

原著論文

## チオ硫酸銀錯塩 (STS) 処理による 小ギク切り花における葉の黄変抑制

仲 照史・印田清秀\*・角川由加\*\*

### Suppressive Effects of Silver Thiosulfate Complex Salt (STS) Treatment on Leaf Yellowing of Cut Small Flowered Chrysanthemum

Terufumi NAKA, Kiyohide INDA and Yuka SUMIKAWA

#### Summary

Pretreatment of silver thiosulfate complex salt (STS), an ethylene inhibitor, was investigated to suppress leaf yellowing, which has become an important hindrance to the production of small flowered chrysanthemum from summer to autumn. First, pretreatment for 15 hr of 0.2 to 0.4 mM STS and 100–1000 ppm ethephon was investigated using small flowered chrysanthemum 'Minoru'. Ethephon promoted leaf yellowing at any concentration. STS inhibited leaf yellowing at any concentration. Next, the STS concentration for pretreatment was tested using some varieties such as 'Minoru'. Results show that 0.2–0.5 mM STS pretreatment suppressed leaf yellowing of the middle and lower leaves, but phytotoxicity such as yellowing of the upper leaves and browning of the leaf margin occurred. Investigation of the STS concentration on the premise of 12–19 hr pretreatment using 'Akemi', 'Minoru' and 'Hiroshima-beni', suppression of leaf yellowing was more effective at 0.07 mM than at 0.2 mM.

Finally, the varietal difference in the leaf yellowing and the suppressive effects of STS were investigated in 57 cultivars by successive treatment of 0.03 mM STS, 100 ppm ethephon and distilled water (as control) for 7 days. After the 57 cultivars were classified into three groups, results showed that 9 cultivars had leaves that yellowed with distilled water, 40 cultivars had leaves that markedly yellowed from ethephon treatment, and 8 cultivars had leaves that were not yellowed even by ethephon treatment. However, leaf yellowing was not observed in STS treated plots for any cultivar of any group. Results show that STS treatment at low concentrations of 0.03–0.07 mM was effective for suppressing leaf yellowing stably in many varieties of small flowered chrysanthemum.

**Key Words:** chrysanthemum, ethephon, ethylene, leaf yellowing, sensitivity, silver thiosulfate complex salt, small flowered chrysanthemum, STS, varietal difference

#### 緒言

キクは我が国で最も生産量の多い切り花で、2016年における全国での作付面積は4801 ha、生産量は約15億本となっている<sup>9)</sup>。このうち、生け花や仏花として利用されることが多い小ギクは、通年需要の安定した切り花品目であり、全国で作付面積1564 ha、約4億5千万本が生産され、キク生産全体の約3割を占めている。奈良県は全国第2位の小ギク産地で5～12月の夏秋期の小ギク主産県となっている。夏秋期の小ギク生産は、多くの品種を組み合わせた露地での自然開花作型が主であり、大都市近郊の各府県で広く生産されてきた。

しかし近年、全国的に産地の高齢化によって多くの府県で生産量が減少してきている。その中において奈良、茨城など各市場において大きな市場シェアを持つ主要産地では、逆に専門的な生産者による生産規模拡大が進んでいる<sup>1)</sup>。これら主要産地では、従来、出荷当日に行われていた収穫から調製、選別、箱詰めまでの作業工程を効率化するため、やや早い収穫ステージで出荷前日や前々日に収穫する事例も多くなっている。また、卸売市場の大型化と情報化によって、より早く正確な出荷事前情報が求められることも、こうした収穫作業の前倒しを助長する要因となっている。また流通面では、8月旧盆や9月彼岸の休日に需要が極端に集中する傾向が近年、強ま

\*奈良県農業大学校 (現奈良県中部農林振興事務所)

\*\*現奈良県北部農林振興事務所

っており、これに対応した流通段階での切り花貯蔵も行われるようになってきている。これら生産と流通の変化によって、従来は都市近郊産地から短時間の輸送だけで消費者の手元に届いていた小ギク切り花が、産地での収穫から消費者の手元に届くまでの時間は長くなる傾向にある。

こうした生産および流通の変化を背景に近年、段ボール箱の中で中下位葉が黄～褐色となる問題が流通段階で発生している。中下位葉の黄変や褐変は、6～9月の高温期や降雨の続く梅雨期に多く発生する傾向が見られるものの、十分な対策が取られているとは言い難い。

キク切り花における葉の黄変は、エチレン気浴で誘導され、品種間差が大きいこと<sup>3)</sup>が知られている。また、輪ギク‘秀芳の力’では株から切り花として切り離された後にエチレン感受性が高まり、葉の黄変が誘導されること<sup>2)</sup>、ならびにエチレン作用阻害剤であるチオ硫酸銀錯塩（以下、STS とする）によってこの黄変が抑制できること<sup>3)</sup>が報告されている。小ギクにおいても、つぼみ収穫後の開花処理の際に STS とショ糖を併用することで、葉の黄変を抑制しながら開花させることができることが報告されている<sup>14)</sup>。

