

## トマトの茎切断部に発生する不定芽の採取法と不定芽由来苗の生産性

西本登志・吉村あみ・木矢博之・信岡 尚・矢奥泰章・東井君枝・前川寛之・小田雅行\*

Method of Harvesting Adventitious Buds Generated from Cut Tomato Plant Shoot Surfaces and Productivity of Nursery Plants Raised from Them

Toshi NISHIMOTO, Ami YOSHIMURA, Hiroyuki KIYA, Takashi NOBUOKA,  
Yasuaki YAOKU, Kimie TOI, Hiroyuki MAEGAWA and Masayuki ODA\*

### Summary

In tomato plants, adventitious buds are generated from the callus formed on cut surfaces after cutting of the main and all lateral shoots. The harvest condition of adventitious buds and the productivity of nursery plants raised from the buds were examined in tomato plants for establishment of a method of raising nursery plants using the adventitious buds.

1. The number of harvested buds was increased when the shorter adventitious buds were harvested. The period after the herbaceous cutting until rooting was shortened when longer adventitious buds were harvested.
2. The number of harvested adventitious buds changed according to the pinching position of the main stem.
3. Adventitious bud abnormalities were observed as the determinate bud, two buds, and burn symptoms of the undeveloped leaves, and the number of generations changed in the pinching season.
4. The productivity of nursery plants raised from adventitious buds was equal to that of seed-generated seedlings.

**Key Words** : adventitious bud, herbaceous cutting, vegetative propagation

### 緒 言

我が国におけるトマトの果実生産は主として種子繁殖によって行われている。種子繁殖と栄養繁殖を比較すると、繁殖効率と貯蔵性においては前者が優れ、品種育成の容易さでは遺伝的な固定を必要としない後者が優れる。

原田ら<sup>1,2)</sup>は、圃場で栽培されているトマトが栽培終期に主枝の切断面に多数の苗条を再生していることに着目し、若齢株上の主枝と側枝を全て切断し、切断面に生じたカルスから不定芽を発生させる方法を開発した。この不定芽を採取し挿し芽することで苗を得る方法は、腋芽を利用する場合と比較して飛躍的に効率の高い増殖法となる可能性がある上、種子繁殖が困難な系統の生産苗育成<sup>3)</sup>やF<sub>1</sub>育種における親系統の増殖手段として有効と考えられる。これまでに、品種<sup>4,7)</sup>、播種から主枝切断までの生育期間<sup>8)</sup>および主枝切断位置<sup>9)</sup>と不定芽発生との関係が調査されているが、実用技術の確立には至っていない。

そこで、本報では、トマト(*Lycopersicon esculentum* Mill.)における本増殖法の実用化のための基礎的な知見を得ることを目的に、不定芽の採取条件、並びに定植後の生育と収穫量について調査した。

### 材料および方法

品種は、トマト‘桃太郎’ (タキイ種苗) を供試した。

#### 試験1. 採取時の不定芽の茎長が採取不定芽数に及ぼす影響

不定芽採取に用いた母株は、2002年4月10日に播種し、5月13日に雨除けハウス内の栽培ベンチ(幅35cm, 培地の深さ15cm)に株間40cmで定植した。培地はピートモスを、培養液は大塚A処方1/2単位をそれぞれ用いた。主茎は地際から水平方向に倒し、5月24日に第5葉の直上で主枝を摘心し、本葉の葉腋に発生した全ての側枝を6月3日に基部から約2cm残して切断した。主枝および側枝のカルス化した切断面に発生した不定芽を、一定の茎長に達したときに順次採取し、母株毎の採取本数を調べた。採取する不定芽の茎長によって5cm, 10cmおよび15cmの3処理区を設けた。採取は6月28日から8月7日まで行い、各区12株を供試した。試験期間中、子葉の葉腋に発生した側枝は摘除した。

