

## 水耕によるトマトの密植低段栽培に関する研究

(第2報) 育苗方法と断根定植が収量と  
養水分の吸収に及ぼす影響

景山 詳弘・益田 忠雄<sup>a)</sup>

(附属農場)

Received June 30, 1979

### Studies on two Trusses Tomato Culture in Hydroponics

#### II. Effects of Culture Medium of Seedbed and the Cut-root Planting on the Yield and Absorption of Water and Nutrition

Yoshihiro KAGEYAMA and Tadao MASUDA<sup>a)</sup>

(Research Farm)

The effect of cut-root planting of two trusses tomato in hydroponics was examined. Seeds of the tomato, "Dantobi Yōzu", were sown on 10th February 1978, and planted with density of 6,900 plants per 10a on 20th March in the water culture bed.

The tomato plants, seedlings of which were grown in water and in soil, were planted with and without roots. The roots of tomatoes planted without roots were cut off at the surface level of the ground. The plants were pinched leaving two leaves above the second cluster in the flowering time of the second cluster.

1) The yield of tomatoes without roots after grown both in water and in soil increased more than the tomatoes planted in usual way. The quality of fruit was not influenced by cutting roots.

2) During about a month after planting,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , K, Ca and Mg absorption of the tomatoes without roots decreased less than those in planted in usual way.

3) The fruit productive efficiencies of water,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , K and Ca absorption in the tomatoes without roots grown in soil was the best.

4) The optimum temperature for rooting and growth in cut-root planting was 25°C.

#### 結 言

トマトの水耕で1・2果房のみを利用する低段どりを行う場合には10a当り約7,000本を定植し、これは普通(5~6果房)栽培の約3倍に当る。したがって、育苗と定植作業には多労働を要し、簡易化を図ることが望まれる。その一方法として採苗時に地下部を切りとって定植ができれば、定植作業は簡単になる。また、水耕で発生すれば大きな被害をもたらす土壌伝染性の病気を苗床から持ち込む機会も少なくなる。

本報では育苗を水耕と土耕で行った場合、またそれぞれの断根定植が生育、養水分吸収量ならびに収量にどのような影響を及ぼすかについて調査した。また、断根定植の発根ならびに生育に対する適温を、硝酸態窒素の吸収量と乾物の増加量から検討した。

a) 蔬菜園芸学研究室 *Laboratory of Olericulture*

## 材 料 と 方 法

### 1. 育苗方法の違いと断根定植が収量と養水分の吸収量に及ぼす影響

品種は強力段とびヨーズを用い、1978年2月10日に砂まきし、子葉展開後、水耕育苗床と、床土へ移植した。定植は本葉4枚展開時（育苗日数38日、3月20日）に水耕ベッドへ行った。摘心は第2花房開花時（4月22日）に第2花房の上葉2枚を残して行った。

水耕方式は湛水定時循環式で、装置ならびに栽培に用いた培養液の組成（園試処方0.5濃度）は第1報と同様である。培養液の濃度管理はECメーターによって行い、EC 0.6～1.2 m $\mu$ になるように一週間毎に基準組成のものを添加した。培養液の循環は第1花房の開花始め（4月12日）までは、昼間は2時間毎に10分間、夜間は4時間毎に10分間とし、それ以後は昼夜間とも4時間毎に5分間とした。

試験区分は、水耕育苗と土耕育苗のそれぞれについて、普通に定植したものと、地際部で断根して定植したものの4区を設け、各区52株植えて2回反復とした。栽植密度は巾80 cm、長さ4 mの水耕ベッドへ株間15 cmで2条植えとした（10 a 当り約6,900株）。

収量調査は6月1日から6月26日まで1日おきに行った。

吸水量は1日毎に減少した水量を補給し、これを量水メーターによって読みとった。

養分吸収量の測定は1週間毎に培養液の添加後の各要素の濃度から、次の週の添加前の濃度を差し引いて1週間の吸収量とした。

果実生産効率を算出するための養水分の全吸収量は、3月27日から6月19日までを測定期間とした。

培養液ならびに植物体の無機成分分析法は第1報と同様に行った。

### 2. 断根移植の発根、硝酸態窒素の吸収量ならびに乾物重量に及ぼす温度の影響

品種は強力段とびヨーズを用い、1978年7月26日には種し土耕育苗を行った。断根移植は30 cm×60 cmで容量21lのプラスチック箱を用い、苗の本葉4枚時（8月25日）に地際部で切断し、茎が第1本葉まで水中（水道水）に入るようにして行った。なお、1箱には24本移植した。

