

大玉トマトの防根給水ひも栽培における 生育途中の根域拡張と「ひも」適用が果実生産に及ぼす影響

森重 歩己・榊田 正治・村上 賢治

(応用植物科学コース)

Large-fruited Tomato Production as Affected by Root-zone Extension and Wick Addition During Cultivation in a Capillary Wick System

Ayuki Morishige, Masaharu Masuda and Kenji Murakami

(Course of Applied Plant Science)

This study was conducted to investigate the possibility to use capillary wick system in large-fruited tomato production. The first experiment in the autumn-winter season of 2006 was carried out to investigate the effects of the amount of substrate on growth and yield of tomato. Treatments involved growing large-fruited tomato in one box (2.8ℓ/plant) continuously, or adding substrate at flowering of the 7th truss in a 2nd box (5.6ℓ/plant). Fruit yield was higher when the root-zone was extended with double the substrate volume. The second experiment in spring-summer season of 2007 was aimed at improving growth and yield of tomato by extension of root-zone and addition of wick. Tomato plants were either grown in one box with one wick continuously, or with addition of substrate in a 2nd box at flowering of the 4th truss. Additionally, one more wick was inserted into 50% of the 2nd boxes. Half of the plants were grown in two boxes with one wick, and the other half with two wicks. Higher yield was obtained from the plants grown in two boxes with two wicks, suggesting that fruit yield was increased by increasing water transport through wick addition coupled with root-zone extension. Plant growth and fruit yield of large-fruited tomato was stable without blossom-end rot when root-zone was extended and half strength of Ohtsuka-A nutrient solution supplied through the capillary wick system. There was, however, a slight sign of physiological disorder at the leaf margins similar to potassium deficiency.

Key words : root-proof capillary wick, large-fruited tomato, substrate volume

緒 言

底面ひも給水法は、培地を極端に乾燥させない限り、鉢内の土壌水分の変動が少なく、常に養水分が吸収できる状態に保つ事ができるため、省力的で多くの鉢物花卉の栽培に導入されており、近年では環境に負荷をかけない省資源的な栽培法と位置づけられている^{1,2)}。

底面ひも栽培をジャガイモの種イモ生産に適用すると³⁾、毛管資材内に根が侵入し液槽での根の蔓延とひも給水阻害が問題となるが、榊田ら²⁾は、これを防ぐために毛管資材である「ひも」を遮根透水シートで被覆し、これを用いて定植直後から大塚A処方標準濃度の培養液で中玉トマト25段収穫の長期栽培を行ったところ10段収穫期頃に土壌表面に白色塩の析出が認められ、この時点で培養液を1/2濃度に変更したが尻腐れ果が多く発生したとしている。加えて、第15段収穫時頃から晴天時に時折萎れ症状が見られはじめたとしていることから、「ひも」と「培地」の毛管機能がトマトの水要求量に十分に

応えられなかった事がうかがえる。また、同氏ら⁴⁾は、吸水に伴って液槽の水位が低下するため毎日、培養液を元の水位まで補給したが、水位変化は最大で3cmと大きく、この事がトマトに強い水ストレスを与え尻腐れ果の発生を誘発したと推察している。

本実験ではこれらの結果を踏まえ、培養液濃度を終始1/2濃度で管理すると同時に、個体の水要求量に対応させるためにあらかじめ栽培容器を2区画に仕切り、栽培後期に仕切りを開放すると同時に倍量土壌に「ひも」を適用することを改善策として加える事が、「防根給水ひも」栽培での大玉トマトの生産に安定した効果をもたらすかどうかを検討した。

Received October 1, 2008

岡山大学大学院自然科学研究科

(The Graduate School of Natural Science and Technology,
Okayama University)

材料と方法

〔実験1〕 秋～冬季作における培地量の検討

2006年8月20日、市販の園芸培養土とパーミキュライトの混合土を入れたセルトレイに大玉品種‘ハウス桃太郎’（タキイ種苗）を播種した。9月上旬に12cmポットに鉢上げを行った。育苗期の灌水は大塚A処方1/2濃度の培養液を使用した。9月28日（1段果房開花時）に園芸培養土：畑土：パーライト＝5：2：1の混合土を入れた栽培容器に定植した。培地には1Box当たり10gの苦土石灰を混合した。12月上旬、8段花房ホルモン処理時に花房上2葉を残して摘心した。2007年3月8日に全ての処理区で収穫を終え、栽培を終了した。

