

茨城県農業試験場研究報告

第 15 号

BULLETIN

OF THE

IBARAKI AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION

No. 15

— 1974 —

茨 城 県 農 業 試 験 場

水戸市・上国井町

IBARAKI AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION

KAMIKUNII-CHO, MITO, JAPAN

正 誤 表

頁	行	誤	正
13	右 上から13	山本鉄司	山木鉄司
21	第5図	生産経過	生育経過
34	右 下から1	ガスバ	ガスバ
36	左 上から13	キャプタン水和剤	オーソサイド水和剤
49	第1表 菌系P -2bのPの値	$r:(m+s)=(7:9)$	$r:(m+s)=7:9$
66	第3図	2.5 Y	2.5 Y
68	第6図	$\frac{2}{1}$	$\frac{7}{1}$
69	第10図	盛夏期よる	盛夏期による
75	左 上から5	与えるものは	与えるのは
149	左 上から11	これより	これから
"	左 下から6	気の	気への
"	右 下から2	Metaboic	Metabolic

茨城県農業試験場研究報告 第15号 目次

1. 稲糯品種種子への稈粒の混入について	根本博雄・塙 治雄・鯉渕幸治・小野信一	1
2. 畑水稲および陸稲の連作害と対策に関する研究		
第2報 連作害対策試験	酒井 一・伏谷勇次郎・津田公男・石川昌男・浅野伸幸 梶田貞義・松田 明・下長根 鴻・尾崎克巳・渡辺文吉郎	13
3. 陸稲のいもち病抵抗性の遺伝に関する研究		
第1報 陸稲農林糯4号のいもち病抵抗性の遺伝	阿部祥治・清沢茂久・小野信一	47
4. 水田転換畑における野菜栽培に関する研究		
第1報 地下水位と畦の高さが、キュウリ、キャベツ、ハナヤサイの生育と収量におよぼす影響	幸田浩俊・梶田貞義・秋山 実	65
5. 陸田転換畑におけるマルチ、トンネル直播レタスの塩類濃度障害について	小坪和男・緑川覚二・梶田貞義	77
6. 転作大豆の増収の可能性とその耕種法	秋山 実・梶田貞義・渡辺正信・塩幡昭光・幸田浩俊・黒沢 晃	83
7. 畑作物稈稈類のすき込みが作物生育および土壌の理化学性に及ぼす影響	木野内和夫・友部弘道	95
8. ゴボウの栽培法に関する研究		
第1報 ゴボウの生育経過と養分吸収について	本田宏一・石川 実・石川昌男	105
9. 八千代町におけるハクサイ栽培土壌の理化学性の実態と養分吸収について	小山田 勉・石川 実・石川昌男	113
10. 土壌の重金属汚染に関する調査研究		
第1報 七会村塩子地区水田土壌の重金属汚染の実態	石川昌男・津田公男・平山 力・石川 実・吉原 貢・小林 登	121
11. 土壌の重金属汚染に関する調査研究		
第2報 日立周辺地区の重金属汚染の実態	石川 実・平山 力・津田公男・石川昌男	131
12. 土壌の重金属汚染に関する調査研究		
第3報 水稲登熟過程における米のカドミウム、銅およびマンガン濃度の変化	津田公男・石川昌男・石川 実・飛田 勇・黒沢正義	139
13. 茨城県における土壌および作物体のポリ塩化ビフェニル汚染調査	漆原栄治・小林 登・石川昌男	145

稲糯品種種子への粳粒の混入について

根本博雄・埴 治雄・鯉 淵幸治・小野信一

稲糯品種の種子には、粳粒が混入してはならないとされているが、50aの大規模稲糯品種ほ場の中央部でも混入が認められた。この粳は糯・粳性についてヘテロであり、混入率がほ場の場所によって異なることから、自然交雑が混入の主因と思われ、粳粒が全く混入しない糯品種の種子を生産するのは困難であると考えられた。また、自然交雑によって混入した粳を、次年の異株抜きで完全に除去することはできなかった。

自然交雑率が最も大きかった品種、年次の数値を基にして、原種以降の混入粳粒の増加を推定した結果から、原種で最高0.018%、採種ほ産種子で最高0.056%程度の粳粒が混入するのはやむを得ないものと考えられた。しかし、この種子は、農家に入って4年目でも1・2等の規格範囲に入るので、実用上支障はない。

なお、採種ほ産稲品種の種子に混入した粳粒を次代検定した結果、この中には、機械的混入による粳粒が含まれている事が推定された。

目 次

I 緒 言	1
II 試験方法と試験結果	2
1. 粳粒混入の品種間差異	2
2. 1株の粳が周囲に及ぼす影響	3
3. ほ場の周辺部と中央部の粳粒混入率	3
4. ほ場南側の周辺からの距離と粳粒混入率、および1列に植えた粳品種の南北両側の粳粒混入率	4
5. 原々種、および原種に混入した粳粒の次代検定	5
6. 採種ほ産稲品種種子の粳粒混入率と混入粳粒の次代検定	7
III 考 察	7
1. 粳粒混入の原因	7
2. 自然交雑率の品種間差異と年次間差異	8
3. 異株抜きによる混入粳除去の可能性	8
4. 採種ほ産稲品種種子の粳粒の機械的混入率	9
IV 混入粳粒増加の推定	10
1. 推定の方法	10
2. 推定結果	10
3. 考 察	11
V 結 論	11
摘 要	11

I 緒 言

水陸稲糯品種の種子には粳粒が混入してはならないことが、農産物規格規程によって定められている。しかし、糯品種の種子中に粳粒が混入することは数多く報告されており¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁷⁾、現実に、採種ほにおいては、種子粳の検査結果の判定について各所で混乱が起っている。

第1表は本県農試本場で生産した最近数年間の糯品種原種の粳粒混入率である。玄米播種によって原々種中の混入粳粒を除去したり、収穫時に、粳粒の混入が多いほ場周辺部を種子用から除外するなどして、混入の減少をはかったが、混入を皆無にすることはできなかった。

第1表 糯品種原種の粳混入率

年次	品 種 名	粳混入率(%)	年次	品 種 名	粳混入率(%)
	マンゲツモチ (水)	0.100→0.019		ハツサクモチ (陸)	0.007 ※
44	ミスハタモチ(畑水)	0.233→0.036	45	ミスハタモチ(畑水)	0.004 ※
	ハツサクモチ (陸)	0.136→0.048		ハタキヌモチ (陸)	0.000 ※
	ハタキヌモチ (陸)	0.014	46	ハツサクモチ (陸)	0.024 ※
	ミスハタモチ(畑水)	0.148→0.033	47	ハツサクモチ (陸)	0.011 ※※
44	ハツサクモチ (陸)	0.090→0.038	48	ハツサクモチ (陸)	0.007 ※※
	ハタキヌモチ (陸)	0.005		ハタキヌモチ (陸)	0.010

- 注 1. (水) (畑水) (陸)はそれぞれ水稲, 畑水稲, 陸稲を示す。
 2. 0.100→0.019などは0.100%のものを逆塩水選⁴⁾で0.019%にして出荷した事を示す。
 3. ※ 玄米播種を実施。
 4. ※※ 玄米播種をして、収穫時に南側2mを除外。

このような糯品種種子への粳粒混入の原因について、原田⁴⁾、北海道主要農作物種子協会⁵⁾西山⁷⁾は自然交雑によるとして調査研究を行っており、一方、榎本²⁾は本県産の愛国糯に混入した粳粒が突然変異によることを確かめている。また大内⁸⁾は穂孕期の低温が混入を多くすると報告している。

このように、糯品種種子粒への粳粒の混入が避けられないものであるとすれば、その要因を解明し、粳粒の混入を最少限に止める対策を講ずるとともに、種子粒についての検査規格も科学的根拠に基いて改訂し、実用上の混乱を避けるべきであると考えられる。

このような観点から、著者らは、昭和44年以来、水陸稲糯品種への粳粒混入の要因解明について一連の試験を行なうとともに、その結果から、原種ほ以降の粳粒混入の増加を推定してみたので、結果を報告する。

II 試験方法と結果

一連の試験は、特記するもの以外は、水陸稲とも水田移植栽培法とし、供試品種は玄米にして混入粳粒を除去して播種育苗した。

混入粳粒の調査は十分乾燥した玄米について肉眼観察によって行ない、判別の困難な粒については沃度加里反応に

よった。

1 粳粒混入の品種間差異

1) 試験方法

昭和44年から47年までの4年間、県奨励水陸稲糯5品種と、出穂期がそれぞれほぼ等しい粳品種とを、畦巾30cm、株間15cm、1本植え、糯品種5畦、粳品種6畦、畦長4.5mの交互畦に植えて、糯品種への粳粒混入を調査した。供試糯品種と、組合せた粳品種は結果の項に示すとおりである。調査は、中の3畦約90個体について、個体別に行なった。

2) 試験結果

試験結果は第2表に示すとおりである。各組合せ間の出穂期はほとんど0～3日の差であったが、粳粒混入率は品種間差が大きかった。すなわち、昭和44～46年のハツサクモチは、混入株率が84～99%、1株30粒も混入した株があって、混入粒率が0.748～0.956%と多く、反対に、ハタキヌモチとミズハタモチは少なく、混入株率は15～52%、1株の混入粒数はほとんど1～2粒であった。信濃糯3号とマンゲツモチは、ハタキヌモチやミズハタモチよりやや多い程度であった。

第2表 糯品種と粳品種とを交互畦に植えた場合の粳混入率

調査項目 品種名	昭和44		45			46			47			平均		
	出穂期 (月/日)	混入 株率 %	混入 粒率 %	出穂期 (月/日)	混入 株率 %	混入 粒率 %	出穂期 (月/日)	混入 株率 %	混入 粒率 %	出穂期 (月/日)	混入 株率 %	混入 粒率 %	混入 株率 %	混入 粒率 %
ハツサクモチ (陸)	九州7/27 11号 (陸)7/28	84	0.748	7/30 44年 と同じ8/1	98	0.810	8/1 44年 と同じ8/1	99	0.956	農林7/31 1号 (水)7/31	69	0.244	88	0.690
ハタキヌモチ (陸)	タチミ8/6 ノリ (陸)8/5	26	0.068	8/4 44年 と同じ8/4	52	0.101	8/4 44年 と同じ8/7	44	0.111	無芒8/7 愛国 (水)8/12	15	0.029	34	0.077
ミズハタモチ (畑水)	ミウ8/2 ジョウ (水)8/1	16	0.025	8/2 44年 と同じ8/1	40	0.083	8/3 44年 と同じ8/3	47	0.086	農林7/31 1号 (水)7/31	44	0.121	37	0.079
信濃糯3号 (水)	コンヒ8/6 カリ (水)8/9	50	0.107	8/7 44年 と同じ8/10	72	0.193	8/4 44年 と同じ8/7	73	0.154	トネ8/8 フセ (水)8/2	56	0.107	63	0.140
マンゲツモチ (水)	コンヒ8/13 カリ (水)8/9	24	0.063	ツクバ8/12 ニシキ (水)8/15	94	0.227	8/10 45年 と同じ8/13	42	0.072	無芒8/13 愛国 (水)8/12	90	0.234	63	0.149
平均		40	0.202		71	0.283		61	0.276		55	0.147	57	0.230

- 注 1. 出穂期中の品種名は組合せた品種。
2. 出穂期：上は供試品種，下は組合せた粳品種。

稲糯品種種子への稈粒の混入について

なお、昭和47年に組合せる稈品種を替えた結果、ハツサクモチの混入率が比較的小さくなり、稈品種の違いによっても混入率が異なることが示唆された。

昭和46～47年は1株3～4本の稚苗移植である。

調査ほ場には、昭和42年よりハツサクモチを栽培し、越年粒の自生による異品種の混入がないように留意した。

2 1株の稈が周囲に及ぼす影響

1) 試験方法

昭和44年から47年までの4年間、東西100m、南北50mのハツサクモチの原種ほ場の中に、5m×5mの中心部に出穂期の等しい九州11号(陸稲稈)を1株植えた区を6区設け、この1株を中心とした半径1m以内の部分と、残りの部分から、それぞれ約1kgを採取して稈粒混入率を調査した。また昭和45年の調査で得た混入稈23個体について次代検定を行った。

栽培法は、昭和44～45年は1株2～3本の手植え、

2) 試験結果

試験結果を第3表に示す。この結果から1株の稈の周囲では、4ヶ年平均で、半径1mの部分で0.024%、その他の部分で0.011%の混入が認められた。しかし、昭和45年の混入稈粒についての次代検定の結果は第4表に示すどおりで、全個体が糯・稈性についてヘテロであったが、少なくとも23%は九州11号との交雑によるものではなく、周囲のほ場に栽培された稈品種の影響による稈粒、あるいは突然変異による稈粒が含まれていると考えられた。

第3表 1株の稈の周囲の稈粒混入率(%)

出穂年次 期月/日	昭44	45	46	47	平均
調査場所	8/1, 8/1	8/2, 8/2	8/2, 8/3	8/4, 8/2	8/2, 8/2
半径1mの部分	0.016±0.006	0.020±0.011	0.036±0.005	0.019±0.003	0.023
その他の部分 [※]	0.006±0.002	0.008±0.006	0.019±0.005	0.011±0.003	0.011

- 注 1. 出穂期左・ハツサクモチ、右・九州11号。
2. ※ 5m×5mから半径1mの部分を除いた部分。

第4表 九州11号の周囲に出現した混入稈粒の次代検定

出穂期 (月/日)	稈長 (cm)	稈先 色	芒		株数 (株)	比率 (%)
			多少	長短		
7/25～7/30	75～85	紫	中	中	20	77
"	"	"	マレ	短	1	4
8/5より晩	"	"	中	中	5	19
ハツサクモチ×九州11号 7/28	"	"	中	中		

注 全個体糯稈に関してヘテロ。

3 ほ場の周辺部と中央部の稈粒混入率

1) 試験方法

2の試験を行なったハツサクモチの原種ほ場で、昭和45年～47年の3ヶ年間、東西南北各側の周辺より0～1m、1～2mの部分と中央部の稈粒混入率を調査した。調査は各部3カ所から1カ所当り約3kgの稈を採取して、それぞれ約1kgずつ2回(昭和45年は1回)行なった。

2) 試験結果

第5表に示すように、稈粒混入率は年によって異なったが、3ヶ年もとも周囲の混入率が多かった。特に試験ほ場の南側に栽培されたコシヒカリとハツサクモチの出穂期の差は8～9日もあったにもかかわらず南側の混入率が大きかった。周囲の混入率は、空地と山林に接した西側以外は、0～1m>1～2mであったが、中央部でも3ヶ年平均で

0.004%の混入が認められた。

査結果は同表の下段に示すとおりであった。

なお、このほ場から生産された原種の全生産物の抽出調

第5表 ハツサクモチ(陸稻)原種ほ場における場所別梗混入率(%)

年次		昭45	46	47	平均
東側	0~1m	0.004	0.007±0.002	0.020±0.009	0.010
	1~2	0.003	0.005±0.003	0.013±0.005	0.007
西側	0~1	0.007	0.006±0.004	0.010±0.005	0.008
	1~2	0.004	0.007±0.003	0.016±0.006	0.009
南側	0~1	0.038	0.120±0.035	0.116±0.046	0.091
	1~2	0.011	0.085±0.023	0.039±0.018	0.045
北側	0~1	0.007	0.006±0.004	0.018±0.006	0.010
	1~2	0.007	0.006±0.002	0.012±0.006	0.008
中央		0.003	0.004±0.002	0.006±0.003	0.004
全生産物抽出調査		0.007	0.024*	0.011**	

注 1. *次代検定の結果0.0017%のホモ梗を含む。

**南端2mの部分を除く。

2. 試験ほ場と周囲のほ場の品種と出穂期

場所 年次	試験ほ場	東側:水路,農道 など6mをへだてて	西側:20mの農 道+空地をへだてて	南側:3mの 農道をへだてて	北側:3mの 農道をへだてて
昭45	ハツサクモチ 8/2	トドロキワセ 8/2	山林	コシヒカリ 8/10	トドロキワセ 8/2
46	" 8/3	トドロキワセ 7/31 日本晴 8/13	"	" 8/12	" 8/1
47	" 8/3	トドロキワセ 8/5	"	" 8/12	" 8/8

4. ほ場南側の周辺からの距離と梗粒混入率、および1列に植えた梗品種の南北両側の梗粒混入率

1) 試験方法

昭和45年に、50m×50mのハツサクモチの原種ほ場(1株2~3本の手植え)の南側3カ所において、周辺より1mごとに5mまで、1点当り1Kgの穀を採取して梗粒混入率を調査した。このほ場の南側は3mの農道をへだててトドロキワセのほ場で、出穂期はハツサクモチ、トドロキワセとも8月2日であった。

また、昭和46年に、上と同じほ場に栽培したハツサクモチの原種ほ場(1株3~4本の稚苗移植)の中央部に東西方向に40株のハウネワセを1畦植え、その両側10畦まで、1畦当り29~32株を抜きとって梗粒混入率の

調査を行なった。出穂期はハツサクモチ8月2日、ハウネワセ7月31日であった。

この調査ほ場には昭和44年よりハツサクモチを栽培し、越年粒の自生による異品種の混入がないように留意した。

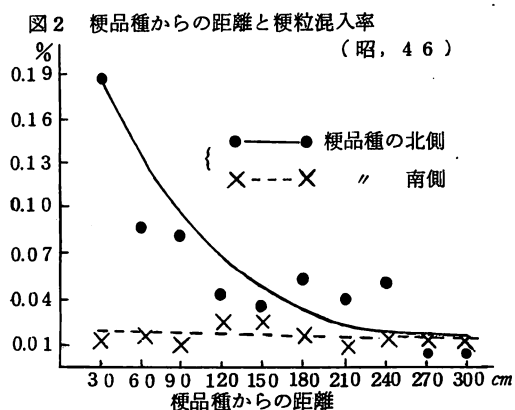
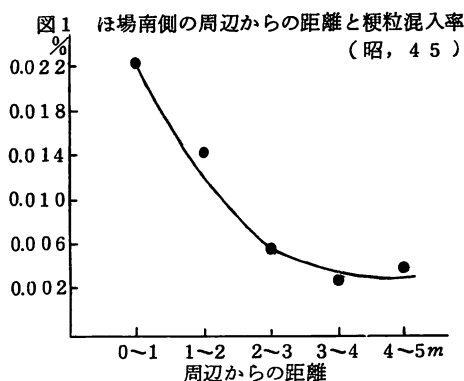
2) 試験結果

ほ場の南側の梗粒混入率は図1に示すとおりで、混入率は周辺から離れるにしたがって漸減し、混入が多いのは周辺から2~3mまでであった。

次に、1畦の梗品種からの距離と混入率との関係は図2に示すように、梗品種の北側の混入が多かったけれど、顕著に多いのは、やはり梗品種からほぼ2mまでであった。

梗品種の南側でもその影響が認められたが、混入率は小さかった。

稲籾品種種子への稈粒の混入について



5 原々種、および原種に混入した稈粒の次代検定

1) 試験方法

次の材料を供試して次代検定を行なった。

(1) 昭和45年産の原々種、ハタキヌモチ中の混入梗(混入率0.012%)23個体、ハツサクモチ中の混入梗(混入率0.021%)34個体

(2) 2と3試験を供試したは場産のハツサクモチの原種、昭和46年産(混入率0.024%)230個体、昭和47年産(混入率0.011%)158個体、

なお(2)の昭和46年産の混入梗に由来するヘテロ梗101個体について、籾・梗の分離比を調査した。

2) 試験結果

試験結果は第6～第9表に示すとおりである。第7表以外にはホモ梗個体が含まれていないが、第6表のホモ梗9個体については、翌年更に次代検定を行なった結果、全個体が陸稲の固定系統で、異品種の混入であることが確認された。第8表には16個体のホモ梗が含まれていたが、この中には既存の品

種にはない稈先色が紫の個体があり、稈先色が白の個体の中にも玄米形状から、既存の品種とは考えられない個体があった。さらに、ヘテロ個体の中にはF₂以降世代と考えられる稈先白色の14個体が含まれていた。また、第9表のホモ梗1個体は草型、玄米形状などが既存品種とは認められない特性を示していた。

第6表 昭45年産原原種ハタキヌモチ中の稈粒(混入率0.012%)の次代検定

稈長 (cm)	稈先色	芒		籾・梗性		ヘテロ個体の比率 (%)
		多少	長短	ヘテロ個体	ホモ梗個体	
70~80	白	中	中	1		7.1
	淡褐	少	短		4	
81~90	白	少	短	2		14.3
	〃	少	中	1		7.1
	淡褐	少	短		5	
	白	中	中	4		28.6
91~100	白	中	長	3		21.4*
	白	中	長	3		21.4*
ハタキヌモチ 80		白	少	短		
計				14	9	100

注 *印の42.8%は判別が容易だったもの。出穂期もおそかった。

第7表 昭45年産原々種ハツサクモチ中の稈粒(混入率0.021%)の次代検定

稈長 (cm)	稈先色	芒		個体数	比率 (%)
		多少	長短		
60~70	紫	△		2	5.9*
	〃	△		12	35.3*
	〃	マレ	短	3	8.8
71~80	〃	中	中	7	20.6
	〃	多	長	4	11.8
	濃紫	△		5	14.7*
81~90	紫	多	長	1	2.9
ハツサクモチ 80		〃	中	中	
計				34	100

注 1. 全個体籾梗に関してヘテロ。
2. *印の55.9%は判別が容易だったもの。

第8表 昭和46年産原種ハツサクモチ中の梗
粒(混入率0.024%)の次代検定

出穂期 月/日	稈先芒の 色 長 短	糯梗性		ヘテロ個 体の比率%
		ヘテロ個体	ホモ梗個体	
7/20~7/25	白 △	3	1	1.5*
	〃 マレ短		2	
	紫 △	1		0.5*
	〃 マレ短	1		0.5*
	〃 短	1		0.5*
	濃紫 △		1	
7/26~7/31	〃 マレ短	1		0.5*
	白 △	4	2	2.0*
	〃 マレ短	2		1.0*
	紫 △	7	1	3.4*
	〃 マレ短	2		1.0
	〃 短	3		1.5
8/1~8/6	濃紫 △	20	1	9.8*
	〃 マレ短	12	1	5.9
	〃 短	4		2.0
	白 △	1	3	0.5*
	〃 短	1	1	0.5*
	紫 マレ短	2		1.0
8/7~8/12	〃 短	16	2	7.8
	濃紫 △	2		1.0*
	〃 マレ短	1		0.5
	〃 短	2		1.0
	白 △	1	1	0.5*
	〃 マレ短	1		0.5*
8/7~8/12	〃 短	1		0.5*
	紫 短	11		54.4(27.4*)
	〃 中	2		1.0*
	濃紫 マレ短	1		0.5*
ハツサクモチ 8/2	〃 短	1		0.5*
	紫 短			100
計		204	16	100

注 *印の52.6%は判別が容易だったもの、ただし
この中には稈先色が白の7%(F₂)が含まれてい
る。

54.4(27.4*)は27.4%が出穂期がおそく、
長稈で判別が容易だったもの。

第9表 昭和47年産原種ハツサクモチ中の
梗粒(混入率0.011%)の次代検定

出穂期 月/日	稈先芒の 色 長 短	糯梗性		ヘテロ個 体の比率%
		ヘテロ個体	ホモ梗個体	
7/20~7/25	紫 △	24		15.3*
	紫 マレ短	1		0.6*
	濃紫 △	7		4.5*
	濃紫 マレ短	1		0.6*
7/26~7/31	白 △		1	
	紫 △	21		13.4*
	紫 マレ短	1		0.6
	紫 短	2		1.3
8/1~8/6	濃紫 △	9		5.7*
	濃紫 マレ短	2		1.3
	紫 △	1		0.6*
	紫 マレ短	1		0.6
8/7~8/12	紫 短	56		35.7(5.7*)
	紫 △	1		0.6*
8/13~8/17	紫 短	17		10.8(7.0*)
	紫 短	13		8.3*
ハツサクモチ 8/1	紫 短			
計		157	1	100

注 *印の62.3%は判別が容易だったもの。

35.7(5.7*)などは()の数値が長稈で判
別が容易だったもの。

次に、ヘテロ個体のうち、異株抜きで判別できると思わ
れる個体は、出穂期、稈長、稈先色、芒の長短などから同
表に*印で示した42.8%~62.3%であった。

なお、ヘテロ個体の糯・梗の分離比の調査結果を第10
表に示す。分離比は個体によってふれはあったが、合計で
は3:1の分離比に合致した。

第10表 昭和47年産原種ハツサクモチの
混入ヘテロ梗の糯・梗の分離比

調査項目	総粒数 (粒)	梗粒数 (粒)	糯粒数 (粒)	ウチ%	χ^2 (3:1)	P
梗比率最少個体	724	518	206	71.5	4.60	0.05~0.02
〃 最多個体	1,236	976	260	79.0	10.36	0.01~0.001
総個体(101)	99,045	74,470	24,575	75.2	1.87	0.2~0.1

稲糯品種種子への稈粒の混入について

6 採種ほ産糯品種種子の稈粒混入率と混入稈粒の次代検定

1) 試験方法

昭和47年採種ほ産糯4品種の合格種子について、1品種当り2~14点、1点約1kgを採取して稈粒混入率を調査するとともに、混入稈粒の次代検定を行なった。また、同年の採種ほ産ハツサクモチで、稈粒混入の理由で不合格になったもの18点について、1点約100gを採取して

稈粒混入率を調査した。

採種ほの陸稲は慣行の畑栽培で作られており、水陸稲とも玄米播種は行っていない。

2) 試験結果

合格種子についての調査結果を第11表に示す。この結果によれば、信濃糯3号やマンガツモチの稈粒混入が多く、ハタキヌモチやハツサクモチでは比較的少なかった。これら混入稈粒の次代検定の結果は、同表右欄に示すように、

第11表 採種ほ産種子の稈混入率と混入稈の次代検定

品種名 (播種時の 稈混入率)	調査項目 混入率多少別 (調査点数)	総粒数 (粒)	稈粒数 (粒)	混入率 (%)	次代検定			
					供試個 体数	ヘテロの個 体数	ホモの個 体数	ヘテロ: ホモ比
マンガツモチ(水) (0.015%)	混入率最少	42,642	11	0.026	10	7	3	2.33
	〃 最多	41,131	29	0.071	13	3	10	0.30
	総計(2)	83,773	40	0.049	23	10	13	0.77
信濃糯 3号(水)	混入率最少	42,581	22	0.052	20	7	13	0.54
	〃 最多	42,668	50	0.117	25	9	16	0.56
	総計(10)	424,786	387	0.091	231	63	168	0.38
ハタキヌモチ(陸) (0.007%)	混入率最少	35,548	0	0.0				
	〃 最多	38,270	52	0.136	49	7	42	0.17
	総計(14) (7)	527,114 (260,908)	115 (98)	0.022 (0.038)	88	17	71	0.24
ハツサクモチ(陸) (0.024%)	混入率最少	45,008	6	0.013	5	3	2	1.50
	〃 最多	45,003	30	0.067	30	17	13	1.31
	計(12)	538,556	192	0.036	169	95	74	1.28

注 1. ※0.0017%のホモ稈を含む、マンガツモチ、ハタキヌモチの混入稈粒は全部ヘテロ。

2. ハタキヌモチの()は次代検定に供したもののみを示す。

ホモ稈個体が多く、ヘテロ・ホモ比が小さかった。

次に、ハツサクモチの不合格種子の稈粒混入率は第12表に示すとおりで、合格種子にくらべると混入率が多かった。しかし、中には合格種子と同等のものも含まれていた。

第12表 不合格種子の稈混入率
(昭和47年産 ハツサクモチ)

調査項目 混入率 多少別	総粒数 (粒)	稈粒数 (粒)	混入率 (%)
混入率最少	3,494	1	0.029
〃 最多	4,733	14	0.296
総計	76,945	78	0.101

III 考 察

1 稈粒混入の原因

混入稈粒の次代検定の結果、第4表および第7表は全個体が糯・稈性についてヘテロであり、第6表のホモ稈の9個体は異品種の混入によることが確認された。また、第8表のホモ稈16個体は、①ホモ個体の中には既存の品種にはない稈先色が紫の6個体があり、②稈先色が白の個体の中にも特性から既存の品種とは認められない個体が含まれていた。③稈先有色と白色の交雑次代は有色となるが、ヘテロ個体の中に稈先白色の14個体が含まれていた。など

から、播種時の梗粒の拾い残しによる F_2 と考えられる。さらに、第9表のホモ梗1個体も、草型と玄米形状から F_2 であると考えられた。

すなわち、完全に糯だけの種子を播種育苗して栽培した場合の混入梗粒は糯・梗性についてヘテロであり、この梗は翌年単因子雑種の分離をする(第10表)。

前述のように、梗粒混入の原因については、自然交雑による場合¹⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁷⁾と、突然変異による場合²⁾が報告されている。複本²⁾は突然変異による梗粒も単因子雑種の分離をすることを確かめている。

しかし、梗粒混入率が1株の梗品種の周囲で大きく(第3表)、また、ほ場の場所(第5表、図1)や、梗品種の南北(図2)などで異なることから、突然変異による混入があっても少なく、自然交雑が混入の主因であると考えられる。そして、梗粒の混入がほ場の南側で多いのは、当地区の稲の開花期間の風向が南寄りが多いためと考えられ、これは、北海道では開花期に西風、北風が多いので、西側と北側の混入が多いとの報告⁵⁾と一致する。

なお、50a(100m×50m)のほ場の中央部でも梗粒が混入するので、梗粒が全く混入しない糯品種の種子を生産するのは不可能と思われる。しかし、ほ場の南側でも、混入が顕著に多いのは周辺より2~3mまでであった(図1)。従って、当地区では、南側2~3mを種子用から除外すれば、混入率をある程度小さくできる。

2 自然交雑率の品種間差異と年次間差異

自然交雑率は品種によって異なり、ハツサクモチは交雑しやすく、ハタキヌモチやミズハタモチはしにくい品種である事が認められた(第2表)。これについては古くから報告され¹⁾⁴⁾⁵⁾⁷⁾、原田ら⁴⁾は品種の系譜によっても異なることを示唆する結果を得ている。

次に年次間差について、試験3を行なったほ場の全生産物抽出調査(第5表)をみると、昭和45年0.007%、昭和47年0.014%(南側2mを除いた0.011%に南側の交雑率の上限値を加えて計算)であった。昭和46年は0.024%の中に F_2 が含まれていると考えられたので、注に示す方法で、種子中の F_1 を除いた自然交雑率を推定すると0.018%となった。

すなわち、自然交雑率は年次間差異が大きく、昭和46年>昭和47年>昭和45年、であった。

梗粒混入率の年次間差異について、大内⁸⁾は、穂孕期の

低温が混入を多くすると報告し、原田ら⁴⁾は、ほ場の混入率と気象条件からこれを確かめ、西山ら⁷⁾は、周囲の梗品種との出穂期の差など、環境によって異なるとしている。

本試験の結果では、第5表で、昭和46年は南側の混入率が大きく、昭和47年は、南側の混入率は昭和46年より小さかったが、東側や北側の混入率が比較的大きかったなど、場所別の混入率が年によって異なったことから、開花期間の風向、風力なども関係があるものと考えられた。

注 F_1 を除いた自然交雑率の求め方

$$\begin{aligned} & \text{次代の単位面積当り梗粒混入数} \\ & = \{ AB - (C+D)B \} \frac{y_1}{100} + (C+D)(E-1) \frac{By_2}{100} + CB + \frac{3DB}{4} \\ & \doteq \frac{ABy_1}{100} + \frac{(C+D)EBy_2}{100} + CB + \frac{3DB}{4} \dots\dots\dots \text{式1} \end{aligned}$$

- A: 単位面積当りの個体数
- B: 1個体着粒数
- C: ホモ梗種子に由来する単位面積当り個体数
- D: ヘテロ梗種子に由来する “
- E: 25m²当りの個体数
- y_1 : 自然交雑率(梗株が混入していないほ場の)
- y_2 : 1株の梗の周囲25m²の自然交雑率

第5表で、中央部の交雑率は、0.006%(上限値)なので、第3表の上限値からこれを引いた値は、1株の梗の周囲の自然交雑率であり(ヘテロ梗の花粉数はホモ梗の $\frac{1}{2}$ であるが、周囲への影響は同じとした)、 $y_2=0.020\%$ となる。また、第8表から0.024%の中、 $0.024 \times 16 / 220 = 0.0017\%$ がホモで、その3倍が F_2 と考えられるから、 $D=A \times 0.024 \times 16 \times 3 / 220 \times 1 / 100$ となる。 $C=0$ 。次代の単位面積当り梗粒混入数 $= AB \times 0.024 / 100$ である。これらを代入して y_1 を求めれば $y_1=0.018\%$ となる。

3 異株抜きによる混入梗除去の可能性

第6~9表に示すように、自然交雑によって混入した梗が、次代で、明らかに異株と判別できる個体の割合は43~62%であった。この数値は、主として稈先有色、短芒のハツサクモチについて、個体別調査の結果から推定したもので、当該品種の特性や栽培条件によって異なるが、異株抜きによって、自然交雑次代個体を完全に除去することは不可能と思われる。

例えば、本県の実籾栽培では、出穂期、登熟中期、登熟後期の3回にわたって異株抜きを行なっているが、現実に

稲糯品種種子への稈粒の混入について

は第8表のように、原種播種時の玄米調査で拾い残された稈が、異株抜きでも残されて、F₂として混入したと考えられた。

糯品種には品種育成上、稈先色をつけることが慣例になっている。しかし、稈先有色の糯品種の自然交雑次代は有色となるので、交雑次代個体の判別はむづかしくなる。つまり、糯品種の稈先着色は、混種による個体や、自然交雑F₂世代以降の個体除去には有効であるが、自然交雑次代の除去には役立たない。

4 採種ほ産糯品種種子の稈粒の機械的混入率

ここで機械的混入とは、作業時などに取扱いミスから起る混種や、ほ場において越年粒の自生株などに由来して起る混種など、人為的なものを言う。

採種ほ産糯品種種子に混入する稈粒のヘテロ・ホモ比は次のようになる。

A：単位面積当りの個体数， B：1個体着粒数。C：種子（原種）のホモ稈混入率， D：種子のヘテロ稈混入率， y：採種ほの自然交雑率。とすれば

$$\text{採種ほのホモ稈粒数 (NN)} = \frac{ABC + ABD}{100 + 400}$$

$$\text{ヘテロ稈粒数 (NG)} = \frac{ABD}{200} + \frac{AB y}{100}$$

$$\therefore \frac{NG}{NN} = \frac{2(D+2y)}{4C+D} = 2 + \frac{4(y-2C)}{4C+D}$$

従って、C=0であれば $\frac{NG}{NN} > 2$ となる。第11表のハツサクモチは、C=0.0017%、D=0.023%である

が、 $y > 2C = 0.0034\%$ と考えられるから、やはり $\frac{NG}{NN} > 2$ となる。さらに、採種ほで異株抜きが行なわれれば、C、Dが小さくなるから、 $\frac{NG}{NN}$ はより大きくならなければならない。

しかし、採種ほ産糯品種に混入した稈粒を次代検定した結果では、ホモ稈が多く、ヘテロ・ホモ比はマンゲツモチ0.77、ハタキヌモチ0.38、ハツサクモチ1.28であった（第11表）。

そこで、合格種子の中にも機械的混入による稈粒が含まれていることが推察されたので、次式から採種ほの自然交雑率および機械的混入率を推定して第13表に示した。

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{B + \frac{3}{4}C + \frac{Ay}{100}}{A} = \frac{E - \frac{E}{F}x}{D} \dots\dots \text{機械的混入粒を除いた稈粒混入率} \\ \frac{B + \frac{1}{4}C}{\frac{1}{2}C + \frac{Ay}{100}} = \frac{G - x}{F - G} \dots\dots \text{機械的混入粒を除いたホモ・ヘテロ比} \end{array} \right.$$

x：次代検定供試個体中の機械的混入個体数

y：採種ほの自然交雑率

A：単位面積当りの総粒数

B：原種のホモ稈から生産される単位面積当りの粒数

C：原種のヘテロ稈から生産される //

D：調査総粒数

E：D中の稈粒数

F：次代検定供試個体数

G：F中のホモ稈個体数

第13表 採種ほ産種子の機械的混入率，自然交雑率の推定

品 種 名	調 査		稈粒のうち機械的混入粒数の比率(%)	機械的混入を除いた		自 然 交 雑 率 (%)
	総粒数 (粒)	稈粒数 (粒)		混入率 (%)	稈粒数 (粒)	
マンゲツモチ	83,773	40	0.049	49.3	20.3	0.015
ハタキヌモチ	260,908	98	0.091	76.8	22.7	0.009
ハツサクモチ	538,556	192	0.036	23.6	146.6	0.027

この結果、混入稈粒の中には、マンゲツモチで約50%、ハタキヌモチで約77%、ハツサクモチで約24%の機械的混入粒があることが推定された。

信濃糯3号は他県委託のもので、原種の稈粒混入率が不明なので計算できないが、次代検定のヘテロ・ホモ比から

みて、同じく、相当の機械的混入粒があるものと思われる。

なお、ここで推定されたハツサクモチの自然交雑率は0.009%で、マンゲツモチの0.015%より小さい。これは第2表の結果と異なるが、採種ほの陸稲は畑栽培で、周囲に梗品種の栽培がほとんどないので、交雑率が小さく

なったものと考えられる。

IV 混入稈粒増加の推定

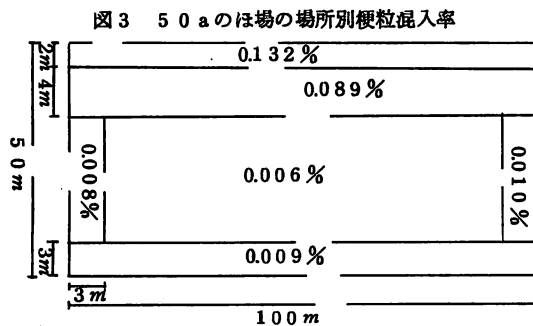
1 推定の方法

次代の稈粒混入数は8頁,注の式1で求められる。交雑率が最も大きかった昭和46年を基にし,数値は第3表と第5表の平均値の上限値を用いた。 $y_2 = 0.020\%$ である(8頁の注),採種は以降の自然交雑率(y_1)は10a(東西50m,南北20m)のは場に栽培した場合の数値とし,次のようにして求めて, $y_1 = 0.036\%$ とした。

50m×20mのは場の自然交雑率の求め方。

第5表を得たは場の昭和46年の自然交雑率は0.018%と推定された(8頁の注)が,この数値は第5表の各部分の混入率を用いての計算値より大きい。これは調査を,周辺から0~2mまでしか行っていないことが原因と考えられるので,0.018%に合うような周囲の交雑率を求める。

周囲の東西北各側の,周辺から2~3mの部分の交雑率が,それぞれの1~2mの部分と同じであるとすると,南側2~6mの部分の交雑率は0.089%となる。中央部の交雑率は0.006%であるから,50aは場の周囲と中央部の交雑率は図3のようになる。これを東西50m,南北20mのは場に移して,全体の交雑率を求めれば $y_1 = 0.036\%$ となる。



2 推定結果

1) 原々種の混入稈粒を,原種の玄米播種時に完全に除去できた(原々種の稈粒混入率0%)とした場合。

原種を50a(100m×50m)のは場に栽培し,収穫時に南側2mを種子用から除外すれば,原種の稈粒混入率は0.013%となる(図3より)。この種子が採種は以降,10a(50m×20m)のは場に栽培されるものと

