

## スプレーギクの日持ちと蒸散の関係及びアブシジン酸の効果

犬伏加恵\*・大石一史\*

摘要：スプレーギクにおける観賞時の葉の萎れに伴う日持ち性低下について、気孔開閉や蒸散量が及ぼす影響と、蒸散を抑制するアブシジン酸（ABA）の効果について調査した。

- 1．栽培時に、チャンバーを用いて無風下で管理すると、風通しがよい管理に比べて、気孔開度指数が高くなり、蒸散量が多くなり、日持ち日数が2～4日短縮した。この結果から、風通しが悪く気孔開閉があまり行われないような栽培環境では、気孔を閉じる能力が低下し、蒸散過多となりやすくなり、葉が早く萎れることがわかった。
- 2．収穫後、水あげまで長時間放置すると、放置しない場合に比べて、気孔開度指数の高い品種において日持ち日数が2.4日短縮した。この結果から、気泡や細菌増殖により導管閉塞が起こるような管理をした場合、特に気孔を閉じる能力の低い品種において葉が萎れやすくなることがわかった。
- 3．気孔開閉に関わる植物ホルモンであるABAを生け水に添加すると、蒸散量が減少し、品種によっては日持ち日数が2倍以上に延長した。1及び2の結果に加え、この結果からもスプレーギクの葉の萎れに伴う日持ち性低下において、蒸散の影響は甚大であることが再確認され、またABAの生け水への添加はスプレーギクの日持ち日数延長に対しても効果があることが明らかとなった。

キーワード：スプレーギク、気孔開閉、蒸散量、栽培管理、収穫後管理、アブシジン酸

## Relation between the Vase Life and Transpiration, and Effect of Abscisic Acid in Spray Chrysanthemum

INUBUSHI Kae and OHISHI Kazushi

Abstract: In spray chrysanthemum, we investigated the effects of stomatal opening and closing, amount of transpiration and treatment with abscisic acid (ABA) on its vase life degradation with the withering of its leaves.

1. When there was no air in the chamber during cultivation, the stoma-opening index increased, and the vase life was shortened by 2-4 days compared with those in the presence of air. This result indicated that the ability to close stomata declined in the cultivation management in which no stomatal opening and closing was performed because ventilation was poor, thereby leading to excessive transpiration, and ultimately to the early wilting.
2. After harvesting, in breeds with a high stoma-opening index, the vase life was shortened by 2.4 days with long-term standing before water absorption compared with that in the case without long-term standing. This result indicates that in spray chrysanthemum management, since canal occlusion occurs because of bubbles and bacterial growth, it is easy for leaves to wilt particularly in breeds with a poor ability to close stomata.
3. When ABA, a phytohormone related to stomatal opening and closing, was added to the vase water, the amount of transpiration decreased, and vase life was extended twofold or more. From these results together results 1 and 2, it is clear that transpiration is a major factor in the quality degradation of spray chrysanthemum, and ABA added to the vase water is effective in extending the vase life of spray chrysanthemum.

Key Words: Spray chrysanthemum, Stomatal opening and closing, Amount of transpiration, Cultivation management, Postharvest management, Abscisic acid

緒言

スプレーギク切り花は、他の切り花に比べて葉や花の黄化や萎れが遅く、長期間観賞できる切り花として知られている。しかし、花瓶に生けた切り花の葉が一晩で萎れる事例もしばしば見られる。スプレーギクにおける日持ち性では、花だけでなく葉の観賞価値も重要とされており、このような葉の萎れは流通及び小売の現場で大きな問題となっている。

一般に、切り花の品質保持において問題となるのは、蒸散過多、気泡や細菌繁殖による導管のつまり、糖質（吸水のための浸透圧上昇や栄養分として必要）の不足の3項目があげられる。例えば、バラでは研究が進んでおり、葉面積や蒸散量による影響が大きく、導管内の気泡や細菌繁殖も問題となっているとともに、花卉中の可溶性糖質の不足による品質低下が大きく、糖質の添加が日持ち性延長に最も効果があることが知られている<sup>1-4)</sup>。

一方キクでは、元来長持ちする花ということもあり、日持ちに関する研究はあまり行われていない。輪ギクの日持ちについて、品種の相違、高温寡日照条件・地下部の不良環境条件等が深く関係しているといった報告があるが<sup>5)</sup>、葉の萎れに伴う日持ち性低下について蒸散の観点から詳しく調査した報告はない。また、糖質の添加については、キクでは導管閉塞を招きやすく葉に障害が出る事例もあり<sup>6,7)</sup>、現場でもほとんど利用されていない。