温度処理は、15, 20, 25, 30°Cの4区を設け、ファイトロンを使用した。気温と移植床の水温は同一とした。

培養液は園試処方0.5濃度を用い、断根移植後6日目に添加した。培養液中への通気は断根移植を行った時点から開始し、通気時間は2時間毎に15分間とした。

実験開始後6日目に各区から8個体をとり乾物重の調査を行い、以後は1区16本で実験を行い、13日目に抜きとり最終の乾物重を測定した。

硝酸態窒素の吸収量は1日おきに培養液の分析を行い残存量から算出した。

## 結 果

### 1. 生育と果実の収量ならびに品質

草たけの変化をFig. 1に示した。水耕、土耕育苗のいずれにおいても、断根定植したものが普通定植より草たけが低かった。摘心後は土耕育苗の普通、断根定植のいずれにおいても水耕育苗のものより高くなった。

収量は、水耕、土耕いずれの育苗方法においても断根定植したものがやや多くなった（Fig. 2）が、果実数は、第1、第2果房とも断根の影響は出なかった。

Table 1に果実1個当り重量の分布を示した。土耕育苗普通定植区においては200 g以上の大果は最も少なかった。また、水耕育苗普通定植区においては300 g以上の大果が多かった。

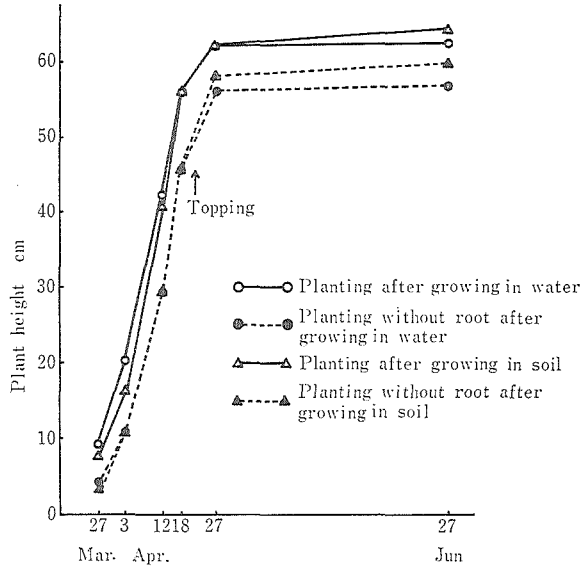


Fig. 1 Growth curve of tomato height.

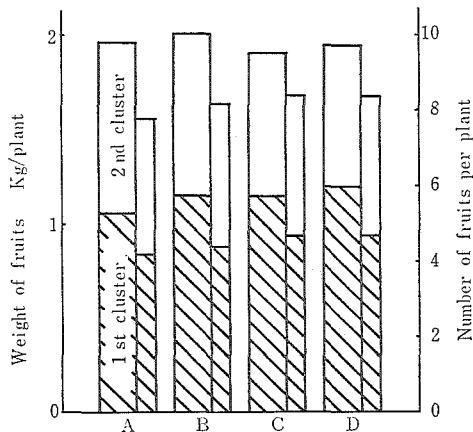


Fig. 2 Effects of culture medium of seedbed and root-cut planting on the weight (wide bars) and number (narrow bars) of fruits. A = Tomato planting after growing in water ; B = planting without root after growing in water ; C = planting after growing in soil ; D = planting without root after growing in soil.

Table 1 Effects of culture medium of seedbed and cut-root planting on the weight of harvested fruit

Treatment	Marketable fruit			
	Less than		201-300g	More than 300g
	100g	100-200g		
A, Tomatoes planting after growing in water	0.7%	15.1%	49.8%	34.4%
B, Planting without root after growing in water	1.9	18.2	51.8	28.1
C, Planting after growing in soil	0.7	27.1	53.2	19.0
D, Planting without root after growing in soil	0.3	21.6	53.3	24.8

