

蕾切りシュッコンカスミソウ切り花へのショ糖処理方法が部位別糖含量および切り花品質に及ぼす影響

宮前治加¹・伊東卓爾²・小谷真主³・神藤 宏¹

和歌山県農業試験場暖地園芸センター

Effects of Treatment Methods with Sucrose on Sugar Content in Different Parts and Qualities of Bud Cut *Gypsophila* Flowers

Haruka Miyamae¹, Takuji Ito², Masayuki Kotani³ and Hiroshi Shinto¹

Horticultural Experiment Center, Wakayama Agricultural Experiment Station

緒 言

シュッコンカスミソウは多数の小花を有し、一般的に花序ユニットの第3小花が開花した段階で収穫される。したがって1本の切り花には、開花した小花と蕾の小花が混在しており、すでに開花した小花には観賞期間の長さが、蕾小花には生け花後に開花することが求められる。シュッコンカスミソウはエチレン感受性が高く、切り花にSTSを処理することで小花の萎凋が抑制され、花持ちが延長される (Van Doorn・Reid, 1992)。また、収穫時点で未開花の小花を開花させるためには、収穫後のショ糖処理が有効である (土井ら, 1999; Downs ら, 1988; Farnham ら, 1978; Marousky・Nanney, 1972)。さらに湿式輸送による品質保持効果が高く (宮前ら, 2007)、湿式輸送時に1%のショ糖溶液で輸送すると、小花の開花が促進される (宮前ら, 2009)。このような知見をもとに、産地ではSTSと糖を含む剤での前処理と糖を含む輸送用溶液での湿式輸送による輸送体系が組み立てられている。

和歌山県におけるシュッコンカスミソウの出荷は、10月から翌年6月頃までと長期間にわたっており、10月~11月および4月~6月は高温、1月~2月は低温となり、栽培時や流通時の気温が大きく変化する。高温期は小花の開花の進行が早く、開花小花の萎凋も早まる。このため、切り前を早めて収穫される傾向にあるが、前処理と湿式輸送でのショ糖処理だけでは、ショ糖で湿式輸送した通常の切り前の切り花に比べて、開花が進まない (宮前ら, 2009)。また、低温期では、第1花が開花して、第3花が開花するまでの期間が長くなり、先に開花した小花の萎凋が早まることや、下枝の開花が遅れるため開花そろいが悪いといった課題がある。

シュッコンカスミソウは、23°C以上になると小花の呼吸量が著しく高まり、それに伴って小花中の糖含量が減少して黒花とよばれる萎凋小花が発生し、高温期には、STSとショ糖で前処理を行った切り花でも、ほ場ですでに開花した小花では完全には黒花の発生を抑えることができない (土井ら, 1999)。この対策として、土井ら (1999) は、蕾の段階で収穫しショ糖を処理しながら開花させる蕾切り開花技術を提案している。この技術は、高温期のみならず、低温期においても開花促進につながる技術として有効であると考えられる。また、近年卸売市場での情報取引が一般化してきており、産地には早くから正確な出荷情報を提供することが求められる。蕾切り開花技術は、収穫から出荷までの期間が

¹現在：農業試験場

²：近畿大学生物理工学部

³現在：農林水産省

従来の出荷体系よりも長くかかることから、より事前に正確な品種名や規格ごとの出荷量を把握することができ、販売面においても有利な出荷体系につながる。一方で、通常の切り花に比べて、早い開花段階で収穫し、かつ収穫から消費までの期間が長くなる切り花を流通させるため、切り花鮮度の保持と蕾が確実に開花するための処理が求められる。バラ、トルコギキョウ、デルフィニウム、スイートピーでは切り花へのショ糖処理により花径の増大、蕾の開花、花弁の発色促進効果が報告されており (Ichimura・Hiraya, 1999 ; Ichimura・Korenaga, 1998 ; Ichimura・Taguchi, 2006 ; 黒島ら, 2008 ; Shimizu・Ichimura, 2005), 糖処理は、蕾切り切り花の開花促進技術として、重要な方法と考えられるが、蕾切りシュッコンカスミソウにおいて、ショ糖処理について詳細に検討した報告はない。

