ダッチアイリス ‘ブルーマジック’ 切り花の開花と花被片老化に対する 切り前、貯蔵方法、ジベレリンおよびベンジルアデニンの影響

豊原憲子^{1,2*}・東 明音³・後藤丹十郎²

¹ (地独) 大阪府立環境農林水産総合研究所 583-0862 大阪府羽曳野市尺度

² 岡山大学大学院環境生命科学研究科 700-8530 岡山市北区津島中

³ クリザール・ジャパン株式会社 584-0022 大阪府富田林市中野町東

Effects of Flowering Stage at Harvest, Storage Method, and Application of Gibberellin and Benzyladenine on Flower Opening and Tepal Senescence of Dutch Iris ‘Blue Magic’ Cut Flower

Noriko Toyohara^{1,2*}, Akane Higashi³ and Tanjuro Goto²

¹ Research Institute of Environment, Agriculture and Fisheries, Osaka Prefecture, Syakudo, Habikino, Osaka 583-0862

² Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University, Tsushimanaka, Kita-ku, Okayama 700-8530

³ Chrysal Japan Limited, Nakanochi-Higashi, Tondabayashi, Osaka 584-0022

Abstract

Dutch iris ‘Blue Magic’ cut flower rapidly loses iris ornamental value in a vase. In this experiment, we distinguished between two factors: incomplete flowering and tepal senescence, and further investigated the effects of the flower bud development level at harvest, storage method, and pretreatment with gibberellin (GA₃) and benzyladenine (BA) as a stem dip. Incomplete tepal development in a vase occurred regardless of the flower bud development level at harvest. As the 10°C dry storage period exceeded 2 days, the tepal development was suppressed and the vase life was shortened. As with dry storage, the longer the storage period, the shorter the ornamental period even in wet storage. Application of a 100-ppm concentration of GA₃ as a stem dip to the cut flower which had been stored under dry conditions for 1 day, promoted tepal development. However, when the same GA₃ treatment was applied to flowers which had been stored under dry conditions for 3 days, its flowering was not promoted. The application of BA or mixture of BA and GA₃ inhibited senescence and shrinking of the tepal, leading to a prolonged flower vase life.

Key Words : dry storage, postharvest, tepal development, vase life, wet storage

キーワード : 花被片展開, 乾式貯蔵, 観賞期間, ポストハーベスト, 湿式貯蔵

緒 言

ダッチアイリス (*Iris* × *hollandica*, 以下アイリス) はアヤメ科に属する球根植物であり, 日本では冬から春にかけて生け花や仏花に用いられる, 物日需要の多い品目である. 1990年代までは, 比較的明るい青色をした早生のウェッジウッド系品種 ‘ブルーダイヤモンド’ などを主力品種とした国内産球根を用いた促成栽培が中心であった. しかし, 国内産球根を正月需要に合わせて開花させようとすると, 休眠打破に必要な高温経過時間が不足してブラインドが発生しやすく, 安定した開花が困難であった.

1988年の輸入球根の隔離検疫免除に伴い, 完全に休眠が打破された大輪系濃青品種 ‘ブルーマジック’ 球根がオランダから大量に輸入されるようになると, 促成栽培など

の計画栽培の容易さ (豊原・竹内, 2000) と切り花のボリュームおよびその色の鮮やかさから, 現在はこの ‘ブルーマジック’ が生産の大半を占めるようになった. 特に需要の多い生け花での利用において, アイリスは完全に開花した姿よりも開きかけの姿が好まれることから, 既に花被片の展開を開始した切り花は市場性が著しく低下する. アイリスは花被片の展開が速い品目であるため, 流通段階で開花しないよう, 生産地では発達したつぼみの花被片が苞から見えない段階を切り前の基準として収穫する. 収穫後はすぐに切りそろえて20本ほどの束に調製し, 開花を抑制するため, 低温, 乾式条件で貯蔵した後, 必要に応じて短時間の吸水を行い箱に詰めて乾式で市場に出荷している. ところが, ‘ブルーマジック’ はこれまでの ‘ブルーダイヤモンド’ と比較して, 市場流通後の未開花の切り花が水生け後に花被片が完全に展開しない開花不良を起こす割合が高く, 咲かない品種という評価が定着している.