そこで、本研究では、スプレーギクの葉の萎れに伴う日持ち性において、蒸散量及び気孔開閉が重大な影響を与えていると仮定し、まず、栽培管理及び収穫後管理が蒸散量や気孔開閉および日持ち性に及ぼす影響を明らかにした。また、気孔開閉に関わる植物ホルモンであるアブシジン酸（ABA）<sup>8,9)</sup>を用いて、日持ち性と蒸散量および気孔開閉の関係を再度確認するとともに、日持ち日数延長に与える効果を調査した。

材料及び方法

試験1 多灌水及び無風処理が日持ち日数、気孔開度及び蒸散量に及ぼす影響

供試品種は秋タイプのスプレーギク「セイブリンズ」を用いた。試験区は灌水量2水準と、チャンバーにより植物体地上部に風を当てない管理を組み合わせ、表1の5区を設けた。9月14日挿し芽、9月28日に定植、10月19日に電照打ち切りとした。多灌水は、通常灌水（約3 L/m<sup>3</sup>を1日1回）の2倍の頻度（約3L/m<sup>3</sup>を1日2回）で灌水した。無風処理は、四方を透明ビニルで覆ったチャンバーで、上部は開放、下部も晴天日は20cm程度ビニルを巻き上げた。栄養成長期と生殖成長期のチャンバー

の切り替えは、電照打ち切り1週間後に行なった。

日持ち調査は、収穫後6時間水あげした切り花を50cmに調整し、殺菌剤として8-HQSを200mg/L含む水道水を花筒に入れて、花筒1本に切り花を3本ずつ生け、3反復9本で行った。なお、8-HQSは、茎の腐りによる導管閉塞で、試験区間の気孔開閉や蒸散量の違いがわかりにくくなることを防ぐために添加したが、この後の試験では、茎の腐りは問題とならなかったため添加していない。

観賞は、平均温度25℃、白色蛍光灯による1日12時間照明で蛍光灯1000 lx、平均相対湿度70%ならびに30%に設定した恒温室2室で行った。日持ち日数は、観賞を開始してから中上位葉又は1茎中の2花が萎れた日までの日数とした。蒸散量は、（花瓶からの生け水の減少量） - （植物体重の増加量） - （水面からの蒸発量）によって換算した値とし、観賞開始時、観賞開始から5日後、10日後に調査した。なお、水面からの蒸発量は、切り花を生けていない花瓶における水の減少量を測定した。

気孔開度の調査は、収穫直後、6時間放置後の2回について、表2の組成のイソブチルアルコールとエチレングリコールの6種類の湿潤液を葉の裏の主脈付近に塗布し、湿潤面積から判定する湿潤法を用いた<sup>5)</sup>。まず一つの湿潤液を4枚の葉に塗布し、塗布した部分の湿潤面

表1 試験1の試験区

試験区	灌水量	地上部管理
1	多灌水	全期間無風処理
2	多灌水	通常管理
3	通常灌水	全期間無風処理
4	通常灌水	生殖成長期間無風処理
5 (対照)	通常灌水	通常管理

注：栄養成長期間と生殖成長期間のチャンバーの切り替えは電照打ち切り一週間後とした

表2 湿潤液の組成と気孔開度

湿潤液 No.						
エチレングリコール	10	20	30	40	50	60
イソブチルアルコール	90	80	70	60	50	40
気孔開度	1	2	3	4	5	6
	閉 ←—————→ 開					

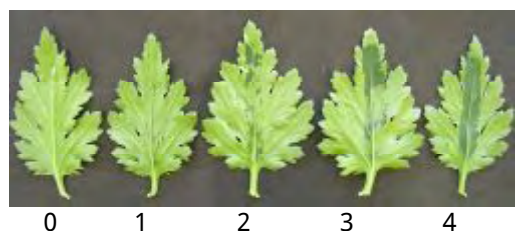


図1 湿潤基準

積の割合で0~4の判定を行い(図1)、4枚の平均値をxとする。6種類の湿潤液について、それぞれの平均値を出し、最も粘性の低い湿潤液No. を気孔開度1、もっとも粘性の高いNo. を気孔開度6(表2)としたときの、 $(\text{気孔開度} \times x) / (\text{気孔開度} \times 4) \times 100(\%)$ の値を気孔開度指数とし、数値が大きいほど気孔が開いていること示した。

