

Effects of Culture Solution Concentration in Rock Wool Slabs before Planting on Tomato Early Growth

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 鈴木, 克己, 河崎, 靖, 佐々木, 英和, 安場, 健一郎, 中野, 明正, 高市, 益行 メールアドレス: 所属:
URL	https://repository.naro.go.jp/records/1709

ロックウール養液栽培における定植前のロックウールスラブ内 養液濃度がトマトの初期生育に及ぼす影響

鈴木 克己・河崎 靖・佐々木 英和・安場 健一郎・中野 明正・高市 益行

(平成20年12月24日受理)

Effects of Culture Solution Concentration in Rock Wool Slabs before Planting on Tomato Early Growth

Katsumi Suzuki, Yasushi Kawasaki, Hidekazu Sasaki, Ken-ichiro Yasuba,
Akimasa Nakano and Masuyuki Takaichi

I 緒言

ロックウールを使用するトマトの養液栽培では、パーミキュライト等の培地で発芽させ、本葉が出現した後7.5cm角程度のロックウールキューブ（以下キューブ）に移し2次育苗を行い、第1花房開花前後に高さ7.5cm幅20cm長さ90cmのロックウールスラブ（以下スラブ）に定植することが一般的である（田中，1996）。トマトの場合、初期生育が旺盛すぎると茎葉の過繁茂を招き、花数の減少、乱形果や尻腐れ果の発生、果実肥大が悪くなるなど収量が減少することがあるため、育苗時にキューブ内で根域を制限することで、定植後の根の伸張を抑制し草勢を制御する。このほか2次育苗を行うことは、本圃の栽培期間の拡大、集中管理による苗質の向上に有効である。

その一方で、専用の設備や資材、労力が必要となるため、省力・低コスト化のためには、2次育苗を省略し、セル成型苗などの若苗をそのまま定植することが有利である。土耕栽培ではセル成型苗を直接定植することで育苗にかかる労働時間の24%が削減できることが報告されている（駒場ら，1999）。ロックウール栽培でもセル成型苗の直接定植により同等の労働時間の削減や、キューブや2次育苗に関わる資材と設備の節約ができると思われる。しかし、若苗を水で飽水させたスラブに直接定植することもあるものの（笠原，2007）、キューブを使用しない栽培例は少ない。

土耕栽培ではセル成型苗を直接定植した場合、活着は

良好であるが、栄養生長が旺盛になりすぎ、草勢の制御が困難になり、尻腐れ果や奇形果などが発生し品質低下を招きやすい。このため初期の草勢を制御する必要があり、基肥を無施用としてかん水を制御することで生育を抑制する方法（大川・林，1998）が有効であることが示されている。ロックウール養液栽培でも初期の肥培管理が草勢制御に有効であると考えられ、定植前にスラブ内を飽水する養液濃度を変化させることで、栽培初期の生育を制御し過繁茂を抑制できると期待される。しかし、ロックウール養液栽培では定植前にスラブ内をあらかじめ養液で飽水させる処理が一般的であるため（田中，1996）、定植前のスラブ内の養液濃度がトマトの生育に与える影響について検討した報告はない。

そこで本研究では、セル成型苗をスラブに直接定植することで2次育苗の過程を省き、省力・低コスト化をはかる上で問題となる過繁茂を抑制することを目的に、定植前に飽水するスラブ内の養液濃度が、キューブで2次育苗した後定植した株とセル成型苗を直接定植した株の定植後の初期生育に与える影響について調査した。

II 材料および方法

トマトの品種は'桃太郎ヨーク'を用いた。セル成型苗を直接定植した区（直接定植区）と、セル成型苗をキューブに移植し2次育苗を行った後定植した区（2次育苗区）を設け（図-1）、スラブ内を最初に飽水する養液濃度を変化させ、その後の生育を調査した。

