

シソの袋培地栽培における施肥、灌水方法の検討

加藤政司*・菅沼健二**・三浦広夫*

摘要：連作障害の回避ができ、かつ、高品質なシソを安定的に生産するため、袋培地栽培について検討した。

- 1．培養液の組成は、シソの養分吸収特性から、園試処方と比較してカリウムとカルシウムの比率を低くし、窒素形態としてはアンモニア態窒素の比率を高めた処方が適していた。
- 2．窒素を指標とした日施用法により、定植から草丈20cmまでは12mg/株、収穫開始期までは20mg/株、それ以降は40mg/株を基準とする。
- 3．リアルタイム診断として、土壌溶液中の電気伝導度を目安とし、収穫期では3mS/cmを目標に、5mS/cmを超えないよう施肥量を調整する。
- 4．土壌水分による灌水制御は、体積水分率25% (pF1.5から1.6相当) を灌水開始点とし、定植から収穫開始期までは1回の灌水量を0.05L/株、以降は0.1L/株とする。

キーワード：シソ、袋培地栽培、培養液組成、日施用法、灌水制御

Examination of Fertilization and Irrigation Methods for Polyethylene Bag Cultivation at Perilla

KATO Masashi, SUGANUMA Kenji and MIURA Hiroo

Abstract: We examined polyethylene bag cultivation at perilla because of preventing from soil sickness by continuous cropping and stability producing of high quality perilla.

1. Nutrient solution calculated from nutrient uptake at perilla that composed to be lower potassium and calcium and higher ammonium nitrogen than Enshi formula nutrient solution was suitable.
2. Daily nutrient addition based on nitrogen was suitable to 12mg/plant from planting time to plant height 20cm time, 20mg/plant from plant height 20cm time to start of harvesting and 40mg/plant afterward to start of harvesting.
3. Real-time diagnostic criterion while harvesting was thought that electric conductivity (EC) of soil solution was about 3mS/cm. If EC is about to over 5mS/cm that application rate is controlled.
4. Dripping control for soil moisture was thought that soil moisture rate 25% (v/v) (be correspond to potential of free energy (pF) 1.5 to 1.6) was started to irrigate 0.05L/plant from planting time to start of harvesting, 0.1L/plant afterward start of harvesting.

Key Words: Perilla , Polyethylene bag cultivation, Nutrient solution composition,
Daily nutrient addition, Dripping control

緒言

愛知県における平成18年度のシソ生産は、出荷量3463 t、産出額は81億円であり、全国の産出額の59.1%を占める主要な特産物である¹⁾。シソは主に温室内にて年2作体型で作付けられ、同一施設内でローテーションを組んで周年栽培されている。しかし、近年、連作による有機物の過剰な蓄積により土壌化学性のバランスが崩れたり²⁾、土壌病害虫等の被害が多くなっている。

金子ら³⁾は、トマトにおいて袋培地栽培システムを開発し、その栽培マニュアルを作成している⁴⁾。袋培地栽培は、ポリエチレン製袋に専用の培養土が30L充填されたもの(以下、袋培地)をそのまま栽培床とする隔離栽培である。袋培地栽培の導入効果としては、導入コストが従来の隔離栽培より安価である、培地の設置、交換が容易にできる、隔離栽培であるため連作障害の回避が可能、特に、袋培地と地面との接点にセンチュウ類を通過させない資材を設置することで防除が容易である⁵⁾、土壌水分センサを用いた少量高頻度な灌水制御により、安定した収量で、かつ、高品質な農産物を生産できる、などが挙げられる。

そこで、本研究は、シソにおいて、袋培地栽培の利点を生かして、連作障害を回避し、安定した収量、品質を得ることを目的として、特に、窒素を指標とした肥料の日施用法(以下、日施用法)及び土壌水分を指標とした灌水制御について検討したので報告する。

材料及び方法

本研究は東三河農業研究所内の温室にて行った。栽培システムはトマト袋培地栽培^{3,4)}に準じた。すなわち、袋培地は、ポリエチレン製袋(内寸:長辺66cm×短辺48cm)に、土、バーク堆肥を主体とした混合堆肥、ピートモス、パーライト及びパーミキュライトを5:9:8:2:2の割合で混合した培養土を30L充填したFT1号(三河ミクロン(株))を用いた。袋培地は袋間の間隔がない状態に敷き詰め、畝間は150cmとした。植え穴は、袋培地の上面に株間20cm×条間20cmの2条(1袋当たり6株)となるように、直径6から8cmの穴を切り抜いた。排水は、地面と袋培地の底部の接点4か所に排水孔を開けて行った。灌水は土壌水分に応じて自動灌水ができる制

御器を用い、設定した土壌水分値を下回った時に灌水し、その後約25分間は灌水を休止する設定とした。土壌水分センサは、テンシオメータとECH₂O EC-5(DECAGON)の2種類を用いた。予備試験として、ECH₂O EC-5による体積水分率とテンシオメータによるpF値の関係を調査した結果、25%のときpF1.5から1.6に相当した(データ省略)。なお、センサは袋培地内の中央部、深さ10cmの位置に設置した。施肥は灌水と別の制御システムを用い、給液する時間帯と給液時間を設定できる制御器を用いた。施肥・灌水はポリエチレンパイプ上に2L/hの圧力補正付きボタンドリッパーを40cm間隔に取り付け、それを4分岐させた後に、アロータイプの点滴ノズルにて1株ごとに滴下できるようにした。なお、供試品種は‘丸葉青しそ大高’(株)松永種苗)を用いた。