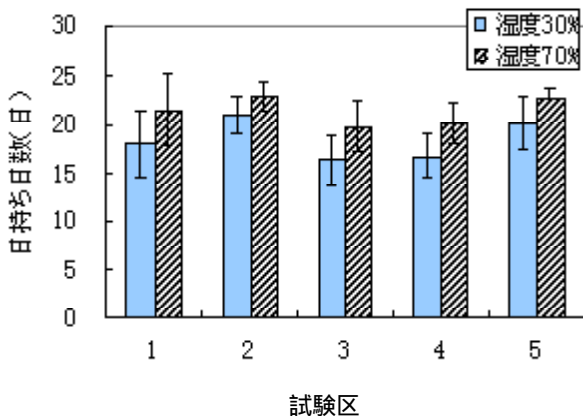
試験2 収穫後水あげまでの時間が日持ち日数、気孔開度及び蒸散量に及ぼす影響

供試品種は夏秋タイプのスプレーギク「セイエース」と「バレリーナ」を用いた。試験区は、収穫後水あげまでの時間が0時間と24時間の2水準とした。栽培概要は6月19日に挿し芽、7月3日に定植、7月18日に電照打ち切りとした。日持ち調査は、収穫後から所定時間経過後に6時間水あげし、切り花長70cmに調整してから水道水に生け、試験1と同様の方法で、平均相対湿度70%

の部屋で行った。日持ち日数は、観賞を開始してから中上位葉又は1茎中の2花が萎れた日までの日数とした。蒸散量は(花瓶からの生け水の減少量) - (植物体重の増加量) - (水面からの蒸発量)によって換算した値とし、観賞開始時、3日後、6日後、10日後に測定した。気孔開度の調査は、収穫直後、2時間放置後、6時間放置後、24時間放置後、6時間水あげ後の5回について、試験1と同様に測定及び算出をした。

試験3 スプレーギクの日持ちにおけるABAの効果

供試品種は、「セイプリンス」、「レミダス」、「愛知3号」、「ホワイトインパクト」、「プリティララ」の5品種を用いた。試験区は、生け水にABA10 $\mu$ Mを添加する区(+)及び無添加区(-)の2水準とした。11月20日定植、12月3日摘心、12月25日に2本に仕立て、1月16日に電照打ち切りとした。日持ち調査は、収穫して24時間放置後に6時間水あげし、切り花長70cmに調整してから所定の生



要因	自由度 (f)	分散 (V)
多灌水 (A)	1	6.00
無風処理 (B)	1	28.17 <sup>1)</sup>
A×B	1	2.67

図2 多灌水及び無風処理がスプレーギクの日持ち日数に及ぼす影響(試験1)

注: 表は湿度30%下の日持ち日数に対する2要因の分散分析結果、棒グラフ中の縦棒は標準偏差、

<sup>1)</sup> \*\*1%水準で有意差あり

表3 多灌水及び無風処理がスプレーギクの気孔開度に及ぼす影響(試験1)

試験区	気孔開度指数	
	収穫直後	6時間後
1	56.2	15.2
2	64.3	6.7
3	40.5	11.4
4	54.3	9.5
5	67.1	6.7

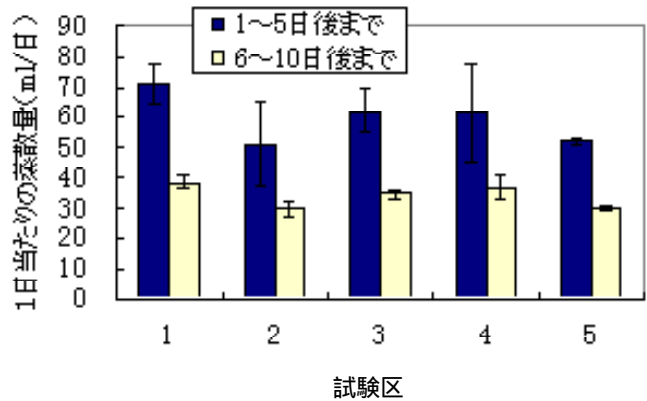


図3 多灌水及び無風処理がスプレーギク切り花の蒸散量に及ぼす影響(試験1)

