

被覆肥料利用によるトマト、キュウリの固形培地耕 (第1報)

培地資材と肥培管理法

岡本将宏・吉澤克彦

Studies on the Solid Medium Culture System of
Tomato Plants and Cucumber Plants Using
Slow - Release Fertilizer. (1)

Effects of Solid Mediums and Fertilizer
Application Methods on the Growth and the Yield.

Masahiro OKAMOTO and Katsuhiko YOSHIZAWA

緩効性の被覆肥料を利用した果菜類の簡易かつ低コストな固形培地耕システムを開発するため、培地資材の適性、施肥法および前作肥料の影響について、トマトとキュウリの半促成ならびに抑制栽培において検討した。

- 1) 少量土壌培地、ピート板およびロックウール粒状綿+ピートモス混合培地を比較した結果、少量土壌培地が最も安定した収量性を示した。
- 2) 少量土壌培地における被覆燐硝安加里肥料単用では明らかに減収し、塩基や微量要素の施用が必要であった。また、低濃度液肥の併用は、生育収量の改善に著しい効果があった。
- 3) 2作目においても培地上に残った前作肥料を除去する必要はなく、むしろ前作の残り肥料の上に基準施肥することにより増収した。
- 4) 少量土壌培地での排液のECを調査した結果、収穫期には水道水と同程度の $0.1 \sim 0.2 \text{ mS/cm}$ で推移し、被覆燐硝安加里肥料などの施用は肥料成分の排出量の削減に有効と考えられた。

1. 緒 言

養液栽培は、施設園芸における連作障害の回避や省力化技術として注目され、これまでに各種方式の開発導入が図られてきた。しかし、施設費が高価であること、養水分管理をはじめ栽培技術に未確立な点があることなどが問題とされている。近年、NFTやロックウール¹⁰⁾栽培がわが国でも実用化されたが、養液栽培の幅広い普及や導入農家の経営安定化のためには、施設装置の簡易、低コスト化とともに、養水分管理など栽培技術の簡易化が不可欠と考えられる。さらに、環境調和型農業推進の面からも、養液栽培における肥料成分の排出削減が必要である。

このため、著者らは定期的な交換を前提に緩衝能のある土壌を培地とし、ロックウールなどの固形培地を用いた養液栽培に準じて養水分管理を行う「少量土壌培地耕」を開発し^{9, 12, 13)}、産地への導入を図っている。

本報では、被覆燐硝安加里肥料を用いた少量土壌培地、ピート板^{3, 7)}およびロックウール粒状綿⁴⁾+ピートモス混合培地の3種の固形培地耕を検討し、トマトとキュウリ栽培での培地資材適性、施肥法、液肥併用の効果や収量性について検討した結果、若干の知見を得たので報告する。

2. 材料および方法

2.1 耕種概要

本試験は1991年に滋賀県農業試験場本場内の鉄骨ビニルハウスにおいて、半促成栽培および抑制栽培で実施した。品種はトマトでは「ハウス桃太郎」(タキイ)、キュウリでは穂木「トップグリーン」(ときわ)、台木「スーパー雲竜」(久留米原種)を供試し、トマトは自根苗をロックウールキューブ(厚さ75×100×100mm、新日鐵化学)により、キュウリは接木苗を育苗用ビート板によりパイプハウス内で育苗し、鉄骨ビニルハウス内の栽培床に置き植えた。

栽培床は排水口を設けた幅20cm、高さ10cmのプラスチック枠を用い培地を充填した。培地の適性を検討するために、枠の底部2cm厚にもみがらを敷き、その上部に蒸気消毒を行った施設土壌(土性、砂壤土)を約7cm厚に詰めた少量土壌培地、ビートモスを幅20cm×吸水時の厚さ6~7cmに圧縮成型したビート板(三木産業KK, スウェーデン製)³⁾、およびロックウール粒状綿42RS(日東紡)⁴⁾とビートモスを3:1の体積比で混合し、枠内に8~9cm厚に詰めたロックウール粒状綿+ビートモス混合培地(以下、RW粒状綿と略す)の計3種類の固形培地を供試した。ただし、抑制栽培ではトマト、キュウリともに半促成栽培で用いた培地を無消毒で連用した。

供試被覆肥料は被覆燐硝安加里ロング(N:P₂O₅:K₂O=14:12:14%、以下、ロングと略す)を用い、基肥は苗の定植後に、追肥は生育期にいずれも培地上に施用した。施肥は、ロング、BM熔りん、珪酸カリおよびFTEを基肥と追肥に分施した標肥区、標肥区と同施肥量でロングのみを全量基肥に与えるロング1回施肥区、さらに少量土壌培地ではロングのみを基肥と追肥に分施するロング単用区の各区を設けて検討した。なお、ロングの施肥量は1作1株当たり150gとしたが、栽培品目、作型や基肥・追肥により溶出日数や溶出タイプの異なるロング(通常型と初期の溶出を抑えたS型)を供試した。

また、抑制栽培では培地上に残った前作の肥料の影響を明らかにするために、半促成栽培にて施用した肥料を培地表面より掻きとる、あるいは小型掃除機により吸引することにより除去した区と、残った肥料を除去しない区を設けた。

定植後の給液はかん水チューブ(エバフローA型、

三井石油化学)の穴を下向きにして、キュウリでは培地上に配置し、トマトでは置き植えた育苗用ロックウールキューブと培地の両方に水を与えるように配置して、小型ポンプとタイマーを用いて行った。また、小型ポンプとかん水チューブの間に流量計を設置して、給水量を調査した。

うね幅は1.8m、ベッド長21mとし、株間30cmで1条植え交互誘引(栽植密度185株/a)した。摘芯はトマトは6段果房の上位2葉で、キュウリは半促成栽培では主枝18節で、抑制栽培では主枝20節で行った。なお、トマト栽培では着果促進のために、合成オーキシン剤(トマトラン液剤500~1000倍液)とジベレリン10ppm水溶液を開花時に単花処理した。

試験規模はトマト、キュウリともに1区10株、1.8m×3m=5.4㎡の1区制とした。

収量調査はトマトでは果重100g以上の正常果を上物、生理障害果や100g未満の小果を下物とし、キュウリでは特に形状などが優れ商品価値の高いものを上物、軽度の曲がり果など販売可能なものを中物、曲がり果などの生理障害果で加工用とすべき物を下物として実施した。

2.2 [試験1] トマトの半促成栽培

試験区の構成は表1のとおり、計14区とした。は種は1月24日に、定植は3月5日に、基肥施用は3月6日にそれぞれ行った。ロングは100日タイプを用い、1回施肥区ではS型140日タイプを併用した。珪酸カリの追肥は3月28日に、ロングとFTEの追肥は4月17日に行った。また、前年までの試験において、一部に鉄欠乏症状や第3果房より上位の果実でカリ欠乏症状が見られたことから、第1果房着果期の4月10日以降は低濃度液肥(OK-F-3肥料4000倍液、Fe 1ppm添加)併用効果についても検討した。なお、液肥無施用区は水にFe 1ppm添加と珪酸カリの増施を行った。

