



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ダイズの感光性の制御機構と遺伝的多様性に関する分子遺伝学的研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	徐, 美兰
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第11100号
Issue Date	2013-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/53949
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Xu_Meilan_review.pdf, 「審査の要旨」



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (農学)

氏 名 徐 美 兰

審査担当者	主 査	教 授	阿 部 純
	副 査	教 授	貴 島 祐 治
	副 査	准教授	金 澤 章
	副 査	講 師	山 田 哲 也

学位論文題名

ダイズの感光性の制御機構と遺伝的多様性に関する分子遺伝学的研究

本論文は図 25、表 4、附表 1 を含み、6 章からなる総頁数 104 の論文であり、別に参考論文 2 編が添えられている。

花成の調節は、作物の栽培地の環境に対する適応や収量性を規定する重要な要素である。花成に影響を与える要因の中でも、日長は、温度とともに花成を調節する主因である。ダイズは、一般に短日植物として捉えられるが、幅広い緯度の下で栽培される適応性の高い作物である。この広域適応性は、それぞれ異なる緯度の下での日長の季節的变化に適した開花習性をもたらし遺伝子型の多様性によって支えられている。特に、高緯度に適応した品種の多くは、感光性が低下または欠落している。本研究では、ダイズにおける感光性の分子遺伝学的機構の解明を目指して、開花前および開花後の光周期反応を制御する遺伝的機構の多様性、ならびに、ダイズの主要な感光性遺伝子 *E1* とそのホモログの感光性の制御機構における機能が解析されている。得られた結果を基に、開花前ならびに開花後の光周期反応を説明する主要な開花遺伝子のネットワークならびに光中断の分子遺伝学的機構が考察されている。

(1) 非感光性獲得機構の多様化と開花後の光周性反応

高緯度に位置する様々な地域から導入された非感光性品種・系統について、DNA標識を用いて主な感光性遺伝子座 (*E1*、*E2*、*E3* および *E4*) の遺伝子型を推定し、開花前および開花後の光周期反応と遺伝子型の関係を解析した。塩基配列の解析から、*E3* 座には新たな機能欠損遺伝子が見いだされた。供試系統は、15の遺伝子型に分類され、ダイズにおける非感光性が、主に *E1*、*E3* および *E4* 座の多様な対立遺伝子の組み合わせの結果として、独自にかつ繰り返して選抜されてきたことが明らかとなった。これらの遺伝子型は、さらに対立遺伝子の機能に基づいて3つの遺伝子型グループ—フィトクロームA (PHYA) の機能欠損型、シロイヌナズナの *FLOERING LOCUST* 遺伝子のオーソログ (*FT2a* と *FT5a*) の抑制因子とされる *E1* の機能欠損型、ならびに、新規の非感光性遺伝子型—に大別することができた。一方、開花後の種子の登熟や主茎の生長なども光周期の影響を受け、上記の3グループは異なった光周期反応を示した。特に、*E3* および *E4* 遺伝子座によって支配されるPHYAが開花後の光周期反応にも関与していた。

(2) ハロソイとトヨムスメの感光性と遺伝子発現の概日リズムから見た感光性分子機構の特徴

早生品種であるハロソイとトヨムスメならびにハロソイの非感光型準同質遺伝子系統を用いて

短日と長日における開花遺伝子の発現解析を行った。前2品種は正常な *PHYA* を有するが、トヨムスメは *E1* が欠失しており、ハロソイは *E1* の機能低下対立遺伝子を持つ。開花を誘導する *FT2a* と *FT5a* の発現は、ハロソイでは、*PHYA* によって発現が制御される *E1* の制御下にあったが、トヨムスメでは、*FT2a* の発現が短日においても強く抑制されており、*E1* 以外の抑制因子の存在が示唆された。さらに、開花や花器の形態形成に関わる *FRUITFUL (FUL)* 遺伝子のオーソログの発現に品種間差異が認められ、トヨムスメでは、ハロソイでは観察されなかった *FUL* 様遺伝子が高発現していた。これらの結果から、同じ感光性を有する早生品種でありながら、その分子遺伝学的機構が異なることが明らかにされた。

(3) VIGSを用いた *EIL* 遺伝子の機能解析

E1 はダイズゲノムに2つの *E1* 様遺伝子 (*EIL*) を有する。それらの開花に及ぼす機能を、リンゴ小球形潜在ウイルスを用いた転写後の遺伝子サイレンシング実験を用いて解析した。*E1* が欠失したトヨムスメで *EIL* の発現を低下させたところ、対照個体に比べて開花が12日から15日促進された。しかし、*FT2a* や *FT5a* の発現上昇は認められず、一方で、*FUL* 様遺伝子の発現が有意に増加した。これらの結果から、*EIL* も *E1* 同様にダイズの開花を抑制することが明らかとなった。*EIL* の開花抑制機構には、*FUL* 様遺伝子が関与していると考えられた。

(4) 光中断による開花抑制に関与する分子機構の解析

短日植物は、暗期の適切な時間に光が与えられると、開花が抑制される。この現象は、光中断とよばれている。ダイズは、古くから光中断を解析する材料として用いられてきたが、その分子遺伝学的機構については明らかにされていない。本研究では、日長変換実験や光中断実験を通して、*PHYA* ならびに *E1* の機能に着目して光中断の機構について検討を加えた。*E1* および *EIL* の発現は、長日下では光点灯初期と消灯前に二つの発現ピークを示した。この二つの発現ピークの生起には光照射が不可欠であった。さらに、16時間暗期の光中断実験から、暗期中期に与えた光中断のみが両遺伝子の発現を誘起し、*FT2a* および *FT5a* の発現を抑制したが、他の時間帯に与えられた光中断の両遺伝子の発現に及ぼす効果は認められなかった。光中断の効果は *PHYA* 機能欠損型系統では認められなかった。これらの結果から、ダイズにおける光中断には、暗期の適切な時期に与えられた光照射が *PHYA* を介して *E1* (および *EIL*) の発現を誘導し、*FT2a* や *FT5a* の発現が抑制されることによって開花が遅延することが初めて明らかとなった。しかし、*E1* が欠如したトヨムスメにおいても光中断による開花遅延が認められた。この場合、*FUL* 様遺伝子の発現が抑制されていた。植物の光周期反応は、光が開花に対して促進的に作用する親明相と阻害的に作用する親暗相がほぼ12時間周期で繰り返される内生リズムに対して、光照射がどちらの相に与えられたかに応じて開花が誘導または阻害されるという外的符号説として理解されているが、本研究の結果は、特徴的な発現機序を持つ *E1* および *EIL* の光に対する発現応答が、ダイズにおける光中断反応に重要な役割を果たしていることを明らかにした。

以上の成果は、ダイズにおける開花前ならびに開花後の光周期反応の分子遺伝学的基盤、ダイズの光中断に対する反応の分子遺伝学的機構、主要な感光性遺伝子 *E1* のホモログの開花に及ぼす機能をはじめ明らかにした点で、学術上高く評価できる。また、これらの成果は、ダイズにおける適応性の拡大や収量性の改良を目指す育種に大きく貢献すると期待される。審査員一同は、徐美兰氏が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。