ポットカーネーションの花における花持ち性, エチレン生成量, エチレン感受性の品種間差異

小野崎 隆*・八木雅史・棚瀬幸司

農業・食品産業技術総合研究機構 花き研究所 305-8519 つくば市藤本

Genetic Variation in the Longevity, Ethylene Production and Ethylene Sensitivity of Flowers among Pot Carnation Cultivars

Takashi Onozaki*, Masafumi Yagi and Koji Tanase

National Institute of Floricultural Science (NIFS), National Agriculture and Food Research Organization (NARO), Tsukuba, Ibaraki 305-8519

Abstract

We investigated longevity, ethylene production and ethylene sensitivity of flowers among 42 pot carnation cultivars. Our results indicate that there was a large genetic variability in flower longevity and ethylene synthesis in pot carnation cultivars. Five cultivars ('Polaris', 'Camille Pink', 'Chiffon', 'Bambino' and 'Nina') had a mean flower longevity of more than 9.7 days. These cultivars with long flower longevity showed low ethylene production at senescence and showed neither petal in-rolling nor rapid wilting, which are typical symptoms of ethylene-dependent senescence. Instead, these flowers faded and turned brown along their petal edges. Significant negative correlations were observed between flower longevity and ethylene production at senescence, and between flower longevity and autocatalytic ethylene production. Although large genetic variability in ethylene sensitivity was observed in diploid cultivars, there was no correlation between flower longevity and ethylene sensitivity. Our data showed that polyploidy level in pot carnation cultivars does not have a profound influence on flower longevity or ethylene sensitivity. This study suggests that improvement of flower longevity of pot carnation using cross breeding techniques would be feasible.

Key Words : autocatalytic ethylene production, flower senescence, flower vase life, polyploidy

キーワード : 倍数性, 花持ち, 自己触媒的エチレン生成, 老化

緒 言

矮性タイプのカーネーション (*Dianthus caryophyllus* L.) であるポットカーネーションは, 主に母の日向けの鉢物として生産されている. 平成 19 年農林水産統計によると, 我が国におけるポットカーネーションの卸売数量は, 2007 年には 514 万鉢であり (農林水産省大臣官房統計部, 2008), 鉢物花きの中でも主要品目の一つである. 近年種苗会社での育種が盛んになり, 品種の多様化が進んでいる.

ポットカーネーションの育種過程については, 民間育種会社における交雑育種, 芽条変異, 培養変異などによる品種育成例 (大西, 2002) や, セキチク (*D. chinensis* L.) とビジョナデシコ (*D. barbatus* L.) との交雑により作出された (Moyal-Ben Zvi・Vainstein, 2007) との簡単な記述がみられる程度であり, その由来, 使用された育種素材などの詳細についてはほとんど文献がない. *Dianthus* 属は, 染色体

基本数が $x = 15$ であり, 二倍体 ($2n = 2x = 30$), 四倍体 ($2n = 4x = 60$), 六倍体 ($2n = 6x = 90$) の種が存在する (伊藤ら, 1989; 牛尾ら, 2002). 著者らのグループでは, 様々なカーネーション品種の倍数性をフローサイトメトリーにより調査した. 切り花用カーネーションについては, 調査した 304 点のうちほとんどの品種 (297 点) が二倍体と推定された (八木ら, 2007). 一方, ポットカーネーションについては, 45 品種を供試して調査を行った結果, 通常の二倍体品種に加えて, 三倍体, 四倍体の品種が多数存在することが明らかになった (Yagi ら, 2009). また, SSR マーカーを用いた解析から, ポットカーネーションの二倍体品種は切り花用品種と遺伝的に近く, 倍数体品種は野生種, ボーダーカーネーションなどの切り花用品種以外の育種素材から育成された可能性が示唆された (Yagi ら, 2009).

花持ち性は花きの重要形質の一つである. 花きのホームユース需要が増加する中, 消費者は花持ちの良い花きを求めている. カーネーションは代表的なエチレン感受性花きであり (Woltering・Van Doorn, 1988), 花卉の萎凋などの老化現象にエチレンが大きく関与している. 老化のメカニズ

2008 年 12 月 19 日 受付. 2009 年 3 月 26 日 受理.

