

小ギクつぼみ期収穫切り花の開花処理における処理液の組成が 開花および品質に及ぼす影響

山中正仁*・玉木克知*・水谷祐一郎*・宮谷喜彦*・竹中善之*・仲 照史**

要 約

小ギクつぼみ期収穫切り花の開花処理における処理液の組成について検討した。

- 1 ‘金の祝’に対して、3～5%のショ糖溶液を吸収させたところ、ショ糖無しに比べて、頭花の開花および舌状花の発色が促進された。
- 2 ‘みのる’および‘銀星’において、処理液に0.03%の界面活性剤（ポリオキシエチレン脂肪酸エステル+ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル+ポリナフチルメタンスルホン酸ナトリウム）を添加することにより、無添加に比べて、処理液の吸収が促進され、新鮮重が増加した。
- 3 3%のショ糖溶液に0.03mMのチオ硫酸銀錯体(STS)を混用することにより、ショ糖単用に比べて、‘川風’の葉の黄変が抑制された。
- 4 6品種のつぼみ期収穫切り花を用いて、ショ糖(3%) + 界面活性剤(0.03%) + STS(0.03mM) + 8-ヒドロキシキノリン硫酸塩(8-HQS)(200ppm)の組成の処理液とし、気温が25℃、PPFDが $12 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、日長が12時間の環境条件で開花処理したところ、すべての品種において、ほ場で自然開花させた開花期収穫切り花と同等の品質で開花させることが可能であった。

Effect of Composition of Treatment Solution on Flowering and Quality in Flowering Treatment of Cut Small-flowered Chrysanthemum Harvested at the Bud Stage

Masahito YAMANAKA, Katsutomo TAMAKI, Yuichiro MIZUTANI, Yoshihiko MIYATANI,
Yoshiyuki TAKENAKA and Terufumi NAKA

Summary

The formulation of a treatment solution for flowering treatment of cut small-flowered chrysanthemum harvested at the bud stage was investigated.

- (1) Absorption of 3-5% sucrose solutions by cut flowers ‘Kinnoiwai’ at the bud stage facilitated the flowering of caput and color change of ray floret more than the case without sucrose.
- (2) The addition of 0.03% surfactant (polyoxyethylene fatty acid ester + polyoxyethylene nonyl phenyl ester + polynaphthyl methane sulfonic acid sodium) to the treatment solution facilitated the absorption of the treatment solution and increased the fresh weight more than the case without surfactant in ‘Minoru’ and ‘Ginsei’.
- (3) Treatment with 0.03 mM silver thiosulfate complex (STS) plus 3% sucrose inhibited leaf yellowing more than sucrose alone in ‘Kawakaze’.
- (4) When six cultivars of cut flowers harvested at the bud stage were treated with 3% sucrose, 0.03% surfactant, 0.03 mM STS and 200 ppm 8-hydroxyquinoline sulfuric acid salt (8-HQS) and kept at 25°C under PPFD at $12 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ and a 12-hr photoperiod, all cultivars could flower as quality cut flowers for harvesting at the full-bloom stage in the field.

キーワード：エチレン作用阻害剤，界面活性剤，小ギク，ショ糖，つぼみ切り

2012年9月28日受理

* 兵庫県立農林水産技術総合センター農業技術センター

** 奈良県農業総合センター

緒 言

一般に切り花の収穫時の開花程度は“切り前”と呼ばれる。切り前は消費からさかのぼって、収穫から出荷・販売までの流通にかかる所要時間や輸送時の気温、湿式・乾式などの輸送手段、さらには消費者の嗜好に応じて決定されている。この時の切り前はユリなどの一部品目を除いて、がく等が開裂し、花色が視認できる程度の状態であり、収穫後、室温で水に生ければ問題なく開花する。

一方で、これら通常の切り前より前の段階のつぼみ期に収穫する、いわゆる“つぼみ切り”が古くから研究されている。つぼみ切りのメリットは、出荷不能のつぼみの強制開花や収穫サイクルの短縮による増収、不良環境や病害虫の回避、貯蔵による出荷調整および輸送性の向上などが挙げられる⁵⁾。

つぼみ期収穫切り花（以降、つぼみ切り花と表現）は、自然開花で通常の切り前で収穫した開花期収穫切り花（以降、慣行切り花と表現）と異なり、特別な開花処理が必要となる¹⁸⁾。つぼみ切り花の開花処理に関してはカーネーション¹¹⁾、輪ギク⁴⁾、ユリ^{12, 14)}、スイートピー⁸⁾およびシュコンカスミソウ²⁾などの報告がある。これらの報告では慣行切り花と同等の品質以上に開花させるためのショ糖、界面活性剤、植物成長調整物質、エチレン作用阻害剤および抗菌剤等の開花のための処理液の組成ならびに気温、湿度および光などの環境条件が主に検討されている。

著者らは、小ギクの機械による一斉収穫技術の開発を目指している。本技術の大きな問題として、一斉に収穫した場合、出荷に満たない切り前のつぼみ切り花が廃棄され、出荷率が低下する点が挙げられる。そのため、つぼみ切り花を正常に開花させて商品化する技術は、一斉収穫技術の補完技術として重要と考えられる。さらに、仏花での需要が多い小ギクでは、盆、春秋の彼岸、正月が特需期である¹³⁾ことから、貯蔵性に優れた⁵⁾つぼみ切り花の貯蔵と人工的な開花処理の組み合わせによる出荷調整は、経営上、極めて有利と考えられる。

