

4 野菜連作障害の実態とその対策

(農試 技術部 環境部)

— 露地栽培におけるレタス、短根にんじんを中心として —

野菜は連作障害が出やすい。とくにレタス、短根にんじんは障害が出やすい。連作障害の対策としては普通作物との輪作に勝るものはないが、堆肥の多用、適正施肥、PH 矯正、薬剤処理等によりある程度の効果は期待出来る。

(1) 背景とねらい

近年、生産性の高い中間地域型農業の進行に伴い、ますます高収益作物、とりわけ野菜作に対する期待が増大している中で、野菜専作化における連作障害の発生が多くなってきている。

このため、野菜生産を更に推進するにあたって連作障害の実態を把握し、軽減対策の資にしようとするものである。

(2) 技術内容

1) 連作障害の実態

(ア) 野菜間の短期連作、多肥、多農薬、無堆肥栽培が多くなっており、このため、土壌環境が悪化(りん酸、カリの過剰、塩基の不均衡)し病虫害の発生等多くなってきている。

(イ) 野菜及び普通作物とも連作すると2年目から減収傾向が認められるが、野菜の減収比率は、普通作物の減収比率より大きい。

とくに、レタス、短根にんじんは2～3連作目から急激に減収する。

(ウ) 普通作物との輪作におけるレタス、短根にんじんについては、連作した場合より収量、品質及び耐病性とも高い。又、輪作対象作物が大豆の場合は後作における雑草の抑制効果が高い。

(エ) 野菜遠縁種の交互作においては普通作物を組入れた輪作に次ぐ効果がみられる。

2) 連作障害軽減対策

(ア) 普通作物との輪作の励行

(イ) 遠縁種野菜(レタス・にんじん等)の交互作、但し、2～3年が限度

(ウ) 有機質多用と土壌診断による適正施肥の励行

(エ) はくさい根こぶ病に対しては移植、PH 矯正、薬剤処理(PCNB 粉剤・TDN 粉剤)等の励行。

(3) 試験成績の概要

1) 連作障害の実態調査

(ア) 一戸町奥中山地区(昭53)

昭和40年頃から経済性の高い野菜が導入され、現在レタス・短根にんじん・スイートコーンの作付様式が主体となっているが、レタス、短根にんじん軟腐病、レタスすそ枯病、アブラナ科野菜の根こぶ病などの発生が増加している。レタスやキャベツはスイートコーンの跡地で病害が少なく良好である。有機物補給のための各種野菜残渣のすき込みやキャベツ、はくさいの跡地は、レタスにんじんの発芽が悪い。

表土を排土した圃場は、レタスの病害発生は少ないが年数の経過に伴い発生するようになってくる。

(イ) 遠野市上郷地区(昭53)

奥中山地区と同様経済性の高い作物が栽培され、野菜の種類が多く農家の作付方式は多種多様である。しかし土壌改造資材投入と関連して短期輪作や連作化の傾向があり、レタス菌核病、レタスすそ枯病、アブラナ科根こぶ病など土壌病害が多発している。

とくにアブラナ科根こぶ病は、圃場衛生管理の不徹底などから、汚染圃場は増加しており、薬剤による防除だけでは実効の現われない事例が出ている。

連作したレタスは輸送時に原因不明の芯腐れが多発している。

(ウ) 岩手町、久保地区(昭55)

昭和30年代の「ナンブカンラン」の産地であり現在もはくさい、キャベツ等の葉菜類の作付が多い地域であるが、10年程前から根菜、果菜類が導入され、作目は多様化している。定まった作付方式はみられず、野菜間の短期輪作が行なわれている。

堆肥の投入、青刈作物のすき込み、深耕など地力維持に心がけているが、野菜の作付割合が高いことから、病害虫の発生、品質低下が目立ち、特にアブラナ科野菜の根こぶ病は被害面積も多く、対応策に苦慮している。

(エ) 県内野菜等畑土壌の化学性(昭47~55)

昭和47年からの地力保全調査事業のなかでの農業団地等の調査から野菜地帯を中心にまとめると塩基は普通畑に比較すると一般に高く、有効リン酸も富化されている。特に加里の富化が多い傾向であり、 MgO/K_2O 比が2以下のものが多い。

志和のきゅうり、および住田のいちご連作地帯では、いずれも連作年数が増すほど塩基の増大傾向が認められ、むしろ過剰傾向になっている。

表1 レタスすそ枯病罹病度及び根部褐変程度の比較 (昭53)

区 別	すそ枯病罹病度	根部褐変程度		根 部 室		備 考	
		主根	細根	主根	細根		
遠野市 黒ぼく火山灰土壌	連 作	66.7	++	+++	23.8	14.9	主根分岐あり
農 試 黒ぼく火山灰土壌	非連作	20.0	+	+	16.5	12.0	
	連 作	40.0	+	+	11.7	18.1	主根の分岐数本 細根に根こぶ(センチュウ)多