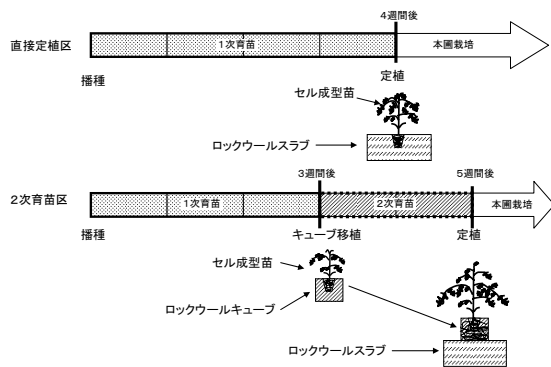


図-1 直接定植とロックウールキューブで2次育苗した場合のスケジュールと模式図

1次育苗は3波長蛍光灯を光源とする閉鎖型苗生産システム(苗テラス, 太洋興業)を用いた。72穴セル成型トレイ(口径40mm×深さ50mm)にロックウール粒状綿(日東紡)とパーミキュライトを重量比で1:2に混ぜた培地を詰めて種子を播種した。明期16時間暗期8時間とし、播種4日後まで、毎日10分間の設定でかん水し、30℃/25℃(昼/夜温)で管理した。発芽が認められた後、温度を23℃/17℃とし、2日に1回10分間の設定でかん水を行った。播種7日後に、EC1.8dS/mの養液(太洋興業液肥ハイテンボ使用)を2日に1回10分間の設定で給液し、システム内のCO₂濃度が1000ppmとなるようにCO₂ボンベで施用した。

播種28日後に本葉5~6葉の展開時のセル成型苗を地下部がそのまま入る穴を開けたスラブ(グロダン社マスター, 20×90×7.5cm)に直接定植した(図-1)。

一方、対照の2次育苗区では、播種21日後にキューブ(グロダン社デルタ, 75×75×65mm)に移植し、ガラスハウス内でEC0.6dS/mの養液(大塚A処方)を生育に合わせて給液量を増やしながらかけ流しで与えた。播種5週後にキューブの底面から根が出現し、蕾が確認できる第8本葉展開時の苗を定植した。

本圃での栽培は軒高3.5mのPOフィルムを展張した低コスト耐候性ハウス内で行った。発泡スチロール製の長さ15mの栽培ベッド(東海物産製)にスラブを並べた。ベッドとベッドの間は2.25mであり、1個のスラブに4株ずつ定植し、栽植密度を1975本/10aとした。定植前にスラブを水(EC0.13dS/m)、またはEC値で0.4, 0.8, 1.5dS/mとなるように調整した養液(大塚SA処方)で飽水し、定植前にスラブを包み込んでいる袋の側面下部を排水のため穴を開け、余分な養液を取り除いた。そこに直接定植と2次育苗した苗をそれぞれ1スラブに4株ずつ定植し、2反復で試験を実施した。

定植後はEC0.8dS/mの養液(大塚SA処方)を点滴チューブで掛け流し式で供給し、果実肥大期にはEC1.0dS/mの養液を供給した。給液量は定植後0.5L/株/日から徐々に増加させ、第4果房収穫時には2.5L/株/日程度を1時間あたり200mLずつ日中に給液した。栽培期間中の排水率は約35%であった。

着果はホルモン処理(石原産業トマトーン100倍液)により行った。側枝については適時取り除き、収穫果房下の葉は摘葉した。

栽培は2007年4月11日~6月21日と6月13日~9月25日の2回実施した。4月11日播種では、直接定植区は5月9日にスラブに定植し、2次育苗区は5月2日にキューブに移植し、2次育苗後5月16日にスラブに定植した。6月21日に栽培を終了し、各果房直下の茎径、第1果房および第2果房直下の葉の新鮮重の合計、第1果房の尻腐れ果発生率(尻腐れ果数/全果数)と果実の新鮮重をそれぞれ8株(2次育苗区のEC1.5dS/mのスラブは4株)について調査を行った。5月9日~6月21日のハウス内の平均気温は21.7℃であった。

6月13日播種では、直接定植区は7月11日にスラブに定植し、2次育苗区は7月5日にキューブに移植し、2次育苗後7月20日にスラブに定植した。7月27日に全ての側枝を取り除き新鮮重を調査した。8月24日から9月25日まで週2回ずつ、第4果房まで果実の収穫を行い、可販果(正常果および果実上部からみてがくから1/4未満の亀裂が入った裂果)と1/4以上の亀裂が入った裂果や乱形果などを合わせた果房あたりの果実の新鮮重を調査した。7月11日~9月25日のハウス内の平均気温は27.5℃であった。