海外においても, アイリスの開花不良は問題となってお

り、これを改善するために、植物成長調節物質の利用が検討されてきた。これまでに、ジベレリン（以下GA）やオーキシシン（van Doornら, 2013）、ベンジルアデニン（以下BA）単独またはGAとの混合液であるPromalin（Leeら, 2005）、サイトカイニン様の働きをするチジアブロン（Macnishら, 2010）において開花不良の改善が報告されている。著者らは、‘ブルーマジック’に対する0.3 mMのGA₃および10%のブドウ糖の出荷前吸液処理が、水生け後の開花不良を改善することを明らかにした（豊原ら, 2005）。

アイリスの観賞性の消失には、開花不良に加えて花被片の早期の老化がある。20°C前後の一般的な観賞温度では2～5日後に花被片が萎凋する（Jonesら, 1994; van Doornら, 2013）。Leeら（2005）は、BA単独またはPromalin（BA+GA₄₊₇）の噴霧で乾式貯蔵後も花被片の萎凋が抑制されたと報告している。

しかしながら、これらの処理を行っても、開花不良や早期の花被片の老化が生じることから、アイリスの流通体系に基づく切り前、貯蔵方法やその期間、植物成長調節物質についてはその処理濃度や処理のタイミングが影響している可能性がある。そこで、本研究ではアイリス‘ブルーマジック’の観賞性低下要因をLeeら（2005）と同様に、開花不良と花被片の老化とに区別して、開花不良発生要因の究明と開花の促進、および花被片老化の抑制による観賞期間の延長を目的とした実験を行った。具体的には、日本での市場の要求に対応した流通段階で花被片展開の進まない切り前および収穫後の貯蔵方法が、観賞段階での花被片の展開および老化に及ぼす影響について調査した。さらに、BAおよびGAの作用について、既に効果が報告されている噴霧処理ではなく、出荷作業の中で多くの切り花を水あげと同時に効率的に処理できる切り口からの吸液処理方法での有効性を確認した。この吸液処理方法に対する貯蔵の影響を明らかにするため、貯蔵前歴の異なる切り花に対する単独または組み合わせ処理および処理濃度が花被片の展開および老化に及ぼす影響について調査した。

材料および方法

1. 植物材料と観賞期間調査

1) 植物材料

実験には、オランダ産球根を用いて大阪府泉南市生産者ほ場あるいは大阪府立環境農林水産総合研究所（大阪府羽曳野市）で栽培したアイリス‘ブルーマジック’切り花を供した。収穫は、十分につぼみが膨らみかつ苞の間から花被片が見えない段階（花被片展開レベル0）、あるいは苞の間から花被片がわずかに見える段階（花被片展開レベル1）のものを選抜し、球根ごと抜き取る方法で行った。花被片展開レベルについては後述した。収穫後に球根部分を切断して下葉を取り除く方法で調製し、切り花の長さはなりゆきとした。

2) 調査環境

開花および観賞期間の調査には、特記しない限り、切り花品質検査室を使用した。切り花品質検査室は温度23°C、白色蛍光灯による明期12時間、花蕾付近で光量子束密度13.5 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ の条件とし、ガラス製の花瓶に生け水として水道水を入れて切り花を挿した。湿度はなりゆきとし、40%から60%の範囲であった。調査中は、切り戻しおよび生け水の交換は行わず、1日に1度、減少した生け水をもとの量まで補充した。

3) 調査基準

調査は、水生け開始から毎日、花被片展開レベルおよび花被片老化レベルを段階的に評価する方法で行った。花被片展開レベルは、0：つぼみが十分に膨らんだが花被片が見えていない、1：花被片がわずかに見える、2：花被片が苞から少し出る、3：花被片展開開始、4：外花被が一部反り返る、5：外花被がすべて反り返る、6：内花被が開き始める、7：内花被が完全に展開する、の8段階で評価した。このうち、花被片展開レベルが6に達したものを正常開花とした。最終花被片展開レベルは、花被片老化が確認された日のレベルとした。花被片老化レベルは0：萎凋はない、1：外花被の縁にわずかな萎凋、2：外花被の縁全体に萎凋、3：外花被に明らかな萎凋、内花被の萎凋開始、4：花全体の萎凋、5：花全体の枯れ、の6段階で評価し、観賞期間は水生け開始から花被片老化レベルが4に達した段階までとした。なお、開花不良が発生し、花被片の展開が不十分な切り花については、外花被の萎凋の状態から花被片老化レベルを判断し、観賞期間の終了は花卉展開にかかわらず花被片老化レベルを基準とした。

