

促成トマトの防根給水ひも栽培における肥効調節型肥料の適用

誌名	園芸学研究
ISSN	13472658
著者	木下, 貴文 榊田, 正治 渡辺, 修一 中野, 善公
巻/号	9巻1号
掲載ページ	p. 39-46
発行年月	2010年1月

促成トマトの防根給水ひも栽培における肥効調節型肥料の適用

木下貴文^{1*}・榊田正治²・渡辺修一¹・中野善公¹¹ (独) 農業・食品産業技術総合研究機構近畿中国四国農業研究センター 765-8508 香川県善通寺市仙遊町 1-3-1² 岡山大学大学院自然科学研究科 700-8530 岡山市北区津島中 1-1-1

Application of Controlled-release Fertilizer to Forcing Culture of Tomato Using Root-proof Capillary Wick

Takafumi Kinoshita^{1*}, Masaharu Masuda², Shuichi Watanabe¹ and Yoshihiro Nakano¹¹National Agricultural Research Center for Western region, Senyu-cho, Zentsuji, Kagawa 765-8508²Okayama University Graduate School of Natural Science and Technology, Tsushima-naka, Kita-ku, Okayama 700-8530

Abstract

Root-proof capillary wick culture is expected to eliminate water drainage. Application of controlled release fertilizer instead of liquid fertilizer may be economical because liquid fertilizer equipment would not be required. In this experiment, large-fruited tomato was grown at three fertilizer levels; 11.3 gN (LF), 16.2 gN (MF), 21.0 gN (HF) per plant to evaluate a suitable level of controlled-release fertilizer needed for the culture of 15 trusses between October and July. For HF, the experiment was terminated at the end of December due to severe wilting. There was no significant difference in marketable fruits weight between LF and MF, but the soluble sugar content was higher in MF. The stem diameter at the end of experiment was larger in MF. The amount of nutrient remaining in the substrate was lower for N, P₂O₅ and K₂O, but greater for CaO and MgO at each fertilizer level. Each nutrient concentration in the substrate solution was low after the middle of February for both LF and MF. Therefore, enrichment of nutrients in the substrate solution did not occur in either LF or MF. In conclusion, the amount of 16.2 gN per plant may have been sufficient for 15 trusses of tomatoes undergoing forcing culture.

Key Words : capillary watering, fertilizer level, fruit yield, inorganic nutrient, substrate solution

キーワード : 培地溶液, 果実収量, 毛管給液, 無機養分, 施肥量

緒 言

底面給液法にはエブアンドフロー方式やマット給液方式など様々な方法がある。一般に、底面給液法は排液をほとんど出さないため、点滴給液方式よりも水や肥料の利用効率が低い (Goodwin ら, 2003; Incrocci ら, 2006; Santamaria ら, 2003)。この点で、底面給液法は省資源的で環境負荷の少ない手法といえる。毛管ひも給液法は、底面給液法の一手法であり、その原型は 1930 年代に考案されている (Norem, 1936; Raines, 1937)。我が国では、1970 年代後半に技術開発が行われて以来 (渡辺, 1979)、シクラメンなど鉢花栽培において広く普及している。片岡ら (1998) はファレノプシスでも栽培可能であると報告しており、アメリカやオーストラリアなどでもポット栽培の灌水手法として研究が行われている (Dolar, 1971; Million ら, 2007; Son ら, 2002; Toth ら, 1988; Yeager・Henly, 2004)。毛管ひも給液法は、培地を極端に乾燥させない限り、培地含水量をほぼ一定に保つことができるので、給液管理や給液装置が不要で

省力的かつ経済的といえる。

一方、長期にわたる野菜栽培に毛管ひも給液法を適用した場合、根がひもへ侵入することによる毛管力の低下が問題となる。榊田 (2008) は、毛管ひもを遮根透水シートで封入した防根給水ひもによってこの問題を解決した。この報告では、長期間の栽培で根が給液管に達するのを防ぐためにひもの導入口を底面ではなく側面に設けている。また、トマトの長期栽培において、防根給水ひもによる側面給液法 (以下、防根ひも栽培法) における適切なひもの種類や培地組成および培養液濃度が検討されており、終始大塚 A 処方¹の 1/2 単位濃度培養液を用いた管理で安定的な生産がほぼ可能となった (榊田・福元, 2008; 森重ら, 2009a, b)。

防根ひも栽培法では、培養液をひもで供給する方法と肥料は肥効調節型肥料として培地に混合しておき、水のみをひもで供給する方法が考えられる。後者の方法では、液肥混入装置が不要となり、栽培装置の低コスト化が可能となる。トマトやイチゴの土耕栽培では、肥効調節型肥料を用いた全量基肥法の検討が行われている (小菅ら, 2001a, b; 小杉ら, 2007)。しかし、本方式のような排液を出さない少量隔離培地耕における適切な施肥量や培地中の養分の動態については明らかでない。

