

バラ、カーネーションおよびトルコギキョウの花弁表皮細胞の観察

鳴海貴子・吉本知佳・深井誠一

Observation of petal epidermal cells shape in rose, carnation, and lisianthus

Takako Narumi-Kawasaki, Chika Yoshimoto and Seiichi Fukai

Abstract

Flower color is determined not only pigments but also the shape of petal epidermal cells, which influence the tone and texture of petals owing to the different reflection and refraction of light. We observed the petal epidermal cell shape of three major flowers: rose, carnation, and lisianthus. Rose petal epidermal cells of the adaxial surface displayed conical cells in all cultivars. Carnation petal epidermal cells showed two types of dome-shaped cells in all cultivars. Lisianthus displayed four different petal epidermal cell types depending on cultivars; one cultivar composed of conical and dome-shaped cells; another composed of dome-shaped cells; the other composed of conical cells; and last one composed of flat cells. Furthermore, some rose and lisianthus cultivar had petal epidermal cell with striations, but carnation did not have it. These results suggest that flower color of carnation are determined mainly by pigments owing to have homogeneous petal epidermal cell, and those of rose and lisianthus are determined not only pigment components but also the petal epidermal cell shapes and surface structure.

Keyword : petal epidermal cell, flower color, rose, carnation, lisianthus

緒 言

花卉の品質を決める上で重要な形質は、「花形、花色、草姿、香り、日持ち性」であり、多彩な花色、花形、草姿を持つ品種が多数存在することが花卉園芸植物の最大の特徴である。多彩な花色は、色素だけではなく花弁表皮細胞の光の反射および屈折により生じる色調・質感の違いによっても決定されている。花色に関して、色素成分の分析や花色関連遺伝子の機能解析が精力的に行われているが、花弁表皮細胞の形態によって制御されている質感については、光の反射や屈折などの光学的観点からの解析が主であり^(1,2)、その形態制御機構についての報告は少ない。

花弁の表皮細胞は、乳頭状細胞、円錐状細胞、ドーム状細胞、平面状細胞から主に構成されている⁽³⁾。花き園芸植物の花弁表皮細胞の構成は品目間に違いはあるものの、品種間では花弁表皮細胞の構成に大きな違いはなく、特に育種の歴史が長いキク、バラ、カーネーションにおいては、花弁表皮細胞の構成は固定されていると言

われている。そこで本研究では、品目間の花弁表皮細胞の形態の違いと品種内の花弁表皮細胞の類似性を確認するため、育種の歴史が長いバラとカーネーション、1960年頃から本格的な育種が開始したトルコギキョウの数品種を用いて花弁表皮細胞の形態を観察した。

材料および方法

バラは、有限会社ホーテカルチャー神島ハックルベリーフィンで栽培されている花弁が白色系の‘ティネケ’、ピンク色系‘ティンク’、黄色系‘デュカット’、濃赤色でベルベット様の‘ブラックバッカラ’、赤色でベルベット様の‘ローテローゼ’の5品種を使用した。カーネーションは、香花園で栽培されている花弁が赤色系の‘エクセリア’、ピンク色系で縁辺が紫色の糸覆輪を示す‘クリスティーナ’、グリーンベージュに縁辺がピンク色の深覆輪様の‘ゼバ’、ピンク色系の‘マーロ’の4品種を使用した。トルコギキョウは、高知県のトルコギキョウ生産農家で栽培されていた花弁が赤茶色系の‘アンバーブラ

ウン', 薄い赤茶色系に緑辺が赤茶色の 'アンバーライトブラウン', 黄色系の 'ボヤージュイエロー', 紫色系の 'カルメンバイオレット', 'ナイチンゲール', 白色系の 'キングオブスノー' と 'コサージュホワイト', 薄ピンク系の 'ソフトピンク' と 'ブロードピンク', ピンク系の 'ミステリーピンク', 薄い赤紫系の 'りんご彩々' の11品種を使用した。

