

トマトの独立ポット耕栽培システムの開発

安田雅晴・越川兼行・勝山直樹

Development of Hydroponics System 'Isolated-pot Culture' in Tomato

Masaharu Yasuda, Kaneyuki Koshikawa, Naoki Katsuyama

要約：トマトの独立ポット耕栽培システムを開発した。このシステムは、トマトを1株ごとにポットで根域を独立させて栽培するポット耕方式で、少量培地のベンチ栽培であり、土壌病害の侵入、伝搬を抑制し、作業姿勢が改善される。1.5aハウスでの栽培試験の結果、40t/10aの収量が得られ、果実品質は土耕栽培と大差なかった。

キーワード：トマト、養液栽培、ベンチ栽培、ポット耕

緒言

岐阜県のトマトの産出額は、平成18年に約72億円で、野菜の中で最も多く、全農産物でも第4位と、地域の主力品目として盛んに栽培されている¹⁾。県西南部の海津地域では、冬春トマト栽培がおこなわれており、生産の大部分は土耕栽培で、養液栽培が一部で導入されている。

土耕栽培は、土壌病害を抑制するために土壌消毒の実施や接木苗の使用が必要であり、また、長期栽培（抑制長段作型）では、つる下げによりトマトの収穫位置が地際になり、収穫作業姿勢が悪くなるなど、生産者にかかる負荷が大きい。収量は、20t/10a程度で伸び悩んでいる。

一方、養液栽培は土耕栽培に比べ栽培のマニュアル化や草勢のコントロールが容易で、高収量が期待できる栽培方法であり、全国的に広まりつつある。しかし、ロックワール栽培等の既存の養液栽培の多くは、導入コストが高く、培地が連続しているため青枯病や根腐萎凋病等の病害が発生すると、培地や培養液を介して病害の拡大を招きやすい。また、ベンチ栽培でないため栽培槽が地

表に近く、土埃等により病原菌が侵入しやすい。そのため、土壌から隔離された栽培方法にもかかわらず、接木苗を使用する生産者が多い。

こうした中、土壌病害に対するリスクが少なく自根苗でも安定して栽培可能で、高収量、省力化を目指したトマトの低コストな養液栽培「独立ポット耕栽培システム」を開発したので、その概要を報告する。

栽培システムの開発

1 栽培ベンチの開発

[目的]

病害の拡大を防ぐために1株毎に独立したポットで栽培し、収穫時の作業姿勢の改善が可能な、低コスト栽培ベンチを開発する。

[栽培ベンチの概要]

栽培ベンチは、直径19mmの丸パイプを用い、幅20cm、高さ50cmに組み合わせる。ベンチ上部の水平直管パイプに20cm間隔で鉢花用トレイを架ける。培地を充填した不