そこで、本研究では小ギクのつぼみ切り花の開花処理において、ショ糖、界面活性剤およびエチレン作用阻害剤の効果について検討し、さらにそれらから得られた処方により作製した処理液の効果を開花期および花色の異なる複数の品種を用いて実証した。

なお、本研究は農林水産省の新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「小ギクの一斉機械収穫・調整システムの開発」（2008～2010）により実施した。

材料および方法

1 ショ糖濃度が開花および品質に及ぼす影響（実験1）

実験には兵庫県立農林水産技術総合センター（兵庫県加西市）のガラス温室に2008年8月15日に定植し、11月15日から最低気温7℃で加温栽培した‘金の祝’を供試した。2009年1月6日につぼみががくが開裂し始めた時点（膜切れ時）で収穫し、一次着蕾側枝を5本、切り花長を60cmに調整し、茎基部の3分の1の葉を除去した。その後、気温が25℃、白色蛍光灯による照明のPPFDが $12\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、日長が24時間の人工気象室内で、ショ糖溶液を吸収させて開花処理した。濃度は0、0.5、1、2、3、4、5%の7水準とし、1処理区当たり5本ずつ供試した。なお、ショ糖の溶解には水道水を用い、抗菌剤として8-ヒドロキシキノリン硫酸塩（8-HQS）の200ppmを添加した（以降の実験も同じ）。

頭花1輪の舌状花が展開し、花芯全体が目視できた時点を開花とし、順次、輸送シミュレーションとして段ボール箱に入れ、15℃に設定した人工気象室内に24時間保管した。その後、茎基部を5cmの長さで切り戻し、開花処理と同条件の人工気象室内で水道水に生け替えた（以降、生け花と表現）。

処理開始から開花までの日数、新鮮重の変化率および処理液の新鮮重100g当たりの吸収量、開花時と生け花7日後の頭花径、舌状花色および葉色、さらに、生け花14日後までの開花頭花数を調査した。舌状花色および葉色は色彩色差計（CR-400、コニカ・ミノルタ）で測定し、頭花の大きさおよび舌状花色については、開花時は最も早く開花した頭花、生け花7日後は5番目前後に開花した頭花を測定した。葉色は切り花の下位の3枚の葉を測定し、 $L^* \cdot b^* \cdot |a^*|^{1/2}$ の式で黄変指数を算出した。また、これらの切り花品質に関する調査は慣行切り花についてもを行い、つぼみ切り花と比較した。なお、これらの調査は実験2、3および4においても、同じ調査項目であれば、同様の方法で行った。

2 界面活性剤が処理液の吸収と新鮮重の変化に及ぼす影響（実験2）

実験には兵庫県立農林水産技術総合センターの露地ほ場に2009年4月22日に定植した‘みのる’および5月1日に定植した‘銀星’を供試した。いずれも生産現場では、比較的水あげが悪い品種とされている。‘みのる’は8月12日、‘銀星’は9月15日に膜切れ時点で収穫し、切り花長を50cmに調整し、茎基部の3分の1の葉を除去し、実験1と同様の人工気象室内で開花処理した。処理区はショ糖濃度を3%とし、界面活性剤（ポリオキ

シエチレン脂肪酸エステル+ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル+ポリナフチルメタンスルホン酸ナトリウム、グラミンS、三井化学アグロ）濃度を0.03%とし、界面活性剤+ショ糖（界面活性剤有区）およびショ糖のみ（界面活性剤無区）の2水準とし、1処理区当たり5本ずつ供試した。開花後は開花処理と同条件の人工気象室内で生け花し、調査した。

3 エチレン作用阻害剤が葉の黄変に及ぼす影響（実験3）

実験には奈良県農業総合センター（奈良県橿原市）のガラス温室に2008年12月22日に定植し、無加温栽培した生産現場で葉の黄変が生じやすいとされる夏ギク品種‘川風’を供試した。2009年4月14日に膜切れ時で収穫し、おおよそ24時間段ボール箱で常温輸送した後、茎の基部を5cmの長さで切り戻し、3時間水道水を吸収させた。その後、切り花長を60cmに調整し、茎下部の3分の1の葉を除去し、実験1と同様の人工気象室内で開花処理した。処理区はチオ硫酸銀錯体（STS, Argylene, ARGYLENE BIOCHEM ApS）濃度を0.03mM、ショ糖濃度を3%とし、STS+ショ糖（STS+ショ糖区）、ショ糖のみ（ショ糖単用区）、STSのみ（STS単用区）およびショ糖とSTS両方無し（無処理区）の4水準とし、1処理区当たり4本ずつ供試した。開花後は開花処理と同条件の人工気象室内で、エチレン感受性の判断に有効とされる100ppmのエセフォン（エスレル10、石原バイオサイエンス）溶液に生ける手法¹⁵⁾にて、調査した。

4 ショ糖、STSおよび界面活性剤を混用した処理液で開花させたつばみ切り花とほ場で自然開花させた切り花との品質比較（実験4）

実験には兵庫県立農林水産技術総合センターの露地ほ場に2010年4月14日に定植した‘みのる’と‘広島紅’、5月1日に定植した‘銀星’、ガラス温室に2010年6月14日に定植し、無加温栽培した‘つばさ’と‘金秀’および9月1日に定植し、12月1日から最低気温10℃で加温栽培した‘沖の乙女’を供試した。‘みのる’および‘広島紅’は8月5日、‘つばさ’および‘金秀’は10月21日、‘沖の乙女’は12月4日に膜切れ時に収穫した。切り花長を80cmに調整し、茎基部15cmの葉を除去した。その後、20本束ごとに新聞紙で包み、気温および光源とPPFDは実験1と同様で、日長は12時間とした人工気象室内で開花処理した。処理液はショ糖を3%、STSを0.03mM、界面活性剤（グラミンS）を0.03%で処方した。開花後はダンボール箱に入れ、庫内温度を‘みのる’および‘広島紅’は25℃、‘銀星’および‘金秀’は20℃、‘沖

