

ミニトマトにおける育苗期の摘心処理が開花および収量性に及ぼす影響

太田勝巳*・金 志勲・高森悟郎

Effects of Pinching Treatments at Seedling Stage on Flowering and Productivity in Cherry Tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.)

Katsumi OHTA*, Jihun KIM and Goro TAKAMORI

Abstract We investigated that effects of pinching treatments at seedling stage on the flowering and productivity about the differences between two lateral shoots and untreated control (one main stem) groups in cherry tomato cultivation. As a result, it was shown that the use of two lateral shoots of cherry tomatoes cv. 'Aiko' and 'FS-45' with pinching treatments at seedling stage suppressed fruit enlargement, reduced the incidence of fruit cracking, and increased the yield of marketable fruits. In both cultivars, the quality of the fruit treated with pinching treatments was equal to or higher than those without pinching one. Therefore, although the flowering days of each flower trusses were delayed and the total fruit yields were decreased by the pinching treatments, the unmarketable fruit rates were decreased and the fruit quality was increased, which indicates that the productivity may be improved.

Keywords: Compound flower truss, Cultivar, Double shoot, Flower number, Fruit quality

はじめに

現在、日本で普及しているミニトマト品種は、低段花房は単純花房でそれ以降の花房から複合花房がみられる品種が多く、初期の収量が少ない傾向がみられる(元木ら 1995)。しかし、育苗期に摘心して側枝を利用した場合、第1花房の複合花房率が高くなり、初期収量が増加する品種があることがこれまでに報告されている(香西ら 2012; 香西 2013; 松下ら 2004, 2006; 元木ら 1996)。なお、Araら (2007) およびEce and Darakei (2007) は、

農林生産学科 Department of Agriculture and Forest Sciences

* 責任著者 Corresponding author. E-mail: ohta@life.shimane-u.ac.jp

茎数の増加により収量が増加したとの報告がある。

また、これまでの報告(松下ら 2006)によると、夏秋トマト栽培の場合、慣行の主枝2本仕立て栽培では育苗にかかる費用が400千円/10 aになり、全体農業経営費の中で9.6%を占めた。これに関して、摘心処理をした場合側枝を2本利用するため、2本仕立てポット苗の生産費は株当たり41.9円で主枝1本当たり20.9円と試算され、通常の1本仕立てポット苗より48%減少すると報告されており(大木ら 2014)、収量の増加のみならず生産コストの削減にも効果がある(松下ら 2004)。

さらに、摘心処理をして側枝を2本利用する場合、裂果発生率が減少すると報告されており(元木ら 1996)、裂果発生を抑制させ、生産性が向上する可能性も示されている。しかし、摘心処理をした場合に1番花開花日が遅れ

る傾向があり、品種によっては、摘心処理の生育や開花への反応性が異なる（一色ら 2006；香西ら 2012；松下ら 2006；元木ら 1995, 1996）。そこで、本実験においてはミニトマトの生産性を高めることを目的として、比較的高糖度のプラム型ミニトマト品種を供試し、摘心処理による開花および収量性に及ぼす影響を検討した。

材料と方法

1. 供試品種および耕種概要

供試品種として、ミニトマト‘アイコ’（株）サカタのタネ）および‘FS-45’（株）クラフト）を用いた。催芽は2018年4月3日に、25℃の恒温室で水を含ませたろ紙を敷いたシャーレにて催芽した。4月6日に鹿沼土を満した育苗箱（34.5 cm×27.0 cm×7.5 cm）に播種し、コイトロン内（昼温（9:00–18:00）23℃/夜温（18:00–9:00）18℃）で生育させた。その後、4月24日に床土（砂壤土：バーク堆肥=1：1（v/v））を満した3号黒色ポリポットに1株ずつ移植し、島根大学生物資源科学部圃場のガラス温室内で育苗した。摘心は5月16日に本葉4枚展開時に本葉3枚の上で行い、子葉から発生した側枝を2本誘引した子葉摘心区、本葉から発生した側枝の中から生育が揃った2本を誘引した本葉摘心区を設定した（第1図）。対照区として、無摘心の主枝1本仕立て（対照区）を設けた。5月25日に、緩効性肥料（有機一発肥料，住化農業資材（株））をN：P₂O₅：K₂O=1.9：0.9：1.1 kg/aの割合で施与した1/2000 aワグネルポットに1株ずつ定植した。鉄骨ハウス内で栽培し、栽植様式は株間45 cm，条間70 cmとし、対照区は16株，摘心処理区は各8株を供試した。栽培期間中の灌水は、pFメーター（DIK-8343，（株）大起理化工業）によりpF1.7～2.5となるように管理した。2本仕

