

デルフィニウム花色の品種内変異

水野有紀子¹・戸本佳子¹・渋谷喜八²・南 峰夫¹・根元和洋¹

(1. 信州大学大学院農学研究科、2. ニチノウ中の原研究所)

Variation of flower color in *Delphinium* varieties

Mizuno, Y., K. Tomoto, K. Shibuya, M. Minami and K. Nemoto

緒 言

デルフィニウム(*Delphinium* spp.)は華麗な花穂と花色を持つ人気の高い花卉である。これまで花持ちの悪さが原因で庭園用植物として扱われてきたが、切り花延命剤の開発により切り花としての需要が近年伸びている。さらに矮性品種も作出され、鉢物としての利用も見込まれるなど、今後の発展が期待されている(農文協農業技術大系花卉編9 1994)。しかし、デルフィニウムでは品種内変異、すなわちばらつきが多く出ることが問題としてあげられており、特に花色のばらつきは均一性を必要とする営利栽培にとって大きな障害となっている。

品種内変異が起こる原因として、現在の栽培品種が複雑な育種経路をたどってきていることが考えられる。原種の*D. elatum*が栽培化されて現在の主要栽培品種である*D. elatum*系栽培品種群が成立する過程で、アマチュア育種家の手により多くの種や栽培品種との交雑が行われており、系譜を明確にすることは困難である(Legro 1961, 野間 1986)。そのように多くの交配を経てきた現在の栽培品種は多様な種、品種の遺伝子をヘテロ状態で蓄積しているため、分離により品種内個体間変異が発現すると考えられる。これを解決するためには、遺伝的に固定し、分離による個体間変異が出現しない品種を育成する事が必要である。品種内変異は主に四倍体の*D. elatum*系栽培品種で報告されている。倍数性が高い方が遺伝的固定は困難であり(藤巻ら 1992.)、後代において分離による形質の変異が現れる確率が高くなることから、この問題には倍数性が関係していると考えられる。この点を明らかにするため、倍数性と花色の品種内変異の関係を検討することが必要である。

そこで本研究では、主要栽培品種および原種系品種について花色を調査して花色の品種内変異の程度を解析するとともに、倍数性と品種内変異との関係を考察した。

材料及び方法

以下の3種4品種を供試した。これらはドイツの種子会社から購入した輸入種子である。なお、デルフィニウムでは、野生種をそのまま栽培に用いているものを原種系品種とし、種名で呼ぶことが慣行となっているので、本論文もそれに従った。

栽培品種

| | | |
|--------------------------------|------------------|----|
| <i>D. elatum</i> (2n=4x) | cv. Summer Skies | 空色 |
| | cv. Blue Bird | 青 |
| <i>D. grandiflorum</i> (2n=2x) | cv. Blauerzweg | 青 |

原種系品種

D. tatsiense (2n=2x)

青

これらの種子を2000年2月に播種し、十分生長した苗を同年6月に信州大学農学部附属農場のビニールハウス内に定植した。2001年6月から7月にかけて開花した花を花色の調査に用いた。調査はデルフィニウム種苗特性分類調査基準（農林水産省種苗課）に従い、各個体が花穂の下から3分の1まで開花した時に行った。

花色の調査は日本園芸植物標準色票（日本色彩研究所）を用いて行い、値をXYZ表色系の数値に置き換えた後、以下の式により国際照明委員会CIEのL*a*b*系の数値に変換した。

$$L^* = 116.0 \times (Y / Y_b)^{1/3} - 16.0$$

$$a^* = 504.3 \times ((X / X_b)^{1/3} - (Y / Y_b)^{1/3})$$

$$b^* = 201.7 \times ((Y / Y_b)^{1/3} - (Z / Z_b)^{1/3})$$

(X_b , Y_b , Z_b はそれぞれ標準照明光下の値 98.072, 100.000, 118.225 とした)

L*a*b*表色系は、全ての色が含まれる球状の色空間から目的の色を示す座標を取り、明るさL*、赤みa*、青みb*の三つの色値でその色を表現する形式である。L*とa*の値が大きいほど明るさと赤みが強く、b*の値が小さいほど青みが強いことを表す。等色差性が高いため、座標間の距離で色の差の大きさを比較できる。

結果及び考察

1) 花卉の着色パターン

花卉の色が一色でなく混在する場合は観察された。そこで、デルフィニウム種苗特性分類調査基準（農林水産省種苗課）にしたがって各個体の着色パターンを記録し、花卉のAゾーンと呼ばれる部分の色を主花色、Bゾーンの色を副花色として分析を行った（図1）。