すると,採種は産種子の混入率は,第14表に示すように0.050%となり,農家に配布されて以降は図4の①のような経過をたどると推定された。ただし,採種はでの異株抜き効果は考慮していない。

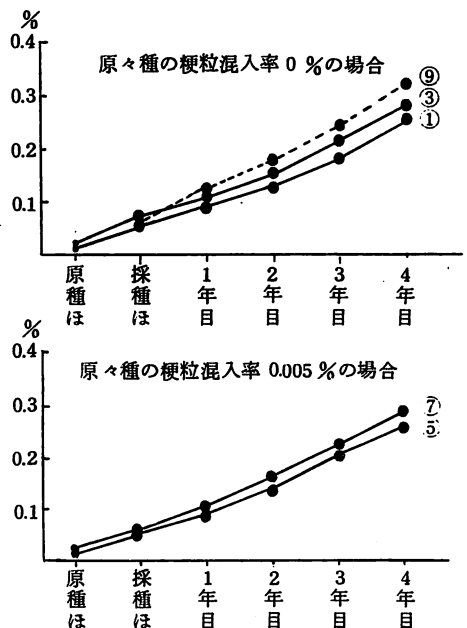
原種はが30a(100m×30m),10a(50m×20m),9a(30m×30m)であれば,原種の混入率はそれぞれ0.018%,0.025%,0.019%となり,採種は以降は第14表および図4に示すような推移となった。

第14表 原種はの形・面積と原種はおよび採種は産種子の稈粒混入率

原種はの形		面積		原々種の稈粒混入率0%		原々種の稈粒混入率0.005%	
東西	南北	原種は	採種は	原種は	採種は	原種は	採種は
100m	50m	50a	0.013%	①0.050%	0.018%	⑤0.056%	
100	30	30	0.018	②0.056	0.023	⑥0.062	
50	20	10	0.025	③0.063	0.031	⑦0.069	
30	30	9	0.019	④0.057	0.025	⑧0.063	

1. 原種はの稈粒混入率は,収穫時に南側2mを除外したものと計算した。
2. 採種はは50m×20m=10aの交雑率で計算した。
3. 採種はの欄中の番号は図4の番号と同じ。

図4 生産物中の混入稈粒の増加



注 番号は第14表の採種はの番号と同じ。
第14表の②④は①と③の間⑥⑧は⑤と⑦の間に入る。
⑨は採種はの混入率0.060%の全部がはもととして計算。

- 2) 原種で玄米播種をしても、拾い残した稈粒が
0.005% (原々種の稈粒混入率0.005%) あ
ったとした場合

原種を50aのは場で、1)と同じようにして採種すれ
ば、原種の稈粒混入率は0.018%となる(8頁の式1よ
り $y_1=0.013\%$ として計算)。この種子は採種ほど0.056
%となり、その後は図の⑤のような経過をたどると推定さ
れた。

原種はの形や面積をかえた場合の、原種は以降の稈粒混入
率の推移は第14表および図4に示すとおりであった。

3 考 察

農産物規格規程で、糯玄米1・2等の稈粒混入限度は0
%と決められており、0.4%まで許される。従って、図4
の⑦に示すように、原種、採種は産種子の稈粒混入率が
0.031%、0.069%(原種を0.005%混入の原々種
で10aのは場に栽培した場合)であっても、農家に配布
されて4年目でも1・2等の規格範囲に入ることになる。

しかし、種子の稈粒混入率の限度は、小さくできる可能
範囲内に決められるべきである。とすると、原種の玄米播
種で、原々種中の混入稈粒を完全に除去することができる
とすれば、原種、採種は産種子の混入率の限度は0.013
%、0.050%とすべきであろう。しかし、稈粒の除去を
手作業によらざるをえない現状では、完全を期待するこ
とがむづかしいので、原々種中に0.005%の拾い残しがあ
った場合の原種、採種は産種子の混入率0.018%、0.056
%程度を混入の限度とするのが妥当と考えられる。

ただし、この数値は、交雑率が大きかった品種、年次を
基にして、起り得る限度を示したものである。従って、採
種は産種子の混入率の限度を0.056%とした場合には、
交雑率の小さい品種、小さい年には、機械的混入による稈
粒の多い種子を合格とすることが起る。そこで、採種はの
混入率を0.06%とし、その全部がホモであるとして計算
してみると図4の⑨に示すように、農家に配布されて4年
目の稈粒混入率は0.33%となり、この場合でも、1・2
等の規格範囲に入る。

自然交雑とした中に、突然変異²⁾が含まれても結果は同
じであるけれど、ここに用いた交雑率は、明峯¹⁾0.20~2.32
%、原田ら⁴⁾0.04~0.53%、西山ら³⁾0.67%の報告にく
らべて小さい。これは、自然交雑率が品種特性や、栽培条
件、環境条件などによって異なるためである。従ってこの

ような現況下で、最大公約数的な稈粒混入限度を一律に決
定した場合には、自然交雑以外の多くの機械的混入粒を容
認する場合が起るので対応策が必要である。

V 結 論

50a(100m×50m)の糯品種の大規模は場中央
部にも稈粒が混入する。混入の主因は自然交雑によるものと
考えられる。自然交雑率は品種や年次によって異なるが、
いずれにしても、稈粒が全く混入しない糯品種の種子を生
産するのは困難である。また、自然交雑によって混入した
稈を、次年の異株抜きで完全に除去することはできない。

自然交雑率が最も大きかった品種、年次の数値を基にし
て、混入稈粒の増加を推定した結果、原種と採種は産種子
の稈粒混入率の限度は、それぞれ0.018%、0.056%
程度とするのが妥当と考えられる。この種子は、稈粒の機
械的混入がなければ、農家に配布されて4年目でも、1・
2等の規格範囲に入るので、実用上支障はない。

なお、本試験の結果から、稈粒の混入を最少に止めるに
は、次の措置が考えられる。

- (1) 原々種、原種は玄米播種を行なう。
- (2) 原種は、採種はの面積はできるだけ大きくし、隣接稈
品種との出穂期の差が大きくなるように配置を考える。
収穫時には、混入の多い周囲の部分を種子用から除外す
る。
- (3) 1株の植付本数はできるだけ少なくし、異株抜きによ
る効果を高める。
- (4) 採種は産種子には機械的混入粒が多いので、越年粒の
自生に由来する混入や、作業場、作業機の掃除不十分な
などによる混入の防止に努める。

謝 辞

調査にご協力をいただいた県専門技術員萩谷俊雄氏、県
農試主任研究員 塩 幡 昭 光氏、ならびに採種は産種子の調
査に便宜をいただいた県農産園芸課主事松本正宏氏、県經
済連副調査役滝沢三郎氏に謝意を表します。

摘 要

1. 水陸稲糯品種種子への稈粒混入の要因解明について一
連の試験を行ない、その結果に基づいて原種は以降の混
入稈粒の増加を推定した。
2. 糯品種種子の稈粒混入率には品種間差異、年次間差異

があった。

3. 梗粒混入率はほ場の周囲で大きく、特に南側が大きかった。しかし、50aほ場の中央部でも混入が認められた。混入の主因は自然交雑によるものと推定された。
4. 糯品種のは場に1株の梗品種が入ると、その周囲の梗粒混入率が大きくなった。
5. 自然交雑に由来する梗を、次年の異株抜きで完全に除去することは困難である。
6. 採種は産糯品種種子中の梗粒には、自然交雑以外の機械的混入粒が数多く含まれていることが推定された。
7. 自然交雑率が最も大きかった品種・年次の数値を基にして、混入梗粒の増加を推定した結果、原種と採種は産糯種子の梗粒混入率の限度は、それぞれ0.018%, 0.056%程度とするのが妥当と考えられた。この種子は、農家に配布されて4年目でも1・2等の規格範囲に入るので、実用上支障はない。

雑の程度及原因について 札幌農林報 69

- 2) 榎本中衛(1929): 水稻における梗糯性の突然変異 遺伝学雑誌 5
- 3) 江幡守衛(1972): 測光法による米の粒質診断に関する研究 日作記事 41
- 4) 原田昌彦・鈴木多賀(1968): 水稻糯品種の梗化防止対策 農業および園芸 43
- 5) 北海道主要農作物種子協会編(1969): 水稻もち種に出現するうるち粒の防止試験成績
- 6) 堀親郎(1972): 塩水選による水稻のもち, うるちの選別法 日作記事 45 別号1
- 7) 西山寿・本村弘美・岡田正憲・本寿寛(1973): 水稻もち品種における自然交雑によるうるち粒の混入について 九州農業研究 35
- 8) 大内邦夫(1960): 低温処理による糯から梗の出現 北農 27

参 考 文 献

- 1) 明峯正夫・中村誠助(1924): 稻における自然交

畑水稲および陸稲の連作害と対策に関する研究

第2報 連作害対策試験

酒井 一・伏谷勇次郎^{*}・津田公男・石川昌男
浅野伸幸・梶田貞義^{*}・松田 明・下長根鴻
尾崎克巳・渡辺文吉郎^{**}

目 次

I 緒言	13
II 試験方法および結果	13
A 土壌肥料的対策	13
1 陸稲の連作土壌における施肥法および土壌消毒の効果	13
2 畑水稲連作害に対する深耕、薬剤処理および土壌改良の効果	20
B 秋冬作物導入による畑水稲連作害の軽減対策	26
C 薬剤による連作害の軽減効果	32
1 数種薬剤の種子粉衣による連作害の軽減効果	32
2 殺菌剤および殺線虫剤の連作害軽減効果の現われ方	32
3 数種殺菌剤の施用と畑水稲の初期生育との関係	36
4 デクソン粉剤およびカエヤース粉剤の連作害軽減効果	37
5 デクソン粉剤が畑水稲の初期生育に及ぼす影響	39
6 土壌施肥による連作害の軽減効果	40
7 考 察	41
8 小 括	42
III 連作害対策の効果に関する考察	42
IV 要 約	44

I 緒 言

連作害の対策試験は多数行われており¹⁾、また現地において実施されている対策技術も極めて多いが、これらを大別すると(1)施肥および土壌条件の改良対策(2)土壌消毒、病害虫対策(3)水による対策(4)その他に分けられる。²⁾

従来の対策試験は単一の対策についての検討が多いが、いくつかの対策を組合わせた対策についての検討は少ない。また、試験設計についても、平野¹⁾が指摘しているように、対照としての非連作区とその処理区を欠き、単に連作区と

* 現茨城県農業大学校 ** 現九州農業試験場

その処理区に終るなど不備なものも多く、厳密な効果の判定を行うことがむずかしい場合が多い。

筆者らは1969年以来、上記のような従来の対策試験の欠陥を補いながら、(1)土壌肥料的対策(2)秋冬作物導入による連作害軽減の可能性(3)各種薬剤による対策(4)さらに数種の対策要因の組合わせ等の効果について検討を行ってきたので、ここに報告する。

本研究は農林省総合助成試験事業費の助成によって、化学部、作物部および病虫部の共同研究として行ったものである。研究遂行にあたり、ご配慮とご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、さらに種々のご鞭撻とご指導を賜った場長有賀武典氏、副場長黒沢 見氏、元作物部長山本鉄司氏に対し深く感謝いたします。

II 試験方法および結果

A 土壌肥料的対策

1. 陸稲の連作土壌における施肥法および土壌消毒の効果

酒井 一・伏谷勇次郎・津田公男・石川昌男

筆者らはこれまでに連作陸稲に対する対策試験を実施してきて、堆肥および窒素増施効果ならびにクロールピクリンによる土壌消毒の効果の高いことを明らかにした³⁾しかし、これらはすべて2年連作の陸稲に対する単独効果なので、さらに連作年数を増加した陸稲に対する単独または併用効果については不明な点のがこされている。したがって堆肥ならびに穂肥を一定にして、(1)連作年数の増加にともなう陸稲の生育収量の変化、(2)連作年数を異にした陸稲に対する土壌消毒および窒素増施の単独または併用効果について1969年に検討した

1) 試験方法

(1) 試験場所ならびに土壌の化学性

試験は1968年に松林を開墾した農試ほ場(水戸市上

茨城県農業試験場研究報告 第15号 (1974)

国井町の火山灰土壌黒色型(内原統, III fn II(w)e)で 実施した。その化学性は第1表のとおりである。

第1表 供試土壌の化学性

層位	深 さ (cm)	pH		Y ₁	全炭素 (%)	全窒素 (%)	C/N	置 換 容 量 (me)	置換性塩基(me)			石 灰 飽和度 (%)	リン酸 吸収係 数	有効態 リン酸 (mg/100g)
		H ₂ O	KCl						CaO	MgO	K ₂ O			
1	0~18	6.0	5.3	0.60	5.26	0.27	19.2	17.8	3.8	0.4	0.10	24.2	2.381	0.1
2	18~39	6.0	5.5	0.33	4.39	0.24	18.7	14.5	3.4	tr	0.08	24.0	2.603	0.2
3	39~60	5.4	5.7	0.27	1.59	0.09	18.7	11.6	3.4	0.1	0.09	30.9	2.215	tr
4	60~100	6.2	5.5	0.30	0.95	0.10	9.8	21.7	8.8	1.8	0.20	49.8	2.294	tr

(2) 試験区の構成ならびに栽培法の概要 無処理の3水準を組合わせた三元配置構成の試験区をランダムに配置して作成した。その試験区の内容と施肥量は第3表のとおりである。

試験は場は第2表に示すような冬作無作付の作付係列で 1967年から2カ年均一栽培を行った後、各作付系列に基肥窒素3水準クロールピクリン、ダイホルタンおよび無

第2表 作付系列

系	第1作(1967年)	第2作(1968年)	第3作(1969年)	陸 稲 連 作 年 数	略 号
I	陸 稲	陸 稲	陸 稲	3年連作	R-R-R
II	落花生	陸 稲	陸 稲	2年連作	P-R-R
III	落花生	落花生	陸 稲	非連作	P-P-R
IV	甘 藷	陸 稲	陸 稲	2年連作	S-R-R
V	甘 藷	甘 藷	陸 稲	非連作	S-S-R

第3表 試験区の構成および施肥量

作付系列	区 名	土 壤 消 毒		N (kg/a)	P ₂ O ₅	K ₂ O	堆 肥			
		クロール ピクリン	ダイホル タン					基 肥	追 肥 (kg/a)	(kg/a)
	1 無処理	N	9区	なし	なし	0.6	0.3	1.2	0.8	150
	2 "	N	12区	"	"	0.9	"	"	"	"
R-R-R	3 "	N	15区	"	"	1.2	"	"	"	"
P-R-R 共	4 CP処理	N	9区	あり	"	0.6	"	"	"	"
P-P-R	5 "	N	12区	"	"	0.9	"	"	"	"
S-R-R 通	6 "	N	15区	"	"	1.2	"	"	"	"
S-S-R	7 D処理	N	9区	なし	あり	0.6	"	"	"	"
	8 "	N	12区	"	"	0.9	"	"	"	"
	9 "	N	15区	"	"	1.2	"	"	"	"

注1) 区名のCPはクロールピクリン, Dはダイホルタンを示す。

2) クロールピクリンは、播種20日前に30cm×30cmの間隔で15cm深さにa当たり2ℓを注入した。

3) ダイホルタンは施肥時にa当たり3kgをまき溝へ施用した。

4) 追肥は7月28日の幼穂形期に施した。

品種は陸稲タチミノリを供試し、4月30日に畦幅60cmとして、0.6kg/aの播種量で条播(2条まき)した。播種後の管理は当場の耕種基準にしたがったが、8月中旬には干害防止のため25mmのかん水を行った。なお、試験

畑水稻および陸稲の連作害と対策に関する研究

区の面積は0.18aとして2連制で実施した。

本試験は(1)陸稲の連作年数の影響、(2)各作付系列における土壌処理ならびに基肥窒素の増施効果を主要因とし

た3元配置の試験構成で実施したので、生育および収量を要因効果としてとりまとめ、第4、5表に示した。これらを中心に試験結果を検討するとつぎようになる。

2) 結果および考察

第4表 生育におよぼす各要因の効果

要 因	水 準	6月13日		7月4日		8月11日		収 穫 期			
		草丈	茎数	草丈	茎数	草丈	茎数	稈長	穂長	穂数	
		(cm)	(本/m ²)	(cm)	(本/m ²)	(cm)	(本/m ²)	(cm)	(cm)	(本/m ²)	
連作年数の影響	非 連 作	25.1	362	60.2	457	104.5	384	94.6	22.4	392	
	2 年 連 作	24.5	292	56.4	391	100.1	352	88.8	22.5	356	
	3 年 連 作	23.7	256	52.3	384	94.1	333	81.0	22.5	330	
R-R-R系列	無 処 理	23.6	255	51.5	374	92.1	318	79.6	22.3	344	
	土 壌 処 理	クロールピクリン	24.5	254	53.7	383	98.3	342	82.8	22.7	345
		ダイホルタン	23.0	261	51.5	397	92.0	339	78.9	22.5	332
	窒素の施肥量	N 9	23.1	262	50.7	349	91.0	318	77.8	22.5	308
		N 12	24.3	257	53.2	389	94.1	342	82.8	22.7	345
	N 15	23.7	250	52.9	415	97.3	338	82.5	22.3	354	
R-R-R系列	無 処 理	24.6	307	57.4	420	100.2	353	87.4	22.3	365	
	土 壌 処 理	クロールピクリン	25.1	310	58.1	392	101.0	348	90.4	22.3	369
		ダイホルタン	23.4	289	53.4	381	94.4	333	85.7	22.2	341
	窒素の施肥量	N 9	24.4	293	53.7	362	93.0	334	84.7	22.1	341
		N 12	24.7	316	57.1	417	99.0	339	89.3	22.4	364
	N 15	24.0	297	58.1	414	103.8	360	89.4	22.3	370	
P-P-R系列	無 処 理	25.3	357	59.6	457	105.7	360	94.5	22.3	380	
	土 壌 処 理	クロールピクリン	26.0	408	62.1	496	106.2	386	96.2	22.8	417
		ダイホルタン	24.0	313	58.3	433	105.5	370	95.6	22.2	391
	窒素の施肥量	N 9	25.0	368	56.6	401	103.8	323	94.1	23.1	360
		N 12	25.3	364	62.1	505	105.4	394	95.6	22.3	431
	N 15	25.0	345	61.3	480	108.2	399	96.7	22.0	397	
S-R-R系列	無 処 理	25.4	296	57.1	400	101.4	371	89.7	22.4	356	
	土 壌 処 理	クロールピクリン	24.7	286	58.5	387	105.6	361	91.0	22.9	354
		ダイホルタン	23.6	266	54.0	365	98.0	345	88.7	22.8	349
	窒素の施肥量	N 9	24.9	285	55.3	355	98.1	347	88.4	22.5	332
		N 12	24.5	283	57.4	396	103.2	356	91.5	22.6	358
	N 15	24.5	279	57.0	401	103.8	374	89.5	23.0	369	
S-S-R系列	無 処 理	26.2	393	61.6	447	102.6	400	93.0	21.6	391	
	土 壌 処 理	クロールピクリン	24.8	344	61.7	464	106.3	397	94.9	22.5	379
		ダイホルタン	24.1	358	57.8	445	100.9	389	93.2	22.4	389
	窒素の施肥量	N 9	25.0	349	58.2	413	100.1	390	93.5	21.9	376
		N 12	25.3	384	61.7	458	103.7	388	93.5	22.4	372
	N 15	24.8	362	61.1	485	105.9	407	94.1	22.2	412	

第5表 収量ならびに収量構成要素におよぼす各要因の効果

要 因	水 準	わら重	もみ重	もみ	肩	玄 米 重	着粒数	登熟	千粒重		
		(Kg/a)	(Kg/a)	わら	もみ重	(Kg/a)	(%)	(個)	歩合 (%)	(g)	
連作年数の影響	非 連 作	80.7	51.8	0.64	1.3	40.1	100	78	77	23.2	
	2 年 連 作	67.2	45.4	0.68	1.2	36.0	89	76	77	23.4	
	3 年 連 作	55.7	37.0	0.65	1.1	29.0	72	72	71	23.1	
R-R-R系列	無 処 理	54.1	35.7	0.66	1.0	28.5	100	75	73	23.1	
	土 壤 処 理	クロールピクリン	53.0	40.1	0.64	1.3	31.0	108	74	66	22.8
		ダイホルタン	54.9	35.2	0.64	1.1	27.5	96	68	73	23.5
	窒素の施肥量	N 9	53.4	36.1	0.68	1.0	28.5	100	76	74	23.2
		N 12	59.1	37.6	0.64	1.2	29.2	102	-	-	-
	N 15	59.6	37.4	0.63	1.1	29.4	103	68	69	23.0	
P-R-R系列	無 処 理	65.4	46.4	0.72	1.0	37.7	100	80	77	23.6	
	土 壤 処 理	クロールピクリン	69.0	47.3	0.67	0.9	37.5	99	73	78	23.5
		ダイホルタン	67.5	43.7	0.65	1.2	34.4	91	80	81	23.9
	窒素の施肥量	N 9	63.4	43.8	0.69	1.0	34.6	100	88	77	23.9
		N 12	67.3	46.9	0.68	1.1	37.2	107	-	-	-
	N 15	71.2	46.7	0.67	1.1	37.9	109	68	81	23.0	
P-P-R系列	無 処 理	81.9	51.9	0.65	1.2	40.3	100	80	77	23.0	
	土 壤 処 理	クロールピクリン	82.9	50.4	0.61	1.2	39.7	98	74	79	23.2
		ダイホルタン	84.5	51.0	0.60	1.2	40.1	99	80	81	23.1
	窒素の施肥量	N 9	81.0	51.8	0.64	1.2	41.1	100	88	77	23.2
		N 12	84.1	53.5	0.61	1.2	40.3	98	-	-	-
	N 15	84.2	51.0	0.60	1.2	38.6	93	68	81	23.0	
S-R-R系列	無 処 理	65.0	45.5	0.70	1.5	35.6	100	67	81	22.9	
	土 壤 処 理	クロールピクリン	71.8	44.5	0.61	1.3	34.5	96	82	69	23.2
		ダイホルタン	64.5	45.5	0.71	1.4	35.9	100	76	74	23.6
	窒素の施肥量	N 9	64.2	44.3	0.72	1.3	35.8	100	83	76	23.6
		N 12	68.2	45.3	0.67	1.2	35.6	99	-	-	-
	N 15	69.0	44.2	0.64	1.7	34.5	96	66	73	22.8	
S-S-R系列	無 処 理	79.4	52.6	0.67	1.2	40.9	100	73	74	22.9	
	土 壤 処 理	クロールピクリン	83.1	50.4	0.61	1.3	39.3	96	82	77	23.0
		ダイホルタン	77.0	51.7	0.67	1.4	40.0	97	75	75	23.8
	窒素の施肥量	N 9	73.0	52.0	0.71	1.3	40.5	100	79	76	23.6
		N 12	72.3	53.4	0.65	1.2	41.7	109	-	-	-
	N 15	84.2	51.4	0.61	1.5	38.0	93	74	75	22.9	

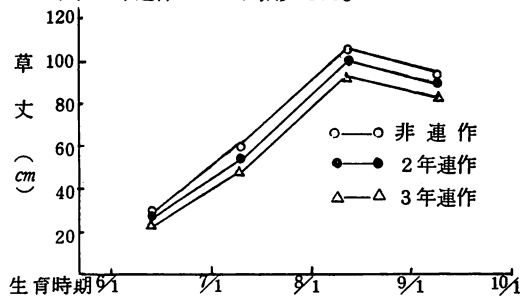
(1) 陸稻の連作年数の影響

(i) 生育

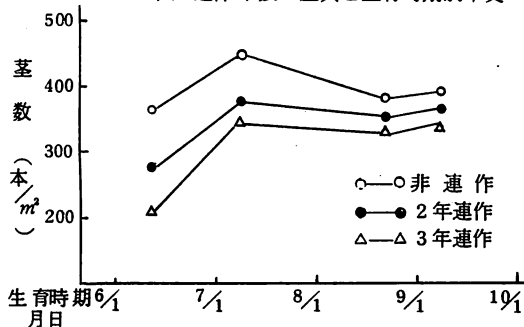
発芽は各区とも斉一であったが、播種後35日目頃から2年連作、3年連作とも伸長はやや遅滞し始めた。その後

の生育を第4表の要因、連作年数の影響から図示すると第1、2図のようになり、播種後44日目の6月13日には草丈、茎数とも明らかに連作年数の増加にしたがって劣った。とくに、茎数はその影響が著しかった。その後草丈

は生育が進むにしたがってその差は拡大され、8月10日に最大となり収穫期にいたったが、茎数は初期の差がそのまま生育後期まで継続し、穂数は非連作に対して2連作で10%、3年連作で15%減少した。



第1図 連作年数の差異と生育時期別草丈



第2図 連作年数の差異と生育時期別茎数

生育の観察では、上記のように連作の影響は播種後35日目頃から生育遅延の形であらわれ始めたが、3年連作の葉色がわずかに淡緑色を呈した以外は、外観的にはほとんど特異な害徴を示さないうまま経過した。その後出穂期にはいってゴマハガレが連作年数の増加とともに激しく発生した。しかし、この現象は瘠薄な土壤に栽培された陸稲や生育の抑制された陸稲にしばしばみられる現象なので、連作害の直接の影響よりも、むしろ連作によって生育が抑制されたため生じた間接的な影響と考えられる。

このように陸稲の連作害は外観的には特異な害徴を示す

こともなく、播種後40日以内に初期生育遅延の形で発現し、その影響は回復されないまま収穫期にいたっている。これは陸稲が独立栄養に入り、旺盛な栄養生長を開始する頃すでに何らかの養分吸収阻害をうけ、そのためその後の生育も著しく抑制され草丈、茎数に差が生じ、注目されるようになったものと推定される。

(ii) 収量および収量構成要素

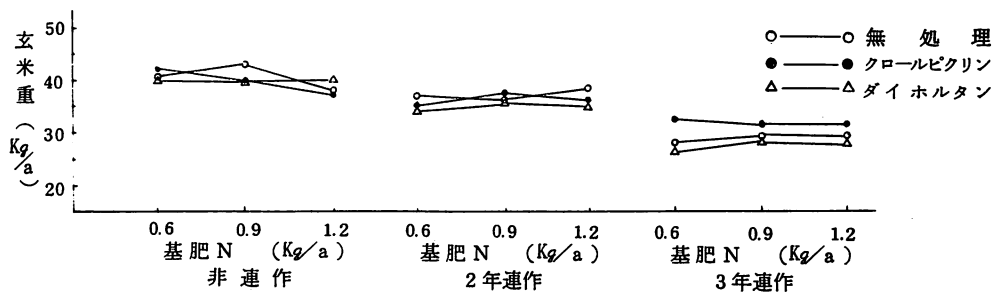
収量ならびに収量構成要素におよぼす連作年数の影響は第5表に示すとおりである。

玄米収量に対する連作年数の影響は2年連作では概して少なく、10%程度の減収率にとどまったが、3年連作の場合は約30%と著しく減収した。

これを収量構成要素の面からみると、千粒重、登熟歩合、ならびに1穂着粒数は連作年数を重ねても収量に影響するほどの減少ではなかったが、穂数の減少は著しかった。このことから陸稲の連作害による減収は、播種後40日以内に受ける生育阻害によってもたらされる穂数減が主因と考えられる。

(2) 土壤消毒ならびに基肥窒素の増施効果

2年連作におけるP-R-R系列の場合は、玄米収量に対する土壤消毒ならびに基肥窒素の増肥効果に、10%の有意水準で有意差がみとめられたが、S-R-R系列はブロック間の誤差が大きかったため処理間に有意差はみとめられなかった。そのため2年連作における処理の効果を見る場合は誤差としてプールされる。また、非連作のP-P-R系列、ならびにS-S-R系列における処理の効果は、両者の間に有意差がみとめられなかった。したがって非連作ならびに2年連作における作付系列は反復として扱うことができるので、結果的には連作年数と土壤消毒ならびに基肥窒素の増施効果となる。これを第5表から求めると第3図のようになる。これを薬剤別に基肥窒素の施肥量との関連でみるとつぎのようになる。



第3図 基肥窒素ならびに土壤消毒と玄米収量との関係

(i) クロールピクリンの効果

非連作：非連作に対するクロールピクリンの効果は、基肥窒素が0.6Kg/aの場合はみとめられたが、さらに施肥量を増加すると、むしろ過繁茂、徒長を助長しその結果倒伏を招き減収した。本試験では無処理区における基肥窒素の適量は0.9Kg/aであったが、クロールピクリン処理を行った場合は、この施肥量では倒伏している。このように、クロールピクリンによる土壌消毒は、非連作土の場合でも、窒素の利用率をかなり高めることがうかがわれる。

2年連作：2年連作の場合は基肥窒素の増施肥効果はややみとめられたが、クロールピクリンの効果はわずかであった。すなわちクロールピクリン処理を行わなくとも、基肥窒素を1.2Kg/aまで増肥することによって増収したが、非連作の収量にはおよばなかった。

3年連作：クロールピクリンの効果は最も高く、約20%の増収効果がみとめられた。しかし、非連作、2連作にもおよばなかった。この場合の基肥窒素は0.9Kg/aに適量があった。

以上のように本試験の場合は、連作害が軽微な2年連作では基肥窒素の増肥によって、また激しい3年連作の場合はクロールピクリンによって多少増収したが、いずれも非連作の無処理にはおよばなかった。

(ii) ダイホルタンの効果

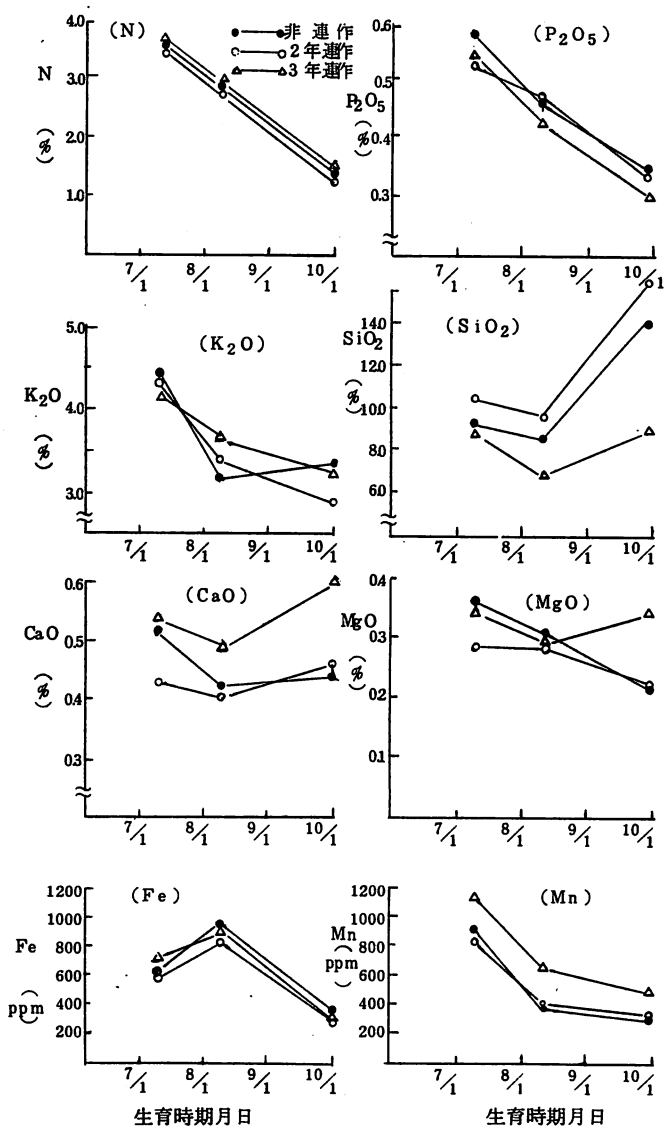
ダイホルタンの効果を基肥窒素との関連で検討したが、非連作区および連作区とも生育初期に薬害を受けたため、むしろ減収した。その原因については明らかにすることができなかった。

(3) 作物体の養分濃度と跡地土壌の化学性

陸稲の茎葉中における無機養分の含有率は、要因別に第6表に示したが、これを連作年数の影響のみについて図示すると第4図のように、石灰ならびにマンガンは、生育各期を通じ連作年数の増加にしたがい著しく高い値を示

した。これについて窒素がやや高い含有率で経過したが、ケイ酸ならびにリン酸は、生育各期を通じ連作年数の増加とともに低い含有率で経過した。これを要約するとつぎのようになり、連作によって生育阻害を受けた陸稲は、茎葉中の養分組成が著しく不均衡になることを示した。

- a) 連作によって著しく高くなった成分：マンガン、石灰
- b) 連作によってやや高くなった成分：窒素、鉄
- c) 連作によってやや低くなった成分：リン酸
- d) 連作によって著しく低くなった成分：ケイ酸



第4図 連作年数が養分含有率におよぼす影響

畑水稻および陸稲の連作害と対策に関する研究

連作によって茎葉中の無機養分組成が著しく不均衡になることについては、すでに渡辺⁴⁾によって明らかにされている。また小田切⁵⁾は連作不可能土壌に生育した陸稲は連作可能土壌のものに比べてMn含有率が高く、Fe/Mn比が明らかに低下し、陸稲体中におけるFeとMnとの相対的關係が陸稲の生理的障害と関連していることをみとめている。このように体内の無機養分が不均衡になることは何らかの生理障害を与えることになるので、本試験においてもCa、ならびにMnが終始高濃度で経過したことは、正常な生理作用が十分に営めなかったことをうらがきしているものと推察される。

跡地土壌の化学性は、各作付系列の無処理N9区について分析したが、その結果は第7表に示すように連作年数が増加しても、置換性石灰の減少にとまらなわずかな酸性化と、全炭素が減少し有機物が消耗することがみとめられた

以外はほとんど影響はみとめられなかった。この酸性化はpH(KCl) 4.4~4.7の範囲なので、酸性側を好む陸稲にとってはほとんど生育に影響のない範囲にとどまっている。

以上のように連作年数を増加すると、土壌中のMnは異常蓄積もなく、有効態ケイ酸の減少もみとめられないが、作物体のMn含有率は異常に高く、ケイ酸は異常に低い値を示している。また、置換性石灰は減少したにもかかわらず、作物体の石灰含有率は異常に高まっている。このことから、連作によって茎葉中の養分組成が不均衡になったのは、連作のため土壌中の特定な肥料養分が不足したためとは考えにくい。むしろ初期生育が著しく土壌中に生成した有害物質か、または特異的に発生した有害微生物によって陸稲根の生理機能が何らかの障害をうけ、その結果養分の選択吸収に異常をきたしたためと考えられる。

第6表 養分含有率におよぼす要因効果

分析項目	採取部位	要因	S-S-R系列												S-R-R系列						R-R-R系列					
			連作年数の影響			窒素の施肥量			土壌処理			窒素の施肥量			土壌処理			窒素の施肥量			土壌処理					
			非連作	2年連作	3年連作	N9	N15	無処理	クロールピクリン	ダイホルトン	N9	N15	無処理	クロールピクリン	ダイホルトン	N9	N15	無処理	クロールピクリン	ダイホルトン						
N	7.8	茎葉	3.46	3.62	3.71	3.60	3.69	3.46	3.73	3.74	3.75	3.83	3.62	4.16	3.59	3.47	4.05	3.71	3.94	3.68						
	8.11	"	2.63	2.58	2.76	2.63	2.63	2.48	2.72	2.69	2.54	2.62	2.59	2.60	3.54	2.79	2.73	2.68	2.77	2.83						
	9.29	わら	1.28	1.37	1.44	1.17	1.36	1.30	1.31	1.22	1.19	1.54	1.41	1.43	1.27	1.24	1.67	1.20	1.57	1.57						
P ₂ O ₅	7.8	茎葉	0.52	0.58	0.54	0.47	0.56	0.52	0.51	0.53	0.57	0.58	0.56	0.63	0.55	0.52	0.56	0.55	0.58	0.49						
	8.11	"	0.47	0.46	0.42	0.48	0.46	0.50	0.49	0.43	0.43	0.49	0.47	0.43	0.49	0.42	0.42	0.40	0.43	0.44						
	9.29	わら	0.33	0.35	0.30	0.33	0.30	0.30	0.33	0.34	0.35	0.36	0.36	0.36	0.32	0.28	0.31	0.31	0.28	0.29						
K ₂ O	7.8	茎葉	4.41	4.48	4.27	4.29	4.49	4.26	4.48	4.40	4.57	4.41	4.60	4.44	4.16	4.36	4.29	4.39	4.13							
	8.11	"	3.38	3.20	3.59	3.42	3.33	3.19	3.61	3.34	3.17	3.21	3.19	3.09	3.32	3.61	3.57	3.46	3.55	3.76						
	9.29	わら	2.95	3.27	3.25	3.32	2.58	3.21	2.60	3.05	3.84	2.70	3.04	3.76	3.02	3.24	3.35	3.26	3.04	3.41						
SiO ₂	7.8	茎葉	10.41	9.20	8.92	10.21	10.62	9.80	10.49	10.95	9.25	9.17	9.54	8.54	9.54	8.69	9.23	8.58	8.99	9.20						
	8.11	"	9.68	8.49	7.02	10.10	9.28	9.63	9.51	9.93	9.08	7.90	8.53	8.67	8.26	7.36	6.67	7.26	6.75	7.06						
	9.29	わら	14.58	12.02	9.04	15.21	13.90	14.19	14.20	14.78	12.80	11.25	12.05	12.18	11.85	9.43	8.64	9.64	9.05	8.42						
CaO	7.8	茎葉	0.44	0.51	0.54	0.45	0.43	0.48	0.40	0.45	0.51	0.50	0.52	0.48	0.52	0.55	0.53	0.61	0.50	0.52						
	8.11	"	0.40	0.43	0.49	0.37	0.42	0.39	0.41	0.39	0.39	0.47	0.43	0.45	0.40	0.48	0.51	0.57	0.50	0.47						
	9.29	わら	0.47	0.46	0.60	0.46	0.47	0.43	0.51	0.45	0.42	0.50	0.46	0.45	0.49	0.58	0.61	0.57	0.61	0.62						
MgO	7.8	茎葉	0.28	0.36	0.33	0.30	0.26	0.30	0.28	0.28	0.37	0.35	0.38	0.35	0.36	0.35	0.30	0.37	0.30	0.31						
	8.11	"	0.27	0.30	0.29	0.26	0.27	0.23	0.29	0.28	0.26	0.34	0.32	0.33	0.27	0.28	0.31	0.30	0.30	0.29						
	9.29	わら	0.22	0.21	0.35	0.18	0.27	0.19	0.25	0.23	0.23	0.19	0.21	0.22	0.21	0.33	0.37	0.35	0.37	0.35						
Fe	7.8	茎葉	603	633	726	567	637	663	517	629	623	614	642	625	637	696	757	685	668	821						
	8.11	"	830	958	914	827	833	843	713	931	994	923	858	972	1045	936	900	1077	828	836						
	9.29	わら	267	302	288	274	260	204	357	240	245	360	289	269	249	325	273	273	289	310						
Mn	7.8	茎葉	814	881	1148	720	907	708	846	938	900	861	903	840	848	1125	1202	1217	1132	1093						
	8.11	"	404	386	620	368	439	254	548	410	375	398	396	286	479	477	762	608	556	695						
	9.29	わら	343	313	447	228	457	286	397	345	294	323	294	307	340	406	486	360	462	518						
			42	51	52	42	42	41	50	36	56	47	45	64	45	52	54	54	47	57						