**Table 2** Effect of culture medium of seedbed and cut-root planting the number of abnormal fruit

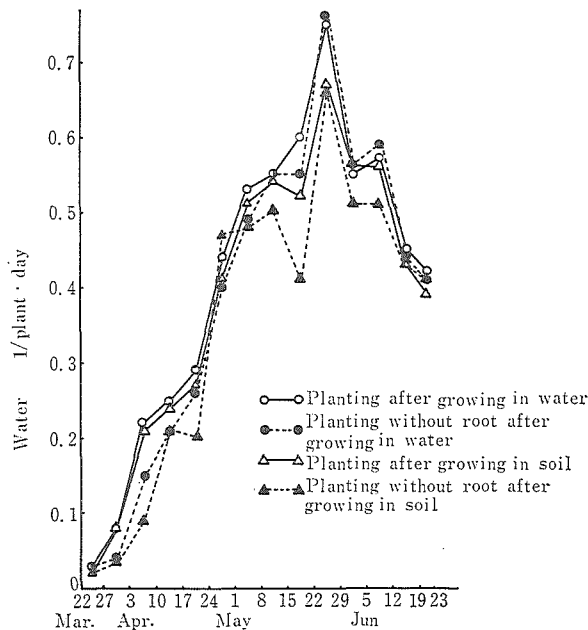
Treatment*	Blossome-end rot fruit	Malformed fruit	Puffy fruit
A	1.9%	3.8%	16.2%
B	1.5	5.8	12.5
C	0.9	2.2	10.7
D	0.6	2.3	12.7

\* Treatments are shown in Table 1.

異常果の発生状況を Table 2 に示した。尻腐れ果はいずれの区も発生が少なく差が認められなかったが、奇形果は水耕育苗断根定植区でやや多く発生した。空洞果は土耕育苗普通定植区が発生が少なく、水耕育苗普通定植区でやや多く発生した。全体として異常果の発生は、断根定植によって変化する傾向は認められなかった。

## 2. 養水分の吸収と果実生産効率

吸水量の変化は Fig. 3 に示したように、4区ともほぼ同様となった。しかし、断根定植の区がいずれの育苗方法についても、植え付けから約1ヶ月間は、吸水量が普通定植区より少なかった。しかしその後は、普通定植と同様の吸水量であった。また、土耕育苗の両区は水耕育苗のものよりやや少なかった。6月以降の果実収穫期に入ると、吸水量は急減した。



**Fig. 3** Changes of water absorption.

無機要素の吸収量の変化は Fig. 4 に示した。P を除く他の 4 要素の吸収量は、生育初期の 3 週間は、断根定植区が普通定植区より少なかった。各要素とも各区を通じて、果実肥大初期にあたる 5 月第 1 週に吸収量が最大になった。そして、K を除く他の 4 要素については、この最大のピークの後 3~4 週間目頃の果実肥大後期に次のピークが出来た。なお K においては、この第 2 のピークの時期の培養液追加前の K の残存量が 0 になっていた。Mg の吸収量の変化において 5 月の第 1 週に、水耕育苗した区が土耕育苗のものより著しく少な