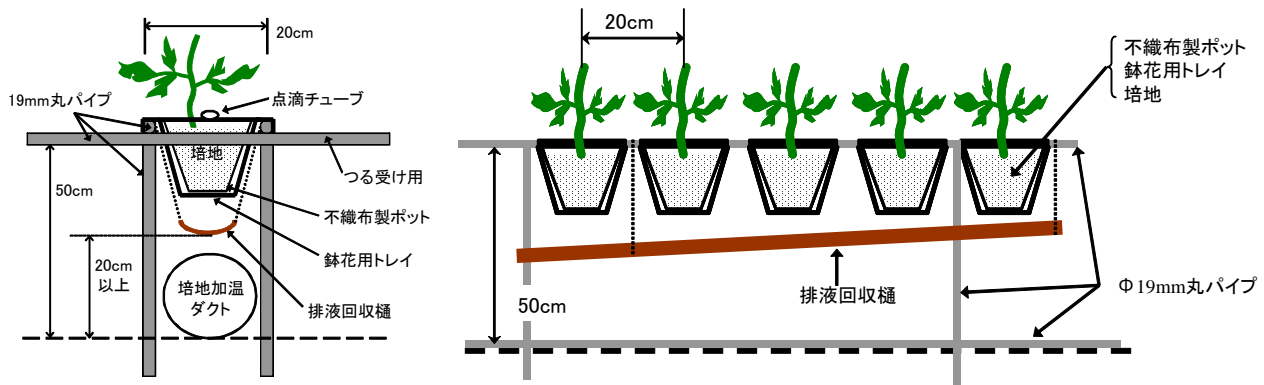


図1 栽培ベンチの構造（左：正面図、右：側面図）

織布製ポットをトレイに入れ、トマトを1株ごとに独立させて栽培する。給液は圧力補正機能のある20cm間隔の点滴チューブを用いて行う。トレイの下に排液回収用の樋を設置する。冬期はベンチ内に温風暖房機のダクトを設置し、培地を加温するため、樋は20cm以上の高さで設置する。ベンチ上部の水平直管パイプに、つる受け用の横直管パイプを取り付ける(図1)。軒の低いハウスではJ字型のフックを取り付け、つる受けとして使用する。この栽培ベンチを6m間口ハウスに1.8m間隔で設置した場合、栽植密度は2,500株/10aとなる(図2)。

使用する不織布製ポットは、防根性を有する必要がある。防根性が無い場合、ポットから根が伸長し、排液回収用の樋に届くと、他の株と排液等により接し独立性がなくなる。不織布以外を使用したポットは、排水が悪いため使用しない。ポリ乳酸を主成分とする生分解性不織布ポットの使用は可能である。

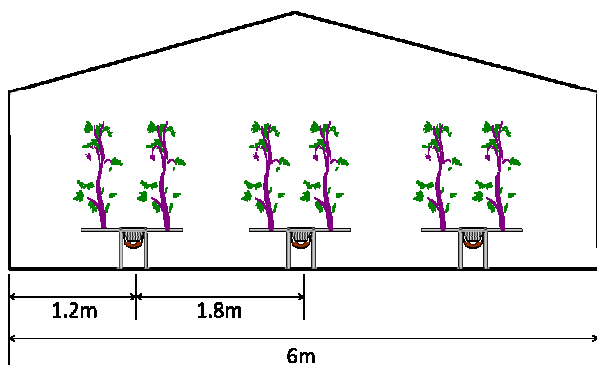


図2 栽培ベンチの設置例

2. システム構築のための培地量等の選定

[目的]

独立ポット耕栽培に適する培地、培養液濃度等を明らかにし、システムの構築に資する。

(試験1 ポット容量の検討)

[材料及び方法]

不織布製の4号ポット(容量710ml)と5号ポット(容量1440ml)を使用する2試験区を設け、収量を比較した。培地は、「まるしん一番」を用い、ポット容量と同程度充填した。品種は「桃太郎J」を用い、播種は平成16年9月27日、定植は平成16年10月14日、平成17年7月8日まで栽培した。晴天時の排液量が10~20%となるように、各々給液回数を制御した。2試験区とも、培養液は山崎トマト処方では生育時期により0.6~1.4dS/mの範囲で管理した。

[結果及び考察]

可販収量は、5号ポットが4号ポットに比べ約13%程

度多く、5号ポットが適すると考えられた。しかし、5号ポットは培地と点滴チューブが接していたため、根が点滴チューブに侵入し、目詰まりを生じた。培地とチューブの間に空間を得るため、ポットに充填する培地量を減らす必要があると考えられた。

表1 ポット容量と収量 (t/10a)

試験区	可販収量			規格外	総収量
	秀優品	その他	計		
4号ポット	17.7	3.7	21.4	1.2	22.6
5号ポット	18.4	5.9	24.3	1.5	25.8

(試験2 培地量の検討)

[材料及び方法]

