

アブリコットおよび覆輪花系スプレーギクの花色に及ぼす作期と栽培温度の影響

野崎香樹¹・村本智香²・高村武二郎²・深井誠一^{2*}

¹愛媛大学大学院連合農学研究科 790-8566 愛媛県松山市

²香川大学農学部 761-0795 香川県木田郡三木町

Effects of Growing Season and Temperature on Flower Color in Apricot and Picotee Flower Genotypes of Spray Chrysanthemum

Kouju Nozaki^{1*}, Chika Muramoto², Takejiro Takamura² and Seiichi Fukai²

¹The United Graduate School of Agricultural Science, Ehime University, Matsuyama, Ehime 790-8566

²Faculty of Agriculture, Kagawa University, Miki, Kagawa 761-0795

Summary

To clarify the effects of growing season and temperature on flower color in apricot and picotee flower genotypes of spray chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Kitam.), flower petal color of ray florets flowered under different growing seasons or temperatures was evaluated. Concentrations of anthocyanin and carotenoid in ray florets were also assayed. Apricot flower genotypes displayed a yellowish flower, decreased a* value and increased b* and h values under high temperature conditions. In picotee flower genotypes, the red region on the petal faded or disappeared under high temperature conditions, changing the proportions of picotee. There were two patterns for the expression of picotee phenotype, 1. genotypes in which the white region appeared at the tip of a red petal under high temperature. 2. genotypes in which the red region was located at the base of petal, and the region was increased at the optimal temperature. The two main anthocyanins, cyanidin 3-O-(6"-O-monomalonyl-β-glucopyranoside) and cyanidin 3-O-(3",6"-O-dimalonyl-β-glucopyranoside), were detected in all genotypes, but the relative amounts changed depending on temperatures. However, the total amount of carotenoid was unaffected by temperature. These findings suggested that changes in the amounts of the two main flower pigments were the main reason for flower color changes in many apricot and picotee flower genotypes.

Key Words : anthocyanin, carotenoid, flower pigment, HPLC

キーワード : アントシアニン, カロテノイド, 花色素, HPLC

緒 言

スプレーギクの最大の特徴は品種の多様性にあり、花色は白、赤、ピンク、黄、アブリコット、緑および複色と多彩である (Dole・Wilkins, 1999)。ギクの舌状花に含まれる主要な花色素は、フラボノイド系およびカロテノイド系色素であり (河瀬・塚本, 1974, 1976), Nakayama ら (1997) および山口ら (1987) により赤花系ギクの主要アントシアニンはシアニジン 3-モノマロニルグルコシド (以後, Cy 3-6"-MMG) とシアニジン 3-ジマロニルグルコシド (以後, Cy 3-3",6"-DMG) であることが明らかにされている。我々は前報で、高温・多日照下の夏季作または 30°C 下で開花したピンク花系品種において花色の発色不良が生じること、またその発色不良に Cy 3-6"-MMG および Cy 3-3",6"-DMG 量の減少が強く関与していることを示した (野崎ら, 2004, 2005)。したがって、アブリコット色花系品種および赤色を

含む覆輪花品種についても、温度によって花色が変化することが予想される。しかし、これらの品種において栽培温度が花色に及ぼす影響に関する報告は無く、またアントシアニンと花色との関係についても明らかにされていない。さらにギクの黄色または橙色花系品種は、カロテノイドを有することが示されている (河瀬・塚本, 1974) が、花色とカロテノイド量に関する報告はほとんど無い (大宮, 2004)。

本研究ではアブリコット色花系および覆輪花スプレーギクにおける花色が作期または温度により変化する様相を明らかにし、覆輪花の花色の安定的発現のための基礎的知見を得るため、測色色差計により舌状花の色を測定するとともに、高速液体クロマトグラフィー (以後, HPLC) および分光光度計により舌状花中のアントシアニンおよびカロテノイドの量的変化を調査した。

材料および方法

1. 作期および栽培温度が花色に及ぼす影響

アブリコット色花系品種 ‘セイハーマン’, ‘セイアモー

2005年6月30日 受付. 2005年11月4日 受理.
* Corresponding author. E-mail: fukai@ag.kagawa-u.ac.jp

