

砂栽培の実用化に関する研究

ベッドの砂層構造ならびに窒素施肥について

町田 治幸・佐藤 靖臣

I はしがき

砂栽培は、比較的簡易な施設構造と、安い施設費でもって、礫耕同様の高い生産性と省力効果が期待され、ハウスの連作障害対策としても注目されている。

しかし福島氏もいわれるように、砂耕、礫耕とはやや趣きのちがった、新しいアイデアに立つ新技術であるだけに、実用場面ではなお問題点も少なくない。

筆者らは、ベッドの構造の簡易化と施肥の合理化等、その実用化について試験をすすめてきたが、ここにその成績の概要を報告する。

II ベッド構造簡易化のための砂層の深さおよび底部構造について

ベッド構造の簡易化のひとつとして、ベッドの砂層を必要最小限の深さに止めるのが望ましいが、その限度量の判定、ならびに底部の構造、有底、無底の可否等について、キュウリ、セルリーを用い、生育収量との関係を調査した。

試験 1 ベッドの構造とキュウリの生育、収量について

(1) 材料および方法

① ベッドは静岡型ビニールハウス (160m²) 内に、8基設けた。1ベッドは長さ7m、巾80cm、底は中高3cmのかまぼこ型とし、周囲はスレート瓦で囲んだ。

底部には0.07mmのポリシートを敷いた有底区と、遮断層のない無底区を設けた。

砂層の深さは、5、10、15、20cmの4区とし、吉野川下流域の和泉砂岩系の川砂を用いた。その組成つぎの通りである。

② キュウリは試交9号を1965年12月10日に

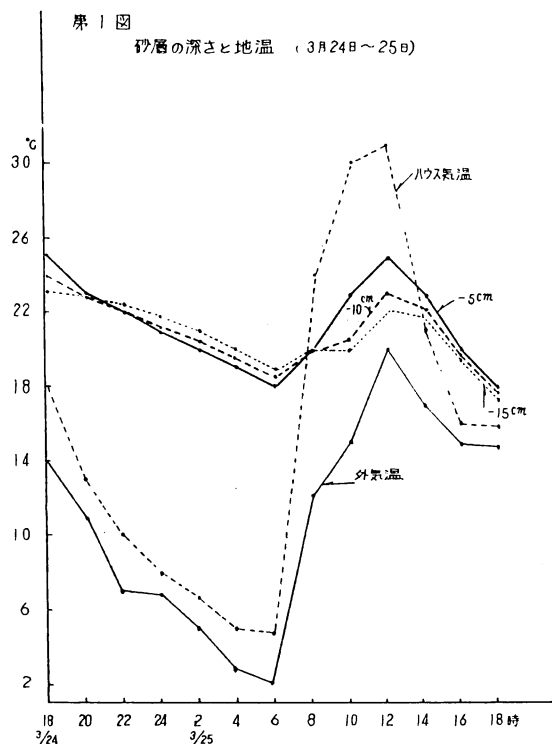
粒径(mm)	2.0>	1.0>	0.5>	0.25>	0.25<
比率(%)	20.0	32.4	28.1	17.3	2.2

播種、温床育苗後66年1月27日18cm株間の1条に植えた。

保温はビニールおよびプラスチック保温材を三重に被覆した。

施肥は住友液肥 (12-5-7) の200倍液を1月27日以降概ね5日毎に、アイセロ灌水チューブで施した。100株当りの施用量は、N1,117g、P₂O₅ 560g、K₂O 894gであった。

また概ね15日毎に微量要素剤サンピ3号の400倍液を加用した。なお区制は1区1ベッド (5.6m²) の2区制とした。



(2) 試 験 結 果

① 砂層の深さと地温

ハウスの気温と砂層別の地温変化の例を第1図に示した。

砂層の深さによって、地温には差があり、層の浅いほど、表層に近いほど、昼夜の温度較差は大きくなる。また砂層の深浅による温度の差は、日中に大きく、夜間は小さい。

第1図は、3月24日から25日の温度状況であるが、5cm区ベッドの地温の最高は25°C、最低は

18°C、15cm区のベッドでは最高は22°C、最低は11°Cであった。

すなわち5cm区の昼夜の温度較差は7°C、15cm区では3°Cであった。また5cm区は15cm区よりも最高で3°C高く、最低では1°C低い。

また、地温の日変化は、ハウス内の気温変化よりも、概してゆるやかに経過し、気温が5°Cの場合、各層の地温は18~19°C、気温が31°Cでは地温は22~25°Cであった。

