Title	Molecular-Genetic Study on a Novel Photoperiod-Insensitive Gene in Soybean [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	朱, 江慧
Citation	北海道大学. 博士(農学) 甲第13593号
Issue Date	2019-03-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/74381
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Туре	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Zhu_Jianghui_abstract.pdf (論文内容の要旨)



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博 士 (農学)

氏名 朱 江慧

学 位 論 文 題 名

Molecular-Genetic Study on a Novel Photoperiod-Insensitive Gene in Soybean

(ダイズにおける新規の非感光性遺伝子に関する分子遺伝学的研究)

ダイズ(Glycin max (L.) Merr.)は油糧ならびに飼料として世界で広く栽培される作物であり、またタンパク質供給源としてアジア諸国の食生活にも欠かせない食材である。北海道は国内大豆の主産地であり、その生産量は平成29年度で全国生産量の約4割を占めている。しかし、北海道のような高緯度地域では、生育初期から日長が長く推移し、また栽培可能な無霜期間が短いことから、短日植物であるダイズを栽培するには長日条件でも開花が抑制されない感光性の低下または消失が必要となる。ダイズの開花には、フロリゲンとして特定されたシロイヌナズナのFLOWERING LOCUS T(FT)遺伝子のオルソログであるFT2aとFT5aが関与し、それらの遺伝子発現が光周期開花経路で作用するE1、E2、E3 およびE4の制御下にあることが知られている。高緯度地域で栽培されるダイズ品種の多くは、これら4遺伝子の機能欠損対立遺伝子の組み合わせにより低または非感光性を獲得しているが、これらの遺伝子座の変異だけでは説明されない非感光性をもつ品種が存在する。ダイズの高緯度環境への適応性の全体像を理解するには、非感光性に関わる新規の遺伝子の特定およびその機能解析が必要である。本研究では、極東ロシアのダイズ品種に見出された非感光性の責任遺伝子を特定し、その開花における作用を明らかにすることを目的とした。得られた成果は以下のように要約される。

1. 新規非感光性遺伝子の特定および機能解析

極東ロシアから導入されたダイズ品種 Zeika ならびに Yubileinaya は、前述の 4 遺伝子に関して感光性の遺伝子型組み合わせ(e1-as/e2/e3/E4)を持つが、人為的に補光して日長を延長した人為的長日条件下においても開花が遅延しない非感光性をもつ。これらの品種と同じ遺伝子型を持ちながら感光性を示すカナダ品種 Harosoy の e3 に関する準同質遺伝子系統(He3)との交雑分離集団を用いてこれらの非感光性の関与遺伝機構を解析した。DNA マーカー解析から非感光性に関与する遺伝子を第 4 染色体上に見出し、ファインマッピングによりその座乗領域を偏動原体領域にある 842kb にまで狭小化した。ダイズゲノムデータベースを検索したところ、当該領域には 6 遺伝子が予測されていた。それらのうち葉組織で発現する 3 遺伝子の塩基配列を両親で比較した結果、E1の同祖遺伝子である E1-E1にE1 のコード領域に非感光性系統で一塩基が欠失しており、非感光性系統の E1 にE1 は、未成熟終止コドンによる不完全なタンパク質をコードしていた。この機能欠損遺伝子を E1 と命名した。

El タンパク質は、B3 様 DNA 結合領域を持ち、FT2a および FT5a の発現を抑制する転写因子であると考えられている。He3 および Harosoy と Zeika の交雑後代から、フィトクローム A をコードする E3 および E4 に関する 2 つの遺伝子型 (e3/E4) および E3/E4 の各々について E1Lb と e1lb に関する準同質遺伝子系統を作出し、20 時間日長条件における開花様式と E12a および E15a の発現様式を解析した。いずれの遺伝子型においても、e1lb 系統に比べて開花が約 1 週間から 2 週間ほど早生化し、E12a および E15a の発現量が有意に増加した。これらの結果ならびに既往の E1-Like 遺伝子に関する機能解析の結果から、ロシア品種の非感光性には E1Lb の機能欠損が関与し、E1Lb による E12a および E15a の発現抑制効果が消失することによって非感光性がもたらされると考えられた。また、遠赤色光の豊富な長日条件では E4 により開花が抑制されるが、その効果は E1Lb または E1 の機能欠損により打ち消されることが明らかとなった。酵母ツーハイブリッド法を用いてタンパク質間の相互作用を解析した結果、E1Lb と E1 およびもう一つのホモログである E1La の間に相互作用は検出されなかった。これらの結果から、E1Lb を含む E1 ファミリー遺伝子は、長日条件下において E15a の発現を互い独立に抑制し、ダイズの開花を制御していると考えられた。

2. E1 様遺伝子の分子的多様性

Zeika ならびに Yubileinaya で発見された EILb の一塩基欠失を検出する DNA マーカーを作出し、世界各地の非感光性品種についてその多型を調べた。その結果、eIlb はロシア品種に特異的な対立遺伝子であった。極東ロシアで採集された野生ダイズ 7 系統についても同様に DNA マーカー解析を行ったが、eIlb は見いだされなかった。塩基配列を解析した結果、これらの野生系統には 3 非翻訳領域に一塩基多型が存在したが、コード配列に新たな多型は観察されなかった。

本研究では、ダイズの非感光性に関わる新規の変異体として EI の同祖遺伝子である EILb の機能欠損対立遺伝子 eIlb を特定した。この変異体は、ロシアの非感光性品種に のみ観察された稀な変異体であり、高緯度地域における更なる早生化を目指したダイズ 育種に貢献すると期待される。EI ファミリー遺伝子は、ダイズに特異的な開花に関わる転写因子とされるが、それらの機能については十分理解されていない。本研究で見出された eIlb 遺伝子、さらには EILa のアミノ酸置換変異体は、EI ファミリー遺伝子の機能を明らかにする遺伝的変異体として有用である。