立ての場合、それぞれの茎が反対方向に向くように通路側へ誘引し、腋芽は適宜除去した。開花後、着果および果実肥大促進のため、15 ppm 4-CPA（4-クロロフェノキシ酢酸，商品名：トマトーン，（株）石原バイオサイエンス）を週2回ずつハンドスプレーヤーにより散布した。

2. 開花，花数および収量

定植後、各花房の1番花開花日、1花房当たりの花数および花房ごとの複合花房率（複合花房数を全花房数で除した割合）を調査した。また、全ての株は7月17日に第5花房上に本葉2枚を残して摘心した。その後、7月11日から9月3日までに週2回ずつ完熟した果実を収穫し、果実重および障害果（裂果および尻腐れ果）数を測定した。

3. 果実品質

収穫した果実の中から完熟した果実を各処理区90果ずつ選抜し、硬度を測定した。硬度は果実を縦方向にメスにより切断し、果実硬度計（KM-1，（株）藤原製作所）を用いて果実の赤道部の2か所を内側から貫入させて測定し、その平均値とした。その後、3果ずつまとめて搾汁した後、ろ過した果汁を用いて、果実品質（糖度，滴定酸度およびアスコルビン酸含量）を測定した。糖度は果汁0.3 mLを用いて屈折糖度計（APAL-1，ASONE社）で測定し、°Brixとして表した。滴定酸度は果汁5 mLを0.1 NのNaOHで中和滴定し、クエン酸%に換算した。また、アスコルビン酸含量は、酸化防止のため果汁0.2 mLに5%メタリン酸0.2 mLを加え、RQフレックスプラス10（関東化学（株））を用いて測定した。

結 果

摘心処理が各花房の1番花開花日（播種後日数）に及ぼ

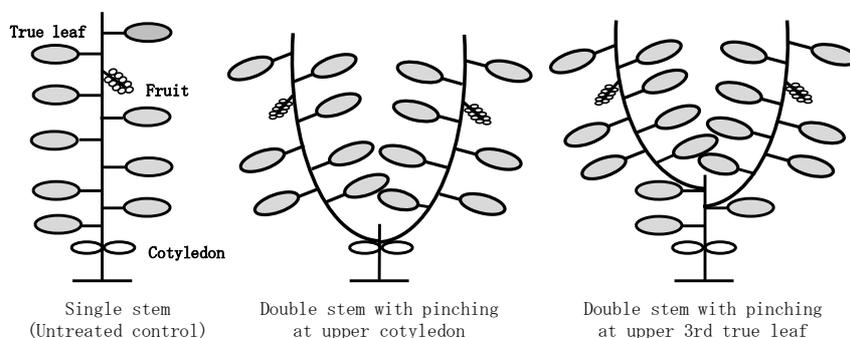


Fig.1 Schematic diagram of pinching cultivation in cherry tomato. Dark shaded leaves are true leaves, and leaves with white fill are cotyledons.

Table 1 Effects of pinching treatments on the 1st flowering day (number of days from sowing date) in cherry tomatoes.

Cultivar	Treatment	flower truss				
		1st	2nd	3rd	4th	5th
'Aiko'	Control	63.3 a ^z	70.6 a	76.7 a	81.5 a	86.1 a
	Pinch at above cotyledon	73.0 c	78.9 c	83.7 c	88.3 c	94.7 b
	Pinch at above 3rd true leaf	70.5 b	76.5 b	81.6 b	86.6 b	92.9 b
'FS-45'	Control	67.7 a	74.0 a	80.6 a	85.4 a	90.8 a
	Pinch at above cotyledon	82.0 b	90.3 b	95.3 b	102.8 b	108.1 b
	Pinch at above 3rd true leaf	69.1 a	75.9 a	81.8 a	87.1 a	93.8 a
Significance ^y	Cultivar (A)	***	***	***	***	***
	Treatment (B)	***	***	***	***	***
	A*B	***	***	***	***	***

^z Different letters represent significant differences at $p < 0.05$, as determined Tukey's test.

^y *** represents significant differences at $p < 0.001$.