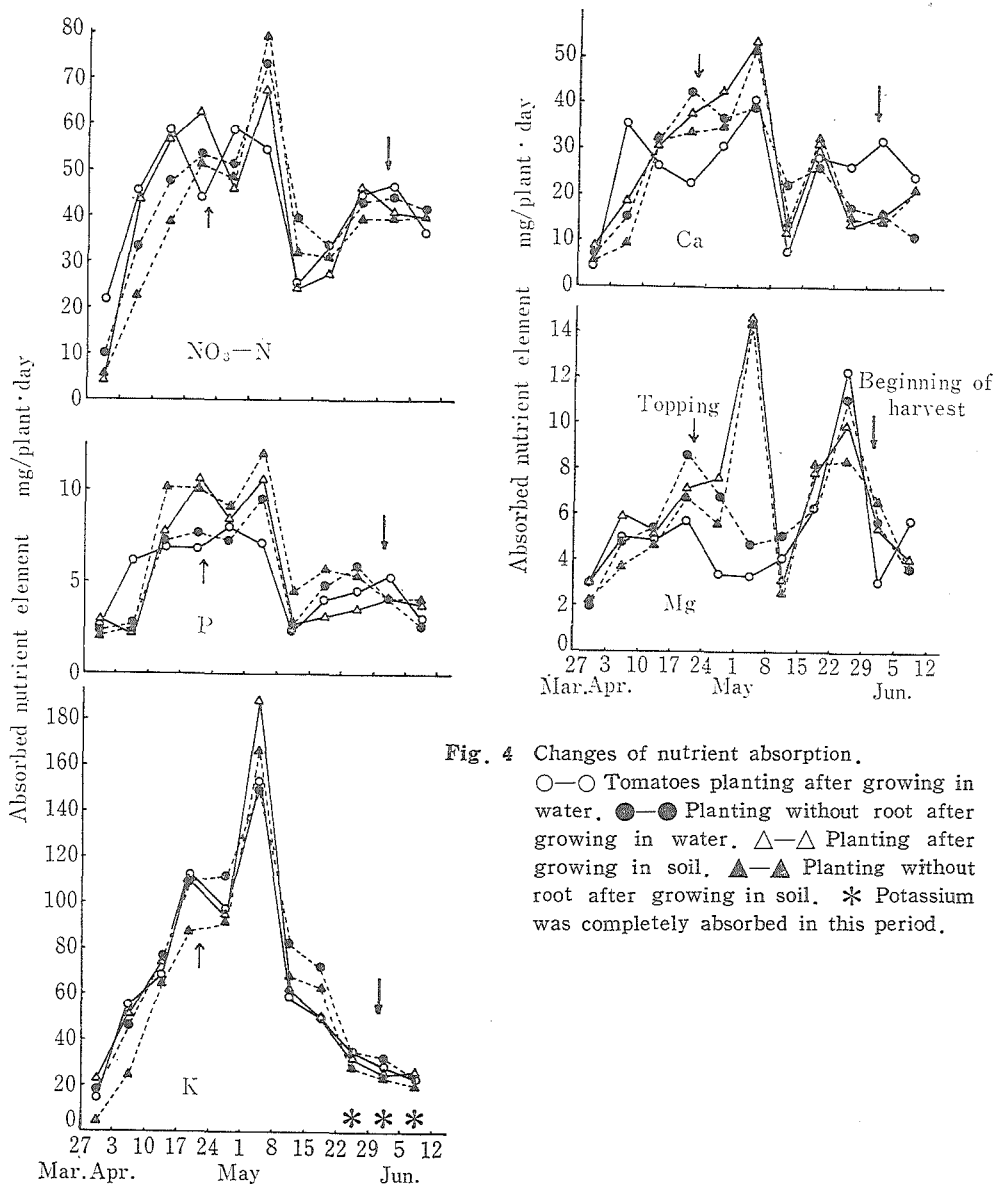


Fig. 4 Changes of nutrient absorption.  
 ○—○ Tomatoes planting after growing in water, ●—● Planting without root after growing in water, △—△ Planting after growing in soil, ▲—▲ Planting without root after growing in soil. \* Potassium was completely absorbed in this period.

くなくなった。したがって、この区においては Mg 吸収量の第 1 のピークができなかった。

吸収された養水分の果実生産効率を Table 3 に示した。水はいずれの育苗方法においても、断根定植区が普通定植区より効率が高かった。また、土耕育苗断根定植区の果実生産効率は、NO<sub>3</sub>-N, K および Ca において最も高く、効率が良いことを示した。

実験終了時のトマトの各部位における無機要素の含有率を Table 4 に示した。全窒素の含有率は、水耕育苗普通定植区の根、茎ならびに果実において高かった。K の含有率は各区とも根において低かった。

### 3. 断根移植の発根, 硝酸態窒素の吸収量ならびに乾物増加量に及ぼす温度の影響

断根移植後の発根は 25°C 区と 30°C 区で 4 日目, 20°C 区 6 日目, 15°C 区で 8 日目に認められた。6 日目と 13 日目の根の状態を Fig. 5 に示した。発根後の根の生育は 25°C 区が最も良かった。

Table 3 Efficiencies of water and nutrient to fruit production

Treatment*	Water	NO <sub>3</sub> -N	R	K	Ca	Mg
	l/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
A	19,981	1,713.5	207.8	2,521.9	1,032.0	212.1
B	18,503	1,640.0	198.2	2,565.1	991.7	231.0
C	19,014	1,685.1	217.3	2,690.5	1,080.9	281.0
D	17,067	1,538.9	251.4	2,307.1	904.7	245.6

\* Treatments are shown in Table 1.