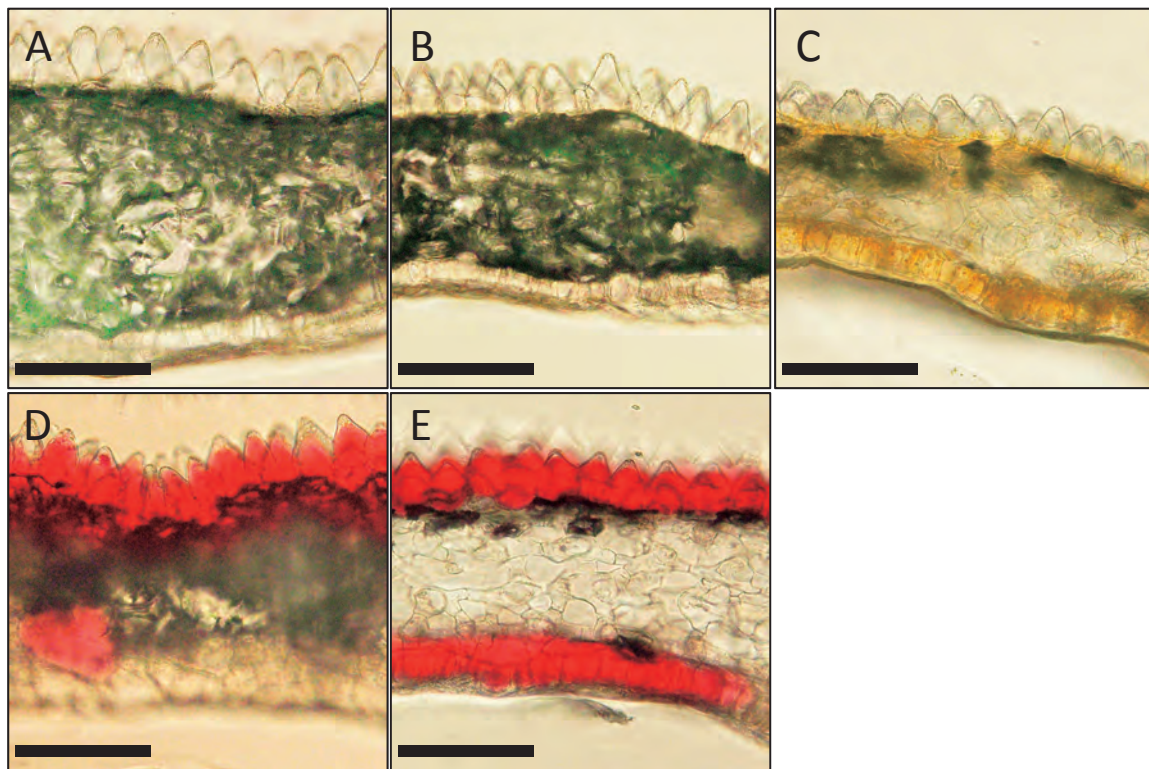
各花卉の先端部を0.8%寒天で固定し, マイクロスライサーを用いて100 μ m切片を作成した。作成した切片は, 光学顕微鏡 (BX50, オリジナル) を用いて観察した。光学顕微鏡を用いて観察できなかったトルコギキョウ 'アンバーブラウン', 'コサージュホワイト', 'ソフトピンク', 'ブロードピンク' についてはデジタルマイクロスコープ (VHX-200, キーエンス) でのみ向軸側花卉表面の観察を行った。

結果および考察

バラの花弁表皮細胞は, 品種間に大きな形態的な差は無く向軸側花卉は円錐状を示し, 背軸側花卉は平面状細胞を示した (第1図)。向軸側花卉の円錐状細胞の表面には筋状の微細構造が認められた (データ未掲載)。