Table 2 Effects of pinching treatments on the number of flowers in cherry tomatoes.

Cultivar	Treatment	flower truss (per stem ⁻¹)					Total (per stem ⁻¹)
		1st	2nd	3rd	4th	5th	
'Aiko'	Control	17.4 a ^z	19.1 a	22.6 a	18.4 a	14.3 a	91.7 a
	Pinch at above cotyledon	16.9 a	21.6 a	15.6 a	17.7 a	15.1 a	86.8 a
	Pinch at above 3rd true leaf	20.2 a	23.9 a	18.8 a	14.9 a	12.6 a	90.4 a
'FS-45'	Control	11.4 a	13.3 a	13.8 a	11.5 a	11.1 a	61.1 a
	Pinch at above cotyledon	13.9 a	10.9 a	9.7 a	8.8 a	12.3 a	55.6 a
	Pinch at above 3rd true leaf	10.9 a	11.4 a	12.2 a	10.7 a	9.8 a	54.9 a
Significance ^y	Cultivar (A)	***	***	***	***	**	***
	Treatment (B)	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
	A*B	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

^z Different letters represent significant differences at $p < 0.05$, as determined Tukey's test.

^y ***, ** and n. s. represent significant differences at $p < 0.001$, 0.01 and no significant difference, respectively.

す影響を第1表に示した。第1花房の開花日において、'アイコ'では対照(無摘心)区と比べて、両摘心区で7~10日程度有意に遅れた。なお、'FS-45'では子葉摘心区では約14日と有意に遅れたが、本葉摘心区では遅れはみられなかった。なお、開花日については、品種間、処理間および相互作用に有意な差が認められた。'アイコ'では処理区間の差は花房段位が上がるにつれて開花の遅れは縮まる傾向がみられたが、逆に'FS-45'では花房段位が上がるにつれて、処理区間の差が広がる傾向がみられた。

また、摘心処理がミニトマト各花房の花数に及ぼす影響については、いずれの品種でも対照区と比べて摘心区で1株当たり花数は増加したが、1茎当たり花数では有意な差はみられなかった(第2表)。複合花房率については'アイコ'では摘心処理により処理区間の差がみられなかったが、'FS-45'では対照区と比べ、本葉摘心区では同等であったものの、子葉摘心区ではやや増加した(第2

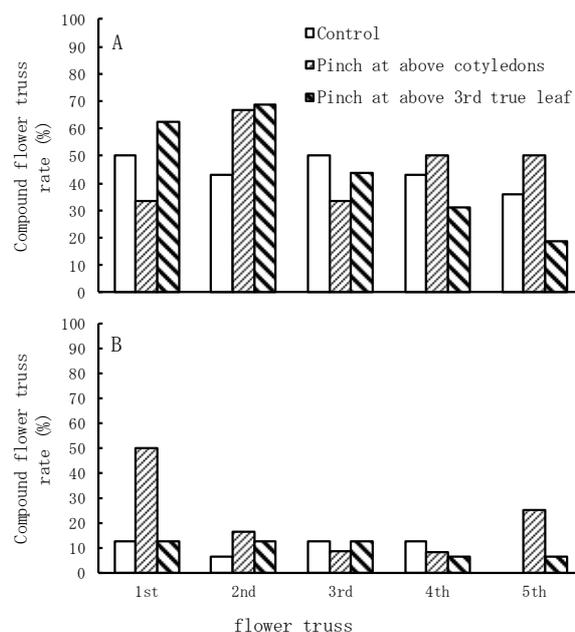
**Fig. 2** Effect of pinching treatments on the compound flower truss rate of 'Aiko' (A) and 'FS-45' (B) in cherry tomato.

Table 3 Effects of pinching treatments on the fruit yield, fruit number and rate of unmarketable fruits in cherry tomatoes.