1 培養液組成の検討

(1) 試験区の構成

対照は、園試処方⁶⁾を参考に、硝酸カリウム(KNO₃)、硝酸カルシウム(Ca(NO₃)₂・4H₂O)、第1リン酸アンモニウム(NH₄H₂PO₄)及び硫酸マグネシウム(MgSO₄・7H₂O)を用いて表1のとおり配合した。シソの養分吸収量は窒素:リン酸:カリウム:カルシウム:マグネシウム=33.0:13.4:27.6:26.0:9.1kg/10aであり⁷⁾、また、施肥における窒素形態は、アンモニア態窒素(NH₄-N)を多く含むと収量、品質が向上すると報告されている⁸⁾。したがって、シソ処方としては、園試処方に用いた4種の肥料に硝酸アンモニウム(NH₄NO₃)を加えて、カリウム及びカルシウムの割合を低くし、窒素形態としてNH₄-Nを増加させた処方とした(表1、2)。なお、両区とも微量要素として鉄、ホウ素、マンガン、亜鉛、銅、モリブデンを園試処方に準じて添加した。窒素を指標とした1日の施用量(以下、日施用量)は、両区とも、液肥0.05L当たり23mgとなるように希釈したものを、シソの生育段階に応じて液肥量の増減で調整し、毎日早朝と正午の2回に分けて施用した。時期別の窒素施用量は図1のとおりとした。ただし、園試処方では土壌溶液中の電気伝導度(EC)が高まったため、7月5日以降、液肥を停止して灌水のみとした。試験規模は1区18株1反復で行った。

(2) 耕種概要

播種は、2006年2月10日に72穴セル成型トレイに行い、育苗温室にて育苗した。定植は、3月22日に内径40mmで

表1 シソ袋培地栽培における培養液組成の検討に用いた肥料組み合わせ(単位:g/1000L)

区分	KNO ₃	Ca(NO ₃) ₂ ・4H ₂ O	MgSO ₄ ・7H ₂ O	NH ₄ H ₂ PO ₄	NH ₄ NO ₃
シソ処方	810	1100	425	225	208
園試処方	810	950	500	155	-

表2 シソ袋培地栽培における培養液組成の検討に用いた処方の成分比

区分	N	(うち NH ₄ -N)	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
シソ処方	1.00	0.19	0.41	1.15	0.78	0.21
園試処方	1.00	0.08	0.40	1.64	0.96	0.35

注)窒素を1としたときの酸化物比

高さ約5cmに切断した塩ビパイプ内に苗を挿入して、植え穴上に設置した。灌水は土壌水分計測用テンシオメータによるpF値を指標とした自動灌水とし、早朝の液肥施用後から日の入り時までの間で、pF1.6以上となったときに0.05L/株を灌水した。仕立て方法は放任とし、収穫は5月2日から8月11日まで行った。

(3) 調査方法

各区9株について草丈、収穫葉数及び葉重を適時調査した。収穫葉のうち、葉色はLeaf color chart No.3(全国農業協同組合連合会)にて指数1から8の間を0.5単位刻みで調査した(数字が高いほど葉色が濃いことを示す)。また、障害発生の有無を観察調査した。深さ10cmに埋設した採水管にて採取した土壌溶液について、ECは伝導率計Twin Cond B173(株)堀場製作所)を用い、硝酸イオン(NO_3^-)、カリウムイオン(K^+)及びカルシウムイオン(Ca^{2+})濃度は小型反射式光度計RQFlex(MERCK)にて測定した。

2 生育段階に応じた日施用量の検討

日施用法について、2006年及び2007年の2作で検討した。

(1) 試験区の設定

2006年作では、定植以降、草丈15、20、50及び100cm時に日施用量を増減させ、最多の日施用量を30、50及び70mg/株の3水準とした(図4)。試験規模は1区18株1反復で行った。

2007年作では、2006年作の結果から、最多の日施用量を30、40及び50mg/株で詳細に検討した。定植から草丈20cm、収穫開始期及び草丈100cmの段階で施肥量を増減させた(図8)。試験規模は1区24株1反復で行った。

両作型とも、培養液は試験1のシソ処方を用い、施肥方法は試験1と同様に行った。

(2) 耕種概要

2006年作については、試験1と同様に行った。

2007年作について、播種は、2007年6月25日に128穴セル成型トレイに行い、育苗温室にて育苗した。定植は7月24日に行い、袋培地に直接植え込んだ。灌水はEC H_2O EC-5による体積水分率を指標とした自動灌水とし、早朝の施肥後から日の入りまでの間で、土壌水分が24%以下となったときに0.05L/株を灌水した。仕立て方法は放任とし、収穫は8月31日から11月6日まで行った。

(3) 調査方法

草丈、収穫葉数及び葉重は適時調査した。収穫葉については試験1と同様に葉色及び障害発生の有無を調査した。土壌溶液の採取方法、測定器具は試験1と同様とし、そのEC及び NO_3^- 濃度を測定した。

3 土壌水分及び1回当たり灌水量の検討

安定した品質のシソを収穫するため、灌水を開始する土壌水分及び1回当たりの灌水量を検討した。

(1) 試験区の設定

灌水を開始する土壌水分(体積水分率)としては、低水分区(20%)、中水分区(25%)及び高水分区(30%)