注 N, P₂O₅, K₂O, SiO₂, CaO, MgOは%で, Fe, Mnはppmで表示した。

第7表 跡地土壌の化学性

作付系列	pH		Y ₁	全炭素 (%)	全窒素 (%)	置換性塩基 (mg/100g)			有効態リン酸 (mg/100g)	有効態ケイ酸 (mg/100g)	Fe (ppm)**		Mn (ppm)**	
	H ₂ O	KCl				CaO	MgO	K ₂ O			pH4.5	pH6.5	pH4.5	pH6.5
R-R-R	5.5	4.4	2.06	4.80	0.36	69.7	6.2	27.9	2.56	47.4	61.4	tr	15.2	3.7
P-R-R	5.8	4.7	0.80	5.08	0.40	84.4	9.9	35.2	1.69	55.1	77.7	//	13.1	3.3
S-R-R	5.4	4.6	1.27	5.37	0.43	75.3	4.8	20.6	1.64	48.7	101.5	//	19.5	3.2
P-P-R	5.5	4.6	1.53	5.29	0.37	76.6	6.2	27.9	2.56	57.4	72.1	//	16.4	3.2
S-S-R	5.5	4.7	0.96	5.35	0.39	111.0	6.3	17.5	1.68	39.2	63.6	//	11.3	2.8

* トルオグ法によって測定した。 ** 醋酸Bufferで浸出した。

3) 小 括

連作年数の増加にともなう陸稲の生育収量の変化、ならびに連作年数を異にした場合の土壤消毒および窒素の増施効果について検討し、つぎの結果を得た。

- (1) 陸稲の連作害は播種後40日以内に発現し、初期生育は著しく抑制された。
- (2) 2年連作では10%, 3年連作では約30%減収したが、収量構成要素からみると穂数減の影響が大きかった。
- (3) 連作によって茎葉中の養分組成は著しく不均衡になり、とくに珪酸の吸収が抑制された。
- (4) クロールピクリン処理と基肥窒素の増施によって増施によって増収したが、非連作の収量にはおよばなかった。
- (5) ダイホルタンは生育初期に葉害が発生し減少した。

2 畑水稻連作害に対する深耕、薬剤処理および土壤改良の効果

津田公男・酒井 一・浅野伸幸・下長根鴻

前報の試験⁶⁾において、畑水稻の連作害は、連作土に殺菌土または非連作土を添加混合すると軽減されること、また、連作は場の土壤においても、下層土では連作害が軽微であることなどを明らかにした。したがって、畑水稻連作

害に対して下層土を作土に反転混合する深耕は効果的な対策であると考えられる。

本試験は連作年数の異なるほ場において、すでに効果が実証されている土壤くん蒸剤(DDおよびクロールピクリン); ならびに火山灰土壤において畑水稻の増収に効果のある土壤改良剤(熔リン)と深耕を併用処理し、総合的な対策を確立するために、1970~71年の2カ年において実施した。

1) 試験方法

(1) 試験ほ場

両年とも農試内の黒色火山灰土壤の同一ほ場で実施したが、2年目は前年の処理が翌年に影響することが考えられたので、試験ほ場を隣りの3年連作ほ場に移動した。

非連作系列の前年は両年とも落花生であり、連作系列では1970年が畑水稻2作目、1971年が同3作目に相当した。

試験開始時における土壤の化学性を第8表に示す。pHおよび塩基飽和度はやや低いが、有効態リン酸は火山灰土壤としては比較的富んでいた。

第8表 供試ほ場の土壤の化学性*

(乾土100g当り)

深 さ cm	pH (H ₂ O)	T-C %	T-N %	置 換 性 me		CEC me	石灰飽 和度%	リン酸 吸収係数	有 効 態 mg		土性
				CaO	MgO				P ₂ O ₅	SiO ₂	
0-10	5.5	5.70	0.52	6.9	0.8	25.8	26.8	2.273	5.5	82	
10-20	5.8	5.89	0.53	7.1	1.5	27.5	25.8	2.360	2.6	89	

* 1970年3月20日 採土

** 0.02N-H₂SO₄ 抽出(Truog法)

*** IN-HAc-NaAc (pH4) 抽出

第9表 試験設計

(2) 試験設計および耕種概要	区 名	連,非連 処 理				備 考
		作の別	耕	深	薬 剤 熔リン	
試験設計を第9表に示す。両年とも同一設計で試験を実施した。DDおよびクロールピクリン(以下CPと略記)は、播種20日前に専用の注水器によって処理し、播種5日前に耕起してガス抜きした。耕起時にきゅう肥(全区)および熔リン(該当区のみ)を全面散布してすき込んだ。	1 無 P	連 作	普			○連作, 非連作
	2 無 P 深耕	//	深			連作: 70年は畑水稻2作目, 71年は同3作目
	3 標準	//	普		あり	非連作: 両年とも落花生跡
	4 深耕	//	深		//	○耕 深
	5 DD	//	普	DD	//	普: 15cm (ロータリー耕)
	6 DD 深耕	//	深	//	//	深: 30cm (プラウ耕)
	7 CP	//	普	CP	//	○薬 剤
	8 CP 深耕	//	深	//	//	DD, CPとも深さ15cm. 間隔30×30cmに ² / _a 施用
	9 非 連 作 非連作	//	普		//	○熔リン 30kg/a
	10 非連作深耕	//	深		//	

畑水稻および陸稻の連作害と対策に関する研究

第10表に耕種概要を示す。かん水はスプリンクラーによって、ほぼ4日間断40mmで7月下旬から成熟期まで続けた。

第10表 耕種概要

耕種, 管理	内 容
供試品種	畑水稻ミズハタモチ
*播種期	70年: 4月21日, 71年: 4月26日
播種量	0.6 Kg/a
栽植密度	畦巾30cmの条播
きゅう肥	150 Kg/a
基肥	窒素0.8Kg/a, リン酸1.6Kg/a, カリ1.5Kg/a
追肥	5葉期窒素0.6Kg/a, 幼穂期窒素0.4Kg/a
*かん水	70年: 7月23日~9月4日(11回), 71年: 7月23日~8月28日(9回)
試験規模	3×3mの3連制
その他の管理	慣行法に準ずる

2) 試験結果および考察

(1) 気象条件

1970年は最高分けつ期~幼穂形成期の7月6, 7日に異常低温にみまわれたが、それ以外は平年並みであった。

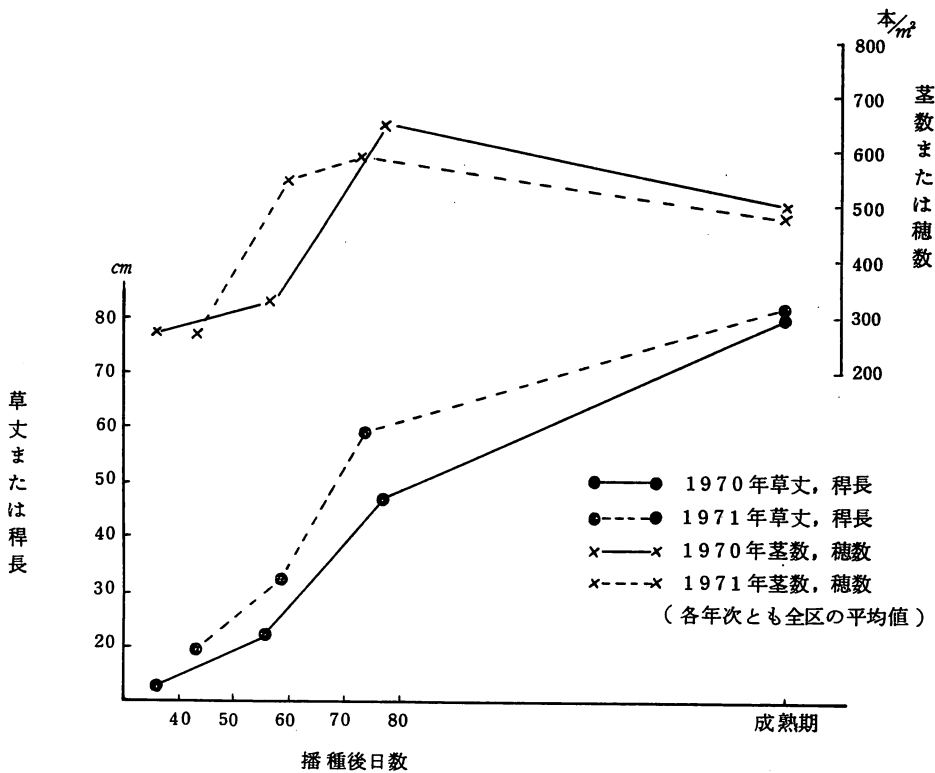
1971年は播種直後の4月29日に116mmの豪雨(水戸気象台)があり、さらに5月上旬まで平年に比較して2~4℃低温であった。

(2) 生育および収量

(1) 年次間の比較

年次別の生育および収量は第11表, 第12表および第5図に示す。

*印以外は両年に共通



第5図 試験年次別の生産経過

草丈, 茎数とも生育初期から1971年がまさり, 中期にいたってさらにその差は拡大したが, 成熟期においては, ほとんど差が認められなかった。

収量はわら重, 玄米重, 千粒重および一穂登熟粒数とも1970年がまさった。

第11表 生育

(1) 草丈, 稈長, 穂長 (cm)

年次	区名	1970年					1971年				
		草丈			稈長	穂長	草丈			稈長	穂長
		5/26	6/16	7/7			6/8	6/24	7/9		
1	無 P	13.7	21.8	44.3	75.6	19.8	18.7	32.5	55.0	76.5	19.9
2	無 P 深耕	13.7	22.3	46.8	80.2	20.1	18.4	30.5	56.4	79.0	21.1
3	標準	13.9	22.7	42.3	77.1	20.1	19.3	33.5	59.4	78.3	20.0
4	深耕	13.1	22.2	48.2	77.6	19.7	18.3	30.6	57.6	80.1	19.4
5	D D	13.0	19.9	42.6	79.1	20.3	17.6	29.5	54.2	80.1	20.1
6	D D 深耕	13.6	23.5	52.9	77.9	20.0	16.6	29.3	55.5	79.5	19.9
7	C P	14.4	23.4	45.3	81.2	20.3	19.9	32.8	61.4	87.8	19.6
8	C P 深耕	14.8	22.4	51.4	83.8	20.2	18.2	32.0	61.6	83.8	20.2
9	非連作	14.3	23.5	47.7	80.4	19.6	19.9	31.6	60.0	85.6	20.0
10	非連作深耕	13.2	23.4	47.9	80.2	19.4	19.8	35.6	64.4	86.0	20.0

(2) 茎数, 穂数 (本/m²)

年次	区名	1970年					1971年				
		茎数			穂数	有効茎歩合*	茎数			穂数	有効茎歩合*
		5/26	6/16	7/7			6/8	6/24	7/9		
1	無 P	244	266	719	473	66	304	613	641	530	69
2	無 P 深耕	266	306	706	494	70	260	560	525	493	87
3	標準	266	386	706	446	63	295	602	659	527	70
4	深耕	289	360	626	500	80	220	517	572	463	71
5	D D	244	280	586	453	77	206	415	539	439	90
6	D D 深耕	311	373	713	533	75	203	465	571	474	77
7	C P	389	386	579	466	80	384	569	614	550	82
8	C P 深耕	233	306	553	573	104	256	506	587	475	94
9	非連作	233	333	666	486	73	294	579	628	519	74
10	非連作深耕	266	280	633	560	88	280	649	636	513	73

* 70年は7月7日, 71年は7月9日の茎数に対する穂数の比率(%)を示す。

第12表 収量

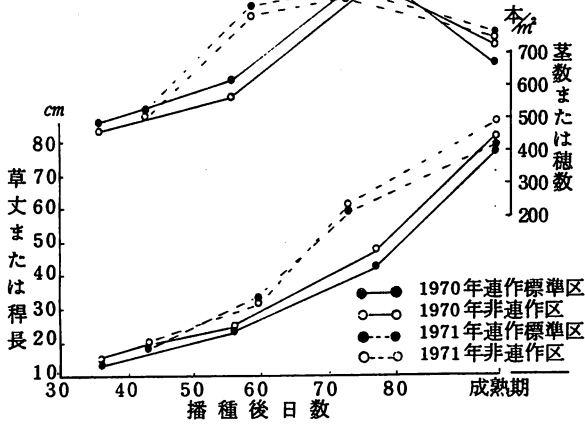
年次	区名	1970年					1971年				
		わら重	玄米重	比*	千粒重	一穂登熟	わら重	玄米重	比*	千粒重	一穂登熟
		Kg/a	Kg/a	%	g	粒数**	Kg/a	Kg/a	%	g	粒数**
1	無 P	62.1	41.7	100/82	20.2	44	43.1	34.3	96/82	19.5	33
2	無 P 深耕	67.3	46.0	110/83	20.5	45	41.8	34.9	97/84	19.3	37
3	標準	59.9	41.7	100/82	20.4	46	43.4	35.9	100/86	19.3	35
4	深耕	66.5	47.6	114/96	20.5	46	46.5	36.9	103/89	19.6	41
5	D D	65.1	41.8	100/82	20.3	45	48.7	34.5	96/83	19.3	41
6	D D 深耕	72.4	47.1	113/95	20.1	44	44.9	35.4	99/85	19.0	39
7	C P	73.1	45.5	109/92	20.7	47	50.3	39.6	110/95	19.3	37
8	C P 深耕	77.1	54.5	131/110	20.2	47	49.5	38.7	108/93	19.7	41
9	非連作	72.4	49.6	120/100	20.1	51	48.9	41.7	116/100	19.9	41
10	非連作深耕	76.2	50.8	122/102	20.5	44	49.8	43.0	120/103	19.8	42
総平均		68.2	46.7		20.4	47	46.7	37.5		19.5	39

* 分子は標準区を100とした場合の比率, 分母は非連作区を100とした場合の比率を示す。

** 穂数, 千粒重および玄米重から計算によって求めた値を示す。

(ii) 連作, 非連作間の比較

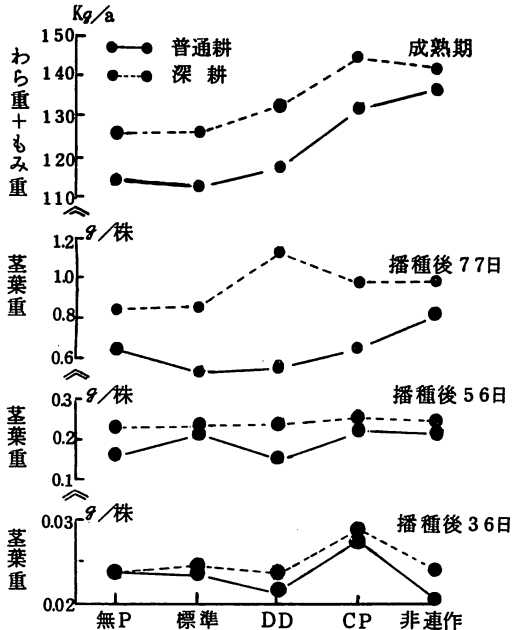
連作標準区と非連作区の生育経過を第6図に示す。



第6図 連作標準区と非連作区の生育経過

草丈においては両年とも播種40日前後でわずかに非連作区がまさり、次第にその差は拡大した。茎数では1970年は成熟期に非連作区がまさったが、それ以前は標準区がまさっていた。1971年では全期間を通して標準区の方がまさった。

1970年における乾物重の推移を第7図に示す。標準区と非連作区とに差が認められるのは、播種77日目であった。



第7図 乾物重の推移(1970年)

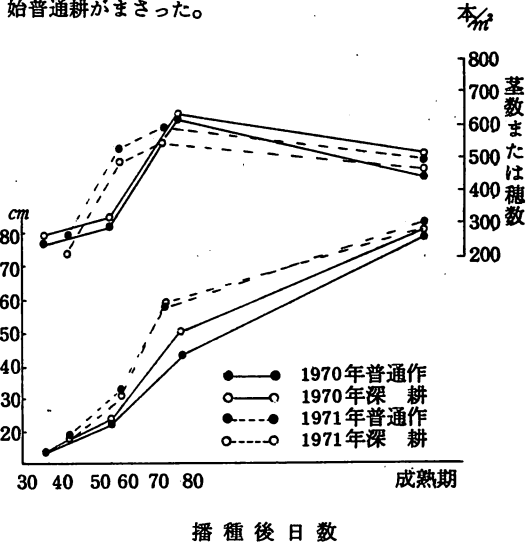
第12表において、非連作区に対する連作標準区の比率をみると、1970年のわら重は83%, 同玄米重は82%で、1971年ではそれぞれ89%, 86%であった。しかし、千粒重および登熟粒数では標準区と非連作区に差が認められなかった。

以上の結果から、連作による地上部の影響は播種後40日頃から草丈にあらわれ、中期以降は乾物重に、そして成熟期に玄米重にあらわれるものと思われる。

なお、両年とも非連作区に対する連作標準区のわら重および玄米重の比率はほぼ等しく、連作年次の増大にともなう収量の低下は明らかでなかった。

(iii) 深耕の効果

第8図に連作系列内における耕深別の生育経過を示す。1970年では、深耕による草丈および茎数増加の効果がそれぞれ播種後56日、36日で認められた。1971年においては草丈にはほとんど差がなく、茎数ではむしろ終始普通耕がまさった。



第8図 連作における耕深別の生育経過

* 普通耕は \bar{x} 1.3.5.7区の平均値, 深耕は \bar{x} 2.4.6.8区の平均値を示す。

一方、非連作における深耕の効果は第11表に示されるように、両年とも同一傾向を示した。草丈では播種後56~59日以後に深耕による増大が認められたが、茎数では明らかでなかった。

また、乾物重の推移をみると、第7図に示されるように播種56日目に深耕の効果があらわれた。

第13表に耕深別の収量を示す。1970年の連作系列

では、深耕によってわら重および玄米重がそれぞれ13%、14%増収したが、1971年においては連作、非連作系列ではそれぞれ2、3%の効果であった。なお、千粒重および登熟粒数においては両年とも深耕による影響は認められなかった。

第13表 耕深別の収量

年次	1970年					1971年					
	わら重 Kg/a	玄米重 Kg/a	比	千粒重 g	1種登 熟粒数	わら重 Kg/a	玄米重 Kg/a	比	千粒重 g	1種登 熟粒数	
* 連作	普通耕	65.1	42.7	100	46	20.4	46.4	36.1	100	37	19.4
	深耕	70.8	48.8	114	46	20.3	45.7	37.0	102	40	19.4
** 非連作	普通耕	72.4	49.6	100	51	20.1	48.9	41.7	100	41	19.9
	深耕	76.2	50.8	102	44	20.5	49.8	43.0	103	42	19.8

* 普通耕はⅥ1, 3, 5, 7区の平均値, 深耕はⅥ2, 4, 6, 8区の平均値を示す。

** 普通耕はⅥ9の非連作区, 深耕はⅥ10の非連作深耕区の値を示す。

以上の結果から、深耕の効果を考察すると次のとおりである。本ほ場では非連作畑水稻に対する深耕の効果は2~3%と低いが、1970年の2年連作畑水稻に対しては連作害の希釈効果により生育初期から草丈、茎数ならびに乾物重を増大させ、また穂数およびわら重の増大をもたらした。これが玄米の増収に結びついたものと考えられる。1971年の3年連作畑水稻においては生育および収量に深耕の効果が認められなかった。これは連作年数が長いのか、あるいは深耕の効果がもっとも発現しやすい初期に、異常気象にみまわれたために効果が抑制されたためとも考えられるが、本試験の範囲ではこれを区別することはできない。

いずれにしても深耕による連作害の希釈効果は年次による差が認められ、安定した対策とはいえないように思われる。

(v) 溶リンの効果

連作無リン酸区と同標準区には両年とも生育および収量に差が認められなかった。これは供試ほ場の有効態リン酸が比較的豊富であったことと全区にきゅう肥を施用したためと考えられる。

溶リンと深耕の併用処理の効果はそれぞれ単独の効果の和として示され、相乗作用は認められなかった。

本試験地において、溶リンの効果は認められなかったが、土壌の有効態リン酸欠乏畑における連作害に対しては、非連作畑水稻の増収分に見合うだけの効果が得られることが十分考えられる。そしてまた深耕との併用処理は、深耕に

よる連作害の希釈効果が期待できる場合には、それぞれの効果が加算されるものと推定される。

(v) DDの効果

両年とも最高分けつ期以後に草丈を増大させる傾向を示したが、茎数では明らかでなかった。また、両年ともわら重をやや高めたが、玄米重では明らかでなかった。

以上の結果から、DDの効果は比較的後半に発現するため、連作害による初期生育抑制の回復がみられ、わら重はある程度高まるが、玄米重には反映しないものと考えられる。

なお、DD処理によって初期生育が抑制される傾向を示したが、これは葉害とも考えられDDの処理方法には十分な配慮が必要であろう。

深耕との併用処理は、前述のように深耕は初期生育を高める効果があり、またDD処理はむしろ生育後期に効果が発現することから、深耕の効果が期待できる場合には、かなりの増収が考えられたが、1970年においても非連作区にはおよばなかった。

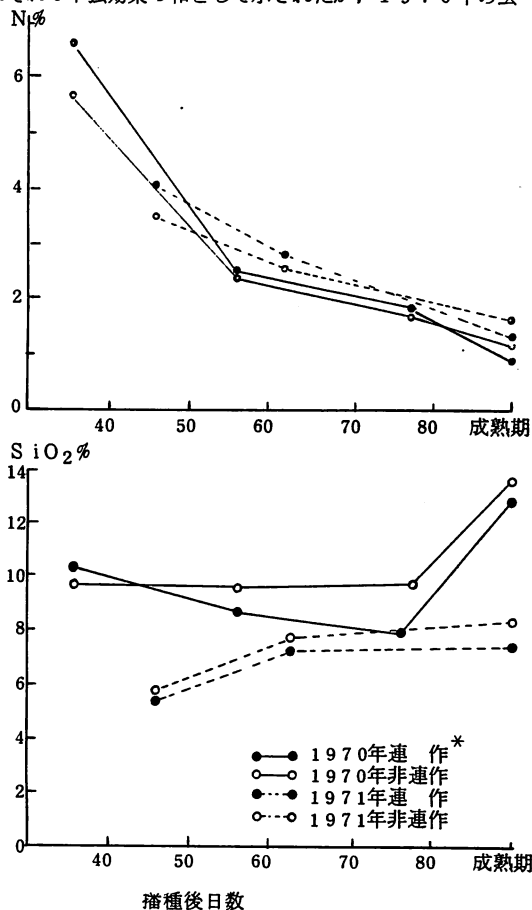
また、併用処理は溶リンの場合と同様、単独効果の和として示された。

(vi) クロールピクリンの効果

両年ともCP処理によって、5~6葉期以前から草丈の伸長に効果が認められ、成熟期まで持続した。生育期の茎数では判然としないが、穂数においてはわずかに増加した。また、両年ともわら重および玄米重には明らかな効果が認め

められた。したがって、CP処理の効果は連作年数および気象条件などの差異によってほとんど影響を受けず、安定した対策と考えられる。

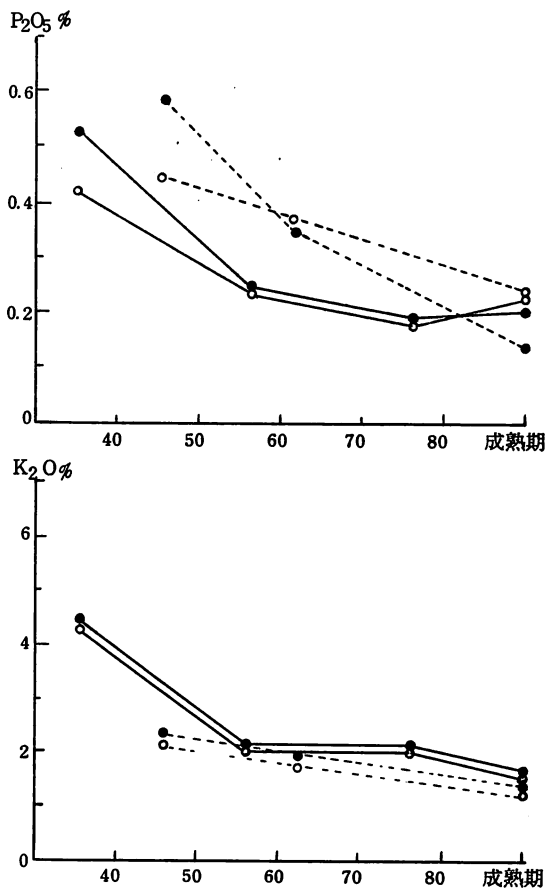
深耕との併用処理は熔リンおよびDDの場合と同様、それぞれの単独効果の和として示されたが、1970年の玄



米重のみは相乗効果が認められ、非連作系列を上まわった。

(3) 茎葉中養分濃度

連作標準区と非連作区との茎葉中養分濃度の推移を時期別に求め、第9図に示す。



第9図 時期別茎葉中養分濃度

* 連作は標準区と深耕区との平均値、非連作は非連作区と非連作深耕区との平均値を示す。

窒素は生育初期には標準区が非連作区より高いが、後期にいたるほどその差は減少した。リン酸はごく初期には標準区が高いが、それ以後は同等あるいは、非連作区が高い傾向を示した。カリは全期間を通してわずかに標準区が高かった。ケイ酸は生育初期には差は認められないが、後期にいたるほど非連作区が高かった。

なお、各処理間においては、茎葉中養分濃度に差異は認められなかった。

(4) 跡地土壌の性質

兩年とも跡地土壌の一般化学性を調べたが、連作、非連作間には差異は認められなかった。熔リン施用により置換性石灰、苦土、および有効態リン酸、ケイ酸などが富化した。

3) 小 括

畑水稻の連作害軽減対策を確立するため、深耕、熔リン、DDおよびCPの単独効果ならびに、深耕と後三者との併用効果について検討した。

(1) 連作害症状は5、6葉期に草丈にあらわれ、最高分

けつ期には乾物重にあらわれた。玄米収量は非連作に比較して1970年が18%, 1971年が14%減少した。

(2) 深耕の効果は70年では顕著であったが、71年では明らかでなかった。これは連作年数および生育初期における気象条件の差異にもとづくものと考えられた。

(3) 熔リン多施の効果は兩年とも認められなかった。これは土壌中の有効態リン酸が豊富であり、かつ全区にきゅう肥を施用したためと考えられた。

(4) DD処理の効果は比較の後期に発現した。そのため、兩年ともわら重は増大させたが、玄米重の増大には寄与しなかった。

(5) CP処理によって初期の草丈の伸長が明らかに認められ、兩年ともわらおよび玄米重を増大した。連作標準区に比較して兩年とも10%程度の玄米増収率であったが、非連作区にはおよばなかった。

(6) 熔リン、DDおよびCPと深耕との併用処理は加成的であった。深耕の効果の著しかった1970年にはCPとの組み合わせにより、非連作以上のわらおよび玄米収量を得たが、71年では深耕の効果が認められなかったため、非連作区にはおよばなかった。

(7) 連作害軽減対策は初期生育の回復が重要なポイント

であることを論議した。

B 秋冬作物導入による畑水稲連作害の軽減対策

浅野伸幸, 梶田貞義

畑水稲はかんがい施設を必要とするため作付は場が制限されるので、同一は場に連作されることが多い。また経済的な面からも他の普通畑作物に比し有利なため連作されやすい。その結果連作による収量の低下が認められることは前述のとおりである。

いっぽう、畑水稲の栽培においては積極的な多収をねらって、4月上~中旬の早播で30~40cmの畦幅の狭い栽培様式をとるため、秋冬期間を休閑とする作付方式が多い。

そこで休閑期に秋冬作物を導入すれば、連作害の軽減に役立つのではないかと考え、1970年と1971年の2カ年にわたって検討を加えた。

1) 試験方法

(1) 供試は場

土壌は黒色火山灰土壌で、その理化学的性質については第14表に示すとおりである。

第14表 供試土壌の理化学的性質 (100g乾土当り)

項目 深さ	有機物			置換 容量 me	置換性塩基			塩基飽 和度 %	リン酸 吸収係数	有効態		土性
	T-C %	T-N %	C/N		CaO me	MgO me	K ₂ O me			P ₂ O ₅	SiO ₂	
10cm	5.70	0.52	11.0	25.8	6.9	0.8	0.5	31.8	2273	5.5	82.0	L
20cm	5.89	0.53	11.1	27.5	7.1	1.5	0.4	32.7	2360	2.6	88.7	L

(2) 試験区の構成

各試験区の作付順序および供試した秋冬作物名は第15表のとおりである。またこれらの耕種概要および収量は

第16表に、施肥量は第17表に示した。試験規模は1区18m²とし、2区制、乱塊法とし、供試は場は同一は場内で毎年変更した。

畑水稻および陸稲の連作害と対策に関する研究

第 15 表 試験区 の 構成

連作年数	作 付 順 序						試験区名	施肥条件
	1969年		1970年		1971年			
	春	夏	春	夏	秋	冬		
2年連作	畑水稻		畑水稻		畑水稻		ハクサイ跡	標肥, 多肥
	キャベツ		キャベツ		キャベツ		キャベツ跡	// //
	飼料カブ		飼料カブ		飼料カブ		飼料カブ跡	// //
3年連作	畑水稻		畑水稻		畑水稻		ハクサイ跡	標肥, 多肥
	休 閑		休 閑		休 閑		飼料カブ跡	// //
	タマネギ		タマネギ		タマネギ		タマネギ間作	// //
2年連作	畑水稻		畑水稻		畑水稻		ソラマメ間作	// //
	休 閑		休 閑		休 閑		ビール麦	ビール麦間作
	畑水稻		畑水稻		畑水稻		連 作	// //
2年連作	畑水稻		畑水稻		畑水稻		輪 作	// //
	休 閑		休 閑		休 閑		輪 作	// //
	畑水稻		畑水稻		畑水稻		ハクサイ2作	// //
2年連作	畑水稻		畑水稻		畑水稻		飼料カブ2作	// //
	休 閑		休 閑		休 閑		飼料カブ2作	// //
	畑水稻		畑水稻		畑水稻		飼料カブ2作	// //

第 16 表 秋冬作物の耕種概要および収量

導入年次	作物名	品種名	播 種 定 植		栽植密度 畦幅×株間 cm	収 穫 (青刈) 月 日	アール当 (Kg)	
			月 日	月 日			全 重 (地上部重)	結球重 (地下部重)
			1969	ハクサイ			無 双	8. 23
1969	キャベツ	大 御 所	8. 6	9. 6	60×45	12. 15	804.1	585.7
	飼料カブ	在 来 種	8. 28	9. 12	60×45	12. 16	(628.4)	(385.6)
	ビール麦	2条5号	11. 6	-	120・条播	1970.5. 11	-	-
	1970	ハクサイ	坂 東	9. 5	9. 25	70×45	12. 21	830.5
1970	飼料カブ	在 来 種	9. 4	9. 24	60×30	12. 21	252.9	270.2
	タマネギ	貝塚早生	9. 15	11. 2	60×25・二条	1971.6. 8	-	-
	ソラマメ	陵 西	10. 21	-	60×45	1971.6. 17	-	-
	ビール麦	ニューポール	11. 10	-	60・条播	1971.5. 11	-	-

第 17 表 秋冬作物の施肥量 (アール当り Kg)

作物名	成分 (Kg)			堆肥	石灰	導入年次
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
ハクサイ	2.4	2.0	2.4	200	12	1969・1970
キャベツ	2.4	2.0	2.4	200	-	1969・-
飼料カブ	1.1	1.1	1.1	-	-	1969・1970
タマネギ	1.7	2.4	1.7	200	-	- 1970
ソラマメ	0.7	1.2	0.7	180	-	- 1970
ビール麦	0.4	1.4	1.1	-	20	1969・1970

(3) 畑水稻の耕種概要

供試品種はミズハタモチで、播種期は1970年が4月15日、1971年が4月16日である。兩年とも、畦幅は30cm、播種量0.6Kg/aの条播とした。ただし、間作区は畦幅60cm、条間20cm二条である。施肥量は標肥条件の場合、窒素は基肥0.6Kg/a、幼穂形成期0.4Kg/a、幼穂形成期0.4Kg/aとし、リン酸は全量基肥で1.5Kg/a、加里は基肥0.8Kg/a、幼穂形成期0.4Kg/aである。また

多肥条件は基肥三要素を標肥条件の50%増とした。なお、1970年に標準肥料の条件で無窒素区、無リン酸区を併置した。

かん水はスプリンクラーにより4日間断40mmを原則とし、降雨のあった場合は差引いた。1970年は7月23

日から9月4日までに計11回、1971年は7月23日から8月28日までに計9回行った。

2) 試験結果

2年連作、3年連作における各区の生育および収量の調査結果は第18表のとおりである。

第18表 連作畑水稻の生育および収量の差異

連作 年数	施肥 条件	試験区名	7月7日			成熟期			アール当り収量		同左		1000 粒重 g
			草丈 cm	茎数 本/m ²	穂長 cm	穂長 cm	穂数 本/m ²	わら Kg	玄米 Kg	指数 (1)	指数 (2)		
2年	標肥	ハクサイ跡	49.4	643	76	19.8	493	57.8	43.6	102	100	20.2	
		キャベツ跡	47.1	586	74	19.8	453	58.4	44.7	104	〃	20.0	
		飼料カブ跡	46.7	613	79	20.0	476	60.0	45.7	107	〃	20.2	
		ビール麦間作	41.8	463	75	20.0	393	56.4	40.6	95	〃	20.4	
		連作	45.2	553	75	20.8	386	53.7	42.8	100	〃	20.5	
		輪作	47.6	543	80	20.6	503	64.0	44.8	105	〃	20.5	
		Lsd	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	多肥	ハクサイ跡	55.3	535	79	20.0	440	69.5	43.9	93	101	20.1	
		キャベツ跡	56.7	560	80	19.5	420	62.3	42.8	91	96	20.1	
		飼料カブ跡	56.9	555	76	20.0	448	69.5	42.1	89	92	20.5	
		ビール麦間作	50.0	427	74*	19.7	328	62.5	41.9	89	103	20.1	
		連作	54.6	500	79	20.4	401	65.5	47.2	100	110	20.5	
		輪作	56.4	492	84	20.6	407	69.8	46.9	99	105	20.3	
		Lsd 5%	—	—	4.7	—	—	—	—	—	—	—	
3年	標肥	ハクサイ跡	51.8	533*	74	20.0	457	42.5	34.5	111	100	19.3	
		飼料カブ跡	51.3	511	69	19.8	457	37.8	31.3	101	〃	18.5	
		タマネギ間作	48.9	469	68	20.1	412	38.4	30.0	97	〃	18.7	
		ソラマメ間作	48.2	433	70	19.9	397	35.1	26.3	85	〃	19.3	
		ビール麦間作	42.6	273*	69	19.3	342	30.7	20.1*	65	〃	19.1	
		連作	48.8	410	70	20.2	394	39.1	31.0	100	〃	18.7	
		輪作	58.5**	606**	76	19.9	489	50.8*	35.9	116	〃	18.5	
		ハクサイ2作	49.5	586**	75	20.0	537	51.4*	39.0	126	〃	19.0	
		飼料カブ2作	52.6	444	74	18.9	427	43.9	32.1	104	〃	19.0	
		Lsd 5%	5.9	113.5	—	—	—	9.2	8.8	—	—	—	
		10%	9.0	172	—	—	—	—	—	—	—	—	
	標肥	ハクサイ跡	56.0	557	76	20.0	540*	44.4	39.6	116	115	19.4	
		飼料カブ跡	58.4	536	75	20.3	449	40.7	35.9	105	115	19.4	
		タマネギ間作	55.3	478	72	19.9	414	39.0	34.4	101	115	19.8	
ソラマメ間作		53.0	435	72	19.9	379	38.0	32.6	95	124	19.4		
ビール麦間作		45.7*	355	70	19.3	358	32.8*	23.7	69	118	19.1		
連作		55.3	502	73	21.3	433	39.8	34.2	100	110	19.6		
輪作		62.7	660	78	20.2	487	51.4**	40.9	120	114	19.6		
ハクサイ2作		55.3	600	75	19.1	495	46.9*	37.9	111	97	20.0		
	飼料カブ2作	55.4	620	78	19.9	498	48.5**	40.3	118	126	19.8		
	Lsd 5%	7.7	—	—	—	9.04	5.7	—	—	—	—		
	10%	—	—	—	—	—	8.7	—	—	—	—		

畑水稲および陸稲の連作害と対策に関する研究

(1) 2年連作について

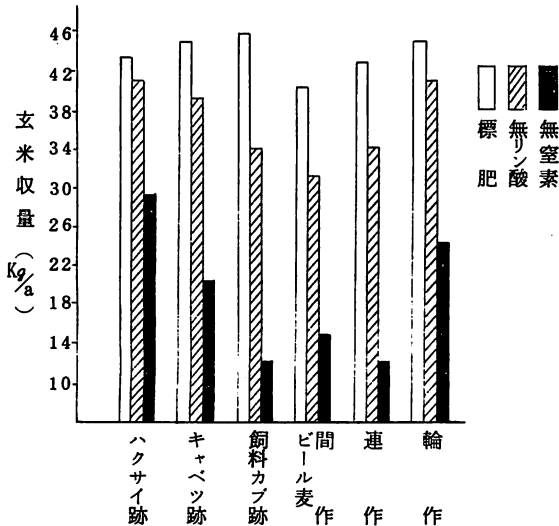
この場合第15表に示すように(畑水稲)-(休閒または秋冬作物)-(畑水稲)の各区が含まれる。畑水稲の休閒期に導入した秋冬作物が後作の畑水稲におよぼす影響はつぎのとおりである。

標肥条件における諸形質および玄米収量は、連作区に対しハクサイ跡、キャベツ跡および飼料カブ跡がまさった。とくに飼料カブ跡、キャベツ跡は輪作区とはほぼ同程度の玄米収量を得た。しかし、多肥条件では、生育期および成熟期の主要形質はハクサイ、キャベツ、飼料カブの各跡地区が連作区にまさったが、玄米収量は連作区および輪作区に劣る傾向にあった。なお、ビール麦間作区の諸形質、玄米収量は、標肥、多肥の両条件とも、連作区に劣った。

秋冬作物の施肥量と後作畑水稲との関係をみると、標肥条件における草丈と多肥条件での玄米収量は、秋冬作物の施肥量が多いほどまさる傾向が認められたが、その他の形質、収量においては判然としなかった。

つぎに、秋冬作物に投下した肥料の残効を知るために上記の標肥区に併行して、無窒素区、無リン酸区を設けたが、それら各区の玄米収量は第10図のとおりである。

第10図 2年連作における無窒素区無リン酸区の玄米収量



輪作区、ハクサイ跡およびキャベツ跡では、連作区に比較し、窒素やリン酸の残効が比較的多いようである。これに対し飼料カブ跡、ビール麦間作区では連作区と大差のないことがうかがわれる。

