

切り花の花もち延長に関する研究 第1報

STS (Silver ThioSulfate) がカーネーションの花もちに及ぼす効果

宇田 明・福嶋 啓一郎・福嶋 昭・藤野 守弘・藤原 辰行

Extension on the Vase life of Cut Flowers

I. Effect of STS (Silver ThioSulfate) on Flower Senescence of Cut Carnations.

Akira UDA, Keiichiro FUKUSHIMA, Akira FUKUSHIMA, Morihiro FUJINO, and Tatuyuki FUJIWARA

1. 緒 言

生活環境の改善, 生活水準の向上等により, 切り花は人々の暮らしになくてはならないものとなり, 今まで少なかった高温期にも消費が増加している. しかしながら高温期には花もち, 水あげの悪い種類も多く, 今後切り花の消費を拡大していくためには花もちの改善が不可欠と考えられる.

花もちの向上には栽培環境, 肥培管理技術の改善はもちろんであるが, preservative (切り花保存剤, 鮮度保持剤, 延命剤等と訳されるが統一していない) に期待されるところが大きい.

欧米では切り花が生産者から消費者に渡るまで時間がかかるため preservative の研究が盛んで, 前処理剤と後処理剤がある. 前処理剤は生産者が出荷前に処理をしておく, 消費者は水につけるだけで花もちが延長するもので, 後処理剤は消費者が花瓶等に入れて花もちを延長させるものである.

現在, 生産者に求められているのは, この出荷前処理による花もちの延長である.

前処理剤としては Veen ら³⁸⁾によって報告されたSTS (Silver thiosulfate: チオ硫酸銀) がエチレンの発生を抑制し老化を遅延させるとして注目を集めている.

そこで本報では, 高温期に花もちが悪く, 消費者から不評のカーネーションについて STS 処理による花もち延長を試験したところ, 花もちが無処理区の2倍以上に延長するという極めて顕著な結果を得たので報告する.

なお, これらの成果にもとずき, 本県では1984年からカーネーションの出荷前 STS 処理を他産地に先がけ実用化し, 1985年には春~秋に出荷されるほとんどのカーネーションが STS 処理されるようになり, 市場, 小売関係者から高い評価を得ている.

2. 材料および方法

1. STS (Silver thiosulfate) の作成

STS は Reid ら³²⁾の報告にもとずいて作製した. すなわち, AgNO_3 0.1M, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.1M を供試時に 1 : 4 に混合したものを原液 (Ag 濃度として 20 mM, 以下すべて Ag 濃度として表示) とし, 第1表のように 0.05mM から 4 mM まで 8 段階の濃度になるよう蒸留水で希釈した.

2. 供試切り花

供試した切り花は, 赤色カーネーションの代表的品種 スケニアで, 1983年6月25日に100㎡の鉄骨ビニルハウスに直接定植し, 冬季は地中熱蓄熱方式により最低気温 6 ~ 8℃ に加温, 1984年6月1日に採花したものをを用いた.

切り花は午前9時~10時に採花した均一なもので, 12時まで室内で放置した後, STS 処理直前に切り花長 60 cm に切りそろえた. 切り花長 60 cm の平均生体重は 16.3 g であった.

3. STS 処理

0.05mM から 4 mM まで 8 段階の STS を 600ml の褐色ガラス容器に 300ml 入れた. 上記の切り花を切りもどし後すぐ STS を吸収させた. 処理時間は 10分から 24 時間の 7 段階で, 1 処理当たり 3 本, 計 168 本の切り花と, 対照として水道水を 24 時間吸収させた無処理区 6 本, 合計 174 本の切り花を供試した.

これらの処理は気温 20 ~ 23℃, 相対湿度 75% の室内で行った.