の3水準を設けた。さらに、1回当たりの灌水量を0.1L/株とする多灌水区を設けた。低水分区、中水分区及び高水分区については、ECH₂O EC-5にて土壌水分を測定し、早朝の液肥施用後から日の入りまでの間で、設定した土壌水分を下回ったときに0.05L/株を灌水した。多灌水区については土壌水分25%以下となったときに灌水した。試験規模は1区72株1反復で行った。

(2) 耕種概要

播種は、2008年4月24日に128穴セル成型トレイに行い、育苗温室にて育苗した。定植は、5月26日に内径30mmで高さ約5cmに切断した塩ビパイプ内に苗を挿入して、袋培地の植え穴上に設置した。培養液は試験1のシソ処方を用い、施肥量は定植から草丈20cm期、収穫開始期に順次増量し、日施用量を最多で40mg/株とした(図12)。仕立て方法は放任とし、収穫は6月30日から9月9日まで行った。

(3) 調査方法

給水量を把握するため、流量計を設置して液肥と自動灌水の総量を測定した。さらに、液肥の施用を除いた灌水の回数を把握するため、電磁弁の開閉回数をトータルカウンターで測定した。草丈、収穫葉数及び葉重は、1区のうち1か所12株の2か所、計24株について適時調査した。収穫葉については試験1と同様にして葉色及び障害発生の有無を調査した。さらに、収穫葉の単位面積当たり重量を測定するため、8月1日に各区50葉を用いて、主葉脈を通らない2か所を内径11mmのパイプにて切り抜き、その重量を測定した。土壌溶液については試験1と同様にして採取し、ECを測定した。

試験結果

1 培養液組成の検討

異なる培養液組成において、窒素を指標として施肥を行った場合の土壌溶液中EC、 NO_3^- 、 K^+ 及び Ca^{2+} 濃度推移を図1に示した。いずれの数値も5月9日時点から園試処方がシソ処方を大幅に上回った。園試処方では、ECが高まったため、7月5日以降液肥の供給を行わなかったが、それ以降は K^+ を除き減少傾向となった。このときの土壌溶液中ECと NO_3^- 濃度の相関を図2に示した。園試処方において、ECが10mS/cmを超えたときに NO_3^- 濃度の変動がやや大きかったが、特に、シソ処方では両者の間で相関は高かった。シソの生育に対する影響は、草丈では、園試処方の液肥供給を止めた7月5日までは両区ともほぼ同等に推移した(データ省略)。収量は、両区での収穫葉数、重量ともほぼ同等であった(データ省略)。収穫葉の葉色は、特に収穫開始時は園試処方で淡くなったのに対し、シソ処方は収穫期間を通じて濃く推移した。また、園試処方では6月27日以降、葉先が枯れあがる症状が見られた。シソ処方においても7月16日以降に同様の症状が現れた(図3)。