収穫調査期間は5月10日~7月10日とした。

2.3 [試験2] キュウリの半促成栽培

試験区の構成は表1のとおり、計14区とした。は種は2月7日に、接木は2月18日に、定植および基肥施用は3月13日に、追肥施用は4月17日にそれぞれ行った。ロングは基肥には100日タイプを、追肥には70日タイプを用いたが、ロング1回施肥区では100日タイプとS型140日タイプを併用した。また、試験1と同

様に低濃度液肥の併用効果を4月11日以降の収穫期において検討した。液肥無施用区では水にFe 1ppm添加と珪酸カリの増施を行った。

収穫調査期間は4月11日～6月30日とした。

2.4 〔試験3〕 トマトの抑制栽培

試験1のトマト半促成栽培終了後の培地を供試し、培地資材の連用、施肥法および前作の肥料の影響について検討した。試験区の構成は表2のとおり、計14区とした。は種は7月12日に、定植は8月8日に、基肥

施用は8月9日に、追肥施用は9月20日にそれぞれ行った。また、培地上に残った前作の肥料の影響を明らかにするために、半促成栽培にて施用した肥料を除去後に基肥を施用する区（以下、前作肥料除去と略す）と、除去せずそのまま基肥を施用する区（以下、前作肥料ありと略す）を、各培地資材および各施肥について設けた。定植後は初期生育が高温となるために、基肥のロングは標肥区とロング単用区では140日タイプ、ロング1回施肥区ではS型140日タイプを施用し、追肥には100日タイプを施用した。なお、全区とも9月

表1. 〔試験1〕 トマト半促成栽培、〔試験2〕 キュウリ半促成栽培での試験区の構成（1991年）

要 因	水 準
A. 培地資材	A1 少量土壌培地（枠底部2cmもみがら、土壌約7cm） A2 ビート板（吸水時幅20cm、厚さ6～7cm） A3 ロックウール粒状綿+ビートモス混合培地（体積比3：1）
B. 施 肥 (施肥量は株当たりg)	B1 〔標肥〕 基肥：ロング100日 100g、BM熔りん（トマト20g、キュウリ35g） FTE2.5g 追肥：ロング（トマト100日、キュウリ70日）50g、 珪酸カリ20g、FTE2.5g B2 〔ロング1回施肥〕 基肥：ロング100日 100g、ロングS型140日 50g、 BM熔りん（トマト20g、キュウリ35g）、FTE2.5g 追肥：珪酸カリ20g、FTE2.5g B3 〔ロング単用；少量土壌培地区のみ〕 基肥：ロング100日 100g、追肥：ロング（トマト100日、キュウリ70日） 50g
C. 液肥併用	C1 〔液肥併用〕（トマト第1果房着果期 4月10日以降、キュウリ収穫期 4月11日以降） OK-F-3（N:P ₂ O ₅ :K ₂ O%=14:8:25%）4000倍液、Fe 1ppm C2 〔液肥無施用〕 Fe 1ppmのみ添加、追肥：珪酸カリ20g増施

表2. 〔試験3〕 トマト抑制栽培、〔試験4〕 キュウリ抑制栽培での試験区の構成（1991年）

要 因	水 準
A. 培地資材 (2作目連用)	A1 少量土壌培地（枠底部2cmもみがら、土壌約7cm） A2 ビート板（吸水時幅20cm、厚さ6～7cm） A3 ロックウール粒状綿+ビートモス混合培地（体積比3：1）
B. 施 肥 (施肥量は株当たりg)	B1 〔標肥〕 基肥：ロング140日 100g、BM熔りん20g、FTE2.5g 追肥：ロング100日 50g、珪酸カリ20g B2 〔ロング1回施肥〕 基肥：ロングS型140日 150g、BM熔りん20g、珪酸カリ20g、FTE2.5g B3 〔ロング単用；少量土壌培地区のみ〕 基肥：ロング140日 100g、追肥：ロング100日 50g
C. 前作肥料 処理	C1 〔前作肥料除去〕 半促成栽培後に培地上に残った肥料を除去し、抑制栽培の基肥施用 C2 〔前作肥料あり〕 半促成栽培後に培地上に残った肥料の上に、抑制栽培の基肥施用

注) 液肥併用、トマト：各区とも9月2日以降、OK-F-3 液肥4000倍、Fe 1ppmを併用。

キュウリ：各区とも9月20日以降、OK-F-1（N:P₂O₅:K₂O%=15:8:17%）液肥4000倍、Fe 1ppmを併用。10月11日よりZn 1ppmを添加。

2 日以降に、低濃度液肥（OK-F-3 肥料 4000 倍液、Fe 1ppm 添加）を併用した。

収穫調査期間は 9 月 20 日～12 月 20 日とした。

2.5 [試験 4] キュウリの抑制栽培

試験 2 のキュウリ半促成栽培終了後の培地を供試し、培地資材の連用、施肥法および前作の肥料の影響について検討した。試験区の構成は表 2 のとおり、計 14 区とした。は種は 8 月 12 日に、接木は 8 月 19 日に、定植は 8 月 29 日に、基肥施用は 8 月 29、30 日に、追肥施用は 9 月 20 日にそれぞれ行った。前作肥料の除去の有無および供試したロングは試験 3 と同様である。なお、全区とも 9 月 20 日以降の収穫期間中は、低濃度液肥（OK-F-1 肥料 4000 倍液、Fe 1ppm 添加）を併用し、さらに RW 粒状綿+ピートモス混合培地で黄化葉が発生したため、10 月 11 日以降は Zn 1ppm を液肥に添加した。

収穫調査期間は 9 月 20 日～11 月 30 日とした。

3. 結 果

3.1 [試験 1] トマトの半促成栽培

1 日当たりの給水量を生育時期別の平均値でみると、定植～第 1 果房着果期（4 月 9 日）には 0.74 l/株・日、果実肥大期（～5 月 9 日）には 1.88 l/株・日、収穫期には 1.85 l/株・日となり、栽培期間の日平均給水量は 1.55 l/株・日、総給水量は 194 l/株を要した（表 3）。また、液肥併用区における第 1 果