各品種内で観察された花卉の着色パターンの割合には明らかな品種間差が認められた（表1）。四倍体品種のcv. Summer Skies と cv. Blue Birdでは半数以上の個体が主花色と副花色が混在し、花卉の色が一色でない着色パターンⅡ、Ⅲを示した。一方、二倍体品種の cv. Blauerzwergerでは90%以上の個体が、*D. tatsiense*では全ての個体が単色のⅠのパターンを示した。

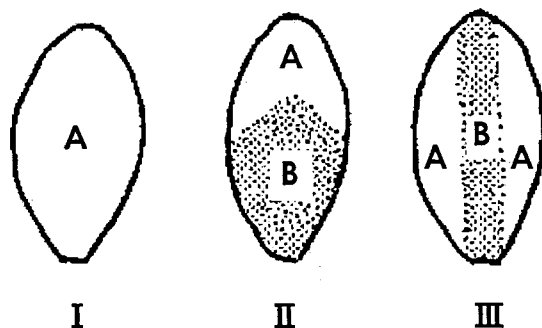


図1 花卉の着色パターン。 Aゾーン：主花色、 Bゾーン：副花色

表1 花卉着色パターンの品種間変異¹⁾

| 種・品種名 | 調査個体数 | 着色パターン (%) | | |
|-------------------------|-------|------------|---------|--------|
| | | I | II | III |
| cv. Summer Skies(4x) | 14 | 6(42.9) | 8(57.1) | 0(0) |
| cv. Blue Bird(4x) | 15 | 6(40.0) | 8(53.3) | 1(6.7) |
| cv. Blauerzweg(2x) | 21 | 19(90.4) | 1(4.8) | 1(4.8) |
| <i>D. tasiense</i> (2x) | 7 | 7(100) | 0(0) | 0(0) |

1) 図1参照.

2) 主花色の変異

主花色のL*, a*, b*の平均値と標準偏差を表2に示した. 実験に供試した4品種はいずれも青系品種であったが, L*, a*, b*の各値およびその組み合わせにより識別できた.

主花色の品種内変異の大きさを比較するために, L*a*b*表色系色空間内における品種の平均座標位置を基準点として, 各個体の主花色との座標距離を求め, その平均値および標準偏差を変異の指標とした.

四倍体のcv. Blue Birdでは距離が他品種の2倍以上で, 標準偏差の値も大きく, 他品種より大きな変異を持つことが示された. 一方, cv. Summer Skiesでは距離の平均値は二倍体の2品種と同程度であったが, 標準偏差はそれらの約2倍であった. これは色空間内で大部分の個体は主花色平均座標位置に近接した座標に位置するが, 位置が大きく離れた個体も含まれることを示している. すなわち大部分の個体は二倍体品種と同程度に揃っているが, 花色が大きく異なる個体が少数出現することを示している(図2).

主花色のばらつきの要因を推察するためL*, a*, b*値の標準偏差を比較した. 花色のばらつきの大きいcv. Blue Birdについてみると, L*とb*の標準偏差が他の品種の2~3倍で, 明るさと青みの変異が花色のばらつきの主な要因となっていた(図2, 表2).

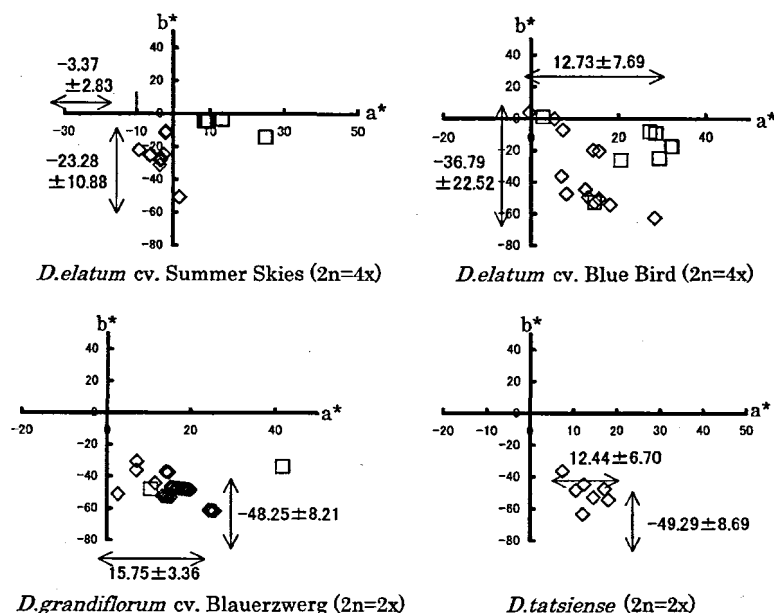


図2 主花色(◇)と副花色(□)における a^* と b^* の品種内変異.