2. 切り前の影響

収穫は泉南市生産者ほ場で2015年2月7日に行った。切り前は、花被片展開レベル0, 1, 2の3段階（第1図）

第1図 アイリス‘ブルーマジック’の切り前
左：花被片展開レベル0（硬め） 中：花被片展開レベル1（普通） 右：花被片展開レベル2（緩め）

として、各10本ずつ球根をつけたまま抜き取り収穫した。球根を切断した後、水道水で3時間の水あげを行い、段ボール箱に詰めて5℃冷蔵庫で15時間保管後、2月8日早朝にJA大阪泉州集荷センターに輸送し、その後10℃以下を確保したトラックで東京大田花き市場に輸送した。輸送後は同市場内クリザール・ジャパン社の切り花品質検査室に持ち込み、2月9日より調査を行った。本実験のみ、毎日切り花新鮮重を計測し、観賞開始時の新鮮重を100%とした新鮮重変化率を算出した。

3. 貯蔵期間および貯蔵方法の影響

同研究所で栽培したアイリスを2014年11月21日から花被片展開レベル0～1で順次収穫した。貯蔵方法は10℃で、水に生けた状態で貯蔵する湿式と新聞紙で包んだ状態で段ボール箱に詰める乾式の2方式とし、貯蔵期間は湿式で2, 3, 4, 5日、乾式で1, 2, 3, 4日として、貯蔵しない当日収穫のものを対照とした。すべての貯蔵処理が終了した11月26日に、品質検査室に移動し、調査を開始した。1実験区当たり3本から5本を供試した。

4. 収穫1日後の切り花に対するジベレリンおよびベンジルアデニン処理の影響

2016年2月8日、前日に花被片展開レベル0～1の段階で収穫し、調製後5℃乾式により1日間貯蔵した切り花を前出生産者から入手した。この切り花に入手後すぐに処理液を10℃冷蔵庫内で18時間吸液させた。処理液は水（対照区）、ジベレリン (gibberellic acid, 以下 GA_3 , 東京化成工業(株)) 20, 100 ppm, ベンジルアデニン (6-Benzyladenine, 以下 BA, 富士フィルム和光純薬(株)) 5, 25, 125 ppm および BA 5 ppm + GA_3 20 ppm, BA 25 ppm + GA_3 100 ppm とした。 GA_3 は0.1Nの水酸化カリウムで、BAは0.1Nの塩酸で溶解させたのち、蒸留水で1,000 ppm濃度に調製し、水道水を用いて処理濃度まで希釈して使用した。処理終了後、10℃乾式24時間の輸送シミュレーションを行い、品質検査室において水に生け、調査を開始した。本実験のみ、観賞開始2日後および7日後の花径を計測した。1実験区当たり10本を供試した。

5. 収穫3日後の切り花に対するジベレリンおよびベンジルアデニン処理の影響

2016年1月20日に花被片展開レベル0～1の段階で当日に収穫された切り花を前出生産者より入手して、10℃で3日間乾式貯蔵を行った。この切り花に1月23日午後より各処理液を10℃冷蔵庫内で18時間吸液させた。処理液は水（対照区）、 GA_3 20, 100 ppm, BA 10, 50 ppm 区および BA 10 ppm + GA_3 20 ppm, BA 10 ppm + GA_3 100 ppm とした。 GA_3 , BAは前記と同様に調製した。処理終了後、段ボール箱に詰めて10℃乾式24時間の輸送シミュレーションを行い、1月25日より品質検査室で水に生けて評価を開始した。1実験区当たり7本を供試した。

結 果

1. 切り前の影響

本実験で設定した切り前の範囲において、水生け1日後の花被片展開レベルは、収穫時花被片展開レベル2で同0, 1よりも高かったが、2日後にはその差が消失した。最終的な花被片展開レベルは収穫時花被片展開レベル2でわずかに高かったが（第2図）、正常開花率は収穫時花被片展開レベル0で30%、収穫時花被片展開レベル1で20%、収穫時花被片展開レベル2で30%となり、切り前を花被片展開レベル2としても向上しなかった。

水生け後の新鮮重は収穫時花被片展開レベル0の切り前で最も増加したが、収穫時花被片展開レベル1の切り前との差は小さく、観賞開始から5日後には同等となった。これに対し、収穫時花被片展開レベル2の切り前では他の2区よりも1日先行して新鮮重が減少し始め、5日後の減少率が最も大きかった（第3図）。一方、観賞期間は収穫時花被片展開レベル0の切り前で4.2日、収穫時花被片展開レベル1、収穫時花被片展開レベル2の切り前で4.0日となり、差は認められなかった。