2 生育段階に応じた日施用量の検討

2006年作において、異なる日施用量による土壌溶液

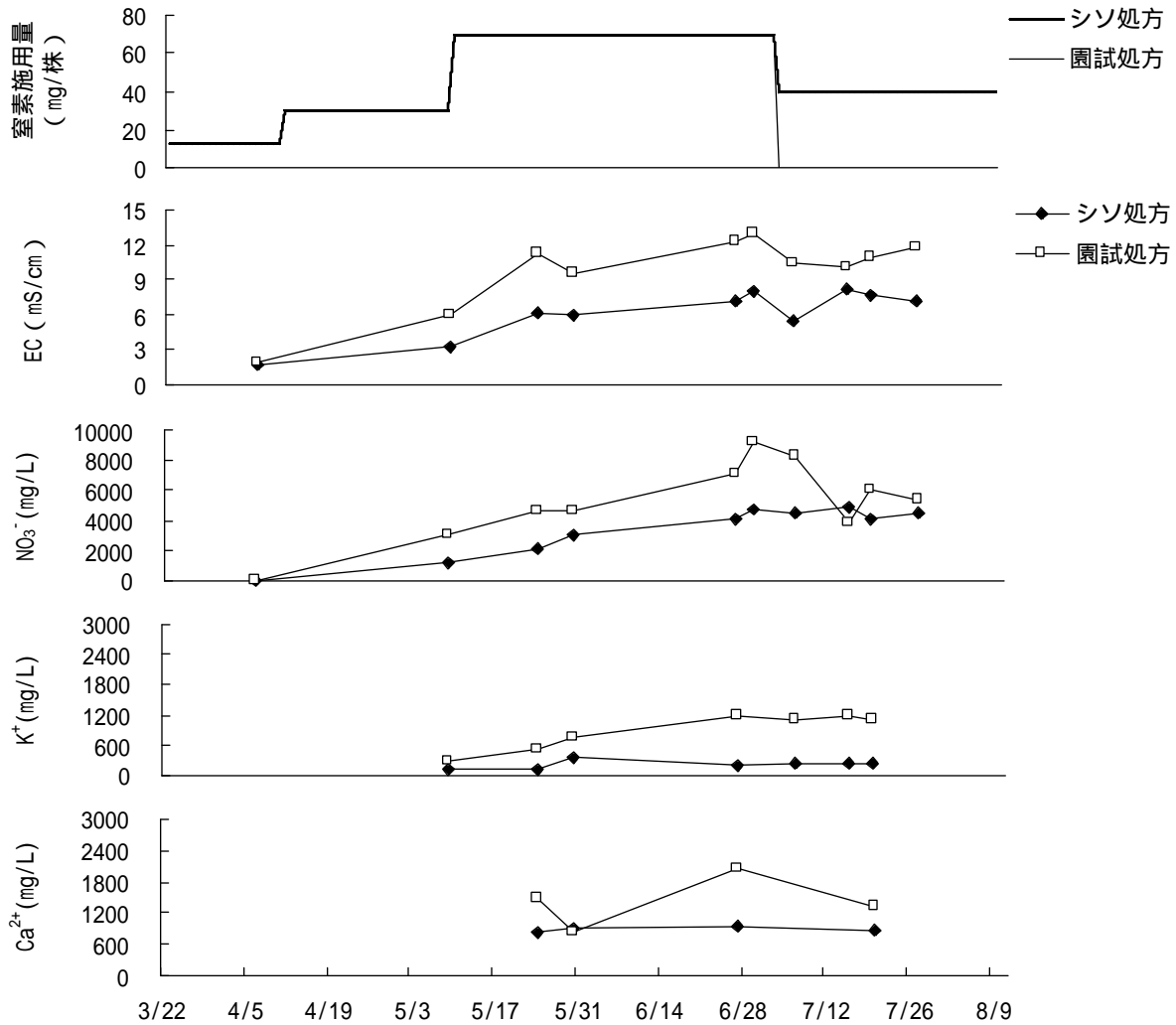


図1 シソ袋培地栽培における異なる培養液組成での窒素施用量並びに土壌溶液中EC、硝酸イオン、カリウムイオン及びカルシウムイオン濃度の推移

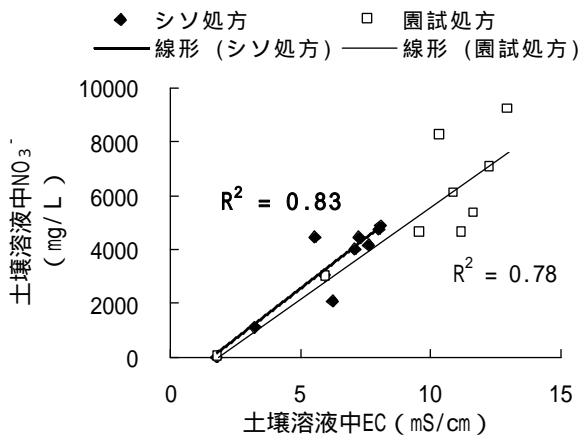


図2 シソ袋培地栽培における異なる培養液組成での土壌溶液中ECと硝酸イオン濃度の関係

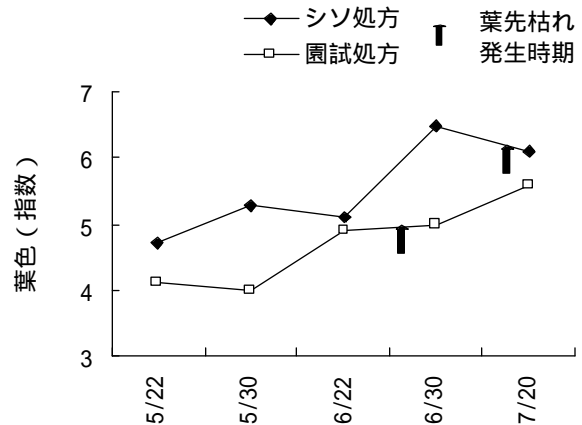


図3 シソ袋培地栽培における異なる培養液組成での葉色並びに障害発生時期

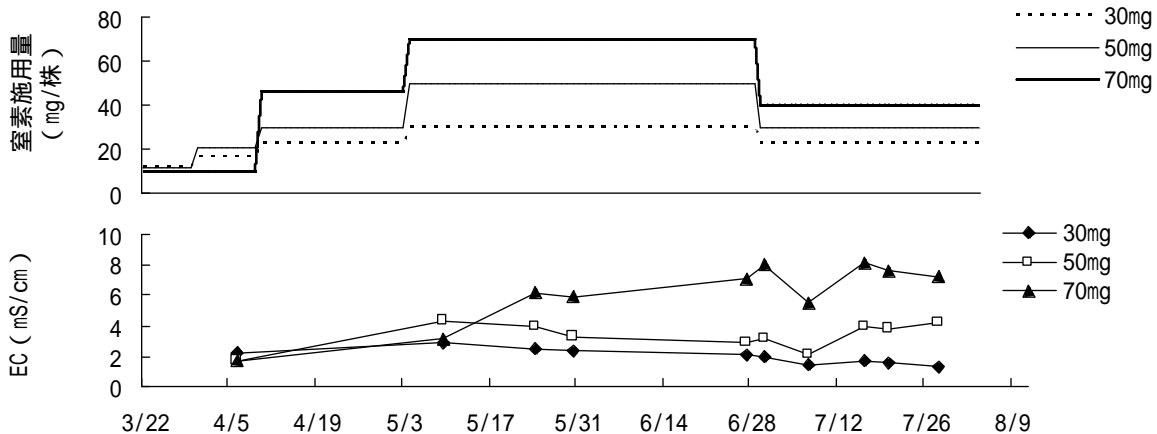


図4 シソ袋培地栽培における異なる窒素施用量での土壌溶液中ECの推移(2006年)