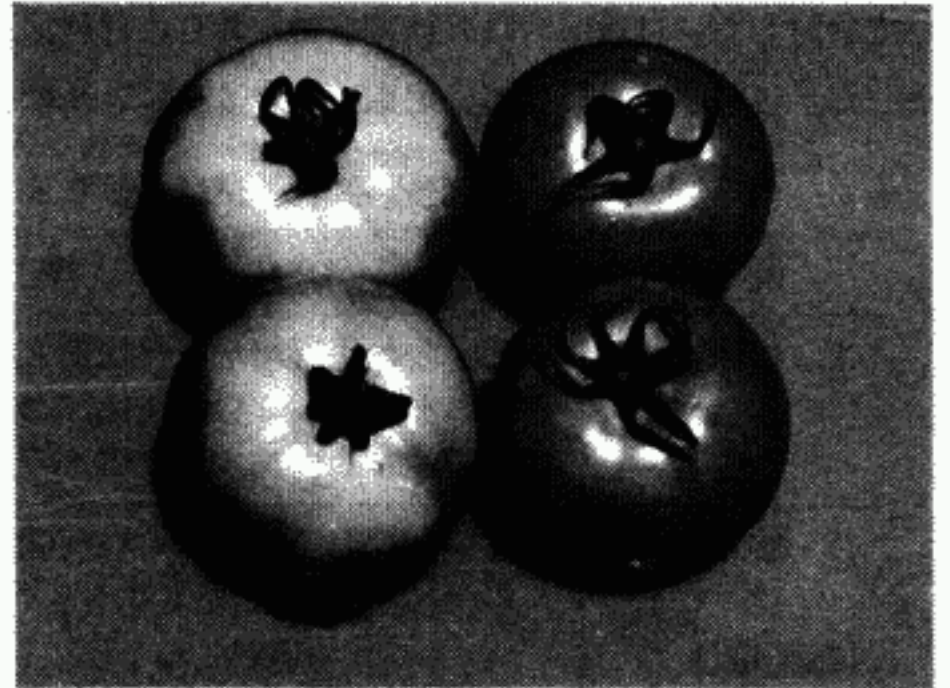


写真 1 トマト果実の K 欠乏症(左)と正常果(右)
(1991 年 5 月 29 日 'ハウス桃太郎')

表 3. トマトおよびキュウリ栽培での給水量と施肥成分量

作型品目	半促成トマト	半促成キュウリ	抑制トマト	抑制キュウリ
栽培日数	125日	109日	135日	109日
給水量/株	194 l (1.55 l/日)	174 l (1.88 l/日)	179 l (1.33 l/日)	149 l (1.60 l/日)
施肥量/a (N:P ₂ O ₅ :K ₂ O)	3.89:4.07:4.63kg	3.89:4.63:4.63kg	3.89:4.07:4.63kg	3.89:4.07:4.63kg
液肥施肥量/a	0.98:0.56:1.76kg	0.91:0.52:1.63kg	0.99:0.57:1.77kg	0.86:0.46:0.98kg

注 1) 栽培日数は、定植～収穫調査終了の日数。

2) 施肥量は、標準区およびロング 1 回施肥区のロング、BM 盛りん、珪酸カリの a 当たり成分量。

3) 液肥施肥量は、半促成栽培での液肥併用区、抑制栽培での全区の a 当たり液肥成分量。

表 4. [試験 1] トマト半促成栽培、[試験 2] キュウリ半促成栽培における収量の要因・水準別平均値

処 理	[試験 1] トマト半促成栽培 'ハウス桃太郎'						[試験 2] キュウリ半促成栽培 'トップグリーン'				
	総収量		上物収量		上物率	上物 1 果重	総収量		上中物収量		上中物率
	個/株	kg/株	個/株	kg/株	(%)	(g)	本/株	kg/㎡	本/株	kg/㎡	(重量%)
A 1 少量土壌培地	30.0	5.28	18.9	3.50	61.8	186	68.8	12.2	51.1	9.3	75.4
2 ピート板	29.2	4.75	18.0	3.15	61.3	174	64.7	11.3	45.6	8.3	72.8
3 RW 粒状綿	29.3	4.66	17.7	3.10	60.3	174	55.9	9.6	36.1	6.4	67.1
B 1 標 肥	30.2	4.96	19.0	3.38	62.3	178	67.1	11.8	47.6	8.6	72.1
2 ロング 1 回	28.9	4.84	17.4	3.11	60.0	178	59.2	10.3	40.9	7.4	71.4
3 少土ロング単用	28.2	4.24	15.5	2.59	54.7	168	52.3	9.1	37.4	6.8	74.0
C 1 液肥併用	30.2	5.28	23.3	4.14	77.0	178	73.0	12.9	52.0	9.5	72.9
2 液肥無施用	28.4	4.32	12.3	2.16	43.4	175	50.2	8.6	34.5	6.2	71.3
総平均値	29.3	4.80	17.8	3.15	60.2	176	61.6	10.8	43.3	7.8	72.1

注 1) A 1 少量土壌培地の値には、ロング単用区を含まない。A 1、2、3 は各 4 区の平均値。

2) B 3 は少量土壌培地のみの 2 区の平均値。B 1、2 は各 6 区の平均値。

3) C 1、2 は各 7 区の平均値。総平均値は計 14 区の平均値。

4) キュウリ RW 粒状綿では Zn 欠乏による黄化葉発生。

表5. [試験1] トマト半促成栽培の少量土壌培地における肥培管理法と収量

処 理	総収量		上物収量		上物率 (個%)	上物平均 1果重(g)	果房別上物収量 (g/株)					
	個/株	kg/株	個/株	kg/株			1	2	3	4	5	6段
液肥・施肥												
液肥併用 標肥	33.6	5.91	25.8	4.77	76.8	185	1130	685	593	746	1003	616
液肥併用 ロング1回	30.1	6.36	24.0	4.45	79.7	185	856	696	744	698	718	738
液肥併用 ロング単用	29.0	4.42	19.6	3.22	67.6	164	337	619	555	630	638	441
液肥無施用 標肥	29.0	4.54	14.4	2.57	49.7	178	926	611	492	104	243	198
液肥無施用 ロング1回	27.4	4.32	11.2	2.19	40.9	196	899	579	215	94	231	173
液肥無施用 ロング単用	27.3	4.05	11.4	1.96	41.8	172	690	654	248	107	128	131

表6. トマト半促成栽培における果実の品質¹⁾と収穫期生育相の要因・水準別平均値

処 理	第1果房		第3果房		第5果房		摘芯長 ²⁾ (cm)	茎の太さ(mm)		葉長 ³⁾ (cm)	
	Brix	EC	Brix	EC	Brix	EC		1~2節	6果房上	10葉	最上位
A 1 少量土壌培地	6.0	4.77	5.5	3.91	5.3	4.15	165.2	18.2	11.2	48.1	36.6
2 ピート板	6.0	4.78	5.4	3.83	5.1	4.15	162.9	17.5	13.2	44.7	39.2
3 RW粒状綿	6.1	4.75	5.5	3.98	5.3	4.17	166.0	17.8	13.3	44.6	38.2
B 1 標肥	6.1	4.83	5.5	3.93	5.2	4.11	163.5	17.8	12.4	45.2	38.0
2 ロング1回	6.0	4.70	5.4	3.88	5.2	4.20	165.9	17.9	12.7	46.4	37.9
3 少土ロング単用	6.0	4.80	5.5	3.96	5.4	4.13	166.8	16.9	12.0	46.5	32.8
C 1 液肥併用	6.1	5.11	5.6	4.18	5.3	4.41	168.4	16.9	15.4	45.9	43.2
2 液肥無施用	6.0	4.43	5.3	3.65	5.2	3.89	161.5	18.5	9.5	45.9	31.3
総平均値	6.05	4.77	5.45	3.91	5.26	4.15	165.0	17.7	12.5	45.9	37.2

注 1) 果実の品質は果汁についてBrix(%), EC(mS/cm) を測定.

