

原著論文

バラ切り花におけるスクロースと抗菌剤の出荷前および 輸送中の処理による品質保持効果の実証

市村一雄・高濱雅幹*・鎌田展生**・前田嘉洋***・湯本弘子・黒島 学*・生方雅男*・
鈴木亮子*・加藤美紀**・神田美知枝**

(平成 20 年 7 月 7 日受理)

Practical Effectiveness of Treatment with Sucrose and Antimicrobial Compounds before and during Transport on the Vase Life of Cut Rose Flowers

Kazuo ICHIMURA, Masamiki TAKAHAMA, Nobuo KAMATA, Yoshihiro MAEDA,
Hiroko SHIMIZU-YUMOTO, Manabu KUROSHIMA, Masao UBUKATA, Ryoko SUZUKI,
Miki KATO and Michie KANDA

Summary

The vase life of cut rose flowers is known to be extended by short-term treatment with sucrose plus antimicrobial compounds. To clarify whether this treatment is practically effective in practice, cut roses were transported from Takikawa, Hokkaido to markets in and around Tokyo in September 2006 and August 2007. The vase life of cut roses was evaluated in a test room of NIFS. Treatment with sucrose plus antimicrobial compounds significantly extended the vase life of cut roses more than that with antimicrobial compounds. Similarly, when cut roses were transported from Tateyama, Chiba Prefecture to a market in Tokyo in December 2007, the vase life of cut roses treated with sucrose plus antimicrobial compounds was longer than that treated with antimicrobial compound. These results show that treatment with sucrose plus antimicrobial compounds before and during transport is effective for extending the vase life of cut roses.

Key Words: dry transport, rose, sucrose, vase life, wet transport

* 北海道立花・野菜技術センター

** 千葉県農業総合研究センター暖地園芸研究所

*** クミアイ化学工業株式会社化学研究所

緒言

切り花に水を供給しながら輸送するバケット輸送は切り花の鮮度を保持する効果が高いことからその導入が進んでいる。バラとシュッコンカスミソウの切り花では、輸送をシミュレートした試験により、バケット輸送したほうが乾式輸送した場合よりも花持ちが長くなるが、輸送温度が5～10℃と低い場合にはその差は小さいことが報告されている (Hu ら, 1998; 宮前ら, 2007)。

バラ切り花の花持ちは短く問題となっている。この主な原因は開花に必要とされる糖質の不足と導管閉塞による水あげの低下であることが知られている (Ichimura ら, 2003; Mayak ら, 1974)。導管閉塞の重大な原因は細菌の増殖である (Ichimura ら, 2003; van Doorn ら, 1989; Zagory・Reid, 1986)。そのため、糖質と導管閉塞を抑制する抗菌剤から構成される品質保持剤の処理によりバラ切り花の品質保持期間を著しく延長することが可能である (Ichimura ら, 2006)。

バケット輸送では、切り花を品質保持剤で処理しながら輸送することができる。そのため、糖質を含む品質保持剤の輸送中の処理により、花持ちが延長することが期待される。著者ら (Ichimura・Shimizu-Yumoto, 2007) はバラ切り花を用いて輸送シミュレーション実験を行い、イソチアゾリン系抗菌剤と硫酸アルミニウムを含む2%および4%スクロース溶液を出荷前の処理を想定して10℃で24時間、さらに輸送中の処理を想定して15℃で48時間の処理を行なうことにより、切り花の花持ちが著しく延長することを報告した。

実際に切り花を輸送する際には、実験室内でのシミュレーション実験よりも多数の切り花が同時に処理される。また、輸送中に気温をある程度制御することは可能であっても、湿度は通常制御できない。加えて、集出荷場および市場での保管では気温と湿度は変動している場合が多く、輸送中の振動も切り花の花持ちに影響を及ぼす可能性もある。

花きは全国各地で生産されているが、東京の市場を基準にすると、北海道は夏季の生産を主とする代表的な遠隔寒冷地 (東京から約1,200 km) であり、千葉県南部は冬季の生産を主とする代表的な近郊暖地 (東京から約100 km) と位置づけられる。そのため、生産時期と市場からの距離が異なる産地である北海道と千葉県南部で切り花を出荷前に品質保持剤で処理し、さらに品質保持剤で処理しながらバケット輸送することにより、その効果

がどの程度実用的であるか調べることができると考えられる。

そこで、出荷前および輸送中の糖質と抗菌剤処理の実用性を検討するため、北海道と千葉県で前処理した切り花を実際の流通ルートで東京の市場に糖質と抗菌剤で処理しながらバケット輸送した後、花き研究所に搬入し、品質保持効果があるかを調査した。

材料および方法

実験1 初秋期における北海道からの輸送試験

北海道石狩郡当別町の生産者ガラス室で栽培されたバラ‘ローテローゼ’を材料とした。2006年9月3日6時～8時に Ichimura・Ueyama (1998) が示したステージ2に達した切り花を収穫した。収穫後、長さを約60cmに調整し、処理液を2L入れたバケツ (直径20cm) に置床した。1処理区あたり10本供試した。処理液は蒸留水、抗菌剤、1%および2%スクロースと抗菌剤とした。本研究では抗菌剤はすべて抗菌物質として5.7 mg L⁻¹ 5-クロロ-2-メチル-4-イソチアゾリン-3-オン, 2 mg L⁻¹ 2-メチル-4-イソチアゾリン-3-オンおよび100 mg L⁻¹ 硫酸アルミニウムを含む溶液とした。乾式輸送区は上記と同様の方法により蒸留水で処理した。各溶液で処理しながら北海道立花・野菜技術センター (滝川市) に運搬した。輸送中の気温は20～25℃であった。花・野菜技術センターに3日9時に到着後、センター内の低温室に搬入し、10℃、相対湿度70%、暗黒条件下で4日7時まで処理を続けた。処理終了後、前処理していない切り花とあわせて40本ずつ、ビニール袋状のバケツ (15*28R-L, ヒロモト) に処理液を800 mL 入れ、段ボール箱 (大きさ70cm×30cm×25cm) にセットした。その際、トゲでバケツが破損しないように切り花を10本ずつまとめた後、基部をスポンジで覆った。なお、前処理していない切り花は実際の輸送環境を再現するために使用したものであり、本研究では他の実験でもこの目的で使った。バケツ輸送する場合、処理溶液は前処理した溶液と同じものとした。乾式輸送する場合は、蒸留水で前処理した切り花10本を前処理していない切り花30本とともに、バケツ輸送に用いたものと同じ段ボール箱に横詰めした。箱詰めした後、北海道深川市の北空知広域農協連合会集出荷施設 (北空知広域連) に運搬した。北空知広域連で1時間置かれた後、10時に北足立市場の (株) 第一花き (東京都足立区) に出荷した。