* Corresponding author. E-mail: onozaki@affrc.go.jp

ムについては、花が完全に開いた後に雌ずいから発生するエチレンが引き金となり花卉からのエチレン生成を上昇させ、やがて、花全体から多量のエチレンが自己触媒的に発生して花卉が急速に萎凋し、観賞価値を失う(佐藤, 2005)とされている。カーネーションの花持ち性の品種間差異に関して、切り花用品種についてはエチレンの生合成系およびその感受性に変異が存在し、花持ち性に大きな品種間差があることが報告されている(Onozaki, 2008)。しかし、ポットカーネーションにおける花持ち性、エチレン生合成系やエチレン感受性の品種間差異については知見が極めて少ない。

ポットカーネーションの品質は、流通段階や販売後消費者の下での環境条件によりしばしば低下する(Yamane ら, 2007)ことと、消費者の下における小花の早期老化や花蕾の未開花など、花持ち性の低下が問題となっている(山根, 2008)。ポットカーネーションの重要な育種目標には開花の斉一性、早生性、四季咲き性がまず求められるが、それらに加え、近年では、花持ち性の良さおよび室内での開花特性の改善が強く望まれている(大西, 2002)。そこで、ポットカーネーションの花持ち性の品種間差異を明らかにするために、42 品種を供試し、花持ち性、エチレン生成量およびエチレン感受性の調査を行った。

また、カーネーションにおける倍数性と花持ち性、エチレン生成量およびエチレン感受性との関係については、明らかにされていない。チューリップでは、倍数性と花持ち性に関連があるとの報告がある(van Eijk・Eikelboom, 1986)。一方で、アジアティックハイブリッドユリを用いた研究では、四倍体品種・系統と二倍体品種の花持ち性に違いは認められなかった(van der Meulen-Muisers ら, 1998)。このように、倍数性と花持ち性の関係については不明確である。そこで、本研究では、倍数性の異なるポットカーネーション品種を供試し、倍数性と花持ち性との関係を検討したので、結果を報告する。

材料および方法

1. 供試材料

第1表に示した42品種を供試した。これらの倍数性について、フローサイトメトリーにより推定した結果(Yagi ら, 2009)を、第1表に示した。発根苗をポット育苗培土(よかばいど、北海道ピートモス(株))を入れた5号黒ビニルポットに定植し、農研機構花き研のガラス温室で慣行法により管理した。

2. 花持ち性の評価

本研究では、多数の材料の花持ち性を均一な条件で評価するため、各品種の株から外花卉が水平状態に開花したステージで花を切って、恒温室内で花持ち性の評価を行った。茎長1～5 cmに切った花を蒸留水を満たした試験管(外径16.5 mm×全長105 mm)に挿し、気温23°C、相対湿度70%、蛍光灯(光強度: $10 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)で12時間日長の

恒温室内で花持ち性を毎日評価した。花持ち日数は、1品種当たり10輪を供試し、採花日から花卉の萎凋、褐変などで花が観賞価値を失った日までの日数の平均値で示した。花持ち日数の調査は、2006年3～5月および2007年3～5月に行った。

3. 老化時のエチレン生成量、自己触媒的エチレン生成量の測定

花卉の萎凋、褐変などで花が観賞価値を失った日にエチレン生成量の測定を行った。148 mL容のガラス容器に花を1輪入れ、23°Cで1時間密閉後、内部ガスをシリンジで採取し、内部ガスに含まれるエチレンをガスクロマトグラフィー(GC-13A, 島津製作所(株))により定量した。2006年6～7月および2007年6～8月に、1品種当たり5輪について調査を行った。

自己触媒的エチレン生成量については、各品種の株から外花卉が水平状態の開花ステージで採花し、実験に供した。茎長1～5 cmに切った花を蒸留水を満たした試験管に挿し、採花日当日に50 L容アクリルチャンパー内でエチレン処理($2 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ で16時間, $23 \pm 1^\circ\text{C}$)を行った。処理終了後チャンパーから取り出し、気温23°C、相対湿度70%、12時間日長の恒温室内に8時間放置した後、老化時における測定と同様にエチレン生成量を測定した。これについては、2006年5～8月および2007年6～8月に、1品種当たり5輪について調査を行った。

4. 簡易検定法によるエチレン感受性の測定

エチレン感受性については、間欠画像撮影を利用したエチレン感受性簡易検定法を用いて測定した(Onozaki ら, 2004)。各品種の株から外花卉が水平状態の開花ステージで採花し、実験に供した。茎長1～5 cmに切った花を蒸留水を満たした試験管に挿し、採花日当日に50 L容アクリルチャンパー内でエチレン連続処理($10 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$, $23 \pm 1^\circ\text{C}$)を行った。処理中の花をビデオカメラで1時間おきに1分間ずつ撮影して録画し、録画終了後、再生した花の画像を基に、エチレン処理開始から花卉の萎凋が生じるまでの反応時間を調査した。1品種あたり10輪を供試し、その平均値を算出した。調査は、2006年11月～2007年4月および2007年10月～2008年4月に行った。