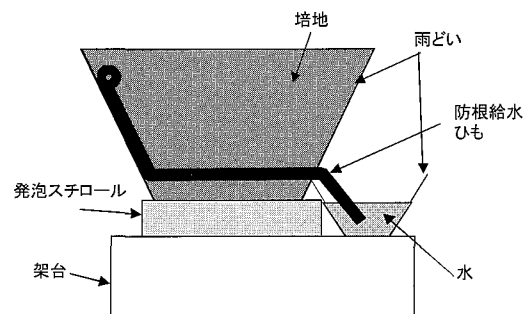
* Corresponding author. E-mail: takino@affrc.go.jp

2009年5月11日 受付。2009年7月16日 受理。

そこで、本研究では、促成トマトの防根ひも栽培法において肥効調節型肥料を用いた全量基肥法を確立するにあたっての基礎的知見を得るため、施肥量が生育、収量、植物体の養分吸収量・培地中の養分残存量および培地溶液中の無機成分濃度に及ぼす影響について検討を行った。

材料および方法

実験は近畿中国四国農業研究センター内プラスチックハウス（香川県善通寺市）で行った。材料としてトマト (*Solanum lycopersicum* L.) ‘ハウス桃太郎’ (タキイ種苗) を用いた。2007年9月11日に培養土メトロミクス #350 (SUNGRO, USA) を充填した128穴セルトレーに催芽種子を播種し、本葉2枚出葉期の9月25日に田土:バーク堆肥:パーライト:ピートモス=2:4:1:1 (v/v) の培養土 (仮比重 $0.50 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) を詰めた9cmポットに移植した。ポット育苗期間は緩効性肥料 (プロミック錠剤 1.5g, N:P₂O₅:K₂O=8:8:8, ハイポネックスジャパン) をポット当たり2個置肥し、マット給水によって灌水した。定植日は10月19日で、第1図に示した雨樋製の栽培容器 (幅16.3cm×高さ12.0cm) に定植した。栽培容器の側面 (底面から2cm上) に小孔をあけ、防根給水ひも (榊田, 2008) を導入し、小孔から出たひもの先端は水に浸した。1区当たり7株供試し、ひもは1株に1本配した。小孔の水面からの高さは終始3cmに保った。培地にはポット育苗で使用



第1図 栽培システムの概略

した組成のものを用い、培地量は株当たり3Lとした。培地の乾燥を防ぐため、表層に2cm程度もみ殻を敷いた。第1表に施肥設計を示した。本実験の栽培期間は長い、培地加温を行わないため、溶出期間の長い肥料の単用では、厳冬期に供給量が足りなくなると考え、溶出期間の短いものから長いものを組み合わせた。また、複合肥料のエコロングトータル313 (チッソ旭肥料) にロングショウカル (チッソ旭肥料) とエコカリコート (チッソ旭肥料) を組み合わせて、CaOとK₂Oを補った。LPコート (チッソ旭肥料) は生育初期の窒素肥料として、鶏糞燃焼灰 (粒状PK, 南国興産) は初期の肥料と培地のpH矯正を兼ねて用いた。これらの肥料を混合して株当たり窒素施用量で11.3g (少肥料区), 16.2g (中肥料区), 21.0g (多肥料区) とした3処理区を設けた。肥料は培地と混合した。栽植様式は、株間20cm, 畝間180cmの1条振り分け誘引とした。実験区制は各区7株の3反復乱塊法とした。各果房とも3花程度が開花したときにトマトーン100倍液を噴霧し、各果房5果以内に摘果した。下葉は適宜摘葉し、誘引高約2mでつる下ろし誘引を行った。2008年5月2日に15段上2葉を残して摘心し、2008年7月3日に収穫を終了した。温室内気温は最低13°Cに設定して加温した。各区7株について果実を約1週間に1回収穫し、80g以上の正常果 (可販果) と80g未満の小果および生理障害果に分け、果実重、個数を調査するとともに、デジタル糖度計 (PR-100, ATAGO) で可販果の果実糖度を調査した。実験期間中には、株元から約5cmの培地中心部に採取部の長さが5cmの土壌溶液採取器 (DIK-300B, 大起理化工業) を各区2か所埋設して培地溶液を採取し等量混合した後、電気伝導度 (EC) を導電率計 (B-173, 堀場製作所) で、無機成分濃度をイオンクロマトグラフ (DX-AQ, 日本ダイオネクス) で測定した。実験終了時には各区7株について奇数果房下の茎径を測定した。また、各区成育中庸な2株について、摘葉した下葉と収穫果実および実験終了時の茎葉を80°Cで72時間以上乾燥し、粉碎した。乾物中の窒素をNCアナライザー (Vario MAX CN, elementar) で測定した。リン、カ

第1表 肥効調節型肥料の施肥設計 (g/株)

