

# 茨城県農業試験場研究報告

第 1 4 号

BULLETIN  
OF THE  
IBARAKI AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION

No. 1 4

— 1 9 7 3 —

茨 城 県 農 業 試 験 場

水戸市・上国井町

IBARAKI AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION

KAMIKUNII-CHO, MITO, JAPAN

# 茨城県農業試験場研究報告 第14号 目次

1. 畑水稲および陸稲の連作害と対策に関する研究 第1報 連作害の症状と発生条件に関する試験  
..... 松田 明・下長根 鴻・尾崎克巳・渡辺文吉郎 ..... 1
  
2. トレンチャー利用を中心としたゴボウの機械化栽培法の確立に関する研究  
..... 和田義郎・桐原三好・浅野伸幸・木野内和夫 ..... 21
  
3. イネシンガレセンチュウの多発生と田植期の感染について  
..... 稲生 稔 ..... 47

# 畑水稻および陸稲の連作害と対策に関する研究

## 第1報 連作害の症状と発生条件に関する試験

松田 明・下長根 鴻・尾崎 克巳・渡辺文吉郎\*

### 目 次

I 緒 言	1
II 試験方法および結果	2
1. 連作害の初期症状と糸状菌との関係	
1) 連作と非連作畑水稻の初期生育の比較	2
2) 連作畑水稻の生育初期における根部の褐変現象	4
3) 連作土に栽培した陸稲根部の活性について	5
4) 連作畑水稻の根部から分離される糸状菌の種類と病原性	5
2. 連作害の発生条件	9
1) 土壌温度と連作害発生との関係	9
2) 土壌層位と連作害発生との関係	12
3) 連作土の希釈と連作害発生との関係	16
4) 畑水稻の生育に及ぼす前年畑水稻の残根の影響	17
5) 陸稲残根の抽出液が稚苗の生育に及ぼす影響	17
III 考 察	19
IV 要 約	20

### I 緒 言

同じ作物を同じ場所で2年以上つづけて栽培すると、何らかの原因で生育が阻げられ、収量も低下することは忌地とか連作害として古くから知られている。

その原因や対策については徳永ら<sup>1)2)3)</sup>によって総括的に解説されているが、それによれば連作害の誘導要因として病害虫、施肥および土壌条件、毒素によるアレロパシーおよび自家中毒(いや地)などがあげられている。

また、同じ作物でも連作害の原因は必ずしも一種でなく、研究者によって意見が異なっているものも少なくない。たとえば、陸稲の連作害の原因として、渡辺<sup>4)</sup>、山崎<sup>5)</sup>らは線虫をあげているが、渡辺ら<sup>6)</sup>は線虫のみでなくカビ類も関与していることを推定している。

このように連作害の原因は多方面にわたり、それらが複雑にからみ合って、直接間接に影響しており、単一の原因に帰納することがむずかしいようである。そのようなことから対策も多岐にわたり、しかも総合的に行なわなければならないと考えられる。

茨城県においては、古くから陸稲の栽培面積が多いため、陸稲の連作害が問題になっていたが、畑水稻の導入によって改めて問題視されるにいたった。すなわち、畑水稻の場合かんがい施設が必要なため、圃場が限定され、輪作体系を組むことがむずかしく、必然的に連作せざるを得ない状態におかれる。その結果、現地においては連作害が問題となり、その対策が強く要望されるようになった。

このような背景のもとで、著者らはここ数年来、畑水稻および陸稲の連作害について、主として植物病理学的見地から原因究明に当たるとともに、実用的な見地から個別対策の他に、それらの組合わせによる総合的な対策について検討をすすめてきた。現在なお、未解決の問題点もきわめて多いが、これまでに得られた成果をまとめ、第1報として連作害の症状と発生条件について、第2報として連作害対策試験について報告する。

なお、この研究は総合助成事業費により、1968年より1971年にわたって病虫部、化学部および作物部の共同研究によって行なったものである。

研究遂行にあたり御配慮と御指導をいただいた農林省農林水産技術会議ならびに農事試験場の関係各位に対し謝意を表します。また終始御指導と御助言を賜った場長有賀武典氏、副場長黒沢晃氏、元作物部長、現園芸

\* 現九州農業試験場

試験場長山木鉄司氏に対し深謝の意を表します。

第1表 16年連作土および非連作土における畑水稻の初期生育の比較

II 試験方法および結果

1 連作害の初期症状と糸状菌との関係

1) 連作と非連作畑水稻の初期生育の比較

(1) 試験方法

① 供試土壌：1968年には陸稲および大豆を1952年から16年間連作した圃場（土壌：黒褐色火山灰土、砂壤土）、1969年には、陸稲、落花生および甘藷を2年間連作した圃場（土壌：黒色火山灰土、壤土）から作土を採取し、よく混合した。これを径15cm素焼鉢に1Kgずつつめた。

② 栽培法：ミズハタモチ（水銀剤で種子消毒）を1鉢15粒ずつ点播し、均一栽培した。播種：1968年5月17日、1969年6月9日。施肥：1968年には供試土壌3Kg当たり化成肥料（14：14：14）20gを全層に施用した。1969年には供試土壌1Kg当たり3gを全層に施用し、播種後39日目に1鉢当たり硫酸1%液を100CC追肥した。

③ 調査項目および方法：1968年には播種19日（6月5日）、40日（6月25日）および63日（7月17日）になるべく断根しないように水洗方式で抜きとり、全株について草丈、1株当たり最長の冠根長、冠根数、分けつ数、葉数および黄変～枯死葉数を調査した。1969年には播種後10日、20日、30日、40日および50日目に前年度と同じ項目を同じ方法で調査した。ただし、冠根で肉眼的に細根の発生が少なく、若々しいものを新冠根、細根を多量に形成しているものを旧冠根として区別し、それぞれ1株当たりの最長の冠根長および冠根数を調査した。

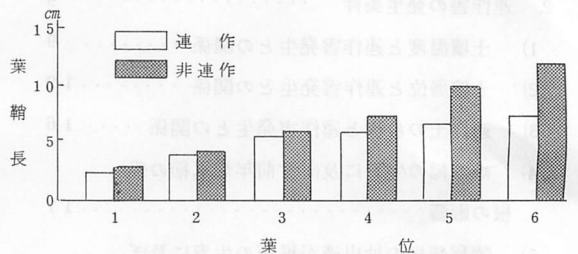
④ 区制：3連制、ただし、1969年、播種後40日および50日目調査は2連制とした。

2) 試験結果

陸稲および大豆をそれぞれ16年間連作した土壌における畑水稻の初期生育を比較したところ、第1表に示すように、播種19日後では、連作区の草丈は非連作区との間にほとんど差を認められなかったが、播種30～40

試験区別	草丈 cm	冠根長 cm	冠根数 本	茎数 本	葉数 枚	黄変～ 枯死葉数 枚	
連作土	播種後19日	5.1	9.5	—	1.0	1.6	0.2
	" 40日	17.6	17.1(7.5)*	11.9	1.4	4.2	1.7
	" 63日	19.7	16.4	23.5	1.4	5.7	3.0
非連作土	播種後19日	5.2	9.2	—	1.0	1.7	0
	" 40日	22.3	17.9(9.6)*	16.0	2.2	4.7	0.4
	" 63日	32.9	18.7	30.3	2.8	6.0	2.3

注 1. \*印1株当たり全冠根長の平均である。  
2. 播種月日 1968年5月17日



第1図 16年連作土および非連作土における畑水稻の葉位別葉鞘長

日後（第4～5葉期）から明らかに非連作区より劣り、それ以後、その差は益々顕著となった。第1図のように、第1～3葉位葉鞘長は連作と非連作との間にほとんど差を認めないが、第4葉位以後の葉鞘長は明らかに非連作区より短かく、草丈の伸長状況と類似していた。また、連作区の分けつ数は非連作区より少く、出葉速度はおそく、発根力劣り、根の伸長も不良であった。そして、下葉の黄化は早くから起り、程度もはげしいことを第1表は示している。なお、葉緑素計で展開葉の上位から2枚目の葉身中央部5枚について葉色を7月10日に測定したところ、連作区0.25に対し非連作区は0.40となり、明らかに連作区では黄化現象が観察された。



第2表 2年連作土および非連作土における畑水稲の初期生育の比較

試験区別	草丈 cm	茎数 本	葉数 枚	冠根長* <sup>3</sup>		冠根数* <sup>3</sup>		黄変~ 枯死葉数 枚	
				新 cm	旧 cm	新 本	旧 本		
連作土	播種後10日	4.1	1.0	-	-	1.0	0	0	
	20日	15.5	1.0	2.5	-	16.1	5.9	1.0	0
	30日	26.3	1.5	4.3	-	20.9	7.2	6.3	0
	40日	28.5	1.3	5.3	10.9	20.1	12.7	8.6	0.5
	50日	49.7	1.5	7.3	9.5	21.2	10.4	18.1	1.1
非連作土(A)	播種後10日	4.1	1.0	-	9.3	-	1.0	0	0
	20日	16.2	1.0	2.8	-	16.1	7.8	1.0	0
	30日	28.9	2.1	4.6	-	19.5	7.6	7.0	0
	40日	33.8	2.5	5.8	14.7	21.6	10.3	9.5	0.6
	50日	56.8	2.2	7.4	10.4	21.7	13.7	19.1	1.2
非連作土(B)	播種後10日	3.9	1.0	-	8.6	-	1.0	0	0
	20日	16.2	1.0	2.7	-	15.7	7.6	1.0	0
	30日	28.8	1.7	4.4	-	20.7	7.2	7.8	0
	40日	35.3	2.4	5.6	16.6	22.9	11.1	9.4	0.2
	50日	62.2	2.5	7.5	12.4	24.0	16.4	22.5	1.2

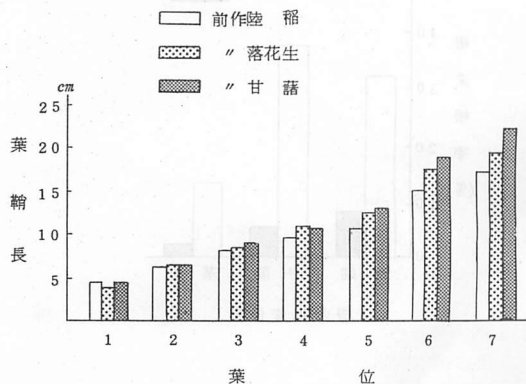
注 1. 播種月日 1969年6月9日

2. \*1: ラッカセイ2年連作土, \*2: サツマイモ2年連作土

\*3: 1株当たりの最長冠根長, 冠根数および黄変~枯死葉数である。

つぎに、陸稲、落花生および甘藷をそれぞれ2年連作した土壌における畑水稲の初期生育は第2表に示した。これによると、連作区の生育は播種後30日(4葉期)ごろから非連作に比べて明らかに停滞し、草丈は低く、分けつ数は少なく、出葉速度はやゝおくれた。日数が経つにつれて、これらの差は顕著となった。また、第2図に示したように葉位別葉鞘長においても、第4葉位以降から連作区は非連作区より短かく、この時点から明らかに生育の停滞が認められた。

以上の結果から判断すると、連作年数にかかわらず播種後20日ごろまでの連作区の生育は非連作とほとんど差を認めなかったが、30日以降(第4葉期)から明ら



第2図 2年連作土および非連作土における畑水稲の葉位別葉鞘長

かに劣るようになった。この傾向は連作年数が長いほど強かった。

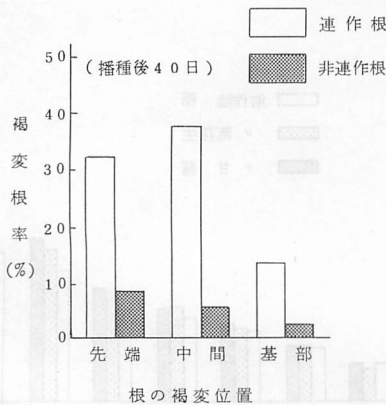
2) 連作畑水稲の生育初期における根部の褐変現象

(1) 試験方法

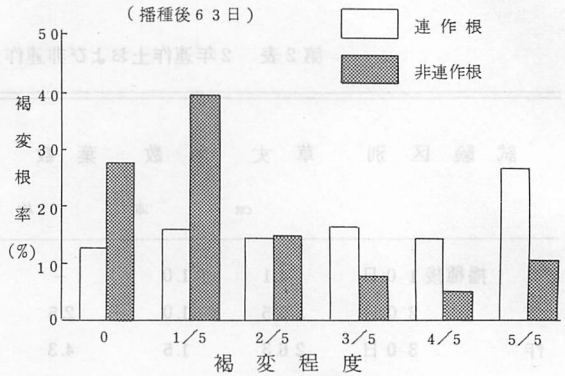
供試土壌、栽培法、調査時期および抜きとり法は前試験1)とすべて同じであった。根部の褐変は冠根を対象とし、次のように表示した。1968年の試験において播種後40日目に抜きとったものでは、各冠根を先端部(5~10mm)、基部(5~10mm)および中間部(前記以外の部分)に分け、褐変の発生部位とその症状の把握につとめた。播種後63日目には根部の褐変が顕著となったため、次の6段階に分けて目測した。健:冠根に異常を認めないもの。微:褐変または腐敗部分が冠根長の $\frac{1}{5}$ 以下のもの。軽:冠根の $\frac{1}{5} \sim \frac{2}{5}$ が褐変または腐敗しているもの。中:冠根の $\frac{2}{5} \sim \frac{3}{5}$ が褐変または腐敗しているもの。重:冠根の $\frac{3}{5} \sim \frac{4}{5}$ が褐変または腐敗しているもの。甚:冠根の $\frac{4}{5}$ 以上が褐変または腐敗しているもの。

1969年には、各調査時期ともに、新・旧(規準は前項試験1)に従う)の冠根について、褐変程度をつぎの4段階に分けて調査した。健:冠根に異常を認めないもの。軽:冠根の褐変または腐敗部分が $\frac{1}{3}$ 以下のもの。中:冠根の褐変または腐敗部分が $\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}$ のもの。重:褐変または腐敗部分が $\frac{2}{3}$ 以上のもの。

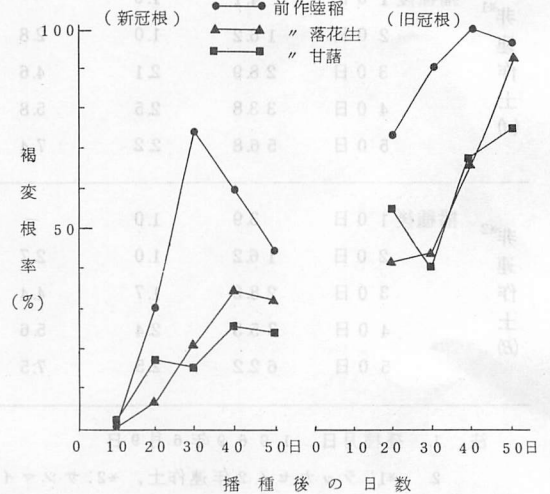
(2) 試験結果



第3図(その1) 16年連作土および非連作土における畑水稲の根部の褐変現象の比較



第3図(その2) 16年連作土および非連作土における畑水稲の根部の褐変現象の比較



第4図 2連作土および非連作土における畑水稲の褐変根の発生消長

根部の褐変の症状は連作年数および連作と非連作との間にほとんど差をみとめなかった。一般的に、褐変または腐敗は冠根の先端部からはじまるものが多く、水浸状に腐敗するものが多かった。検鏡すると、その部分に卵胞子が多量に形成しているのが観察された。中間部が褐変しているときには、その部分がくびれ、細根も褐変し、その生育も非常に不良であった。水浸状に腐敗するものは少なく、乾腐状であり、導管部まで褐変するものはほとんど認められなかった。基部の病徴は中間部とほとんど同じようであった。

この根部の褐変現象(腐敗も含む)は第3および4図に示したように連作および非連作区ともに生育初期から認

められたが、いずれの調査時期でも非連作より連作土壌において褐変または腐敗する冠根が多く、その程度も非常に高いものが多かった。同じ連作土壌でも根部の褐変現象は連作年数の少ない黒ボクではげしく、早い時期（播種後20日、2.5葉期）から認められた。

地上部の生育と根部の褐変現象との関係を見ると、第2.4図から判断すると、地上部の生育遅延があらわれる時期よりも根部の褐変現象が時間的に常に先行しているようにみなされる。

3) 連作土に栽培した陸稲根部の活性について

(1) 試験方法

場内の陸稲3年連作および落花生栽培圃場から、1970年4月27日に採土し、径1.8cm素焼鉢に1Kgずつ填め、陸稲（品種：タチミノリ）を播種し、1鉢当たり3株とした。基肥は化成肥料（14：14：14）を1鉢当たり2gとし、化成肥料（12：18：16）を1鉢5gずつ5月25日に追肥した。ガラス室内において適宜灌水した。2連制で行ない、6月8日および6月22日に生育を調査するとともに根の活性を $\alpha$ -ナフチルアミン法<sup>9)</sup>で測定した。

(2) 試験結果

第3表に示すように、連作陸稲の生育および $\alpha$ -ナフチルアミン酸化量によって表示される連作根の活性は6月8日の測定では非連作より劣っていたが、6月22日では差がなかった。また、連作陸稲では根重当たりの地上部の生産力が非連作より劣ることが認められた。

4) 連作畑水稲の根部から分離される糸状菌の種類と病原性

(1) 試験方法

① 1968年

前項試験1-1)の試験において播種後10日、19日および63日目に抜きとった材料について褐変部あるいは肉眼的に健全と思われる根面から糸状菌の分離を行った。

ア 褐変根からの分離

分離法：供試材料は播種後10日目のものは水道水および殺菌蒸留水で水洗いしたまゝ、また、播種後63日目のものはアンチホルミン20倍液に5～10分間浸漬し、無水洗のまま分離培地におき、20～25℃で培養した。

分離培地：Peptone dextrose agar (J. P. Martin, 1950年) ペプトン5.0g、ブドウ糖1.0g、 $K_2HPO_4$  0.5g、 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  0.5g、ローズベンガル 1：30,000、ストレプトマイシン30ppm、寒天 2.0g、蒸留水 1,000cc

イ 根面糸状菌の分離

分離法：播種後19日目に採取したもののみについて分離した。アンチホルミンは使用せず、根部を井水による流水中に1昼夜浸漬し、土壌を洗い落した。この後、殺菌水で5回洗滌し、根部を10等分して分離培地におき、25℃で5～7日間培養し、分離される糸状菌を調査した。

第3表 連作土および非連作土における陸稲根の活性比較

	6月8日					6月22日						
	草丈 cm	茎数 本	茎葉重 g	根重 g	T/R	根の活性 $\mu g$	草丈 cm	茎数 本	茎葉重 g	根重 g	T/R	根の活性 $\mu g$
連作土	25.1	2.0	0.100	0.078	1.28	54.0	43.1	3.7	0.440	0.225	1.96	3.505
非連作土	32.4	2.0	0.186	0.126	1.48	95.3	46.4	4.0	0.447	0.223	2.14	3.556

注1. 草丈、茎数、茎葉重、および根重は株当たりの平均値である。  
 注2. 茎葉重および根重は乾物重である。  
 注3. 根の活性は、乾物根1g当たりの $\alpha$ -ナフチルアミン酸化量である。

ウ 分離菌の畑水稻に対する病原性

上記分離法によって分離された糸状菌をフスマ土(1:9)培地に1カ月間25℃に培養し、これを1鉢当たり約2gずつ表層に接種した(接種月日:7月27日)。この後、畑水稻(ミズハタモチ)を1鉢当たり10粒ずつ播種した(播種月日:7月28日)。播種後40日目に全株抜きとり、生育および根部の褐変を調査した。根の褐変は各冠根を先端部、中央部および根基部に分け、程度は次の4段階に分けて調査した。健:冠根に全く異常を認めないもの(褐変度0)、軽:褐変または腐敗部分が全冠根の1/3以下のもの(褐変度1)、中:同じく1/3~2/3のもの(褐変度2)、重:同じく2/3以上のもの(褐変度3)。

② 1970年

ア 褐変根からの糸状菌の分離

畑水稻を3年間連作した場内圃場から作土を4月下旬に採土し、これを径1.5cm素焼鉢に1Kgずつ充てんし、畑水稻(品種:ミズハタモチ)を栽培した。播種後20日~40日頃に根部を抜きとって褐変根から菌の分離を行った。供試サンプルは殺菌蒸留水で3回洗滌したのみで表面殺菌は行わず、水洗後、ストレプトマイシン4.5%液に数秒浸漬して寒天平板に移した。分離培地はwater agarを使用し、28℃で3~5日培養後、ローズベンガル添加のジャガイモ煎汁寒天培地に移植し

28℃で数日間培養後、ジャガイモ煎汁寒天斜面培地に移植して保存した。

イ 分離菌の接種試験

径1.2cm素焼鉢に無殺菌休かん土を400gずつ充てんし、分離菌の土壌フスマ混合培養菌(28℃で14日間培養)を1鉢当たり20gずつ接種した後、畑水稻(ミズハタモチ)を1鉢当たり10粒ずつ播種した。播種後40~45日目に根部を切断しないように、水洗いしながら抜きとって、草丈、分けつ数、根長および褐変程度を調査した。施肥量は化成肥料(14:14:14)を1鉢当たり3gずつ基肥として全層に混用した。播種および栽培期間はつぎのとおりであった。第1回試験:5月21日~7月2日、第2回試験:6月8日~7月23日。試験規模:2連制。調査:根部の褐変程度は冠根を新旧に分け(新根は冠根に細根がほとんど発生していない若い根とし、他は全て旧根とした。)、前試験と同様に4段階に分けて調査した。なお、褐変程度は次式により算出した。

$$\text{褐変程度} = \frac{\text{健全株} \times 0 + \text{軽症株数} \times 1 + \text{中程度株数} \times 2 + \text{重症株数} \times 3}{\text{調査株数}}$$

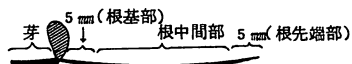
(2) 試験結果

第4表のように、発芽後間もない種子根でも褐変するものがあり、これらを水道水および殺菌水でよく洗って

第4表 連作畑水稻の褐変根から分離された糸状菌の比較(1968)

分離部位	発病 分離		分離された糸状菌				
	有無	数	Fusarium菌	藻菌類	柄子殻形成菌	Trichoderma菌	その他
根先端部	褐変	4		3	1		
根中間部	褐変	21	10	1		6	1
根基部	褐変	13	2	7	4	2	1
根中間部	健全	25	5	9		10	1

- 注 1. 播種:4月27日 分離月日:5月6日(播種後10日目)  
 2. 芽長:2cm 根長:3~5cm  
 3. 表面殺菌剤使用せず  
 4. 分離部位



畑水稲および陸稲の連作害と対策に関する研究

分離すると褐変した先端からは藻菌類 (Pythium sp.) が分離され, Phoma sp. 型柄子殻を形成する菌株が僅かに分離された。根の中間部の褐変部からは Fusarium 菌が最も多く分離された。根基部からは藻菌類が最も多く、ついで柄子殻形成菌が多く、Fusarium菌の分離率は比較的少なかった。根中間部の肉眼的に健全と思われる部分からは藻菌類、Trichoderma 菌、Fusarium菌の分離率が高かった。なお、表面殺菌剤としてアンチホルミン20倍液を使用すると、藻菌類の分離は極端に悪く

なることが観察された。

連作土壌ならびに非連作土壌に19日間栽培した畑水稲の根面の糸状菌は第5表のとおりであった。これによると、根の先端部では連作根から Fusarium菌が最も多く分離された。根の中間部は連作、非連作を問わず、藻菌類が多数分離された。しかし、Fusarium菌は連作根から非連作根の約10倍も多く分離された。Trichoderma菌は Fusarium菌とは逆に非連作根から多く分離された。

第5表 連作および非連作畑水稲の幼苗根面の糸状菌の比較 (1968)

分離材料	分離 個体数	分離された糸状菌						
		Pythium菌	Rhizopus菌	Fusarium菌	Trichoderma菌	Penicillium菌	Aspergillus菌	その他
根先端部	連作	20	1	7		5		15
	非連作	19		3		5	1	10
根中間部	連作	150	45	18	5	4		12
	非連作	150	54	10	4			
根基部	連作	29	21	6				
	非連作	34	21	12	2			
黄化苗根 (連作)	8		1	6	1			

注 分離月日：6月5日 (播種後19日目)

第6表 連作および非連作畑水稲の褐変根から分離される糸状菌の比較 (1968)

分離材料	分離数	分離された菌株																			
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	細菌	なし
非連作	53	1	1	2	3	3	1	1	1											5	35
連作	161			1	15	9				1	1	1	5	1	6	1	1	1	1	26	80

注 F7 : Phoma 型柄子殻形成, 菌糸: 暗オリーブ色  
 F12 : 同上 菌糸: 無色 培地紫赤色となる。  
 F4 F13 F14 : Fusarium菌  
 分離月日：7月17日 (播種後63日目)



根の基部も中間部と同じような傾向であったが、Trichoderma菌はほとんど分離されなかった。なお、この時期に地上部が黄化していた苗の根部からは Fusarium菌が最も多く分離された。

第6表には63日間栽培後の根部から分離した糸状菌の種類と分離数を示した。これによると、連作および非連作の褐変根とともに糸状菌と細菌の出現しないものが非常に多かったが、連作根の褐変部から Fusarium菌の分

離される場合が最も多く、ついで F5 (菌種不明)、F12 (Phoma型柄子殻形成) が多く分離された。アンチホルミン20倍液を表面殺菌剤として使用したためか、藻菌類が全く分離されず、分離方法に問題があったものと思われた。

上記のように根部から分離した糸状菌を幼芽検定により、根部に対する病原性を検討し、比較的病原性の強かった32菌株をフスマ土(1:9)培地に培養し、これ

第7表 分離菌の畑水稻根に対する病原性(1968)

