

「毛管給水ひも」によるトマト栽培の可能性について

榎 田 正 治・福 元 祥 子

(応用植物科学コース)

Potential for Tomato Cultivation Using Capillary Wick-watering Method

Masaharu Masuda and Shoko Fukumoto

(Course of Applied Plant Science)

This research was conducted to investigate any potential problems that may be encountered while using capillary wick irrigation system. Medium-fruited tomato plants were cultivated in spring up to the 10th truss.

In the first experiment, a 1/5,000a wagner pot was used, and small openings were made 5 mm or 50 mm from the bottom of the pots. Capillary wicks, 4 cm in width and 45 cm in length were inserted into the slits and aligned to the pot's inner wall perpendicularly to the soil surface. The other end of the wick was dipped in half or full strength Ohtsuka-A nutrient solution. The wick was covered with water permeable root-barrier material to prevent root penetration into wick. This resulted in good growth and relatively high yield. Without covering, roots grew vigorously into the wicks and 1 month after transplanting extended to the reservoir solution. Removal of root overgrowth caused wilting in some of the plants. This symptom was more pronounced where the wick insertion points were 50 mm from the base. Root contexture was observed in non-covered and imperfectly covered wicks. These results indicate that it is important to make a wick with a perfect covering for stable plant growth and fruit yield.

In the second experiment, the capacity of 2 cm or 4 cm wide with and single or double layers of capillary wicks to transport water to the plant root-zone was examined. Some of the plants wilted in the 2 cm single layer, while no differences were observed in other treatments. Furthermore, a high percentage of blossom-end rot was recorded in all treatments. In response to water uptake by the plants, the nutrient solution was supplied daily depending on the decrease of water in the reservoir, in order to maintain the water level fluctuation within a 3 cm range. This fluctuation may account for the blossom-end rot prevalence observed, probably due to water-stress imposed on the plants by unstable water level in the reservoir.

Key words : capillary wick, root-proof cover, watering method

緒 言

底面給水法は鉢底から養分や水分を与える手法の総称であり、施与方法も多様である。この方法は、水と培地を直接に接触させる「干満灌水、エプアンドフロー灌水」と、水と培地の間にマットやひもなど毛管の発達した吸水資材を配し、培地より低い位置にある水を吸水させる「マット・ひも灌水」の2つに大別される¹⁵⁾。毛管ひもを用いた底面給水法は灌水の自動化と鉢内の水分均一化を目的に、1970年代後半に岐阜農試の渡辺²⁰⁾により考案され、80年代中頃より急速に普及した。その後、この手法は鉢内から、ひも、または不織布を垂れ下げ、下部に設けた水溜めから水を吸い上げる栽培鉢に適用された⁸⁾。現在、この方法は省力的で培地を極端に乾燥さ

せない限り給水ムラが少ないこともあり、シクラメンをはじめとして多くの鉢物花卉の栽培に導入されている。最近、片岡ら⁹⁾はファレノプシスでも栽培可能であると、省資源的で環境に優しい手法として位置づけている。

一方、野菜では「毛管ひも」給水のみで生産可能とする研究例は少ない。著者の知る限りにおいては、茨城県農業総合センター園芸研究所の中原¹⁶⁾が、栽培容器内を2枚の遮根透水シートで覆いシート間に根を張らせ、シートの上に培地をシート下に毛管ひもを配し底面給水させることによる高糖度トマトの生産様式を開発している。この手法は排液がなく少なくとも省エネ、省力化の点で極めて重要な意味を持つと考えられる。通常に見ら

Received October 1, 2007

れる手法は育苗鉢や定植培地でのマット毛管給水^{4,5)}であるが、最近、底面給水を表面ドリップ灌水と併用すれば生産が安定するとする研究例もみられる³⁾。いずれの研究においても、毛管という接頭語が付される場合には、マットへの根の侵入を防ぐために遮根透水シートが敷かれる。この遮根透水シートは根域を制限する資材として1990年代に日本の各地で試験研究され^{12,14,17,18)}、現在、果実の品質を高める目的で野菜、果樹の栽培に広く利用されるに至っている。