肥料タイプ	日数 ²	少肥料区					中肥料区					多肥料区				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
鶏糞燃焼灰			1.4	1.3	1.6	0.4						2.6	2.3	3.0	0.8	
LPコート	40	1.4					2.0				2.6					
エコロングトータル313	40	0.4	0.3	0.4		0.1	0.5	0.4	0.5	0.1	0.7	0.6	0.7		0.1	
〃	100	1.4	1.2	1.4		0.2	2.0	1.7	2.0	0.3	2.5	2.1	2.5		0.4	
〃	140	1.8	1.5	1.8		0.3	2.6	2.2	2.6	0.4	3.4	2.9	3.4		0.5	
〃	180	1.8	1.5	1.8		0.3	2.6	2.2	2.6	0.4	3.4	2.9	3.4		0.5	
ロングショウカル	100	1.7			3.2		2.4		4.6		3.1		6.0			
〃	140	2.5			4.8		3.6		6.9		4.7		9.0			
エコカリコート	180	0.4		6.7			0.5		9.5		0.7		12.4			
合計		11.3	5.9	13.3	9.7	1.2	16.2	8.5	19.0	13.8	1.8	21.0	11.0	24.7	17.9	2.3

²25°C水中で80%の成分が溶出する日数

リウム、カルシウムおよびマグネシウムについては、乾物を湿式分解した後、リンをバナドモリブデン酸比色法で、カチオンをICP発光分析 (SPS1500NR, セイコー電子) で測定した。さらに、栽培開始前の培地と終了後の各区2株分の培地を採取して風乾させたのち、全窒素を上述のNCアナライザーで、無機態窒素 (NO₃-N, NH₄-N) を2 M 塩化カリウム抽出の後プレムナー法で、可給態リン酸をトルオグ法で分析した。交換性塩基類は1 M 酢酸アンモニウム液で振とう・ろ過して抽出した後に上述のICP発光分析により測定した。さらに、培地温をT型熱電対で経時的に計測し、シミュレーションソフト (施肥名人 Ver.2.0, JA全農) で施肥窒素の日溶出量を算出した。以上の各値については、反復ごとの平均値としてまとめ、統計解析を行った。なお、原水の無機成分濃度は、NO₃⁻: 15.5 (ppm, 以下単位同じ), NH₄⁺: 0.1, PO₄³⁻: 0.0, K⁺: 3.3, Ca²⁺: 28.4, Mg²⁺: 4.4 であった。

結果

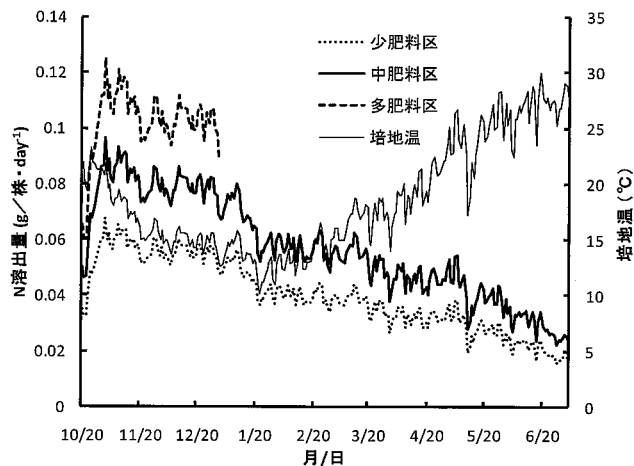
1. 日平均培地温と施肥窒素の日溶出量の推移

第2図に日平均培地温と施肥窒素の日溶出量の推移を示した。日平均培地温は、処理区間で差がほとんどなかったため、中肥料区のものを示した。日平均培地温は、定植直後は20°C程度であったが、徐々に低下し、1~2月には10°C近くまで低下した。その後、上昇に転じ、栽培終了直前には30°C近くまで達した。日平均培地温から施肥窒素の日溶出量のシミュレーションを行った。その結果、施肥量が多い区ほど窒素の溶出量は多く、その溶出は栽培前半に多く、栽培後期ほど施肥窒素の溶出は少ない傾向にあった。

2. 生育・収量と糖度

多肥料区では、萎れ症状がひどく、枯死する個体も発生したため、2007年12月末で栽培を打ち切った。そのため、多肥料区における果実収量は皆無であった。中肥料区と少

肥料区と比較すると、総収量、可販果収量および可販果個数には有意差はなかったが、糖度は中肥料区の方が有意に高かった (第2表)。可販果について果房段位別に1果重と糖度をみると、両処理区とも果房段位によって1果重や糖度は異なる傾向がみられた (第3図)。両処理区間で比較すると、中肥料区の方が第3~第10果房位では糖度が高かっ