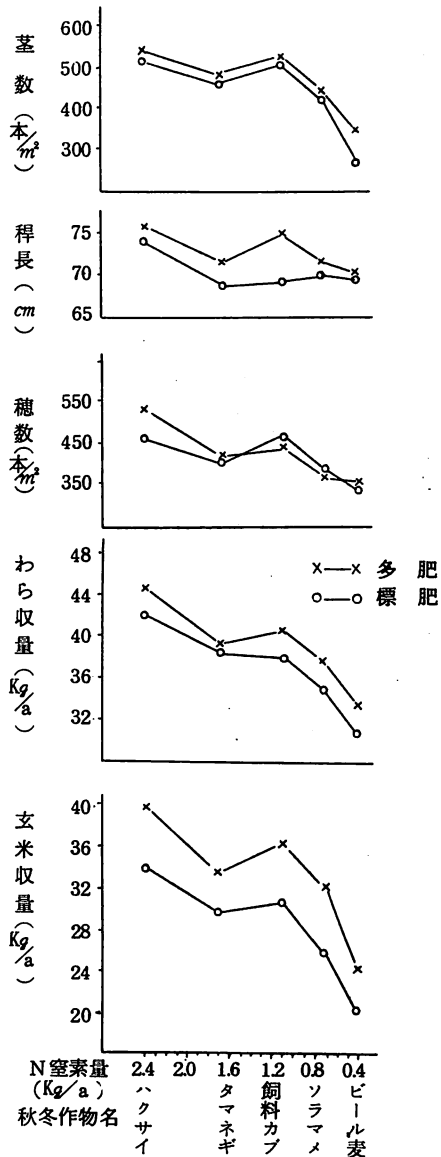
(2) 3年連作について

(1) 畑水稲2作後に秋冬作物導入の場合

この場合第15表に示すように(畑水稲)-(休閒)-(畑水稲)-(休閒または秋冬作物)-(畑水稲)の各区が含まれる。

諸形質および玄米収量は、標肥、多肥の両条件とも、輪作区が最もまさった。これに次いでハクサイ跡、飼料カブ跡も連作区にまさったが、タマネギ、ソラマメなどの間作区はいずれも連作区と同程度か劣る傾向にあった。また多肥条件は標肥条件に比べて、10~25%増収した。

第11図 前作のN施肥量と後作畑水稲の主要形質、収量 (3年連作について)



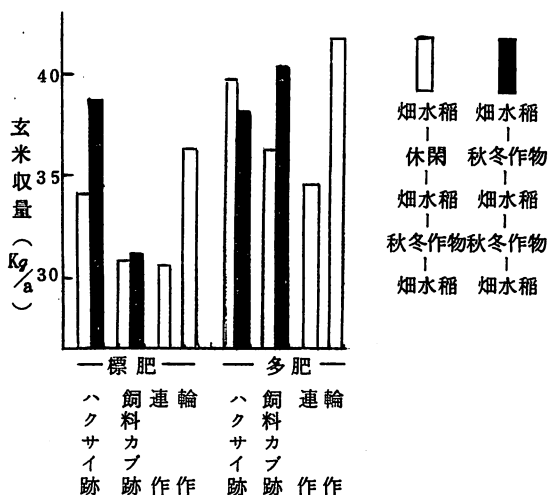
秋冬作物に対する施肥量との関係からみると第11図のとおりで、茎数、稈長、穂数、わら収量および玄米収量においては、標肥、多肥のいずれにおいても、秋冬作物に対する肥料の投下量の多いほどまざっていた。なお、飼料カブのように施肥量が少くても畑水稻が裸地播できる跡地区の方が、タマネギ、ソラマメのように施肥量が多くても間作条件である区より、諸形質、収量ともまざる傾向が認められた。

(ii) 畑水稻作付毎に秋冬作物導入の場合

この場合(畑水稻)-(休閑または秋冬作物)-(畑水稻)-(休閑または秋冬作物)-(畑水稻)の各区が含まれる。

秋冬作としてハクサイ、飼料カブの2作物を導入したが、秋冬作を2作導入した場合は(i)の畑水稻2作後に1作導入した場合に比べて、標肥、多肥の両条件とも、わら収量の増加が著しかった。玄米収量も第12図に示すように標肥条件において、ハクサイ跡が輪作区にまざった。

第12図 3年連作における畑水稻2作後導入区と畑水稻作付毎導入区の収量



秋冬作物に対する施肥量との関係についてみると、標肥条件では施肥量の多いハクサイ跡がまざったが、多肥条件では飼料カブ跡がまざった。

3) 考察

(1) 秋冬作物の導入が連作畑水稻の生育、収量におよぼす影響について

2年連作および3年連作の諸形質、収量において、連作区にまざるかまざる傾向を示した秋冬作物導入区は、ハクサイ、飼料カブなどの跡地区であって、ビール麦、ソラマ

メなどの間作区は連作区と同程度か劣った。間作区が跡地区より、生育、収量が劣ったのは、後作である畑水稻の播種期が4月中旬と早播栽培であり間作期間が長いこと、環境条件の不良、とくに地温、日照不足が大きく影響したものである。

玄米収量と諸形質との相関関係をみると、2年連作の多肥条件を除けば、両連作年次ともわら収量との相関(2年連作標肥 $r=0.626^{**}$ 多肥 $r=0.327$ 3年連作標肥 $r=0.929^{**}$ 多肥 $r=0.926^{**}$)が高く、3年連作においては穂数との相関(標肥 $r=0.931^{**}$ 多肥 $r=0.886^{**}$)も高かった。このことから、玄米収量において連作区にまざる傾向を示した跡地区は、草丈、茎数の生育が良好であったことが、玄米収量との相関が高い穂数およびわら収量の確保に有効に結びついたものと考えられる。

したがって、秋冬作物を導入する場合には畑水稻が裸地条件で播種できる生育期間の短い作物を選択する必要がある。

(2) 秋冬作物に対する施肥が後作畑水稻の生育、収量におよぼす影響について

2年連作においては、秋冬作物における施肥量の多少の影響は、後作畑水稻に対してあまり明瞭には認められなかった。しかし、3年連作畑水稻の生育、収量は、前作の秋冬作物の施肥量の多いほどまざっていた。また2年連作に設けた無窒素区、無リン酸区においても同様の傾向を示した。

前後作の関係について、尾崎⁸⁾、児玉ら⁹⁾は前作に対する肥料の投下量の大きいほど後作の生育、収量は良好であると報告している。また冬作物が後作の夏作物に及ぼす影響について、近藤ら¹⁰⁻¹³⁾は化学的な原因、とくに窒素施肥量によるところが大きいことを指摘している。本試験の結果も大体これらと一致している。このことから、連作害の軽減効果を期待するためには、施肥量の多い秋冬作物を導入した方が有利である。

なお、ハクサイとキャベツは同一施肥量であるにもかかわらず、無窒素区においてかなりの収量差を生じているのは、作物の要素吸収率の相違によるものと推察される。また本試験では両作物とも、収穫時に出る外葉、根などの大量の残渣を持出さずにその区に放置し春耕時に鋤込んだので、この残渣の影響もかなり大きいものと思われる。¹⁴⁾

(3) 作付順序を異にした場合の生育、収量について

3年連作における秋冬作導入各区は、基肥を多肥することによって、玄米収量が標肥区に比べて15~24%増収した。にもかかわらず、輪作区標肥の玄米収量を上まわったのはハクサイ跡のみであった。しかし、同じ3年連作でも作付順序を異にし、畑水稻3作間に秋冬作物を2作導入した場合は、畑水稻2作後に1作導入した場合より、ハクサイ、飼料カブの2作物とも玄米収量が増収し、とくにハクサイ跡は標肥条件でも輪作区にまさる傾向を示した。

これらの施肥条件に対する反応および作付順序をかえた場合の諸傾向から、畑水稻2作後あるいは3作後に秋冬作物を1作導入するといった作付順序では、秋冬作物に対する施肥の残効が畑水稻の生育および収量に及ぼす影響はきわめて小さく、連作にはまさっても輪作には及ばないものと推察される。

したがって、畑水稻を長期にわたって連作する場合において、輪作と同程度以上の効果を期待するためには、畑水稻収穫後に必ず秋冬作物を導入する作付順序を考慮すべきである。ただし、多量の石灰を施用する作物との組み合わせを続けられれば、土壌がアルカリ性にかたむき、鉄欠乏、マンガン欠乏などの萎黄症状が畑水稻にでやすくなるので¹⁵⁾、秋冬作物の導入、選択にあたって配慮しなければならない。

(4) 畑水稻連作害対策としての秋冬作物導入について

野菜あるいは飼料作物と畑水稻を組合せた畑作の作付体系の改善を主体とした試験は、中馬ら^{16, 17)}、海野ら¹⁸⁾など数多く見られる。しかし連作対策として取りあげた試験はその例をあまり見ない。

現在、関東地方において畑水稻として広く栽培されている品種の多くは、4月上~中旬に播種し、9月中~下旬に収穫される。秋冬作物を導入する場合、本試験の結果のように、畑水稻収穫後に播種または定植することができ、翌春畑水稻播種前に収穫可能な作物となると、種類はかなり限定される。茨城県の場合を例にとると第19表に示すようなものがあげられる。^{19, 20)}

前作として野菜を導入するか、飼料作物を導入するか。野菜ならば、集約作物か粗放作物か、すなわち作付順序=作付体系が成立するか否かは、中山ら²¹⁾が指摘しているように交通立地条件、経営条件が関与するところが大きい。

したがって、ここでは連作害対策という技術的面から述べる。

本試験の結果では、連作害の軽減には前作である秋冬

作物に対する施肥量が多いほど効果が高い傾向にあった。

区分・作物名・作型	×...× 播種期			○...○ 収穫期間 (利用期間)									
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	(月)
野													
ハクサイ・秋まき			×	×	×								
キャベツ・夏まき			×	×	×								
ホウレンソウ・秋まき				×	×								
コカブ・秋まき				×									
レタス・夏まき			×	×	×								
菜													
ハナヤサイ・夏まき			×	×	×								
ダイコン・二年子													
ダイコン・秋まき			×	×									
飼													
エンバク													
ライ麦													
イタリアン													
作													
飼料カブ													
ラジノクロバー													
アルファルファー													
物													
レンゲ													

第19表 畑水稻収穫後に導入可能な野菜および飼料作物

概して飼料作物は野菜類に比し少肥である。また、青刈サイレージ用のエンバクやイタリアンライグラスなどは早刈による減収率が大きい¹⁶⁾かつ、畑水稻の前作となると利用期間もきわめて短かく、生産性を十分に発揮し得ないなど不利な点が多い。

これに対し、野菜の種類によっては好適pHの範囲の広いものと狭いものがあり、狭くてpHの高いものを好む作物の場合、畑水稻の生育、収量との関連で考慮しなければならないものもある。だが、ハクサイ、キャベツ、ダイコンなどは好適pHの範囲も比較的広く生育期間も短かく、かつ施肥量も多い。またこれらの野菜ならば粗放的であることから面積的にもかなり大きく作付することができ、連作畑水稻の前作として適するようである。なお、これらの秋冬作物であっても商品作物としての収量、品質の安定上、前作の畑水稻は早生品種を選ぶ方が有利と思われる。同時に、秋冬作物の連作を回避するような野菜の種類間の組み合わせについても考慮すべきであろう。

4) 小 括

火山灰土壌において、畑水稻を連作する場合、休閑期に秋冬作物を導入することが連作害の軽減に効果があるか否かを2年連作、3年連作において検討した。

その結果、2年連作においては、連作と非連作間の生育および収量の差が小さく、秋冬作物導入の効果は明らかでなかった。しかし、3年連作においては、畑水稻を裸地播することのできる生育期間の短い秋冬作物を導入した場合は、秋冬作を休閑とした連作よりも、穂数、わら収量が増大し、玄米収量はまさる傾向が認められた。この傾向は秋冬作物に対する肥料の投下量の多いほど大きく、また畑水稻収穫後に必ず秋冬作物を導入する作付順序をとることによってさらに助長され、輪作と同程度の効果が期待できるものと推察された。

C 薬剤による連作害の軽減効果

松田 明, 下長根鴻, 尾崎克巳, 渡辺文吉郎

筆者らは先に殺菌剤チウラムは殺線虫剤DDまたはEDBとはほぼ同等の連作害軽減効果を示すことを認めたが、⁶⁾本剤は除草剤DCPAと拮抗し、実用上問題を生じた。いっぽう、畑水稻を連作土に栽培すると、生育のごく初期から糸状菌-藻菌類、Fusarium菌、Phoma菌などにより根根が褐変、腐敗し、生育不良を起こすことが認められた。⁶⁾そこで、このような根根の褐変現象を軽減しうる薬剤の探索ならびにこれら薬剤の施用方法をポット試験により検討し、さらに、連作圃場における各薬剤の効果について検討し、従来から連作害軽減効果の最も高いクロロピクリン剤よりも使い易くて効果の高い薬剤を見出そうとした。

1 数種薬剤の種子粉衣による連作害の軽減効果

1) 試験方法

(1) まず、ポット試験によって数種薬剤の種子粉衣量と陸稲の初期生育との関係について試験した。水銀剤(ルベロン)1000倍液で30分間種子消毒を行った後薬剤が種子に付着し易くするために、カルボキシメチルセルロース(CMC)1%溶液に所定量の薬剤を添加した。供試薬剤はTMTD剤(有効成分80%)、キャプタン剤(有効成分50%)およびJF808で、種子重に対して0.1, 0.2, 0.4, 1.0および2.0%となるようにした。供試品種は陸稲農林12号で、種子粉衣後風乾した。このように処理した種子を100粒ずつ殺菌土に播種し、25℃の四面ガラス

張り定温器に置いた。7日後出芽数および出芽苗20本の草丈を調査し、多量粉衣の葉害の有無を検討した。

(2) また、9年間陸稲を連作した圃場から表土(黒褐色火山灰土)を採取し、これを径15cm素焼鉢に800gずつつめ、全層に化成肥料(6:9:6)を供試土壌1Kgに6gの割合で混和した。その後TMTD剤およびJF808を前記と同じように陸稲(品種:農林12号)の種子に塗布し、これを1鉢20粒ずつ点播した。播種月日:1967年5月15日。3連制。6月14日に草丈および茎数を調査した。

(3) つぎに、圃場試験(1区7.4m², 3連制)によって数種薬剤の種子粉衣による連作害軽減効果について試験した。圃場の畑イネ2年連作圃場において、TMTD剤(80%)、ダイホルタン粉剤(3.5%)、JF808およびカヤエース粉剤を前記と同じ要領で畑水稻(品種:ミズハタモチ)に塗布し、TMTD剤、ダイホルタン粉剤およびカヤエース粉剤は種子重の2%、JF808は1%粉衣とした。5月2日、畦巾30cm、10a当たり6Kgの割合で条播した。基肥は化成肥料(10:20:18)を10a当たり60Kg施用し、6月13日および7月18日に硫酸を10a当たり20Kg追肥した。なお、8月9日および8月17日に40mm灌水した。6月4日、7月4日、8月6日および9月20日に草丈、分けつ数、稈長および穂長を調査し、9月28日に坪刈りを行い精粒重を測定した。

2) 試験結果

第20表のように、TMTD剤およびJF808は種子重に対して1~2%と多量に粉衣しても出芽阻害および出芽後短期間の生育抑制は認められなかった。しかし、キャプタン剤を1~2%粉衣すると、少量粉衣した場合より生育がやや抑制されたが、出芽阻害は認められなかった。

つぎに、連作土壌におけるTMTD剤およびJF808の種子粉衣の効果について鉢試験を行ったところ、第21表のような結果を得た。TMTD剤を種子重に対して0.4~2.0%、JF808を0.4~1.0%粉衣すると、水銀剤で消毒した種粒よりも初期生育は良好になった。

また、連作圃場において薬剤の種子粉衣の効果を検討し、第22表のような結果を得た。本試験圃場は生育中期以降干ばつをうけて低い収量段階であり、各調査時期の調査項目は処理間に5%水準有意差を認めなかったが、供試薬剤の多量粉衣量より初期生育は無処理よりやや良好になり、わずかに増収する傾向を示した。

なお、TMTD剤は除草剤DCPA剤と拮抗し、TMTD剤を種子粉衣または土壌施用して20日～30日経過してDCPA剤を散布すると、畑水稻は葉害をうけて葉は枯

死し、著しい場合には株が枯死した。したがって、TMTD剤は畑イネの連作害を軽減する作用を有するが、除草剤との関連から使用にあたっては注意を要する。

第20表 種子粉衣量と発芽との関係

供試薬剤	粉衣量	発芽率	草丈
TMTD剤	0.1 %	96 %	5.2 cm
	0.2	99	5.5
	0.4	99	4.9
	1.0	99	4.8
	2.0	98	5.4
キャプタン剤	0.1	98	4.8
	0.2	97	4.0
	0.4	99	3.9
	1.0	100	3.5
JF808	0.1	96	5.4
	0.2	98	5.7
	0.4	95	5.5
	1.0	96	5.4
	2.0	100	5.1
無処理		100	2.4

第21表 種子粉衣量とリクトウの初期生育との関係

供試薬剤	粉衣量	草丈	茎数
TMTD剤	0.2 %	28.8 cm	1.4 本
	0.4	28.7	1.3
	1.0	28.2	1.0
	2.0	29.3	1.0
	JF808	0.2	30.5
JF808	0.4	29.6	1.0
	1.0	31.2	1.1
	2.0	27.3	1.0
無処理		25.6	1.1

※ 無処理区の種子は水銀剤で消毒し、水洗後播種した。

第22表 数種薬剤の種子粉衣による畑水稻の連作害軽減効果

試験区別	6月4日		7月4日		8月6日	9月20日	収量(10a当)			
	草丈	葉数	草丈	指数	分けつ	草丈	稈長	穂長	精粒重	指数
TMTD剤 2%粉衣	12.1 ^{cm}	3.0	36.7 ^{cm}	114	3.1	82.3 ^{cm}	65.6 ^{cm}	18.9 ^{cm}	336 ^{Kg}	100
JF808 1%粉衣	11.4	2.9	34.3	106	3.1	82.7	65.2	18.5	347	103
ダイホルタン粉剤 2%粉衣	11.2	2.8	35.1	109	3.2	84.2	66.8	18.9	357	106
カヤエース粉剤 2%粉衣	11.8	2.9	36.3	112	3.3	84.7	64.8	19.0	354	105
無処理	11.2	2.9	32.3	100	3.0	81.0	61.4	18.6	337	100

2 殺菌剤および殺線虫剤の連作害軽減効果の

あらわれ方

1) 試験方法

1968年、場内の陸稲栽培跡地において、下記のように薬剤を処理し、畑水稻を均一栽培して各薬剤の連作害の軽減効果を検討した。供試品種：ミズハタモチ。播種：5月1日、10a当たり6Kgの割合で条播した。畦巾：30cm。施肥法：基肥は化成肥料(10:20:18)を10a当たり60Kgとし、6月13日および7月18日に硫安

を10a当たり20Kg追肥した。灌水：7月23日から4日おきにスプリンクラーで30mmずつ灌水した。

供試薬剤と施用法：グランド乳剤は播種、覆土後800倍液を1㎡当たり2ℓ灌注した。ダイホルタン粉剤は10a当たり30Kg、HF215は10a当たり8Kgおよび16Kg、VS34は10a当たり30Kgおよび50Kg播種直前に播種溝に施用し混和した。メチロール尿素、ヘキサメチロールメラミンは10a当たり20Kgおよび30Kg、PCP粒剤は10a当たり10Kgを4月13日に全

面に施用し混和した。ガスバは1穴2cc および3cc, EDB油剤, DD油剤, ネマブロンおよびソイルメートは1穴2cc, ドジョウビクリンは1穴1cc と2ccを4月13日に30cmおき15cmの深さに注入した。これらのガス剤はすべてガス抜き操作, ポリエチレンフィルムによる被覆を行わなかった。1区面積は10.5 m² (3m×3.5m)で3連制とした。

生育調査: 6月4日, 1区50cmずつ2カ所の全株につ

いて草丈, 葉数を調査した。7月4日と8月6日には1区20株を任意に選び, 草丈, 分けつ数を調査した。稈長と穂長は9月20日に1区30茎を全体から任意に抽出して測定した。なお, 各区から50株抜きとり, 主稈および一次分けつ茎について稈長, 穂長および主稈の節間長を測定した。収量調査: 9月21日に1区中央部3.3m刈取り, 常法にしたがって精籾重, 精玄米重を測定した。

2) 試験結果

第23表 各種薬剤の畑水稻の連作害軽減効果の比較

試験区別	生 育												収 量		
	6月4日			7月4日			8月6日			9月20日			10a当		
	草丈指数	葉数	分	草丈指数	葉数	分	草丈指数	葉数	分	稈長指数	穂長指数	精	玄		
1. グランド乳剤800倍	12.1 ^{cm}	102	3.1	35.4 ^{cm}	112	3.3	81.9 ^{cm}	104	2.3	79.4 ^{cm}	104	19.8 ^{cm}	100	308 ^{kg}	108
2. ダイホルタン粉剤30kg	12.1	103	3.0	38.3	121	3.4	84.5	108	2.3	77.6	102	19.3	98	333	117
3. メチロール尿素20kg	12.3	105	3.1	36.0	114	2.9	83.5	107	2.3	81.6	107	20.4	103	338	119
4. // 30kg	12.8	109	3.3	40.0	126	3.7	90.8	116	2.7	85.1	112	20.2	102	364	128
5. ヘキサメチロール メラミン 20kg	12.2	104	3.0	33.3	105	2.8	81.4	104	2.0	75.7	99	19.8	100	278	98
6. // 30kg	11.7	100	3.0	37.2	117	3.2	84.3	108	2.1	78.6	103	20.2	102	311	109
7. HF215 8kg	10.1	86	2.9	30.0	95	2.6	82.0	105	2.4	74.6	98	20.2	102	260	91
8. // 16kg	9.2	79	2.9	29.1	92	3.1	81.5	104	2.3	78.2	102	20.8	105	259	91
9. ガスバ 2cc	12.2	104	3.2	37.4	118	3.4	87.0	111	2.4	83.0	109	20.2	102	319	112
10. // 3cc	12.0	103	3.0	31.1	98	3.0	86.6	110	2.3	81.5	107	20.6	104	308	108
11. PCP粒剤 10kg	11.6	99	3.0	34.8	110	2.9	80.4	103	2.3	76.7	100	19.5	99	292	103
12. EDB 2cc	11.3	97	3.0	33.3	105	2.7	85.1	109	1.9	81.8	107	20.5	104	322	113
13. DD 2cc	10.3	88	2.9	32.4	102	3.0	90.6	116	2.2	86.1	113	21.4	108	320	113
14. ネマブロン 2cc	11.0	94	3.0	34.9	110	2.8	84.6	108	2.2	81.1	106	21.0	106	314	111
15. ソイルメート 2cc	10.6	91	3.0	34.5	109	2.5	86.2	110	2.0	83.7	110	21.2	107	331	116
16. ドジョウビクリン 1cc	12.2	104	3.1	39.5	125	3.4	89.8	115	2.5	85.7	112	20.0	101	352	124
17. // 2cc	12.9	110	3.0	40.8	129	3.6	97.7	125	2.7	96.2	126	20.9	105	338	119
18. VS 34 30kg	12.1	103	3.0	36.3	114	3.6	83.2	106	2.3	79.6	104	20.2	102	305	107
19. // 50kg	11.5	98	3.0	36.4	115	3.4	82.4	105	2.4	78.7	103	19.6	99	328	115
20. 無 処 理	11.7	100	3.0	31.7	100	2.8	78.4	100	1.9	76.3	100	19.8	100	285	100

注 1. 数値は3区の平均値である。

2. HF215区(1/6 7.8), ガスバ3cc区は発芽が遅延し, その後の生育もやや遅れた。
ドジョウビクリン2cc区は出穂後15日頃に倒伏した。

連作圃場に薬剤を施用した時, 畑水稻の生育経過の変化を知るため, 播種後約1カ月おきに生育調査を行った。この結果は第39表に示したように, 6月4日(播種後約1ヶ月後)の草丈と葉数には処理間に5%水準有意差を認め

ることはできず, 肉眼的にもほとんど差を認めなかった。しかし, 播種40日後から処理間に生育差を肉眼的にもはっきりと認めるようになった。7月4日の草丈には処理間に5%水準有意差を認め, HF215, ガスバ3cc区を除

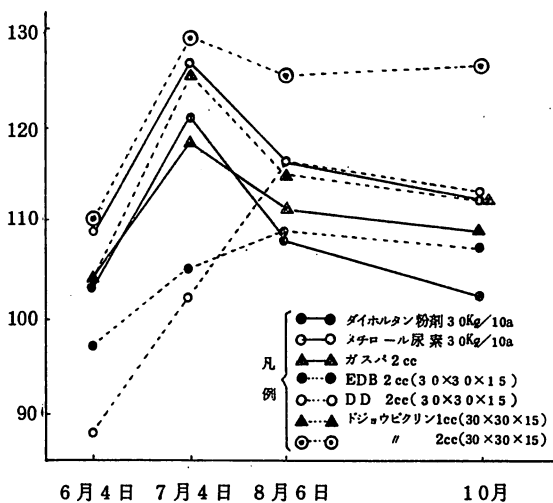
いた他の薬剤処理区の生育は明らかに良好となった。

生育を良好にした薬剤は グランド乳剤, ダイホルタン粉剤, メチロール尿素 (20~30 Kg), ヘキサメチロールメラミン 30 Kg, ガスパ 2 cc および VS 34 であった。VS を除いた他はすべて殺菌剤であった。HF 215, ガスパ 3 cc 区では発芽が遅延し, 葉害が認められた。一方, 殺線虫力を主体とする EDB, DD, ネマブロン, ソイルメート処理区の生育は前記の殺菌剤処理区よりやや劣る傾向があった。そして, 殺菌剤, 殺線虫力をかねたドジョウビクリン処理区の生育は各殺菌剤に劣らず非常に良好であった。

第 13 図に示したように, 主要な殺菌剤および殺線虫剤処理区の生育指数を比較すると, 初期生育の良好であった殺菌剤処理区では中~後期にかけて生育は停滞し, 秋落ち現象を呈した。いっぽう, 殺線虫剤処理区では生育中~後期にかけて秋まじりの良好になる傾向であった。そして, 殺菌剤, 殺線虫力をかねたドジョウビクリンとくに 2 cc 注入区では秋落ち現象が軽微であった。

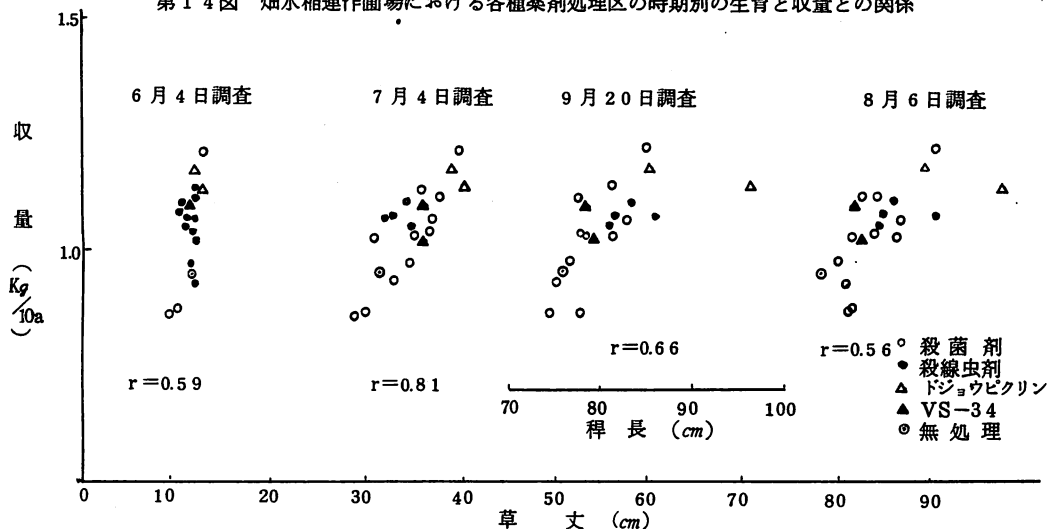
つぎに, 収量 (処理間に 5% 水準有意差) をみると, 初期生育を良好にした殺菌剤 グランド乳剤 800 倍区は 8%, ダイホルタン粉剤 30 Kg 区は 17%, メチロール尿素 20 Kg 区は 19%, 同剤 30 Kg 区は 28%, ガスパ 2 cc 区は

第 13 図 畑水稻連作圃場における各種薬剤処理が生育におよぼす影響



12% 増収した。殺線虫剤 EDB 2cc 区は 13%, ネマブロン 2cc 11%, ソイルメート 2cc 区は 16% 増収した。殺菌, 殺線虫力をかねたドジョウビクリン 1cc 区は 24% 増収し, 同剤 2cc 区は生育が最も良好であったにもかかわらず増収率は 19% と低かった。これは出穂後 15 日頃に倒伏したことが大きな原因である。

第 14 図 畑水稻連作圃場における各種薬剤処理区の時期別の生育と収量との関係



各時期別の草丈と収量との関係をみると, 第 14 図のように, 7 月 4 日の草丈と収量との間には高い相関 ($r=0.81^{**}$) があり, 畑水稻の連作害を軽減するためには, とくに初期生育を良好にするような処理が必要であ

る。そして, 殺菌剤および殺線虫剤の効果の現われ方に差のあることから, 実際圃場における畑水稻の連作害には少なくとも 2 種以上の異なった土壌中の生物が生育時期を異にして作用していることを示唆している。

3 数種殺菌剤の施用と畑水稲の初期生育との関係

前項までの試験から、初期生育を良好にする薬剤で簡便に使用できる粉剤を見出すことが連作害軽減対策上重要であると考えられたので、苗床および鉢でこれら薬剤の探索試験を行った。

1) 試験方法

(1) 苗床試験……供試圃場：場内陸稲栽培跡地。供試品種：タチミノリ。播種：1968年8月8日、10a当たり6Kgの割合で条播した。施肥：化成肥料(14:14:14)を10a当たり6Kg全面に施用、混和した。供試薬剤とその施用法：ブラシコール粉剤は10a当たり10Kgと20Kg、デクソン粉剤は10Kgと20Kg、ダイホルタン粉剤は20Kgと30Kg、キャプタン水和剤(50%)は10Kg、タチガレン粉剤20Kgと30Kgおよびカヤエース粉剤は10Kgをそれぞれ播種前に全面に施用し、表土と混和した。試験規模：連作圃場は1区面積0.3m²(0.5m×0.6m)、輪作圃場は1区面積0.5m²(0.5m×1m)でそれぞれ2連制とした。生育調査：10月1日(播種後54日目)、1区から50株ずつ任意に抜きとり、草丈、分けつ数を調査した。

(2) 鉢試験……供試土壌：リクトウを2年連作した圃場の表土を採取し、2mmふるいを通過した細土を供試した。供試品種：ミズタモチ。播種：1969年5月14日。1鉢当たり10粒点播した。供試薬剤とその施用法：前項試験において有望とみなされ

た殺菌剤タチガレン粉剤を土壌に対して75, 100, 125, 150 ppm, ブラシコール粉剤100, 150, 200 ppm, ダイホルタン粉剤200, 250, 300 ppm, デクソン粉剤150, 200, 250 ppm となるように土壌全体に混和した。なお、トミノーを土4Kgに対して0.5, 1.0, 2.0 および4.0cc添加しよく混和した。試験規模：径15cm素焼鉢、4連制、1鉢当たり土壌850gずつつめた。生育調査：播種後30日および55日目には主要な試験区について根部の褐変状況を前報に示した基準⁶⁾にしたがって調査した。

2) 試験結果

苗床試験は予備的に陸稲の初期生育を良好にする薬剤を見出すために行った。第24表に示すように、連作圃場において無処理よりも生育が良好になった薬剤はブラシコール粉剤10Kg区、デクソン粉剤20Kg区、オーソサイド水和剤10Kg区、タチガレン粉剤20Kgと30Kg区およびカヤエース粉剤10Kg区であった。ダイホルタン粉剤区の生育は無処理より劣っていたが、これは前項の試験(第20表)から判断すると、施用量が少なかつたためではないかとみなされる。一方、非連作圃場でもデクソン粉剤20Kg区、オーソサイド水和剤10Kg区、タチガレン粉剤20Kgと30Kg区およびカヤエース粉剤10Kgの生育は無処理よりやや良好であったが、その効果は連作圃場より低かつた。なお、肉眼的ではあつたが、デクソン粉剤20Kg区の根部の生育は他の処理区に比べて非常に良好であることが観察された。

第24表 各種薬剤の畑水稲の初期生育におよぼす影響(播種後54日目)

試験区別	輪作圃場			連作圃場		
	草丈 cm	指数	分けつ数 本	草丈 cm	指数	分けつ数 本
1. ブラシコール粉剤 10Kg	22.9	97	2.0	34.8	118	2.8
2. " 20Kg	31.0	92	2.1	28.9	97	2.3
3. デクソン粉剤 10Kg	34.1	101	2.4	29.9	101	2.3
4. " 20Kg	36.4	108	2.5	32.3	110	2.4
5. ダイホルタン粉剤 20Kg	29.2	86	1.7	25.1	85	1.7
6. " 30Kg	28.5	84	1.8	27.8	94	1.7
7. オーソサイド水和剤 10Kg	36.7	109	2.1	32.9	112	2.5
8. タチガレン粉剤 20Kg	35.6	105	2.5	34.4	117	2.2
9. " 30Kg	35.0	103	2.3	35.7	121	2.7
10. カヤエース粉剤 10Kg	35.4	105	1.7	33.0	112	1.6
11. 無処理	33.8	100	2.0	29.5	100	2.0

畑水稲および陸稲の連作害と対策に関する研究

つぎに、従来の試験を参考に初期生育を良好にする殺菌剤を選び、ポット試験によってこれら薬剤の初期生育ならびに根部褐変の軽減効果を検討した。第25表のように、タチガレン粉剤100と125 ppm区、ブラシコール粉剤150 ppm区、ダイホルタン粉剤200 ppm区、トミノ-

2cc区は無処理区より僅かに生育を良好にしたが、非連作区より劣った。しかし、デクソン粉剤150~250 ppm区は供試薬剤中最も生育を良好にし、非連作区とほぼ同等の生育を示した。

第25表 各種薬剤の畑水稲の初期生育および根部褐変におよぼす影響

試験区別	草丈		葉数		茎数	根部褐変			
	30日	55日	30日	55日	55日	調査根数	軽	中~重	
1 タチガレン粉剤	75 ppm	15.5 ^{cm}	25.6 ^{cm}	4.2	6.7	2.7	—本	—%	—%
	100	15.5	27.9	4.2	6.8	2.7	197	34.9	26.4
	125	15.2	27.8	4.2	6.8	2.7	269	32.8	31.4
2 ブラシコール粉剤	100	12.8	26.0	4.0	6.4	2.1	—	—	—
	150	13.3	28.3	4.1	6.4	2.6	209	32.5	25.1
	200	13.0	25.3	4.1	6.3	2.3	—	—	—
3 ダイホルタン粉剤	200	15.0	30.1	4.3	7.1	2.6	—	—	—
	250	14.9	25.4	4.2	6.5	2.7	—	—	—
	300	14.3	26.8	4.3	6.8	2.5	186	31.3	30.7
4 デクソン粉剤	150	14.9	30.0	4.4	6.7	3.0	—	—	—
	200	15.2	30.7	4.2	6.4	3.1	217	9.3	0.4
	250	15.4	31.9	4.2	6.6	3.1	—	—	—
5 トミノ-	0.5 ^{cc}	14.2	25.0	4.2	6.7	2.3	—	—	—
	1.0	14.4	26.7	4.1	6.8	2.4	208	14.8	45.0
	2.0	14.2	29.0	4.2	6.9	2.7	—	—	—
	4.0	15.2	26.6	4.2	6.5	2.7	—	—	—
6 無処理		14.4	24.9	4.2	6.6	2.3	184	27.0	43.9
7 非連作土		15.4	31.2	4.3	6.6	3.2	249	49.8	37.8

小さな鉢で55日間と比較的長期間栽培した特殊条件であったが、各処理区の根部褐変現象をみると、デクソン処理区は苗床試験でも観察されるように最も軽微であった。他の薬剤は連作無処理区よりわずかに軽くなったにすぎなかった。なお、非連作区の根部褐変は連作区に較べてやや軽いが、比較的著しい傾向がみられた。しかし、根部の非常にきれいなデクソン区と同等の生育を示したことは、連作害の原因が根の褐変のみによるのではなく、他の要因についても究明する必要があることを示唆している。

4 デクソン粉剤およびカヤエース粉剤の連作害軽減効果

1) 試験方法

前項までの試験において、デクソン粉剤は根部の褐変現象をきわめて少なくし、畑水稲の初期生育を良好にし、連作害を軽減する効果の高いことが認められた。そこで、この効果の確認と連作年数の多い土壌における効果を知るため、つぎの方法で試験を行った。

供試土壌 (1)連作土A: リクトウ2年連作, 黒色火山灰土(乾土100g中にネコブセンチュウ4頭, シストセンチュウ9頭生存)。(2)連作土B: リクトウ18年連作, 黒

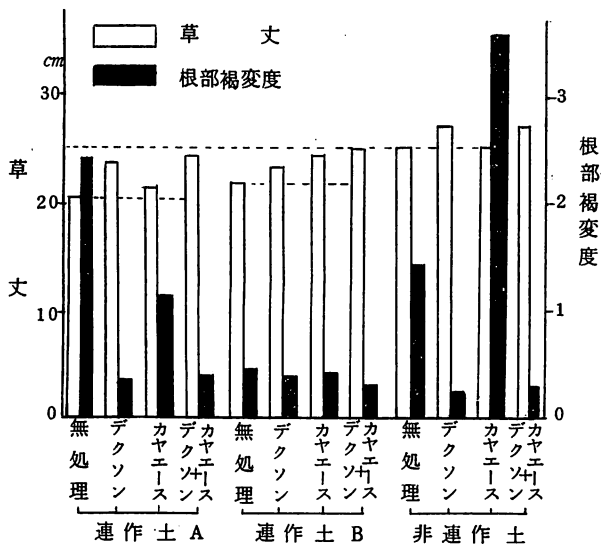
褐色火山灰土(乾土100g中にネコブセンチュウ9頭、ネグサレンセンチュウ4頭、シストセンチュウ18頭生存)。(3)非連作: サツマイモ2年連作土, 黒色火山灰土(乾土100g中にネコブセンチュウ22頭, ネグサレンチュウ16頭生存)。
栽培方法: 供試品種, ミズハタモチ。播種, 1969年8月31日に1鉢15粒ずつ播した。施肥・供試土壌1kg当たり化成肥料(14:14:14)3gを全層に混和した。

供試薬剤とその施用法……(1)デクソン粉剤(4%)を200ppm全層に混和。(2)カヤエース粉剤(10%)400ppm全層に混和。(3)両薬剤を前記と同じように併用。
生育調査: 播種後10日, 22日および35日目に各区とも2鉢ずつなるべく断根しないように水洗いしながら抜きとり, 草丈, 茎数, 葉数, 根長および根部の褐変現象を調査した。根部の褐変調査: 前報⁶⁾と同じ。
試験規模: 2連制, 径15cm鉢に供試土壌を1kgずつつめた。
2) 試験結果