の乙女’は15℃の人工気象室内で24時間保管した。その後、切り花を60cmの長さに調整し、茎基部の3分の1の葉を除去後、1処理区当たり5本ずつ生け花し、調査した。なお、開花所要日数は20本すべてを調査した。

結 果

1 ショ糖濃度が開花および品質に及ぼす影響（実験1）

開花所要日数はショ糖0.5～5%区では6.4～7.6日となり、濃度による差は認められなかった（図1）。0%区では9.0日となり、2～5%区より開花に日数を要した。生け花後の開花頭花数は、4日目から差がみられ、ショ糖2%以上では開花数が増加した（図2）。14日目においては5%区の開花数が最も多くなった。処理液の切り花新鮮重100g当たりの吸収量は0.5～5%区では107.9～147.9gとなり、0%区の391.6gより少なかった（図3）。処理前後の新鮮重変化率は0%区では117.0%で、処理後の新鮮重が増加したのに対し、0.5～1%区では96.5～101.4%となり、処理前と同等または減少した（図4）。

つばみ切り花の開花時の品質において、花径は2%区が0、0.5および4%区より有意に大きかった（表1）。花色はつばみ切り花では、L*およびa*値は濃度による差は認められず、b*値は0%区が0.5～5%区より有意に低かった。葉の黄変指数に差は認められなかった。慣行切り花との比較では、花色のa*値がいずれの濃度も有意に小さく、b*値においては0～2%区が有意に低かった。色差（ΔE）は濃度が高いほど小さくなる傾向を示した。

生け花7日後の品質において、花径には差は認められず、花色ではa*値が0および0.5%区が1～5%区より有意に高かった（表1）。b*値は2～5%区が0%区より有意に高かった。葉の黄変指数に差は認められなかった。慣行切り花との比較では、つばみ切り花は花色のa*値が0および0.5%区が有意に高く、b*値はいずれの濃度も有意に低かった。

2 界面活性剤が処理液の吸収および新鮮重の変化に及ぼす影響（実験2）

切り花新鮮重100g当たりの処理液の日吸収量は‘みのる’では界面活性剤有区（有区）が65.7gとなり、界面活性剤無区（無区）の37.5gと比べて1.8倍多かった（図5）。‘銀星’も同様に有区が57.2gとなり、無区の27.9gに比べて2.1倍多かった。有区の新鮮重変化率において、‘みのる’では開花時は144.8%となり、無区の115.8%より高かった（図6）。輸送シミュレーション後は86.5%となり、無区と同程度に低下したが、生け花7日後では

