

夏秋トマト・夏秋ナスの土壌病害を回避する 新たな超低コスト栽培システムの開発

熊崎晃・二村章雄・長谷川雅也・越川兼行*

(*現農業技術センター)

Development of a novel production system of tomatoes and eggplants in summer and autumn, which can prevent plant hazards caused by soilborne diseases at very low cost.

Akira Kumazaki, Akio Futamura, Masaya Hasegawa and Kaneyuki Koshikawa
Gifu prefectural Research Institute for Agricultural Technology in Hilly and Mountainous Areas,

summary

We developed a production system which is inexpensive and enables the production of tomatoes and eggplants without soil-borne diseases, even grown in infested soil. We employed a fertilization system which is a combination of a device capable of stable water supply and drainage, and solid fertilizers. Desired planting density for eggplants is 1,000 plants/1,000m² with four primary scaffold branches. Desired planting density for tomatoes is 2,857-3,333 plants/1,000m² with distance between plants being 30-35 centimeters. Varieties which comply with this system's requirements are "Senryou No.2" for eggplant, "Reika" and "Misora64" for tomato, and the varieties of mini and midly tomatoes. A growing medium which contains ca.45 percent of peat moss is good in terms of cost efficiency and productivity. We systematized a fertilizer application for eggplants and tomatoes with good productivity. Adequate ingredient amount are 46-60kg/1,000m² for eggplants and 27-30kg/1,000m² for tomatoes. In our field tests, we confirmed that this production system has enough ability of disease suppression, and has the feasible productivity with eggplants.

Key Words : summer-to-autumn tomato, summer-to-autumn eggplant, soilborne diseases, independent bagculture, isolated culture

キーワード：夏秋トマト、夏秋ナス、土壌伝染性病害、独立袋栽培、隔離栽培

緒言

夏秋トマト、夏秋ナスは中山間地域における重要な生産品目である。その生産においては、土壌伝染性病害や排水不良圃場での作付等が減収の要因としてあげられる。土壌伝染性の病害に対しては接ぎ木や土壌消毒といった対策がなされているが、青枯病を筆頭とする土壌病害に完全な抵抗性を示す台木はなく（吉田，2002）、また薬剤による土壌消毒では土壌中の深くまで殺菌することは出来ないため、病害の再発する圃場も多い（相野，2003）。根本的な解決には植物体を汚染土壌から隔離できる養液栽培システムの導入が有効であるが、夏秋トマト、夏秋ナスは栽培期間が限られる上、生産者の高齢化や土地の集約による大規模化が困難な状況においては既存の高コストな養液栽培システムの導入は困難である。そこで、土壌伝染性病害の発生を回避でき、安定

的生産が可能で、かつ低コストな中山間地域に適した夏秋トマト及び夏秋ナスのための隔離栽培システムを開発した。その上でこの栽培システムを「独立袋栽培」と呼称することとした。

なお、本研究は2010～2012年に「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」によっておこなわれた。

試験構成は以下の通りとした。

第1章 栽培装置の開発

本システムに適した、土壌病害の発生を抑制でき、低コストで、安定的な給排水が可能な栽培装置の開発を目的とした。

第2章 栽植密度、仕立て本数および品種

根域が限られる本システムに適したナスの仕立て本数、トマトの栽植本数、品種を明らかにした。

第3章 独立袋栽培用培地の開発

超低コスト栽培を目的とした本システムでは、培地の単価が低価格であることが求められた。

培地量は少ないほど導入コストが抑制できるが、根域を制限する本システムでは生産安定のために培地量の削減には限界がある。また、土壌病害の発生を抑制できることを前提とすれば、培地の使用年数が長くするほど年度あたりのコストを低下することが可能となる。このため、本システムに適した低コストな培地組成、安定的生産が可能な培地量および連続使用が可能な年数を明らかにした。

第4章 施肥

ナス科果菜類では結実以降、着果負担の増加にあわせて肥効を高めることが収量の確保には欠かせない(坂口ら, 2003)。置き肥による施肥を基幹とする本システムでは安定収量確保のため、適切な施肥管理が不可欠であった。本試験では肥効調節型肥料を用いてその施肥体系を構築した。

第5章 現地試験

本システムの現地適応性、現地での課題を確認するため、実際の栽培農家のほ場で現地実証試験を行った。

材料及び方法

本来であれば各章ごとに材料及び方法を述べるのが適当であるが、各章の年次および作目が多岐にわたるため、共通の項目については以下に記載した。

作付概要

表1に示したナス4作型、トマト5作型で栽培を行った。

栽培装置

栽培には図1に示した栽培装置Aおよび栽培装置Bを用いた。

栽培試験

ナスの整枝剪定、トマトの誘引は慣行の土耕に準じた栽培管理を行うとともに慣行土耕と同時に防除を行った。

ナスの栽培試験では、収量調査(重量と果実品質：A、B、C、D、格別の区分とその理由)を収穫期間中週3回、生育調査(主枝および側枝の着果数と各段ごとの茎径)を栽培終了後に行った。トマト栽培試験では、収量調査(重量と果実品質：

表1 栽培概要

作	定植日	収穫開始日	収穫終了日	栽植密度 (株/10a)	栽培装置 ※	仕立て	品種		
							穂	台	
ナス	2010年夏	5月21日	6月23日	1,000	A	改良V字4本	千両二号	台太郎	
	2010年冬	11月4日	12月5日		A、B	V字4本	千両二号	台太郎	
	2011年	5月23日	6月24日	1,000	B	改良V字4本	千両二号	台太郎	
	2012年	5月28日	6月21日	11月1日	1,000	B	改良V字4本	千両二号	台太郎
トマト	2010年夏	5月21日	7月14日	11月18日	2,083	A	直立1本	麗夏	がんばる根
	2010年冬	11月4日	1月10日			A、B	ひも誘引1本	麗夏	がんばる根
	2011年	5月24日	7月8日	9月28日	2,500	B	直立1本	桃太郎サニー	がんばる根
	2012年前期	5月22日	7月9日	9月20日	2,500	B	直立1本	麗夏	がんばる根
	2012年後期	7月23日	8月31日	11月21日		B	直立1本	麗夏	がんばる根