接種菌 %記号	調査 茎数	草丈 cm	調査 根数	根 部 褐 変 率 (%)									枯死 苗率
				先 端 部			中 央 部			根 基 部			
				軽	中	重	軽	中	重	軽	中	重	
1. Rf ロゼウム	28	40.1	327	2.4	0	0	4.3	7.6	1.5	2.8	0	0	0
2. RC	26	34.4	312	0.6	0	0	4.5	6.7	0	0.3	0	0.3	3.7
3. RC2	26	36.6	305	1.3	0	0	7.5	3.3	0	0	0	3.6	7.1
4. RE	22	30.8	242	2.1	3.7	0	5.0	0	0	0.4	0	0	18.5
5. RE2	23	38.0	264	6.4	0	0	1.9	3.0	3.0	2.7	0	0.4	14.8
6. RE3	28	40.5	340	0.3	0	0	4.7	0.9	0	0	0	0	0
7. Ic 褐変	28	39.2	340	0	0	0	3.5	0.9	0	0	0	0	0
8. IA1	29	40.9	346	6.4	0	0	4.0	4.3	2.3	5.2	0	0	0
9. IA1-2	27	35.9	326	0.6	0	0	6.4	2.5	0	0	1.2	0	0
10. IIA4	29	39.6	318	2.5	0	0	5.3	3.1	0	0.3	0	0	0
11. IIB1	23	36.0	300	0	0	0	4.0	0.7	0	0	0.3	0	11.5
12. IIB1-2	17	30.7	176	0	0	0	3.4	6.8	0	0.6	1.1	0	10.5
13. IIC1	21	37.6	214	1.9	0	0	4.2	3.7	2.8	0	0	0	12.5
14. FI I-1	24	37.7	356	0.3	0	0	3.7	0	0	0.3	0	0	0
15. F2 I-1	29	37.7	413	0	0	0	3.1	1.0	0	0	2.2	0	0
16. F3 II-3	25	35.1	274	0.7	0	0	5.1	4.0	0	0	0	0.4	7.4
17. F3 I-1	27	38.3	373	0.3	0	0	6.7	0.3	0	0	0	0	0
18. F4 I-1	22	33.6	285	0	0	0	2.5	1.1	0	0	0	0	18.5
19. F4 II-3	21	29.7	198	0	0	0	9.1	16.2	0	0	2.0	0	22.2
20. F5 I-2	29	30.9	477	0	0	0	4.8	2.5	0	0	0.2	0	0
21. F6 I-4	25	32.8	327	0	0	0	4.0	0	0	0	0	0	7.4
22. F7 I-4	27	29.1	189	0	0	0	2.6	18.5	22.7	0	2.1	21.7	0
23. F8 I-4	25	36.6	343	0	0	0	2.3	2.3	0	0	0	0	7.4
24. F10 II-1	29	40.5	363	0	0	0	3.3	1.1	0	0	1.4	0	0
25. F11 II-1	27	37.0	337	0.3	0	0	3.3	0	0	0.6	0	0	0
26. F12 II-1	25	36.6	296	0	0	0	0	0	71.3	0	0	0	7.4
27. F13 II-1	26	39.5	346	0	0	0	8.1	5.8	0	4.0	4.6	0	3.7
28. F15 II-3	28	37.8	352	0.3	0	0	4.3	0.3	0	0	0.3	0	0
29. F16 II-1	28	38.9	351	0	0	0	6.0	0.6	0	0	0	0	0
30. F17 II-3	29	35.8	302	0.3	0.6	0	5.6	10.6	0	0	0	0	0
31. F18 II-3	28	35.9	319	0	0	0	5.6	13.8	1.6	0	0	0	0
32. F14 II-3	29	40.5	342	0	0	0	6.1	1.5	0	0	0	0	0
33. 連作土	24	31.7	284	0	0	0	2.1	4.9	38.7	0	0	0	11.1
34. 無接種	28	35.3	356	0	0	0	2.8	0	0	0	0	0	0

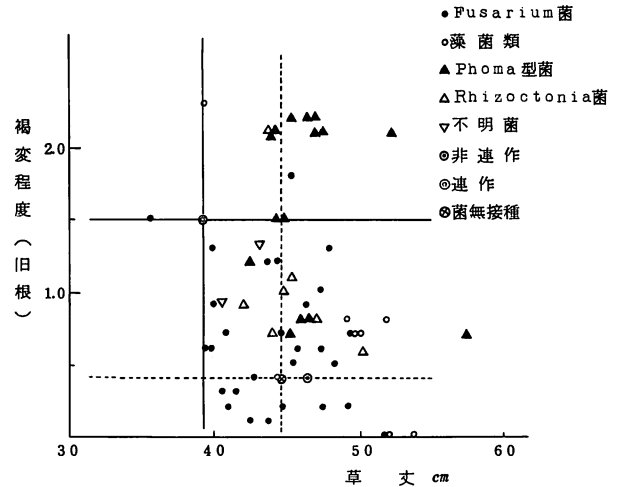
を土壌接種により根部に対する病原性を検定した。その結果は第7表に示したように、根部褐変を強くひきおこす菌株はPhoma型 F7 および F12 であった。ついで

Fusarium roseum のり Fロゼウム、Foxysporium型のII B 1-2, F 4 II-3, F 1 3 II-1, F 1 8 II-3, F 1 7 II-3, Pythium 型のり C であった。枯死株を多く生じた菌株はPythium 型り E, り E 2, Foxysporium 型のII B-1, II B 1-2, II C-1, F 4 II-3, F 4 I-1 であった。

また1970年の結果は第8表に示した通りである。播種後20~40日目に褐変根から分離された菌株はFusarium oxysporum菌がとくに多く、71菌株中33.8%を占めた。ついでPhoma型菌株3.10%と藻菌類(主に、Pythium 菌)12.7%が多く分離された。分離数は少なかったがFusarium roseum およびRhizoctonia 菌も分離された。

つぎに、これら分離菌株の接種試験を行なったところ第9,10表のような結果が得られた。Fusarium菌は菌株によって、生育および根部に及ぼす影響はかなり異っていた。無接種区よりも根部(旧根)褐変がひどくなるのは19菌株であり、その中で連作区よりも褐変を増加させたのは2菌株でジャガイモ煎汁寒天培地上で紫色色素および桃色色素を呈するものであった。Phoma型菌株の多くは連作区に比較してかなり根部を褐変させる菌株が認められたが、生育は連作区に比してかなり良好なものが多く、無接種区と同等かそれ以上の生育を示すものが多かった。また、藻菌類は9菌株中、無接種区より根

部褐変がひどくなるのは6菌株あったが、連作区より褐変が増加するのは1菌株のみであった。



第5図 分離菌接種試験における草丈と褐変程度との相関

第5図に示したように、連作に比較して、それと同等かまたはそれ以上に草丈を抑制し、かつ根部の褐変程度をひどくする菌株としてはFusarium菌(ジャガイモ煎汁寒天培地上で紫色色素を呈する菌)および藻菌類が1菌株ずつ認められた。Phoma型菌株は根部褐変を増加させるが草丈抑制力は弱いようであった。

## 2 連作害の発生条件

### 1) 土壌温度と連作害発生との関係

#### (1) 試験方法

第8表 連作畑水稲の褐変根から分離された糸状菌(1970)

Fusarium 菌				計	藻菌類		Phoma 型 菌	Rhizoctonia	その他	計
I 型*	II 型*	III 型*	IV 型*		Pythium 型	Phytophthora 型				
9	13	2	6	30	2	7	22	1	9	71
(13)	(18)	(3)	(9)	(43)	(3)	(10)	(31)	(1)	(13)	(100)

注 1. 数値は分離された菌株数で、(内)内は分離比率(%)である。  
 2. \*印のI型, II型, III型はFusarium oxysporum 菌で、I型はPDA培地上で紫色、II型は桃色、III型は青色を呈するものであり、IV型はF. roseum菌である。

第9表 畑イネの褐変根から分離された菌の接種試験(第1試験)

供試菌 No	苗立数 本	立枯苗率 %	草丈 cm	同左指数	分けつ数 本	葉令	根 長		褐変程度		備 考
							旧 根	新 根	旧 根	新 根	
							cm	cm			
R 11	9	18.8	4.41	104	21	5.2	12.2	7.2	0.4	0.3	P
R 17A	9	12.5	4.27	101	1.9	5.2	12.3	8.8	0.4	0.3	F
R 17B	10	0	4.00	94	1.9	5.0	10.8	6.8	0.9	0.3	F
R 20	10	0	3.94	93	1.7	4.8	10.6	6.9	0.6	0.4	F
R 21	10	0	3.98	94	1.6	5.0	11.6	7.6	0.6	0.1	F
R 25	10	0	3.97	94	1.8	5.1	10.6	7.2	1.3	1.0	F
R 26	10	0	4.08	97	1.9	5.3	12.4	7.8	0.7	0.6	F
R 27	10	0	4.06	96	1.8	5.1	11.1	8.0	0.3	0.2	F
R 28A	9	0	4.10	97	2.0	4.8	11.6	7.7	0.2	0.1	F
R 28B	9	0	3.55	84	1.7	5.1	12.1	8.0	1.5	0.8	F
R 29	10	0	4.04	95	2.5	5.4	10.1	7.0	0.9	0.6	不 明
R 31A	9	12.5	4.69	110	2.4	5.3	10.4	7.3	0.8	0.4	不 明
R 31B	9	6.3	4.47	105	1.9	5.4	11.1	6.5	1.0	0.7	不 明
R 31C	9	23.1	4.38	103	1.6	5.4	11.3	5.7	2.1	1.9	不 明
R 32	10	0	4.53	107	1.7	5.2	11.4	6.9	1.8	1.6	F
R 33	10	5.6	4.29	101	2.1	5.1	11.6	7.6	1.3	0.3	R
R 40	10	0	4.57	108	1.9	5.2	11.9	8.7	0.4	0.1	F
R901A	9	0	4.46	105	1.9	5.2	11.4	7.2	0.7	0.4	F
R901B	10	5.6	4.35	103	2.0	5.3	11.9	7.5	1.2	0.7	F
R902A	10	0	4.47	105	1.9	5.1	12.2	7.1	0.2	0.1	F
R902B	10	0	4.27	101	2.0	5.0	11.4	7.0	0.1	0	F
R903	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	不 明
R904	9	0	4.43	105	1.3	4.7	13.1	8.3	1.2	1.3	F
R905	10	0	4.63	109	1.9	5.2	11.9	8.8	0.9	0.3	F
R906A	9	46.7	5.17	122	1.5	5.1	11.8	11.4	0	0	F
R906B	9	18.8	4.72	111	1.7	5.2	12.0	7.9	1.0	0.7	F
R911	8	19.5	4.18	99	2.0	5.4	10.6	7.9	0.3	0.2	F
R912B	10	0	4.49	106	1.4	5.1	12.1	7.8	1.5	1.2	pho
R912C	10	0	4.53	107	1.7	5.3	13.0	7.9	2.2	1.6	pho
R914C	9	0	4.71	111	2.0	5.5	11.9	7.5	0.8	0.6	pho
R915	8	22.7	4.74	112	2.1	5.1	11.8	7.4	0.6	0.2	F
R916	7	38.8	4.84	114	1.7	5.0	11.0	9.9	0.2	0.3	F
R918	8	22.2	4.96	117	2.0	6.0	11.3	8.7	0.7	0.6	F
R919	9	0	4.83	114	2.1	5.4	11.1	7.7	0.5	0.1	F
R920A	9	18.8	5.03	119	1.7	5.5	13.4	9.9	0.6	0.1	pho
R920B	10	0	4.70	111	1.8	5.1	12.3	8.1	2.1	1.4	pho
R921	9	44.5	5.20	123	2.1	5.6	13.3	8.8	0	0	P
R922	7	87.5	5.38	127	3.0	5.7	11.5	7.3	0	0	P
R923	9	0	4.37	103	2.2	5.4	12.8	8.3	0.1	0.1	F
R924A	9	0	4.41	104	1.3	4.7	12.1	9.1	0.7	0.1	pho
R924B	10	0	4.52	106	1.7	4.8	11.9	7.7	0.7	0.5	pho
R925	10	0	4.53	107	1.4	5.1	11.9	8.2	1.1	0.6	不 明
R926	10	14.3	4.18	99	1.7	4.6	11.1	6.9	0.5	0.2	不 明
R927A	10	12.5	4.57	108	1.9	5.4	12.0	6.9	0.6	0.4	F
R929A	10	0	4.40	104	1.7	5.0	14.0	7.4	2.1	1.5	pho
R929B	10	0	4.66	110	1.8	5.3	11.7	8.2	2.2	1.3	pho
R931	9	0	4.75	112	2.0	5.5	12.0	7.4	0.2	0.1	F
R932	9	0	4.54	107	2.3	5.5	12.0	7.4	0.5	0.6	F

畑水稲および陸稲の連作害と対策に関する研究

供試菌 %	苗立数 本	立枯苗率 %	草丈 cm	同左指数	分けつ数 本	葉令	根長		褐変程度		備考
							旧根	新根	旧根	新根	
							cm	cm			
R933	10	0	45.1	106	1.6	5.0	11.5	7.8	0.3	0.2	F
R934	10	0	44.1	104	1.3	4.9	11.0	5.9	1.3	1.3	不明
R935A	10	0	43.6	103	1.6	5.0	10.8	7.9	0.8	0.7	pho
R935B	10	5.0	44.5	105	1.9	5.3	11.8	7.3	2.0	1.7	pho
R936A	10	0	43.5	103	1.6	5.0	11.9	6.0	1.7	1.0	pho
R936C	10	0	45.8	108	1.8	5.1	11.5	7.4	0.7	0.2	pho
R937	9	0	45.7	108	2.2	5.4	11.4	7.9	0.4	0.2	不明
R938A	9	0	42.0	99	1.7	5.2	12.7	7.3	0.9	0.3	不明
R940A	9	0	43.7	103	2.0	5.3	11.7	7.8	2.1	1.1	pho
R940B	9	6.3	47.8	113	1.5	4.9	11.7	8.1	1.3	1.1	pho
無接種	10	0	42.4	100	1.5	5.0	10.6	8.0	0.3	0.1	-
連作	9	0	38.9	92	1.0	4.6	12.7	6.3	1.7	2.0	-

注 備考欄中それぞれの供試菌が、FはFusarium菌、Pは藻菌類、phoはphoma型菌、RはRhizoctonia菌、不明は不明菌であることを示す。

第10表 畑イネの褐変根から分離された菌の接種試験(第2試験)

供試菌 %	苗立数 本	立枯苗率 %	草丈 cm	同左指数	分けつ数 本	葉令	根長		褐変程度		備考
							旧根	新根	旧根	新根	
							cm	cm			
R 1	10	15.0	49.6	107	2.4	6.2	11.8	2.8	0.7	0.1	P
R 5	10	0	39.3	85	2.5	5.7	10.9	5.4	2.3	1.0	P
R 8	10	0	49.9	107	2.3	5.8	11.2	4.3	0.7	0.1	P
R 13	10	0	47.9	103	1.9	6.1	11.4	4.3	1.3	0.4	P
R 14	10	10.0	51.8	111	2.6	6.3	11.3	4.2	0.8	0.2	P
R912A	10	5.0	42.5	92	2.2	5.9	12.0	5.9	1.2	0.4	pho
R913A	9	17.5	57.5	124	2.1	6.2	10.8	3.4	0.7	0	pho
R913B	10	0	46.1	99	2.1	5.8	8.9	3.6	0.8	0	pho
R914A	10	5.0	52.3	113	1.6	6.5	12.6	4.4	2.1	1.3	pho
R914B	9	5.5	47.0	101	2.5	6.1	10.3	2.9	2.2	1.9	pho
R930	9	5.0	44.3	95	2.4	5.7	10.5	3.6	1.5	0.9	pho
R936B	10	0	47.5	102	2.2	6.0	10.2	4.0	2.1	1.1	pho
R939	10	0	49.2	106	2.0	5.7	11.0	3.5	0.8	0.4	P
無接種	10	0	46.5	100	2.1	5.6	10.8	3.6	0.5	0	-
連作	10	5.0	39.6	85	1.8	5.0	9.2	3.0	1.3	1.3	-
非連作	10	0	46.5	100	2.5	5.8	12.4	4.6	0.4	0	-

注 備考欄中、それぞれの供試菌がPは藻菌類を、phoはphoma型菌であることを示す。

冷凍機つき土壌恒温槽(小沢式)に土壌温度33℃、28℃、23℃および18℃となるように調節し、連作土(陸稲2年連作)および非連作土(落花生2年連作)を1/5,000a鉢にそれぞれ1鉢3kgずつつめた。そして畑水稻:ミズハタモチ(比重1.1で塩水選、水銀剤で消毒後水洗)を5月7日、20粒ずつ点播した。肥料は化成肥料(14:14:14)を1鉢10gずつ全層に混和した。土壌水分は重量法によって毎日給水した。なお試験は2連制でおこなった。

播種後10、20、30、42および52日目に全株について草丈、葉数および分けつ数を調査した。

2) 試験結果

第11表に示すように、土壌温度33℃の連作区の草丈は播種後30日まで非連作区より高かったが、40日

以降になると逆転した。28℃~18℃の土壌温度では、播種後30日までの草丈は連作と非連作との間に差を認めなかったが、40日以降連作区の生育は停滞し、明らかに非連作より不良となった。各温度ともに連作区の分けつは非連作区よりやや劣っていた。以上の結果から、畑水稻の生育初期における連作害はいずれの土壌温度でも早晚現われるが、33℃のような高温下では現われにくいようにみられた。

2) 土壌層位と連作害発生との関係

(1) 試験方法

場内において1968年4月16日、前年畑水稻および大豆を栽培し、未耕起状態の圃場4地点から深さ別に採土した。採土位置:0~3cm、3~6cm、6~10cm、10~15cm、15~20cm、20~30cm。採取した

第11表 土壌温度が畑水稻の連作害の発生におよぼす影響

土壌温度	播種後の日数 日	連 作		非 連 作		草 丈 比 $a/b \times 100$
		草 丈 (a) cm	分 け っ 数	草 丈 (b) cm	分 け っ 数	
33℃	10	7.2	1.0	5.5	1.0	131
	20	24.5	1.0	22.8	1.0	107
	30	36.8	2.6	36.0	2.5	102
	42	45.6	3.2	47.4	3.4	96
	52	58.4	3.5	63.5	3.7	92
28℃	10	4.5	1.0	4.8	1.0	94
	20	19.0	1.0	19.9	1.0	95
	30	32.4	2.0	34.2	1.9	95
	42	43.4	3.0	46.2	3.2	94
	52	60.7	3.3	68.2	3.6	89
23℃	10	2.9	1.0	2.6	1.0	112
	20	14.3	1.0	15.8	1.0	91
	30	24.6	1.3	24.2	1.3	102
	42	38.1	2.5	40.2	2.6	95
	52	50.4	2.9	57.6	3.1	87
18℃	10	-	-	-	-	-
	20	6.9	1.0	3.6	1.0	192
	30	14.0	1.0	14.9	1.0	94
	42	27.0	1.0	29.2	1.3	97
	52	40.2	1.0	46.8	2.2	86



土壌はそれぞれよく混合し、1 Kgずつ直径1.5 cm素焼鉢につめた。畑水稻（ミズハタモチ、水銀剤で種子消毒、水洗）を5月23日に1鉢15粒ずつ播種した。施肥：土壌1 Kg当たり化成肥料（14：14：14）6 gを全層に混和した。

播種後26日目、48日目および59日目に草丈、莖数を調査した。48日目には葉緑素計で葉色を測定し、59日目には各区2鉢について水洗方式でなるべく根を切らないように抜きとり、前項試験1-2)と同じ基準で冠根の褐変程度および葉位別葉鞘長を調査した。この後、井水が流れている状態下に5日間おき、新しく形成された根数および根長（1株ごとに長いものから10本ずつ）を測定した。残りの2鉢は地際から切断し、硫安1%液を1鉢当たり100cc追肥し、再生する新芽を7日後に測定した。

(2) 試験結果

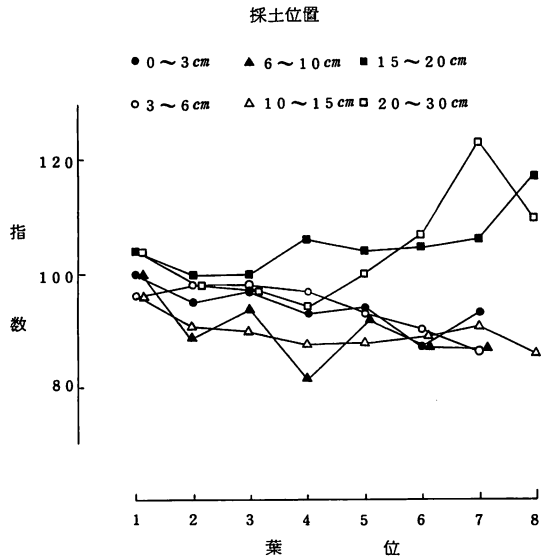
第12表のように連作と非連作土壌における畑水稻の生育を土層別に比較すると、播種後3葉期までいずれの土層においても生育の差はほとんど認められなかった。しかし、播種後26日目（4葉期）から連作区0~15 cm、とくに3~10 cmまでの生育が不良となった。15~30 cmの深い土層では、連作区の生育が非連作区よりもすぐれていた。これはおそらく土壌pHと深い関係があると考えられるが、詳細は不明である。葉位別葉鞘長は、草丈と同様の傾向を示し、第9図のように第4葉位から連作と非連作の差が大きくなり、とくに土層が0~15 cmで顕著であった。

新根形成力および再生力は第7,8図に示したように、生育が劣っていた連作区0~15 cmの土層において不良であった。

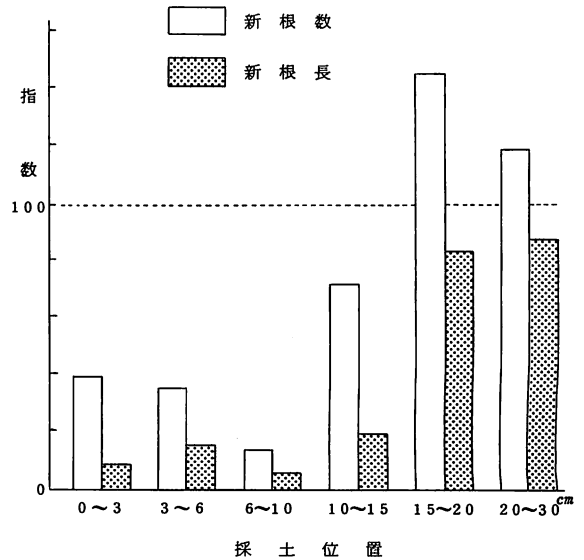
根部の褐変現象は播種後59日目に調査したのみで、その途中の経過は不明であるが、第13表のように、6~15 cm区では連作土壌における褐変根の発生は非連作区よりも多く、程度も高くなる傾向であった。0~6 cm 15~20 cm区では連作と非連作との間にほとんど差を認めなかった。20~30 cm区では連作より非連作土壌において褐変根が多くなった。

以上の現象から、連作害の最も現われ易い土層は本試

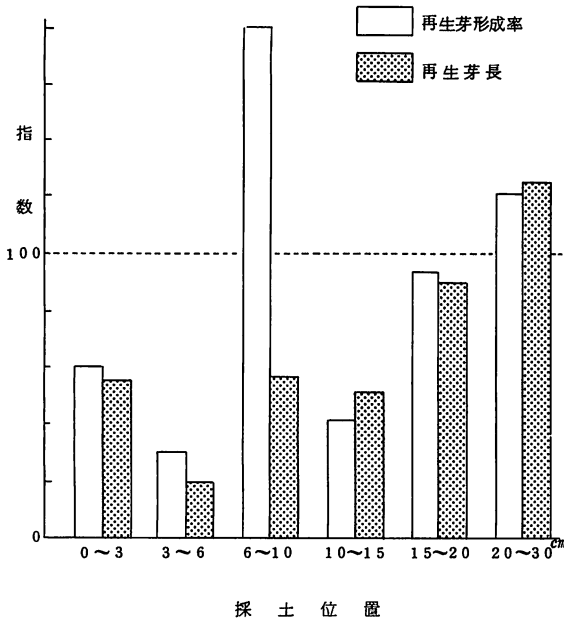
験に関する限り0~15 cmの作土部分とみなされた。



第6図 連作土壌の採土位置と畑水稻の葉位別葉鞘長の比較  
(非連作土の葉鞘長を100とした場合)



第7図 連作土壌の採土位置と連作畑水稻の新根形成力  
(非連作を100とした場合)



第8図 連作土壌の採土位置と連作畑水稻の再生力 (非連作を100とした場合)

3) 連作土の希釈と連作害発生との関係

(1) 試験方法

陸稲2年連作土を蒸気殺菌土(1.5気圧, 15分間殺菌)および非連作土(落花生2年連作土, 無殺菌)で0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90および100%となるように希釈した。このように処理した土壌を1鉢(径15cm)1Kgずつ詰め, 化成肥料(14:14:14)を1鉢5gずつ全層に施用した。これに畑水稻ミズハタモチを1969年5月14日に1鉢当たり10粒点播した。4連制とした。

播種後30日および62日目に草丈, 茎数および葉数を調査した。根部褐変は10株について播種62日目に水洗方式でなるべく根を切断しないように抜きとり, 前項試験1-2)の基準にしたがって調査した。

(2) 試験結果

第14表における草丈, 葉数および分けつ数から判断すると, 希釈率10~40%区の畑水稻の生育と原土(陸稲連作土)との差は小さく, まちまちであった。しかし, 希釈率50%以上になると, 畑水稻の生育は原土よ

第12表 連作土壌の採土位置と畑水稻の生育(草丈および茎数)

採土位置	播種後の日数	草丈 (cm)			茎数 (本)			pH (H <sub>2</sub> O)	
		連作	非連作	比*	連作	非連作	比*	連作	非連作
0~3cm	26日	13.0	14.4	90					
	48日	23.6	26.2	90	1.9	2.5	76	5.8	5.7
	59日	25.5	31.8	80	1.8	2.2	82		
3~6cm	26日	12.9	13.7	94					
	48日	25.0	28.1	89	1.9	2.5	76	5.8	5.8
	59日	25.8	36.1	71	1.4	2.4	58		
6~10cm	26日	13.7	14.8	93					
	48日	19.9	24.2	82	1.7	1.8	94	5.7	5.8
	59日	24.2	33.3	73	1.4	2.1	67		
10~15cm	26日	14.9	14.6	102					
	48日	20.3	22.6	91	1.9	2.3	83	5.9	5.9
	59日	28.9	31.5	92	2.0	1.8	111		
15~20cm	26日	15.3	14.8	103					
	48日	22.1	20.2	109	1.8	2.1	86	6.5	6.6
	59日	31.3	30.0	104	1.6	1.3	123		
20~30cm	26日	15.6	14.8	105					
	48日	21.5	18.4	117	2.2	2.2	100	6.9	7.2
	59日	27.9	26.3	106	1.6	1.6	100		