2. 貯蔵期間および貯蔵方法の影響

貯蔵を行わなかった切り花の開花レベルは、すべて内花被が完全に展開する7に達した（第1表）。乾式で1日間貯蔵した切り花と貯蔵を行わなかった切り花との間には最終花被片展開レベルに有意差はなかった。しかし、乾式での貯蔵期間が長くなるに従い、正常開花の割合は低下し、4日間の貯蔵ではすべて正常開花しなかった。観賞期間は、貯蔵を行わなかった切り花と比較して、乾式貯蔵2日以上で有意に短くなったが、乾式貯蔵2, 3, 4日では4.0～4.2日の範囲であり、これらの間に明らかな差は認められな

第2図 切り前の異なるアイリス‘ブルーマジック’の観賞開始後の花被片展開の推移 (n=10)
エラーバーは標準誤差を表す
花被片展開レベルは本文中に示した

第3図 切り前の違いが観賞開始後のアイリス‘ブルーマジック’の新鮮重変化に及ぼす影響 (n=10)
エラーバーは標準誤差を表す
新鮮重変化率は、観賞開始時の新鮮重を100%に換算した新鮮重の日変化を示した

かった。

湿式貯蔵の場合も、貯蔵を行わなかった場合と比較して正常開花率は低下した。しかし、湿式貯蔵区では、貯蔵期間が長くなるほど花被片展開が進み、5日間貯蔵の正常開花率は75%となった。一方、観賞期間は、貯蔵を行わなかった切り花と比較して湿式貯蔵を2日以上行ったすべての区で有意に短くなった。

3. 収穫1日後の切り花に対するジベレリンおよびベンジルアデニン処理の影響

収穫後5°C 1日間の貯蔵を経た切り花にGA₃、BA またはその混合液を処理した場合、最終花被片展開レベルは

GA₃ 100 ppm、BA 5 ppm + GA₃ 20 ppm および BA 25 ppm + GA₃ 100 ppm 処理で有意に高くなった (第2表)。BA 5 ppm では対照区に対し花被片展開がやや進んだが有意差はなく、BA 25、125 ppm では対照区と同等の花被片展開で、BA 単独処理による花被片展開の促進効果はなかった。

観賞期間はBA 5 ppm 単独処理を除いたBA を含んだ処理区すべてで対照区よりも有意に長くなった。本実験の範囲ではBA の濃度が高くなるに従い花被片の老化を抑制する効果が高くなり、125 ppm では対照区の4.2 日に対し5.5 日と30%観賞期間が延長された。一方、GA₃ の単独処理による観賞期間の延長は対照区に対し半日程度であり、有意差はなかった。

BA とGA₃ を組み合わせて処理することで、花被片展開が促進されるとともに観賞期間が長くなった。この作用は、対照区に対し単独処理ではそれぞれ有意差の認められないBA 5 ppm とGA₃ 20 ppm の組み合わせにおいても有意差が認められた。

対照区に対して、BA あるいはBA とGA₃ を組み合わせて処理したいずれの区も、花被片の老化が進んだ後も花被片が収縮しにくい特徴が観察された。その傾向はBA 単独よりもGA₃ との組み合わせ処理によって顕著であった。GA₃ 単独処理ではその作用は観察されなかった (第4図、第5図)。

4. 収穫3日後の切り花に対するジベレリンおよびベンジルアデニン前処理の影響

10°C 3日間の貯蔵後にGA₃、BA またはその混合液を処理した場合、BA を含む処理で花被片展開が促進される傾向にあったが、有意差は認められなかった (第3表)。また、GA₃ は花被片展開を促進しなかった。観賞期間は、前処理にBA を含むすべての区で、対照区に対し有意に長くなった。

第1表 貯蔵期間およびその方法がアイリス‘ブルーマジック’切り花の開花および観賞期間に及ぼす影響 (n=3~5)

貯蔵方法	貯蔵期間 (日)	最終花被片展開レベル ^z	正常開花率 (%) ^y	観賞期間 (日) ^x
—	0	7.0	100	5.2
10°C 乾式	1	6.0 NS ^w	75	5.0 NS
	2	5.7 NS	67	4.2 **
	3	5.4 *	50	4.0 **
	4	4.8 **	0	4.0 **
10°C 湿式	2	5.5 *	50	4.3 *
	3	5.4 *	40	4.1 **
	4	5.8 NS	60	4.0 **
	5	6.3 NS	75	3.9 **