そこで、本実験では、蕾切りシュッコンカスミソウ切り花において、適切な糖の処理方法を検討するため、実験1では、ほ場で植栽された状態で開花した小花の糖含量を測定し、蕾切りでの小花の適切な糖含量レベルを明らかにしようとした。また、実験2では、異なるショ糖濃度で処理した切り花において、吸収したショ糖が切り花の各部位にどのように分配されるかを調査するとともに、小花の糖含量を高く維持できるショ糖濃度を検討した。そして、実験3では、実際の流通過程で考えられる開花室、輸送、消費段階でのショ糖処理を想定し、処理期間とショ糖の処理濃度について検討した。

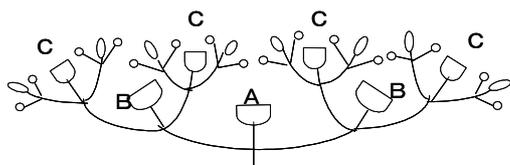
材料および方法

1. ほ場で生育した小花の発育段階別糖含量 (実験1)

材料は暖地園芸センター内のビニールハウスで栽培した‘雪ん子’および‘アルタイル’を供試した。2007年6月にほ場に植栽された植物体から蕾、半開、満開、萎凋の4つの発育段階ごとに小花を採取し、糖含量を測定した。

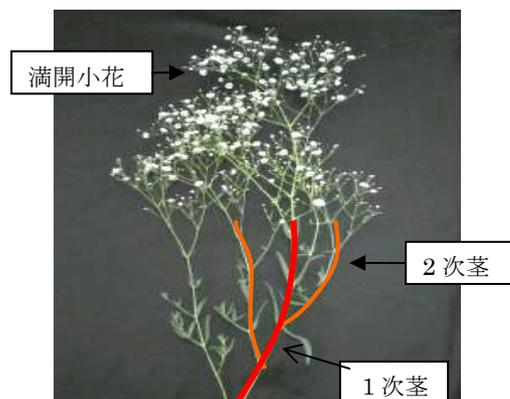
2. 蕾切りシュッコンカスミソウ切り花へのショ糖処理濃度が切り花の部位別糖含量に及ぼす影響 (実験2)

材料には日高郡印南町の生産ほ場で栽培した‘雪ん子’を供試した。2007年12月12日に花序ユニットの第2小花開花時点で収穫し (第1図: 林ら, 1992), 下葉を除去して切り花長を75cmに調製した後、0.2mMのSTS (商品名; クリザールK-20C) で20時間処理を行った切り花を8-ヒドロキシキノリン硫酸塩 (8-HQS) を $200\text{mg}\cdot\text{Liter}^{-1}$ で含む2, 4, 6%のショ糖溶液および対照として8-HQSのみの溶液に48時間生けた。ショ糖処理終了後は、直ちに蒸留水に生け替えた。ショ糖処理開始前とショ糖処理終了後0, 3, 6および10日目に切り花3本ずつを1次茎, 2次茎および満開段階の小花 (第2図) に分解し、部位別の糖含量を測定した。ショ糖処理時の室温は 20°C , 光環境は蛍光灯下の光強度をPPFDで $30\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 24時間照明とした。また、糖処理後蒸留水に生け替えてからは、室温 23°C , 光強度 $10\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 12時間照明下に静置した。



第1図 シュッコンカスミソウの花序ユニットの模式図

A: 第1小花, B: 第2小花, C: 第3小花



第2図 糖質抽出部位

3. 蕾切りシュッコンカスミソウ切り花へのショ糖処理濃度と期間が切り花品質および小花の糖含量に及ぼす影響（実験3）

材料には日高郡印南町の生産ほ場で栽培された‘アルタイル’を供試した。2009年1月11日に実験2と同様な開花段階で収穫し、下葉を除去し切り花長を75cmに調製後、0.2mMのSTSで38時間前処理して用いた。試験区として開花液のショ糖濃度を2%および4%の2水準、ショ糖の処理期間を開花室のみでの処理を想定した2日間、開花室と輸送中の処理を想定した4日間、および消費段階でも継続して処理を行うと想定した連続区の3水準と、これに無処理を加えた計7処理区を設けた。いずれの処理溶液にも抗菌剤として8-HQSを $200\text{mg}\cdot\text{Liter}^{-1}$ で添加した。ショ糖処理終了後は、8-HQS溶液のみの溶液に生け替えた。

