

ナスの促成栽培期間中における時期が単為結果性系統の着果 および果実肥大に及ぼす影響

古賀 武*・下村克己・末吉孝行・浜地勇次

福岡県農業総合試験場 818-8549 福岡県筑紫野市吉木

Effects of Seasons on the Fruit Setting and Fruit Growth of Parthenocarpic Eggplant Lines in Forcing Culture

Takeshi Koga*, Katsumi Shimomura, Takayuki Sueyoshi and Yuji Hamachi

Fukuoka Agricultural Research Center, Yoshiki, Chikushino, Fukuoka 818-8549

Abstract

Common Japanese eggplant varieties are non-parthenocarpic and need 4-CPA treatment to bear fruit in forcing culture. Performing this treatment is quite time consuming, and culturing parthenocarpic eggplant require fewer working hours. Therefore, we examined the effects of seasons and air temperatures on fruit setting and the growth of parthenocarpic eggplant lines in forcing culture. We classified parthenocarpic eggplant lines by three stable parthenocarpic eggplant lines and two unstable lines in the preliminary test. The fruit setting percentages of all parthenocarpic eggplant lines in autumn and spring were lower than those in winter. The fruit growth percentages of all parthenocarpic eggplant lines in autumn, winter and spring were very high in greenhouse test. Although the fruit setting percentages of all parthenocarpic eggplant lines were equal in winter, the fruit setting percentages of the three stable parthenocarpic eggplant lines were higher than those of the two unstable lines in autumn and spring. These results suggest that it is important for breeding of parthenocarpic eggplant varieties to select stable parthenocarpic eggplant lines in autumn or spring.

Key Words : fruit growth percentage, fruit setting percentage, line test

キーワード : 着果率, 系統比較, 正常肥大果率

緒 言

福岡県におけるナスは野菜第2位の生産額を誇る重要な品目であり、そのほとんどが促成栽培で生産されている。促成栽培の施設内は花粉媒介昆虫の不在および無風状態であることから、受粉および受精が不完全となり、落花および石ナス果が発生しやすい。このため、着果や果実肥大を促進するための着果促進剤処理が栽培期間を通して不可欠となっている。しかし、この着果促進剤処理は総労働時間の約27%を占め(門馬, 1996)、特に4~6月は収穫作業との競合が大きいことから、ナス生産における規模拡大や省力化を図る上で大きな制限要因となっている。このため、近年では訪花昆虫を利用した着果促進が行われているが、昆虫導入にかかる費用が必要であること、農薬の使用が訪花昆虫に影響の少ないものに制限されるなどの課題が残されている。

これらの課題の解決法の一つとして、着果促進処理を省略できる単為結果性を有する品種の利用が有効である。ナスの単為結果性品種にはヨーロッパで育成された‘Talina’

や‘Mileda’などがあるが、米ナス型の果実であること、日本の主要品種より開花数および着果数が少ないことなど日本で導入品種として普及するには多くの問題を抱えている(吉田, 1998)。そこで、野菜茶業研究所では‘Talina’を単為結果性の育種素材として用い、日本型の単為結果性ナス品種・系統を育成した(齊藤ら, 2007)。本県では、2004年よりこれらの育成系統を育種素材とし、促成栽培に適した単為結果性ナスの育種に取り組んでいる。

一方、‘Talina’は換気温度を40°Cに設定した高温下や遮光率70%の寒冷紗の二重被覆とした弱光処理では着果率が低下すること(吉田, 1998)、ナスの単為結果性の発現には日照や気温などの気象条件が強く影響すること(吉田ら, 2001)が報告されている。本県におけるナスの促成栽培は、8月下旬~9月中旬に定植した後、翌年6月までの長期間にわたって収穫を行うため、栽培期間中における気温や日射量などの気象条件が時期によって大きく異なる。このため、促成栽培に適した単為結果性品種を育成するに当たっては、育成材料の着果および果実肥大の程度を栽培時期ごとに把握しておくことが必要である。しかし、促成栽培期間中における栽培時期と単為結果性ナスの着果および果実肥大との関係を詳しく検討した報告は見当たらない。

2008年4月11日 受付. 2008年8月28日 受理.

