

博士論文要約 (Summary)

平成 24 年入学

連合農学研究科 応用生命科学専攻

氏 名 高取 由佳

| | |
|------|--------------------|
| タイトル | トルコギキョウの花色遺伝に関する研究 |
|------|--------------------|

キーワード (トルコギキョウ) (F₁) (遺伝様式) (花色) (アントシアニン)
(カロテノイド) (花形) (野生種)

第 1 章 (緒論)

トルコギキョウ (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.) は、リンドウ科ユーストマ属の 1, 2 年生草本で、自生地はアメリカ合衆国の中央部の広範囲に及ぶ。野生種は、アントシアニン系の色素に由来する淡紫色の一重咲きの小さな花を咲かせるが、現在栽培されているトルコギキョウ品種は、白、桃色、赤色、赤紫色、紫色、淡黄色等の多彩な花色を有する品種や八重咲きの大輪系品種が多くみられる。また、大きな花、長い草姿、そして花持ちの良さ等から、近年の需要が伸び、国内の主要な切り花のひとつとなっている。

花き類の花色および花形といった花冠形質は、観賞価値を左右する重要な形質である。現在、流通しているトルコギキョウのほとんどが F₁ 品種であり、花冠形質に関する遺伝様式や遺伝子との関係性を解明することができれば、より個性的で魅力的な F₁ 品種を、効率的に作出することが可能になる。そこで、本研究では、トルコギキョウの花色および花形等に関する花冠形質の遺伝様式の解明、ならびにアントシアニン色素に由来する花色 (色素組成) とアントシアニン生合成に関与する酵素遺伝子との関係性の解明について取り組んだ。

第 2 章 (花色に影響を及ぼすアントシアニン生合成に関与する酵素遺伝子)

トルコギキョウの桃～紫色といった多彩な花色の発現色素はアントシアニンであり、3 種類のアントシアニン色素であるペラルゴニン (Pg), シアニジン (Cy) およびデルフィニン (Dp) の組成に強く影響を受けている。そこで、花卉のアントシアニン色素の組成や発色に関係するアントシアニン生合成に関与する酵素遺伝子について解析した。

Dp の生合成に関係する F3'5'H 遺伝子は、トルコギキョウで 3 種類の多型 (*EgHf 1*, *EgHf 2* および *EgHf 3*) が単離されており、*EgHf 1* の系統は Pg, Cy および Dp (または、Cy および Dp) を生合成するものの Dp の含有率が少ない Cy 主要型、*EgHf 2* の系統は Dp を生合成する Dp 主要型 (Dp 単独型)、そして *EgHf 3* の系統は Dp の生合成がみられない Dp 欠失型であった。Hashimoto et al. (2004) が提唱するアントシアニン色素生合成に関する複対立遺伝子型の H^O 型、H^D 型、および、H^T 型または H^F 型にそれぞれ対応していた。Cy の生合成に関係する F3'H 遺伝子について、トルコギキョウで単離されている *EgF3'H* 遺伝子を、F3'H 機能欠損アサガオ園芸品種 'Violet' を用いて異種発現させ、*EgF3'H* 遺伝子のシアニジン系色素の生合成機能を確認した。また、トルコギキョウの花卉での *EgF3'H* 遺伝子

の発現は、花蕾の早期ステージで高く、後期ステージで低下した。アントシアニン色素組成が異なる3系統の間で、発現パターンに違いはみられず、花卉のアントシアニン色素組成は、*F3'H* 遺伝子ではなく、*F3'5'H* 遺伝子の多型に由来する可能性が高いと考えられた。*Pg*、*Cy* および *Dp* すべての生合成に関係する *ANS* 遺伝子は、アントシアニン色素の発色に関係していた。色素の発色は、優性および劣性の一遺伝子支配 (*Ans/ans* ; *Ans* はシアニク花になる優性遺伝子型、*ans* はアシアニク花になる劣性遺伝子型) であり、*F3'5'H* 遺伝子の多型が *EgHf 1*、*EgHf 2* および *EgHf 3* のすべての系統で確認できた。

したがって、花卉のアントシアニン色素の組成は *F3'5'H* 遺伝子の多型により、その色素の発色は *ANS* 遺伝子の多型により制御されており、*ANS* 遺伝子と *F3'5'H* 遺伝子は、それぞれ独立して遺伝していることを確認できた。また、これらの多型はトルコギキョウの育種を進める上で DNA マーカーとしての利用が可能である。

第3章 (花色の遺伝様式)