1区7本とし、4本を花持ち調査に、残りの3本を小花の糖含量の調査に供した。切り花品質の評価は、切り花重、累積開花率、萎凋花率で表した。切り花重は、処理開始前の切り花重を100として表した。処理開始前に開花程度のそろった分枝3カ所に印を付け、開花処理開始時から1日おきに印を付けた分枝の開花小花数、萎凋小花数を数えた。累積開花率は、調査全小花に占める萎凋小花を含む全開花小花数の割合、萎凋花率は調査全小花数に占める観賞価値のない小花数の割合とした。処理中の室温は 20°C 、光環境は昼光色蛍光灯下で光強度 $30\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、24時間照明とした。小花の糖含量を測定するためのサンプリングは、ショ糖処理開始後2日目から10日目まで2日おきに満開小花を採取した。

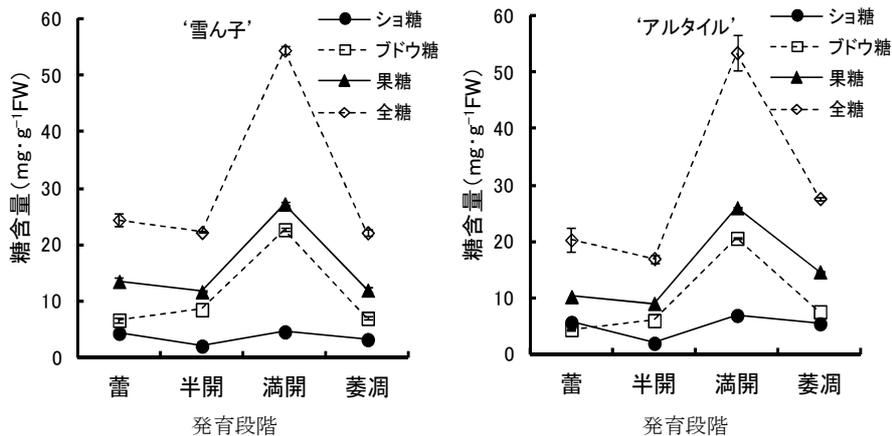
4. 糖含量の測定

小花は約0.5g~1g、茎は1gをサンプル瓶に採取し、80%エタノールを加えて $60\sim 70^{\circ}\text{C}$ で15分間加熱処理した。冷却後サンプルを磨砕し80%エタノールで50mlに定容、濾過し、濾液から5mlまたは10mlを採取した。この濾液を乾固後イオン交換水5mlまたは10mlに溶解し、HPLC法で糖の分別定量を行った。HPLCの分析条件はポンプ：LC-10AD（島津製作所製）、カラム：SCR-101N（ $\phi 7.9\text{mm}\times 30\text{cm}$ ：島津製作所製）、カラム温度： 60°C 、移動相 H_2O 、流速： $0.7\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ 、検出器：示差屈折計（RID-6A）とした。

結 果

1. ほ場で生育した小花の発育段階別糖含量（実験1）

小花中には‘雪ん子’、‘アルタイル’ともに、果糖、ブドウ糖、ショ糖が検出された（第4図）。果糖とブドウ糖含量は半開から満開時にかけて急激に増加し、満開時には蕾時の2.3~3.3倍の値となった。萎凋小花では蕾小花とほぼ同水準まで減少した。一方、ショ糖含量は、‘アルタイル’では満開時にやや増加したものの、小花の開花が進んでもほぼ一定量で推移した。満開時における1g当たりの全糖含量は、‘雪ん子’で54.5mg、‘アルタイル’で53.5mgであった。