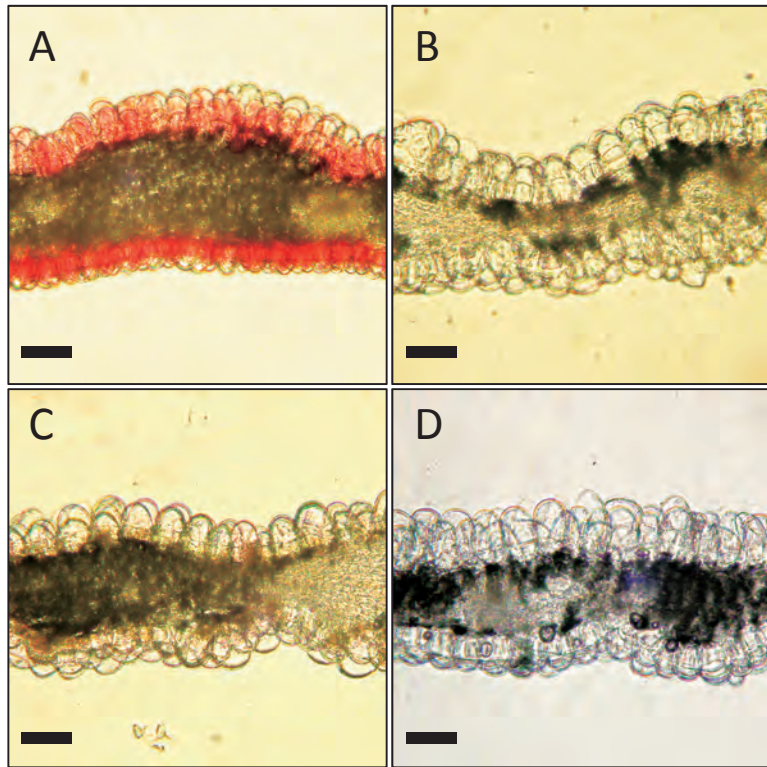
カーネーションの花弁表皮細胞は, 向軸側と背軸側ともに大小の差はあるがドーム状を示し, 品種間に形態的な差は認められなかった (第2図)。トルコギキョウの花弁表皮細胞は, 品種間で大きな違いが認められた (第3図)。
 'アンバーライトブラウン' は, 向軸側花卉は円錐状細胞とドーム状細胞が認められ, 背軸側花卉はドーム状細胞を示した。
 'ボヤージュイエロー' は, ドーム状細胞を示し, 向軸側花卉は背軸側花卉よりも細長いドーム状細胞を示した。
 'カルメンバイオレット', 'キングオブスノー', 'ミステリーピンク', 'りんご彩々' の計4品種では, 向軸側花卉で円錐状細胞が認められ, 背軸側花卉でドーム状細胞が認められた。
 デジタルマイクロスコープによる向軸側花卉の観察によって 'アンバーブラウン', 'コサージュホワイト' および 'ソフトピンク' では平面状細胞が認められ, 'ナイチンゲール' と 'ブロードピンク' では形は若干異なるが, 円錐状細胞が認められた (第4図)。また, 'ソフトピンク', 'ナイチンゲール', 'ブロードピンク' では, 筋状の微細構造も認められた (第4図)。

円錐状の花弁表皮細胞は, 双子葉植物で広く認められていることが報告されており, 花粉媒介者の目印となっていることがキンギョソウを用いた研究により明らかになっている⁽⁴⁾。キンギョソウの突然変異体を用いた解析