しかし、露地栽培で多くの品種を組み合わせることによって長期出荷を行っている奈良県の小ギク生産での応用を考えた時には、STS 処理の濃度、処理方法および品種間差について整理しておく必要がある。特に、葉の黄変は季節や品種によって発生頻度が異なるものと考えられ、品種間差を確認しておくことは不必要なコストと労力を避ける意味でも重要である。そこで本報では、小ギク切り花における葉の黄変を抑制するための STS 処理の方法ならびに品種間差について調査した。

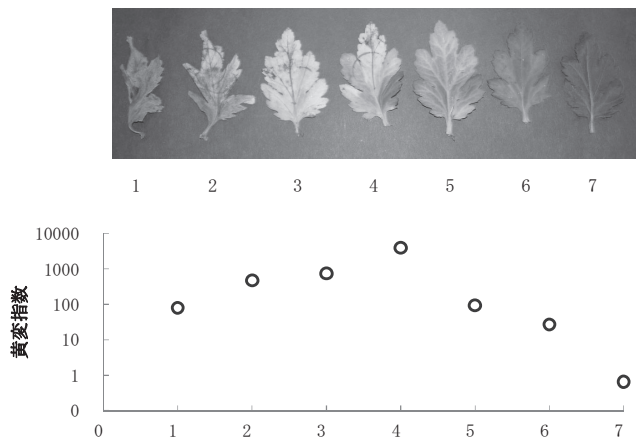
### 材料および方法

#### 実験 1 STS およびエセフォン前処理が小ギク切り花の葉の黄変に及ぼす影響

実験は奈良県橿原市の農業研究開発センターにおいて、環境条件を 24℃、3 波長域型蛍光灯により 1000 lx の 14 時間日長としたリファレンス室内で行った。慣行に従って雨除けハウスで栽培した 7 月咲きの小ギク‘みのる’を 2007 年 7 月 17 日に採花して、下葉 30 cm を脱葉後、切り花長を 90 cm に調製し、水道水を十分に吸水させた後、リファレンス室に搬入し各区 5

本を供試した。試験区は、STS 処理を 0.4 mM、0.2 mM および無処理の 3 水準、エセフォン処理を 1000 ppm、100 ppm および無処理の 3 水準とし、これらを組み合わせた計 9 区とした。各処理液を採花当日から 15 時間（19:30～翌朝 10:30）吸液させた後、水道水に生け換えた。なお、STS とエセフォン処理には、市販の STS 製剤（アルギレン、(株)ハクサン）とエセフォン製剤（エスレル 10、石原産業(株)）を用いた。水道水に生けかえてから 5 日後の 7 月 23 日に、最下位葉および切り花先端から 40 cm 下の中位葉の 2 カ所で、色彩色差計（CR-13、ユニカミノルタジャパン(株)）により L\*、a\*および b\*値を測定し、黄変指数<sup>3)</sup>を  $L^* \cdot b^* \cdot |a^*|^{-1}$  によって算出した。同時に、切り花全体の健全葉数および黄変以外に見られた葉縁の黒変などの症状の有無について目視で調査した。

なお、葉の黄変の状態と黄変指数の関係については第 1 図に示した測定例のように、葉の黄変がさらに進んで褐変や枯死に至った場合には、黄変指数が逆に小さくなる測定例が多かった。このため、葉の黄変については黄変指数が単調増加する過程のみに着目して集計した。概ね、黄変指数が 50 以下ならば緑色が保たれている状態を、同様にそれ以上ならば黄変指数が大きいほど黄変が進んでいる状態を示している。



第 1 図 葉の黄変程度と黄変指数の関係

Fig. 1. Yellowing index of each appearance yellowing state

#### 実験 2 STS の処理濃度についての検討 (実験 2-1, 実験 2-2)

##### 実験 2-1

実験は、農業研究開発センター内の直射光がない室内で行い、気温はなりゆきとした。慣行に従って

雨除けハウス内で栽培した7月咲きの小ギク‘ほたる’  
と‘水明’を2007年7月13日に、‘みのる’  
と‘紅千代’を2007年7月14日に採花して用いた。

いずれの切り花も、下葉30 cmを脱葉して切り花長90 cmに調製した。各品種について各区5本を試験区ごとに束ねて供試した。試験区は、市販のSTS製剤(アルギレン、(株)ハクサン)を用いてSTS処理濃度を0.5 mM、0.2 mMおよび無処理の3水準とし、採花当日から21時間(14:00~翌日11:00)各処理液を吸水させた。その後、乾式輸送を模して‘ほたる’  
と‘水明’は24時間、‘みのる’  
と‘紅千代’は48時間、段ボール箱に乾式で横詰めした後、切り戻して水道水に生けた。‘ほたる’  
と‘水明’は8日後に、‘みのる’  
と‘紅千代’は14日後に、実験1と同様に中位葉の黄変指数を算出した。同時に、切り花全体で黄変以外に見られた葉縁の黒変などの症状を目視により調査した。

#### 実験 2-2

実験は農業研究開発センターにおいて、環境条件を24°C、3波長域型蛍光灯により1000lxの14時間日長としたリファレンス室内で行った。慣行に従って雨除けハウスで栽培した7月咲きの小ギク‘みのる’  
と‘あけみ’を2007年7月24日に、‘広島紅’を8月23日に採花して下葉20 cmを脱葉後、切り花長を75 cmに調製した。水道水を十分に吸水させた後、リファレンス室に搬入し各区6本を供試した。試験区は、市販のSTS製剤(アルギレン、(株)ハクサン)を用いてSTS処理濃度を0.2 mM、0.07 mMおよび無処理区の3区とした。ただし‘広島紅’では0.2 mM区を設けなかった。