^z 花被片展開レベルは本文中に示した

^y 正常開花は花被片展開レベル6以上とした

^x 観賞期間終了は本文中に示した花被片老化レベルが4に達した段階とした

^w NS, *, ** は、Dunnett の検定において、対照に対してそれぞれ有意差なし、5%の危険率で有意差あり、1%の危険率で有意差あり

第2表 収穫1日後のアイリス‘ブルーマジック’に対するジベレリンおよびベンジルアデニンによる前処理が水生け後の花被片展開および観賞期間に及ぼす影響 (n=10)

前処理	最終花被片展開レベル ^z	正常開花率(%) ^y	観賞期間(日) ^x
対照 (水)	5.1	40	4.2 c ^v
BA 5 ppm	6.2 NS ^w	80	4.8 abc
BA 25 ppm	5.2 NS	60	5.2 ab
BA 125 ppm	5.6 NS	50	5.5 a
GA ₃ 20 ppm	5.7 NS	70	4.6 bc
GA ₃ 100 ppm	6.5 *	100	4.7 bc
BA 5 ppm + GA ₃ 20 ppm	6.5 *	100	5.3 ab
BA 25 ppm + GA ₃ 100 ppm	6.4 *	100	5.5 a

^z 花被片展開レベルは本文中に示した^y 正常開花は花被片展開レベル6以上とした^x 観賞期間終了は本文中に示した花被片老化レベルが4に達した段階とした^w NS, *, は, Dunnett の検定において, 対照に対してそれぞれ有意差なし, 5%の危険率で有意差あり^v 異なるアルファベットは Tukey の検定において, 処理区間に5%の危険率で有意差あり

考 察

アイリス‘ブルーマジック’切り花は、水生け後に花被片の展開が不十分な状態で停止してそのまま老化し、観賞性を失うことが問題となっている。この観賞性の消失には、Leeら(2005)も報告しているように、開花不良と花被片の老化という2つの要素が関与する。本研究では、アイリス‘ブルーマジック’切り花の開花不良の改善方法および花被片老化の抑制方法を見出すために、切り前、貯蔵方法、ジベレリンおよびベンジルアデニンの吸液処理が花被片展開と花被片老化に及ぼす影響を調査した。

収穫時の切り前に関しては、生産現場で「硬め」とされるつぼみが十分に膨らんだが花被片がまだ見えていない花被片展開レベル0から、「緩め」とされる花被片が苞から少し出る花被片展開レベル2までの範囲での収穫において、観賞開始後の最終的な花被片展開レベルに差は認められず、切り前を「緩め」としても、開花不良が生じることが明らかとなった。アイリスと同様に観賞開始後に開花不

良を起こしやすいシャクヤクでは、切り前を慣行よりも遅らせることで不開花率あるいは不完全開花率を低下させることができると報告されている(小川ら, 2012)。しかし、アイリスでは、本実験で設定した切り前の範囲において、観賞開始後の開花不良は切り前にかかわらず発生することが示された。アイリスの花被片未展開は、小花柄および子房の伸長が不十分であることに起因することが報告されている(Reid・Evans, 1986)。小花柄および子房は、つぼみの発達に合わせて伸長するため、切り前が「緩め」の場合は「硬め」の場合よりも伸長が進んでいると考えられるが、花被片の十分な展開にはこの後にさらなる伸長が必要であり、小花柄や子房は収穫後の貯蔵や流通条件下でのストレスに影響を受けて容易に伸長を停止するものと考えられた。

収穫後の貯蔵に関して、10℃の乾式貯蔵では貯蔵期間が長くなるに従い花被片展開レベルが低下し、乾式貯蔵が観賞開始後の花被片展開に影響することが明らかとなった。湿式貯蔵では、貯蔵しない場合と比較して、2, 3日間

第4図 ベンジルアデニンの前処理によるアイリス‘ブルーマジック’花被片収縮抑制作用
23℃条件で観賞開始から7日後の花の状態
左から、対照区、BA 5 ppm区、GA₃ 20 ppm区、BA 5 ppm + GA₃ 20 ppm区

第5図 ベンジルアデニンおよびジベレリンによる前処理がアイリス‘ブルーマジック’花被片の伸長および収縮に及ぼす影響 (n=10)
エラーバーは標準誤差を表す
前処理は5℃乾式により1日間貯蔵した切り花に処理液を10℃冷蔵庫内で18時間吸液処理した
処理区は水(対照区), BA 5, 25, 125 ppm, GA₃ 20, 100 ppm および BA 5 ppm+GA₃ 20 ppm, BA 25 ppm+GA₃ 100 ppm とした