注: 棒グラフは切り花3本入りの花瓶1つ当たり値、縦棒は標準偏差

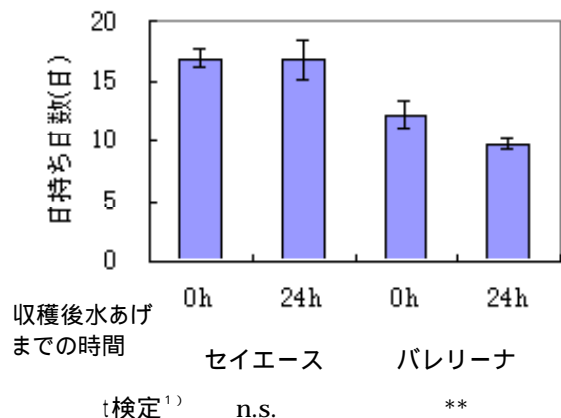


図4 収穫後水あげまでの時間が日持ち日数に及ぼす影響(試験2)

注: 縦棒は標準偏差、<sup>1)</sup> \*\*1%水準で有意差あり

け水に生け、試験2と同様の方法で観賞を行った。気孔開度及び蒸散量の調査も試験2と同様に行った。

### 試験結果

#### 試験1 多灌水及び無風処理が日持ち日数、気孔開度及び蒸散量に及ぼす影響

チャンバー内の相対湿度はチャンバー外より平均約5%高かった。湿度30%下での日持ち日数は、無風処理を行った1区、3区、4区において、対照区より2~4日短くなった。1区、2区、3区、5区の湿度30%下での日持ち日数について、多灌水と無風処理の2要因の分散分析を行ったところ、灌水量には影響を受けず、無風処理によって1%水準で有意な影響を受けた(表4)。湿度70%で観賞した場合、30%下より長く観賞でき、また、試験区間の差が縮まる傾向があった(図2)。湿度70%下での日持ち日数について行った分散分析も、30%下での日持ち

日数と同様に、無風処理によって有意な影響を受けた(データ略)。5日目までの蒸散量は、無風処理を行った1区、3区、4区で多い傾向があり、これらは日持ち日数の短い区であった(図3)。収穫6時間後の気孔開度指数は、1区が最も値が大きく、ついで3区、4区の順となっており、チャンバーのない12区及び対照区に比べて気孔が開いている結果であった(表3)。

#### 試験2 収穫後水あげまでの時間が日持ち日数、気孔開度及び蒸散量に及ぼす影響

日持ち日数は、「セイエース」が「バレリーナ」より長かった。また、「セイエース」は、収穫後24時間放置しても日持ち日数が変わらないのに対し、「バレリーナ」は、収穫後24時間放置すると収穫直後に水揚げした場合よりも2.4日短くなった(図4)。1日当たりの蒸散量は調査期間を通して「セイエース」の方が「バレリーナ」より少なく、また、「バレリーナ」の1~3日目まで

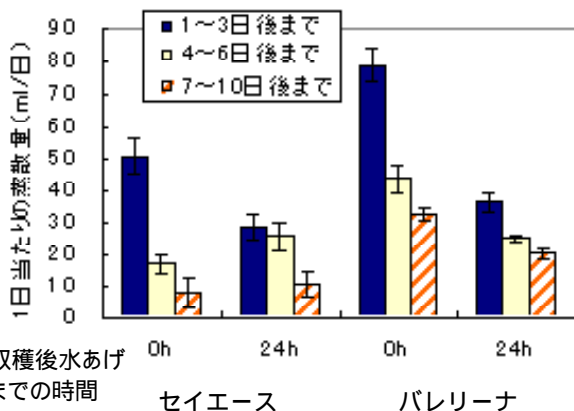


図5 収穫後水あげまでの時間が蒸散量に及ぼす影響 (試験2)

注：切り花3本入りの花瓶1つ当たりの値。縦棒は標準偏差

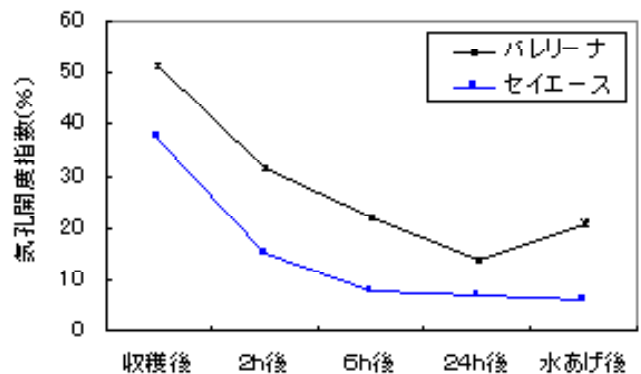


図6 収穫後水あげまでの時間が気孔開度に及ぼす影響 (試験3)