第4図 ほ場に植栽したシュッコンカスミソウ小花の发育段階別糖含量

注) n=3、縦棒は標準誤差

全糖=ショ糖+ブドウ糖+果糖

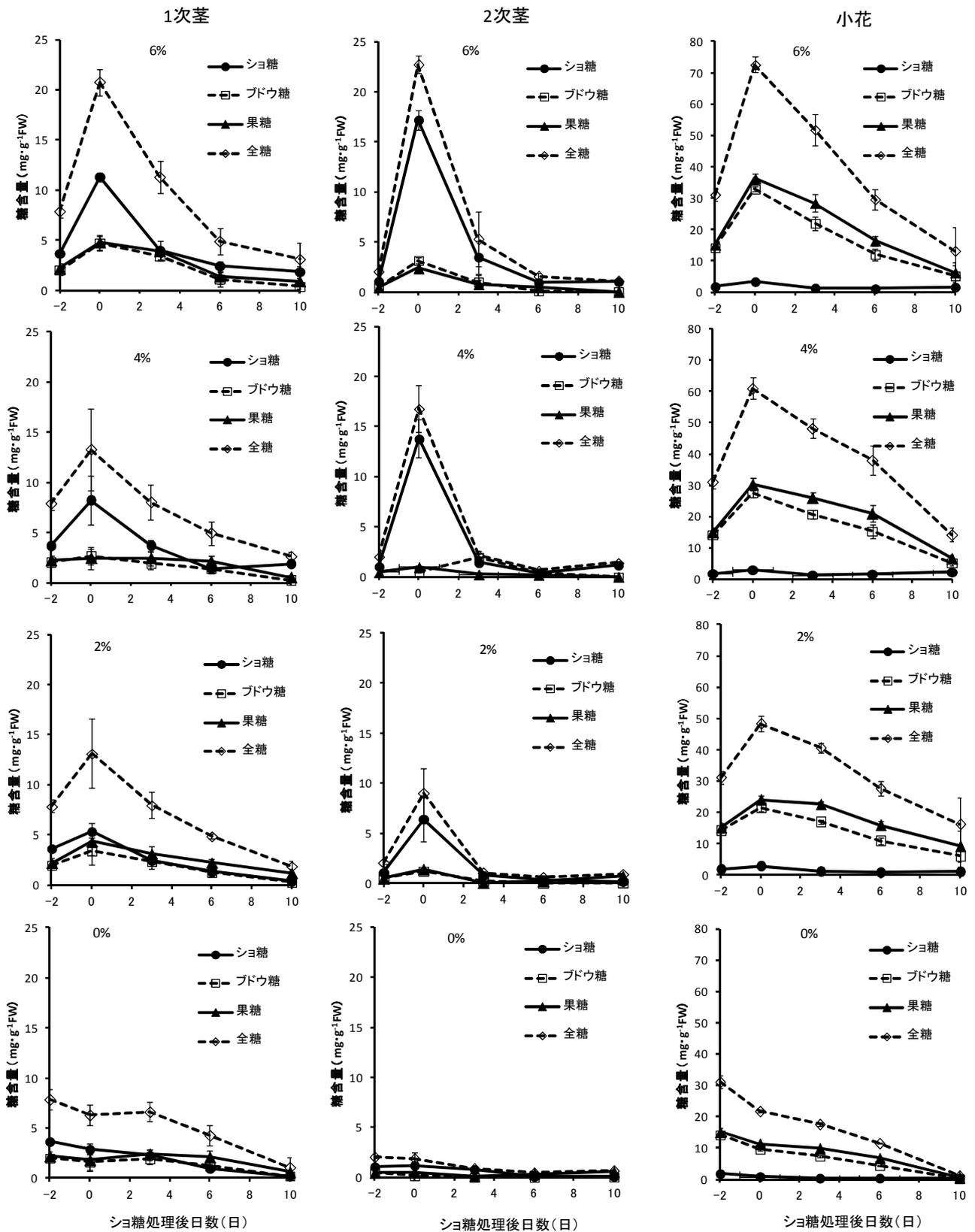
2. 蕾切りシュッコンカスミソウ切り花へのショ糖処理濃度が切り花の部位別糖含量に及ぼす影響 (実験2)

ショ糖処理開始前の1次茎中には、ショ糖が $3.7\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ と最も多く含まれており、ブドウ糖、果糖はそれぞれ $2.0\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 、 $2.2\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ とほぼ同量であった(第5図)。1次茎中のショ糖含量は、0%区では、処理開始後から徐々に減少したのに対して、2, 4, 6%区では、処理終了時には増加しており、2%区でショ糖処理開始前の1.5倍、4%区で2.2倍、6%区で3倍と処理濃度が高い区ほど多かった。しかし、処理後3日目には、各区ともに急激に減少した後、緩やかに減少し、2%区で処理後3日目に、4%区および6%区では、処理後6日目に処理開始前よりも少なくなった。一方、果糖およびブドウ糖含量は、0%区では、処理開始後から緩やかな減少傾向を示し、2, 4, 6%区においても、処理直後にやや増加したもののショ糖含量ほどの大幅な増加は認められず、処理後6日目には0%区と同水準まで減少した。

ショ糖処理開始前の2次茎中には、ショ糖が $1.1\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 、ブドウ糖および果糖が $0.5\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ずつ含まれており、これらは1次茎の4分の1~3分の1の量であった(第5図)。しかし、2次茎中のショ糖含量は、2, 4, 6%区では、ショ糖処理直後に処理濃度が高い区ほど多くなり、各区ともに1次茎よりも2次茎の方が多かった。その後は、1次茎と同様に減少した。一方、ブドウ糖含量および果糖含量は、1次茎のそれよりもやや少ない水準で1次茎同様な推移を示した。