栽培容器には2種類の容器を使用した。1つは容量3Lで、これをシングルBoxとした。もう1つは容量6Lで、中心部に可動式仕切りを取り付け2区画に仕切り、それぞれを1stBox, 2ndBoxとした（Fig. 1）。各栽培容器には底面より2cm上位の側面に「ひも」穴を開けた。

処理区は2区で、1）定植時から栽培終了時までシングルBox, 「ひも」1本で給水するS(1)区、2）7段花房ホルモン処理時（11月下旬）に可動式仕切りを外し、培地のみ追加し1stBox+2ndBoxで栽培するS(1)+S(0)区とした。なお括弧内の数字はBoxに取り付けた「ひも」数を表す。定植時に「防根給水ひも」を栽培容器内に配置し、大塚A処方1/2濃度の培養液を入れた給水管に「ひも」の先端を浸した。土の乾燥を防ぐため表層に2cm程度もみ殻を敷いた。1Box当たりを使用した培地量は2.8ℓとした。各区6個体としてビニールハウス内で栽培し、11月中旬から加温して最低気温13℃を維持、28℃設定で強制換気を行った。栽培中の培地の最高/最低温度は34/9.4℃であった。

着色した成熟果は順次収穫し、収量、果数を記録した。各果房の第1果については、糖度計（RA-250, KEM）で果実糖度（Brix）を測定した。滴定酸度は第1果の縦割り片12gをホモジナイザーで破碎し、純水希釈、遠心分離後に上澄みを1/100規定NaOHで滴定した。果実酸

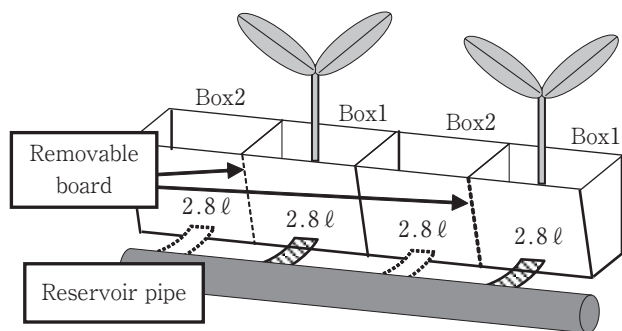


Fig. 1 Diagram of capillary wick cultivation system with plant box partitioned in two by a sectional board.

度は果実100g当たりのクエン酸当量（ $g \cdot 100gFW^{-1}$ ）として表示した。草丈については定植から摘心まで2週間毎に測定した。栽培終了時に各果房直下の節の茎径を測定した。

植物体の根は、土を水中で取り除き、よく洗浄した後、乾燥させ乾物重を測定した（80℃, 48時間）。

なお本試験で使用した「ひも」は前報¹⁾にも記載されているように、幅4cm, 長さ45cm, 厚み2mmの加工帯状の「材」である。

〔実験2〕 春～夏季作における培地量と根域拡張に伴う「ひも」適用の効果

2007年3月20日実験1と同様に同品種を播種、育苗した。5月2日に畑土：パーク：ピートモス：パーライト＝2：4：1：1の混合土を入れた栽培容器に定植し、同時に容器内部に配置した「ひも」による給水を開始した。培地には1Box当たり10gの苦土石灰を混合した。栽培には2種類の栽培容器を使用し、1つは実験1と同じ容量3Lの栽培容器で、これをシングルBoxとした。もう1つは、樹脂製で容量は6Lの容器を可動式仕切り板で2区画に仕切り、それぞれを1stBox, 2ndBoxとした。各容器には底面より2cm上位に「ひも」穴を開けた。給水は実験1と同様とした。