4. Ag 吸収量の計算

切り花 1 本当りに吸収された Ag 量は, STS 処理前後の STS 溶液重量を測定し, 次のような計算によって簡易的に求めた.

$$\text{Ag 吸収量} (\mu\text{mol}) = (\text{STS 溶液減量} (\text{ml}) - \text{自然蒸発})$$

量 (ml) × Ag 濃度 (mM)

なお、これらを表示する単位としてモルを用いたが、濃度は M, 質量は mol で表わした。

5. 花もちの調査

STS 処理が終了した切り花は出荷用ダンボール箱に詰め、6月2日12時まで室内に放置した。しかしSTS 24時間処理区と対照区は、同時刻まで処理が続いた。

出荷用ダンボール箱から取り出された切り花と、STS 24時間処理、対照の水道水処理が終了した切り花は、莖を10cm切りもどして50cmの切り花長に調整した後、水道水を400ml入れた600mlのガラス容器に浸漬した。これらのガラス容器は、気温20℃に調整され、相対湿度75%、蛍光灯による1000lx 24時間連続照明の室内に置かれた。ガラス容器の水道水は3日おきに取り換えた。

毎日午前9時にしおれた切り花数を調査し、採花日から観賞価値がなくなった日までを花もち日数とした。

6. 花色の測定

日本電色製カラースタジオにより、6月1日(採花当日)、6月4日(採花3日後)、6月8日(採花7日後)の花色を測定した。STS 処理区は1mM 1時間処理を、対照の水道水処理区とともに1花当り外側の花卉3枚、各5本の切り花を供試した。

3. 結 果

1. STS による花もち延長

STS がカーネーションの花もち延長に及ぼす効果は顕著であった(第1表)。

水道水を24時間吸水させた無処理区の花もちは7.5日であったが、STS 処理区は0.05mM と0.1 mM の10分間処理を除くと、いずれの区も花もち延長の効果が認められた。

0.05mM では30分間処理から効果がみられ、24時間処理が最も花もちが長く、無処理区の約2倍であった。0.1 mM も30分以上の処理で効果があり、3~24時間処理で無処理区の約2倍、0.2mM では10分間処理から効果が認められ、30分~24時間処理で約2倍、0.4mM でも10分間処理から効果が認められ、30分間処理以上で2倍以上、24時間処理では約2.5倍の花もちであった。0.8mM では10分間処理でも約2倍の花もちが認められ、6時間処理では約2.5倍であった。1 mM でも10分間処理で約2倍の花もちが認められ、24時間処理では約3倍であった。

2 mM では10分間処理の花もちが最も長く、3時間、24時間処理では葉脈にそってクロロシスが現われ、さらには萎凋し、花もちも低下した。4 mM でも30分間処理以上で同様の障害が認められ、花もちが低下した。

2. 切り花に吸収された STS 及び Ag 量

カーネーション1本当りに吸収された STS 量は第3表、第2図のように処理直後ほど多く、時間を経にしたがい低下した。

STS 吸収量から計算した切り花1本当りに吸収された Ag 量 (μmol) と花もちの関係を示した。

花もち延長の効果は、0.05μmol の Ag が吸収された時から認められ、0.5μmol までは Ag 吸収量が増加するほど花もちも延長された。0.5μmol~2 μmol の範囲では

第1表 STS 濃度と処理時間が花もちに及ぼす影響(日)

| 処理時間 | STS濃度 (mM) | | | | | | | |
|------|------------|------|------|------|------|------|-------------|-------------|
| | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 2.0 | 4.0 |
| 10分 | 7.0 | 7.7 | 9.7 | 12.3 | 14.3 | 15.1 | 16.5 | 13.1 |
| 30分 | 9.0 | 11.0 | 16.3 | 17.0 | 15.3 | 15.3 | 11.2 | <u>9.5</u> |
| 1時間 | 10.3 | 13.0 | 17.7 | 16.3 | 15.0 | 16.1 | 11.5 | <u>9.5</u> |
| 2時間 | 13.3 | 13.0 | 17.3 | 17.3 | 17.0 | 15.1 | 10.2 | <u>11.2</u> |
| 3時間 | 13.3 | 14.7 | 13.3 | 18.3 | 17.3 | 19.1 | <u>10.2</u> | <u>8.5</u> |
| 6時間 | 11.7 | 16.3 | 18.0 | 17.0 | 19.0 | 15.8 | 15.8 | <u>9.8</u> |
| 24時間 | 14.7 | 16.0 | 15.7 | 19.3 | 16.0 | 21.8 | <u>9.2</u> | <u>9.8</u> |