不織布製5号ポットを使用し、充填する培地量を1000ml(ポット容量の約7割)、1150ml(約8割)、1300ml(約9割)とする3試験区を設け、収量を比較した。培地は「まるしん一番」を、品種は「桃太郎J」を用い、播種は平成17年7月25日、定植は平成17年8月10日、平成18年7月20日まで栽培した。給液回数及び培養液濃度は3試験区とも同じ管理とし、給液回数は1150ml区の晴天時の排液量が10~20%となるように、培養液濃度は0.6~1.5dS/mで制御した。

[結果及び考察]

可販収量は、培地量1150mlと1300mlが同程度で、培地量1000mlが約9%少なかった(表1)。3試験区ともトマトの根が点滴チューブに侵入しなかった。5号ポットに充填する培地量は、1150~1300ml程度が適当と考えられた。また、培地量が1150mlと1300mlで収量に大差ないことから、5号ポットより容量の大きいポットを使用し、培地量を増やすことは、コスト増となり適当でないと考えられた。

表2 培地量と収量 (t/10a)

試験区	可販収量			規格外	総収量
	秀優品	その他	計		
1000ml	24.7	8.7	33.4	0.6	34.0
1150ml	25.6	10.6	36.2	0.5	36.7
1300ml	24.9	11.4	36.3	0.4	36.7

(試験3 培地の種類)

[材料及び方法]

無肥料培土と有肥料培土の比較を平成16年作(以下、比較1)で、無肥料培土2種類の比較を平成18年作(以下、比較2)で、無肥料培土とヤシ殻の比較を平成19年作(以下、比較3)で行った。比較1では、無肥料培土として「まるしん一番」、有肥料培土として「与作」を供試し、播種は平成16年9月27日、定植は平成16年10月14日、平成17年7月8日まで栽培した。「与作」

の含肥料分は、N-150mg/l、P₂O₅-500mg/l、K₂O-150mg/lである。比較2では、無肥料培土「まるしん一番」と「不二スーパー培土」を供試し、播種は平成18年7月19日、定植は平成18年8月3日で、平成19年7月17日まで栽培した。比較3では、無肥料培土として「不二スーパー培土」、ヤシ殻として「ココスティック」を供試し、播種は平成19年7月19日、定植は平成19年8月2日で、平成20年7月18日まで栽培した。全ての比較で品種は「桃太郎J」を用いた。

【結果及び考察】

全ての比較において、比較した2種類の培地で可販収量は大差なく(表3)、独立ポット耕栽培では、市販される園芸配合培土は概ね使用できると考えられた。また、ヤシ殻は、無肥料培土に比べ、同様の培養液管理を行った場合、初期生育が劣る傾向が認められたが、長期的には問題なく、初期の培養液濃度を高めることで初期生育の遅れも解消されると考えられた。有肥料培土については、使用可能であるが、無肥料培土に比べ価格が高いこと、生育初期に含肥料分を考慮する必要があることから、実用性は低いと考えられた。

表3 培地の種類と収量 (t/10a)

試験区	可販収量			規格外	総収量
	秀優品	その他	計		
比較1 まるしん一番	18.4	5.9	24.3	1.5	25.8
	与作	17.2	6.2	23.4	2.0
比較2 まるしん一番	27.7	13.9	41.6	0.6	42.2
	不二スーパー培土	28.7	12.8	41.5	0.8
比較3 不二スーパー培土	28.3	10.7	39.0	1.7	40.7
	ヤシ殻	28.9	11.4	40.3	2.0

(試験4 培養液濃度の検討)

【材料及び方法】

培養液濃度を表4に示す0.6~1.5dS/mで管理する標準区と、標準区の1.3倍の培養液濃度で管理する高濃度区を設け、独立ポット耕栽培に適する培養液管理を検討した。品種は「桃太郎J」を、培地は「まるしん一番」を用い、播種は平成16年9月27日、定植は平成16年10月14日で、平成17年7月8日まで栽培した。