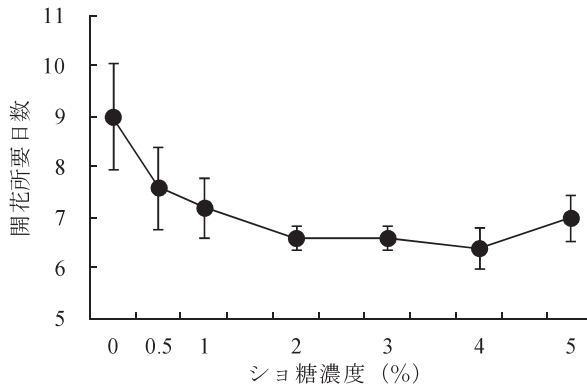


図1 小ギク‘金の祝’つぼみ期収穫切り花の開花処理におけるシヨ糖濃度が開花所要日数に及ぼす影響
Barは標準誤差 (n=5) を示す

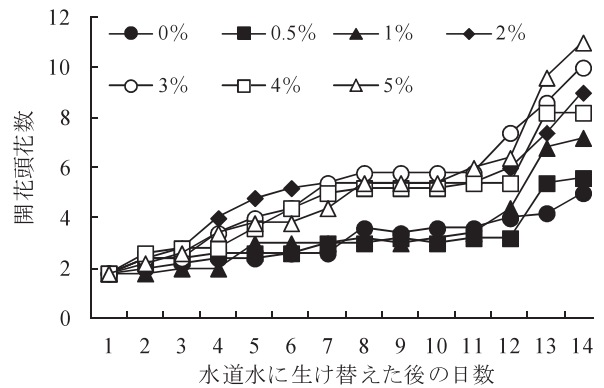


図2 小ギク‘金の祝’つぼみ期収穫切り花の開花処理におけるシヨ糖濃度が開花頭花数に及ぼす影響
開花後水道水に生け替えた14日目まで調査した

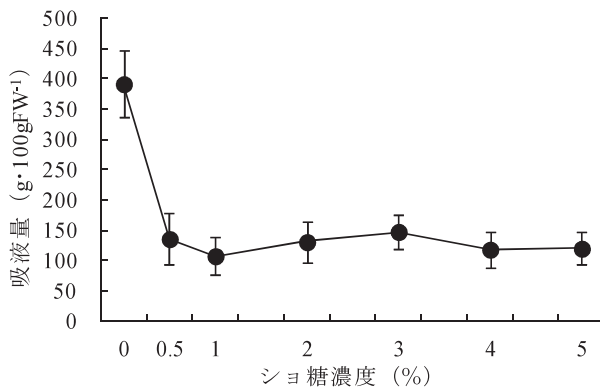


図3 小ギク‘金の祝’つぼみ期収穫切り花の開花処理におけるシヨ糖濃度が処理液の吸収に及ぼす影響
Barは標準誤差 (n=5) を示す

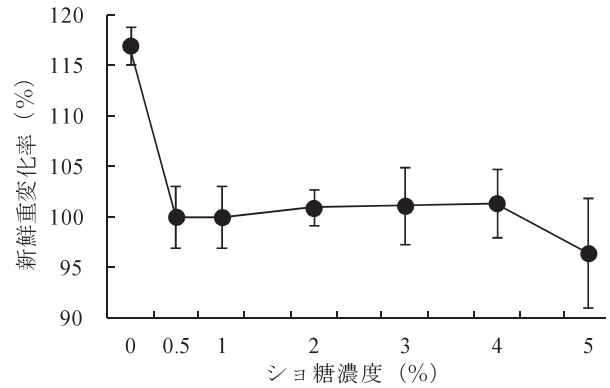


図4 小ギク‘金の祝’つぼみ期収穫切り花の開花処理におけるシヨ糖濃度が新鮮重の変化に及ぼす影響
新鮮重変化率 (%) = 処理後 (開花時) / 処理前 × 100,
Barは標準誤差 (n=5) を示す

表1 小ギク‘金の祝’つぼみ期収穫切り花の開花処理におけるシヨ糖濃度が切り花品質に及ぼす影響

収穫期	シヨ糖濃度 (%)	花径 ^z (cm)	開花時				葉黄変指数 ^y	水道水に生け替えた7日後				葉黄変指数 ^y	
			L*	a*	b*	ΔE		花径 ^z (cm)	L*	a*	b*		ΔE
つぼみ	0.0	3.0b ^x	81.46ab	-14.12b	57.05c	22.81	37.0a	3.6a	82.83b	-10.61a	33.34d	37.49	35.5a
	0.5	3.0b	80.85ab	-14.58b	69.30b	11.50	36.1a	3.7a	82.91b	-12.94b	45.82c	24.92	35.2a
	1.0	3.2ab	81.05ab	-14.37b	66.73b	13.26	35.1a	3.4a	82.53b	-13.78c	51.98bc	18.85	35.3a
	2.0	3.5a	80.73ab	-14.47b	69.22b	11.02	35.2a	3.9a	82.62b	-13.93c	52.99b	17.83	34.9a
	3.0	3.1ab	81.86a	-14.38b	73.46ab	7.99	39.4a	4.0a	82.93b	-14.28c	56.97b	13.89	35.6a
	4.0	3.0b	81.14ab	-14.09b	74.72ab	6.40	37.1a	3.8a	82.18b	-14.30c	56.79b	14.29	36.9a
	5.0	3.1ab	80.86ab	-14.02b	72.70ab	7.52	38.5a	3.7a	81.61b	-13.99c	55.26b	15.90	36.7a
開花	—	3.4ab	79.61b	-12.26a	79.49a	—	38.9a	3.7a	86.08b	-14.14c	70.47a	—	38.5a

^z開花時は1番目、開花後水道水に生け替えた7日後は5番目前後に開花した頭花の最大径および舌状花表面色を測定

^y切り花の下位3枚の葉の表面色を測定、葉黄変指数 = $L^* \cdot b^* \cdot |a^*|^{-1}$

^x異なるアルファベット間にTukeyのHSD比較(5%)で有意差があることを示す

無区が92.1%に低下したのに対して103.6%と増加した。‘銀星’においても有区では開花時は119.8%となり、無区の88.8%より高かった。輸送シミュレーション後は91.5%となり、無区と同程度に低下したが、生け花7日

後では無区が92.1%に低下したのに対して103.6%と増加した。‘銀星’においても有区では開花時は119.8%となり、無区の88.8%より高かった。輸送シミュレーション後は91.5%となり、無区と同程度に低下したが、生け花