\* 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科

**試験2. 採取時の不定芽の茎長が挿し芽後の発根に及ぼす影響**

不定芽採取に用いた母株は、2001年12月28日に播種し、2002年2月5日に10.5cm径のポリ鉢に移植した。2月15日に本葉5葉上で主枝を摘心し、葉腋に発生した全ての側枝を2月28日に基部から約2cm残して切断した。主枝切断面に発生したカルスは適時切除した。カルス化した側枝の切断面から発生した正常な不定芽を5月2日に採取し、育苗バットに約3cmの深さで詰めた川砂に挿し芽した。挿し芽にあたっては外見的に正常と考えられた不定芽を選び、茎長によって10～15cm区、5～10cm区、5cm未満区を設けた。挿し芽に用いた不定芽の数は各区18以上とした。挿し芽後は遮光率50%の遮光資材で覆い、灌水は底面給水および頭上灌水を併用した。挿し芽してから8、12および15日後に発根した不定芽数を調査した。

**試験3. 母株の主枝摘心位置が不定芽形成に及ぼす影響(主枝摘心時期5月)**

不定芽採取に用いた母株は、2003年4月10日に播種し、4月30日に雨除けハウス内の発泡スチロール製ベッド(エスペックミック、0.6m×5.5m、培地の深さ10cm)に株間40cm、条間40cm、2条千鳥植えて定植した。ピートモスとバーミキュライトを容積比3:2で混合した培地を用い、大塚A処方1/4単位液を施用した。主枝は5月2日に第5葉、第7葉および第9葉の直上部で摘心し、第5葉区、第7葉区、および第9葉区とした。第5葉区では第3～5葉、第7葉区では第3～7葉、第9葉区では第3～9葉の葉腋から発生した全ての側枝を5月2日～9日に基部から約2cm残して切断した。各区10株(5株、2反復)について、6月18日～7月31日に側枝のカルスに発生した茎長7cm以上の不定芽を採取し、本数と異常の有無を2～3日毎に調査した。葉腋から発生した側枝は、切断した側枝を除き全て摘除し、主枝切断面に発生したカルスも適時切除した。なお、7月14日～7月31日は45～50%の遮光を行った。

**試験4. 母株の主枝摘心位置が不定芽形成に及ぼす影響(主枝摘心時期7～8月)**

不定芽採取に用いた母株は、2003年6月16日に播種し、7月21日に定植した。処理区は第7葉区、第10葉区、第12葉区および第14葉区とし、試験1と同様に7月28日～8月5日に主枝を摘心した。第7葉区では第3～7葉、第10葉区では第4～10葉、第12葉区では第4～12葉、第14葉区では第3～14葉(第9葉または第10葉を除く)の葉腋から発生した全ての側枝を7月28日～8月13日に基部から約2cm残して切断した。なお、第14葉区では、第9葉または第10葉の葉腋において側枝が発生しない母株が多く観察されたため、第9葉と第10葉の葉腋に発生した側枝の

いずれか一つを切断に供した。また、主枝摘心位置が第10葉より上の区においては、葉身が著しく大きくなったため、10月8日に全ての本葉を基部から葉身の半分の長さを残して摘除した。調査は8月23日～11月21日に5～7日毎に行った。7月21日～10月1日は45～50%の遮光を行い、10月17日以降は最低夜温を8℃とした。その他は試験3に準じた。

**試験5. 繁殖方法が定植後の生育と収穫量に及ぼす影響**

処理区として、栄養繁殖区と種子繁殖区を設けた。栄養繁殖区には、試験3と同様の発泡スチロール製ベッドで育成した母株の側枝切断面に発生したカルスより生じた不定芽を用いた。不定芽の採取は2003年4月8日に行い、茎長7.5cm前後の不定芽をバーミキュライトに挿した。4月19日に10.5cm径ポリ鉢に移植し、5月9日にビニルハウス内に定植(畦幅120cm、株間40cm)した。基肥として緩効性肥料(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=10:10:10 kg/10a)を全面施用した。実生苗の播種は2003年2月26日に128穴セルトレイを用いて行った。4月17日に10.5cm径ポリ鉢に移植し、4月30日にビニルハウス内に定植した。栽植間隔と施肥は栄養繁殖区と同様とした。栽培規模は各区20株(10株、2反復)とした。収穫果の果形は7月4日に各区20果について、糖度と酸度は7月7日と10日に各区10果について、定植後の生育(茎径、葉長および葉幅)は7月22日に各区20株について、それぞれ調査した。また、各区20株について、第1～4花房の花房下葉数、第1花開花日、第1果登熟日数、第1～3花房の収穫果数および同収穫果重を調査した。