結 果

花持ち性に関して、最も長い‘ボラリス’の平均13.8日から最も短い‘カステル’および‘A26200-01’の3.2日まで著しく、かつ有意な品種間差異が認められた(第1表; 第1図)。42品種全体の平均花持ち日数は6.8日であった。二倍体品種では、‘ボラリス’、‘カミューピング’、‘シフォン’の花持ち日数はそれぞれ13.8日、9.7日、9.7日、四倍体品種では、‘バンビーノ’、‘ニーニャ’の花持ち日数はそれぞれ12.1日、10.1日と、他の品種に比べて非常に長かった。これらの品種では、老化時のエチレン生成量が極めて少なく(第2図A)、通常の品種で生じる花卉のインローリ

第1表 ポットカーネーション 42 品種における花持ち日数およびエチレン感受性

品 種 名	花 色	種苗会社 ^z	倍数性 ^y	花持ち日数 (日) ^x	エチレン感受性 (h) ^w
カンカンスカーレット	赤	SA	2	3.6 ± 0.5 ab	6.1 ± 0.6 abcd
ティータイム	赤	SN	2	4.4 ± 0.4 abc	6.9 ± 0.3 abcd
アリエル	鮮赤紫	KI	2	4.5 ± 0.2 abc	6.3 ± 0.3 abcd
ビグレット	濃桃	SN	2	4.6 ± 0.3 abcd	8.0 ± 0.3 bcde
オレンジデュオ	橙に赤条	KI	2	5.3 ± 0.4 abcdef	16.1 ± 2.1 g
アネット	桃	SN	2	5.4 ± 0.4 abcdef	6.6 ± 0.5 abcd
マイフェアレディ	赤	KI	2	5.4 ± 0.5 abcdef	6.2 ± 0.3 abcd
オードリー	赤	KI	2	5.4 ± 0.5 abcdef	6.0 ± 0.3 abcd
メル	黄に朱赤条覆輪	SN	2	5.8 ± 0.8 abcdefg	7.6 ± 0.3 abcde
レモンソフト	淡黄	KI	2	5.9 ± 0.4 abcdefgh	15.2 ± 1.9 g
ドリーミン	藤桃に赤紫条	SN	2	6.2 ± 0.3 abcdefghi	14.3 ± 1.9 fg
ワッフル	淡橙	SN	2	6.3 ± 0.3 abcdefghi	8.7 ± 0.4 cde
ワインキャット	濃暗赤	SN	2	6.4 ± 0.3 abcdefghij	8.2 ± 0.3 bcde
リモーネ	淡橙黄	KI	2	6.7 ± 0.6 bcdefghij	10.9 ± 0.6 ef
アンフォーゲッタブル	赤紫	SN	2	6.7 ± 0.3 bcdefghij	9.6 ± 0.3 de
マドレーヌ	橙に赤条	SN	2	6.8 ± 0.4 bcdefghijk	14.2 ± 1.4 fg
サマードレス	朱赤	KI	2	7.6 ± 0.7 cdefghijk	6.6 ± 0.4 abcd
アモーレ	濃桃	KI	2	7.8 ± 0.8 defghijk	7.1 ± 0.3 abcde
アスコット	橙に朱条	SN	2	8.5 ± 0.9 efghijk	6.8 ± 0.2 abcd
カミーユ	淡桃に濃桃条	KI	2	9.2 ± 0.6 hijkl	8.3 ± 0.8 bcde
ディアママレッド	赤	M&B	2	9.2 ± 1.7 hijkl	7.6 ± 0.5 abcde
シフォン	桃	KI	2	9.7 ± 0.8 jkl	6.3 ± 0.3 abcd
カミーユピンク	濃桃	KI	2	9.7 ± 0.7 jkl	7.7 ± 0.5 abcde
ボラリス	淡緑	KI	2	13.8 ± 0.6 m	6.9 ± 0.4 abcd
ルビーベル	赤	SA	3	5.2 ± 0.9 abcde	5.1 ± 0.2 abc
トゥルーラブ	鮮赤紫	KI	3	5.7 ± 0.5 abcdef	6.1 ± 0.3 abcd
ベイビーハート	濃桃	M&B	3	5.9 ± 0.3 abcdefgh	7.1 ± 0.3 abcde
カステル	暗赤に淡赤覆輪	KO	4	3.2 ± 0.2 a	5.3 ± 0.3 abc
A26200-01	赤紫に白覆輪	KO	4	3.2 ± 0.1 a	6.3 ± 0.8 abcd
フラミンゴ	濃桃に淡赤覆輪	KO	4	3.6 ± 0.2 ab	5.3 ± 0.4 abc
A16241-04	ワインレッド	KO	4	4.8 ± 0.3 abcd	6.7 ± 0.4 abcd
ピンクサプライズ	桃	KO	4	5.4 ± 0.2 abcdef	7.6 ± 0.4 abcde
プリティローズ	桃	SA	4	5.9 ± 0.3 abcdefgh	7.5 ± 0.3 abcde
カレリア	桃	SA	4	7.1 ± 0.3 cdefghijk	7.4 ± 0.5 abcde
A26091-01	桃	KO	4	7.3 ± 0.8 cdefghijk	6.9 ± 0.2 abcd
ボスコ	赤	KI	4	7.5 ± 0.9 cdefghijk	4.7 ± 0.2 ab
トゥーラ	赤	KO	4	7.8 ± 0.6 defghijk	8.9 ± 1.1 cde
A36237-01	ダークレッド	KO	4	8.6 ± 0.8 fghikk	6.4 ± 0.2 abcd
コッペリア	朱赤	SA	4	9.1 ± 0.3 ghijkl	6.8 ± 0.4 abcd
ロディン	赤紫に濃赤紫目	KI	4	9.3 ± 0.5 ijkl	4.1 ± 0.2 a
ニーニャ	桃	SA	4	10.1 ± 0.5 kl	7.6 ± 0.3 abcde
バンビノー	淡桃	SA	4	12.1 ± 0.8 lm	6.0 ± 0.4 abcd

