

シクラメン園芸品種と *Cyclamen hederifolium* Aiton との種間交雑における
花弁でのアントシアニン生成の遺伝

高村武二郎・相澤美里

INHERITANCE OF ANTHOCYANINS IN PETALS IN CROSSES BETWEEN
CYCLAMEN CULTIVARS AND *CYCLAMEN HEDERIFOLIUM* AITON

Takejiro TAKAMURA and Misato AIZAWA

Inheritance of anthocyanins in petals in interspecific crosses between diploid cyclamen (*Cyclamen persicum* Mill.) and *C. hederifolium* Aiton was investigated. The results of the present study suggested that the anthocyanin synthesis in slip of the petal, expression of eye in the petal, and expression of 5-glucosyltransferase in the anthocyanin synthesis were dominant characteristics in the interspecific crosses. These findings should be useful for genetic improvement of cyclamen by using the interspecific crosses.

Key Words: anthocyanin, *Cyclamen hederifolium*, *Cyclamen persicum*, 5-glucosyltransferase, interspecific hybrid, petal color.

緒 言

シクラメン園芸品種 (*Cyclamen persicum* Mill.) には、他に21の近縁野生種が存在するとされているが⁽¹⁾、園芸品種と他の野生種との交雑では種子を獲得することは困難であるため、種間交雑による品種改良は行われてこなかった。しかしながら、胚珠培養を援用して園芸品種と *C. hederifolium* Aiton との種間雑種が作出されて以来⁽²⁾、園芸品種といくつかの種との間で種間雑種が得られており^(3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)、種間交雑による品種改良が試みられるようになってきている。

花色は観賞植物において最も重要な形質の一つであり、シクラメンの品種改良においても重要な育種目標の1つである。花色の発現には種々の要因が関与するが、最も大きな影響を及ぼすのは、花弁内の色素、すなわち花色素であり、種間交雑における花色素生成の遺伝様式を明らかにできれば、種間交雑による品種改良を効率的に行えるものと考えられる。

しかしながら、シクラメンの種間交雑における花色素遺伝については、園芸品種と *C. purpurascens* との交雑において報告されているのみである⁽¹⁰⁾。そこで本研究では、シクラメン園芸品種と *C. hederifolium* との種間雑種における花色および花色素の遺伝について調査した。

材料および方法

赤色花の‘ピッコロ (赤花)’ または白色花品種 ‘アンネッケ’ と薄ピンク花の *C. hederifolium*、およびピンク花の550Mと白色花の *C. hederifolium* (白花) の組み合わせで、シクラメン二倍体園芸品種と *C. hederifolium* との種間交雑を行い、既報⁽²⁾ に準じて胚珠培養により種間雑種を得た。これら種間雑種の開花当日の花弁を採取し、色差計 (NR-3000, 日本電色工業) を用いて slip 部分の花色を測定した。花弁は slip と eye 部分に分けて40℃で20時間乾燥後、常温乾燥状態で保存し、適宜分析に用いた。

花弁からの色素の抽出は5%ギ酸メタノールで行った。ただし、抽出には slip 部分のみを用いた。得られた色素抽出液をメンブランフィルター (孔径0.45 μm) でろ過した後、5%ギ酸メタノールにより5 ml に定容して試料とし、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) によりアントシアニンを分析した。HPLCシステムには2台のLC-10ATポンプ (島津製作所)、システムコントローラーSCL-10A (島津製作所)、CTO-10Aカラムオーブン (島津製作所) で40℃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および径4.6 mm×長さ250 mm, ナカライテスク) およびSPD-10AV検出器 (島津製作所) を用いた。検出波長は530 nm

とし、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溶液（80：20，v/v）を用い、溶媒Bの濃度を40分後に40%にする直線的濃度勾配溶出法を適用した。混合溶液の流速は $0.8 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ に維持した。

結 果

F_1 （‘ピッコロ（赤花）’ × *C. hederifolium*）では、すべての個体が有色花で底紅を有し、花卉slip部分の a^* 値は14.84~22.01、 b^* 値は-9.71~-7.44であった（第1図）。また、 F_1 （550M × *C. hederifolium*（白花））においても、すべての個体が有色花で底紅を有し、花卉のslip部分は a^* 値が1.08~39.72、 b^* 値が-19.70~0.35であった。一方、 F_1 （‘アンネッケ’ × *C. hederifolium*）では、有色花で花卉slip部分の a^* 値が35.21~70.46で b^* 値が-18.21~-30.06であったグループA、およびslip部分の a^* 値が