※用いた栽培装置を図1に示した

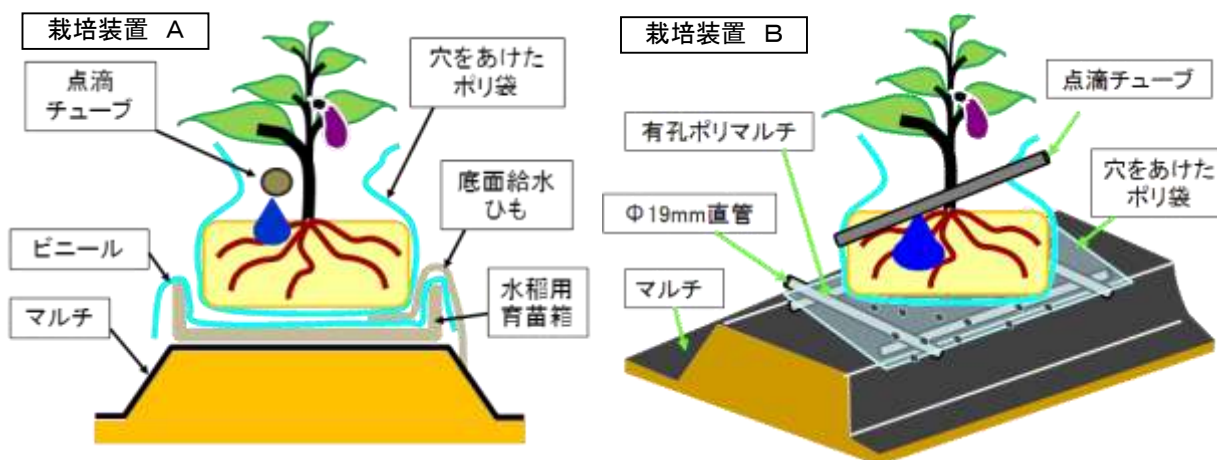


図1 栽培装置

A、B、C、格別の区分とその理由）を収穫期間中週3回、生育調査（各段ごとの開花数、着果数、茎径）を栽培終了後に行った。

第1章 栽培装置の開発

材料および方法

試験1-1 栽培槽の検討

2010年に図1に示した装置Aを用い、穴を開けたポリ袋（袋区）とそれを不織布のポットに代替したもの（不織布区、図2）、慣行の土耕（慣行区）で栽培を行った。栽培の概要は表1のナス2010年のとおりである。また、ポリ袋、不織布ポットの培地温と土耕の黒マルチ下5cm深の温度を測定した。

試験1-2 排水の改良

試験1-1で用いた装置では栽培前半は良好な生育を示したものの、後半に底面給水ひもに藻が生え排水が不良となり、生育が不良となったのでその改良を行った。

45Lのビニール袋に5Lの培土を入れ、栽培時と同様に袋の底面に穴をあけた（以後、「袋培地」という）。前日に袋培地に5Lの水を入れ培土を湿潤状態にした。全ての培地をいったん袋から出し、よく混和した後、各袋3.5kgとなるように培土を入れた。この袋培土を何も置かない水稲用育苗箱だけ（A区）、図3に示した、穴あきビニール1枚（B区）、穴あきビニール2枚（C区）、ビニールと底面給水ひもの組み合わせ（D区）に乗せた4区で排水性を調査した。袋培地を各装置に設置したのち、1リットルの水を培地の上から入れ、一定時間（5分、10分、20分、30分、40分、60分、90分、2時間、3時間、5時間、12時間）経過後の培地、装置を含めた総重量を測定

した。測定終了後、袋培地を除いた装置の全重量を測定し、各測定値から装置の重量と当初の培土重量3.5kgを減じ、袋培地内に滞水する水量を推定した。

さらに、それを受けて、装置を図1装置Bに示したように改良し、表1に示したナス2011年作で栽培試験を行った。

結果

試験1-1 栽培槽の検討

慣行区と比較した可販収量は袋区が91%、不織布区は75%に減少した（図4）。袋区は8月までの前半は収量性に勝るが、9月以降大きく減少した。

8月以降装置に用いた底面給水ひもに藻が着生することにより排水が滞り、図5に示したように毛根の発生が抑制される現象が見られた。同時に下葉の黄化が顕著となった。

不織布区は生育の遅延が起き、高温期を除き大幅に収量性が低下した（データ省略）。

培地温は袋区が慣行区に比べて最低温度が3℃ほど低く、最高温度はほぼ同じであった。不織布区は1日を通じて5℃以上低かった（図6）。

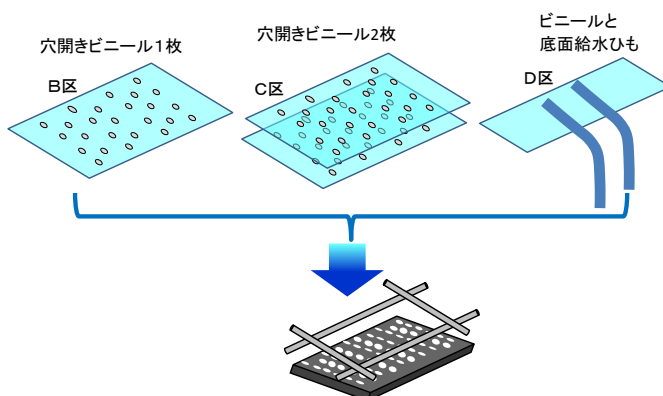


図3 排水性を検討した装置

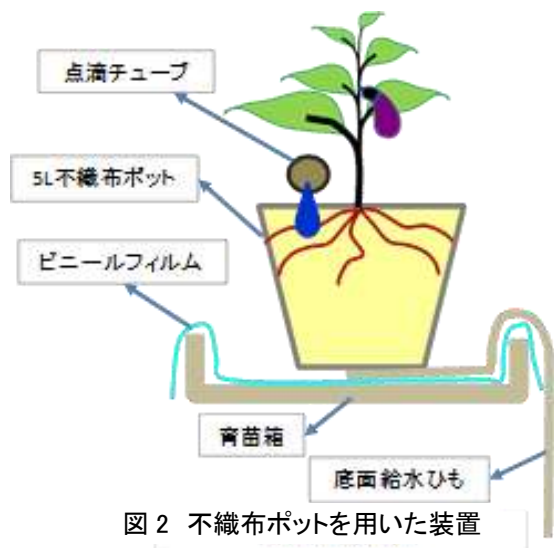


図2 不織布ポットを用いた装置

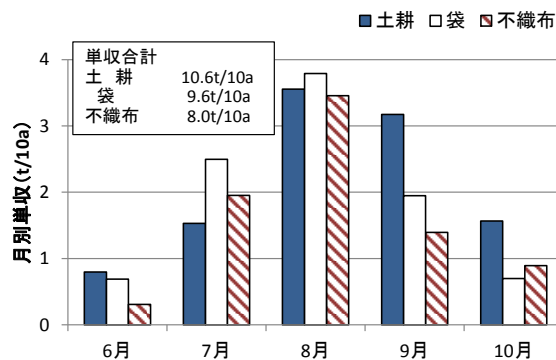


図4 月別可販収量の推移

試験 1-2 排水の改良

培地の排水性はC区が、試験 1-1 で排水不良前まで良好な生育を示していたD区にもっとも近い排水性を示した(図 7)。

図 1 の装置Bを用いてナス 2011 年作で栽培した結果、収穫果数 28 果/枝、可販収量 11.5t/10a と目標とする 10t/10a を達成することができた。栽培終了時も図 8 に示したように培地底面まで根がしっかり張るようになった。

また、いずれの装置を用いた場合でも、土壌病害の発生を大きく抑制しており、2010～2012 年の 3 年間の栽培供試株 1,601 株(うち 1,489 株は汚染圃場)のうち枯死株は 5 株 (0.3%) であった。

考 察

試験 1-1 袋区での 9 月以降の収量低下や下葉の黄化は 8 月以降の滞水による毛根の発育不良、養水分吸収の阻害が原因と考えられた。

不織布区の生育不良は地温が上がらず、必要な生育が確保されずに生産性が低下したためと考えられた(番ら, 1992)。

培土を入れる容器は費用(袋 5 円/株、不織布 21 円/株)と初期の温度条件を考慮するとポリ袋を用いるのが適当であると考えられた。袋培地の下の排水装置は、ゆるやかながら確実な排水性を示し、安定的な収量性が得られた図 1 栽培装置 B (有孔ポリマルチ 2 枚) を採用することとした。この場合の導入経費は 410 千円/10a となり(表 2)、非常に低コストで導入可能となる。