注). 水道水を24時間吸水させた無処理区の花もちは7.5日、アンダーラインは障害発生。

花もちは横ばいとなり、 $1.65\mu\text{mol}$ からは障害があらわれはじめ、 $5\mu\text{mol}$ 以上ではすべての切り花に障害が認められ、花もちも低下した。

3. 花色の変化

花色は日を経るにしたがい明赤色から暗赤色へ変色した(第2表)。色差計による測定では、採花当日のL, a, b値が最も高く、3日後にはL, a, b値とも低下した。この時のSTS処理区、無処理区の間には差は認められなかった。採花7日後にはさらにL, a, b値は低下し、特にL, b値の低下(明度が低下し、赤味が失われた)が著しかった。この時点における無処理区の切り花はしおれて観賞価値を失いつつあるが、STS処理区はさらに1週間以上観賞に耐えたため、その花色は採花当日からすると相当変化したことになる。

4. 考 察

欧米では preservative に関する研究が多い。

後処理剤としては、しよ糖と8HQ²³⁾²⁴⁾を基本にB-9²¹⁾²²⁾やBA¹²⁾、ビタミンC³⁰⁾を加えた溶液に切り花を浸漬しておくことと花もち延長効果が認められており、またそれらを基本組成とした市販後処理剤の効果も報告されている⁹⁾。わが国でも、後処理剤は何種類か市販されており、花もち延長効果が認められている³⁵⁾。

しかし、消費者が後処理剤を使用するには手間がかかるため一般的なものになっていない。これらの技術は今

第2表 花色の経時変化¹⁾(品種スケニア)

| 調査日 | STS ²⁾ | | | 無 処 理 | | |
|--------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | L | a | b | L | a | b |
| 採花当日 ³⁾ | 38.46 | 49.06 | 18.95 | 38.17 | 48.03 | 18.27 |
| 3日後 | 36.30 | 46.23 | 16.36 | 35.82 | 46.38 | 16.04 |
| 7日後 | 34.70 | 46.02 | 14.88 | — | — | — |