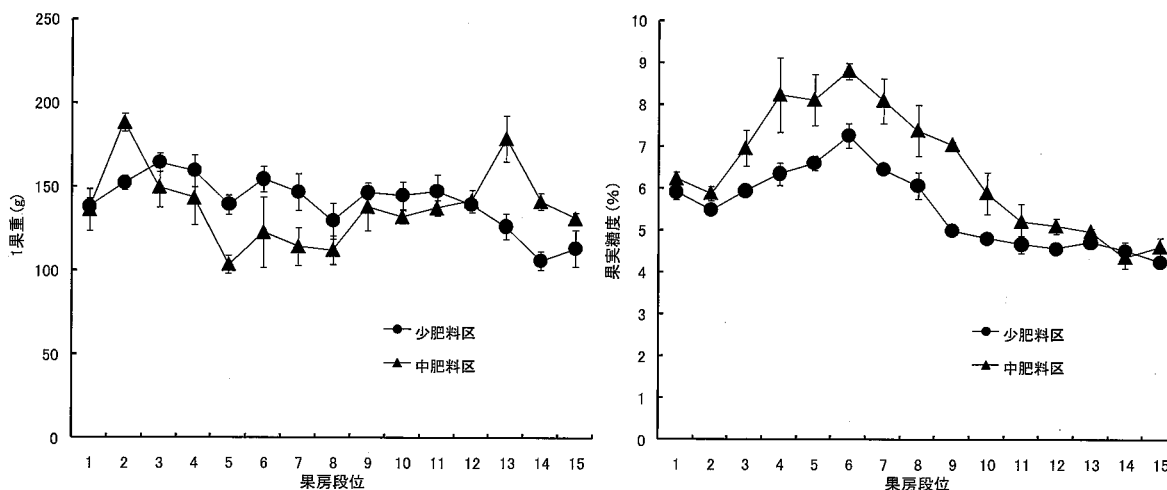


第2図 日平均培地温および培地温から算出した施肥窒素の日溶出量の推移
培地温は中肥料区の数値

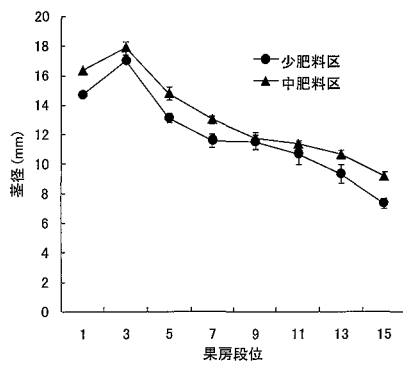
第2表 施肥量の違いが収量および糖度に及ぼす影響

処理区	総収量 kg/株	可販果収量 kg/株	可販果個数 個/株	糖度 %
少肥料区	6.28	5.40	38.3	5.5
中肥料区	6.57	5.40	38.2	6.1
ANOVA ^z	ns	ns	ns	*

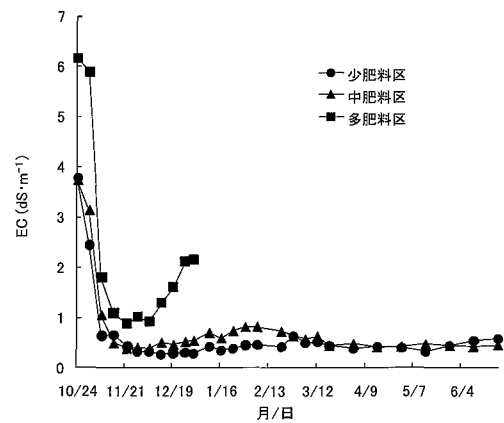
^z*は5%水準で有意, nsは5%水準で有意でないことを示す (n=3)



第3図 施肥量の違いが果房別の1果重および果実糖度に及ぼす影響
図中の縦棒は標準誤差を示す (n=3)



第4図 施肥量の違いが各果房下の茎径に及ぼす影響
図中の縦棒は標準誤差を示す (n=3)



第5図 施肥量が培地溶液のECに及ぼす影響

た。また、糖度の差が大きい第5～第8果房位では、中肥料区の方が1果重は小さい傾向がみられた。また、第13～第15果房では中肥料区の方が1果重は大きかった。

生育の指標とした栽培終了時の茎径は、各果房下において中肥料区の方が少肥料区より大きかった(第4図)。両区とも、下位果房では大きく、上位果房で小さいという傾向にあった。特に少肥料区では15段果房下では7.3 mmと細かった。

3. 植物体の養分吸収量と栽培後の培地中の残存養分量

1株当たりの養分吸収量はN、P₂O₅およびK₂Oについては少肥料区よりも中肥料区の方が有意に多かったが、CaOおよびMgOについては両処理区間で有意差はなかった(第3表)。果実1 kgを生産するのに要した養分吸収量とし

てみると、各養分において両処理区間で有意差はなかった。

栽培後の培地中の全窒素含量は、栽培前と比べて約2.2～2.5 g増加したが、無機態窒素の残存量は、両区とも施用量に対して約6%と低く、栽培前に比べて大幅な増加はなかった(第4表)。可給態P₂O₅、交換性K₂Oについても両区とも施用量に対して約10～17%と低く、窒素と同様に栽培前に比べて大幅な増加はなかった。一方、交換性のCaOとMgOについては培地中の残存量は施用量に対して約98～131%と多く、特にCaOは栽培前に比べて大幅に増加した。また、いずれの養分残存量にも両処理区間で有意差はなかった。

第3表 施肥量が養分吸収量に及ぼす影響

処理区	1株当たりの養分吸収量 ¹⁾					果実生産1 kg当たりの養分吸収量 ²⁾				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O g/株	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O g·kg ⁻¹	CaO	MgO
少肥料区	13.1	4.6	9.9	6.5	2.5	2.08	0.73	1.57	1.04	0.39
中肥料区	16.3	5.9	12.2	6.9	2.6	2.51	0.92	1.89	1.07	0.40
ANOVA ³⁾	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

²⁾*は5%水準で有意、nsは5%水準で有意でないことを示す (n=3)