‘あけみ’  
と‘みのる’については、各処理液を採花当日から12時間(20:00~翌8:00)吸液させた後、乾式輸送を模して出荷用段ボール箱に詰めてリファレンス室内に73時間放置した。その後、段ボール箱から取り出して切り口を5 cm切り戻して水道水に生けかえ、リファレンス室内に静置した。調査は、採花から4、6、8および10日後に実験1と同様に中位葉の黄変指数を測定、算出した。‘広島紅’については、各処理液を採花当日から19時間(14:00~翌9:00)吸液させた後、乾式輸送を模して出荷用段ボール箱に詰めてリファレンス室内に24時間放置した。その後、段ボール箱から取り出して切り口を5 cm切り戻して水道水に生けかえ、リファレンス室内に静置した。調査は、採花から11日目までほぼ毎日、中位葉の黄変指数を実験1と同様に調査した。

### 実験 3 STSの低濃度連続処理での効果とその品種間差

実験は2012年に農業研究開発センター内で気温23°C、3波長域型蛍光灯により照度1000 lx、12時間日長に管理したリファレンス室内で行った。奈良県内の慣行に従って露地栽培された5~11月咲き小ギク57品種を収穫適期に採花した。下葉を20 cm脱葉して切り花長を70 cmに調製した切り花を各品種、各区5本を供試した。試験区は生け水に100ppmのエセフォン(エスレル10、石原産業(株))を含むエセフォン区、0.03 mMのSTS(K-20C、クリザールジャパン(株))を含むSTS区および蒸留水のみが無処理区とした。調製した切り花をこれら各区の処理液50 mlを入れた試験管に1本ずつ挿し、処理前と処理後7日目に各切り花の中位葉および下位葉の葉色を実験1と同様に調査し、黄変指数を算出した。なお、実験中に吸水によって減少した処理液は随時、同じ処理液を補充した。

## 結果

### 実験 1 STS およびエセフォン前処理が小ギク切り花の葉の黄変に及ぼす影響

STS およびエセフォンの前処理が5日後の葉の黄変に及ぼす影響を第1表に示した。STS無処理の3区についてみると、エセフォン処理にかかわらず下位葉では、黄変指数が100以上と大きく顕著な黄変が見られた。中位葉ではエセフォン処理濃度が高いほど黄変指数が大きくなり、健全葉数も少なくなった。これに対し、0.4 mMもしくは0.2 mMのSTS処理を行った6区では、下位葉と中位葉のいずれにおいても黄変指数は12~32の範囲にあり、健全葉数も18~23枚と多く維持されており、葉の黄変は見られなかった。しかし、STSの0.4 mM区では上位葉の一部に、葉害とみられる部分的な黄化や欠刻部の褐変などの症状が観察された。

### 実験 2 STSの処理濃度についての検討(実験 2-1、実験 2-2)

#### 実験 2-1

処理終了時における各品種の黄変指数を第2図に、切り花全体のそれ以外の品質低下の様相を第3図に示した。‘水明’、‘みのる’および‘紅千代’の無処理区では、処理終了時の黄変指数が97、198および254と大きくなり、中位葉に明らかな黄変が生じた。

第1表 STSおよびエセフオンの前処理が5日後の小ギク  
‘みのる’の葉の黄変に及ぼす影響

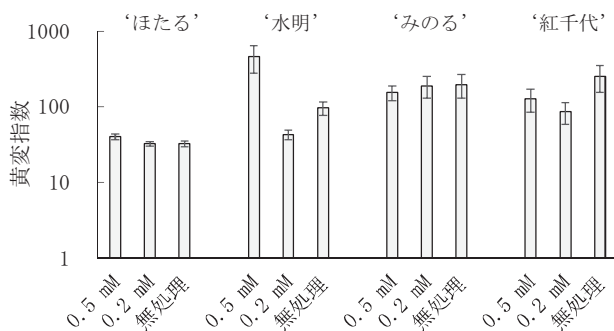
Table 1. Effects of STS and ethephon pretreatment on leaf yellowing of small flowered Chrysanthemum ‘minoru’ 5 days later

| STS <sup>*1</sup> | エセフオン    | 黄変指数 <sup>*2</sup> |     | 健全葉数 |
|-------------------|----------|--------------------|-----|------|
|                   |          | 下位葉                | 中位葉 |      |
| 0.4 mM            | 1000 ppm | 26                 | 19  | 20   |
|                   | 100 ppm  | 29                 | 17  | 18   |
|                   | 無処理      | 28                 | 21  | 21   |
| 0.2 mM            | 1000 ppm | 32                 | 22  | 20   |
|                   | 100 ppm  | 14                 | 12  | 23   |
|                   | 無処理      | 22                 | 21  | 19   |
| 無処理               | 1000 ppm | 146                | 212 | 1    |
|                   | 100 ppm  | 522                | 112 | 3    |
|                   | 無処理      | 117                | 96  | 10   |
| 分散分析              | STS      | * *3               | *   | *    |
|                   | エセフオン    | ns.                | ns. | ns.  |
|                   | 交互作用     | ns.                | ns. | ns.  |