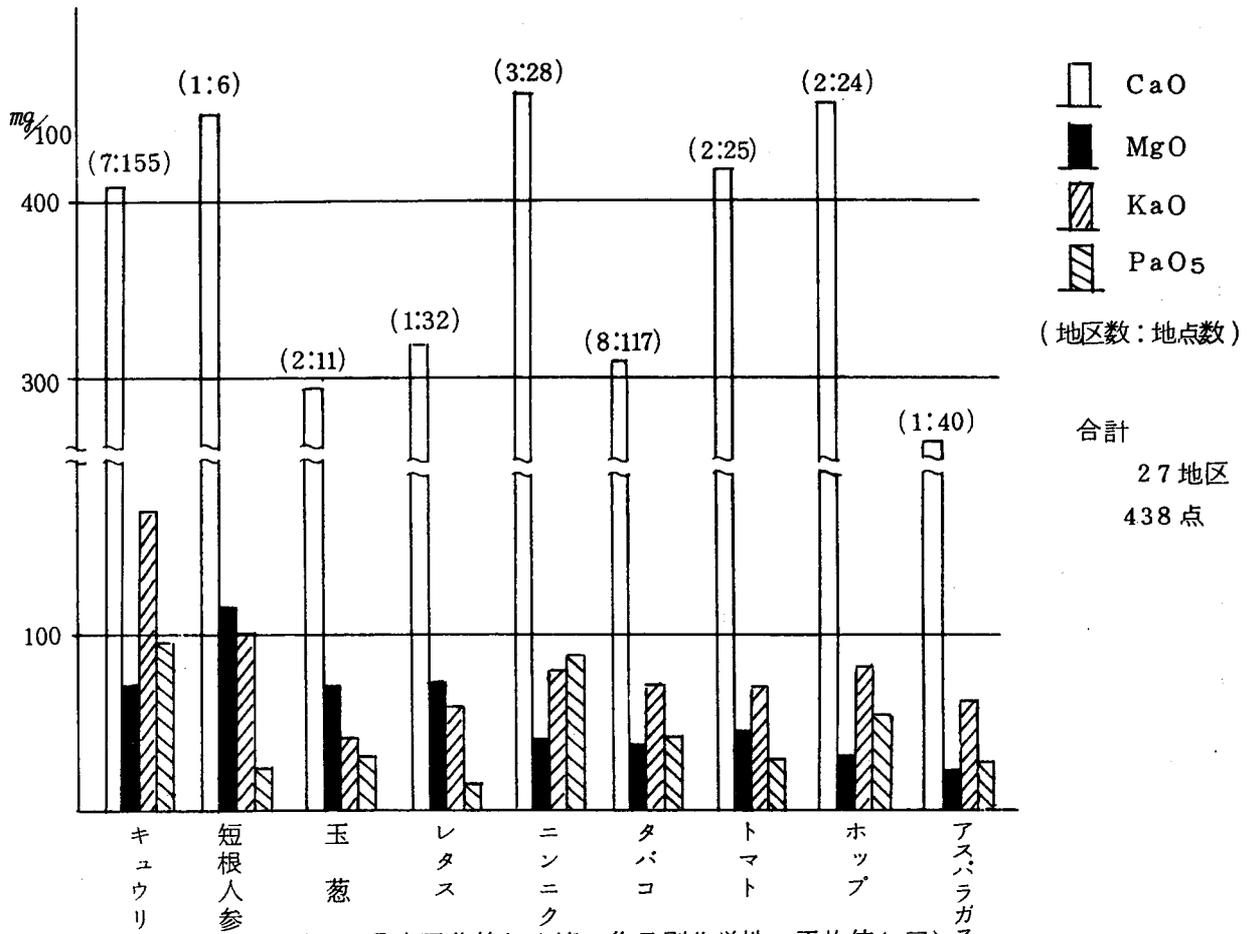


図1 県内野菜等畑土壌の作目別化学性の平均値(1層)

当量比	CaO/MgO	4.0	2.7	3.0	3.2	8.2	6.2	6.7	11.1	9.4
	$\text{MgO}/\text{K}_2\text{O}$	1.0	2.7	4.0	2.8	1.2	1.2	1.5	0.9	0.8

注) 土壤改良目標値

置換性塩基

CaO : 200 ~ 400 mg

CaO/MgO : 6 以下

MgO : 25 ~ 40 mg

K_2O : 15 ~ 20 mg

$\text{MgO}/\text{K}_2\text{O}$: 2 以上

有効磷酸

5 ~ 10 mg (普通畑)

15 ~ 16 mg (野菜畑)

志和(普通畑)夏秋キュウリ

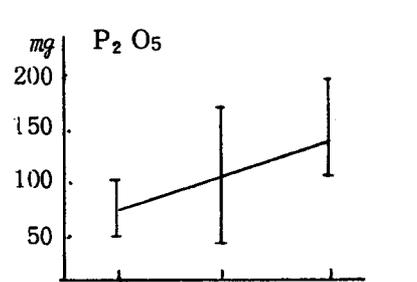
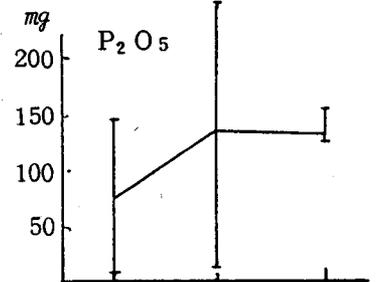
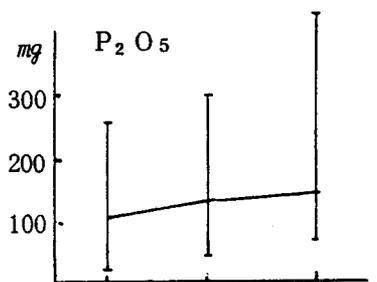
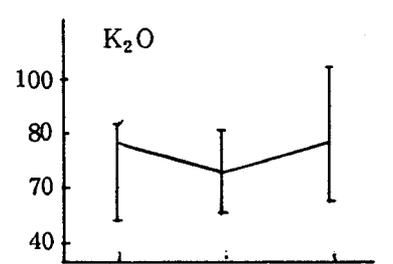
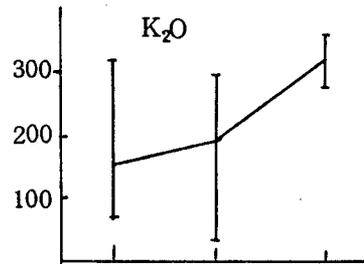
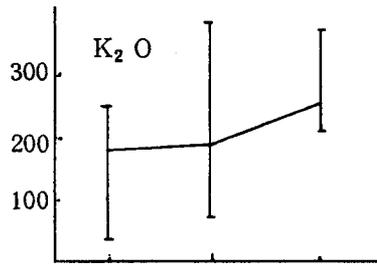
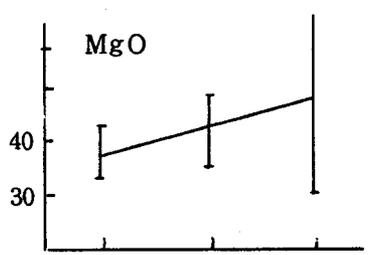
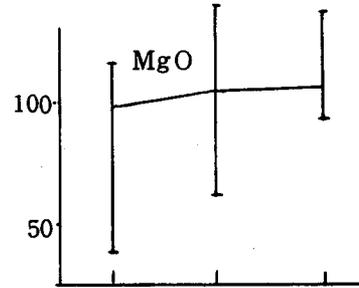
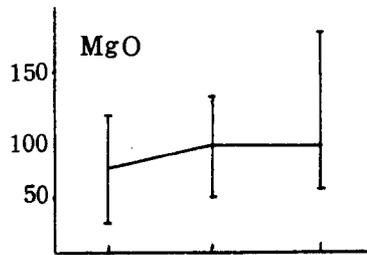
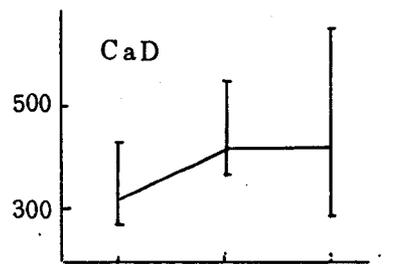
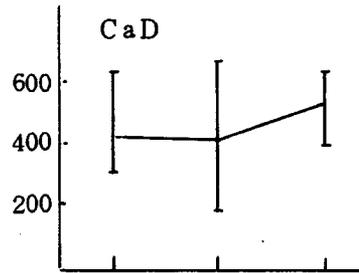
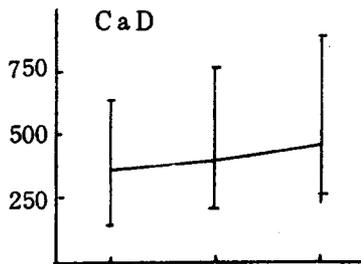
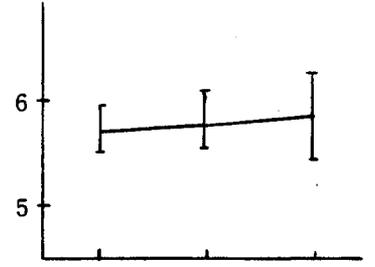
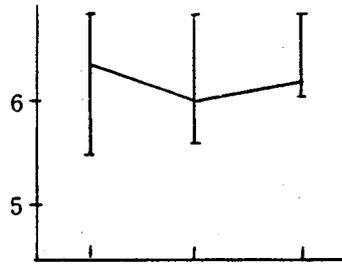
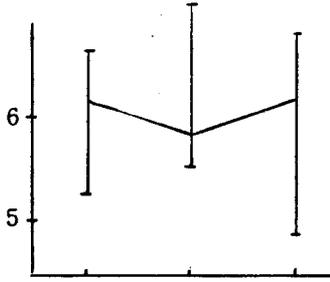
志和(転換畑)夏秋キュウリ

住田 ハウスイチゴ

pH(H₂O)

pH(H₂O)

pH(H₂O)