遮根透水シートなしで底面給水を行うと、「マット」や「ひも」の中に根が侵入するであろうことは以上の研究例からも容易に想像できる。事実、これまでも根の侵入問題が指摘されてはきたが^{6,7,15)}、この解決法について言及されることはなかった。本研究は、「毛管ひも」を上述の遮根透水シートで被覆すれば根の侵入が防止でき、トマトの成育は安定するはずであるとの考えの下に適用試験を試みたものである。

材料および方法

試験1. 被覆ひも「+」と無被覆ひも「-」の比較

1) 栽培の概要

2006年1月20日に「ファースト」雄性不稔系統T-4 x 欧州中玉固定系統のF₁種子 (MS-1系統) を小粒のバーミキュライトに播種し、2葉展開時に径12cmのピニールポットに鉢上げし、3月18日 (第一段花房開花始め) に1/5,000 a ワグネルポット (土量2.8ℓ) に移植した。培養土は、畑土: パーク堆肥: パーライト: ピートモス (pH 未調整) = 2: 2: 1: 1 (v/v) とし、あらかじめ10gの炭酸苦土石灰を入れ充分混和した。各花房3~4花の開花時にトマトトーンを1回散布した。主茎1本仕立てとし10段果房上2葉を残して摘心した。

ピニールハウス内は加温し最低13℃に維持、28℃設定で強制換気を行った。培養液は大塚ハウス1号、2号の標準A処方とし、育苗中は1/2濃度を灌水した。収穫は各果房とも第4果着色時に1-4果を、残りは第7~8果着色時に行った。果実は収穫日に果重、果数、第2果の果実糖度 (Brix) を糖度計 (ATAGO, PR-100) により測定した。滴定酸度は第2果の縦割り片12gをホモジナイザーで破碎、純水希釈、遠心分離後に、上清を1/100規定NaOHで滴定した。果実酸度はクエン酸相当量として表示した。

2) 「給水ひも」の作成と栽培容器への導入

本試験は、毛管ひもを被覆しない場合 (これは従来の鉢花で使用されている毛管ひもに類似) に実際、根はどのように伸びるかを確かめることを目的とした。「被覆ひも」と「無被覆ひも」を鉢底から5mm位と50mm位に開けた小穴から鉢内に導入した。この導入「ひも」を対壁まで伸ばし、そのまま上にあげて培地の土層部で1~2回丸めた。小穴から出た「ひも」の端は、あらかじめ36cm

間隔に開けた塩ビ管 (長さ8m、内径12.5cm) の小穴に差し込んだ。容器の底から塩ビ管の小穴までの距離は約1cmとし、この塩ビ管に大塚A処方の標準培養液 (EC2.4dSm⁻¹) を満たした。パイプ内の水位はトマトの吸水につれて低下するので、当初の培養液を毎日1回加え元の水位まで戻したが、水位の変化は最大3cmを記録した。

試験に用いた毛管ひもは黒と白のポリエステル100%の長繊維不織布の二層となっており、給排水性能が良く寸法安定性が良いため使用中に縮むことがないとされるユニチカ製の不織布製毛管マットで、これを縦幅45cm、横幅4cmに切り、毛管「ひも」とした。一方、薄地のポリエステル繊維でシート面の微細孔からの水の出入りは可能であるが根の侵入を防ぐ機能を備えており、土中でも強度は落ちず効果は長期的であるとされる東洋紡製作の遮根透水シートを、縦幅45cm、横幅9.5cmに切り、横幅の両端5mmを市販ボンドで接着し長さ45cmのチューブを作成した。このチューブに「毛管ひも」を挿入して「被覆ひも」を作成した。

各3ポット、計12ポットについて「ひも」への侵入根を移植1か月後に調査した。それ以降は一月に1回、指で押しつぶして除去した。培養液は、移植時 (3月中旬) ~ 2段開花時 (4月上旬) まで1/2濃度、2~5段開花時 (4月下旬) まで標準、5段~実験終了時 (7月中旬) まで、再度1/2濃度とした。これは成育状況と葉色から判断して変化させたものである。