-3.93~1.18で b^* 値が3.61~7.83で白色を呈したグループBの2つのグループに分けられた。また、グループAの個体はすべてが底紅を有したのに対し、グループBの個体はいずれにおいても底紅を発現しなかった（データ未掲載）。

F_1 （‘ピッコロ（赤花）’ × *C. hederifolium*）および F_1 （550M × *C. hederifolium*（白花））では、いずれの個体においても3,5ジグルコシド型のマルビジン3,5ジグルコシド（Mv3,5dG）が主要アントシアニンとして検出された（第2図）。 F_1 （‘ピッコロ（赤花）’ × *C. hederifolium*）ではMv3,5dG以外に少量のペオニジン3,5ジグルコシド（Pn3,5dG）が認められたが、マルビジン3グルコシドおよびペオニジン3グルコシドといった3グルコシド型のアントシアニンは極めて小さなピークが認められたのみであった。また、 F_1 （550M × *C. hederifolium*（白花））では、Mv3,5dGの他にPn3,5dGが少量含まれていた個体（タイプ1）とMv3,5dGとPn3,5dGがほぼ同量含まれていた個体（タイプ2）とが認められた（第1表、第2図）。

一方、 F_1 （‘アンネッケ’ × *C. hederifolium*）では、花卉からアントシアニンが検出された個体（タイプA）と検出されなかった個体（タイプB）とが認められた（第3図）。花色がグループAであった個体の花卉slip部分における色素のHPLCクロマトグラムはすべて主要アントシアニンとしてMv3,5dGが検出されたタイプAであったのに対し、花色がグループBであった個体のクロマトグラムはいずれもアントシアニンがほとんど検出されなかったタイプBであった（第1表）。なお、グループAの個体とグループBの個体の比率はほぼ1：1であった。

考 察

シクラメンの園芸品種では、アントシアニンの発現が優性形質であると報告されている^(11, 12, 13)。本研究においても、 F_1 （550M × *C. hederifolium*（白花））のすべての個体で花卉にアントシアニンが含まれていたことから、園芸品種で認められる花卉のアントシアニン生成はゲノムが異なる種間の交雑においても優性形質として発現することが示唆される。一方、シクラメン園芸品種と*C. purpurascens*の種間交雑では、*C. purpurascens*のアントシアニン生成能が優性形質として遺伝したと報告されている⁽¹⁰⁾が、本研究の F_1 （‘アンネッケ’ × *C. hederifolium*）においてはアントシアニンが発現したグループAと発現しなかったグループBの2つのタイプに分かれた。しかしながら、その株数がほぼ1：1に分離したこと、および*C. hederifolium*には野生の白色花個体も存在しているから、これは花粉親である*C. hederifolium*のアント