ショ糖処理開始前の小花中には、ショ糖が $1.8\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 、ブドウ糖が $14.2\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 、果糖が $15.1\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 含まれており、ブドウ糖と果糖含量は茎中含量より顕著に多かった(第5図)。小花中のショ糖含量は、いずれの区においても、処理開始からほぼ一定量で推移した。一方、ブドウ糖と果糖は、0%区ではショ糖処理開始後から緩やかに減少したのに対して、2, 4, 6%区では処理終了直後に増加し、2%区でショ糖処理開始前の1.5倍、4%区で2倍、6%区で2.3倍と処理濃度が高い区ほど多かった。その後は各区とも次第に減少したが、処理後6日目までは、各区とも処理開始前と同等以上の水準で推移した。特に4%区および6%区は高い値で推移した。ショ糖処理直後の全糖含量は、2%区で $48.3\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 、4%区で $61.0\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 、6%区で $72.6\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ とショ糖処理濃度が高い区ほど多かったが、2%および4%区は処理後に緩やかに減少したのに対して、6%区では処理後の減少の程度が大きく、処理後6日目には、4, 6, 2%区の順に多かった。

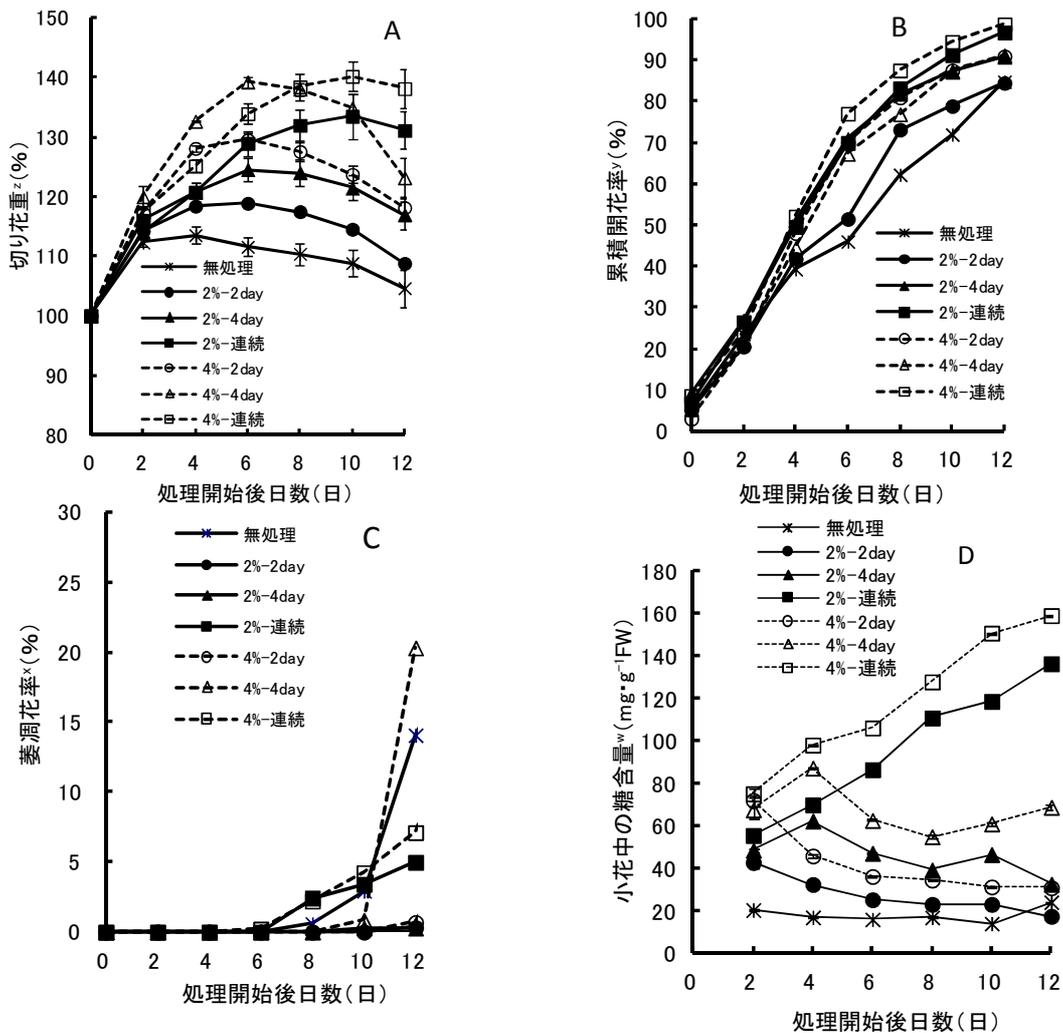
宮前・伊東・小谷・神藤：蕾切りシュッコンカスミソウ切り花へのシヨ糖処理方法が
部位別等含量および切り花品質に及ぼす影響



