ペチュニアの花色パタンにおよぼす光の強さならびに温度の影響¹⁾

高野 泰吉*・吉川 文夫**・志 佐 誠***

名古屋大学農学部*

ネブラスカ大学農学部**

木原生物学研究所***

昭和 45 年 9 月 14 日受付

I. ま え が き

花色パタンは環境要因によって影響されやすいものと、影響されにくいものがある。

ペチュニアの花色パタンの変化については、古く SCHRÖDER(1934)⁽⁷⁾および STÖRMER と WITSCH(1937)⁽⁸⁾の詳細な報告がある。SCHRÖDER によれば、ペチュニアのふいりは栄養や湿度に影響されず、高温や弱光下で有色部の割合の増加をもたらす、逆に低温や強光下で白色部の面積が増加するという。花色パタンの発現と温度との関係については、間⁽³⁾、佐俣⁽⁶⁾の報告でも同様の傾向が認められている。しかし、佐俣はパイオトロン 30°C の条件下では白色部が増加するといひ、自然状態下で 8 ~ 9 月の高温期に有色部割合の高いふいり花の発現が多くあらわれる事実と一致していなかった。

筆者らは、バラ花卉のアントシアニン形成が低温と強い光によって起こることを報告した⁽⁹⁾。SCHRÖDER の報告から推察すると、ペチュニアの有色部割合の増加、すなわちアントシアニンの形成とバラのそれとは全く相反する条件を要求しているように思われる。他方、佐俣の報告のように、パイオトロンで昼夜一定の高温下では、ペチュニアばかりでなくバラの場合も白色花が発現する⁽⁶⁾。これらのことから、アントシアニン形成と花色パタンの変化におよぼす環境要因の影響が同一な面と異なる面とがあるように思われ、この点をさらに明確にするために本実験を企てた。

他の植物で、MARKEINKE (1936) は *Calliopsis bicolor* において、ふいり花の有色部の割合が高温下で増加すると述べた⁽⁴⁾。反対に FLOREN (1941) は *Calceolaria hybrida* において、高温が有色部の割合を減少させると述べている⁽¹⁾。事実カルセオラリアの栽培期が高温になるにつれ、アントシアニンは斑点を小さくし、ついには斑点が消滅することをわれわれは観察している。

これらのふいり、ないし花色パタンの変異に対し、遺伝子が関与するという考え方がある^(3, 4, 5, 6, 9)。ある程度の説明はできるが、統一した見解はまだ出されていない。

本研究は、ペチュニアの花色パタンの季節的变化を調査するとともに、花色パタンの発現におよぼす温度ならびに光の影響を調査し、パタンの変異要因を明らかにしようとして行なわれた。

II. 実験材料と方法

供試材料は、ペチュニアの条斑、星斑などのパタンを示すつぎの 3 品種；青い星、グリッターズ、スターダスト（坂田種苗 K. K. 育成）である。

第 1 年目には自然環境下で栽培し、パタンの変異の幅が広い品種ならびに株の選抜を行なうとともに、パタン変化の品種（系統）間差異を追跡した。パタン変異の幅の広いものとしてスターダスト（青系統）の中から 1 系統が選抜され、挿木により増殖をはかった。

第 2 年目に自然環境下で花色パタンの季節的变化をしらべ、またファイトロン下で花色パタンの発現におよぼす温度ならびに光の強さの影響をしらべた。

ファイトロンにおける実験は温度条件、すなわち 25°C と 18°C の 2 水準と、光条件すなわち自然光と寒冷しゃ 1 枚被ふく遮光（自然光の約 73% の強さ）の 2 水準の組合せ条件下で行なった。

花色パタンの量的表示は佐俣⁽⁶⁾の考え方を参考にした。変異は始原細胞の分裂過程のあらわれとして、偶数の系列をもった階級を考え、測定の簡便さを考慮して 8 階級の有色部割合の程度を示し、さらに全白色の場合を含めて 9 階級とした。すなわち 8/8（全有色）、7/8、6/8、5/8、4/8、3/8、2/8、1/8、および 0/8（全白色）である

1) Taikichi TAKANO*, Fumio YOSHIKAWA** and Makoto SISA***: Effect of Light Intensities and Temperatures on the Flower Color Pattern of *Petunia hybrida* VILM. *grandiflora* HORT.