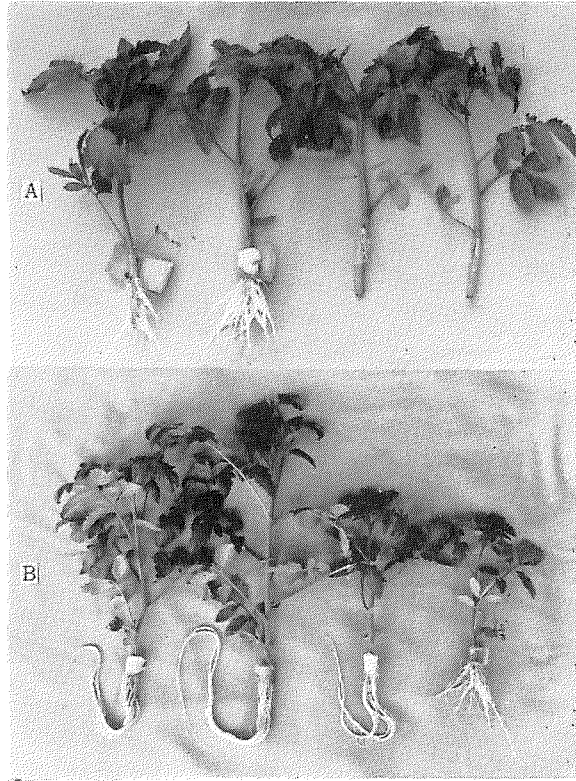
硝酸態窒素の吸収量の変化を Fig. 6 に示した。発根の最も早かった 25°C 区で吸収量が最も多かった。また 15°C 区ならびに 20°C 区でみられるように、未発根の場合にもわずかながら吸収された。

Table 4 Mineral contents in tomato plants

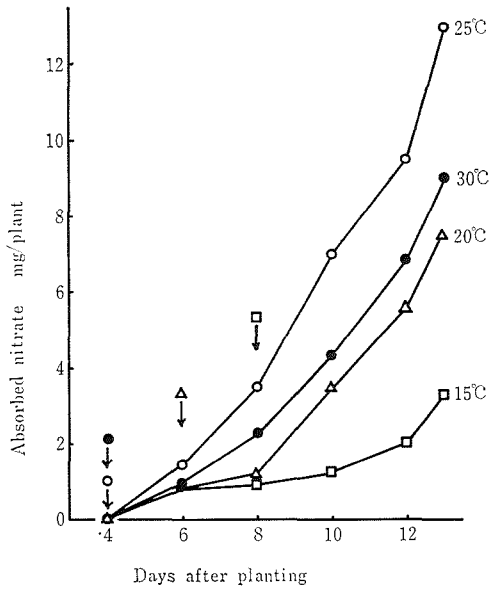
Treatment*	Plant parts	% of dry weight				
		N	P	K	Ca	Mg
A	Root	5.82	0.45	0.40	0.51	0.77
	Stem	2.18	0.37	2.44	1.53	0.44
	Leaf	2.64	0.20	1.56	4.80	0.62
	Fruit	3.42	0.38	2.98	0.26	0.14
B	Root	3.80	0.56	0.51	0.96	0.94
	Stem	1.37	0.29	1.77	1.33	0.39
	Leaf	2.61	0.21	1.46	4.43	0.54
	Fruit	2.90	0.35	2.68	0.23	0.14
C	Root	3.59	0.35	0.40	1.03	0.88
	Stem	1.36	0.25	1.39	1.05	0.37
	Leaf	2.61	0.25	1.57	4.49	0.65
	Fruit	2.45	0.33	2.81	0.21	0.12
D	Root	3.63	0.35	0.44	1.06	0.86
	Stem	1.42	0.25	1.50	1.37	0.38
	Leaf	2.40	0.33	1.69	4.21	0.70
	Fruit	2.45	0.34	2.67	0.21	0.12

\* Treatments are shown in Table 1.

断根苗の乾物重の変化は Fig. 7 に示したように、断根移植後 6 日目までは増加はわずかであった。また、温度が高い区ほど増加量は少なく、15°C 区では移植時の約 1.8 倍であったのに対し、30°C 区では 1.2 倍であった。しかしながら、13 日目では 25°C 区で最も増加量が多く移植時の約 6 倍となり、次いで 30°C, 20°C, 15°C 区の順になった。



**Fig. 5** Effect of temperature on rooting and growth of tomatoes planted without roots. A, 6 days after planting ; B, 13 days after planting. Left to right : temperature of 30°C ; 25°C ; 20°C ; 15°C.