【結果及び考察】

標準区の給液ECは最高で1.4 dS/m程度、高濃度区は最高で1.8 dS/m程度とほぼ試験計画どおりに推移した(図3)。排水ECは、標準区が給液EC1.4 dS/m時に1.0~3.0dS/m程度、高濃度区は給液EC1.8 dS/m時に2.5~5.5 dS/m程度であった。給液濃度を徐々に高めた12月下旬までは、排水ECは試験区間で大差なく、給液ECより低く、推移した(図4)。

可販収量は大差なかったが、月別収量では、2月収量が高濃度区で多く、5~7月収量が標準区で多い傾向があった(図5)。可販果の平均果重は、4月までは大差なかつ

たが、5月以降は高濃度区が小さく推移した(図6)。

生育初期は、高濃度区の収量が大きく、排水ECの低さから標準区では肥料不足が考えられることから、高濃度区の管理が適当であると考えられた。しかし、高濃度区は4月以降に排水ECが3.0dS/m以上で、5月以降、標準区に比べ果実が小さく収量が少なくなることから、肥料ストレスが生じていたと考えられ、標準区の管理が適すると考えられた。

表4 試験4の培養液管理

試験区名	給液EC(dS/m)				
	定植	第1果房 開花	第4果房 開花	4月	5月
標準	0.6	~ 0.8	~ 1.4	~ 1.3	~ 1.2
高濃度	標準区の1.3倍				

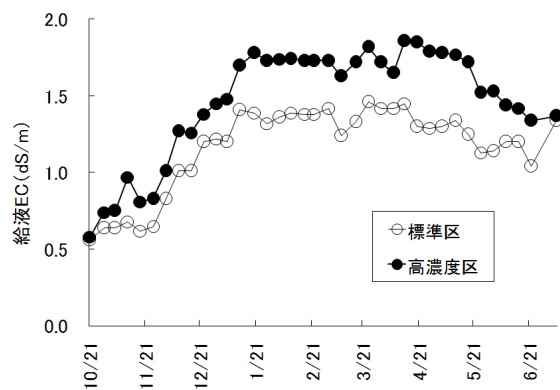


図3 試験4における給液ECの推移

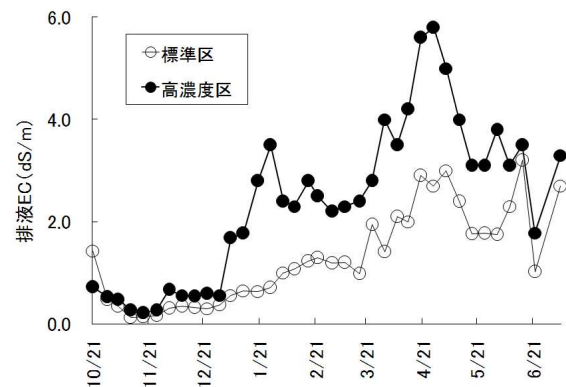


図4 試験4における排水ECの推移

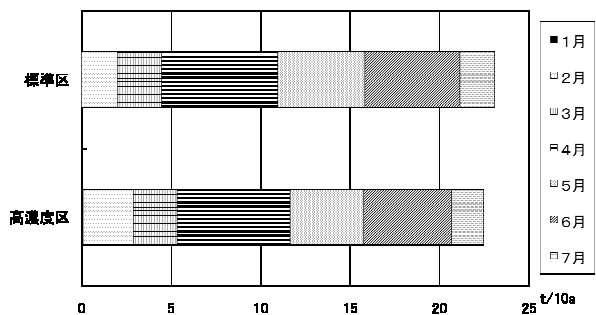


図5 試験4における月別可販収量

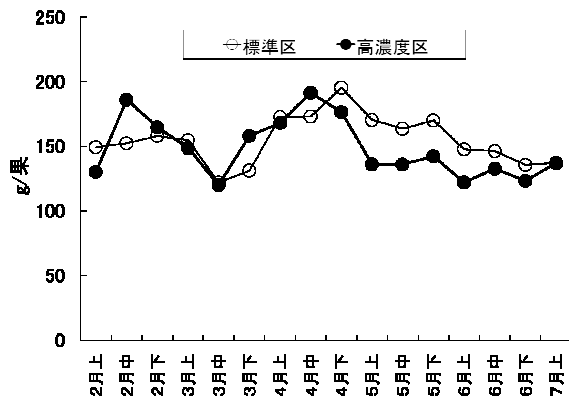


図6 試験4における可販果平均果重の旬別推移

3. 栽培システムの構築

[目的]