**結果****試験1. 採取時の不定芽の茎長が採取不定芽数に及ぼす影響**

不定芽は茎長5cm区では側枝の摘心後25日目に、10cm区と15cm区では29日目に、それぞれ採取が可能となった。採取不定芽数は、採取時の不定芽の茎長が短いほど多かった(第1図)。

**試験2. 採取時の不定芽の茎長が挿し芽後の発根に及ぼす影響**

不定芽の発根は採取時の不定芽の茎長が長いほど速く、発根率が高かった(第2図)。すなわち、草丈10cm以上15cm未満区では挿し芽8日後に全ての不定芽で発根が認められたのに対し、草丈5cm以上10cm未満区では挿し芽12日後に89.7%に、草丈5cm未満区では挿し芽15日後においても発根率は60%に達しなかった。また、挿し芽15日後の茎長5cm未満区では多くの未発根の不定芽で激しい萎凋や腐敗が観察された。

試験3. 母株の主枝摘心位置が不定芽形成に及ぼす影響(主枝摘心時期5月)

不定芽には心止まり, 2芽といった異常のほか, 未展開葉が焼け症状を呈する異常(以下, 心枯れ症)が発生し(第3図), これらの異常は主枝の摘心位置が高いほど増加した(第4図)。採取不定芽数は主枝の摘心位置が高いほど多く, 第9葉区は, 第5葉区および第7葉区と比較してそれぞれ約3.5倍および約2倍となった。また, 採取不定芽数の節位間のばらつきは第5葉区で最も小さかった。

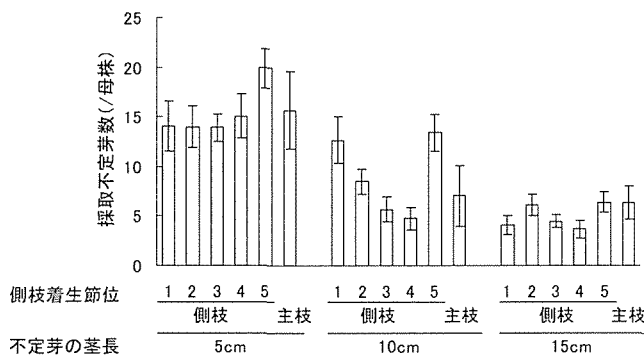
試験4. 母株の主枝摘心位置が不定芽形成に及ぼす影響(主枝摘心時期7~8月)

採取不定芽数は, 第7葉区と第10葉区で多かった(第5図)。また, 摘心位置を第10葉より上とした処理区では摘心位置が高いほど採取不定芽数は少なく, 節位間のばらつきは第7葉区が他の処理区と比較し著しく小さかった。正常な不定芽の採取数は摘心位置が高いほど低下し, 第12葉区および第14葉区では第7葉区のそれぞれ約1/2倍および約1/3倍となった。不定芽の異

常は心枯れ症が多かった。特に, 摘心位置を第10葉より上とした処理区では, 葉身が大きくなり, 発生した不定芽の中には, 生育早期に心枯れ症になり茎長7cmに達しないものが多く観察された。さらに, これらの区では母株の葉身が著しく大きくなり, 主枝には肥大に伴う縦の条溝が見られた。