III 結果

定植後のスラブ内EC値は、直接定植区、2次育苗区のいずれにおいても、EC0.8dS/mやEC1.5dS/mの養液で飽水したスラブでは徐々に低下し、水で飽水したスラブではいったん上昇したのち低下した(図-2)。4月11日播種では定植後2~3週後にすべての処理区でスラブ内のEC値は0.2~0.4dS/mになった。6月13日播種でも同様にスラブ内のEC値は低下したが、4月11日播種よりも若干高めであり、定植1ヶ月以降スラブ内EC値は飽水した時点での養液のEC値にかかわらず徐々に上昇した。なお、栽培期間中のスラブ内の水分含量は60%~90%であった。

4月11日播種で播種後71日目に第1果房直下の茎径を

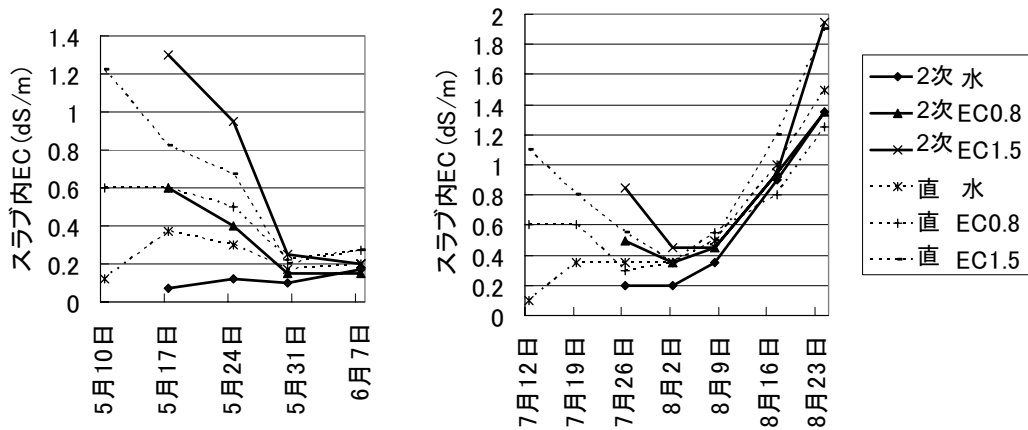


図-2 栽培期間中のスラブ内ECの変化

2次：ロックウールキューブで2次育苗して定植したもの、
直：直接定植したもの、EC後の数字は最初のスラブ内EC値(dS/m)を示す。
左：4月11日播種、右：6月13日播種。

調査した結果、2次育苗区の水で飽水したスラブに定植した株では茎径が小さく、直接定植区の株の茎径との間に有意な差が見られた(図-3)。2次育苗区のEC0.4 dS/mやEC0.8dS/mの養液で飽水したスラブに定植した株と、直接定植区の水で飽水したスラブに定植した株では第1果房直下の茎径に有意な差は見られなかった。2次育苗区のEC1.5dS/mの養液で飽水したスラブに定植

した株では茎径が大きくなった。第2果房直下の茎径では、2次育苗区の水で飽水したスラブに定植した株で小さい傾向にあったが、それ以外では直接定植区と2次育苗区でどの養液で飽水したスラブの株でも有意な差は見られなかった。第1果房直下と第2果房直下の葉の新鮮重は、第1果房直下の茎径と同じ様な傾向が見られ、2次育苗区の水で飽水したスラブに定植した株と、2次育苗区のEC1.5dS/mおよび直接定植区のEC0.4、0.8、1.5 dS/mの養液で飽水した株では差異が見られた(図-4)。直接定植区でも最初にスラブ内を水で飽水した株では養液で飽水した株よりも初期生育が抑制され、2次育苗区の養液で飽水したスラブに定植した株と同様の茎径や葉重となった。

6月13日播種の株から7月27日に発生していたすべての側枝を取り除き新鮮重を測定した結果、直接定植区では2次育苗区より重く、それぞれの区の中において

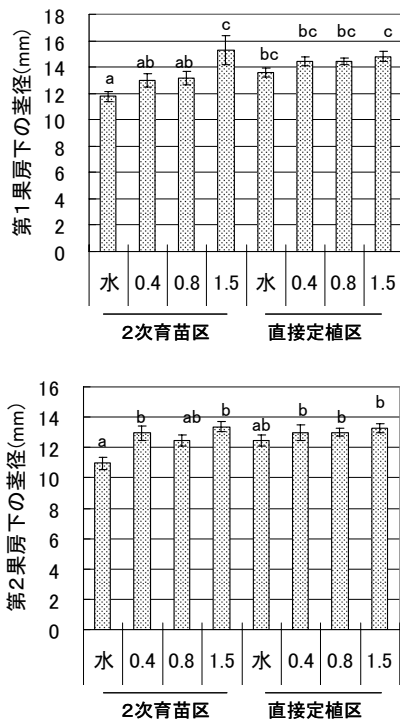


図-3 第1果房と第2果房直下の茎径

図中の縦線は標準誤差 (n=4~8) を示す。
Tukey-Kramer検定により同一アルファベット間には5%レベルで有意差なし。
X軸の数字はスラブ内を飽水した養液のEC値(dS/m)を示す。
4月11日播種。