\*1 STS およびエセフオンは、採花後 15 時間吸液させた

\*2 黄変指数 =  $L \times b / |a|$  として算出

\*3 \*と ns. は各々、5%水準で有意差ありと有意差なしを示す

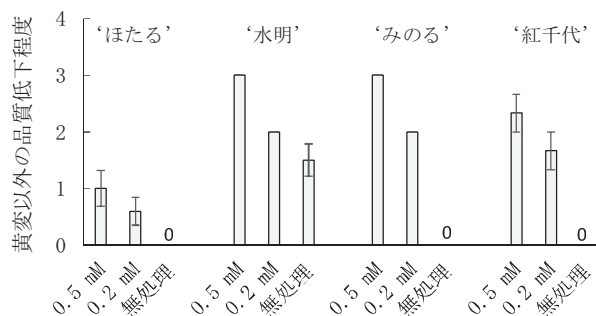


第2図 STSによる前処理が中位葉の黄変指数に及ぼす影響

Fig. 2. Effects of silver thiosulfate complex (STS) pretreatment on the yellowing index of middle leaves

注) 図中のエラーバーは標準誤差 ( $n=5$ )  
いずれの品種も STS 処理は 21 時間、‘ほたる’と‘水明’は 8 日後に、‘みのる’と‘紅千代’は 14 日後に調査

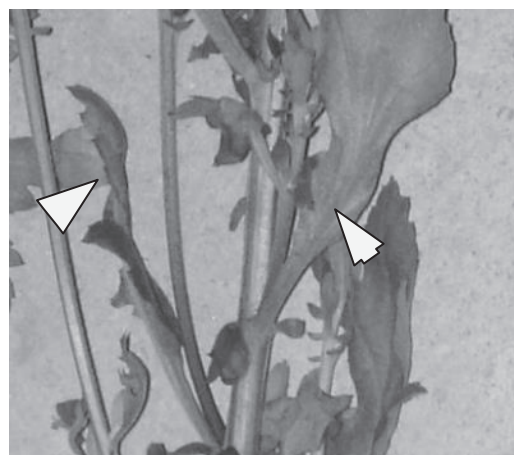
‘ほたる’では無処理区においても黄変指数が 32 にとどまっておき、中位葉の黄変は明らかでなかった。これらに対し、‘水明’と‘紅千代’では STS の 0.2 mM 処理によって黄変指数が小さくなったが、STS の 0.5 mM 処理では逆に黄変指数が大きくなった。‘ほたる’と‘みのる’では STS 処理の効果は明らかでなかった。一方、STS 処理を行った 2 区では葉害と見られる葉



第3図 STSによる前処理が切り花の葉害発生に及ぼす影響

Fig. 3. Effect of silver thiosulfate complex (STS) pretreatment on damage to middle leaves except yellowing

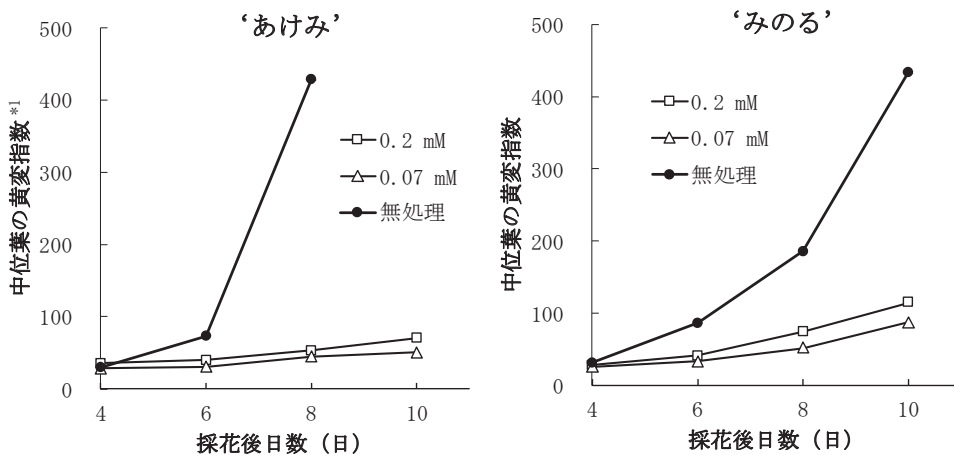
注) 葉害発生は、目視により次の4段階に指数化した。3: 激しい症状がみられる, 2: 症状がみられる, 1: 軽微な症状がみられる, 0: 症状なし  
図中の誤差範囲は標準誤差 ( $n=5$ ) で、見えない場合は誤差が 0 であることを示す  
いずれの品種も STS 処理は 21 時間、‘ほたる’と‘水明’は 8 日後に、‘みのる’と‘紅千代’は 14 日後に調査



第4図 STSによる葉害と見られる葉縁欠刻部の褐変 (矢印部分, 品種: 水明)

Fig. 4. Browning of leaf margin and incision parts seen as phytotoxicity by silver thiosulfate complex (indicated by arrows, cultivar: Suimei)