試験5. 繁殖方法が定植後の生育と収穫量に及ぼす影響

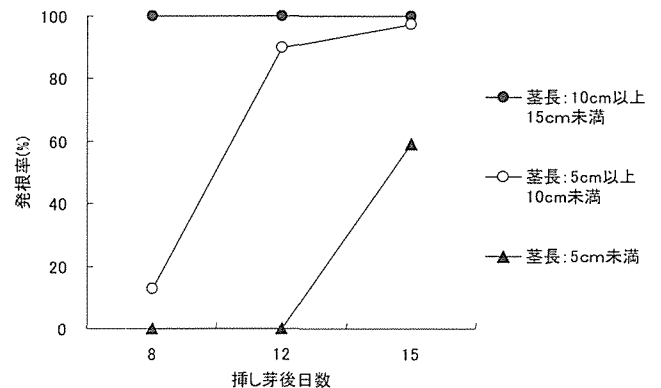
繁殖方法が定植後の生育に及ぼす影響を第1表に示した。茎長, 茎径, 葉身長および葉身幅には繁殖方法の影響は見られなかったものの, 花房下葉数は栄養繁殖区で種子繁殖区と比較し0.7~1.3枚少なかった。また, 各花房における第1果登熟日数(第2表), 果形, 子室数, 糖度および酸度(第3表)に関し処理区間で有意な差はみられなかった。収穫果重と収穫果数は, 第1花房と第2花房では栄養繁殖区で大きく, 第3花房では種子繁殖区で大きかったが, 第1花房から第3花房までの合計の収穫果重と収穫果数では処理区間で有意な差はみられなかった(第6図)。



第1図 トマトにおける採取時の不定芽の茎長が採取不定芽数に及ぼす影響

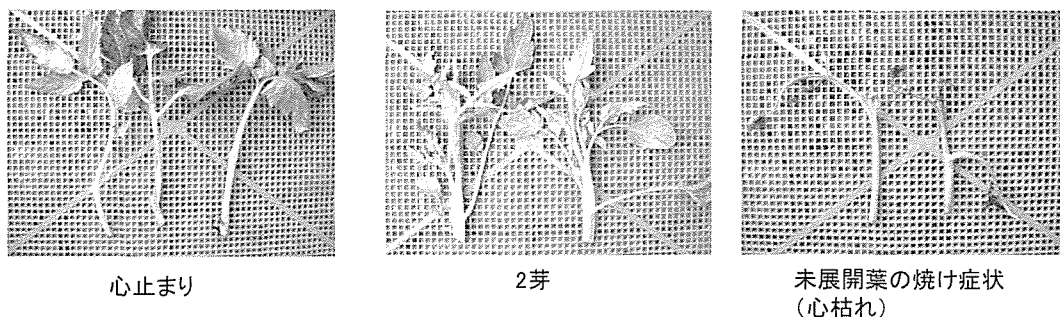
Fig.1. Effects of the stem length of adventitious buds at the time of harvesting on the number of adventitious buds harvested in tomato plants

垂直線は標準誤差(n=12)



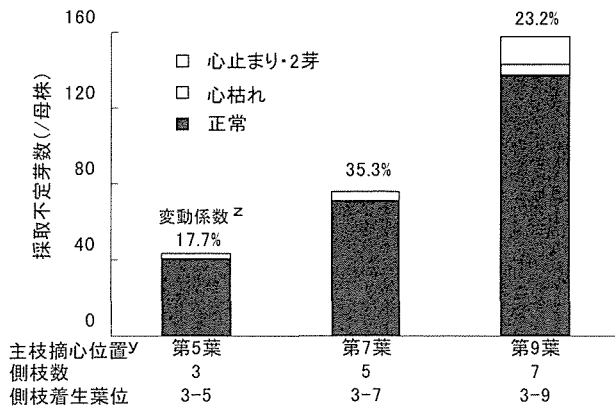
第2図 トマトにおける採取時の不定芽の茎長が挿し芽後の発根に及ぼす影響

Fig.2. Effects of stem length of adventitious buds at the time of harvesting on rooting after cutting in tomato plants

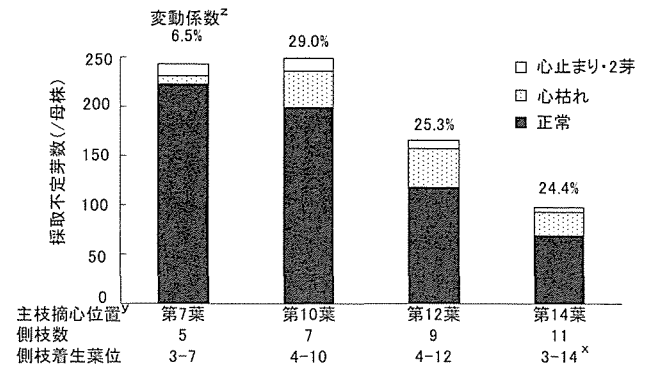


第3図 トマトの側枝切断面に発生した不定芽に見られた異常

Fig.3. Abnormal growth of adventitious buds which formed on the cut surface of the lateral stem of tomato plants