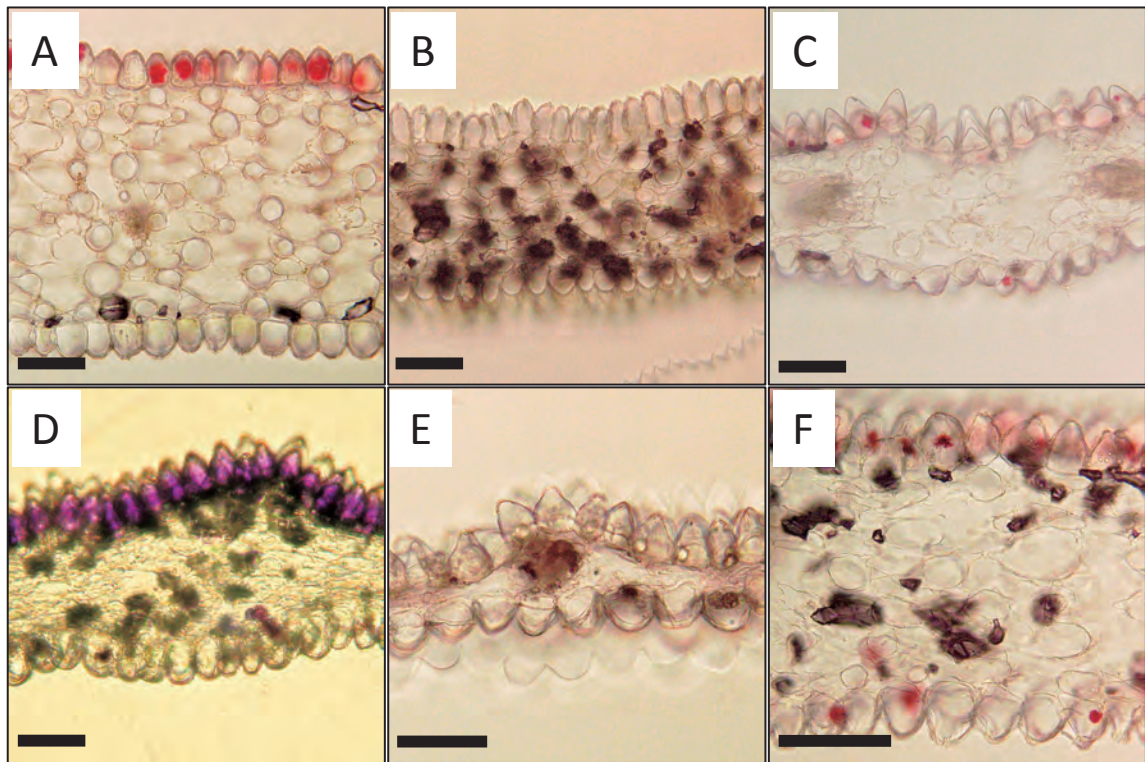
第1図 バラ花卉の表皮細胞の観察

A: 'ティネケ', B: 'ティンク', C: 'デュカット', D: 'ブラックバッカラ', E: 'ローテローゼ'。上側が向軸面, 下側が背軸面を示す。200倍で観察。バーは80 μ mを示す。