目的とした土壌病害の抑制効果は非常に高く、ナス、トマトいずれも 3 年間効果的に抑制ができたことから、本装置により土壌病害の発生を効果的に抑制できると判断した。

第 2 章 栽植密度、仕立て本数および品種

材料および方法

試験 2-1 ナス仕立て本数

ナスを表 1 に示した 2011 年作、2012 年作で栽培試験を行った。試験区は主枝と第 1 果下の腋芽を左右に振り分けたのち、それぞれを 2 本に仕立てた 4 本仕立て区と、同じくそれぞれを 3 本に仕立てた 6 本仕立て区とした。茎数が 1.5 倍となる 6 本仕立て区はかん水量、施肥量とも前区の 1.5 倍とした。

試験 2-2 トマト栽植密度

トマトを表 1 に示した 2012 年後期作で栽培試験を行った。畝間 200cm、1 畝 2 条植えで株間が 40cm、



図 5 滞水で毛根の発生が抑制された様子

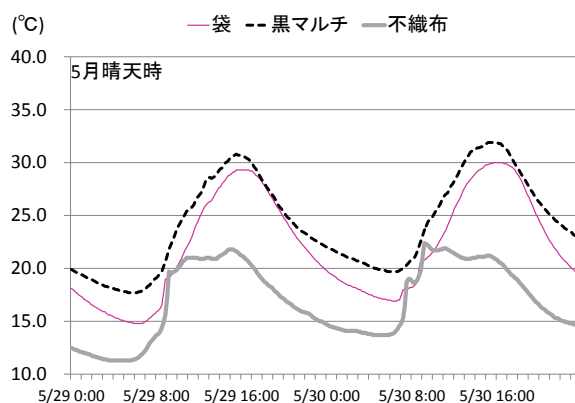


図 6 5 月晴天時の培地温の推移

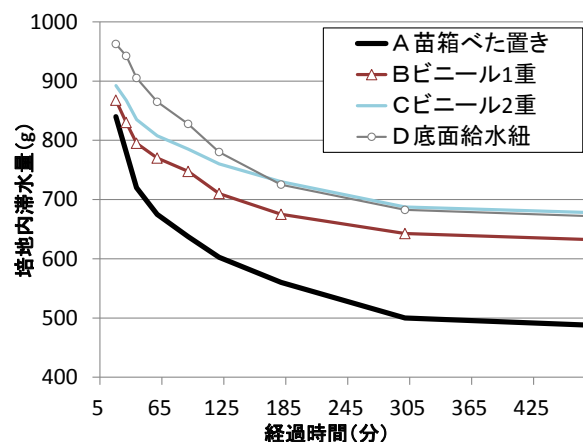


図 7 装置ごとの経過時間別培地内滞水量



図 8 装置改良後の栽培終了時、培地底面の根の状態

表2 ナス導入経費試算

資材	単価	個数	10aあたり		
			初年度 導入経費	単年度 経費※	耐用 年数
水中ポンプ	21,000	1	21,000	2,494	8
点滴チューブ	21,000	0.50	10,500	3,500	3
マルチ	13,500	5.0	67,500	12,825	5
灌水受けビニール	4,450	1	4,450	1,483	3
培土	105	1,000	105,000	35,000	3
タイマー	9,450	1	9,450	1,122	8
フィルター	12,705	1	12,705	1,509	8
19mm直管	540	237	127,980	15,198	8
19mmクロスバンド	17	2,000	34,000	4,038	8
ポリ袋	4.5	1,000	4,500	4,500	1
パッカー	25	500	12,500	1,484	8
計			409,585	83,152	
肥料代				164,614	
単年度経費合計				247,767	

※残存価格を5%として計算、但し3年以下のものは導入経費を耐用年数で除した

表4 トマト栽植密度と収量性

株間	栽植密度 (株/10a)	収穫果数 (果/株)	平均果重 (g/果)	尻腐れ果数 (果/株)	裂果数 (果/株)	出荷不可裂果 (果/株)	空洞果 (果/株)	可販収量 (kg/10a)
40cm	2,500	15.3	147	1.7	2.8	1.3	1.6	3,189
35cm	2,857	14.2	147	1.7	3.3	1.3	2.1	3,855
30cm	3,333	14.6	146	1.8	3.2	1.3	1.5	4,020

表3 ナス4本仕立てと6本仕立ての比較

試験区	収穫果数 (果/枝)	可販収量 (kg/10a)	A品率 (%)
2011年作			
4本	28.0	11,473	46
6本	21.3	8,809	43
2012年作			
4本	22.0	10,016	39
6本	15.7	6,673	29

表5 ナス品種の収量性の比較

品種	収穫果数 (果/枝)	可販収量 (kg/10a)	A品率 (%)	つや無果率 (%)
千両2号	22.0	10,016	39	6
筑陽	17.2	8,402	44	12

35cm、30cmとなる3区を設けた。栽植密度はそれぞれ、2,500本/10a、2,857本/10a、3,333本/10aとなる。

試験2-3 品種

ナスは表1の2012年作で「筑陽」(タキイ種苗)と「千両2号」(同)を、トマトでは表1の2011年作で「桃太郎サニー」(以下「サニー」:タキイ種苗)、「麗夏」(サカタのタネ)、「みそら64」(以下「みそら」:みかど協和)の3品種、2012年前期作で「サニー」、「麗夏」、「みそら」、「フルティカ」(中玉品種:タキイ種苗)、「シンディスイート」(中玉品種:サカタのタネ)、「千果」(ミニ品種:タキイ種苗)の6品種について栽培試験を行った。

結果

試験2-1 ナス仕立て本数

2か年とも4本仕立ての方が収穫果数も多くなり、可販収量が多いなど収量性に優れた(表3)。

試験2-2 トマト栽植密度

30cm区、35cm区、40cm区で株あたりの収穫果数、平均果重、障害果の発生率が大きく変わることはなかった。そのため、栽植密度が高くなるほど単位面積当たりの可販収量は多くなる傾向にあった(表4)。

試験2-3 品種

ナス「筑陽」では、収穫果数が少なくA品率はやや高かったが、つや無果など品質を大きく下げる障害果が多く、可販収量が大きく減少した(表5)。

トマトの大玉品種においては「みそら」>「麗夏」

> 「サニー」の順で収穫果数が多く、平均果重はその逆に重くなった。「サニー」で裂果、空洞果、尻腐れ果の発生が多い傾向にあり、「麗夏」、「みそら」では可販収量が多く、収量性に優れた(表6)。

今回供試したトマト中玉、ミニ品種では栽培期間を通じて安定した出荷量があった(図9)。

考 察

ナスでは6本仕立てにより導入経費を抑制することが可能となるが、2011年、2012年とも収穫果数、

果実品質とも低下した。収穫果数の減少は樹勢の低下を(斉藤, 1973)、果実品質の低下は果実に対する水分の供給が十分でないことを示唆しており(加藤ら, 1970)、株あたり1.5倍になる茎葉に対して、十分な養水分が供給できていないと考えられる。