^z種苗会社, SA: (株)サカタのタネ, SN:雪印種苗(株), KI:キリンアグリバイオ(株), M&B: (株)M&B フローラ, KO:P. コーイ社^yフローサイトメトリーにより推定した倍数性 (Yagi ら, 2009)^x茎長 1 ~ 5 cm に切った花を蒸留水入りの試験管に挿し, 気温 23°C, 相対湿度 70%, 蛍光灯で 12 時間日長に制御した恒温室内で評価 n = 10, 値は平均 ± 標準誤差を示す 同一英文字間に Tukey の HSD 検定により 5%水準で有意差がない^wエチレン感受性: エチレン連続処理 (10 μL・L⁻¹, 23 ± 1°C) 開始から花卉の萎凋が生じるまでの反応時間 n = 10, 値は平均 ± 標準誤差を示す 同一英文字間に Tukey の HSD 検定により 5%水準で有意差がない

ング, 萎凋を示さずに, 花卉の縁から褐変する症状で観賞価値を失った. 一方, これらの花持ち性の優れる品種のエチレン連続処理に対する反応時間は, 6.0 ~ 7.7 時間の範囲にあり, エチレン感受性について特に低い傾向は見られなかった (第2図C). ‘カンカンスカーレット’, ‘カステル’, ‘A26200-01’, ‘フラミンゴ’では, 花持ち日数が4.0日未満と花持ち性が劣っていた (第1表).

供試品種の花におけるエチレン感受性には, 有意な品種間差異が認められた (第1表). エチレン連続処理 (10 μL・L⁻¹, 23 ± 1°C) に対する各品種の反応時間を比較すると, 最も長い ‘オレンジデュオ’ の 16.1 時間に対し, 最も短い ‘ロディン’ では 4.1 時間と, 両者の間には 4 倍近い差が認められた. 42 品種全体の反応時間の平均は 7.7 時間であり, 42 品種中 32 品種では反応時間が 8 時間以下であった. 一

第1図 ポットカーネーション6品種における花持ち性の品種間差異

A: 採花0日目 (2008年3月11日撮影), B: 採花7日目 (2008年3月18日撮影)

上段左から 'ポリリス', 'シフォン', 'カミーユ'
下段左から 'カステル', 'フラミンゴ', 'アリエル'
蒸留水入りの試験管に切り花を挿し, 気温 23°C, 相対湿度 70%, 蛍光灯 (光強度: $10 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) で 12 時間日長に調節した恒温室内で評価

方, 'オレンジデュオ', 'レモンソフト', 'ドリーミン', 'マドレーヌ' のエチレン連続処理に対する反応時間は, それぞれ 16.1, 15.2, 14.3 および 14.2 時間と他の品種に比較して長く, エチレンによる花卉の萎凋が生じにくかった (第1表, 第3図). これらの品種の花にエチレン処理 ($2 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ で 16 時間, $23 \pm 1^\circ\text{C}$) を行くと, $28.8 \sim 108.7 \text{ nL} \cdot \text{g FW}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ の自己触媒的エチレン生成が認められ, エチレンに対する反応性は有していた (第4図).