矢印と数字は主花色の範囲と平均値 \pm s. d.を示す.

表2 L*a*b*表色系空間における主花色の変異(平均値±s. d.)

| 種・品種名 | 調査 個体数 | 品種平均値 からの距離 | 色 値 | | |
|-------------------------|-----------|----------------|-------------|------------|--------------|
| | | | L* | a* | b* |
| cv. Summer Skies(4x) | 14 | 11.20±10.98 | 68.67±11.59 | -3.37±2.83 | -23.28±10.88 |
| cv. Blue Bird(4x) | 15 | 28.00±15.02 | 55.57±22.23 | 12.73±7.69 | -36.79±22.57 |
| cv. Blauerzweg(2x) | 21 | 11.34± 5.47 | 31.29± 7.85 | 15.75±6.70 | -48.25± 8.69 |
| <i>D. tasiense</i> (2x) | 7 | 11.79± 6.22 | 38.97±10.76 | 12.44±3.36 | -49.29± 8.21 |

3) 主花色と副花色の関係

主花色と副花色の関係を解析するために、着色パターンⅡとⅢを示した個体について、色空間内における主花色と副花色の座標間距離の平均および標準偏差を求めた(表3)。いずれの品種においても主花色と副花色間の距離が主花色内での距離(表2)よりも大きく、主花色と副花色の差が明瞭であった。四倍体品種のcv. Summer Skiesとcv. Blue Birdが二倍体品種のcv. Blauerzwegよりも距離が大きく、主花色と副花色の差が大ききはっきりしていた。

副花色の発現率が高かったcv. Summer Skiesとcv. Blue Birdの各色値について花色と副花色の関係を検討した(表3)。L*とb*については両品種とも有意な相関は見られなかった。しかし、a*については、cv. Summer Skiesでは有意な負の相関、cv. Blue Birdでは有意な正の相関がみられた。すなわち、cv. Summer Skiesでは主花色の赤みが少ないほど副花色の赤みが強くなり、cv. Blue Birdでは主花色の赤みが強いほど副花色の赤みも強くなることを示している(図3)。このことは、座標間距離で見た主花色の変異ではcv. Summer Skiesがcv. Blue Birdより明らかに小さいにもかかわらず、主花色と副花色の距離ではcv. Blue Birdとほぼ同等であったことの原因である。

なお、主花色と副花色のL*, a*, b*の絶対値を比較すると、全体的に各値とも副花色が大きかった。すなわち副花色は主花色より明るく、赤みが強く、青みが弱かった(図3)。

表3 L*a*b*表色系空間における主花色と副花色の関係

| 種・品種名 | 調査 個体数 | 主花色と副花色の距離 (平均値±s. d.) | 相関係数(r) | | |
|-------------------------|-----------------|---------------------------|---------|----------|--------|
| | | | L* | a* | b* |
| cv. Summer Skies(4x) | 8 | 35.80±15.01 | -0.090 | -0.814** | -0.184 |
| cv. Blue Bird(4x) | 9 | 40.56±16.93 | 0.288 | 0.740** | 0.194 |
| cv. Blauerzweg(2x) | 2 | 22.84±14.59 | ---- | ---- | ---- |
| <i>D. tasiense</i> (2x) | 0 ¹⁾ | ----- | ---- | ---- | ---- |