試験2. 被覆ひもの形状と成育の様相

2006年2月3日に播種し、育苗後3月29日 (第一段花房開花始め) に定植し試験1と同様にして10段果房まで栽培した。試験1においてボンド接着チューブでも接着部から根が侵入することが確認されたので、本試験では安全確保のため侵入根は2週間毎にチェックし、その都度、根は押しつぶした。「被覆ひも」は、長さ45cmとし、毛管シングル2cm幅、毛管ダブル2cm幅、毛管シングル4cm幅、毛管ダブル4cm幅を作成した。ダブルはシングル2枚重ねとした。なお、シングル4cm幅の「ひも」の被覆チューブのみ、ボンド接着ではなく東洋紡株式会社が遮根透水シート製作時にチューブ状に織り込んだものを使用した。

「ひも」の導入位置は鉢底から50mm位とし、各処理3ポットの計12ポットとし「ひも」一端を外径15cmの塩ビ管に導入した。塩ビ管には毎日1回新しい培養液を加えて水位を元まで戻したが、この試験においても水位変化は最大で3cmとなった。本試験では、先行の試験1の葉色が薄かったので、培養液は、移植時 (3月下旬) ~ 4段花房開花時 (4月下旬) までは標準濃度 (EC2.4dSm⁻¹) とし、葉色が濃くなった4月28日以降~栽培終了時 (7月下旬) まで1/2濃度とした。

結 果

試験1. 被覆ひも「+」と無被覆ひも「-」の比較

移植1か月後の「ひも」への侵入根は、[-]でも[+]でも認められポンド接着による遮根機能は完全ではなかった。しかし、[+]は[-]と比較して根量は極めて少なく、最大の根長も短かった。本試験では、侵入を防止する目的で使用した接着[+]でも根の侵入が認められたが、根数は少なく根を除いていけば、1か月内に根が給水管にまで入り込むことはなく、それ以降は長期にわたり、[+]は、ほぼ元の状態で機能することが分かった (Table 1)。移植2か月後に根を取り除くと、50mm位 [-] においては、どの株にも萎れの症状がみられた。

草丈の推移は定植1か月から2か月後にかけて大きく変化し、2か月後には50mm位 [-] は他の処理区に比べて30~40cm程度短くなった (データ省略)。栽培終了時における果房直下の茎径を見ると、50mm位の[+]と[-]で変化が大きく、[+]は1段果房直下で1.6cmと特になくなり、[-]は7段果房の上位で、1cm以下と急に細くなった (Fig. 1)。収量は5mm位、50mm位とも[+]は[-]と比較して高かった。また、果実糖度は、[+] [-]とも5mm位の方が50mm位より高くなる傾向を示した。特に、50mm位 [-] の糖度は平均4.5と極端に低かった。果実酸度には、処理区間に大きな差は認められなかった (Table 2)。

尻腐れ率は、50mm位[+]で8%、[-]で16%とな

り、5mm位では反対に[+]で高く、[-]で低くなった。なお、果実の裂果はすべての試験区においてほとんど発生しなかった。

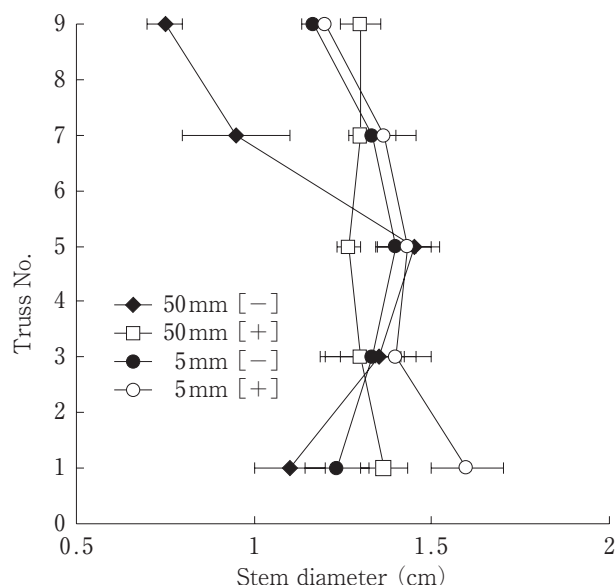


Fig. 1 Stem diameter as affected by different positions of wick insertion into pot and presence or absence of water permeable root-proof cover.

Distance from pot bottom was 5mm or 50mm with [+] or without [-] cover.

Stem diameter was recorded at the internode just below each truss after final fruit harvest.

