

スイートピーの花色に関する研究：(第2報)種々の品種群のアントシアンおよびフラボノール色素構成について

著者	坂田 祐介, 有隅 健一
雑誌名	鹿児島大学農学部學術報告=Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kagoshima University
巻	33
ページ	13-19
別言語のタイトル	Studies on the Flower Colours of the Sweet Pea : II. The Constitutions of the Anthocyanin and Flavonol Pigments in the Various Strains of the Garden Sweet Pea
URL	http://hdl.handle.net/10232/1888

スイートピーの花色に関する研究

(第2報) 種々の品種群のアントシアニンおよび
フラボノール色素構成について

坂田祐介・有隅健一

(観賞園芸学研究室)

昭和57年8月10日 受理

Studies on the Flower Colours of the Sweet Pea

II. The Constitutions of the Anthocyanin and Flavonol Pigments in the Various Strains of the Garden Sweet Pea

Yūsuke SAKATA and Ken-ichi ARISUMI

(Laboratory of Ornamental Horticulture and Floriculture)

緒 言

スイートピー (*Lathyrus odoratus* L.) においてヒドロキシル化レベルを異にするアントシアニン色素どおしが同一個体に共存する例として, Beale ら²⁾ はシアニジン (以下 Cy) とペオニジン (以下 Pn) を持つ赤色品種にマルビジン (以下 Mv) が, またデルフィニジン (以下 Dp), ペチュニジン (以下 Pt) および Mv を持つ紫色品種に Cy が混在することを報告している. 同様に Harborne⁷⁾ はペラルゴニジン (以下 Pg) を持つ桃色品種に Pn が混在する例を見出している. しかしながら, いずれの場合もその混在量はきわめて微量で, それらの遺伝生化学的な意義についての論議はほとんどなされていない.

ところで, 著者らは⁹⁾ 春咲種カスバートソフフロリバンダ品種群のうちで, Pg を持つ緋赤色品種に Cy と Pn が混在し, しかも量的に $Pg : Pn : Cy \approx 7 : 2 : 1$ とかなり高い混在割合を示すことを報告した.

周知のように, スイートピーにおけるアントシアニン色素のヒドロキシル化には E および Sm の2個の遺伝子が関与し, しかも E は Sm に対し遺伝的に上位とされる²⁾. したがって, ヒドロキシル化レベルを異にしたアントシアニン色素どおしが同一個体に混在しないことは共存することはありえないことであるが, これらの共存例はスイートピーにおけるアントシアニン色素のヒドロキシル化が, 従来の E および Sm 遺伝子とは多少趣を異にした遺伝子で制御されることを示すものと考えられた.

そこで, 本報告ではとくにヒドロキシル化レベルを異にしたアントシアニン色素どおしの共存に着目し, 前報で取扱ったカスバートソフフロリバンダ系の春咲品種を含めた種々の品種群のアントシアニン色素構成を検討するとともに, フラボノール色素についてもあわせて同様な検討を試みた.

材 料 と 方 法

供試した材料はグランディフロラ, スペンサー, ギガンテア, アーリースペンサー, ロイヤル, カスバートソフフロリバンダ, ムルチフロラおよび矮性ビーズ諸系統の夏, 春および冬咲種40品種で, このうち37品種をアントシアニン色素の分析に, また23品種をフラボノール色素の分析に供した.

開花後2~3日目の花弁を採取し風乾後, Fig. 1 に示す常法でアントシアニジンとフラボノールアグリコンをそれぞれ分画した.

また, これらの分画からの個々の色素の分離は2次元展開の微結晶セルロース (Merck 社製, 20×20 cm) による TLC 法を採用した. まずアントシアニンには1次元に酢酸:塩酸:水 (30:3:10), 2次元にイソブタノール:酢酸:水 (8:2:3) を, またフラボノールアグリコンには1次元にイソブタノール:酢酸:水 (1:2:7), 2次元に50%酢酸の展開溶媒をそれぞれ用いた.