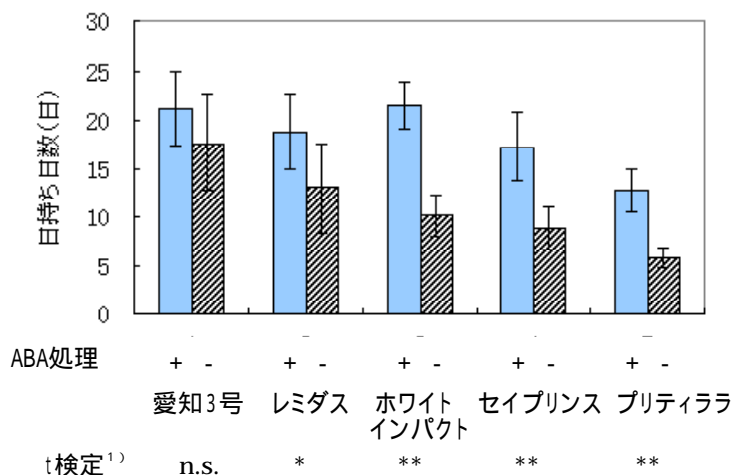


図7 ABA処理が日持ち日数に及ぼす影響 (試験3)

注：縦棒は標準偏差，<sup>1)</sup>\*\*1%水準で有意差あり，\*5%水準で有意差あり

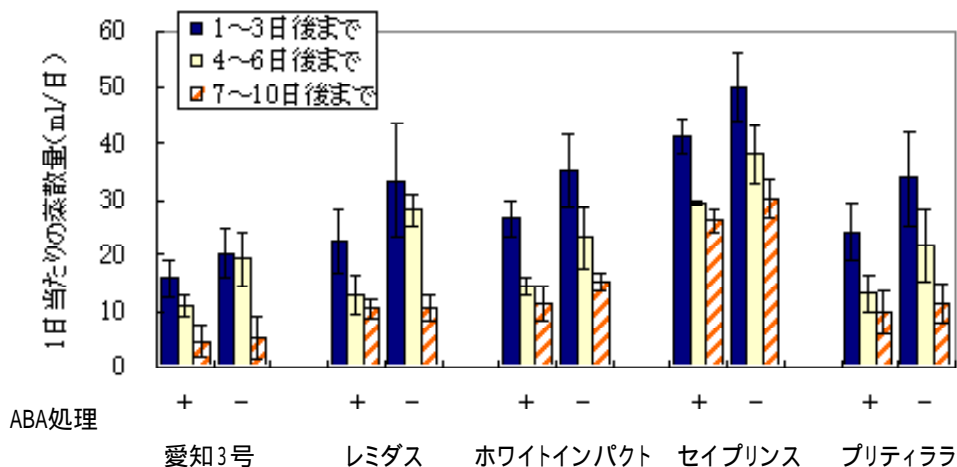


図8 ABA処理の有無における蒸散量の違い(試験3)

注: 棒グラフは切り花3本入りの花瓶1つ当たりの値, 縦棒は標準偏差

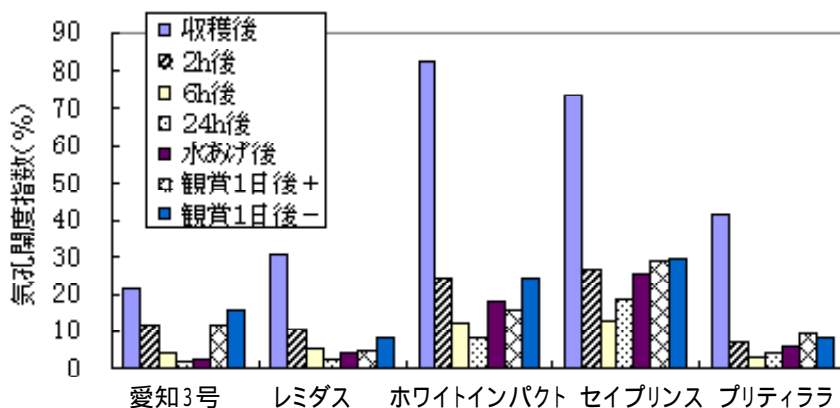


図9 スプレーギクへのABA処理が気孔開度に与える影響(試験3)

