

礫耕の簡易化に関する研究

第 1 報 ベットの礫層構造について

佐 藤 靖 臣 ・ 城 島 十三夫

I は し が き

礫耕は忌地，連作障害の抜本的な対策技術であるとともに，肥培管理の簡易，省力技術として今後に期待されるところは大きい。

しかし反面，施設経費，病害対策等の点については，解決の急がれる問題点もまた少なくない。

筆者らは，これら問題解決の一方途としてベット構造について基礎的な検討を必要と考え，礫容量を中心とするベットの礫層構造について試験中であるが，本報告は 1965 年 2 月から 7 月にわたる予備試験の結果の概要をとりまとめたものである。

II 材料及び方法

材料はキュウリを用いた。久留米落合 H 型を 1965

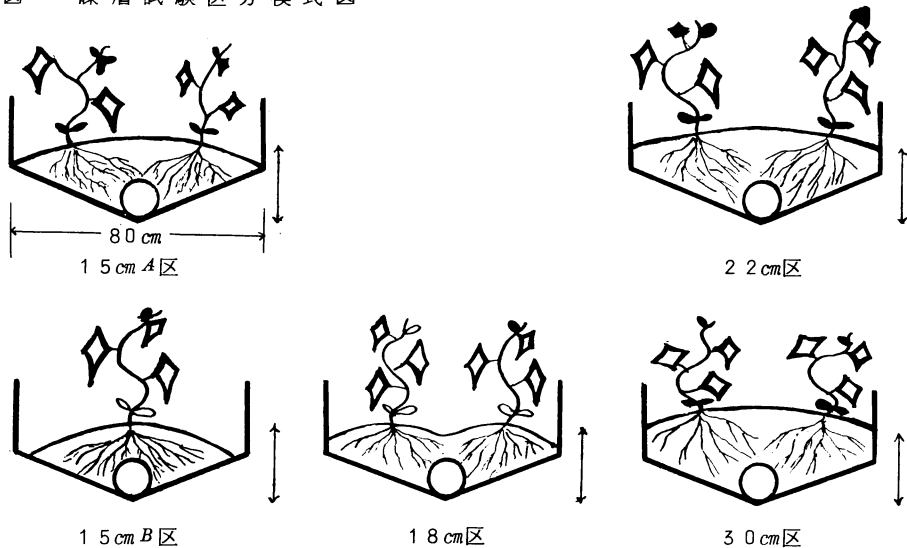
年 2 月 1 日に，電研式電熱育苗器に播種，発芽後径 10 cm の素焼鉢にとり，培養液により育苗，本葉 4 枚の苗を 3 月 5 日に定植した。

ベットの礫構造等はつぎの区分によった。

	礫の厚さ	畦 形	植付条数・株間
1	15 cm A 区	1 畦型	2 条植株間 30 cm
2	15 cm B 区	〃	1 条植株間 15 cm
3	18 cm 区	2 畦型	2 条植株間 30 cm
4	22 cm 区	1 畦型	〃 〃
5	30 cm 区	〃	〃 〃

これを図示すれば第 1 図のようである。

第 1 図 礫層試験区分模式図



各ベットの礫層内 10 cm 附近には，電熱線を $27 \frac{W}{m^2}$ の割合で配線し，定植時から 3 月末までの約 1 カ月間，毎日 17 時から翌朝 8 時 30 分まで通電した。

また，上部には 0.1 mm，2.7 m 巾のビニール，トンネルをかけ，さらにホカホカマット（こも代用のプラスチック保温材）を被覆した。

培養液は興津処方第 1 例により，概ね 5 日毎に追肥した。3 月から 6 月までの栽培全期間を通じ，1 ベット，（18.4 m²）当りの施肥量は，N 1.5，P₂O₅ 0.6，K₂O