連作 連作 連作
1~3年 4~6年 7年以上

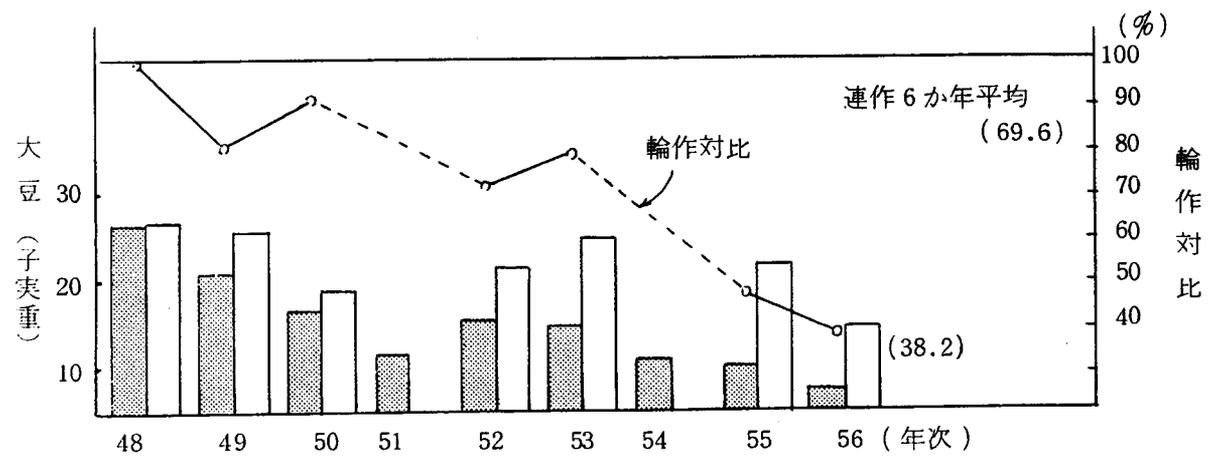
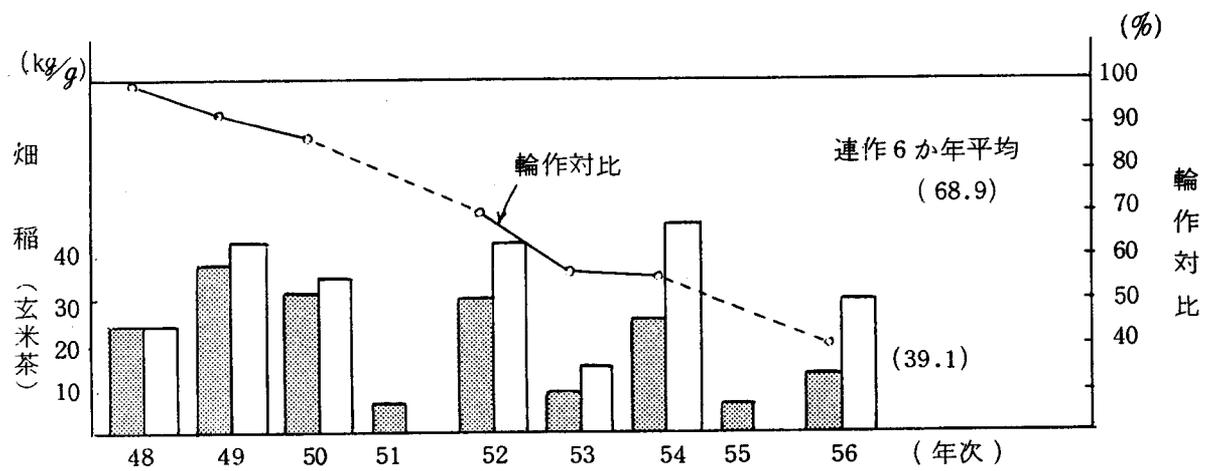
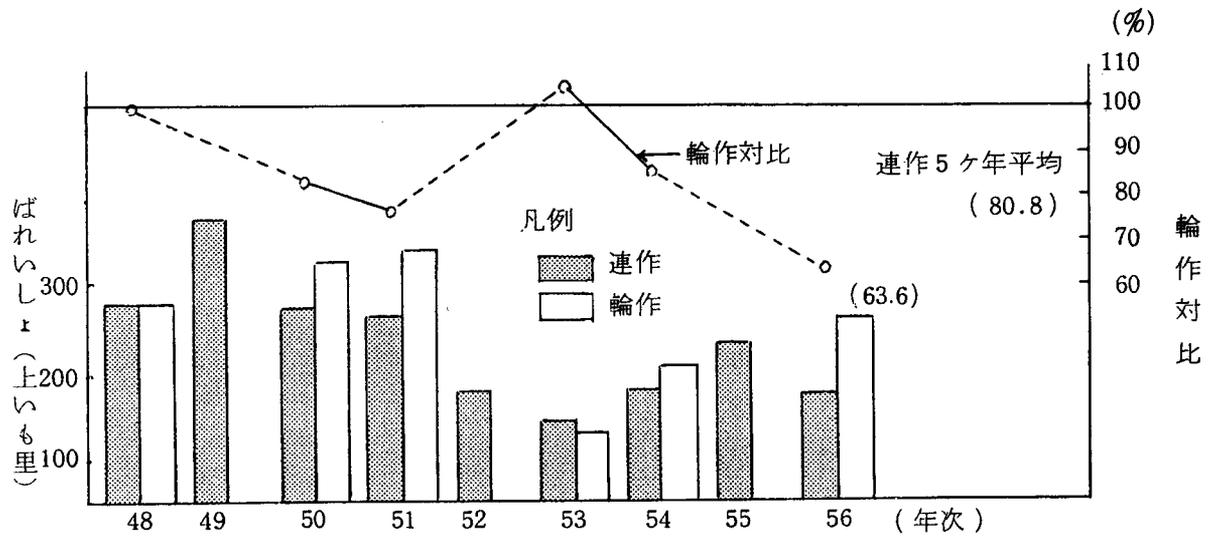
連作 連作 連作
1~3年 4~6年 7年以上

連作 連作 連作
1~3年 4~6年 7年以上

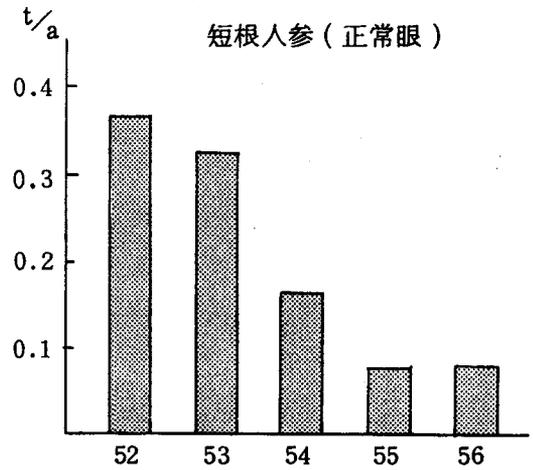
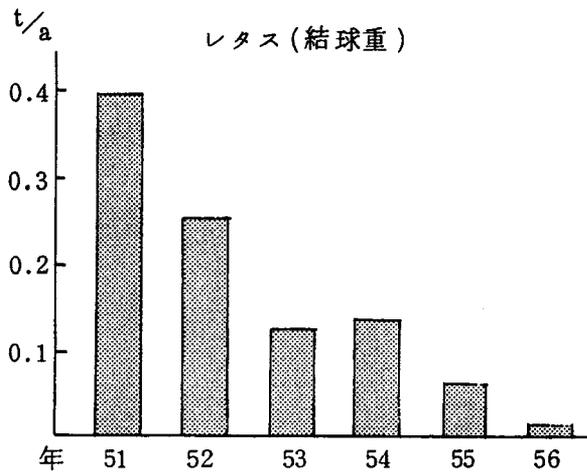
図2 連作年数と土壌の化学性