Table 1 Effect of wick insertion point on tomato root growth in capillary wick system with or without water-permeable root-proof covering

Height of wick insertion point from pot base (mm)	Wick with (+) or without (-) root-proof cover	No. of wicks with imperfect cover/ No. of wicks used	Mean root length (cm)	Longest root (cm)
5	(+)	1/3	0.3	3.7
	(-)	3/3	6.0	35.3
50	(+)	2/3	1.0	8.7
	(-)	3/3	7.7	21.0

Capillary wicks were evaluated for root penetration 1 month after transplanting.

Root length was measured from the wick insertion slit and the number of roots on the surface of the wick was counted.

Table 2 Fruit yield and quality as affected by settings of capillary wick insertion point and with root-proof covering

Height of insertion point from pot base (mm)	Covered (+) and non-covered (-) wick	Fruit yield (Kg/plant)	Brix value	Acidity	Blosson-end rot (%)	Cracked fruit (%)
5	(+)	5.3±0.4	6.5±0.7	0.59±0.08	14.1	1.8
	(-)	4.6±0.4	6.4±0.7	0.56±0.06	9.2	1.1
50	(+)	5.5±0.3	6.0±0.3	0.52±0.03	8.1	0.0
	(-)	3.0±0.3	4.5±0.4	0.60±0.03	16.6	0.0

Half strength of Ohtsuka-A nutrient solution was supplied for 2 weeks after transplanting, followed by full strength for 4 weeks, and finally half strength again during the last 11 weeks of experiment.

栽培終了時の鉢土壤における被覆ひも「+」における根の分布を Fig. 2 に示した。50mm位の根の多くは、鉢底ではマット状に「ひも」の上面と下面で帯状（写真では、ひもを剥ぎ取っているの下面の帯状は認識できない）の3層に分布する。一方、5mm位では鉢底にある根は褐色ないしは灰色を呈しており、「ひも」下面は鉢底に接触して根はなく上面には帯状の跡が認められるも腐敗しているものが大半であった。

試験2. 被覆ひもの形状と成育の様相

シングル2cm幅では、定植2か月後の6月には激しく萎れ7月には枯死する株もあったが、他の処理区では萎れ症状はみられなかった。試験終了時に計測した茎径は、シングル2cmで、どの段位においても明らかに細く、ダブル2cm、シングル4cmおよびダブル4cmの間には大きな差はなかった (Fig. 3)。果実収量においてもシングル2cmはもっとも低く、ダブル4cmでもっとも高かった。果実糖度においては処理区間に差はなかったが、果実酸度においてはダブル区で低くなる傾向にあった (Table 3)。この要因は不明である。この試験では、いずれの処理区においても尻腐れ率が高かった。発生は、とくに第5段果房～第8段果房で著しかった (データ省略)。

なお、東洋紡の機械織りチューブに「ひも」を挿入したシングル4cm幅の「ひも」においても、なお3株中1

株に侵入根がみられ織り部の被覆は完全ではなかった。一方、ボンド接着した他の処理9株には進入根は全くみ

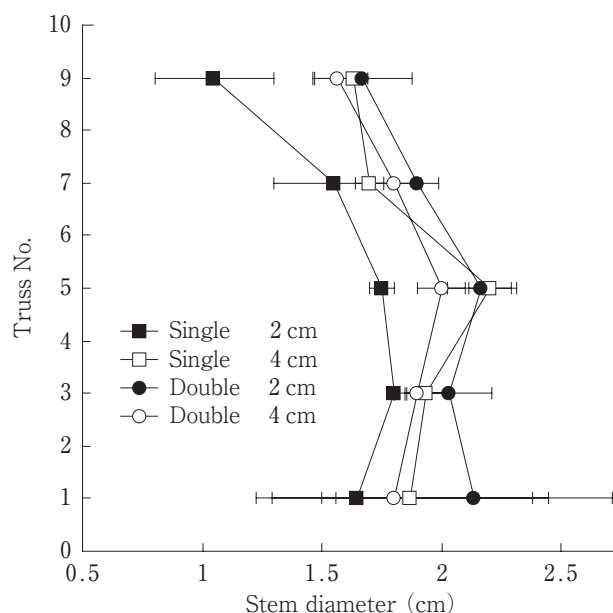


Fig. 3 Stem diameter as affected by wick thickness (single or double layer) and width (2cm or 4cm). Details are described in Fig. 1.