* 本報告は昭和 40 年度園芸学会中四国支部において発表

2.3 Kg であった。

なお，区制は 1 区 1 ベット（巾 80 cm，長さ 23 m，18.4 m²）の 1 区制とした。

III 試験成績

1 礫層の深さと給排水

給水は 1 HP モーターにより，2 吋パイプを通して，礫面上 1 cm 湛水を限度としたが，1 ベット当りの所要水量と給排水所要時間はつぎのようである。

第1表 礫層別要水量、給排水時間

(1ベット18.4m²当り)

	礫層区分	1ベット当り 所要水量	給排水時間
1	15 cm A区	600 l	15分
2	18 cm 区	800	18
3	22 cm 区	1,200	25
4	30 cm 区	1,800	40

1ベット当りの満水に要する水量は、礫の深さによ
かなりの差があり、30 cmの深さでは1,800 lを要
するが、15 cmに半減すれば、水量は $\frac{1}{3}$ の600 lで足
りることとなる。

したがって給排水時間も大きく相違し、30 cmの深さ
では、給水に15～18分、排水に25～22分、合
せて給排水時間は40分を要するが、22 cm区は25分、
18 cm区は18分となり、さらに15 cm区の場合では、
給水に5分、排水に10分、計15分となり、30 cmの
深さに比べ、37%程度に短縮される。

いま、15 cm区を基準として、それぞれの礫の深さと
所要水量、給排水時間の割合をみるとつぎの通りで、礫
層が深くなるほど、それぞれの格差は著しく増大する。

第2表 礫層別要水量・給排水時間の割合

		礫層比	所 要 水量比	給 排 水 時間比
1	15 cm A区	100	100	100
2	18 cm 区	120	133	120
3	22 cm 区	146	200	168
4	30 cm 区	200	300	267

第4表 礫層別生育調査(10株平均)

区 分	3 月 1 2 日 調							4 月 1 3 日 調						
	草 丈	節間長	葉 数	茎 径	最 大			草 丈	節間長	葉 数	茎 径	最 大 葉		
					葉 長	葉 巾						長	巾	
15 cm A区	cm	cm	枚	mm	cm	cm		cm	cm	枚	mm	cm	cm	
15 cm B区	26.3	3.8	7.0	7.0	13.0	14.8		19.9	9.1	24.0	8.3	21.5	24.8	
18 cm 区	25.3	3.9	6.5	6.9	14.7	15.5		19.4	8.8	23.0	8.7	22.3	27.3	
22 cm 区	22.3	3.5	6.5	8.3	12.5	15.2		17.8	8.2	23.5	8.0	21.0	24.4	
30 cm 区	28.0	4.1	6.8	7.1	15.0	17.5		19.2	8.3	23.0	8.6	21.7	27.0	
L.S.D. 5%	23.5	4.2	5.7	7.8	13.4	16.1		19.3	9.3	23.0	9.4	21.5	24.9	
		1.6	1.6						0.5	1.2				

区 分	6 月 3 日 調									
	草 丈	節間長	葉 数	第 10 葉		第 20 葉		茎 径		
				長	巾	長	巾	上	下	
15 cm A区	cm	cm	枚	cm	cm	cm	cm	mm	mm	
15 cm B区	56.4	9.9	57.0	22.0	26.5	23.0	28.0	4.7	9.2	
18 cm 区	54.2	9.7	56.0	21.0	25.5	21.0	25.0	4.5	9.3	
22 cm 区	53.1	9.2	53.5	16.3	19.5	19.5	23.0	5.0	8.3	
30 cm 区	51.5	11.1	46.5	20.5	24.8	20.5	24.8	4.5	9.8	
L.S.D. 5%	54.3	10.4	53.5	17.5	21.5	19.0	24.5	5.1	8.5	
		0.7	4.4							

2 礫層の深さと礫温

表層10 cm下附近の午前9時の礫温はつぎのようであ
った。

第3表 礫層の深さと礫温(10 cm下, AM9)