基本的な輸送手段はトラックであったが、苫小牧から仙台まで（4日19時～5日9時）はフェリーで輸送された。5日17時に市場に到着後、切り花はそこで翌朝まで保管された。6日7時につくば市の（株）土浦生花に運搬された後、9時に花き研究所に搬入した。輸送および保管中の気温と相対湿度は、データロガー（TR72、ティーアンドディー）を段ボール箱上部の花とほぼ同じ高さの位置に取り付け、測定した。

各処理区において、前処理した切り花10本を切り戻して長さ50cmとし、葉を3枚に調整した。500mLのコニカルビーカーに蒸留水を500mL入れ、切り花を2本ずつさした。23℃、相対湿度70%、光強度（PPFD） $10 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、12時間日長の環境条件下で保持し、品質保持期間、新鮮重および吸水量を毎日調査した。品質保持期間は花卉に萎れが認められるか、著しいブルーイングが起こるまでの日数とした。新鮮重は前処理開始直前の値を100%として、相対値で算出した。その際、品質保持検定前に行う調整にあたり、葉の除去と切り戻しにより切り花の新鮮重は大幅に減少するため、結果に大きな誤差を生じさせる可能性がある。これを避けるため、Ichimura・Shimizu-Yumoto（2007）の計算式にしたがい、調整前後の新鮮重相対値が同じになるように、補正した。花径は検定開始後3日目に測定した。1処理区あたり5個のコニカルビーカーを用い、5反復の結果として統計処理した。

実験2 盛夏期における北海道からの輸送試験

北海道石狩郡当別町のガラス室で栽培した‘ローテローゼ’を用いた。2007年8月12日6時～8時にステージ1およびステージ2（Ichimura・Ueyama, 1998）に達した段階で収穫した。収穫後、長さを約60cmに調整し、処理液を2L入れたバケツ（直径20cm）に置床した。1処理区あたり10本供試した。ステージ2で収穫した切り花は蒸留水、抗菌剤、1%スクロース+抗菌剤および4%スクロース+抗菌剤を処理液とし、ステージ1で収穫した切り花は抗菌剤および1%スクロース+抗菌剤を処理液とした。実験1と同様に花・野菜技術センターに運搬し、処理を続けた。処理方法と処理時の環境条件は実験1と同じである。13日7時に処理を終了し、前処理していない切り花とあわせて40本ずつ、実験1と同様にバケツに入れ、段ボール箱にセットし、北空知広域連に運搬した。北空知広域連に約1時間置かれた後、10時に千葉県柏市の柏市場に向けて出荷した。実験1

と同様に基本的な輸送手段はトラックであったが、苫小牧から仙台まで（13日19時～14日9時）はフェリーで輸送された。14日17時に柏市場に到着後、市場内の冷蔵庫で15日8時まで保管された。乾式輸送区では、8月13日にステージ2で切り花を収穫後、トラック輸送した場合と同様に抗菌剤で前処理を行なった。前処理した切り花10本を前処理していない切り花30本とともに、バケツ輸送に用いたものと同じ段ボール箱に横詰めし、旭川空港から航空機で東京まで輸送した。14日15時過ぎに東京国際（羽田）空港に到着後、空港で約5時間保管された。14日22時に市場に到着した切り花はそこで15日8時まで保管された。保管した切り花を9時に花き研究所に搬入し、実験1と同様に調整し、同じ環境条件下で切り花を保持した。また、輸送および保管中の気温、品質保持期間、花径、新鮮重、吸水量は実験1と同様に調査した。

実験3 初冬期における千葉県からの輸送試験

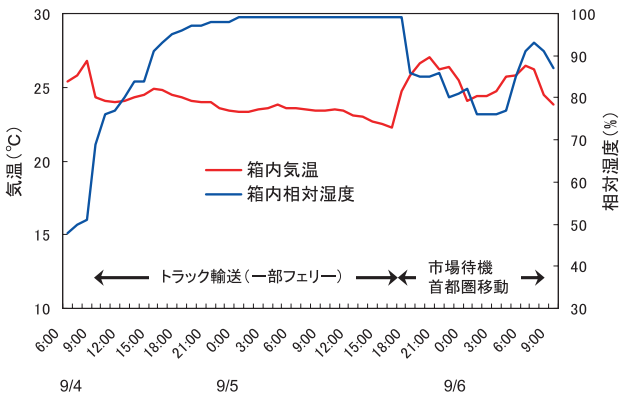
千葉県暖地園芸研究所（館山市）ガラス室で栽培したバラ‘ローテローゼ’を材料とした。2007年12月3日9時～10時にステージ3（Ichimura・Ueyama, 1998）に達した段階で収穫した。収穫後、長さ50cmに調整し、12時に前処理を開始した。処理液は蒸留水、抗菌剤、0.5、1、2および4%スクロース+抗菌剤とし、1処理区あたり切り花10本を用いた。処理液は1Lとし、12℃、相対湿度90%、暗黒条件下で行った。0.5%スクロース+抗菌剤区および1%スクロース+抗菌剤区のみは相対湿度が60%の条件下での処理も行った。前処理は24時間とした。前処理終了後、切り花を前処理していない切り花とあわせて50本ずつ、前処理液と同じ溶液を1L入れたELFバケツに入れ、南房総市の宮坂園に運搬した。宮坂園には13時50分に到着し、そこで約1時間、温湿度はなりゆきで直射日光が当たらない作業室内に置かれた。バケツ輸送専用のトラック便により東京都大田区の大田市場まで輸送した。4日22時に大田市場に到着後、市場内の卸売会社であるフラワーオークションジャパン（株）の保管庫で5日7時まで保管された。8時に花き研究所に搬入し、調整後、切り花を保持した。切り花の調整方法および保持する環境条件は実験1と同じである。輸送および保管中の気温と相対湿度は、データロガーをELFバケツ下部に取り付け、測定した。また、品質保持期間、新鮮重、吸水量も実験1と同様に調査した。花径は検定開始後4日目に測定した。

