ ウ 冬 出 し 栽 培 に
お け る 電 照 が 開 花 と 花 蕎 の ブ ラ スチ ン グ お よ び 茎
伸 長 に 及 ぼ す 影 韵 . 園 芸 研 . 11 : 363 - 369 .
- 36) 宮 前 治 加 ・ 伊 藤 吉 成 ・ 神 藤 宏 . 2007 . シ ュ ツ
コ ン カ ス ミ ソ ウ 切 り 花 の 乾 式 及 び 湿 式 輸 送 条 件 下
に お け る 輸 送 時 間 と 温 度 が 日 持 ち に 及 ぼ す 影 韵 .
園 学 研 . 6 : 289 - 294 .
- 37) 本 村 晋 一 ・ 土 井 元 章 ・ 稲 本 勝 彦 ・ 今 西 英 雄 . 2003 .
バ ラ 切 り 花 の 日 持 ち 性 に 影 韵 を 及 ぼ す プ レ ハ ー ベ
ス ト 要 因 の 解 析 . 園 学 雜 . 72 別 2 . 511 .
- 38) 中 原 亜 理 恵 ・ 中 村 広 . 2002 . デ ル フ ィ ニ ウ ム
の 出 荷 技 術 . 農 耕 と 園 芸 . 891 : 172 - 175 .
- 39) 中 村 広 ・ 郡 司 定 雄 ・ 八 反 田 憲 夫 ・ 村 田 寿 夫 .
2003 . 日 長 条 件 の 違 い が デ ル フ ィ ニ ウ ム ・ シ ネン
シ ス 系 の 開 花 に 及 ぼ す 影 韵 . 九 農 研 . 65 : 209 .
- 40) 中 村 薫 ・ 村 田 寿 夫 ・ 高 橋 英 夫 ・ 郡 司 定 雄 ・ 岩
切 吉 勝 ・ 飯 田 久 雄 . 1995 . 暖 地 に お け る デ ル フ ィ
ニ ウ ム の 促 成 栽 培 の 技 術 確 立 . 宮 崎 総 農 試 研 報 .
29 : 13 - 29 .
- 41) 中 野 明 正 . 2012 . 施 設 園 芸 Q & A バ ラ の 管 理 に
「 飽 差 」 を 利 用 し た い の で す が ? . 施 設 と 園 芸 .
157 : 51 .

- 42) Nooerd degraaf, V. C. 1995. How to obtain and maintain quality. *Acta Hortic.* 405:123-131.
- 43) 乘越亮・山田邦夫・今西英雄・市村一雄. 2007. デルフィニウムのがく片展開にともなう表皮細胞数, 浸透圧および糖質分布の変動. 園学研. 6(別1): 253.
- 44) 岡林秀典・山本香. 1998. グロリオーサ・ロスチャイルディアナの日持ちに及ぼす吸水材の効果. 高知農技セ研報. 7:147-154.
- 45) Rudnicki, R. M., J. Nowak and D. M. Goszczyńska. 1991. Cold storage and transportation condition for cut flowers cuttings and potted plants. *Acta Hortic.* 298:225-236.
- 46) 佐々木和也. 2007. シネンシス系デルフィニウムの開花習性と開花および草丈制御: 環境要因とジベレリンの作用. 岩手大学学位論文
- 47) 佐々木和也・本多和茂・嵯峨紘一・鮫島正純. 2008. 寒冷地におけるシネンシス系デルフィニウムの開花習性. 園学研. 7: 249-253.
- 48) 里井伸作. 1986. デルフィニウムに対するSTS剤の使用方法. 農耕と園芸. 41(3): 131.
- 49) 佐藤公宣・印炳賤・伊藤香澄・稻本勝彦・森源治郎・土井元章. 2005. 栽培中の相対湿度がバ