の貯蔵により花被片の展開が有意に抑制された。湿式貯蔵は、貯蔵時の乾燥ストレスを回避できるが、湿式貯蔵によっても花被片の展開が抑制されたことは、貯蔵環境から観賞環境に移行する際に生じる温度や湿度、光の変化によるストレスが開花不良を誘発する要因となり得ることを示唆している。一方、これよりも貯蔵期間の長い4, 5日間の貯蔵では再び花被片の展開が進み、貯蔵しない場合との間に有意差がみられなかった。これは、湿式貯蔵により切り花に対して水分が絶えず供給された結果、貯蔵期間中に小花柄および子房の伸長が停止せずに花被片展開が緩やか

に進んだことによるものと推察される。

貯蔵が花被片の老化に及ぼす影響については、貯蔵を行わなかった区と比較して、10℃乾式貯蔵1日では有意な差は見られなかったが、湿式、乾式とも、貯蔵2日以上では観賞期間が有意に短くなった。花被片展開は乾式貯蔵よりも湿式貯蔵で進んだが、観賞期間は両貯蔵方法で差がなく、10℃貯蔵において花被片の老化が進行することが明らかとなった。

また、本研究では、生産者のアイリスの慣行の貯蔵方法と卸売市場での取引に合わせたスケジュールから、市場開催日に合わせた出荷前日収穫での乾式貯蔵1日および中2日の休業による乾式貯蔵3日を想定して、収穫後の貯蔵による時間経過が、出荷直前あるいは市場経由後の生花店でのGA₃およびBAによる処理の有効性に及ぼす影響について検討した。GA₃前処理に関しては、乾式貯蔵1日後の切り花に対する100 ppm処理は花被片展開を促進し、20 ppmではその効果が劣った。一方、乾式貯蔵3日後の切り花に100 ppmのGA₃を処理してもその効果が得られなかった。アイリス切り花のつぼみに対するGA₃の前処理は、小花柄および子房の細胞伸長を促し、花被片展開を促進すると考えられるが、貯蔵時の乾燥ストレスに長期間さらされることで、貯蔵後のGA₃処理による細胞伸長作用が発現しなくなったのではないかと考えられた。Celikel・van Doorn (1995a)は乾式貯蔵前のGA₃処理が貯蔵後の開花を促進することを報告していることから、GA₃処理のタイミングと花被片展開促進との関係および処理後に作用の及ぶ期間については、今後詳細な検証が必要であろう。

BA前処理については、花被片展開に対する有意な作用が認められない一方で、花被片の老化を抑えて観賞期間を延長し、その作用は収穫から時間の経過した切り花に対しても有効性が認められた。van Doornら(2013)は、アイリスに対する0.05~0.20 mM (11~45 ppm)の濃度範囲でのBAの連続処理は花被片展開に影響しないと報告してい

第3表 収穫3日後のアイリス‘ブルーマジック’に対するジベレリンおよびベンジルアデニンによる前処理が水生け後の花被片展開および観賞期間に及ぼす影響 (n=7)

前処理	最終花被片展開レベル ^z	正常開花率(%) ^y	観賞期間(日) ^x
対照(水)	2.9	0.0	3.0 d ^v
BA 10 ppm	3.9 NS ^w	14.3	3.9 bc
BA 50 ppm	3.4 NS	0.0	4.3 ab
GA ₃ 20 ppm	3.1 NS	0.0	3.3 cd
GA ₃ 100 ppm	2.7 NS	0.0	3.4 cd
BA 10 ppm+GA ₃ 20 ppm	3.9 NS	14.3	4.1 ab
BA 10 ppm+GA ₃ 100 ppm	3.6 NS	14.3	4.7 a

^z 花被片展開レベルは本文中に示した

^y 正常開花は花被片展開レベル6以上とした

^x 観賞期間終了は本文中に示した花被片老化レベルが4に達した段階とした

^w NSは、Dunnettの検定において、対照に対して有意差なし

^v 異なるアルファベットはTukeyの検定において、処理区間に5%の危険率で有意差あり

る。本実験結果はこれと同様であるが、貯蔵期間を変えた2つの実験の双方で、5～10 ppmの低濃度のBAおよび低濃度BAとGA₃の組み合わせにおいて、有意差は認められないものの、開花に対して20 ppmのGA₃よりも促進的な傾向を示した。BA処理による花被片展開の促進について、Leeら(2005)は50 ppmのBAの噴霧処理による促進効果を示している。本報告とは処理方法および濃度は異なるが、BAの花被片展開に対する促進的な作用については今後さらなる検討が必要であろう。