② 砂層内の水分含量の変化

1㎡当り9ℓを灌水し、概ね飽和状態に近いべ

第1表 砂層別水分含量の変化（3ヶ所平均）

	ベ ッ ド の 砂 層	採 取 位 置	1	2	3	4	5	7
			4月11日	4,12	4,13	4,14	4,15	4,17
無	5	5	4.5%	3.2	3.0	2.8	2.8	2.1
	10	5	4.1	3.7	4.0	3.2	2.1	1.9
		10	3.9	3.5	3.4	3.5	2.5	2.3
底	5	5	3.6	3.6	3.1	2.8	2.8	2.5
		10	4.0	3.5	3.5	2.6	2.8	2.7
		15	4.3	3.4	3.7	2.3	2.7	2.6
有	5	5	5.7	4.8	4.1	1.1	3.1	2.7
	17	5	4.3	3.6	3.3	3.2	2.1	3.1
		10	3.7	3.4	4.5	2.9	2.6	3.6
底	15	5	3.7	3.6	1.5	2.6	2.8	3.2
		10	4.0	4.2	4.1	3.2	3.7	3.8
		15	5.8	5.5	5.7	3.9	4.6	3.9
	天 候		曇	雨	雨	雨	雨	曇
	降 水 量	mm	0	2.3	7.2	2.5	27.5	0
	平 均 気 温	°C	13.4	8.7	11.3	14.0	9.1	12.9

(註) 1) 灌水は4月10日9時 1㎡当り9ℓ行い、毎朝9時減量を測定した。

2) ベッドには作物は栽培されていない。

ッドの水分変化を第1表に示した。

毎日9時、一定位置の砂を採り赤外線水分率計で測定した。

調査期間中、連日曇雨天のため、蒸散量の比較的少ない状態であったが、これによると、水分の減量割合は、砂層の浅いほど速く、その率も高いが、砂層の深くなるほど、その変化はゆるやかであるが、ベッド内の水分量が半減する時期は、いずれも約5—6日後であった。

すなわち、深さ5cmの有底ベッドの水分は、第2日に5.7%、第3日4.8%、第4日4.1%第5日3.3%第6日3.0%第7日目には2.7%となった。

これに対し、無底の、砂が直接地面に接するベッドでは、第2日が4.5%第3日3.2%第4日3.0%、第5、6日2.8%第7日には2.1%で、無底のベッドの水分減量はやや速い。またいずれも、当初の水分含量が、5—6日後に半量程度となっている。

さらに深さ15cmのベッドでは、有底の場合表層では第2日の3.7%が、第5日には2.6%第7日には3.2%となるが、その底部の15cm附近では第2日5.8%、第5日3.9%、第7日も3.9%では水分量の変化は層の浅い5cm区に較べると、かなりゆるやかである。

つぎに灌水直後の水分含量と、24時間経過後の

水分変化を、砂層の深さ別にみると第2表の通りである。

第2表 砂層別水分含量 (3ヶ所平均)

構造	ベッ ドの 層	測 定 位 置	3月1日	3月2日
無 底	5 cm	0cm	8.5%	4.3%
		5	6.4	4.4
	15	0	7.6	3.1
		5	5.7	4.0
		10	5.6	3.5
有 底	5	0	8.9	4.9
		5	9.4	5.6
	10	0	6.8	2.6
		5	5.5	3.6
		10	7.5	4.2
	15	0	5.4	2.4
		5	6.4	3.3
		10	6.1	4.2
		15	6.8	5.3
	天 候		晴	晴
	外 気 温 (1°C)		4.0	5.4

3月1日は灌水30分後、

3月2日は24時間後に測定。

1㎡当り6ℓを灌水した30分後の砂層別の水分含量は、ベッドの深浅によって、多少の相違はあるが、いずれもほぼ飽和状態となり、上下層の含量にはほとんど差がない。

有底15cm区のベッドでは表層が5.4% 5cm下が6.4 10cm附近が6.1、底部では6.8%で、底部がやや多いのは当然としても、各層とも大体同じ含量である。

また5cm区のベッドでは、表層は8.9% 底部の5cmでは9.4%である、砂の容量が少ないだけに水分量は多いが、含量の割合は15cm区と暑同様である。

しかし24時間経過後の水分含量はベッドの構造によってかなりに相違する。

無底のベッドでは上層と下層の水分の差は殆んどないが、有底では上層は少なく下層は多い。

15cm区のベッドについてみると、無底での表層は3.1%で5cm下では4.0、10cmでは3.5、底部では3.8%で、各層の差は少ないが、有底では表層が2.4%、5cm下が3.3、10cm附近4.2、底部は5.3%となり、下層ほど含量は多い。