注1) 1花につき、外側花弁3枚、各5花調査。

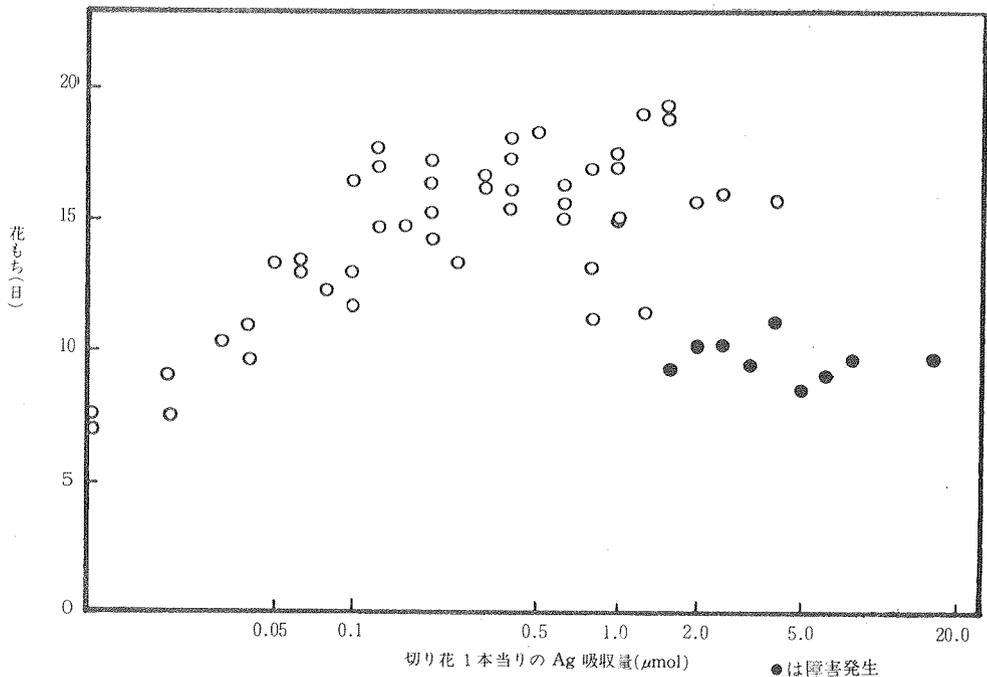
2) 1 mM 1時間処理。

3) 6月1日採花

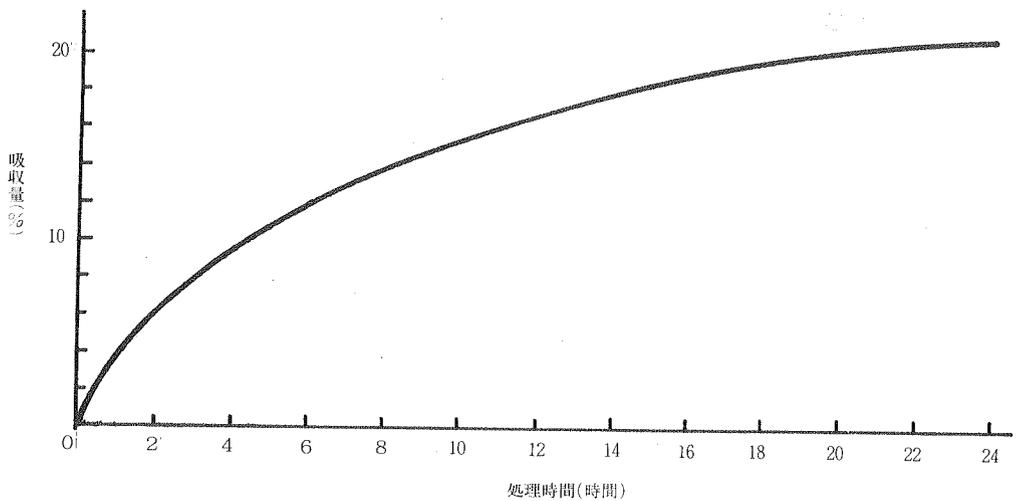
後生産者サイドにおける切り花貯蔵や蕾切りによる opening solution¹⁾⁶⁾¹³⁾¹⁸⁾として利用されると考えられている。

現在、生産者にもとめられているのは、花もち延長のための処理を消費者にゆだねる(後処理)のではなく、生産者が出荷前に処理をして切り花の付加価値を高める前処理の実用化である。

切り花の老化、しおれにはエチレンが作用しており、カーネーションは特に敏感で、エチレンの発生によってしおれが早まる²⁾⁷⁾⁸⁾¹⁰⁾¹⁴⁾²⁵⁾²⁷⁾²⁸⁾ことが明らかになってい



第1図 Ag 吸収量と花もちの関係



第2図 STS溶液吸収量(切り花生体重に対する%)

る。また輸送中にエチレンの作用を受けると sleepiness (ねむり症) となり開花しない¹⁷⁾²⁹⁾³⁶⁾³⁷⁾ことも知られている。この切り花に老化をもたらすエチレンの発生を抑制するために、高濃度の CO₂²⁸⁾³⁶⁾、エタノール¹⁵⁾¹⁶⁾、BA²⁷⁾²⁸⁾³¹⁾などが試みられ、しおれ防止の効果が認められている。

一方、AgNO₃は殺菌剤として有効な preservative で、高濃度(1000~1500ppm)に切り口を浸すことで花もちが伸びる¹⁹⁾²⁶⁾、さらに AgNO₃は抗エチレン剤としても作用していることが判明した³⁾⁴⁾¹⁵⁾²⁰⁾。しかし Ag⁺イオンはマイナスに帯電している茎の維管束内では極めて移動しにくい³⁸⁾。そのため AgNO₃ 処理は茎の浸漬よりも花への直接散布の方が効果がある¹¹⁾とされていた。