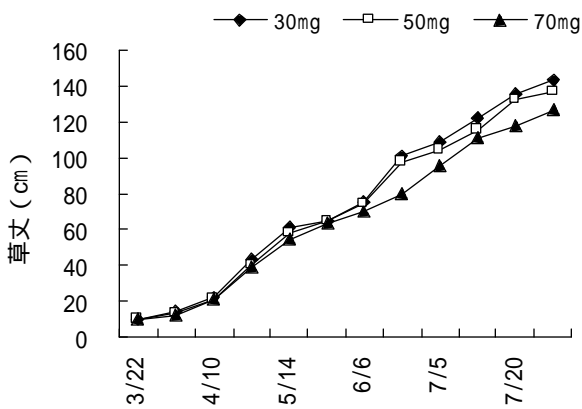


図5 シソ袋培地栽培における異なる窒素施用量での草丈の推移(2006年)

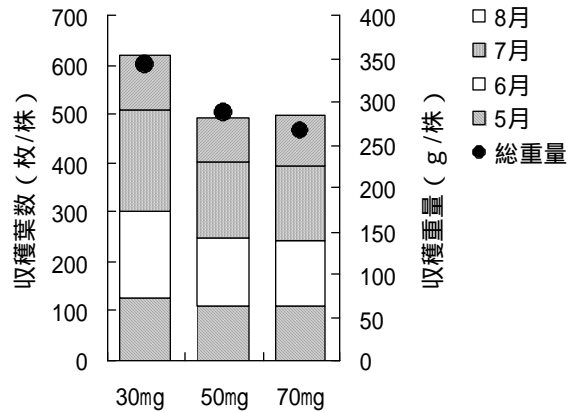


図6 シソ袋培地栽培における異なる窒素施用量が収量に及ぼす影響(2006年)

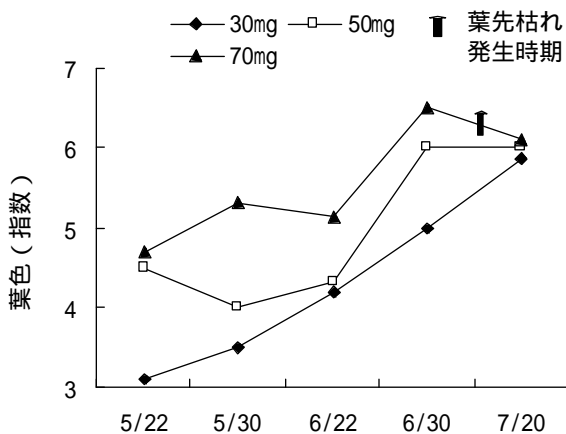


図7 シソ袋培地栽培における異なる窒素施用量での葉色及び障害発生時期(2006年)

中ECについては、30mg区で期間を通じて2mS/cmであり、5月中旬以降はやや低下傾向であった。50mg区では期間

を通じて3から4mS/cmと安定していた。70mg区では5月中旬以降上昇傾向となり、最大で8.1mS/cmに達した(図4)。草丈については、30mg区と50mg区はほぼ同等に推移したが、70mg区では他の2区と比較して6月以降低めに推移した(図5)。収量は葉数、重量ともに30mg区で最も多く、重量では日施用量が多くなるにつれ軽くなる傾向であった(図6)。葉色では、日施用量に応じて濃くなる傾向であったが、30mg区は6月中まで極端に淡かった。70mg区では7月中旬以降に葉先が枯れあがる症状が見られたが、他の2区では障害は確認できなかった(図7)。

2007年作において、異なる日施用量による土壌溶液中のECについては、いずれの区も日施用量の増加に伴い、9月上旬までに3から4mS/cmとなった。以降は、30mg区と40mg区は低下傾向となったが、50mg区では上昇傾向となり、最大で5.3mS/cmとなった(図8)。草丈では、9月上旬では、50mg区が他の2区と比較して高くなったが、調査終了時では逆に他の2区より低くなった(図9)。収量は葉数、重量とも40mg区が他の2区より多く、特に、

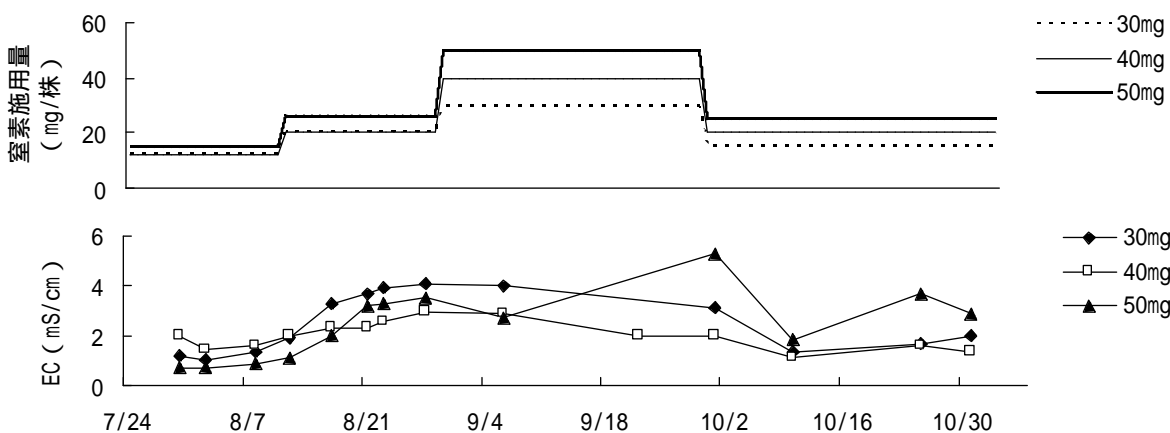


図8 シソ袋培地栽培における異なる窒素施用量での土壌溶液中ECの推移 (2007年)