* Corresponding author. E-mail: kogatake@farc.pref.fukuoka.jp

そこで、本報では複数の単為結果性ナス系統を用い、促成栽培期間中における栽培時期が着果および果実肥大に及ぼす影響について検討した。

なお、本研究は野菜茶業研究所と福岡県との共同研究「九州地域に適したナス単為結果性品種・系統の育成」において実施したものであり、本試験において供試した単為結果性系統‘AE-P03’および‘AE-P08’は同研究所より分譲を受けたものである。

材料および方法

1. 促成栽培期間中における栽培時期が単為結果性系統の着果および果実肥大に及ぼす影響（試験 1）

単為結果性系統‘AE-P03’（齊藤ら，2007）、本県の主要品種‘筑陽’（株）タキイ種苗）および当地で‘筑陽’×‘AE-P03’のF₁における蒴培養を利用して育成された染色体倍加（DH）4系統の計6品種、系統（以下、系統で示す）を供試した。第1表に示すように、供試系統における単為結果性の程度は、番ら（2003）の方法を一部変更して分類した。すなわち、2006年4月に各系統とも10花を柱頭切除後、果重120g程度に正常肥大した果数が‘AE-P03’と同程度の10果および8果であった2系統を単為結果性が強としてそれぞれDH（強）A、DH（強）B、2果および4果であった2系統を単為結果性が弱としてそれぞれDH（弱）A、DH（弱）Bとした。なお、着果促進剤を処理しなかった‘筑陽’の正常肥大果数は0果であった。

2006年7月11日に播種し、8月25日に自根苗をPO系フィルムで被覆したパイプハウスに定植し、主枝V字2本仕立で2007年5月30日まで栽培した。本県におけるナスの促成栽培基準に従い、換気開始気温は28°C、最低気温は12°Cを確保するように加温した。肥料はN、P₂O₅、K₂Oを基肥としてそれぞれ3.0 kg・a⁻¹、追肥としてそれぞれ3.0 kg・a⁻¹を6回に分けて施用した。系統ごとに1区当たり2株を供試し、3反復とした。

各系統ともに、秋期、冬期および春期の3時期に無受粉下での着果および果実肥大の程度を調査した。すなわち、秋期は8月26日、冬期は1月4日および春期は4月4日から順次開花した14花について、開花1～3日前に柱頭を切

除した。なお、柱頭切除後に‘筑陽’のみ4-CPA剤60倍液を噴霧処理した。その後、果重120g程度に肥大した果実（正常肥大果）数およびそれ以下の重量で肥大が停止した果実（肥大不良果）数を調査した。この際、正常肥大果数および肥大不良果数を合わせて着果数とした。これら以外の栽培時期には、‘筑陽’のみ開花時に4-CPA剤60倍液を噴霧処理し、その他の系統は無処理とした。いずれの系統とも、果重120gを目安に収穫した。

2. 定植時期が単為結果性系統の着果および果実肥大に及ぼす影響（試験 2）

単為結果性系統‘AE-P03’および‘AE-P08’（齊藤ら，2007）を供試した。

両系統ともに、試験1の各栽培時期と同時期になるように、秋期は2006年8月25日（以下、秋期定植）、冬期は12月21日（以下、冬期定植）、春期は2007年3月30日（以下、春期定植）の3時期に自根苗を試験1と同じパイプハウスに定植し、主枝V字2本仕立で栽培した。換気開始気温および最低気温は試験1と同様とした。肥料はN、P₂O₅、K₂Oをそれぞれ3.0 kg・a⁻¹施用した。系統ごとに1区あたり2株を供試し、3反復とした。

各定植時期とも第1～14花について、試験1と同様に柱頭切除後の正常肥大果数および肥大不良果数を調査した。

3. 気温が単為結果性系統の着果および果実肥大に及ぼす影響（試験 3）

試験2と同じ系統を供試し、自然光型ファイトトンネル内で、昼温（7～19時）/夜温（19～7時）が35/25°C、30/20°C、25/15°Cの3つの気温処理区を設けた。2007年6月22日に播種し、7月15日に本葉5枚程度の苗を30cmポットに鉢上げ後、各処理区に入庫し、主枝1本仕立で栽培した。肥料は複合液肥（14-10-14）を適宜施用した。系統ごとに1区あたり2株を供試し、3反復とした。