処理区は3区で1）定植時から栽培終了時までシングルBox, 「ひも」1本で給水するS(1)区、2）4段花房ホルモン処理時（5月下旬）に可動式仕切りを外し、2ndBoxに培土を加え、1stBoxの「ひも」1本で給水をするS(1)+S(0)区、3）培土を加えると同時に「ひも」を配し「ひも」2本で給水するS(1)+S(1)区とした。1Box当たりを使用した培地量は3ℓとした。

各区6個体を供試し、7段花房上2葉を残して摘心した。栽培は雨よけハウスで、栽培中の培地の最高/最低温度は40.2/9.6℃であった。実験1と同様に果実収量、および果実糖度、滴定酸度を測定した。

草丈については定植から摘心まで2週間毎に測定した。栽培終了時に茎径を実験1と同様に測定した。また、栽培終了時に土壌を採取し、EC, 成分濃度を測定した。ECとNO₃-Nについては、乾燥させた土のサンプル10gに蒸留水50gを加え、1時間振とうさせ、上澄み液をECメーター（CM-21P, 東亜ディーケーケー株式会社）とイオンメーター（Orion 920Aplus pH/イオン計, Thermo electron corporation）を用いて測定した。P₂O₅については、トルオーグ法を採用し、乾燥させた土のサンプル1gに0.001M硫酸200mlを加え30分振とうさせた上澄み液を、分光光度計（DU 530, BECKMAN）で比色測定した。K₂O, CaO, MgOについては、乾燥させた土のサンプル2.5gに1M酢酸アンモニウム50mlを加え、1時間振とう後、上澄み液を原子吸光光度計（Z-6100偏光ゼーマン原子吸光分光光度計, HITACHI）で測定した。

結 果

実験1 秋～冬季作における培地量の検討

茎長は処理区にほとんど差はなく推移し、栽培終了時での茎長は約2.5mとなった。茎の直径は2段果房近傍で最大となり、以降は果房段位が上がるにつれて細くなる傾向を示した。特にS(1)区はS(1)+S(0)区よりも細くなった (Fig. 2)。

根の全乾物重はS(1)+S(0)区が12.4gでS(1)区より約2g重くなったが有意な差はなかった。1stBoxの乾物根重(中間で分けて測定)においてもS(1)区、S(1)+S(0)区でそれぞれ10.0、9.5gとなり、処理区間にほとんど差はなかった (Fig. 3)。根は「ひも」周辺に密集し、マット状に根系を形成し、「ひも」がなく水分が少ない部分には分布しない。このため2ndBoxの乾物根重は1stBoxよりも著しく低下し、根も容器下部に薄く層状に分布した。

果実収量についてみると株当たり5～6kgで果房当たり630～730gとなり、両処理区間に有意差はなかったもののS(1)+S(0)区の方が若干高かった。平均果実重においてもS(1)+S(0)がS(1)区よりも有意に高い値を示した。果実糖度(Brix)は平均で5.3～5.6内にありS(1)区が若干高かった。果実の滴定酸度は平均で果実100g新鮮重当たり0.30～0.32gで両区に差はなかった (Table 1)。

果実糖度および酸度を果房別に見ると、糖度は3段で最も低く5.1でそれより上位果房になるにつれ高くなる傾向にあり、8段果房では6.0を超えた。酸度は上段位になるほど低くなる傾向を示した (Fig. 4)。

また、本試験での生理障害として栽培中第5、6段花房開花時より栽培終了まで、葉縁の先端が黄変する症状が見られた。

実験2 春～夏季作における根域拡張に伴う「ひも」適用の効果

茎長は根域拡張を行うことで若干高く推移する傾向に

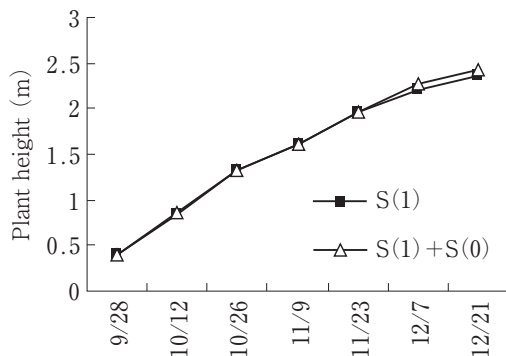


Fig. 2 Changes of plant height during growing period and stem diameter at the end of fruit harvest in autumn-winter cultivation. Stem diameter was measured at the internode just below each truss.