第5図 異なるシヨ糖濃度溶液で処理をしたシュッコンカスミソウ切り花の部位別糖含量の推移
注) n=3, 縦棒は標準誤差, 全糖=シヨ糖+ブドウ糖+果糖

3. 蓄切りシュッコンカスミソウ切り花へのシヨ糖処理濃度と期間が切り花品質および小花の糖含量に及ぼす影響 (実験3)

処理開始後の切り花重は、シヨ糖処理濃度が高く、また処理期間が長くなるほど増加した (第6図A)。2日および4日処理区では、シヨ糖処理終了後も2~4日間切り花重が増加した。また、連続区では、どちらのシヨ糖濃度でも、処理後10日目まで切り花重は増加した。開花は、いずれの区においても、処理後4日目までは、ほぼ同様に進んだが、無処理区およびシヨ糖濃度2%の2日処理区では、4日目以降他区に比べて緩慢となった (第6図B)。シヨ糖濃度2%の4日処理区およびシヨ糖濃度4%の2日、4日処理区では、12日後には90%の小花が開花した。しかし、4%の4日処理区では、開花した小花の萎凋が早かった (第6図C)。連続区では、シヨ糖濃度にかかわらずほぼ全ての小花が開花したが、満開小花の花弁の反りが大きく、4%区では、茎の黄変も認められ通常の形状と異なった。小花中の糖含量は、シヨ糖処理により増加し、シヨ糖濃度が4%の方が、また処理期間が長くなるほど高まった (第6図D)。2日および4日処理区の小花中の糖含量は、シヨ糖処理終了後、徐々に低下するものの、無処理区と比較して高い値で推移した。特に2%の4日区、4%の2日および4日区では、処理後も高い水準を維持した。一方、連続区では、処理期間を通して小花中の糖含量は増加し続



第6図 シュッコンカスミソウ切り花へのシヨ糖処理濃度と処理期間が切り花重 (A)、開花率 (B) 萎凋花率 (C) および小花中の糖含量 (D) に及ぼす影響

^z処理開始前を100とした相対値 ^y全小花数に占める開花小花数の割合 ^x全小花数に占める萎凋した小花の割合

^wシヨ糖, ブドウ糖, 果糖の合計

考 察

実験1では、ほ場に植栽された状態で光合成をしながら開花した小花を用いて、小花の発育段階ごとに糖含量を測定し、蕾切りした小花における適正な糖含量を把握しようとした。シュッコンカスミソウ小花は、蕾から満開にかけてブドウ糖と果糖が急激に蓄積された。バラ、カーネーションでは花弁の展開に伴い、花弁中のブドウ糖と果糖が蓄積されることが報告されている(市村, 2008; 水口ら, 2007)。シュッコンカスミソウにおいても、これらの品目と同様にブドウ糖と果糖が多く蓄積された。また、供試した2品種の満開小花には、全糖で約 $54\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ が含まれており、シュッコンカスミソウ切り花の満開小花の全糖は $50\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 程度が適切な量であろうと推察された。

切り花は消費段階では水に生け替えられることが多く、この時点で糖質の供給が絶たれる。実験2では、ショ糖処理した蕾切り切り花が処理後も長期間高い糖含量を維持させるため、異なる濃度のショ糖溶液を吸収させた切り花を用いて、各部位における糖質の分配状況を調査した。なお、本実験で行った処理条件(収穫時の開花程度、処理時の温度、光条件、期間)では、蕾切り切り花が出荷適期に達することを確認している。この結果、処理直後の1次茎および2次茎中には、処理濃度が高い区ほど、全糖含量は多かったが、いずれの区においても、蒸留水に生け替えると急激に減少し、処理後3日目には、最も多い1次茎の6%区でも $11.3\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ と、小花の全糖含量の5分の1程度、より小花に近い2次茎では、これよりさらに少なく、10分の1程度の量であった。放射線同位元素 ^{14}C のトレーサー実験において、カーネーション切り花に与えた糖質は、葉を経由せずに直接的に花に輸送されることが示唆されている(市村, 2011)。一方、トルコギキョウでは、糖質は葉と茎にも蓄積し、葉と茎にいったん移動した糖質が花に移動することが示唆されている(市村, 2011)。シュッコンカスミソウは、出荷調製時に大部分の葉が取り除かれることから、葉から小花への糖質の移動は無視できると考えられる。また、処理後3日目の茎中の全糖は、小花の全糖の5分の1程度であり、茎に蓄積された糖質が徐々に小花に移動することで、小花の糖含量を高めることができるとは考えにくかった。したがって、吸収した糖質は、カーネーション同様に大部分が茎から直接各小花に移動すると考えられた。また、実験1で光合成産物である糖の蓄積が蕾段階ではおこらず、半開から満開時に急増することや、切り花においても、吸収した糖質は極小さい蕾には蓄積されない(未発表)ことから、吸収したショ糖は多数の小花の中でも、開花の進んだ段階の小花に移行すると推察される。