各区とも第1～10花について、試験1と同様に柱頭切除後の正常肥大果数および肥大不良果数を調査した。

結 果

1. 促成栽培期間中における栽培時期が単為結果性系統の着果および果実肥大に及ぼす影響（試験 1）

促成栽培期間中における各栽培時期の日最低気温、日最高気温および積算日射量の平均値を第2表に示した。秋期における日最低気温は22.5°Cと冬期、春期よりそれぞれ10.2°C、8.4°C高かった。一方、秋期における日最高気温は35.4°Cと冬期、春期よりそれぞれ8.0°C、3.9°C高かった。このように、日最低気温および日最高気温とも秋期が最も高く、次いで春期、冬期の順であった。ハウス内における積算日射量は秋期が12.0 MJ・m⁻²・日⁻¹と冬期、春期よりそれぞれ8.5 MJ・m⁻²・日⁻¹、5.3 MJ・m⁻²・日⁻¹多かった。

促成栽培期間中における栽培時期が単為結果性系統の着果率および正常肥大果率に及ぼす影響を第3表に示した。系統と栽培時期を要因とした二元配置分散分析の結果、着

第1表 供試系統における単為結果性の程度

系統名	正常肥大果数	肥大不良果数	単為結果性程度
AE-P03	8	0	強 ²
DH（強）A	10	0	強
DH（強）B	8	0	強
DH（弱）A	2	0	弱
DH（弱）B	4	0	弱
筑陽	0	7	無

²2006年4月に10花を柱頭切除後、正常に肥大した果数が8果以上を単為結果性が強、4果以下を単為結果性が弱、着果促進剤処理を行わなかった‘筑陽’は正常肥大果数が0果であったため、単為結果性無とした

第2表 促成栽培期間中における各栽培時期の日最低気温、日最高気温および積算日射量 (試験1)

栽培時期	柱頭切除処理		日最低気温 (°C)	日最高気温 (°C)	積算日射量 (MJ・m ⁻² ・日 ⁻¹)
	開始日	終了日			
秋期	8月26日	10月10日	22.5 ± 1.8 ^z	35.4 ± 3.5 ^z	12.0
冬期	1月4日	2月16日	12.3 ± 0.6	27.4 ± 4.8	3.5
春期	4月4日	4月29日	14.1 ± 1.6	31.5 ± 2.1	6.7

^z 平均気温 ± 標準偏差

第3表 促成栽培期間中における栽培時期が単為結果性系統の着果率および正常肥大果率に及ぼす影響 (試験1)

栽培時期	系統名	柱頭切除処理花数	着果率 ^z (%)	正常肥大果率 ^y (%)
秋期	AE-P03	14	62 b ^x	95
	DH (強) A	14	67 b	100
	DH (強) B	14	62 b	100
	DH (弱) A	14	14 c	100
	DH (弱) B	14	14 c	100
	筑陽	14	81 a	100
冬期	AE-P03	14	93 a	96
	DH (強) A	14	81 a	100
	DH (強) B	14	76 a	100
	DH (弱) A	14	76 a	100
	DH (弱) B	14	76 a	100
	筑陽	14	93 a	100
春期	AE-P03	14	57 b	100
	DH (強) A	14	67 b	100
	DH (強) B	14	60 b	100
	DH (弱) A	14	38 c	100
	DH (弱) B	14	41 c	100
	筑陽	14	91 a	100
分散分析	系統		* ^w	ns
	栽培時期		*	ns
	栽培時期 × 系統		*	ns

^z 着果率 = (着果数 / 処理花数) × 100 (以下同じ)^y 正常肥大果率 = (正常肥大果数 / 着果数) × 100 (以下同じ)^x 同一時期における異なるアルファベット間には5%水準で有意差あり (Tukeyの多重比較検定)^w *は分散分析の結果、5%水準で有意差あり、nsは有意差なし