栽培ベンチに高収量を可能とする給液管理装置等を組み込んだ独立ポット耕栽培システムを構築する

[栽培システムの概要]

システムは、栽培ベンチ、培養液管理装置、給液制御装置から構成される(図7)。

培養液は2液方式で山崎トマト処方に順じた処方で濃度管理するため、培養液管理装置には、濃縮液タンク2台、培養液タンク1台、希釈倍率が設定可能な液肥混入器2台、携帯用ECメーター等が必要である。

給液制御装置により培養液を栽培ベンチへ供給する。独立ポット耕栽培は、1株あたりの培地量が1.2Lの少量培地耕であるため、少量多回数の給液を行う。そのため、15分間隔で給液できる機能が給液制御装置に必要である。無駄な給液及び培地の過湿を防ぐため、排水を感知し給液を自動に止める機能も必要である。また、少量培地のため、何らかの原因で給液が停止した場合、夏期では半日程度でトマトに障害が生じる。そのため、給液が止まった際に自動で警報する機能、給液ポンプを2台設置し、1台が故障等で作動しなかった場合、予備の1台

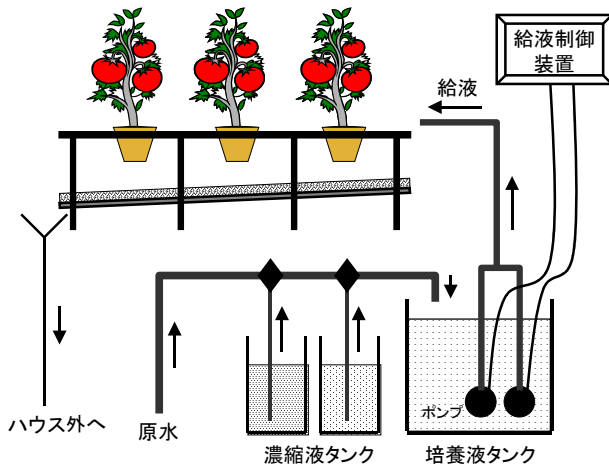


図7 栽培システムの概略

が自動に作動する機能を付与することが望ましい。

排水は、ハウス内湿度が高まらないようにするため、回収しハウス外へ排出する。クレンソウ等の植物に肥料成分を吸収させ、環境負荷を軽減することが必要である。

現在、トマトを土耕栽培している生産者が導入する場合の費用は、10aあたり約225万円(施工費除く)である。給液制御装置は、自動警報機能及び予備ポンプ作動機能を有する場合の費用で、これら機能を含まない場合は24万円程度削減できる。また、ポット及び培地は、1作毎に更新する必要があるため、約20万円/作が必要となる。

表5 10aあたりの導入費用

資材	費用(万円)
栽培ベンチ	86
直管等の資材	30
鉢花用トレイ	7
点滴チューブ等	18
排水回収用樋	36
給液制御装置	12
給液制御盤	23
給液ポンプ等	13
培養液管理装置	23
液肥混入器	13
タンク等	225
合計	

実証試験

[目的]

独立ポット耕栽培システムにおいて、トマトの抑制長段作型における収量性等を明らかにする。

[材料及び方法]

平成17年作から平成19年作まで、農業技術センター(岐阜市)で栽培実証を行った。平成17年作は、平成17年7月25日播種、平成17年8月10日定植で、平成18年7月20日まで栽培した。培養液濃度は0.6~1.5dS/mで制御した。平成18年作は、平成18年7月19日播種、平成18年8月3日定植で、平成19年7月17日まで栽培した。培養液濃度は0.6~1.7dS/mで制御した。平成19年作は、平成19年7月19日播種、平成19年8月2日定植で、平成20年7月18日まで栽培した。3作とも品種は「桃太郎J」を用いた。