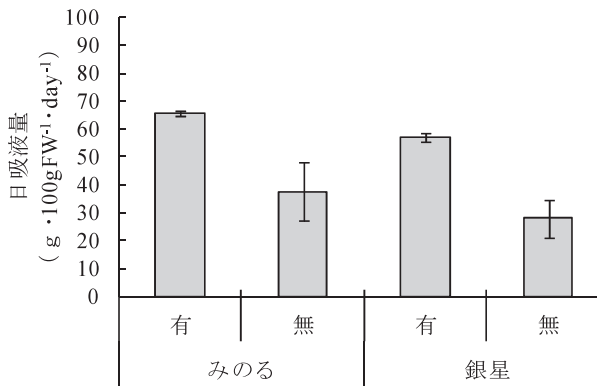


図5 小ギクつぼみ期収穫切り花の開花処理における界面活性剤が処理液の吸収に及ぼす影響
界面活性剤は‘グラミンS’を使用, Barは標準誤差 (n=5) を示す

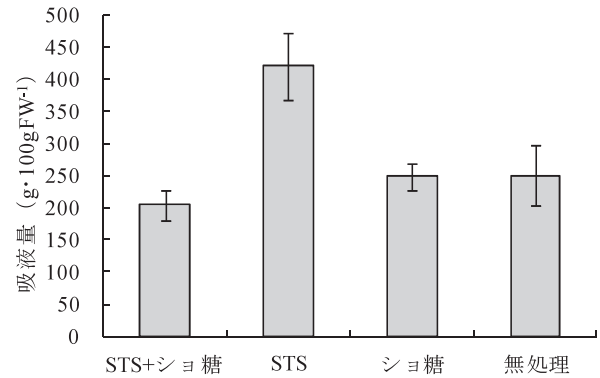


図7 小ギク‘川風’つぼみ期収穫切り花の開花処理におけるSTSとショ糖の混用が処理液の吸収に及ぼす影響
Barは標準誤差 (n=4) を示す

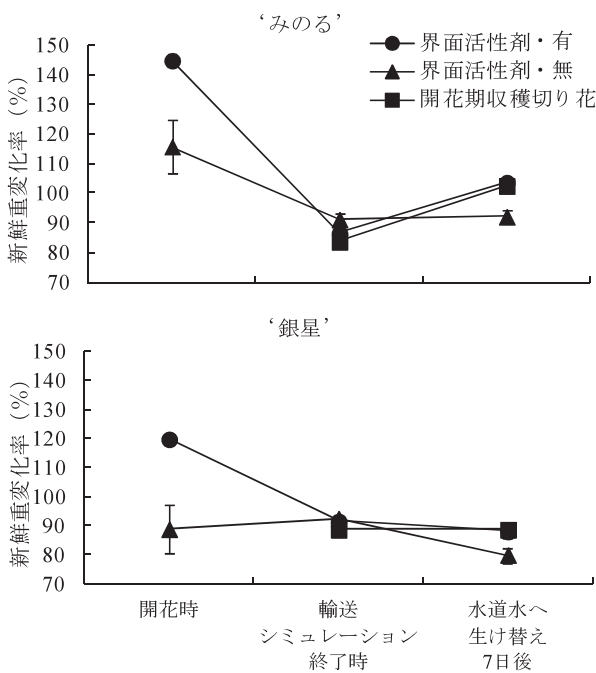


図6 小ギクつぼみ期収穫切り花の開花処理における界面活性剤が新鮮重の変化に及ぼす影響
界面活性剤は‘グラミンS’を使用, 新鮮重変化率: 開花時=処理後(開花時)/処理前×100, 輸送シミュレーション終了時=輸送シミュレーション終了時/処理後(開花時)×100, 水道水へ生け替え7日後=水道水へ生け替え7日後/輸送シミュレーション終了時×100, Barは標準誤差 (n=5) を示す

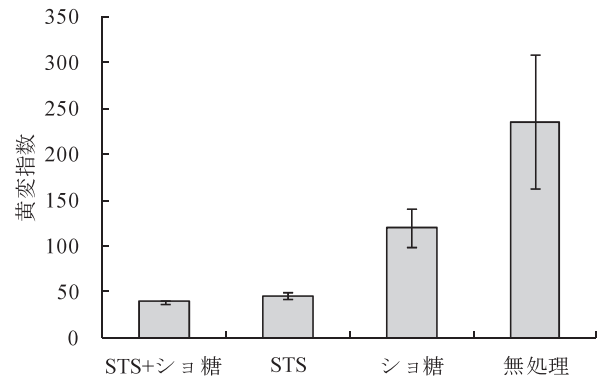


図8 小ギク‘川風’つぼみ期収穫切り花の開花処理におけるSTSとショ糖の混用が開花後の葉の黄変指数に及ぼす影響
開花後100ppmエセフォン溶液に生け替え7日後に切り花の下部3枚の葉の表面色を測定, 葉黄変指数= $L^* \cdot b^* \cdot |a^*|^{-1}$, Barは標準誤差 (n=4) を示す

3 エチレン作用阻害剤が葉の黄変に及ぼす影響 (実験3)

切り花新鮮重100g当たりの処理液の吸収量はSTS単用区が421.1gで最も多くなり, STS+ショ糖区, ショ糖単用区および無処理区は204.0~250.6gの間で差はなかった(図7). 開花後, エセフォン溶液に生け替え7日後の葉の黄変指数はSTS+ショ糖区が39.3, STS単用区が46.1と低く, それよりショ糖単用区が120.0, さらに無処理区が234.5で最も高くなった(図8).

4 ショ糖, STSおよび界面活性剤を混用した処理液で開花させたつぼみ切り花とほ場で自然開花させた切り花との品質比較 (実験4)

つぼみ切り花の開花所要日数は‘沖の乙女’が6.0日となり, 他品種よりやや短かった(表2). つぼみ切り

慣行切り花との比較では, 両品種ともに輸送シミュレーション後および生け花7日後の新鮮重変化率は, 有区は慣行切り花と同様に推移した.