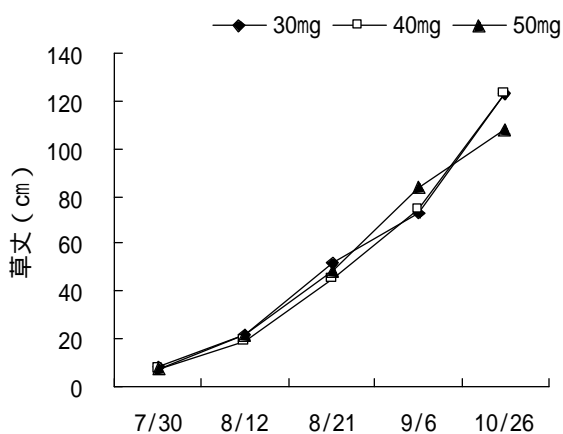


図9 シソ袋培地栽培における異なる窒素施用量での草丈の推移 (2007年)

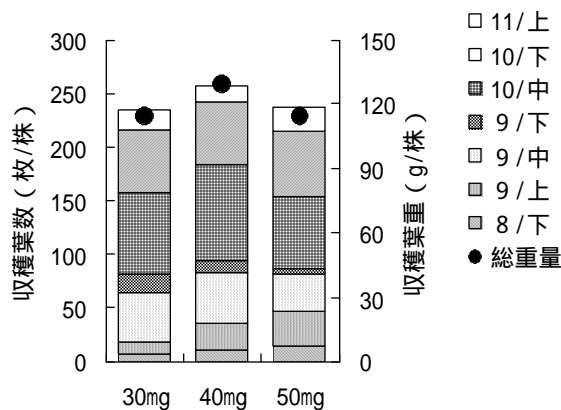


図10 シソ袋培地栽培における異なる窒素施用量が収量に及ぼす影響 (2007年)

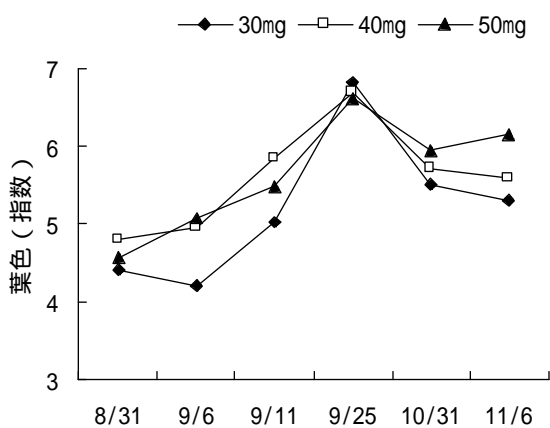


図11 シソ袋培地栽培における異なる窒素施用量での葉色 (2007年)

30mg区では9月上旬までの収穫初期収量が、50mg区では9月中旬から10月中旬までの収穫中期収量が40mg区より少なかった(図10)。30mg区では収穫初期に葉色が淡く、9月下旬では、いずれの区も同等に極端に濃くなったが、

以降は6未満に落ち着いた(図11)。

3 土壌水分及び1回当たり灌水量の検討

異なる土壌水分及び1回の灌水量における土壌溶液中ECの推移について、中水分区及び多灌水区では、収穫期間中概ね2から3mS/cmで推移したが、低水分区では7月頃から他の3区より高まり、最大で6.8mS/cmまで上昇した(図12)。そのときの液肥と灌水量の総計については、高水分区と多灌水区では31L/株程度とほぼ同等の給液量であったが、低水分区では27L/株、中水分区では25L/株と少なくなった。収量は給液量と同様に高水分区と多灌水区で多くなり、続いて低水分区、中水分区の順に少なくなった(図13)。特に中水分区、低水分区では8月以降の収量が他の2区より少なかった。葉の厚さを調査するため、単位面積当たりの葉重を測定した結果、多灌水区で12.0mg/cm²と他の3区より重く、高水分区と中水分区では10.3から10.4mg/cm²と軽かった(表3)。葉色は収穫初期で高水分区と多灌水区でやや淡くなったが、収穫中期以降はいずれの区でも大きな差はなかった(データ省略)。