BAとGA₃の組み合わせ処理は、ガーベラ(Danaeeら, 2011)やカラー(Janowska・Stanecka, 2011), チューリップ(Mohammadiら, 2013)の切り花においてその効果が示されている。アイリスでは収穫後貯蔵前の切り花に対してPromalinを50 ppmの成分濃度で噴霧処理することで花被片の展開促進および老化抑制効果が得られることが示されている(Leeら, 2005)。ダリアなどでは、BAを用いた花弁への噴霧処理が実用技術として普及しており、その効果は吸液処理よりも高いとされている(湯本・市村, 2012)。しかし、噴霧処理は個別の花に対する丁寧な噴霧が必要であり、その作業負担が大きい。このため、本実験では、出荷調製の過程で水あげと同時に結束された多くの切り花を均質に処理できる生産者にとってより作業性の高い茎の切り口からの吸液による出荷前処理についてBAとGA₃の組み合わせの効果を調べた。その結果、吸液処理前の貯蔵期間が1日である場合には、処理により花被片展開の促進と花被片老化の抑制の両作用が認められた。さらに、単独では十分な効果が得られない低濃度BAとGA₃の組み合わせでも高濃度での組み合わせと変わらない効果が認められた。一方、処理前に乾式貯蔵で3日を経過した切り花では、前述したようにGA₃による開花促進作用は失われたが、BAおよびGA₃の組み合わせではBA単独よりも花被片の老化が遅れて観賞期間が延長されたことから、BAとGA₃の交互作用について今後検証が必要である。

興味深い観察結果として、BAあるいはBAとGA₃の組み合わせによる処理を行うことで、花被片収縮の抑制が確認された。水分を失った後もその形状を保っていることから、細胞壁など組織の構造あるいは組成への影響があることが推察された。アイリスの花被片老化と細胞壁の崩壊については、市村(2010)が総説において紹介している。アイリスを含む多くの花で、タンパク質合成阻害剤処理で花被片の老化が遅延する(Jonesら, 1994)ことから、遺伝子発現による能動的なプログラム細胞死により、その寿命が制御されていると考えられている。アイリスでは、既にタンパク質分解に関わる酵素をコードする遺伝子およびリン脂質分解に関与する遺伝子の発現が確認されており(van Doornら, 2003)、多くの酵素が細胞壁の分解に寄与していると考えられている。アイリスの花被では開花2日前に既に表皮細胞間の原形質連絡が遮断され、開花後2日目には柔細胞の崩壊が開始し、4日後にはほぼ完全に崩壊

すること、表皮細胞は4日目においても健全であることが観察されている(van Doornら, 2003)。表皮細胞間の原形質連絡が遮断されるタイミングは収穫後間もない時期であり、開花不良の発生やジベレリン処理効果の消失にかかわる可能性がある。また、柔細胞の崩壊の時期はこれよりも遅く、BAの作用との関連性が考えられる。アイリスの花被片の老化では、タンパク質の減少(Celikel・van Doorn, 1995b)が確認されているが、BAなどのサイトカイニンは細胞のシンク活性を高める作用が一般的に知られており、アルストロメリア(Mutuiら, 2003)やカラー(Janowska・Stanecka, 2011)でBA単独によって、あるいはBAとGA₃の組み合わせによって、葉内の窒素の増加とタンパク質やクロロフィルの分解が抑制されることが報告されている。BAやGA₃の細胞壁に対する作用については今後、細胞観察や植物体分析などからその仮説を明らかにする必要がある。

結論として、アイリスの開花不良は、収穫時の切り前にかかわらず発生し、貯蔵により発生が助長された。さらに、湿式、乾式にかかわらず、貯蔵によって観賞期間が短くなった。このため、収穫後の貯蔵はできる限り控え、早期に出荷する必要がある。ジベレリンの吸液処理により開花不良の発生を抑制できたが、その作用は処理前の貯蔵期間が長くなることで消失した。ジベレリンの貯蔵前処理の有効性は既に知られており、貯蔵後ではなく収穫直後に処理を行う必要がある。ベンジルアデニンの吸液処理は観賞期間の延長に有効であり、ジベレリンとの併用により、開花不良と花被片老化双方の改善を図ることができる。これら実験結果から得られた対応策を合わせることで、アイリス‘ブルーマジック’の開花不良を改善し、観賞期間を延長することが可能になり、需要の拡大につながる事が期待される。