つぎに分離した色素の定量であるが, 得られたクロマトグラムを島津製二波長クロマトスキャナ CS-900 型に, 1.25×1.25 mm の光束による透過ジグザグス

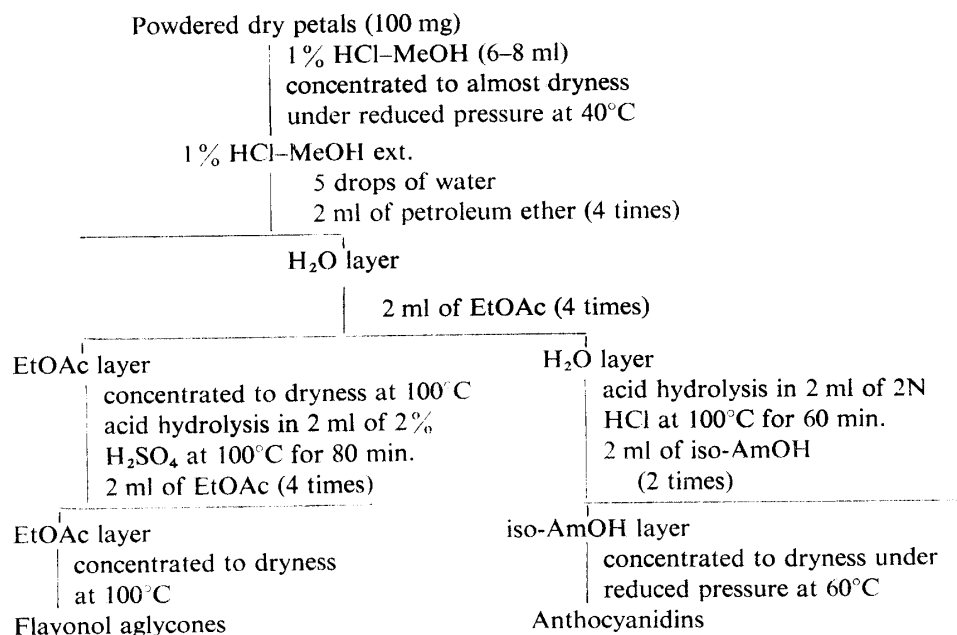


Fig. 1. Fractionations of anthocyanidins and flavonol aglycones from the petals of the sweet pea.

キャニング条件でかけ、アントシアニジンは $\lambda_s = 530$ nm および $\lambda_R = 700$ nm, またフラボノールアグリコンは $\lambda_s = 385$ nm および $\lambda_R = 430$ nm の波長でそれぞれを測定した。この測定法で得られたおのおののスポットの面積比から色素間の相対的な蓄積比率を算出した。

さらに、総アントシアニン色素量は別に乾燥花卉 50 mg をとり、1%塩酸性メタノールで色素を抽出し、これをメタノールで定量的に希釈後、東芝製ダブルビーム分光光度計 SPM-60A 型にかけ 530 nm の吸光度 (O. D.) を測定した。なお得られた吸光度を便宜的に 5 段階にわけ、相対的色素量として表示した。

結 果

1. アントシアニン色素構成について

Table 1 に示したようにアントシアニン色素を持つ 37 品種を遺伝子型で分けると、ESm または Esm (以下 ESm) 型のもの 12 品種、eSm 型のもの 13 品種および esm 型のもの 12 品種に大別された。また、これら各遺伝子型の色素構成をみると、ESm 型には Dp 系単独型 5 品種とこれに Cy 系色素が混在するもの〔以下 Dp 系+(Cy 系)〕7 品種が存在した。同様に、eSm 型には Cy 系単独型 8 品種とこれに Pg が混在するもの〔以下 Cy 系+(Pg)〕5 品種が存在した。これに対して、esm 型はすべて Pg に Cy 系色素が混在するもの〔以下 Pg+(Cy 系)〕のみで、Pg 単独型はみられなかった。また、それぞれの混在型での混在色素の量は ESm 型で 2~10% (Cy 系), esm 型で 11~33% (Cy

系) の範囲であったのに対し、eSm 型では $\pm 1\%$ (Pg) と遺伝子型によって大きく異なっていた。

つぎに、それぞれのアントシアニン色素がどのような蓄積を示すかをみると、まず ESm 型のうち Dp 系単独型はすべて $Mv > Pt > Dp$ の順で、その量的比率は Mv が 60~84%, Pt が 15~27%, Dp が 1~13% の範囲にあり、3 色素量に大幅な違いがあった。また、その花色は総色素量が +1~+2 で示されるように淡い花色のもののみであった。