供試品種の花持ち日数と, 老化時のエチレン生成量, 自己触媒的エチレン生成量との関係を調べたところ, いずれも 1%水準で有意な負の相関 ($r = -0.62^{**}$, -0.48^{**}) が認められた (第2図 A, B). 一方, 花持ち日数とエチレン感受性, エチレン感受性と自己触媒的エチレン生成量との間には, 有意な相関関係は認められなかった (第2図 C, 第4図).

二倍体品種 24 品種において, 花持ち性 (第1表), エチレ

第2図 ポットカーネーション42品種における花持ち日数と, 老化時のエチレン生成量 (A), 自己触媒的エチレン生成量 (B), エチレン感受性 (C) との関係

** は 1%水準で有意, n.s. は有意でないことを示す

ン生成量 (第2図 A, B), エチレン感受性 (第1表, 第2図 C) に大きな品種間差異がみられた. 一方, 四倍体 15 品種においては, 花持ち性 (第1表), エチレン生成量 (第2図 A, B) には大きな差がみられたが, エチレン感受性についてはエチレン連続処理に対する反応時間が 4.1 ~ 8.9 時間と二倍体ほどの大きな変異は認められなかった (第2図 C). 三倍体の 3 品種については, 花持ち日数が 5.2 ~ 5.9 日, エチレン連続処理に対する反応時間が 5.1 ~ 7.1 時間と三倍体品種間での有意な変異は認められなかった (第1表, 第2図 C).

考 察

カーネーションの花持ち性の品種間差異とその要因に関しては, 1990 年代に欧米で研究が進められ, 切り花用品種

第3図 ポットカーネーション 6 品種におけるエチレン感受性の品種間差異

(実験日 2008 年 3 月 9 日)

A: エチレン処理開始時, B: エチレン連続処理 ($10 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$, $23 \pm 1^\circ\text{C}$) 15 時間後

上段左から ‘オレンジデュオ’, ‘レモンソフト’, ‘ドリーミン’

下段左から ‘カステル’, ‘シフォン’, ‘ポラリス’

第4図 ポットカーネーション 42 品種におけるエチレン感受性と自己触媒的エチレン生成量との関係

n.s. は有意でないことを示す

において、老化時のエチレン生成やエチレン感受性に大きな変異のあることが相次いで報告された。老化時のエチレン生成量が少ないため花持ち性の優れる切り花用品種としては、‘サンドラ’ (Wu ら, 1991a, b), ‘キラー’ (Serrano・Romero, 1991), ‘サンドローサ’ (Mayak・Tirosh, 1993), ‘ローランド’ (Burchi ら, 1999) が、エチレン感受性の低下により花持ち性の優れる切り花用品種としては、‘キネラ’ (Woltering ら, 1993; Wu ら, 1991a, b), ‘エボメオ’ (Woltering ら, 1993) が報告された。

近年では、我が国においてもスプレー系切り花用品種の花持ち性を調査したいくつかの報告がある。Nukui ら (2004) は、カーネーション 30 品種の花持ち性を調べ、‘ルノアール’, ‘シオン’, ‘ロイヤルグリーン’, ‘クリームキャンドル’, ‘ホワイトキャンドル’ の 5 品種は老化時のエチレン生成量が少なく、花卉の萎凋、インローリングを示さず、花持ち日数が他の品種に比べて極めて長いことを見いだした。佐藤 (2005) は、‘ライトクリームキャンドル’, ‘レスター’ も ‘ホワイトキャンドル’ と同様に花持ち性の優れる品種として挙げている。二村ら (2005) は、スプレー系切り花用 47 品種の花持ち性を調査し、‘イエローインターメッツォ’, ‘ライトクリームキャンドル’, ‘インターメッツォ’, ‘ラムレーズン’ を花持ち性の優れる品種として挙げている。また、著者らは、シム系品種 ‘ホワイトシム’ の 3.2~3.6 倍の優れた花持ち性を示すスタンダード系品種 ‘ミラクルルージュ’, ‘ミラクルシンフォニー’ を 2005 年に育成した (小野崎ら, 2006)。