脈間クロロシスと第4図に示したような葉縁欠刻部や葉折れによる傷害部の褐変が生じており、その程度は高濃度の 0.5 mM 区で顕著であった (第3図)。ただし‘水明’では、無処理区においても同様の品質低下が一部の切り花に見られたものの、その程度は軽微であった。

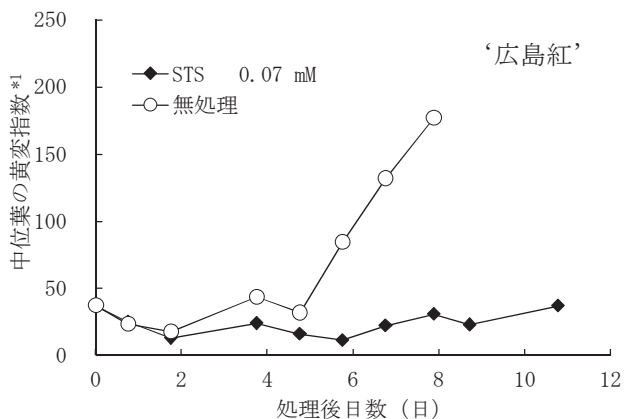


第 5 図 STS 前処理の濃度が中位葉の黄変指数<sup>\*2</sup>に及ぼす影響（品種：あけみ、みのる）

Fig. 5. Effects of silver thiosulfate complex (STS) concentration for pretreatment on the yellowing index of middle leaves (cultivar: Akemi, Minoru)

\*1 黄変指数 =  $L \times b^* / |a^*|$  として算出

\*2 STS による前処理は 12 時間，乾式保管は 73 時間



第 6 図 STS 前処理の濃度が中位葉の黄変指数<sup>\*2</sup>に及ぼす影響（品種：広島紅）

Fig. 6. Effects of silver thiosulfate complex (STS) concentration for pretreatment on the yellowing index of middle leaves (cultivar: Hiroshima-beni)

\*1 黄変指数 =  $L \times b^* / |a^*|$  として算出

\*2 STS による前処理は 19 時間，乾式保管は 24 時間

### 実験 2-2

STS 処理が中位葉の黄変指数に及ぼす影響を‘あけみ’と‘みのる’について第 5 図に、‘広島紅’について第 6 図に示した。いずれの品種も無処理区では、採花後 6~8 日後に黄変指数が急速に大きくなり、中位葉の黄変が進んだ。これに対し STS 処理をした区では、採花後日数が経つにつれ黄変指数は徐々に大きくなる傾向は見られたものの、STS 処理によって中位葉

の黄変は顕著に抑制され、黄変指数は無処理区より小さく推移した。次に STS 処理濃度について見ると、‘あけみ’と‘みのる’では 0.2 mM と 0.07 mM の STS 処理区間には大きな差は見られないものの、両品種ともに 0.2 mM 区よりも 0.07 mM 区で黄変指数がより小さく推移しており、黄変抑制の効果が高かった。‘広島紅’の 0.07 mM 区では 11 日後の試験打ち切り時まで中位葉の黄変は見られなかった。

### 実験 3 STS の低濃度連続処理での効果とその品種間差

各処理区の処理前と処理後の黄変指数を中位葉と下位葉の平均値として第 2 表に示した。葉の緑色が濃い品種では黄変指数が負値を取る場合も多くみられた。第 1 図に示したように黄変指数 50 以上を黄変の目安とすると、多くの品種の黄変指数は無処理区に比べて、エセフォン区で著しく大きくなり、STS 区で小さくなる傾向が見られたが、その程度には供試 57 品種で大きな品種間差が見られた。これらの品種は、‘はるき’、‘あけみ’、‘小鈴’、‘紅の川’および‘寒桜’等の蒸留水でも著しい黄変を示す品種群、‘小雨’、‘精しまなみ’、‘小紫’、‘はごろも’および‘紅の谷’等のエセフォン区においてもほぼ黄変が見られない品種群、およびそれ以外の品種群に区分することができた。STS 処理区においては、品種群によらず全ての品種で処理後の黄変指数は 50 未満となり、葉の黄変は見られなかった。

第2表 蒸留水、STSおよびエセフォン溶液に生けた小ギク切り花の葉の黄変指数\*1における品種間差

Table 2. Varietal difference of the yellowing index after 7 days treatment of STS, ethephone and distilled water (control)