調 査 月 日	礫 層 の 深 さ			
	15 cm	18 cm	22 cm	30 cm
3.12	19.0℃	19.4℃	19.2℃	19.8℃
15	18.0	18.5	19.3	19.0
18	15.5	16.0	16.0	16.5
22	20.6	20.4	20.0	20.5
24	18.7	18.5	19.4	20.0
平 均	18.4	18.6	18.8	19.2

礫温は礫容量に応じていくぶんの変化がみられ、容量
が多くなるほどやや上昇するようであった。

すなわち、午前9時の15 cm区の平均礫温は18.4℃
であったが、18 cm区は+0.2℃、22 cm区は+0.4℃
となり、30 cm区は+0.8℃であった。

3 礫層の深さとキュウリの生育

礫層別・時期別のキュウリの生育状況は第4表および
第2図のようである。

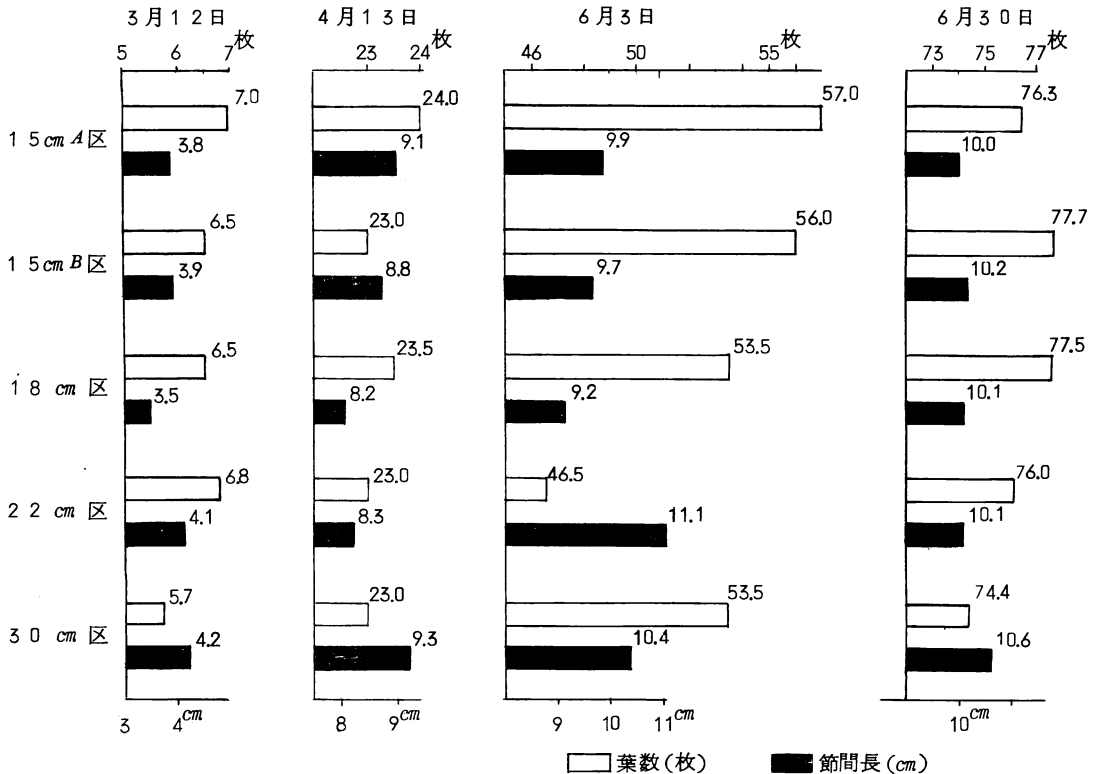
時期によっては、礫の深浅による生育差が多少ながら
みられた。しかし、傾向としては明らかではない。生育
初期の3月12日では22 cm区が草丈28 cm、葉数6.8
枚、15 cm区が26.3 cmの7枚であり、30 cm区は23.5
cm 5.7枚、18 cm区は22.3 cmの6.5枚であった。