¹⁾1株当たりの養分吸収量として算出

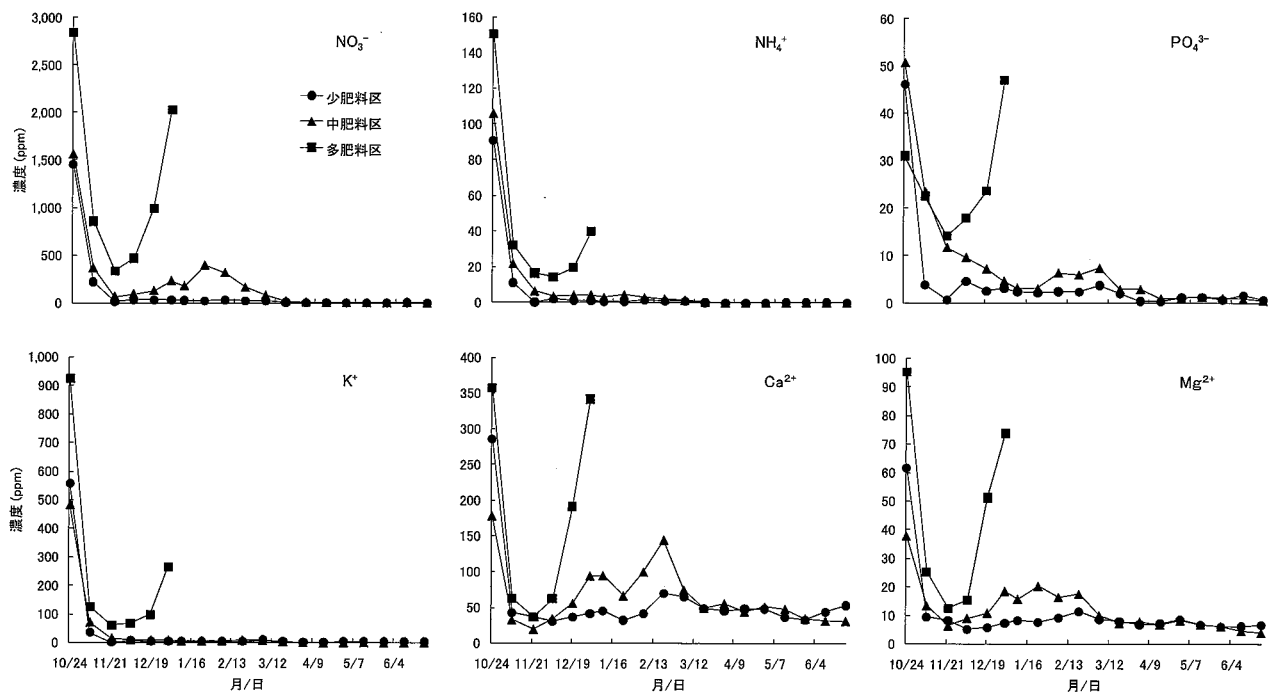
²⁾果実生産1 kg当たりに吸収した養分量として算出

第4表 栽培前後の培地内養分含有量 (g/株)

処理区	全窒素	無機態窒素			可給態P ₂ O ₅	交換性塩基		
		NO ₃ -N	NH ₄ -N	合計		K ₂ O	CaO	MgO
栽培前	3.60	0.04	0.02	0.06	0.62	0.47	5.18	0.62
栽培終了後								
少肥料区	5.76	0.54	0.17	0.72 (6.3) ²⁾	0.99 (16.8)	1.41 (10.6)	12.38 (127.6)	1.58 (131.4)
中肥料区	6.07	0.78	0.18	0.96 (5.9)	1.20 (14.2)	1.98 (10.4)	13.57 (98.3)	1.95 (108.1)
ANOVA ³⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

²⁾カッコ内は施肥量に対する割合 (%)

³⁾栽培終了後の処理区間の比較であり、nsは5%水準で有意でないことを示す (n=3)



第6図 施肥量が培地溶液の無機成分濃度に及ぼす影響

4. 無機成分の培地溶液中濃度

培地溶液のECは定植直後には各区で $3.0 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 以上と高かったが、11月以降は低下した(第5図)。12~2月中旬までは施肥量が多いほどECは高い傾向にあり、施肥量の違いを反映していたが、それ以降は施肥量による差はみられなかった。培地溶液の無機成分濃度は、各成分とも栽培初期は濃度が高いものの、急激に低下し、少肥料区と中肥料区では NO_3^- 、 NH_4^+ 、 PO_4^{3-} および K^+ については2月中旬~3月以降、数ppmで推移し、 Mg^{2+} および Ca^{2+} も3月以降は低濃度で推移した(第6図)。