果率は系統間および栽培時期間ともに5%水準で有意差が認められた。着果率を栽培時期間で比較すると秋期および春期が冬期より低かった。また、着果率における系統と栽培時期間の交互作用は5%水準で有意であった。着果率を栽培時期ごとに系統間で比較すると、秋期は‘AE-P03’、DH (強) A および DH (強) B がそれぞれ62%、67%および62%と着果促進剤を処理した‘筑陽’より14～19ポイント低かったものの、DH (弱) 2系統より48～53ポイント高かった。冬期はいずれの系統とも76%以上で有意差が認められなかった。春期は秋期と同様の傾向であった。一方、正常肥大果率はいずれの試験区とも95%以上を示し、系統間および栽培時期間に有意差は認められず、系統と栽培時期間の交互作用も有意ではなかった。

2. 定植時期が単為結果性系統の着果および果実肥大に及ぼす影響 (試験2)

定植時期が単為結果性系統の着果率および正常肥大果率に及ぼす影響を第4表に示した。系統と定植時期を要因と

した二元配置分散分析の結果、着果率は系統間および定植時期間ともに5%水準で有意差が認められた。着果率を定植時期間で比較すると秋期定植が冬期定植および春期定植より低かった。また、着果率における系統と定植時期間の交互作用は5%水準で有意であった。着果率を定植時期ごとに系統間で比較すると、秋期定植および春期定植では‘AE-P03’が‘AE-P08’よりそれぞれ1%、5%水準で有意に高かった。冬期定植では有意差が認められなかった。一方、正常肥大果率はいずれの試験区とも83%以上を示し、系統間および定植時期間に有意差は認められず、系統と定植時期間の交互作用も有意ではなかった。

3. 気温が単為結果性系統の着果および果実肥大に及ぼす影響 (試験3)

試験期間中におけるファイトトン内の積算日射量の平均値は12.3 MJ・m⁻²・日⁻¹であった (データ略)。

気温が単為結果性系統の着果率および正常肥大果率に及ぼす影響を第5表に示した。系統と気温を要因とした二元

第4表 定植時期が単為結果性系統の着果率および正常肥大果率に及ぼす影響 (試験2)

定植時期 (定植月日)	柱頭切除処理		系統名	柱頭切除 処理花数	着果率 (%)	正常肥大果率 (%)
	開始日	終了日				
秋期定植 (8月25日)	8月26日	10月10日	AE-P03	14	62 ^{**z}	95
			AE-P08	14	29	83
冬期定植 (12月21日)	12月22日	2月28日	AE-P03	14	90 ^{ns}	100
			AE-P08	14	77	100
春期定植 (3月30日)	3月31日	5月13日	AE-P03	14	87 [*]	92
			AE-P08	14	63	100
分散分析			系統		[*] y	ns
			定植時期		[*]	ns
			定植時期 × 系統		[*]	ns

^z*, **は同一定植時期において、それぞれ5%、1%水準で有意差あり、nsは有意差なし (t検定)

^y*は分散分析の結果、5%水準で有意差あり、nsは有意差なし

第5表 気温が単為結果性系統の着果率および正常肥大果率に及ぼす影響 (試験3)

気温 (°C)	系統名	柱頭切除 処理花数	着果率 (%)	正常肥大果率 (%)
35/25 ^z	AE-P03	10	50 ^{**y}	36
	AE-P08	10	3	100 ^w
30/20	AE-P03	10	70 ^{**}	58 ^{ns}
	AE-P08	10	33	87
25/15	AE-P03	10	90 ^{**}	84 [*]
	AE-P08	10	50	100
分散分析	系統		^{**x}	ns
	気温		[*]	[*]
	気温 × 系統		ns	ns

^z昼温 (7~19時) / 夜温 (19時~7時)

^y*, **は同一処理区間において、それぞれ5%、1%水準で有意差あり、nsは有意差なし (t検定)

^x*, **は分散分析の結果、それぞれ5%、1%水準で有意差あり、nsは有意差なし

^w試験区3反復のうち着果および正常肥大果が認められたのが1区のみであったため、検定不可であった

配置分散分析の結果、着果率は系統間では1%、気温間では5%水準で有意差が認められた。着果率を処理区間で比較すると25/15°Cが最も高く、次いで30/20°C、35/25°Cの順であった。また、着果率における系統と気温間の交互作用は有意ではなかった。着果率を処理区ごとに系統間で比較すると、いずれの処理区とも‘AE-P03’は‘AE-P08’より1%水準で有意に高かった。一方、正常肥大果率は系統間では有意差が認められなかったが、気温間に5%水準で有意差が認められ、35/25°Cが他の処理区より低かった。また、正常肥大果率における系統と気温間の交互作用は有意ではなかった。