Cultivar	Treatment	Total fruits yield	Fruit number	Fruit weight	Cracking rate	BER rate	Cracking and BER rates	Marketable fruits yield ^z
		(kg a ⁻¹)	(per a ⁻¹)	(g)	(%)	(%)	(%)	(kg a ⁻¹)
'Aiko'	Control	451.8(100) ^y b ^x	22,260(100) b	20.3 b	26.5 b	0.1 a	0.1 a	331.3(100) a
	Pinch at above cotyledon	296.8(66) a	18,326(82) a	16.2 a	2.7 a	0.0 a	0.3 a	287.5(87) a
	Pinch at above 3rd true leaf	294.3(65) a	18,743(84) a	15.7 a	6.1 a	0.3 a	0.0 a	271.6(82) a
'FS-45'	Control	374.1(100) b	16,023(100) b	23.3 b	68.9 c	1.8 b	4.2 c	91.9(100) a
	Pinch at above cotyledon	187.9(50) a	9,849(61) a	19.1 a	32.9 a	1.4 a	0.0 a	120.5(131) a
	Pinch at above 3rd true leaf	225.5(60) a	12,256(76) a	18.4 a	55.6 b	3.5 b	1.7 b	87.1(95) a
Significance ^w	Cultivar (A)	n. s.	***	**	***	**	**	***
	Treatment (B)	***	n. s.	***	***	n. s.	n. s.	n. s.
	A*B	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.

^z Total fruit yield—unmarketable fruits yield.^y Rate for control (100).^x Different letters represent significant differences at $p < 0.05$, as determined Tukey's test.^w ***, **, * and n. s. represent significant differences at $p < 0.001$, 0.01, 0.05 and no significant difference, respectively.**Table 4** Effects of pinching treatments on the soluble solids content (SSC), titlatability, ascorbic acid content (ASC) and fruit firmness in cherry tomatoes.

Cultivar	Treatment	SSC	Titlatability	ASC	Fruit firmness
		(°Brix)	(%, Citric acid)	(mg 100gFW ⁻¹)	(kg cm ⁻²)
'Aiko'	Control	7.5 a ^z	0.36 a	31.8 a	0.48 a
	Pinch at above cotyledon	8.0 b	0.37 a	35.3 b	0.52 b
	Pinch at above 3rd true leaf	8.1 b	0.37 a	36.8 b	0.51 b
'FS-45'	Control	8.7 a	0.47 a	38.9 a	0.62 a
	Pinch at above cotyledon	8.7 a	0.52 b	38.8 a	0.62 a
	Pinch at above 3rd true leaf	9.3 b	0.44 a	37.2 a	0.62 a
Significance ^y	Cultivar (A)	***	***	***	***
	Treatment (B)	**	*	n. s.	*
	A*B	n. s.	n. s.	n. s.	*

^z Different letters represent significant differences at $p < 0.05$, as determined Tukey's test.^y ***, **, * and n. s. represent significant differences at $p < 0.001$, 0.01, 0.05 and no significant difference, respectively.

図) .

摘心処理が収量、収穫果実数および障害果発生率に及ぼす影響を第3表に示した。総収量について、'アイコ'および'FS-45'ともに対照区で最も多く、両摘心区では対照区の50~65%に有意に減少した。収穫果実数は、'アイコ'では対照区が一番多く、両摘心区では対照区の82~84%と有意に減少した。'FS-45'でも対照区が最も多く、両摘心区では有意に減少し、本葉摘心区が子葉摘心区よりやや多かった。果実重については、両品種ともに対照区と比べて、両摘心区で有意に小さかった。裂果発生率は、両品種ともに対照区で最も多く、摘心区では有意に減少した。尻腐れ果発生率は、'アイコ'では処理区間に差はみられなかったが、'FS-45'では対照区および本葉摘心区に比べて子葉摘心区で有意に減少した。裂果

・尻腐れ果発生率は、'アイコ'では処理区間に差はみられなかったが、品種間では有意差がみられた。

摘心処理が果実品質に及ぼす影響については、第4表に示した。糖度について、'アイコ'では対照区と比べて摘心処理によって有意に高くなったが、'FS-45'では対照区と比べて本葉摘心区で増加したものの、子葉摘心区では差がみられなかった。滴定酸度は'アイコ'では処理区間の差がみられなかったが、'FS-45'では対照区と比べ、本葉摘心区では同等であったものの、子葉摘心区で有意に増加した。アスコルビン酸含量は、'アイコ'では摘心処理によって有意に増加したが、'FS-45'では差がみられなかった。硬度については、'アイコ'では摘心処理によって有意に増加したが、'FS-45'では差がみられなかった。

考 察

摘心処理が開花日に及ぼす影響について、今回の実験ではいずれの品種でも摘心処理によって開花が遅れ、‘アイコ’では花房段位が上がることによって開花の遅れが短縮し、これまでのミニトマトにおける摘心実験の報告（松下ら 2006；元木ら 1996）と概ね一致した。ただし、‘FS-45’の本葉摘心区では開花日について無敵心区との大きな差はみられず、収穫開始がそれほど遅れないことが示された。