考 察

1. 施肥量がトマトの収量と糖度に及ぼす影響

多肥料区では、栽培開始2か月程度でひどい萎れにより枯死する個体も発生した。多肥料区では、肥料の溶出量が多かったため、培地溶液のECや無機成分濃度が他の区に比べて高く、塩類濃度障害を起こしたと考えられる。一方、中肥料区と少肥料区では、果実収量に差はみられなかった。細井(2001)は、窒素施用量と収量との関係について、ある程度の窒素施用量までは収量が増加するが、それ以上では収量の増加率が逡減し、やがて増加は止まり、さらに多いと収量が減少すると述べている。また、Hegde・Srinivas(1990)はある一定以上の窒素施用量で収量は変わらなかったと報告している。従って、今回の施肥量の差は収量の差につながらない範囲にあったものと考えられる。

一方、糖度については、中肥料区の方が少肥料区よりも高かった。これは、第3~第10果房位において、中肥料区は少肥料区よりも糖度が高かったことが要因と考えられ

る。また、糖度の差が大きい第5~第8果房位では、1果重も中肥料区の方が小さい傾向にあった。一般に、このような小玉化・高糖度化は、灌水量を制限したり(細川ら, 2006; 栃木・川里, 1989)、培養液濃度を高める(梶田ら, 1989; 太田ら, 1991; Winsorら, 1962)ことにより水ストレスを付与することで起こる。本実験条件では、培地の水分条件は実験期間を通じてほぼ一定であるため、灌水量の制限による水ストレスがあったとは考えられない。一方、12~2月中旬まで中肥料区の方が培地溶液のECが高かった。従って、このECの差が糖度や1果重の差の要因として考えられる。

また、森重ら(2009b)は、防根ひもによる促成トマトの16段栽培を終始大塚A処方 $1/2$ 単位濃度培養液を用いた管理で行い、株当たり9.4kgの収量が得られたと報告している。本実験では、それよりも1段少ない15段栽培であるが、それを考慮に入れても森重らの報告に比べると低い収量水準であった。この要因の一つとして、中肥料区において、第5~第8果房位までの1果重が小さかったことが考えられた。上述したように、1果重が小さかったのは、培地溶液のECが高かったことが要因と推察されるので、生育中期までの肥料の溶出を抑えることで収量を増加させる可能性があると考えられた。

2. トマト促成15段栽培における適正施肥量

中肥料区と少肥料区では、可販果収量は変わらなかったが、中肥料区の方が糖度は高かった。また、茎径は少肥料区の方が小さく、特に上位果房下で小さかった。従って、少肥料区では生育終盤に生育の衰えがみられたと考えられる。一方、塩類濃度障害によって枯死に至ったことから、

多肥料区の施肥量は過剰と考えられた。

果実 1 kg を生産するために要する養分吸収量は肥料に対する果実生産効率ととらえることができる。景山・青木 (1969) はこの値について N は 1.5 ~ 2.8 g, P_2O_5 は 0.71 ~ 1.1 g, K_2O は 2.6 ~ 5.3 g, CaO は 1.2 ~ 3.1 g, MgO は 0.5 ~ 1.2 g と見積もっている。本実験の結果を照らし合わせると、N と P_2O_5 は両処理区ともこの範囲にあった一方で、 K_2O 、CaO および MgO については、両処理区ともこの範囲よりも少なかった。従って、N と P_2O_5 については、養分供給量が適正な範囲にあった一方で K_2O 、CaO および MgO については、養分供給量が少なかった可能性がある。観察の結果であるが、厳冬期には葉の先端が黄変するカリ欠乏特有の症状がみられ、 K_2O の供給が不足したことが伺えた。ただし、栽培上大きな問題となるような極端な養分欠乏はなかった。

培地中の養分残存量は、無機態窒素、可給態 P_2O_5 、交換性 K_2O については両区とも施用量に対して 6 ~ 17% 程度と低く、与えた養分の全量近くを吸収したと考えられる。一般に、底面給液方式は排液を出さないため、点滴給液方式よりも水や肥料の利用効率が高い (Goodwin ら, 2003; Incrocci ら, 2006; Santamaria ら, 2003)。本方式では、肥料をあらかじめ培地に混和しておき、水のみを供給するため、肥料成分が系外に流亡することがないため、このように効率よく肥料を利用できたと考えられる。しかし、交換性の CaO と MgO については培地中の残存量は施肥量の約 98 ~ 131% と多かった。培地溶液には栽培期間を通じて蓄積される傾向はなかったため、不溶化した成分が培地に大量に吸着したと考えられる。同様の傾向は、森重ら (2009a) が本実験に近い組成の培地を用いて市販培養液で管理を行ったトマトの防根ひも栽培でも認められている。さらに、上述したように CaO と MgO の養分供給量が不足していたと推察されたので、施肥量を増やすか、これらの養分の蓄積の少ない培地組成を検討する必要があると考えられた。

以上のことから、窒素施用量で見た場合、トマト促成 15 段栽培では、中肥料区で与えた 16.2 gN / 株が適量の範囲内にあると考えられた。ただし、実際の窒素吸収量は施肥量を上回っていた。栽培前の無機態窒素は少ないものの、全窒素含量は株当たり 3.6 g 存在し、原水にも窒素が含まれていることから、培地中で無機化した窒素や原水由来の窒素成分の吸収があったことを示している。従って、培地や原水由来の窒素を考慮に入れて施肥設計する必要があることが示唆された。一方、糖度や 1 果重は果房によって大きく異なり、茎径は上位果房ほど細くなる傾向があった。これは、窒素溶出量が生育前半ほど多く、時期によって窒素の溶出が大きく異なったことが要因と考えられる。従って、果実生産のさらなる安定化のためには、施肥量と肥料の種類をさらに検討する必要があると考えられる。