トルコギキョウのアントシアニン色素に由来する花色は、第2章で、*F3'5'H* 遺伝子の多型および複対立遺伝子型との関係性について検証し、*Cy* 主要型の *EgHf 1* は H^O 型、*Dp* 主要型の *EgHf 2* は H^D 型、そして *Dp* 欠失型の *EgHf 3* は H^T 型または H^F 型に相当した。しかしながら、野生種は、*Dp* のみを蓄積する *Dp* 主要型でありながら *EgHf 1* であったことから、5 つ目の新たな複対立遺伝子型の H^E 型の存在を想定した。 H^E 型を含む遺伝子型のアントシアニン色素組成および花色は、 $H^E H^E$ のホモ接合型は *Dp* 単独型の淡い紫色、 $H^O H^E$ のヘテロ接合型は *Dp* 単独型の紫色、 $H^D H^E$ 型および $H^T H^E$ 型のヘテロ接合型は *Cy* の蓄積がややみられる *Dp* 主要型の紫色であった。*Cy* 主要型の H^O 型とヘテロ接合しても *Dp* 単独型であったり、*Dp* 単独型の H^D 型とのヘテロ接合により *Cy* の生合成がみられたり、特殊な遺伝子型であると示唆され、さらなる検証が必要である。

また、トルコギキョウの自殖および他殖後代を調査し、アントシアニン色素およびカロテノイド色素の花色に関する花冠形質の遺伝様式について検討した。アントシアニン色素が花卉の一部に着色する複色系の形質については、かすり花は優性および劣性の単一遺伝子 B/b (B は全着色花になる優性遺伝子型、 b はかすり花になる劣性遺伝子型) により制御され、覆輪花は優性および劣性の単一遺伝子 E/e (E は覆輪花になる優性遺伝子型、 e は全着色花になる劣性遺伝子型) により制御されることを明らかにした。カロテノイド色素に由来する黄色花については、カロテノイド生合成に関係する優性および劣性の単一遺伝子 Y/y (Y はカロテノイドを生合成する優性遺伝子型、 y はカロテノイドを生合成しない劣性遺伝子型)、および生合成されたカロテノイドの *CCD* 遺伝子による分解に関係する優性および劣性の単一遺伝子 C/c (C はカロテノイドを分解するため白色花になる優性遺伝子型、 c はカロテノイドを分解しないため黄色花になる劣性遺伝子型) の2つにより制御されることを明らかにした。また、アントシアニン色素合成に関わる複対立遺伝子型 $H^X H^X$ 、対立遺伝子型 *Ans/ans*、ならびにカロテノイド色素合成に関わる2つの対立遺伝子型 Y/y および C/c は、それぞれ独立して発現することも確認した。

第4章 (花形の遺伝様式)

トルコギキョウの自殖および他殖後代を調査し、一重咲き、二重咲きおよび八重咲きの

花形に関する花冠形質の遺伝様式について検討した。八重咲きと一重咲きの交雑後代で明解な分離が認められ、二重咲きの花形は八重咲きと野生種由来または野生種の一重咲きとヘテロ遺伝子型を形成することによってのみ遺伝されることが明らかとなった。野生種を含む固定系統を交雑親とした様々な交雑組合せの後代 (F_1) およびその自殖後代 (F_2) の花冠形質の調査から、これら 3 種の花形の遺伝は複対立する遺伝子座で制御されると推測された。3 種の花形の分離パターンから、花形の遺伝は 3 つの対立遺伝子 D^D (八重咲き), D^S (一重咲き) および D^W (野生種由来の一重咲き) により説明することができる。すなわち、花形の表現型は、 $D^D D^D$ のホモ型および $D^D D^S$ のヘテロ型が八重咲き、 $D^D D^W$ のヘテロ型が二重咲き、 $D^S D^S$ のホモ型、 $D^W D^W$ のホモ型および $D^S D^W$ のヘテロ型が一重咲きであり、二重咲きに関与する対立遺伝子 D^W は野生種トルコギキョウに起源すると推定した。

第 5 章 (新花色 F_1 の作出)

実際に、第 2 章で明らかにしたトルコギキョウのアントシアニン系花色に連鎖する DNA マーカー等を利用して作出した固定系統を交雑親に用い、第 3 章および第 4 章で解明したトルコギキョウの花色や花形に関する花冠形質の遺伝様式を利用して、様々な F_1 を作出した。作出した F_1 を開花させて花冠形質の表現型と遺伝子型との検証を行った結果、すべての交雑組合せで、花形、アントシアニン色素の発色、色素の組成、かすり花、覆輪花、そして黄色花に関する表現型と遺伝子型が一致しており、これらの遺伝様式を証明できた。

今後、黄色花を発現できる固定系統を拡充し、アントシアニン色素とカロテノイド色素の遺伝様式を組み合わせ、さらに多彩な花色や花形の F_1 を作出していく。