レ', 'セイルパン', 'ポアロ', 覆輪花品種 'セイエレナ', 'セイパピオン', 'セイトリオ' (以後, 赤色及び白色の覆輪), 'セイスーザ', 'キングトリオ' (以後, 赤色及び黄色の覆輪) および黄色花系品種 'プロスト' の合計 10 品種のスプレーギク (*Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Kitam.) を用いて実験を行った. 長日下・最低温度 15°C に設定したビニールハウス内で維持した親株から採穂, 挿し芽を行い, 発根苗を真砂土と堆肥を 3:1 の割合で混ぜた混合土を充填した 10.5 cm ビニールポットに移植し, その後, 最上位展開葉の下でピンチを行った. ピンチ約 30 日後に株あたり 1 本に仕立て, 7 号鉢に 5 株ずつ定植し, 1 品種につき 5 株を用い, 同温室内で 10 時間日長 (明期 8:00 ~ 18:00) の短日処理を開花まで行った. まず, 異なる作期における花色の発現を明らかにするために, 2003 年 5 月 28 日, 6 月 30 日および 9 月 24 日に短日処理を開始する区 (以後, それぞれ 5/28, 6/30 および 9/24 作期) を設けた (実験 I). なお, 5/28, 6/30 または 9/24 作期における開花期は, それぞれ 7/7 ~ 7/26, 8/19 ~ 9/7 または 11/8 ~ 11/29 となった.

また, 制御温度下における花色の発現を明らかにするために, 2003 年 4 月 11 日より同温室内で短日処理を行い, 頂花蕾において伸長した舌状花の先端が肉眼で確認できた時, 各品種あたり 5 株ずつを 20°C または 30°C に設定した自然光型人工気象室 (以後, 20°C または 30°C 処理区) に搬入し, 開花まで自然日長下で栽培した (実験 II). 実験 I, II とともに, 開花は頂花の舌状花が完全に展開した時とした. また, 元肥として 100 日タイプの緩効性化成肥料 (ハイコントロール 100, チッソ旭肥料 (株) N:P₂O₅:K₂O=16:5:10) を各鉢あたり 2 g 施すとともに, 10.5 cm ポット移植時から舌状花を肉眼で確認できる時まで液肥 (ハイポネックス液, (株) ハイポネックスジャパン, N:P₂O₅:K₂O=6:10:5) を 500 倍に希釈して 1 週間に 1 回施用した. 花色の測定は, 上述の開花時に頂花の舌状花を無作為に 5 枚選び, 測色色差計 (NR-3000, 日本電色工業 (株)) で舌状花中央部の CIE (1967) Lab 表色系における L*, a*, b* 値を測定し, 彩度 ($C^*=(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$) と色相角度 ($h=\tan^{-1}(b^*/a^*)$) を算出した. 頂花 5 花分の花色を測定し, 計 25 枚の平均値を算出した. また覆輪花品種においては (赤色部位の長さ)/(舌状花全長) × 100 で定義される覆輪割合 (%) の測定を行った.

