

液状きゅう肥（スラリー）の施用方法とその効果

間谷敏邦・小坪和男*・石川 実・坂本 侑**

Improvement on the Slurry Injector (mounted type) and
Fertilizer Response of Liquid Manure

Toshikuni AITANI, Kazuo KOAKUTSU, Minoru ISHIKAWA and Jun SAKAMOTO

豚の液状きゅう肥（以下スラリーとする）は従来バキュームカーによる表面散布によって利用されてきたが、散布ムラが大きく、施用量が適正でなかったりして、作物の生育が不均一になるなどの問題があった。また、このような表面散布は悪臭などの環境問題もある。

スラリーを土壤中に注入するスラリーインジェクタは開発されているが、けん引式のものには裸地においてしか利用できず、枕地も大きく必要とする。このため、各種畑作物の作型にあったように注入部位を変えられ、また、麦の立毛中に注入できるようにマウントタイプのスラリーインジェクタを改良した。

スラリー施用量を決めるめやすとしてスラリーの成分とくに窒素濃度を簡易に知ることは重要なことである。このため、スラリーの比重とECから窒素濃度を求める方法を確立した。

また、スラリーを使用して畑作物（オオムギ、ラッカセイ、陸稲、サツマイモ、加工トマト）を栽培する上でのスラリー施用適量を検討した。

I 緒 言

家畜のふん尿を利用する場合、ふん尿の固液分離による固形部分については堆肥化や乾燥物として流通し、積極的な利用が行われている。しかし、ふんと尿とが混合されたスラリーについては取扱いが不便なことに加えて、ふん尿の割合によって成分組成が大幅に異なることから適正施用がむずかしく、施用法によっては環境衛生的な問題が生じる等のことから積極的な利用が行われていないのが実情である。

スラリーの施用手段として、従来のバキュームカーによる表面散布などに代って、スラリーインジェクタ（けん引式）の利用によって、土壤中に注入されるようにな

った。この結果、悪臭をなくして比較的均一に注入施用が可能となった。しかし、間作型の作付体系において栽植様式を変えずに畦間にスラリーを注入するには、現在利用されているけん引式スラリーインジェクタでは車幅や枕地の関係で畦間への注入作業が困難である。作付様式に適合したスラリー施用をするにはマウントタイプのインジェクタが必要である。そこで、畦間注入が可能ないように改良したスラリーインジェクタの性能を検討した。また、作物に対するスラリーの適正な施用量の把握およびスラリー中の成分、とくに窒素濃度を簡易に知る方法について検討した結果について報告する。

II 改良スラリーインジェクタの概要と作業性能

1 改良の必要性と改良機の概要

* 現山間地帯特産指導所技術部

** 現茨城県経済連営農対策室

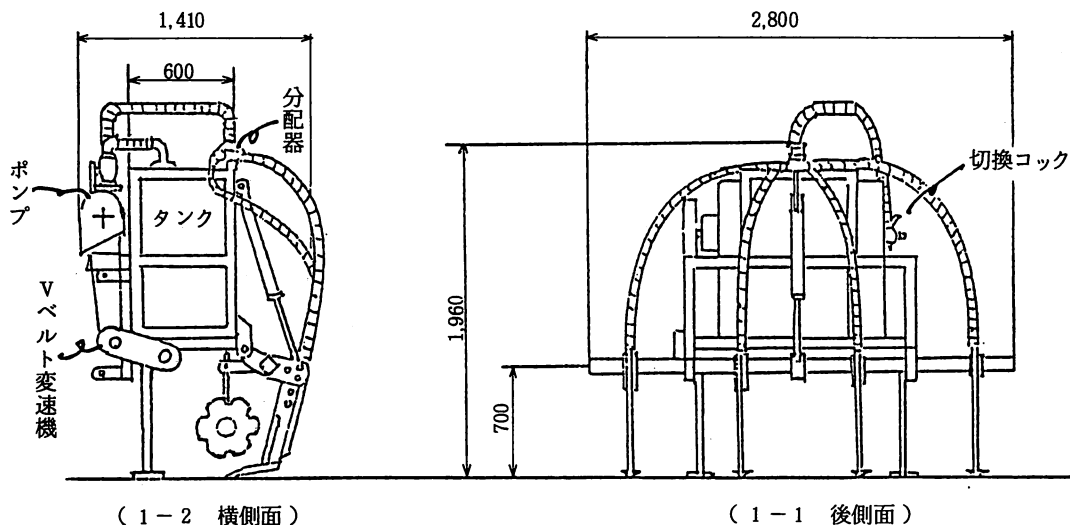
第1表 供試機諸元

機体寸法	全高 1,960 mm
	全長 1,410
	全幅 2,800
重量	600 kg
適用トラクタ	45 PS以上
装着方式	3点リンク直装式
注入条数	4条
タンク容量	400 ℓ
駆動方法	トラクタPTO駆動
性能	作業速度 0.5 ~ 1.4 m/sec
	注入量 124 ~ 350 ℓ/min
	作業幅 最大2,600 mm