の1日当たりの蒸散量において、収穫後24時間放置することにより蒸散量の低下が顕著であった(図5)。気孔開度は、すべての測定時において、「バレリーナ」の方が「セイエース」より開いていた。「バレリーナ」は、収穫後24時間放置しても15%程度気孔が開いており、また、6時間水あげ後に開く割合が大きかったことから、気孔が閉じにくく開きやすい品種であった(図6)。

#### 試験3 日持ちの品種間差とABAの効果

日持ち日数は、無添加区の中では「プリティララ」が最も短く5.8日で、「愛知3号」が最も長持ちした。どの品種もABAを添加することで日持ち日数は長くなり、無添加区において日持ち日数が短い品種ほど効果が高かった(図7)。1日当たりの蒸散量は、すべての品種においてABA添加により減少した(図8)。観賞を開始した1日後に気孔開度を測定したところ、「ホワイトインパクト」、「レミダス」、「愛知3号」では、ABAの添加により気孔開度指数が低下したが、「プリティララ」と「セイプリンス」はほとんど差が見られなかった(図

9)。品種ごとの日持ち日数と蒸散量の間には、明らかな相関関係は見られないが、蒸散量が多い品種では日持ち日数が短い傾向であった。また、気孔開度指数と蒸散量の間にも明確な比例関係は見られなかった。

#### 考 察

これまでスプレーギクは、長期間観賞できる切り花とされていたこともあり、切り花の品質保持についての報告やマニュアル本においても、収穫後の適切な管理が必須のバラやSTS処理が必須のカーネーションなどに比べて、管理が重視されていなかった<sup>6,10)</sup>。しかし、実際には葉の萎れが問題となっている事例が多々あり、スプレーギクの日持ち性においても蒸散量及び気孔開閉が大きく影響していることを生産者や流通業者・小売業者に示し、改善策を提示することは、切り花の消費拡大のためにも有意義であると考え。

試験1では、栽培期間中の無風処理によりスプレーギクの気孔を閉じる能力が低下していた。この切り花

を低湿度下で観賞すると、十分に吸水していても気孔を閉じることができず蒸散過多となり、植物体内の水分が減少して葉が萎れ、日持ち日数が短縮したと推察される。船越<sup>5)</sup>による輪ギクを用いた研究においても、換気不良により日持ち日数が短縮し、観賞価値を失った要因は葉の萎れであるとの報告があり、本研究の結果と一致した。気孔を閉じる能力は、風の影響だけでなく、温室内の環境があまり変化しない場合に低下すると考えられ、近年の重油高騰により低温期に二重張りなどを行い締め切って栽培することが増えている中、十分に注意する必要があると思われる。

また、試験2の結果、収穫後水あげまで長時間放置することにより、日持ち日数に影響を与える品種があることがわかった。このような品種は、収穫後24時間放置しても気孔開度があまり低下せず、また吸水させるとすぐに開き始めることから、気孔を閉じる能力が低い品種であると言える。導管閉塞は、本研究のような気泡によるものだけでなく、細菌増殖によっても起こる。通常ならば、吸水量が減少する分、蒸散も抑制されなければならないが、気孔を閉じる能力が低い品種においては、植物体内に水分が不足していても気孔が閉じず、蒸散し続けていたと推察される。試験1及び試験2から、気孔開閉の能力の中でも、特に閉じる能力が低下する管理を行った場合（風通りが悪く気孔の開閉があまり行われない栽培環境など）や閉じる能力が低い品種の場合には、蒸散過多となり葉が萎れやすいことが明らかとなった。