* College of Agriculture, Nagoya University, Nagoya 464.

** College of Agriculture, Univ. of Nebraska, Nebr., 68500.

*** Kihara Institute for Biological Research, Yokohama 233.

Fig. 1 Flower color pattern classified by degree of colored area at corolla surface

(Fig. 1). SCHRÖDER は花卉の 5 数性を考慮して 0~10 階級にしているが、われわれが供試したペチュニアのふいりは不規則なパタンを示していたので、上記のような階級分けを行なった。なお、記載の便宜上、7/8~5/8 の花色パタンを示す花冠をスター咲き、4/8~1/8 のそれをストライプ咲きと呼ぶことがある。

III. 結果と考察

花色パタンの品種系統間差異

Table 1 に示したように、供試品種および系統は花色により分けられるものは系統ないし群に分けた。さらに花色変異の幅や安定性により個体レベルにまで分けた。

Table 1 Flower color pattern of corolla in the clone observed

Variety or strain	Corolla color	Color pattern of corolla in the clone
Blue Star	Purple	relatively stable, starred
Glitters	Rose red	unstable, starred mainly
Star Dust (Red strain)	Scarlet	stable, starred or colored at all surface of corolla
	Pink	stable, starred
	Magenta	starred (narrow, medium, wide)
Star Dust (Blue strain)	Purple	stable starred or striped, the most unstable, 0/8~8/8

青い星は整った星形の白斑を花冠の中心部にもち、遺伝的に比較的安定である。季節、株の令、分枝位置によりわずかな変異があるが、連続的変異はみられず、ストライプ咲きはあらわれなかった。

グリッターズはかなり不安定で 4/8~8/8 の連続的変異を示す。比較的低温の季節には 4/8 のものが多く、高温の季節には全有色のものが多くあらわれる。また同一時期における同一株内の変異は少ない。

スターダストは赤系統のうち橙赤色種は変異の幅が狭

く 6/8~8/8 である。桃色種は 0/8~1/8 の型と 4/8~8/8 の型とに細分される。同一株内での変異は少ない。赤紫色種はスター咲きで、変異は白色星斑の条が太いもの、細いもの、それらの中間のものに区別される。外的要因の影響によるパタンの変動も少ない。青系統は遺伝的に安定したパタンを示すものと、外的要因に影響されやすいものとに分けられる。しかし、前者の型は少なく、大部分は後者の型である。

後者は、供試した品種および系統の中で、もっとも変異の幅が広く、0/8~8/8 の階級すなわち白色、ストライプ咲き、スター咲き、全有色の花冠まで連続的変異を示す。株間の変異はもちろん、同一株の分枝位置あるいは開花期によって花色パタンの変動が著しい。

以上の結果から、もっとも変異のあらわれやすいスターダスト（青系統）のうち、もっとも変異幅の広いクロンを挿木によって増殖し、以後の実験に供した。

花色パタンは、一見不規則にみえるが、出現の場所ならびに発現する様式には規則性がみられる。すなわち花卉の接合部から色素が発現し、それが幅広くなって条斑となる。1/8~4/8 のストライプ咲きに対応する。さらに先端の周縁部に拡がり星斑となる。スター咲きがこれである。この段階までは比較的一様に進行するが、さらに色素の占める面積が拡がっていくと、有色部と白斑部にやや偏りが生ずる。すなわち、花冠の花弁に相当する部分が、場合によって白斑をもつが、他方では全有色を示し、花冠全体としては局部的白斑を残すことになる。実験開始前には、この花色パタンの不規則性が意識されず、量的表現として細胞分裂の単位を考慮した階級分けがなされた。この点 SCHRÖDER のように花冠（弁）の 5 数性を基準にした花色パタンの階級分けの方がよかったと思われる。

花色パタンの季節的变化

前述のようにペチュニアの花色パタンは開花の季節によって変異していくように思われた。そこで第 2 年目に自然日長下において早春から晩秋にかけての 8 か月間、

Table 2 Seasonal change in the type of flower color pattern in *Petunia* (in per cent of corollas observed in each month)