結果

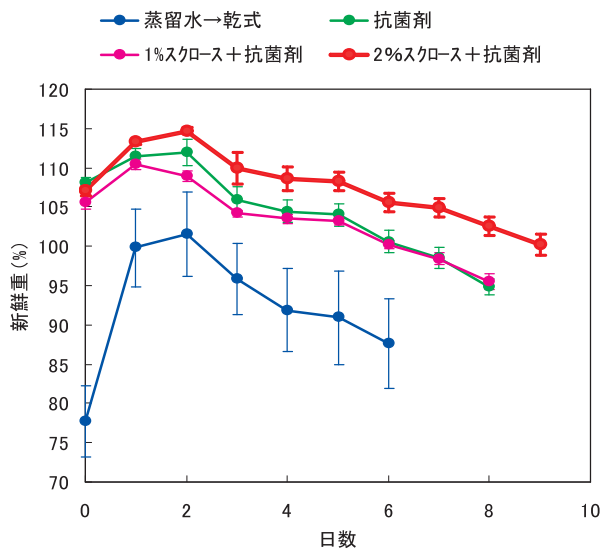
実験1 初秋期における北海道からの輸送試験

第1図に輸送および保管中の気温と相対湿度の変動を示す。トラック輸送では、コンテナ内の設定気温は15℃であり、市場に到着する数時間前から外気との温度差を少なくするため、20℃まで上昇する設定となっていたが、輸送中の段ボール箱内の気温は23℃で、また市場到着後は25℃前後で推移した。相対湿度は輸送中、次第に上昇しフェリーに積み込まれた後は100%近い値で推移した。市場に到着後は低下し、80%前後で推移した。

花き研究所に到着時には花卉が展開を始める段階であ



第1図 バラ切り花を北海道から輸送した時の輸送および保管中の箱内気温と相対湿度の変動(実験1)



第2図 抗菌剤およびスクロースと抗菌剤を出荷前および輸送中に処理したバラ切り花の新鮮重の変動(実験1) 前処理開始直前の値を100%とした。図中の縦線は標準誤差を示す(n=5)。

るステージ3 (Ichimura・Ueyama, 1998) に達していた。乾式区では萎れが認められた。スクロースが入った処理区では花卉が反転しつつあった。

切り花の新鮮重は、どの処理区においても水に生けた後、一度増加し、その後減少した(第2図)。乾式区では初期値をやや上回る値までしか増加せずに減少した。2%スクロースと抗菌剤処理により、他の処理区に比較して新鮮重の増加は促進された。

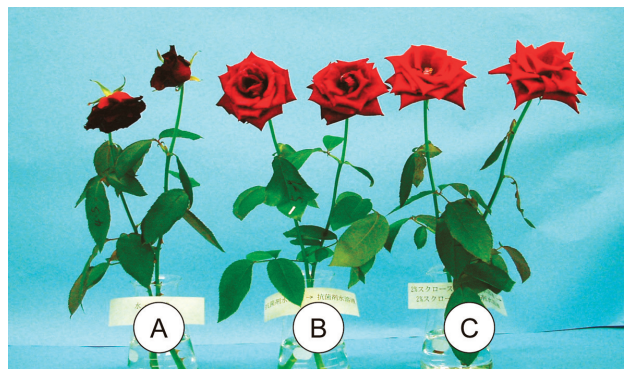
品質保持期間は乾式区が最短であった(第1表)。出荷前および輸送中の抗菌剤処理により品質保持期間は有意に延長した。スクロースと抗菌剤処理により品質保持期間は著しく延長し、2%のほう効果が大きかった。乾式輸送区では花卉の成長が抑制され、花径は最小となった。2%スクロース+抗菌剤処理により花卉の成長が促進され、花径は最大となった(第3図)。

吸水量は処理にかかわらず3日目まで増加した後、徐々に低下する傾向を示した。乾式区で吸水が抑制される傾向を示した(第4図)。

第1表 出荷前および輸送中のスクロースと抗菌剤処理がバラ切り花の品質保持期間と花径に及ぼす影響(実験1)

処 理	品質保持期間 (日)	花径 (mm)
蒸留水→乾式	3.0 ± 0.3 a ²	80.5 ± 9.0 a
抗菌剤	4.6 ± 0.7 ab	101.9 ± 2.6 b
1% スクロース + 抗菌剤	6.0 ± 0.2 b	100.8 ± 1.2 b
2% スクロース + 抗菌剤	8.2 ± 0.3 c	109.1 ± 1.3 b

²平均±標準誤差(n=5)。異なる文字間にはTukey-Kramerの多重検定により5%レベルで有意差あり。



第3図 抗菌剤およびスクロースと抗菌剤の出荷前および輸送中の処理がバラ切り花の品質保持に及ぼす影響(実験1)

