

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 21 日現在

機関番号：21301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26450041

研究課題名(和文)植物ホルモン類と関連遺伝子群の解析による単為結果性ナスの着果および肥大機構の解明

研究課題名(英文)Analysis of morphological and hormonal changes in a CSSLs in which genome regions containing parthenocarpic-associated QTLs were derived from 'AE-P03'.

研究代表者

菊地 郁(Kikuchi, Kaori)

宮城大学・食産業学部・准教授

研究者番号：30360530

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：単為結果性ナスAE-P03の単為結果性に主に寄与する3つの遺伝子座を、非単為結果性ナスと置換したCSSLs(A系統：強い肥大、B系統：弱い肥大、C系統：着果性)を用いて、肥大過程の子房と離層の発達を、組織形態学的に解析した。また、植物ホルモンの網羅的解析を行った。A系統では、開花10日後に子房が急激に肥大し、これには胚珠の発達が伴う事が明らかとなった。また、胚珠の発達に先立ちIAA量が増加する事も示された。一方、A,B,C系統とも開花10日目までの子房におけるGA量が、非単為結果性ナスよりも高い事が示された。以上の事から、初期肥大にはGA、後期の急激な肥大にはIAAが関与していると推察された。

研究成果の概要(英文)：A parthenocarpic eggplant line 'AE-P03' is under the control of three main QTLs, (A region; high fruit development ability, B region; low fruit development ability, C region; fruit set ability). Using a non-parthenocarpic eggplant line, we produced a CSSLs of which genomic segments containing three parthenocarpic QTLs were replaced by those of 'AE-P03'. We analyzed the morphology of the ovary of the CSSLs. Furthermore, we performed an analysis of endogenous plant hormones. When the A line was unpollinated, marked growth of ovary started at 10 d after anthesis. The ovule of the A line was also enlarged. It was thought that the ovule participated in the sudden enlargement of the ovary. In addition, IAA content increased prior to the enlargement of the ovule in the A line. Because the endogenous GA content of the ovary from anthesis to 10 d later was higher in A, B, and C lines, it was thought that GA participated in enlargement of ovary in the early stage.

研究分野：園芸学

キーワード：単為結果 植物ホルモン 組織形態 着果 肥大 ナス

1. 研究開始当初の背景

果菜類の単為結果性は生産の安定性確保や省力化、低コスト省エネルギー生産などの観点から重要な形質である。近年育成されたナス単為結果性品種「あのみり」の兄弟系統で強い単為結果性を示す‘AE-P03’と非単為結果性ナス‘LS1934’の交配後代の遺伝解析を行った結果‘AE-P03’の単為結果性には果実肥大性を支配する2つのQTL (A 領域=強い果実の肥大性、B 領域=弱い果実の肥大性)と着果性を支配する1つのQTL (C 領域=着果性)が主に関与していると推定された。そこで、‘LS1934’を遺伝的背景として、これらのQTL領域をそれぞれ‘AE-P03’型に置換した染色体部分置換系統群 (CSSLs) を育成し、未受粉条件でも十分に果実が肥大するA系統、果実の肥大が途中で停止するB系統、着果はするものの子房の肥大が見られないC系統が得られた (図1)。

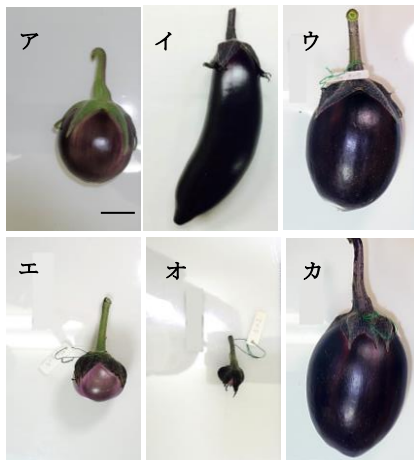


図1 各系統の果実の様子
ア: ‘LS1934’ 受粉果実 イ: ‘AE-P03’ 単為結果果実
ウ、エ、オ、カ: A,B,C,A+B+C 系統の単為結果果実

2. 研究の目的

‘AE-P03’の単為結果性は、果実肥大性および着果性を独立して支配する不完全優性の複数の遺伝子座によって制御されており、単因子の劣性変異によるトマトの一連の *pat* 変異とは異なる機作によるものと推定される。さらに、花器官形成や種子形成などに特

