

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	大野 翔
論文題目	Genetic and Epigenetic Mechanisms Controlling Flower Color and Pattern Diversity in <i>Dahlia</i> (ダリアの多様な花色と模様形成を制御するジェネティックおよびエピジェネティックなメカニズム)		
(論文内容の要旨)			
<p>ダリア (<i>Dahlia variabilis</i>) はキク科の花卉であり、多様な形質を有する。特に花色は多彩で、濃淡や斑点・複色の模様を形成する品種もある。本論文は、ダリアが $2n=8x=64$ の高次倍数体であり、そこには複数のアレル間での複雑な遺伝子制御機構があり、多様な形質の発現に関わっていると考え、花色や模様の形成に関わるいくつかのメカニズムを明らかにしたものである。本論文は以下のように要約される。</p> <p>第1章では、ダリア花卉の色と模様形成に関わる因子を探索した。まず、黄色花卉に赤色の斑点をもつ ‘Michael J’ および黄および赤の単色花変異系統を用い、赤色の原因色素であるアントシアニンの生合成遺伝子とそれらの転写因子を単離して発現解析およびシーケンス解析を行った。その結果、bHLH転写因子 <i>DvIVS</i> が <i>DvCHS1</i>、<i>DvF3H</i>、<i>DvDFR</i>、<i>DvANS</i>、<i>Dv3MT</i>、<i>DvGST</i> の発現を制御しており、<i>DvIVS</i> ゲノムにおける転位因子 <i>Tdv1</i> の挿入や切り出しが <i>DvIVS</i> の発現に影響を及ぼすことによって、アントシアニンの合成が制御され、花卉に斑点が生じたり花色が変異したりすることを明らかにした。</p> <p>次に、シアニック系品種の花色の濃淡が、<i>DvIVS</i> の発現によって制御されるアントシアニン合成遺伝子の発現量を介して、アントシアニンの蓄積量を変化させることで制御されていることを示した。また、確認された6種類の異なる配列の <i>DvIVS</i> のプロモーター領域のうち、Type 1を有する品種はすべて濃色であり、アントシアニン合成の制御因子である <i>DvIVS</i> は、多様なアレルを通じて花色の濃淡に寄与していると考えられた。</p> <p>複色花をつける ‘結納’ において、花卉先端の色素を含まない純白部分ではフラボノイド合成経路の最初の酵素をコードする <i>DvCHS1</i> および <i>DvCHS2</i> の発現量の低下がみられ、RNAゲルブロット分析およびsmall RNAのマッピングから、siRNAによる両遺伝子の転写後ジーンサイレンシング (PTGS) が起こっていることを明らかにした。PTGSによって高次倍数性ゲノムに複数存在するアレルあるいは別の座位に存在する遺伝子をも同時に発現抑制することで複色模様を形成していると考えられた。</p> <p>第2章では、複色花ダリアにおいて花卉色が不安定となる機構を解析した。‘結納’ では、赤単色花卉しかつけない花序や赤単色花卉と複色花卉が混在した花序がしばしば生じる。葉のフラボノイド蓄積との関係を調査したところ、花序直下葉にフラボノイドを蓄積しなければ花序は複色花卉のみをつける一方で、赤単色花卉を有する花序を生じた場合には、花序の直下葉のみならず下位葉でもフラボノイドを蓄積しており、赤単色花卉は葉にフラボノイドを蓄積する個体からのみ生じることを明らかにした。このことから、‘結納’ における花色発現の不安定性には茎頂分裂組織におけるフラボノイド合成のスイッチのon/offが関係していると推察された。</p>			

さらに、フラボノイドを蓄積しない葉においては*DvCHS2*の発現低下がみられ、*DvCHS2*にマッピングされるsmall RNAが検出されたことから、茎頂分裂組織におけるフラボノイド合成のスイッチのon/offには*DvCHS2*のPTGSが関与しているものと考えられた。また、葉において*DvCHS1*にマッピングされるsmall RNAはほとんどみつからなかったことから、*CHS*のPTGSのトリガーは*DvCHS2*である可能性が高いと考え、PTGSの発生に関与すると推察されるアレルを探索したところ、複色花のみが共通してもつ*DvCHS2-1*アレルを見出した。

本研究では、ダリアの花色や模様形成に関わるジェネティックな因子としてbHLH転写因子*DvIVS*の関与を、エピジェネティックな因子として*CHS*のmRNAのsiRNAによる同時的な分解の関与を明らかにした。高次倍数体であるダリアは転写因子の多様なアレルによって複数の遺伝子発現を量的に制御し、また遺伝子発現の冗長性を回避したsiRNAによるPTGSによって、多様な花色や模様を生み出しているものと考えられ、高次倍数体における形質発現の多様で複雑な遺伝子制御のメカニズムの一端を明らかにした。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。
論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

ダリアは、 $2n=8x=64$ の高次倍数体であり、そこには複数のアレル間での複雑な遺伝子制御機構があり、多様な形質の発現に関わっていると考えられる。本論文では、ダリアにおいて多様な花色や模様形成に関わるいくつかのメカニズムを明らかにしており、評価すべき点は以下のとおりである。

1. ダリアにおいてはbHLH転写因子*DvIVS*がアントシアニン合成経路上の6つの遺伝子の発現を制御しており、*DvIVS*ゲノムにおける転位因子*Tdv1*の挿入や切り出しが*DvIVS*の発現に影響を及ぼすことによって、アントシアニンの合成が制御され、花卉に斑点が生じたり花色が変異したりすることを明らかにした。

2. シアニック系品種の花色の濃淡が、*DvIVS*の発現によって制御されるアントシアニン合成遺伝子の発現量を介して、アントシアニンの蓄積量を変化させることで制御されており、特定のプロモーター領域をもつ*DvIVS*を有する品種が濃色であることから、*DvIVS*は多様なアレルを通じて花色の濃淡に寄与することを示した。

3. 複色花をつける‘結納’において、花卉先端の色素を含まない純白部分では、フラボノイド合成経路の最初の酵素である*DvCHS1*および*DvCHS2*のsiRNAによる転写後ジーンサイレンシング (PTGS) が起こってCHSの発現量を低下させていることを明らかにし、PTGSによって高次倍数性ゲノムに複数存在するアレルを同時に発現抑制することで模様を形成していることを示した。

4. ‘結納’における花色発現の不安定性には、茎頂分裂組織におけるフラボノイド合成のスイッチのon/offが関係すると考えられ、スイッチをoff化するPTGSの発生に関与すると推察される複色花のみが共通してもつ*DvCHS2-1*アレルを見出した。

以上のように、本論文は、高次倍数体であるダリアが多様なアレルによって複数の遺伝子を量的に制御し、また遺伝子発現の冗長性を回避したsiRNAによるPTGSによって、多様な花色や模様を生み出していることを明らかにしたものであり、花卉園芸学、園芸育種学、植物生理学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成28年1月14日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)