培地量の増加、かん水施肥管理の改善により6本仕立てでの収量性の改善の可能性はあるものの、現在の栽培システムでは4本仕立てが最適と考える。

品種は、100～120gでの収穫が一般的な「千両二号」に対して、比較的大果(170～200g)での収穫を求められる「筑陽」では、樹体に対する着果負担も

表6 トマト(大玉)収量性の比較

試験区	収穫果数 (果/株)	平均果重 (g/果)	尻腐れ果数 (果/株)	空洞果数 (果/株)	裂果数 (果/株)	出荷不可裂果 (果/株)	可販収量 (kg/10a)
2011年							
サニー	22.5	177	2.6	3.7	7.6	2.7	7,284
麗夏	26.5	170	1.9	4.5	3.5	1.7	9,191
みそら	30.9	159	0.5	3.3	6.1	2.2	10,783
2012年前期							
サニー	26.0	189	1.6	2.7	10.3	4.4	8,816
麗夏	28.3	175	1.3	3.8	1.8	0.3	10,464
みそら	29.2	173	0.1	0.2	4.1	2.0	10,043

表7 培地組成

配合原料	一般培地	培地1	培地1-1	培地2	培地3	培地4	培地5	培地6
ピートモス(%)	25	45	45	65	25	25	35	25
パーライト(%)	20	20	20	10	30	20	25	10
バーミキュライト(%)	10	10	10		20	20	20	10
赤玉土(%)	20							
頁岩(%)		10	10	10	10	20	20	20
バーク堆肥(%)	15	15	15	15	15	15		15
クentan(%)	10							
ハスク(%)								20
撥水防止剤(g/L)	0.7	1.0	0.5	1.2	0.5	0.5	1.0	0.5
供試年度								
2010年	○	○		○	○	○	○	○
2011年	○	○		○		○	○	
2012年		○	○	○				
単価(円/L)	22.2	24.5	20.9	24.0	24.3	22.0	25.4	21.9

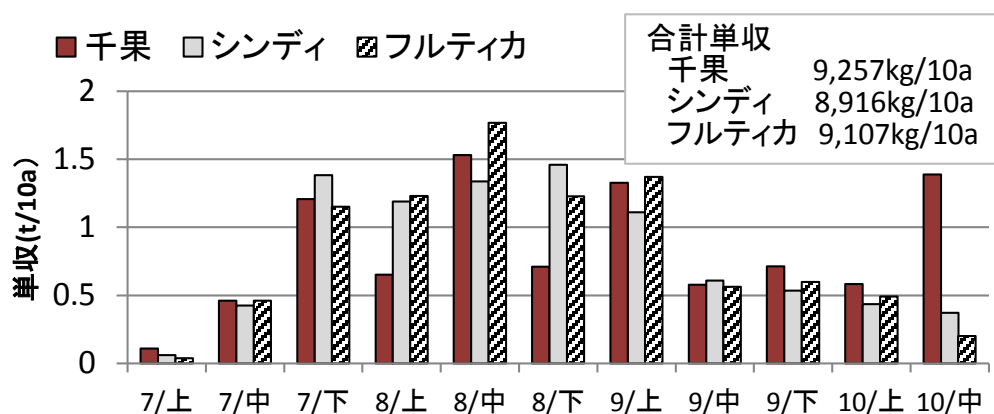


図9 トマト中玉、ミニ品種旬別出荷量

大きく、収穫果数が減少すると考えられた。そのため、かん水、施肥を増量しての栽培を行ったが、つや無し果の増加を招いたことは、茎葉の繁茂が盛んになり蒸散量がそれ以上に増えたため、果実への水分の分配が減少したと推察される。6本仕立てと同様、システムや管理方法の改善により「筑陽」での収量性改善の可能性はあるものの、現在のシステムでは「千両二号」での栽培が適当と考えた。

トマトでは、株間 30～40cm（栽植密度：3,333～2500 株/10a）では株あたりの着果数、平均果重といった収量構成要素に大きな差異がなく、障害果の発生も差が見られないことから、栽植密度が上がるほど収量性も向上すると考えられる。本システムでは 30cm 以下の株間が適すと考えられた。

品種は「サニー」においては収穫果数が少なく、裂果が多かった。一方、「麗夏」、「みそら」は2か年にわたり 10t/10a 前後の安定した収量性を示し、この2品種が本システムには適すと考えられた。大玉トマトの主力であるその他の桃太郎シリーズに関しては、慣行栽培でも「サニー」同様、「麗夏」に比べて着果がやや少なく、裂果が多い傾向にあるため、「麗夏」、「みそら」と同等の収量性は得られないことが推察された。

ミニ、中玉トマトの各品種では目立った障害果もなく、9t/10a 前後の高い収量性が得られるとともに、期間中安定した出荷が見込め、今回用いた「千果」、「シンディスイート」、「フルティカ」とも本システムには適すと判断された。

性の優れた培地 1、及び低コストを目的に主原料であるピートモスの原産地の見直しと撥水防止剤の減量を行った培地 1-1、同様の見直しで低価格化が実現できる培地 2 の 3 種類の培地の評価をナス 2012 年作、トマト 2012 年前期作で行った。供試した培地の組成を表 7 に示した。

試験 3-2 培地量

ナス 2010 年夏作で 3 リットル、5 リットル、10 リットルを、ナス 2011 年作、トマト 2011 年作で 5 リットル、7.5 リットル、10 リットルを栽培試験で比較した。

試験 3-3 培地の多年利用

多年利用にあたっては低濃度エタノールによる土壌還元消毒処理（以下土壌還元処理）を行った。処理方法は栽培終了後の培地を新しいポリ袋に入れ、4 リットルの 1%(v/v)エタノールを注入後、袋内の空気を出来るだけ排出して袋の口をしぼり、ビニールハウス内に設置した育苗用トンネル内に 20 日間程度静置した。

ナスでは、2011 年夏作で 1 作目区と 2 作目区（土壌還元処理）、2012 年作で 1 作目区と 3 作目区（土壌還元処理）を栽培試験で比較した。

トマトでは、2011 年作で 1 作目区と 2 作目区、2012 年前期作で 1 作目区、2 作目（土壌還元処理）区、2 作目（無処理）区、3 作目区（土壌還元処理）、2012 年後期作で 1 作目区、3 作目区（土壌還元処理）を栽培試験で比較した。

結 果

第 3 章 袋栽培用培地の開発

材料および方法

試験 3-1 培地組成

表 1 に示したトマト 2010 年冬作で 7 種類（表 7）の培地について適否を検討し、そこから絞り込んだ 4 種類の培地を用いてナス 2011 年作およびトマト 2011 年作を作付した。2012 年は 2010 年に最も収量

試験 3-1 培地組成

トマト 2010 年冬作では展開葉数は一般培地を除き大きく変わらなかった。花数は培地 2>培地 1>培地 4≧培地 3=培地 5=培地 6>一般培地の順に多かった。着果数は培地 2>培地 3>培地 1=培地 4=培地 5=培地 6>一般培地の順に多かった。茎太は培地 2=培地 4>培地 1>培地 3≧培地 5>培地 6>一般培地の順に太かった。葉長は一般培地が小さかったものの他は大きく変わらなかった。負の要因となる尻