最盛期に入った4月13日頃には、これらの差はほと
んどなくなったが、最盛期を過ぎた6月上旬の草丈・葉

区 分	6 月 3 0 日 調												
	草 丈	節間長	節 数	第10葉		葉 重	茎 重	第一果位	雌花数	收穫数	未 収	落果数	飛 節
	cm	cm		長	巾	(20枚)	g	節	花	本	本	本	節
15 cm A 区	76.2	10.0	76.3	18.7	23.2	180	47.7	3.0	48.3	30.3	8.3	9.7	28.0
15 cm B 区	79.2	10.2	77.7	20.3	24.8	197	45.0	4.2	44.4	33.4	7.3	3.7	33.3
18 cm 区	77.9	10.1	77.5	21.8	24.5	234	46.0	5.3	46.4	31.7	6.7	8.0	30.3
22 cm 区	76.9	10.1	76.0	18.7	24.3	188	43.5	3.7	42.3	29.8	5.8	6.7	33.7
30 cm 区	78.8	10.6	74.4	19.0	22.5	199	45.2	4.3	43.7	29.3	6.7	7.7	30.7
L, S, D, 5 %		0.9	6.2										

(注) 第10・20葉は芯部展開葉より下10枚, 20枚目

第2図 礫層別生育表



数は15cm A区では564 cm 57枚, 15cm B区は, 542 cm 56枚に対して, 18cm区は531 cm 53.5枚, 22cm区は515 cmの46.5枚と最も少なく, ついで30cm区は543 cmの53.5枚であった。また節間長は15cm, A区の9.9 cmに対して22cm区は11.1 cm 30cm区は10.4 cmとなり礫層の深い区に僅かながら徒長的な生育相がみられたが, 6月30日の最終調査

第5表 礫層別収量表

一株当たり收穫本数 () は g

区 分	4 月				5 月				6 月				合 計
	10日	11日	21日	計	10日	11日	21日	計	15日	16日	計		
15cm A 区	上物	1.2	3.0	3.8	9.3	3.2	3.6	3.6	12.8	5.7	2.0	10.7	33.8
	下物	0.3	0.5	0.5	(751)	0.3	0.9	1.2	(1039)	1.5	1.5	(752)	(2542)
15cm B 区	上物	1.1	2.4	3.0	10.5	3.2	3.4	3.9	12.7	6.1	2.0	10.6	33.8
	下物	2.7	0.5	0.8	(621)	0.4	0.7	1.1	(998)	1.5	1.0	(707)	(2326)
18 cm 区	上物	0.3	2.1	3.8	8.0	3.0	2.8	3.1	11.7	4.6	2.3	9.3	29.3
	下物	0.1	0.6	1.1	(628)	0.6	0.8	1.4	(936)	1.5	1.2	(627)	(2191)
22 cm 区	上物	0.6	2.6	3.6	8.4	3.2	3.7	3.4	12.4	6.4	1.6	10.4	31.2
	下物	0.3	0.6	0.7	(650)	0.5	0.8	0.8	(1003)	1.3	1.1	(727)	(2380)
30 cm 区	上物	0.5	2.2	3.2	7.6	3.1	3.5	2.7	12.2	4.0	2.3	10.2	30.0
	下物	0.1	0.5	1.1	(603)	0.3	1.3	1.3	(989)	2.5	1.4	(678)	(2270)
L, S, D, 5 %				5 %	0.8				1.8			0.6	3.1