2) 摘芯は第6果房の上位2葉を残して行った.

3) 葉長は葉柄を含む.

房着果期～収穫期のOK-F-3施用量は38 g/株に相当し、総施肥成分量はN : P₂O₅ : K₂O=4.9 : 4.6 : 6.4 kg/aとなった(表3)。

収量性を処理要因ごとにみると、培地間では株当りの総収穫個数に差を認めなかったが、総収量や上物収量および上物1果重は少量土壌培地がピート板およびRW粒状綿より優れる傾向にあった。施肥では標肥に比べ、ロング1回施肥の上物収量が若干劣る程度であった(表4)。また、液肥無施用では第3果房以降の果実にカリ欠乏に起因すると思われる果実肩部の黄化症状¹⁴⁾が激発し(写真1)減収したが、第1果房着果期以降の液肥併用では明らかに改善され、液肥無施用の2倍近い上物収量が得られた(表4)。少量土壌培地でも液肥無施用では第3果房以降の上物収量が著しく減少した(表5)。

なお、少量土壌培地での収量は液肥併用の標肥およびロング1回施肥で高く、株当たり総収量は5.9kgと6.4kg、株当たり上物収量は4.8kgと4.5kgであり、14区の中で最高となった。ロング単用は上物率や上物1果重が低下し、減収した(表5)。

上物果実の果汁糖度は、全区の総平均値で第1果房ではBrix 6.1%、第3果房では5.5%、第5果房では5.3%と上位果房ほど低下する傾向にあり、培地や施肥に伴う処理間差は明かではなかったが、液肥無施用では液肥併用に比べ、第3果房の果汁糖度が低くなった。また、果汁のECは液肥無施用では液肥併用に比べ、低い値で推移した(表6)。

収穫期における生育相を調査した結果、液肥無施用では着果期以降の草勢の低下により、摘芯長が短く、第6果房着生部の上位での茎の太さが細く、最上位葉の葉長が短くなり、少量土壌培地のロング単用でも最上位葉の葉長が短くなることが確認された(表6)。

少量土壌培地における排液のpHは、定植10日後では7.5～7.6と高く、収穫期にはやや低下したものの6.3～7.2であった(表7)。また、排液のECは定植10日後で0.7mS/cm程度であったが、定植1ヶ月後には0.11～0.13mS/cmと原水の水道水の0.17mS/cmよりも低い値となり、その後液肥を併用しても0.2mS/cmと原水と大差なく(表7)、他の培地でも同様の傾向であった(データ略)。

表 7. トマト半促成栽培の少量土壌培地における排水のpH, EC(mS/cm)

処理 施肥・液肥	3月15日		3月22日		4月8日		4月25日		5月9日		6月19日	
	pH	EC	pH	EC	pH	EC	pH	EC	pH	EC	pH	EC
原水(水道水)	7.3	0.149	7.3	0.129	7.3	0.166	7.4	0.164	7.4	0.151	6.9	0.137
標肥 液肥併用	} 7.5	0.725	} 7.1	0.344	} 7.2	0.133	6.7	0.165	6.7	0.256	6.6	0.233
標肥 液肥無施用							7.2	0.111	7.0	0.164	7.2	0.187
ロング1回 液肥併用	} 7.6	0.693	} 7.4	0.347	} 7.2	0.112	7.3	0.122	6.9	0.190	6.7	0.260
ロング1回 液肥無施用							7.2	0.110	7.0	0.147	6.5	0.147
ロング単用 液肥無施用	7.6	0.748	7.5	0.472	7.0	0.116	7.0	0.116	6.8	0.153	6.3	0.139

注) 液肥併用区では、4月10日以降にOK-F-3, 4000倍液肥を併用。

表 8. [試験 2] キュウリ半促成栽培の少量土壌培地における肥培管理法と収量

処 理 液肥・施肥	総収量		上物収量		中物収量		上物率 (重量%)	上中物率 (重量%)
	本/株	kg/m ²	本/株	kg/m ²	本/株	kg/m ²		
液肥併用 標 肥	87.3	15.7	43.2	7.9	26.0	4.7	50.6	80.3
液肥併用 ロング1回	81.4	14.5	36.8	6.8	23.6	4.3	47.2	76.6
液肥併用 ロング単用	59.8	10.5	27.0	5.0	16.7	3.0	47.2	75.6
液肥無施用 標 肥	57.8	10.2	23.8	4.4	15.4	2.7	43.0	69.7
液肥無施用 ロング1回	48.7	8.6	21.1	3.9	14.3	2.6	44.9	75.0
液肥無施用 ロング単用	44.8	7.8	19.0	3.5	12.1	2.1	45.1	72.4

3.2 [試験 2] キュウリの半促成栽培

1日当たりの給水量を月別の平均値でみると、3月は0.60ℓ/株・日、4月は1.46ℓ/株・日、5月は2.01ℓ/株・日、6月は2.54ℓ/株・日となり、栽培期間の日平均給水量は1.88ℓ/株・日、総給水量は174ℓ/株を要した(表3)。また、液肥併用区における収穫期のOK-F-3施用量は35.3g/株に相当し、総施肥成分量はN:P₂O₅:K₂O=4.8:5.2:6.3kg/aとなった(表3)。

収量性を処理要因ごとにみると、液肥無施用に比べ収穫期の液肥併用では収穫総本数で45%増の73本/株、収穫総重量で49%増の12.9kg/m²となり、上中物収量でも液肥併用の効果は明かであった。培地ごとの収量は少量土壌培地が最も高く、次いでビート板となり、RW粒状綿の収量は最も劣った。また、施肥については標肥の収量が高くなった(表4)。

さらに、少量土壌培地では、液肥併用・標肥が最も多収となり、総収量は87本/株、15.7kg/m²で上物率も高く、次いで液肥併用・ロング1回施肥、液肥併用・ロング単用の順で、なかでも液肥無施用・ロング単用の収量は液肥併用・標肥の約1/2にとどまった(表8)。