そこで Veen ら³⁸⁾³⁹⁾は AgNO₃ に Na₂S₂O₃ · 5H₂O (チオ硫酸ナトリウム)を加えて、Silver¹ thiosulfate (STS : チオ硫酸銀)とすると Ag (S₂O₃)³⁻は極めて容易に茎中を移動し、主に花床に集積されて抗エチレン剤として働くことを明らかにした。Veen らの報告(1978年)以後は、この STS が preservative 前処理剤の中心となった。

STS の処法には AgNO₃ と Na₂S₂O₃ · 5H₂O の割合をモル比で 1 : 4 と 1 : 8 にする方法があるが、本報では Reid らの報告に従って 1 : 4 にした。1 : 4 と 1 : 8 では花もちの効果には差がないが、STS の安定性は 1 : 8 の方が高い³⁴⁾とされている。

本報ではスケニアを用いてSTSの効果を試験したところ、STS によるカーネーション切り花の花もち延長効果は顕著で、水道水で処理をした対照区の花もちが7.5日であったのに対して最高21.8日まで延長した。しかし赤

第3表 切り花に吸収されたSTS量

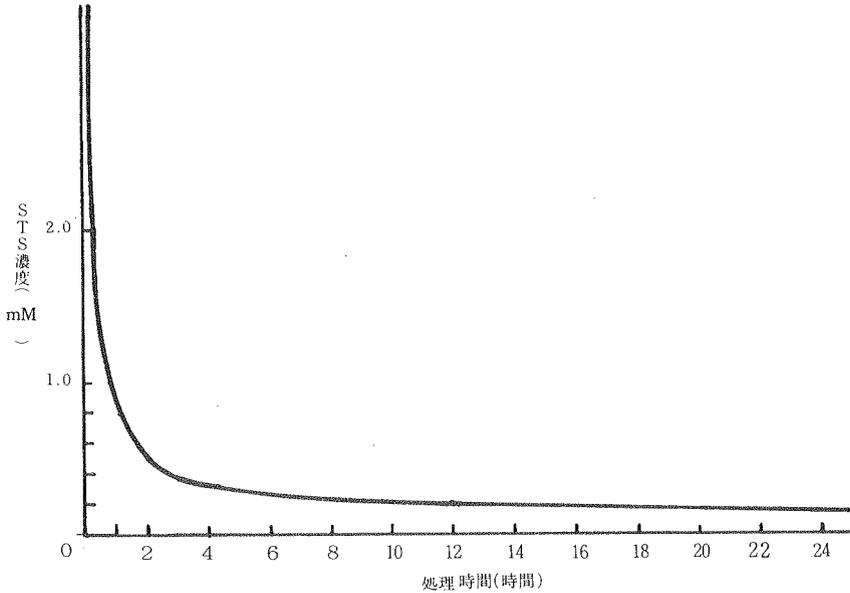
| 処理時間 | 切り花生体重に対する割合 | 1時間当りに換算した同左の割合 |
|------|--------------|-----------------|
| 10分 | 1.2% | 7.2% |
| 30分 | 2.5 | 5.0 |
| 1時間 | 4.4 | 4.4 |
| 2 | 6.4 | 3.2 |
| 3 | 8.1 | 2.7 |
| 6 | 12.0 | 2.0 |
| 24 | 20.7 | 0.9 |

注 6月1日(気温20~23℃, 相対湿度75%)処理スケニア(平均生体重16.3g)に対する吸収割合

色品種スケニアでは、日を経るにしたがって花色は黒ずみ、鮮やかさを失った状態で長く寿命を保つので、品質上問題であり、さらに検討を要する。

カーネーション1本当りに吸収された Ag と花もちの関係調べたところ、0.05μmol から花もち延長が認められ、0.5μmol までは Ag 吸収量が増加するほど花もちも長くなったが、それ以上吸収させても延長されず、実用的には0.5μmol で十分と考えられる。

Ag の過剰障害と考えられる症状は、4 mM30分、2 mM 3時間処理から葉脈にそってあらわれ、その時のAg



第3図 切り花1本当り $0.5\mu\text{mol}$ のAgを吸収させるのに必要なSTS濃度と処理時間

吸収量はそれぞれ $1.65\mu\text{mol}$ 、 $2.4\mu\text{mol}$ であった。さらに $5\mu\text{mol}$ 以上ではすべての切り花に障害が発生した。Reidらが本報と同じスケニアを用いた試験では $5\mu\text{mol}$ 以上で障害が発生したが、本報ではそれ以下でも障害が発生することが認められた。