第4図 トマトにおける主枝摘心位置が採取不定芽数に及ぼす影響(試験3)  
 Fig.4. Effects of pinching position of the main stem on the number of adventitious buds harvested in tomato plants(Experiment 3)  
 不定芽採取期間:2003年6月18日~7月31日  
<sup>Z</sup>側枝着生葉位別採取不定芽数の変動係数  
<sup>Y</sup>各葉位の直上で摘心



第5図 トマトにおける主枝摘心位置が採取不定芽数に及ぼす影響(試験4)  
 Fig.5. Effects of pinching position of the main stem on the number of adventitious buds harvested in tomato plants(Experiment 4)  
 不定芽採取期間:2003年8月23日~11月21日  
<sup>Z</sup>側枝着生葉位別採取不定芽数の変動係数  
<sup>Y</sup>各葉位の直上で摘心  
<sup>X</sup>9または10を除く

第1表 繁殖方法が定植後のトマトの生育に及ぼす影響

Table1 Effects of propagation methods on growth and development after transplanting in tomato plants

繁殖方法	茎長(cm)			茎径 <sup>Z</sup> (mm)	葉身長 <sup>Y</sup> (cm)	葉身幅 <sup>Y</sup> (cm)	花房下葉数			
	第1花房下	第1~2花房	第2~3花房				第1花房	第2花房	第3花房	第4花房
栄養繁殖	27.8	33.6	28.8	17.4	44.3	46.3	6.5	11.1	14.0	17.2
種子繁殖	27.2	30.9	26.5	17.9	43.9	43.9	7.2	12.2	15.3	18.2
有意性 <sup>X</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	n.s.

<sup>Z</sup>第3花房直下

<sup>Y</sup>第3花房直下葉

<sup>X</sup>t検定により, \*\*は1%水準で有意差あり, \*は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし

第2表 繁殖方法がトマトの開花日と果実の登熟日数に及ぼす影響

Table2 Effects of propagation methods on flowering time and days in ripening in tomato plants

繁殖方法	第1花開花日(月/日)				第1果登熟日数			
	第1花房	第2花房	第3花房	第4花房	第1花房	第2花房	第3花房	第4花房
栄養繁殖	5/11	5/23	6/1	6/8	40.6	42.4	42.0	41.9
種子繁殖	5/1	5/18	5/26	6/1	41.9	41.9	43.4	42.1
有意性 <sup>Z</sup>					n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

<sup>Z</sup>t検定により, n.s.は有意差なし

第3表 繁殖方法がトマト果実の形質と品質に及ぼす影響

Table3 Effects of propagation methods on character and quality of tomato fruits

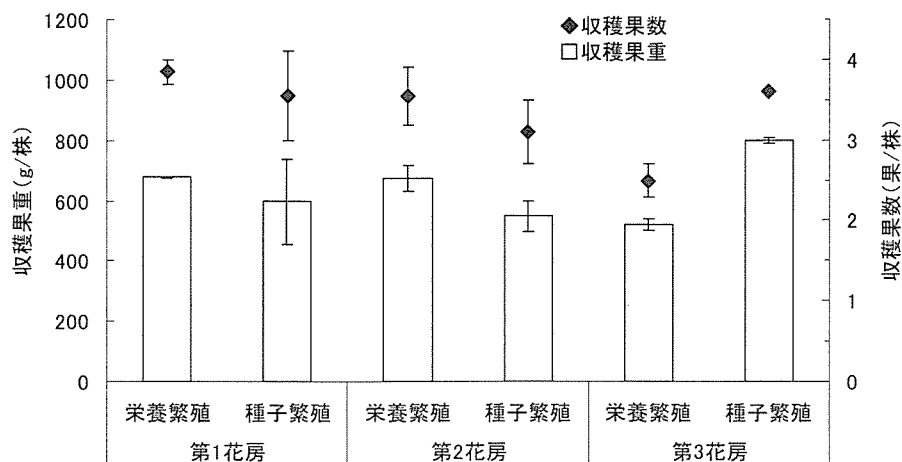
繁殖方法	果形 <sup>Z</sup>	子室数	糖度 <sup>Y</sup> (%)	酸度 <sup>X</sup> (%)
栄養繁殖	0.87	4.6	5.06	0.74
種子繁殖	0.89	4.3	5.09	0.74
有意性 <sup>W</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