では、これらの差は再び縮められ、全体として礫の深浅は生育相に大きな差がなく、また畦の形、植付条数等による影響もまずみられなかった。

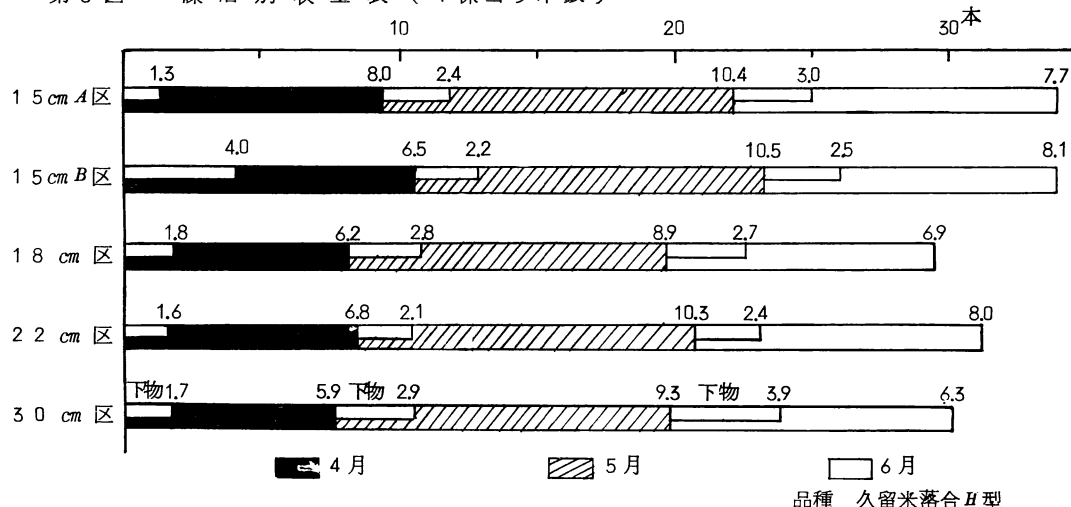
4 礫層の深さと収量

時期別の収量は第5表、第3図のようである。初期収量は概して層の浅い区にやや多い傾向がある。1株当り

では15cm A区の9.3本751gに対して30cm区は、7.6本603gであった。

しかし、気温の上昇に伴ってその差は殆んどなくなり結局全期を通じて初期収量の多かった15cm区が、AB両区ともに33本、その他は30本前後の収量となった。

第3図 礫層別収量表（1株当り本数）



5 礫層の深浅と根群の分布およびその処理労力

礫層の深浅と根群の分布状況にはかなりの相違がみられる。深さ30cm区の分布割合はあらましつぎのようである。

礫の深さ	根群分布比
0～10cm	15%
10～20	40
20～30	35
土管周辺部	10

すなわち根群は10～25cmの間に最も多く分布し、給排水土管部には少なかった。しかし、礫層が浅くなるにつれ、分布相は底部に密となる傾向がある。第6表の底部残根量は、給排水土管（径12cm素焼丸土管）周辺部の長さ60cm間の残根採取量であるが、これによって

第6表 礫層別残根処理量調査

区分	底部残根量 (60cm当)	1人当時間別採根量								ベット 5m ² 当 採根量 W, W.
	W, W.	D, W.	開始1時間後 W, W.	D, W.	2時間後 W, W.	D, W.	4時間後 W, W.	D, W.		
15cm A区	130	23.0	656	73.0	216	22.8	185	23.0	1.4	Kg
22cm区	110	13.0	660	70.4	219	24.2	178	21.0	1.6	
30cm区	95	15.5	556	66.4	168	17.4	168	17.4	1.5	

W, W. 生重(g) D, W. 乾重(g)

さらに1ベッド5m²当りの採根量を比較すれば、15cm区、22cm区が1.6Kg、30cm区では1.5Kgであるがこれに要した時間の割合は、15cm区の1に対して、22cm区は1.3倍、30cm区は1.9倍を要した。

もちろん作業人員・作業方法・清掃のための水の使用量等によって作業時間・能率はかなりに相違するが、この調査では、礫層15cm区の1ベッド(巾80cm、長さ23m、18.4m²)の残根処理に要した時間は2人で、90分程度であった。

IV 考 察

礫耕の施設費を徳島県の25カ所のパイロット施設についてみると、概ねつぎの通りである。

徳島県内施設経費の内訳
(25カ所・10m²当り)