Month	Degree of colored area at corolla surface								
	0/8	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	8/8
April	0	18.8	9.4	21.9	9.4	12.5	18.8	9.4	0
May	3.9	13.7	5.9	7.8	29.4	13.7	9.8	13.7	2.0
June	0	0	0	9.1	12.1	9.1	15.2	54.5	0
July	0	2.9	5.9	17.6	17.6	11.8	11.8	29.4	2.9
Aug.	0	0	0	2.8	16.7	22.2	22.2	25.0	11.1
Sept.	0	0	13.5	5.4	16.2	10.8	8.1	32.4	13.5
Oct.	0	0	8.1	13.5	37.8	21.6	5.4	8.1	5.4
Nov.	0	6.5	9.7	25.8	25.8	12.9	6.5	9.7	3.2

各パタンの発現割合をしらべた。その結果を Table 2 に示す。

花色パタンの両極すなわち白色や全有色の花冠は比較的少なく、スター咲きやストライプ咲きが多い。低温の季節にはストライプ咲きが多く、高温の季節にはスター咲きが増加し、全有色に近いものが多くなる。いまこのような傾向を全有色のもの (8/8)、およびスター咲き、ならびに白色に近いもの、すなわちストライプ咲きについて図示すると Fig. 2 のとおりである。白色に近い花冠

Fig. 2 Seasonal changes in the appearance of corollas starred (5/8 ~ 7/8) and colored (8/8), and white (0/8) and striped (1/8 ~ 3/8)

は低温期に出現することが明かである。

花色パタンにおよぼす光の強さならびに温度の影響

11月1日にファイトトロンに入室し、遮光ならびに温度の影響をしらべた。各区20株で、調査花数は区により150~250花であった。短日条件の季節なので、開花数は比較的少なかった。結果は Table 3 のとおりである。

いま有色部割合が8/8および7/8に属する花冠の和を全開花数の百分率で示すと、自然光・18°C区25.3%、遮光・18°C区40.0%、自然光・25°C区42%、遮光・25°C区84.5%となる。これらの結果から、温度の高い区で、また光が弱い区で有色部割合は多くなっていることがわかった。

なお18°C区では株間、株内の変異幅が広いが、25°C

区ではこれらの変異幅は著しく狭い。Table 3 に示されているパタンの変動は開花初期から中期にかけて大きいものが含まれているが、12月下旬から1月においてはばらつきが少ない。これが株の令によるのか、日長によるのか明かでない。

以上のように、ファイトトロンでの実験から SCHRÖDER (1934) の結果と同じ傾向が見出された。すなわち高温条件で全有色のものの発現が多く、低温条件で白色のものの発現が多くなっている。自然状態における花色パタンの季節的变化も、温度が発現の主要因となっていると解される。

佐俣の報告で、バイオトロンの30°C下において白色のものが多くあらわれたという事実は、高温条件というよりはむしろ土壌、水分など他の要因と複合して起こった現象と思われる。温室で30°C以上の高温におかれたスターダストについての観察では白色花の発現は認められなかった。

つぎに寒冷しゃ1枚の遮光下では自然光下にくらべスター咲きが増加した。この点アントシアニン形成と有色部の高い花色パタンの発現とは条件要求に差があるものと考えられる。

一般にアントシアニン形成には低温と強い光の要求があるが、ペチュニアの花冠の有色部割合の高いふり形成には、高温とやや弱い光の要求があって、対照的な条件要求をもつことがわかった。

さて、高温による有色部割合の高い花冠の発現についての遺伝的解釈にはフラボノールからアントシアニンに転換する遺伝子⁽⁹⁾、易変遺伝子の体細胞変異、体細胞の劣性突然変異⁽⁹⁾などがあるが、これらの説には遺伝生化学的に十分な根拠が示されていない。これらの点を明らかにするには、さきに示したように、遺伝的に安定な型と不安定な型との対比において、環境条件と表現型あるいは遺伝子型の分析を生化学的に進める必要があろう。