小花中の糖含量は、ショ糖濃度が高い処理区ほど処理直後の糖含量は多く、処理後は次第に減少したが、主要な糖質であるブドウ糖および果糖は、いずれの区においても、急激な減少は認められなかった。この結果4%および6%では、処理後6日目まで2%に比べて高い水準を維持できた。これらの区では、ショ糖処理中に蓄積された糖の量が多かったことで、高い水準を維持できたと考えられた。一方、ショ糖濃度4%と6%で比較すると、処理後6日目には、4%区の花の糖含量の方が多くなった。この要因は不明であるが、蕾切りシュッコンカスミソウ切り花においては、ショ糖溶液の濃度を6%まで高めても品質向上効果は得られないと考えられた。スタンダードカーネーションの蕾切りでは、1本の切り花に1つの花があるのみでこの花が開花するまで糖処理を行っており、10%と高濃度のショ糖処理により、開花所要日数は変わらず、花径の増大と花色発現が促進される(水口ら, 2008)。一方、シュッコンカスミソウでは、1本の切り花に開花段階の異なる多数の小花を有し、出荷適期時には、20~30%の小花が開花しているにすぎない。出荷適期時に蕾段階にある小花が開花するためには、開花処理後(出荷適期時)以降も継続してショ糖処理を行うことが望ましいと考えられた。

そこで、実験3では、開花室(2日間)、輸送(2日間)、消費者(連続)段階でのショ糖処理課程を想定し、ショ糖濃度2%と4%の2水準として、開花と小花の糖含量の推移を調査した。この結果、ショ糖2%区の2日処理では、無処理区と同様に4日目以降開花が進まず、糖処理直後の小花中の全糖含量も $43\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ と少なかった。したがって、2日の処理ではショ糖濃度2%では全ての小花の開花には不十分と考えられた。一方、2%区の4日区および4%区の2日、4日区では、開花が促進され小花中の糖含量も高い水準で推移した。ただし、4%区の4日処理区では、処理後12日目に急激に萎凋小花が増加したことから、4日の処理では、ショ糖濃度2%で十分な切り花品質を保持できると考えられた。連続してショ糖処理を行った切り花では、小花の花弁の反りが大きくなり花形が変化した。これらの小花中の全糖含量は増加し続け、12日目には $140\sim 160\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ とほ場で開花した満開小花の約3倍の量となった。バラ‘ソニア’は、収穫適期で収穫した切り花を水に生けると丸弁となるが、糖質を含む溶液で生けると樹上で開花するのと同じように剣弁状となる(市村, 2008)。このことから、シュッコンカスミソウにおいて連続処理区の花の形状が変化したのは、過剰な糖の蓄積が一因ではないかと推察された。

以上の結果から、蕾切りシュッコンカスミソウ切り花へのショ糖処理は、2日間の処理では4%、4日間の処理では2%の処理が適当であった。また、連続してショ糖処理する場合は、さらに薄い濃度での処理が適当であろうと考えられた。したがって、ショ糖処理の期間が短くなる輸送体系では、開花室での処理濃度を高めにし、ショ糖処理の期間が長くなる輸送体系では、処理濃度を低くすることができると考えられる。