STS吸収量は、気温、湿度、切り花の状態(1番花、2番花など)、採花後の時間等によって変化すると考えられるので、実用化にあたってはそれらを考慮してSTS濃度と時間を決定しなければならない。

本報の6月1日(気温 $20\sim 23^\circ\text{C}$ 、相対湿度75%、切り花長60cm、生体重 16.3g)におけるSTS溶液吸収量(生体重に対する%)は第3表、第2図のとおりで、それをもとにカーネーション1本当り $0.5\mu\text{mol}$ のAgを吸収させるのに必要なSTS濃度と処理時間を第3図に示した。

すなわち、4mMでは7分、2mMで15分、1mMで45分、0.8mMで1時間、0.6mMで1.5時間、0.4mMで2.5時間、0.2mMで12時間、0.1mMでは24時間以上が一応の目安になる。第3図から明らかのように高濃度ほど処理時間は短時間かつ限定され、低濃度ほど処理時間の巾が大きくなる。

以上のようなSTS処理で、カーネーションの花もちには障害をうけることなく、無処理の2倍以上に延長されるものと考えられる。

5. 摘 要

1. STS (Silver thiosulfate) 濃度と処理時間がカーネーション(品種スケニア)の花もちに及ぼす影響について試験した。

2. STS処理により花もちは無処理区の2倍以上(7.5日が15日以上)に延長された。

3. 切り花1本当りに吸収されたAg量と花もちの関係を調査したところ、 $0.5\mu\text{mol}$ まではAg吸収量が増加するほど花もちも延長された。

4. Ag吸収量 $1.65\mu\text{mol}$ からは葉に障害が生じる切り花があり、 $5.0\mu\text{mol}$ からはすべての切り花に障害があらわれた。

5. 花もちが延長されるにしたがって、花色は鮮明な赤から暗い赤に変化した。

6. 以上の結果、花もちが最も延長され、しかも障害が生じない、切り花1本当りに必要なAg吸収量は $0.5\mu\text{mol}$ と考えられる。それらのAgを吸収させるには、STS4mM7分、2mM15分、1mM45分、0.8mM1時間、0.6mM1.5時間、0.4mM2.5時間、0.2mM12時間、0.1mM24時間以上の処理が必要である。

引用文献

- 1) APPELBAUM, A. and M. KATCHANSKY : J. Amer. Soc. Hort. Sci. **102**, 623 (1977)
- 2) BARDEN, L. E. and J.J. HANAN : ———— **97**, 785 (1972)
- 3) BEYER, E. M. : Plant Physiol. **58**, 268 (1976)
- 4) ———— : Hort Science **11**, 195 (1976)
- 5) ———— : Plant Physiol. **63**, 169 (1979)
- 6) BOROCHOV, A. and S. MAYAK : Scientia Hort. **22**, 173 (1984)
- 7) CAMPRUBI, P. and R. NICHOLS : J. Hort. Sci. **53**,