- ラ切り花の収量，品質，日持ちならびに蒸散特性に及ぼす影響．園学雑．74別2．544．
- 50) Shimizu, H. and K. Ichimura. 2005. Effects of silver thiosulfate complex (STS), sucrose and their combination on the quality and vase life of cut Eustoma flowers. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 74: 381-385.
- 51) 高橋正行・大西常裕．2001. 実務家から見た花きの日持ち保証の実態と分析．農耕と園芸．56(12): 173-179.
- 52) Tanase, K., A. Ushio and K. Ichimura. 2005. Effects of light intensity on flower life of potted Delphinium plants. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 74, 395 - 397
- 53) 宇田明・小山佳彦・福嶋啓一郎．1995. STS溶液のAgNO₃とNa₂S₂O₃・H₂Oの混合比率がカーネーション切り花の銀の吸収と分布および品質保持期間に及ぼす影響．園学雑．64: 185-191.
- 54) 宇田明・小山佳彦・福嶋啓一郎・池田幸弘．1994. 品質保持剤STSの前処理が草花類の品質保持期間に及ぼす影響．近畿中国農研．87: 32-35.
- 55) 宇田明・山中正仁・福嶋啓一郎・小山佳彦．1996. STS溶液の濃度と処理時間がカーネーション切り花のAgの吸収と分布および品質保持期間に及ぼす影響．園学雑．64: 927-933.

- 56) 宇田 明・山中正仁・吉野 彰・川江啓一・多田 秀, 2000. STS 溶液を加用したゲル状給水材の輸送中処理によるカーネーション切り花の鮮度保持と品質保持期間の延長. 園芸学雑誌. 69: 492-496.
- 57) 白井英夫・サンダレエ・ワイン, 1997. 気孔を観察するための簡易レプリカ法. 三重大学教育学部研究紀要. 自然科学. 48: 23-28.
- 58) Van Doorn, W. G. 1990. Aspiration of air at the cut surface of rose stems and its effect on the uptake of water. J. Plant Physiol. 137: 160-164.
- 59) 渡辺 久・清水光男, 2000. バラの品種・採花時期および切り前と日持ち性の関係. 愛媛農試研報. 3: 28-30.
- 60) Yamada, A., T. Tanigawa, T. Suyama, T. Matsuno and T. Kunitake. 2008. Improvement of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. Cut Flower Quality for Early-Autumn Shipping with Long-Day Treatment Using Light Sources That Delay Flower Bud Formation. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 77 (3): 296-303.
- 61) 山谷吉蔵, 1986. デルフィニウム栽培とSTSの利用. 農耕と園芸. 41 (3): 130.
- 62) 吉村正久・西山 学・金浜耕基, 2002. ストックの主枝の生長と開花に及ぼす赤色光または遠赤色

光と赤色光 / 遠赤色光比の影響 . 園学雑 . 71:575-

582.

- 63) 湯本弘子・市村一雄 . 2007. トルコギキョウ切り花においてスクロース前処理時の相対湿度およびスクロース濃度が葉の障害発生および日持ちに及ぼす影響 . 園学研 . 6: 301-305.

Studies on the Cultivation Method for
High-quality and the Postharvest Life of
Delphinium Flowers in Hokkaido

Manabu Kuroshima

Hokkaido is a major cut flower production area from summer to fall. However, Hokkaido's cut flower production areas are located at a distance far from large consumption areas. Delphinium (*D. elatum*, *D. Belladonna*, *D. grandiflorum*) is one of the main cut flowers shipped from Hokkaido during from summer to fall. The declining cut flower quality, as demonstrated by flower length and the number of side branches, is a major problem in flower cultivation. Silver thiosulfate complex (STS) treatment of delphiniums, which have a strong sensitivity to ethylene, is fundamental for growers before shipping cut flowers. Early flower drop due to lack of proper STS treatment is a common issue reported by markets to growers.

This study has two aims: First, to improve the quality of cut flowers of *D. grandiflorum* using a long-day treatment and short-day/night-chilling treatments. Second, to study the effects of STS, sucrose, and wet transport to develop pre-

shipment treatments that improve the quality of cut flowers after shipping.

To improve the quality of cut flowers of *D. grandiflorum* from summer to fall, the effectiveness of a long-day treatment from the bud extraction stage to harvest was examined. A light period treatment of 20 h increased cut flower length and side branch length, but the number of lateral branches and flower buds on each lateral branch were unaffected by the treatment. Irradiance of 50 lx or more was required for long-day treatment, however there was no difference in effectiveness between fluorescent and incandescent lamps.