第26表 デクソン粉剤とカヤエース粉剤処理が畑水稻の初期生育および根部褐変におよぼす影響

試験区別		播種後 の日数	草丈茎数葉数			冠根長		1株当 根数	旧冠根褐変		新冠根褐変	
供試土壌	供試薬剤		cm	本	枚	新	旧		根	率	根	率
A (2年連作)	連作土	無処理	10	7.5	1.0	2.1	8.8		4.1	3.8		
			22	17.2	1.0	4.0	11.1		8.9	35.6		
			35	20.8	1.0	4.7	6.2	13.6	15.5	91.9	2.4	39.0
		デクソン粉剤	10	6.4	1.0	2.0	9.3		4.5	5.7		
			22	18.5	1.0	4.0	12.0		9.6	21.5		
			35	23.3	1.1	5.0	11.5	16.7	17.3	36.4	0.4	4.6
	非連作土	カヤエース粉剤	10	7.1	1.0	2.0	10.8		4.2	3.7		
			22	18.9	1.4	4.1	16.5		11.3	15.6		
			35	21.4	1.7	4.7	5.6	19.4	17.8	80.9	1.2	85.6
		デクソン粉剤 + カヤエース粉剤	10	7.9	1.0	2.0	12.1		4.6	0.7		
			22	20.4	1.8	4.1	16.8		10.4	11.4		
			35	23.5	2.0	5.1	11.5	18.4	17.4	40.2	0.5	21.1
B (18連作)	連作土	無処理	10	7.2	1.0	2.0	9.3		5.2	14.1		
			22	16.4	1.2	3.7	11.0		9.6	24.0		
			35	21.5	1.1	4.9	5.8	13.6	14.4	46.1	0.6	12.1
		デクソン粉剤	10	6.7	1.0	2.0	8.3		4.1	17.8		
			22	16.5	1.1	3.6	13.0		8.9	18.5		
			35	23.0	1.3	4.9	6.9	14.3	15.8	31.9	0.4	16.9
	非連作土	カヤエース粉剤	10	7.8	1.0	2.0	10.2		4.6	5.1		
			22	20.5	1.4	4.0	12.3		10.2	15.6		
			35	23.5	1.7	5.0	4.6	14.3	15.3	40.9	0.5	14.4
		デクソン粉剤 + カヤエース粉剤	10	8.5	1.0	2.0	10.5		4.8	8.6		
			22	21.2	1.7	4.2	14.1		9.7	13.4		
			35	24.4	2.0	5.1	8.8	14.6	16.8	34.8	0.4	17.6
非連作土 (サツマイモ 2年連作)	連作土	無処理	10	7.9	1.0	2.0	10.7		4.3	12.9		
			22	21.2	1.4	4.1	15.8		9.2	48.2		
			35	24.4	1.2	4.7	5.4	13.5	15.1	87.1	1.6	71.2
		デクソン粉剤	10	7.4	1.0	2.0	9.3		4.9	4.0		
			22	23.6	1.8	4.3	16.3		10.0	11.9		
			35	26.5	2.0	5.2	8.9	20.4	20.5	27.7	0.2	4.5
	非連作土	カヤエース粉剤	10	7.8	1.0	2.0	11.3		4.6	3.1		
			22	20.1	1.7	4.1	15.9		9.2	25.6		
			35	24.7	2.2	5.1	5.3	15.3	16.8	98.0	3.2	81.5
		デクソン粉剤 + カヤエース粉剤	10	7.2	1.0	2.0	10.5		5.8	7.0		
			22	22.6	2.2	4.2	16.1		9.4	38.9		
			35	26.0	2.4	5.4	12.7	18.4	20.7	21.5	0.2	5.6

第15図 デクソン粉剤およびカヤエース粉剤処理と畑水稲の草丈および根部褐変との関係 (播種後35日目調査)



第26表、第15図に示したように、連作土の草丈は非連作に比較して低くなったが、連作年数の異なる連作土の2者間にはほとんど差が認められなかった。しかし、根部の褐変度は連作年数の短い黒色火山灰土においてかなり高かった。黒褐色火山灰土(18年連作)では黒色火山灰土の非連作よりも軽い傾向が見られた。一方、デクソン粉剤を施用すると、黒色火山灰土の連作と非連作土および黒褐色火山灰土ともに根部褐変は軽微となり、草丈の伸長も良好となった。しかし、カヤエース粉剤処理区ではこのような効果は小さかった。また、両者の併用区は根部の褐変度が低く、かつ生育を良好にした。

このような土壌におけるデクソン粉剤およびカヤエース粉剤の連作害軽減効果は土壌の種類によって多少傾向は異なるけれども畑水稲の生育初期に対するデクソン粉剤処理の効果は分けつよりも草丈と根の伸長に現われ、カヤエース処理の効果は草丈よりも分けつ数の増加に現われているようにみなされた。また、両者を併用することによって、草丈および分けつ数からみて、非連作無処理区の生育とほぼ同等の生育を示したことから、連作害を軽減するためにはデクソン粉剤とカヤエース粉剤のような殺菌剤と殺線虫剤との併用が望ましいものと思われる。

5 デクソン粉剤が畑水稲の初期生育に及ぼす影響

1) 試験方法

デクソン粉剤の畑水稲の生育に及ぼす影響をつぎの方法で検討した。なお、デクソン粉剤と同じような抗菌力をもつパンソイル粉剤の作用も併せて検討した。

栽培法：供試品種、ミズハタモチ。播種、9月3日、1鉢当たり15粒まき。施肥、化成肥料(14:14:14)1鉢当たり3g全層混用。

供試土壌：陸稲連作土(陸稲2年連作土、黒色火山土、無殺菌および1.5気圧で30分間蒸気殺菌したもの)、休かん土(雑草繁茂土、黒色火山灰土)、落花生跡地土(落花生2年連作土、黒色火山灰土)。

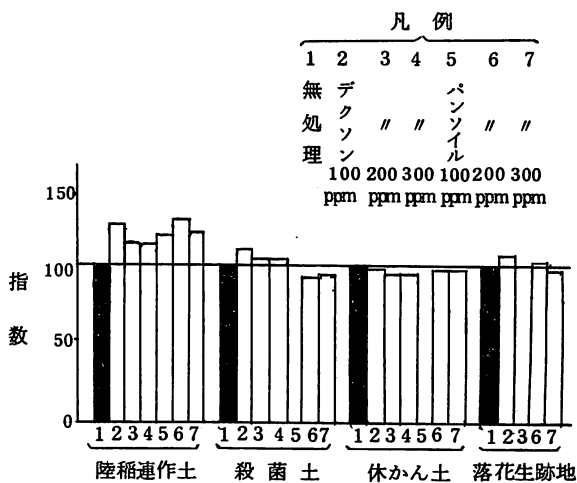
供試薬剤：デクソン粉剤(4%)およびパンソイル粉剤(4%)。いずれも生土に対して100, 200, 300ppm添加した。

調査事項：苗立数および立枯苗数は出芽後随時調査し、播種後30日目に草丈を調べた。

試験規模：径15cm素焼鉢、3連制。

2) 試験結果

第16図 デクソン粉剤、パンソイル粉剤処理による草丈の変化 (無処理区を100とした指数で表示)



第16図でみられるように、デクソン粉剤およびパンソイル粉剤処理による草丈の増大は陸稲連作土において最も著しかった。殺菌土、休かん土および落花生跡地土においては必ずしも生育を良好にしなかった。本試験

においては根部の褐変、腐敗程度は調査しなかったが、前項までの試験のように、デクソン粉剤を連作土に施用すると根部の褐変程度がかなり軽減する傾向が認められたのでデクソン粉剤処理による生育促進効果は薬剤による直接的な促進効果ではなくて、むしろ、根部褐変および腐敗が減少し、根の活力が良好になることによる促進効果ではないかと思われる。なお、バンソイル粉剤による連作土壌における生育促進効果もデクソン粉剤と同じような現象と推察される。

6 土壌施薬による連作害の軽減効果

1) 試験方法

前項までの試験結果に基づいて、デクソン粉剤およびカヤエース粉剤を主体に数種薬剤の連作害の軽減効果について、従来から効果の確認されているクロルピクリン剤およびDD油剤と比較検討した。

試験地：場内黒色火山灰土（連作圃場は畑イネ連作4年目、非連作圃場はキュウリ跡地）。

栽培法：供試品種、ミズハタモチ。播種、4月24日。栽植密度、畦巾30cm、10a当たり6Kgずつ条播した。施肥、基肥として化成肥料(10:20:18)を10a当たり50Kgずつ施用し、追肥として硫酸を10a当たり30Kgずつ6月12日および7月13日に施用した。灌水、7月24日から8月26日まで3~4日おきに10回スプ

リンクラーで行った。

供試薬剤および施用量：デクソン粉剤(4%)を10a当たり3Kg、5Kgおよび10Kg、デクソン水和剤(7%)1000倍液を1m²当たり3ℓ灌注、ダイホルタン粉剤を10a当たり30Kg、カヤエース粉剤を10a当たり15Kgおよび30Kg、カヤエース粉剤を10a当たり15Kgとデクソン粉剤5Kg併用、DD油剤を30cm千鳥で深さ15cmに2cc注入、同DD油剤注入とデクソン粉剤10a当たり5Kg併用、ネマブロンを30cm千鳥で深さ15cmに2cc注入、ソイルメートを30cm千鳥で深さ15cmに2cc注入およびドジョウピクリン(クロルピクリン80%)を30cm千鳥で深さ15cmに1ccまたは2cc注入する区を設け、粉剤は播種直前に所定量を播種溝に施用しよく表土と混合した。水和剤は播種覆土後所定量を灌注した。ガス剤は4月1日に処理し、無被覆のままガス抜きは行わなかった。

試験規模：1区9m²(3m×3m)、3連制。

生育調査：7月10日に1区30cm間2ヶ所全株の草丈および茎数を測定し、また、1区10株ずつ抜きとって葉位別葉鞘長を調べた。9月21日には1区50茎ずつの稈長および穂長を測定した。

収量調査：9月21日に1区3.3m²刈取り、ワラ重、精粒重、玄米重および千粒重を測定した。

2) 試験結果

第27表 畑水稻の連作害に対する数種薬剤の効果

試験区別	供試薬剤 施用量(10a当たり)	生				育			収 量			
		7月10日				9月21日			**			
		草丈	指数	茎数*	指数	分けつ数	稈長	指数	穂長	精玄米重	指数	千粒重
1.	デクソン粉剤 3Kg	48.4cm	124	62.3本	160	3.4本	72.5cm	101	20.0cm	368Kg	137	19.5g
2.	〃 5Kg	47.3	121	63.3	162	3.8	71.5	99	19.5	370	138	19.3
3.	〃 10Kg	47.0	120	58.0	149	3.5	74.2	103	19.9	370	138	19.3
4.	デクソン水和剤 3000 1,000倍液 ℓ	46.5	119	50.7	130	3.9	75.7	107	20.2	336	125	19.5
5.	ダイホルタン粉剤 30Kg	41.3	106	58.7	150	2.8	72.3	101	20.1	355	133	19.4
6.	カヤエース粉剤 15Kg	39.2	101	37.3	96	2.9	73.2	102	20.3	397	148	19.5
7.	〃 30Kg	41.3	106	33.3	85	2.5	71.1	99	20.6	323	120	19.3
8.	カヤエース粉剤 15Kg デクソン粉剤 5Kg	52.7	135	49.7	127	3.0	76.5	106	19.7	421	157	19.8
9.	DD油剤 22ℓ	43.8	112	45.0	115	3.5	75.7	105	20.6	308	116	18.8
10.	DD油剤 22ℓ デクソン粉剤 5Kg	49.5	127	56.0	144	4.1	79.8	111	21.1	356	133	19.5
11.	ドジョウピクリン 11ℓ	45.7	117	48.0	123	3.7	77.3	107	20.7	347	129	19.0
12.	〃 22ℓ	49.6	127	56.0	144	4.4	78.6	109	20.8	365	136	19.3
13.	トミノール250倍 2000ℓ	39.7	102	45.3	116	2.8	75.2	104	20.6	335	125	19.4
14.	〃 500倍 2000ℓ	41.2	105	44.7	115	3.1	72.5	101	20.3	335	125	19.5
15.	無処理(連作)	39.0	100	39.0	100	2.5	72.0	100	19.9	268	100	19.3
16.	〃 (非連作)	53.9	138	69.0	177	3.7	87.2	121	20.6	486	181	19.1

注 * : 30cm間の茎数 ** : 10a当たり収量

各処理区の生育は第27表に示すように播種後1カ月頃から差を生じはじめ、播種後75日頃にはとくに顕著になった。草丈は処理間に0.1%水準で有意差が認められ、カヤエース+デクソン、DD+デクソン、ドジョウピクリン2ccおよびデクソン粉剤処理が最も良好で、デクソン水和剤、ドジョウピクリン1ccおよびDDの各処理区がこれらに次いだ。とくにカヤエース+デクソンおよびDD+デクソンの各処理区の草丈は非連作無処理区とほぼ同等であった。

各処理区の30cm間の茎数は0.1%水準で有意差が認められ、とくにデクソン、ダイホルタン、ドジョウピクリン、DD+デクソン、カヤエース+デクソン、ネマブロン、およびDDの効果は顕著であった。分けつ数はドジョウピクリン、DD+デクソン、デクソン粉剤、同水和剤、DDおよびネマブロンの各処理区において良好であった。一般に、生育初～中期頃までは、DDなどの殺線虫剤処理区よりも殺菌剤デクソン粉剤処理区の草丈および分けつ数が増大するものと判断された。

生育後期になると、DDならびにドジョウピクリン処理区の稈長は無処理区より高かったが、デクソン剤単用区では上記のように7月頃までの生育はきわめて良好であったにもかかわらず成熟期の稈長は無処理区とほとんど同じであった。前試験(C-2)の結果とほぼ同じように、殺菌剤は生育初期、殺線虫剤は生育中～後期に作用する生物を除去していることによりこのような結果になったものとみなされる。

ワラ重は処理間に0.1%水準で有意差が認められ、ドジョウピクリン2cc、デクソン粉剤3Kgおよび5Kg、DD処理区では特に増加し、連作無処理区との間に著しい差が認められた。しかし、非連作のワラ重には及ばなかった。

玄米重は処理間に1%水準で有意差が認められ、カヤエース+デクソン、カヤエース15Kg、デクソン粉剤、ドジョウピクリン2cc、DD+デクソン、ダイホルタン粉剤の各区は連作無処理区に比較して著しい増収効果が認められたが、いずれの処理区も非連作区の玄米重には及ばなかった。精籾重および精玄米重も同様の傾向を示した。なお、籾摺歩合および千粒重は処理間に大差が認められなかった。

以上の結果、連作畑水稻に対してデクソン粉剤を10a当たり3～10Kg処理すると、無処理区よりも増収し、DDまたはクロルピクリン剤と同等かまたはそれ以上の収量が得られた。さらにデクソン粉剤にDDまたはカヤエースの殺

線虫剤を併用すると、一層効果的であった。しかしながら、非連作区には劣った。このデクソン粉剤の効果は初期生育の促進により茎数が増加したことが主要な原因と思われる。なお、クロルピクリン(80%)剤は10a当たり11ℓ(手動注入機の場合、30cmおきに1穴1cc注入)施用でも殺線虫剤または有望な殺菌剤とほぼ同等の効果を示し、実用的であるようにみなされた。

7 考 察

著者らは前報⁶⁾のとおり畑水稻の連作害に対して、初期から生物的因子が大きく関与していることを推論したが、この生物的因子を薬剤によって除去することによりどこまで連作害を軽減しうるかについて2,3試験した。その結果薬剤のみにより根部の褐変を少なくし、生育を良好にしても、相当褐変根を有する非連作のイネの生育におよばなかった。このことは各薬剤の抗菌スペクトラムを充分考慮しなければならないが、連作害の原因がすべて生物的因子と断定することの危険性を指摘しているともみなされる。

連作害の原因はともあれ、現実場面の対策として殺菌剤TMTD²⁴⁾、殺線虫剤DD、EDB^{4,5,6)}など、殺菌と殺線虫をかねたクロルピクリン^{4,24,25)}による土壌消毒が有効であることはすでに明らかにされている。クロルピクリンは価格、使用法、臭気、催涙性などに難点があり、殺線虫剤の増収効果はクロルピクリンより劣り、殺菌剤TMTDは除草剤DCPAと拮抗しそれぞれほとんど実用化していない。

著者らも各種薬剤の効果と原因解析とからみ合わせつつ探索試験を行ったところ、従来の報告と同じように殺菌、殺線虫力を兼ねたクロルピクリン(主成分80%)剤が各供試薬剤中最も安定した高い軽減効果を示した。これは連作害の主要原因から当然なこととみなされる。なお、本剤を30cmおきに、1穴2ccずつ注入し(10a当たり22ℓ)窒素肥料を減肥しないと過繁茂になり、出穂期後間もない時期に倒伏し易く、生育量の割に増収しないことが往々みられた。しかし、30cmおきに1穴1cc(10a当たり11ℓ)ずつ注入すると、過繁茂または倒伏現象はなくなり、無処理区より生育は良好となり、殺線虫剤、殺菌剤に劣らぬ連作害の軽減効果を示した。また、注入後20日以上放置するときはガス抜きを行わなくても薬害はほとんど認められず、1作業を省略することができた。このようなことから、実用的には、圃場全面処理の場合、1穴1cc、播き溝処理では1穴2cc注入することによって連作害を軽減し、2割以上の増収を期待しうると判断される。

一方、シストセンチュウの根部寄生の調査を欠くが、殺線虫剤の処理では初期の生育よりもむしろ中～後期の生育を良好にし、逆に殺菌剤デクソン粉剤は初期生育を良好にして1～2割以上の増収をもたらすが、クロルピクリン剤よりやや劣る傾向であった。これは連作害の主要原因のうち一方の生物因子にしか作用していないためとみなされる。そこで、両者を併用すると、クロルピクリンと同等かそれ以上の増収をもたらすことができた。

従来の報告になかったデクソン粉剤が連作害の軽減剤として有望なことが明らかになったけれども、本剤は粉剤で用法が容易であるが高価で流通の見通しが悪くて実用性が乏しいことは残念である。しかし、本剤の出現によって連作害に有効な薬剤の探索は容易になり、連作害の生物的側面の薬剤を通じての解析も便利になった。上記の試験を足場に今後、安価で使用法の簡便な連作害の軽減剤が出現することを期待する。

8 小 括

畑水稻の連作害の軽減対策について、圃場、鉢および苗床で試験を行い、各種薬剤の種子粉衣の効果、土壌施用の効果について検討した。

TMTD, JF808, ダイホルタン粉剤およびカヤエース粉剤を1～2%種子粉衣すると、畑水稻の初期生育を僅かに良好にし、幾分増収する傾向があったが、その増収率は低く、実用性は乏しいと判断された。なお、TMTDの粉衣は除草剤DCPA剤と拮抗し、薬害を生ずるので注意する必要がある。

一方、連作害軽減効果の大きい殺菌剤と殺線虫剤の処理効果の現われ方をみると、殺菌剤は初期生育を良好にすることにより、殺線虫剤はむしろ中～後期の生育を良好にすることにより連作害を軽減しているように判断された。このような現象は、実際圃場では畑水稻の連作害に少なくとも異なった2つの生物群が時期を異にして関与していることを示唆している。

そこで各種殺菌剤についてポット、苗床試験により初期生育を良好にする薬剤の探索を行ったところ、デクソン粉剤が根部褐変を極めて少なくし、生育を良好にすることが判明した。さらに、圃場における効果を検討したところ、本剤を10a当たり3～10kg播き溝に施用し混和すると、初期生育は良好となり、DDまたはクロルピクリンとほぼ同等の連作害軽減効果を示した。本剤の効果は土壌の種類、

連作年数によって異なるが、殺線虫剤DDと併用すると、それぞれの単用よりも高い軽減効果(増収)を示した。このデクソンの効果は本剤の直接的な促進作用よりも根部の褐変および腐敗を減少して根の活力を良好にし、畑水稻の生育を促進するものとみなされた。

なお、クロルピクリン(80%)剤は10a当たり11ℓ(手動注入機の場合30cmおきに1穴1cc注入)施用でも殺線虫剤または有望な殺菌剤とほぼ同等の軽減効果を示した。

Ⅲ 連作害対策の効果に関する考察

各章の試験結果に対する考察は、そのつど行ってきたので、ここでは連作害に対する各種対策の効果について考察する。

平野¹⁾は連作害対策の効果を判定するに当たって、つぎのような条件を示している。

(A) 「連作害を完全に除去した」とするための必要にして十分な条件として、つぎの条件を満足するものでなければならぬとしている。すなわち、

$$O_n < V_n, O_t > O_n, O_t = V_n, V_t = V_n \dots (A)$$

但し、 O_n : 連作土無処理区、 V_n : 非連作土無処理区、 O_t : 連作土処理区、 V_t : 非連作土処理区の生育または収量。

(B) しかし、実用的な見地からすれば、連作害の原因が「除去」できなくとも、連作土壌を処理した場合非連作土の無処理区と等しいか、それ以上に生育が促進されれば、その処理は作物を連作する場合に有効な方法といえることができる。すなわち、この場合の条件としては、つぎのとおりである。

$$O_n < V_n, O_t > O_n, O_t \geq V_n \dots (B)$$

(C) また(B)と同様であっても、 $V_t > V_n$ の場合には、その処理をすれば、どんな土壌でも生育が促進されるとも考えられるので、連作害の原因が除かれたかどうかは不明である。

$$O_n < V_n, O_t > O_n, O_t \geq V_n, V_t > V_n \dots (C)$$

(D) さらに、連作土壌を処理した場合に、無処理区に非連作土に及ばなくとも、連作土の無処理よりまさる場合には、連作害が軽減されたということもできる。しかしこの場合には、その処理をすれば連作してもよいとはいえない。

$$O_n < O_t < V_n \dots (D)$$

(E) このほか、連作土と非連作土の無処理区の差がない

畑水稲および陸稲の連作害と対策に関する研究

場合、処理の効果が無い場合などは、連作害対策の効果があつたということとはできない。

以上、大別して5つの条件によって、既往の737例を検討した結果、完全に連作害を除去できたと判定されたものは、わずか25例にすぎず、しかも、あらゆる作物に確実に効果がある方法はなかつたと報告している。

本研究において行った連作害対策の結果について、上記の条件をもとにして整理すると第28表のとおりである。これによって判定すると(A)の条件にあてはまるものはなく、厳密な意味で連作害を除去できたといえる対策はなかつた。しかしながら、(B)、(C)、(D)の場合はかなり認められた。

第28表 連作害対策の効果の判定

本文中の表No	作物	連作年数	対 策	測定部位	On	Ot	Vn	Vt	判定*
5	陸 稲	2年	クロロピクリン	玄 米 重 (Kg)	37.7	37.5	40.3	39.7	E
"	"	"	N 多 施	"	34.7	37.5	41.1	38.6	D
"	"	3年	クロロピクリン	"	28.7	31.0	40.3	39.7	D
"	"	"	N 多 施	"	28.5	29.4	41.1	38.6	E
12	畑水稲	2年	深 耕	"	41.7	47.6	49.6	50.8	C
"	"	"	クロロピクリン	"	41.7	45.5	49.6	-	D
"	"	"	深耕+クロロピクリン	"	41.7	54.5	49.6	-	B
"	"	3年	深 耕	"	35.9	36.9	41.7	43.0	E
"	"	"	クロロピクリン	"	35.9	39.6	41.7	-	B
"	"	"	深耕+クロロピクリン	"	35.9	38.7	41.7	-	D
18	"	2年	秋冬作導入(標肥)	"	42.8	43.6	44.8	-	D
"	"	"	" (多肥)	"	47.2	43.9	46.9	-	E
"	"	"	多 肥	"	42.8	47.2	44.8	46.9	C
"	"	3年	秋冬作導入(標肥)	"	31.0	34.5	35.9	-	B
"	"	"	" (多肥)	"	34.2	39.6	35.9	-	B
"	"	"	多 肥	"	31.0	34.2	35.9	40.9	C
25	"	2年	デクソン	草 丈(55日)	24.9	31.9	31.2	-	B
26	陸 稲	18年	"	"(35日)	21.5	23.0	24.4	26.5	D
27	畑水稲	2年	"	玄 米 重 (Kg)	26.8	37.0	48.6	-	D
"	"	"	カヤエース	"	26.8	39.7	48.6	-	D
"	"	"	デクソン+カヤエース	"	26.8	42.6	48.6	-	D

* A : $On < Vn, Ot > On, Ot = Vn, Vt = Vn$ 除 去
 B : $On < Vn, Ot > On, Ot \geq Vn$ 軽 減(1)
 C : $On < Vn, Ot > On, Ot \geq Vn, Vt > Vn$ " (2)
 D : $On < Ot < Vn$ " (3)
 E : $On < Vn, Ot \leq On$ 効果なし

一応実用的な軽減対策としては、各種土壌殺菌、殺虫剤、多肥、深耕、秋冬作物の導入など効果が認められたが、これらの効果は連作土だけでなく、非連作土においても効果

を示すと考えられるものが多く、連作害以外の原因にも効果があつたと認められる。すなわち、田辺²²⁾も指摘しているように、非連作土においても障害性生物が常在的にあ

るレベルを保っており、それが消毒等によってレベルダウンしている場合には、非連作土においても処理の効果が認められるとしている。同様に土壌硬度や肥料不足が障害になっている場合、深耕や多肥の効果が連作、非連作土とも同程度にあらわれると考えられる。このような場合、その処理が連作土において効果があったとしても、厳密な意味で連作害対策とはいえない場合がある。

また、前述(D)の条件、すなわち連作土壌を処理した場合、非連作土無処理に及ばなくとも連作無処理よりまさったとすれば ($O_n < O_t < V_n$)、一応連作害は軽減できたといえることができる。従来からいわれている連作害対策の大部分は、この条件に相当するものが多い。このような場合、かりに非連作土の収量に及ばなくとも、対策によってあげられた収益が、対策に要した経費を上まわるならば、少なくとも経済的な面からみれば対策として成り立つと考えられる。

以上のように、確実な連作害の除去対策といえるものは見出すことはできなかったが、実用的な軽減対策としてはいくつかの対策があげられ、さらに個別技術を組み合わせることによって加勢的に効果を増大させることも可能のようである。

また、連作害対策の効果を厳密に把握するためには、平野の指摘するように、少なくとも、連作土と非連作土のそれぞれに無処理区と処理区を設けるべきであると考えられる。

IV 要 約

畑水稲および陸稲の連作害について、実用的見地から連作害対策について検討した。その結果はつぎのとおりである。

- (1) 連作陸稲に対するクロルピクリン処理と窒素増施の効果は認められたが、非連作には及ばなかった。
- (2) 連作畑水稲に対して深耕、榕リン、クロルピクリン、DDの効果を検討したが、深耕の効果は年次間の差があり、榕リンの効果は有効リン酸の多い土壌では小さく、DD処理によりわら重は増加したが玄米重は増加しなかった。クロルピクリンの効果は認められたが非連作には及ばなかった。また、これら各要因の効果は加勢的であった。
- (3) 連作畑水稲の休閑期に秋冬作を導入することによって連作害を軽減することを試みたが、施肥量の多い秋冬作

の場合は導入しない場合に比べて連作害を軽減することができたが、非連作にはまさらなかった。

- (4) TMTD、ダイホルタン、カヤエース粉剤の種子粉衣によって初期生育は良好になり、多少増収した。
- (5) 殺菌剤は初期生育を良好にし、殺線虫剤は中～後期の生育を良好にすることにより連作害を軽減した。
- (6) デクソン施用により根の褐変は極めて少なくなり、DD、クロルピクリンとはほぼ同等の軽減効果を示した。またDDとの併用の効果が高かった。
- (7) 以上の試験の中では厳密な意味で、確実な連作害の除去対策といえるものを見出すことができなかった。

しかし、実用的な軽減対策としてはいくつかの対策をあげることができ、さらに個別技術を組み合わせることによって、加勢的に効果を増大させることは可能のようである。

参 考 文 献

- 1) 平野 晁 (1971) : 忌地現象とその研究動向, (1), (2), 農及園, 46(2)321, 46(3)457
- 2) 石川昌男, 松田 明, 浅野伸幸 (1971) : 連作害の軽減対策, 農及園, 46(3)477
- 3) 茨城農試 (1968) : 昭和43年度土壌肥料試験成績
- 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, 農事試験報告, 5, 1
- 5) 小田切弘一, 橋元秀教 (1954) : 陸稲の連作に関する土壌肥科学的研究, 日土肥誌, 25, 179
- 6) 松田 明, 下長根鴻, 尾崎克己, 渡辺文吉郎 (1974) : 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, 茨農試研報, 14, 1
- 7) 酒井 一, 石原正敏, 伏谷勇次郎, 浅野伸幸 (1971) : 畑水稲の栽培法に関する研究, 茨農試研報, 12, 1
- 8) 尾崎 薫 (1969) : 北海道畑作中心地帯における輪作 特に前後作組合わせ様式に関する研究, 北農試報告, 74, 38
- 9) 児玉宗一, 栗原 浩 (1952) : 輪作についての基礎試験—前後作関係と連作障害について, 東北農試研報, 2, 335

畑水稻および陸稲の連作害と対策に関する研究

- 10) 近藤源吉, 福永雅一, 種田芳基 (1958) : 畑作付改善に関する研究, (第1報) 前作の冬作物が夏作物の生育, 収量に及ぼす影響について, 日作紀, 26, 3, 222
- 11) 同上 (1958) : 同上 (第2報) 冬作物の跡地土壌に於ける夏作物の生育について, 同上, 26, 3, 224
- 12) 同上 (1958) : 同上 (第3報) 前作の夏作物が冬作物の生育, 収量に及ぼす影響について, 同上, 27, 249
- 13) 同上 (1958) : 同上 (第4報) 夏作物の跡地土壌に於ける冬作物の生育について, 同上, 27, 250
- 14) 石居企救男, 平野福治, 細谷毅 (1969) : 水田裏作カンランおよび跡作水稻の施肥に関する研究, 埼玉農試研報, 32, 73
- 15) 長谷川新一, 龍野竜三編 (1967) : 畑作水稻畑地農業振興会
- 16) 中馬克己, 筑島安宏, 中精一, 平野寛通 (1962) : 秋冬作飼料作物が後作における夏作物の生育および収量におよぼす影響, 第1報, 飼料作物の収量および残存根量と根系, 日作紀, 31, 1, 323
- 17) 同上 (1964) : 同上, 第2報 夏作物の生育および収量, 日作紀, 32, 4, 282
- 18) 海野佐一, 飯塚俊介, 山本実, 浅岡已代治 (1963) : 水稻導入に伴う畑地灌漑作付体系化試験, 畑かん研究集録 VII, 90
- 19) 茨城経済連 (1971) : 茨城のやさいの作り方
- 20) 中央畜産会 (1968) : 茨城県における飼料作物の作り方と利用法
- 21) 中山兼徳, 尾崎 薫 (1967) : 関東普通畑作地帯における作付体系に関する調査研究, 農事試研報, 11, 85
- 22) 田辺市郎, 北山登喜男, 草水 崇 (1973) : 主要畑作物の連作障害について, 鹿児島農試鹿屋支場研報, 10, 17
- 24) 渡辺文吉郎, 松田 明, 下長根鴻, 高野 貞, 朝日秀雄 (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
- 25) 山崎正枝, 仲宇佐達也, 加藤 治, 伊藤佐信 (1957) : 陸稲の連作害に関する研究 (第1報) 東京農試研報, 2, 33

陸稲のいもち病抵抗性の遺伝に関する研究

第1報 陸稲農林糯4号のいもち病抵抗性の遺伝

阿部祥治・清沢茂久*・小野信一

陸稲農林糯4号のいもち病抵抗性についての遺伝様式を知ろうとした。

F₂分析には陸稲農林糯4号と水稻3品種の組合わせ、F₃分析は陸稲農林糯4号×水稻農林29号の組合わせで遺伝子分析を行った。

F₂分析の結果、陸稲農林糯4号の抵抗性は不完全優性の主働遺伝子や1完全優性遺伝子などにより説明できる場合もみられたが、片親に水稻3品種を配した3組合わせに同一菌系を接種した結果からは主働遺伝子のみの存在を考慮して分離比を十分説明できる結果はえられなかった。

頻度分布曲線法によるF₃分析の結果、陸稲農林糯4号の抵抗性は1部の菌系に対して2主働遺伝子により説明できたが他の菌系に対しては主働遺伝子のみでは説明できず、この抵抗性は主働遺伝子より作用力の小さい3以上の微働遺伝子、あるいはpolygeneの加算的な作用によって支配され、7菌系に対して共通に作用している可能性が高いことを明らかにした。これらの遺伝子は圃場抵抗性に関与するものと推定され、このような抵抗性を導入しようとする育種は困難が予想される。

広義、狭義の遺伝力の推定から個体選抜にくらべ系統選抜がより有効であることを明らかにした。

目次

I 緒論	47
II 実験材料および方法	48
III 実験結果	49
1) F ₂ 分析	49
2) 頻度分布曲線法によるF ₃ 分析	51
3) 各菌系に対する抵抗性の相互関係	55
4) Matherの方法による解析	56
IV 考察	58
V 摘要	60

I 緒論

いもち病抵抗性について陸稲と水稻を比較すると、一般的に陸稲品種には強度のいもち病抵抗性を備えている品種が多い。これは陸稲の栽培様式による長い間の選抜効果によるものと考えられる。この陸稲のいもち病抵抗性に最初に着目したのは佐々木⁵⁹⁾⁶⁰⁾で彼は実験により陸稲栃木戦捷、熊本凱旋もちが水稻品種に比較し、いもち病抵抗性がすぐれていることを確かめた。岩槻、氏原⁶⁸⁾⁶⁹⁾ら

は陸稲戦捷を母本として田戦捷を育成し、次いで真珠、双葉などのいもち病抵抗性水稻品種を育成した。この後嘉支江、Tadukan, Zenith, 北支太米など外国イネを利用し高度のいもち病抵抗性を導入しようとする研究²⁴⁾⁴⁵⁾が進められる一方、いもち病菌にも各種の系統が存在することが多くの研究者¹⁾¹⁴⁾²⁸⁾⁴³⁾⁴⁹⁾⁵³⁾⁵⁹⁾⁶⁰⁾によって明らかにされてきた。

同時に高度の抵抗性を示した外国イネや外国イネの抵抗性を導入した品種⁴⁵⁾⁷⁰⁾⁷¹⁾が著しく罹病化する例⁴⁾⁵⁰⁾が知られるようになり、クサブエ、²⁵⁾ユーカラ、テイネ、²⁸⁾⁶¹⁾フクニシキ、¹⁸⁾⁸⁰⁾千秋楽、初祝もち、²⁶⁾²⁷⁾シモキタ⁶⁷⁾⁸¹⁾などの事例が著名である。これら品種の罹病化現象について中西、⁵¹⁾高坂、⁴⁴⁾山田⁷⁷⁾らは病原性菌系の発生とその選択的増殖によることを明らかにした。

並行して水稻品種のいもち病抵抗性の遺伝様式についての検討が進められ、³¹⁾⁸³⁾⁴²⁾現在抵抗性遺伝子としての $Pi-a$ 、⁸³⁾ $Pi-k$ 、³⁰⁾⁸³⁾ $Pi-i$ 、³⁰⁾⁸³⁾ $Pi-t_a$ 、³⁵⁾ $Pi-t_a^2$ 、³⁹⁾ $Pi-z$ 、³²⁾ $Pi-z^t$ 、⁸⁴⁾ $Pi-m$ 、³⁴⁾ $Pi-b$ 、⁴¹⁾ $Pi-t$ 、⁴¹⁾ $Pi-k^s$ 、³⁶⁾ $Pi-k^h$ 、³⁷⁾ $Pi-k^p$ 、³⁸⁾ $Pi-f$ 、⁸⁶⁾⁸⁷⁾ $Pi-k^c$ 、⁸⁷⁾ $Pi-s$ 、⁶²⁾ $Pi-t_a^2$ 、⁶³⁾ などの遺伝子の存在が明らかにされている。そして清沢³¹⁾⁸³⁾⁸⁹⁾や山田⁷⁸⁾⁷⁹⁾らにより、いもち病菌々系P-2b、研53-33、稻72、北1、研54-20、研54-04、

* 農業技術研究所遺伝科

稲168に対する品種の抵抗性の差異からその品種のもつ抵抗性遺伝子を推定する方法が確立された。江塚⁹⁾はこの方法でわが国の主要な水陸稲品種約370を反応型により11品種群に類別し、供試陸稲55品種は、農林12号、同24号、同糯26号、タチミノリなど44品種が新2号型(+)に、農林11号、シンハカブリ、黒禾など11品種が愛知旭型(*Pi-a*)に属することを明らかにした。

一方畑苗代の圃場検定¹⁰⁾では、新2号型(+)とされる水稲品種は圃場でかなり罹病的である例が多いが、陸稲では愛知旭型(*Pi-a*)、新2号型(+)両抵抗性とも r (強)、 rr (極強)に分類される品種が多く、圃場抵抗性の強い品種が存在することを認め、これらの品種が他に未知の抵抗性遺伝子を持つ可能性が高く抵抗性遺伝子源として活用できるか否かを早急に解明しなければならないと述べている。

以上のようにイネ品種のいもち病抵抗性については真性抵抗性と圃場抵抗性のあることがわかり、多くの真性抵抗性は主働遺伝子により支配されることが明らかになったが、圃場抵抗性については十分検討がなされていない。真性抵抗性品種の極度の罹病化は前述のようにこれらの品種を侵すいもち病菌レースの出現、増殖がその主因であるが、この他圃場抵抗性を欠いていた¹⁷⁾¹⁹⁾²⁵⁾⁴⁴⁾⁷⁷⁾⁸²⁾ことも見逃しえない原因と考えられる。したがって真性抵抗性品種に圃場抵抗性を導入することはこれからの育種にとってきわめて重要であると考えられる。

本報では陸稲のいもち病抵抗性を支配する遺伝子構成を知り、それぞれの遺伝子の性質を明らかにして、水稲育種における陸稲品種の抵抗性遺伝子の利用価値を知ろうとし、陸稲品種の中でもいもち病抵抗性が最も強いとされる品種の1つである陸稲農林糯4号について遺伝子分析を試みた。

II 実験材料および方法

実験材料の陸稲農林糯4号、水稲農林29号は過去の検定によれば抵抗性遺伝子型は新2号型(+), 水稲農林21号は抵抗性遺伝子 $Pi-a$,⁴²⁾水稲クサブエは $Pi-k$ ³⁴⁾を所有している。

F_2 分析には水稲農林29号×陸稲農林糯4号、水稲農林21号×陸稲農林糯4号(逆交)、陸稲農林糯4号×水稲クサブエの組合わせを、 F_3 分析には陸稲農林糯4号×水稲農林29号の組合わせを用いた。

実験材料は $45 \times 18 \times 10$ cmの木製苗箱に畑土を入れ複合肥料(窒素1.4, 燐酸1.7, 加里 1.3 Kg/a)を施用し、これに10列(1列17個体)播種し温室内で育苗した。

F_2 分析は1菌系当り1~2箱を、 F_3 分析は12箱を用い、 F_2 分析の場合各箱の初め2列に両親を、残りの8列に F_2 を播種し、 F_3 分析では1箱の初め2列に両親を、残り8列と他の箱に F_3 系統を播種した。 F_3 系統では任意に選んだ118系統をあらかじめ7分し別々に7菌系を接種した。稲168の接種の際は設計を変更し、各苗箱に両親を配置したため108の F_3 系統を用いた。またこの実験の信頼度を知るために、前記118系統とは別に、任意に32系統を選んで3分し3セットとし各セットを4箱に配置し、各箱に両親を配して研54-20を噴霧接種した(3区制実験)。

いもち病菌々系はP-2b, 研53-33, 稲72, 北1, 研54-20, 研54-04, 稲168の7菌系を用い、オートミル煎汁蔗糖寒天平面培地により孢子を採取した。孢子は原則として50,000孢子/mlとし $1/5000$ のツーン20を加え、不完全葉を第1葉として4.5~5.5葉期に噴霧接種した。これらの方法は清沢³⁹⁾⁴²⁾と同様である。

調査は接種の1週間後に行った。病斑をb, bg, bG, pGの4型に分け、それぞれの病斑数を数えた。この病斑4型の分類、両親の抵抗性の判定は清沢³⁹⁾の方法により行った。

遺伝子分析は F_2 では分離比で、 F_3 では清沢⁴²⁾の頻度分布曲線法で、また、遺伝力の推定はMather⁴⁶⁾の方法により行った。

頻度分布曲線法は上記の調査結果から、抵抗性親のすべてが大部分の個体と同程度の反応を示す個体を r 、罹病性親と同程度の反応を示す個体を s 、両親の中間の反応を示す個体を m とした。結局多くの場合 $b + bg \leq bG + pG$ のとき s 、 $b + bg > bG + pG$ で $b \leq bg$ か $bG + pG \geq 1$ のとき m 、他は r と分級することになった。