| 自然開花期 | 品種      | 蒸留水 |                   | STS <sup>*2</sup> |     | エセフォン |      |
|-------|---------|-----|-------------------|-------------------|-----|-------|------|
|       |         | 処理前 | 処理後 <sup>*3</sup> | 処理前               | 処理後 | 処理前   | 処理後  |
| 5~6月  | 春日路     | 17  | 844               | 19                | 24  | 17    | 285  |
| 5~6月  | はるき     | 20  | 633               | 17                | 18  | 25    | 276  |
| 7月    | あけみ     | -4  | 112               | 0                 | -3  | -1    | 537  |
| 8月    | アクア     | 1   | 75                | 5                 | 12  | 4     | 239  |
| 8月    | 小鈴      | 6   | 70                | 7                 | 31  | 7     | 648  |
| 9月    | やぶさめ    | 21  | 53                | 15                | 13  | 17    | 786  |
| 10月   | 紅の川     | 27  | 89                | 30                | 31  | 31    | 736  |
| 11月   | 寒桜      | 20  | 149               | 20                | 21  | 21    | 272  |
| 11月   | ほしぞら    | 33  | 59                | 28                | 33  | 27    | 562  |
| 7月    | 小雨      | -12 | -7                | -14               | -19 | -8    | -12  |
| 7月    | なつき     | -6  | -7                | -6                | -9  | -13   | -9   |
| 7月    | 精しなみ    | -30 | -36               | -34               | -41 | -35   | 15   |
| 7月    | とび丸     | -35 | -21               | -28               | -27 | -39   | 21   |
| 8月    | 小紫      | 6   | 7                 | 3                 | 5   | 48    | 30   |
| 10月   | はごろも    | -1  | 12                | -2                | 3   | 1     | 17   |
| 10月   | 紅の谷     | 5   | 7                 | 13                | 14  | 12    | 21   |
| 10月   | 秋こだま    | 2   | 3                 | 6                 | -3  | 5     | 27   |
| 5~6月  | 玉姫      | 11  | -5                | 9                 | -10 | 10    | 103  |
| 5~6月  | 川風      | 24  | 21                | 19                | 18  | 18    | 148  |
| 5~6月  | 紅小町     | 19  | 20                | 23                | 27  | 21    | 261  |
| 5~6月  | 清姫      | 13  | 11                | 14                | 13  | 14    | 283  |
| 5~6月  | いろどり    | 1   | 3                 | 3                 | -4  | 3     | 388  |
| 7月    | すもも     | -14 | -15               | -10               | -17 | -12   | 97   |
| 7月    | ほたる     | -23 | -32               | -22               | -9  | -25   | 178  |
| 7月    | 小窓      | -11 | -6                | -11               | -1  | -10   | 321  |
| 8月    | 白波      | -35 | -16               | -16               | -19 | -23   | 51   |
| 8月    | シュューベガス | -16 | -5                | -18               | -10 | -17   | 116  |
| 8月    | 武光      | 6   | 23                | 7                 | 10  | 7     | 126  |
| 8月    | 流星      | -1  | 4                 | -5                | 1   | -1    | 199  |
| 8月    | 精あかり    | 11  | 8                 | 3                 | 1   | 5     | 379  |
| 8月    | 花えくぼ    | 5   | 9                 | 3                 | 1   | 2     | 396  |
| 8月    | 翁丸      | -6  | 17                | -6                | 1   | -4    | 407  |
| 8月    | シルク     | -9  | 6                 | -18               | -5  | -14   | 503  |
| 9月    | 金の香     | -25 | -22               | -26               | -20 | -25   | 62   |
| 9月    | 山手白     | -11 | -11               | -18               | -18 | -17   | 68   |
| 9月    | せせらぎ    | -3  | -4                | -3                | 1   | -3    | 103  |
| 9月    | 京丸      | -22 | -7                | -21               | -10 | -23   | 138  |
| 9月    | 京美人     | -3  | -8                | 2                 | 6   | 0     | 139  |
| 9月    | みさお     | 5   | 26                | 10                | 12  | 3     | 236  |
| 9月    | みゆき     | 7   | 21                | 11                | 17  | 5     | 309  |
| 9月    | 紅車      | 14  | 22                | 10                | 15  | 5     | 843  |
| 10月   | すずらん    | 1   | -2                | 3                 | -4  | 2     | 79   |
| 10月   | 満月      | 2   | 10                | 1                 | 12  | -1    | 115  |
| 10月   | 緑童      | -1  | -7                | -3                | -9  | 2     | 188  |
| 10月   | 金秀      | 3   | 0                 | 7                 | 0   | 7     | 296  |
| 10月   | 横笛      | 26  | 32                | 28                | 27  | 22    | 494  |
| 10月   | お吉      | 10  | 6                 | 7                 | 4   | 6     | 581  |
| 10月   | ロマンス    | -8  | 0                 | -3                | 2   | -6    | 1360 |
| 10月   | すずろ     | 27  | 19                | 25                | 18  | 30    | 1506 |
| 11月   | オペラ     | 15  | 7                 | 19                | 12  | 14    | 51   |
| 11月   | 金うさぎ    | -7  | -4                | -7                | 2   | -12   | 105  |
| 11月   | 白芳      | 16  | 12                | 17                | 13  | 22    | 220  |
| 11月   | たまむし    | 5   | 11                | 6                 | 14  | 6     | 236  |
| 11月   | 老松      | 2   | 4                 | -1                | 4   | 2     | 380  |
| 11月   | 紅桜岡     | 14  | 11                | 11                | 10  | 13    | 522  |
| 11月   | 紅星      | 13  | 17                | 16                | 20  | 13    | 1043 |
| 11月   | ひびき     | -3  | -5                | -5                | -3  | -2    | 1327 |

\*1 黄変指数 =  $L^* \times b^* / |a^*|$ 

\*2 STS区およびエセフォン区は各々、0.03 mMおよび100 ppmとした

\*3 各処理液に生けて7日後

## 考察

生産現場から消費者に至るまでの経路が長くなっている今日の流通体制の中では、小ギクにおいても葉の黄変および褐変がしばしば問題となっている。これに対して本報では、葉の黄変を安定して抑制することを目的とした STS の処理方法について検討した。