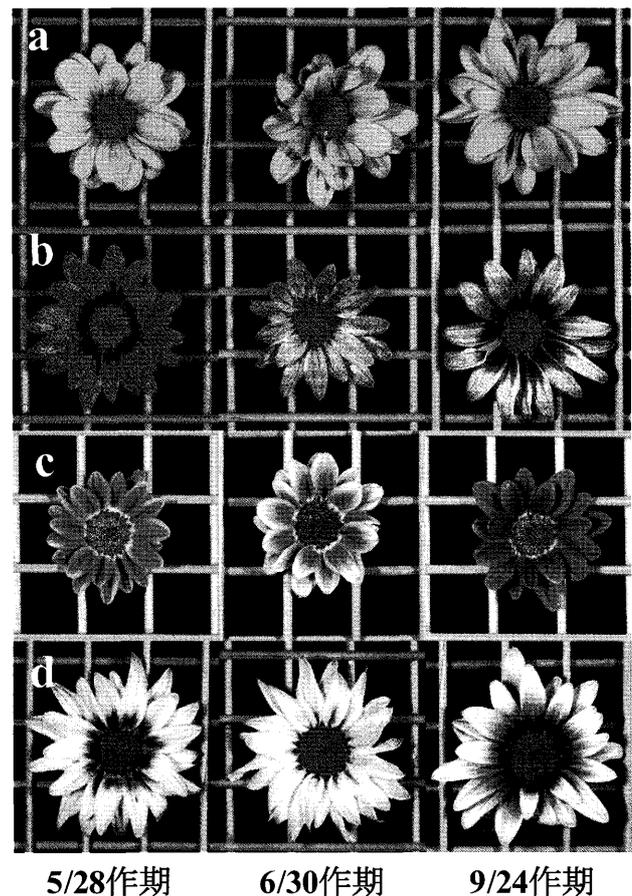
2. アントシアニンの測定

HPLCによる主要アントシアニンの測定には実験IおよびIIの10品種のスプレーギクを用いた. 開花後の舌状花を40°Cの乾燥機で一昼夜乾燥させた後, 分析までの間-20°Cで保存した. この舌状花を5%ギ酸メタノールを用いて一晚5°C下で冷浸して得た抽出液を脱水・乾固後, 5%ギ酸メタノール1 mLで再抽出してHPLCの試料とした. 分析には各処理区あたり3試料を用いた. 2台のLC-10ATポンプ((株)島津製作所), カラムオープン(CTO-10A, (株)島津製作所)で40°Cに維持した2個のコスモシル5C18AR-IIカラム(径4.6 mm×長さ50 mm(ガードカラム)および径

4.6 mm×長さ250 mm, ナカライテスク(株))およびSPD-10AV検出器((株)島津製作所)からなるHPLCシステムを用いた. 溶媒Aを1.5%リン酸, 溶媒Bを1.5%リン酸, 20%酢酸, 25%アセトニトリル水溶液とした混合液(A:B=75:25, v/v)を用い, 40分後に溶媒Bの割合を80%に変化させる直線濃度勾配溶出法を適用した. 混合液の流速は0.8 mL・min⁻¹に維持した.

3. カロテノイドの測定

実験IIの方法に従い採取したアプリコット色花系品種 'セイルパン', 'ポアロ', 覆輪花品種 'セイスーザ', 'キングトリオ' (以上, 赤色及び黄色の覆輪) および黄色花系品種 'プロスト' の合計5品種のスプレーギクの舌状花を用いた. 開花後の舌状花を採取し, 新鮮重を測定後, 分析までの間-20°Cで保存した. この舌状花をアセトン3 mLを加えて細かく潰した後, ジエチルエーテルを5 mL加えて再び混ぜた. さらにジエチルエーテルを5 mL加え, 分離した上層部を単離し, ジエチルエーテルで10 mLに定溶した. これを分光光度計で445 nmの吸光度を測定し, その値を総カロテノイド量とし, 温度間で比較した. 測定には各処理区あたり3試料を用いた.



第1図 作期が花色に及ぼす影響

a: 'ポアロ', b: 'セイスーザ', c: 'セイエレナ', d: 'セイトリオ'

背景のスケールは2 cm 角

結 果

1. 作期および栽培温度が花色に及ぼす影響

1) アプリコット色花系品種

アプリコット色花系品種の発色は作期により異なった。低温期の 9/24 作期において赤色味が、高温期の 6/30 作期では黄色味が強い花色をそれぞれ呈した (第 1 図 a)。作期がアプリコット色花系および黄色花系品種の花系に及ぼす影響を第 1 表に示す。赤色の度合いを示す a* 値は、いずれのアプリコット色花系品種においても低温期の 9/24 作期で最大になり、高温期の 6/30 作期で最小になった。また a* 値同様、色相角度を示す h 値においても 9/24 作期で最小となった。逆に黄色の度合いを示す b* 値は、'セイアモーレ' および 'セイルパン' 以外のすべての品種で 6/30 作期で最大になり、すべての品種で 9/24 作期で最小となった。他方、黄色花系品種 'プロスト' の a* および h 値では作期間に有意な差異は無かった。実験 II において温度が花色の発色に及ぼす影響を検討したところ、いずれのアプリコット色花系品種においても 30°C 処理区では a* および h 値が小さく、b* 値が大きくなり、高温期の 6/30 作期の花系と同程度の発色を示した (データ未掲載)。なお、20°C 処理区では低温期の 9/24 作期の花系に似たような色を呈した。黄色花系品種 'プロスト' では b* 値が 30°C 処理区で若干小さくなったが、他の値 (L*, a*, C* または h 値) において温度間差異は認められなかった。