いっぽう、混在型の Dp 系+(Cy 系) では $Mv > Pt > Dp$ の順に蓄積するもの 4 品種と、逆に $Dp > Pt > Mv$ の順に蓄積するもの 3 品種にわかれたが、Dp 系各色素は前者が Dp 系単独型と同様な比率でしかも花色が淡かったのに対し、後者は Dp が約 50%, Pt が約 30%, Mv が 10~20% と相互の差が縮まり、また総色素量が +4~+5 であることからわかるように濃い花色のもののみであった。また、混在する Cy 系色素は前者で $Pn > Cy$, $Cy > Pn$ の両者がみられたのに対し、後者は $Cy > Pn$ のみである点も異なっていた。

つぎに、eSm 型についてみると Cy 系単独型は 8 品種で $Pn \geq Cy$ の関係にあり、Pn の比率は 1 品種 (75%) を除きほぼ 50~60% を示した。これに対し、Cy 系+(Pg) は 5 品種で逆に $Cy \geq Pn$ の関係にあり、各色素の比率は Cy が 50~60%, Pn が 40~50%, Pg が $\pm 1\%$ 程度であった。このように、主要色素の Pn: Cy の比率でみれば eSm 型はほぼ 6:4 から 4:6 の範囲にあり、色素蓄積量に差が生じるもののその

Table 1. Constituents of the anthocyanidins and flavonol aglycones in the garden sweet peas

Geno- type	Accumu- lation patterns	Cultivar	Strain* ¹	Pheno- type* ²	Total* ³ antho- cyanidin	Percentages of the constituent									
						Anthocyanidins					Flavonols				
						Mv	Pt	Dp	Pn	Cy	Pg	My	Qu	Km	
ESm or Esm	Mv>Pt>Dp	Hasel	Sp. CF	Lv.	++	84	15	1	—	—	—				
		Astrid	Sp. CF	Lv.	++	80	16	4	—	—	—				
		Bleu Lavande	Sm. SP	Lv.	++	79	18	3	—	—	—	77	23	—	
		Blue Améthyst	Sm. GF	P. Pur.	Lv.	+	80	16	4	—	—	—	24	22	54
	Mv>Pt>Dp (Pn<Cy)	Orchid	Wi. MF	P. Pur.	Lv.	++	75	15	4	2	4	—	20	22	58
		Mauve	Sm. SP	Lv.	Lv.	++	73	13	11	1	2	—	19	63	18
		Blue	Sp. RY	Lv.	Lv.	++	67	18	9	2	4	—	15	51	34
	Mv>Pt>Dp (Pn>Cy)	Sapphire	Wi. BJ	Lv.	+	74	24	±	2	±	—	37	46	17	
	Mv<Pt<Dp (Pn<Cy)	Multigigantea Blue	Wi. MF	D. Bl.	D. Bl.	+++++	15	27	48	2	8	—			
		Danny Blue Foncé	Sp. CF Sm. SP	D. Pur. D. Pur.	D. Pur. D. Pur.	+++++	10	28	52	1	9	—	87	13	—
eSm	Pn>Cy	Multigigantea Red	Wi. MF	D. Rd.	+++++	—	—	—	56	44	—				
		American Beauty	Wi. ES	D. Pk.	+++++	—	—	—	57	43	—				
		William	Sp. CF	P. Pk.	+	—	—	—	75	25	—				
	Pn≐Cy	Rouge	Sm. SP	D. Rd.	D. Rd.	+++++	—	—	—	51	49	—	—	27	73
		David	Sp. CF	Rd-Pk.	Rd-Pk.	+++++	—	—	—	51	49	—	—	—	—
		Chigasaki-11	Wi. MF	D. Pk.	D. Pk.	+++++	—	—	—	49	51	—	—	95	5
		Anne Rosette	Sp. CF Wi. BJ	Pk. Pk.	Pk. Pk.	+++++	—	—	—	52	48	—	—	53	47
	Pn≐Cy (Pg)	Kenneth	Sp. CF	D. Rd.	D. Rd.	+++++	—	—	—	46	53	1			
		Multigigantea Pink	Wi. MF	Pk.	Pk.	++++	—	—	—	50	50	±			
		Rose Clair	Sm. GI	P. Pk.	P. Pk.	+	—	—	—	49	51	±			
Pn<Cy (Pg)	Rosso		Rd-Pk.	Rd-Pk.	+++++	—	—	—	38	61	1	—	96	4	
	Ruth	Sp. CF	D. Pk.	D. Pk.	++++	—	—	—	43	56	1	—	56	44	
esm	Pg (Pn>Cy)	Jimmy	Sp. CF	D. Sc.	+++++	—	—	—	16	6	78	—	13	87	
		Scarlette	Wi. BJ	Sc.	+++++	—	—	—	15	10	75	—	15	85	
		Rouge Cerise	Sm. GI	Sc.	Sc.	+++++	—	—	—	24	8	68	—	18	82
		Kate Smith	Wi. ES	Sc-Rd.	Sc-Rd.	+++++	—	—	—	20	8	72	—	—	—
		Air Warden	Sm. GF	Sc-Rd.	Sc-Rd.	+++++	—	—	—	11	4	85	—	34	66
		Géant Rose		Rd-Pk.	Rd-Pk.	++++	—	—	—	21	2	77	—	33	67
		Géant Orange		Sc.	Sc.	+++	—	—	—	19	7	74	—	15	85
		Orange	Sm. SP	Sc.	Sc.	+++	—	—	—	10	1	89	—	—	—
		Nobility	Sm. GF	Sc.	Sc.	++	—	—	—	23	10	67	—	—	—
		Pinkette	Wi. BJ	Pk.	Pk.	++	—	—	—	19	2	79	—	22	78
Susy	Wi. MF	Sam.	Sam.	+	—	—	—	17	5	78	—	—	—		
Pg (Pn<Cy)	Evelyn	Sp. CF	Sam.	+	—	—	—	4	10	86	—	14	86		
Acyanic type	Yellow	Sp. CF	P. Yel.	P. Yel.	—	—	—	—	—	—	—	23	77	—	
	Easter Parade	Wi. MF	Whi.	Whi.	—	—	—	—	—	—	—	—	100	—	
	Jaune Crème	Sm. GI	P. Yel.	P. Yel.	—	—	—	—	—	—	—	—	22	78	