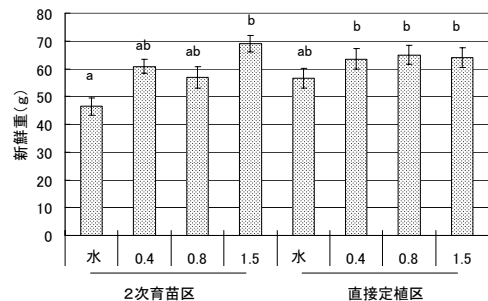


図-4 第1果房直下および第2果房直下の葉の新鮮重

図中の縦線は標準誤差 (n=4~8) を示す。
Tukey-Kramer検定により同一アルファベット間には5%レベルで有意差なし。
X軸の数字はスラブ内を飽水した養液のEC値(dS/m)を示す。
4月11日播種。

は最初に飽水したスラブ内の養液濃度が高い方が重くなる傾向が見られた (図-5)。

花数について、2次育苗区と直接定植区、また、最初に飽水したスラブ内の養液濃度の違いにかかわらず差異は見られなかった (データ略)。第1果房の着生葉位は7~8枚であり、処理区によって差異は見られなかった (データ略)。

4月11日播種では尻腐れ果が第1果房で多く発生し、直接定植区では最初のスラブ内の養液濃度が濃い方が多くなる傾向がみられた (図-6)。6月13日播種では、4月11日播種に比べて尻腐れ果の発生は全体的に少なかったが、直接定植区のEC0.8dS/mとEC1.5dS/mの養液で飽水したスラブに定植した株では、2次育苗区やECを低く設定した養液で飽水したスラブに定植した株に比べて尻腐れ果の発生が多かった。

6月13日播種での第1果房の収量について、尻腐れ果の発生が多かった直接定植区のEC0.8dS/mで飽水し

たスラブに定植した株と2次育苗区のEC0.4dS/m、EC1.5dS/m、直接定植区の水、EC0.4dS/mで飽水したスラブに定植した株の間には可販果収量には差異は見られなかったが、収穫した果実重の合計について差異が見られた。第2果房から第4果房の収量について、処理間に有意な差は見られなかった (表-1)。6月13日播種ではホルモン処理を行っても開花時の子房の大きさのまま肥大しない果実が直接定植区でも2次育苗区でも見られ

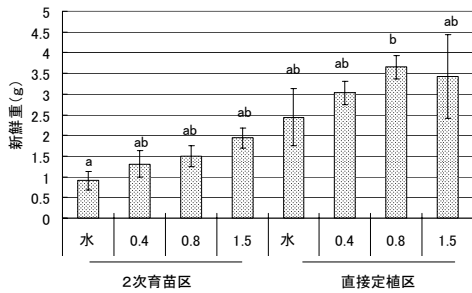


図-5 側枝の新鮮重

7月27日に削除した全ての側枝の合計。
 図中の縦線は標準誤差 (n=2) を示す。
 Tukey検定により同一アルファベット間には5%レベルで有意差なし。
 X軸の数字はスラブ内を飽水した養液のEC値(dS/m)を示す。
 6月13日播種。

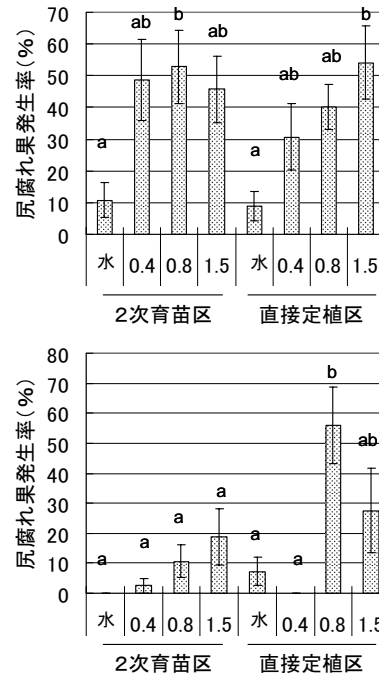


図-6 第1果房の尻腐れ果発生率

図中の縦線は標準誤差 (n=4~8) を示す。
 Tukey-Kramer検定により同一アルファベット間には5%レベルで有意差なし。
 X軸の数字はスラブ内を飽水した養液のEC値(dS/m)を示す。
 上：4月11日播種、下：6月13日播種。