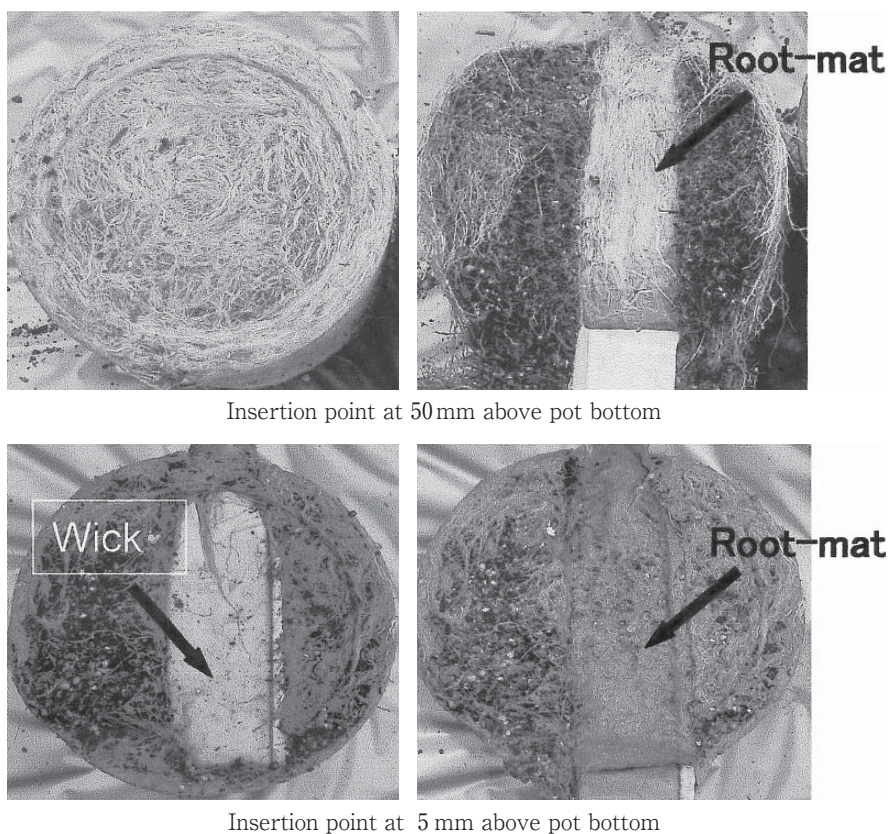


Fig. 2 Photograph of root distribution in pot at the end of experiment.

られず、本試験でのユーブ接着は完全で安定していたといえる。

考 察

底面ひも給水において根の侵入の問題は、シクラメン栽培⁶⁾やジャガイモの種イモ生産⁷⁾で問題となっている。本研究において「ひも」への根の侵入を防ぐために用いた遮根透水シートは、トマト栽培において高糖度果実を生産するため根域制限栽培システム¹⁾、遮根培地ユニット式養液栽培装置¹⁷⁾、毛管型水耕栽培装置⁵⁾など多くの栽培法に利用されている。著者は、「毛管ひも」を遮根透水シートで被覆せず底面から栽培鉢に導入すると根は数週間で液槽にまで伸長すること、被覆しても根はその表面を伝って液槽に伸長することを一連の試行錯誤的な試験から確認した。そこで、まず「毛管ひも」を東洋紡製作の遮根透水シートで封入し栽培鉢の側面から鉢内に導入した。根はひも穴の出口に出てくるが、ほとんどの根はそこで枯死する。ひもには光が当たること、ならびにひも表層の湿度が低いことによるものと考えられる。時折、シートの皺部分を這って伸長する根もあるが、それは目で確認できるので指で除去することになる。

植物を毛管マットで栽培する場合に、液槽内の水位は植物に大きな影響を及ぼすことが明らかになっている¹⁷⁾。岩尾ら⁴⁾は、毛管水耕装置で湛液部の水位を0～5 cmに維持することにより収量に著しい低下をきたすことなく品質の高いトマト生産が可能であること、この場合、給液槽の水位を下げると培養液の給液量が減少し糖度の高いトマトが生産できる一方、草勢が弱まり収量も大きく減少することを明らかにしている。そこで、まず鉢底からどの程度の距離に「毛管ひも」を導入すればよいかを被覆の効果を含めて知るため、鉢底から5 mm位と50 mm位に幅4 cmの被覆と無被覆ひもをセットした。Fig. 2に示した根の分布状態から判断して5 mm位では低位に過ぎ、20～50 mm位にセットするのが良いと考えられた。このときの織り込みの遮根透水チューブは、東洋紡株式会社の試作第Ⅱの材であり、完全な防根機能が期待されたが、Table 1に示すように5 mm位で3本中1本、50 mm位で3本中2本に根が侵入した。この顕微鏡写真を撮った