*1: Sp=spring flowering, Sm=summer flowering, Wi=winter flowering, CF=Cuthbertson Floribunda, SP=Spencer, GF=Grandiflora, MF=Multiflora, RY=Royal, BJ=Bijou, ES=Early Spencer, GI=Gigantea

*2: Lv=lavender, Pur=purple, Bl=blue, Rd=red, Pk=pink, Sc=scarlet, Sam=salmon, Yel=yellow, Whi=white, D=deep, P=pale

*3: + O. D.<0.01, ++ 0.01≤O. D.<0.1, +++ 0.1≤O. D.<1.0, ++++ 1.0≤O. D.<2.0, +++++ 2.0≤O. D. (O. D. at 530 nm/50 mg of dry weight in 50 ml of MeOH-HCl)

差は小さいといえよう。

前述したように esm 型はすべて Pg+(Cy 系) であり、混在する Cy 系色素は 1 品種を除きすべて Pn>Cy の関係を示した。また 3 色素の量的比率は Pg が 70~90%, Pn が 10~25%, Cy が 1~10% 程度であった。混在する Cy 系色素の Pn: Cy の比率は 10:1 から 3:2 で、'Evelyn' を入れると 2:5 となり、前記の eSm 型より著るしく差が大きかった。

2. フラボノール色素構成について

供試した 23 品種は ESm 型 7 品種, eSm 型 5 品種, esm 型 8 品種およびアジアニック型 3 品種で、これらのフラボノール色素構成の詳細を Table 1 に、またアントシアニン色素構成との相互関係を Fig. 2 に示した。