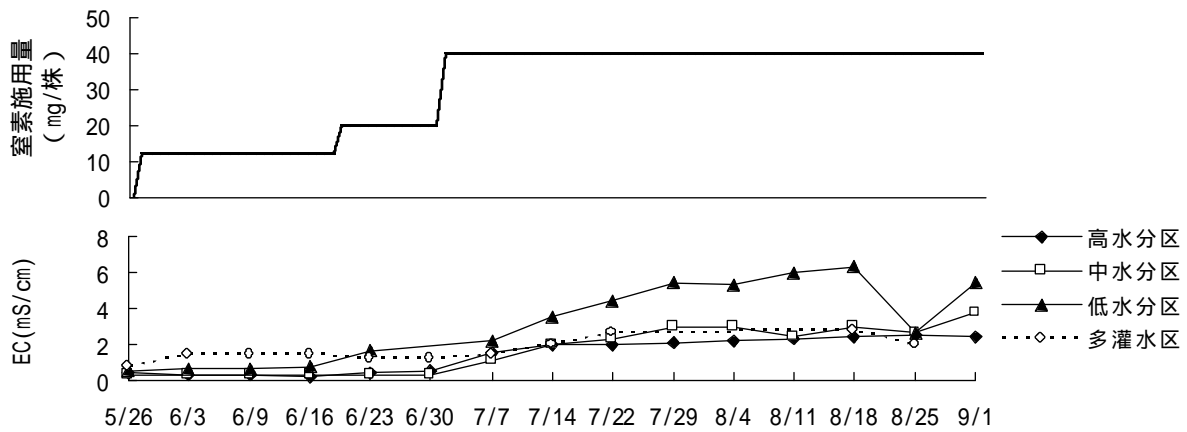


図12 シソ袋培地栽培における異なる土壤水分及び灌水量での窒素施肥量及び土壤溶液中ECの推移

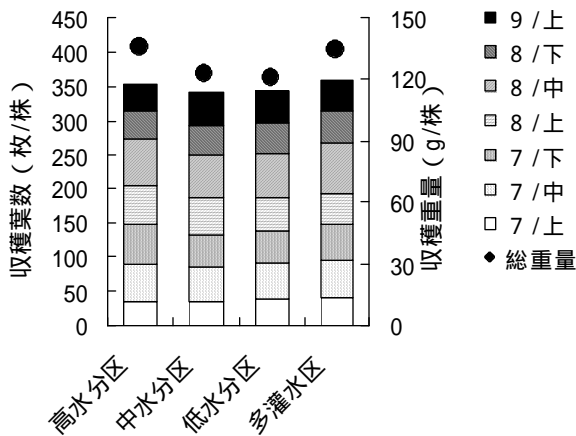


図13 シソ袋培地栽培における異なる土壤水分及び1回当たり灌水量が収量に及ぼす影響

表3 シソ袋培地栽培における異なる土壤水分及び1回当たり灌水量が単位面積当たり葉重に及ぼす影響

区分	単位面積当たり 葉重
	mg/cm ²
高水分区	10.4
中水分区	10.2
低水分区	11.1
多灌水区	12.0

考 察

本研究では、シソ栽培において連作障害を回避でき、日施用法並びに少量高頻度灌水方式により安定した生産を図るため、袋培地栽培について技術の組み立てを行った。

トマト袋培地栽培^{3,4)}では、基本的に生育段階に応じた1日に必要な養分を毎朝1回で施用する方法を採用している。これは、長期的に天候が崩れる場合に施肥量を調節でき、安定的な生産を可能にするためである。また、養液栽培では給液濃度を変化させることにより管理する濃度管理法が一般的であるが、トマトでは施肥の量的管理法により、収量、品質を維持しつつ施肥量を削減させることができると報告されている^{9,10)}。今回、シソの袋培地栽培を確立する上で、量的管理法について窒素を指標として検討した。シソの養分吸収量は窒素：リン酸：カリウム：カルシウム：マグネシウム=33.0：13.4：27.6：26.0：9.1kg/10aであり⁷⁾、また、施肥における窒素形態としてはNH₄-Nを多く含むと収量、品質ともに向上すると報告されている⁸⁾。これらの報告を元に、養分吸収量の比率に近く、NH₄-Nの含量を増やした培養液の処方を検討した。その結果、圃試処方と比較して、土壤溶液中のNO₃⁻、K⁺及びCa²⁺が低く抑えられ、葉色が濃くなり、葉先の枯れあがりが少ない高品質なシソ生産が可能であることが明らかとなった。葉色については、NH₄-N含量の多い培養液で栽培したときほど濃くなるとの報告と一致している⁸⁾。また、葉先の枯れあがり、葉中カリウム濃度が4%以下で発生しやすいと報告されている¹¹⁾。今回の研究では、圃試処方の方がカリウムを多量に施用しているにも係わらず、早期に葉先の枯れあがり確認されている。このときの土壤溶液中K⁺は高濃度であるが、NO₃⁻、Ca²⁺も高濃度となっている。その結果として拮抗作用でK⁺が吸収されにくくなったものと考えられた。したがって、今回検討したシソ処方は、より袋培地栽培に適した組成であると考えられた。また、土壤溶液中の成分が低く抑えられていることは、過剰な肥料を施用していないと考えられ、環境に優しい生産が可能であると考えられた。生育段階に応じた日施用法は、収穫期の日施用量が50mg/株以上では、草丈の伸長が抑制され、収量の低下及び葉先が枯れあがる障害による品質低下を招きやすいことが明らかとなった。逆に30mg/株では、特に収穫初期の葉色が淡くなり、品質低下を招くことが

明らかとなった。以上の結果から、最適な日施用法としては、定植から草丈20cmまで12mg/株、草丈20cmから収穫開始期まで20mg/株、以降40mg/株とすることが適当であると考えられた。なお、シソ栽培は施設内で栽培が終了し次第、次作を定植するといったローテーションを組んで周年的に栽培されている。今回の試験はいずれも春から夏に定植する作型で検討したが、秋から冬に定植する作型についても、今回の結果と同様の管理で栽培できることを確認している。