なお頻度分布曲線法の理論については清沢⁴²⁾により報告されている。

Mather⁴⁶⁾の方法による分析は前記調査結果から個体ごとに

罹病性指数 = $\frac{b + 2bg + 3bG + 4pG}{b + bg + bG + pG}$
を求めこの値を用いて

陸稻のいもち病抵抗性の遺伝に関する研究

$$E_1 = \frac{VP_1 + VB_2}{2}$$

$$E_2 = \frac{E_1}{n} \text{ (くり返しのない場合)}$$

$$E_2 = \frac{VP_1 + VP_2}{2} \text{ (くり返しのある場合)}$$

$$VF_3 \text{ (個体分散)} = \frac{3}{4}D + \frac{3}{16}H + E_1$$

$$\overline{VF}_3 \text{ (系統間分散)} = \frac{1}{2}D + \frac{1}{16}H + E_2$$

$$\overline{VF}_3 \text{ (系統内個体分散の平均)} = \frac{1}{4}D + \frac{1}{8}H + E_1$$

によりD, H, E₁, E₂ を算出した。計算は農業技術研究所遺伝科種子貯蔵管理室の熊谷甲子夫氏の作製したプログラムを利用し、農林研究計算センターの電子計算機で行った。

III 実験結果

1) F₂ 分析

実験結果を第1, 第2表に示した。

第1表 水稻農林21号×陸稻農林糯4号のF₂分析

菌系	組合せ	個体数				P 値
		r	m	s	計	
P-2b	水稻農林21号(S)			17	17	(r+m): s = 15:1 r:(m+s) = (7:9) 0.90~0.95 0.05~0.10
	陸稻農林糯4号(R ^h)	17			17	
	F ₂	48	76	8	132	
研53-33	水稻農林21号(S)			34	34	(r+m): s = 3:1 0.3~0.5
	陸稻農林糯4号(R)	32	2		34	
	F ₂	40	176	56	272	
稻72	水稻農林21号(R)	29			29	(r+m): s = 15:1 0.8~0.9
	陸稻農林糯4号(R)	32			32	
	F ₂	218	29	17	264	
北1	水稻農林21号(M)			33	33	
	陸稻農林糯4号(R)	30			30	
	F ₂	180		90	270	
研54-20	水稻農林21号(S)			33	33	(r+m): s = 3:1 0.3~0.5
	陸稻農林糯4号(R)	31	1		32	
	F ₂	90	107	74	271	
研54-04	水稻農林21号(M)			17	17	(r+m): s = 15:1 0.01~0.001 r:(m+s) = 9:7 0.5~0.7
	陸稻農林糯4号(R ^h)	17			17	
	F ₂	73	47	16	16	
稻168	水稻農林21号(R)	31		1	32	(r+m): s = 15:1 0.05~0.1 r:(m+s) = 3:1 0.1~0.2
	陸稻農林糯4号(R ^h)	33	1		34	
	F ₂	214	33	24	271	

茨城県農業試験場研究報告 第15号 (1974)

第2表 片親に水稻を配した種々のF₂分析

菌系	組 合 せ	個 体 数				P	値
		r	m	s	計		
P-2b	水稻農林29号(M)			17	17	r:s=7:9	0.1~0.2
	陸稻農林糯4号(R ^h)	17			17		
	F ₂	50		86	136		
	陸稻農林糯4号(R ^h)	17			17	r:s=9:7	0.1~0.2
	水稻農林21号(MS)	2		13	15		
	F ₂	85		50	135		
研53-33	陸稻農林糯4号(R ^h)	17			17	r:s=15:1	0.8~0.9
	水稻クサブエ(R ^h)	17			17		
	F ₂	127		8	135		
	水稻農林29号(S)	1		33	34	r:(m+s)=7:9	0.5~0.7
	陸稻農林糯4号(R ^h)	33			33		
	F ₂	123	19	129	271	(r+m):s=9:7	0.2~0.3
陸稻農林糯4号(R ^h)	32			32	r:(m+s)=3:1	0.05~0.1	
水稻農林21号(S)	4	1	29	34			
F ₂	215	20	36	271			
稻72	陸稻農林糯4号(R ^h)	17			17	(r+m):s=7:9	0.05~0.1
	水稻クサブエ(S)	1		16	17		
	F ₂	31	17	87	135	r:(m+s)=1:3	0.5~0.7
	水稻農林29号(S)			17	17	(r+m):s=3:1	0.2~0.3
	陸稻農林糯4号(R ^h)	16			16		
	F ₂	70	39	26	135	r:(m+s)=9:7	0.05~0.1
陸稻農林糯4号(R ^h)	17			17	(r+m):s=15:1	0.5~0.8	
水稻農林21号(R ^h)	17			17			
F ₂	112	15	7	134	r:(m+s)=3:1	<0.001	
北1	陸稻農林糯4号(R ^h)	17			17	(r+m):s=7:9	0.9~0.95
	水稻クサブエ(S)	1		17	17		
	F ₂	33	25	76	134	r:(m+s)=1:3	0.9~0.95
	水稻農林29号(S)	3	6	25	34	(r+m):s=3:1	0.05~0.1
	陸稻農林糯4号(R ^h)	30	2		32		
	F ₂	138	77	55	270		
陸稻農林糯4号(R ^h)	29		1	30	(r+m):s=3:1	<0.001	
水稻農林21号(MS)	2		32	34			
F ₂	177	7	87	271			
研54-20	陸稻農林糯4号(R ^h)	17			17	r:s=15:1	<0.001
	水稻クサブエ(R ^h)	17			17		
	F ₂	117		19	136		
	水稻農林29号(S)			34	34	(r+m):s=9:7	0.3~0.5
	陸稻農林糯4号(R)	34			34		
	F ₂	95	52	125	272		
陸稻農林糯4号(R)	34			34	(r+m):s=9:7	0.2~0.3	
水稻農林21号(S)		3	31	34			
F ₂	94	51	128	273			
研54-04	陸稻農林糯4号(R)	17			17	(r+m):s=3:1	0.3~0.5
	水稻クサブエ(M)	10		7	17		
	F ₂	88	5	37	130		
	水稻農林29号(MR)			17	17	r:s=3:1	0.1~0.2
	陸稻農林糯4号(R)	17			17		
	F ₂	94		42	136		
陸稻農林糯4号(R ^h)	16			16	r:s=7:9	0.3~0.5	
水稻農林21号(M)	1		16	17			
F ₂	55		80	135			
稻168	陸稻農林糯4号(R ^h)	17			17	r:s=15:1	0.2~0.3
	水稻クサブエ(R ^h)	17			17		
	F ₂	124		12	136		
	水稻農林29号(S)			16	16	(r+m):s=9:7	0.1~0.2
	陸稻農林糯4号(R ^h)	17			17		
	F ₂	28	57	51	136	r:(m+s)=1:3	0.2~0.3
陸稻農林糯4号(R)	17			17	r:s=15:1	0.5~0.7	
水稻農林21号(R ^h)	17			17			
F ₂	126		10	136			
陸稻農林糯4号(R)	14			14	r:s=15:1	0.1~0.2	
水稻クサブエ(R)	15		1	16			
F ₂	122		2	134			

陸稻のいもち病抵抗性の遺伝に関する研究

第1表は同一組合せに7菌系を、第2表は3組合せに対して同一菌系を接種した結果である。

水稻農林21号×陸稻農林4号のF₂(第1表)についてみるとP-2bに対しては多数のm個体が出現し、そのm個体を抵抗性とした場合15:1に一致、mを罹病性とした場合は7:9に一致する分離比を示した。これは陸稻農林4号中に2個の不完全優性あるいは劣性の主働遺伝子が存在することを示すものと推定される。

研53-33に対して、陸稻農林4号中にもmとして判定される個体があったのでmは抵抗性遺伝子型に属すると考え(r+m):sについて検定し3:1の分離比をえた。m個体が多く見られたことは、その遺伝子が不完全優性であることを暗示している。

稻72に対しては(r+m):sが15:1に一致した。これは2遺伝子雑種であることを示すが、水稻農林21号はPi-a遺伝子を持っている⁴²⁾ので、陸稻農林4号は1抵抗性遺伝子を持つと推定される。

北1については観察された分離比に一致する理論比を見いだすことはできなかった。

研54-20, 研54-04, 稻168に対する陸稻農

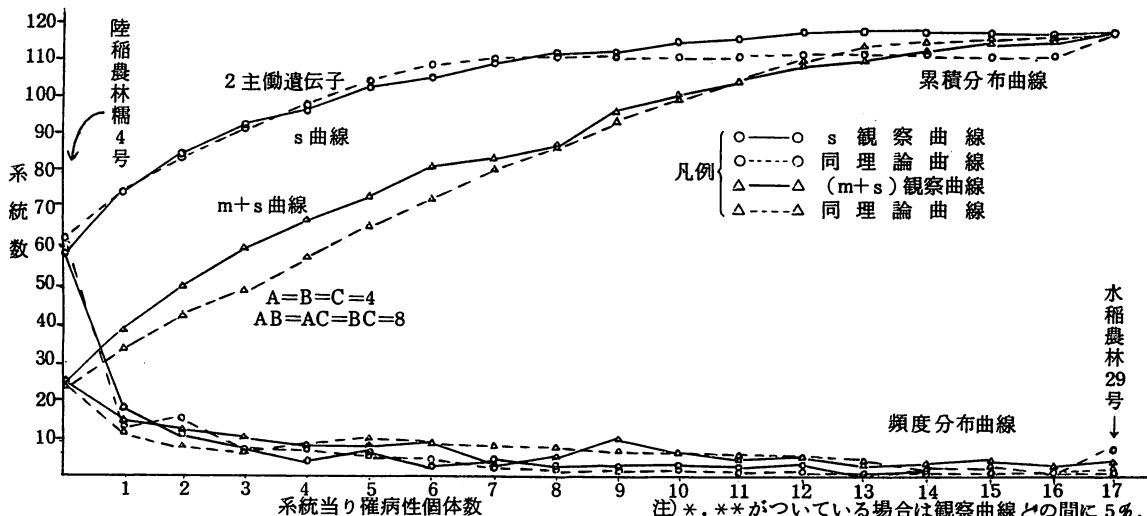
林4号の抵抗性を解析した結果研54-20に対しては1完全優性遺伝子, 研54-04には完全優性補足遺伝子, 稻168に対しては1優性遺伝子の関与が推定された。稻72と稻168に対する分離比は陸稻農林4号の抵抗性遺伝子はPi-a遺伝子とは独立に行動することを示している。

第2表では、水稻農林29号×陸稻農林4号, 陸稻農林4号×水稻農林21号, 陸稻農林4号×水稻クサエの3組合せは、P-2bに対してともに2遺伝子性の分離比を示した。しかし水稻クサエはP-2bに働くPi-k遺伝子を持つ³⁴⁾ことを考えれば、この結果は単純には説明できない。同様なことは他の菌系に対しても見られる。Pi-k遺伝子の働かない菌系研53-33に対しては3組合せで同じ分離比が期待されるが、実際にはすべて異なった分離比を示した。他の5菌系に対する3組合せの分離比も、単純な主働遺伝子の存在を考慮して説明できる菌系は見いだすことができなかった。これらの結果は陸稻農林4号のいもち病抵抗性に関する遺伝子構成は相当複雑であることを示している。

2) 頻度分布曲線法によるF₃分析
結果を第1~7図に示した。

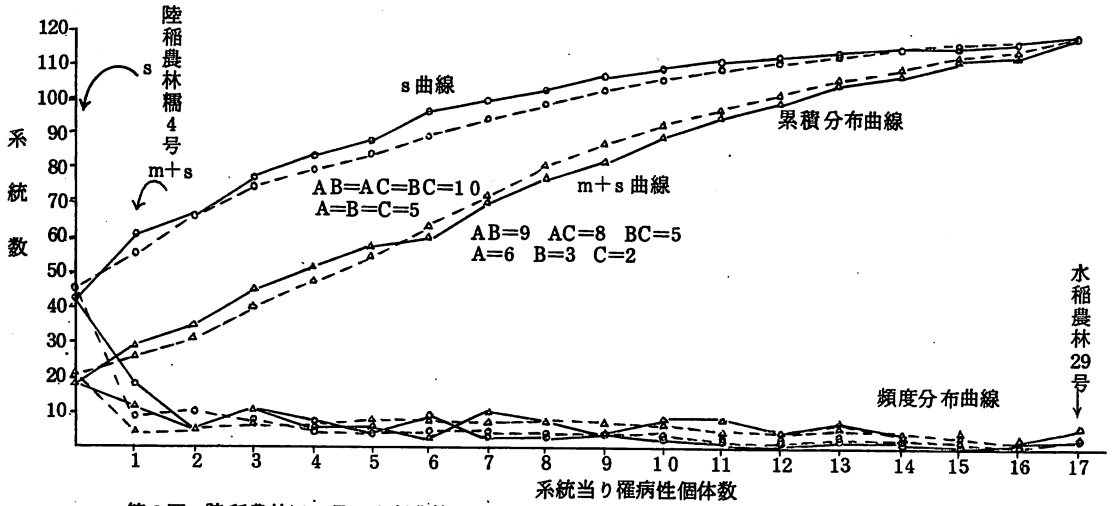
第3表 F₃分析における両親の各菌系に対する反応

	P-2b	研53-33	稻72	北1	研54-20	研54-04	稻168
陸稻農林4号	R ^h	R ^h	R ^h	R ^h	R ^h	R ^h	R ^h
水稻農林29号	S	S	MS	S	S	S	S

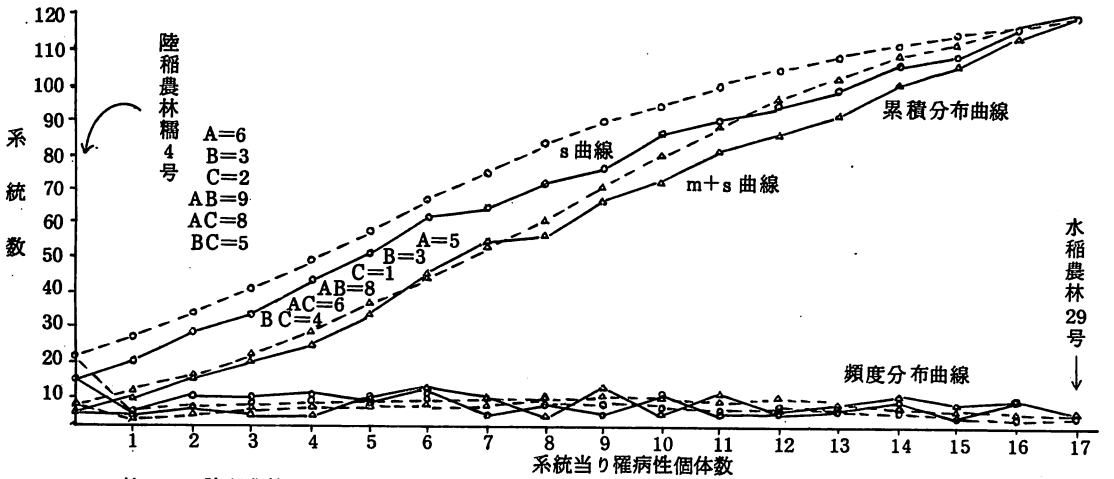


第1図 陸稻農林4号×水稻農林29号のF₃分析 P-2b

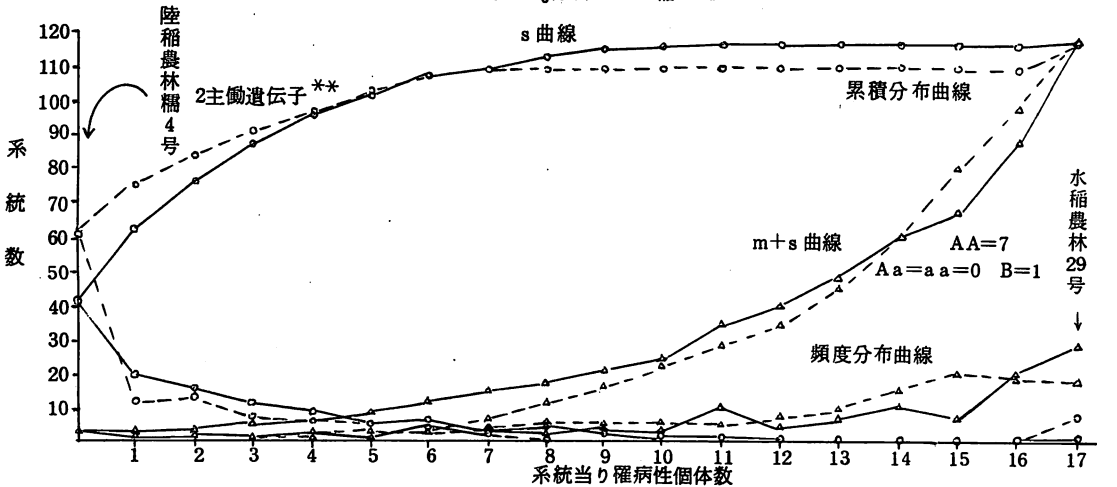
注) *, **がついている場合は観察曲線との間に5%, 1%水準で有意差のあることを示す。↓は両親内の罹病性個体数を示す。



第2図 陸稻農林糯4号×水稻農林29号のF₃分析 研53-33

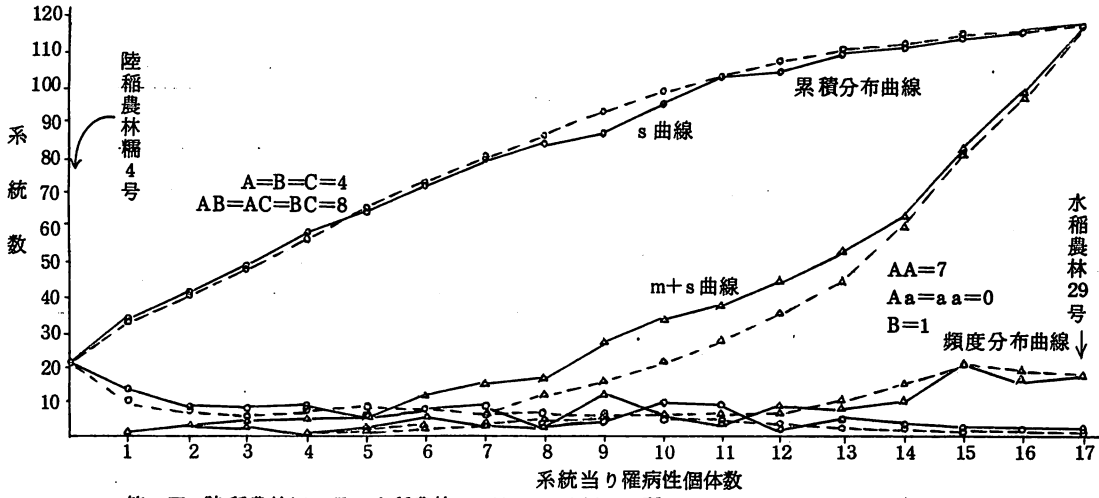


第3図 陸稻農林糯4号×水稻農林29号のF₃分析 稻72

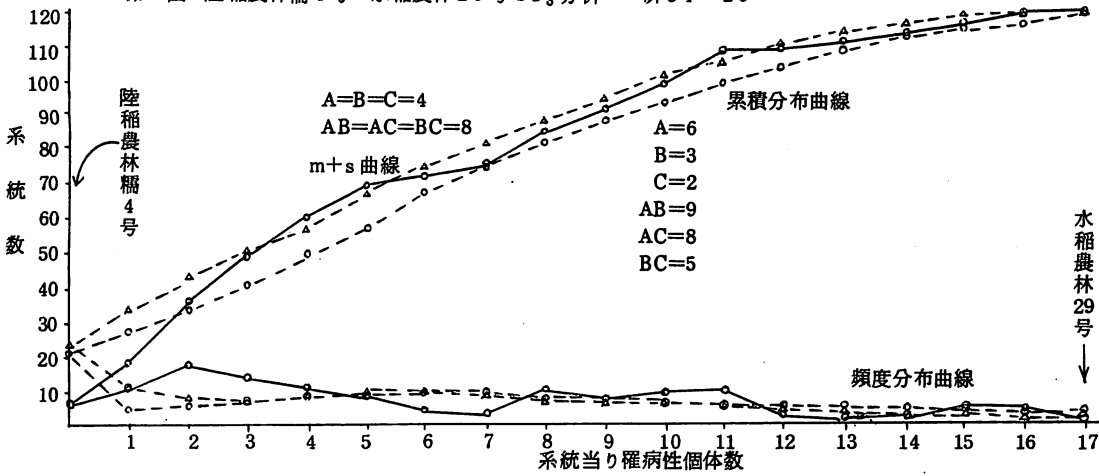


第4図 陸稻農林糯4号×水稻農林29号のF₃分析 北1 注) **1%水準で有意

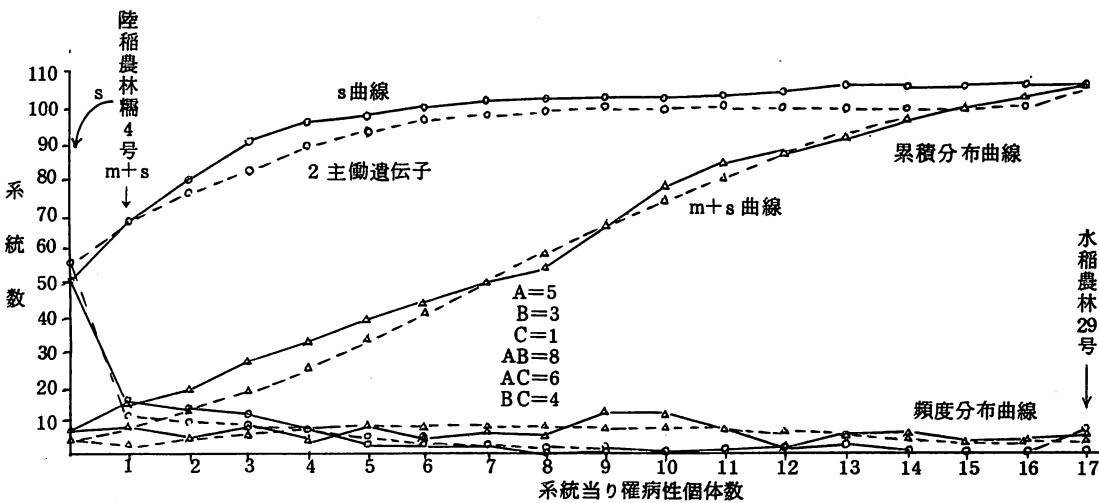
陸稲のいもち病抵抗性の遺伝に関する研究



第5図 陸稲農林圃4号×水稲農林圃29号のF₃分析 研54-20



第6図 陸稲農林圃4号×水稲農林圃29号のF₃分析 研54-04



第7図 陸稲農林圃4号×水稲農林圃29号のF₃分析 稻168 注) n=108

また第3表にF₃分析においてえられた両親の各菌系に対する抵抗性程度を示した。

第1図は菌系P-2bを接種した結果えられたs曲線(s個体を罹病性個体として描いた頻度および累積分布曲線)とm+s曲線(mとs個体を罹病性個体として描いた曲線)を示した。理論曲線は、観察曲線を独立に行動する最少遺伝子数で説明しようとして描いたものである。第1図のm+s曲線の理論曲線は1系統内個体数17のうち4個体を抵抗性にするような作用価をもつ3個の遺伝子A, B, Cが存在し、これらは加算的作用をもち2遺伝子が共存して17個体中の8個体をr型の抵抗性にする作用を有すると仮定した場合に期待される曲線である。

ここでは上記のようにホモのときに系統中の1部個体のみを抵抗性にするような遺伝子を微働遺伝子と呼ぶことにした。

第1図におけるこのm+s曲線はKolmogorov-Smirnov検定の結果観察曲線と合うことが明らかになった。

以下も同様な方法で最高3遺伝子までの遺伝子を考へて観察曲線に最も近い曲線を描いた。

抵抗性品種の抵抗性に関与する遺伝子をすべて探りだすためにはs曲線を解析するのが適当であるが、m+s曲線の解析には違った意味で意義がある。たとえば2つの遺伝子対AA⁺, BB⁺を考えると、この2遺伝子によるF₂の遺伝子型の分離は第4表のようになる。

第4表 2遺伝子雑種による抵抗性分離の例

F ₂ の 遺伝子型	頻度	F ₃ の分離 r:s あるいは r:m:s	
		A-B ⁺ B ⁺ =r	A ⁺ A ⁺ B ⁺ B ⁺ =s
AA ⁺ BB ⁺	1/16	1:0	1:0:0**
AA ⁺ BB	2/16	1:0	1:3:0
AA ⁺ B ⁺ B ⁺	1/16	1:0	0:1:0
AA ⁺ B ⁺ B	2/16	1:0	1:3:0
AA ⁺ BB ⁺	4/16	15:1	1:14:1
AA ⁺ B ⁺ B ⁺	2/16	3:1	0:1:3
AA ⁺ A ⁺ B ⁺ B	1/16	1:0	0:1:0
AA ⁺ A ⁺ BB ⁺	2/16	3:1	0:1:3
AA ⁺ A ⁺ B ⁺ B ⁺	1/16	0:1	0:0:1

注) *: AかA⁺かのどちらかであることを示す。
 **: 2つの加算的に働く劣性同義遺伝子の例を示した。

表の左側の分離は2つの完全優性遺伝子の作用している例でr固定系統の頻度は7/16である。同じ2つの遺伝子でも両遺伝子が劣性で加算的作用によりr反応が現われる場合には、r固定系統の頻度は1/16となる(表の右側)。加算的作用がなくAAかBBのいずれかがあればr

反応となるときには表の右側の列のrおよびm固定系統とrとmのみを分離する系統を加えた系統の頻度7/16でr固定系統が出る。この実験の場合r反応が加算の効果のない主働遺伝子に支配されるときr固定系統の最少頻度は、供試系統数118に1遺伝子雑種の劣性ホモ個体の頻度1/4をかけた数値29.5になるはずである。r固定系統数がこれよりも少ない場合(図の中のm+s曲線の左端の値が29.5より少ない場合)抵抗性品種(陸稲農林種4号)の示す反応は主働遺伝子単独では説明できない。すなわちこの抵抗性はいくつかの遺伝子の加算的作用によることを示している。このような抵抗性を導入する場合、含まれる遺伝子のすべてかその大部分をとり入れなければならない。m+s曲線はこのような意味で検討された。

第1図におけるP-2b接種の結果は、m+s曲線のr個体みの系統数は29.5よりやや少なかったが、m個体の出現頻度はF₂分析で推定した不完全優性のみでは説明できず、少なくともいくつかの微働遺伝子かpolygeneが関与していると考えられる。

研53-33接種の結果(第2図)を同様に検討すると、s曲線は単純な主働遺伝子では説明できず、3遺伝子の加算的作用を考へて初めて観察曲線に近い理論曲線をえた。r個体のみを含む系統数は29.5より少なく、系統の全個体をrにするような主働遺伝子は存在せず陸稲農林種4号の抵抗性は加算的作用をもつ遺伝子の共存によって構成されていることを暗示している。

稲72接種の結果(第3図)、s曲線は主働遺伝子では説明できなかった。F₂分析でS反応を示した水稻農林29号がF₃分析ではMS反応を示したため、比較的強い反応を示した個体のみを抵抗性個体として扱ったことにもよると考えられる。ここで推定された遺伝子とその作用価は、たとえばA遺伝子の存在により17個体中の6個体がr反応を示すような(一部の個体のみ抵抗性を発現させるような)微働遺伝子か、これより作用力の弱い遺伝子の存在が考えられる。

北1を接種した場合(第4図)s曲線は2主働遺伝子の理論曲線に近い様相を呈したが、s曲線の左側において統計的に有意差が認められた。これは主働遺伝子が関与していたとしてもその数は1個であり、他は微働遺伝子によることを示している。m+s曲線はr個体のみを含む系統はきわめて少なく、陸稲農林種4号の反応型を単独で支配す

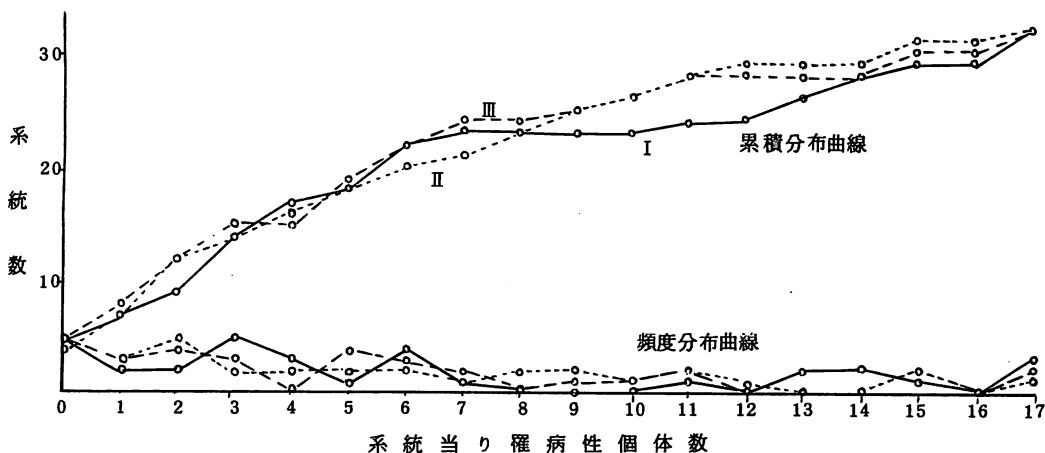
る主働遺伝子は存在しないことを示した。s, m+s 両曲線から、陸稲農林糯 4 号の反応型に主働遺伝子が関与しているとしても、その遺伝子単独の作用ではなく他にいくつかの強調遺伝子が存在すると推定される。

研 54-20 (第 5 図) に対しても s 曲線は主働遺伝子では説明できず、3 個の加算的に働く微働遺伝子を考えてえた理論曲線で近似させることができた。m+s 曲線も陸稲農林糯 4 号の抵抗性は微働遺伝子の加算的作用によることを示している。

第 6 図に研 54-04 を接種した結果を示した。この場合罹病性親の水稲農林 29 号が R 反応を示したため、罹病

性親型を s とせず他の 6 菌系同様に bG+pG の数の多い個体を s とした。しかし s 個体が少ないので m+s 曲線について検討した。結果は研 54-20 接種の結果によく似ており主働遺伝子では説明できず微働遺伝子の関与が考えられた。

第 7 図に糯 168 を接種した結果を示した。s 曲線は 2 主働遺伝子曲線に一致した。m+s 曲線は、陸稲農林糯 4 号の反応型がいくつかの微働遺伝子の加算的作用によることを示している。またこの実験の信頼度を知るために 3 区制実験を行った。結果を第 8 図に示す。3 本の累積分布曲線の間には有意差は認められなかった。また各区間の相関



第 8 図 陸稲農林糯 4 号 × 水稲農林 29 号に研 54-20 を接種した 3 区制実験

関係をみると I と II 区は $r=0.717^{***}$, I と III 区は $r=0.874^{***}$, II と III 区は $r=0.704^{***}$ と高い関係にあることが認められた。系統内個体数が 17 個体であることを考えれば相当の抽出誤差が生じると考えられるので、この 3 本の累積分布曲線間のわずかな差は同一実験内に現われる環境変異としては比較的小さく、この実験の信頼度はかなり高いものと考えられる。

以上の結果を総括すると陸稲農林糯 4 号のいもち病抵抗性は一部の菌系に対し、その分離は優性の 2 主働遺伝子により説明できたが、他の菌系に対しては主働遺伝子のみでは説明できず、全体的にみて微働遺伝子の加算的作用が重要な役割を果たしていると考えられた。

3) 各菌系に対する抵抗性の相互関係

7 菌系に対する関与遺伝子間の関係を知るために F_3 系統の各菌系に対する抵抗性についての相関々係をみた。

第 5 表 陸稲農林糯 4 号 × 水稲農林 29 号の F_3 系統の各菌系に対する抵抗性程度の相関表

菌系	P-2b	研53-33	糯72	北1	研54-20	研54-04
研53-33	*** 0.794					
糯72	*** 0.805	*** 0.729				
北1	*** 0.696	*** 0.692	*** 0.575			
研54-20	*** 0.736	*** 0.722	*** 0.684	*** 0.508		
研54-04	*** 0.618	*** 0.509	*** 0.631	*** 0.373	*** 0.507	
糯168	*** 0.762	*** 0.768	*** 0.594	*** 0.565	*** 0.615	*** 0.478

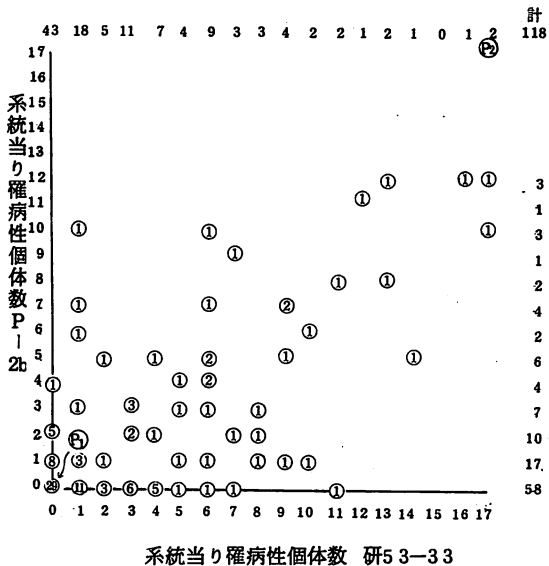
注, ***.....0.1%水準で有意であることを示す

その一部を第9, 10図に示した。この結果すべての菌系

の間に0.1%水準で有意の高い相関々係が見いだされ、一般的には7菌系に対して共通の遺伝子が作用している可能性が高いと考えられる。しかし一部は相関係数の低い場合もみられ、菌系によって作用遺伝子の違う場合もありうる事が考えられる。

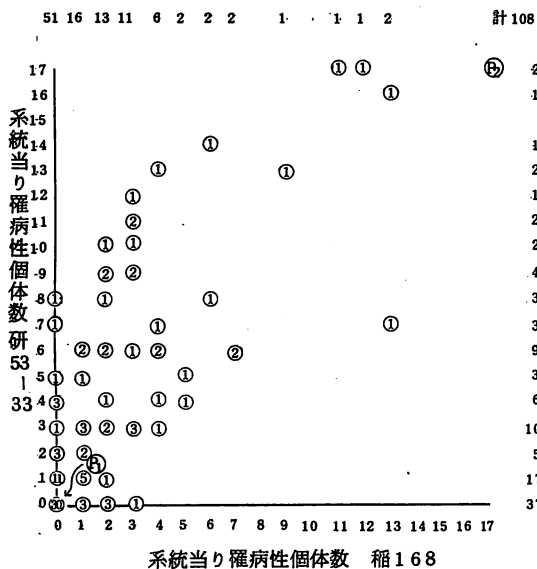
4) Matherの方法による解析

F₂分析, F₃分析の結果多数のm個体がみられたが、これを加算的作用をもつ微働遺伝子によるものと推定した。しかしこの抵抗性はpolygeneによる可能性も考えられるために、分離集団の連続性を知ろうとしてF₃の個体ごとに罹病性指数を算出し、系統ごとに平均値を求めて第11図を作成した。

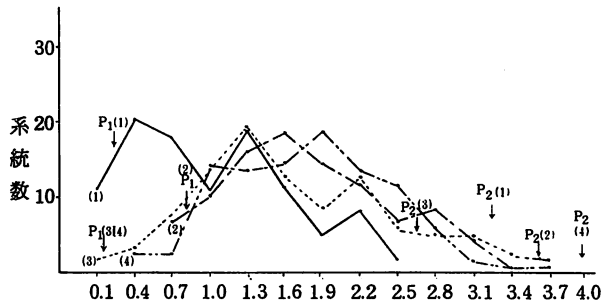


第9図 陸稻農林糯4号×水稻農林29号のF₃系統の菌系P-2bと研53-33に対する抵抗性の関係

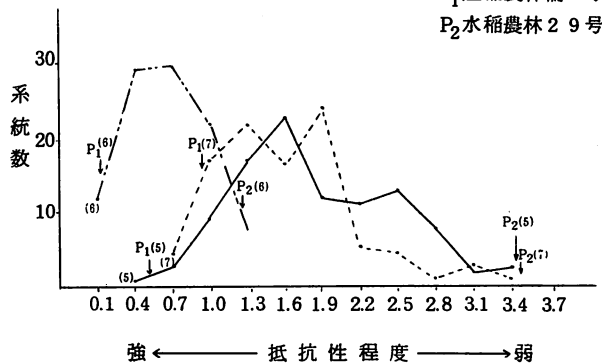
- (1) P-2b
- (2) 研53-33
- (3) 糯72
- (4) 北1



第10図 陸稻農林糯4号×水稻農林29号のF₃系統の菌系研53-33と糯168に対する抵抗性の関係



- (5) 研54-20
- (6) 研54-04
- (7) 糯168
- P₁ 陸稻農林糯4号
- P₂ 水稻農林29号



第11図 陸稻農林糯4号×水稻農林29号のF₃系統に7菌系を接種した場合の系統頻度

陸稲のいもち病抵抗性の遺伝に関する研究

この図からすべての菌系に関して分布は連続的で、分布曲線の頂点はP-2b, 稲168では抵抗性側に大きく片寄り, 研53-33, 研54-20, 稲72ではわずかに抵抗性側に片寄り抵抗性の方向に優性効果が働いていることを示している。北1, 研54-04では頂点は両親のほぼ中央に位置し, 優性効果はやや弱いか, 抵抗性方向への優性効果と罹病性方向への優性効果が相殺しあっていることを示している。

これらの結果に基づいて広義の遺伝力, 変異の構成要素を計算した。F₃の個体分散に基づく遺伝力は研53-33を除いていずれの菌系でも31%以上の値を示し, 系統内

第6表 各菌系に対する広義の遺伝力(%)

菌系	系統間(VF ₃)	個体(VF ₃)	系統内個体(VF ₃)
P-2b	95.4	62.0	62.2
研53-33	93.9	18.2	18.3
稲72	97.2	65.3	65.3
北1	98.0	75.8	76.0
研54-20	94.0	31.9	32.7
研54-04	90.7	53.6	53.7
稲168	90.9	77.0	69.0
研54-20*	74.5	59.7	59.8

* 3区制による実験

第7表 変異の構成要素と標準誤差

菌系	D	±SD	H	±SD	E ₁	±SD	E ₂	±SD
P-2b	0.0614	0.7632	2.8662	3.4677	0.2918	0.2056	0.1204	0.1781
研53-33	0.6029	0.8343	-1.2155	3.7906	0.5003	0.2248	0.1418	0.1946
稲72	0.2616	1.1733	2.9609	5.3310	0.3151	0.3161	0.1760	0.2737
北1	0.0902	0.7665	2.6158	3.4827	0.1438	0.2065	0.1117	0.1788
研54-20	0.4104	0.7203	-0.0729	3.2730	0.4063	0.1941	0.1219	0.1681
研54-04	-0.0983	0.1783	1.5773	0.8103	0.1705	0.0480	0.0341	0.0416
稲168	0.0432	0.4690	1.6795	2.1312	0.0849	0.1264	0.0885	0.1094
研54-20*	0.1754	0.7472	1.8389	3.3948	0.2524	0.2013	0.2386	0.1743