収穫開始時の4月10日の生育調査では、各培地とも標肥に比べてロング1回施肥の生育が進み、第10葉は大きく、葉色も濃緑色を呈して、ロングS型140日タ

表 9. キュウリ半促成栽培での収穫開始時生育調査

処 理 培地・施肥	草丈 (cm)	葉数 (枚)	第10葉(cm)		
			葉長	葉幅	葉色*
少量土壌 標 肥	137.7	13.4	19.1	25.1	49.9
ビート板 標 肥	133.6	13.3	18.1	23.8	48.7
RW粒状綿 標 肥	141.1	13.8	18.7	24.0	51.6
少量土壌 ロング1回	155.4	14.6	20.4	26.0	52.7
ビート板 ロング1回	144.1	14.3	19.0	24.1	53.7
RW粒状綿 ロング1回	150.4	14.6	19.7	25.1	55.1
少量土壌 ロング単用	139.2	13.5	19.5	25.6	51.7

注) 1) 4月10日調査, 10株×2区の平均値。

2) *葉色: ミノルタSPAD501 葉緑素計による葉緑素値。

表10. 半促成栽培での果実収穫側枝発生率(%)と側枝発生程度

処 理 培地・施肥	液肥併用		液肥無施用	
	%	程度	%	程度
少量土壌 標 肥	85	中	76	弱
ビート板 標 肥	84	中	74	弱
RW粒状綿 標 肥	80	中弱*	76	弱*
少量土壌 ロング1回	83	中弱	63	中弱
ビート板 ロング1回	80	中弱	66	弱
RW粒状綿 ロング1回	71	弱*	71	弱*
少量土壌 ロング単用	76	弱	61	弱

注) 1) 主枝6~20節より発生した側枝。

2) *Zn欠乏様の黄化葉発生。

イブの溶出が推察された（表9）。また、側枝の発生は主枝の中位節で劣る傾向にあり、主枝6～20節の果実収穫側枝発生率は液肥無施用で低く、しかも側枝発生程度（側枝の強さ）も弱かった（表10）。なお、R

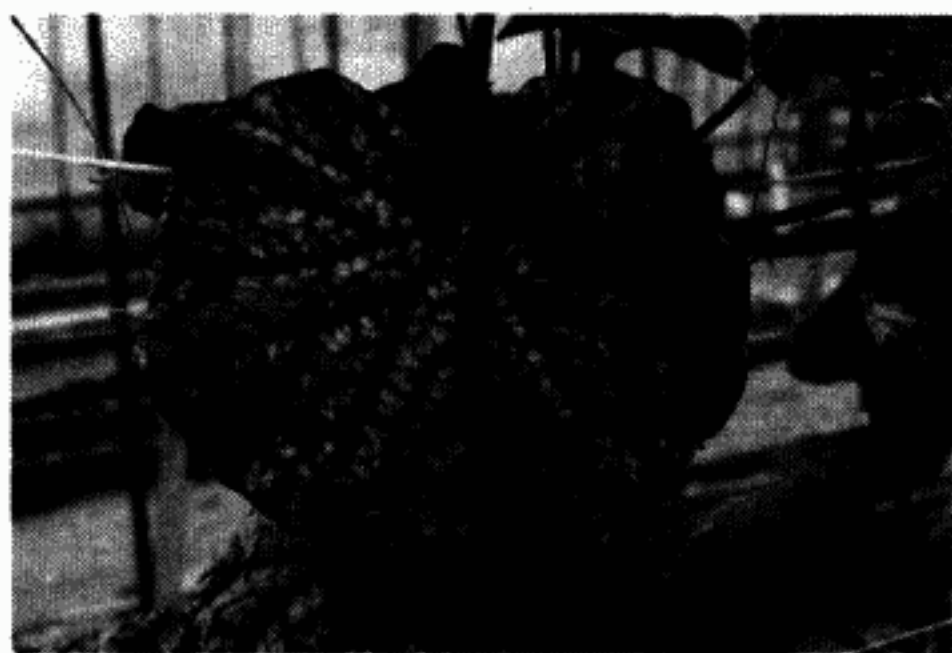


写真2. キュウリ半促成栽培のRW粒状綿で発生した黄化葉

W粒状綿では亜鉛欠乏様の黄化葉²⁾が発生した（写真2）。また、液肥無施用やRW粒状綿での草勢の低下は、減収をもたらした（表4）。

少量土壌培地における排液のpHは、生育初期には7.2～7.8と高く、収穫期にはやや低下しpH6台で推移した。また、排液のECは定植6日後に標肥で0.8 mS/cm、ロング1回施肥で1.1 mS/cmであったが、生育の推移とともに低下し、収穫期には液肥を併用しても原水の水道水と同程度の0.1～0.2 mS/cmと、トマト半促成栽培と同様に従来の養液栽培では認められない低い値を示した（表11）。

3.3 [試験3] トマトの抑制栽培

1日当たりの給水量を生育時期別の平均値でみると、定植～生育初期（8月8日～8月29日）には1.00 ℓ/株・日、果実肥大期（～9月19日）には1.62 ℓ/

表11. キュウリ半促成栽培の少量土壌培地における排液のpH, EC(mS/cm)

処理 施肥・液肥	3月19日		3月27日		4月4日		4月24日		5月28日		6月21日	
	pH	EC	pH	EC	pH	EC	pH	EC	pH	EC	pH	EC
原水(水道水)	7.28	0.14	7.30	0.13	7.13	0.20	7.06	0.14	7.29	0.17	6.60	0.14
標肥 液肥併用	7.23	0.78	7.74	0.61	6.99	0.22	6.36	0.10	6.60	0.19	6.12	0.18
標肥 液肥無施用							6.51	0.09	6.52	0.10	6.19	0.09
ロング1回 液肥併用	7.43	1.05	7.80	0.61	7.20	0.22	6.55	0.11	6.57	0.15	6.22	0.13
ロング1回 液肥無施用							6.73	0.12	6.77	0.13	6.23	0.09

注) 液肥併用区では、4月11日以降にOK-F-3, 4000倍液肥を併用。

表12. [試験3] トマト抑制栽培、[試験4] キュウリ抑制栽培における収量の要因・水準別平均値

処 理	[試験3] トマト抑制栽培 'ハウス桃太郎'						[試験4] キュウリ抑制栽培 'トップグリーン'				
	総収量		上物収量		上物率	上物1果重	総収量		上中物収量		上中物率
	個/株	kg/株	個/株	kg/株	(個%)	(g)	本/株	kg/㎡	本/株	kg/㎡	(重量%)
A 1 少量土壌培地	29.9	4.19	24.2	3.56	80.8	148	49.0	8.3	36.6	6.3	76.4
2 ビート板	28.2	3.98	22.2	3.31	78.6	149	42.5	7.2	32.1	5.5	76.4
3 RW粒状綿	28.7	3.98	22.2	3.30	77.1	149	40.2	6.6	30.1	5.1	76.1
B 1 標 肥	29.8	4.13	23.7	3.50	81.0	147	45.4	7.6	34.8	5.9	77.4
2 ロング1回	28.6	3.97	21.9	3.28	76.7	149	42.4	7.1	31.1	5.3	75.2
3 少土ロング単用	23.9	3.30	17.7	2.72	74.3	154	52.4	8.4	41.2	6.8	80.9
C 1 前作肥料除去	28.3	3.80	21.2	3.09	74.7	146	40.7	6.8	31.3	5.3	77.8
2 前作肥料あり	28.1	4.08	23.0	3.50	81.7	152	49.6	8.3	37.0	6.3	76.1
総平均値	28.2	3.94	22.1	3.29	78.2	149	45.1	7.5	34.2	5.8	76.9