また水分の減量割合は無底区が有底区より多く

第3表 ベッドの構造とキュウリの時期別生育状況 (10株平均)

	ベッ ド の 深 さ	2 月 8 日 調					3 月 2 日				
		草 丈	葉 数	平均節 間 長	葉の大き	茎 太	草 丈	節 数	平均節 間 長	葉の大き	茎 太
無 底 区	5cm	38.8 ^{cm}	5.9 ^枚	6.6 ^{cm}	229 ^{cm}	6.6 ^{mm}	105.0 ^{cm}	14.3 ^枚	7.4 ^{cm}	310 ^{cm}	5.8 ^{mm}
	10	48.5	6.6	7.3	215	6.0	89.3	14.5	6.2	226	5.9
	15	40.9	6.0	6.9	197	5.8	99.8	13.5	7.4	228	5.6
	20	41.2	5.8	7.1	233	6.8	101.8	13.3	7.7	222	5.9
有 底 区	5	41.8	5.7	7.3	241	6.5	99.5	13.3	7.5	245	5.9
	10	42.4	6.0	7.1	208	6.6	95.3	13.8	6.9	218	5.7
	15	42.0	5.6	7.5	216	6.5	90.5	13.5	6.7	233	5.9
	20	38.9	5.7	6.8	194	5.9	99.0	13.0	7.6	202	5.7
	ベッ ド の 深 さ	4 月 2 1 日					5 月 2 6 日				
		草 丈	葉 数	平均節 間 長	葉の大き	茎 太	草 丈	節 数	平均節 間 長	葉の大き	茎 太
無 底 区	5	260.4	36.8	7.1	439	6.4	439.5	54.3	8.1	405	7.5
	10	226.1	33.6	6.7	309	8.3	446.3	53.6	8.3	355	8.2
	15	223.2	30.6	7.3	295	7.8	433.1	51.3	8.4	370	8.2
	20	213.0	32.0	6.7	376	7.1	401.9	48.5	8.3	405	8.2
有 底 区	5	254.9	32.1	7.9	425	9.2	476.8	53.7	8.9	384	8.4
	10	225.6	30.0	7.5	248	7.6	453.5	52.4	8.7	415	8.8
	15	241.0	33.2	7.3	408	7.6	457.3	52.0	8.8	415	8.5
	20	239.8	31.0	7.7	328	8.3	460.9	52.6	8.8	400	7.9

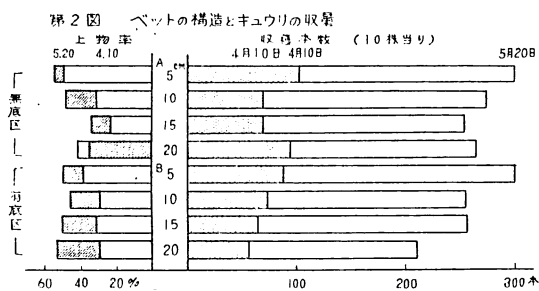
砂層の浅いベッドが深いベッドよりも高いようである。

すなわち、5 cm 区のベッドの場合無底の表層では3月1日の8.5%から3月2日には4.3%となり底部では6.4から4.4%に減った。これに対し有底のベッドでは8.9%から4.9%へ、底部では9.4%から5.6%への減量である。

③ ベッドの構造とキュウリの生育収量
キュウリの時期別の生育状況は第3表の通り。

时期的にはベッドの砂の深さが5~10cm程度のやや浅い層の生育がよく、ポリ底が、無底区よりもすぐれる傾向もみられる。しかし全期を通じては、それぞれの処理区間には、ほとんど大きな差がみられない。

時期別の10株当り収量は第2図に示すようである。



あらましの傾向として砂層の浅い区ほど収量は多く底の有無にはほとんど差がみられない。

収穫始めは各区とも3月4日であったが、4月10日までの10株当りの早期収量は5cm区の場合無底区で106本有底区で87.7本、10cm区では無底区70本有底区で73.5本15cm区では68.6本に対し64.5本20cm区では95.0本と55.2本で、ポリ底がやや劣る傾向であった。

第4表 セルリー時期別生育状況 (10株平均)