表 8 トマト 2010 年冬作の生育調査による培地比較

培地※	総葉数 (枚/株)	総花数 (花/株)	果数 (果/株)	尻腐果数 (果/株)	3段茎太 (mm)	5段茎太 (mm)	3段下葉長 (cm)
一般(25)	18.4	16.9	9.0	1.0	5.8	0.0	37.0
培地3(25)	24.5	24.0	14.4	0.3	7.1	7.0	39.5
培地4(25)	24.7	25.3	12.5	0.7	7.9	8.4	40.9
培地6(25)	24.4	24.2	12.8	0.0	7.3	5.7	39.2
培地5(35)	23.5	24.5	13.2	0.2	6.7	6.7	39.7
培地1(45)	24.5	27.0	12.4	1.0	7.8	7.8	41.4
培地2(65)	24.7	30.2	16.7	0.9	8.5	8.3	42.2

※培地の名称後の()内の数字はピートモスの含有割合を示す

腐れ果数は一般培地＝培地1≧培地2>培地4>培地3＝培地5＝培地6の順に多かった。

生産性に影響する着果数、茎太を考慮すると培地2>培地4>培地1＝培地3≧培地5＝培地6>一般培地となり、培地2が良好で一般培地の生育が最も劣った(表8)。

2011年の栽培試験では、トマトにおいてピートモス含量45%の培地1が最も優れたが、ピートモス含量35%の培地5が最も劣るなど明確な傾向は認められなかった。ナスでも同様に培地1が優れ、その他の培地はほぼ同等であった(表9,10)。

2012年の栽培ではトマトは培地1が最も良好な収量性を示したが、培地1-1も収穫果数、障害果の発生などは培地1に劣るものではなかった。培地2

は収穫果数で劣る傾向にあった。ナスではいずれの培地も同程度の収量性、生育を示した(表9,10)。

試験3-2 培地量

ナス2010年夏作においては3～10リットルでは培地量が増えるほど収量性も生育も良好となる傾向にあった。ナス2011年作では5～10リットルの間で収量性に明確な傾向は見られなかった(表11)。

トマト2011年作では、培地量5～10リットルで収穫果数や障害果の発生など収量性に関して明確な差異は見られなかった(表12)。

試験3-3 培地の多年利用

トマトでは2012年前期作の2作目(土壌還元処理)区、3作目(土壌還元処理)区で収穫果数の減少に伴う可販収量の減少が見られた(表13)。この2区

表9 トマト各培地における収量性

培地※	収穫果数 (果/株)	平均果重 (g)	尻腐れ果数 (果/株)	空洞果数 (果/株)	裂果数 (果/株)	出荷不可裂果 (果/株)	可販収量 (kg/10a)
2011年							
培地4(25)	20.9	185	1.8	3.2	8.1	3.1	6,762
培地5(35)	19.4	191	1.3	3.0	7.4	4.3	5,839
培地1(45)	22.5	177	2.6	3.7	7.6	2.7	7,284
培地2(65)	21.5	185	1.4	4.0	7.9	4.1	6,432
2012年							
培地1(45)	28.3	175	1.3	3.8	1.8	0.3	10,464
培地1-1(45)	27.5	162	1.3	3.7	1.7	0.9	9,077
培地2(65)	25.6	173	1.7	2.7	1.3	0.3	9,134

※培地の名称後の()内の数字はピートモスの含有割合を示す

表10 ナス各培地における収量性および茎径

培地※	収穫果数 (果/枝)	可販収量 (kg/10a)	A品率 (%)	つや無果率 (%)	茎径(mm)						
					1段	2段	4段	5段	6段	8段	10段
2011年											
培地4(25)	25.8	10,329	42.1	7.8	18.4			10.3			8.5
培地5(35)	26.2	10,554	43.7	6.8	18.5			9.9			8.8
培地1(45)	28.0	11,473	45.7	6.1	19.3			9.7			8.3
培地2(65)	26.5	10,333	43.6	7.5	20.6			11.4			8.8
2012年											
培地1(45)	22.0	10,016	39.4	5.8		8.4	7.5		6.5	6.0	4.6
培地1-1(45)	23.3	10,312	37.9	8.0		8.4	7.5		6.8	6.1	4.7
培地2(65)	22.2	10,135	42.6	5.3		8.9	7.8		6.9	6.3	5.5

※培地の名称後の()内の数字はピートモスの含有割合を示す

表11 ナス培地量毎の収量性と茎径

培地量	可販収量 (kg/10a)	収穫個数 (個/枝)	茎径(mm)		
			第1果	第5果	第10果
2010年					
3L	8,262	24.6	10.6	7.7	3.9
5L	8,720	25.1	11.0	7.6	3.8
10L	9,624	29.5	12.2	9.0	5.4
2011年					
5L	11,473	28.0	19.3	9.7	8.3
7.5L	10,245	26.1	18.3	10.4	8.8
10L	11,138	28.0	17.3	10.0	8.5

表12 トマト培地量毎の収量性

培地量	収穫果数 (果/株)	平均果重 (g)	可販収量 (kg/10a)	尻腐れ果数 (果/株)	裂果数 (果/株)
5L	22.5	177	7,284	2.6	7.6
7.5L	21.7	185	6,512	1.8	7.1
10L	21.6	189	6,492	2.4	7.7

表13 トマトで培地を多年利用した場合の収量性

試験区	収穫果数 (果/株)	平均果重 (g/果)	尻腐れ果数 (果/株)	裂果数 (果/株)	出荷不可裂果 (果/株)	空洞果 (果/株)	可販収量 (kg/10a)
2011年							
1作目	22.5	177	2.6	7.6	2.7	3.7	7,284
2作目	25.0	184	0.7	10.3	4.5	4.8	8,157
2012年前期							
1作目	28.3	175	1.3	1.8	0.3	3.8	10,464
2作目(還元消毒)	26.9	166	5.0	3.3	1.0	1.7	8,364
2作目(無消毒)	28.7	184	4.4	2.8	1.2	2.7	10,114
3作目(還元消毒)	26.2	172	2.1	2.8	1.3	1.8	9,097
2012年後期							
1作目	14.2	147	1.7	3.3	1.3	2.1	3,855
3作目(還元消毒)	15.7	150	2.0	3.8	1.2	1.1	3,819

表14 供試肥料と埋設日および採取日

肥料名	埋設日	採取日							
		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目
エコロングトータル313-180	5/25	7/1	—	8/1	—	9/2	—	10/1	11/18
ロングショウカル140	5/25	7/1	—	8/1	—	9/2	—	10/1	11/18
エコカリコート2038-180	5/25	7/1	—	8/1	—	9/2	—	10/1	11/18
ロングショウカル100	6/18	7/1	7/15	8/1	8/18	9/2	9/15	—	—
エコロングトータル313-40	6/18	7/1	7/15	8/1	8/18	9/2	9/15	—	—

では初期に培地の排水不良による生育の遅延が見られた(目視による)。一方2作目(無処理)区や、土壌消毒後の排水処理を行った2012年後期作3作目区及びナス2012年作3作目区では排水不良もなく、順調な生育を示した。