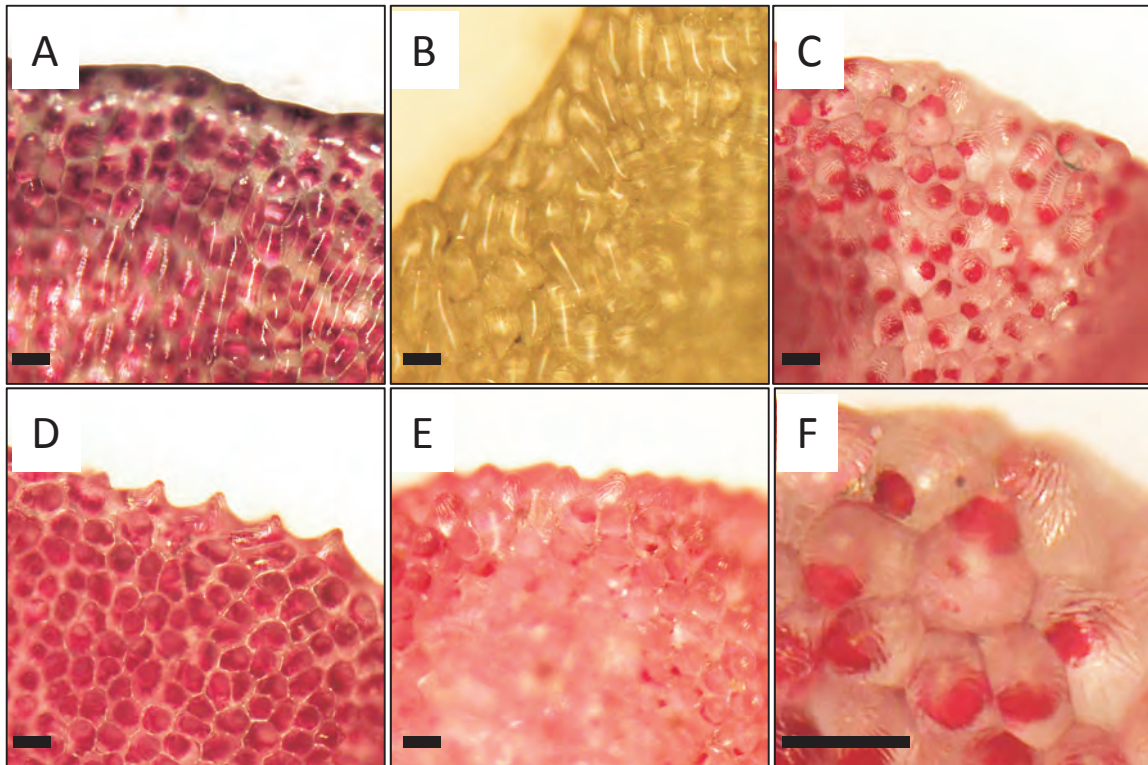
第2図 カーネーション花卉の表皮細胞の観察

A: 'エクセリア', B: 'クリスティーナ', C: 'ゼバ', D: 'マーロ'. 上側が向軸面, 下側が背軸面を示す. 200倍で観察. バーは80 μ mを示す.



第3図 トルコギキョウ花卉の表皮細胞の観察

A: 'アンバーライトブラウン', B: 'ボヤージュイエロー', C: 'ミスティープィンク', D: 'カルメンバイオレット', E: 'キングオブスノー', F: 'りんご彩々'. 上側が向軸面, 下側が背軸面を示す. 200倍で観察. バーは80 μ mを示す.



第4図 デジタルマイクروسコープによるトルコギキョウ花弁の向軸面の表皮細胞の観察
A; 'アンバーブラウン', B; 'コサージュホワイト', C; 'ソフトピンク', D; 'ナイチンゲール', E; 'ブロードピンク', F; 'ソフトピンク' の筋状微細構造の様子. 400倍で観察. バーは40 μ mを示す.

から, 円錐状, 乳頭状および平面状の花弁表皮細胞の制御にMYB転写因子が関与していることが報告されているが^(5,6), ドーム状の花弁表皮細胞の制御については明らかになっていない. 花弁表皮細胞表面の筋状の微細構造に関しては, ベルベット様の花色の発色に関わっていることが報告されている⁽²⁾. バラにおいて, 花弁表皮細胞の形態は同じものの筋状の微細構造を有する品種と有しない品種が存在していることが報告されており⁽³⁾, 本研究で用いた4品種は筋状の微細構造を有していたが, 濃赤色系の'ブラックバッカラ', 赤色系の'ローテローゼ'でのみベルベット様の発色を示した事から, アントシアニン量や種類と花弁表皮細胞上の微細構造の組み合わせがベルベット様の発色に深く関わっていると考えられた. 花弁の向軸面と背軸面の花弁表皮細胞の形態の違いの他に, 花弁の基部に向かうにつれて細胞の形が異なることが報告されている^(1,4). 花弁先端部近傍で平面状細胞を有するトルコギキョウ 'アンバーブラウン', 'コサージュホワイト' および 'ソフトピンク' 以外の今回調査した花きでは, 花弁の先端近傍, 中間部, 基部で細胞の形態は異なり, 花弁先端近傍から中間部へ向かうほど円錐状細胞はドーム状細胞様に, ドーム状細胞はより小さなドーム状細胞を示し, 中間部から基部へ向かうほど平

面状細胞を形成していた (データ未掲載).

これまでの報告⁽³⁾と本研究の結果から, バラでは品種によって花弁表皮細胞表面に筋状の微細構造の有無が存在するが, 花弁表皮細胞の形に着目するとカーネーションと同様に品種間に違いは存在しないと考えられる. 一方で, トルコギキョウは品種によって花弁表皮細胞の形および表面構造が異なる事が明らかになった. トルコギキョウは1960年頃から日本で本格的な育種が開始され, 近年, 多弁化した品種, フリンジ咲きの品種, 様々な花色を持つ品種が作出されており, 長い育種の歴史を持つバラやカーネーションに比べ育種の歴史が短い. 長い育種の歴史の中で, 花弁表皮細胞の形が均一化されたのか, 現在のバラやカーネーションの花弁表皮細胞を持つ系統を結果的に人間が選抜していたのか, それとも野生のバラやカーネーションが発生した時から花弁表皮細胞の形が決定していたのかについては不明である. 短い育種の歴史を持つトルコギキョウの現在の品種は, 一種から派生した固定種由来の一代交配種や *Eustoma exaltatum* との種間雑種に由来しており⁽⁷⁾, 花弁表皮細胞の形の多様性の理由に関しては現存する固定種の花弁表皮細胞の形や交配親の花弁表皮細胞を観察することによって明らかになるかもしれない. バラとカーネーションは, 品種