2) 覆輪花品種

覆輪花品種の発色は、赤と黄色の覆輪、赤と白色の覆輪花系品種ともに 9/24 作期で赤色部位の割合が大きくなり、6/30 作期ではその割合が小さい、もしくは消失した (第 1 図 b, c, d)。作期が覆輪花品種の花系に及ぼす影響を第

2 表に示す。赤と黄色の覆輪花系品種 'セイスーザ' の赤色部位は、アプリコット色花系品種に似た値を示し、a* 値は 9/24 作期で最大となったのに対して、h 値は最小となった。また、6/30 作期における b* および h 値は顕著に大きくなった。この原因は 6/30 作期で赤色部位の割合が減少し、黄色部位の色を同時に計測した結果による。'キングトリオ' においては 9/24 作期でのみ赤色が発現した。黄色部位は、黄色の度合いを示す b* および C* 値において 6/30 作期で最小となった。他方、赤と白色の覆輪花系品種の覆輪発現には 6/30 作期に赤色部位が減少することで花弁先端に白色部位が発現するタイプ (第 1 図 c) と 9/24 作期に基部の赤色部位が増加するタイプ (第 1 図 d) の 2 つのタイプが観察された。赤色部位における a* および C* 値は、すべての品種で 9/24 作期に最大、6/30 作期に最小となり、覆輪花系品種の赤色部位の発色は、いずれの品種においても同様の傾向を示した。作期または温度が覆輪花系品種の覆輪割合に及ぼす影響について第 3 表に示す。なお、'セイパピオン' はいずれの作期または温度においても着色部位の境界が不明瞭であったため表より省いた。'セイエレナ' の白色部位は 6/30 作期でのみ発現が見られ、'キングトリオ' は 9/24 作期および 20°C 処理区でのみ覆輪が観察された。全処理区を通して覆輪が確認された 9/24 作期に基部の赤色部位が増加するタイプに属する 'セイトリオ' および 'セイスーザ' では 6/30 作期および 30°C 処理区でそれぞれ覆輪割合が減少した。

2. 作期および栽培温度による主要アントシアニンとカロテノイド量の変動

用いたすべての品種において、すべての作期および温度処理区で Cy 3-6"-MMG および Cy 3-3",6"-DMG が主要アントシアニンとして検出された (第 2 図)。ただし、黄色花系

第 1 表 作期がアプリコット色花系および黄色花系品種の花系に及ぼす影響

品種	作期	測色色差計による測定値			C* (彩度)	h (色相角度)	
		L*	a*	b*			
アプリコット色花系品種	'セイアモーレ'	5/28	85.04 b ²	1.67 b	18.22 a	18.37 a	85.05 b
		6/30	90.85 a	-1.79 c	13.68 b	13.85 b	97.24 a
		9/24	83.96 b	9.25 a	5.42 c	11.00 c	32.01 c
	'セイハーマン'	5/28	82.31 b	7.15 b	18.57 b	20.08 b	69.32 b
		6/30	85.48 a	1.50 c	25.56 a	26.31 a	85.41 a
		9/24	75.28 c	14.27 a	11.69 c	18.95 b	39.84 c
	'ポアロ'	5/28	83.99 NS	2.63 b	26.55 b	27.06 b	83.68 b
		6/30	83.75 NS	-3.11 c	35.57 a	36.00 a	94.87 a
		9/24	86.50 NS	5.79 a	22.85 c	23.75 c	75.56 c
'セイルパン'	5/28	63.65 a	37.20 b	11.50 a	39.26 b	17.43 a	
	6/30	64.00 a	36.02 b	7.58 b	36.86 b	9.65 b	
	9/24	50.22 b	59.94 a	4.33 c	60.11 a	4.43 c	
黄色花系品種	'プロスト'	5/28	90.96 NS	-16.29 NS	98.91 a	100.25 a	99.34 NS
		6/30	89.73 NS	-16.42 NS	94.92 b	96.35 b	99.80 NS
		9/24	87.81 NS	-14.60 NS	92.82 b	93.98 c	98.94 NS