<sup>Z</sup>果実の高さ/果実の直径

<sup>Y</sup>Brix値

<sup>X</sup>クエン酸含量換算

<sup>W</sup>t検定により, n.s.は有意差なし



第6図 繁殖方法がトマトの収穫果重と収穫果数に及ぼす影響

Fig.6. Effects of propagation methods on number and weight of harvested fruits in tomato plants

垂直線は標準誤差(n=2)

## 考 察

トマトの株上の主枝と側枝を全て切断し、切断面に生じたカルスから不定芽を発生させ、この不定芽を採取して挿し芽することで苗を得る方法は、不定芽の豊富な発生と採取後の確実な発根を確保することで、腋芽を利用する方法と比較して飛躍的に効率の高い増殖法となり得る。そこで、不定芽採取条件について検討し、併せて不定芽由来苗の生産性を調査した。

採取時の不定芽の茎長を5, 10, 15cmとすると、不定芽の茎長が短いほど母株あたりの採取不定芽数は増加した。早期に不定芽を採取することで母株の負荷が軽減されたためと考えられる。一方で、採取時の不定芽の茎長を5cm未満と小さくすると、茎長5cm以上の不定芽と比較して挿し芽後の発根が著しく遅延し、発根率が低下した。腋芽を利用したトマト栽培に関するこれまでの試験においても、採取時の腋芽が大きいほど発根が早く<sup>3,9)</sup>、発根数が多い<sup>9)</sup>ことが報告されている。しかし、伊藤ら<sup>3)</sup>は、採取時の腋芽の大きさを茎長10cm以上とすると、苗養成中に1段花房が開花すること、単位面積あたりの挿し芽数が著しく減少すること、母株の草勢維持に対して好ましくないことなどの実用上の問題点が生じることを指摘し、発根率が高くその後の生育の揃いが良好な茎長5~6cmの腋芽を採取することが適当としている。不定芽を利用する本増殖法においても、茎長10cm以上の不定芽では腋芽利用において指摘されていると同様の問題が生じる可能性があるうえ、母株あたりの不定芽発生数が少なくなるため、茎長5~10cmの不定芽を採取するのが適当と判断される。

効率的に不定芽を採取するための母株の仕立て法を見出す

ことを目的に、母株の主枝摘心位置が採取不定芽数に及ぼす影響を調査した。その結果、不定芽の採取数は主枝の摘心位置により異なり、その傾向は主枝を摘心する季節により変化した。季節による相違は不定芽の異常についても顕著に表れた。すなわち、試験3においては多くが心止まりや2芽といった異常症状であり、採取不定芽総数に占める異常な不定芽の割合が低かったのに対し、試験4では多くが心枯れ症であり、早期発症のために茎長7cmに達しない不定芽が主枝摘心位置の高い区で多く発生した。また、この心枯れ症は、茎葉が硬くなり葉が巻いて小葉化し、激しい場合には先端部が枯死するとされるホウ素欠乏症<sup>9)</sup>と症状が類似していた。さらに、試験4の摘心位置を第10葉より上とした処理区で見られた母株主枝の縦の条溝は、高温期の作型に多く、旺盛に育っている場合に多発するとされており、カルシウムやホウ素の欠乏による発生の可能性が指摘されている<sup>10)</sup>。これらのことから、不定芽採取までが高温期である場合には、母株の主枝摘心位置を高くすると旺盛な生育に伴う欠乏症、すなわち心枯れ症が発生し、増殖効率が低下すると推察される。

また、試験3と試験4で最も採取不定芽数が多い処理区では、正常な不定芽を1日あたりそれぞれ3.18本/親株、2.48本/親株採取することができた。このことは、本圃におけるトマトの栽植本数を2,500株/10aとすると、例えば3日間で本圃10a分の苗を確保するためには、約260~340株もの親株が必要で、トマト生産者あるいはトマト苗生産者にとっては大きな負担となることを意味している。そのため、現状では、種子繁殖に替わる増殖法としてではなく、前述したように、種子繁殖が困難な系統やF<sub>1</sub>育種における親系統の増殖手段として有望と考えられる。