ベッ ド	11月25日			12月20日調						
	草丈	葉柄長1	葉柄長2	地上全重	調整重	総茎数	調整茎数	草丈	葉柄長1	葉柄長2
5cm区	43.9 ^{cm}	14.7 ^{cm}	12.5 ^{cm}	1340 ^g	1030 ^g	17.0 ^本	10.0 ^本	60.3 ^{cm}	27.0 ^{cm}	15.5 ^{cm}
10 "	44.9	13.8	12.3	1320	1090	14.5	10.5	63.3	23.3	18.3
15 "	47.4	15.1	11.9	1260	1040	16.8	12.0	60.8	25.1	17.0
20 "	44.2	14.2	11.2	1320	1060	17.0	12.0	63.5	25.5	13.0

全期の収量では、5 cm 区の無底区が301.5本有底区は301.4本、10cm区では、それぞれ274.4本と255.5本15cm区では165.1本と191.4本、20cm区では170本と156.1本である。全体として砂層の浅い区ほど収量は多く、とくに15cm区が優れたが有底と無底区の差は必ずしも明らかでない。

上物率は無底の場合は、浅い区が、有底では深い区がやや高かったが、その差は大きいものではない。

試験2 ベッド構造とセルリーの生育

(1) 材料および方法

① ベッドは試験1に準じ、砂の深さを、5、10、15、20cmの4区とし、底部にはポリシートを敷いた。

② 品種はコーネル619を66年7月15日に播種し、15°Cの恒温室内で発芽させたのち、本葉1枚半で鉢に上げ、礫耕培養液で育苗した。

定植は9月27日に、40cm株間の2条植えとした。

肥料は大塚ハウス肥料(大塚製薬、21-8-23)を3~5日毎に、アイセロ灌水チューブで施した。100株当りの施用量は、N 461、P₂O₅ 203 K₂O 612gであった。

なお1区1ベッド(5.6m²)の2区制とした。

(2) 試験結果

時期別の生育、収量状況を第4表に示した。

12月20日の収穫期の草丈では、ベッドの深さ5cm区と15cm区が60cm その他が63cm、葉柄長はいずれも25cm前後、調整重は5cm区が1030g、10cm区が1090g、15cm区1040g、20cm区1060gといずれも品質、収量ともに大差がなく、ベッドの深浅による優劣はみられなかった。

Ⅲ 砂栽培における窒素の形態について

硝酸態とアンモニア態の窒素の形態差が、砂栽培での作物の生育、収量等に及ぼす影響について試験した。

(1) 材料および方法

ベッドは試験1に準じたが、いずれも底部にはポリエチレンシートを敷き、砂の深さを10cmとした。

供試したキュウリは、試交9号、初緑2号、若草みどり、12月10日に播き、第1回移植時くん炭と砂を等量混用した鉢にとり、礫耕培養液で育苗した。

定植は1月27日、株間18cmの2条に植え、保温はビニールカーテンとプラスチック保温材による4重被覆とした。

肥料はアンモニア態窒素として住友液肥、硝酸態窒素として興津処方による礫耕肥料第1例を用いた。100株当りの施用量はつぎの通りである。

100株当り施肥量 (1/27~5/16)

施肥区分	N	P	K
住友液肥 (10-5-8) 300~400倍	101.7 ^g	559 ^g	894 ^g
礫耕第1例 標準液	990	431	1,229

施肥はアイセロ式灌水チューブを用い、1回の灌水量を100株当り140~210ℓとし、概ね5日毎に施した。

区制は1区1ベッド (5.6㎡) の4区制とした。

(2) 試験結果

① 窒素形態とキュウリの生育

品種別、時期別の生育状況は第5表のようである。

各時期を通じ、硝酸態窒素の礫耕肥料がアンモニア態の住友液肥よりも、僅かながら生育量は多い傾向もみられたが、有意差はない。

試交9号3月9日の調査では、硝酸態窒素の草

第5表 窒素形態とキュウリの生育状況 (10株平均)