本研究において、切り花用品種だけでなく、ポットカーネーション品種においても、花持ち性やエチレン生成量に大きな変異の存在することがわかった。‘ポラリス’, ‘カミーユピンク’, ‘シフォン’, ‘バンビーノ’, ‘ニーニャ’ といったエチレン生成量の低下により花持ち性の優れる品種を明らかにすることができた。著者らは、交雑育種法により切り花用カーネーションの花持ち性の遺伝的な改良を試み、交雑実生の花持ち日数を指標とした選抜とその選抜系統間での交配を繰り返し、選抜と交配によるカーネーションの花持ち性の改良が可能であることを示した (Onozaki ら, 2001, 2006, 2008)。従って、ポットカーネーションにおけるこのような花持ち性の変異の存在は、消費者段階での花持ち性が重要なポットカーネーションにおいても、花持ち性の向上を目指した交雑育種の可能性を示している。さらに、花持ち性と老化時のエチレン生成量、自己触媒的エチレン生成量との間には有意な負の相関関係が認められ、花持ち性の優れる品種はエチレン生成量が低い特性を有することにより花持ち性が向上していることが明らかになった。

花持ち性に優れ、かつエチレン低感受性を有する品種があれば、流通時などのエチレン汚染環境下でも花持ち性が確保され、鉢物として非常に有用と思われる。しかし、エチレン低感受性の ‘オレンジデュオ’, ‘レモンソフト’, ‘ド

リーミン’、‘マドレーヌ’の花持ち日数はそれぞれ 5.3, 5.9, 6.2 および 6.8 日であり、エチレン低感受性品種の花持ち性が優れる傾向は特にみられなかった。全供試品種のエチレン感受性と花持ち日数との間に有意な相関は認められず、両者の間に関連性はみられなかった。これらのエチレン低感受性品種は、エチレンによる花卉の萎凋は生じにくい、自己触媒的エチレン生成は認められることから、エチレン受容体やエチレン生合成系は機能していると思われる。従って、エチレンを受容した後、花卉の萎凋反応へと向かう情報伝達経路上の反応が抑制されていることが推測された。

著者らは、切り花用カーネーションにおいてエチレン感受性簡易検定法 (Onozaki ら, 2004) を用いた選抜と交配により、本研究と同一条件のエチレン処理 ($10 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$, $23 \pm 1^\circ\text{C}$) による花卉の萎凋までの反応時間が 50 時間以上というエチレン極低感受性系統 (902-48a, 234-43S, 234-36S) の作出に成功している (Onozaki ら, 2008)。これら 3 系統は、対照品種 ‘ホワイトシム’ の 1.4 ~ 2.1 倍の花持ち性を示した。本研究により、ポットカーネーションの二倍体品種において、エチレン感受性に大きな品種間差異の存在することがわかった。従って、ポットカーネーションにおいても、エチレン感受性が低く流通適性に優れ、かつ花持ち性に優れる品種育成の可能性が示された。

ポットカーネーションの倍数性と花持ち性、エチレン感受性との間に関連性は認められなかった (第 2 図)。van der Meulen-Muisers ら (1998) は、アジアティックハイブリッドユリの四倍体 5 品種および 5 系統と二倍体 50 品種の花持ち性を比較したが、本研究結果と同様に、倍数性と花持ち性の間に特に関連性は示されなかった。一方で、van Eijk・Eikelboom (1986) は、チューリップにおいて、二倍体品種よりも四倍体品種の方がよりよい花持ち性を示す可能性を指摘し、実際に四倍体選抜クローンの多くは、もとの二倍体の親よりも花持ち性に優れることを報告している。花きの育種においては、三倍体では花粉が不稔化して自家受粉が起こらないので、自家受粉によって引き起こされる花の老化の抑制により花持ち性が向上することを期待して、三倍体品種を開発している場合もある (三位, 2003)。アジアティックハイブリッドのユリ育種において、雄性不稔の出現と花持ち性との間に間接的な連鎖関係が認められ、さらに、花持ち性と連鎖した RAPD マーカーが報告されている (van der Meulen-Muisers ら, 1995)。カーネーションの場合は、現在の品種のほとんどが八重咲きであり、花粉生産量が極めて少ないか全く生産しない品種が多く、人為的交配以外で自家受粉する可能性は低い。緒言で述べたように、受粉を介さないカーネーションの自然老化 (非受粉誘導老化) は、雌ずいのエチレン生成が引き金となり生じることが知られている (佐藤, 2005)。このことが、倍数性と花持ち性との間に大きな関連性がない原因と思われる。