あった。栽培終了時の茎径は各果房の近傍においてS(1)+S(1)区がS(1)区およびS(1)+S(0)区より約2mm程度太くなり、根域拡張時における「ひも」2本目の適用により草勢は若干高まる傾向を示した (Fig. 5)。

根の乾物重は株あたり9～13gであり、S(1)+S(1)区およびS(1)区、S(1)+S(0)区の処理区間に有意差はなかったが、2ndBoxにおいて、根重は「ひも」を配置したS(1)+S(1)区はS(1)+S(0)区よりも著しく増加した (Fig. 6)。根の分布についても2ndBoxに「ひも」を適用したS(1)+S(1)区は根が容器内の「ひも」を中心に広く分布していたのに対し、S(1)+S(0)区では根は容器下部に薄く層状に分布していた。

株当たりの収量は3.5～5kgで、S(1)+S(1)区が最も高くS(1)区が最も低かった。S(1)+S(1)区はS(1)+S(0)区に比べ700g程度株当たり収量が増加した。果実糖度(Brix)は各処理区とも平均糖度5.4～5.8程度で、S(1)区は他の処理区より0.2～0.4程度高かった。果実の平均酸度は果実100g新鮮重当たり0.4～0.5gで処理区間に有意差はなかった (Table 2)。

果実の糖度および酸度を果房別に見ると、糖度では上

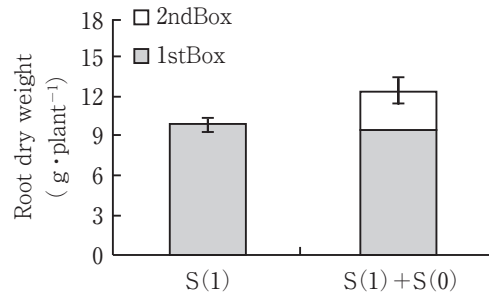


Fig. 3 Root dry weight at the end of experiment in autumn-winter cultivation.

Number in parentheses below indicates with or without wick application.

Plant box was partitioned into two boxes, and root dry weight was measured separately.

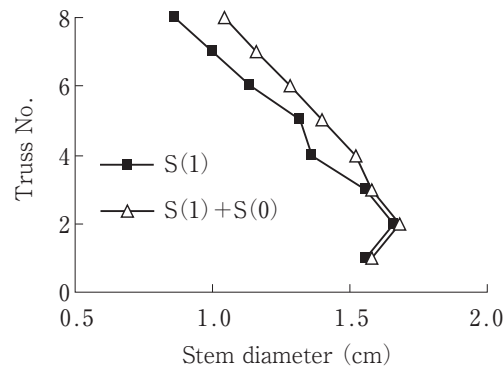


Table 1 Fruit yield and quality in autumn-winter cultivation

Treatment	Total fruit yield (kg·plant ⁻¹)	Average fruit weight (g)	Soluble solid content (Brix %)	Titrateable acidity (g citric acid per 100 g FW)
S(1)	5.2 ± 0.4a ^{a)}	184.2 ± 7.8b	5.6 ± 0.1a	0.32 ± 0.01a
S(1)+S(0)	6.1 ± 0.2a	224.8 ± 12.6a	5.3 ± 0.1b	0.30 ± 0.01a

^{a)}Different letters within column indicate statistically significant at 5% level by Tukey's test.

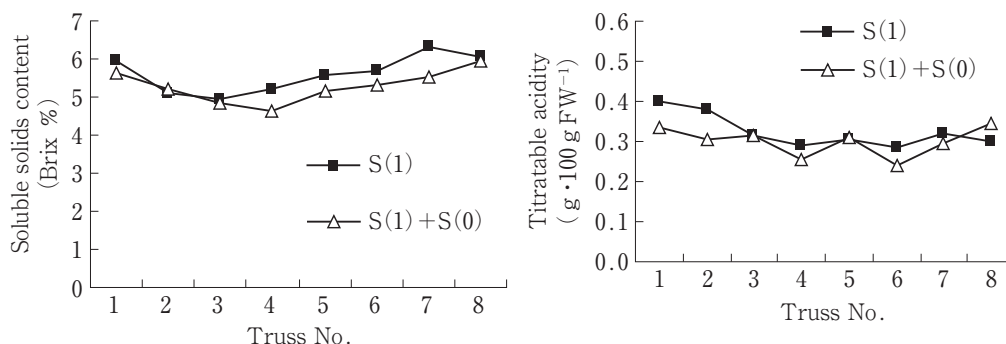


Fig. 4 Brix and titrateable acidity at each truss in autumn-winter cultivation.