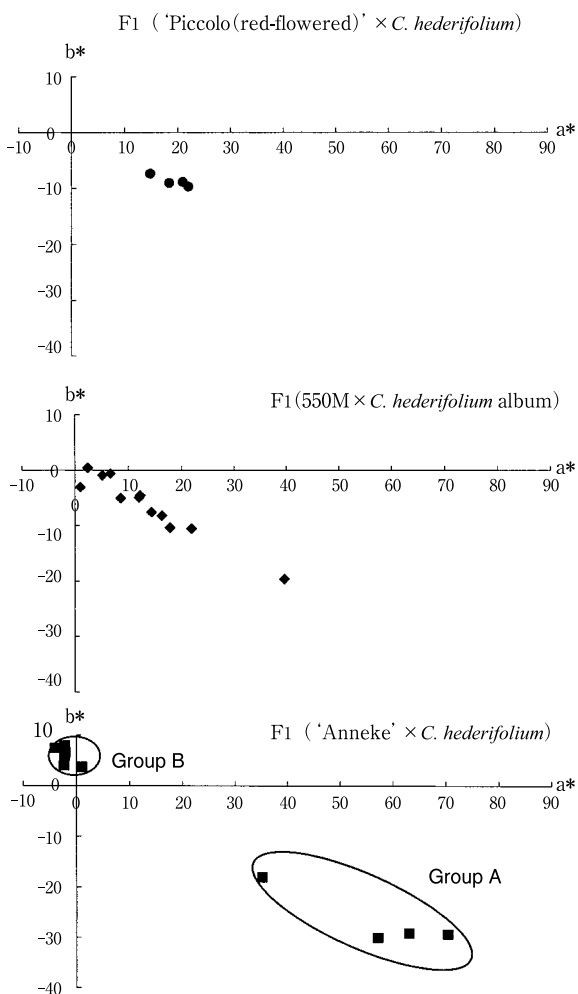


Fig. 1. Coloration in the slips of F_1 （‘Piccolo (red-flowered)’ × *C. hederifolium*), F_1 （550M × *C. hederifolium* album), and F_1 （‘Anneke’ × *C. hederifolium*).

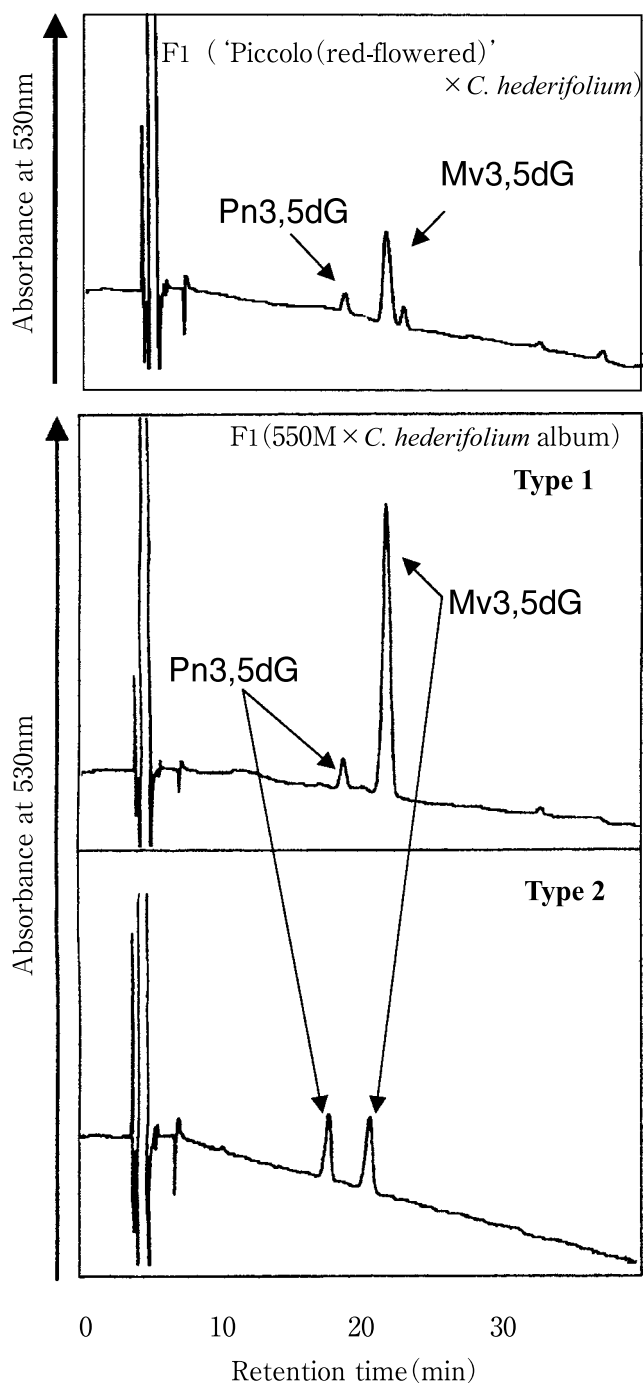


Fig. 2. Typical HPLC profiles of anthocyanins extracted from the slips in F₁ ('Piccolo (red-flowered)' × *C. hederifolium*) and F₁ (550M × *C. hederifolium album*).