表-1 1株あたりの各果房毎の収量 (6月13日播種)

定植	定植前のスラブ内の養液	第1果房		第2果房		第3果房		第4果房	
		可販果 (g)	合計 ² (g)	可販果 (g)	合計 (g)	可販果 (g)	合計 (g)	可販果 (g)	合計 (g)
2次育苗区	水	483	483 ab	326	394	362	436	358	358
	EC0.4	484	598 b	277	335	314	428	132	224
	EC0.8	495	512 ab	290	375	220	241	190	313
	EC1.5	552	572 b	172	306	243	362	186	350
直接定植区	水	454	587 b	285	396	289	404	243	269
	EC0.4	537	669 b	336	370	136	172	253	253
	EC0.8	216	249 a	322	425	328	389	309	337
	EC1.5	483	482 b	227	299	378	490	223	448
分散分析		n. s. ^x	**	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

²可販果は正常果と上部から見て半径の1/4未満の亀裂が入っていた裂果を含む、合計は亀裂が1/4以上の裂果、乱形果を合わせた果実重の合計を示す。

^x異なるアルファベット間にTukey法により5%水準で有意差あり (n=8)。

^{**}は1%水準で有意、n. s.は有意差がないことを示す。

た。全果実数に対する肥大しない果実数の割合は、ハウス内気温の上昇に伴い、果房段位が進むにつれて増加した（データ略）。この時期は裂果の発生が多かったが、裂果の発生程度や収穫された果実の新鮮重について直接定植区と2次育苗区の間、最初のスラブ内の養液濃度の違いによる有意な差異は見られなかった。

IV 考 察

ロックウール養液栽培において、セル成型苗を直接定植すると草勢が強くなり、過繁茂を招き収量減少につながる可能性があるため、草勢を制御する必要がある。本試験では、定植前に飽水するスラブ内の養液濃度が2次育苗と直接定植したトマトの生育に与える影響を調査し、セル成型苗のスラブへの直接定植後の草勢の制御が可能であるか検討を行った。定植前のスラブ内の養液が生育に影響する期間であるが、4月11日播種でも6月13日播種でも定植後のスラブ内のEC値は定植後3週間後にどの処理区も同程度になったことから、定植前にスラブ内に飽水した養液は定植後3週間の初期生育期間に影響を与えているものと考えられた。

これまでトマトの初期の草勢については、茎径や葉長、尻腐れ果の発生率から判断されている（安藤ら、2003；吉岡ら、2001；大川・林、1998）。本研究では、第1果房直下の茎径は直接定植区の方が2次育苗区よりも太く、草勢が強くなる傾向があった。また尻腐れ果の発生は、直接定植区の濃い養液で飽水したスラブに定植した場合に高かった。尻腐れ果は様々な環境要因や生育アンバランスにより発生し、窒素過多により茎葉が過繁茂した場合にも発生することが知られている（Ho・White, 2005）。本試験において、尻腐れ果が発生した株は、草勢が強くなっていた可能性があると思われた。側枝の新鮮重も第1果房直下の茎径や葉の新鮮重と同様な傾向を示したことから、初期の草勢を測る指標として使用できる可能性がある。以上のことから、定植後の草勢は直接定植区の濃度の高い養液で飽水したスラブに定植した場合に強く、2次育苗区の濃度の低い養液で飽水したスラブに定植した場合に弱くなることが示唆された。スラブ内を水で飽水することで初期の草勢が抑制されたため、直接定植区の水で飽水したスラブに定植した株の茎径と2次育苗区の株の茎径が同等になったと考えられた。