注 1) A 1 少量土壌培地の値には、ロング単用区を含まない。A 1、2、3は各4区の平均値。

2) B 3は少量土壌培地のみの2区の平均値。B 1、2は各6区の平均値。

3) C 1、2は各7区の平均値。総平均値は計14区の平均値。

株・日、収穫期には（～12月20日）1.34ℓ／株・日となり、栽培期間の日平均給水量は1.33ℓ／株・日、総給水量は135ℓ／株を要した（表3）。また、液肥併用によるOK-F-3施用量は38.2g／株に相当し、総施肥成分量はN：P₂O₅：K₂O=4.9：4.6：6.4kg／aで、半促成栽培と同量であった（表3）。

収量性を処理要因ごとにみると、前作肥料除去に比べ、前作肥料ありは上物収量や上物率が向上した。施肥についてはロング（S型）1回施肥は標肥より収量がやや劣る傾向にあり（表12）、特に前作肥料除去のもとでは初期収量の低下が認められた。培地間の収量差は1作目の半促成栽培よりも小さくなったが、前述の半促成栽培と同様に少量土壌培地が比較的安定した収量を示し、総収量で4.1～4.5kg／株、上物収量で3.3～3.9kg／株となった（表12、表13）。なお、少量

土壌培地において最も高収量となったのはロング（S型）1回施肥・前作肥料ありで、逆にロング単用では着果不良や尻腐れ果の多発により減収した（表13）。ビート板とRW粒状綿の収量は平均値では同等で（表12）、ともに標肥・前作肥料ありで高収量を得られた。特に、RW粒状綿・標肥・前作肥料ありでは、少量土壌培地・ロング（S型）1回施肥・前作肥料ありと同収量の総収量4.5kg／株、上物収量3.9kg／株が得られ、各区を通じ最も高収となった（データ略）。

上物果実の果汁糖度は10月を中心とした日照不足の影響を受けて第2～第3果房で低くなり、上位果房で回復したが、処理間の差は明かでなかった（表14）。

試験1の結果から各区とも低濃度の液肥の併用を行ったため、果実肩部の激しい黄化症状は認められなかったが、少量土壌培地・ロング単用では収穫期の生育相

表13. [試験3] トマト抑制栽培の少量土壌培地における肥培管理法と収量

処 理	総収量		上物収量		上物率 (個%)	上物平均 1果重(g)	果房別上物収量 (g／株)					
	個／株	kg／株	個／株	kg／株			1	2	3	4	5	6段
前作肥料・施肥												
前作肥料除去 標 肥	31.1	4.1	25.9	3.5	83.3	134	597	510	578	646	486	652
前作肥料除去 ロング1回	30.5	4.1	22.5	3.3	73.8	146	394	320	392	499	647	1035
前作肥料除去 ロング単用	25.1	3.5	18.3	2.8	72.9	153	363	383	421	528	544	560
前作肥料あり 標 肥	28.3	4.1	23.3	3.6	82.4	153	518	583	507	406	747	804
前作肥料あり ロング1回	29.7	4.5	24.9	3.9	83.8	157	659	516	659	666	715	702
前作肥料あり ロング単用	22.6	3.1	17.1	2.6	75.7	155	500	534	375	285	430	518

表14. トマト抑制栽培における果実糖度と収穫期生育相の要因・水準別平均値

処 理	果房別糖度 (Brix%)				摘芯長 (cm)	茎の太さ(mm)		葉 長 (cm)		
	1段	3段	5段	6段		1～2節	6果房上	10葉	15葉	最上位葉
A 1 少量土壌培地	5.48	4.92	5.38	5.55	193.4	14.4	12.8	48.8	47.9	48.3
2 ビート板	5.34	4.96	5.75	5.80	199.7	14.2	11.8	47.1	46.8	46.3
3 RW粒状綿	5.23	4.83	5.59	5.66	199.1	14.6	12.1	46.9	46.4	47.2
B 1 標 肥	5.45	4.97	5.66	5.74	194.3	14.7	12.1	49.4	48.7	45.4
2 ロング1回	5.25	4.84	5.49	5.59	200.5	14.1	12.4	45.7	45.3	49.0
3 少土ロング単用	5.29	5.18	5.79	5.81	210.3	13.1	9.6	43.3	44.6	43.1
C 1 前作肥料除去	5.28	4.97	5.61	5.77	201.8	13.9	11.1	46.0	43.4	46.5
2 前作肥料あり	5.40	4.91	5.60	5.60	196.6	14.5	12.5	47.9	49.9	46.8
総平均値	5.34	4.94	5.60	5.69	199.2	14.2	11.8	47.0	46.6	46.6

注 1) 果実糖度は果汁についてBrix(%)を測定
2) 摘芯は第6果房の上位2葉を残して行った。
3) 葉長は葉柄を含む。

表15. [試験2] キュウリ半促成栽培の少量土壌培地における肥培管理法と収量

処 理 前作肥料・施肥	総収量		上物収量		中物収量		上物率 (重量%)	上中物率 (重量%)
	本/株	kg/m ²	本/株	kg/m ²	本/株	kg/m ²		
前作肥料除去 標 肥	48.7	8.3	26.9	4.7	12.7	2.1	56.9	81.7
前作肥料除去 ロング1回	39.9	6.8	20.6	3.6	10.3	1.8	53.3	79.0
前作肥料除去 ロング単用	46.7	7.5	24.8	4.0	12.9	2.0	54.3	81.7
前作肥料あり 標 肥	55.4	9.3	27.7	4.7	13.4	2.3	50.6	75.2
前作肥料あり ロング1回	51.9	8.8	23.8	4.3	11.1	1.8	48.7	69.5
前作肥料あり ロング単用	58.1	9.4	30.8	5.1	15.0	2.4	54.4	80.0

表16. キュウリ抑制栽培での果実収穫側枝発生率(%)と側枝発生程度

処 理 培地・施肥	前作肥料除去			前作肥料あり		
	%	程度		%	程度	
		(子) (孫)		(子) (孫)		
少量土壌 標 肥	98	強 中		100	強 強	
ビート板 標 肥	95	中 弱		95	中 中強	
RW粒状綿 標肥	97	中強 中		98	強 中強	
少量土壌 ロング1回	97	中強 中		98	強 中強	
ビート板 ロング1回	79	中弱 弱		98	中強 中	
RW粒状綿 ロング1回	90	中 弱		93	中強 中	
少量土壌 ロング単用	93	中 弱		93	中強 中	