2) 長期連・輪作と収量変動

(ア) 試験年次・場所 昭和48～56年 農試本場



試験名：連作基礎試験



試験名 有機物施用による障害回避試験 (平均収量)

試験名 化学肥料による土壌環境の改善試験 (平均収量)

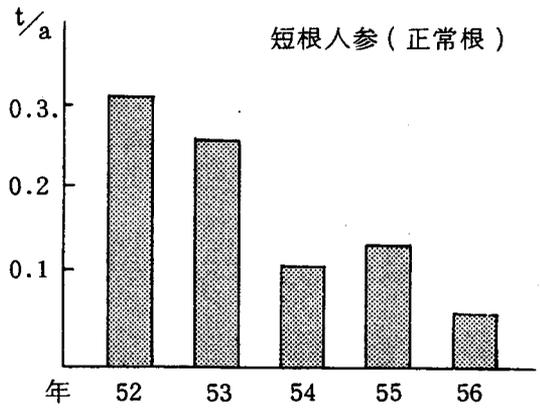


図4 連作やさいの収量経年変化 (農試本場)

(1) 結果の要約

- ① 畑稲, 大豆, ばれいしはいずれも連作により減収しており練作9年目の収量は輪作, 対比で, 畑稲, 大豆がおよそ40%, ばれいしは60%である。
- ② 畑稲, 大豆の主要な減収要因は, 病虫害 (立枯性障害, シストセンチュウ) によるものであった。
- ③ レタス, 短根にんじんでは連作2~3年目から急激な収量低下を示し, 特にレタスの減収傾向は短根にんじんに比べ著しい。
- ④ 野菜連作による土壌化学性は塩基類有効リン酸ともに年々減少する傾向にあるが輪作区では塩基類が高めに維持されている。

3) 普通作物の導入による障害の除去

(ア) 試験年次, 場所 昭和52~56年 農試本場

(イ) 試験区の構成

区番	初年目(52)	2年目(53)	3年目(54)	4年目(55)	5年目(56)
1	レタス (2)	レタス (2)	レタス (2)	レタス (2)	レタス (2)
2	にんじん	にんじん	にんじん (2)	にんじん	にんじん
3	レタス (2)	大豆	レタス	とうもろこし	レタス (2)
4	レタス	麦 レタス	レタス	麦 レタス	レタス
5	にんじん	大豆	にんじん	とうもろこし	にんじん
6	にんじん	麦 レタス	にんじん	麦 レタス	にんじん
7	大豆	レタス (2)	とうもろこし	にんじん	麦 レタス
8	とうもろこし	にんじん	大豆	レタス	麦 レタス
9	レタス (2)	にんじん	麦	白菜	大豆
10	にんじん	レタス (2)	にんじん	にんじん (2)	にんじん

(ウ) 耕種概要

作物名	播種期	栽植密度	施肥料 (kg/a)			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	普通項目
レタス (グレートレークス366)	春播4月下旬 夏播移種	50cm×30cm 9230Bフィルム	1.6+0.4	1.5	1.6+0.4	堆肥 120
にんじん(MS春播5寸)	5月下旬	50cm×10cm	1.2+0.4 +0.4	1.5	1.2+0.4 0.4	ヨーリン 10
導入作物:小麦(ナンブ小麦, 大豆(白目長葉), とうもろこし(ゴールデンクロスバンダム))						炭カル
55, 56年は, にんじんの生育初期における立枯性障害に対し, ポリオキシンALを散布						10