First fruit of each truss was used and titrateable acidity was calculated as citric acid.

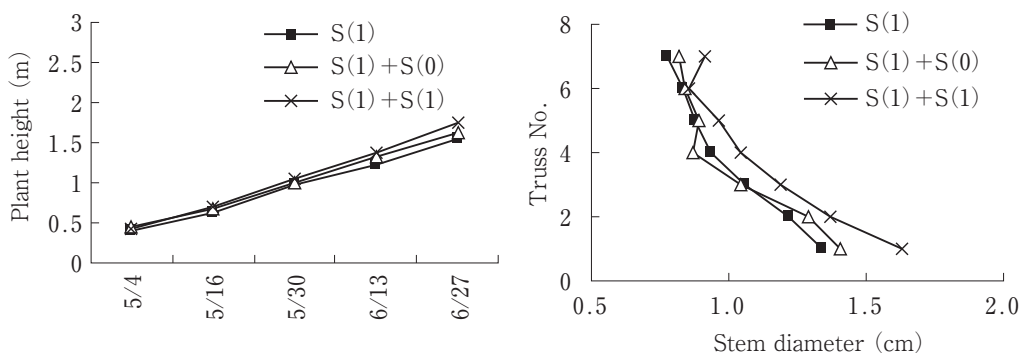


Fig. 5 Changes of plant height during growing period, and stem diameter at the end of fruit harvest in spring-summer cultivation. Stem diameter was measured at the internode just below each truss.

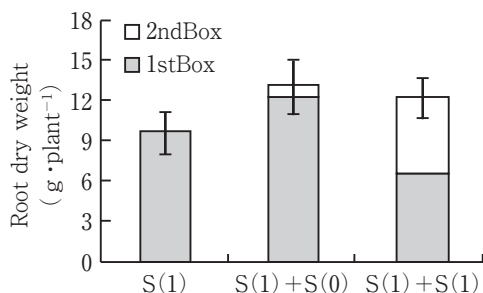


Fig. 6 Root dry weight at the end of experiment in spring-summer cultivation.

Number in parentheses below indicates with or without wick application.

Plant box was partitioned into two boxes, and root dry weight was measured separately.

位の果房ほど、僅かに上昇する傾向を示したが、酸度では果房間でも大きな差はみられなかった (Fig. 7).

栽培終了時の土壌 EC は処理区間に有意な差はないものの総じて高く、また土壌中の成分分析の結果、NO₃-N 及び P₂O₅ はそれぞれ乾土100 g 当たり9.4~15.5, 181~266mg程度で、一般の土壌診断基準から見て正常に近い値であった。CaO については乾土100 g 当たり100~400 mgが正常値とされているが、いずれもほぼこの範囲内にあり、S(1)区のみがわずかにこの値を超えた。K₂O, MgO に関しては診断基準である乾土100 g 当たり10~40, 15~60mgを大きく上回り、Kで基準値の10倍、Mgでも2倍以上の値を示した処理区 (S(1)区) もあった (Table 3)。

なお、栽培を通して尻腐れ果はほとんど発生しなかったが、栽培後期に第7果房の果実数の2割程度に日焼け

Table 2 Fruit yield and quality in spring-summer cultivation

Treatment	Total fruit yield (kg·plant ⁻¹)	Average fruit weight (g)	Soluble solid content (Brix %)	Titrateable acidity (g citric acid per 100 g FW)
S(1)	3.4 ± 0.2c ^{a)}	133.6 ± 5.4b	5.8 ± 0.1a	0.45 ± 0.01a
S(1)+S(0)	4.1 ± 0.1b	163.5 ± 5.1a	5.4 ± 0.1b	0.43 ± 0.01a
S(1)+S(1)	4.8 ± 0.2a	164.7 ± 5.3a	5.6 ± 0.1b	0.44 ± 0.01a