供試した三倍体や四倍体品種中にはエチレン低感受性品

種は存在せず、エチレン連続処理に対する反応時間が 6 時間未満のエチレン高感受性品種が多い傾向がみられた (第 1 表)。著者らのグループの SSR マーカーを用いた研究で、ポットカーネーションの二倍体品種は切り花用品種と遺伝的に近く、倍数体品種は野生種、ボーダーカーネーションなどの切り花用品種以外の育種素材から育成された可能性が示唆されている (Yagi ら, 2009)。倍数体品種にエチレン低感受性品種が存在しないことやエチレン高感受性品種が多いことは、品種育成に使われた育種素材の違いが影響している可能性が考えられる。

本研究では、多数の品種を材料とした網羅的な調査を目的としたため、花を切った状態で、花持ち性やエチレン感受性を調査した。花を切らない状態、つまり鉢物としての花持ち性やエチレン感受性については、今後品種数を絞った上で詳細に検討していく必要がある。

摘 要

ポットカーネーション 42 品種の花について、花持ち性、エチレン生成量、エチレン感受性を調査した。ポットカーネーション品種中に、花持ち性やエチレン生成量に関して大きな変異の存在することが明らかになった。‘ボラリス’、‘カミーユピンク’、‘シフォン’、‘バンビーノ’、‘ニーニャ’は平均花持ち日数 9.7 日以上と花持ち性に優れていた。これらの花持ち性の優れる品種では、老化時のエチレン生成量が極めて少なく、通常の品種で生じる花卉のインローリング、萎凋を示さずに、花卉の縁から褐変する症状で観賞価値を失った。花持ち性と老化時のエチレン生成量、自己触媒的エチレン生成量との間には有意な負の相関関係が認められた。また、エチレン感受性についても二倍体品種で大きな品種間差異のあることが明らかになったが、エチレン感受性と花持ち日数との間に有意な相関は認められず、エチレン低感受性品種の花持ち性が優れる傾向はみられなかった。倍数性と花持ち性、エチレン感受性との間に関連性は認められなかった。本研究により、ポットカーネーションにおける花持ち性の品種間差異が明らかになり、花持ち性の向上を目指した交雑育種の可能性が示された。

謝 辞 研究材料を提供いただいた茨城県農業総合センター園芸研究所の駒形智幸氏、カネコ種苗 (株) の北爪伸英氏に深く感謝する。

引用文献

- Burchi, G., C. Bianchini, A. Mercuri, G. Foglia, D. Rosellini and T. Schiva. 1999. Analysis of post-harvest flower life in a cross between carnation cultivars with different ethylene responses. *J. Genet. & Breed.* 53: 301–306.
- 伊藤秋夫・武田恭明・塚本洋太郎・富野耕治. 1989. ナデシコ属. p. 455–462. 塚本洋太郎編. 園芸植物大辞典. 第 3 巻. 小学館. 東京.
- Mayak, S. and T. Tirosh. 1993. Unusual ethylene-related behavior