草勢は育苗時の根域の大きさや育苗期間にも影響されることが示されている。安藤ら（2003）や和田ら（2004）は異なる底面積で高さは一定としたロックウールポット

を用いて苗の生育とその後の収量を調べた結果、最適育苗日数はポットの大きさにより異なり、ポット内の根の密度が関与することを示唆している。今回用いた閉鎖型育苗システムにおける72穴トレイでのセル成型苗の根は根鉢状態にあったため、直接定植直後の根の発達が抑制された可能性がある。

吉岡ら（2001）はセル成型苗の若苗定植に伴う茎葉の過繁茂は、第1果房の着生葉位の低葉位化によって抑制できる可能性を示唆している。閉鎖型苗生産システムでは人工的な環境下で育苗を行うため周年において一定品質の苗の供給が可能となる（土屋、2006；古在ら、2005）。

閉鎖型苗生産システムを用いた今回の実験では、1次育苗時に花芽分化が行われるため第1果房の着生葉位は安定して7～8枚となり、9枚以上の高葉位に第1果房が着生することは無かった。

この他、整枝法や養水分管理、資材利用により草勢を制御する方法が報告されている。土耕栽培ではセル苗を直接定植した場合の草勢制御として生分解性プラスチックフィルムなど資材を用いた根域制御（駒場ら、1999）、主枝1段摘心側枝1本仕立て（小野寺ら、2001）、側枝2本仕立て（金子・鈴木、2002）などが有効であることが示されている。養液栽培では生育が旺盛となりやすことから、草勢管理のために養分の量的管理方法などが有効であることが示されている（細井・細野、2005；中野ら、2006）。ロックウール養液栽培においても根系分布の制御が初期の過繁茂を抑制し、尻腐れ果率を低下させることが示されている（中野ら、2008）。根域制限や整枝方法、量的管理方法なども生育制御に有効であり、セル成型苗を直接定植した場合に組み合わせれば、より適切な制御が可能になると思われる。

以上、播種後4週間程の閉鎖型苗生産システムで生産したセル成型苗を用い、低濃度の養液もしくは水で飽水したスラブに直接定植することで過繁茂を抑制し、キューブを用いた2次育苗を行った場合と同等の収量を得る栽培が可能と思われた。

なお、本試験は春夏期での栽培であり蒸発散が盛んな時期であるためEC0.8dS/mの養液を使用して栽培を行ったが、季節が秋～冬では植物体からの蒸発散量が低下するため、供給する養液濃度は春～夏よりも高い方がよいとされる（石原ら、2000）。中村ら（1990）が9月に定植した試験では、播種床に養液を給液した区では草勢が旺盛となり、水をかん水した区よりも収量が増加したことが示されている。栽培条件によっては、通常濃度の養液で飽水したスラブに若苗を直接定植し草勢を強くする

ことも必要であると思われる。周年において理想的な草勢にするために、色々な草勢制御方法に加えて、本試験で示したセル成型苗の直接定植や定植前のスラブ内養液濃度を変化させるなどの方法も使用できるとと思われる。

V 摘要

養液栽培においてセル成型苗をロックウールスラブ（以下スラブ）に直接定植するには、過繁茂回避のため初期の草勢を制御する必要がある。そこで定植前に飽水するスラブ内の養液濃度がトマトの初期生育に及ぼす影響について、ロックウールキューブ（以下キューブ）で2次育苗した後定植した場合（2次育苗区）とセル成型苗を直接定植した場合（直接定植区）について調査した。定植後スラブ内のEC値は、直接定植区も2次育苗区も3週間後には同等になった。飽水する養液濃度はトマトの第1果房下の茎径、葉重、側枝の生育に影響を与えたが、可販果収量に影響は見られなかった。茎径、尻腐れ果発生率、側枝の新鮮重から判断される草勢は、2次育苗区よりも直接定植区で強く、飽水する養液濃度が高くなるに従い強くなる傾向が見られた。しかし、直接定植区でもスラブを飽水する養液濃度が低い場合には、第1果房の尻腐れ発生率や果実重量に2次育苗区と差異が見られなかった。よって、低濃度の養液もしくは水で飽水したスラブにセル成型苗を直接定植することで初期の草勢を制御し、キューブを用いた2次育苗を行った場合と同様の草勢とすることが可能であると思われる。