段の変異形質を伴わないことも実用上の大きな特長である。本研究ではこれら上記で示したA,B,C系統およびA,B,C領域を複合してもつA+B+C系統を用いることにより、‘AE-P03’の単為結果性の生理機構を詳細に解析し、解明を目指すと共に、トマト、ピーマン等のナス科果菜類の結実安定性向上につながる基礎知見を得ることを目的とした。

3. 研究の方法

各系統の花芽形成時から着果・果実肥大時期にかけての子房や離層形成部位をサンプリングし、詳細な組織形態学的解析を行うことにより、高着果型単為結果性や果実肥大型単為結果性が発現するステージや組織を特定する。さらに、各系統の開花日から肥大時期にかけての子房をサンプリングし、植物ホルモン類の網羅的解析を行う。単独のQTLをもつ系統を別々に解析する事により、着果性と果実肥大性 (初期肥大と後期肥大) に深く関与する植物ホルモンを明らかにするとともに、QTLを複合して持つA+B+C系統も用いることにより、着果性と果実肥大性の相互関係について解明を進める。

4. 研究成果

(1) 組織形態学的解析による高着果性および肥大性が発現するステージと組織の推定

‘LS1934’とCSSLsを同時期に栽培し、発達過程の子房の組織形態を、パラフィン切片法により観察した。CSSLsに単為結果性トマト *pat* のような花器官における異常は見られず、‘LS1934’と各系統の子房で明らかに形態が異なる組織も観察されなかった。C系統は開花から15日後まで新鮮重が増加しなかったのに対し、B系統は8日後にごく微量ながら増加し、A系統は15日後に急激に新鮮重が増加した (図2)。このことから、B系統は初期の微量な肥大に、A系統は10日後以降に起こる後期の急激な肥大に関与していると考え

られた。組織切片の解析から、新鮮重の推移と細胞の肥大傾向に関連性があることが示され、果実肥大は主に細胞の肥大によるものであると考えられた。また、A系統の胚珠は、果実が急激に肥大する10日後以降に細胞数の増加によって肥大した(図3)。一方、B、Cおよび‘LS1934’の胚珠は肥大せず、15日後には劣化した。この事からA領域に起因する後期におこる急激な肥大には胚珠が関与していると考えられ、B領域に起因する初期の肥大に胚珠は関与しないと推察された。

また、高着果性を示すC系統を、着果性が高くなる環境と落下しやすくなる環境で栽培し、果柄基部における離層の形成状態を確認した。この結果、環境条件に関わらず開花期には離層が既に形成され、その後も離層が発達しない事が明らかとなった(図4)。この事から、落果は離層の形成や発達により引き起こされるのではない事が示され、C領域の高着果機構は離層形成後の離層組織の維持に関与していると考えられた。