- 8) ——— and ——— : ——— **54**, 225 (1979)
- 9) CARPENTER, W. and J.M.KUDERKO : *Flor. Rev.* **146**, 35 (1971)
- 10) DILLEY, D.R. and W.CARPENTER : *Acta Hort.* **41**, 117 (1975)
- 11) HALEVY, A.H. and A.M.KOFRANEK : *J.Amer. Soc. Hort. Sci.* **102**, 76 (1977)
- 12) HASEGAWA, A. · M.MANABE · M.GOI and Y. IHARA : *Tech. Bull. Fac. Agr. Kagawa Univ.* **27** (59), 85 (1976)
- 13) HARDENBURG, R.E. · H.C.VAUGHT and G.A. BROWN : *J.Amer. Soc. Hort. Sci.* **95**, 18 (1970)
- 14) HASEK, R.F., · J.A.HOWARD and R.H.SCIARONI : *Flor. Rev.* **144** (3722), 16 (1969)
- 15) HEINS, R.D. : *J.Amer. Soc.Hort. Sci.* **105**, 141 (1980)
- 16) ——— and N.BLAKEY : *Scientia Hort.* **13**, 361 (1980)
- 17) 平城好明 · 太田保夫 · 中山正義 : *園学要旨昭50春* 262 (1975)
- 18) KOFRANEK, A.M. and J.KUBOTA : *Flor. Rev.* **151** (3905), 30 (1972)
- 19) ——— and J.L.PAUL : *Flor.Rev.* **151** (3913), 24 (1972)
- 20) ——— and ——— : *Acta Hort.* **41**, 199 (1974)
- 21) LARSEN, F.E. and M.FROLICH : *J.Amer. Soc. Hort. Sci.* **94**, 289 (1969)
- 22) ——— and J.F.SCHOLES : *Proc. Amer.Soc. Hort. Sci.* **87**, 458 (1965)
- 23) MAROUSKY, F.J. : *J.Amer. Soc. Hort. Sci.* **94**, 223 (1969)
- 24) ——— : ———, **96**, 38 (1971)
- 25) MAXIE, E.C. · D.S.FARNHAM · F.G.MITCHELL · N.F.SOMMER · R.A.PARSONS · R.G.SNYDER and H.L.R RAE : ———, **98**, 568 (1973)
- 26) MAYAK, S.E. · E.A.GARIBALDI and A.M. KOFRANEK : ———, **102**, 637 (1977)
- 27) ——— and D.L.DILLEY : ———, **101**, 583 (1976)
- 28) ——— and ——— : *Plant Physiol.* **58**, 663 (1976)
- 29) NICHOLS, R. : *J.Hort. Sci.* **43**, 335 (1968)
- 30) PARUPS, E.V. and A.P.CHAN : *J.Amer. Soc.Hort. Sci.* **98**, 22 (1973)
- 31) ——— : *Hort Science* **10**, 221 (1975)
- 32) REID, M.S. · J.L.PAUL · M.B.FARHOOMAND · A.M.KOFRANEK and G.L.STABY : *J.Amer.Soc. Hort. Sci.* **105**, 25 (1980)
- 33) STABY, G.R. and M.S.REID : *Flor. Rev.* **167**, (4332) 22 (1980)
- 34) SYTSEMA, W. : *Acta Hort.* **113**, 33 (1981)
- 35) 宇田明 · 藤野守弘 · 藤原辰行 : *園学要旨昭59秋* 408 (1984)
- 36) UOTA, M. : *J.Amer.Soc.Hort.Sci.*, **94**, 598 (1969)
- 37) ——— : *Flor. Rev.* **146**, (3772), 35 (1970)
- 38) VEEN, H. and S.C.GEIJN : *Planta* **140**, 93 (1978)
- 39) ——— : ——— **145**, 467 (1979)

Summary

1. The reported here is the result of the experiment on the effect of STS (Silver thiosulfate) concentrations and treatment time on the vase life of cut carnations cv. Scania.
2. The vase life of cut carnations can be extended more than double (7.5 days to more than 15 days) with STS treatment.
3. In the relation between individual carnation flower longevity and estimated uptake of Ag per stem, it was apparent that the vase life increased linearly with logarithmic increments with amount of Ag absorbed up to 0.5 μ mols.
4. Symptoms of toxicity were noted on the foliage absorbed 1.65 μ mols Ag per stem and all flowers absorbed more than 5.0 μ mols were injured.
5. The more the longevity was increased, the color of the flower changed from clear red to dark red.
6. In our experiments, the safe application of STS to extend the vase life of cut carnation was 0.5 μ mols Ag per stem. In order to get the absorption 0.5 μ mols Ag per stem, STS treatment should be given for 7 minutes with 4m 4 mM, 15 minutes with 2 mM, 45 minutes with 1 mM, 1 hour with 0.8 mM, 1.5 hours with 0.6 mM, 2.5 hours with 0.4 mM, 12 hours with 0.2 mM and over 24 hours with 0.1 mM.