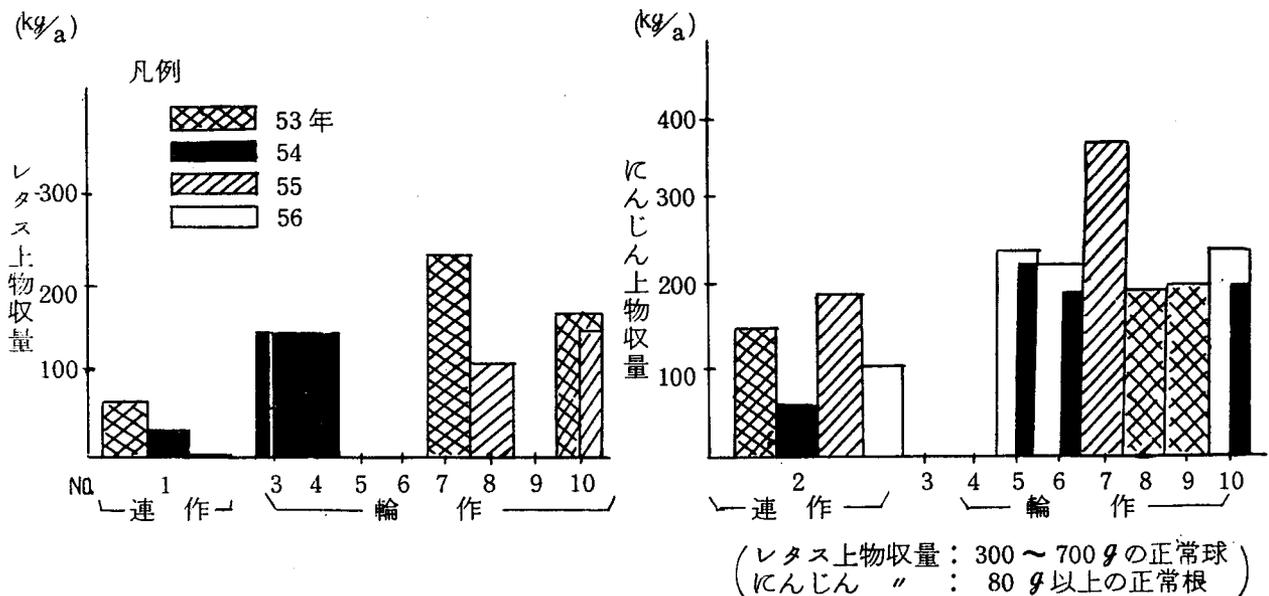


図7 レタス, にんじんの年次別上物収量推移

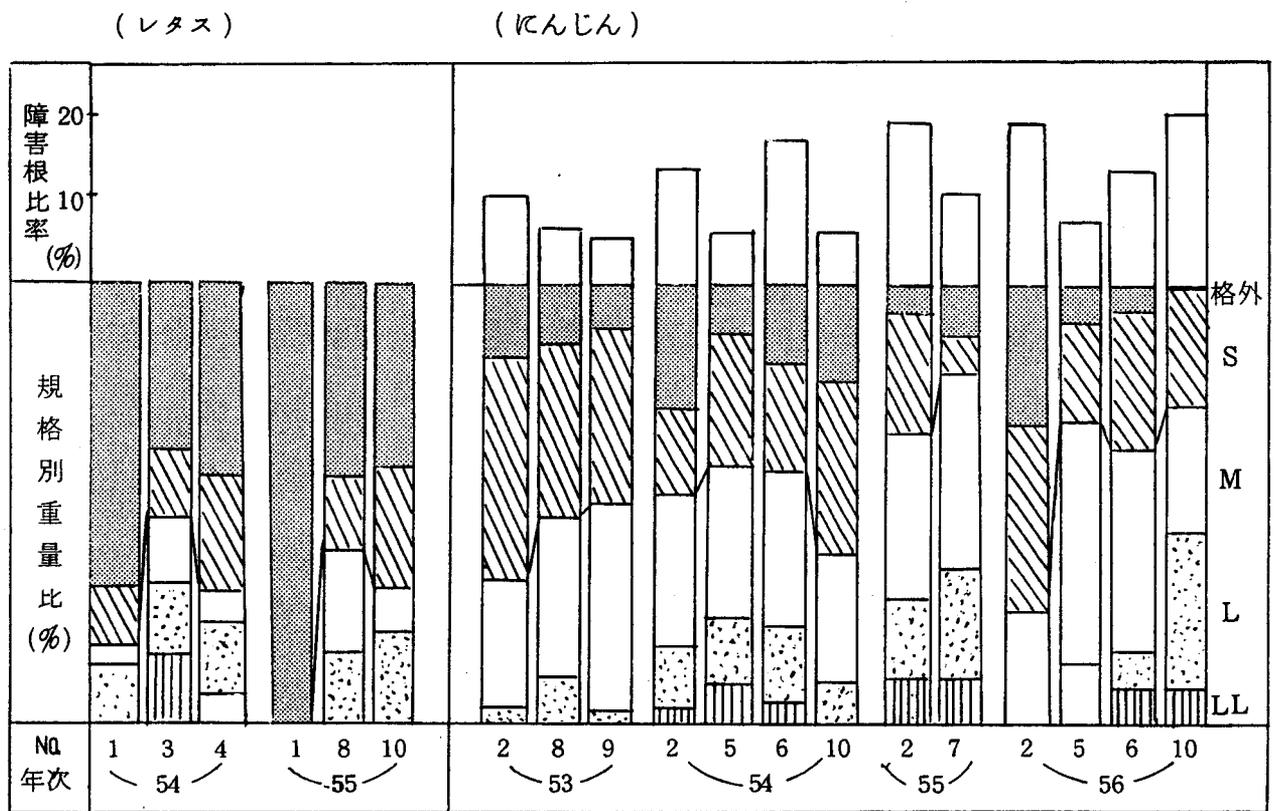


図8 普通作物導入とレタス・にんじんの品質比較

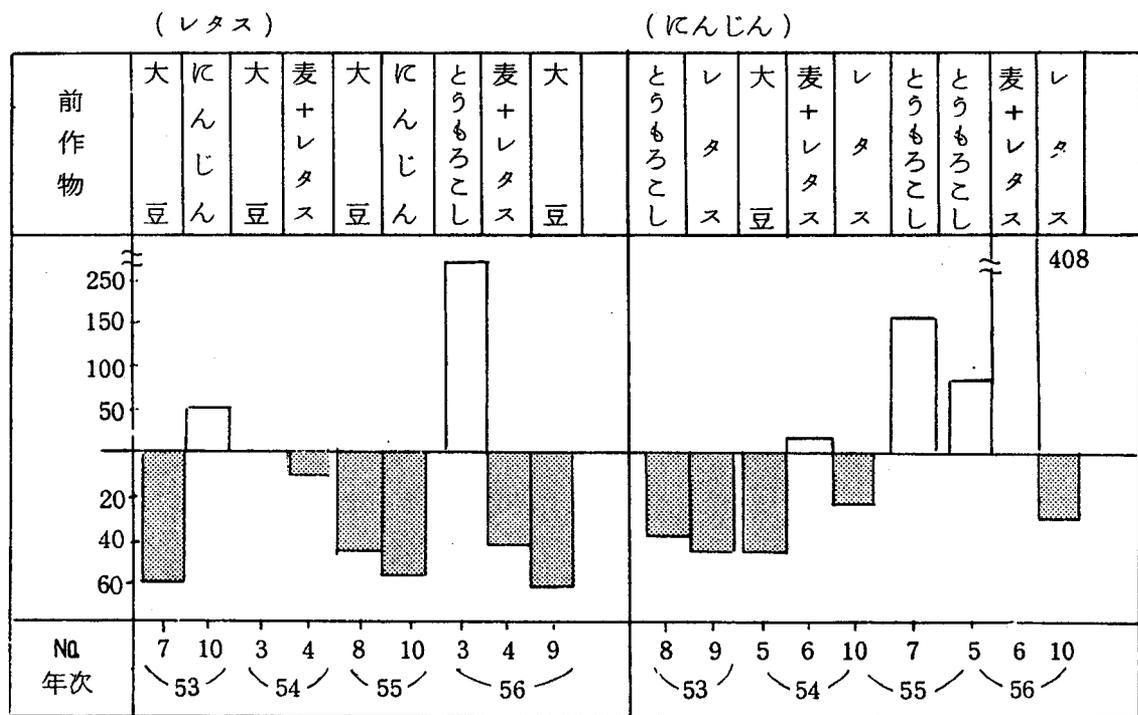


図9 普通作物の導入とレタス、にんじの雑草発生

表2 普通作物導入とレタス、にんじんの発害発生

(昭53)

区 番 号	8月10日		区 番 号	8月18日		区 番 号	11月21日		
	レタスすそ枯病			にんじん黒葉枯病発病葉率	レタス斑点病		レタス腐敗病株率 [※]		
	発病株率	罹病度			発病株率			罹病度	
NQ 1	96.7 %	53.0	NQ 2	29.0 %		NQ 1	100.0 %	78.3	40.0 %
7	86.0	30.4	8	28.1		4	97.5	55.0	20.0
10	53.3	15.4	9	48.8		6	82.5	32.5	2.5

※細菌性腐敗病 (昭54)

区 番 号	7月26日		区 番 号	7月26日		区 番 号	11月9日	
	にんじん黒葉枯病発病葉率			レタスすそ枯病(夏どり)			レタス斑点病(秋どり)	
	発病株率	罹病度		発病株率	罹病度		発病株率	罹病度
NQ 2	49.4 %		NQ 1	38.0 %	28.0	NQ 1	100.0 %	58.7
5	44.5		3	26.0	27.2	3	86.0	42.7
6	33.6		4	42.0	30.0			
10	28.3							

(昭55)

区 番 号	7月24日			
	レタスすそ枯病		レタス斑点病	
	発病株率	罹病度	発病株率	罹病度
NQ 1	62.5	33.0	100.0 %	57.0
8	85.0	41.5	0.0	0.0
10	72.5	36.0	0.0	0.0

表3 運輸作3～5年目跡地土壌化学性

項目 番号	PH(H ₂ O)		T-N (%) 55跡	換性塩基 (mg)						有効磷酸(mg)		磷吸 55跡
	54跡	56跡		CaO		MgO		K ₂ O		54跡	56跡	
				54跡	56跡	54跡	56跡	54跡	56跡			
1	5.50		0.556	187		9		20		7.4		1.944
2	6.00	5.90	0.494	178	239	23	23	20	16	2.3	9.9	2.160
3	5.82		0.494	196		15		20		5.0		1.974
4	6.21		0.515	232		20		22		4.2		1.975
5	6.05	6.10	0.494	157	257	17	31	80	13	2.4	8.6	2.144
6	6.26	5.80	0.515	259	236	27	24	26	16	3.1	12.2	2.128
7	5.80		0.576	186		18		16		8.3		2.142
8	6.10		0.550	205		24		20		2.3		1.910
9	5.50		0.391	162		12		24		5.0		2.056
10	5.03	5.80	0.618	174	216	20	18	80	14	4.8	12.2	2.140

