



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Molecular Genetic Study on Tocopherol Synthesis in Soybean Seeds [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	朴, 哲吁
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第13930号
Issue Date	2020-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/77981
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Park_cheol_woo_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 朴 哲亨

学 位 論 文 題 名

Molecular Genetic Study on Tocopherol Synthesis in Soybean Seeds
(ダイズ種子におけるトコフェロール生合成に関する分子遺伝学的研究)

トコフェロールはビタミンEとして知られる脂溶性の抗酸化物質であり、がんや動脈硬化などの生活習慣病や循環器系疾患を予防する生理的な機能を持つ。トコフェロールは4種類の同族体（ α 、 β 、 γ および δ ）からなり、これらのうち α -トコフェロールのビタミンE活性が最も高い。種子の α -トコフェロール含有率は植物種により異なるが、ダイズ種子に含まれるトコフェロールは主に γ 型からなり、 α 型は通常10%未満にすぎない。多様なダイズ品種を用いた解析から、 α -トコフェロール高含有品種が見出され、それに関わる量的形質遺伝子座（QTL）が特定されている。一方、野生ダイズの中にも α -トコフェロール高含有系統が存在する。本研究の目的は、野生ダイズに見いだされた α -トコフェロール高含有性の分子機構を明らかにすること、ならびにトコフェロール生合成の温度反応の変異と γ -TMT遺伝子のDNA多型との関連を明らかにすることである。得られた結果は以下のように要約される。

1. 野生ダイズの α -トコフェロール高含有性に関する QTL 解析

α -トコフェロール高含有野生系統（B04009）と低含有栽培系統（TK780）との交雑に由来する組換え近交系統を用いて、野生ダイズの高含有性に関与する QTL 解析を行った。連鎖地図の構築には 7,710 個の単一塩基多型マーカーを用い、種子のトコフェロールは 2 環境条件で評価した。その結果、いずれの環境においても染色体 9、11 および 12 に効果の大きな QTL が見出された。染色体 9 および 12 の QTL では野生系統の対立遺伝子が、一方、染色体 11 の QTL では栽培系統の対立遺伝子が、それぞれ高含有性をもたらした。ダイズゲノムシーケンス情報を探索した結果、染色体 9 および 12 の QTL 領域には γ TMT3 および縦列連鎖す γ TMT1 ならび γ TMT2 遺伝子が存在した。一方、染色体 11 の QTL 領域には、トコフェロール生合成に関与する既知の遺伝子は存在しなかったが、種子で発現する転写因子および機能が特定されていないメチルトランスフェラーゼ遺伝子が存在した。

2. γ -トコフェロールメチルトランスフェラーゼ遺伝子の発現および塩基配列の比較

K780 および B04009 について、20°Cおよび 30°Cの定温条件下で登熟した種子のトコフェロール組成を解析した。 α -トコフェロール含有率は、両系統ともに温度の上昇によ

り増加したが、両温度条件ともに含有率は B04009 で高く、また温度の上昇に伴う含有率の増加も B04009 で顕著であった。登熟過程での未熟子葉最大期における子葉の γ TMT 遺伝子の発現を解析した結果、両温度条件ともに γ TMT3 遺伝子の発現は B04009 で高く、また温度の上昇に伴い γ TMT2 の遺伝子発現が B04009 で大きく増加した。したがって、B04009 と TK780 の間に見られた α -トコフェロール含有率ならびにその温度反応の差異は、 γ -TMT3 および γ -TMT2 の遺伝子発現様式の差異と対応していた。次世代シーケンス解析より得られたリシーケンスデータの解析から、両系統の γ TMT 遺伝子には、非同義置換や種子特異的なシスエレメントに変化をもたらす多くの DNA 多型が存在することが明かとなった。

3. トコフェロール生合成の温度反応と DNA 多型の連関性

栽培ダイズ 16 系統および野生ダイズ 9 系統について、リシーケンスデータを基に γ -TMT 遺伝子の DNA 多型を特定し、検出された多型 20°C および 30°C で登熟した種子の α -トコフェロール含有率の連関性を解析した。その結果、 γ TMT1 では 1 カ所、 γ TMT2 では 2 カ所、 γ TMT3 では 4 カ所の塩基多型が α -トコフェロール含有率と高い相関関係を示した。これらの塩基置換の多くはシスエレメントの変化を伴っていた。

本研究の結果、野生ダイズ系統 B04009 のもつ α -トコフェロール高含有性には、主として 3 個の QTL が関与することが明かとなった。リシーケンスデータならびに発現解析から、それらのうちの二つの QTL は γ TMT 遺伝子の DNA 多型に原因することが示唆された。栽培ダイズに見いだされた α -トコフェロール高含有性に関わる QTL には γ TMT3 遺伝子のプロモーター活性が関与することが知られているが、この QTL は野生系統の高含有性にも関与することが明かとなった。また、他の二つの QTL は、従来の報告にない新規の QTL であり、ダイズ品種の α -トコフェロール高含有性育種に利用することができる。本研究で得られた α -トコフェロールの新たな QTL ならびに温度反応と DNA 多型との連関性に関する知見は、ダイズにおけるトコフェロール生合成の分子機構の理解に貢献すると期待される。