シアニン生成遺伝子がヘテロであったことによるものと思われ、*C. hederifolium*のアントシアニン生成能は種間雑種においても優性形質として発現する可能性が高いものと考えられる。また、底紅形質の遺伝もアントシアニン生成と同様の傾向を示したことから、シクラメン園芸品種と*C. purpurascens*の種間交雑と同様に⁽¹⁰⁾、シクラメ

Table 1. Coloration and anthocyanins in the slips of F₁ (550M × *C. hederifolium album*) and F₁ ('Anneke' × *C. hederifolium*).

F ₁ progenies	Coloration ^z	HPLC profiles ^y	No. of plants
F ₁ (550M × <i>C. hederifolium album</i>)		Type 1	4
		Type 2	8
F ₁ ('Anneke' × <i>C. hederifolium</i>)	Group A	Type A	4
	Group B	Type B	6

^z See Fig. 1.

^y See Fig. 2 or Fig. 3.

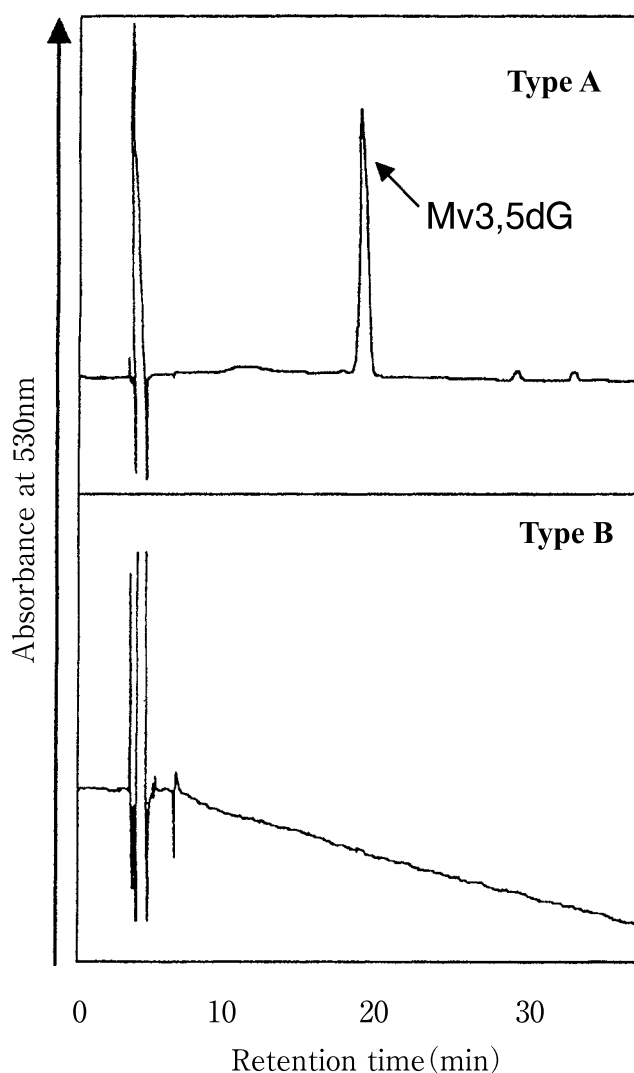


Fig. 3. Typical HPLC profiles of anthocyanins extracted from the slips in F₁ ('Anneke' × *C. hederifolium*).

ン園芸品種と*C. hederifolium*の種間交雑でも、底紅形質が優性形質として遺伝するものと示唆される。

シクラメン園芸品種と*C. purpurascens*の種間交雑では、園芸品種に3グルコシド型または3ネオヘスペリドシド型といった5位に糖が修飾されていないアントシア

ニンを主要花色素とするものを用いた場合においても、F₁ 個体の花弁slip部分の最も主要なアントシアニンはずべて3,5dG型となり、これは*C. purpurascens*に由来するアントシアニンの5位にグルコースを修飾する5グルコシルトランスフェラーゼ(5GT)の発現が優性形質として発現したためと報告されている⁽¹⁰⁾。本研究の園芸品種と*C. hederifolium*との交雑においても、園芸品種に3ネオヘスペリドシド型のペオニジン3ネオヘスペリドシドを主要アントシアニンとする‘ピッコロ(赤花)’を用いた場合を含めて、全ての有色花F₁ 個体の花弁slip部分の最も主要なアントシアニンは3,5dG型であったことから、園芸品種と*C. hederifolium*との交雑においても*C. hederifolium*に由来する5GTの発現が優性形質として現れることが示唆される。