注 \* 連作/非連作×100

畑水稲および陸稲の連作害と対策に関する研究

第13表 連作土壌の採土位置と畑水稲根の褐変程度

採土位置 cm	土壌の種類	調査株数	草丈 cm	分けつ数 本	根長 cm	褐変程度別発病根率						
						調査根数 本	健 %	微 %	軽 %	中 %	重 %	甚 %
0~3cm	連作土	20	26.9	1.9	16.3	390	38.2	29.5	12.0	4.9	1.8	3.0
	非連作土	20	30.8	2.7	15.1	459	24.2	27.5	18.3	8.3	8.1	3.9
3~6cm	連作土	20	26.5	1.6	17.9	369	37.4	26.9	12.2	4.8	3.8	19.7
	非連作土	20	33.6	2.2	17.1	383	38.4	23.0	12.3	6.5	3.9	15.9
6~10cm	連作土	20	24.1	1.6	14.6	306	19.3	26.5	18.3	5.9	6.9	23.2
	非連作土	20	33.4	2.0	17.1	346	37.0	18.2	12.7	5.5	4.9	21.7
10~15cm	連作土	20	27.0	1.9	16.3	372	21.8	25.1	10.2	7.0	5.1	32.8
	非連作土	20	32.3	1.9	17.1	396	35.9	21.5	10.9	5.8	5.8	19.9
15~20cm	連作土	20	32.4	2.1	17.2	439	20.9	18.4	6.6	6.6	7.7	39.4
	非連作土	20	30.0	1.6	17.1	368	25.5	16.0	8.2	9.2	7.1	30.8
20~30cm	連作土	20	25.6	1.1	16.2	364	23.1	14.8	4.4	4.9	5.8	46.5
	非連作土	20	23.7	1.7	13.9	277	18.8	10.8	4.7	5.8	4.3	55.6

り相当良好になった。とくに、この傾向は蒸気殺菌土で希釈した場合に強かった。根部の褐変現象は播種後62日目に1回調査したのみであるから、経時的な変化は不明であるが、殺菌土で希釈した区の褐変根が無殺菌土で希釈した区より多く、両者ともに褐変度は連作土100%区より高かった。本試験に関するかぎり、根の褐変度と地上部の生育との間に相関を認めなかった。この原因は不詳である。

なお、本試験ならびに前項試験結果から、連作圃場を深耕(耕深30cm以上)し、作土を下層土で希釈すると連作障害の軽減に役立つのではないかと推察される。

4) 畑水稲の生育に及ぼす前年畑水稲の残根の影響

(1) 試験方法

場内の畑水稲1作栽培した土壌を採土し、径1.6cm素焼鉢に1.1Kg充てんした。添加した畑水稲根は無殺菌または蒸気殺菌(1.4Kg/cm<sup>2</sup>で30分間殺菌)したものを1鉢当たり3.5gずつ施用した。施肥は基肥として1鉢当たりN:0.3g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:0.5g, K<sub>2</sub>O:0.3g施用し、畑水稲(ミズハタモチ)を播種し、1鉢当たり6株立とした。播種月日:5月7日。草丈、茎数および

根の褐変率(褐変根数÷全根数×100)を6月11日に調査した。

(2) 試験結果

本試験で施用した残根量は古谷(九州農試)によると陸稲の残根がa当たり15.4Kg生産されるという報告からして、本報告の約3倍量に相当し多量施用であるけれども、残根を施用した場合第15表に示したように、草丈、茎数および茎葉重ともに無施用区と著しい差がなかった。しかし、根の褐変率は残根施用によって高くなるようであった。なお、残根の殺菌処理と無殺菌との間に大差がなかった。

5) 陸稲残根の抽出液が稚苗の生育に及ぼす影響

(1) 試験方法

陸稲の残根を連作土壌に容積比で1:1となるように混和し、20℃の定温器で20日間培養した。この後、残根を250gとり出し、これに蒸溜水200ccを加え、24時間放置した。これをろ過して抽出液を得た。この抽出液に48時間催芽した種籾(品種:オカミノリ)を48時間浸漬した。このように処理した種籾は殺菌石英砂をつめたワグネルポットに5粒ずつ移植した。これ

第14表 連作土の希釈と畑水稻の連作害発生との関係

希釈土の 種類	希釈率 %	草 丈		葉 数		茎 数	根 部 褐 変	
		30日 cm	62日 cm	30日	62日	62日 本	調査根数 本	褐変度
落花生 2年連作土	0	12.4	26.4	3.6	6.4	2.5	97	1.17
	10	12.4	23.0	3.8	7.3	2.5	107	1.38
	20	11.9	28.6	3.7	7.9	2.8	116	1.40
	30	12.0	26.7	3.8	7.4	2.9	75	1.46
	40	13.6	27.6	3.9	7.7	2.9	96	1.63
	50	12.3	29.0	3.8	7.7	2.8	81	1.33
	60	13.0	28.7	3.9	7.7	2.9	100	1.06
	70	14.2	26.0	4.2	7.2	2.6	122	1.48
	80	13.7	27.7	4.0	8.0	2.9	112	1.45
	90	13.9	29.4	3.9	7.4	2.9	88	0.81
100	13.7	29.1	3.8	7.3	3.0	91	0.71	
蒸気殺菌土 (陸稲2年) 連作土	10	13.8	24.7	4.0	7.3	2.8	103	1.47
	20	14.0	24.7	3.9	7.7	2.4	126	1.35
	30	14.2	25.7	4.0	7.6	2.4	117	1.98
	40	13.5	26.8	3.7	7.7	2.7	108	1.55
	50	14.6	28.4	3.7	7.4	2.9	135	1.29
	60	15.7	32.0	4.0	8.0	3.2	123	1.54
	70	16.4	33.1	4.1	8.0	3.6	131	1.88
	80	15.7	29.4	4.1	7.8	3.1	133	1.44
	90	15.0	32.4	4.0	7.2	3.2	126	1.97
	100	15.8	35.8	3.9	7.4	4.3	156	1.37

第15表 畑水稻の残根が畑水稻の生育に及ぼす影響

畑水稻根の施用方法	草 丈 cm	茎 数	茎 葉 重	根 の
		本/株	g/ポット	褐変率 %
無 施 用	34.5	3.2	1.96	14.3
無殺菌の残根施用	33.7	3.0	1.88	17.4
殺菌残根施用	34.6	3.1	1.97	16.8

らポットには連作土から分離した *Fusarium* 菌および連作土壌から分離した線虫の各浮游液を 1CC 単独または混合接種した。3 連制とした。草丈は移植後 20 日目に測定した。

## 2) 試験結果

第 1 6 表 陸稲残根抽出液が稚苗の生育におよぼす影響

試験区別	調査苗数	草 丈 cm	枯死苗数 本
1. 抽出液	15	25.0	0
2. { 抽出液 Fusarium菌	15	19.6	5
3. { 抽出液 ネマトーダ	15	24.4	1
4. { 抽出液 Fusarium菌 ネマトーダ	15	22.6	0
5. Fusarium菌	15	25.7	0
6. ネマトーダ	15	25.9	0
7. 対 照 (水加用)	15	28.3	0

- 注 1. *Fusarium* 菌, ネマトーダは浮游液 1cc を苗移植直後に接種  
2. 3 ポット平均値, 1 ポット苗 5 本移植  
3. 調査は移植 20 日後

第 1 6 表に示すように、抽出液に浸漬した稚苗に *Fusarium* 菌または線虫を併用して接種した区の草丈は低く、抽出液浸漬と *Fusarium* 菌の併用区は枯死株を多数生じた。しかし、*Fusarium* 菌、線虫、抽出液それぞれの単独では生育の抑制効果は低かった。

## III 考 察

従来から、畑イネを連作すると、初期生育の遅延、褐変根の増加などの現象について報告されているが、<sup>1,2,3,4</sup>  
<sup>5)</sup> これら現象の時期別の相互関連について詳細な研究はほとんどない。これに着目し、検討したところ、連作年数にかかわらず地上部の生育遅延が肉眼的にはっきり現われるのは第 4 葉期以降であった (第 1, 2 表, 第 2. 4 図)。

いっぽう、冠根の褐変現象は地上部の生育にほとんど差を認めない播種後 10~20 日頃から現われるが、この現象は連作土壌で顕著であり、連作年数の多いほどはげしかった (第 3. 4 図)。藤井<sup>10)</sup> が提唱した稲の根の生育の規則性から判断すると、著者らは冠根の発生節位の調査を欠き不備な点もあるが、5~6 月頃の気象条件下では、播種後 10 日目には種子根のみ観察され、20 日目には新しい冠根が 1 株あたり 5~7 本発生し、平均 2.5 葉位であった。したがって、この時期に最も盛んに分化している地上部の葉位は第 4~6 葉期とみなされる。この時点で連作根の褐変現象が非連作よりも多発し、その程度も重く、冠根数そのものも少ないことは第 4~5 葉位の葉身、葉鞘長の生育に悪影響を与えることとなる。草丈の伸長経過、葉位別葉鞘長の変化はこのような推論を裏書きし、畑水稻の連作による初期生育の遅延には少なくとも根部の褐変現象が一要因となっているとみなされる。

つぎに、連作と非連作との間にほとんど生育差が認められない時点 (播種後 19 日目) において見かけ上健全とみなされる冠根面の糸状菌にも差があり (第 4 表)、鈴木、松口<sup>5,6)</sup> と同じように連作根から *Fusarium* 菌、非連作根から *Trichoderma* 菌が多く分離された。そしてこの生育初期の根の褐変部分から病原性に強弱はあるが、*Fusarium* 菌、*Pythium* 菌、*Phoma* 菌などが多く分離され、後述するように殺菌剤とくにデクソン剤処理によって根部の褐変が減少し、生育が良好になった。そして根面微生物は根から分泌される物質の質と量の影響を強くうけること<sup>5)</sup>、陸稲根には自家中毒物質が存在し<sup>1, 11, 12, 13, 14, 15)</sup>、土壌中の植物残渣の分解産物は微弱な病原菌の発病力を高める<sup>16, 17)</sup> などの諸報告は連作圃場では生育初期から微生物の被害をうける機会や、うけやすい条件が多くととのっていることを示唆し、第 1 項の多くの結果 (第 3, 1 5, 1 6 表) はこの一場面を示しているともみなされる。

さらに、鈴木、松口<sup>6)</sup> は連作害の原因を生物学的側面からみて根面と土壌の微生物フローラおよび線虫ファウナを詳細に追跡し、連作害は単一の微生物の感染によって起るものでなく、生育初期はカビ、ついで線虫の二重感



染によると推論している。著者の上述してきた結果および第2報の連作害軽減効果の認められた殺菌剤と殺線虫剤を処理した土壌における生育経過は上記の推論を裏書きしていると思われる。

以上のことから、畑水稻の連作害に生物的因子

(Pythium菌などの藻菌類, Fusarium菌, phoma菌などの糸状菌, シストセンチュウなど)が生育初期から関与し, 大きな役割を演じていることは明らかである。

#### IV 要 約

畑水稻を連作すると, 従来から知られているように, 初期生育の不良, 褐変根の増加および地上部の黄化が認められた。すなわち, 播種後30日目(第4葉期)以後から初期生育が著しく劣り, 分けつが少なく, 出葉速度が遅く, 発根力が劣り, 根の伸長が不良となり, 下葉の黄化が観察された。この初期生育の遅延などの現象に先行して根部の褐変および腐敗が現われた。その異常根部を鏡検すると, 藻菌類と思われる卵胞子が多量に形成されていた。この根部の褐変現象は非連作に比べて連作において著しかった。これらの異常根からFusarium菌および藻菌類が多く分離され, また非連作ではTrichoderma菌および藻菌類が多く分離された。これらの分離菌の病原性を検討したところ, Fusarium菌および藻菌類に属するものの中に根部を褐変して, 生育を抑える菌株があった。また発芽初期の褐変根からよく分離されるPhoma型菌は根部を強く褐変させるが, 生育抑制は軽かった。また, 連作根の活性は非連作根に比較して劣ることが認められた。

一方, 連作障害の発生に及ぼす土壌条件について検討したところ, 連作障害の現われ易い土層は0~15cmの作土で, とくに3~10cmの層において生育が不良となった。また, 土壌温度が33℃と高いとき障害は現われにくいように思われた。このような障害のみられる土壌を非連作土や蒸気殺菌土で50%に希釈すると生育の抑制がみられなかった。

畑水稻残根を土壌に施用すると, 根部の褐変を増加させたが, この残根のみでは草丈, 茎数に差はみられなかった。しかし, この残根の抽出液に対してある種のFusa-

-rium菌または線虫とFusarium菌を接種したところ生育が抑制された。しかし, 抽出液, フザリウム菌, 線虫それぞれ単独では抑制効果が小さかった。

#### 参 考 文 献

- 1) 徳永義治(1967): 畑地の連作障害を考える, (1,2), 農業技術, 22:301, 351
- 2) 松実成忠(1969): 連作障害—いわゆる“いや地”問題について, 農及園, 44(2)309
- 3) 平野 暁(1971): 忌地現象とその研究動向(1,2), 農及園, 46(2)321, 46(3)457
- 4) 渡辺敏夫, 安尾正元, 石井和夫, 永井政雄, 市来小太郎(1963): 陸稲の連作障害に関する研究, 農事試報告, 5.1
- 5) 山崎正枝, 仲宇佐達也, 加藤 治, 伊藤佳信(1957): 陸稲の連作害に関する研究, (第1報), 東京農試研報, 2.33
- 6) 渡辺文吉郎, 松田 明, 下長根 鴻, 高野 貞, 朝田秀雄(1967): 植物病理からみたリクトウ連作障害についての2,3の知見, 茨城農試研報, 8.1
- 7) 鈴木達彦(1972): 畑作物の連作障害と無菌栽培の将来, (1), (2), (3), 農及園, 47.689.835.972
- 8) 鈴木達彦, 松口竜彦(1973): 栗原編, 自然環境と人為環境における微生物の生態, 33.
- 9) 吉田武彦(1966): 根の活力測定法, 土肥誌37.63
- 10) 藤井義典(1961): 稲麦における根の生育の規則性に関する研究, 佐賀大学農学彙報, 12.1
- 11) 林 武, 滝島康夫(1959): 作物の忌地性に関する研究, (第1報)作物残根並に水耕液の生育阻害作用, 農及園, 34.971
- 12) 宗像 桂, 山田哲也(1959): 植物の自家生育阻害物質に関する研究. 1. 陸稲連作による自家阻害物質について, (予報), 普及園, 34, 1117
- 13) 滝島康夫(1965): いや地—毒素説の進展と問題点, 化学と生物, 3.530

畑水稲および陸稲の連作害と対策に関する研究

- 14) 滝島康夫, 林 武 ( 1 9 5 9 ) : 作物の忌地性に関する研究, ( 第 2 報 ) 根の分泌の実体と作物水溶液の生育阻害物質, 農及園, 3 4, 1 4 1 7
- 15) 滝島康夫, 林 武 ( 1 9 5 9 ) : 同上, ( 第 3 報 ) 水溶廃液中の生育阻害成分の分別, 農及園, 3 4, 1 5 7 3
- 16) Patrick, Z. A., Toussoun, T. A. and Snyder W. C. ( 1 9 6 3 ) : Phytotoxic substances in arable soils associated with decomposition of plant residues. phytopath. 5 3. 1 5 2
- 17) Toussoun, T. A. and Patrick, Z. A. ( 1 9 6 3 ) : Effect of phyto-toxic substances from decomposing plant residues on root rot of bean. phytopath. 53. 2 6 5

# トレンチャー利用を中心としたゴボウの機械化栽培法の確立に関する研究

和田義郎・桐原三好・浅野伸幸・木野内和夫

トレンチャー利用による播種前掘削深耕におけるゴボウの栽培法と作業体系を確立するため試験を行なった。

その結果、トレンチャーによる掘削深耕における土壌は、固相率が低く、気相率は高く、きわめて膨軟である。また碎土は良好である。掘削時期が早いほど土壌の沈下量は大きく、8～10cm（播種前1～2月）の沈下により土壌はほぼ安定した。

収量・品質からみて掘削幅は12cm、深さは90cm程度が適当と推定された。

掘削深耕におけるゴボウの生育・収量は、非掘削栽培に比して根の伸長・肥大がよく上物収量は高く、品質はきわめてすぐれた。

施肥法として全面施肥（全量の50～70%）+畦施肥（15～25%）+追肥（15～25%）は初期生育から良好で、多収を示し、品質もまさった。施肥量は30%程度の増加が必要であろう。また、熔りんの施用効果は、初期生育の促進、収量および品質において明らかに認められた。

大型トラクター、テープシーダーおよびトレンチャーの組合せにおける機械化作業体系のha当たり所要労力は859～915時間であり、慣行栽培に比較すると $\frac{1}{2}$ 以下の省力化であった。

以上のように本栽培は収量・品質の向上および労力の節減に効果的であり、生産性の高い栽培法であることを認めた。

## 目次

I 緒言	21
II トレンチャーによる掘削方法および土壌の特徴	22
1 掘削深さ、幅と生育・収量	22
2 掘削時期と生育・収量	23
3 掘削溝の特徴	24
4 考察	27
III 掘削深耕栽培におけるゴボウの生育収量および品質	28
IV 掘削深耕栽培における施肥法	30
1 施肥法と生育・収量	30
2 熔りん施用量と生育・収量	33
3 考察	33
V 大型トラクター、テープシーダー、トレンチャーの組合せにおける作業体系	34
VI 総合考察および実用的意義	41

VII 摘要	45
参考文献	45

## I 緒言

本県の畑作地帯においては、最近普通畑作物にかわり露地野菜、施設園芸などの栽培面積の増加がいちじるしい。なかでもゴボウは普通作物に比較し収益性が高く、また他の野菜に比較して労力は少なく、栽培が容易である。さらに栽培上において最も考慮を要する労力配分の関係は、他の野菜、普通作物との競合は少なく、畑作経営上において有利な作物として特徴づけられる。1971年における作付面積は3,190ヘクタール、生産量は55,300トンと面積、生産量とも全国一を誇り、いわゆる特産物的性格の強い品目の一つとして着実に伸びている。

ゴボウの主要産地における栽培の実態調査から、栽培上における問題を整理すると、(1)ゴボウ栽培は大部分の作業が手労働に依存する栽培法を行ってきたが、最近

における労働力の逼迫と栽培面積の拡大のうえから、栽培管理作業の省力機械化が強くのぞまれている。(2)いずれの主要産地においても、輪作期間が短かいため、連作障害の発生による収量・品質への影響が大きく、規模の拡大が阻害されている。したがって主産地を安定化させ維持していくためには、連作障害の対策確立がのぞまれている。

したがって、これからのゴボウ栽培においては、一貫した省力機械化とこれに伴った良質多収技術の開発・確立により、生産性の向上をはかる必要がある。

ゴボウの機械化栽培に関しては、栽培上問題の多い収穫作業、播種作業の省力化をねらいとしてトレンチャーによる収穫作業、シードテープ播種、これらの組合せによる作業体系あるいはトレンチャーによる掘削深耕栽培などの研究<sup>3) 5) 7) 8) 9) 10) 11) 15)</sup>が行なわれ、これらの成果は部分的ではあるが、徐々に現地に適用され、生産の安定と省力化の面で効果をあげている。

筆者らも当初は収穫作業の省力化を目的にトレンチャー利用による収穫法について研究を開始した。その後トレンチャーの利用拡大—収量・品質の向上を目標にトレンチャーによる播種前掘削深耕栽培法の研究とともにこれら素材技術の体系化をへて最後に機械化体系技術の確立のための試験を実施した。この研究は1970～'72年に行なったものである。その結果、トレンチャー利用を中心としたゴボウの機械化栽培は、収量・品質の向上、労力の節減に効果的であるとともに生産性の高い栽培法であることが認められたのでここにその成果をとりまとめ報告する次第である。

なお、この研究成果の概要については、「実用化技術レポート、トレンチャー利用を中心とするゴボウの機械化栽培、農林省農林水産技術会議」において、公表した。

## II トレンチャーによる掘削方法および土壌の特徴

トレンチャーによる掘削深耕における適正な掘削深度および掘削深耕土壌はきわめて膨軟であり、掘削後土壌が安定しないうちに播種した場合、多量の降雨にあ

うと溝の陥没が発生するので掘削時期と土壌の安定化あるいは掘削深耕による土壌の変化などについて検討しようとして試験を行なった。

### 1 掘削深さ、幅と生育・収量

#### 1) 試験方法

1971年にゴボウ柳川理想を供試し、掘削深さ70cm、90cm(掘削幅12cm)の2区を設けて試験を行なった。5月9日にシードテープ播種。その他耕種法は、耕種基準に準じた。

1973年には掘削深さ、幅を組合せ、第1表に示す試験区を設けて試験を行なった。兩年とも使用機械はK式TF-200WLである。

第1表 試験区の構成

掘削深さ	掘削幅
70cm	12cm
90	15
110	20

- 注) (1) 供試品種 : 柳川理想  
 (2) 播種期 : 5月22日 シードテープ播種  
 (3) 栽植様式 : 畦幅60cm 株間10cm  
 (4) その他耕種法 : 耕種基準に準ずる  
 (5) 1区面積 : 4.2㎡

#### 2) 試験結果

(1) 掘削深度(1971年)についての試験結果は第2表に示すとおりである。90cm掘削区は70cm掘削区にくらべて総収量・上物収量ともにまさった。品質については、可食部根長70cm以上のものの割合が、90cm掘削区は全体の74%で、70cm掘削区の61%にくらべて10%以上高い。

(2) 掘削深度と幅との組合せ(1973年)における試験結果は第3表のとおりである。中・後期の生育は掘削深さが深くなるほど、また掘削幅が狭くなるほどまされることが認められた。収量・品質については区間差が大きかったが、中・後期の生育と同じく、掘削深さを増すほど、さらに掘削幅が狭いほど多収の傾向を示した。

なお掘削深さ・幅の違いによる掘削作業時間を調査した結果は第1図に示すように、作業時間は掘削深さ・幅

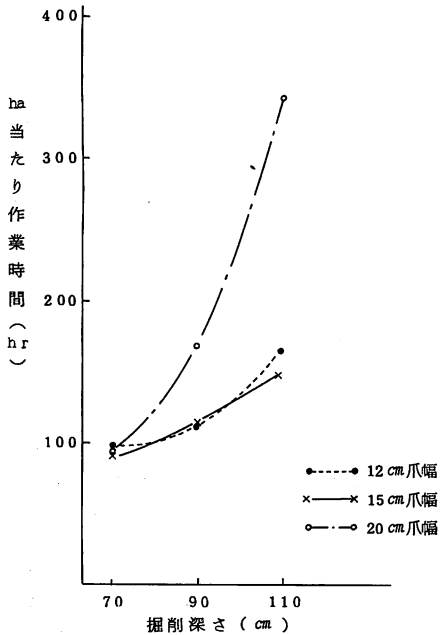
トレンチャー利用を中心としたゴボウの機械化栽培法の確立に関する研究

第 2 表 掘削深さと収量・品質

試験区	根長 根径 70 cm~ (%)			50~70 cm (%)			30~50 cm (%)			上物収量		岐根 (%)	くず (%)	収量 (Kg/a)
	1~2cm	2~3cm	3~4cm	1~2cm	2~3cm	3~4cm	1~2cm	2~3cm	3~4cm	合計 (%)	Kg/a			
70 cm掘削	8.8	37.4	15.0	16.0	0	8.3	26	0	0	88.1	187.7	10.0	2.1	213.2
90 cm掘削	8.8	47.9	17.5	9.2	1.7	4.0	26	1.8	0	93.5	206.2	4.7	1.8	220.6

第 3 表 掘削深さ・幅の相違と収量・品質

掘削巾	根長 根径 掘削深さ	70 cm~ (%)			50~70 cm (%)			30~50 cm (%)			上物収量		岐根 (%)	くず (%)	収量 (Kg/a)
		1~2cm	2~3cm	3~4cm	1~2cm	2~3cm	3~4cm	1~2cm	2~3cm	3~4cm	合計 (%)	Kg/a			
12 cm	70 cm	24.9	57.1	0	0.4	2.5	0	0	0	0	84.9	281.8	14.8	0.3	331.9
	90 cm	35.7	39.6	0	2.2	0	0	0.9	0	0	78.4	218.0	20.8	0.8	278.1
	110 cm	9.6	48.1	0	19.2	0	0	1.2	2.6	0	80.7	334.4	19.2	0.1	414.4
15 cm	70 cm	23.1	39.5	0	13.2	4.2	0	1.8	0	0	81.8	116.4	14.1	4.1	142.3
	90 cm	23.1	38.8	7.6	6.9	0	0	0.4	0	0	76.8	185.8	23.1	0.1	241.9
	110 cm	16.4	50.1	0	0	2.5	0	0	0	0	69.0	181.8	24.2	6.8	263.5
20 cm	70 cm	9.7	64.7	0	8.6	0	0	0.4	0	0	83.4	182.1	15.8	0.8	218.3
	90 cm	40.6	22.8	0	5.7	0	0	1.7	0	0	70.8	176.3	25.9	3.3	249.0



第 1 図 掘削幅・深さと作業能率

を増すにしたがい増加した。掘削深さに伴う作業時間の増加率は掘削幅により異なり、掘削幅 12, 15 cm では掘削深さを増しても作業時間の増加は少ないが 20 cm では掘削深さを増すにしたがい急激に増加した。

2 掘削時期と生育・収量

1) 試験方法

第 4 表に示すように、1971年には掘削時期と施肥量、1972年には掘削時期と肥料の種類を組合せて試験区を構成し、土壌の安定およびゴボウの生育・収量・品質におよぼす影響について試験を行なった。

第 4 表 試験区の構成

年次	掘削時期	施肥法	施肥量 肥料の種類
1971	1月30日	全面施肥	標肥 2倍肥
	2月24日		
	3月11日		
1972	11月12日	"	IB化成(15-15-15) CDU化成(15-15-15) 複合磷加安(14-14-14)
	12月22日		
	3月7日		

- 注) (1) 供試品種：柳川理想  
 (2) 播種期：1971年5月9日、1972年4月20日  
 (3) 施肥量：1971年は化成(14-14-14)を標肥区で2.0-2.0-2.0Kg/a(成分)施肥。  
 1972年の施肥量は2.0-2.0-2.0Kg/a(成分)  
 (4) 掘削幅 12 cm, 深さ 90 cm  
 (5) 1区面積：1.26 m<sup>2</sup>(2連)