ナスでは2011年作2作目区で収量の減少が見られたものの、3作目区では1作目区の培地と同等の収量が得られた。

考 察

トマトを用いた2010年冬作において一般培地の生育が大きく劣ることが示された(表8)。その他の培地は大きな差が見られず、主原料となるピートモスの割合と単価を考慮して、培地1、2、4、5に絞り込みを行った。

2011年の結果からは収量性、ナスとトマトで共通して利用できるもの、低コストといった観点から、ピートモス含量45%の培地1もしくはピートモス含量65%の培地2が有力となった。

2012年の結果からはナス、トマト双方において培地1-1が培地1に劣るものでないことが明らかにでき、培地2はトマトでやや劣る傾向にあった。

そこで、培地1と培地1-1の収量性に大きな差がないと判断し、コスト面も考慮し培地1-1を本システムの適応培地とした。

培地量は、ナス、トマトどちらにおいても5リッ

トルあれば十分な収量性を確保できることから、5リットルが望ましいと判断した。

培地の複数年利用はコスト低減の面から非常に大きな意味を持つが、実際の利用においては雑草の発生が大きな問題となり、土壌消毒が不可欠である。土壌還元処理を行った場合、培地の細かい粒子が培地底面に集積し、通水性の悪化により初期生育が阻害される現象がトマト2012年前期作で観察された。しかし、同時に栽培された2作目(無処理)区で収量性が確保できたこと、排水処理を適切に行ったトマト2012年後作や、ナス2012年作では3作目の培地で1作目と同等な収量性が得られていることから、培地の3作までの利用は排水性の確保など適切な処理を行えば可能であると判断した。

第4章 施肥

材料および方法

試験4-1 緩効性肥料の溶出

表14に掲げた各肥料をナイロン製のメッシュ袋に5グラムずつ計量し、栽培時と同じように設置された「独立袋栽培」用の培地に埋設した。一定期間経過後メッシュ袋を掘り出し、肥料残量の分析を行った。肥料の埋設日および採取日を表14に示した。

採取後の肥料残量の分析はジェイカムアグリ株式会社においてイオンクロマトグラフィーを用いて行

表 15 年度別施肥組成

肥料名	成分割合(%)※					施肥量(kg/10a)					
						ナス			トマト		
	N	P	K	Ca	Mg	2010年	2011年	2012年	2010年	2011年	2012年
基肥											
エコロングトータル313 180日	13	11	13		2	155.0			120.0		
エコロングトータル313 140日	13	11	13		2		60.0			25.0	
エコロングトータル391 140日	13	9	11		2			60.0			25.0
ロングショウカル 140日	12			23		50.0	33.6	34.0	25.0	25.0	25.0
エコカリコート2038 140日	2		38			105.0	210.0	225.0	80.0	86.7	92.0
マグアンプK	6	40	6		15	12.5			26.0		
苦土重焼燐		35			5		16.8	45.0		11.9	25.0
硫マグ					25	25.0	58.8			51.0	
水マグ					60			10.0			9.0
BN発酵有機	4	3	2			33.0	20.0	30.0			
炭酸苦土石灰				35	15	1.3	7.5	7.5	3.0	18.8	18.8
追肥											
エコロングトータル313 100日	13	11	13		2		70.0				
エコロングトータル391 100日	13	9	11		2			70.0			
ロングショウカル 100日	12			23		21.0	39.2	39.0	25.0		
エコロングトータル313 70日	13	11	13		2		80.0			25.0	
エコロングトータル391 70日	13	9	11		2			80.0			25.0
ロングショウカル 70日	12			23			44.8	46.0		25.0	25.0
エコロングトータル313 40日	13	11	13		2	28.0			10.0		
エコロングトータル391 40日	13	9	11		2					35.0	35.0
ロングショウカル 40日	12			23						35.0	35.0

※成分割合はN以外は酸化物換算の重量%である

表 16 各作で基準とした窒素施肥量 単位：kg/10a

	ナス	トマト
2010年夏	28、37、46	
2011年	32、46、60	18.5、23、27.5
2012年	47.3、54.4、61.5	
2012年前期		23.1、26.6、30.0

表 17 各区追肥日

試験区	追肥施用日		
	1回目	2回目	3回目
早	6月8日	7月11日	8月9日
中	6月13日	7月17日	8月15日
遅	6月21日	7月25日	8月20日

った。

また、肥料を埋設した袋培地内中央部、植物を栽培中の袋培地中央部および慣行土耕の黒マルチ下5cm深の地温を測定した。

試験 4-2 肥料組成

ナス、トマトは養液栽培での実績が豊富なため(高辻, 1997年)、養液栽培で用いられる山崎処方を参考に表15に示した設計で栽培試験を行った。

さらに、試験4-1で燐酸、加里の溶出が窒素に比べて遅くなること明らかになったこと、2010年の栽培でナスは苦土欠乏症状(下葉葉脈間の黄化)が、トマトは石灰欠乏症状(尻腐れ果、茎先端部の壊死)が栽培上の課題となったため、表15に掲げた施肥量を基準(標準区)として、ナス2011年作で炭酸苦土石灰の量を2倍(2倍区)、トマト2011年作、2012年前期作で炭酸苦土石灰の量を1.5倍(1.5倍区)、2倍(2倍区)にした施肥で栽培試験を行った。

試験 4-3 施肥量

本システムに適した施肥量を決定するために、各年度、表15に示した肥料の混合割合を変えず、表16に示した3段階の窒素量になるように施肥量全体

を変えて栽培試験を行った。

試験 4-4 追肥時期

トマトにおいては追肥が早すぎると過繁茂となり平均果重の減少、着果不良を招き、追肥が遅すぎると樹勢の低下による着果不良、生育の遅延を招くため、適切な施肥時期は非常に重要である。適切な追肥時期の検索のためトマト2012年前期作において追肥日を表17に示した3段階(早区、中区、遅区)にして栽培試験を行った。

結果

試験 4-1 緩効性肥料の溶出

袋培地内の温度は黒マルチ下5cmよりやや低く推移し(図6)、期間(5/26~9/13)を通じた平均地温は26.5度になった(表18)。

基肥を想定し定植時期に埋設したエコロングトータル313 180日は、窒素が155日で80%程度溶出した。加里はそれより遅く、180日で68%、燐酸はさらに遅く、180日で60%の溶出となった。追肥を想定し6月18日に埋設したエコロングトータル313 40日