3. 培地溶液の無機養分の変動

各多量元素において、培地溶液の濃度は栽培初期には数

百 ~ 数千 ppm の高い値を示したが、EC の変化と同様に 11 月以降は急激に減少し、おおよそ 100 ppm 以下まで低下した。また、2 月頃までは施肥量の差が培地溶液中の養分濃度の差を反映していたが、それ以降は施肥量の違いによる差はなくなった。特に NO_3^- 、 NH_4^+ 、 PO_4^{3-} および K^+ は数 ppm まで減少した。しかし、上述したように葉にカリ欠乏症状はみられたものの、栽培上大きな問題となるような極端な養分欠乏はなかった。水耕栽培の場合、寺林ら (2004) はトマトにおいて、週単位の定量施与法により、 NO_3^- および PO_4^{3-} を施与すると、次の施与前に水耕液中のそれらの濃度は 0 に近い値にまで減少するが、生育の障害や異常はないとしている。これは、養分吸収速度と施与量が見合ったことによるものである。本実験では、肥効調節型肥料からの溶出により、培地溶液への養分の供給は常時行われたと考えられるが、養分供給量と吸収量がほぼ同等か後者がやや上回っていたと推察される。

一方、両処理区とも生育中期以降の Mg^{2+} および Ca^{2+} の培地溶液中濃度は、 NO_3^- 、 NH_4^+ 、 PO_4^{3-} および K^+ に比べて高い値で推移した。細井・細野 (2005) は、トマトの水耕栽培において、Mg、Ca は N、P、K と異なり、低濃度での吸収が不可能で、正常に生育するためには 10 ~ 20 ppm の濃度が必要であることを明らかにしている。従って、本実験では、Ca および Mg を正常に吸収するために、培地溶液中にある程度の濃度の養分が存在する必要があると考えられる。ただし、3 月以降、両処理区とも Mg^{2+} および Ca^{2+} の濃度がその必要濃度の下限近くで推移していたが、先述したように CaO と MgO の養分供給量は不足していたため、養分供給量よりも吸収量が上回っていたと推察される。また、閉鎖型の養液栽培では、特定の成分が培地溶液の培養液への蓄積が問題となる場合がある (石原ら, 2006)。本実験では、中肥料区および少肥料区において、培地溶液中に肥料成分の蓄積はみられず、そのような問題はないと考えられた。

以上のことから、窒素施用量で見た場合、本方式におけるトマト促成 15 段栽培では、株当たり 16.2 gN の施用が適量の範囲内であると考えられた。しかし、さらなる収量増加の余地はあると考えられる。また、生育中期以降、培地溶液の無機成分は低濃度で推移したため、培地溶液の養分濃縮はないと考えられた。しかし、 K_2O では施肥量の不足、CaO および MgO については、培地への養分の蓄積によって、養分の供給が不足した可能性があると考えられた。また、培地や原水の養分濃度を考慮に入れて施肥設計する必要があることが示唆された。一方、収量の増加および生育や果実品質の生育期間を通じた斉一化のために窒素溶出量の平準化が必要であると考えられた。従って、果実生産のさらなる安定化のためには施肥量と肥料の種類および培地組成をさらに検討する必要がある。

摘 要

防根給水ひもによる栽培は、排液を削減できるため環境

保全的である。本栽培法において、肥効調節型肥料を培地に混和し、ひもでは水のみを供給する方法について、大玉トマト促成15段栽培における適正施肥量を知るために、窒素成分で11.3 gN/株(少肥料区)、16.2 gN/株(中肥料区)および21.0 gN/株(多肥料区)の三段階で施肥量を検討した。多肥料区では塩類濃度障害の萎れ症状がひどく、12月末で栽培を打ち切った。可販果収量には中肥料区と少肥料区で有意差はなかったが、糖度は中肥料区の方が高かった。栽培終了時の茎径は、中肥料区の方が少肥料区より大きかった。培地中の養分残存量をみると、N、P₂O₅、K₂Oについては両区とも与えた養分の全量近くを吸収したが、CaOとMgOについては培地への蓄積が認められた。少肥料区と中肥料区において、培地溶液の無機成分濃度は、生育中期以降各成分とも低濃度で推移したことから、培地溶液の養分濃縮はないと考えられた。以上のことから、窒素施用量で見た場合、大玉トマト促成15段栽培では株当たり16.2 gNの施肥が適量の範囲内であり、この量を基準とした窒素溶出量の平準化が必要であると考えられた。