2) 試験結果

(1) 1971年の試験結果は第5表に示すとおりである。生育・収量は1月掘削区が2・3月掘削区にくらべて劣り、標肥区が2倍肥区にくらべて劣った。品質的には掘削時期が遅くなるほど岐根の発生が多くなった。

(2) 1972年の試験結果は第6表に示すとおりである。地上部の生育は全生育期間とも3月掘削区が11・12月掘削区にくらべてまさった。肥料の種類間では大きな差は認められなかったが、生育初期にはI B化成区、生育中期にはCDU化成区がまさる傾向にあった。収量・品質については、掘削時期・肥料の種類間における大き

な差は認められなかった。

3 掘削溝の特徴

以上の試験を通して調査した掘削溝の特徴については次のとおりである。

1) 土壌三相

播種直前ならびに収穫時の層別土壌三相分布は第7表に示すとおりである。播種直前では掘削土壌は非掘削土壌にくらべて固相率が低く、気相率が高まった。孔隙率中においては気相の占める割合が高い。収穫時においても土壌三相は播種直後と同じ傾向を示し、掘削溝の土

第5表 掘削時期のちがいとゴボウの収量・品質

掘削時期	根長 根径 施肥量	根長									上物収量		岐根 (%)	くず (%)	収量 (Kg/a)
		70cm~ (%)			50~70cm (%)			30~50cm (%)			合計 (%)	Kg/a			
		1~2cm	2~3cm	3~4cm	1~2cm	2~3cm	3~4cm	1~2cm	2~3cm	3~4cm					
1月30日	標肥	1.27	3.54	18.1	1.5	6.0	0	4.4	0	0	9.16	157.0	5.2	3.2	171.5
	2倍肥	2.6	4.66	14.3	18.6	11.8	0	4.8	0	0	98.7	172.0	0	1.3	174.3
2月24日	標肥	2.5	4.39	31.0	2.1	7.4	0	7.5	0	0	94.1	205.1	5.1	0.8	218.0
	2倍肥	11.5	58.8	5.4	5.6	4.4	0	2.2	1.4	0	89.3	210.3	10.5	0.2	235.7
3月11日	標肥	8.8	37.4	15.0	16.0	0	8.3	2.6	0	0	88.4	187.7	9.9	2.0	213.2
	2倍肥	18.6	31.9	12.9	6.1	0	0	2.0	1.3	0	72.8	174.3	26.2	1.0	239.5

第6表 掘削時期・施肥法のちがいとゴボウの収量・品質

肥料の種類	掘削時期	根長 根径	根長									上物収量		岐根 (%)	くず (%)	収量 (Kg/a)
			70cm~ (%)			50~70cm (%)			30~50cm (%)			合計 (%)	Kg/a			
			1~2cm	2~3cm	3~4cm	1~2cm	2~3cm	3~4cm	1~2cm	2~3cm	3~4cm					
I B (15-15-15)	11月12日	1.0	11.7	29.0	12.2	3.4	8.7	4.5	4.5	0	75.0	192.2	21.6	3.4	256.3	
	12月22日	4.3	4.9	14.4	11.2	9.3	12.8	12.1	1.3	7.4	77.7	212.3	17.1	5.2	273.2	
	3月7日	1.5	7.0	27.6	11.4	2.2	6.4	13.6	3.2	3.2	76.1	197.9	21.2	2.7	259.3	
CDU (15-15-15)	11月12日	2.6	16.2	17.7	8.7	9.3	4.2	13.9	7.3	4.1	84.0	251.5	13.5	2.5	299.4	
	12月22日	2.9	14.8	15.0	6.1	4.9	12.3	6.8	7.2	15.4	85.4	223.6	10.1	4.5	261.8	
	3月7日	1.9	8.5	13.6	6.1	0	13.6	16.4	3.5	9.7	73.3	198.9	22.8	3.9	271.3	
複合機加安 (14-14-14)	11月12日	4.0	8.2	18.2	9.3	0	2.4	13.8	6.1	1.1	63.1	170.4	36.0	1.9	270.0	
	12月22日	2.4	3.2	20.1	5.8	9.9	9.8	17.5	2.7	12.9	84.3	230.9	11.9	3.8	273.9	
	3月7日	3.0	8.9	10.7	6.1	8.7	8.0	9.3	8.7	6.6	70.0	185.4	25.6	4.4	264.8	
慣行施肥		1.5	8.7	16.7	4.3	6.1	8.5	8.7	3.5	10.6	68.6	176.4	24.4	7.0	257.1	

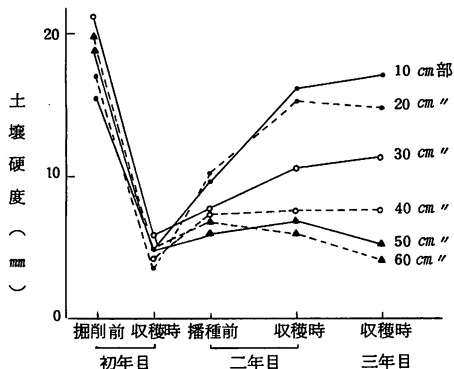
壤の変化の少ないことが確認された。

2) 土 壤 硬 度

土 壤 硬 度 の 掘 削 初 年 目 の 収 穫 期 お よ び そ の 経 時 的 推 移 は 第 2 図 に 示 す と お り で 有 る 。

掘削前圃場の土壌硬度は全層にわたり高く、とくに地表下30~40cmにおいて高かった。このような条件の圃場において、トレンチャーによる掘削深耕を行なうと溝内の土壌はきわめて膨軟となった。掘削年の秋の土壌硬度は全層的に膨軟で平均して4.6mm(山中式硬度計以下同じ)であった。掘削2年目以降においては経時的に表層から硬度は高まり、掘削翌年の収穫期には表層20cm前後までは掘削前の硬度に戻った。しかし下層においてはその後もお膨軟であり、3年目の収穫期において

も掘削時と同じ土壌状態であった。



第 2 図 土 壤 硬 度 ( 山 中 式 ) の 経 年 的 変 化

3) 碎 土 率

掘削溝土壌の碎土率は第8表に示すとおりである。ト

第 7 表 土 壤 三 相

調査日 処理区 項目 層位	播 種 時 ( 4 月 1 8 日 )								収 穫 時 ( 1 月 3 0 日 )			
	非 掘 削				掘 削				掘 削			
	固 相	液 相	気 相	容 積 重	固 相	液 相	気 相	容 積 重	固 相	液 相	気 相	容 積 重
10 cm	33.0	39.5	27.5	82.1	21.2	38.5	40.3	54.0	21.8	39.3	38.9	62.5
30	36.0	40.5	23.5	76.5	20.3	39.5	40.2	53.1	21.3	37.8	40.9	58.2
50	25.5	50.5	24.0	59.8	24.0	41.0	34.5	58.5	21.7	38.6	39.7	57.6
70	27.5	51.5	21.0	67.4	24.5	46.5	29.0	56.6	20.7	37.3	42.0	51.8

注) トレンチャー掘削時期は3月7日

第 8 表 トレンチャー掘削溝土壌の碎土率(掘削幅・深さとの関係)(%)

年次	掘削幅	掘削深さ	碎 土 率														
			碎 土 率 (1)				碎 土 率 (2)										
			~0.3cm	~0.5cm	~1.0cm	~2.0cm	2.0cm~	~0.3cm	~0.5cm	~1.0cm	~2.0cm	2.0cm~	2.0cm~				
46	12cm	90cm	71.9	9.1	10.6	6.0	2.5										
48	12cm	70cm	63.5	5.5	16.0	8.5	6.5	98.1	0.5	0.6	0.8	0					
"		90cm	63.5	5.5	20.0	4.5	6.5	97.9	0.3	1.0	0.8	0					
"		110cm	58.0	7.5	18.5	6.5	9.5	94.7	1.7	1.8	0.8	1.0					
"	15cm	70cm	64.5	6.0	19.5	5.0	5.0	97.0	0.8	1.8	0.4	0					
"		90cm	64.5	6.0	17.5	8.0	4.0	97.6	0.6	1.6	0.2	0					
"		110cm	60.5	7.0	19.5	7.5	5.5	89.6	3.7	5.7	1.0	0					
"	20cm	70cm	66.0	6.5	16.0	5.5	6.0	97.1	0.9	1.6	0.4	0					
"		90cm	65.0	4.5	16.5	7.5	6.5	97.5	0.7	1.5	0.3	0					

注) 1) 碎土率(1):風乾土を直ちに測定,碎土率(2):風乾土を2分間浸水し,2分間フルイ分けし測定  
2) 採土位置:地表下10cm

レンチャー掘削の深さ・幅にかかわらず、掘削溝土壌は直径0.3cm未満の土塊が58~66%を占め砕土は良好であった。また掘削幅が広く、掘削深さが浅くなるにしたがい直径0.3cm未満の土塊が多くなる傾向にあった。しかし直径2cm以上の大土塊については明らかな傾向は認められなかった。また土壌を水浸処理して砕土率を調査すると、直径0.3cm以下の土塊が90%以上を占め、きわめて結合力の弱い土塊であることが確認された。

次に掘削溝土壌の層位別の砕土率をみると、直径0.3cm未満の土塊については明らかな傾向は認められなかったが、直径2.0cm以上の大土塊は表層に多く分布した。

4) 掘削溝の沈下

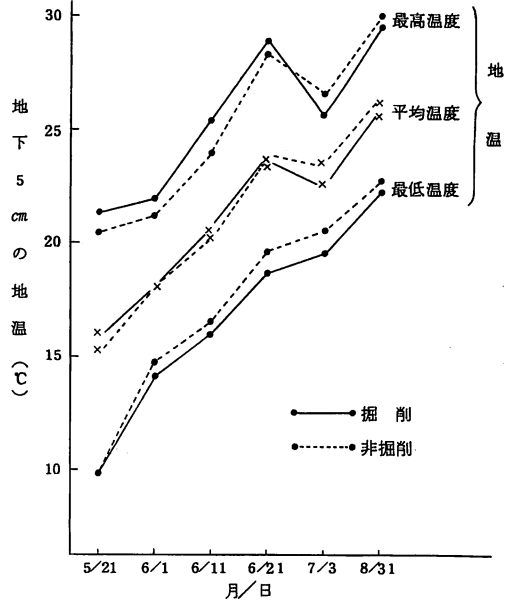
掘削溝における土壌の沈下量は第9表に示すとおりである。収穫時までの沈下量は11月掘削区が13.8cm、12月掘削区が8.4cm、3月掘削区が4.6cmで、掘削時期により沈下速度・総沈下量に差が認められた。沈下量は降水量の多少によって左右されること、掘削後初期のうちいちじるしいことが認められた。11月掘削区では掘削後約4ヶ月、12月掘削区では掘削後比較的早い時期における降水量が多いことから約3ヶ月、3月掘削区では約4ヶ月で総沈下量の95%前後沈下し、土壌は安定し、それ以後の沈下はきわめて緩慢となった。

降水量と沈下量との関係を見ると、溝の急激な沈下は明らかに降雨との関係が認められ、掘削溝が安定する以前に一時に40mm前後の降雨があると一部溝の陥没が認められ、100mm程度の豪雨があると10cm前後の著し

い陥没や土壌中に空洞が発生した(1971年)。

5) 地温

掘削区および非掘削区の地温は第3図に示すとおりである。地下5cm部では、最高地温は掘削区が非掘削



第3図 掘削・非掘削土壌の地温の推移

区にくらべて6月中旬まで高く、それ以後は低くなった。最低地温は非掘削区が全期間を通して高く経過した。このために地温較差は掘削区が大きかった。

6) 掘削溝における肥料の層別分布

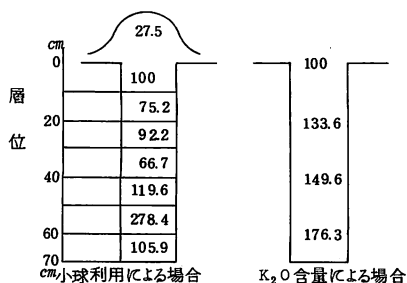
全面に肥料・石灰および溶りんなどを散布した後に掘削した場合の掘削溝内における肥料の分布を検討した結

第9表 掘削溝の沈下

調査月/日		11/25	12/12	12/24	1/3	1/12	1/22	2/2	2/14	2/28	3/7	3/13	3/27	
測定期間中	総降水量	1.5 mm	0	1.0	43.5	91.5	30.5	10.5	19.0	87.5	0.5	2.5	30.5	
	1日当り最大降水量	1.0 mm	0	1.0	32.0	58.0	30.5	5.5	7.5	34.0	0.5	2.5	11.0	
掘削	11/12 掘削	期間沈下量	0.3 cm	0.4	0	0.7	2.7	0	0	4.5	4.7	0	0.2	0
	沈下総量	0.3 cm	0.7	0.7	1.4	4.0	4.0	4.0	8.5	13.2	13.2	13.4	13.4	
掘削	12/22 "	期間沈下量	-	-	-	1.3	1.3	0	0	4.2	1.3	0	0	0
	沈下総量				1.3	2.6	2.6	2.6	6.8	8.1	8.1	8.1	8.1	
掘削	3/7 "	期間沈下量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
	沈下総量												0	

注) 総計は収穫期における数値を示した。

果は第4図のとおりである。溝の最上部である盛土部で



第4図 掘削前全面施肥における肥料の溝内分布

は肥料の分布は少なく、溝内では下層ほど肥料は多くなることが認められた。溝底から10cmまでの部分はトレンチャー爪によってけずられた土がかき上げられずにそのまま残されており、そのため肥料の混入は比較的少なかった。なお全施肥量に対する掘削溝への混入率は約44%であり、溝内に比較的肥料が多く混入されることが確認された。

#### 4 考 察

トレンチャーによる掘削深耕における掘削溝の特性については、土壌三相は非掘削土壌にくらべて固相率が低下し、気相率が高まった。層位別には非掘削土壌と同様に下層になるほど液相率の上昇と気相率の低下が認められた。なお液相率は掘削深耕土壌で低い傾向にあった。土壌硬度については、掘削初年目の収穫期においては平均4mm前後できわめて膨軟であり、このような土壌の変化は掘削深耕における特徴といえる。砕土状態は、土塊の直径0.3cmに満たないものが60%前後を占め、砕土は良好であった。しかしながら砕土

量

	4/4	4/14	4/24	5/6	5/12	5/22	総計
	8.0	9.25	7.70	7.05	1.35	55.0	1,177.5
	6.0	4.55	2.25	6.15	1.35	2.40	6.15
	0	0	0	0.2	0	0	
	13.4	13.4	13.4	13.6	13.6	13.6	13.8
	0	0	0	0.2	0	0	
	8.1	8.1	8.1	8.3	8.3	8.3	8.4
	0.2	1	2.7	0	0.4	0	
	0.2	0.3	3.0	3.0	3.4	3.4	4.6

率は土壌水分が高い条件では劣り、降雨直後や地下水の高い場所での掘削においては砕土は劣ることが考えられる。層位別には表層で大きな土塊の分布率が幾分高くなるが、ゴボウの出芽・生育に支障は認められなかった。

以上のような土壌の変化がどの程度維持されるものか調査した結果は第7図に示したように表層の土壌硬度は経年的に高くなるが、下層においては膨軟であり溝の位置が確認できれば3~4年程度溝の利用は可能と考えられる。すでに掘削経費の節減などの面から溝の多回数利用についての検討が進められている。<sup>10)</sup>

本試験における施肥は掘削前全面施肥を採用しているが、この場合の肥料の分布は表層(播種位置)に少なく、下層になるほど多く分布することが認められた。表層における肥料濃度の低いことは初期生育に影響をおよぼすことが考えられる。

掘削深耕栽培では掘削溝がポーラスな状態にあるので、播種後における溝の陥没が問題となり、土壌の安定化は重要な課題である。土壌の安定化をはかる手段として①掘削から播種までの期間を長くする。②人為的な灌水。③踏圧などが考えられる。②については鈴木ら<sup>10)</sup>は人為的に灌水を行ない土壌を安定させるには40~50mmの灌水が望ましいとしている。③については溝上部の踏圧によって、その効果のおよばない中層において空洞が発生した。このような現象はゴボウの岐根発生の原因にもなるので問題である。

本試験においては掘削から播種までの期間を長くおき、自然沈下による土壌安定について検討した。掘削溝の沈下は掘削後の降雨量によって大きく左右されることが知られている<sup>10)</sup>。筆者らも土壌が安定しない場合は40mm前後の降雨で掘削溝は一部陥没し、100mmで全面陥没することを観察している。掘削深耕時期から播種までの期間が長いほど沈下量は大きく、8~10cmの沈下によって土壌はほぼ安定化することが認められた。その期間は約3ヶ月であるが、掘削後の降雨回数、1回当たりの降雨量、総降雨量などのちがいが大きく影響し、年次間差が大きくなっている。3ヶ年の試験を総合すれば土壌の安定のため播種前1~2ヶ月の期間を必要とするものと考えられる。掘削時期とゴボウの生育・収量・品質との関係については、'71年度は播種前80日以内の掘削

にくらべて、110日前後の掘削では収量は低下し、'72年度は掘削時期における差は認められなかった。本試験における施肥は掘削前の全面施肥であること、また、掘削時期がきわめて早く、掘削から播種までの期間が長い場合には肥料の溶脱などが考えられ、施肥法についてはなお検討の余地がある。

掘削深耕の深さについては、掘削深さが深くなるほど品質・収量が向上する報告があるが<sup>10)</sup> 本試験においても同様に70~110cmの範囲で検討した結果は、掘削深が深くなるほど収量・品質は向上し、引抜き労力も軽減された。しかしながら、掘削作業時間は多くを要した。掘削幅については、幅が狭いほど収量・品質はまされた。掘削溝は膨軟であるために主根の伸長・肥大が良好となるが、この場合必要以上の掘削部分の拡大は、下層土と表土との混層範囲の拡大あるいは土壤水分の低下など生育・収量に対してマイナスの面が大きくなることが考えられる。生育・収量および品質・作業能率の面からみた適正な掘削幅は12cm、掘削深さは90cm前後と考えられる。

### Ⅲ 掘削深耕栽培におけるゴボウの生育・収量および品質

トレンチャーで掘削深耕された土壤はきわめてやわらかく、また、瘠薄な下層土が表土と混合するなど物理化学性は非掘削土壌と著しく異なっており、ゴボウの生育・収量に対して非掘削栽培とは異なる影響を及ぼすことが考えられた。そこで、掘削深耕栽培におけるゴボウの生育・収量および品質を非掘削栽培との比較において検討し、掘削深耕栽培法確立のための資料を得る目的で試験を実施した。

#### 1 試験方法

1971年にゴボウ柳川理想を供試し、掘削深耕区(掘削幅12cm、深さ90cm)と非掘削区を設け、試験を行なった。栽植様式は畦幅60cm、株間12cmとし、5月9日にシードテープ播種を行なった。1区面積12.6m<sup>2</sup>4連。施肥量はa当り消石灰30kg、窒素2.0kg、りん酸2.0kg、加里2.0kgで掘削深耕栽培では掘削前全量全面

施肥とし、非掘削栽培では畦施肥で窒素、加里の半量は6月14日、7月7日に追肥した。生育調査は播種後30、50、70、100日に各区10個体、収量・品質調査は3m<sup>2</sup>について行なった。

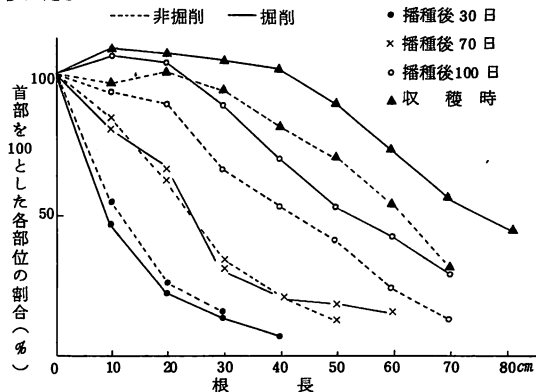
1972年には前年と同一の試験区で収穫時における側根の分布状態を調査した。調査は溝内部(非掘削区では株を中心とした周辺部)横12cm×縦10cm×深さ10cmと溝外部(非掘削区では前記採土の外側)横24cm×縦12cm×深さ10cmの溝内部の左右を層位別に採土し、根を洗い出し乾燥後計量した。

## 2 試験結果

トレンチャーによる掘削深耕における土壌の変化(Ⅱ項において詳細に検討)については、非掘削における土壌硬度17~21mmが4mm前後ときわめてやわらかい状態となった。土壌三相においては固相率が低く、気相率が高くなることが認められた。

生育の推移は第10表に示すとおりである。地上部の生育は、掘削深耕区は非掘削区にくらべて初期において劣るが、播種70日以後にはまされた。根部の生育は掘削深耕区が根長については初期からまされたが、他の形質は地上部と類似した推移を示した。

根の部位別の肥大過程は第5図に示すように、播種後70日までは両区の差は認められないが、100日以後においては掘削深耕区が非掘削区に比較して根径は細い傾向にあるが、各部位とも肥大は良好であることが認められた。



注) 生育期においては生育調査株について(首部の太さは第1表根径を参照)収穫時においては根長70cm以上、根径2~3cmの株について調査を行なった。

第5図 根部肥大の推移

次に各器官の乾物率の推移は、両栽培とも生育が進むにしたがい高くなるが、播種後30日では非掘削区が高く、50日以後になると各器官とも掘削深耕区が高くなった。

収量・品質は第11表に示すとおりである。総収量・上物収量は掘削深耕区が非掘削区にくらべてまさった。品質は掘削深耕区で可食部根長70cm以上のものが全体の83%（非掘削区で37%）ときわめて多く、良質のゴボウを生産することができた。また掘削深耕区は根の下部まで肥大が良好であった。

なお、非掘削区で根の偏平化現象が認められたので、調査した結果は第12表に示すとおりである。根の偏平

指数（長径/短径×100）は根の部位により変動するが、106～120であり非掘削区における偏平指数は大きい。とくに、20～40cm部でいちじるしく、この部位の土壌硬度は20mm前後であった。

さらに、収穫時における根の分布については、総側根重は掘削深耕区が非掘削区にくらべて低かったが、溝部（非掘削区では株の周囲）の側根重は掘削深耕区が1.9g（総側根重の45%）と非掘削区の1.5g（総側根重の27%）にくらべて重く、溝内の側根のウエイトの高いことが認められた。層別別の分布は掘削深耕区では表層（0～10cm）ならびに下層（50～90cm）において多い。非掘削区では10～50cm層において多く、50cm層

第10表 生育の推移 (1株当たり)

項目 試験区	播種後 日	草丈 cm	生育の推移								
			葉幅 cm	葉長 cm	葉柄長 cm	葉重 g	葉柄重 g	地上部重 g	根径 cm	根重 g	根長 cm
掘削	30	—	4.7	4.7	—	0.9	—	0.9	0.24	0.4	19.8
	50	23.9	12.1	11.4	12.5	6.8	3.9	10.7	0.65	2.8	33.4
	70	65.0	28.3	25.8	39.2	39.7	52.0	91.7	1.02	14.4	58.7
	100	116.3	34.1	47.5	68.8	76.1	174.5	250.6	1.33	75.6	75.7
非掘削	30	—	5.1	5.3	—	1.4	—	1.4	0.26	0.4	15.5
	50	29.0	14.8	13.7	15.3	10.9	7.1	18.0	0.69	2.9	22.7
	70	63.3	27.6	27.0	36.3	34.7	47.7	82.4	0.91	14.2	49.5
	100	95.0	33.5	36.1	58.9	87.4	120.0	207.4	1.55	69.4	64.8

注) 1) 10ヶ体の平均値  
2) 地上部・根重などは生体重で示した。

第11表 掘削深耕における収量・品質

根長 根径 試験区	70cm～(%)									50～70cm(%)			30～50cm(%)			上物収量		岐根 (%)	くず (%)	総収量 (Kg/a)
	cm			cm			cm			合計 Kg/a		%	%							
	1～2	2～3	3～4	1～2	2～3	3～4	1～2	2～3	3～4	(%)	(%)									
掘削	29.1	53.9	0	8.9	1.4	0	1.2	0	0	94.5	203.3	5.0	0.5	215.2						
非掘削	1.0	13.1	22.9	5.2	13.3	1.9	14.2	6.1	10.3	88.0	181.4	9.7	2.3	206.3						

第12表 栽培条件と偏平指数

根の部位(cm) 試験区	10	20	30	40	50	60	70
掘削	103	103	106	108	107	106	104
非掘削	106	120	117	115	113	107	—

注) 偏平指数 =  $\frac{\text{長径}}{\text{短径}} \times 100$

以下で少なかった。なお、側根数は掘削深耕区がまさった。

掘取り後における収穫物の品質の変化を調査した結果、根重の減少率は被覆・無被覆条件においても両区の差は明らかでなかった。外観においては、5日までは両区とも変化はなかったが、6日以後になると両区とも根の表面の萎凋がいちじるしくなり、品質は低下した。根の「ス入り」程度は掘削深耕区が非掘削区にくらべて少なかった。

### 3 考 察

ゴボウの生育・収量および品質に影響をおよぼす土壌条件のうち、土壌硬度との関係は本試験においては土壌硬度が17~20mm前後において根の伸長・肥大が抑制されることを認めた。したがって良質のゴボウ生産のためには土壌硬度の改善が必要である。

トレンチャーによる掘削深耕における土壌の変化は、土壌硬度が5mm前後ときわめてやわらかい状態となる。また、部分的ではあるが90cm前後の超深耕となるので、瘠薄な下層土と表土が混和され、溝にもどされる。このような土壌の変化は、ゴボウの生育・収量および品質に影響をおよぼすことが予想される。

掘削深耕栽培におけるゴボウの生育は、これまでの研究成果と同じように<sup>2) 4) 10) 11)</sup>、非掘削栽培にくらべて初期の生育は劣るが、中後期の生育は旺盛となった。とくに葉柄長、葉柄重の増加がいちじるしかった。主根の生育は、掘削されたきわめて膨軟な溝に播種されるために、根に対する物理的障害は軽減され、根長は非掘削栽培にくらべて初期からまさり、また生育中期以後における根の伸長・肥大も良好であった。