ところ、織り込み部に数100ミクロンの孔隙がみられ遮根の不完全さが確認できた。

遮根透水チューブに挿入する毛管ひもの水駆動力は材質によって異なる。本試験ではユニチカ株式会社の商品名「ラブマットU」を使用した。幅2 cmシングルでは、トマトの生育中期に萎れの症状が認められた。おそらく、2 cm幅では、トマトの水要求量が満たせなかったからであろうと考えられる。勿論、トマトの水要求量を満たすためには用いる土壌の毛管機能も重要な要素となる。土壌は、畑土：パーク堆肥：パーライト：ピートモス＝2：2：1：1の混合培養土を用いたが、この組成で長期にわたり毛管機能が維持できることは、すでに確認している¹¹⁾。

Klock-Moore と Broschat¹⁰⁾は、頭上灌水でポット栽培に用いられている混合培地は底面給水には適していないことを明らかにしている。著者らも、一般に市販されている園芸培養土を用いて予備試験したが、排水が良すぎるためか土壌の毛管力が弱く、長期にわたり水要求量を充足することは難しかった。森重ら¹³⁾は、市販園芸培養土：畑土：パーライト＝5：2：1の混合土で正常に生育することを8段階心栽培において認めているが、将来はこの栽培システムに合った培用土の規格化も必要になると思われる。さらに、ひも給水では水は全く排出されないの鉢内の養分が過剰にならないように施肥管理を行うことが重要となる。Guttormsen²⁾は、底面灌水において施肥量は通常より少量になり流亡よりも集積による害が問題になるとしている。著者¹¹⁾は、8月播きトマトの25段階心の長期栽培において定植直後から水位は手動、大塚A処方の標準濃度で管理すると1月下旬に土壌表面に白色の粉末が析出することを認め、その段階で1/2濃度に落としたが尻腐れ果が多発すると報告した。本試験では、葉色を観察しながら1/2濃度と標準濃度を変化させたが、試験1、2とも尻腐れ果の発生率は高かった。この要因を培養液濃度のみに帰すには、その率はあまりにも高すぎると思われる。いずれも減水量分を手で補給したため、液槽の水位変化は最大3 cmにも達した。この変化が発生要因の一つになっている可能性は極めて高い。つまり、水位が下がるにつれて毛管水の移動速度

Table 3 Fruit yield and quality as affected by properties of capillary wicks covered with root-barrier materials

Wick size	Width (cm)	Fruit yield (Kg/plant)	Brix (%)	Acidity	Blossom-end rot (%)	Cracked fruit (%)
Single	2	3.6±0.7	6.8±1.0	0.57±0.07	25.8	4.1
	4	5.1±0.8	6.9±0.3	0.56±0.02	23.8	3.5
Double	2	4.9±1.0	5.8±0.4	0.47±0.04	29.8	4.3
	4	5.8±0.7	6.9±0.4	0.44±0.03	20.5	4.5

Roots were removed at two-week intervals because, in about 40% of the plants, roots worked their way into the wicks 1 month after transplanting.

Full strength Ohtuka-A nutrient solution was applied for 4 weeks, followed by half strength for the last 12 weeks of the experiment.