**Fig. 6** Effect of temperature on the absorption of nitrate in tomatoes planted without roots.  
 Rooting time : ● → 30°C ; ○ → 25°C ; △ → 20°C ; □ → 15°C.

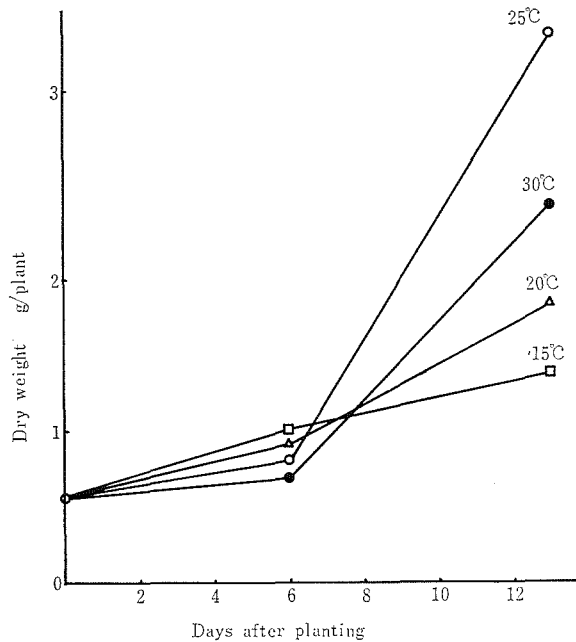


Fig. 7 Effect of temperature on the top dry-weight of tomato planted without roots.

## 考 察

トマトのさし木については従来から、発根の形態学的な研究や植物栄養学的な研究の手法として用いられてきた。しかし最近になって果菜類の接ぎ木栽培が一般的に行われるようになり、併用的な方法として断根接ぎ木<sup>12)</sup>や断根移植の技術<sup>7)</sup>がとりあげられるようになった。また、育苗を省略するためえき芽を利用するさし木法<sup>9)</sup>も紹介されている。

本報で行った断根定植は、地際部で根を切断してさすものであるが、この切断部位と発根および根の生長について REID<sup>9)</sup>はトマトを地際部、中間部、茎頂部の3部位にわけて、種々の光条件、さし床の窒素条件の中で実験を行い、地際部位の発根および根の生長が他の部位より良い場合が多いことを報告している。また、町田<sup>5)</sup>はさし木を行った場合、草本類は木本類より発根が早く、早いものでは4日で発根するとしている。本実験において行った断根定植でも発根が早く、定植直後から生育は良く、草たけにおいては普通定植より劣ったが、草勢においては大差がなかった。その結果、断根定植の果実の収量は普通定植より多くなった。また、果実数ならびに果実の品質において、断根の悪影響はでなかった。水耕育苗普通定植では空洞果の発生が多くなった。これは斉藤<sup>10)</sup>が指摘しているように成育が旺盛になりすぎて、空洞果の発生が多くなったものと思われる。したがって、断根は水耕において起りやすい過繁茂を防ぐ効果があるものと思われる。

水の吸収量は土耕育苗の方が少なかった。これは定植時に水耕育苗のものより草たけも低く、いわゆるよくしまった苗であったことが、その後の生育に影響し、水の吸収量を少なくして、水の果実生産効率を高くしたものと思われる。特に土耕育苗断根定植の水の果実生産効率が最も高くなった。

各要素の吸収量の変化では、多量に吸収される  $\text{NO}_3\text{-N}$ 、K および Ca において、開花期までの生育の初期に断根定植の吸収量が、普通定植に比べて少なくなった。



$\text{NO}_3\text{-N}$ , P, Ca および Mg の吸収量の変化は二つのピークをもった。第1のピークは摘心後2週間目の果実肥大初期にあたる。この時期は摘心後ではあるが、葉面積の拡大や茎の肥大など栄養生長も旺盛であり、さらに果実肥大期と重なって多量に吸収されたものと思われる。第2のピークは果実肥大後期であり、果実重量が最も増加する時期にあたるものと思われる。

生育段階と無機要素の吸収量の関係について ISHIZUKA<sup>3)</sup>はイネにおいて、植物体内含量と吸収量から、吸収された要素の茎葉から穂への転流が始まる時期を明らかにし、この時期に各要素の吸収量がほぼ最大になることを報告している。本実験のように第2果房上で摘心を行ったトマトにおいても、各要素の吸収量の最大値は、この時期とほぼ一致するものと思われる。