摘 要

ダッチアイリス‘ブルーマジック’は観賞性の喪失が早い品目として知られている。本実験では、開花不良と花被片の老化による要因を区別して、花の切り前、収穫後の貯蔵方法、ジベレリン(GA₃)およびベンジルアデニン(BA)処理が花被片展開および観賞期間に及ぼす影響について調査した。アイリスの開花不良は、収穫時の切り前にかかわらず発生した。10℃乾式での貯蔵期間が長くなるに従い、水生け後の花被片展開が抑制され、観賞期間が短くなった。乾式貯蔵と同様に、湿式貯蔵においても貯蔵期間が長くなるほど観賞期間は短くなった。100 ppm GA₃の出荷吸液前処理により乾式貯蔵1日では開花不良は改善されたが、乾式貯蔵3日においては改善されなかった。BAまたはBAとGA₃の組み合わせ吸液処理によって、花被片の老化および収縮が抑制されて観賞期間が延長された。

引用文献

- Celikel, F. G. and W. G. van Doorn. 1995a. Effects of water stress and gibberellin on flower opening in *Iris* × *hollandica*. *Acta Hortic.* 405: 246–252.
- Celikel, F. G. and W. G. van Doorn. 1995b. Solute leakage, lipid peroxidation, and protein degradation during the senescence of *Iris* tepals. *Physiol. Plant.* 94: 515–521.
- Danaee, E., Y. Mostofi and P. Moradi. 2011. Effect of GA₃ and BA on postharvest quality and vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii*. cv. Good Timing) cut flowers. *Hort. Environ. Biotechnol.* 52: 140–144.
- 市村一雄. 2010. 切り花における収穫後の生理機構に関する研究の現状と展望. *花き研報.* 10: 11–53.
- Janowska, B. and A. Stanecka. 2011. Effect of growth regulators on the postharvest longevity of cut flowers and leaves of the calla lily. *Acta Agrobotanica* 64: 91–98.
- Jones, R. B., M. Serek, C. L. Kuo and M. S. Reid. 1994. The effect of protein synthesis inhibition on petal senescence in cut bulb flowers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119: 1243–1247.
- Lee, A. K., S. R. Rhee, J. K. Suh and H. C. Cha. 2005. Development of floral organ and physiochemical changes of cut *Iris hollandica* ‘Blue Magic’ according to plant growth regulators and storage temperature. *Acta Hortic.* 673: 315–321.
- Macnish, A. J., C. Z. Jiang and M. S. Reid. 2010. Treatment with thidiazuron improves opening and vase life of iris flowers. *Postharvest Biol. Technol.* 56: 77–84.
- Mohammadi, K., A. Khaligi, A. R. L. Moghadam and Z. O. Ardebili. 2013. The effects of benzyl adenine, gibberellic acid and salicylic acid on quality of tulip cut flowers. *Intl. Res. J. Appl. Basic Sci.* 4: 152–154.
- Mutui, T. M., V. N. Emongor and M. J. Hutchinson. 2003. Effect of benzyladenine on the vase life and keeping quality of alstroemeria cut flowers. *J. Agric. Sci. Technol.* 5: 91–105.
- 小川 瞬・神谷勝己・市村一雄. 2012. 収穫時期および品質保持剤の使用がシャクヤク切花の花持ち日数と不開花率に及ぼす影響. *園学研.* 11 (別2) : 293.
- Reid, M. S. and R. Y. Evans. 1986. Control of cut flower opening. *Acta Hortic.* 181: 45–54.
- 豊原憲子・奥野裕貴・内山知二. 2005. 前処理方法および観賞時の温度がアイリス切り花の開花に及ぼす影響. *大阪食とみどり技セ研報.* 41: 1–6.
- 豊原憲子・竹内麻里子. 2000. 高温抑制球根を用いたアイリスの促成栽培. 平成11年度大阪“食とみどり”の新技术. : 21–22.
- van Doorn, W. G., P. A. Balk, A. M. van Houwelingen, F. A. Hoeberichts, R. D. Hall, O. Vorst, C. van der Schoot and M. F. van Wordragen. 2003. Gene expression during anthesis and senescence in *Iris* flowers. *Plant Mol. Biol.* 53: 845–863.
- van Doorn, W. G., I. Dole, F. G. Celikel and H. Harkema. 2013. Opening of *Iris* flowers is regulated by endogenous auxins. *J. Plant Physiol.* 170: 161–164.
- 湯本弘子・市村一雄. 2012. ベンジルアデニン散布処理によるダリア切り花の品質保持期間延長. *園学研.* 11 (別2) : 272.