A;蒸留水→乾式,B;抗菌剤,C;2%スクロース+抗菌剤品質保持検定開始後6日目に撮影

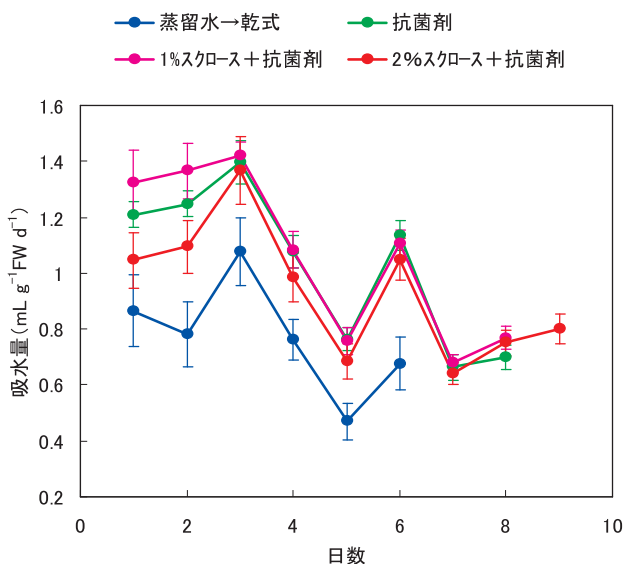
実験2 盛夏期における北海道からの輸送試験

第5図に輸送および保管中の気温の変動を示す。トラック輸送では、コンテナ内の気温は15℃まで次第に低下させ、市場到着が近づくと外気との温度差を縮めるため、徐々に上昇させる設定となっていた。そのため、ダンボール箱外の気温は設定に近い温度で推移した。しかし、箱内は十分に冷却されず、市場に到着するまでの平均気温は22℃であった。切り花は市場に到着後、10℃に設定された冷蔵庫内で保管されたため、気温は10℃

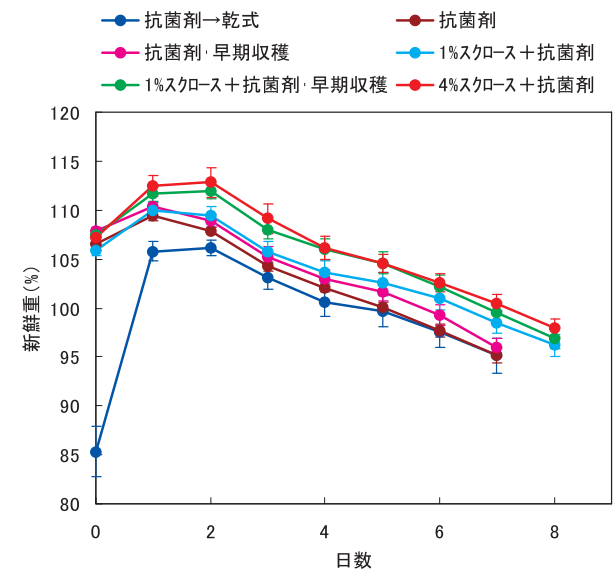
前後で推移した。一方、航空機輸送では温度の制御ができないため、市場に到着するまでの箱内平均気温は29℃であった。

ステージ1で収穫した花では花き研究所に到着時には多くの切り花が花卉が展開する前の段階であるステージ3に達していた。一方、ステージ2で収穫した花では花卉が展開し始めたステージ4に達していた。乾式区では萎れが認められた。

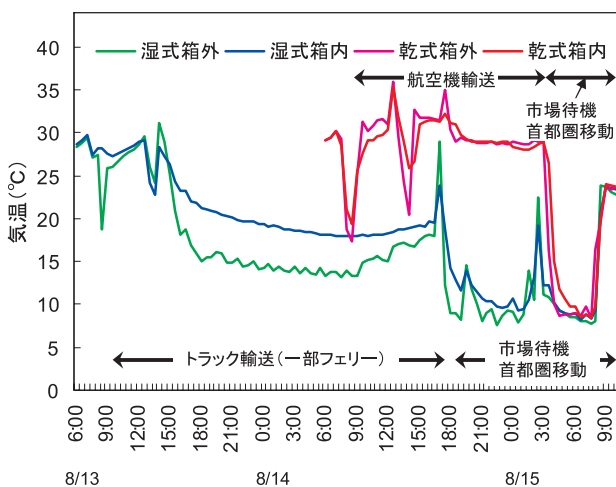
切り花の新鮮重は、どの処理区においても、水に生けた後、一度増加し、その後減少した(第6図)。乾式区



第4図 抗菌剤およびスクロースと抗菌剤を出荷前および輸送中に処理したバラ切り花の吸水量の変動(実験1) 図中の縦線は標準誤差を示す(n=5)。



第6図 抗菌剤およびスクロースと抗菌剤を出荷前および輸送中に処理したバラ切り花の新鮮重の変動(実験2) 前処理開始直前の値を100%とした。図中の縦線は標準誤差を示す(n=5)。



第5図 バラ切り花を北海道から輸送した時の輸送および保管中の気温の変動(実験2)

図中に示した航空機輸送は空港および市場への陸送および空港待機期間を含む。

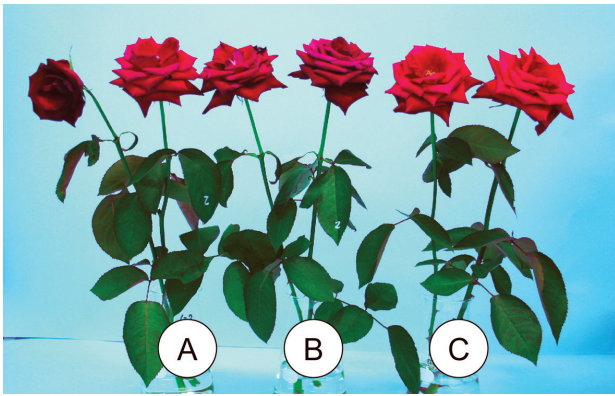
第2表 出荷前および輸送中のスクロースと抗菌剤処理がバラ切り花の品質保持期間と花径に及ぼす影響(実験2)