表 2 小ギクにおけるシヨ糖, STS および界面活性剤を混用した処理液で開花させたつばみ期収穫切り花とは場で自然開花させた切り花との品質の比較

開花時期	品種 (花色)	収穫期	開花所要日数	開花時					水道水へ生け替え7日後					花径 ^x (cm)	頭花開花数	品質保 ^w 持日数		
				新鮮重 ^z 変化率 (%)	葉黄変 ^y 指数	花色 ^x				新鮮重 ^z 変化率 (%)	葉黄変 ^y 指数	花色 ^x						
						L*	a*	b*	ΔE			L*	a*				b*	ΔE
8月	みのる (黄)	つばみ	8.2	132.5	39.40	83.60	-7.99	96.08	2.54	106.2	41.03	83.88	-9.59	88.18	4.08	4.9	23.4	14.0
		開花	—	—	39.26	81.77	-6.25	95.79	—	102.9	39.32	81.35	-7.39	85.87	—	3.7	27.2	14.0
	<i>t</i> -test	—	—	ns	ns	ns	ns	—	ns	ns	ns	*	ns	—	*	ns	ns	
	広島紅 (赤)	つばみ	7.6	128.4	45.78	29.32	46.24	-5.90	5.53	99.2	44.42	28.41	48.53	-7.91	6.65	4.2	20.4	14.0
開花		—	—	46.85	24.91	45.94	-2.57	—	100.0	53.47	23.94	44.52	-5.06	—	3.7	13.8	14.0	
<i>t</i> -test	—	—	ns	ns	ns	ns	—	ns	*	ns	*	ns	—	**	ns	ns		
9月	銀星 (白)	つばみ	8.8	121.0	55.82	85.15	-2.73	5.72	1.67	97.2	76.38	85.93	-1.65	3.85	2.65	—	—	11.6
		開花	—	—	52.91	86.38	-2.54	6.84	—	91.8	82.07	85.28	-2.36	6.31	—	—	—	7.2
	<i>t</i> -test	—	—	ns	ns	ns	ns	—	**	ns	ns	ns	ns	—	ns	ns	*	
10月	金秀 (黄)	つばみ	8.2	117.4	36.70	75.81	-0.86	93.20	3.90	111.1	36.53	78.82	-6.50	99.49	3.86	3.5	10.8	14.0
		開花	—	—	38.30	76.97	0.01	89.59	—	110.3	38.72	79.33	-3.90	102.28	—	4.0	11.8	14.0
	<i>t</i> -test	—	—	ns	ns	ns	ns	—	ns	ns	ns	ns	ns	—	*	ns	ns	
	つばさ (白)	つばみ	8.0	119.1	49.23	86.12	-0.83	1.72	0.57	111.3	47.09	86.70	-0.69	1.87	1.70	3.8	30.6	14.0
開花		—	—	49.78	86.59	-0.53	1.81	—	113.2	43.61	88.20	-0.37	1.13	—	4.2	31.2	14.0	
<i>t</i> -test	—	—	ns	ns	ns	ns	—	ns	ns	ns	ns	ns	—	ns	ns	ns		
12月	沖の乙女 (赤)	つばみ	6.0	120.0	34.79	26.28	52.21	-3.27	6.38	126.6	33.06	36.78	48.73	-12.69	6.31	5.6	10.0	14.0
		開花	—	—	31.79	22.14	51.12	1.47	—	130.9	33.14	32.03	50.36	-8.87	—	5.9	6.2	14.0
	<i>t</i> -test	—	—	ns	ns	ns	ns	—	ns	ns	**	ns	*	—	ns	*	ns	

^z新鮮重変化率：開花時=処理後 (開花時) / 処理前×100, 水道水へ生け替え 7 日後=水道水へ生け替え 7 日後/輸送シミュレーション終了時×100

^y下位 3 枚の葉の表面色を測定, 葉黄変指数=L*・b*・|a*|⁻¹

^x開花時は 1 番目, 水道水へ生け替え 7 日後は 5 番目前後に開花した頭花の舌状花表面色および最大径を測定

^w水道水に生け替え後 14 日間の調査における観賞可能日数

**は 1%, *は 5%水準で有意差があることを示す, ns は有意差なしを示す

花と慣行切り花との品質比較において, すべての品種で開花時には有意な差は認められなかった. 生け花 7 日後の慣行切り花に対してつばみ切り花は, ‘みのる’ では花色 a* 値が高い, 花径が大きい, ‘広島紅’ では葉の黄変指数が低い, 花色 a* 値が高い, 花径が大きい, ‘銀星’ では新鮮重変化率が高い, 品質保持日数が長い, ‘金秀’ では花径が小さい, ‘沖の乙女’ では花色 L* 値が高い, b* 値が低い, 開花頭花数が多い, といった項目で有意な差が認められた. ‘つばさ’ はすべての品質の項目において有意な差は認められなかった. また, 慣行切り花との色差 (ΔE) は, 開花時および生け花 7 日後において, 白色品種は小さく, 赤色品種は大きくなる傾向が認められた.

考 察

開花にとって糖質は重要であり, ほ場から収穫された後の切り花は, 光合成による炭水化物の合成が制限されることから, 糖質不足により開花が不完全になりやすい⁶⁾. 特に収穫から開花までに期間を要するつばみ切り花が正常に開花するには, 慣行の切り前で収穫された切り花以上に植物体内での糖質の確保が重要と考えられる.

収穫後の切り花の切り口から糖質を吸収させることが, 開花促進, 花色向上および老化抑制に結びつくこと

が知られている⁶⁾. そのため, つばみ切り花の開花処理に関する研究では糖質濃度に関する報告が多数あり, とりわけシヨ糖においては, カーネーションでは 3%¹¹⁾, 輪ギクでは 2~5%⁴⁾, スイートピーでは 5%⁸⁾, ユリでは 1%¹²⁾ あるいは 5%¹⁴⁾, シュッココンカスミソウでは 4%²⁾ が好適濃度とされており, 品目や報告によって異なっている.