収穫時における掘削深耕栽培の側根数は、非掘削栽培に比較して多いことが認められたが、総側根重は劣った。渡辺<sup>12) 13) 14)</sup>らは甘藷について膨軟な土壌条件で根数が増加すること、逆に土壌が緊密化し、空気量が低下した条件では細根重が増加することを報告しているが、本試験においても同様の傾向が認められた。また、側根の分布割合(重量歩合)は膨軟な掘削溝部に多く、また表層部に比較して中、下層に多いことが認められた。アイ

ソープを用いてゴボウ側根の活動部を経時的に調査した結果では、活動部は生育の進行に伴い下層に移ること、活動の主な範囲は主根を中心とした両脇15cm前後であることが報告されている<sup>4)</sup>。本試験における施肥法は掘削前における全面施肥であるが、肥料の分布は溝の表層に少なく下層ほど多い。したがって、このような肥料の分布状態、あるいは生育に伴う根の分布・活力の移行などが関連し、養分吸収が後期においてまさり、非掘削栽培とは異なり、以上のような生育相を示したものと考えられる。

収量・品質については、掘削深耕栽培では上物収量がまさり、可食部根長が長く、品質のきわめてすぐれたゴボウが生産できた。このように掘削深耕栽培は収量および品質の向上に効果的であることは、掘削深耕によってゴボウの伸長、肥大に適した土壌硬度がえられたことによるものと考えられる。このような効果は、ナガイモ、守ロダイコンを対象とした掘削深耕においても確認されている<sup>6)</sup>。しかし掘削深耕においては初期生育の劣ることが問題である。

## IV 掘削深耕栽培における施肥法

トレンチャーによる掘削深耕においては、表土と心土が混和され溝にもどされるので、土壌はかなり瘠薄な状態となる。そのため非掘削栽培にくらべて初期生育は劣り、かつ根の先端までの肥大が十分でないことが認められた。そのため初期生育の促進をはかり、良質多収をうる合理的な施肥法を明らかにしようとして、1971年には初期生育促進の施肥法を、'72年には追肥および熔りんの施用効果を重点に試験を行なった。

### 1 施肥法と生育・収量

#### 1) 試験方法

1971~'72年における試験区の構成は第13表に示すとおりである。

播種期は1971年は5月9日、'72年は4月20日である。栽植様式は両年とも畦幅は60cmであるが、株間は'71年は10cm、'72年は12cmである。全面施肥は掘削前に肥料を全面に散布し、ロータリーで10cm前

第 1 3 表 試 験 区 の 構 成

a 当たり Kg

試験年次	試 験 区	熔りん	基 肥						追 肥	
			掘 削 前			播 種 前 ( 畦 )			N	K <sub>2</sub> O
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
1971	非掘削 ( 参考 )					0.7	2.0	0.7	1.3	1.3
	全量畦施肥					0.7	2.0	0.7	1.3	1.3
	標肥全面施肥		2.0	2.0	2.0					
	2倍肥全面施肥	0	4.0	4.0	4.0					
	標肥全面+30%増畦施肥	30.0	2.0	2.0	2.0	0.6	0.6	0.6		
	半量全面+半量畦施肥		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
	3倍肥全面施肥		6.0	6.0	6.0					
	標肥掘削箇所施肥		2.0	2.0	2.0					
1972	全量畦施肥					0.7	2.0	0.7	1.3	1.3
	標肥全面施肥		2.0	2.0	2.0					
	標肥全面+35%増追肥		2.0	2.0	2.0				0.7	0.7
	65%全面+35%追肥	0	1.3	2.0	1.3				0.7	0.7
	半量全面+半量畦施肥	30.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
	半量全面+30%増追肥		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7
	1/3全面・畦・追肥		6.5	1.0	6.5	6.5	1.0	6.5	0.7	0.7
	標肥掘削箇所施肥		2.0	2.0	2.0					

注) (1) 基肥は化成(14-14-14)と過石を、追肥は化成(16-0-16)を使用した。消石灰 30Kg/a

(2) 追肥時期 1971年 第1回6月14日 第2回7月7日

1972年 6月15日

(3) 掘削深さ 90 cm, 掘削幅 12 cm。

後に耕耘したあとトレンチャーで掘削する方法であり、畦施肥は播種する部分に施肥し、土とよく混和する方法である。

## 2) 試験結果

### (1) 1971年の結果

生育・収量調査の結果は第14表に示すとおりである。初期生育(播種後30日)においては全量畦施肥区、熔りん施用標肥全面施肥+30%増畦施肥区ならびに熔りん施用半量全面施肥+半量畦施肥区は非掘削区と同様の生育であった。さらに播種後70日では熔りん施用標肥全面施肥+30%増畦施肥区、熔りん施用半量全面施肥+半量畦施肥区ならびに3倍肥全面施肥区の生育は非掘削区にくらべていちじるしくまされた。また全面施肥条件での施肥量間では3倍肥区>2倍肥区>標肥区の順であった。生育後期では熔りん施用区にくらべて無熔

りん区の生育がまさる傾向が観察された。

上物収量は掘削前3倍肥全面施肥区が最もまさり、次いで熔りん施用半量全面施肥+半量畦施肥区、標肥全面施肥+30%増畦施肥区、半量全面施肥+半量畦施肥区であった。

品質については、掘削区は非掘削区にくらべていちじるしくまされた。熔りん施用区は無熔りん区にくらべて根の先端までの肥大が良好であり、とくに熔りん施用半量全面施肥+半量畦施肥区は可食部根長70cm以上のものが全体の94%を占めており、良質のものを生産することができた。熔りん施用の有無にかかわらず、半量全面施肥+半量畦施肥区が品質がよく、また全面3倍肥区、全量畦施肥区も良好であった。

### (2) 1972年の結果

生育・収量調査結果は第15表に示すとおりである。



第14表 施肥法と生育・収量および品質

(1971)

試験区	熔りん Kg/a	生 育						品 質 構 成 お よ び 収 量									岐根 (%)	くず (%)	収量 (Kg/a)
		播種後30日			播種後70日			70cm~(%)			50~70cm(%)			30~50cm(%)					
		葉数	葉巾	葉長	草丈	葉巾	葉長	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
		枚	cm	cm	cm	cm	cm	1~2	2~3	3~4	1~2	2~3	3~4	1~2	2~3	3~4			
非掘削(参考)	0	1.8	5.1	5.3	63.3	27.6	27.0	1.0	13.1	22.9	5.2	13.3	1.9	14.2	6.1	10.3	9.7	2.3	206.3
全量畦施肥	0	1.6	4.7	4.7	65.0	28.3	25.8	29.1	53.9	0	8.9	1.4	0	1.2	0	0	5.0	0.5	215.2
標肥全面施肥	0	1.3	3.4	3.4	53.9	24.5	22.2	8.8	47.9	17.5	9.2	1.7	4.0	2.6	1.8	0	4.7	1.8	220.6
2倍肥全面施肥	0	1.1	2.9	2.8	68.2	30.3	27.3	20.1	36.4	20.9	5.1	0	0	0.9	0.4	0	15.6	0.6	239.8
標肥全面+30%増畦施肥	0	1.2	3.5	3.6	66.8	32.3	28.9	12.4	41.4	13.5	15.5	4.6	1.5	4.2	0.8	0	5.5	0.6	226.9
半量全面+半量畦施肥	0	1.5	3.7	4.0	60.8	27.7	25.3	14.7	45.2	22.0	1.5	9.4	0	2.1	0.3	1.5	1.0	0.9	214.6
標肥全面施肥	30.0	1.6	3.5	3.7	71.8	30.9	28.7	17.5	45.1	5.5	10.5	5.2	2.6	0	0	0	11.2	2.4	208.6
2倍肥全面施肥	30.0	1.4	3.3	3.3	79.4	34.0	30.9	20.6	55.3	5.1	8.7	5.7	0	2.4	0	0.5	0.8	0.9	200.0
標肥全面+30%増畦施肥	30.0	1.8	4.3	4.5	86.5	36.2	34.4	24.1	36.3	18.6	5.9	0	3.3	2.4	1.3	0	6.7	1.4	218.3
半量全面+半量畦施肥	30.0	1.9	4.7	4.7	82.2	34.6	34.0	21.9	38.2	33.7	1.2	1.3	0	1.4	0	0	0.6	1.7	230.8
3倍肥全面施肥	0	1.6	3.9	3.6	83.1	29.8	27.7	12.9	41.6	28.4	5.5	2.0	2.8	1.3	0	0	5.4	0.1	270.4
標肥掘削箇所施肥	0	1.3	3.3	3.8	71.4	28.4	35.6	29.6	39.7	0	8.2	3.8	0	1.4	7.7	0	6.6	3.0	215.1

第15表 追肥と生育・収量および品質

(1972)

試験区	熔りん Kg/a	生 育						品 質 構 成 お よ び 収 量									岐根 (%)	くず (%)	収量 (Kg/a)
		播種後30日			播種後70日			70cm~(%)			50~70cm(%)			30~50cm(%)					
		草丈	葉巾	葉長	草丈	葉巾	葉長	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	1~2	2~3	3~4	1~2	2~3	3~4	1~2	2~3	3~4			
全量畦施肥	0	3.8	2.1	2.2	25.2	14.9	13.4	1.3	25.7	11.6	7.5	2.8	4.1	12.5	9.2	8.4	10.6	6.3	332.1
標肥全面施肥	30.0	4.2	2.1	2.3	30.6	17.4	15.7	2.8	29.2	22.3	6.3	14.5	3.9	6.6	6.0	0	1.2	7.2	297.8
標肥全面+35%増追肥	30.0	4.2	2.1	2.3	-	-	-	6.1	46.4	9.8	15.2	7.3	3.0	5.2	2.6	1.5	1.0	1.9	303.7
65%全面+35%追肥	30.0	4.0	2.3	2.4	32.7	18.5	16.8	0	41.8	3.6	9.3	13.4	1.6	8.2	8.4	1.5	2.4	9.8	311.0
半量全面+半量畦施肥	30.0	5.3	3.0	3.2	30.9	17.9	15.9	0	20.7	31.6	10.4	14.7	1.9	6.7	3.6	1.2	2.9	6.3	316.1
半量全面+30%増追肥	30.0	5.3	3.0	3.2	31.7	18.5	16.4	0	35.0	26.8	6.5	18.4	0	5.7	3.5	2.1	0	2.0	327.4
1/3全面・畦・追肥	30.0	4.4	2.4	2.7	31.5	18.2	16.2	3.0	29.0	19.1	6.9	16.5	7.8	6.3	4.8	0	0.2	6.4	325.4

生育は前年と同様な結果を示した。すなわち熔りんの施用については熔りん施用区>無施用区、施肥法については全面施肥+畦施肥区>全量畦施肥区、および基肥施用量については基肥施用量多区>少区の傾向が認められた。とくに熔りん施用全面施肥+畦施肥区の生育は最もまされた。また5~6葉期に追肥を行なった区は中後期の生育がまされた。

収量については、全面施肥+畦施肥区>全面施肥区、施肥量多区>施肥量少区、追肥区>無追肥区の傾向が認められた。とくに熔りん施用全面施肥1.0Kg/a施肥+1.0

Kg/a 畦施肥+追肥0.7Kg/a区が多収を示した。品質は35% (0.7Kg/a)増施して追肥を行なった区がまされた。

各区における土壌分析の結果については、次のとおりである。

硝酸態窒素；播種時においては全面施肥区は比較的含量が多く、とくに中下層に分布が多く、畦施肥を行なった区は下層にくらべて表層において分布が多い。収穫時には全般に含量はいちじるしく低下した。しかしながら標肥全面施肥+追肥区は低下率が少なかった。

有効態りん酸；播種時においては熔りん施用区で含量の増加が認められた。収穫時には施肥法間に差は認められなかった。

置換性加里；播種時においては明らかな区間差はなかった。収穫時には全量畦施肥区で含量が低かった。

置換性石灰；収穫時において下層に多い。

以上のほかに施肥条件として畦施肥・全面施肥・掘削箇所施肥における比較を行なった結果、収量においては全面施肥区と掘削箇所施肥区には差は認められなかったが、全量畦施肥区は劣った。

## 2 熔りん施用量と生育・収量

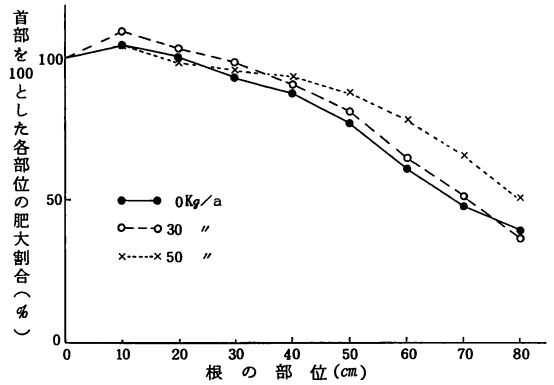
### 1) 試験方法

1972年にゴボウ柳川理想を供試し、熔りん施用量0, 30, 50 Kg/aの3区を設け試験を行なった。5月10日播種、1区面積14.4㎡、2連制。土壌pHは熔りん施用量に応じて消石灰の施用量をかえて同一レベルに矯正した。その他耕種法は耕種基準に準じた。

### 2) 試験結果

生育・収量調査の結果は第16～17表に示すとおりである。生育は全期間をとおして熔りん施用量の多い区

ほどまさった。収量については熔りん施用の効果は明らかに認められるが、施用量間において差は認められなかった。根の肥大は第6図にみられるように熔りん施用量が多いほどまさり、先端まで肥大が良好であった。



第6図 熔りん施用量と肥大

## 3 考察

掘削深耕栽培における施肥法として畦施肥、全面施肥、掘削箇所施肥の生育・収量・品質を比較すると、地上部の生育は生育初期では畦施肥、掘削箇所施肥が全面施肥にまさったが、生育中～後期の生育においては施肥法間

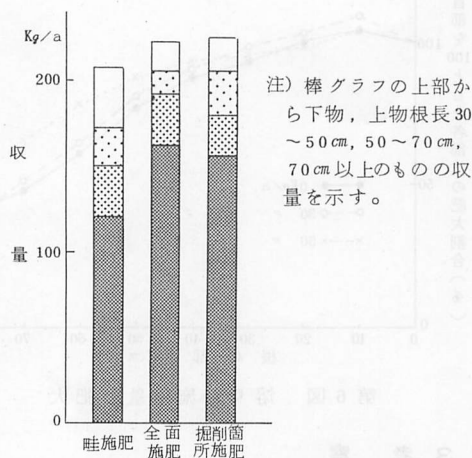
第16表 熔りんの施用量と生育

調査月日 調査項目 試験区	7月19日				9月25日			
	葉数 枚	草丈 cm	葉幅 cm	葉長 cm	葉数 枚	草丈 cm	葉幅 cm	葉長 cm
熔りん 0 Kg	4.5	45.2	22.6	20.8	5.4	78.6	29.9	36.1
30	4.6	47.0	24.6	22.2	5.5	80.8	29.6	36.9
50	4.4	52.9	26.4	24.0	5.4	81.3	29.9	38.0

第17表 熔りんの施用量と収量・品質

根長 根径 試験区	根長									上物				
	70 cm ~ (%)			50 ~ 70 cm (%)			30 ~ 50 cm (%)			合計 Kg/a	岐根 (%)	くず (%)	収量 (Kg/a)	
	1~2 cm	2~3 cm	3~4 cm	1~2 cm	2~3 cm	3~4 cm	1~2 cm	2~3 cm	3~4 cm					
熔りん 0 Kg	20.1	21.3	0	15.8	12.9	2.7	17.0	1.7	0	91.5	163.2	1.0	7.5	178.4
30 Kg	13.6	34.4	0	10.2	2.8	0	10.6	1.7	0	83.3	184.3	6.1	10.6	221.2
50 Kg	20.6	25.3	0	18.6	7.8	1.9	7.8	0	2.4	84.4	185.0	1.5	14.1	219.2

の差は明らかでなかった。施肥法間における収量の3ヶ年の結果は第7図に示すとおり収量、品質ともこれまでの成果<sup>5) 10) 11)</sup>と同様に、畦施肥にくらべて全面施肥および掘削箇所施肥がまさった。掘削深耕において全面施肥



第7図 掘削深耕栽培の施肥法別収量・品質  
(1970~72年平均)

した場合の肥料の分布は第4図に示したように比較的下層に多い。また根量も下層において多い。しかも根の吸収活力部位は生育が進むにしたがい下層に移る<sup>4)</sup>ことなどからみて、全面施肥区では生育中期以降における養分吸収量が多くなることが予想され、その結果、慣行施肥に比較して、生育中期以降の生育がよく、収量・品質ともまさったものと考えられる。掘削深耕における全面施肥では、初期生育の劣ることに問題がある。

初期生育を促進し、収量・品質を高めるためには播種位置の養分濃度を高くする必要がある。そのためには、  
(1)施肥量の増加、(2)熔りん施用および全面施肥と畦施肥の併用が考えられる。

(1)については施肥量を増加するほど収量・品質ともよくなるが、初期生育を促進し、標肥に対して有為な収量差をうるためには3倍肥とする必要がある。しかし施肥量の増加に伴う増収率では、経済的に有利とはいえない。

(2)については、トレンチャー掘削深耕では下層土と表土が混和され溝にもどされるので、りん酸固定能が増

大するために、熔りん施用の効果は十分に期待される。熔りん施用の効果は生育・収量および品質において明らかに認められたが、施用量30~50kg/aの範囲における収量差は認められなかった。

施肥法としては、全面施肥+畦施肥は、慣行栽培と同様に播種位置の養分濃度が改善され、その結果初期生育はよく、収量・品質ともよくなることが認められた。しかしながらこの施肥法では後期生育とくに下部の肥大が十分とはいえない。

ゴボウの生育過程をみると、6月中下旬から地上部が急激に繁茂し、根部は地上部の生育よりおくれて、上部から下部へ肥大・充実が移行する。慣行栽培では3~4葉期と7~8葉期の2回に追肥が行なわれている。そのため、後期生育劣化防止と根部肥大をねらいとして、前年の「熔りん施用・全面施肥+畦施肥」にさらに追肥を加えて検討を行なったのが、'72年の試験である。その結果、初期生育からまさり、収量・品質において追肥の効果が認められた。しかも標準肥料を全面施肥+溝施肥+追肥に3分割施肥するよりは施肥量を増加して追肥を行なった場合に効果はきわめて高かった。

以上を総合すると、トレンチャーによる掘削深耕栽培における施肥法としては、熔りん30kg/a施用、基肥施用量を2.0kg/a(成分)としてその50~70%を掘削前全面施肥+残り30~50%を畦施肥し、さらに0.7~0.8kg/aを5~6葉期追肥する方法が初期生育の促進、収量品質の向上に効果的な施肥法と考えられる。なお、施肥量は標準施肥量の30%程度増施する必要がある。

## V 大型トラクター、テープシーダー、トレンチャーの組合せにおける作業体系

本研究における最終の目的は、ゴボウ栽培における省力多収で、経済的な技術体系を確立することである。前項までは播種前掘削深耕における栽培法について検討を行ってきたが、これらは本項の素材として行なったもので、これら素材試験の結果が、有機的に結合され、合理的な作業体系として確立されなければならない。

本項においては、以上のような考え方にたち、播種前掘削深耕栽培における機械化作業体系を確立しようとし

て、1970～'72年にわたり試験を行なった。

### 1 試験方法

試験設計の一覧は第18表に示すとおりである。

試験ほ場は黒色火山灰土壌で、長辺100m、短辺50mの50aのほ場を用いた。試験場の移転のさいにブルドーザで造成したほ場であるため、地表下25cm前後に硬い層がある。

#### 1) 作業体系

35PSトラクター、テープシーダー、トレンチャーの組合せにおける作業体系で、兩年における作業体系には大きな変化はない。

#### 2) 耕種設計

兩年度とも品種は柳川理想を供試した。播種期は4月20日であるが、'71年は出芽期に100mmの豪雨にあり、掘削溝の陥没がはなはだしかった。そのため5月7日に再播種した。栽植密度は畦幅60cm、株間10cmで

ある。シードテープ播種。施肥は'71年は掘削前に全面全面施肥としたが、'72年には掘削前の全面施肥と畦施肥を併用した施肥法を採用した。病害虫の防除は兩年とも4回おこなった。

#### 3) 作業負担面積の試算

大型トラクターとその付属作業機などは、普通作と露地野菜の複合経営を対象とした3ha前後の農家7戸で共同購入・利用することを前提とした。作物構成は落花生10ha、ゴボウ、ニンジン各々5ha、麦10haである。本稿においては次のような方法で、ゴボウの栽培面積5haが作業期間内で処理が可能であるかを試算した。

(1)試験ほ場と同一条件で技術体系を現実に適用できることを条件とした。(2)ha当たり所要時間はほ場内の作業に限定した。(3)1日当たりの稼働時間は12.5時間、実作業率は80%として作業可能時間を算出した。(4)作業時間の作業可能日数は天気状態の階級区分の1～3の

第18表 機械化一貫技術体系化試験設計

作業名	作業手段	1971		1972		ha 当たり資材量
		作業体系	作業時期 月 日	作業体系	作業時期 月 日	
石灰散布	ライムソー	○	2.25	○	3.6	2,500～3,000Kg
施肥	ライムソー	○	3.9	○	3.9	1971年 1,800 Kg 1972年 1,500 Kg (14-14-14)化成
耕耘	ロータリー	○	3.9	○	3.9	
掘削	トレンチャー	○	3.10～	○	3.10～	
ほ場の整理	人 力	○	4.8	○	4.10	
畦作	小型ティラー リッジャー		4.11	○	4.11	
施肥	人 力			○	4.13	(14-14-14)化成 450Kg(72年)
肥料混和	小型ティラー カルチベーター			○	4.13	
種子封入	シーダーマシン	○	4.14	○	4.15	テープ1,667m
播種	テープシーダー	○	5.7	○	4.20	
除草剤散布	スプレーヤー	○	5.8	○	4.22	Nip乳剤 2,000cc
中耕	小型ティラー カルチベーター	○	6.1, 7.5	○	5.20, 5.29	
間引	人 力	○	6.14	○	5.30	
防除	スプレーヤー	○	(4回)	○	(4回)	DDVP 2.5ℓ
収穫	トレンチャー	○	12.6～	○	11.25	

日数とした。

4) 機械利用経費の試算

前述の耕地面積、作物構成を基礎にして、次の方法でha当たり機械利用経費を算出した。

(1)年間固定経費；機械の購入価格に固定費率を乗じて算出した。その比率はトラクター20%、作業機17%とした。(2)毎時固定経費；年間固定経費を年間の利用時間で除したものである。(3)変動経費；燃料費・修理費・人件費によって構成されるが、修理費は固定経費として、また人件費は別途にあつたので、ここでは燃料費のみを計上した。

5) 生産費の試算

以上の機械利用経費のほかに、試験の実施にあたって直接要した種苗費、肥料費、薬剤費などを加算したものを生産費としたが、地代、資本利子を含まない一次生産費として計算した。価格は時価評価を行なうことを原則とし、種子、肥料、農薬および生産物の価格は当地において購入、販売した価格とした。労賃については本稿では1時間当たりオペレーター、補助者とも180円とした。

2 試験結果

1) 生育・収量および品質

機械化栽培における収量および品質は第19表に示すとおりである。'72年においては2,750 Kg/10aの収量であった。'71年は播種後に100mm前後の豪雨にあり、掘削溝の陥没がはなはだしく、そのため再播種を行なったので播種期がおくれたこと、全面施肥のため初期生育が劣ったことなどの理由により、'72年より劣り2,206 Kg/10aの収量であった。

品質については、根の伸長はきわめてよく、良質のゴボウが生産できた。

2) 作業別作業能率・精度およびha当たり所要労力調査結果は第20表に示すとおりである。

(1)掘削作業；トレンチャーによる掘削作業能率は、掘削深さ90cm、掘削幅12cmの場合、ha当たり120時間前後であった。掘削幅および深さを組合せた場合の作業能率は第1図にみられるように掘削深さが深くなるほど、また幅が広くなるほど作業時間は多くなった。

(2) 種子の封入；シーダーマシンによる種子の封入時間はha当たり14時間であった。年次間における差はモーターの回転数をかえたためである。1株3粒封入、株間10cmを前提とし、株間およびバイブレーターの調整を行ない種子を封入した結果は、平均株間9.9cm、株間10cmの発現頻度78.3%、1株平均粒数3.1粒、3粒封入発現頻度50%と、封入精度は高い。

(3) 播種作業；1条用テープシーダーを用いて行なった。シードテープ播種における播種の深さは第21表に示すように、出芽および初期生育からみて1~2cmが最適であることが認められた。ha当たり作業時間は15~19時間で、慣行作業の約 $\frac{1}{10}$ の作業時間である。播種深度はほぼ一定で、露出するテープもなく、作業精度は高いことが認められた。

(4) 除草；本試験における除草体系はNiD乳剤の播種後土壌処理と中耕の組合せであるが、雑草防除効果は高く、ひろい草程度の除草時間であった。

(5) 間引作業；間引の有無と収量および品質との関係は第22表に示すように、間引区は無間引区に比較して総収量、上物収量ともにまさり、品質においても根長70cm以上のものの占める割合が高く、肥大も良好であ

第19表 機械化栽培における収量・品質 (10a当たりKg) (1972年)

項目 収穫日	総収量	70cm~			50~70cm			30~50cm			花	規格外
		3~4cm	2~3cm	1~2cm	3~4cm	2~3cm	1~2cm	3~4cm	2~3cm	1~2cm		
10月3日	2,044	79	883	327	72	121	172	0	63	231	96	
11月16日	2,750	635	339	253	171	127	127	41	127	127	550	253

トレンチャー利用を中心としたゴボウの機械化栽培法の確立に関する研究

第20表 機械化栽培における所要労力 (hr/ha)