^{a)}Different letters within column indicate statistically significant at 5% level on Tukey's test

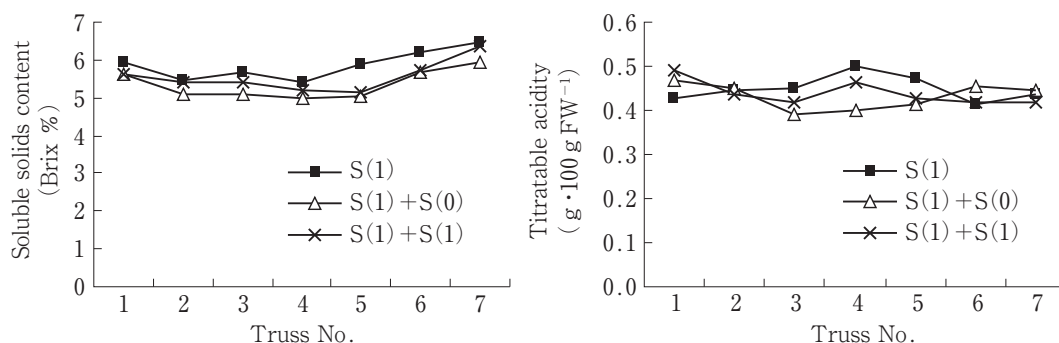


Fig. 7 Brix and titrateable acidity at each truss in spring-summer cultivation.

First fruit of each truss was used, and titrateable acidity was calculated as citric acid.

Table 3 Soil analysis at the end of experiment in spring-summer cultivation

Treatment	EC (dS·m ⁻¹)	NO ₃ -N (mg·100 g dry soil ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg·100 g dry soil ⁻¹)	K ₂ O (mg·100 g dry soil ⁻¹)	CaO (mg·100 g dry soil ⁻¹)	MgO (mg·100 g dry soil ⁻¹)
S(1)	1.9 ± 0.1	15.5 ± 2.5	227.4 ± 27.9	160.7 ± 11.5	451.8 ± 15.8	145.9 ± 5.9
S(1)+S(0) 1 stBox	1.8 ± 0.4	13.5 ± 2.7	266.5 ± 22.4	173.6 ± 10.4	391.8 ± 23.3	128.1 ± 13.1
2 ndBox	1.4 ± 0.2	9.4 ± 2.8	181.0 ± 17.5	147.5 ± 12.5	337.1 ± 24.1	75.2 ± 13.0
S(1)+S(1) 1 stBox	1.3 ± 0.2	9.8 ± 2.8	267.6 ± 25.3	173.9 ± 12.2	394.1 ± 20.8	105.4 ± 16.7
2 ndBox	1.1 ± 0.2	10.2 ± 2.3	230.6 ± 28.4	174.2 ± 9.2	308.4 ± 54.4	94.6 ± 16.2

果が発生した。また栽培中、実験1と同様に葉縁の黄変症状が表れ、この症状は栽培終了まで続いた。

考 察

通常の底面ひも給水では、「ひも」の内部に根が侵入し、給水を阻害することが知られている^{3,5)}。本研究ではこの問題を回避するため、「防根給水ひも」を使用した。それにより「毛管ひも」内への根の侵入はほぼ防ぐことが出来た。ひもの露出部分に光が当たらない場合、ひも穴から根が伸長することがあるが、それについては手で除去する作業を数回行った。

予備試験によって培地に市販の園芸培土を用いて栽培を行ったところ、培地の排水が良く毛管力が弱く、長期のトマト栽培には適さないという結果（未発表）であったことから、2006年秋は園芸培土：畑土：パーライト＝5：2：1の混合土、2007年春は畑土：パーク：パーラ

イト：ピート＝2：4：1：1の混合土を使用した。培地の仮比重はそれぞれ0.68、0.64で三相分布は気相：固相：液相でそれぞれ17：31：52、26：29：45であった。これらの培地を使用することで排水性と保水性がバランスを調節されたためか、トマトの生育は改善された。