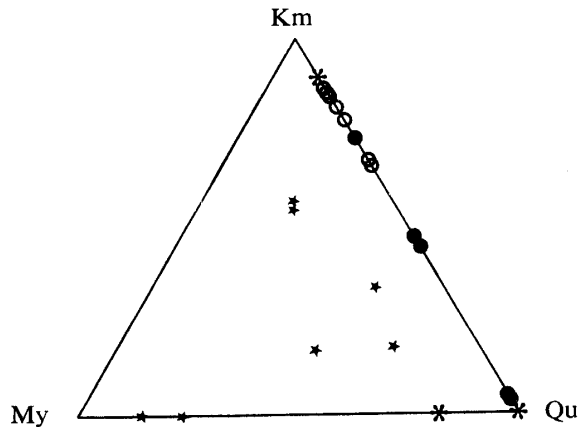


Fig. 2. The distribution of cultivars of the sweet pea on the constitution of flavonol aglycones. The respective corners of the triangle comprise 100% of myricetin, quercetin or kaempferol, respectively.

- ★: cultivars with pigments of delphinidin series (ESm)
- : cultivars with pigments of cyanidin series (eSm)
- : cultivars with pigments of pelargonidin series (esm)
- *: cultivars without anthocyanin pigments

まず、ESm 型はミリセチン (以下 My), ケルセチン (以下 Qu), ケンフェロール (以下 Km) の 3 者が共存するもの 5 品種と、My および Qu の 2 者のみが共存するもの 2 品種にわかれた。これを主要色素で見ると My 型 2 品種, Qu 型 3 品種, Km 型 2 品種ということになる。ヒドロキシル化レベルでいえば Dp と My, Cy と Qu, Pg と Km がそれぞれ対応するアントシアニンとフラボノール色素であるが、以上のことは Dp に

必ずしも My が主要色素として対応しないことを示している。

つぎに、eSm 型はすべて Qu と Km の共存型であったが量的には $Qu > Km$, $Qu \approx Km$ および $Km > Qu$ の関係にわかれ、ここでも Cy に対し Qu が必ずしも主要色素として対応するとは限らなかった。

これに対し、esm 型は Qu と Km の共存型という点では eSm 型と同じであったが、そのフラボノール色素構成はつねに $Km > Qu$ の関係にあり、Pg に対してはじめて Km が主要色素として対応した。

最後に、アジアニック型では My と Qu, Qu と Km が共存する品種と Qu のみからなる品種が存在した。前者の 2 例はそれぞれ ESm 型と esm 型に相当するフラボノール色素構成であり、後者はおそらく eSm 型に相当する構成であろう。なお、従来からアジアニック型品種には My の存在は認められていなかったので、My と Qu の混在型はその実在を示した最初の事例である。

考 察

本実験に供した材料は前報⁹⁾ で取扱ったカスパートソソフロリバンダ系の品種を含むものである。したがって、本考察は前報で行ったものと多少重複する部分がある。

まずアントシアニン色素について、本実験では供試 37 品種中約 65% にものぼる 24 品種に、何らかの形でのヒドロキシル化レベルの異なる色素の共存が認められた。このうち Dp 系+(Cy 系) では 7 品種中 2 品種が 10% もの Cy 系色素を、また Pg+(Cy 系) では 12 品種中 5 品種が 25% 以上の Cy 系色素を含んでいた。前報⁹⁾ で Pg 系品種に高い割合で Cy 系色素が共存する事例を報告したが、同様な共存は他の Pg 系品種にもまた Dp 系品種にも存在したわけで、このような共存現象はスイートピーではかなり広範に見られる現象と考えなければならない。

それではなぜこのような共存現象が生じたのであろうか。スイートピー野生種の遺伝子型は ESm で、かつ E 遺伝子は Sm 遺伝子に対して上位にある。またこれら遺伝子の突然変異の方向は ESm→eSm→esm で、しかもそれぞれの優性遺伝子は完全にタイプ効果を失うアモルフへと変異すると考えられてきた³⁾。しかしそれでは共存現象についての説明がつかない。まず、E 遺伝子については完全にタイプ効果を失う e への突然変異の他に、Sm 遺伝子に対し上位性が不完全な E' への変異もあったのではあるまいか。つまり、