また、摘心処理が花数に及ぼす影響については、処理区間の有意差はみられず、複合果房率も処理区間についても、大きな差はみられなかった。これに関して元木ら（1996）は低段花房から複合花房がみられる品種ほど、摘心による複合花房率や花数の増加が強く発現すると報告しており、今回の結果から摘心効果は遺伝的な性質に大きく影響されると考えられる。そして、遺伝的に低段花房において複合花房率が低いと考えられる‘アイコ’および‘FS-45’においては、花数を増加させるためには、摘心処理効果を向上するためのさらなる工夫が必要であろうと思われた。

1 茎当たりの総収量に関しては、いずれの品種でも摘心することによって減少した。品種によって摘心処理が総収量に及ぼす影響に対する効果は異なるが、総収量が減少したことがこれまでに報告されている（羽石 2003）。総収量が減少した要因として、果実数および果実重が考えられる。まず、今回の実験では花数については有意差がなかったものの、1 a 当たりの果実数は‘アイコ’では無摘心区比べ、摘心区で約 20% 少なく、‘FS-45’では本葉摘心区が 24%、子葉摘心区が 39% 少なかったことから、1 茎当たりの果実数の減少が大きな要因だと思われる。また、果実重においても、いずれの品種でも無摘心区と比べ、摘心区で 4~5 g 減少し、これらの原因は摘心処理をし、側枝を 2 本誘引したため、1 株当たりの花数や果実数が増加したためであろうと推測された。

また、今回の実験では障害果率、特に裂果発生率に顕著な影響が認められた。裂果発生率について、‘アイコ’の場合、無摘心区で 26.5% だったものの、子葉摘心区では 2.7%、本葉摘心区では 6.1% と大きく減少した。‘FS-45’においても、無摘心区で 68.9% に対して、子葉摘心区では 32.9%、本葉摘心区では 55.6% と大きく減少し、これらの結果から、摘心処理が裂果発生率を減少さ

せたことが示された。これに関して、従来の実験でも摘心処理によるトマトの裂果発生率の減少は報告されており（元木ら 1996）、本実験でも同様な結果が得られた。また、大玉トマトでの実験では側枝が多いほど裂果発生率が減少したと報告されており（阿部・吉池 1984）、小川（1992）はこれに関して側枝と若い果実が過剰な水分の受け皿となって裂果を防止したためだとしている。また、ミニトマトの裂果発生について太田（1996）は、果実の吸水により果肉細胞の肥大割合が 10% 以上になると、裂果が急激に発生すると報告し、今回の実験では摘心処理をして側枝を 2 本利用し、1 株当たりの側枝や果実数がほぼ 2 倍なったため、果肉の肥大が抑制されて裂果発生率が減少したと考えられる。なお、摘心区においては障害果率が減少したことから、摘心処理による可販果収量の差はなくなった（第 3 表）。

果実品質に関して、両品種ともに摘心区では、いずれの調査項目についても無敵心区と同等かより高い数値を示した（第 4 表）。これに関して、果実品質の変動は果実中の水分の増減による果実内成分の希釈、あるいは濃縮効果によるところが大きく、果実の水分含量が減少するほど、果実重は減少するものの、果実品質は濃縮効果により増加するという報告がある（Ece and Dakrakci 2009；金子・鈴木 2002；栃木ら 1989）。今回の結果では、いずれの品種でも摘心処理により、果実重が減少し、果実品質については両品種ともに摘心区で高い数値を示したことから、果実重の減少に伴う濃縮効果によるものであろうと推察された。ただし、品種により摘心処理による果実品質への影響が異なったことから、更に検討する必要があると考えられた。

結 論

以上の結果より、ミニトマト‘アイコ’および‘FS-45’では摘心処理が果実数や果実重を減少させ、総収量が減少した。しかし、摘心処理によって障害果率主に裂果発生率が減少し、とくに‘アイコ’では顕著に減少したことから、可販果収量は大きく低下しなかった。また、‘FS-45’の子葉摘心区の場合、可販果収量が無摘心区より多かった。また、‘アイコ’では糖度およびアスコルビン酸など果実品質が向上した。したがって、摘心処理によって開花は遅れるものの収量性が向上する可能性が示された。