原田<sup>1)</sup>は、500ml容量のポリ鉢で生育させたトマトを用い、7月に第7葉と第8葉の間で主枝を摘心し、摘心後に発生した全ての側枝を第1葉直下で切除し不定芽を採取した結果、不定芽発生後36日間の採取不定芽数は‘プチ’が76本/母株で‘桃太郎’を大きく上回ったと報告している。本試験では‘桃太郎’を供試したが、母株当たりの培地容量が21lの栽培槽を用いて、養液栽培による母株管理を行うことで、主枝摘心位置が第7葉直上部の場合に、5月と7月のいずれの摘心時期においても原田らの試験における‘プチ’と同等数の不定芽数を採取できた。このことは、主枝摘心時期や品種のみならず、培地容量や施肥条件といった母株の管理条件が採取不定芽数に大きな影響を与える可能性を示唆しており、本増殖法の活用にあたっては不可欠な検討事項と考えられる。

小田<sup>2)</sup>は主枝および側枝の切断面に生じたカルス由来の不定芽には観察の上では変異が認められないと報告している。本試験においても、不定芽由来苗をハウス内に定植し実生苗と比較したところ、定植後の生育、果実の形質・品質において、不定芽由来苗と実生苗の差異は認められなかった。さらに、各花房の収穫量は繁殖方法間で異なったものの、収穫全期間を通じた収穫果重と収穫果数は同等であった。これらのことから、不定芽における遺伝的変異は生じにくく、不定芽由来苗は実生苗と同等の生産性を備えていると考えられる。

### 摘要

トマトでは、若齢株上の主枝と側枝を全て切断すると、切断面に生じたカルスから不定芽が発生することが知られている。この不定芽を採取し挿し芽することで苗を得る増殖法を確立することを目的に、不定芽採取条件と不定芽由来苗の生産性を検討した。

1. 採取不定芽数は、採取時の不定芽の茎長が短いほど多く、挿し芽後の発根は、採取時の不定芽の茎長が長いほど速やかであった。
2. 採取不定芽数は主枝の摘心位置により変動した。
3. 不定芽の異常には心止まり、2芽および未展開葉の焼け症状が見られ、主枝を摘心する季節によりその発生数が変化した。
4. 不定芽由来苗は実生苗と比較し同等の生産性が認められた。

### 引用文献

1. 原田正志・小田雅行・池田英男・森源治郎. 2001. トマトの主枝および側枝切断部からの不定芽形成. 園学雑. 70別2:421.
2. Harada, M., Masayuki Oda, Genjiro Mori, Hideo Ikeda. 2005. Mass Regeneration of Shoots from Cut Surfaces of Stems in

- Tomato Stock Plants. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 74(6):479-481.
3. 伊藤裕郎・河合伸二. 1991. 腋芽さし木苗を利用したミニトマトの栽培. 愛知農総試研報. 23:177-184.
4. 松原幸子・増田忠雄. 1978. トマト1段密植栽培におけるさし木苗の利用に関する研究. 岡大農学報. 52:13-23.
5. 小田雅行. 2002. 苗の高付加価値化と栄養繁殖苗増殖の効率化(2). 施設園芸. 44(4):13-15.
6. ———・原田正志・森源治郎. 2005. トマト母株の全茎切断によるシュート形成に及ぼす株齢および主枝切断葉位の影響. 園学雑. 74別2:405.
7. 大川浩司・菅原眞治・矢部和則・小田雅行. 2003. 単為結果性トマトの定芽および不定芽形成特性. 園学雑. 72別2:379.
8. 清水武. 1990. 要素障害診断事典:134. 農文協. 東京.
9. 菅原眞治・伊藤克己. 1982. 水耕トマトの側枝さし苗利用による連続栽培. 愛知農総試研報. 14:114-119.
10. 武井昭夫. 1996. 最新 養液栽培の手引き:171-172. 誠文堂新光社. 東京.