作業名	作業機名	1971				1972			
		作業回数	機械利用時間	組人員	延労働時間	作業回数	機械利用時間	組人員	延労働時間
石灰散布	ライムソー	1	1.5	2	3.0	1	1.4	2	2.8
施肥	ライムソー	1	1.8	2	3.6	1	1.6	2	3.2
耕耘	ロータリー	1	4.2	1	4.2	1	2.9	1	2.9
掘削	トレンチャー	1	117.0	1	117.0	1	118.9	1	118.9
ほ場整理	人力	1				1		2	12.0
畦作	小型タイラージャ	1				1	4.9	1	4.9
施肥	人力	1			65.6	1		2	5.0
肥料混合	小型タイラークルチベーター	1				1	5.5	1	5.5
掘削溝確認	人力	1				1		2	23.2
種子封入	シーダーマシン	1	30.0	1	30.0	1	14.2	1	14.2
播種	テープシーダー	1	7.2	2	14.8	1	6.3	3	18.9
除草剤散布	スプレーヤー	1	1.2	5	6.0	1	0.8	5	4.0
中間耕	小型タイラークルチベーター	2	4.3	1×2=2	8.6	1	4.7	1×2=2	9.4
間引	人力	1		4	190.0	1		4	176.0
薬剤散布	スプレーヤー	4	1.5	4×4=16	24.0	4	1.5	4×4=16	24.0
除草	人力	1		2	25.0	1		2	41.6
掘削	トレンチャー	1	83.4	1	83.4	1	65.0	1	65.0
引抜き, 仮貯蔵	人力	1		4	340.0	1		4	328.0
合計			252.1		915.2		227.7		859.5

第21表 播種深度と出芽および初期生育

試験区		播種後日数 (%)								6月16日	
		6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	14日	葉数	草丈
1 cm	無踏圧	11.0	47.0	55.2	63.5	65.5	67.7	71.1	73.9	1.6	6.3
	踏圧	5.5	43.5	53.2	61.5	66.3	68.4	71.1	74.6	1.7	5.3
2 cm	無踏圧	2.1	23.5	35.9	51.8	56.6	60.1	62.2	67.7	2.0	5.9
	踏圧	0.7	17.3	38.0	55.9	58.7	63.5	69.8	71.8	1.3	5.8
3 cm	無踏圧	0	4.8	13.1	33.8	43.5	47.7	52.5	66.3	1.4	5.4
	踏圧	0	2.8	7.6	22.1	31.8	39.4	48.3	62.8	1.3	5.0
4 cm	無踏圧	0	0	1.4	6.9	9.0	14.5	15.9	32.5	1.1	4.2
	踏圧	0	0.7	2.1	3.5	5.5	11.7	15.9	28.3	1.0	3.9

注) 踏圧は播種後に播種部を入力により踏圧した。

った。また、間引の時期については3~4葉期間引が収量・品質ともにまさった。

本試験においては省力化の面から本葉3~4葉期に1株1本立とした。ha当たり作業時間は185時間で、総時間に占める割合は約20%と高い。

(6) 防除作業；初期の防除はブームスプレーヤーで行なえるが、本試験では長管多頭噴口を用い、5人の組作業で行なった。ha当たり作業時間は6.0時間であった。生育中後期ではトラクター車輪踏圧による茎葉の損傷が大きくなるので、ほ場内作業は困難で、そのため畦畔噴口を用いて作業を行なった。

(7) 収穫作業；トレンチャーによる掘削深耕においては、土壌はポーラスな状態であるため引抜き抵抗は生育量の大小によって異なるが20~40Kg程度である。この程度の荷重では人力による引抜きが可能である。まず人力収穫について検討した結果は第23表のとおりで、ゴボウの首のまわりをスコップ、くわなどで15~20

cm掘りあげ、首が手で握ぎれる程度に露出させ引抜く場合の作業時間は550時間/haであった。さらに収穫作業にトレンチャーを利用した場合には収穫労力はいちじるしく節減できる。

次に、トレンチャー利用による収穫法を掘削深耕栽培において検討した結果は第24表のとおりである。トレンチャーによる掘削深さが浅くなるほど作業能率は高くなるが、引抜き時間は多くなる。したがって、トレンチャー収穫における掘削の深さは土壌の条件によって異なるが、約70cmが適当のようである。収穫におけるゴボウの損傷は、掘削刃による根部の損傷と抜取り時の折損に分けられ、前者については少なく、後者においては掘削深さが浅い場合に多くなる傾向が認められた。ha当たり作業時間は330時間前後であった。

(8) 所要労力；大型トラクター、テープシーダー、トレンチャーの組合せにおけるha当たり機械利用時間は227~252時間、延労働時間は859~951時間

第22表 間引の有無と収量・品質

調査月/日	試験区	根長									上物収量		岐根 (%)	くず (%)	総収 (Kg/a)
		70cm~(%)			50~70(%)			30~50cm(%)			合計 (%)	Kg/a			
		1~2cm	2~3cm	3~4cm	1~2cm	2~3cm	3~4cm	1~2cm	2~3cm	3~4cm					
9/21	間引	73.6	18.2	0	0	4.6	0	0	0	0	96.4	188.7	2.7	0.9	195.7
	無間引	67.1	0	0	3.7	0	0	0	0	0	70.8	149.6	18.7	10.5	211.2
10/22	間引	17.0	6.19	0	1.2	0	0	0	0	0	80.1	234.1	19.9	0	292.3
	無間引	5.13	7.6	0	17.1	0	0	4.4	0	0	80.4	221.8	16.0	3.6	275.9
11/20	間引	21.3	5.36	14.4	4.8	2.2	0	0.9	0	0	97.2	309.5	2.2	0.6	318.2
	無間引	29.8	2.78	0	19.2	5.7	0	4.9	2.8	0	90.2	256.0	2.8	7.0	283.8

第23表 収穫作業法と所要労力

作業法	項目				
	機械利用時間	組人員	延作業時間	引抜き時間	合計
1. 片側あげ(くわ)引抜区		人	144.3	405.0	549.3
2. 片側あげ(スコップ)引抜区			238.6	316.3	554.9
3. 株元の土を手で排除、引抜区				937.9	937.9
4. トレンチャー利用、引抜区	81.9	1	81.9	238.9	320.8

第24表 作業能率および精度

播種前 掘削深	収穫時の 掘削深	10a当たり		品質損傷(%) (6m <sup>2</sup> 当たり)						
		掘削時間 hr	引抜き時間 hr	総計	上物			くず	岐根	
					健全	トレンチャー損傷	引抜損傷			
cm	cm	hr	hr							
70	70	10.1	19.1	本数(本)	70	82	2		12	4
				重量(Kg)	10.375	90	4		4	2
90	50	6.6	22.5	本数(本)	75	85	1.5	1.5	12	
				重量(Kg)	10.493	90	2	4	4	
30	30	5.2	29.1	本数(本)	62	82	3	3	12	
				重量(Kg)	10.505	85	5	7	3	
70	70	10.8	20.5	本数(本)	64	72	1	9	18	
				重量(Kg)	10.300	89	3	4	4	
50	50	8.3	25.7	本数(本)	86	66	3	7	24	
				重量(Kg)	11.605	84	3	8	5	

注) (1) 掘削幅: 12cm

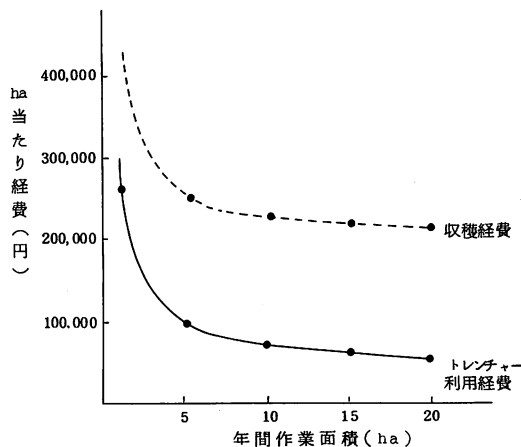
(2) トレンチャー損傷とは掘削時にチェーンで傷つけたものをさす。  
引抜損傷とは人力で引抜きのさいに傷つけたものをさす。

であった。

(9) 作業負担面積の試算; 前述の前提条件のもとに試算を行なった結果は第25表に示すとおりである。2~3月における播種前掘削は5haの処理が困難である。この調整のために12月~1月中における作業を考慮する必要がある。

(10) 機械利用経費の試算; 試算の結果はha当たり62,690円であった。またトレンチャーの利用経費について検討した結果は第8図のとおりで、年間作業面積5haの場合のha当たりトレンチャー利用経費は100,000円、収穫経費は250,000円であった。

(11) 生産費および収益; 機械化栽培における生産費についての試算結果は第26表に示すように、ha当たり粗収益1,250千円、生産費587千円、差引収益662千円、所得818千円であった。また1kg当たり生産費は23円、1時間当たり所得は945円となる。



注) (1) 購入価格750,000円, 耐用年数7年, 資本利子0.075, 修理費など0.065, 固定費率0.283  
(2) 変動費, 燃料費(円/hr)83円, 潤滑油(燃料の1.5%)  
(3) 補助者4人 1人1日3,000円

第8図 トレンチャー利用による収穫経費



第25表 作業負担面積の試

作業名	使用作業機		ha当たり 機械利用 時間 c'	作業回数 m	作業面積 A ha	所要機械利用時間		1日の作業時間			作 業 期 間 月・日
	名 称	台数				作 業 別 A c'm	作 業 工 程 Σ A c'm	作業時間 T hr	実作業率 K %	実作業時間 TK hr	
石灰散布	ライムソウ	1	1.4	1	5	7.0	29.5	125	80	10	21~ 331
施肥	"	1	1.6	1	5	8.0					
耕耘	ロータリー	1	2.9	1	5	14.5					
掘削	トレンチャー	1	118.9	1	5	594.5	594.5	125	80	10	21~ 331
作畦	ティラー	1	5.0	1	5	25.0	52.5	125	80	10	310~ 410
肥料混和	"	1	5.5	1	5	27.5					
播種	テーブシダー	1	6.3	1	5	31.5	35.5	125	80	10	325~ 420
除草剤散布	スプレーヤー	1	0.8	1	5	4.0					
中耕	ティラー	1	5.0	1	5	25.0	25.0	125	80	10	510~ 610
薬剤散布	スプレーヤー	1	1.6	1	5	8.0	8.0	125	80	10	
茎葉処理	ロータリーモア	1	1.0	1	5	5.0	414.5	125	80	10	101~ 1231
収穫	トレンチャー	1	81.9	1	5	409.5					

第26表 直接生産費

区分	費目	項 目	h a 当 た り			
			品 名	数 量	単 価	金 額
	生産物	ゴボウ	25,000	Kg	50	1,250,000
生産費	資材費	種 苗 費	シードテープ			45,630
		肥 料 費	消石灰	2,000	7	14,000
			化 成 (14-14-14)	1,000	43	43,000
			化 成 (16-0-16)	400	28	11,200
		小 計				68,200
		農 薬 費	除 草 剤			1,680
			D D V P	10本	790	7,900
	小 計	そ の 他			5,200	
					14,780	
その他	機械利用経費	労働費	労働時間	866	180	155,880
		出荷経費				240,000
		合 計				587,180
		差引収益 (粗収益 - 生産費計)			662,820	
		所 得 (差引収益 + 労働費)			818,700	
		生産物 1 Kg 当たり生産費 (円/Kg)			23	
		労働時間 当たり所得 (円/hr)			945	

注) (1) 労働費はオペレーター、補助者とも同一とした。  
 (2) 種苗費はシードテープを農協より購入することとし、その費用を計上した。

算

業 可 能 日 数			作業可能 時 間 (P-R) TK	利用効率
日 数 P	不適日数 R	可能日数 (P-R)		
59	10	49	490	0.06
59	10	49	490	1.21
32	5	27	270	0.19
27	7	20	200	0.18
32	6	26	260	0.10
92	12	80	800	0.52

### 3 考 察

本試験で供試したほ場のように、下層土の土壌硬度が20mm前後と高い場合はゴボウの収量品質がきわめて悪く、商品価値がおとる。しかし、素材試験で明らかにしたトレンチャーによる播種前掘削深耕によって、根の伸長肥大に適した条件で栽培を行なった結果、収量は高く、良質のゴボウが生産できることを体系化試験において実証することができた。

ゴボウの機械化栽培における所要労力は、ha当たり710~1,160時間である。<sup>7) 10)</sup> 使用する作業機、作業体系は異なるが本研究における作業時間はha当たり886時間で、慣行栽培の所要労力を $\frac{1}{2}$ 以下に省力化できることが明らかになった。本体系は慣行栽培に比較し、収穫播種作業においていちじるしく労力が節減される。

掘削作業能率は、ほ場の形状、大きさ、土壌の硬さ、使用機械あるいはオペレーターの技能などによって異なるが、本試験の範囲においてはha当たり120時間前後である。土壌の安定のため播種までに1~2ヶ月を必要とするので、収穫作業におけるトレンチャー利用とも競合し、規模の拡大を拒んでいる。したがって、今後は掘削-埋めもどし-鎮圧-成畦を1行程で行なう前後進型兼用トレンチャーあるいは能率的でしかも土壌の混和のない大型トラクター用のスクリーパーなどの深

耕機種の利用が土壌の物理性、ゴボウの生育、収量および品質におよぼす影響を明らかにし、深耕作業の能率化をはかる必要がある。

間引作業については、本体系ではシードテープ播種であるために1直線播種であること、点播で1株3粒前後であるなどにより、慣行栽培に比較して30%程度の省力が可能である。それでも間引作業にはha当たり185時間と総時間の約20%を占めている。間引作業は収量、品質の向上から重要な作業と考えられる。今後は発芽力の高い種子の生産・利用あるいは1株の播種幅、粒数と収量など播種作業との関連において間引作業の省力化を検討する必要がある。

慣行における収穫作業は、ha当たり1,000時間前後と多くの労力を要しており、規模拡大の阻害要因となっている。最近収穫作業の省力化のためトレンチャー利用による収穫法が検討され、大幅な労力の節減が認められている。<sup>7)</sup> 本試験においてもトレンチャー利用の収穫では、ha当たり作業時間は330時間と、慣行作業時間を $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$ に節減できることが認められた。このような労力節減は規模の拡大を可能にするものと考えられる。掘削深さは作業能率および引抜時間からみて70cm程度がよい。

トレンチャー1台の収穫作業面積は、その期間を10月~2月とすると8ha程度となる。トレンチャーの利用は、利用面積が増せば機械掘取り経費は少なくなるが、この場合1.7ha以上利用しなければ人力掘り経費に比べて経済性は成り立たないと考えられる。

本体系の経済性について、試験方法の前提条件のもとに試算を行なった結果は、1時間当たり所得945円、1kg当たり生産費23円である。慣行栽培における経済性とは直接比較は困難であるが、時間当たり所得は高く、生産性の高いゴボウ栽培技術体系を確立、実証することができたと考えられる。

## VI 総合考察および実用的意義

ゴボウの主要産地における慣行栽培の所要労力はha当たり約2,000時間で、そのうち収穫作業に総時間の約50%と多くの労力を要している。そのため収穫作業

の省力化をはかる目的で、トレンチャーの導入・利用を行なった結果、収穫労力は慣行栽培の $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$ に省力化できることが認められた。今後のゴボウ栽培においては労働生産性の向上が強く要求されており、また規模の拡大の面から栽培上においてトレンチャーの果す役割は大きいものと考えられる。さらに筆者らはトレンチャーの利用拡大一掘削深耕による収量・品質の向上、栽培の省力化を目標に一連の試験を行なってきた。

ゴボウの生育・収量および品質に影響をおよぼす土壌条件のうち、土壌硬度との関係は、本試験においては土壌硬度が17～20mmにおいて根の伸長・肥大が抑制されることを認めた。良質のゴボウを生産するためには根の伸長・肥大に適した土壌硬度に改善することが望ましく、本研究で着想した播種前掘削深耕の意義もここにあり。

トレンチャーによる播種前掘削深耕における土壌の理化学性の変化とゴボウの生育・収量および品質の関係についてはⅡ～Ⅳにおいて述べたとおりである。すなわちトレンチャーによる掘削深耕部の土壌はきわめて膨軟で、固相率は低く、気相率が高くなり、ゴボウの根の伸長・肥大にはきわめて好適な条件がえられるとともに気相率の増加に伴う通気の改善は、根の機能を高める上から効果的と考えられる。

しかし反面、播種部分が70～90cmの超深耕となるため、瘠薄な下層土と表土が混和され掘削溝にもどされる結果、りん酸固定能の増大あるいは土壌の養分濃度の瘠薄化など養分的にはマイナスに作用してくる。しかも本試験では追肥の省略を考慮し、掘削前における全面施肥を採用したので、肥料の分布は溝の下層に比較的多く、播種部位には少ない。さらに掘削土壌はきわめてポーラスな状態となるため掘削溝の陥没あるいは出芽～初期生育期間における乾燥害などによる生育・収量への悪影響なども考えられる。

このような土壌の変化と生育相の関係を非掘削栽培の生育相と比較すると、掘削深耕栽培の初期の生育は播種部位の養分濃度の瘠薄化から地上部の生育は劣るが、根の伸長はきわめて良好であった。根の養分の吸収活力は生育の進行に伴い相対的に下層に移ることが認められて

いる。収穫期における側根数は比較的下層において多く、しかも本栽培における肥料の分布割合は比較的下層において高いことは、養分吸収の面からみて好条件であると推察される。そのため生育後期における地上部の生育は非掘削栽培に比較してまさり、根の肥大も良好であることが認められた。上物収量は高く、根長70cm以上のきわめて良質のゴボウが生産できた。初期生育の不良は、溶りんの施用あるいは全面施肥と溝施肥の併用による播種部位の養分濃度の改善により、非掘削栽培の生育と同じか、上回る生育を示し、収量を高めることができた。

以上のように、本研究において供試したほ場のように下層土の硬度がゴボウの伸長・肥大に不適な状態においても、掘削深耕によりゴボウの主産地におけると同様に、収量は高く、きわめて良質のゴボウを生産できることが明らかになった。このことはこれまでゴボウの栽培不適地といわれたところでも、栽培適地になりうることを示すものと考えられる。土壌的にみて本県におけるゴボウ栽培の可能面積はほゞ4万haと推定されるが、大部分は未作付ほ場であり、このようなほ場でのゴボウ栽培技術として十分適用できるであろう。既往の主産地においては掘削深耕の効果は比較的少なく、むしろトレンチャーの導入利用による収穫労力の節減、規模の拡大の面において効果が高いものと考えられる。

畑作地帯における労働事情は、今後ますますきびしくなることが予想され、良質多収技術とともに生産性の高い機械化技術体系の確立が望まれている。本研究においては前述の素材技術の体系化をへて、大型トラクター、テープシーダー、トレンチャーの組合せにおける機械化体系技術の確立のための試験を行なった。本体系におけるha当たり機械利用時間は227～252時間、延労働時間は859～951時間で、慣行栽培の作業時間を $\frac{1}{2}$ 以下に節減できることが認められるとともに、1kg当たり生産費は低く、時間当たり所得は高く、生産性の高いゴボウ栽培であることが明らかになった。本体系は慣行栽培に比較して、(1)掘削深耕にきわめて多くの労力を要すること、(2)土壌の安定化のために掘削から播種までに長期間を必要とするなどの特徴をもっている。本体系において使用した大型トラクターとその付属作業機、テ

トレンチャー利用を中心としたゴボウの機械化栽培法の確立に関する研究

ープシーダー、トレンチャーなどは、すでにゴボウの主産地において部分的に導入・利用されているもので、実用性の高い技術体系と考えられる。機械化栽培による労力の節減は規模の拡大を可能にする。

以上の結果をもとにトレンチャー利用を中心とした機械化栽培技術体系を示せば第27表に示すとおりである。この技術体系は収量・品質の向上、労力の節減に効果的であるが、新しい栽培法で、留意しなければならない問題もある。これらの主なものについて考察すれば次のとおりである。

1. 本体系の適用は、未作付地におけるゴボウ栽培を対象としたもので、主産地においてゴボウが栽培された

ほ場では、施肥、トレンチャーによる掘削深耕とその後の作業を省略し、石灰散布、耕耘、施肥、播種と条件のちがいに適宜修正する必要がある。

2. 掘削深耕により下層の養分に乏しい土壌が表土と混和され、溝にもどされるので、養分的に瘠薄化し、初期生育は慣行栽培に比較して劣る。したがって熔りんの施用、全面施肥+溝施肥の併用あるいは追肥を早く行なうようにする。

3. 掘削溝の土壌が安定しない前に播種すると、播種後に掘削溝が陥没する危険がある。そのためには掘削時期を早め土壌の安定化をはかる必要がある。

4. 掘削溝がそのまま播種床になるので、溝からずれ

第27表 ゴボウの機械化栽培技術体系

作業名	栽培様式		作業技術 (ha 当たり時間)				ha 当たり使用資材量	技術上の重点事項
	作業条件および精度	作業期間 月日	作業機の型式大きさ	機械利用時間 hr	作業人員 人	延労働時間 hr		
石灰散布 施肥	全面散布 全面散布	2~3	ライムソー* 2.4m	1.4	2	2.8	消石灰 2,000Kg	pH 6.0前後に矯正する
			ライムソー* 2.4m	1.6	2	3.2	化成肥料(14-14-14) 800-1,000Kg	
耕耘 掘削	往復法 連続耕 掘削幅12~15cm 掘削深70~90cm	2~3	ロータリー* 1.7m	2.9	1	2.9		掘削深耕された位置は播種床になるため溝と播種位置がずれないように真直に掘削する
			トレンチャー	118.9	1	118.9		
圃場の整理 畦 施肥	溝施肥	3.10~ 4.10	人力、ティラートレーラー	4.0	3	12.0		畦に施用しよく土と混和する 5~6葉期に追肥を行なう 溝の確認、手なおし
			ティラー(小型)リッジャー	5.0	1	5.0		
			人力	2	2	5.0	化成肥料(14-14-14) 400-600Kg追肥の場合 化成肥料(16-0-16)400Kg	
肥料混和			ティラー(小型) カルチベーター 人力	5.5 1	1	5.5 2.3.5		
種子封入	株間10~12cm 1株3~4粒		シーダーマシン	14.2	1	14.2	種子量 10~12g	
播種	畦幅60cm 播種深度2cm	3.25~ 4.20	テープシーダー1条用		2	12.6		テープの溶解は土壌水分40%前後で容易である乾燥時播種では灌水を行なう
除草剤散布	800g/ha 播種後	3.25~ 4.20	スプレーヤー* 400g	0.8	5	4.0	Nip 乳剤 2,000cc	
中耕	5~6行程おき	5.10~ 6.10	ティラー(小型) カルチベーター	5.0	1	5.0		
間引		5.15~ 6.10	人力		4			本葉3~4葉時に行なう
病虫害防除	800~2,000g/ha	5上~9下	スプレーヤー* 400g	(4回)5.6 (1回)1.4	5 5	28.0 7.0	DDVP 0.5-1.3g	
除草			人力		2	49.0		
収穫茎葉処理	連接がけ		小型ロータリーモーター	1.0	1	1.0		
掘削		10月以降	トレンチャー	81.9	4	310.0		
引抜き仮貯蔵			人力		2	64.0		
出荷					2	64.0		
計				247.8		866.6		

注) \*印は動力源として大型トラクター使用

て播種すると収量、品質が劣る。掘削溝内に確実に播種するためには、掘削時か播種前に溝の中央に目印を立て、これを目標に播種する。

## 謝 辞

本研究の遂行にあたり終始ご指導とご鞭達をいただいた茨城県農業試験場長有賀武典氏、ならびに本研究を実施するにあたりご指導と有益な助言とご校閲をいただいた副場長黒沢晃氏、作業技術部長坂本尙氏に深く謝意を表します。また土壌調査、分析の指導協力をいただいた当場化学部本田宏一氏、小川吉雄氏に深く感謝いたします。機械の操作や調査に多大の協力をいただいた管理部横山良裕、藤田恒男の両君に対してお礼を申し上げる。

## VII 摘 要

トレンチャー利用による播種前掘削深耕を中心としたゴボウの栽培法と大型トラクター、テーブルシーダー、トレンチャーを組合せた機械化作業体系を確立しようとして、1970～1972年にわたり試験を行なった。えられた結果の概要は次のとおりである。

1. トレンチャーによる掘削深耕における土壌は、きわめて膨軟で、固相率は低く、気相率は高い。0.3cm以下の土塊の占める割合は60%前後で、砕土は良好であった。土壌硬度の変化については、掘削当時はきわめて膨軟であるが、掘削2年目秋においては地表～2.0cmの範囲では掘削前の硬度と同様となったが、下層においては3年経過してもなお膨軟であった。

2. 掘削深耕した土壌はきわめてポーラスな状態にあるため、播種後に陥没の危険がある。土壌の沈下は掘削時期が早いほど大きく、掘削後3～4ヶ月で総沈下量の95%以上沈下し、その後の沈下は緩慢であった。8～10cmの沈下によって土壌は安定した。なお土壌の沈下は降雨量の多少により左右されることが認められた。

3. 掘削幅がせまいほど、また掘削深さが深くなるほど収量・品質はまされた。収量・品質および収穫作業面からみて、掘削幅は12cm、深さは90cm程度が適当と推定された。また掘削時期が早いほど土壌は安定するが、収量においては劣る傾向にあることが認められた。

4. トレンチャーによるゴボウの播種前掘削深耕における生育は、非掘削栽培にくらべて初期生育は劣るが、中後期の生育はまされた。根の伸長・肥大は良好で、上物収量はまさり、品質はきわめてすぐれている。土壌硬度と根の伸長・肥大との関係については、土壌硬度17～20mmにおいて、根の伸長・肥大が抑制され、根は扁平化することが認められた。

5. 本栽培では、初期生育の促進がきわめて重要である。施肥法として全面施肥+畦施肥は初期生育の促進がみられ、収量品質ともにまされた。また5～6葉期の追肥の効果も認められた。さらに溶りんの施用効果は初期生育の促進および収量・品質において明らかに認められたが、施用量間(30～50kg/a)では差はなかった。

したがって、掘削深耕における施肥法としては、溶りん施用(30kg/a)、全面施肥(全量の50～70%) + 畦施肥(15～25%) + 追肥(15～25%)が適当と考えられる。なお施肥量は標準の30%程度の増加が必要であろう。

6. 大型トラクター、テーブルシーダー、トレンチャーの組合せにおける作業体系試験の結果は、ha当たり機械利用時間227～252時間、延労働時間859～915時間であった。本体系を慣行栽培と比較すると $\frac{1}{2}$ 以下の省力化であった。

トレンチャー利用における収穫作業時間は330hr/haで、慣行の $\frac{1}{3}$ ～ $\frac{1}{4}$ 程度の省力化であった。

7. 本体系における経済性について、普通作物と露地野菜経営を対象として耕地面積20ha、ゴボウ栽培面積5haの条件で検討した結果は、収益1,250千円、生産費587千円、収益662千円、所得818千円および1時間当たり所得945円、1kg当たり生産費23円であった。