完全な上位性を持つ野生型の ESm では Dp 系のみであるが、それが E'Sm になると少量ではあるが Cy 系色素が共存してくることになる。

また、sm 遺伝子について Harborne⁶⁾ は esm 型を単純に Pg 単独型と考えているようであるが、本実験に関するかぎり Pg 型にはすべて Cy 系色素が共存していた。したがって、eSm→esm への変化は従来から考えられていたようなアモルフへの変化ではなく、若干のタイプ効果を残したヒポモルフへの、つまり esm' への変化であったと考えざるをえない。真の意味でのアモルフがあるかどうかはむしろこれからの検討事項である。

いっぽう、eSm 型の場合は供試13品種中5品種に Pg の混在が認められたが、量的にはいずれも±1%という低い割合であった。これを前述の E 遺伝子の上位性の場合と同様に、本来の Sm 遺伝子 (Cy 系単独型) から若干タイプ効果を失った Sm' への変異と考えることもできるが、むしろ一種の漏出現象、つまり Sm 遺伝子に基づく酵素が基質の一部をとり逃したために起る混在と考えた方がよいかもかもしれない。

つぎに個々のアントシアン色素の蓄積に注目したい。ESm 型の場合比較的色の淡い花卉では Mv>Pt>Dp の順、またそれが濃い花卉では逆に Dp>Pt>Mv の順であったが、これは Pecket⁸⁾ が用いた品種の翼弁と旗弁にそれぞれ相当する順序である。また Statham¹⁰⁾ は紫色系の1品種で Mv≡Pt≡Dp の関係を見出しているが、これらのことを総合すると Dp 系色素の蓄積には少なくとも Mv>Pt>Dp や Dp>Pt>Mv のように色素量に差を生じるものと、Mv≡Pt≡Dp のように差を生じないものの合計3つの型があることがわかる。

同様なことはまた eSm 型にも該当した。すなわち、Cy 系色素の蓄積パターンには Pn>Cy, Pn≡Cy, Cy>Pn の3型がみられた。Harborne⁷⁾ は eSm 型はすべて Pn>Cy の関係を示すと報告したが、本実験の結果は Harborne (1963) の蓄積型に新たに2型を付け加えたことになる。

以上の色素の蓄積パターンは一方ではメチル化の関係をみてきたことにもなるが、メチル化に関連してはさらにつぎの3点を指摘しておきたい。

その1つは変異の極限の問題である。ESm 型をみると Mv : Pt : Dp が 84 : 15 : 1 から 10 : 28 : 52 まで、また esm 型でも随伴色素とはいえ Pn : Cy が 10 : 1 から 2 : 5 の範囲に及ぶのに、eSm 型に限ってなぜ Pn : Cy が 50 : 50 に近い値しかとらないかということ、

第2点は、ESm 型で Dp>Pt>Mv の場合はすべて Cy>Pn、また Mv>Pt>Dp の場合も 'Sapphire' のように Pn>Cy の平行関係を示すものがあつたが、随伴色素とはいえ後者の系列にそれが逆転した Cy>Pn がなぜ3品種もあつたかということ、第3点は、ESm 型で淡い花色のものは Mv>Pt>Dp、逆に濃いものは Dp>Pt>Mv という法則、つまりメチル化の程度と総色素量の間には負の相関がみられたのに、eSm 型や esm 型ではなぜそのようなことがみられないのかということである。

このように、メチル化については不明の点が多い。メチル化に関する修飾が色素生合成の遅い段階で行われることと関連しているのであろうか。

いっぽう、フラボノール色素については、Harborne⁶⁾ はアントシアン色素のヒドロキシル化を制御する E と Sm 遺伝子は、同時にフラボノール色素のそれを制御するとし、ESm 型に My, Qu, Km が、esm 型に Qu, Km が、esm 型に Km がそれぞれ出現することを報告している。これによればキンギョソウの M 遺伝子⁵⁾ やハウセンカの L 遺伝子⁴⁾ と異なって、E および Sm 遺伝子はより低次の色素をも同時に生成せしめる機作を持つことを示している。

本実験の結果は基本的には Harborne の結果と一致した。したがって、E, Sm 両遺伝子はアントシアン色素のヒドロキシル化を規制すると同時に、フラボノール色素のそれをも規制するとしてよいであろう。ただ、細かにみると Harborne の結果とは相いれないところがある。