本研究の結果、シクラメン園芸品種と*C. purpurascens*の交雑と同様に、園芸品種と*C. hederifolium*との種間交

雑においても、異ゲノム間でもそれぞれの種由来のアントシアニン生成関連遺伝子が互いに花色、花色素発現に関与することが示唆された。これらのことは、シクラメンの種間雑種により品種開発を行う上で、有用な知見と考えられる。

摘 要

シクラメン園芸品種と*C. hederifolium*との種間雑種における花色および花色素の遺伝について調査した。その結果、シクラメン園芸品種と、ゲノムが異なる*C. hederifolium*との交雑において、底紅形質、slip部分におけるアントシアニンの生成およびslip部分における主要アントシアニンの5位の配糖体化が優性形質として現れることが示唆された。これらの知見は、シクラメンの種間交雑による品種改良に有用であると考えられた。

引 用 文 献

- (1) GREY-WILSON, C.: *Cyclamen*, Timber Press, Portland (2002).
- (2) ISHIZAKA, H. and UEMATSU, J.: Production of interspecific hybrids of *Cyclamen persicum* Mill. and *C. hederifolium* Aiton by ovule culture. *Japan. J. Breed.*, **42**, 353-356 (1992).
- (3) 石坂 宏, 植松盾次郎: 胚珠培養による *Cyclamen persicum* Mill. と *C. repandum* Sibth Sm. の種間雑種作出. 育種学会雑誌**40** (別1), 60-61 (1990).
- (4) ISHIZAKA, H. and UEMATSU, J.: Production of interspecific hybrids of *Cyclamen persicum* Mill. and *C. purpurascens* Mill. produced by ovule culture. *Euphytica*, **82**, 31-37 (1995).
- (5) ISHIZAKA, H.: Interspecific hybrids of *Cyclamen persicum* and *C. graecum*, *Euphytica*, **91**, 109-117 (1996).
- (6) EWALD, A.: Interspecific hybridization between *Cyclamen persicum* Mill. and *C. purpurascens* Mill., *Plant Breeding*, **115**, 162-166 (1996).
- (7) 澁澤直恵, 小川謙司: 胚珠培養法を用いた *Cyclamen persicum* Mill. と *C. rohlfianum* Aschers. および *C. persicum* と *C. libanoticum* Hildebr. の種間雑種の作出. 東京農試研報., **27**, 9-15 (1997).
- (8) 高村武二郎, 山田理恵子, 田中道男: シクラメン園芸品種 (*Cyclamen persicum* Mill.) と *C. purpurascens* Mill. の種間雑種作出に及ぼす種子親の遺伝子型の影響. 香川大学農学部学術報告, **54**, 45-48 (2002).
- (9) 高村武二郎, 松本佳子, 吉村奈津紀, 田中道男: シクラメン園芸品種と *Cyclamen africanum* の種間雑種作出に及ぼす窒素の影響. 園芸学会雑誌**71** (別1), 284 (2002).
- (10) TAKAMURA, T. AIZAWA, M., KIM, S. Y., NAKAYAMA, M. and ISHIZAKA, H.: Inheritance of flower pigment in crosses between cyclamen cultivars and *Cyclamen purpurascens*, *Acta Hort.*, **673**, 437-441 (2005).
- (11) VAN BRAGT, J.: Chemogenetical investigations of flower colours in *Cyclamen*, *Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen.*, **62**, 1-43 (1962).
- (12) 杉村隆之, 高村武二郎, 田中道男: シアニック系品種と白色花品種との交雑におけるシクラメン花色および花色素の遺伝. 園学雑. **66** (別2), 498-499 (1997).
- (13) 高村武二郎, 杉村隆之, 田中道男: シアニック系品種とアジアニック系品種との交雑におけるシクラメンの花色および花色素の遺伝. 園学雑. **69** (別2), 453 (2000).

(2006年10月31日受理)