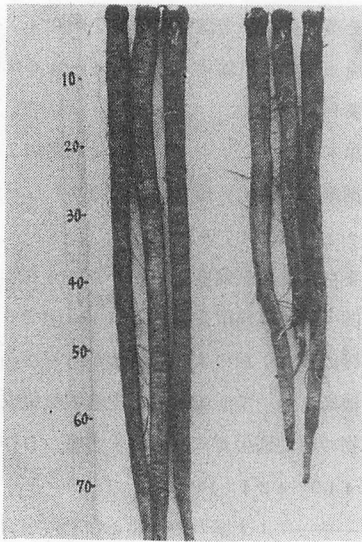
8. 以上のようにトレンチャーによる播種前掘削深耕においては、ゴボウの根の伸長・肥大に適した土壌条件で栽培が行なわれるため、収量は高く、きわめて良質のゴボウが生産できることが明らかになった。このことは、これまで土壌条件とくに硬度の面からゴボウの栽培不適地といわれたところでも、栽培適地になりうることを示すものと考えられる。また、省力的で生産性の高い機

トレンチャー利用を中心としたゴボウの機械化栽培法の確立に関する研究

械化技術体系を確立することができた。

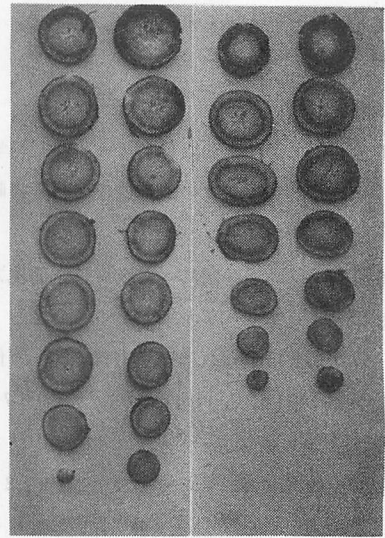
参 考 文 献

- 1) 本田宏一ら；ごぼう栽培に関する土壌肥科学的研究（第2報）ごぼうの生育過程と養分吸収，日・土・肥講演要旨集（1973）
- 2) 茨城県農業試験場；昭和45年度化学部地力保全成績書（1970）
- 3) 入子善助ら；根菜類栽培の省力機械化一貫作業，農及園 42（3）481～485（1967）
- 4) 伊藤克巳ら；ダイコン・カブ・ニンジン・ゴボウ現代農業技術双書，家の光協会（1972）
- 5) 神奈川県試相模原分場；ゴボウ栽培におけるトレンチャー利用と施肥法に関する試験 昭和43～44年度畑作改善試験成績書
- 6) 長野県農試桔梗ヶ原分場；トレンチャー利用に関する試験，昭和47年度夏作試験成績書（1973）
- 7) 岡昌二ら；埼玉県における根菜類の省力化の経過と問題点，農業技術 21（12）560～563 22（1）10～15，22（2）64～69
- 8) 埼玉園試入間川支場；シードベーパー利用による  
そ菜栽培法総合試験成績書，昭和42～43年度
- 9) 埼玉県農業試験場；昭和34～46年度埼玉農試業務功程
- 10) 鈴木幸三郎ら；トレンチャー利用による根菜類の掘削深耕栽培，農及園 46（7）1043～1048（1971）
- 11) 東京都農業試験場；昭和39～40年度農機具に関する試験成績書（1965）～（1966）
- 12) 渡辺和之；根の生態的特性からみた過剰栄養生長機構について，第VI報，土壤空気組成の変化が作物の時期別生育におよぼす影響，日作紀 34，419～424（1965）
- 13) ——；土壤の物理性と作物の生育および収量との関係，第VII報，甘藷の塊根肥大におよぼす土壤空気組成および土壤粗密の影響とその相互作用について，日作紀 37，65～69（1968）
- 14) ——；土壤の特性と作物の生育および収量との関係，第9報，根の生態的特性からみた甘藷の過剰栄養生長機構について，日作紀 38 652～656（1969）
- 15) 和田義郎；ゴボウの播種前掘削深耕栽培，機械化農業 11，15～20（1973）



(左) 掘削深耕栽培  
(右) 非掘削栽培

写真1 ゴボウ根部の伸長状況



(左) 掘削深耕栽培  
根部断面が円形で伸長肥大良好  
(右) 非掘削栽培  
根部断面が地表下20cm内外より扁平形となる

写真2 ゴボウ根部の肥大状況(部位別断面)



生育畦の側方10cm前後の所を後進しながら70cm前後の深さに掘削する。

写真3 トレンチャーによる収穫作業

# イネシンガレセンチュウの多発生と田植期の感染について

稲生 稔

イネシンガレセンチュウの多発地では無病苗（無線虫苗）を植付けても線虫の寄生が認められることから、本線虫の伝染経路、とくに田植後の感染と発病について調査しその防除法を知ろうとした。

本線虫の多発地（協和試験地周囲）の灌漑水を調査したところ水中からイネシンガレセンチュウ（*Aphelenchoides besseyi christie*）が検出され、線虫の生息数は田植後の灌漑水に多く、15日後では少なく30日後では生息は見られなかった。

一方、これら灌漑水路に無病苗を植付けたところ生産種籾にイネシンガレセンチュウの寄生が認められ、灌漑水中に線虫が混入し稲苗に寄生することがわかった。また、この地帯の畦畔および水路に繁茂する雑草にも本線虫の寄生が見られ、ヒエ、ヌカキビ、メヒシバでは多かった。とくに多発水田内のヒエでは寄生数は極めて多かった。これら雑草種子内での野外越冬は翌春3月上旬まで畦畔に積まれた枯草下などのヒエ種子内で生息を確認したが、その後の調査では認められない。しかし、畦畔の禾本科雑草の穂に寄生が認められることから、この地帯では野外の雑草種子内で越冬は可能であろうと思われる。

罹病苗と無線病苗を隣接して植付け、灌漑水が自由に交流する水田を設けて調査を行なったところ無病苗区にも発病多く籾内線虫数も極めて多いことがわかった。なお、田植後の苗に線虫を接種した場合、植付け直後に接種すると多発し、接種期がおそくなるほど発病が少なくなり、田植25日後ではほとんど発病しない。また、イネシンガレセンチュウの水中生存期間は水温が高いほど短くなることを認めた。高温での線虫死亡は藻菌類の発生によることが多く、線虫は菌塊に頭部を入れて死亡している。

線虫多発地では目黒米の発生が多く、本線虫との関係について調査した結果、線虫の寄生が多い圃場ほど目黒米の発生も多いことを認めた。しかし、線虫寄生籾でも目黒米とならない個体もあることから今後更に検討が必要であろう。

田植期の感染防止は植付け直後に有機燐剤の水面施用が有効で、稲苗への線虫寄生は見られなかった。しかし、田植7日以後ではやゝ劣った。

## I 緒 言

イネシンガレセンチュウ病は葉先に現われる病徴（white tip）によりホタルイモチ、シロイモチなどと呼ばれ中国および九州地方では古くから発生が認められて稲の重要な病害として問題となった。本病の病原について吉井<sup>1)</sup>は、稲の生長点に *Aphelenchoides* 属線虫の寄生によっておこることを報告した。その後 Allen<sup>2)</sup> の分類法によると本線虫は草苺に寄生する *Aphelenchoides besseyi christie* と同一種であることが西沢<sup>3)</sup> らによって報告され現在に至っている。

本線虫の発生経過については多くの報告<sup>1) 2) 4)</sup> があり線虫は籾内で越冬して苗代期に発芽と同時に外部に游出して、近接した発芽苗に寄生する、苗に寄生感染した線虫は稲の生長点とす達して芽の外部から加害しながら増殖し、出穂期から開花期に穎内部に侵入して越冬虫となることが知られている<sup>2) 4)</sup>。

本県におけるイネシンガレセンチュウの発生は1951年頃より見られ、翌年には各地で急増し県全体に発生被害を見るに至った<sup>8)</sup>。その後発生は少なくなって問題視されなくなったが1967年、68年に再び各地で多発



生を見た。この被害はとくに種子生産を目的とする採種圃場で問題となりその発生原因の究明が急務となった。

このようなことから本線虫の伝染経路、とくに苗代期以外での感染について1968年から72年まで調査を行なった。なお、本線虫の野外での越冬、寄生植物(雑草)、水中での生存期間についても調査を行なった。また、本線虫の多発地では目黒米の発生が多いことからその関連についても調査し、さらに、田植後の感染防止および畑苗代の防除法について検討をおこなった概要を報告する。

本試験を実施するにあたり御助言を賜った元病虫部長渡辺文吉郎博士はじめ、種々御指導下さった病虫部長川田惣平、主任研究員高井昭、並び病虫部職員の方々、また現地試験にあたり終始御協力戴いた協和試験地主任渡辺正信、技師関谷一郎氏に深謝の意を表する。

## II 試験方法および結果

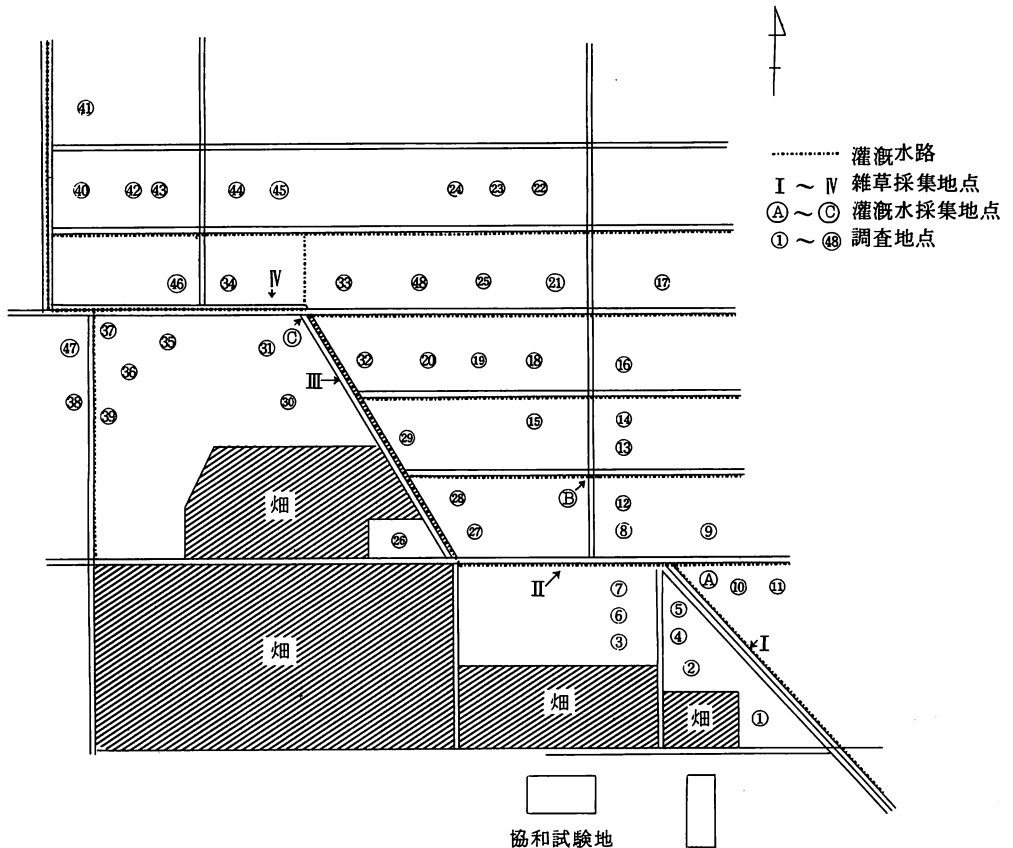
### 1 多発地におけるイネシンガレセンチュウの発生調査

#### 1) 多発地水田における線虫の年次別発生

第1図に示す協和試験地周囲の水田48圃場について1969年から71年まで調査を行なった。この地帯は冬期は乾きのよい平坦な二毛作水田が多く、裏作に小麦が栽培されている。田植期の灌漑水は上流の小貝川より揚水し用水路を通じて各水田に利用される。このため、田植はほとんど同一時期に実施され苗は畑苗代が多い。

#### (1) 材料および方法

調査圃場は各年とも同一圃場とし、1圃場から任意に100株を選び、8月下旬の出穂期に止葉の発病調査、



第1図 多発地帯の調査圃場略図

9月下旬の傾穂期には1圃場より任意に発病穂10茎を採集し、籾内の線虫調査を行なった。線虫の分離は籾に傷をつけてベルマン法によって(48時間処理)、游出線虫数を測定した。

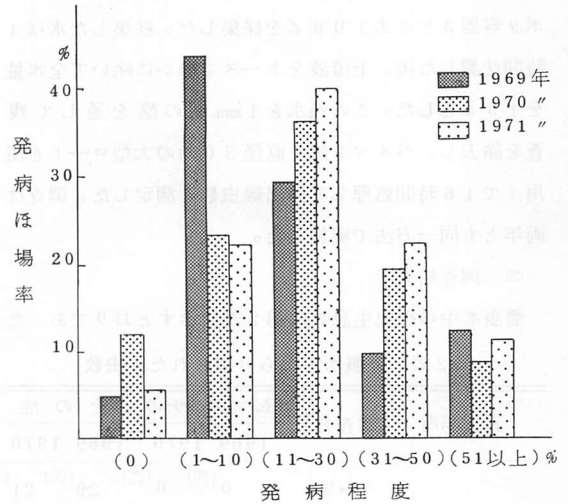
(2) 調査結果

各調査圃場における年次別発生病は第1表および第2図に示すとおりである。

第1表 多発地のほ場別発病株率

調査圃場	発 病 株 率		
	1969年	1970年	1971年
1	2(%)	0(%)	休(%)
2	16	43	"
3	16	1	1
4	—	0	休
5	37	22	"
6	—	0	0
7	28	18	22
8	1	0*	3
9	28	89	36
10	35	91	8
11	9	55	89
12	4	0	0*
13	1	8	11
14	—	0	—
15	6	7	3
16	48	41	50
17	70	36	11
18	56	21	64
19	7	7	2
20	4	0	—
21	5	7	14
22	11	5	13
23	75	15	—
24	16	7	50
25	—	14	—
26	16	45	58
27	24	16	休
28	0	31	—
29	—	25	45
30	3	4	17
31	7	18	18
32	48	16	59
33	5	22	46
34	96	49	71
35	19	41	38
36	11	13	15
37	5	14	5
38	100	24	2
39	1	10	17
40	19	18	30
41	10	4	18
42	0*	31	34
43	2	13	23
44	4	15	1
45	4	15	—
46	—	18	—
47	21	6	24
48	—	—	13

注) 休…休耕地 —…未調査ほ場 \*…発病なし



第2図 多発地の年次別圃場発病推移

多発地における本病の年次別発生推移を見ると、発病株率が1~10%程度の発病圃場は1969年に全調査圃場の45%をしめていたが'70年には24%、'71年には22%と年々少なくなった。これに反して11~30%程度の発病株率を示す圃場は1969年に29%、'70年には36%、'71年には40%と発病は年々増加の傾向を示した。また31~50%程度の圃場も前者同様で発病は年々増加している。発病株率が51%以上の多発圃場では発病の増減は見られずほぼ10%程度であった。籾内線虫数についても発病調査と同様の傾向であった。なお、発病が見られない圃場の籾からも線虫の生息が認められるものもあった。

以上のようにこの地帯では年々イネシソガレセンチュウによる発病の増加が認められた。

2) 多発地における灌漑水中の線虫生息調査

イネシソガレセンチュウは苗代期の灌漑水中に游出する<sup>5) 6)</sup>ことから、多発地でも田植期の灌漑水中に線虫が生息するかどうかについても調査を行なった。

(1) 材料および方法

1970年および'71年に第1図に示した地点の水路で実施した、灌漑水の採集は田植が実施されない6月24日から開始し、6月24日(入水始め)6月30日(田植

最盛), 7月7日, 15日, 30日の5回に40ℓ入りポリ容器3ケに水100ℓを採集した。採集した水は4時間沈澱した後, 上澄液をホースで静かに除いて全水量を15ℓとした。この残水を1mm目の篩を通して残渣を除去し, ベルマン法(直径30cmの大型ロートを使用)で16時間処理して游出線虫数を測定した。調査は兩年とも同一方法で実施した。

(2) 調査結果

灌漑水中の線虫生息数は第2表に示すとおりであった。

第2表 灌漑水中から分離された線虫数

調査場所	調査月日	イネシガラセンチュウ		その他	
		1969	1970	1969	1970
灌漑水路 <sup>Ⓐ</sup>	6・24	0 <sup>(匹)</sup>	0 <sup>(匹)</sup>	29 <sup>(匹)</sup>	21 <sup>(匹)</sup>
	30	—	1	—	17
	7・7	1	2	14	31
	15	0	1	15	24
	30	0	0	10	16
多発水田の排水 <sup>Ⓒ</sup>	6・30	—	5	—	21
	7・7	—	2	—	28
	15	—	0	—	20

灌漑水100ℓ中の線虫数

灌漑水中から分離された線虫はイネガレセンチュウ(*Aphelencooides besseyi*), ネモグリセンチュウ(*Hirschmanniella* sp), ハリセンチュウ(*Tylenchus* sp), が認められ, その他非寄生性線虫が多かった。イネシガラセンチュウは田植前の灌漑水からは分離されず, 田植最盛期の6月下旬に生息が認められ7月中旬まで分離された。その後の調査では生息は見られなかった。また'71年に発病の多かった圃場の排水を採集して線虫分離を行なったところイネシガラセンチュウは田植直後に多く1週間後では少なくなった。

以上のように多発地の灌漑水から極めて少数ではあるがイネシガラセンチュウが分離され, 多発圃場から、水路に流出する排水からも生息を認めたことは灌漑水中にかなりの線虫が混入し, 遠距離まで移動することが推察される

3) 水路および水田での線虫寄生調査

多発地の水路を流れる灌漑水中にイネシガラセンチュウが混入していることから, 水路および水田内に無病苗を植付けて線虫寄生の有無について調査を行なった。

(1) 材料および方法

イネシガラセンチュウの感染がまったくない農試圃場(水戸市)で育苗した無病苗のコシヒカリを6月30日に水路(第1図B地点)および協和試験地の水田内(第1図A15地点)に植付けた。水路には1株2本植とし50株を2地点に, また水田内には水口近くに200株を定植した。

8月25日に発病調査を行ない。9月27日に株ごと採集し全株について靱内線虫の寄生調査を行なった。

線虫分離は1株から任意に50粒を選びベルマン法で48時間処理し, 游出線虫数を計数(2反覆)した。

(2) 調査結果

調査結果は第3表に示すとおりで灌漑水路に植付けた

第3表 灌漑水路および水田内での線虫寄生調査(1970)

調査場所	植付け場所	線虫寄生株率	靱50粒当り線虫数
協和町(多発地帯 <sup>Ⓑ</sup> )	水路	4.0(%)	7.3(匹)
	水田	0.5	1.5
農試	水田	0	0

無病苗の発病はまったく認められなかったが, 靱内線虫寄生株率は4%を示した。一方, 水田に植付けた無線虫苗では0.5%の寄生株率で前者に比し寄生率は少なかった。以上のように多発地の水路および水田ではイネシガラセンチュウが寄生し, 田植期の灌漑水でも感染することがわかった。なお同一無病苗を農試圃場(水戸)に植付けても発病および靱内線虫の生息は全く認められなかった。

4) 多発地における雑草への寄生と野外越冬調査

イネシガラセンチュウは水稲以外の雑草にも寄生し, 乾燥状態にある病靱内でわずかに野外越冬する<sup>2)</sup>ことから多発地の畦畔, 水路に繁茂する雑草, とくに禾本科雑草について寄生の有無を調査し, これら種子での野外越冬について調査を行なった。

(1) 材料および方法

水路および畦畔の雑草を8月下旬と9月中旬にそれぞれ種類別に10穂づつ採集し, 穂は1cmに切断しベルマン法で3gを処理, 游出線虫数を調査した。雑草種子, とくにヒエの種子を中心に10月から翌年4月上旬まで毎月1回採集して種子内の線虫数を調査した。種子の採

イネシンガレセンチュウの多発生と田植期の感染について

集は畦畔や水路にこぼれ落ちているものを手で集め供試材料とした。なお、水田内の落穂も採集して線虫の分離を行った。

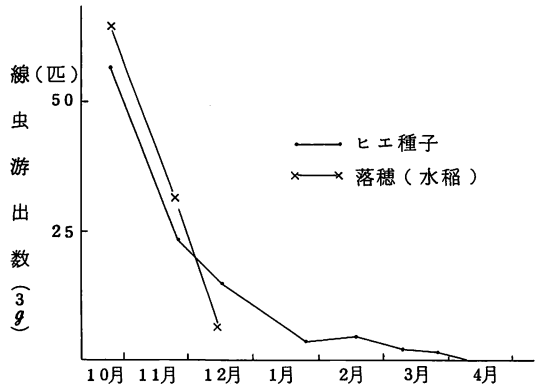
(2) 試験結果

水路および畦畔に繁茂すのイネ科雑草の調査結果は第4表のとおりであった。イネシンガレセンチュウが分離された雑草はヌカキビ、ヒエ、メヒシバなどであるがヒエの寄生がもつとも高く、次いでヌカキビ、メヒシバの順であった。エノコログサ、シマズメノヒエは非寄生性線虫の生息は見られたがイネシンガレセンチュウの寄生は認められなかった。また、水路に繁茂する禾木科雑草に線虫の寄生の多い傾向を示した。なお多発水田内に稲と混生しているヒエでは線虫の寄生が極めて多かったことは注目される。

第4表 多発地におけるイネ科雑草の線虫寄生状況

採集場所	雑草名	線虫分離数			
		1969年		1970年	
		イネシンガレセンチュウ	その他	イネシンガレセンチュウ	その他
I	畦畔 シマズメノヒエ	0(匹)	0(匹)	—(匹)	—(匹)
	タマイチゴツナギ	0	0	0	0
	ヒ エ	0	0	2	0
	エノコログサ	0	15	0	7
II	畦畔 シマズメノヒエ	0	0	—	—
	エノコログサ	0	0	0	6
水路	メヒシバ	2	0	0	0
	ヒ エ	0	0	8	1
III	畦畔 ヌカキビ	4	0	8	0
	シマズメノヒエ	0	4	0	0
	ヒ エ	0	0	0	0
	エノコログサ	0	1	—	—
水路	ヒ エ	9	0	16	0
	メヒシバ	0	0	2	0
IV	畦畔 アカキビ	29	0	35	0
	メヒシバ	0	0	0	0
	エノコログサ	0	8	0	0
	ヒ エ	4	0	11	0
	シマズメノヒエ	0	26	0	0
水路	ヒ エ	16	0	29	0
㊦34	水田 ヒ エ	46	0	51	0
	メヒシバ	6	0	—	—
㊦38	水田 ヒ エ	234	0	40	0

種子内越冬については第3図に示すとおりである。



第3図 種子内での野外越冬調査

稲が刈取られる10月下旬にはこの地帯の水路は乾燥状態となり、ヒエの種子は容易に採集される。

採集種子について線虫の分離を行なったところ、イネシンガレセンチュウの生息は10月下旬は極めて多かったが12月中旬には急減し、1月下旬には種子1g当り15匹と減少した。その後はほぼ同一傾向を示し、4月上旬には分離されなくなり、下旬には種子採集が困難となって種子の分離を中止した。その後(5月上旬)発芽したヒエを採集し線虫分離をこころみだが游出は認められなかった。

一方、水田内の落穂についても線虫の生息調査を行ない、12月中旬まで生息を確認したが、その後糞子の採集が野鳥などに食べられて困難となり調査はできなかった。(糞穀を採集して分離したが線虫の生息はみられなかった。)

これらのことからイネシンガレセンチュウは、多発地帯の水路および畦畔雑草に寄生生息し、イネ科雑草ではヒエ、ヌカキビに多い傾向が見られる。また、越冬については乾燥したヒエ種子内では3月下旬まで野外越冬を確認できたが、4月上旬、種子が湿润状態になるにしたがつて生息はみられなくなった。これは種子内で越冬した線虫が野外に游出して周辺雑草などに寄生し、あるいは游出後の死亡などによって線虫分離ができなかったものと思われる。

## 2 イネシガラセンチュウの水による感染調査

### 1) 田植後における線虫の寄生

田植時期の稲苗にイネシガラセンチュウが感染するか否かについて接種試験を行なった。

#### (1) 材料および方法

農試ガラス室内で、4月24日播種し、35日育苗した苗を2万分の1ワグネルポットに5月29日、1ポット4株、1株2本植とした。品種はコシヒカリを供試し、線虫は前年の罹病籾からベルマン法により分離して使用した。接種方法は稲の株元を経5cm、長さ10cmのポリ円筒でかこみ、その中に1株あたり25匹づつ線虫を接種した。接種時期は植付直後、10日後、25日後の3回実施し3区制とした。調査は7月15日、8月4日に発病調査、9月28日に各区の株ごと採集してベルマン法で籾内の線虫数を調査した。

#### (2) 試験結果

発病および籾内線虫数については第5表に示すとおりである。

第5表 接種時期別による発病と籾内線虫数

線虫接種 月 日	接種の 草丈	発病 茎 率		籾50粒当 りの線虫数
		7月15日	8月4日	
5月29日	17.8cm	7.6(%)	60.8(%)	423.5(匹)
6 8	26.3	0	26.5	145.0
6 23	35.5	0	1.5	98.0

植付直後の苗に線虫を接種した区では7月15日に発病が認められ、8月4日の調査では60.8%の発病茎率を示した。10日後接種区では7月15日に発病は見られないが8月4日には止葉に病徴が見られ26.5%の発病茎率であった、また25日後では1.5%の発病できわめて少なかった。

一方、籾内の線虫数は植付直後の接種が極めて多く、接種時期がおそくなるにしたがって寄生数も少なくなった。

以上のことからイネシガラセンチュウは田植後でも稲に寄生し、接種時期が早いほど発病および籾内線虫数

を多くする。また、発病株のうち止葉発病の見られなかった穂からも線虫の寄生が認められた。

### 2) 罹病苗からの線虫游出

イネシガラセンチュウは稲の発芽時に籾外に游出し幼芽時に寄生する個体が多い<sup>2) 6)</sup>ことが知られているが本試験は田植時期の苗から線虫が游出するかどうか、また苗への寄生の有無についても調査を行なった。