まず、esm 型については Harborne⁶⁾ は Pg と Km とを単純に対応させている。しかし本実験では Pg の他に 11~33% に及ぶ Cy 系色素が常に共存するところから、前述したように sm 遺伝子を若干のタイプ効果を持つヒポモルフと規定した。ところがフラボノール色素についてもほぼ平行的な 13~34% の Qu が共存した。このことは sm 遺伝子がフラボノール色素についてもほぼ同等なタイプ効果を残していることを示すものであろう。

つぎは、構造的に対応するアントシアンとフラボノール色素間に整然とした量的平行関係が必ずしも成立しないということである。たとえば ESm 型には Dp 単独型と Cy 系共存型がある。当然ながら前者の方がより高度にヒドロキシル化されたフラボノール色素、My の存在が期待されるのに、事實は単独型の 'Amethyst' が Km>My≧Qu であるのに対して、Cy 系共存型の 'Bleu Foncé' は My>Qu で、Km を欠

くばかりでなく My の量が圧倒的に多いというように期待に合わない。同様なひずみは eSm 型にも esm 型にも見出された。これらのことはキンギョソウの M 遺伝子やハウセンカの L 遺伝子と異なり、E, Sm 両遺伝子は基本的にはアントシアンとフラボノール両色素のヒドロキシル化を規制しても、細部についてはまったく同じ規制をなしえないことを示している。

著者ら¹⁾は、バラのグリコシル化について作用性の発現の時期や要因を異にする3つの遺伝子の存在を示唆したが、このスイートピーの場合、アントシアン色素に対するタイプ効果は同じでも、フラボノール色素に対する効果が若干異なる E→E₁, Sm→Sm₁ のような突然変異が過去に起っていたことを示しているのかもしれない。

要 約

本実験はヒドロキシル化レベルを異にしたアントシアン色素どおしの共存に着目し、近代スイートピー品種群のアントシアンとフラボノール色素構成を検討したもので、結果はつぎのとおりであった。

1. アントシアン色素構成で供試品種をわけると、Dp 系色素または Cy 系色素単独型と、Dp 系+(Cy 系), Cy 系+(Pg) または Pg+(Cy 系) の混在型の5型に大別できたが、Pg 単独型はまったく見出せなかった。また、後者の混在型はアントシアン色素を持つ37品種中65%にあたる24品種にのぼることが確認された。

2. ESm または Esm 型の品種における Dp 系色素は淡色の花卉の品種では Mv>Pt>Dp の順に、また濃色の花卉のそれでは逆に Dp>Pt>Mv の順に蓄積した。いっぽう、eSm 型の品種における Cy 系色素は Pn>Cy, Pn≒Cy および Cy>Pn の3つの蓄積型を示した。とくに後者の2つの型は本実験で新たに見出されたものであった。

3. フラボノール色素構成をみると、Dp 系色素型の品種には My, Qu および Km が、また、Cy 系と Pg 系色素型の品種にはともに Qu と Km が共存したが、Pg 系色素型の品種のみがすべて Km>Qu の蓄積を示し、アントシアンの Pg に対してはじめて Km が主要フラボノールとして対応した。さらに、淡黄色花

弁の1品種に My と Qu とが共存する例がみられたが、アジアニック型品種における My の存在はこれが最初の事例であった。

4. Dp 系色素型の品種のなかには10%にもおよぶ Cy 系色素を持つものがあつた。また、Pg 系色素型の品種はすべてが13~34%の Qu とあわせて11~33%におよぶ Cy 系色素を含んでいた。このように、ヒドロキシル化レベルを異にする色素が高い比率で混在しているところから、前者(E 遺伝子)については Sm 遺伝子に対する上位性が不完全な E/Sm のようなものがあること、また後者については劣性遺伝子 sm は従来から考えられていたようなアモルフではなく、Sm のタイプ効果を残したヒポモルフであることを示すものと考えられた。