² 異なる英小文字間に Tukey 法の多重検定により品種内で 5%水準の有意差あり。また NS は有意でないことを示す

第2表 作期が覆輪花品種の花色に及ぼす影響

複色構成	品種	作期	基部				先端部					
			測色色差計による測定値			C* (彩度)	h (色相角度)	測色色差計による測定値			C* (彩度)	h (色相角度)
			L*	a*	b*			L*	a*	b*		
基部：赤色， 先端部：白色	‘セイエレナ’	5/28	45.04 a ^z	69.21 b	-10.50 b	70.08 b	351.18 b	— ^z	—	—	—	—
		6/30	46.07 a	63.05 c	-9.20 b	63.74 c	351.63 b	86.15	0.52	6.97	9.59	339.65
		9/24	33.15 b	88.88 a	-2.96 a	88.97 a	357.97 a	—	—	—	—	—
‘セイパピオン’	5/28	46.43 b	65.10 a	-13.20 b	66.44 a	348.44 b	—	—	—	—	—	
	5/29	52.95 a	59.32 b	-13.83 b	60.92 b	346.76 c	79.47	12.31	3.97	18.98	352.15	
	5/30	43.95 b	68.90 a	-12.17 a	69.99 a	349.92 a	—	—	—	—	—	
‘セイトリオ’	5/28	45.06 b	65.51 b	-9.07 b	66.17 b	352.15 NS	88.30 b	-4.84 b	10.57 b	11.67 b	114.79 NS	
	6/30	79.90 a	15.58 c	3.51 a	18.50 c	10.84 NS	87.00 b	-5.97 b	14.76 a	15.96 a	112.26 NS	
	9/24	40.51 b	76.83 a	-9.09 b	77.39 a	353.17 NS	92.73 a	-2.96 a	7.97 c	8.77 c	106.92 NS	
基部：赤色， 先端部：黄色	‘セイスーザ’	5/28	50.96 b	51.98 b	37.35 b	65.65 b	36.54 b	81.86 b	-13.41 a	80.55 b	81.91 b	106.65 NS
		6/30	78.85 a	-6.76 c	72.46 a	73.77 a	94.23 a	79.37 b	-14.45 a	76.13 c	77.51 c	100.77 NS
		9/24	41.68 c	65.81 a	25.71 c	71.26 ab	22.00 c	87.99 a	-18.91 b	86.42 a	88.53 a	102.31 NS
‘キングトリオ’	5/28	—	—	—	—	—	85.48 ab	-14.20 NS	75.04 a	76.41 b	100.71 b	
	6/30	—	—	—	—	—	82.48 b	-13.61 NS	60.96 b	62.49 c	102.61 a	
	9/24	46.18	62.62	30.42	69.92	26.19	88.56 a	-14.73 NS	79.96 a	81.34 a	100.45 b	

^z 発色が認められなかったため欠値

^y 異なる英小文字間に Tukey 法の多重検定により品種内で5%水準の有意差あり。また NS は有意でないことを示す

第3表 作期または温度が覆輪花品種の覆輪割合に及ぼす影響

複色構成	品種	作期			温度処理区	
		5/28	6/30	9/24	20°C	30°C
基部：赤色， 先端部：白色	‘セイエレナ’	— ^z	74.5±5.3 ^y	—	—	—
	‘セイトリオ’	46.6±6.2	31.1±6.7	73.6± 4.0	64.6± 7.8	51.2± 8.5
基部：赤色， 先端部：黄色	‘セイスーザ’	45.2±5.7	35.4±6.8	63.9±18.1	65.4±12.0	48.8±15.1
	‘キングトリオ’	—	—	47.3± 6.2	36.3± 8.6	—

^z 発色が認められなかった，または着色部位間の境界が不明瞭なため欠値

^y 覆輪割合の平均値 (%) ± 標準偏差

品種‘プロスト’の総アントシアニン含量は極微量であった(データ未掲載)。各作期における Cy 3-6"-MMG および Cy 3-3",6"-DMG の色素量は，すべての品種の1花または乾燥重 1 g 当たりともに 9/24 作期で最大になり，6/30 作期で最小になった。また 20°C 処理区と 30°C 処理区を比較すると，いずれの品種においても 1 花または乾燥重 1 g 当たりのアントシアニン量は，ともに 20°C 処理区で多くなり，30°C 処理区で顕著に少なくなった(第3図)。なお，2つの主要アントシアニンの量比の変動には一定の傾向は認められなかった。