謝 辞

本実験に供試した‘FS 45’は、(株)クラフトよりご提供頂いた。ここに深く感謝申し上げます。

引用文献

- 阿部 隆・吉池貞蔵 (1984) 夏秋トマトの後期生産力向上に関する研究. 岩手県園芸試験場研究報告, **5**: 77-84.
- Ara, N. Bashar, M.K. Begum, S. and Kakon, S.S. (2007) Effect of spacing and stem pruning on the growth and yield of tomato. *International Journal Sustainable Crop Production*, **2**: 35-39.
- Ece, A. and Darakci, N. (2007) Determination of relationships between number of stem and yield of tomato (*Lycopersicon lycopersicum* L.). *Asian Journal Plant Sciences*, **6**: 802-808.
- Ece, A. and Darakci, N. (2009) Effect of number of different stems on some fruit quality characteristics and yield in tomatoes (*Lycopersicon lycopersicum* L.). *Journal of Applied Biological Sciences*, **3**: 175-178.
- 一色正美・佐藤卓・丸尾達・篠原温 (2006) トマト低段密植栽培における子葉直上摘心 2 本仕立て法に適した品種特性の検討. 園芸学会雑誌, **75** (別1) : 335.
- 金子賢一・鈴木雅人 (2002) 抑制トマトのセル成型苗直接定植栽培における側枝 2 本仕立てが生育・収量・果実品質に及ぼす影響. 茨城県農業総合センター園芸研究所研究報告, **10**: 8-15.
- 香西修志・河崎 靖・岩崎泰永・鈴木克己 (2012) ミニトマトにおける育苗中の処理が複花房の発生と花数に及ぼす影響. 園芸学研究, **11** (別1) : 104.
- 香西修志 (2013) ミニトマトにおける育苗中の摘心および摘葉処理が複花房の発生と花数に及ぼす影響. 園芸学研究, **12** (別1) : 101.
- 松下太洋・道上吉憲 (2004) ミニトマトの生産コスト削減技術. 石川県農林水産研究成果集報, **6**: 32-33.
- 松下太洋・道上吉憲・新谷竜太郎・沢野哲郎 (2006) 夏秋どりミニトマトの 2 本仕立て栽培. 石川県農業総

合研究センター研究報告, **27**: 43-46.

- 元木 悟・伊藤喜三男・矢ノ口幸夫・岡本 潔・中村武郎 (1995) ミニトマトの省力収穫向き品種の育成に関する研究 (第 1 報) 開花集中性, 成熟集中性と日持ち性の品種間差異と関連特性. 長野県中信農業試験場報告, **13**: 33-48.
- 元木 悟・伊藤喜三男・矢ノ口幸夫・岡本 潔・中村武郎 (1996) ミニトマトの摘心処理が花房の形態, 開花・成熟特徴と果実特性及び収量性に及ぼす影響. 長野県中信農業試験場報告, **13**: 49-61.
- 大木 淳・丸子武志・石山久悦 (2014) トマト 2 本仕立てによる低コスト良質ポット苗の生産技術. 東北農業研究, **67**: 107-108.
- 小川 光 (1992) トマトの品種と整枝法に関する研究. 福島県農業試験場研究報告, **31**: 21-34.
- 太田勝巳 (1996) ミニトマトにおける裂果発生の機構解明とその制御に関する研究. 116pp. 京都大学位論文.
- 羽石重忠 (2003) トマト土耕 2 本仕立て栽培における果実肥大、品質向上技術. 栃木県農業試験場研究成果集, **22**: 51-52.
- 栃木博美・川里 宏 (1989) トマトの促成栽培における土壌水分が果実品質に及ぼす影響. 栃木県農業試験場研究報告. **36**: 15~24.

日本語抄録

ミニトマトにおいて、育苗期に摘心を実施して側枝2本仕立て区と主茎1本仕立て (対照区) の開花および収量性について検討した。その結果、ミニトマト‘アイコ’および‘FS-45’いずれの品種も摘心処理をして側枝を2本利用することで、対照区に比べ果実の肥大が抑制されて裂果の発生率が減少し、可販果収量が増加する可能性が示された。また、両品種ともにいずれの果実品質についても摘心処理区が対照区と同等か高い数値を示した。したがって、摘心処理によって開花は遅れ、総収量は減少するものの、障害果率が減少し、果実品質が増加したことから、生産性および商品性が向上する可能性が示された。