	単位	ベッド	タンク	給排水施設	電気関係	計
最高	円	8,197	3,505	5,044	5,080	17,462
最低	円	2,617	593	1,400	778	6,274
平均	円	4,468	1,278	3,154	2,008	10,908
比率	%	41	11	29	19	100

注) 10m²当りの施設項目の最高・最低・および25カ所の総平均を示した。

礫耕関係分の施設費は10m²当りの最高が17,462円、最低が6,274円、最も多いのは10,000円前後である。

このうちベッド関係が41%で最も大きな比重を占め、ついでポンプモーター・機械弁・自動化装置等給排水施設の29%、電気工事その他が19%、タンク施設費が11%である。

したがって施設経費の節減には、ベッド構造の簡易化が重要なカギとなるわけであるが、框・シート・礫のうち、礫容量を少なくすることが、最も効果ある節減法であろう。

礫層を浅く、礫容量を少なくすれば、容水量も少なく給排水時間も短縮される。このことは一面、施設費と維持費等の軽減となり、他面では、規模の拡大が可能になる。さらに湿害が少なく、残根処理も容易となり、病害の発生原因が除かれるという期待がもてる。

問題はどこまで礫容量を少なくできるか、その限界量を明らかにする必要がある。

山崎・堀氏は、培地の厚みは、果菜類で20～25cm、葉菜で15～20cmあればよく、深過ぎるのは表層が乾いて利用されないのでは意味がない。しかし、浅過ぎると根の容量に不足して十分な生育が望めないとしている。

これに対して三好氏は、礫層の20～25cmは、米軍の礫耕農場の施設を標準としたためであり、実験結果が

らすれば10～12cm程度で十分で、果菜類・花卉・球根類30数種の試作結果はいずれも浅い礫層で満足できるとしている。

また杉山氏は、湛水礫耕では、礫の毛管作用が弱いためベッドは浅くする必要があるとして、巾95～100cm、深さは10～12cmが適当と認めている。

以上の点からも、礫の適容量は作物の種類によって多少の相違はあるにしても、必ずしも深い層を必要とするものではなく、15cm以下の浅い層でもなお十分であろうことが予想される。

本試験は以上の見解にもとづいて、礫容量を最終的には10cm程度とすることを目標に、とりあえず15cmを限度として、礫容量と生育収量の関係ならびに残根処理能率等を明らかにするために行なったものであるが、概ね予期通りの結果であった。

礫層を15cm程度に浅くした場合の所要水量は600ℓである。これは礫層22cmに比べ半量、30cmの深さの $\frac{1}{3}$ 程度となる。給排水時間もこれに応じて短縮され、15cmの深さは15分で終り、22cm区にくらべ4割、30cm区よりは6割方短縮される。

所要液量が少量で足りることが直ちに肥料代の節減につながるものではないにしろ、このことが施設規模の拡大を容易にし、施設費の節減に役立つことは確かである。

また、給排水時間が半減以下となることは、栄養補給時間の短縮であり、吸収量の減少、生育の障害ないしは遅延が予想されるが、事実はむしろ逆傾向であり、30cmの深い層よりも、15cmの浅い層が均り合いのとれた生育相を示した。少なくとも礫層を浅くすることによって、生育に悪影響を生ずる傾向は全然みられなかった。

このことは、一回の給水によって作物の必要吸収量に見合う程度の培養液が、礫に附着、あるいは残留し、給排水時間の多少は、栄養吸収力にはあまり影響しないものと見るべきであろう。

また、給水時間の短縮が作物の生育に影響なしとすれば、従来の標準礫量に対する給水施設は、少なくとも2倍以上の規模に拡大できるという見方もなりたつわけであり、施設費の低減に大きな意義をもつことになる。

礫容量を少なくすれば、礫温の日変化が大きく、温度保持力も少なくなる筈である。しかし、これが問題となる低温時には、礫層内に電熱線を配線加温することで、礫の深浅による温度差はほとんどなく、作物の生育・収量等への影響は少ない。