本実験では、実際の輸送体系において作業性を考慮して、開花液と輸送用溶液を同一で設定した。湿式輸送時の輸送用溶液として、1%のショ糖で品質保持効果が得られる(宮前ら, 2009)ことから、異なる開花液と輸送用溶液を用いた場合における処理濃度の組み合わせも検討する必要がある。また、トルコギキョウ切り花は低温かつ相対湿度が高い条件では吸水量が少なくなる(湯本・市村, 2007)ことが報告されている。本実験では、輸送温度を 20°C と輸送条件としては高い温度条件で行った。このため、低温条件下においての適切なショ糖処理濃度の検討がさらに必要である。

摘 要

1. ほ場で植栽された状態で開花したシュッコンカスミソウ小花は、半開時から満開時にブドウ糖と果糖が急激に増加し、満開小花の全糖含量は、‘雪ん子’で $54.5\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 、‘アルタイル’で $53.5\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ であった。
2. 第2小花開花時に収穫したシュッコンカスミソウ切り花を0, 2, 4, 6%のショ糖溶液で48時間処理した後、蒸留水に生け替え、部位別(1次茎, 2次茎, 小花)に糖含量の推移を調査した。この結果、ショ糖処理直後の茎中には処理濃度に応じてショ糖が蓄積されたが、その後は急激に減少した。このことから、吸収したショ糖は、茎から直接開花段階の小花に移行し、茎に蓄積されないことが推察された。一方、ショ糖処理直後の小花には、ブドウ糖と果糖が処理濃度の高い区ほど多く蓄積され、その後は徐々に減少したが、4%, 6%区では、処理後6日目まで高い値で推移した。
3. 室温 20°C 、光強度 $30\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、24時間照明とした条件下で、ショ糖の処理期間を3水準(2日, 4日, 連続)、ショ糖処理濃度を2水準(2%, 4%)としてショ糖の処理期間と処理濃度が切り花品質に及ぼす影響を調査した。この結果、ショ糖濃度2%で4日、4%で2日の処理で12日後に90%の小花が開花し、小花中の糖含量も高い水準で推移した。

引用文献

- 土井元章・斉藤珠美・長井伸夫・今西英雄. 1999. シュッコンカスミソウ切り花における「黒花」の発生機構とつぼみ収穫による発生の回避. 園学雑. 68: 854-860.
- Downs, C. G., M. Reihana and H. Dick. 1988. Bud-opening treatments to improve *Gypsophila* quality after transport. Scientia Hortic. 34: 301-310.
- Farnham, D. S., A. M. Kofranek and J. Kubota. 1978. Bud opening of *Gypsophila paniculata* cv. Perfecta with Physan-20. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 382-384.
- 林 孝洋・宮田弘恵・小西国義. 1992. シュッコンカスミソウの花序の構成と発達. 園学雑. 61: 135-141.
- 市村一雄. 花弁の展開にともなう細胞肥大と花の形. 2008. 園学研 7: 157-163.
- 市村一雄. 切り花の品質保持. 2011. 筑波書房: 84.
- 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.
- 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. Plants&Tea. 13: 31-39.
- Ichimura, K. and M. Taguchi. 2006. A preservative composed of glucose, isothiazolinonic germicide, citric acid, and aluminium sulphate (GLCA) extends the vase life of cut 'Rote Rose' rose flowers under various conditions. Bull. Natl. Inst. Flor. Sci. 5: 55-64.
- 黒島 学・市村一雄・生方雅男. 2008. STS とスクロースの組み合わせ前処理がデルフィニウム切り花の品質と花持ちに及ぼす影響. 園学研. 7: 305-308
- Marousky, F. J. and J. Nanney. 1972. Influence of storage temperatures, handling and floral preservatives on postharvest quality of gypsophila. Proc. Florida State Hort. Soc. 85: 419-422.
- 水口 聡・市村一雄・久松 完・腰岡政二. 2007. スクロース処理が蕾切りカーネーションの切り花品質および糖質濃度に及ぼす影響. 園学研. 6: 591-596.
- 水口 聡・市村一雄・中山真義・久松 完・腰岡政二. 2008. 高濃度スクロース処理が蕾切りカーネーションの花色発現および花弁中の糖質とアントシアニン濃度に及ぼす影響. 園学研. 7: 277-281.
- 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.
- 宮前治加・神藤 宏・紺谷 均. 2009. 湿式輸送時の糖処理によるシュッコンカスミソウ切り花の花持ち延長効果. 園学研. 8: 509-515.
- Shimizu, H. and K. Ichimura, 2005. Effect 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.
- Van Doorn, W. G. and M. S. Reid. 1992. Role of ethylene in flower senescence of *Gypsophila*

paniculata L. Postharvest. Biol. Technol. 1: 265-272.

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.