* 3区制による実験

個体分散に基づく遺伝力も研53-33を除いて32%以上の値を示している。系統間分散に基づく遺伝力はP-2bから研54-04までのE₂はE₁/nにより算出しているため環境分散をやや過少評価しているといえるが, 90%以上の値を示し, この過少評価をさけるために行った, 親のくり返しのある稲168と研54-20の3区制実験の場合でも74%以上の値を示し相当高い遺伝力を示した。

第8表 狭義の遺伝力(%)

菌系	系統間(VF ₃)	個体(VF ₃)	系統内個体(VF ₃)
P-2b	9.3	5.3	2.3
研53-33	82.1	62.4	30.2
稲72	26.6	18.4	8.7
北1	14.1	9.6	4.6
研54-20	48.9	51.0	17.2
研54-04	-58.8	-18.8	-7.2
稲168	10.0	7.5	3.5
研54-20*	19.9	18.0	8.3

* 3区制による実験

狭義の遺伝力を第8表に示した。いずれの分散に基づいた場合にも研54-04のみが負の値となったが, これはD値(第7表)が負になったことによるがその原因は第3表, 第11図にみられるように研54-04に対して罹病性親の水稲農林29号も相当強い抵抗性を示したことが影響しているものと考えられる。他の菌系では研53-33, 研54-20の場合が比較的高い遺伝力を示した。P-2bの場合の狭義の遺伝力が低い理由としては第11図からみて優性効果が大きいためと考えられる。研53-33, 研54-20はわずかに優性効果の存在を暗示した程度で狭義の遺伝力が比較的高い値となったのはD値(加算効果, あるいは固定可能な効果)が大きかったこと, 北1, 稲72で狭義の遺伝力の低いのは優性効果が比較的大きいことが理由と考えられる。

第9表に上記の遺伝力推定のために用いた抵抗性の計量値を用いて各菌系に対する抵抗性間の相関係数を示した。結果は第5表と同様各菌系間に高い相関々係があることが認められ, 各菌系に働く遺伝子は相当部分が共通であるこ

とを示唆した。

第9表 F₃系統の平均値に関する各菌系間の相関係数

菌系	P-2b	研53-33	稲72	北1	研54-20	研54-04
研53-33	0.643					
稲72	0.620	0.794				
北1	0.527	0.766	0.713			
研54-20	0.593	0.720	0.716	0.587		
研54-04	0.432	0.553	0.507	0.529	0.553	
稲168	0.661	0.828	0.806	0.727	0.697	0.534

注) ***..... 0.1%水準で有意であることを示す

IV 考察

F₂分析では抵抗性を質的形質としてとらえ、不完全優性の主働遺伝子や1完全優性遺伝子などにより説明できる結果もえられたが、中間型の個体が多く出現したこと、3組合わせに同一菌系を接種した結果などから主働遺伝子のみの存在を考慮して分離比を説明するには十分な結果がえられなかった。

F₃分析の結果、頻度分布曲線法では1部の菌系に対する分離は優性の2主働遺伝子により説明できたが、他の菌系に対しては主働遺伝子による説明は無理で、主働遺伝子の作用力よりも小さい作用力を有する微働遺伝子の加算的作用が大きい役割を果していると推定した。この微働遺伝子は一般的に7菌系に対し共通に作用している可能性が高いが、菌系間で相関関係の低い場合もみられ、菌系によっては作用遺伝子の違う場合もありうると考えられた。また3区制実験は1区制で行われた実験の信頼度が相当高いことを示した。

F₃系統平均値の分布からみて、分布は連続的であるため polygene系の支配を受けている可能性も考えられたため遺伝分散成分を分割し構成要素の数値を算出し、同時に遺伝力の推定を試みた。

広義の遺伝力は、個体分散、系統内個体分散に基づく遺伝力は研53-33を除いて31%以上の値を示し、系統間分散に基づく遺伝力は3区制実験を除いた他の実験では90%以上の値を示した。3区制実験では74%の値であったが1区制実験との差は、3区制実験では両親のくり返しを行ってE₂をより適正に評価したこと、実験系統数の減少による抽出誤差の拡大、接種条件の違いなどが考えられた。

狭義の遺伝力についてはD値の影響で負の値(研54-04)となった場合もみられたが、研53-33、研54-20に対しては比較的高い遺伝力を示した。これはD値が大きかったことによると考えられた。優性効果が比較的大きい北1、稲72では狭義の遺伝力は低かった。

加算的遺伝分散(D)は接種した菌系により異なること、菌系によっては大きな優性効果がみられることが明らかになった。また全体的に標準偏差が大きいことに対して、環境変異の多少、優性効果などだけでは説明できない部分もあった。病害抵抗性に一般にみられる上位効果が陸稲農林稲4号の抵抗性にも存在し、それが計算上の優性効果(H)を高めている可能性も考えられる。

いずれにしてもこの実験では陸稲農林稲4号中には水稲の真性抵抗性で見いだされるような主働遺伝子は見いだしえなかった。

これまでに病害抵抗性の遺伝子分析は数多く行われており、その大部分は主働遺伝子により支配されていることが明らかにされている。⁸⁾¹¹⁾¹²⁾²⁰⁾⁴²⁾⁴⁸⁾⁵⁴⁾⁷⁵⁾しかしこの事実は病害抵抗性が主働遺伝子により支配されていることを示しているのではなく、これまでの育種が真性抵抗性に重点をおいたこと、遺伝子分析の容易な部分から分析が進められていることが主な理由と考えられる。最近、量的形質の遺伝分析の技術の進歩に伴い病害抵抗性も量的形質としてとらえての解析²⁾³⁾⁶⁾¹⁶⁾²¹⁾²²⁾²⁹⁾⁵²⁾⁵⁵⁾⁵⁷⁾⁵⁸⁾⁶⁴⁾⁶⁵⁾⁷³⁾⁷⁶⁾⁸⁵⁾が行われるようになってきている。その遺伝力の計算例を第10表に示した。

これらの推定値および本報での計算結果は同じ方法によって算出されていないために直接比較はできないが全般的にみて陸稲農林稲4号のいもち病抵抗性の広義の遺伝力は他の病害抵抗性の場合に比べて比較的高い値であるといえる。本報での広義、狭義の遺伝力の推定値が菌系間で異なるのは各菌系の接種時期が異なることも一つの原因と推定できる。

陸稲のいもち病抵抗性に関する遺伝子分析の例として陸稲戦捷の抵抗性を導入して育成された銀河、ほまれ錦についてKiyosawa⁴⁰⁾は両品種の研54-04に対する抵抗性が1主働遺伝子(本論文の定義に従えば微働遺伝子)と2つの微働遺伝子によることを明らかにした。また柚木、鳥山、清沢⁸⁾⁸⁾はKiyosawa⁴⁰⁾と同じ材料(ほまれ錦×愛知旭のF₃)を用い、畑播法で遺伝子分析を行い研54-04に対する抵抗性は連鎖している2つの補足遺伝子に

陸稲のいもち病抵抗性の遺伝に関する研究

第10表 病害抵抗性を量的形質としてとらえて解析した例

作物名	病原菌	遺 伝 力			世代	条件	変動の要因*	文献
		広義	狭義	回帰法				
ア マ	<i>Rhizoctonia solani</i>	0.72~0.88	0.00~0.41		F ₃	実験室	場所, 菌糸 苗令	55)
		0.20~0.68	0.00~0.54		F ₄	人工接種		
				0.01~0.54(Sm)	F ₃ F ₄	圃場		
陸地棉	<i>Verticillium wilt</i>		0.27~0.64(Cr)		F ₁	圃場	年, 場所	73)
			0.57~0.58(V)		F ₂	人工接種		
陸地棉	"	0~0.59			F ₂	圃場	組合せ, 苗令	58)
		0~0.71			F ₃	自然感染		
サトウ ダイコン	<i>Cercospora leaf spot</i>			0.24(Sm)	F ₂ F ₃	圃場 自然感染		65)
トウモロコシ	<i>Fusarium moniliforme</i>		0.73(W)		F ₂	圃場 人工接種		85)
エンバク	<i>Septoria avenae</i>	0.41~0.84(C)			F ₃	圃場	場所 植物の部分	21)
		0.48~0.93(C)			F ₄			
				0.22~1.36(Ma)	F ₃ F ₄	人工接種		
				0.22~2.10(St)				
エンバク (罹病時収量 調査の結果)	crown rust	0.19~0.77(M)			F ₃	圃場	組合せ	64)
		0.69~0.84(C)						
		0.60~0.72(M)						
		0.67~0.82(C)						
			0.19~0.26(Co)		F ₃ F ₄			
			0.24~0.38(St)					
			0.24~0.34(Ma)					
エンバク	barley yellow dwarf virus							3)
コムギ	flag smut (<i>Urocystis agropyssi</i>)			0.49~0.74(St)	F ₃ F ₄	温室 人工接種	組合せ	57)
陸地 稲	<i>Pyricularia oryzae</i>	0.18~0.77	0.05~0.62		F ₃ 個体			
		0.74~0.98	0.09~0.82		F ₃ 系統	温室	菌糸, 時期	本報告)
		0.18~0.77	0.02~0.30		F ₃ 系統間	人工接種		
					個体			

注) W: Warner (1952)⁷⁴⁾の方法 $\frac{(1/2)D}{(1/2)D+(1/2)H+E}$

M: Mahmud and Kramer (1951)⁴⁷⁾ $(VF_x - \sqrt{VP_1 \cdot VP_2}) / VF_x$, (VF_x は分離集団の分散, VP_1, VP_2 は両親の分散)

C: Components of variance method (Comstock and Robinson, 1952)⁵⁾
 $Vg / (Vg + Ve)$, $Vg = (Vf - Ve) / R$ (Vf は F₃ 系統平均値間の平均平方, R は反復数)

Co: Conventional method b_{xy} (x 上の y の回帰) (Panse, 1957)⁵⁶⁾

St: Standard unit method (Frey and Horner 1957)¹³⁾ データを standard deviation units で表現

Ma: Mahmud and Kramer (1951)⁴⁷⁾ の方法 $\bar{x}b_{yx} / \bar{y}$ (b_{yx} は x 上の y の回帰, \bar{x}, \bar{y} はそれぞれの早期, 後期世代の平均)

Cr: Crumpacker and Allard (1962)⁷⁾ の方法 $\frac{(1/4)D}{(1/4)D+(1/4)H-(1/8)F+E}$ F は親の中の優性対劣性, 対立遺伝子の相対頻度の指標

V: Verhalen and Murray (1969)⁷²⁾ の方法 $\frac{(1/4)D}{(1/4)D+(1/16)H-(1/8)F+E}$

Sm: Smith and Kinman (1965) により $(2/3)b$ により回帰係数調整

*: 遺伝力を ~ で示したときの推定値の変動に影響を与える要因

より支配されることを示した。篠田ら⁶³⁾は陸稲黒禾の遺伝子分析を行い、研54-04に対するM反応は1遺伝子により支配され、畑晩播の場合の抵抗性は補足作用をもつ3対以上の複雑な遺伝子により支配されていることを報告した。Goto¹⁵⁾は戦捷の抵抗性は3個の加算遺伝子によることを明らかにした。以上の結果を総括すると陸稲のいもち病抵抗性は作用面の比較的弱い遺伝子の加算の効果によって支配されていると考えることができ、本報告とほぼ一致する。品種によってはこのほかに江塚ら⁹⁾が明らかにしたように真性抵抗性遺伝子*Pi-a*が入っている。

上述のように陸稲農林糯4号のいもち病抵抗性は3個以上の微働遺伝子かpolygeneの加算的な作用により支配されると考えられ、この品種の抵抗性は条件によっては真性抵抗性と分類される場合もありうるであろうが、本実験でえられた個々の遺伝子は圃場抵抗性に関与するものと考えてよいであろう。水稻に陸稲農林糯4号なみの抵抗性を導入するためには、これらの遺伝子のすべてを大部分を入れなければならないことを意味している。狭義の遺伝力が低い場合個体選抜は難かしいこと、陸稲の劣悪形質を除く必要のあることを考えると、陸稲のいもち病抵抗性利用の水稻育種には、水稻への戻交雑、抵抗性遺伝子と陸稲の劣悪形質との関係を切るための長期間のヘテロ性の保持、選抜効率をあげるための系統選抜を巧妙に組み合わせる必要があることを示している。

謝 辞

この実験は著者の一人阿部が昭和46年6月～8月の3ヶ月間農林省農業技術研究所生理遺伝部遺伝科遺伝第1研究室で、農林省依頼研究員制度によって研修を受けた際に実施したものである。当時室長であった新関宏夫氏(現遺伝第4研究室長)をはじめとする遺伝第1研究室の皆様

御協力をえ、またMatherの統計遺伝学については第6研究室長菊池文雄氏、種子貯蔵管理室長熊谷甲子夫氏に終始御教示いただいた。とくに熊谷氏には電子計算機プログラムの作製と利用について便宜をいただいた。

ここに記して厚く御礼申上げる。

V 摘 要

陸稲農林糯4号のいもち病抵抗性についての遺伝様式を知ろうとした。F₂分析には陸稲農林糯4号と水稻3品種の組み合わせ、F₃分析は陸稲農林糯4号×水稻農林29号の組み合わせで行った。

F₂分析の結果は不完全優性の主働遺伝子や1完全優性遺伝子などにより説明できる場合もみられたが、片親に種々の水稻を配した3組み合わせに同一菌系を接種した結果からは主働遺伝子のみの存在を考慮して分離比を充分説明できる結果はどの菌系にも見いだせなかった。

頻度分布曲線法によるF₃分析の結果陸稲農林糯4号の抵抗性は一部の菌系に対しては2主働遺伝子により説明できたが他の菌系に対しては主働遺伝子のみでは説明できず、この抵抗性は主働遺伝子より作用力の小さい微働遺伝子あるいはpolygeneによって支配されること、また抵抗性に対する菌系間の相関々係からこれら遺伝子は7菌系に対して共通に作用している可能性が高いこと、菌系によっては主働遺伝子的に表現される場合もあることを明らかにした。

広義、狭義の遺伝力の推定から個体選抜に比べて系統選抜がより有効であることがわかった。

陸稲農林糯4号の中には水稻の真性抵抗性に相当するような高度の抵抗性遺伝子は存在しないと推定され、このような抵抗性を導入しようとする育種はかなり難かしいことが予想された。

引用文献

- 1) 安部卓爾 (1936) : 稻熱病菌各種培養系統の病原性並に稲の品種と発病程度との関係に就きて. 日植病報 6 : 15~26.
- 2) Bravo, A., D.H. Wallace and R.E. Wilkinson. (1969) : Inheritance of resistance to *Fusarium* root rot of beans. *Phytopathology* 59:1930~1933.
- 3) Brown, G.E. and J.M. Poehlman. (1962) : Heritability of resistance to barley yellow dwarf virus in oats. *Crop Sci.* 2:259~262.
- 4) 知久武彦 (1956) : イモチ病耐病性検定試験からの知見. 北陸病害虫研究会報 4 : 17~18.
- 5) Comstock, R.M. and H.F. Robinson. (1952) : Genetic parameters, their estimation and significance. *Proc. 6th Int. Grasslands Congr.* 1:284~291.
- 6) Coyne, D.P., M.L. Schuster and L. Harris. (1965) : Inheritance, heritability, and response to selection for common blight (*Xanthomonas phaseoli*) tolerance in *Phaseolus vulgaris* field bean crosses. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 86:373~379.
- 7) Crumpacker, D.W. and R.W. Allard. (1962) : A diallel cross analysis of heading date in wheat. *Hilgardia* 32:275~318.
- 8) Day, P.R. (1966) : Recent developments in the genetics of the host-parasite system. *Ann. Rev. Phytopath.* 4:245~268.
- 9) 江塚昭典, 柚木利文, 桜井義郎, 篠田治躬, 鳥山国士 (1969) : いもち病に対するイネ品種の抵抗性に関する研究 (第1報). 真性抵抗性遺伝子型の推定. 中国農試報告 E 4 : 1~31.
- 10) 江塚昭典, 柚木利文, 桜井義郎, 篠田治躬, 鳥山国士 (1969) : いもち病に対するイネ品種の抵抗性に関する研究. (第2報). 本田および畑苗代におけるほ場抵抗性の検定. 中国農試報告 E 4 : 33~53.
- 11) Flor, H.H. (1956) : The complementary genic systems in flax and flax rust. *Advan. Genet.* 8:29~54.
- 12) Flor, H.H. (1971) : Current status of the gene-for-gene concept. *Ann. Rev. Phytopath.* 9:275~296.
- 13) Frey, K.J. and T. Horner. (1957) : Heritability in standard units. *Agron. J.* 49:59~62.
- 14) 後藤和夫編 (1961) : 稻熱病菌の菌型に関する共同研究 第1集, 病害虫発生予察特別報告 第5号, 農林省振興局植物防疫課: pp.89.
- 15) Goto, I. (1970) : Genetic studies on the resistance of rice plant to the blast fungus, 1. Inheritance of resistance in crosses Sensho×H-79 and Imochi-shirazu×H79. *Ann. Phytopath. Soc. Japan*, 36:304~312.
- 16) Harwood, R.R. and D. Markarian. (1968) : The inheritance of resistance to powdery mildew in the cantaloupe variety Seminole. *J. Hered.* 59:126~130.
- 17) 日野稔彦, 古田 力 (1967) : シナ稻系品種クラブエ. 千秋楽におけるいもち病の病勢進展と薬剤防除効果. 中国農試報告 E 1 : 63~77.
- 18) 平野喜代人, 加藤公光, 橋本晃 (1967) : 高度抵抗性品種フクニシキのいもち病発生事例. 日植病報 33 : 76 (講要).
- 19) 平野哲也, 内山田博士, 進藤幸悦, 松本頭, 赤間芳洋 (1967) : いもち病C菌型に対する稲品種の抵抗性について. 東北農試研究速報 7 : 17~21.
- 20) 日浦運治, 部田英雄 (1957) : オオムギの耐病性に関する研究, 第12報. ウドンコ病に対する抵抗性遺伝子の連鎖. 農学研究 45 : 14~48.
- 21) Hooker, A.L. (1960) : Inheritance of reaction to *Septoria avenae* in oats. *Agron. J.* 52:139~143.
- 22) Hooker, A.L. (1967) : The genetics and expression of resistance in plants to rusts of the genus *Puccinia*.

Ann. Rev. Phytopath. 5:163~182.

23) 井上義孝(1936):稲の品種並に稻熱病菌の培養系統と発病との関係に就きて. 日植病報6:65~66(講要).

24) 伊藤隆二, 高桑亮(1965):抵抗性育種. イネいもち病とジャガイモ疫病. 日植病報31:51~57.

25) 伊藤隆二(1967):いもち病抵抗性品種の罹病化とその育種的対策. 育種学最近の進歩8:61~66.

26) 岩田和夫, 安部幸男(1966):新潟県におけるいもち病抵抗性品種(支那稻系品種)の罹病化について. 北陸病虫研報14:8~16.

27) 岩田和夫(1968):新潟県におけるいもち病高度抵抗性品種の罹病化. 植物防疫22:275~279.

28) 岩田勉, 西岡幹弘(1965):ユーカーラ, ティネに対する愛知県における葉いもち検定結果(1962年)について. 北日本病虫研報16:20.

29) Jha, T.D. and N.L.Dhawan.(1970): Genetic analysis of resistance to *Helminthosporium turcicum* Pass.in inbred lines of maize. Plant Disease Problems, Proc. First Intern. Symp. on Plant Pathology 388~396.

30) Kiyosawa, S.(1966):Studies on inheritance of resistance of rice varieties to blast. 2.Genetic relationship between the blast resistance and other characters in the rice varieties, Reishiko and Sekiyama 2. Japan. J. Breeding 16:87~95.

31) 清沢茂久(1967):いもち病抵抗性品種の育成と抵抗性の遺伝. 植物防疫21:145~152.

32) Kiyosawa, S. (1967):The inheritance of resistance of the Zenith type varieties of rice to the blast fungus, Japan. J. Breeding 17:99~107.

33) Kiyosawa, S.(1967):Genetic studies on host-pathogen relationship in the rice blast disease, Proceedings of the Symposium: "Rice diseases and their control by growing resistant varieties and other measures. 137~153.

34) Kiyosawa, S.(1968):Inheritance of blast-resistance in some Chinese rice varieties and their derivatives. Japan, J. Breeding, 18:193~205.

35) 清沢茂久(1969):水稻品種ヤシロモチのいもち病抵抗性の遺伝子分析. 農園44:407~408.

36) Kiyosawa, S.(1969):Inheritance of resistance of rice varieties to a Philippine fungus strain of *Pyricularia oryzae*. Japan, J. Breeding 19:61~73.

37) Kiyosawa, S. and V.V.S. Murty(1969):The inheritance of blast-resistance in Indian rice variety, HR-22. ibid. 19:269~276.

38) Kiyosawa, S.(1969):Inheritance of blast-resistance in West Pakistani rice variety, Pusur. ibid., 19:121~128.

39) 清沢茂久(1970):イネいもち病の判別品種と判別菌系の典型的反応. 農業技術25:578~580.

40) Kiyosawa, S.(1970):Inheritance of blast resistance of the rice varieties Homare Nishiki and Ginga, 1. Resistance of Homare Nishiki and Ginga to the fungus strain Ken 54-04. Bull. Natl. Inst. Agr. Sci., D21:73~105.

41) Kiyosawa, S.(1972):The inheritance of blast resistance transferred from some indica varieties in rice. Bull. Natl. Inst. Agr. Sci., D23:69~96.

42) 清沢茂久(1974):イネのいもち病抵抗性の遺伝・育種学的研究. 農技研資料D第1号:1~58.

43) 小西全太郎(1933):稻熱病の生理学的分化に就て. 植物病害研究第2輯:55~77.

44) 高坂卓爾(1966):クサブエのいもち病耐病性. 関東東山病虫研報13:1~4.

45) 香山俊秋(1952):日本型の外国稻と日本稻との交配による高度イモチ病耐病性品種の育成. 育種2:25~30.

46) Mather, K.(1949):Biometrical

- Genetics. Dover Publications, Inc.
London. pp. 158.
- 47) Mahmud, I. and H.H. Kramer. (1951)
: Segregation for yield, height, and maturity following a soybean cross. *Agron. J.* 43: 605~609.
- 48) Moseman, J.G. (1966): Genetics of powdery mildews. *Ann. Rev. Phytopath.* 4: 269~290.
- 49) 中森栄一 (1936): 水稻品種に於ける稲熱病抵抗性の地方的変異に就て. *農園* 11: 823~834.
- 50) 中村啓二, 石井徹治 (1968): 広島県における外国稲系いもち病抵抗性品種罹病化の実態. *広島農試報告* 26: 81~90.
- 51) 中西勇 (1961): いもち病菌の race 類別試験に於ける一考察 稲品種耐病性の地域的変異について. *関西病虫研報* 3: 58 (講要).
- 52) Nelson, L.R. and G.E. Scott. (1973)
: Diallel analysis of resistance of corn (*Zea mays* L.) to corn stunt. *Crop Sci.* 13: 162~164.
- 53) 野津六兵衛 (1928): 稲熱病の研究. *島根農試成績* 40: 1~178.
- 54) Noronha-Wagner, M. and A.J. Bettecourt. (1967): Genetic study of the resistance of *Coffea* spp. to leaf rust. I. Identification and behavior of four factors conditioning disease reaction in *Coffea arabica* to twelve physiologic races of *Hemileia vastatrix*. *Can. J. Bot.* 45: 2021~2031.
- 55) Omran, A.O., R.A. Frederiksen and I.M. Atkins. (1968): Heritability of seedling disease characteristics in flax. *Crop Sci.* 8: 750~753.
- 56) Panse, V.G. (1940): Application of genetics to plant breeding. II. The inheritance of quantitative characters and plant breeding. *J. Gen.* 40: 283~302.
- 57) Purdy, L.H. and R.E. Allan. (1967)
: Heritability of flag smut resistance in three wheat crosses. *Phytopathology* 57: 324~325.
- 58) Roberts, C.L. and G. Staten. (1972): Heritability of *Verticillium* wilt tolerance in crosses of American upland cotton. *Crop Sci.* 12: 63~66.
- 59) 佐々木林太郎 (1922): 稲熱病菌系統の存在に就いて (1). *病虫害雑誌* 9: 631~646.
- 60) 佐々木林太郎 (1923): 稲熱病菌系統の存在に就いて (2). *病虫害雑誌* 10: 1~10.
- 61) 沢崎彬, 岩田勉, 成田武四, 山貫重夫 (1972): 北海道におけるいもち病高度抵抗性品種ユーカラおよびタイネのいもち病罹病化に関する実態調査, いもち病菌の菌系に関する共同研究 第3集. *農林省農政局植物防疫課*: 166~169.
- 62) 篠田治躬, 鳥山国土, 関口義兼, 柚木利文 (1971)
: 新たに見出されたいもち病真性抵抗性遺伝子 $Pi-s$ の連鎖群. *中国農業研究* 43: 1~2.
- 63) 篠田治躬, 鳥山国土, 柚木利文, 江塚昭典, 桜井義郎 (1971): いもち病に対するイネ品種の抵抗性に関する研究 (第6報). いもち病抵抗性遺伝子の連鎖群. *中国農試報告 A* 20: 1~25.
- 64) Simons, M.D. (1969): Heritability of crown rust tolerance in oats. *Phytopathology* 59: 1329~1333.
- 65) Smith, G.A. and E.G. Ruppel. (1974)
: Heritability of resistance to *Cercospora* leaf spot in sugarbeet. *Crop Sci.* 14: 113~115.
- 66) Smith, J.D. and M.L. Kinman. (1965)
: The use of parent-offspring regression as an estimator of heritability. *Crop Sci.* 5: 595~596.
- 67) 田中恒一, 三浦春夫, 平山成一, 菊地市郎 (1970)
: 新庄市におけるシモキタのいもち病多発生について. *日本病虫研報* 21: 55.
- 68) 氏原光二 (1951): 稲橋試験地に於ける水稻耐病性品種の育成経過に就いて. *愛知農試彙報* 5: 11~24.
- 69) 氏原光二 (1953): 愛知県農事試験場に於ける水稻新品種育成事業の経過について. II. 稲橋試験地に於ける

る水稲稻熱病耐病性品種の育成。愛知農試創立6拾周年記念彙報：67~80。

70) 氏原光二, 中西勇(1953 a, b): 外国稻のイモチ病耐病性に関する研究。第1. 第2報。愛知農試彙報7: 15~30, 7: 31~40。

71) 氏原光二, 西尾繁男, 田辺潔(1955) 外国稻利用による高度稻熱耐病性品種の育成に関する研究(予報)。愛知農試彙報10: 135~144。

72) Verhalen, L.M. and J.C.Murray. (1969): A diallel analysis of several fiber property traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). II. Crop Sci. 9: 311~315。

73) Verhalen, L.M., L.A.Brinkerhoff, K.C. Fun and W.C.Morrison. (1971): A quantitative genetic study of *Verticillium* wilt resistance among selected lines of upland cotton. Crop Sci. 11: 407~412。

74) Warner, J.N. (1952): A method for estimating heritability. Agron. J. 44: 427~430。

75) Williams, E.B. and J.Kuč. (1969): Resistance in *Malus* to *Venturia inaequalis*. Ann. Rev. Phytopath. 7: 223~246。

76) Wright, D.S.C. (1968): *Verticillium* wilt of tobacco. V. Varietal screening for resistance to *Verticillium dahliae* Kleb., and mode of inheritance of resistance. N.Z. J. Agric. Res. 11: 655~664。

77) 山田昌雄(1965): 外国稻系高度いもち病抵抗性品種の発病。植物防疫19: 231~234。

78) 山田昌雄(1965): 噴霧接種による日本稻および支那稻系品種のいもち病真性抵抗性遺伝子型の推定。日植病報35: 98(講要)。

79) 山田昌雄, 松本省平, 高坂卓爾(1969): いもち病菌レースに対する反応型に基づいたイネ品種の類別。農技研報告C23: 37~62。

80) 山田信介, 松本利雄, 掘呈治, 草野登, 橋本晃(1970): 福島県におけるフクニシキの穂いもち多発生について。北日本病虫研報21: 54。

81) 柳田麒策(1972): 東北地方のいもち病抵抗性品種罹病化の事例。いもち病菌の菌型に関する共同研究 第3集, 農林省農政局植物防疫課, 169~174。

82) 山中達, 進藤敬助(1964): 支那稻系の抵抗性因子をもつ品種または系統のいもち病抵抗性の差異。北日本病虫研報15: 22。

83) 山崎義人, 清沢茂久(1966): イネのいもち病抵抗性の遺伝に関する研究。農技研報告D第14号: 39~69。

84) Yokoo, M. and S. Kiyosawa (1970): Inheritance of blast resistance of the rice variety, Toride 1, selected from the cross Norin 8 × TKM. 1. Japan. J. Breeding 20: 129~132。

85) Younis, S.E.A., M.K. Abo-E1 Dahab and G.S. Mallah. (1969): Genetic studies of the resistance to *Fusarium* stalk-rot in maize. Indian J. Genet. 29: 418~425。

86) 柚木利文, 江塚昭典, 桜井義郎, 篠田治躬, 鳥山国士(1970): いもち病に対するイネ品種の抵抗性に関する研究(第3報)。は場抵抗性の幼苗検定。中国農試報告E6: 1~19。

87) 柚木利文, 江塚昭典, 守中正, 桜井義郎, 篠田治躬, 鳥山国士(1970): いもち病に対するイネ品種の抵抗性に関する研究(第4報)。は場抵抗性の菌系による変動。中国農試報告E6: 21~41。

88) 柚木利文, 鳥山国士, 清沢茂久(1970): イネ品種はまれ錦と銀河のいもち病抵抗性の遺伝。2. 畑燂播法によるはまれ錦の抵抗性の遺伝。育雑。20(別刷2): 146~147。

水田転換畑における野菜栽培に関する研究

第1報 地下水位と畦の高さが、キュウリ、キャベツ、ハナヤサイの生育と収量におよぼす影響

幸田 浩俊・梶田 貞義・秋山 実

地下水位が作物の圃場生育と収量におよぼす影響をみるために、1972年に湿田～半湿田に高さの異なる畦を作り、夏作キュウリ、秋作キャベツ、ハナヤサイを栽培し、あわせて高畦による栽植本数の減少と収量の関係を調べた。

- (1) キュウリは50 cm畦で収量が最も多く、ついで30 cm畦、10 cm畦となった。キャベツ、ハナヤサイの個体生育は高畦でよかったが、a 当り株数の減少のため、a 当り収量は高畦で低下した。
- (2) 30 cm畦で作土層の空気率は、つゆ時で10数%、つゆ後には30%以上になった。
- (3) 転換畑として望ましい土壌条件は、作土層の空気率が20%以上、pF 1.5以上を保つことであり、そのためには作土層の底部より30 cm以下に地下水面があることが必要であることが判明した。

I 緒言

転換畑の地下水位は降雨や周辺水田の湛水などによってすぐ上昇し、土壌の透水性が悪いため空気率が低下しやすい。またかたいすき床層があり根が深く張れないこととあいまって、転換畑の導入作物を湿害から守るためには、排水の良化や高畦栽培などの工夫が必要になる。

いっぽう、作物の湿害は単純に土壌水分の過剰が原因で起こるのではなく、地下水位が高いために、土壌中の酸素不足^{1,2,3)}や、土壌のEhの低下と還元物質の生成、Ca、Mn不足¹⁰⁾、および土壌微生物相の変化などの原因が、からみ合って起こるとされている。

地下水位の高い湿田～半湿田は、一般に水田の高度利用が困難と考えられているが、地下水位と土壌空気率・土壌水分の関係をつかみ、作物根圏土壌の水分が過湿限界pF以下にならないように圃場を整備すれば、安定した水田高度利用が可能になる。

ところが、従来の高畦栽培は多分に経験的なものであっ

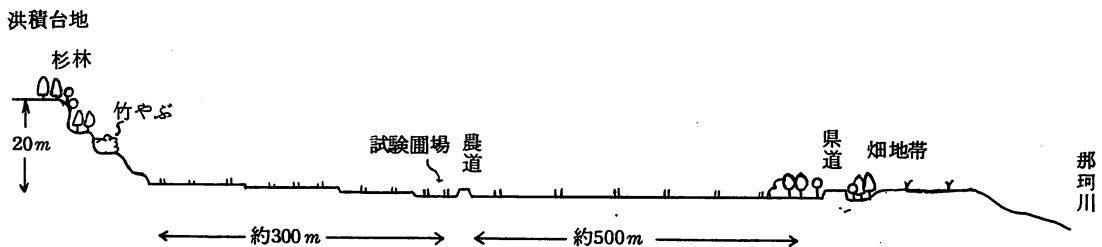
た。

そこで筆者らは、比較的湿害に耐えるキュウリと、中間のキャベツ、湿害によわいハナヤサイを用いて、地下水位の高い水田に異なる高さの畦をつくり、土壌のpFと作物の生育、収量について調査した結果、地下水位とpF、畦の高さについて二、三の知見を得たので、ここに報告する。

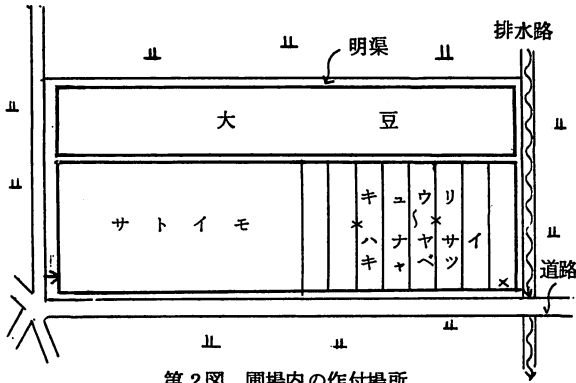
II 試験材料と方法

1 圃場の条件など

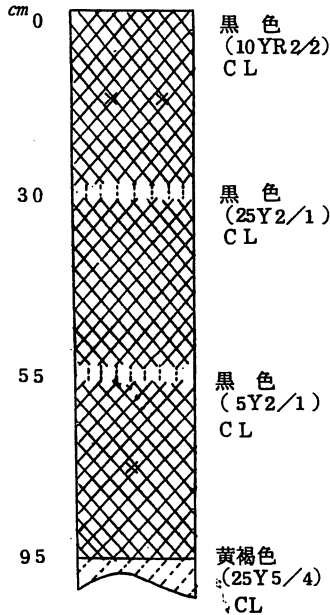
水戸市上国井町の、洪積台地と那珂川に挟まれた、腐植質火山灰の影響を受けた沖積水田(黒色土壌火山腐植粘土型、地下水位は周辺水田湛水中17 cm、冬期間55 cm)20 aを用いて、本試験を行なった。圃場の周囲に深さ50 cm、巾30 cmの明渠を設けた。圃場の位置と作付場所および圃場断面形態を第1、2、3図に示した。



第1図 圃場の位置



第2図 圃場内の作付場所
(×印は地下水水位測定管の設置場所を示す)



第3図 土壌断面形態

2 作物の栽培

キュウリは「ときわ新2号」を用い、1972年4月25日に9cmビニール・ポットに播種、無加温フレームで育苗、5月23日に4.5葉苗をマルチ被覆した畦に定植した。キャベツは「ベスト」を、ハナヤサイは「野崎早生」を用い、同年7月21日に露地床に播種、8月9日に移植、キュウリ～キャベツ・ハナヤサイ体系を想定しキュウリ定植時に作畦した畦型をそのまま耕起し、9月1日に定植した。キュウリ、ハナヤサイの収穫期間はそれぞれ、6月26日から8月18日、10月30日から11月28日であった。

キャベツは10月30日に収穫した。その他の栽培の概要を第1表に、施肥量を第2表に示した。

第1表 栽培の概要

月、日	内容	月、日	内容
(キュウリ)		(キャベツ、ハナヤサイ)	
1.25	明渠掘削	8.29	石灰・堆肥散布・施肥
2.15	プラウ耕		ロータリー耕
4.13	石灰散布		成 畦
4.26	堆肥散布	9.1	定 植
5.8	施肥	9.12	追 肥
5.9～11	作 畦	9.27	"
5.17～19	支柱たて		
5.23	定 植		
6.17	つるあげ		
6.24	整 枝		
7.6	敷きわら		
7.7	追 肥		
7.18	"		
7.28	"		

アブラムシ、アオムシ、ヨトウムシ防除には、DDVPと硫酸ニコチンを使用。

べト病予防には、ポリカーバメイト水和剤を使用。

うどんこ病予防には、ポリオキシシン水和剤を使用。

第2表 施肥量 (Kg/a)

作物名	元 肥				追 肥			
	石灰	堆肥	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O	石灰	堆肥	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O
キュウリ	25	400	1.2 2.5	1.2 0.6×3	0	0.6×3	0	0.6×3
キャベツ	10	150	1.2 2.0	1.2 0.6×2	0	0.6×2	0	0.6×2
ハナヤサイ	0	150	1.5 2.0	1.5 0.5×2	0	0.5×2	0	0.5×2

3 処理の概要

キュウリは標準栽植様式から計算して求めた1株面積が2.25cm²と大きいので、畑の栽植様式のまま、高さ10cm、30cm、50cmの畦の頂部に定植した。

キャベツおよびハナヤサイは、10cm、30cm、50cmの畦の頂部に1株面積をほぼ同じにした区と、なるべくa当たり収量が高めるため栽植密度を高めた区をつくり、定植した。

処理の概要を第3表に、畦の様式を第4図に示した。

第3表 処理の概要

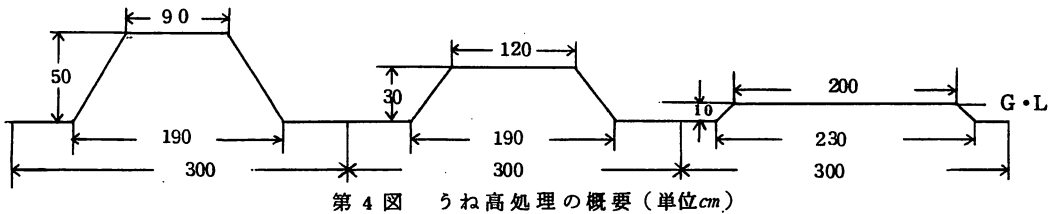
作物名	畦の高さ	処理の内容
キュウリ	10 cm	もみがら施用量 40 Kg/a 0
	30 cm	
	50 cm	
キャベツ	10 cm	もみがら施用量 40 Kg/a 0
	30 cm	
	50 cm	
ハナヤサイ	10 cm	もみがら施用量 40 Kg/a 0
	30 cm	
	50 cm	

消石灰の量
25 Kg/a
50 Kg/a

の組合せ12処理, 1区30m², 単連

栽植様式
10 cm畦では 50×40
30 cm畦では 40×50と40×37.5 の組合せ8処理
50 cm畦では 45×34.5と40×50

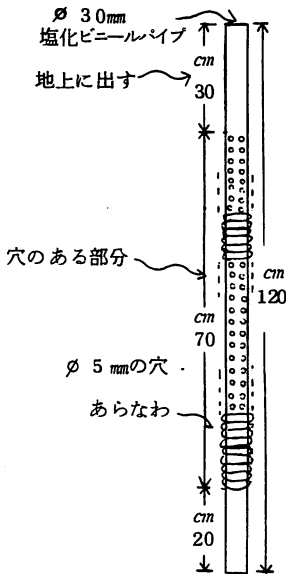
栽植様式
10 cm畦では 66.5×37.5
30 cm畦では 60×40と60×33.3 の組合せ8処理
50 cm畦では 45×40と40×60