花卉中のカロテノイド量は‘ポアロ’を除くすべての品種において，20°C 処理区と 30°C 処理区との間で有意な差は認められなかった(第4表)。「ポアロ」では 30°C 処理区でのカロテノイド量が 20°C 処理区に比べ 5%水準で有意に多くなった。

考 察

現在，わが国のスプレーギク生産は，夏秋ギク型品種と秋ギク型品種とを組み合わせることで周年生産体系が確立

されている(小山ら，1996; 柴田ら，1988)ことから，年間を通して品種本来の花色が安定して現れない現象は，スプレーギクの品質を著しく低下させる原因の一つであり，かつ同一品種による周年生産を困難にしている。

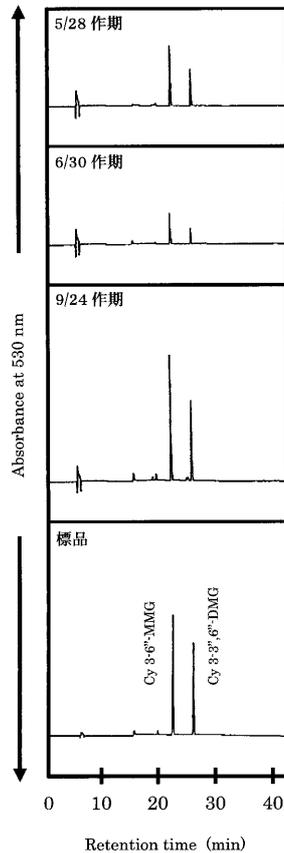
本実験ではアプリコット色花系および覆輪花スプレーギクにおける花色が作期または栽培温度により大きく変化することを明らかにした。アプリコット色花系および覆輪花スプレーギクのいずれの品種においても高温期に開花する 6/30 作期と 30°C 処理区または涼温期に開花する 9/24 作期と 20°C 処理区における花色の発色および覆輪の発現は同様の傾向を示し，温度が花系および覆輪の発現に重要な要因であることが示された。一方，黄色花系品種‘プロスト’の花系は，作期または温度間で花系の発色に顕著な差異は認められなかった。高温下で開花したピンク色花または赤色花系栽培ギクの花系の発色が不良になることは既に幾つか報告されており(Rutland, 1968; 柴田, 1997; 渡辺ら, 1995)，著者ら(2005)も赤花系ギクの主要花色素である Cy 3-6"-MMG および Cy 3-3",6"-DMG の2つのアントシアニン量の減少がピンク色花系品種の花系の発色不良の一因に

第4表 温度が舌状花1gあたりの総カロテノイド量に及ぼす影響

	‘セイルパン’	‘ポアロ’	‘セイスーザ’	‘キングトリオ’	‘プロスト’
20°C	0.994 ^z	0.456	2.350	3.404	3.896
30°C	0.830	1.080	2.589	2.779	4.671
有意差 ^y	NS	*	NS	NS	NS