(ニ) 結果の要約

- ① 連作2年目からレタス、短根にんじんの収量、品質低下がみられ、レタスでは連作4年目まで出荷率ゼロとなった。
- ② 普通作物を組み入れた輪作の収量、品質はいずれも連作を上廻ったが、導入作物別の効果は明らかではなかった。
- ③ 55, 56年で、レタス、にんじんの交互作区で普通作物導入区より高い収量となった。
- ④ 雑草、病害発生は、概して輪作区で少なかった。特に前作物が大豆の場合、連作対比で明らかに雑草量の低下が認められた。
- ⑤ 3ヶ年、5ヶ年跡地土壌の化学性は連輪作での差は明らかでないが、5ヶ年跡(56年短根人参)でみると K_2O はやや減少傾向、 P_2O_5 はやや増加傾向にある。

4) 地力増強による障害の除去

(ア) 試験課題名, 年次, 場所

① 有機物施用による障害の回避

昭和52~56年 農試本場

試験の構成

試作作物

レタス

短根にんじん

有機物種類	施用量 (kg/a)	備考
無施用	—	有機物は連用
厩肥	200	但し緑肥は53年まで
"	400	(青刈エン麦, レーブ)
稲わら	100	豚糞は洗脱豚糞
緑肥	250~600	
豚糞	200	

② 化学肥料による土壌環境の改善

昭和52~56年 農試本場

試験区の構成

供試作物

(短根にんじん)

No	塩基	有効リン酸	目標値 (mg/100g)			備考
			CaO	MgO	P_2O_5	
1	少	少	200	10	3	BMようりん 硫酸銅 堆肥0.3 t/a
2	"	中	"	"	7	
3	"	多	"	"	15	
4	多	少	500	45	3	
5	"	中	"	"	7	
6	"	多	"	30	15	
7	"	"	"	"	"	
8	"	"	"	25	"	

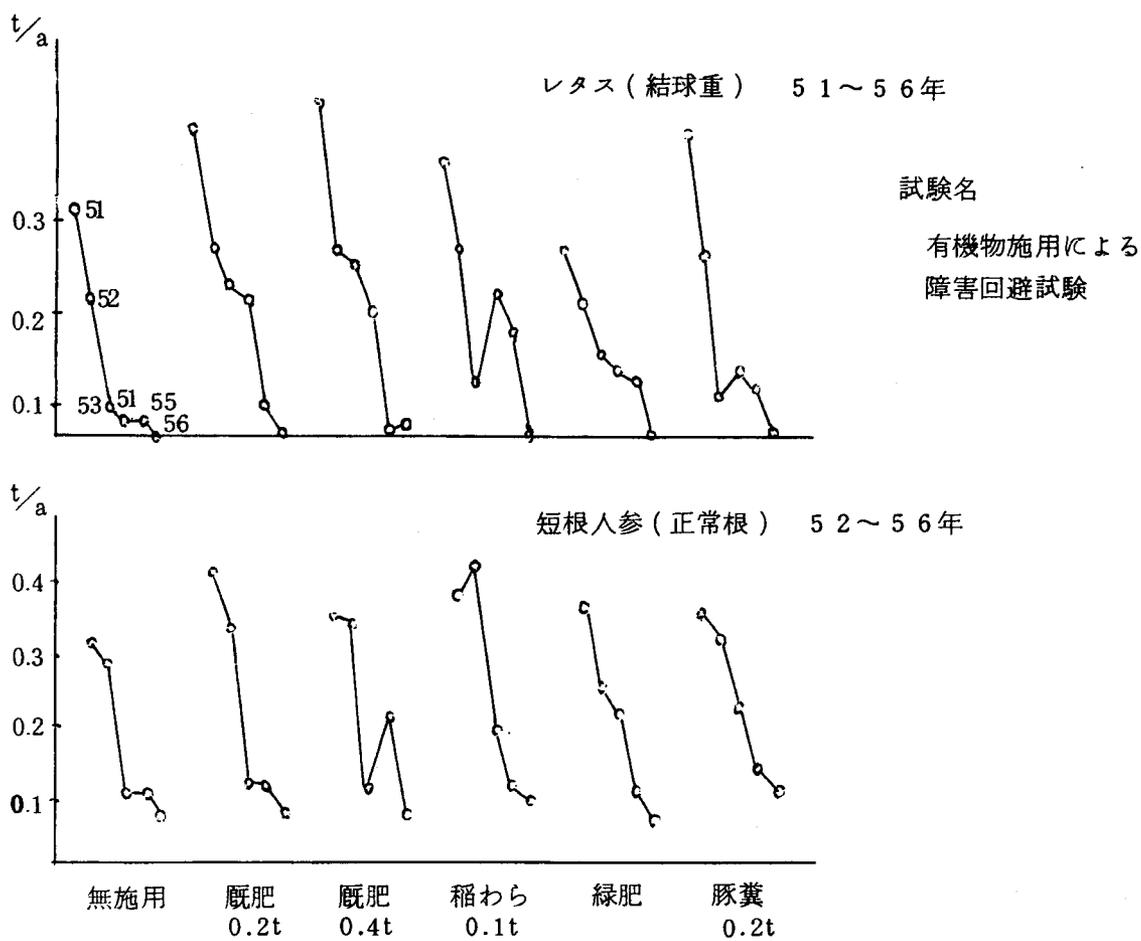
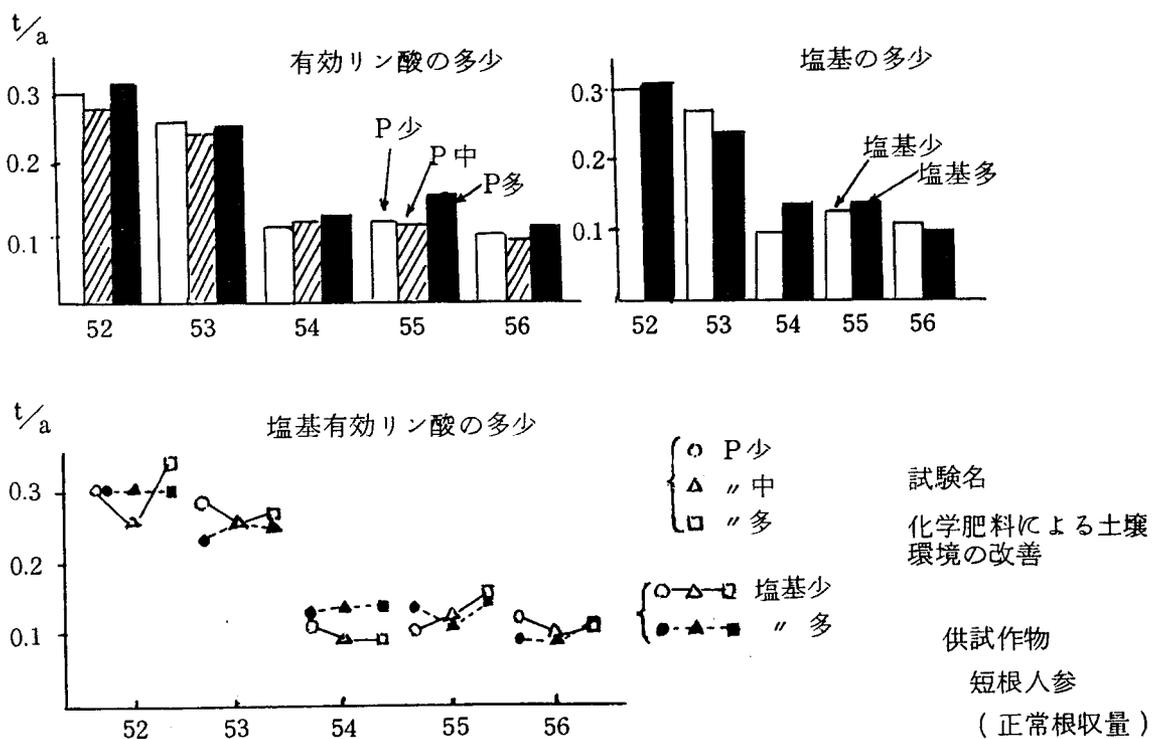
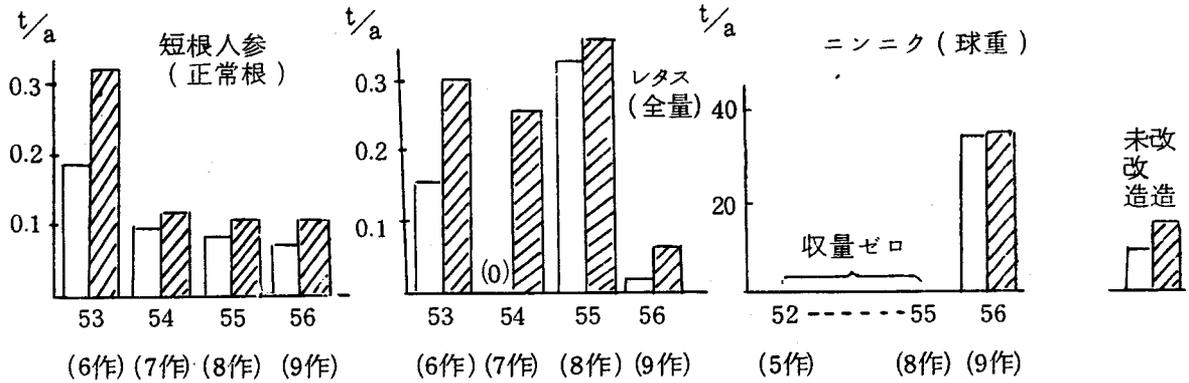