引用文献

- 1) 有隅健一・坂田祐介・青木正隆・河原社拓：バラの花色に関する研究 V. 特に遺伝生化学的分析とその育種に対する応用について。鹿大農学術報告, **27**, 23-30 (1977)
- 2) Beale, G. H., Robinson, G. M., Robinson, R. and Scott-Moncrieff, R.: Genetics and chemistry of flower colour variation in *Lathyrus odoratus*. *J. Genet.*, **37**, 375-388 (1939)
- 3) Beale, G. H.: Gene relations and synthetic processes. *J. Genet.*, **42**, 197-214 (1941)
- 4) Clevenger, S.: The flavonols of *Impatiens balsamina* L. *Arch. Biochem. Biophys.*, **76**, 131-138 (1958)
- 5) Geissman, T. A., Jorgensen, E. C. and Johnson, B. L.: The chemistry of flower pigmentation in *Antirrhinum majus* color genotypes. I. The flavonoid components of the homozygous P, M, Y color types. *Arch. Biochem. Biophys.*, **49**, 368-388 (1954)
- 6) Harborne, J. B.: Flavonoid pigments of *Lathyrus odoratus*. *Nature*, London, **187**, 240-241 (1960)
- 7) Harborne, J. B.: Plant polyphenols IX. The glycosidic pattern of anthocyanin pigments. *Phytochem.*, **2**, 85-97 (1963)
- 8) Pecket, R. C.: Development of anthocyanin pigmentation in flowers of *Lathyrus odoratus*. *J. Exp. Bot.*, **17**, 177-184 (1966)
- 9) 坂田祐介・上本俊平：スイートピーの花色に関する研究 I. 春咲種のアントシアニン色素生成について。園学雑, **45**, 181-186 (1976)
- 10) Statham, C. M. and Crowden, R. K.: Anthocyanin biosynthesis in *Pisum*. Sequence studies in the pigment production. *Phytochem.*, **13**, 1835-1840 (1974)

Summary

The present investigation was conducted to obtain some of the more detailed figures concerning the constitutions of anthocyanin and flavonol pigments in the various strains of modern garden sweet peas. The results obtained were summarized as follows.

1. Examinations concerning the constitution of the anthocyanidins assorted 37 cultivars into five classes, depending on whether their pigments were derived from (1) those confined to delphinidin series, (2) those confined to cyanidin series, (3) those of delphinidin series accompanied with cyanidin series, (4) those of cyanidin series accompanied with pelargonidin or (5) of pelargonidin accompanied with cyanidin series, respectively. However, no cultivars with the pigment exclusively confined to pelargonidin were found in the present experiment. Namely, it was ascertained that 24 cultivars out of 37 examined showed co-existence of two pigment-series differing mutually from the hydroxylations in the B-ring of molecules.

2. Genotypes ESm or Esm including the cultivars with pigments of delphinidin series were noted to have contained two types of cultivars in the pigment-accumulation. One is the palely coloured cultivar with malvidin as the predominant pigment, and the other is the deeply coloured one with delphinidin as the predominant pigment. In both cases, petunidin was noted to be always intermediately accumulated. Genotype eSm contained the cultivars predominated by peonidin, cyanidin or by both, respectively. The latter two types of pigment-accumulation, cyanidin > peonidin and cyanidin \approx peonidin, were the new cases revealed to present in the cultivars with pigments of cyanidin series.

3. Flavonols, myricetin, quercetin and kaempferol occurred in the cultivars with pigments of delphinidin series, and in both the cultivars with pigments of cyanidin and pelargonidin series, quercetin and kaempferol occurred, although in the pelargonidin series kaempferol was always predominant over quercetin. Furthermore, in one of the pale-yellow coloured cultivar, myricetin occurred. This occurrence was the first case in the flavonol pigmentation of the acyanic forms.

4. Of the cultivars with pigments of delphinidin series, some cultivars contained as much as 10% of cyanidin series, and all of those belonging to pelargonidin series contained as much as 11 to 33% of cyanidin series besides 13 to 34% of flavonol quercetin. These features were interpreted to indicate that in some genotypes of delphinidin series the epistasis of gene E is in incomplete dominance to hypostatic gene Sm in the former, and that in the bottom recessive esm genotype the action of gene sm is actually hypomorphic, and is not amorphic as it has hitherto been considered in the latter.