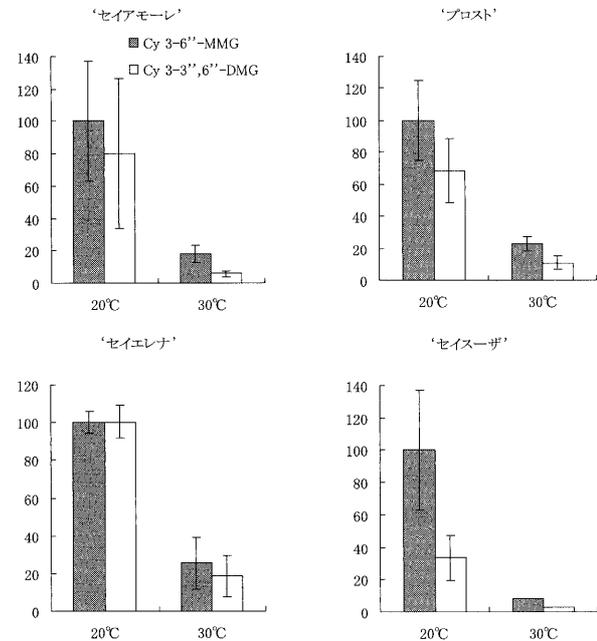
^z 445 nm の吸光度の平均値

^y *は *t*-検定により温度間で5%水準の有意差あり, また NS は有意でないことを示す



第2図 各作期に開花した‘セIAMORE’の頂花の舌状花におけるアントシアニンのHPLC分析

なっていることを示した. 本実験においてアプリコット色花系品種においても, ピンク色花または赤色花系品種と同一の2つの主要アントシアニンが検出され, それらの量は6/30作期または30°C処理区で9/24作期または20°C処理区と比較してそれぞれ減少した. 一方, ‘ポアロ’以外のアプリコット色花系, 黄色花系および黄色を有する覆輪花品種において舌状花に含まれる総カロテノイド含量には, 20°C処理区と30°C処理区との間で有意差はなかった. このことより, カロテノイド量は温度の影響を受けにくいものと考えられた. なお, ‘ポアロ’のカロテノイド含量は, 30°C処理区では20°C処理区と比較して有意に小さかったが, 個体間の差異が大きかった. 以上の結果から, ‘ポアロ’のような個体間差異の大きい品種もあるが, スプレーギクのアプリコット色花系品種ではピンク色花系品種同様, 高温



第3図 頂花の乾燥舌状花1gあたりに含まれる2つの主要アントシアニン量に及ぼす温度の影響
各品種の20°C処理区におけるCy 3-6''-MMG量の値を100とした相対値で表示
図中の縦棒は標準偏差 (n=3) を示す

下で花弁中の主要アントシアニン量が減少するものの, カロテノイド量はあまり影響を受けず, その結果, これらの品種が本来発現するアプリコット色ではなく, 黄色味が増した花色を示すものと考えられた.

一方, 覆輪花品種においては高温下で赤色部位が淡色化するだけでなく, 赤色部位の大きさが減少した. これら覆輪花品種においてもアプリコット色花系品種同様, 赤花系ギクの2つの主要アントシアニンが検出され, 6/30作期または30°C処理区でそれらの量が減少した. したがって, 赤色を含む覆輪花品種における赤色部位の濃淡または覆輪割合の変動は, 2つの主要アントシアニン量の増減によると考えられた. 覆輪割合の変動には高温期に本来赤色を呈する花弁の先端に白色部位が発現するタイプと, 花弁の基部にある赤色部位が減少もしくは消失するという2つのタイプが存在した. いずれのタイプの覆輪花品種においても高温により赤色部位, すなわちアントシアニンを発現する部位が花弁の先端から基部側へ制限されることにより覆輪の

程度が変化した。この結果は、温度により覆輪の着色範囲が変動し、低温でフラボノイド系の着色部位が増加するとした覆輪花トルコギキョウに関する報告(福田・中山, 2003; 渡辺・金子, 2003)と一致する。覆輪の程度が温度によって変化するという現象は覆輪花品種において同一品種による周年生産体系の確立を目指す上で深刻な問題になる。今後、フラボノイド系色素を含む覆輪花品種において安定して覆輪を発現する品種の育成が望まれる。

本研究の結果、夏季の作期または高温条件下ではアプリコット色花系および赤色を含む覆輪花系スプレーギク品種で舌状花の花色変化ならびに覆輪割合の変動が生じ、それらは Cy 3-6"-MMG および Cy 3-3",6"-DMG の 2 つの主要アントシアニンの量的変化によるものであることが明らかになった。今後、アプリコット色花系および赤色を含む覆輪花系スプレーギク品種においては、アントシアニン量と同時に、Kishimoto ら (2004) により既に明らかにされた 16 のカロテノイドの量と栽培温度の関係を調査することにより、温度と花色の発現の関係をより詳細に明らかにすることができると思われる。