図10 有機物の種類と連作やさいの収量経年変化(農試本場)



土壤改造有無と長期連作やさいの収量性（連作基礎試験）



11図 土壤化学性と連作やさいの収量経年変化（農試本場）

表4 跡地土壤の化学性

作目	年次	処理	PH (H ₂ O)	置換性塩基mg			有効リン酸mg	年次	処理	PH (H ₂ O)	置換性塩基mg			有効リン酸mg
				CaO	MgO	K ₂ O					CaO	MgO	K ₂ O	
レタス	53	未改造	4.6	113	3	27	8.4	56 (9作目)	未改造	5.4	184	5	18	2.6
	(6作目)	改造	5.1	191	8	34	8.4		改造	5.7	209	10	26	2.5
	54	未改造	5.0	171	2	17	5.6							
	(7作目)	改造	5.5	164	8	16	6.5							
ニンニク	53	未改造	4.2	63	3	18	11.2	56 (9作目)	未改造	5.7	218	16	15	6.6
	(6作目)	改造	4.5	96	3	22	18.0		改造	5.7	243	24	19	13.2
	54	未改造	4.4	25	2	8	7.6							
	(7作目)	改造	4.5	33	2	9	8.0							

※ニンニク：55秋作付前よりりん施用

(1) 結果の要約

- ① 堆厩肥2～4tの連用の効果は、レタスでは4作目まで認められるが、短根にんじんでは明らかでない。その他の有機物の効果は判然としない。
- ② 化学肥料による土壤環境の改善効果は、短根にんじんの3作以降の収量低下を、塩基有効リン酸の富化でわずかながら軽減できるにすぎない。
- ③ 土壤改造の効果は長期連作（6作以上）でもレタス、短根にんじんでは若干認められている。ニンニクは5作目から収穫ゼロとなったが低PH、低塩基が原因と考えられた。

5) 連作障害軽減対策

(ア) 障害発生後の耕種的対応 農試本場(55~56)

① 普通作物導入による障害の除去試験

試験区の構成

区番号	作物	連作年数	処理条件	区番号	作物	連作年数	処理条件
No.1	レタス (2)	3年 (6作)	無処理	No.7	にんじん	3~4年 (3作) (4作)	無処理
2			青刈作物(エンバク)	8			青刈作物(エンバク)
3			石灰N(7.6kg/a)	9			石灰N(57kg/a)
4			堆肥多投(300kg/a)	10			堆肥多投(300kg/a)
5			深耕(25~31cm)	11			深耕(25~30cm)
6			輪作	12			輪作

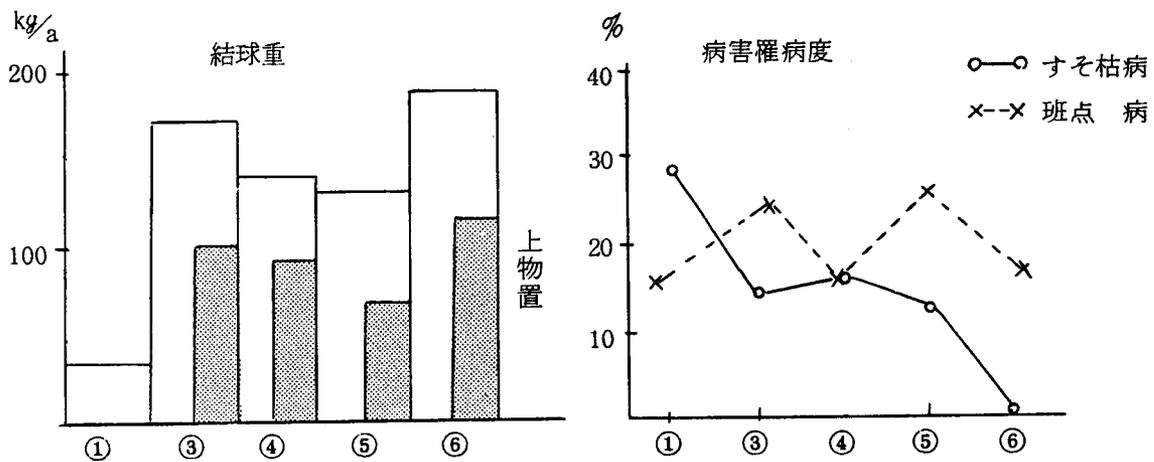


図12 レタスにおける結果(昭55)