- in senescing flowers of the carnation *Sandrosa*. *Physiol. Plant.* 88: 420–426.
- 三位正洋. 2003. 花の育種. p. 255–267. 日向康吉・西尾剛編. 植物育種学各論. 文永堂出版. 東京.
- Moyal-Ben Zvi, M. and A. Vainstein. 2007. Carnation. p. 241–252. In: E. C. Pua and M. R. Davey (eds). *Biotechnology in agriculture and forestry*, vol. 61. *Transgenic crops VI*. Springer, Berlin.
- 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.
- 農林水産省大臣官房統計部. 2008. 平成19年花き卸売市場調査結果の概要. 農林水産統計. 1–17.
- Nukui, H., S. Kudo, A. Yamashita and S. Satoh. 2004. Repressed ethylene production in the gynoecium of long-lasting flowers of the carnation ‘White Candle’: role of the gynoecium in carnation flower senescence. *J. Exp. Bot.* 55: 641–650.
- 大西 昇. 2002. ポットカーネーション・育種と培養苗生産. p. 691–696. 農文協編. 花き園芸百科7 (育種/苗生産/バイオテック利用). 農文協. 東京.
- Onozaki, T. 2008. Improvement of flower vase life using cross-breeding techniques in carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). *JARQ* 42: 137–144.
- Onozaki, T., H. Ikeda and M. Shibata. 2004. Video evaluation of ethylene sensitivity after anthesis in carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flowers. *Sci. Hortic.* 99: 187–197.
- 小野崎 隆・池田 広・柴田道夫・谷川奈津・八木雅史・山口 隆・天野正之. 2006. 花持ち性の優れるカーネーション農林1号‘ミラクルルージュ’および同2号‘ミラクルシンフォニー’の育成経過とその特性. 花き研報. 5: 1–16.
- Onozaki, T., H. Ikeda and T. Yamaguchi. 2001. Genetic improvement of vase life of carnation flowers by crossing and selection. *Sci. Hortic.* 87: 107–120.
- Onozaki, T., N. Tanikawa, M. Yagi, H. Ikeda, K. Sumitomo and M. Shibata. 2006. Breeding of carnations (*Dianthus caryophyllus* L.) for long vase life and rapid decrease in ethylene sensitivity of flowers after anthesis. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 75: 256–263.
- Onozaki, T., M. Yagi and M. Shibata. 2008. Selection of ethylene-resistant carnations (*Dianthus caryophyllus* L.) by video recording system and their response to ethylene. *Sci. Hortic.* 116: 205–212.
- 佐藤 茂. 2005. エチレンによる花の老化誘導. p. 305–317. 羽柴輝良編. 新しい作物保護の展開. ソフトサイエンス社. 東京.
- Serrano, M. and F. Romojaro. 1991. Ethylene and polyamine metabolism in climacteric and nonclimacteric carnation flowers. *HortScience* 26: 894–896.
- 牛尾亜由子・小野崎 隆・柴田道夫. 2002. フローサイトメーターによる *Dianthus* 属遺伝資源の倍数体測定. 花き研報. 2: 21–26.
- van der Meulen-Muisers, J. J. M., J. C. van Oeveren, J. M. Sandbrink and J. M. van Tuyl. 1995. Molecular markers as a tool for breeding for flower longevity in Asiatic hybrid lilies. *Acta Hort.* 420: 68–71.
- van der Meulen-Muisers, J. J. M., J. C. van Oeveren and J. M. van Tuyl. 1998. Genotypic variation in postharvest flower longevity of Asiatic hybrid lilies. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123: 283–287.
- van Eijk, J. P. and W. Eikelboom. 1986. Aspects of breeding for keeping quality in *Tulipa*. *Acta Hort.* 181: 237–243.
- Woltering, E. J., D. Somhorst and C. A. de Beer. 1993. Roles of ethylene production and sensitivity in senescence of carnation flower (*Dianthus caryophyllus*) cultivars White Sim, Chinera and Epomeo. *J. Plant Physiol.* 141: 329–335.
- Woltering, E. J. and W. G. Van Doorn. 1988. Role of ethylene in senescence of petals—morphological and taxonomical relationships. *J. Exp. Bot.* 39: 1605–1616.
- Wu, M. J., W. G. Van Doorn and M. S. Reid. 1991a. Variation in the senescence of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) cultivars. I. Comparison of flower life, respiration and ethylene biosynthesis. *Sci. Hortic.* 48: 99–107.
- Wu, M. J., W. G. Van Doorn and M. S. Reid. 1991b. Variation in the senescence of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) cultivars. II. Comparison of sensitivity to exogenous ethylene and of ethylene binding. *Sci. Hortic.* 48: 108–116.
- 八木雅史・藤田祐一・吉村正久・小野崎 隆. 2007. フローサイトメトリーによるカーネーション栽培品種の倍数性の網羅的推定. 花き研報. 7: 9–16.
- Yagi, M., T. Kimura, T. Yamamoto and T. Onozaki. 2009. Estimation of ploidy levels and breeding backgrounds in pot carnation cultivars using flow cytometry and SSR markers. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 78: 335–343.
- 山根健治. 2008. 鉢花カーネーションの品質に及ぼす5-アミノレブリン酸の影響. 植調. 42(4): 119–124.
- Yamane, K., A. Inotsume, Y. Wada, A. Shimizu and M. Hayashi. 2007. Effects of ethylene inhibitors on indoor quality and longevity in potted carnations. *Acta Hort.* 755: 191–196.