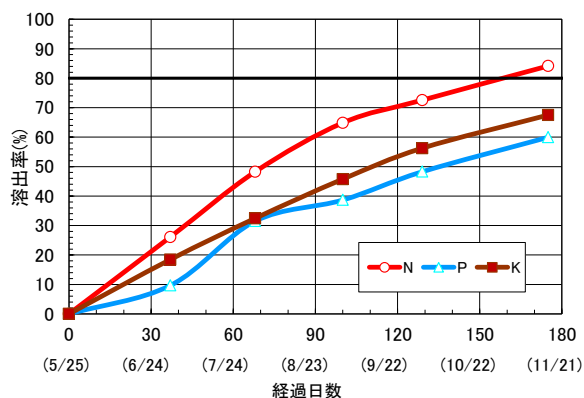


図10 エコロングトータル 313 180日の溶出

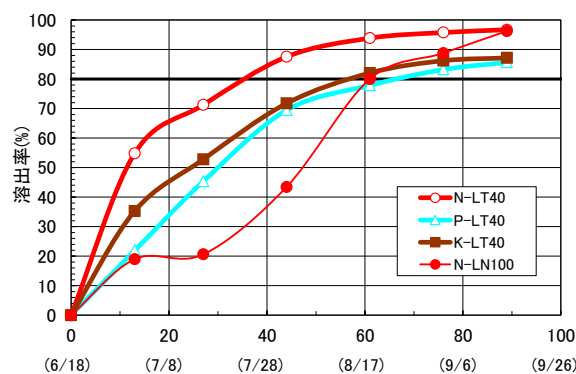


図11 エコロングトータル 313 40日(LT40)およびロングショウカル 100日(LN-100)の溶出

表18 期間中袋培地の平均地温

期間	平均地温(°C)
5/26～6/30	23.5
7/1～7/31	26.8
8/1～9/13	28.7
全期間	26.5

表20 トマト年度別収量

試験区	可販収量 (kg/10a)	収穫果数 (果/株)	尻腐れ果数 (果/株)	A品率 (%)
2010年※	—	—	—	—
2011年	9,191	26.5	1.9	47.2
2012年前期	10,464	28.3	1.3	39.2

※2010年は尻腐れ果などが多く収量データが採取できなかった

表19 ナス年度別収量

試験区	可販収量 (kg/10a)	収穫果数 (果/株)	A品率 (%)
2010年	8,720	25.1	42.6
2011年	11,473	28.0	45.7
2012年	10,016	22.0	39.4

表21 ナス炭酸苦土石灰の違いによる

収量性の差異

試験区	収穫果数 (kg/10a)	可販収量 (果/株)	A品率 (%)	つや無果率 (%)
標準	28.0	11,473	45.7	6.1
2倍	26.3	10,458	38.5	7.4

表22 トマト炭酸苦土石灰の違いによる収量性の差異

試験区	収穫果数 (果/株)	平均果重 (g)	尻腐れ果数 (果/株)	空洞果数 (果/株)	裂果数 (果/株)	出荷不可裂果 (果/株)	可販収量 (kg/10a)
2011年							
標準	22.5	177	2.6	3.7	7.6	2.7	7,284
1.5倍	23.0	174	2.0	5.5	7.3	3.6	6,772
2倍	20.2	189	1.6	3.1	7.4	2.9	6,476
2012年前期							
標準	28.3	175	1.3	3.8	1.8	0.3	10,464
1.5倍	28.3	181	2.0	2.8	2.3	0.7	11,162
2倍	25.7	175	1.4	2.6	1.7	0.9	8,747

では、窒素は35日、加里は58日、リン酸は67日で80%が溶出した(図10、11)。

その他の肥効調節型肥料でも、窒素の溶出は想定日よりやや早く、加里、リン酸ではやや遅かった(データ省略)。

試験4-2 肥料組成

組成を見直した結果、栽培試験においてナス2011年、2012年、トマト2011年、2012年前期作で安定

した収量性を確保できた(表19、20)。

炭酸苦土石灰量はナス、トマトとも2倍量(15g/株：ナス15kg/10a、トマト37.5kg/10a)になると収量性の低下が見られた(表21、22)。ナスで期待された樹勢低下の防止による着果数の増加や、トマトで期待された尻腐れ果の減少は見られなかった。

試験4-3 施肥量

ナスでは2010年作で窒素量46kg/10a以上で収量性が最も高くなることが示され、2011年作、2012年作では、46～60kg/10a程度で最も収量性が上がる

表 23 ナス施肥量の差による収量性の差異

試験区	収穫果数 (kg/10a)	可販収量 (果/株)	A品率 (%)	つや無果率 (%)
2010年				
28kg	21.4	7,640	40.2	3.5
37kg	22.7	7,823	26.9	7.2
46kg	25.1	8,720	34.7	1.4
2011年				
32kg	22.9	8,997	41.5	7.1
46kg	28.0	11,473	45.7	6.1
60kg	28.0	11,003	42.7	12.1
2012年				
47.3kg	22.5	10,016	39.4	5.8
54.4kg	22.0	9,124	40.4	6.3
61.5kg	23.9	10,009	39.9	5.5

ことが明らかになった（表 23）。

トマトでは、2011年作で窒素量 23kg/10a 以上が、2012 年前期作では 27～30kg/10a の範囲で最も収量性が上がることが明らかになった（表 24）。

試験 4-4 追肥時期

中区（定植から 22、56、75 日経過時に追肥）で最も収量性が高くなったが、各区における収量性の差異は小さかった（表 25）。

考 察

緩効性肥料の埋設試験から、緩効性肥料からの窒素の溶出は 25℃で想定された溶出よりやや早いことが明らかになり、袋内の培地温もそれを裏付けるものとなった。燐酸、加里の溶出が窒素に比べて遅いこと、トマトで石灰欠乏の症状が観察されたこと、ナスで苦土欠乏の症状が観察されたことなどから、肥料組成の見直しを行った（表 15）。個の組成を用い 2011 年、2012 年に栽培を行った結果、気象

表 24 トマト施肥量の差による収量性の差異

試験区	収穫果数 (果/株)	平均果重 (g)	尻腐れ果数 (果/株)	空洞果数 (果/株)	裂果数 (果/株)	出荷不可裂果 (果/株)	可販収量 (kg/10a)
2011年							
18.5kg	19.8	174	3.4	3.9	5.5	2.0	6,022
23.0kg	22.5	177	2.6	3.7	7.6	2.7	7,284
27.5kg	24.5	170	2.1	5.6	8.0	3.7	7,519
2012年前期							
23.1kg	28.3	175	1.3	3.8	1.8	0.3	10,464
26.6kg	31.6	167	2.7	3.4	2.7	0.8	10,641
30.0kg	30.8	175	2.7	3.3	3.1	0.8	11,077

表 25 トマト追肥タイミングごとの収量性

試験区	収穫果数 (果/株)	平均果重 (g)	尻腐れ果数 (果/株)	空洞果数 (果/株)	裂果数 (果/株)	出荷不可裂果 (果/株)	可販収量 (kg/10a)
早	27	181.8	1.4	4.3	1.9	0.7	10,420
中	29	185.1	1.4	3.8	3.3	1.4	11,456
遅	28	175.2	1.3	3.8	1.8	0.3	10,464

表 26 ナス施肥基準

肥料名	施肥量 (g/株)
基肥	
エコロングトータル391 140日	60
ロングショウカル 140日	34
エコカリコート2038 140日	225
苦土重焼燐	45
水マグ	10
BN発酵有機	30
炭酸苦土石灰	7.5
追肥（定植後25日）	
エコロングトータル391 100日	70
ロングショウカル 100日	39
追肥（定植後25日）	
エコロングトータル391 70日	40
ロングショウカル 70日	23
追肥（定植後25日）	
エコロングトータル391 70日	40
ロングショウカル 70日	23

表 27 トマト施肥基準

肥料名	施肥量 (g/株)
基肥	
エコロングトータル391 140日	10.0
ロングショウカル 140日	10.0
エコカリコート2038 140日	36.8
苦土重焼燐	10.0
水マグ	3.6
炭酸苦土石灰	7.5
追肥（定植後25日）	
エコロングトータル391 70日	10.0
ロングショウカル 70日	10.0
追肥（定植後25日）	
エコロングトータル391 40日	7.0
ロングショウカル40日	7.0
追肥（定植後25日）	
エコロングトータル391 40日	7.0
ロングショウカル40日	7.0