IV. 摘 要

ペチュニアの花色パタンの発現は品種、系統の間で著しい差異がある。

花色パタンの変異幅の広いスターダスト (青系統) が選抜され、挿木によって増殖し、実験材料に供した。

比較的低温の季節には、多くの花冠はストライプ咲き

Table 3 Effect of temperatures and light intensities on the flower color pattern in *Petunia*

Treatment	0/8	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	8/8
18°C+Sunlight	0	2.0	7.8	12.3	20.8	18.0	13.5	16.7	8.6
18°C+Shading	0	0	6.7	6.7	20.0	13.3	13.3	33.3	6.7
25°C+Sunlight	0	0.4	5.3	2.7	9.3	16.4	13.8	25.3	26.7
25°C+Shading	0	0	2.8	2.8	5.6	0	4.2	7.0	77.5

となり、あるものは白色花となった。高温の季節には、多くの花冠はスター咲きあるいは全有色となった。

ファイトトロン内の恒温 25°C 下では、多くの花冠はスター咲きあるいは全有色となった。他方 18°C 下では多くのものはストライプ咲きの花冠を発現した。遮光によるやや弱光の下では、スター咲きあるいは全有色の花冠を増加したが、自然光ではこれらの花色パターンを示す花冠は減少した。これらのことから、花色パターンの発現に対する温度ならびに光の強さの主効果は明らかであると考えられた。さらにこれら二要因間の交互作用効果も著しい。たとえば、25°C と弱光の組合わせ条件下では約78%の花冠がふいりを示さなかった。

上述のことから、花色パターンの変動に対する気象条件の要求はアントシアニン形成に対する条件要求とは別であると推測される。

Summary

The distinct difference was detected with regard to the appearance of flower color pattern among varieties and strains of *Petunia hybrida*.

One clone in the variety, Star Dust (blue strain), having a wide variation in the type of flower color pattern was selected, propagated by stem cuttings and used as materials.

During cool season many corollas striped in white in a magenta background put in an appearance and some corollas became white. During hot season many ones starred or colored appeared.

At a constant temperature 25°C in the phytotron, many corollas starred or colored appeared. On the other hand at a constant temperature 18°C many ones striped did. In the poor light condition at an intensity of 73 per cent of the full sunshine, the corollas colored or starred increased, while in the full sunlight the ones colored or starred decreased. From these the main effect of temperature and

light intensity on the appearance of flower color pattern was considered to be of high significance. Further the interaction between these two factors was also significantly greater. For example, about 78 per cent of corollas colored appeared in the condition maintained at 25°C and in the poor light.

It may be suggested that the climatic requirement for the variation of flower color pattern appears to be independent of the one for the formation of anthocyanin. (Received September 14, 1970)

V. 文 献

- (1) BLANK, F. 1958 Anthocyanins, Flavones, Xanthones. In Handbuch der Pflanzenphysiologie (ed. by W. RUHLAND). Springer-Verlag, Berlin. X: 300-353.
- (2) 間 和夫 1952 花色発現の機構に関する研究 I. *Petunia hybrida* の花色の変異と遺伝. 育種雑 1: 241-246.
- (3) — 1956 花色発現の機構に関する研究 IV. 斑入りの発現について. 同上 6: 205-211.
- (4) IMAI, Y. 1935 Variegation flowers and their derivatives by bud variation. Jour. Genet. 30: (文献 (3) より引用)
- (5) — 1935 The mechanism of bud variation. Amer. Natl. 69: (文献 (3) より引用)
- (6) 佐俣淑彦 1965 Flower pattern の発現と遺伝ならびに環境要因との関係について. 園芸学会昭和40年度秋季大会シンポジウム講演要旨: 63-67.
- (7) SCHRÖDER, H. 1934 Untersuchungen über die Einfußung des Blütenfarbmusters von *Petunia hybrida grandiflora* HORT. Jb. wiss. Bot. 79: 714-752.
- (8) 志佐誠・高野泰吉 1964 バラの花色発現におよぼす温度ならびに光の影響. 園学雑 33: 140-146.
- (9) STÖRMER, I. und H. von WITSCH 1937 Chemische und entwicklungs-geschitliche Untersuchungen über das Blütenfarbmuster der Gartenpetunie. Planta 27: 1-29.