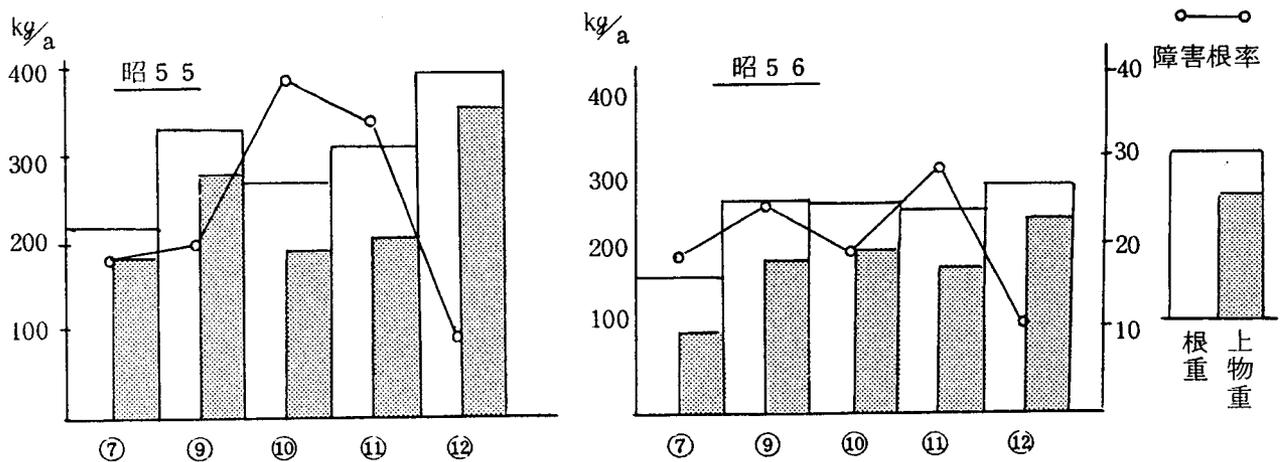


図13 短根人参における結果(昭55~36)

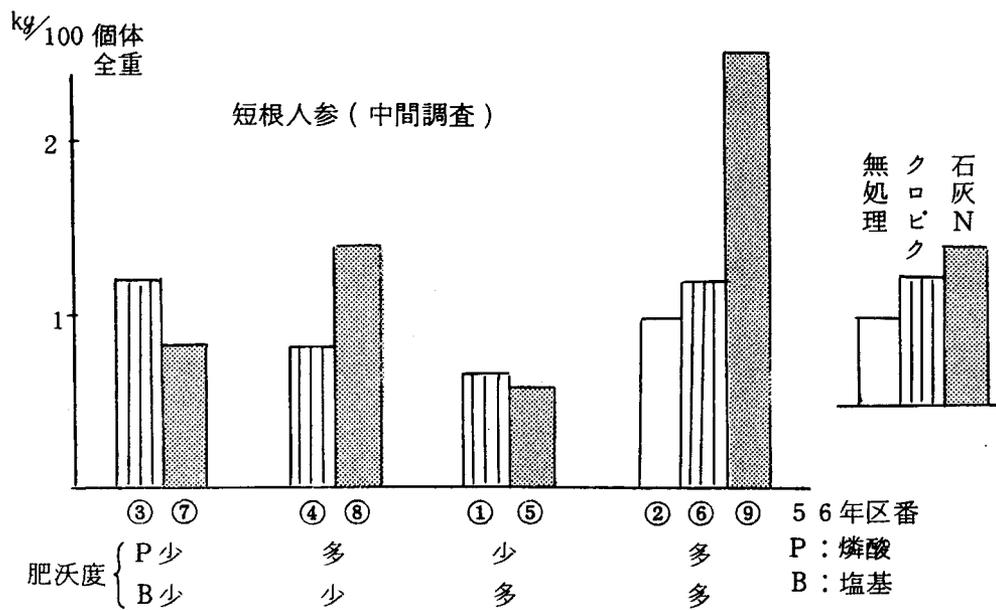


図15 化学肥料による土壤環境の改善試験

(1) はくさい根こぶ病に対する処理効果 現地農試本場 (55~56)

表5 昭和55年度試験結果

移植の効果		(岩手県現地試験)					
項目	結球率 (%)	a 当収益		平均一球重 (g)	根部重 (g)	地上部重 (g)	発病状況
		全重 (kg)	結球重 (kg)				
1 直播	0	—	—	—	—	—	甚
2 移植	70	273	150	724	160	5.8	多

土壤PH矯正区分	土壤PH測定結果		葉数 (%)	生葉重 (g)	発病株率 (%)	発病度
	播種前 (7月/9日)	跡地 (8月/13日)				
2N-H ₂ SO 100 ml/±5kg	4.69	4.59	5.3	7.6	100	100
" 52 ml/ "	4.98	4.72	5.6	8.3	100	100
原土	5.81	4.90	5.0	7.4	100	98.5
CaCO 81 g/±5kg	7.13	5.56	4.9	6.4	100	96.1
" 30 g/ "	7.46	6.11	4.5	6.6	100	93.0
" 120 g/± "	7.78	7.67	5.5	10.0	34.9	7.0

CDUおよび薬剤施用と発病

区制	項目	草丈 (cm)	葉数 (枚)	生葉重 (g)	発病株率 (%)	発病度
1	CDU 5g/ポット当り	13.2	6.1	6.3	100	100
2	CDU 10g/ "	16.1	7.1	9.8	100	94.2
3	CDU 20g/ "	20.4	8.3	20.4	94.8	62.4
4	CDU 20g+重焼りん 10g	21.6	9.0	24.9	75.7	47.8
5	石灰N 10g	20.4	7.6	14.8	74.2	44.8
6	PCNB 粉剤 (20%) 10g	14.8	6.7	8.4	2.4	1.4
7	TPN 粉剤 (10%) 10g	13.2	6.2	5.0	6.5	3.9
8	無処理	11.1	4.9	3.8	100	97.0

表6 昭和56年度試験結果

PH矯正と発病

(8月29日調査)

土 壤	PH矯正資材添加料	土 壤 pH		発病株率 (%)	根こぶ指数
		播種時 (7月/6日)	跡地 (8月/30日)		
A 土 壤	2N・H ₂ SO ₄ 36ml/土 15kg	4.82	4.88	90.1	2.10
	原土	6.10	5.97	75.0	1.31
	炭カル 36g/ "	7.14	7.13	0	0
B 土 壤	2N・H ₂ SO ₄ 36ml/土 1.5kg	4.72	4.83	100.0	2.83
	原土	5.83	5.72	97.9	2.73
	炭カル 48g/ "	7.08	7.35	18.9	0.25

土壌の多湿と発病

区 別	土 壤	草 丈	葉 数	根 長	発病株率	根こぶ指数
適 湿	A土 壤	19.6 cm	7.5 枚	11.6 cm	0	0
	B "	20.8	7.1	8.0	100.0	2.00
多 湿	A土 壤	13.2	5.9	5.6	100.0	1.60
	B "	17.4	6.7	4.5	100.0	3.0

(注)

A土壌 (少発土・赤土)

B土壌 (多発土・黒土)

表7 昭和56年度試験結果(2)

クロルピクリン消毒土に対する接種試験

接種の有無	土 壤	発病株率	根こぶ指数
無	A土壌	3.8 %	0.08
	B "	0	0
有	A土壌	53.8	0.54
	B "	100.0	2.28

(ウ) 結果の要約

- ① 障害発生後(連作3年目),いくつかの耕種的処理を行った結果,無処理区に比べ石灰N>青刈エン麦すき込み>深耕=堆肥多投の順で効果がみられたが,輪作に勝るものはなかった。
- ② 試験開始以前(昭48)からやさいを作付している長期連作ほ場レタス(6年6作目),短根にんじん(5年5作目)における石灰N,クロロピクリン,輪作等の処理効果はある程度認められたが,標準的収量水準にははるかに及ばないものであった。
- ③ はくさい根こぶ病多発の現地ほ場において移植,PH矯正,薬剤処理等の効果が認められる。また現地で近接して根こぶ病多発土壌,少発土壌の存在が認められ,その原因究明のため,土壌の理化学的特性,土壌微生物相等の面から解析中である。