注) 主枝6~18節発生側枝について調査。

は茎が細く、葉長が短く、摘芯長が長い徒長気味となり(表14)、葉の激しい白化症状を呈した。

3.4 [試験4] キュウリの抑制栽培

1日当たりの給水量を生育時期別の平均値でみると、定植~生育期(8月29日~9月19日)は1.21ℓ/株・日、収穫前期(~10月15日)は1.84ℓ/株・日、収穫中・後期は1.63ℓ/株・日となり、栽培期間の日平均給水量は1.60ℓ/株・日、総給水量は149ℓ/株を要した(表3)。また、抑制栽培では収穫期の低濃度液肥の併用を前提としたが、OK-F-1の施用量は31.18/株に相当し、総施肥成分量はN:P₂O₅:K₂O=4.8:4.5:5.6kg/aとなった(表3)。

収量性を処理要因ごとにみると、前作肥料除去に比べ、前作肥料ありの施肥により総収穫重量は22%増となり、上中物収量も増加した(表12)。培地については少量土壌培地の収量がビート板やRW粒状綿を上回った。施肥については前作肥料ありでは標肥とロング(S型)1回施肥の収量差は認められないものの、前

作肥料除去ではロング(S型)1回施肥で減収した。

少量土壌培地の収量は、やはり前作肥料ありで高くなった。少量土壌培地においては標肥とロング単用に比べ、ロング(S型)1回施肥でやや減収した。また、ロング単用の収量は試験1、2、3のいずれにおいても低くなったが、本試験においては前作肥料あり・ロング単用が総収量で58本/株、9.4kg/m²、上中物収量で46本/株、7.5kg/m²と全区を通じ最も高収となった(表15)。なお、全般的に10月の日照不足が減収の要因となった。

側枝の発生は半促成栽培より良好で、発生程度は前作肥料ありで、培地では少量土壌培地で、施肥では標肥で強い傾向にあった。果実収穫側枝発生率はビート板・ロング1回施肥・前作肥料除去で79%となった以外は全て90%以上で、少量土壌培地・標肥・前作肥料ありでは100%であった(表16)。RW粒状綿では黄化葉²⁾が発生したが、10月11日以降にZn 1ppmを添加したところ症状は改善した。

4. 考 察

NFTやロックウール栽培がわが国でも実用化されたが、より簡易でしかも安定生産が可能な養液栽培システムが要望されている。そこで、被覆肥料を利用したロックウール栽培の研究がイチゴ¹⁾、メロン^{5,6)}やパッパ¹¹⁾で行われており、この方式ではポンプやタンクを必ずしも要せず、また養分管理と水分管理を独立して行えるという特長がある。

また、隔離床栽培は土壌消毒や湛水除塩が容易で、連作障害の回避効果は高く⁸⁾、トマトやメロンの高糖度生産などで導入されているが、果菜類全般に普及するには至っていない。この点、少量土壌培地耕は養液栽培と隔離床栽培の特性を合わせ持つ低コスト栽培方式で、ロックウールでは長期収穫が難しいキュウリ栽

培も可能である^{9,12,13)}。そのような状況のなかで、本試験ではトマトとキュウリを対象に、培地資材と肥培管理法を検討した。

被覆肥料を利用した栽培の培地資材として、土井¹⁾らはイチゴでロックウールスラブを用い、ロックウールベッドの下部を開放し、灌水量を調節することで気相率は調節でき、十分な収量性が得られると報告している。また、渡辺¹⁴⁾らはバラでロックウールスラブを用い、給水の自動制御（水分張力を -5 cm 以下に維持）を行い、置き肥栽培は可能としている。さらに、水田⁵⁾らはメロンでロックウールスラブ、ロックウール粒状綿およびロックウール粒状綿+ピートモス（3:1）混合培地を供試し、ロックウールスラブでは培地内の水分制御が困難であり、この点水分制御のしやすさや果実重、糖度からロックウール粒状綿+ピートモス混合培地が好適であるとしている。

また、著者らが1989、1990年にトマトとキュウリで行った試験（未発表）でも、ロックウールスラブでは草勢が弱く低収となったが、これは培地内の水分分布に差を生じ¹⁰⁾、含水量の少ない表層では被覆肥料の溶出が制限されること、保肥力がほとんどないことが影響したと考えられる。なお、ロックウール粒状綿+ピートモス混合培地やピート板で収量は改善され、少量土壌培地の収量性が優れることが示唆された。

試験1～4の結果から、トマトやキュウリ栽培での培地資材と収量性との関係は、総じて少量土壌培地>ピート板≧ロックウール粒状綿+ピートモス混合培地の順となり、少量土壌培地が最も安定した収量性を示した。これより養分吸収量の多いトマトやキュウリを被覆肥料を利用して栽培するには、保肥力や緩衝能の高い培地資材の適応性が高いと考えられた。なお、ロックウール粒状綿+ピートモス混合培地でキュウリを栽培する場合には、亜鉛欠乏による黄化葉対策を講ずる必要がある。

施肥については、土井¹⁾らはイチゴ栽培で被覆肥料のみを施用し、養液栽培の培養液よりも低いEC値で栽培でき、根域の温度との関連で、被覆肥料の溶出タイプの組み合わせや施肥時期および施肥量の検討が必要としている。水田^{5,6)}らはメロン栽培でロング100と珪酸カリ28g/株を施用し、培地内水分含量の低下による水切りを行うことによって高品質な果実の生産が可能と報告している。また、渡辺¹⁴⁾らはバラ栽培でりん硝安カリS226、I B化成S1号、ロング100のいずれ

かと苦土石灰および微量要素の併用が必要で、ロックウール内養液のECを 1 mS/cm 前後に維持すればよいと報告している。

著者らが1989、1990年に行ったトマトの試験ではロング単用によるロックウールおよびピート板栽培では、カリやリンをはじめ鉄、ホウ素などの激しい欠乏症が発生し、生育不良や収量低下をもたらした。この2年間計7作のトマトとキュウリの試験結果より、ロング150g/株程度と珪酸カリ、BM熔りん、FTEの施用が必要で、さらに収穫期にはカリや微量要素を含む液肥の併用効果が認められた（未発表）。

1991年の本試験では、少量土壌培地においてもロング単用による減収は明かであった。また、トマトでの着果期以降あるいはキュウリでの収穫期に行った低濃度液肥の併用により、生育収量は著しく改善された。これらのことから、イチゴやメロンより養分吸収量が多いトマト、キュウリで十分な生育収量を得るには、ロングのほか塩基や微量要素の施用と低濃度液肥の併用が必要と考えられた。また、ロングを基肥と追肥に分施する標肥に比べて、ロングを全量基肥に施用するロング1回施肥では収量がやや劣る傾向が認められたが、作業効率や労力の点からすれば全量基肥施用の利点は大きいと考えられる。