ハウス内気温及び培地温、収量を随時調査し、果実糖度及び果実酸度を約1ヶ月間隔で調査した。なお、比較対照として、農業技術センター南濃試験地(海津市)での土耕栽培における平成19年作の調査結果を用いた。土耕栽培は、平成19年7月18日播種、平成19年8月24日定植で、平成20年6月30日まで栽培した。

[結果及び考察]

夏期の培地温は、不織布製ポットの使用により気化潜熱で上昇が抑制され、ハウス内気温が40℃を超える場合でも、培地温は33℃程度を維持できた(図8)。冬期は、栽培ベンチをポリフィルム等で覆い、温風暖房機のダク

トをベンチ下へ配置し、根域を加温する。暖房機1台でハウス内加温と培地加温を併用し、センサーを培地内に設置して15℃の設定とした場合、培地温を15℃、ハウス内気温を11~12℃に維持することが可能であった(図9)。

可販収量は、3作とも40t/10a以上が得られた。土耕栽培に比べ増収し、高い収量性が認められた(図10)。

平成19年作における果実糖度は平均4.8%で、土耕栽培と同等以上の糖度を示した(図11)。果実酸度は0.67%で、果実糖度と同じく土耕栽培と同等以上であった(図12)。この傾向は、平成17年作及び平成18年作も同様で、独立ポット耕栽培は、増収しても土耕栽培と大差ない果実品質を確保できた。

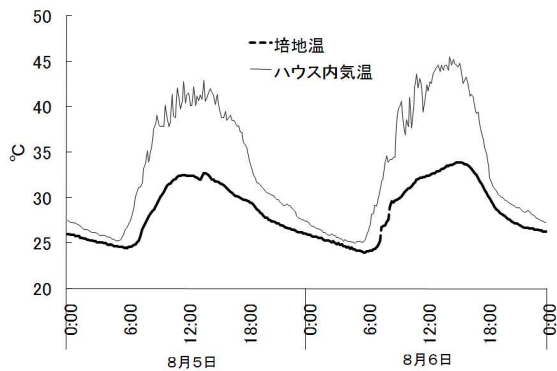


図8 夏のハウス内気温と培地温(平成17年作)

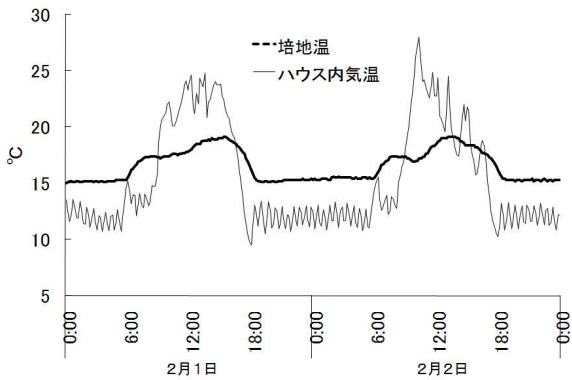


図9 培地加温時のハウス内気温と培地温(平成17年作)