処 理	品質保持期間 (日)	花径 (mm)
蒸留水→乾式	5.3 ± 0.5abc ^z	96.0 ± 4.5a
抗菌剤	4.7 ± 0.3ab	107.8 ± 1.3b
抗菌剤(早期収穫)	4.2 ± 0.3a	98.2 ± 1.0a
1%スクロース+抗菌剤	6.7 ± 0.5cd	109.4 ± 1.4b
1%スクロース+抗菌剤(早期収穫)	6.1 ± 0.3bcd	105.6 ± 1.0ab
4%スクロース+抗菌剤	7.6 ± 0.2d	112.6 ± 1.7b

^z 平均±標準誤差(n=5),異なる文字間にTukey-Kramerの多重検定により5%レベルで有意差あり。

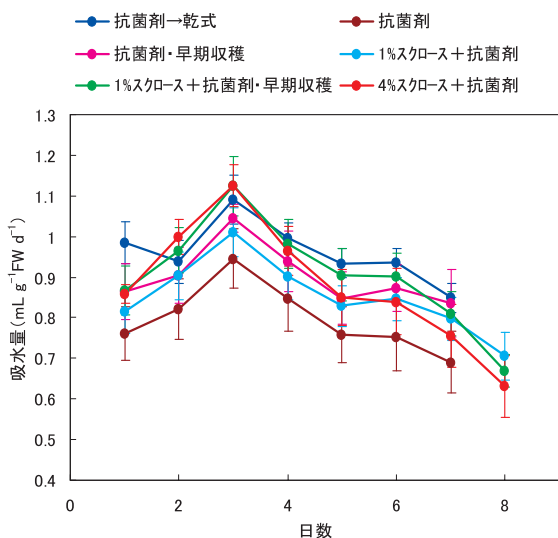
は他の処理区よりも新鮮重が増加せず、低い値で推移する傾向を示した。スクロース+抗菌剤処理により新鮮重の増加が促進され、特に4%の効果が高かった。また、1%スクロース+抗菌剤・早期収穫区は1%スクロース+抗菌剤・通常収穫区よりも新鮮重の増加が促進された。

乾式区と抗菌剤区との間で、品質保持期間に有意差はなかった(第2表, 第7図)。出荷前および輸送中のスクロースと抗菌剤処理により品質保持期間は延長し、スクロース濃度が高いほうが効果が大きくなる傾向を示した。また、早期収穫により品質保持期間は短くなる傾向があった。乾式輸送区では花の成長が抑制され、花径は最小となった(第2表)。4%スクロース+抗菌剤処理により花弁の成長が促進され、花径は最大となった。また、



第7図 抗菌剤およびスクロースと抗菌剤の出荷前および輸送中の処理がバラ切り花の品質保持に及ぼす影響(実験2)

A; 蒸留水→乾式, B; 抗菌剤, C; 4%スクロース+抗菌剤
品質保持検定開始後6日目に撮影。



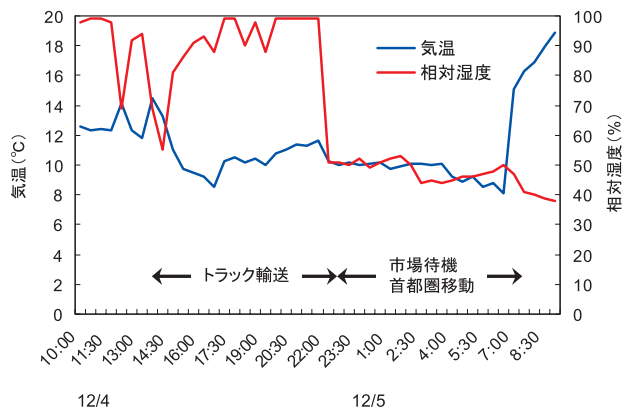
第8図 抗菌剤およびスクロースと抗菌剤を出荷前および輸送中に処理したバラ切り花の吸水量の変動(実験2)
図中の縦線は標準誤差を示す(n=5)。

早期に収穫すると花径は小さくなる傾向を示した。

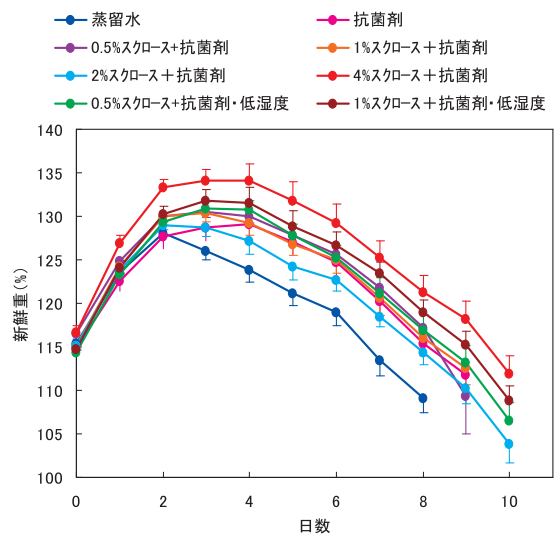
吸水量は処理にかかわらず3日目まで増加した後、徐々に低下する傾向を示した。処理区間で大きな差は認められなかった(第8図)。