本実験では, 小ギクのつばみ切り花に対して, シヨ糖濃度が 2~5% の範囲で開花所要日数が短縮され, 観賞期間中の頭花の開花数が増加した. 本間⁴⁾ が輪ギク ‘秀芳の力’ で 200ppm の 8-ヒドロオキシキノリン (8-HQC) を含む 2~5% のシヨ糖溶液で比較したところ, 水道水に比べて開花所要日数が短縮したとしている. また, 市村⁶⁾ はシュッココンカスミソウやキンギョソウなど一茎に多数のつばみを含む切り花ではシヨ糖吸収により著しい開花促進効果を示すとしており, 本実験の小ギクにおいても, これらの報告と同様に, シヨ糖による開花促進効果が顕著に表れたと考えられた.

キクの舌状花の色素はアントシアニンとカロチノイドで構成されている⁹⁾. 切り花に対するシヨ糖の供給は, アントシアニンの合成に対して基質となる糖質の増加と関与する遺伝子の発現が高まり促進される⁶⁾. 一方, カロチノイドと糖質の関係については, 現在においては不

明とされている⁶⁾。

実験1で用いた‘金の祝’は花卉にカロチノイド色素を多く含む⁹⁾黄色品種で、本実験において開花時はショ糖3%以上、生け花7日後は2%以上で花色の a^* が低下して b^* 値が上昇し、黄味が濃くなった。このことはカロチノイド色素においても、糖質の供給により、合成が促進されることを示唆しており、今後の検討が必要であろう。以上の結果から、慣行切り花と同等の品質でつぼみ切り花を開花させるのに好適なショ糖濃度は3~5%であると考えられた。

一方、実験1ではショ糖を添加すると処理液の吸収量が減少し、同時に新鮮重も低下することが認められ、開花時の“見かけの鮮度”が悪化した。宇田ら¹⁹⁾はスプレーカーネーション切り花の吸水において、生け水に界面活性剤を加えることにより、吸水速度が速まり、花卉の萎凋が抑制され、品質保持期間が延長されることを明らかにしている。そこで、実験2において、ショ糖溶液の吸収を促進することをねらいとして、界面活性剤の添加について検討した。本実験では、界面活性剤の種類として、土井・釣賀³⁾が輪ギク‘神馬’切り花の吸水に対して高い効果を認めた“新グラミン”の成分であるポリオキシエチレンニルフェニルエーテルを含む“グラミンS”を用いた。その結果、本実験においても、0.03%の界面活性剤を添加することにより、宇田ら¹⁹⁾および土井・釣賀³⁾の報告と同様、吸水速度の上昇が認められた。さらに、切り花新鮮重の減少も認められず、開花時や観賞期間中の“見かけの鮮度”の維持が可能であった。界面活性剤による吸水速度の促進は、表面張力が低下した水を吸収することにより、導管内のマトリックポテンシャルが上昇するためとされている³⁾。このことから、つぼみ切り花の開花処理でのショ糖溶液においても、通常の生け水同様、界面活性剤の添加は有効であることが示唆された。

予備実験において、品種によっては開花後、葉が黄変する現象が認められた。キク切り花の品質低下の要因として、葉の黄変が挙げられ、その原因のひとつとしてエチレンの作用が報告されている¹⁾。対策としてはSTS処理が有効とされており¹⁾、山中ら²¹⁾は小ギク‘みのる’を用いた実験で、出荷前に0.25mMのSTS溶液を3~6時間吸収させることにより、葉の黄変を抑制できることを明らかにし、その時の銀の吸収量を切り花新鮮重100g当たり3~4 μmol が適当と推定した。このことから、小ギクのつぼみ切り花においても開花処理前にSTSを吸収させることが有効と考えられるが、2段階の処理となり作業性が悪い。

Shimizu・Ichimura¹⁶⁾はトルコギキョウの品質向上にSTSとショ糖を混用した溶液を出荷前処理として吸収させることが、小花の開花促進と品質保持期間の延長に効果があるとしている。そこで、実験3において、小ギクつぼみ切り花の開花処理においてSTSとショ糖の混用の効果を検討した。STSは実験1で判明した3%のショ糖溶液の吸収量を参考にして、銀吸収量がおおむね切り花新鮮重100g当たり3 μmol なるように算出し、3%のショ糖に対し、0.03mMの濃度で混用した。その結果、処理液へのSTSの混用は葉の黄変を顕著に抑制することが明らかになった。この時の銀の吸収量を宇田¹⁷⁾がカーネーションで示したSTS溶液吸収量から銀吸収量求める計算式を用いて推定すると、切り花新鮮重100g当たり約5 μmol であった。この値は山中ら²¹⁾の3~4 μmol が好適吸収量とした報告よりやや多かったが、本実験においては葉害等の発生はみられなかった。

一方、本実験ではショ糖単用でもSTSには及ばないものの黄変抑制効果が認められた。糖質はエチレンの合成や感受性を低下させる働きがあり、カーネーションやスイートピーの老化を抑制するとされている⁶⁾。このことから考えると、ショ糖にも一定の黄変抑制効果があることから、開花処理液へのSTSの添加は黄変しやすい品種や時期のみで良いかも知れない。

実験1, 2および3の結果をもとに、ショ糖、界面活性剤およびSTSを混用した処理液を作成し、その効果を6品種で実証した。すべての品種ともに、ほ場で自然開花させた慣行切り花と同等の品質で正常に開花させることができた。一方、水道水への生け替え後の品質は品種によって慣行切り花との差がみられた。‘銀星’ではつぼみ切り花の品質保持日数が慣行切り花より長くなった。このときの慣行切り花の日持ちを終了とした理由は“葉の萎れ”であった。宇田ら²⁰⁾は、ストック切り花に対して、界面活性剤を用いて収穫後水あげすることで、水道水に生け替えた後の水上げが良くなることを報告している。本実験においても、生け花7日後の新鮮重は慣行切り花より増加したことから、開花処理液への界面活性剤の添加は、小ギクつぼみ切り花の萎凋防止による日持ち性の向上に効果があることが示唆された。