1) 副花色は出現せず。 ** : 1%水準で有意

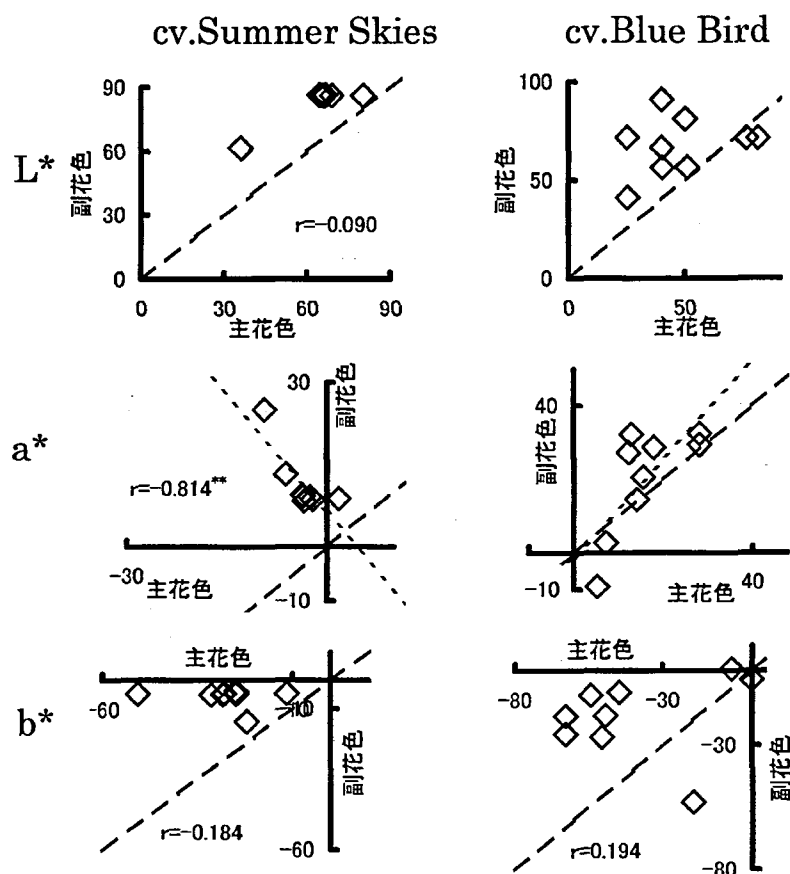


図3 *D. elatum*栽培品種における主花色と副花色の関係。
点線は回帰直線、破線は $Y = X$ の直線を示す。

以上のように、デルフィニウムの花色の品種内変異には、① 主花色がばらつく場合と、② 花卉に副花色が混ざる場合(図1のパターンII, III)の2種類が観察された。二倍体品種のcv. Blauerzwegと*D. tatsiense*では両方の変異とも小さかった。一方、四倍体品種の cv. Summer Skies では花卉に副花色が混ざる②の変異が、cv. Blue Birdでは①と②両方の変異がみられた。

四倍体品種であるにもかかわらず、cv. Summer Skiesの主花色の品種内変異は二倍体品種と同程度であった。cv. Summer Skies はデルフィニウムの主要栽培品種であるため、四倍体品種の中でも特に選抜固定が進んでいて、花卉に副花色が混在する変異は残っているものの、主花色についての品種内変異は小さくなっているものと推察される。一方、cv. Blue Birdでは主要花色についても大きな品種内変異が観察された。四倍体は二倍体よりも遺伝的固定が進みにくいこと(藤巻ら 1992.)、花色の発現には多くの酵素が関与し濃度効果を持つことから、四倍体品種は二倍体品種よりも品種内変異が大きいものと考えられ、倍数性と花色の品種内変異の関連が示唆された。

これまでのデルフィニウム育種では四倍体品種が中心に扱われており、二倍体種から他の有用な形質を導入する場合にも染色体数を倍加して四倍体レベルで交雑するという手法が取られてきた(野間 1986)。しかし本研究の結果から、四倍体品種は固定が困難で、分離による品種内変異が出やすいと考えられた。この問題を解決するためには、薬培養によって二倍性半数体(dihaploid)を作出して、二倍体レベルで交雑し、選抜することや、組織培養によるクローン苗の大量増殖法の開発(Pryce *et al.* 1993.)が必要である。今後のデルフィニウム育種を効率的に進めるうえで、二倍体レベルでの育種を進めることが有効である。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、信州大学農学部藤田政良教授に有益なご指導、ご助言をいただいた。農学部附属農場小林正技術専門職員には栽培管理についてご協力をいただいた。ここに記して深甚の謝意を表す。

引用・参考文献

- 1) 藤巻宏・鶴飼保雄・山元皓二・藤本文弘 共著 1992. 植物育種学 上・下. 培風館, 東京.
- 2) Legro R. A. H. 1961. Species Hybrids in *Delphinium*. *Euphytica* 10 (1): 1-20.
- 3) 野間惟道 1986. 講談社園芸大百科事典 : 570-571. 講談社, 東京.
- 4) 農林水産省種苗課 デルフィニウム種苗特性分類調査基準. 農林水産省, 東京.
- 5) 農山漁村文化協会 1994. 農業技術大系 花卉編 9 宿根草 : 385-425. 農山漁村文化協会, 東京.
- 6) Pryce Samantha, P. J. Lumsden, F. Berger and C. Leifert 1993. Effect of plant density and macronutrient nutrition on *Delphinium* shoot cultures. *Journal of Horticultural Science*. 68: 807-813.