さらに、蒸散を抑制することによりどの程度スプレーギクの日持ちが延長されるかを調べるために試験3を行ったところ、生け水へのABA添加により2倍以上日持ち日数が延長する場面があることがわかった。ABA添加により蒸散量が減少したことから、スプレーギクの葉の萎れに伴う日持ち性低下において、蒸散が非常に重要な要素となっており、ABAは効果的であることが確認された。一方、気孔開度は蒸散量に比例すると考えていたが、ABA添加区でもあまり変化が見られなかったことから、開度だけでなく葉の枚数や気孔の数も加味しないと蒸散量との関係を明らかにできないと考えられる。また、葉の萎れにおいては、水を吸い上げる速度や吸い上げる能力（遺伝的に又は栽培や収穫後の管理により影響を受ける個体の持つ能力）も深く関係していると推測されるため、それらと蒸散量の関係を明確にすることによって、さらに、スプレーギクの日持ち性に関する生理生態が明らかになると考える。

気孔開閉に関わる植物ホルモンであるABAの生け水への添加と、切り花の日持ちについては、バラにおいていくつかの報告がある。葉をつけたままの切り花にABAを添加すると、葉からの蒸散が抑制されて日持ちは延長したが、葉を取り除いた切り花では逆に短くなった場合<sup>11)</sup>や、糖と殺菌剤とともにABAを添加すると、糖の

転流は促進されたがABAによる日持ち延長効果は見られなかったとする場合<sup>12)</sup>などがあり、ABAによる日持ち延長効果は安定しないと考えられる。本研究も含め、対象となる切り花の品質を維持する際に、どの程度蒸散が関わるかは、品目、個体ごとの茎の通導性、観賞条件などに大きく影響を受けると推測される。ただし、本研究で扱ったスプレーギクのように、葉の萎れが観賞価値を消失させる重要な要因の場合、蒸散過多による影響は甚大であり、ABAの効果は十分期待できると考える。

スプレーギク切り花の葉の萎れは、生産者の手から離れてから問題となるため、栽培管理や収穫後管理にはあまり注意が払われていないのが現状である。本研究の結果、生産者が対応可能な項目として、栽培期間中の温室の締め切りや収穫後の水揚げまでの放置などの見直しが改めてあげられ、より具体的な取り組みが今後の課題となる。また、スプレーギクにおけるABAの効果について、濃度や処理時間、処理時期を検討するとともに、さらに安価な代替品の検討も重要となる。

## 引用文献

1. Ichimura, K., Kawabata, Y., Kisanoto, M., Goto, R. and Yamada, K. Shortage of soluble carbohydrates largely responsible for short vase life of cut 'Sonia' rose flowers. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 72, 292-298(2003)
2. 大塚紀夫, 江口順子, 辻 聡宏, 中山祐介. バラの品種の違いと日持ち性. *九州農業研究*. 66, 232(2004)
3. 佐藤公宣, 印 炳賤, 伊藤香澄, 稲本勝彦, 森源治郎, 土井元章. 栽培中の相対湿度がバラ切り花の収穫, 品質, 日持ちならびに蒸散特性に及ぼす影響. *園学雑*. 74別2, 544(2005)
4. 除 延南, 大野 始, 大川 清. バラ切り花における蒸散の品種間差異. *園学雑*. 69別1, 146(2000)
5. 船越桂市. キク切り花の形質および日持ちにおよぼす栽培環境条件の影響に関する研究. *静岡県農試特別報告*. 15, 1-66(1984)
6. 市村一雄. 切り花の鮮度保持. 筑波書房. 東京. P1-238(2000)
7. 石川高史. キクの消費増進のための鮮度保持・出荷技術 (2)生け水へ添加する糖の種類と日持ち. 平成18年度花き試験研究成績概要集. (2007)
8. Mittelheuser, C. J. and Van Steveninck, R. F. M. Stomatal closure and inhibition of transpiration induced by (RS)-abscisic acid. *Nature*. 221, 281-282(1969)
9. Kriedemann, P. E., Loveys, B. R., Fuller, G. L. and Leopold. A. C. Abscisic acid and stomatal regulation. *Plant Physiol.* 49, 842-847(1972)

10. 日本花普及センター監修．切り花の品質保持マニュアル．流通システム研究センター．東京．P1-143 (2006)
11. Halevy, A. H., Mayak, S., Tirosh, T., Spiegelstein, H. and Kofranek, A. M. Opposing effects of abscisic acid on senescence of rose flowers. *Plant Cell Physiol.* 15, 813-821(1974)
12. Ichimura, K. and Shimizu-Yumoto, H. Extension of the vase life of cut roses by treatment with sucrose before and during simulated transport. *Bull. Natl. Inst. Flor. Sci.* 7, 17-27(2007)