底面給水では鉢内の水分量は水面から「ひも」差し入れ口までの距離に大きく影響される。榊田ら⁴⁾は尻腐れ果の発生は液槽の水位の変動に影響されることを示唆している。本試験では手で液槽の減水量を補給した2006年秋の作型でも尻腐れ果はほとんど発生していなかったが、鉢内水分の変動が生育に与える影響を考慮し、2007年春の栽培では水位センサーによる自動水位調節装置を設置し、水位の変動を1 cm以内に設定し、鉢内の環境が一定となるよう努めた。このためか2007年春の気温が上昇する時期の栽培でも尻腐れ果はほとんど発生しなかった（データ省略）。

土壌を隔離した遮根透水シートの根域制限栽培において、収量に影響しない培地量は1株当たり30ℓで、それ以下の培地量では収量が低下するとされているが⁶⁾、本実験では、その10分の1の培地量3ℓでも秋-冬季の平均果重はS(1)区が180g前後となり収量の低下した春-夏季のS(1)区でも130g前後となった(Table 1)。「底面給水ひも」による栽培では、容器内の水分量は大きく変動することがなく、植物が急激な水分ストレスにさらされる事がないため、慣行栽培よりも少ない培地量でも生育が安定すると考えられた。

しかし、培地量によって収量には差が現れ、秋-冬季、春-夏季いずれの栽培でも培地を追加した栽培区で収量は増加した。本栽培法では、培地が水分のリザーバーとして機能しているため、培地量の多寡は培地内の単位時間当たりの水分量に影響を与える要因の1つであり、このことが植物の水分ストレスに関係していると考えられる。培地量3ℓに幅4cmの「ひも」1本による給水では、特に春-夏季のトマトの水要求量に応えられておらず、培地を追加することでそれを改善できる事が明らかとなった。

培地量と同時に「ひも」の適用本数も収量に影響を与える。栽培容器に導入する「ひも」の本数を変えた春-夏季の実験ではS(1)+S(1)区の収量はS(1)+S(0)区よりも多収となった(Table 2)。培地を追加した2ndBoxにも「ひも」を配置することで培地内に存在する水分量を増加させた事が収量増加に関係したと思われる。

「ひも」の適用本数は栽培容器内の根の分布と乾物重にも影響を与えた。根が1stBoxの「ひも」周辺にのみ集中し、2ndBoxにはほとんど分布していなかったS(1)+S(0)区と比べ、S(1)+S(1)区では、1stBoxだけでなく2ndBoxの「ひも」の周辺にも根がマット状の層を形成しており、より広い根の分布が見られた。乾物根重の比較では、S(1)+S(0)区の1stBoxの乾物根重はS(1)+S(1)区よりも高かった。これは1本の「ひも」に根が密集して生長していた事を示唆している。しかし全乾物根重の比較では、両区間に大きな差はなかった。これらの事から、1本の「ひも」に多くの根を密集させるよりも、培地内に2本の「ひも」を配置し、根を広く分布させた方が植物の水要求量に応える事が出来ると考えられる。

本実験では培地量を増やすと同時に「ひも」の適用数を増やしたため、それぞれ単独の効果を論じることは出来ないが、培地3ℓでも正常に生育することから、植物の水要求量を満たすことが出来さえすれば必ずしも培地量を6ℓに増やさなくとも、「ひも」の適用本数を増やす事で、培地内に均一に根域を形成させ、効率よく水分吸収を促し、3ℓの培地量で果実収量を改善出来る可能性がある事が示唆される。