摘 要

アプリコット色花系および覆輪花スプレーギクにおける花色が作期または栽培温度により変化する様相を明らかにするため、各作期または各温度下で開花した花色を測定し、舌状花のアントシアニンおよびカロテノイド量を測定した。アプリコット色花系品種では 6/30 作期または 30°C 処理区で黄色味の花色を呈し、a* 値が減少し、b* および h 値が増加した。覆輪花品種は、高温下で赤色部位が淡色化または消失し、作期または温度間で覆輪割合が変動した。覆輪の発現には①高温下で赤色部位が減退することで花弁先端に白色部位が出現する品種②涼温下で赤色部位が増加することで明瞭な覆輪が出現する品種の 2 つのパターンが見られた。いずれの品種においても赤色花キクの主要花色素である Cy3-6"-MMG および Cy3-3",6"-DMG が主要アントシアニンとして HPLC により検出された。また、多くの品種ではカロテノイド量は温度による影響は少なく、2 つの主要アントシアニンの増減によってアプリコット色花系品種の花系および覆輪花系品種の覆輪割合の変動が生じるものと考えられた。

謝 辞 本実験で材料のスプレーギク品種をご提供いただいた有限会社精興園、並びに標準色素として用いた Cy 3-6"-MMG および Cy 3-3",6"-DMG をご提供いただいた農業・生物系特定産業技術研究機構花き研究所中山真義氏に深く感謝の意を表す。

引用文献

Dole, J. M. and H. F. Wilkins. 1999. Floriculture: Principles and species. p. 292-304. Prentice Hall, New Jersey.

- 福田直子・中山真義. 2003. 低温がトルコギキョウ覆輪花弁の色素合成制御へ及ぼす影響. 園学雑. 72 (別 2): 471.
- 河瀬晃四郎・塚本洋太郎. 1974. キクの花色に関する研究 (第 2 報) 生花弁の吸収スペクトルについて. 園学雑. 43: 165-173.
- 河瀬晃四郎・塚本洋太郎. 1976. キクの花色に関する研究 (第 3 報) 花色に対する主要色素の量的効果と花色の測定. 園学雑. 45: 65-75.
- Kishimoto, S., T. Maoka, M. Nakayama and A. Ohmiya. 2004. Carotenoid composition in petals of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Kitamura). Phytochem. 65: 2781-2787.
- 小山佳彦・和田 修・三木直樹・池田幸弘. 1996. 高温期における日長条件が夏秋ギク型スプレーギクの生育と開花に及ぼす影響. 近中農研. 92: 55-59.
- Nakayama, M., M. Koshioka, M. Shibata, S. Hiradate, H. Sugie and M. Yamaguchi. 1997. Identification of Cyanidin-3-O-(3",6"-O-Dimalonyl-β-glucopyranoside) as a flower pigment of *Chrysanthemum grandiflorum*. Biosci. Biotech. Biochem. 61: 1607-1608.
- 野崎香樹・深井誠一・高村武二郎. 2004. 高温条件下でのスプレーギクの開花に関する研究 (第 2 報) 花序の様相ならびに花色変化に及ぼす様々な温度の影響. 園学雑. 73 (別 1): 329.
- 野崎香樹・深井誠一・高村武二郎. 2005. ピンク色花系スプレーギクの花系および開花に及ぼす栽培時期の影響. 園学研. 4: 197-201.
- 大宮あけみ. 2004. カロテノイド色素によるキク花色の発現. 農業技術. 59: 552-555.
- Rutland, R. B. 1968. The effect of temperature on the concentration of anthocyanin in pink flowers of *Chrysanthemum morifolium*, Ram. cv. 'Orchid Queen'. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 576-582.
- 柴田道夫・天野正之・川田穰一・宇田昌義. 1988. 夏季生産用スプレーギク品種 'サマークイン' の育成経過とその特性. 野菜茶試研報. A(2): 245-255.
- 柴田道夫. 1997. 夏秋ギク型スプレーギクの温度・日長反応と育種に関する研究. 野菜茶試研報. 12: 1-71.
- 渡辺寛之・池田 廣・高城誠志. 1995. 高温がスプレーギクの生育、品質に及ぼす影響. 奈良農試研報. 26: 23-30.
- 渡辺 功・金子英一. 2003. トルコギキョウ覆輪品種における昼間の高温遭遇時間の長短と花弁の着色割合. 園学雑. 72 (別 2): 472.
- 山口雅篤・雫石賢一・笈 三男. 1987. 有機酸の結合したアントシアニンに関する研究 (第 3 報) キクのマロニル化アントシアニンの同定と分布. 園学要旨. 昭 62 春: 354-355.