考 察

ナスの促成栽培において省力化や規模拡大を進めるためには、着果促進処理を省略できる単為結果性を有する品種の

利用が有効である。しかし、単為結果性の発現には日照や気温等の気象条件が強く影響すること (吉田ら, 2001) から、促成栽培に適した単為結果性品種を育成するに当たっては、育成材料の着果および果実肥大の程度を栽培時期ごとに把握しておく必要がある。ナスの単為結果性の選抜は単為結果率 (正常肥大果数/開花数) を指標とすることが合理的であることが報告されている (松本ら, 2007)。一方、ナスの単為結果性において安定して着果する形質と果実が正常に肥大する形質は独立した現象であること (Kikuchiら, 2008; 久野・矢部, 2005; 吉田, 1998) が報告されていることから、本試験では着果率 (着果数/開花数) と正常肥大果率 (正常肥大果数/着果数) のそれぞれについて検討した。

まず、単為結果性系統の着果率についてみると、試験1における促成栽培期間中の栽培時期間には有意差が認められ、秋期および春期が冬期より低かった。この期間におけるハウス内の気温は、日最低気温および日最高気温ともに、秋期が冬期および春期よりかなり高かった。また、試験2の定植時期間においても有意差が認められ、秋期定植が冬期定植および春期定植より低かった。さらに、昼夜温を3水準に分けた試験3においても、気温間で有意差が認められ、気温が高い区ほど低かった。これらのことから、単為結果性系統の着果率が低下する要因の一つとして高温の影響が考えられた。なお、ナスの花は開花時の花柱の長さにより、長花柱花、中花柱花、短花柱花に分類される。このうち、短花柱花は25°C以上の高夜温下で多く発生し、着果率が低いことが知られている (斉藤, 1974)。本試験では、開花時の花柱の長さは調査していないが、単為結果性系統の着果率が低下した要因の一つとして、短花柱花が多かった可能性が考えられる。このため、単為結果性系統の着果率と開花時の花柱の長さとの関係については今後検討する必要がある。

試験1の春期における日最低気温および日最高気温は秋期よりそれぞれ8.4°C、3.9°C低かったにもかかわらず、春期における単為結果性系統の着果率は秋期と同程度であった。これに対し、試験2の春期定植における単為結果性系

統の着果率は秋期定植より高かった。石坂ら (2003) は、着果促進剤を処理した‘筑陽’の促成栽培において、果実へ分配された乾物生産量の割合は収穫最盛期の4～5月が他の時期より高いことを報告している。また、ナスは栄養生長と生殖生長を同時に行うため、着果負担が大きくなると花への養分供給が不足し着果率が低下することが知られている (齊藤, 1974)。従って、試験1の春期では着果負担が大きくなることによって単為結果性系統の着果率が低下しやすいものと推察された。

次に、正常肥大果率についてみると、試験1ではいずれの栽培時期とも95%以上と高く、着果した果実はほとんどが正常に肥大した。また、試験2においても定植時期間に有意差は認められなかった。これに対し、昼夜温を3水準に分けた試験3では、気温間に有意差が認められ、気温が高い区ほど低かった。久野・矢部 (2005) は単為結果性系統の果実肥大は樹勢の強弱に影響されることを示唆している。このことから、30 cmポットで栽培した試験3では根域が制限された結果、高温区ほど樹勢が弱くなりやすかったことによって、単為結果性系統の正常肥大果率が低下した可能性が推察された。

以上の結果から、ナスの促成栽培期間中、単為結果性系統の着果率は栽培時期により異なることが明らかとなった。一方、単為結果性系統の正常肥大果率はいずれの栽培時期とも一定して高いが、樹勢が弱くなることによって低下する可能性が推察された。

ナスにおける単為結果性の遺伝様式については、着果には複数の遺伝子が関与し、その後の正常肥大は1因子の不完全優性であること (吉田, 1998)、正常肥大には少なくとも2つ以上の遺伝子が関与していること (齊藤ら, 2004)、着果は単因子優性で、その後の正常肥大は複数の遺伝子あるいは環境要因の関与が推察されること (久野・矢部, 2005) が報告されている。本試験では、いずれの試験とも単為結果性系統の着果率は系統間に有意差が認められたことから、着果には複数の遺伝子が関与している可能性が示唆された。