4 地下水位の測定法など

地下水位の測定は第2図の×印地点に、第5図のような有孔塩ビ管に繩を巻いたものを作土直下をよくつき固めるように埋設し、5月25日より11月1日までほぼ毎日、午後1時に測定した。

土壌水分はテンシオメーターを各畦の頂部から地下15～20cm地点に設置し、7月1日から8月20日まで毎日、12時から午後1時の間に測定した。



第5図 地下水位測定管の構造

III 結果

1 地下水位の変化とpFなど

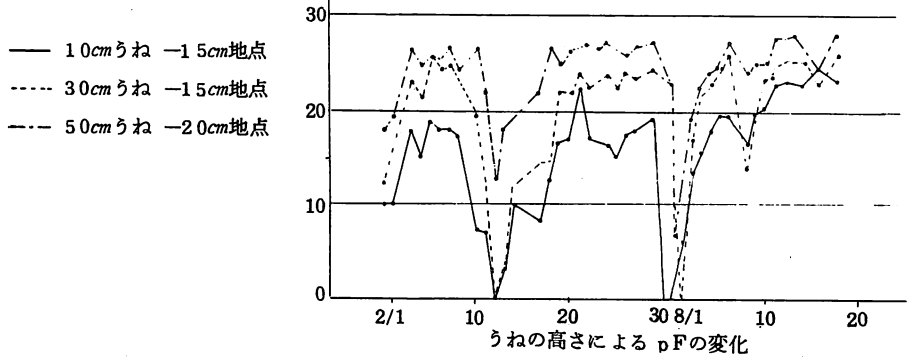
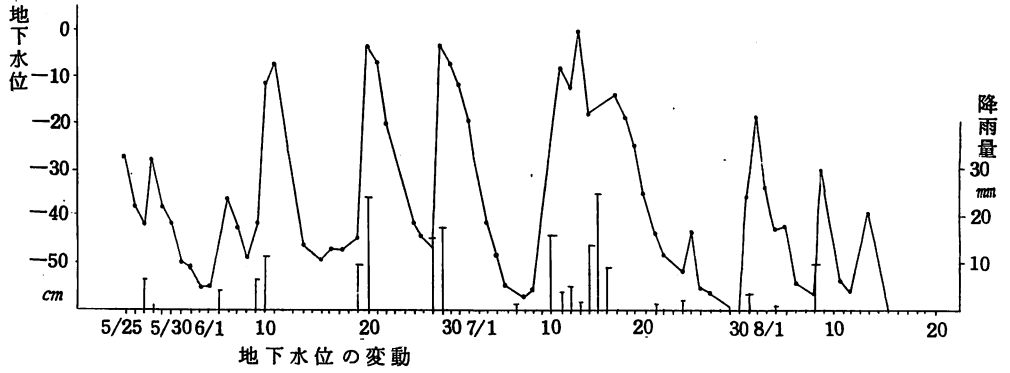
夏作期間の地下水位と各畦のpFを第6図に、秋作期間の地下水位を第7図に示した。

夏秋作期間を通じて、5mm以上の降雨があると、地下水位は急に高くなった。夏作期間中の平均地下水位は37cm、秋作期間中は45cmであった。

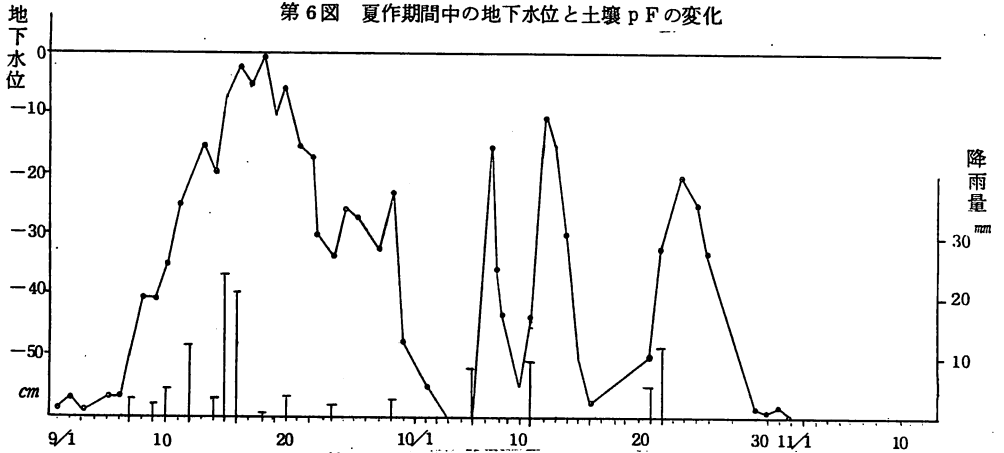
夏作期間中の地下水位とpFの関係を畦の高さ別に示したのが第8図である。10cm畦ではpF 0.8～1.8の間を、30cm畦ではpF 1.2～2.2の間を、50cm畦ではpF 1.8～2.5の間を変動した。

透水性良化資材としてのもみがら施用がpFの変化におよぼす影響をみるために、30cm畦にもみがらを20Kg/a、40Kg/a、80Kg/a施用し地下15cm地点のpFの変化を見た。もみがらを80Kg/a施用すると土壌水分はやや少なくなったが(第9図)、キュウリの収量は20Kg/a区の803Kg/a、40Kg/a区の736Kg/aに比べ、664Kg/aと最も劣った。

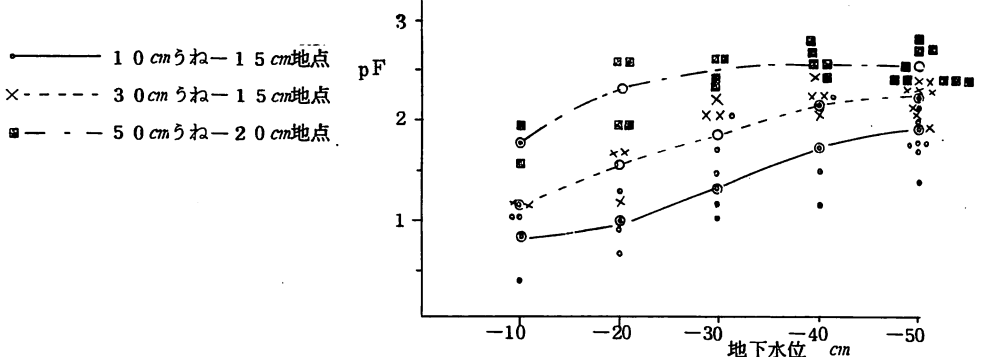
畦の高さによる空気率のちがいは、50cm畦では全期間を通じて30%前後であったのに対し、30cm畦ではつゆ時は10数%, つゆ明け以後30%になった。10cm畦では、盛夏期に入ってから急速に空気率が高まった。(第10図)



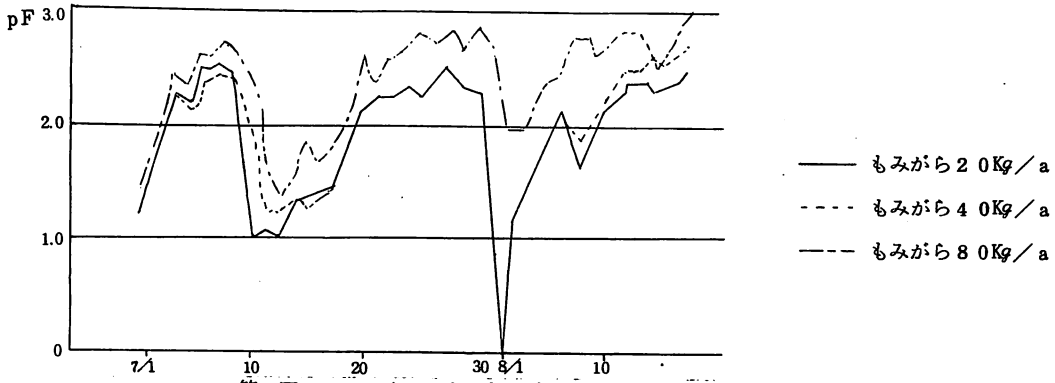
第6図 夏作期間中の地下水位と土壌 pF の変化



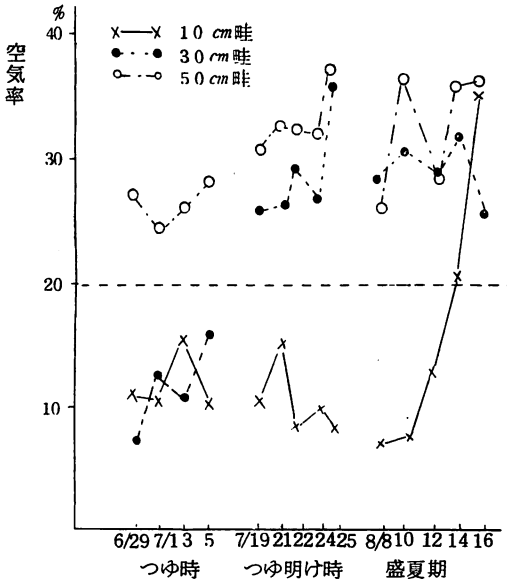
第7図 秋作期間中の地下水位の変化



第8図 うねの高さ 地下水位と pF の関係



第9図 30 cm畦におけるもみがら施用量によるpFのちがい



第10図 つゆ時、つゆ明け時、盛夏期による空気率の変化 (12.5~17.5 cm層)

畦ともみがら施用による生育差はなく、消石灰50Kg/a施用区では分枝の伸長が抑えられた。(第4表)

6月下旬から7月初旬の降雨により畦間が湛水し、10 cm畦では湿害による芯止り症状が出たが、尿素の葉面散布と、その後、地下水位の低下により回復した。それ以後は各畦とも順調に生育し、べと病、うどんこ病の発生も少なかった。

収量調査の結果を第5表、第11図に示した。50 cm畦もみがら40 Kg/a 消石灰25 Kg/a区が861 Kg/aと最も高収であった。収量曲線は10 cm畦の各区はピークが1つであったのに対し、30 cm畦では初期収量が増加、50 cm畦ではそれがさらに増加してピークが2つになった。

第4表 キュウリの生育(6月12日調査, 10株平均)

畦高	処 理		草丈	節数	分枝数
	もみがら	石灰			
10 cm	も	25 Kg	70.4 cm	14.2	4.2本
10	も	50	63.4	13.4	3.2
10	0	25	65.0	14.2	4.0
10	0	50	65.2	12.6	3.4
30	も	25	64.8	13.2	4.2
30	も	50	66.4	13.4	3.8
30	0	25	55.8	12.4	4.8
30	0	50	61.6	13.2	4.2
50	も	25	63.2	13.2	4.4
50	も	50	58.8	12.2	3.0
50	0	25	62.4	13.2	3.0
50	0	50	60.2	13.4	3.6

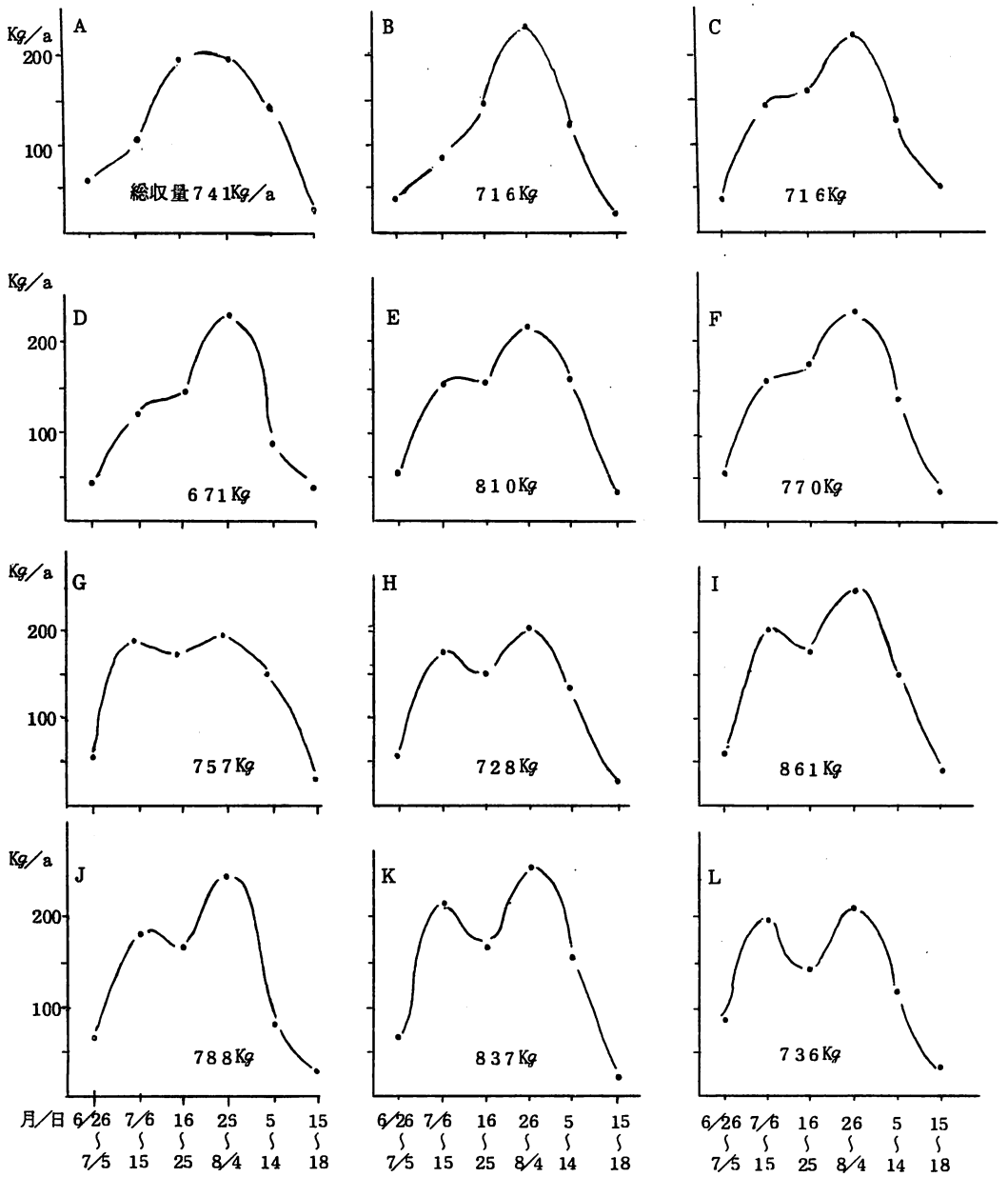
2 各作物の生育と収量

1) キュウリ

定植後20日では、10 cm畦の生育がすぐれていた。各

第5表 キュウリの収量(a当り)

畦高	処 理		A: 曲がり1.5 cm以内 B: 1.5~3.0 cm C: 3 cm以上									
	もみがら	石灰	A		B		C		上物計		総計	
			本数	重量	本数	重量	本数	重量	本数	重量	本数	重量
10 cm	も	25 Kg	2,122本	237.8Kg	2,200本	233.7Kg	2,322本	269.3Kg	4,322本	471.5Kg	6,644本	740.8Kg
10	も	50	2,255	246.9	2,089	223.5	2,244	245.6	4,344	470.5	6,588	716.1
10	0	25	2,411	272.9	1,978	213.1	1,611	230.4	4,389	485.7	6,000	716.0
10	0	50	2,367	257.2	1,956	212.2	1,811	201.3	4,323	469.3	6,133	670.6
30	も	25	2,744	295.2	2,278	233.6	2,456	281.5	5,022	528.7	7,478	810.3
30	も	50	2,833	312.4	2,056	214.6	2,189	242.5	4,889	527.0	7,078	769.6
30	0	25	2,756	297.5	2,056	219.7	2,165	239.4	4,812	517.3	6,977	756.6
30	0	50	2,767	273.9	1,933	209.1	2,222	244.9	4,700	483.1	6,922	727.9
50	も	25	3,089	345.6	2,311	244.5	2,333	271.3	5,400	590.1	7,733	861.4
50	も	50	2,778	289.2	2,111	228.0	2,367	270.5	4,889	517.2	7,255	787.6
50	0	25	3,000	309.5	2,300	252.4	2,466	275.4	5,300	561.8	7,666	837.2
50	0	50	2,500	251.4	2,144	212.8	2,356	272.1	4,644	464.2	7,000	736.3



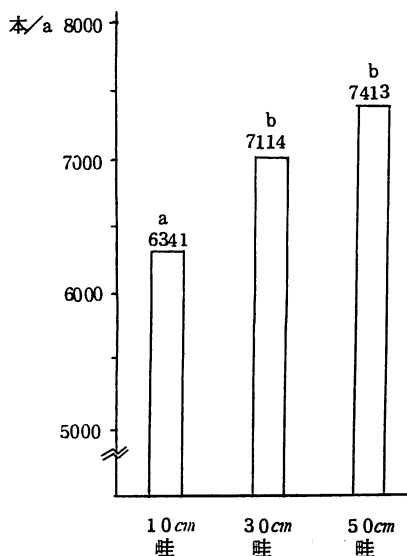
第11図 各処理における収量曲線のちがいを

A	10cm畦	もみから	400Kg/10a	消石灰	250Kg/10a	G	30cm畦	もみから	0Kg/10a	消石灰	250Kg/10a
B	10		400Kg/10a		500Kg/10a	H	30		0Kg/10a		500Kg/10a
C	10		0Kg/10a		250Kg/10a	I	50		400Kg/10a		250Kg/10a
D	10		0Kg/10a		500Kg/10a	J	50		400Kg/10a		500Kg/10a
E	30		400Kg/10a		250Kg/10a	K	50		0Kg/10a		250Kg/10a
F	30		400Kg/10a		500Kg/10a	L	50		0Kg/10a		500Kg/10a

各処理が収穫本数に与えた影響を、第12, 13図, 第6, 7, 8表に示した。

収穫本数は50cm畦が最も多く、ついで30cm畦, 10cm畦となり、10cm畦と30, 50cm畦の間には1%の有意差があった、(第12図)これを品質別にみると、畦が高くなるほどA(直果), B(小曲り果), C(曲り果)品質ともに本数が増加するが、この傾向はA, B品ではっきりしており、C品の増加は有意なものではなかった。

(第6表)



第12図 畦の高さがキュウリの収穫本数におよぼす影響

第6表 畦の高さが、キュウリの品質におよぼす影響(本数)

品質	10cm 畦	30cm 畦	50cm 畦	有意差
A	2,289 ^a	2,775 ^b	2,842 ^b	P = 0.01
B	2,056 ^a	2,081 ^a	2,217 ^b	P = 0.05
C	1,997	2,258	2,381	n, s,
A + B	4,345 ^a	4,856 ^b	5,058 ^b	P = 0.05

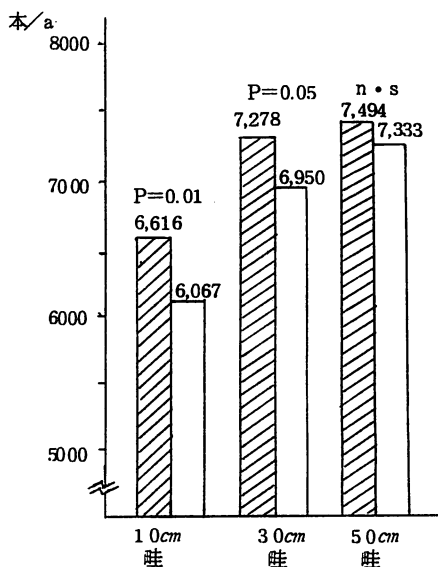
注) 有意差検定はダンカンの多重検定法による。同一記号間には有意差が認められないことを表わす。

このことから、地下水の高い転換畑では高畦栽培することにより、品質のよいキュウリが得られるといえよう。

もみから施用によって収穫本数が増加したのは、10cm畦, 30cm畦であった。(第13図)これは、B, C品の増加によるものであった。(第7表)

消石灰倍量施用は、つる割れ病を耕種的に少なくする目的で行なったが、つる割れ病予防よりも作畦による石灰過剰

の影響が強く出て、30cm畦, 50cm畦では収穫本数が減少した。(第8表)



第13図 もみから施用がキュウリの収穫本数におよぼす影響

□ もみからなし
 ▨ もみから 40Kg/a 施用

第7表 もみから施用がキュウリの品質におよぼす影響(本数)

処 理	10cm 畦			30cm 畦		
	A	B	C	A	B	C
もみから40Kg/a	2,188	2,145	2,283	2,789	2,167	2,323
もみからなし	2,389	1,963	1,711	2,762	1,995	2,194
有 意 差	n*s	P=0.01	P=0.1	n*s	P=0.01	P=0.1

第8表 石灰倍量施用と畦の高さがキュウリの収穫本数におよぼす影響(本/a)

処 理	10cm 畦	30cm 畦	50cm 畦
消石灰 2.5Kg/a	6,322	7,228	7,700
同 5.0Kg/a	6,361	7,000	7,128
有 意 差	n*s	P=0.05	P=0.05

注) 消石灰 2.5Kg/a 区は水浸出 pH 6.2

同 5.0Kg/a 区は水浸出 pH 7.1

5月22日調査

収量におよぼす各処理の影響は、収穫本数におよぼす影響と同じであった。

総収量では50cm畦が最も多く、ついで30cm, 10cm畦となった。内わけをみると曲りのひどいC品は各畦とも差がなかったが、上物に入るA, B品は30, 50cm畦で

多収となった。(第9表)

もみがら施用による増収効果は、低い畦ほど顕著であった。直果の収量はいずれの畦高でも、もみがら施用による影響はなく、B、C品が増収した。(第10表)

第9表 畦の高さがキュウリの収量におよぼす影響(Kg/a)

畦高	A	B	C	上物	総収量
10cm	253.6 ^a	220.6 ^a	236.7	474.3 ^a	710.9 ^a
30	294.8 ^b	219.3 ^a	252.1	514.0 ^b	766.1 ^b
50	298.9 ^b	234.3 ^b	272.3	533.3 ^b	805.6 ^c
有意差	P=0.05	P=0.05	n*s	P=0.05	P=0.05

第10表 もみがら施用がキュウリの収量におよぼす影響(Kg/a)

畦高	処理	A	B	C	上物	総収量
10cm	40Kg/a	242.4	228.6 ^a	257.5 ^a	471.0	728.5 ^a
	なし	264.9	212.7 ^b	215.9 ^b	477.5	693.3 ^b
30	40Kg/a	303.8	224.1 ^a	262.0 ^a	527.9 ^a	790.0 ^a
	なし	285.7	214.4 ^b	242.2 ^b	500.2 ^b	742.3 ^b
50	40Kg/a	317.4	236.3	270.9	553.7 ^a	824.5 ^a
	なし	280.5	232.6	273.8	513.0 ^b	786.5 ^b

畦の高さによる根の分布のちがいを写真1から3までに示した。

10cm畦では畦の表面に細かい根が露出しており、根が密生しているのは表面下4cm層までであった。根は表面下26cmまで侵入しているが、その量は少なかった。

(写真-1)

30cm畦では、畦の表面にやや根が露出していたがその量は少なく、主な根圏層は表面下4~15cm層であった。

(写真-2)

50cm畦では、根は畦の表面に全く露出せず、表面下50cm層までむらなく分布していた。

(写真-3)

この主な根圏層は、後述するpF1.5の層とはほぼ一致していた。

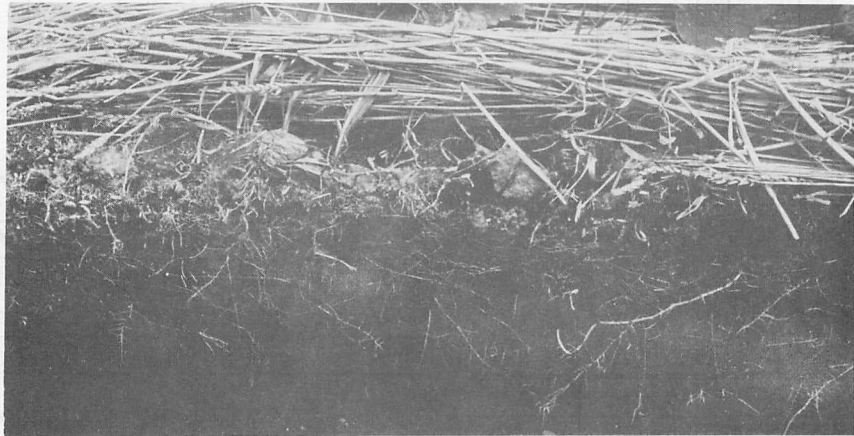


写真-1 10cm畦の根の分布

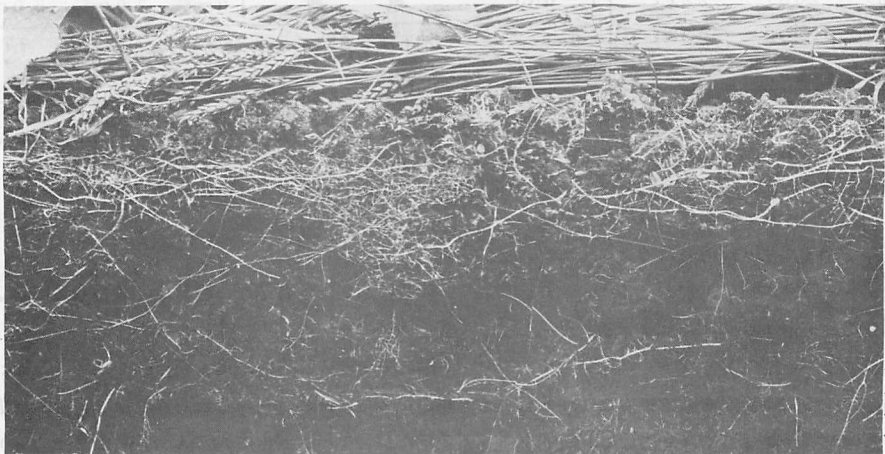


写真-2 30cm畦の根の分布



写真-3 50 cm 畦の根の分布

2) キャベツ

1株面積を2000cm²とした場合の畦の高さによる生育のちがいは、活着直後では認められなかったが、1カ月後には10cm畦が30、50cm畦より草丈、開張ともによくなった。(第11表)収量は全重・結球重ともに30cm畦がよく、50cm、10cm畦の順であったが、a当り株数は畦が高くなるほど少なくなるため、a当り収量は10cm畦が最も多くなった。(第12表)30cm畦で個体生育が最

もよかったことは、キャベツの好適土壌水分を暗示しているように思われる。50cm畦では生育後期の土壌水分不足のため、結球完成がやや遅れ緊度も小さくなった。

面積当り株数を多くすると、当然ながら1株の生育は悪くなるが、栽植本数の増加により、面積当り収量は増加した。(第11、12表)キャベツはもみがら施用によって各畦とも増収した。

第11表 キャベツの生育

処 畦高	理 もみがら	栽 植 様 式	1 株 面 積	9 月 5 日			9 月 3 0 日		
				草 丈	展 開 葉 数	開 張	草 丈	開 張	
10 cm	40 Kg	50 cm × 40 cm	2000 cm ²	20.7 cm	7.4 枚	28.1 cm	70.0 cm	36.0 cm	
10	0	50 × 40	2000	20.5	7.1	28.2	69.1	36.4	
30	40	40 × 37.5	1500	19.1	6.8	26.8	59.7	34.9	
30	0	40 × 37.5	1500	19.2	7.4	26.5	54.1	36.4	
30	0	40 × 50	2000	20.6	8.4	31.0	56.8	34.7	
50	40	45 × 34.5	1372	19.6	7.2	26.8	55.6	33.4	
50	0	45 × 34.5	1372	18.3	6.7	24.4	57.5	31.3	
50	0	40 × 50	2000	18.7	8.4	30.0	57.6	37.1	

第12表 キャベツの収量

処 畦高	理 もみがら	1 株 面 積	a 当 り 株 数	1 株 当 り				a 当 り 結 球 重
				全 重	外 葉 重	結 球 重	緊 度	
10 cm	40 Kg	2000 cm ²	417 株	2273 g	633 g	1545 g	4.8	644 Kg
10	0	2000	417	2272	687	1480	5.0	617
30	40	1500	356	2147	607	1440	5.0	512
30	0	1500	356	2024	577	1345	5.0	478
30	0	2000	267	2426	718	1688	4.8	451
50	40	1372	292	1996	619	1324	4.0	386
50	0	1372	292	1804	553	1204	5.0	351
50	0	2000	200	2347	867	1480	4.8	296

3) ハナヤサイ

1株面積2500~2400cm²とほぼ一定にした場合の畦の高さによるハナヤサイの生育は、活着直後から10cm畦より、30cm、50cm畦がまざり、定植1カ月後には畦が低いほど草丈・開張が大きく、やや徒長気味になった。もみがら施用の効果は明らかではなかった。(第13表)調整重・花蕾重では50cm畦が最もすぐれ、ついで30cm畦、10cm畦となったが、高畦になるほどa当り株数が減

少するため、面積当りの収量は、10cm畦、30cm畦、50cm畦の順になった。(第14表)50cm畦で個体育成が最もよかったことは、ハナヤサイの好適土壌水分(pF)がキャベツより高い範囲にあることを示すものと思われる。

一株面積を30cm畦で2000cm²、50cm畦で1800cm²にすると、株の生育は2400cm²より劣ったが、栽植本数の増加により2400cm²区より収量増となった。(第14表)

第13表 ハナヤサイの生育

処 理		栽 植 様 式	1 株 面 積	9 月 5 日			9 月 3 0 日		
畦高	もみがら			草 丈	展開葉数	開 張	草 丈	開 張	
10cm	40kg	66.5cm×37.5cm	2500cm ²	18.0cm	5.4枚	19.8cm	44.3cm	71.4cm	
10	0	66.5 ×37.5	2500	19.7	5.5	21.2	44.7	71.6	
30	40	60 ×33.3	2000	20.2	5.0	20.7	41.3	68.2	
30	0	60 ×33.3	2000	18.5	5.1	21.0	45.1	66.7	
30	0	60 ×40	2400	20.6	8.4	31.0	43.3	66.0	
50	40	45 ×40	1800	18.5	5.1	21.1	43.3	60.8	
50	0	45 ×40	1800	19.7	5.0	19.5	43.7	58.3	
50	0	40 ×60	2400	18.7	8.4	30.0	38.7	57.6	

第14表 ハナヤサイの収量

処 理		1 株 面 積	a当り株数	1 株 当 り				
畦高	もみがら			全 重	外葉数	調整重	花蕾重	a当り調整重
10cm	40kg	2500cm ²	356株	1936g	17.5枚	644.2g	455.8g	229kg
10	0	2500	356	1931	17.7	669.1	449.7	238
30	40	2000	300	1932	19.1	546.3	375.7	164
30	0	2000	300	1987	19.4	561.0	387.1	168
30	0	2400	250	2191	18.5	633.1	466.3	158
50	40	1800	250	2124	19.7	574.6	421.1	144
50	0	1800	250	1965	17.6	512.1	371.7	128
50	0	2400	167	2391	20.6	705.4	522.7	118

IV 考 察

湿害と一口に言っても、土壌の過湿による土壌空気組成の変化、土壌の還元物質の影響、および土壌微生物の変化などの要因が、重複しあって作物に被害を与えるものであることは、すでに明らかにされている。

こうした湿害の一番の原因である土壌の過湿を防ぐには、土壌空気率を高めればよいが、⁴⁾過湿土壌に通気することは農家の栽培では不可能に近いことである。

森らは、⁸⁾鉱質畑土壌を小ポットにつめ、3~30%の空気率を持つ土壌を作り、作物の生育初期の根の伸長と土壌空気率の関係のみた結果、作物によって臨界空気量が異なり、最も空気量を必要とするのはハクサイで30%、ついでキャベツ、ナタネが24%、カブ、コモンベッチ、キュウリ、大麦、小麦では20%、エン麦、ソルゴーでは

15%、イタリアンライグラス、イネ、タマネギでは10%であることを示した。

また山本⁹⁾は空気率が18%以上で、pF1.6以下の大孔隙が5%以上あるものが畑土壌として望ましいと述べている。

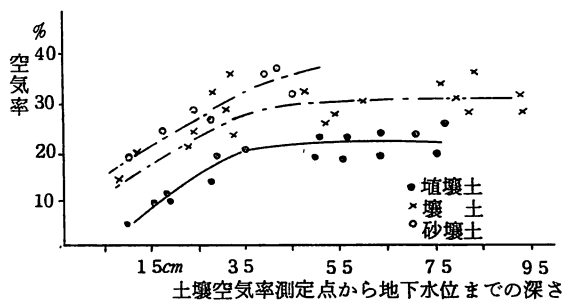
これは転換畑として望ましい空気率を持つ作土層をつくる上で大切な指針となるが、転換畑につきまとう地下水位が、pFや空気率にどのような影響をおよぼすかという点や、空気率を20%以上に保つためにはどうしたらよいかという点については、明らかにされていない。

1) 地下水位と空気率, pF

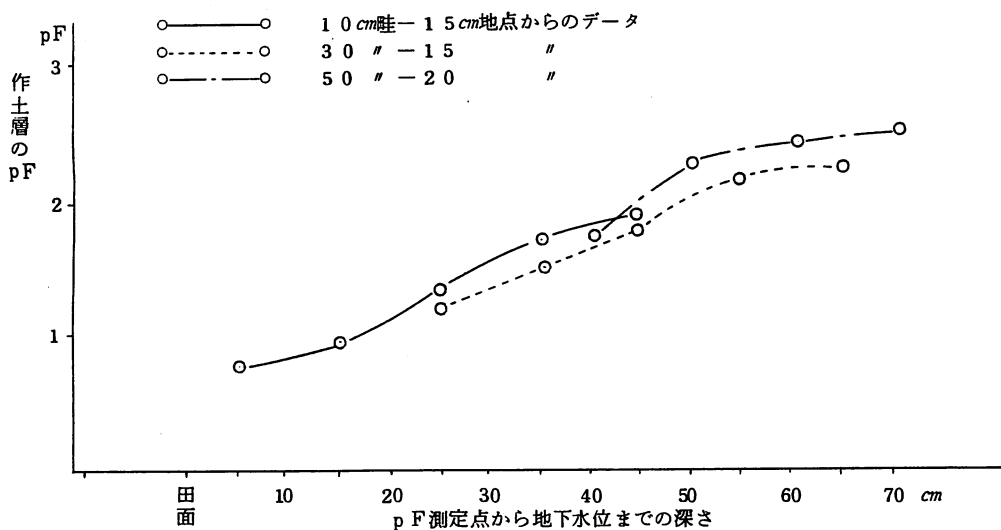
茨城農試化学部は、転換畑の地下水位と空気率を調査し、その結果を第14図のようにまとめている。

埴壤土では、地下水位が空気率を測定した層位より30 cm下にある時には空気率は20%に近くなり、地下水位がそれより高いと空気率は減少するが、それ以下に低下しても空気率は大きく増加しない。このことは埴壤土では地下水位が作土層の空気率に影響を与えるものは、作土層の下約30 cm以内にある場合に限られることを示している。

本試験の畦の高さ別の地下水位とpFの関係(第8図)を改変して、pF測定層を地表下2.5~7.5 cmにすると、この層の地下水位とpFの関係は第15図のようになる。



第14図 地下水位と土壌の空気率
(空気率測定差は2.5~7.5 cm層)



第15図 地下水位と作土層のpF
(pF測定差層を2.5~7.5 cm層とした場合)

地下水位がpF測定層から約30 cm下にある時には、pFはほぼ1.5である。

本試験のキュウリの収量は10 cm畦で低く、30 cm、50 cm畦で高かったが、30 cm畦は第4図に示したように、耕土表面に20 cm盛土して作ったものである。試験圃場の夏作期間中の平均地下水位は37 cmであり、30 cm畦の平均pFは畦頂部下15 cmで約1.65であり、平均空気率が約20%であったことは、30 cm畦全体が森らと山本が明らかにした、作土層として望ましい状態になっていたものといえよう。

2) 夏作の望ましい作畦法

作土層の空気率を20%以上に、pFを1.6以上に保ち、十分に根を張らせるためには、地下水位を作土層の底部か

らさらに30 cm下げる必要がある。暗渠施工などで地下水位の調節ができる転換畑以外では、作土層+30 cm以上の深さの明渠を掘り、圃場内の地下水位が低下するようにした上で畦を作らねばならない。

作畦様式は、作物根の分布特性や作土層の厚さ、栽植密度、収量目標などによって、盛り土の量が異なるため一概に述べることはできないが、一応畦の頂部から地下水面までの深さが、その作物に必要な作土層+30 cmになるように作畦することが必要であろう。

しかし作畦を人力で行なう場合、30 cm畦が限度と思われるので、高度利用可能な水田は周辺水田湛水中の地下水位が15~20 cm以下であることが目途になる。

3) 秋作物について

周辺水田が落水期に入ってから生育が活発になる秋やさ
いの個体生育でも、キャベツは30cm畦がすぐれ、ハナヤ
サイでは50cm畦がすぐれた。これは籠橋ら、川出らの結
果^{5,6,7)}とよく一致した。しかしこうした栽植密度の高い
野菜を高畦の頂部に定植することは、a当り株数を減少さ
せることになる。またこの時期は地下水位が低下するので、
あえて高畦栽培する必要はない。

夏、秋連続栽培する場合には、30cm畦が妥当であろう。

この試験で、作物によって圃場生育を十分に行なうに必要
な根圏土量が、かなり異なるのではないかという暗示をう
けた。今後、各作物の生育にとまらぬ根群変化の姿をつか
み、それに応じた作畦法や栽植様式の検討などをすすめて
ゆきたい。

謝 辞

本試験の遂行に協力して下さった茨城農試の作業員の方
方と、とりまとめに大きな助言をたまわった、黒沢晃副場
長(現農産園芸課長)、石川昌男化学部長(現副場長)、
およびデータをこころよく提供して下さった石川実主任研
究員に、心から謝意を表します。

引 用 文 献

- 1) 位田藤久太郎(1953): 蔬菜の根の生理に関する研究(第1報) 蔬菜の根の酸素要求に就いて, 園学雑, 21, 202~203
- 2) _____, (1953): _____
_____(第3報) 茎葉の有無が根の酸素要求量に及ぼす影響, _____, 22, 24~27
- 3) _____, (1956): _____

- _____, (第4報) 土壤空氣の酸素濃度が果菜類の生育, 養分吸収に及ぼす影響, _____, 25, 81~93
- 4) 籠橋 悟・川西英之・小島昌弘・東 駿次・松村安治(1970): 水田導入そ菜類の生育に及ぼす土壤通気および土塊の大きさの影響に関する研究, 東近農試研報, 20, 100~121
- 5) _____・_____・_____・_____・_____
_____(1970): そ菜類の水田と畑における生育比較, _____, 20, 1~14
- 6) 川出武夫・小島昌弘・木下隆雄・穂積清之・東 駿次(1970): 土壤水分の差異とそ菜の生育に関する研究(第1報) 土壤水分の差異が秋冬作そ菜類の生育におよぼす影響, _____, 20, 15~40
- 7) _____・木下隆雄・穂積清之・東 駿次(1970): _____, (第2報) 土壤水分の差異が夏作果菜類の生育および果実の生産におよぼす影響, _____, 20, 41~52
- 8) 森 哲郎・小川和夫(1967): 土壤の物理的要因と作物の生育に関する研究(第1報) 土壤空氣, 硬度と作物の生育, _____, 16, 77~104
- 9) 山本 毅(1965): 畑地の土壤改造, 土壤肥料分野における試験研究上の問題点, 1, 67~72
- 10) 山崎 伝(1952): 畑作物の湿害に関する土壤化学的並に植物生理学的研究, 農技研報告, B, 1号, 1~92