小ギク‘みのる’を用いた実験 1 においては、主に輪ギク品種に対して 0.2 mM の前処理を行った既報<sup>3)</sup>と同様に、0.2~0.4 mM の STS 前処理によって葉の黄変が顕著に抑制された (第 1 表)。一方、STS の前処理を行わない条件下では、エセフォン前処理は葉の黄変を助長した。

外生エチレンへの感受性をみる際には通常、エチレンガスによる気浴を行うが、本報では生け水にエセフォンを添加する方法を用いた。カーネーション<sup>8)</sup>、<sup>10)</sup> やトルコギキョウ<sup>10)</sup> では、エセフォンの添加がエチレン感受性の品種間差を検討する簡便で有用な方法として確認されている。キクでは、直接的なエチレン気浴とエセフォン処理の比較試験結果は見られないものの、5~8 月に開花する夏ギクおよび夏秋ギクの開花抑制<sup>5,12)</sup> やロゼット誘導<sup>4)</sup> を目的として既に実用化されており、植物体内で速やかに分解されてエチレンを遊離して生体反応を引き起こす<sup>11)</sup> ことは、多くのキク品種で確認されている。実験 1 においては、100~1000 ppm のエセフォン添加がエチレン反応を通じて‘みのる’の葉の黄変を誘導したものと考えられ、輪ギク‘秀芳の力’で収穫後にエチレン感受性が高まり葉の黄変が誘導されるとした報告<sup>2)</sup> と同様の現象が確認された。

しかし、実験 1 では 0.4 mM の STS 処理区において、上位葉に葉害と思われる部分的な黄化や欠刻部の褐変などの症状が観察された。このため実験 2-1 と実験 2-2 では、STS 処理の濃度について複数の品種を用いて検討した。STS 処理濃度を 0.2 もしくは 0.5 mM とした実験 2-1 の‘紅千代’と‘水明’において、0.2 mM よりも 0.5 mM で黄変指数が大きくなり (第 2 図)、実験 1 と同様の葉害症状と見られる品質低下 (第 4 図) は、いずれの STS 処理区においても観察された (第 3 図)。次に実験 2-2 で、さらに低濃度での黄変抑制の効果を経時的に確認したところ、0.2 mM よりも 0.07 mM の処理でより安定的に葉の黄変が抑制できた (第 5 図)。STS による前処理が実用化されているカーネーションでは、高濃度処理で葉への吸収率が

多くなるため STS に由来する銀の過剰吸収が葉のクロロシス等の葉害症状を引き起こすことが知られており<sup>13)</sup>、本実験で観察された葉の障害はカーネーションと同様、STS の過剰吸収によるものと推察される。カーネーションにおいては、葉の障害を回避しながら目的とする花持ち日数の延長効果を確保するため実用上、作業体系に応じて低濃度での長時間処理を行って STS の吸収量が調節されている。小ギクの STS 処理においても、実験 2-2 のように 0.07 mM 程度の低濃度にするすることで、連続処理によっても葉の障害を回避しながら効果的に黄変を抑制することができたことから、低濃度での長時間処理が有効な手法となり得ることが明らかとなった。小ギクにおいてつばみ期収穫切り花の開花処理液を検討した既報<sup>14)</sup> では、0.03 mM の STS を含む開花液を用いた連続処理の実験結果から、切り花新鮮重 100g あたりの好適な銀吸収量は 3~5  $\mu\text{mol}$  程度と推察されている。本実験の結果もこれを支持するものといえる。

これらの結果をふまえて実験 3 においては、実験 2 の 12~21 時間処理に比べて更に低濃度長期間処理となる 0.03 mM の 7 日間処理によって品種間差を検討した結果、全ての品種でネガティブな影響がなく、多くの品種で安定的に葉の黄変抑制が可能であることが示された。実験 3 では、エセフォン処理による黄変の助長と STS 処理による黄変の抑制が多くの品種で広く観察された一方、エセフォン処理によらず黄変の著しい品種やエセフォン処理によっても黄変が助長されない品種が小ギクでは混在していることが明らかとなった。エチレンによるキクの葉の黄変においては、輪ギクでも大きな品種間差が見られており<sup>2)</sup>、小ギクにおいても同様の品種間差が存在することが示された。

ただ、多くの品種でエセフォン処理が葉の黄変を助長した中、エセフォン処理によっても黄変が助長されない品種があったことは実用上有益である。キクでは、エチレン受容体遺伝子に変異を組み込むことで感受性品種‘セイマリン’から葉の黄変が生じないエチレン非感受性の遺伝子組み換え体<sup>7)</sup> やエチレンのシグナル伝達にかかわる転写調節遺伝子の発現抑制によりエチレン非感受性となる形質転換体<sup>6)</sup> が作出されている。本報の実験 3 でみられた‘小雨’等のエセフォン処理によっても葉の黄変が生じない品種群は、これらの組み換え体と類似の変異が育種過程で偶発的に発生した可能性がある。これらの品種が示すエチレン非感受性は育種素材としての利用が見