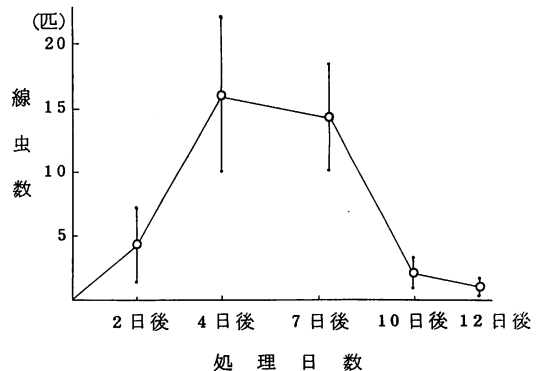
#### (1) 材料および方法

前年多発生を認めた種籾を温室内で育苗し播種28日後に抜き取り根をよく水洗いしてから直径2.5cm、高さ9cmのガラスチューブ中間に2mm目の金網を入れ、その上に苗を1区3株のせた。チューブ内の稲苗は株元が十分水で浸漬するようにし処理2日、4日、7日、10日後に容器内の全水を取り出し、水中に游出した線虫数を調査した。苗の草丈は平均15.5cm、根は約1cmを残して切断し室内にて試験を行なった。

次に無病苗と罹病苗を同じポット(2万分の1ワグネルポット)に植付け、無病苗への線虫の寄生調査を行なった。品種はコシヒカリを用い植付時期を5月29日、1ポット4株1本植とし、中央の1株は罹病苗とし5本植付けた、7月15日と8月1日に発病調査を行ない、9月25日に穂を採集してベルマン法で籾内線虫数についての調査を行なった。

#### (2) 調査結果

苗からの線虫游出は第4図に示すとおりで、無病苗と



第4図 病苗からの線虫游出推移(3株当り虫数)

罹病苗を植付けたポットでの寄生調査は第6表に示すとおりであった。

第6表 植付後の発病と線虫数

区	初発月日	発病率		籾50粒当りの線虫数	
		株率	莖率	発病籾	無発病籾
混植区	7.30	94.4%	55.4%	194.0	168.1
保虫線区	7.12	100.0	76.3	204.7	231.4
無線虫苗区	—	0.0	0	—	0

田植期の罹病苗からイネシンガレセンチュウが水中に游出するのは処理2日後より4日後に多く認められ、7日後でも游出することを確認した。10日後では各苗とも游出数は少なく、また游出が認められない株が多かった。供試苗1株当りの線虫游出数は平均2.4匹であった。

一方、同一ポットに無病苗と罹病苗を植付けた場合には無病苗の止葉に発病が見られ、籾内線虫数は罹病苗と同等の虫数が分離されるとともに発病が見られない穂でも籾内に線虫が寄生していた。

この結果から罹病苗のイネシンガレセンチュウは田植時期に水中に游出し、無病苗に寄生して発病することを認めた。

3) 圃場内における線虫の感染について

灌漑水が自由に流れ込む水田でのイネシンガレセンチュウの感染について調査を行なった。

(i) 材料および方法

(i) 水戸市若宮町の水田を畦畔板で2.5㎡に区画し、中央に罹病株4株を植付け、その周囲に無病苗を畦間30cm、株間15cmとして1株2本植をし、他圃場からの灌漑水が流入しないように注意した。植付は昭和42年5月19日、8月24日に発病調査、9月30日に全株を採集し、株ごとの籾内線虫数を調査した。

(ii) 水戸市上国井町の水田60㎡を畦畔板で区画し、区内を2分して罹病苗と無病苗を植付けた。灌漑水はつねに罹病苗植付区を通して無病苗区に自由に流れ込むようにし、水の取り入れ口は1箇所とした。品種はコシヒカリ、5月29日に畦間30cm、株間15cmとし1株2本植とした。調査は罹病苗から距離別に実施し8月15

日に発病調査、9月30日に株ごと採集して籾内の線虫数をベルマン法により分離調査した。また、水口が同一の隣接圃場での発病及び籾内線虫についても距離別に調査を実施した。

(2) 調査結果

区の中央に罹病苗を植付けた場合の無線虫苗への寄生は第7表に示した。

第7表 病苗を中央部に植付た周囲の発病率

区名	発病株率	発病莖率	在線虫株率
混植区	(A) 1.0%	0.13%	5.1%
	(B) 0	0	5.9
無処理	0	0	0

罹病苗の周囲に植えられた無病苗の発病は0.5%の発病株率を示し籾内の線虫寄生株率は5.4%で前者に比して多かった。即ち発病(止葉)が認められない稲株でも籾内に線虫が寄生していることがうかがえる。無病苗のみ植付けた区では発病および線虫寄生は見られなかった。

次に水口近くに罹病苗を植付け灌漑水が自由に無病苗区に流れ込む圃場での調査結果は第8表のとおりであった。また水口が同一で罹病圃場に近接している圃場での発病については第9表に示すとおりであった。

第8表 罹病苗および無病苗植付圃場の発病と籾内線虫数

罹病苗移植圃場からの距離	発病株率	発病莖率	籾50粒中の線虫数	
			発病穂内虫数	無病穂内虫数
0~1.5m	33.3%	3.9%	295.5(匹)	150.5(匹)
1.6~3.0	11.1	1.2	174.0	278.5
3.1~4.5	24.4	2.6	294.3	190.0
4.6~6.0	24.4	2.7	46.0	61.7
6.1~7.5	24.4	1.9	463.6	115.0
7.6~10.0	1.6	0.2	246.0	56.0

第9表 隣接圃場の発病と籾内線虫数

罹病苗移植圃場からの距離	発病株率	発病莖率	籾50粒当りの線虫数
0~2m	15.9%	1.1%	232.5(匹)
2~4	12.8	0.8	94.0
4~6	5.2	0.3	98.5
6~8	7.2	0.4	65.0
8~10	3.4	0.1	135.0
10~12	2.8	0.09	119.0
12~14	1.9	0.05	62.0

灌漑水が罹病苗、無病苗区を自由に交流する圃場の発病は罹病苗に接近した無病苗ほど発病の多い傾向が見られる。しかし、全体的には距離別の差はあまり見られず約50%の株に発病を認めた。籾内の線虫寄生は発病しない株でも見られた。

一方、罹病苗区に水口が近接している圃場での発病を見ると、水口から4m以内で発病が多く10m以上になると少なくなる傾向が認められた。このことは罹病苗区の灌漑水が満水となり水口を通して流れ出し、線虫の感染が行なわれたものと思われる。

以上のことから罹病株の混入が少ない圃場では健全苗での発病は少ない。しかし、多発病ほ場の灌漑水が自由に流れ込む水田では甚だしい発病が認められ、線虫の籾内潜在虫数も多く認められることから田植後でも感染率を高くするものと思われる。また、水口が多発病ほ場に近接している場合には、灌漑水に混じって線虫が流入し苗への感染が行なわれるものと推察される。

4) 水中における線虫の生存期間

イネシガラセンチュウの水中での生存期間の長短は本病の伝染に重要な意義をもつものと考えられるので調査を実施した。

(1) 材料および方法

室内の定温器で前年多発した籾を24時間処理し、游出した線虫を供試虫とした。

処理方法は井戸水および殺菌水を1000ccのビーカーに50cc入れ、その中に前記分離した線虫を各50匹あて入れて12時間ごとに生死別の調査を行なった。線虫の生死判別は虫体によじれて游泳不能な状態を仮死虫と

し、尾部がステッキ状になった虫を死虫とした。処理温度は20℃、25℃、30℃として実施した。

(2) 試験結果

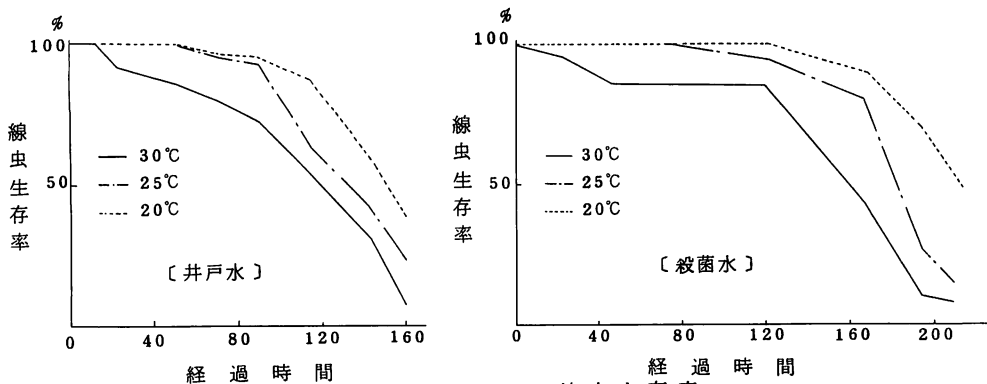
調査結果については第5図に示すとおりで、井戸水での線虫の生存は20℃では処理後140時間で40%の死亡率を示し、25℃では60%、30℃では70%となり水温が高くなるほど死虫率は高くなった。井戸水を使用した場合に処理60時間頃より水中に藻菌類の発生が認められ、線虫はこの菌糸塊の中に頭部を突込んで動けなくなり、死亡すの個体を多くしていた。

一方、殺菌水の場合は20℃で140時間処理後の死虫率は5%、25℃では12%、30℃では30%と、井戸水処理区に比して死虫率は低かった。

以上のように水中におけるイネシガラセンチュウの死亡は水温が高いほど多くなった。即ち温度による線虫の死亡は殺菌水中で処理後120時間頃から多くなる傾向がみられ、井戸水では処理100時間頃であるが、この場合は藻菌類の発生による死亡の促進が考えられる。また、水中でのイネシガラセンチュウは処理54時間頃から虫体の「よじれ」現象がみられるが虫体を針などで動かすと再び游泳を開始した。処理140時間後には「よじれ」個体は游泳不能となり、ステッキ状となって死亡する。

3 常発地における目黒米発生について

イネシガラセンチュウの多発水田の稲から目黒米の発生が多く認められるのでその実態を調査した。



第5図 水中における線虫生存率

1) 材料および方法

調査は線虫常発地の協和町及び取手町の水田で行なった。各調査圃場の籾を1971年11月25日にそれぞれ採集し、籾摺を行ない籾殻および玄米の線虫分離を実施した。また、同時に玄米に生ずる黒変・クサビ症状(目黒米)について、8月23日に1圃場100株を対象に発病調査を行なった。

2) 調査結果

線虫の寄生数と目黒米の発生については第10表に示すとおりでイネシンガレセンチュウの寄生がきわめて多

第10表 線虫多発地の目黒米発生調査

調査場所	品 種	調査粒数	斑点米率 (%)	目黒米率 (%)	褐色米率 (%)	50粒中の線虫数 (四)	本田の発病株率 (%)
	日本晴	1028.5	0.3	5.2	0.3	483	59
協和	コシヒカリ	1007.5	0	2.1	0.7	410	46
和	コシヒカリ	1011.0	0	1.9	0.6	125	19
町	コシヒカリ	1005.0	0.2	0.4	0.3	10	1
	日本晴	949.5	0.2	4.1	0.4	146	19
取	トネワセ	615	0	0	0.3	7	—
手	コシヒカリ	486	0	1.2	0.4	114	—
町	日本晴	768	0	5.2	0.4	627	—

い協和町および取手市の日本晴では目黒米の発生率は最高5.2%と多く、線虫の寄生が少なくなるにしたがって目黒米の発生も少なくその関係は $r = 0.929$ と高い相関を示した。

これらの多発生の籾について1粒ごとの分解調査を行なったところ第11表に示すように目黒米で線虫の生息

第11表 目黒米発生と線虫寄生調査

品 種	調査数量	目黒米で線虫有の粒数	目黒米で線虫無の粒数	線虫有で目黒無の粒数
日本晴	200	20(14.3)	4	57(13.9)
コシヒカリ	178	2(10.2)	5	3(7.5)
トネワセ	67	3(9.5)	1	1(11.0)
日本晴	200	12(12.5)	4	85(8.0)

( )内は1粒中の平均線虫数

がみられる籾よりも線虫が寄生していても目黒米とならない籾の方が多い傾向が認められた。また目黒米のほとんどの籾から線虫の寄生が認められる。

次に目黒米の黒変部発生については第12表のようであ

った。

第12表 目黒米発生と線虫寄生調査

調査品種名	調査粒数	粒当たり1ヶ所黒変発生粒率		粒当たり2ヶ所以上黒変発生率 (%)
		復側の発生粒 (%)	背側の発生粒 (%)	
コシヒカリ	86	96.5	3.5	0
日本晴	56	89.9	8.4	1.7
モチ(精米)	135	98.5	1.5	0

黒変部(クサビ症状)の発生は玄米の腹側に1個所の発生粒がほとんど2~3カ所発生している粒はきわめて少なかった。

以上のことから目黒米の発生と線虫の寄生には高い相関がみられるが、籾内に線虫の生息が認められても目黒米とならない玄米もあり断定しがたい面もある。しかし、目黒米の発生籾には線虫の寄生がみられる個体が多いことからその発生は線虫の穂への侵入時期および量に關係するであろうことが推測できる。

4 防除試験

苗代および田植期の感染防止について試験を実施した。

1) 苗代処理

(1) 材料および方法

場所: 水戸市上国井町, 供試品種: コシヒカリ, 播種: 4月24日, 田植: 6月1日

薬剤はパダン, スパノン, バイジット粒剤を苗床1m<sup>2</sup>当たり30gを灌水後, 播種直前に散布して播種覆土した。1区24m<sup>2</sup>, 2区制, 畦畔板にて, 区画し区間の灌漑水の交流を防ぎ, 発病調査を8月17日に行なった。なお10月15日に各区より20株をランダムに刈取り籾内線虫数について調査した。

(2) 調査結果

結果は第13表のとおりで畑苗代での薬剤処理効果はバイジット処理が発病および籾内線虫数を少なくし, 次

第13表 薬剤による畑苗代処理効果

薬剤名	発病株率 (%)	発病茎率 (%)	籾50粒中の線虫数 (匹)
バイジット	1.7	0.1	0.3
パダン	3.3	0.4	6.5
スパノン	15.0	0.5	12.5
無処理	33.3	20.4	72.0



いでパダン処理であった。

2) 植付時処理 (感染防止)

(1) 材料および方法

場所：水戸市上国井町，供試品種：コシヒカリ，播種：5月10日，植付：6月15日，施肥は行法，区制：1区52m<sup>2</sup>2区制，植付：30cm×15cm

植付後の区間の感染を防止するため畦畔板で区画し，灌漑水は同一水口から入水した。区内の感染源として罹病苗を水口近くに3畦(30株)植付け，薬剤はバイジツト粒剤50%，パダン粒剤5%を10a当たり3kgを田植直後と7日後に手播きした。水深は約3cmとして植付け14日後までたもった。

(2) 調査結果

結果は第14に表すとおりで本田植付け期の感染防除を目的とした田植直後の散布はバイジツト粒剤5%区で顕著な効果が認められ，次いでパダン粒剤5%であった。

植付7日後処理は両薬剤とも直後処理に比してやゝ劣る結果を示し，パダン区では止葉の発病がわずかに認められた。

第14表 薬剤による畑苗代処理効果

薬剤名	薬剤処理 時期	調査		50粒当 同率 たりの	
		株数	同率 茎数	同率	線虫数
バイジツト粒剤5% (3kg)	植付直後 (6月15日)	100	0	1,242.5	0
	植付7日後 (6月22日)	100	0	1,121.6	0
パダン粒剤5% (3kg)	植付直後 (6月15日)	100	0	1,315.0	0
	植付7日後 (6月22日)	100	0.5	1,228.0	0.08
無処理	—	100	11.2	1,195.5	8.8

III 総合考察

1 多発地におけるイネシガラセンチュウの発生調査

本線虫は従来から種籾内で越冬し<sup>1)</sup>籾の発芽時期から苗代期に伝染の多いことが知られている。<sup>2) 5) 6)</sup>

本病の多発している協和試験地周囲の水田を対象に発

生調査を行なったところ，灌漑水路にそった約80%の圃場から線虫の生息を認め，発病の甚だしい圃場では草丈が低く全株に線虫の寄生が見られ，発病は年々増加していた。同地域は畑苗代栽培がきわめて多いことから苗代期の感染(苗代間)は少ない。田村ら<sup>6)</sup>は苗の3～4葉期でも線虫は灌漑水によって株間移動が活発に行なわれることを指摘している。このことから多発地の灌漑水を田植期に採集し線虫生息調査を行なったところ，1971および72年とも田植最盛期の6月下旬から7月上旬にイネシガラセンチュウ (*Aphelenchoides besseyi christie*) を確認した。

また，多発病水田から流出する灌漑水からも線虫が多く検出され，灌漑水に生息している線虫は7月中旬以後には，生息は認められない。

一方，水路に無病苗を植付けたところ線虫が寄生し，灌漑水を利用している水田内でも線虫の寄生が認められた。

以上の結果からこの多発地帯では田植時期に罹病苗からイネシガラセンチュウが灌漑水中に游出して圃場間を移動する。即ち線虫が灌漑水に混入するため伝染が広範囲に行なわれることが推察される。

また，これら多発地では畦畔や灌漑水路に繁茂するイネ科雑草にもイネシガラセンチュウが寄生していることを認め水路に生えているヒエ，メヒシバでは寄生が多く，畦畔に繁茂するヌカキビにも寄生していることがわかった。このことは吉井ら<sup>1)</sup>の報告とほぼ一致する。なお，多発生水田内のヒエでは前者に比して寄生虫が極めて多く，メヒシバでも生息を認めたがいずれの雑草も葉先の病徴はみられなかった。

イネシガラセンチュウの野外越冬については吉井<sup>2)</sup>は前年多発した稈穀や稲ワラなどで乾燥状態の場合是一部越冬することを報告していることから枯草下のヒエ種子を採集して線虫の生息状況を調査した結果，翌春3月中旬まで線虫が野外越冬していることを認めた。しかし4月上旬から5月上旬(発芽したヒエ)の調査では線虫の生息の確認することができなかった。この時期は野外の気温上昇や種子の湿潤などにより線虫は種子外に游出することが考えられ，ヒエのみの調査では生息の確認は

困難であった。

本線虫の寄生した病穂を冬期雨水にさらすとほとんど死滅する<sup>2)</sup>と云われているが、本調査ではイネシガラセンチュウが翌年3月まで野外の種子内で生存することは、畦畔(農道)の雑草に線虫の寄生が認められることから考え、この地帯では一部野外越冬は可能であることが推測できる。なお、水田内の落穂は野鳥などの餌となることから越冬は困難と思われる。

以上のことからこの地帯における線虫の多発要因は、罹病苗の本田移植によって線虫は水中に游出し、灌漑水に混じって水路に流出して他圃場へ移動感染する一方、野外雑草の種子内で越冬するであろう線虫についても圃場への感染は判然としないが発生要因として十分考慮する必要がある。

## 2 イネシガラセンチュウの田植後の感染

多発地における本線虫の感染は田植期の灌漑水によって移動伝搬される。

そこで本線虫を田植期の苗に接種したところ、植付直後に線虫を接種すると発病および籾内線虫は多く、接種時期がおくれるにしたがって発病、線虫数とも少なくなった。即ち稲の生育が進むと止葉の病徴は認められず、籾内線虫も少なくなる。このことは田村ら<sup>7)</sup>の苗の葉数が多くなるほど発病は少なくなることに一致する。

田植期の苗からイネシガラセンチュウが水中に游出するか否かについては、線虫は苗を抜き取ってから4日後にもっとも多く、10日後では游出数は減少した。また、罹病苗と無病苗を同一ポットに混植すると無線虫苗は発病し籾内線虫数も多くなる。

一方、圃場における線虫の感染については、灌漑水が自由に罹病苗区と無病苗区の間を流入する場合には発病し、籾内線虫数は多くなり、とくに罹病苗に近接した無病苗の発病が多くなることがうかがわれた。これら圃場内で発病がみられない稲でも籾内の線虫数は概して多いことが認められる。

以上のことからイネシガラセンチュウは植付時期の苗から水中に游出し、灌漑水によって移動し、感染が行なわれる、それは罹病苗が多いほど感染率を高くし、発病

圃場が近いほど線虫寄生は多くなる。

線虫が苗から水中に游出してどのくらいの生命を保つかと云うことが感染の多少をきめるために極めて重要である。そこで井戸水および殺菌水を使用して調査を行なった結果線虫は水温が高くなるにしたがって死亡率が高くなることを認めた。この結果は田村ら<sup>7)</sup>の報告と一致する。しかし死亡時間については田村らの調査では25℃で16時間後に41%の生存率であるが、本調査では井戸水の場合50%の生存率は130時間となり前者に比してきわめて長いことを認め、殺菌水では約190時間と長いことがわかった。このことは試験方法および供試虫の個体差にもよるが、線虫はかなり長時間水中で生存できるものと思われる。なお、井戸水を加温すると処理60時間(20℃)頃から水中に藻菌類の発生が認められ線虫は菌塊に頭部を突きさして游泳不能となり死亡する個体のあることを認めた。

このようにイネシガラセンチュウが水中で長時間生存し得ることは、灌漑水の流れを利用し広範囲な移動が可能であり、同時に線虫の感染をより助長させることが推察されよう。

## 3 イネシガラセンチュウと目黒米

イネシガラセンチュウの発生が多いと目黒米の発生率を多くすることは上林ら<sup>11) 14)</sup>によって報告され、本調査からも線虫の寄生が多い籾では目黒米の発生が多いことを認め前者と同様の結果が得られた。しかし、線虫の寄生が多い籾でも必ずしも目黒米にならない個体もあり、目黒米の発生と線虫寄生数は必ずしも一致しない面もある。玄米での目黒米の褐変発生は1粒に1カ所のものが多く、2~3個の黒変発生粒はきわめて少なかった。いずれにしてもこれら目黒米の発生がイネシガラセンチュウの寄生に関係し線虫の穂への侵入時期および増殖との関連によって起るものであろうことは推察できる。

## 4 防除試験

畑苗代におけるイネシガラセンチュウの防除は播種直前(灌水後)に苗床1㎡当たり30gのバインツ粒

剤5%, パタン粒剤5%を散布し、直ちに播種、覆土するとすぐれた効果が認められる。

一方、植付時の防除(本田感染防止)としてはバイジット粒剤5%を植付直後(7日以内)に10a当たり3Kg散布すると線虫の感染を防止し、すぐれた効果が認められる。なお、薬剤散布後は水田内の灌漑水は、流出流入をさけ水深を約3cmに3~4日保つとより効果的である。

#### IV 摘 要

1. イネシガラセンチュウの多発地域で発病および線虫の生息調査を実施した。
2. 多発地の灌漑水中からイネシガラセンチュウ (*Aphelencooides besseyi*) の生息を認め、水路に無線虫苗を植付けたところそれらの線虫の寄生を認めた。
3. 多発地の畦畔、水路に生えているイネ科雑草の子実から線虫の寄生が認められた。野外での越冬は3月下旬まで生息を認めたがその後については判然としない、しかし越冬は可能であろうことは推測できた。
4. 田植期の苗から線虫は水中に游出し感染する。線虫の感染は植付直後に多く、後期では少ない。
5. 水中における線虫の生存期間は長く50%致死日数は井戸水の水温が25℃で約5日であった。
6. 目黒米の発生は、線虫寄生の多い畦ほど多発生の傾向がみられる。
7. 畑苗代および田植期の線虫感染防止について薬剤処理を実施した。その結果畑苗代ではバイジット粒剤、パタン粒剤の床面施用、田植期の感染防止には植付直後バイジット粒剤の散布ですぐれた効果を示した。

#### 参 考 文 献

- 1) 吉井甫(1944): 稲の線虫心枯病 農及園 Vol 11~16
- 2) 吉井甫(1951): 稲線虫心枯病の生態と防除 農及園 Vol 26~1

- 3) 西沢務・赤富喜三(1955): 稲心枯線虫の学名と寄生性について(講要)日植病 Volxx №1
- 4) 後藤和夫・赤津量栄(1952): 稲線虫心枯病に関する研究 第2報 日植病 Vol XVI 2 9~12
- 5) 田村市太郎・気賀沢和男(1957): スイトウセンチュウの生態に関する研究 第1報 日本生態学会誌 Vol 7 111~114
- 6) 田村市太郎・気賀沢和男(1958): スイトウセンチュウの生態に関する研究 第2報 日本生態学会誌 Vol 8 37~42
- 7) 田村市太郎・気賀沢和男(1959): スイトウセンチュウの生態に関する研究 第3報 日本生態学会誌 Vol 9 1~4
- 8) 小森昇・川田惣平・高野誠義(1963): イネ線虫心枯病の防除に関する研究 茨農試研報第5号 1~14
- 9) 稻生稔(1968): イネ心枯線虫病の水媒感染について 第2報 関東々山病虫研報 №15 118
- 10) 稻生稔(1971): イネシガラセンチュウの水媒体感染について 第3報 関東々山病虫研報 №18 123
- 11) 上林譲・今村三郎(1972): イネシガラセンチュウの本田における発生例・日線虫研誌 №1 22~24
- 12) 五味美知男・中里筆二・吉沢進(1965): 稲心枯線虫病防除に関する研究 関東々山病虫研報 №12 99
- 13) 五味美知男・中里筆二・田裕行・菊地生男(1967): 稲心枯線虫防除に関する研究 関東々山病虫研報 №14 133
- 14) 久永勝・牧野秋雄・大沢高志(1970): イネ目黒米の発生生態 関東々山病虫研報 №17 121

茨城県農業試験場研究報告 第14号

昭和49年3月31日 発行

発行所 茨城県農業試験場

水戸市上国井町

印刷所 新生プリント社

水戸市見和町28-18

印刷者 宮崎利安

Bulletin of the Ibaraki Agricultural Experiment Station

No. 14, 1973

Contents

1. Studies on Injuries by Continuous Cropping of Rice Plant in Upland Field and Its Control

Part I. Symptoms and Conditions on Occurrence of Injuries

.....Akira MATSUDA, Kō SHIMONAGANE, Katsumi OZAKI and Bunkichirō WATANABE

2. Mechanized Cultivation Using of Trencher on Edible Burdock (*Arctium lappa L.*)

.....Yoshio WADA, Miyoshi KIRIHARA, Nobuyuki ASANO and Kazuo KINOCHI

3. Some Epidemiological Informations on Violent Outbreak of Rice White-Tip Nematode and

Its Infection at Transplanting Period

..... Minoru INŌ