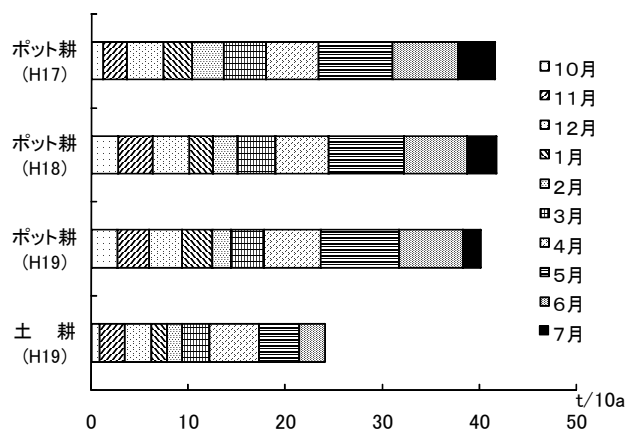


図10 月別可販収量の比較

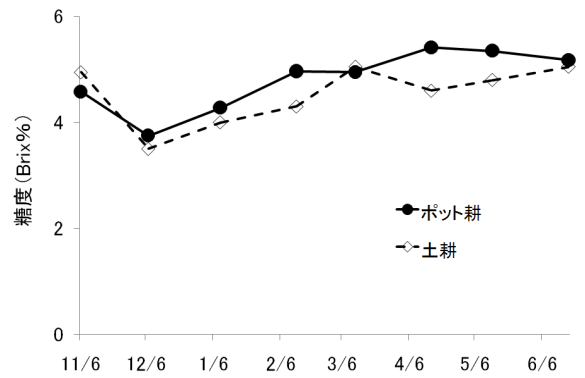


図11 果実糖度の推移(平成19年作)

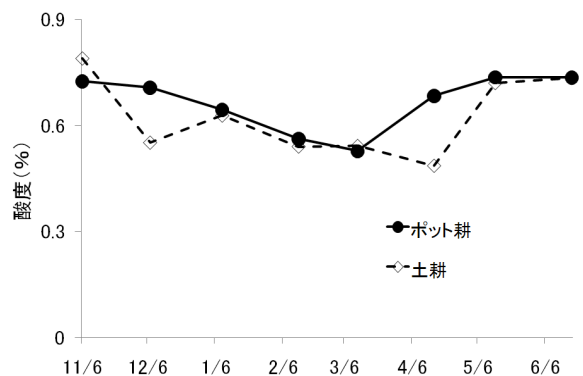


図12 果実酸度の推移(平成19年作)

総合考察

トマトの独立ポット耕栽培システムは、土壌消毒の必要のない養液栽培、イチゴ栽培で開発した病害の拡大を抑制できる「ポット耕」²⁾、作業姿勢を改善できるベンチ栽培を取り入れ、低コストなシステムとすることにより、トマトの安定生産の実現を目的に開発に取り組んだ。収量については、開発当初30t/10aを目標としていたが、実証試験を重ね、1.5a規模の栽培ではあるが安定的に40t/10a以上の収量が得られるシステムであることが確認された。

現在、高収量を実証しているトマト抑制長段作型の栽培体系は次の通りである。7月中下旬に72穴セルトレイに播種し、育苗する。育苗している間に、本圃で培地詰めを行い、十分に給水し、2週間程度育苗した苗を自根のままポットに定植する。主枝1本仕立てで管理し、花房あたり4果を目安に摘果を行う。10月上中旬より収穫が始まり、翌年7月中旬まで収穫が可能である。冬期は、栽培ベンチをポリフィルム等で覆い、温風暖房機のダクトをベンチ下へ配置し、根域を加温する。ハウス内の最低気温が10℃、最低培地温が15℃を維持できるように加温する。7月中旬の栽培終了後は、株を廃棄し、ポット及び培地を鉢花用トレイから

除去することで片づけが完了する。給液管理は、表6に示すマニュアルに従い、生育時期に合わせ、給液回数は4～40回、給液濃度は0.6～1.6dS/mの範囲で変更する。

表6 抑制長段作型における給液マニュアル

時期	生育状況	設定EC (dS/m)	給液回数 (回/日)	晴天時の給液量の日安(ml/株)
8月上旬	定植直後	0.6	4	400
8月中旬	定植10日後	0.8	4	500
8月下旬	定植15日後	0.8	7	1000
9月上旬	第1果房開花	1.0	11	1300
9月下旬	第2果房開花	1.2	16	1500
10月上旬	第4果房開花	1.4	20	1600
10月下旬	第1果房収穫	1.4	18	1300
11月上旬		1.5	16	1000
12月上旬		1.6	14	800
2月上旬		1.5	16	1000
2月下旬		1.3	18	1300
3月上旬		1.3	22	1600
3月下旬		1.3	26	1700
4月中旬		1.2	31	1800
5月上旬		1.2	35	2000
6月上旬	摘芯	1.0	40	1800
7月上旬		0.9	40	1500