固形培地耕においては培地の連用についての検討が重要であり、著者らはキュウリの山崎処方培養液を用いた少量土壌培地耕では、5年9作の連用が可能とした⁹⁾。被覆肥料利用による本試験の抑制栽培では、同一培地で少なくとも2作目の作付けが可能で、しかも前作で残った肥料がスターターとして働き、増収することを認めたが、さらに長期連用の試験が必要である。

本試験での肥料コストの試算を、キュウリの抑制栽培を例に行った（表17）。a当たり8,493円という費

表17. 肥料コストの試算（a当たり）

供試肥料	施肥量	肥料代	施肥成分量 (a当たり)
ロング424	27.75 kg	5,828円	N : 4.75kg
BM熔りん	3.70	222	P ₂ O ₅ : 4.49kg
珪酸カリ	3.70	355	K ₂ O : 5.61kg
FTE	0.46	116	
OK-F-1	5.75	1,972	
合計	—	8,493	

注) 株当たり施肥量×185株/a×肥料単価
キュウリ固形培地耕(抑制栽培)

用は従来の土耕栽培と大差なく、特にキュウリ栽培では山崎処方キュウリ用1単位培養液を施用する場合に比べて、1/2程度に削減することが可能と考えられた。

また、環境調和型農業推進の面から肥料成分の排出削減の必要性があり、野菜の養液栽培もその例外ではない。被覆肥料を利用した固形培地耕では、培地内溶液および排液中の肥料成分は、高温条件にある抑制栽培の生育初期を除き、従来の養液栽培に比べて著しく低濃度で推移する傾向にある(岡本ら、1989,1990年)。

本試験のトマトおよびキュウリ半促成栽培においても、排液のECは基肥施用後日数の経過とともに低下し、液肥無施用では水道水と同程度以下、液肥併用でも水道水と同程度の0.1~0.2mS/cmとなり(表7、表11)、肥料成分の排出削減に有効と考えられ、他の報告^{1),6)}の結果とも一致する。

以上の結果から、被覆肥料を利用した固形培地耕においてトマトやキュウリの十分な生育収量を得るには、適正な溶出タイプの被覆肥料を施用するとともに塩基、微量元素や液肥の併用が必要である。

しかし、本方式では少量土壌培地の適応性が高く、連用も可能で、肥料コストも削減でき、装置もポンプあるいは電磁弁、タイマーおよび簡単な液肥混入装置があればよく、養液タンクや養液濃度コントローラーが必要な従来の養液栽培に比べて、低コストで簡易なシステムとなり得る。さらに、肥料成分の排出量が少ないことは、本方式の大きな特長と考えられる。

謝 辞 被覆肥料を利用した固形培地耕に関する試験を1989年に開始するにあたり、京都大学農学部蔬菜花卉園芸学研究室 元教授 浅平 端博士(故人)、元同 位田 晴久博士(現宮崎大学農学部)、同 水田 洋一氏にはご懇切なご指導を賜った。

また、本試験の遂行にあたり、滋賀県農業試験場栽培部 西 忠泰部長をはじめ、豊岡 幸二氏、志和 将一氏(現滋賀県茶業指導所)、園田 慶蔵氏、中嶋 利幸氏から終始ご指導とご協力を賜った。

ここに記して、これらの方々に対して深く感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 土井元章・小田芳三・矢次雅恵・浅平 端：緩効性被覆肥料を用いたイチゴの簡易ロックウール栽培。生物環境調節 26(3),101-106,1988.
- 2) 羽生友治・藤澤英司・嶋田永生・岡本信行：ロックウール栽培にみられるキュウリの黄化葉(第1報)。農及園 64(2),85-88,1989.
- 3) 飯田秀徳：ピート板と水分センサー利用の養液栽培について。ハイドロポニックス 2(1),20-23,1988.
- 4) 小菅敏夫：RW粒状綿の特性と利用法。ハイドロポニックス 4(2),79-80,1991.
- 5) 水田洋一・安場健一郎・矢澤 進：簡易ロックウール栽培における培地内水分含量制御によるメロンの品質の向上。園学雑61,別2,300-301,1992.
- 6) ———・———・廣部 出・———：被覆肥料を用いたメロンの簡易ロックウール栽培における培地内EC値分布とその経時的変化。園学雑62,別1, 40-41,1993.
- 7) 日本施設園芸協会：施設園芸新技術実用化促進事業養液栽培分科会報告書。18-20,東京,1989.
- 8) 岡本将宏・中田俊行・森 茂樹：トマト隔離床栽培の生産安定に関する研究。滋賀農試研報 30, 31-38, 1989.
- 9) ———：少量土壌培地耕によるキュウリの安定生産技術。農耕と園芸 49(2),94-95,1994.
- 10) 田中和夫・安井秀夫：養液栽培用ロックウール培地の利用。生物環境調節 28(4),165-170,1990.
- 11) 渡辺寛之・横井邦彦：バラのロックウール栽培に関する研究(第2報)置き肥による栽培について。園学雑58,別2,462-463,1989.
- 12) 吉澤克彦・岡本将宏・志和将一：果菜類の少量土壌培地栽培に関する研究(第1報)キュウリの生育収量に及ぼす土壌の種類、定植法および培地連用の影響。園学雑60,別2,340-341,1991.
- 13) ———：キュウリの少量土壌培地耕。ハイドロポニックス 5(2),75-79,1992.
- 14) 渡辺和彦：野菜の要素欠乏と過剰症。タキイ種苗, 11-12,京都,1983.

Summary

This study was carried out in order to develop low-cost and simple solid medium culture system for tomato plants and cucumber plants using slow-release fertilizer. Each plant (tomato 'House Momotaro' and cucumber 'Top Green') was transplanted in the isolated minimum-soil-bed , the peat moss bed and the rockwool bed mixed with peat moss in plastic green-house, and topdressed with 150g of slow-release fertilizer (coated fertilizer 'Long' , $N:P_2O_5 : K_2O = 14:12:14\%$), fused magnesium phosphate, potassium silicate and fritted trace elements.

1. The fruit yield of the minimum-soil-culture was higher than that of other solid medium cultures.

2. Application of dilute liquid fertilizer during fruit setting and harvest time was very effective on the yield and the quality.

3. In the second cropping of the same solid medium , removal of the fertilizer nutrients remained in the first cropping was not necessary.

4. The electro-conductivity (EC) value of the effluent water in harvest time was low as that of city water.

The solid medium culture system was simplified using slow-release fertilizer. It was expected that the cost of the culture system could be reduced and the outflow of nutrients could be decreased .