調査月日 施肥区分	調査項目 品 種 名	1 月 2 9 日						3 月 9 日					
		草丈	葉数	平均節間長	葉長	葉巾	茎太	草丈	葉数	平均節間長	葉長	葉巾	茎太
礫耕肥料区	試交9号	16.2 ^{cm}	35 ^枚	4.6 ^{cm}	12.5 ^{cm}	15.4 ^{cm}	6.04 ^{mm}	119.5	16.3	7.3	14.6	18.4	5.85
	初緑2号	17.8	37	4.8	12.3	15.7	5.40	129.1	17.0	7.6	15.2	18.8	5.75
	若草みどり	24.1	38	6.3	12.9	16.1	5.75	143.2	18.5	7.7	16.0	18.8	6.15
住友液肥区 (10-5-8)	試交9号	17.3	35	4.9	12.4	15.1	5.85	118.9	16.0	7.4	13.6	16.6	5.6
	初緑2号	22.8	37.5	6.1	12.4	17.0	5.30	122.8	16.4	7.5	13.6	17.2	5.6
	若草みどり	20.7	36	5.8	12.9	15.9	5.65	136.8	17.8	7.7	15.3	17.7	6.3
	品 種 名	4 月 2 1 日						5 月 2 6 日					
		草丈	葉数	平均節間長	葉長	葉巾	茎太	草丈	葉数	平均節間長	葉長	葉巾	茎太
礫耕肥料区	試交9号	246.1	33.1	7.4	15.4	19.6	7.83	448.7	52.6	8.5	18.0	22.0	7.5
	初緑2号	236.5	32.0	7.4	16.0	20.6	7.35	415.7	50.9	8.2	18.0	22.5	7.4
	若草みどり	271.0	35.9	7.5	17.0	20.7	7.80	456.0	54.4	8.4	18.5	22.7	7.8
住友液肥区	試交9号	228.9	31.8	7.2	14.2	16.9	7.80	446.9	52.4	8.5	17.3	22.2	8.3
	初緑2号	231.8	32.15	7.2	13.3	17.1	7.27	424.2	52.6	8.1	19.0	24.2	7.3
	若草みどり	249.4	34.5	7.2	15.3	19.5	7.35	471.8	55.5	8.5	18.5	23.7	8.3

丈は119cm、葉数は16.3枚、茎の太さは5.8mmである。これに対してアンモニア態の住友液肥では、草丈118cm、葉数16枚、茎の太さ5.6mmで殆んど差はない。

5月26日調査でも畝同様、硝酸態では草丈448cm葉数52.6枚、茎の太さ7.5mm、アンモニア態ではそれぞれ447cm52.4枚、8.3mmで両者に殆んど差はない。

初緑2号、若草みどりでは、硝酸態窒素が多少すぐれる場合もみられたが、全体としては大差がなかった。

② 窒素形態とキュウリの収量

第6表 窒素形態別品種別収量 (10株当)

	礫 耕 肥 料			住 友 液 肥		
	前 期	後 期	計	前 期	後 期	計
試 交 9 号	5.694 g	11.979 g	17.673 g	4.486 g	10.074 g	14.560 g
初 緑 2 号	5.788	11.270	17.058	5.340	11.804	17.144
若 草 み ど り	6.298	14.211	21.509	5.411	9.851	15.262

前期収量は4月20日まで 後期は4月21日～5月20日

3品種を通じ、個数、重量ともに礫耕肥料が多く、住友液肥は概して少なかった。

しかし品種によってかなりの相違がみられた。試交9号では硝酸態の礫耕肥料が10株当り272本117.673g、アンモニア態の住友液肥が241本4.560gであった。初緑2号の硝酸態は260本、17.058g、アンモニア態256本17.144gで、両者は同様の傾向がみられた。

しかし若草みどりでは硝酸態312本、21.509g、アンモニア態239本15.262gで最も大きな差がみられ、概して硝酸態窒素の施用効果の大きいことが認められた。

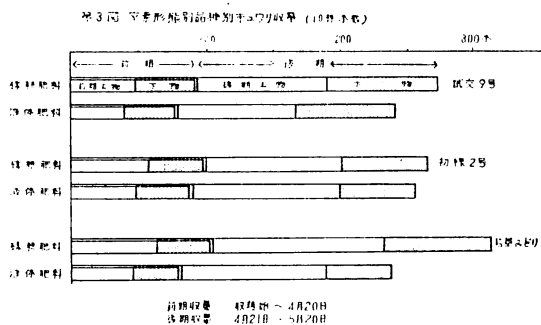
IV 考 察

(1) ベッドの構造について

ベッドの構造、とくに砂の深さについて、岸本氏は、細根群が表層10cmの範囲に主として蔓延するため、この程度の深さで栽培は可能であるが、除根、蒸気消毒、水分の保持量などを考え、15～20cmが作業管理上便利とされた。