実験3 初冬期における千葉県からの輸送試験

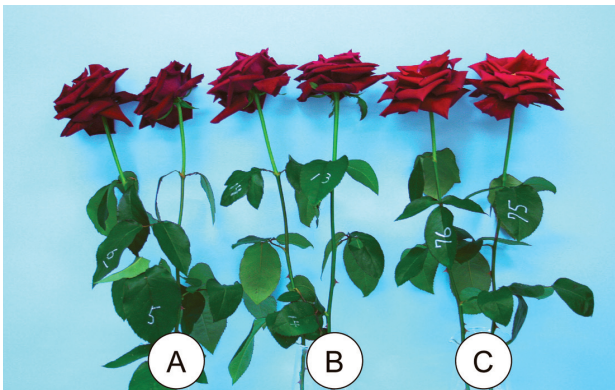
第9図に輸送および保管中の気温と相対湿度の変動を示す。トラック輸送では、コンテナ内の気温は10℃に設定されていた。段ボール箱でバケットを覆わない開放式のELF式バケットを使用していたため、切り花周辺の気温はコンテナ内の気温と大差ないとみなされる。市場に到着後は10℃に設定された冷蔵庫で保管されたため、気温は10℃前後で推移した。輸送中の相対湿度は90%~100%で、また市場到着後は50%前後で推移した。



第9図 バラ切り花を千葉県から輸送した時の輸送および保管中の気温と相対湿度の変動(実験3)

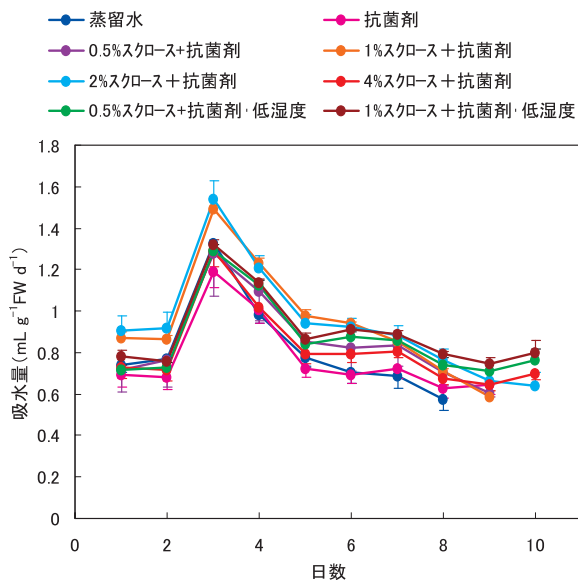


第10図 抗菌剤およびスクロースと抗菌剤を出荷前および輸送中に処理したバラ切り花の新鮮重の変動(実験3)
前処理開始直前の値を100%とした。図中の縦線は標準誤差を示す(n=5)。



第 11 図 抗菌剤およびスクロースと抗菌剤の出荷前および輸送中の処理がバラ切り花の品質保持に及ぼす影響 (実験3)

A; 蒸留水, B; 抗菌剤, C; 1%スクロース+抗菌剤 (低湿度処理)
品質保持検定開始後7日目に撮影。



第 12 図 抗菌剤およびスクロースと抗菌剤を出荷前および輸送中に処理したバラ切り花の吸水量の変動 (実験3)

図中の縦線は標準誤差を示す (n=5)。

花き研究所に到着時には大半の切り花がステージ3 (Ichimura・Ueyama, 1998) に達していたが、ステージ4に達していた切り花もみられた。

切り花の新鮮重は、どの処理区においても、水に生けた後、一度増加し、その後減少した (第10図)。蒸留水区に比較して、抗菌剤処理により新鮮重の増加は促進された。2%スクロース+抗菌剤区を除き、抗菌剤にスクロースを組み合わせることにより、抗菌剤単独処理よりも新鮮重の増加が促進される傾向を示した。最も新鮮重が増加したのは4%スクロース+抗菌剤区であった。また、1%スクロース+抗菌剤処理では、前処理時の湿度を低

第 3 表 出荷前および輸送中のスクロースと抗菌剤処理がバラ切り花の品質保持期間と花径に及ぼす影響 (実験3)

処 理	品質保持期間 (日)	花径 (mm)
蒸留水	5.3 ± 0.6a ²	119.0 ± 2.5a
抗菌剤	7.3 ± 0.4ab	126.2 ± 2.3ab
0.5% スクロース + 抗菌剤	8.0 ± 0.4b	126.6 ± 2.6b
1% スクロース + 抗菌剤	7.3 ± 0.4ab	125.2 ± 1.4ab
2% スクロース + 抗菌剤	8.6 ± 0.5b	127.1 ± 1.3b
4% スクロース + 抗菌剤	7.6 ± 0.2d	132.1 ± 1.1b
0.5% スクロース + 抗菌剤 (低湿度)	8.8 ± 0.4b	130.0 ± 0.6b
1% スクロース + 抗菌剤 (低湿度)	8.9 ± 0.5b	129.1 ± 1.8b

² 平均±標準誤差 (n=5), 異なる文字間にはTukey-Kramerの多重検定により5%レベルで有意差あり。

くしたほうが新鮮重の増加が促進された。

品質保持期間は蒸留水区が最も短かった (第3表)。出荷前および輸送中の抗菌剤処理により品質保持期間は2.0日延長した。スクロースと抗菌剤処理により品質保持期間は延長し (第3表, 第11図), 前処理時の湿度が同じ場合には濃度が高いほうが効果は大きい傾向を示した。また、スクロース濃度が同じ場合には前処理時の湿度が低いほうが品質保持期間は長くなる傾向を示した。蒸留水区では花卉の成長が抑制され、花径は最小となった (第3表)。スクロース+抗菌剤処理により花卉の成長が促進され、スクロース濃度が高いほど花径は大きくなる傾向を示した。

吸水量は処理にかかわらず2日目までほぼ一定の値であったが、3日目に急激に増加した後、徐々に低下する傾向を示した (第12図)。処理区間で大きな差は認められなかった。

考 察

シミュレーション実験において、バラとシュコンカスミソウ切り花では、バケット輸送に水を用いた湿式輸送のほうが乾式輸送よりも品質保持期間が長くなるが、5~10℃の低温で輸送した場合、その効果は小さいことが報告されている (Huら, 1998; 宮前ら, 2007)。一方、出荷前と輸送中のスクロースと抗菌剤処理によりバラ切り花の品質保持期間が著しく延長することが明らかにされている (Ichimura・Shimizu・Yumoto, 2007)。本研究では、輸送時間が異なる北海道と千葉県からの実送試験を異な