また、「防根給水ひも」を用いたトマト栽培において、培養液濃度を大塚A処方標準濃度で給水を行うと尻腐れ

果が多発することが明らかになっているが、本実験では終始大塚A処方1/2濃度で管理することでその問題は改善できることが分かった。しかし、秋-冬季の栽培では、第5花房開花時から栽培終了まで葉の先端が黄変する生理障害が現れた。この症状は一般に知られるK欠乏の症状に類似していた。秋-冬季の栽培での最高/最低培地温度は34/9.4℃であり、定植から症状が出始めた第5段花房開花時の11月上旬までに最低培地温度が15℃を下回ることもあった(データ省略)。この時期の低い地温により根からのKの吸収が抑えられたことが葉縁の黄変症状の発生要因の1つだと考えられる。症状は軽度ではあるが、春-夏季の栽培でも同様の葉縁の黄変症状が第5段花房開花時付近から発生しており、栽培終了後の土壌の養分含量を測定した結果、Kが土壌診断基準の10倍近く集積していた。春-夏季での最高/最低培地温度は40.2/9.6℃であり、定植から症状が出始めた第5段花房開花時の6月上旬までに最低培地温度が15℃を下回ることもあったことから(データ省略)、培地の低温により根の活性が低下しKの吸収が抑えられたことが栽培終了時の土壌のK集積につながった可能性が高い。また、栽培終了時の土壌のECも総じて高く、KだけでなくMgは正常値の2倍近く高い値を示し、Caも若干集積する傾向も見られたことから培地内の塩基バランスが崩れている可能性も示唆された(Table 3)。

本実験では、大塚A処方1/2濃度による栽培を基本とすることで最低でも1果平均160g程度の果実生産が見込め、尻腐れ果の発生もほとんど見られなかった。しかし、葉縁部に黄変症状が現れたため、この症状の回避のため、培地温度を1~2℃上げる事など、改善策が必要である。また、培地内が塩類集積する傾向があるため、大塚A処方の成分組成にCa、Mgの比率を低めるといった対策も今後の課題として考えられる。

要 約

「防根給水ひも」を利用した底面給水法が大玉トマト生産に適用可能かどうかを検討した。2006年秋-冬季の実験では、培地量がトマトの生育と収量に及ぼす影響について調査した。大玉トマトを終始1stBox(=2.8ℓ・plant⁻¹)で栽培する処理区と7段花房開花時に2ndBox(=2.8ℓ)に培地を追加し、最終的に1stBox+2ndBox(=5.6ℓ・plant⁻¹)で栽培する処理区を比較した結果、培地量を2倍にし、根域を拡張した処理区の収量が高くなった。2007年春-夏季の実験では根域拡張および「ひも」適用本数の増加によりトマトの生育収量を改善出来るかを検討するため、終始1stBox、「ひも」1本で栽培する区、4段花房開花時に培地を追加し最終的に1stBox+2ndBoxで栽培するが、そこには「ひも」は配さない区、培地を加えると同時に「ひも」を配する区の3区でトマトを栽培した。その結果、1stBox+2

ndBox, 「ひも」2本で栽培したトマトが最も収量が高かった。培地追加時に「ひも」を配することで水輸送量が増大した事が収量増加に繋がったものと考えられた。以上の結果より、生育途中で培地量を増やすと同時に、もう1本の「ひも」を配置して大塚A処方1/2濃度で終始管理すれば、生育中期にK欠乏と思しき葉縁の黄変が見られるものの、尻腐れ果実のほとんど発生しない安定したトマト生産が可能であるといえる。

引用文献

- 1) 片岡圭子・榊原俊雄・南 洋：ファレノプシス鉢生産における底面ひも給水法の導入。京大農報, **8**, 9-17 (1998)
- 2) 榊田正治：「防根給水ひも」によるトマトの新規栽培手法。農及園, **83**, 20-25 (2008)
- 3) Kang, B.K. and S.H. Han : Production of seed potato (*Solanum tuberosum* L.) under the recycling capillary culture system using controlled-release fertilizers. J. Japan. Soc. Hort. Sci., **74**, 295-299 (2005)
- 4) 榊田正治・福元祥子：「防根給水ひも」によるトマト栽培の可能性について。岡山大学農学報, **97**, 49-54 (2008)
- 5) In, S., H. Kang, K. H. Cho and C. W. Lee : Production of Cyclamen using capillary wick system. I. Influence of wick material and root substrate composition. J. Kor. Flower Res. Soc., **11**, 199-206 (2003)
- 6) 桜井鎮雄・小山田勉：遮根シート埋設による根域制限がトマトの生育及び果実品質, 食味に及ぼす影響。茨城農総センター園研報告, **3**, 23-29 (1995)