一方、単為結果性品種を育成するに当たっては、無受粉下でも安定して着果および正常肥大する系統を短期間で的確に選抜することが重要である。本試験では、試験1の秋期および春期における‘AE-P03’およびDH (強) 2系統の着果率はDH (弱) 2系統より有意に高かったものの、冬期では系統間に有意差は認められなかった。また、試験2の秋期定植および春期定植における‘AE-P03’の着果率は‘AE-P08’より有意に高かったものの、冬期定植では系統間に有意差は認められなかった。これらのことから、単為結果性系統の選抜は系統間差がより明瞭となりやすい促成栽培期間中の秋期または春期に行うことが適するものと考えられた。

以上のことから、ナスの促成栽培に適した単為結果性品種を育成するに当たっては、1) 交配によって着果安定に関与する遺伝子の集積を図るとともに、2) 着果および果実肥大が不安定となりやすい促成栽培期間中の高温期に単為結

果性系統の選抜を行うことが重要であると考えられた。

摘 要

ナスの促成栽培に適した単為結果性品種を育成するに当たって、栽培時期が単為結果性系統の着果および果実肥大に及ぼす影響について検討した。単為結果性系統の着果率は栽培時期間に有意差が認められ、秋期および春期が冬期より低かった。また、人工気象室内において昼夜温を3水準に分けた試験では、気温が高いほど単為結果性系統の着果率は低下した。これに対し、単為結果性系統の正常肥大果率は、いずれの栽培時期とも95%以上で、着果した果実はほとんどが正常に肥大した。一方、冬期における単為結果性系統の着果率は系統間に有意差が認められなかったが、秋期および春期における単為結果性系統の着果率は系統間に有意差が認められた。従って、単為結果性系統の選抜は着果および果実肥大が不安定となりやすい促成栽培期間中の高温期に行うことが重要であると考えられた。

謝 辞 本研究の実施およびとりまとめに当たり、ご助言をいただいた野菜茶業研究所齊藤猛雄博士に深謝の意を表します。

引用文献

- 番 喜宏・田中哲司・矢部和則. 2003. 柱頭切除によるナスの単為結果性の選抜. 愛知農総試研報. 35: 59–64.
- 石坂 晃・井上恵子・柴戸靖志. 2003. 促成ナス栽培における垂直仕立の主枝本数と整枝時の作業性および収量性. 福岡農総試研報. 22: 80–84.
- Kikuchi, K., I. Honda, S. Matsuo, M. Fukuda and T. Saito. 2008. Stability of fruit set of newly selected parthenocarpic eggplant lines. *Sci. Hort.* 115: 111–116.
- 久野哲志・矢部和則. 2005. ナスの単為結果性F₁品種ととげなし性系統間のF₂分離世代における単為結果性及びとげなし性の遺伝解析. 愛知農総試研報. 37: 29–33.
- 松本満夫・岡田昌久・小松秀雄・石井敬子・宮崎清宏・猪野亜矢. 2007. 単為結果性ナス‘はつゆめ’の育成. 高知農技セ研報. 16: 53–58.
- 門馬信二. 1996. 単為結果性ナスの特性と今後の利用. 施設園芸. 38: 30–33.
- 齊藤 隆. 1974. 花芽発育の生理, 生態. p. 基71–99. 農業技術体系野菜編5. ナス. 農文協. 東京.
- 齊藤猛雄・宮武宏治・斎藤 新・山田朋宏・福岡浩之. 2004. ナス単為結果性の評価法. 育学研. 6 (別2): 248.
- 齊藤猛雄・吉田建実・門馬信二・松永 啓・佐藤隆徳・斎藤 新・山田朋宏. 2007. 単為結果性ナス品種‘あみのり’の育成経過とその特性. 野菜茶研研報. 6: 1–11.
- 吉田建実. 1998. ナスの単為結果性育種. 平成10年度日種協育技研シンポジウム. 13–21.
- 吉田建実・松永 啓・齊藤猛雄. 2001. ナスの単為結果性の発現に及ぼす環境要因および遺伝子型の影響. 園学雑. 70 (別2): 388.