なお、K の吸収量の変化は他の要素と異なり第1のピークはできたが、第2のピークはできなかった。これは、5月22日以後の3週間には、それぞれの期間のKの残存量が0になっていたため吸収されなかったものであり、Kが培養液中に十分あれば吸収量は異なったものと思われる。これは1週間毎の培養液の調整をECによって行い、標準組成のものを添加したことによるもので、他の残存の塩類によってEC値が高くなり、添加した標準組成のものに含まれるKの追加では十分でなかったものと思われる。なお、EVANSらはトマトの葉のKの含量が欠乏状態では1.04~1.23%であると報告しているが、本実験終了時のトマト体内の含有率は、根では低くなっていたが、他の部位では正常であった。

水耕育苗の両区のMg吸収量が、5月の第1週に他の区より特に少なくなった原因は不明である。

$\text{NO}_3\text{-N}$ , K および Ca の果実生産効率は、土耕育苗断根定植で最も高くなった。また、水の果実生産効率も最も高かったことから、この土耕育苗断根定植が最も有効な方法であると思われる。

一般にさし木の発根適温は15~25°Cであるとされている<sup>2,5,8,11)</sup>。本実験において、トマトの発根は25°Cが最も良かった。また、硝酸態窒素の吸収量および乾物の増加量も25°Cが最も結果が良く適温であった。30°Cでも発根は早かったが、その後の生育では25°Cに劣った。したがって、断根定植は温度が高い方が良く、夏期の水温が30°Cぐらいに上昇する時期でも発根が早いので適用できるものと思われる。逆に冬期の水温の低い時期でも15°Cあれば断根定植は十分可能である。この場合は乾物重の変化からみて、さし穂の消耗が少なく、発根までに日数がかかることは、障害にならないものと思われる。

## 摘 要

水耕によるトマトの密植低段栽培において、水耕育苗と土耕育苗を行った苗のそれぞれにおいて断根定植を行い、収量および養水分吸収量に対する影響を調査した。品種は強力段とびヨーズを用い1978年2月10日には種した。3月20日に水耕ベッドへ10a当り約6,900本の密度で定植した。断根定植は地際部で切断して水耕ベッドへさした。摘心は第2花房開花期に第2花房の上葉2枚を残して行った。

1) 収量は水耕育苗および土耕育苗とも断根したものが多かった。果実の品質に対する断根の悪影響はなかった。

2) 断根定植の $\text{NO}_3\text{-N}$ , K, Ca および Mg の吸収量は、定植から約1ヶ月間は普通定植よりいずれも少なかった。各要素の吸収量は果実肥大初期に最大となった。

3) 水、 $\text{NO}_3\text{-N}$ , K および Ca の果実生産効率は土耕育苗断根定植で最も高かった。

4) 断根定植の発根および生育に対する温度は25°Cが最適であった。

## 文 献

- 1) EVANS, H. J. and G. T. SORGER: *Annu. Rev. Plant Physiol.* 17, 47-76 (1966)
- 2) 藤井利重: 園芸植物の栄養繁殖 (初版) 68, 誠文堂新光社・東京 (1968)
- 3) ISHIZUKA, I.: "The Mineral Nutrition of the Rice Plant" ed. by IRRI, John Hopkins Press, Baltimore (1965)
- 4) 景山詳弘・益田忠雄: 岡山大農学報 52 91-98 (1978)
- 5) 町田英夫: さし木のすべて (第2版) 17, 56, 誠文堂新光社・東京 (1974)
- 6) 松原幸子・益田忠雄: 岡山大農学報 52 13-23 (1978)
- 7) 並木隆和・工藤康将・高嶋四郎・小田雅行: 園芸学会春季大会発表要旨 (1977)
- 8) 大石 惇・町田英夫・細井寅三・小松春喜: 園学誌 47 (2), 243-247 (1978)
- 9) REID, M. E.: *Amer. J. Bot.* 13, 548-574 (1926)
- 10) 斉藤 隆: 農業技術大系野菜編 トマト 113-137, 農山漁村文化協会・東京 (1973)
- 11) 鳥潟博高: 果樹園芸学講座 1 (永沢勝雄ら編) (初版), 188, 朝倉書店・東京 (1964)
- 12) 槍木正敬: 果菜の断根さし木育苗 (第7版), 農山漁村文化協会・東京 (1974)