花色では赤系品種が慣行切り花との差が白および黄系品種に比べて大きかった。‘広島紅’ではつぼみ切り花では a^* 値が高く、慣行切り花より赤味が強くなった。このことは先に述べた糖の供給によりアントシアニンの合成が促進されたものと考えられた。一方、12月に収穫した‘沖の乙女’では a^* 値に差はなかったものの、 L^* 値が高く、 b^* 値が低くなり、視覚的には薄まった色となった。

花色は糖質以外にも気温や光が強く影響するとされている^{7,10}。本実験でのつぼみ切り花の開花処理は、一般に切り花の日持ち調査の条件とされる環境で行った。そのため低温期の12月に収穫した‘沖の乙女’に対して、気温25℃での開花処理は適切でなかったかも知れない。また、‘金秀’のつぼみ切り花の頭花が小さかったことも、10月の自然開花環境に比べて開花処理の気温が高かったことが要因と考えられる。これらのことから、今後、さらにつぼみ切り花の品質を高めるうえで、開花処理の環境条件について、詳細に検討する必要がある。

以上を総括すると、小ギクのつぼみ切り花の開花処理において、3%のショ糖、0.03%の界面活性剤（主成分がポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル）、0.03mMのSTS、200ppmの8-HQSを処方とした処理液を吸収させることにより、ほ場で自然開花した慣行切り花と同等の品質で開花させることが可能と考えられた。

引用文献

- (1) Doi M., Y. Nakagawa, S. Watabe, K. Aoe, K. Inamoto and H. Imanishi (2003) : Ethylene-induced leaf yellowing in cut chrysanthemums : J. Japan. Soc. Hort. Sci. 72, 533-535
- (2) 土井元章・斉藤珠美・長井伸夫・今西英雄 (1999) : シュ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
- (3) 土井元章・釣賀美帆 (2009) : キクシュートの水あげと生け水の物理的特性との関係 : 園学研 8, 235-241
- (4) 本間義之 (1995) : 一斉収穫したキク‘秀芳の力’の開花に及ぼす開花処理とつぼみステージの影響 : 静岡農試研報 40, 19-25
- (5) 市村一雄 (2000) : 切り花の鮮度保持 : 113-114, 筑波書房, 東京
- (6) 市村一雄 (2011) : 切り花の品質保持 : 42-46, 79-85, 筑波書房
- (7) 市村一雄 (2012) : 温度が花色発現に及ぼす影響とそのメカニズム : 園学研 11別2, 66-67
- (8) Ichimura K. Y. Mukasa, T. Fujiwara, K. Kohata and K. Suto (1998) : Improvement of postharvest life and changes in sugar concentrations by sucrose treatment in bud-cut sweet pea : Bull. Natl. Res. Veg., Ornament. Plants & Tea, Japan 13:41-49
- (9) 河瀬晃四郎・塚本洋太郎 (1976) : キクの花色に関する研究 (第3報) 花色に対する主要色素の量的効果と花色の測色 : 園芸学会雑誌 45, 65-75
- (10) 河鱈実之 (2012) : 光が花色発現に及ぼす影響とそのメカニズム : 園学研11別 2, 68-69
- (11) 小山佳彦 (1995) : カーネーションのつぼみ切り法を用いた出荷調節ならびに増収に関する研究 : 兵庫県農業技術センター特別研究報告 20
- (12) 水口 聡 (2003) : 糖質処理が蕾切りシンテッポウユリの蓄生育, 切り花糖質濃度および品質に及ぼす影響 : 園学雑72別 2, 466
- (13) 水戸喜平 (1995) : 栽培特性と経営上の課題 : 農業技術大系花卉編6キク (クリサンセマム), 29-31, 農文協
- (14) 宮前治加・伊藤卓爾・小谷真主・神藤 宏 (2011) : 蕾切りLAハイブリッドユリ切り花におけるショ糖処理が切り花品質と糖含量ならびに貯蔵後の切り花品質に及ぼす影響 : 和歌山県農林水技セ研報 12, 69-78
- (15) 大塚紀夫・松村 司・辻 聡宏・中山裕介 (2004) : エテホンを用いるエチレン感受性の検討 : 九農研 66, 233
- (16) Shimizu H., 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
- (17) 宇田 明 (1996) : STS溶液による切り花の品質保持期間延長に関する研究 : 兵庫農業技術センター特別研究報告 21
- (18) 宇田 明・小山佳彦 (1994) : カーネーションのつぼみ収穫・貯蔵と強制開花技術, 農業および園芸 69 (11) : 1226-1230
- (19) 宇田 明・小山佳彦・福嶋啓一郎・池田幸弘 (1994) : 界面活性剤を添加したSTSによるスプレーカーネーションの品質保持期間の延長 : 園学雑 63, 645-652
- (20) 宇田 明・小山佳彦・小林尚武・岸本基男 (1990) : 切り花の花持ち延長・第5報・界面活性剤前処理がストック切り花の吸水に及ぼす影響 : 兵庫農技研報 38, 59-64
- (21) 山中正仁・石川順也・小山佳彦・仲 照史 (2009) : 小ギク切り花の収穫後の黄化葉発生に及ぼすSTS処理の濃度および時間の影響 : 園学研8 (別) 1, 251