込めるため、その生理機構の特定と遺伝様式の解明が今後の課題と考えられる。

また、本実験に先立って実施した産地への聞き取り調査において、葉の黄変事例は6月の梅雨時期や盆・彼岸の物日前に多く発生し、10月以降は問題となることが少なかった。しかし、実験3におけるエセフォンとSTSに対する反応の品種間差には、自然開花期との明確な関連性は見られなかった(第2表)ことから、10月以降に葉の黄変事例が少なくなるのは主として、気温の低下により黄変の発生が抑制されるためと考えられた。このことから、前処理という作業コストを考えるならば、黄変しやすい品種と時期に限定して低濃度のSTS前処理を利用することが現実的であると考えられる。

## 摘要

夏秋期の小ギク流通において問題となる葉の黄変を抑制するため、エチレン阻害剤であるチオ硫酸銀錯塩(STS)の処理について検討した。小ギク‘みのる’を用いて0.2~0.4 mMのSTSと100~1000 ppmのエセフォンを15時間吸液させる処理を検討した結果、いずれの濃度でもエセフォンは葉の黄変を助長し、STSは葉の黄変を抑制した。小ギク‘みのる’等4品種を用いた0.2~0.5 mMのSTS処理では、中下位葉の黄変は抑制されたものの、上位葉の黄変や葉縁部の褐変などの葉害が生じた。‘あけみ’、‘みのる’および‘広島紅’を用いて12~19時間の前処理を前提としてSTS濃度を検討した結果、0.07 mMで黄変抑制の効果が明らかに得られた。さらに低濃度である0.03 mMのSTS、100 ppmのエセフォンおよび蒸留水の連続7日間処理によって、57品種で葉の黄変を調査した。その結果、蒸留水だけでも葉が黄変する9品種、エセフォン処理によって顕著に黄変する40品種およびエセフォン処理によっても葉が黄変しない8品種の3品種群に区分された。いずれの品種群もSTS処理区では、葉の黄変は見られなかった。これらのことから、0.03~0.07 mMの低濃度のSTS処理が、広範な小ギク品種で葉の黄変を安定して抑制できることを明らかにした。

## 謝辞

本研究の一部は、農林水産省新たな農林水産政策を推進する実用技術開発(課題番号22072,都市域直売切り花の需要に対応する特定日開花・常温品質保持技術の開発)により実施した。また実験にあたっては、農業大学校専門課程の植田和磨氏に多大な協力をいただいた。JAならけん西和花卉部会の方々には、実験に用いた切り花の一部を御提供いただいた。ここに記して感謝申し上げる。

## 引用文献

1. 浅野峻介・仲 照史. 2012. 関西における小ギク市場の構造と取扱数量シェアが価格に及ぼす影響. 近畿中国四国農研農業経営研究. 23: 47-53.
2. Doi M., K. Aoe, S. Watabe, K. Inamoto and H. Imanishi. 2004. Leaf yellowing of cut standard Chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Kitamura) ‘Shuho-no-chikara’ induced by ethylene and the postharvest increase in ethylene sensitivity. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 73: 229-234
3. Doi M., Y. Nakagawa, S. Watabe, K. Aoe, K. Inamoto and H. Imanishi. 2003. Ethylene-induced leaf yellowing in cut chrysanthemums (*Dendranthema grandiflora* Kitamura). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 72: 533-535
4. 小西国義・梶原真二・景山詳弘. 1985. エセフォン処理によるキクのロゼット化誘導. 園学雑. 54: 87-93.
5. 間藤正美・工藤寛子・山形敦子・佐藤孝夫・柴田 浩. 2009. 7月下旬咲き小ギクにおける気温およびエセフォン処理が開花に及ぼす影響. 園学研. 8: 201-208.
6. 鳴海貴子・間 竜太郎・小山知嗣・高木 優・大坪憲弘. 2007. シロイヌナズナ由来 EIN3 キメラリプレッサー遺伝子導入によるエチレン非感受性キクの作出. 園学研. 6 (別2) : 602.
7. Narumi T., R Aida, A Ohmiya and S Satoh. 2005. Transformation of chrysanthemum with mutated ethylene receptor genes: mDG-ERS1 transgenes conferring reduced ethylene sensitivity and characterization of the transformants. Postharvest Biology and Technology. 37: 101-110.



8. 二村幹雄・犬伏加恵・酒井広蔵. 2005. スプレーカーネーションの花持ち性およびエチレン感受性の簡易検定. 園学研. 4: 135-140.
9. 農林水産省. 2017. 農林水産統計・平成 28 年産花きの作付（収穫）面積及び出荷量.  
[http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakyou\\_kaki/index.html](http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakyou_kaki/index.html).
10. 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. 九州農業研究. 66: 233.
11. 坂 齊. 1994. 植物成長得調節剤. 高橋信孝・増田芳雄共編. 植物ホルモン・ハンドブック. 培風館. 東京. 408-429.
12. 谷川孝弘. 2000. キクの切花生産におけるエセフオンの処理方法と効果. 農業および園芸. 75: 270-280.
13. 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. 兵庫農技セ特別研究報告. 21.
14. 山中正仁, 玉木克知, 水谷祐一郎, 宮谷喜彦, 竹中義之, 仲 照史. 2013. 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. 兵庫農技総セ研報（農業）. 61: 12-19.