The effects of short-day and night chilling treatments on *D. grandiflorum* seedling growth were investigated to improve the cut flower quality. *D. grandiflorum* seedlings were treated with combinations of short-day (9 h light period) and night chilling (10°C) conditions using a spot air-conditioner for 35 days until planting. Under these conditions, the cut flower length and lateral branch numbers increased. The short-day treatment had a greater suppressive effect than the night chilling treatment on the shift from vegetative growth to reproductive growth. A

comparison of night chilling temperatures of 9, 12, 15, and 18°C showed that 9°C was the most effective. These results indicate that culturing *D. grandiflorum* seedlings under the short-day (9 h light period) and night chilling conditions is an effective way to improve the cut flower quality. A comparison of night chilling temperatures of 9, 12, 15, and 18°C showed that 9°C was the most effective.

The effects of pulse treatment with STS on cut flower vase life were investigated. Cut flowers of *D. grandiflorum*, *D. elatum*, and *D. belladonna* were treated with an STS solution at 0.1, 0.2, 0.25, 0.27, and 0.4 mM for different durations. The vase life of *D. elatum* and *D. Belladonna* were longest when the Ag content in florets was more than 3 $\mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ FW. Similarly, the vase life of *D. grandiflorum* was longest when the Ag content in florets was more than 2 $\mu\text{mol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ FW. The vase life of cut flowers was not influenced by STS concentration or duration of treatment as long as the Ag content in florets was more than the level described above. To achieve these Ag levels, treatment with STS at a concentration of 0.2 mM or higher was necessary.

The effects of pulse treatment with sucrose in

combination with STS on the quality and vase life of cut delphinium flowers were also investigated. Cut flowers of *D. grandiflorum*, *D. elatum*, and *D. belladonna* were treated with 0, 2, 4, 6, and 8% sucrose in combination with 0.2 mM STS. Treatment with sucrose in combination with STS improved pigmentation of flower color, increased floret size, and extended vase life compared to that of STS alone. However, these positive effects of sucrose treatment varied by species. For *D. grandiflorum*, there were no positive effects from sucrose treatment. In *D. elatum*, treatment with 4% sucrose in combination with STS significantly extended the vase life, increased the anthocyanin concentration in the sepals, and improved the pigmentation of the flower color compared with that of STS alone. In *D. belladonna*, treatment with 4% sucrose in combination with STS resulted in increased floret size and extended vase life.

The impact of wet transport on the vase life and quality of cut delphinium flowers was examined. After pulse treatments, cut delphinium flowers were exposed to dry and wet shipping conditions and transported from Hokkaido to Ibaraki by truck or airplane. During transportation, there was no difference between dry and wet conditions on the

temperature and humidity within the shipping container; yet, when cut flowers were transported under dry conditions. Contrastingly, when cut flowers were transported under wet conditions, they maintained their fresh weight and the rate of open florets increased. Flowers moved by wet transport exhibited the same vase life as flowers moved by dry transport. The results obtained in this study showed that wet conditions were better than dry conditions for maintaining the quality of cut delphinium flowers during transportation.

High humidity owing to rainfall before and after harvest could impact successful STS treatment and the resultant silver content of cut flowers. To assess this, the effects of relative humidity (RH) before harvest, and temperature and RH during STS treatment on the absorption of STS were investigated. *D. elatum* plants were harvested for two months in a greenhouse and the preharvest environmental parameters, STS absorption, and Ag content of individual cut flowers at harvest were recorded. Principal component analysis showed interrelations between the parameters. Delphinium plants grown under "wet" conditions (high RH and low vapor pressure deficit) produced cut flowers that absorbed more STS solution. Potted *D. elatum*

plants were held for 6 days before harvest in a phytotron under different RH conditions. STS solution absorption by flowers cut from plants under high RH conditions was higher than that of flowers harvested under low RH conditions. The stoma size of the sepals of flowers harvested under high RH conditions was significantly larger than that of flowers harvested under low RH conditions. STS treatments were performed at 23 °C and 70% RH, 23 °C and 80% RH, 30 °C and 70% RH, and 30 °C and 80% RH. At any given temperature, STS solution absorption at low-RH was greater than that at high RH. Lastly, the effects of RH conditions before harvest and during pulse treatment on STS solution absorption were compared. When treated with STS under high RH, RH encountered before harvest did not affect STS solution absorption. However, when treated with STS under low RH, cut flowers harvested from plants under high-RH absorbed more STS solution than cut flowers harvested under low RH.