る季節に行った結果、出荷前および輸送中のスクロースと抗菌剤の処理により、乾式輸送だけでなく、蒸留水および抗菌剤で前処理およびバケット輸送処理した場合に比較し、バラ切り花の品質保持期間が延長した。したがって、スクロースと抗菌剤処理は実際にバラ切り花の品質保持期間延長に有用であることが実証されたと考えられる。

北海道からの実送試験の結果、乾式輸送において、輸送温度が23℃と比較的高く、輸送時間が約30時間と長い場合は、新鮮重の増加が抑制された(第2図)。バラ切り花において、新鮮重の増加は吸水による開花の促進によることが明らかにされている(Ichimuraら, 1999)。したがって、乾式輸送では水に生けてもその後の開花が抑制されやすくなることが示唆された。開花は花弁を構成する細胞が吸水により肥大成長することにより起こることが知られている(Bieleski, 1993; Evans・Reid, 1988; Kenisら, 1985)。したがって、乾式輸送では水が供給されないため花弁の成長が停止しており、その状態が長く続くと吸水による再成長が阻害され、結果として花持ちの終了にいたると考えられる。

実験2において北海道から輸送した場合、トラック輸送中の気温は箱外では15℃で推移していた。しかし、箱内の温度はそれよりも7℃程度高い温度で推移した(第5図)。この試験では、簡易バケットを入れたダンボール箱を用いた。したがって、箱内で気温が上昇した原因は、呼吸による温度上昇の可能性が高いと考えられる。バケット輸送には、北海道から輸送した試験のようにバケットを段ボール箱に入れて輸送する方式と千葉県から輸送したELFシステムのように、段ボール箱を用いずバケットのみを利用する方式がある。本研究で明らかにされたように、箱の内外で著しい温度差が認められ、箱の周囲の温度を低下させても箱内の温度は上昇した。したがって、段ボール箱を利用したバケット輸送における輸送温度の設定にあたり、箱内では設定温度よりも相当上昇することについても留意しなければならないと考えられる。

バラ(Markhart・Harper, 1995)、トルコギキョウ(湯本・市村, 2007)、ブルースター(平谷ら, 2002)など多くの切り花において、スクロースは葉に葉害を生じさせることが知られている。著者らがバラ切り花を用いたシミュレーション実験により、スクロース処理による葉害の発生を調査したところ、葉害はスクロース濃度の上昇にともない甚大となったが、季節間差も著しかった。すなわち、春夏季では葉害の発生はまったく認められなかつ

たが、秋冬季では発生が甚大だった(未発表)。トルコギキョウ切り花では、葉害は相対湿度の低下にともなう飽差の上昇により蒸散速度が上昇し、スクロースの吸収が過剰となった場合に生じやすい(湯本・市村, 2007)。本研究では葉害の発生はほとんど認められなかった。シミュレーション実験では実験に使用する切り花を離して配置し処理を行なったため、恒温室内の風の影響で飽差が低下しやすく葉害の発生にいたったのではないかと考えられる。それに対して、本研究では輸送中の相対湿度は100%に近い時間帯が大半であった(第1図, 第9図)ため、蒸散が抑制され、結果として葉害の発生が抑えられたのではないかと推察される。それに加えて、実際の流通では切り花が重なった状態で輸送されるため、葉の周囲の相対湿度は箱内の測定値よりもさらに上昇している可能性もある。

シミュレーション実験により、前処理および輸送時のスクロース濃度が高いほどバラ切り花の品質保持効果は高まることを報告した(Ichimura・Shimizu-Yumoto, 2007)。本研究でも同様の結果が得られた。しかし、千葉県からの実送試験(実験3)では、前処理時の相対湿度を60%に低下させることにより、スクロース濃度が1%でも品質保持効果は優れていた(第3表, 第11図)。相対湿度が低いほど蒸散量が増加するため、切り花の吸水量も増加することが知られている(土井ら, 2000; 湯本・市村, 2007)。したがって、比較的低濃度で優れた品質保持効果が得られたのはスクロースの吸液量が多かったためではないかと考えられる。処理液のスクロース濃度が低い場合には、季節を問わず葉に葉害は発生しないため、低湿度条件下での低濃度のスクロース処理は実用的かもしれない。

本研究において、実験1における1%スクロース+抗菌剤区あるいは実験3における2%スクロース+抗菌剤区のように想定よりも品質保持効果が劣る処理区がみられた。この原因は明らかでないが、バケット輸送処理時には前処理を行っていない切り花も同時に処理されている。このような切り花の影響で処理液の吸収が抑制され、効果が不十分となった可能性がある。

バケット輸送において、輸送温度が高い場合には開花の促進が懸念されている(Hu et al., 1998)。それを避けるため、実験2では通常よりも収穫時期を早めた切り花に対する効果を調べた。収穫時期が早まった分だけ、市場到着時のステージの進行は抑えられた。しかし、通常の段階で収穫した切り花よりも品質保持期間は短く、花径も小さくなる傾向を示した(第2表)。実験2は輸送

に長時間かかる北海道からの輸送であり、輸送中の平均気温も22℃と比較的高かったが、通常の段階で収穫した切り花の市場到着時における開花ステージは許容範囲内とみなされた。したがって、北海道からの輸送でも特に収穫ステージを早める必要はないと考えられる。

航空機輸送では、特に空港で待機中に温度制御できないことが問題とされている。本試験においても、試験が猛暑期に実施されたこともあり、待機中は高温で推移した(第5図)。乾式区(実験2)では輸送期間がバケット輸送に比較して1日短かったのにもかかわらず、品質保持期間に抗菌剤区との間で有意差はみられなかった。これは輸送温度が高温であったことにより、老化が促進されたためではないかと考えられる。