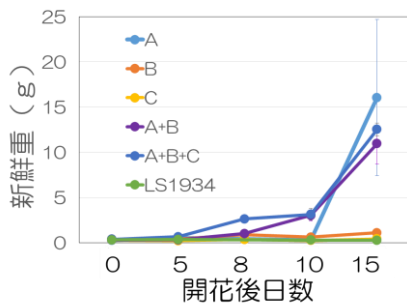


図2 各系統の開花後の子房新鮮重の推移

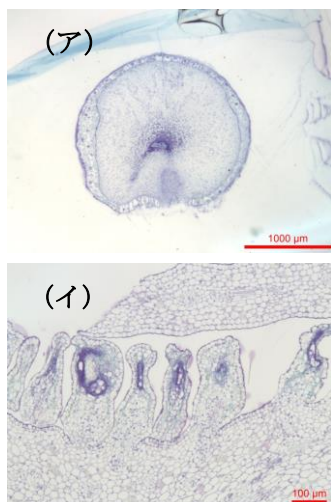


図3 未受粉時の胚珠の様子

(ア) ‘LS1934’ 開花9日後
(イ) A系統 開花35日後

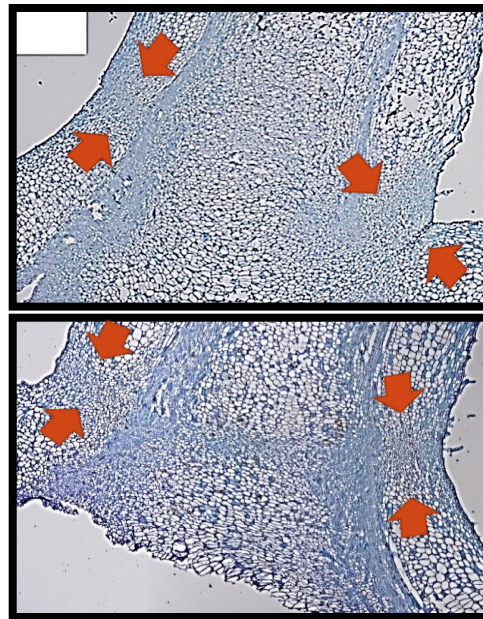


図4 花柄基部における開花当日の離層形成の様子
上: ‘LS1934’ 下: C系統

(2) 高着果性および肥大性に深く関与する植物ホルモン類の同定

内生 IAA 量は A 系統において開花 10 日後に急激に増加する事が示された。A 系統では開花 10 日後以降に胚珠の急激な肥大と共に果実も急激に肥大する事が示されており、これに先立って IAA が増加したことから、A 系統の後期肥大には IAA が関与している可能性が示唆された。一方、B・C 系統では開花 3 日～8 日後に、A 系統ほどではないものの、未受粉の ‘LS1934’ よりも高い内生 IAA 量が確認された。B・C 系統は奇形果(図1)の着果率が高い事から、IAA は開花後の着果維持にも関与しているのではないかと考えられた。しかし、A+B+C 系統では、LS 未受粉区よりも内生 IAA 量が少ない結果となった。内生 GA 量は開花当日から A、B、C 系統で LS1934 受粉区よりも高い推移を示した事から、開花後の初期肥大に関与していると考えられた。内生 CK 量は、全ての CSSLs において開花当日に高い値を示し、その後徐々に低下したことから、開花日までの着果に関与していると考えられた。ABA 量は ‘LS1934’ 受粉区と A、B、C 系統では同等の推移を示し、特に A+B+C 系

統では値が低くなった。‘LS1934’未受粉区においては開花後急激に増加する事から、落果に作用していると考えられた。単独の QTL をもった CSSLs の結果から、開花までの着果には CK、離層組織の維持には IAA、初期肥大には GA、後期肥大には IAA、落果には ABA が関与していると推定された (図 5)。しかし、A+B+C 系統では、単独 QTL と異なる諸ホルモンの推移がみられた。これは、各 QTL 間の相互作用が影響していると考えられ、植物ホルモン同士のクロストークなどにより、動態が変化したためではないかと推察された。



図 5 ナスの着果・果実肥大と植物ホルモン類との関連性

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 3 件)

① K. Kikuchi, S. Matsuo, K. Miyatake, H. Fukuoka, S. Imanishi, T. Saito and T. Suenaga. Analysis of morphological and hormonal changes in a series of chromosome segment substitution lines in which genome regions containing parthenocarpy-associated quantitative trait loci were derived from ‘AE-P03’. ISHS 13th International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production. Kashiwanoha conference center (Kashiwa・Chiba) . 27-31 August, 2017.

<http://www.pgr-fruit2017.org/index.html>

② 菊地郁・今西俊介・松尾哲・福岡浩之・宮武宏治・齊藤猛雄・大谷純一郎. 各種植物ホルモン剤処理がナスの着果および果実

肥大におよぼす影響. 園芸学会平成 27 年度秋季大会. 徳島大学 (徳島県・徳島市) . 平成 27 年 9 月 26-28 日 p233

③ 菊地郁・宮武宏治・福岡浩之・今西俊介・松尾哲・齊藤猛雄・手塚湖乃美. 単為結果性ナス「AE-P03」の染色体部分置換系統群 (CSSLs) を用いた組織形態学的解析. 園芸学会平成 27 年度春季大会. 千葉大学 (千葉県・松戸市) . 平成 27 年 3 月 28-29 日 p346

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

菊地 郁 (KIKUCHI Kaori)
宮城大学・食産業学部・准教授
研究者番号：30360530