間で花弁表皮細胞の形が均一であることから、花色のバリエーションは花色素にほぼ依存しており、一方でトルコギキョウは花色素の組成だけではなく多様な花弁表皮細胞の形が花色パターンに影響を与えている事が示唆された。以上の事から、花弁表皮細胞の形を制御する仕組みが明らかになれば、従来の育種では難しい花卉の質感を含む花色パターンの改変が可能になるかもしれない。

摘 要

花の色は、色素だけではなく花弁表皮細胞の光の反射および屈折により生じる色調・質感の違いによっても決定されている。我々は、代表的な花き3品目（バラ、カーネーション、トルコギキョウ）の花色の異なる数品種を用いて花弁表皮細胞の形態を調査した。バラの向軸側花弁の上部では円錐状細胞が観察され、カーネーションの向軸側花弁の上部では2種類のドーム状細胞が観察された。一方、トルコギキョウの向軸側花弁の上部では、円錐状細胞とドーム状細胞からなる品種、ドーム状

細胞のみからなる品種、円錐状細胞のみからなる品種、平面状細胞からなる品種が存在していた。さらに、バラとトルコギキョウのいくつかの品種では花弁表皮細胞表面に筋状の微細構造が確認されたが、カーネーションでは確認できなかった。これらの結果は、カーネーションの花色は花弁表皮細胞の形が均質なことから花色素の組成によって主に決定されており、バラとトルコギキョウの花色は、花色素の組成だけではなく花弁表皮細胞の形や表面構造によっても決定されている事を示唆している。

謝 辞

バラを提供して下さった有限会社ホーテカルチャー神島ハックルベリーフィンの井波氏、カーネーションを提供して下さった農事組合法人香花園の真鍋氏、トルコギキョウを提供して下さったトルコギキョウ生産農家の清水氏および高知県農業技術センターの二宮千登志氏、平石真紀氏に深く感謝致します。

引 用 文 献

- (1) Kay, Q.O.N., Daoud, H.S. and Stirton, C.H. : Pigment distribution, light reflection and cell structure in petals. *Bot. J. Linn. Soc.*, 83, 57-84 1981
- (2) Zhang, Y., Hayashi, T., Inoue, M., Oyama, Y., Hosokawa, M. and Yazawa, S.: Flower Color Diversity and Its Optical Mechanism. *Acta Hort*, 766, 469-476 2009
- (3) Zhang, Y., Sun, T., Xie, L., Hayashi, T., Kawabata, S. and Li, Y.: Relationship between the velvet-like texture of flower petals and light reflection from epidermal cell surfaces. *J Plant Res*, 128, 623-632 2015
- (4) Whitney, H.M., Bennett, K.M., Dorling, M., Sandbach, L., Prince, D., Chittka, L. and Glover, B.J.: Why do so many petals have conical epidermal cells?. *Ann Bot.*, 108 (4), 609-616 2011
- (5) Noda, K., Glover, B. J., Linstead, P. and Martin, C.: Flower colour intensity depends on specialized cell shape controlled by a Myb-related transcription factor. *Nature*, 369, 661-664 1994
- (6) Baumann, K., Perez-Rodriguez, M., Bradley, D., Venail, J., Bailey, P., Jin, H., Koes, R., Roberts, K. and Martin, C.: Control of cell and petal morphogenesis by R2R3 MYB transcription factors. *Development* 134, 1691-1701 2007
- (7) 八代嘉昭：農業技術大系 花卉編 第8巻 1・2年草, pp415-420, 農文協, 東京 (2004).