これまでバケット輸送における輸送温度は低温が推奨されている。新花き生産流通システム研究会が策定した品質管理マニュアル(2003)では、バラで推奨されている輸送温度は5℃と相当低温である。気温が高い夏季に低温で輸送した場合、温度差によるストレスによる悪影響が懸念されてきたが、温度差が切り花の花持ちに及ぼす影響についてはほとんど明らかにされていない。温度差以外にも、気候が温暖化しつつある昨今、夏季に低温で輸送した場合には、輸送経費がかさむだけでなく、環境負荷も増大する。一方、本研究で明らかにされたように、出荷前および輸送中の切り花に糖質と抗菌剤を処理することにより、輸送温度がさほど低くない条件下でも、品質保持期間が著しく延長することが示された。この実験で行なったように、夏季に輸送温度を高めを設定すれば、輸送経費もかからず、環境負荷も小さいと考えられる。したがって、特に夏季のような高温期には、輸送温度を比較的高めに設定し、糖質を含む品質保持剤で切り花を処理するシステムの導入を検討する必要がある。

謝 辞

本実験にご協力いただいた北海道当別町のバラ生産者、三浦政善氏、南房総市の花き生産者、渡辺義久氏、南空知広域連の菊入 誠氏、北足立市場第一花き(株)の青木一彦氏、柏市場第一花きの石橋善雄氏、(株)土浦生花の齊藤 巖氏、フラワーオークションジャパン(株)の荒井祐紀氏に厚く御礼申し上げる。本研究は農林水産省高度化事業(課題番号1667)および農研機構重点研究強化推進費の助成により実施された。関係各位に御礼申し上げます。

摘 要

出荷前と輸送中のスクロースと抗菌剤処理によりバラ切り花の品質保持期間は著しく延長することが報告されている。この効果がバラ切り花を実際の流通経路で輸送した場合もみられるか否かを明らかにするため、北海道および千葉県から東京およびその近郊の市場に切り花を実送し、その品質保持効果を調査した。2006年9月と2007年8月に北海道滝川市で前処理後、バケット輸送中に薬剤処理を行ないながらトラック便で東京都内の市場に実送した。花き研究所内で品質保持期間を調査した結果、スクロースと抗菌剤処理により抗菌剤処理よりも品質保持期間は有意に延長した。また、2007年12月に千葉県館山市で前処理後、バケット輸送中に薬剤処理を行ないながら東京都内の市場に実送した場合もスクロースと抗菌剤処理により抗菌剤処理よりも品質保持期間は延長した。以上の結果から、出荷前と輸送中のスクロースと抗菌剤処理によりバラ切り花の品質保持期間は延長することが実証された。

引用文献

- Bialeski, R. L. 1993. Fructan hydrolysis drives petal expansion in the ephemeral daylily flower. *Plant Physiol.* 103: 213-219.
- 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.
- Evans, R. Y. and M. S. Reid. 1988. Changes in carbohydrate and osmotic potential during rhythmic expansion of rose petals. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 113: 884-888.
- 平谷敏彦・清水弘子・市村一雄. 2002. ブルースター (*Oxypetalum 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.
- Hu, Y., M. Doi and H. Imanishi. 1998. Improving the longevity of cut roses by cool and wet transport. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 67: 681-684.
- Ichimura, K., Y. Kawabata, M. Kishimoto, R. Goto and K. Yamada. 2003. Shortage of soluble carbohydrates is largely responsible for short vase life of cut 'Sonia' rose flowers. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 72: 292-298.
- Ichimura, K. and H. Shimizu-Yumoto. 2007. Extension of the vase life of cut roses by treatment with sucrose before and during simulated transport. *Bull. Natl. Inst. Flori. Sci.* 7: 17-27.
- Ichimura, K., M. Taguchi and R. Norikoshi. 2006. Extension of the vase life in cut roses by treatment with glucose, isothiazolinonic

- germicide, citric acid and aluminum sulphate solution. JARQ 40: 263-269.
- Ichimura, K. and S. Ueyama. 1998. Effects of temperature and application of aluminum sulfate on the postharvest life of cut rose flowers. Bull. Natl. Res. Inst. Veg. Ornam. Plants Tea 13: 51-60.
- Ichimura, K., S. Ueyama and R. Goto. 1999. Possible roles of soluble carbohydrate constituents in cut rose flowers. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 68: 534-539.
- Kenis, J. D., S. T. Silvente and V. S. Trippi. 1985. Nitrogen metabolite and senescence-associated change during growth of carnation flowers. *Physiol. Plant.* 65: 455-459.
- Markhart, A. H., III and M. S. Harper. 1995. Deleterious effects of sucrose in preservative solutions on leaves of cut roses. *HortScience* 30: 1429-1432.
- Mayak, S., A. H. Halevy, S. Sagie, A. Bar-Yoseph and B. Bravdo. 1974. The water balance of cut rose flowers. *Physiol. Plant.* 31: 15-22.
- 宮前治加・伊藤吉成・神藤 宏. 2007. シュッコンカスミソウ切り花の乾式および湿式輸送条件下における輸送時間と温度が花持ちに及ぼす影響. 園学研. 6: 289-294.
- 新花き生産流通システム研究会. 2003. I. バラ. P.12-16. バケツト低温流通を核とした切花流通における品質管理マニュアル. 日本花普及センター. 東京.
- Van Doorn, W. G., K. Schurer and Y. de Witte. 1989. Role of endogenous bacteria in vascular blockage of cut rose flowers. *J. Plant Physiol.* 134: 375-381.
- 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花持ちに及ぼす影響. 園学研. 6: 301-305.
- Zagory, D. and M. S. Reid. 1986. Role of vase solution microorganisms in the life of cut flowers. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 111: 154-158.