引用文献

- 1) 安藤 愛・和田光生・平井宏昭・阿部一博 (2003) : 育苗ポットのサイズと育苗日数がロックウール栽培トマトの苗の生育、根活性ならびに定植後の生育と収量に及ぼす影響。園芸学研究, 2, 297-301.
- 2) 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調節による養液にN・P・Kの残留が無いトマト養液栽培。野菜茶業研究所研究報告, 4, 87-119.
- 3) 石原良行・渡辺恵美子・大島一則・駒場謙一・木村 栄 (2000) : 促成トマトのロックウール栽培における給液管理。栃木県農業試験場研究報告, 49, 1-14.
- 4) 金子兼一・鈴木雅人 (2002) : 抑制トマトのセル成型苗直接定植栽培における側枝2本仕立てが生育・収量・果実品質に及ぼす影響。茨城県農業総合センター園芸研究所研究報告書, 10, 8-15.
- 5) 駒場謙一・本島俊明・高野邦治・木村栄・石原良行 (1999) : 施設栽培におけるトマトセル成型苗直接定植栽培の生育制御法。栃木県農業試験場研究報告, 48, 21-28.
- 6) 古在豊樹・板木利隆・岡部勝美・大山克己 (2005) : 最新の苗生産実用技術—閉鎖型苗生産システムの実用化が始まっ

- たー。(社) 農業電化協会。東京。
- 7) 笠原賢明 (2007) : 傾斜地用養液栽培装置給液管理マニュアル「傾斜地特性野菜」マニュアルシリーズNo.11
- 8) Ho, L.C. and P.J. WHITE (2005) : A cellular hypothesis for the induction of blossom-end rot in tomato fruit. *Ann. Bot.* 95, 571-581.
- 9) 中村和重・山崎邦典・北島滋宜 (1990) : トマトのロックウール栽培における育苗方法の違いが生育と収量に及ぼす影響。日本土壌肥科学雑誌, 61, 260-264.
- 10) 中野明正・佐々木英和・河崎靖・安場健一郎・鈴木克己・高市益行 (2008) ロックウール養液栽培における根系分布の制御がトマトの生産量に与える影響。根の研究, 17, 51.
- 11) 中野有加・渡辺慎一・川嶋浩樹・高市益行 (2006) : トマト水耕栽培の無機成分の日施用法における施用量が収量、品質および無機成分吸収量に及ぼす影響。園芸学会雑誌, 75, 421-429.
- 12) 小野寺康子・木村恭子・加藤春男 (2001) : トマトセル成型苗の直接定植に適する整枝法。宮城県園芸試験場研究報告, 13, 1-6.
- 13) 大川浩司・林 悟朗 (1998) : トマトのセル成型苗直接定植における生育制御のためのかん水施肥栽培法。愛知県農業総合試験場研究報告, 30, 121-129.
- 14) 田中和夫 (1996) : ロックウール耕。日本施設園芸協会編。最新養液栽培のてびき。誠文堂新光社。東京。14-50.
- 15) 土屋 和 (2006) : 閉鎖型苗生産システムの開発と利用。林水産技術研究ジャーナル, 29, 25-29.
- 16) 吉岡宏・佐藤文生・藤原隆広 (2001) : トマトセル成型苗の育苗管理が定植後の栄養生長および果実肥大に及ぼす影響。野菜・茶業試験場研究報告, 16, 245-253.
- 17) 和田光生・安藤愛・平井宏昭・阿部一博 (2004) : ロックウール栽培における育苗ポットの容積がポット内根密度ならびに生育と収量に及ぼす影響。園芸学研究, 3, 71-74.

Effects of Culture Solution Concentration in Rock Wool Slabs before Planting on Tomato Early Growth

Katsumi Suzuki, Yasushi Kawasaki, Hidekazu Sasaki, Ken-ichiro Yasuba, Akimasa Nakano and Masuyuki Takaichi

Summary

It is necessary to control the tomato plant vigor when direct planting plug seedlings in rock wool slabs. We investigated the effects of culture solution concentration in the slabs before planting on plant early growth after planting, when direct planting and when the planting with a second nursery. Electric conductivity in the slabs was decreased gradually 3 weeks after planting in both cases. The concentration of the culture solution in the slabs before planting affected the stem thickness under the first truss, leaf weights, and incidence of blossom-end rot of the first truss. However, there were no clear differences in yield of tomato fruits from the second till forth trusses. Plant vigor of direct planting was stronger than that of planting with the second nursery, and the plant vigor was stronger as the concentration of culture solution in the slabs before planting increased. We concluded that direct planting in the rock wool slabs was possible by the control of plant vigor using low concentration culture solution in the slabs before planting.