本試験での収量成績は、15cm区の礫層の浅い区が初期に多収の傾向を示した。

このことは堀氏が指摘するように根の容量に不足しない限り、浅いほど気通がよく、過湿のおそれもなく、根群に対する環境条件が良くなり、このため生育・収量に好影響をもたらすためであろう。

本試験結果からは、少なくとも15cm以上の礫量

は必要でないと断定できるようである。

さらに残根処理能率の点からみれば、礫層を浅くすることで、処理能率は著しく向上し、時間的にもかなりの節約になり、清掃度も高い。同一面積に対する採根量は15cm区の100に対して30cm区は93の割合でありしかもそれに要する時間は15cm区の100に対して、30cm区は190となり、その清掃度も十分でない。しかもこのことが病害発生の誘因ともなりかねないとするれば、この点からも礫層はなるべく浅くすべきであり、15cm以上は、経費面から、また管理上・病害予防上からも意義少ないものというべきであろう。

ただ本試験は、低温期から適温期間中の1回の予備試験であり、高温期から低温期間中の成績等についても併せて反覆検討の必要はあるが、施設費の低減、病害対策の一環として、礫層を浅く、礫容量を少なくすることにより、かなりの巾広い効果を期待しうるものとする次第である。

V 摘 要

礫耕の簡易化、施設費低減の一端として、ベッドの礫層の深浅が作物の生育収量に及ぼす影響ならびに残根処理能率等について比較調査した。

1. 礫層の深浅は容水量、給排水時間に大きく影響し、15cmの礫層の容水量は600ℓ、給排水に15分を要するが、30cmの深さに比べ、それぞれ $\frac{1}{3}$ 程度に少なくなる。
2. 礫層は深くなるほど保温力によく、礫温は高まるがその割合は大きくない。15cm区が18.4℃の場合、30cm区は0.8℃だけ高い。しかし、低温期には電熱加温によって礫温の差はなく、作物への影響はほとんど見られない。
3. キュウリの生育・収量は礫の深浅には影響されることは少ないが、低温期の初期生育・収量は礫層の浅い15cm区が、30cm区よりもやや良好であった。
4. 根群の分布状況は礫の厚さによってかなりに相連し

礫層が浅くなるほど、給排水土管部周辺に密となる。

残根処理の作業能率は礫層の浅い区ほど高く、採根量も多く、作業も早い。

同一面積での採根量に差はないが、これに要する労力には大差があり、15cm区を1とした場合、30cm区は1.9倍の時間を要し、なお清掃効果は低い。

5. 以上を要するに、礫層は少なくとも15cm以上に深くする必要は認められず、さらにより浅くしうる可能性が大きく、これによる施設構造と経費の簡易節減化、その他病害対策の確立等が今後に期待される。

参 考 文 献

- 1) 山崎肯哉 礫耕の基礎知識 農電協会 ('63)
- 2) ——— 他 礫耕の技術と経営
農耕と園芸増刊 ('63)
- 3) 堀 裕 礫耕栽培の施設と栽培方法(1)~(2)
農業及び園芸 37-4~5
- 4) ——— 野菜花卉の礫耕栽培(1)~(2)
農業及び園芸 38-1~12
- 5) 根岸久雄 礫耕栽培における装置及び栽培法(1)~(2)
農業及び園芸 36-11~12
- 6) 出口正夫 礫耕栽培の実用化に関する基礎試験(1)~(6)
農業及び園芸 39-6~11
- 7) 綿原孝夫 広島県における野菜の礫耕栽培の実用化と問題点 農業及び園芸 40-9
- 8) 井上頼数他 礫耕栽培、技術と経営 ('63)
- 9) 杉山敏彦 私の湛水礫耕栽培
農業及び園芸 41~2
- 10) 三好 始 礫耕の技術と経営
農耕と園芸増刊 ('63)
- 11) 神奈川県園芸試験場 礫耕に関する試験成績 ('62, '63)
- 12) 兵庫県農業試験場 礫耕に関する試験成績 ('62, '63)