表 28 トマト施肥量と収量性の関係(二村、2012年)

区	主要要素	苦土石灰	収穫果数	平均果重	尻腐れ果数	空洞果	裂果数	出荷不可裂果	可販収量
			(果/株)	(g)	(果/株)	(果/株)	(果/株)	(果/株)	(kg/10a)
基準	基準		18.7	200	0.7	3.3	3.0	4.0	7,811
	1.5倍		18.8	182	0.8	3.2	1.7	4.8	7,041
	2倍		16.7	181	0.7	2.7	2.7	4.0	6,550
1.15倍	基準		19.5	184	1.0	2.3	3.0	4.5	7,641
	1.5倍		19.7	188	0.8	3.5	2.7	5.2	7,919
	2倍		19.5	193	0.5	2.8	3.7	4.7	8,357
1.3倍	基準		21.2	177	0.2	3.2	3.2	6.7	7,729
	1.5倍		19.2	191	1.3	2.8	3.7	5.5	7,820
	2倍		21.2	201	0.5	3.2	4.3	4.8	9,006

条件の差、栽培槽、培地などの変更があるため単純な比較はできないが、2012年作では現地の平均収量以上の収量を確保することが出来た。このことから肥料組成は2012年の組成を基本とし、試験4-4で検討した追肥の時期を考慮し、表26、27に示した施肥基準を策定した。

施肥量は表26、27に従った場合、ナスでは栽植密度1,000株/10aで窒素47.3kg/10a、トマトで栽植密度3,333株/10aで窒素30.7kg/10aとなる。

ただし、トマトでは施肥量と炭酸苦土石灰量をもとに増やした場合に収量性がさらに改善される可能性が示されているので(表28)、さらに検討を加える必要がある。

第5章 現地試験

材料および方法

表29に示した内容で、2011年、2012年と2か年になわってナスで延7カ所(うち青枯病汚染圃場4カ所)、トマトで延3カ所(うち青枯病汚染圃場3カ所：いずれも前年度50%以上枯死の激発ほ場)のほ場で栽培を行った。

結果

ナス独立袋栽培は現地試験においても非常に高い土壌病害の抑制効果を示した(図12、13)。収量性についても、2011年、2012年に2カ所の現地圃場で8t/10aを超えた(表30)。

表 29 現地実証試験実施場所

	2011年		2012年	
	場所	株数	場所	株数
ナス	中津川市駒場	50	揖斐川町	136
	中津川市駒場	25	可児市	60
	中津川市阿木	22	中津川市駒場	45
			中津川市阿木	27
トマト	中津川市上野	16	中津川市千旦林	1721
			中津川市福岡	200

表 30 現地試験収量 単位:t/10a

圃場	2011年	2012年
中津川市駒場	10.9	9.8
中津川市阿木	8.8	8.9
慣行地区平均	6.0	6.6



図 12 2012年9月12日土耕が土壌病害で全滅したのに対して独立袋栽培が順調に生育する様子



図 13 2012年9月12日土耕では青枯病で全滅する圃場において順調に生育する様子

トマトでは土壌病害による枯死株数は 2011 年は 0/16 株、2012 年は中津川市千旦林で 146/1721 株、中津川市福岡で 0/200 株であった。単収は土耕 5, 204kg/10a、独立袋栽培 4, 188kg/10a と土耕の 80% に達した。

考察

ナスでは、非常に高い土壌病害抑制効果を示したうえ、地区の平均収量以上の収量を得ることが出来た。また、圃場準備、定植が大幅に省力出来る点に対して高い評価が得られた。これらからの結果から当栽培システムは十分な実用性があると判断した。

一方で、揖斐川町、可児市の現地では十分な収穫量が得られず、他の 2 カ所の現地でも 8 月下旬以降の収量と果実品質が土耕に劣る傾向があるため、今後は夏季高温期の栽培管理について改良を加える必要がある。

トマトでは、土壌伝染性病害の激発は場における作付で十分な病害抑制効果は示したものの、慣行以上の収量を上げることが出来なかった。現地においてはかん水に関するトラブルが多く、かん水量不足により着果不良、尻腐れ果などが発生したため、かん水設備の完備など本システム導入にあたって十分な環境整備が可能な農家への導入が望ましい。

摘要

栽培装置は図 1 に掲げた栽培装置 B を用いることにより、安定的な給排水が可能となった。この装置を用いることにより土壌病害の汚染圃場でもほとんど病害に罹病することなくナス、トマトを栽培することが出来る。

本システムにおいて、ナスで 4 本仕立て、栽植密度 1, 000 株/10a、トマトで株間 30～35cm、栽植密度 2, 857～3, 333 株/10a 程度の植栽が望ましい。

品種はナスでは「千両二号」、トマトでは「麗夏」、「みそら 64」の他、各中玉・ミニトマト品種が適する。

培地はピートモスを 45% 程度含む培地 1-1 (表 2) が生産性、コスト面から望ましい。

施肥はナス、トマトと作目ごとに十分な生産性を上げることのできる施肥体系として、ナスでは窒素成分量 46～60kg/10a、トマトでは同 27～30kg/10a を目安とする。

現地試験においても十分な病害抑制効果を示しており、ナスでは普及可能な収量性も確保した。トマトではかん水設備を整備した後の導入が望ましい。

謝辞

本研究にあたり、共同研究者として培地の多年使用法の開発、培地の微生物特性の検証に携わっていただいた国立大学法人岐阜大学応用生物科学部園芸学研究室 福井博一教授、培地の開発に携わっていただいた揖斐川工業株式会社 遠藤弘志氏、佐伯裕作氏、緩効性肥料の提供、分析をしていただいたジェイカムアグリ株式会社 野上雄正氏、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業の専門プログラムオフィサーとして研究の推進をご教示いただいた池上隆之氏、外部アドバイザーとしてご助言頂いた全農岐阜県本部 足立和久技術主幹、及び本文の編集にあたってご指導いただいた岐阜県農業大学校市橋秀幸園芸指導課長に深く感謝申し上げます。

引用文献

- 相野公孝. 2003. 農業総覧病害虫防除・資材編. 59
加藤徹・中村俊一・高橋昭治. 1970. ナスのつやなし果発生現象. 農業および園芸. 47(10):1451-1452
斎藤隆. 1973. ナスの開花・結実に関する研究 (第 2 報) 苗の生育と花芽形成との関係. 農業および園芸. 48(3):483-485
坂口雅己・日笠裕治・中住晴彦・大村邦男. 2003. ハウストマト窒素栄養診断マニュアルの作成. 農業および園芸. 78:1196-1200
高辻正基. 1997. 植物工場ハンドブック. 86-87
番喜宏・林悟朗・青柳光昭・柳原等. 1992. ロックウールプラントによるナスの長期栽培, (第 1 報) 根域温度制御が生育・収量に及ぼす影響. 愛知県農業総合試験場研究報告. 24:123-129
吉田建実. 2002. トマトの品種開発戦略. 施設と園芸. No. 118:24-30