引用文献

- Dolar, S. G. 1971. A self-watering system for growing plants in potted soils. *Agr. J.* 63: 334-336.
- Goodwin, P. B., M. Murphy, P. Melville and W. Yiasoumi. 2003. Efficiency of water and nutrient use in containerized plants irrigated by over head, drip or capillary irrigation. *Austral J. Expt. Agr.* 43: 189-194.
- Hegde, D. M. and K. Srinivas. 1990. Effect of irrigation and nitrogen fertilization on yield, nutrient uptake, and water use of tomato. *Gartenbauwissenschaft* 55: 173-177.
- 細井徳夫. 2001. 養液耕による施設栽培長段トマト個体群の収量に好適な葉面積指数に関する研究. *野茶試報*. 16: 329-349.
- 細井徳夫・細野達夫. 2005. 個体群葉面積を指標にした肥料施用量の日調節による培養液にN・P・Kの残留がないトマト養液栽培. *野茶研報*. 4: 87-119.
- 細川卓也・小松秀雄・前田幸二・中村和洋・吉田徹志・福元康文. 2006. ヤシガラ・パーク成型培地を用いた養液栽培での日射比例給液制御による長段どりトマトの高糖度果実生産. *園学研*. 5: 39-44.
- Incrocci, L., F. Malorgio, A. Della Bartola and A. Pardossi. 2006. The influence of drip irrigation or subirrigation on tomato grown in closed-loop substrate culture with saline water. *Sci. Hort.* 107: 365-372.
- 石原良行・人見秀康・八巻良和. 2006. 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. *園学研*. 5: 265-270.
- 景山美葵陽・青木正孝. 1969. 被覆下そ菜園土壌の生産力低下防止に関する研究 第5報 トマトの時期別養分吸収について. *園試報*. B-9: 45-70.
- 片岡圭子・榊原俊雄・南 洋久. 1998. ファレノプシス鉢生産における底面ひも給液法の導入. *京大農報*. 8: 9-17.
- 小菅佐代子・桑野伸晃・三枝正彦. 2001a. トマト栽培における肥効調節型肥料を利用した全量基肥施肥法. *土肥誌*. 72: 621-626.
- 小菅佐代子・山田ゆき・東 隆夫・三枝正彦. 2001b. 肥効調節型肥料を利用したイチゴの育苗ポット全量施肥栽培. *土肥誌*. 72: 88-91.
- 小杉 徹・中村仁美・若澤秀幸. 2007. 肥効調節型肥料を用いたトマト育苗鉢内全量施肥法. *土肥誌*. 78: 207-211.
- 榊田正治. 2008. 「防根給液ひも」によるトマトの新規栽培手法. *農及園*. 83: 20-25.
- 榊田正治・福元祥子. 2008. 「毛管給液ひも」によるトマト栽培の可能性について. *岡大農報*. 97: 49-54.
- 榊田正治・瀧口 武・松原幸子. 1989. 培養液濃度がトマトの収量と品質および養液成分の濃度変化に及ぼす影響. *園学雑*. 58: 641-648.
- Million, J., T. Yeager and C. Larsen. 2007. Water use and fertilizer response of azalea using several no-leach irrigation methods. *HortTechnology* 17: 21-25.
- 森重歩己・榊田正治・村上賢治. 2009a. 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. *岡大農報*. 98: 23-29.
- 森重歩己・榊田正治・村上賢治. 2009b. 「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8報. 長期促成栽培における大玉トマトの生育収量に及ぼす培養液濃度の影響. *園学研*. 8 (別1): 360.
- Norem, W. L. 1936. Mineral nutrition and seasonal growth of ageratum in sand cultures with auto-irrigation. *Amer. J. Bot.* 23: 545-555.
- 太田勝巳・伊藤憲弘・細木高志・東村英幸. 1991. 水耕ミニトマトの果実品質および収量に及ぼす培養液濃度と塩類処理の影響. *園学雑*. 60: 89-95.
- Raines, M. A. 1937. Wick culture of seedlings with different rates of water flow. *Amer. J. Bot.* 24: 185-187.
- Santamaria, P., G. Campanile, A. Parente and A. Elia. 2003. Subirrigation vs drip-irrigation: Effects on yield and quality of soilless grown cherry tomato. *J. Hort. Sci. & Biotech.* 78: 290-296.
- Son, J. E., D. H. Jung and Y. J. Lui. 2002. Analysis of root zone environment in pot plant production system with subirrigation method using wick. *Acta Hort.* 578: 389-393.
- 寺林 敏・浅香智孝・戸祭 章・伊達修一・藤目幸彦. 2004. トマト水耕栽培における硝酸態窒素およびリンの定量施与が養分吸収および果実生産に及ぼす影響. *園学研*. 3: 195-200.
- 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. *栃木農試研報*. 36:

15-24.

Toth, J., E. J. Nuethen and K. Y. Chan. 1988. A simple wick method for watering potted plants which maintains a chosen moisture regime. *Aust. J. Exp. Agr.* 28: 805-808.

渡辺公敏. 1979. 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. 60-62.

Winsor, G. W., J. N. Davies, J. H. L. Messing and M. I. E. Long.

1962. Liquid feeding of glasshouse tomatoes; The effects of nutrient concentration on fruit quality and yield. *J. Hort. Sci.* 37: 44-57.

Yeager, T. H. and R. W. Henley. 2004. Irrigation and fertilization for minimal environmental impact. *Acta Hort.* 638: 233-240.