実際の日施用法による管理では、その増減の判断材料としてリアルタイムな診断が必要である。今回の試験では、土壤溶液中の養分を簡易に分析する手法として、持ち運びの可能な伝導率計及び小型反射式光度計を利用した。窒素を指標とした日施用法としたため、特に土壤溶液中NO₃⁻とECの関係に焦点を当てた場合、培養液の組成に係わらず、両者に正の相関があることが確認された。また、日施用量とECの変動を比較すると、施用量を変化させた後に比較的早い段階で運動してECが変動している。そのため、リアルタイムな診断基準として土壤溶液中ECの測定は十分活用できるものと判断した。土壤溶液中のECと収量、葉色及び収穫葉での障害発生時期を比較した場合、収穫期間中の最適な濃度は3mS/cm程度であると考えられ、5mS/cmを超えると収量の低下や葉の光沢の消失及び障害の発生による品質低下を助長することが明らかとなった。これらの条件に至った場合は、日施用量を調節して、適正範囲内に修正する必要があると考えられた。また、今回の試験で用いた伝導率計は、持ち運びが可能な上、土壤溶液を採取後、数滴センサ上に滴下するだけで測定可能であるため、実際の生産現場でも簡易に分析できると考えられた。

土壤水分センサを利用した自動灌水制御については、温室メロン¹²⁾、トマト^{5,13)}、イチゴ¹⁴⁾で実績がある。土壤水分に応じて自動灌水が可能であるため、灌水に係る労力削減が図られる。また、1日当たりの灌水量とその日の日射量とは相関があると報告されており¹²⁾、天候の変化による影響を受けにくく、安定した栽培が可能である。今回の試験では、シソにおける灌水開始点の判断及び1回に灌水する量を検討した。土壤水分、もしくは、1回の灌水量を多くすれば栽培期間を通じた総給液量は多くなることが明確となった。そして、同一の施肥量であっても給液量が多くなれば収量性が高まる傾向であった。しかし、栽培期間を通じて土壤水分を高めた場合、収穫葉数は増加するが、葉肉が薄くなり、また、葉色が薄くなるといった品質低下を招くことが明らかとなった。これらのことを考慮すると、期間を通じて土壤水分は25%程度で管理し、定植から収穫開始期までは0.05L/株、収穫開始期以降は0.1L/株に増やし、灌水量を確保することが望ましいと考えられた。

今後、シソの袋培地栽培を生産農家へ普及させるために、今回の試験結果を踏まえ、「シソの袋培地栽培指針」¹⁵⁾を当試験場で作成した。

引用文献

1. 愛知県農林水産部農林政策課. 動向調査資料 142 農業の動き. p.98(2009)
2. 瀧勝俊. アオジソの効率的安全・安定生産に関する研究：(1)現地土壌調査. 平成11年度野菜試験研究成績概要集(公立) - 関東・東海() - . 農林水産省野菜・茶業試験場編. p.520-521(2000)
3. 金子良成, 樋江井清隆, 榊原正典, 今川正弘. 低コストで設置が簡単なトマト袋培地栽培システムの開発. 愛知農総試研報. 38, 45-50(2006)
4. 愛知県農業総合試験場. トマト袋培地栽培マニュアル. p. 1-32(2006)
5. 戸田浩子, 山口和広, 深谷雅博. 袋培地栽培におけるシソのネコブセンチュウ防除技術の確立. 第151回日本昆虫学会・第88回日本応用動物昆虫学会東海支部会合同講演会要旨集. p.2(2009)
6. 堀裕, 青木正孝, 山崎肯哉. 「れき耕」の実用化に関する研究. 培養液管理との関連における培地れきの性質について. 園芸試験場報告. 3, 45-59(1964)
7. 瀧勝俊. アオジソの効率的安全・安定生産に関する研究：(2)養分吸収量調査. 平成11年度野菜試験研究成績概要集(公立) - 関東・東海() - . 農林水産省野菜・茶業試験場編. p.522-523(2000)
8. 瀧勝俊. アオジソの効率的安全・安定生産に関する研究：(4)窒素の形態とアオジソの生育、収量、品質. 平成13年度野菜試験研究成績概要集(公立) - 関東・東海・北陸 - . 農業技術研究機構野菜茶業研究所編. p.588-589(2002)
9. 細井徳夫, 細野達夫. 個体群葉面積を指標とした肥料施用量の日調節による培養液にN・P・Kの残留が無いトマト養液栽培. 野菜茶業研究所研究報告. 4, 87-119(2005)
10. 中野有加, 渡辺慎一, 川嶋浩樹, 高市益行. 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. 園学雑. 75(5), 421-429(2006)
11. 瀧勝俊. アオジソの効率的安全・安定生産に関する研究：(3)カリ施用量とアオジソの生育、収量、品質. 平成13年度野菜試験研究成績概要集(公立) - 関東・東海・北陸 - . 農業技術研究機構野菜茶業研究所編. p.586-587(2002)
12. 川嶋和子, 後藤ひさめ, 菅原真治. 温室メロン栽培における点滴灌水の自動制御方式の相違が灌水パターンと生育、果実品質に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 35, 65-71(2003)
13. 山田良三, 川嶋和子, 今川正弘. 即時制御灌水システムを導入した隔離床栽培トマトの養液土耕栽培マニュアル. 愛知農総試研報. 37, 61-66(2005)
14. 愛知県農業総合試験場. イチゴの連続畝利用栽培と灌水同時施肥法. 農業の新技术 86(2007)
15. 愛知県農業総合試験場. シソの袋培地栽培指針. 農業の新技术 90(2008)