高収量が得られる要因としては、ひとつに、栽植密度が2,500株/10aで、土耕栽培の栽植密度2,000株/10aに比べ1.25倍であることがあげられる。これは、独立ポット耕栽培が、根域を制限した少量培地耕であるため、生育のコントロールが容易で、草姿がコンパクトになりやすいため可能な栽植密度であり、土耕栽培で2,500株/10aの栽植密度とした場合、増収効果はみられない。

またひとつに、独立ポット耕栽培は養液栽培であり、土壌消毒が不要であるため、7月中旬まで栽培が可能で、7月収穫分の約3～4t/10a程度が土耕栽培に比べ増収する。また、少量多回数の給液は、根面境界層の形成を抑制し、植物が積極的に養水分を吸収する報告^{3) 4)}があり、1日40回となる給液回数も高収量の要因と考えられる。

その他の要因として、培地加温等により冬期の草勢維持が可能で、また、葉先枯れが少なく、培地が少量で保水量が少ないために、低温時や雨天時の葉からの溢液が少なく、灰色かび病の発生が少ない傾向があること、また、土耕栽培に比べ着果が安定していることがあげられる。

省力効果としては、ベンチ栽培による作業姿勢の改善、自根苗の使用による接木作業の削減、若苗定植による育苗時間の短縮がある。また、直播栽培も可能で、この場合、前作の収穫を7月上旬までに短縮して終える必要があるが、育苗及び定植作業を全て省くことができる。

栽培における留意点としては、給液管理を綿密に行うことである。表6に示すマニュアルを基準とし、晴天時の排液率が10～20%となる程度に加減するが、8～10月はトマトの生長に伴い、急速に吸水量が増加する時期で、

残暑が厳しい等の状況により、設定の給液回数では給液不足となり萎れが生じ、尻腐果が多発することがある。

また、2～3月は日射が徐々に強くなることにより萎れが生じ易い。通常、萎れ程度は軽く、2～3週間程度で回復する。尻腐果が一部で発生することがあるが、遮光する必要はない。遮光した場合、萎れは解消するが、その後の生育及び果実肥大が悪くなる傾向がある。萎れ程度が重い場合は遮光し、萎れの解消程度を確認しながら、遮光程度を徐々に軽くする。この場合、その後の高収量は期待できない。萎れが重くなる原因は、11～1月の培地の過湿による根量不足及び根腐れが生じていることであり、この時期の排液率が30%を超えない管理が重要である。

引用文献

- 1) 農林水産統計 平成18年農業産出額(2007). 東海農政局統計部.
- 2) 越川兼行, 安田雅晴(2008) 不織布製ポットを利用したイチゴのポット耕栽培の開発. 岐阜農技セ研報. 8, 1-5
- 3) 岩崎泰永(2006) 根面境界層を意識した灌水施肥管理. ハイドロポニクス. 20, 16-18
- 4) 岡 准慈, 三好 規, 山口国夫(2006) 不織布製ポットを用いたキュウリの隔離床栽培における施肥・灌水管理. 園学雑. 75 別1, 380.

ABSTRACT

We developed a hydroponics system 'Isolated-pot Culture' in tomato.

This system is the pot culture keeping a root zone of tomato plant away from other one with small volume medium and bench culture, expecting the control of invasion and dissemination by soil-borne diseases, and the improvement of working postures.

As a result of having cultivated tomato plants in a greenhouse(1.5a) using this system, the yield was 40 ton 10a⁻¹ and the fruit quality was not significantly different from

KEYWORDS

Tomato, Hydroponics, Bench culture, Pot culture