愛媛農試の宮崎氏は砂の深さと作物の生長、根の活力の関係について、20cmがもつともすぐれ、

時期別、品種別の収穫個数を第3図に、重量を第6表に示した。



トマトの収量では10～20cm区が殆んど変りないとされている。

本試験は主として施設の簡易化をねらい、作物の生育収量に支障のない、最小限の有効砂層を知ろうとするものであり、5、10、15、20cmの深さについて、それぞれの特性を比較したが、キュウリ、セルリー等の生育は、層の深さによる影響は殆んどみられず、収量ではキュウリの場合、層の浅いほど、個数、重量ともにすぐれ、セルリーでは砂層の深浅による差はみられなかった。

この点からはあえて層を深くする必要は認められず、むしろ5～10cmの浅い層で足りると考えられるが、岸本氏のいわれるように地温、水分保持等の関係を考える必要がある。

地温は砂層の深浅による影響をかなり受け、浅くなるほど日中は上りやすく、夜間は下りやすい。昼夜の温度較差が大きいだけに、加温等の温度管理ができる場合は、浅いほどよく、管理が十分でないとき、ある程度深い方が便利ということになる。

水分含量からみると、層の浅いほど、飽和に要する水分量が少なく、それだけに乾湿の差が大き

く、減量が速く、その割合も高い。

したがって、浅い層ほど給水量よりも給水回数を多くするなど、管理面での調節が必要である。

以少の結果から実用的な砂層の深さは、10～15 cm程度として差支えなからうと考える。

底部にポリシートを敷いた有底とするか、無底とするかの可否は、生育収量には大きな影響がなく、また管理の便否よりも、むしろ根が砂層を越え土層内に入ることにより問題があり、土壤病害、連作等の点から、有底とすべきであり、結論的には深さ10～15 cm、ポリシートを敷いた、中高の排水のよいベッドを最適の構造としたい。

(2) 窒素の形態について

福島氏は、尿素的分解還元に必要な窒素の代謝が、植物自体によっても行なわれるとして、砂栽培では尿素的の施肥で差支えなしとされており、また多くの実績をあげている。

本試験では礫耕肥料の硝酸態と、住友液肥による尿素的をキュウリについて比較した。

キュウリの生育面では殆んど差がみられなかったが、キュウリの収量では、品種によっては大差のない場合もみられたが、概して、硝酸態窒素がすぐれる傾向がみられた。砂の硝化能の強弱によるものか、福島氏のいわれるように植物体自身の窒素代謝作用の強弱による品種間差異か、については俄かに明らかにできないが、この点に問題点が残される。

高知農技研の報告では、砂栽培では硝化能が弱いので、硝酸栄養作物は、培地の性質によって施用窒素の形態および施用法、あるいは硝化能の増進を考える必要があるとされているが、砂栽培推進上今後の研究問題としたい。

V 摘 要

(1) 砂栽培簡易化のため、ベッドの砂層の深さの限度量を知るとともに、施肥の窒素質の形態について比較した。

(2) ベッドの砂の深さは 5、10、15、20 cm の 4 区とし、キュウリ、セルリーを用いて比較したが、生育は各層とも殆んど差がなく、キュウリの収量は浅いほどよく、5 cm 区が最も多かった。

(3) 砂層と地温の関係は、浅くなるほど昼夜の温度較差が大きく、地温は日中上りやすく、夜間は冷えやすい。

砂層と水分含量の関係は、浅くなるほど、乾湿の差が大きく、深くなるほど、表層と下層の水分分布の差が大きく、深い層ほど底部の水分量が多い。

(4) 底部にポリエチレンシートを敷いた区と無底区とでは、生育収量には大きな差はみられないが、土壤病害等連作の面から有底が有利である。

(5) 窒素の形態を礫耕肥料の硝酸態と、住友液肥の尿素的で比較したが、キュウリの生育にはほとんど差がなく、収量では品種によって差のあるものと、差のない場合があった。

植物自体による窒素代謝作用の能力、あるいは砂の硝化能の強弱等によるものであろうか、この点については今後なお説明を要する点である。㉒

参 考 文 献

- 1) 福島栄二、岸本博二 砂栽培の理論と実際 富民協会 1966
- 2) —、— 砂栽培とその理論 農耕と園芸 1965、22～2、
- 3) —、—、砂栽培 園芸新知識 1965～12、
- 4) 宮崎政光、砂栽培に関する研究 愛媛農試業務功程 1965～66
- 5) 高知農林技術研究所、砂耕栽培に関する研究 1965～66