が遅くなり、根への水ストレスが強く働いたと推察される。この点については水位と毛管流速の関係を今後検討を要する。

要 約

「毛管給水ひも」によるトマト栽培の可能性を探るため、中玉トマトの10段階心栽培を試み、ひもの特性と栽培上の問題点を明らかにした。1/5,000 a ワグネルポットの底から5 mm位と50 mm位に小穴を開け、そこへ毛管ひも（幅4 cm、長さ45 cm）の一端を導入し、そのまま鉢中央を横切り対壁に沿って土壌表面まで配置した。他の一端は培養液に浸した。この毛管ひもを遮根透水シートで被覆し（接着あるいは機械織りによるチューブ状管にひもを挿入）、その「被覆ひも」を「無被覆ひも」と比較したところ、被覆ひもでは根の侵入が強く抑制でき生育が旺盛で収量も高かった。被覆しないと1か月後には根が毛管ひも内に伸長して貯液槽にまで達した。この根を除去すると多くの個体は萎れの症状を呈した。この症状は50 mm位の方が著しかった。被覆が不完全だと接着部あるいは織り込み部から根は毛管ひもに侵入する。従って、毛管ひもは完全被覆されることが重要であるといえる。

また、遮根透水ひもを2 cm幅、4 cm幅としシングル状とダブル状で比較したところ、生育半ばでシングル2 cm幅では萎れ症状が観察され枯死する個体も現れた。その他では生育等に大きな差異は認められなかったが、いずれの処理区においても多くの尻腐れ果が発生した。トマトの吸水に伴って水位は低下するため本試験では毎日、培養液を手で補給した。しかし、水位変化は最大で3 cmと大きかった。尻腐れ果発生はこの液槽の水位レベル管理に起因するところだと推察され、今後の課題として残された。

文 献

- 1) 阿部晴夫・飯塚 浩・茂木正道：簡易な根域水分制御システムの開発。群馬農研D園芸, **8**, 11-26 (1994)
- 2) Guttormsen, G : Accumulation of salts in sub-irrigation of pot plants. Plant and Soil, **26**, 425-439 (1969)
- 3) 石原良行・人見秀康・八巻良和：毛管給液を併用したトマトの閉鎖型養液栽培における培養液組成が培地内溶液濃度および収量に及ぼす影響。園芸学研究, **5**, 265-270 (2006)
- 4) 岩尾和哉・西森裕夫・佐田明和：毛管水耕における水位がトマトの生育収量に及ぼす影響。園学雑, **62** (別1), 38-39 (1993)
- 5) 岩田 均・時枝茂行：毛管型水耕栽培における防根透水シートの材質の違いがトマトの生育、収量、品質に及ぼす影響。兵庫農技研報 (農業), **43**, 97-100 (1995)
- 6) 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)
- 7) 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)
- 8) 管 温江・森本左喜子・三塚夏子：発明の名称、植木鉢。特願昭62-163894 (1987)
- 9) 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)
- 10) Klock-Moore, K. A. and T. K. Broschat : Irrigation systems and fertilizer affect on petunia growth. Hort. Tech., **11**, 416-418 (2001)
- 11) 梶田正治：「防根給水ひも」によるトマトの新規栽培手法。農業および園芸, **83** (1), 20-25 (2008)
- 12) 松崎朝浩・牛田 均・白井英晴：遮根シートを利用したトマト栽培における灌水量が糖度に及ぼす影響。香川農試研報, **45**, 43-48 (1994)
- 13) 森重歩己・Zoha Md. S・村上賢治・梶田正治：「防根給水ひも」による果菜類の養水分需給バランス栽培法の開発。第5報。秋～冬季の大玉トマト「ハウス桃太郎」の生育と収量に及ぼす培地量の影響。園学研, **6** (別2), 261 (2007)
- 14) 元木 悟・矢ノ口幸夫・岡本 潔・伊藤喜三男：トマトの遮根シート栽培における灌水量と施肥量が収量、果実品質に及ぼす影響。長野中信農報, **12**, 31-45 (1994)
- 15) 長村智司：鉢花の培養土と養水分管理。農村漁村文化協会, pp. 96-126 (1995)
- 16) 中原正一：発明の名称、培地バッグとそれを用いた養液栽培方法。特願平14-371586 (2002)
- 17) 大石直記・谷岡直美・小谷保徳：高糖度トマト栽培における灌漑管理が糖度に及ぼす影響。愛知総農試報, **28**, 117-126 (1996)
- 18) 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)
- 19) Son, J. E., D. H. Jung and Y. J. Lui : Analysis of root zone environment in pot plant production system with subirrigation method using wick. Act. Hort, 578 (2002)
- 20) 渡辺公敏。鉢物花きかん水法。園芸学会東海支部、第25回シンポジウム集, pp. 60-62 (1979)