マウントタイプのスラリーインジェクタは農林水産省草地試験場で開発・実用化されたものである。この機械を普通畑作表のスラリー施用に利用したところ、ツールバーがスラリーの分配器を兼ねているため、機体が左右に傾斜すると低くなった方の注入量が多くなって注入むらが生じることと、スラリーの取出口が邪魔をして注入部の取付位置が規制されて畑作物に汎用的に利用するには不十分であった。そこで次の改良を行った。①機体が傾斜しても左右の注入むらが生じないような分配器をツールバーから分離し、最上部に取付けた。②注入部をツールバーの希望する位置にセットできるようにした。③うず巻きポンプから高濃度・高粘度ふん尿液に対応するものとされるヘリカルロータポンプに変更して、Vベルト変速機によりポンプ主軸回転数を変えられるようにして、スラリー吐出量の調節幅を大きくした。

改良インジェクタの諸元および略図は第1表、第1図に示すとおりである。

スラリー注入部は楕円形の筒がサブソイラの犁柱に取り付けてあって、チゼルの通ったところにスラリーが注入



第1図 供試機略図

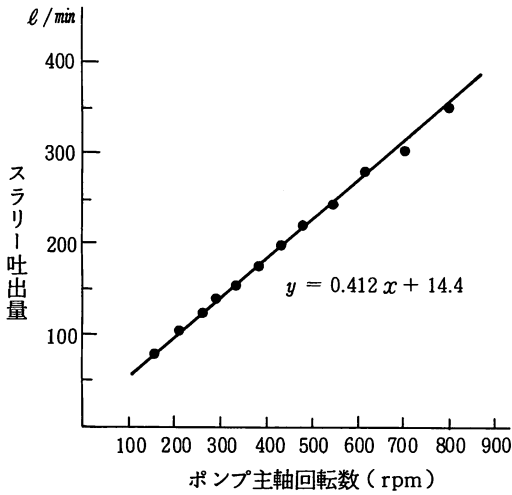
されるようになっている。注入条数は4条までなら何条で作業してもよい。また、注入したい所定の位置に注入部を移動させてセットすることができる。

2 スラリー吐出量

ポンプはロータ径50mmのヘリカルロータポンプを搭載

している。トラクタのPTO軸回転数を540 rpmにした場合、Vベルト変速機によって270 ~ 820 rpmまでポンプ主軸回転数を変えることができる。ポンプ主軸回転数とスラリー吐出量の関係を調査した結果は第2図に示すとおりである。

液状きゅう肥（スラリー）の施用方法とその効果



第2図 ポンプ主軸回転数とスラリー吐出量

ポンプ主軸回転数と吐出量は直線関係にあり、吐出量 (ℓ/min) を y ，ポンプ主軸回転数 (rpm) を x とすると関係式は(1)となる。

$$y = 0.412x + 14.4 \dots\dots\dots (1)$$

3 スラリー注入精度

ポンプ主軸回転数をかえて、清水を使用した場合の4条の注入口ごとの吐出量を調査した結果は第2表に示すとおりである。

第2表 注入口別吐出量

ポンプ主軸回転数 (rpm)	吐出量 (ℓ/min)					合計	平均
	1	2	3	4			
240	27.0 (89)	29.1 (96)	33.0 (109)	32.1 (106)	121.2	30.3 (100)	
380	49.1 (109)	53.0 (118)	40.1 (89)	37.8 (84)	180.0	45.0 (100)	
500	47.0 (82)	55.6 (97)	66.5 (116)	60.2 (105)	229.3	57.3 (100)	
820	90.3 (98)	90.3 (98)	105.9 (115)	82.0 (89)	368.5	92.1 (100)	

(注) () 内数値は平均に対する比率(%)，水を供試。

各注入口からの吐出量および平均吐出量に対する比率はポンプ主軸回転数によって異なり、比率の変動は20%以下ではあるが吐出量に差がみられた。圃場においてスラリーを注入する場合にも各条毎の注入量の差はこの程度生じるものと考えられる。

4 スラリー施用作業能率

スラリーの施用量はポンプ主軸回転数の設定によってきまる単位時間当たり吐出量とエンジン回転数を一定にした場合変速ギヤ位置によってきまる作業速度によって決定する。

1) トラクタの変速ギヤ位置と作業速度

トラクタのPTO軸回転数が540rpmになるようエンジン回転数を設定して、各変速ギヤ位置での作業速度を調査した結果は第3表に示すとおりである。

第3表 変速ギヤ位置と作業速度

変速ギヤ位置	エンジン回転数	PTO 回転数	秒速 (m/s)	分速 (m/min)	時速 (km/hr)
	rpm	rpm			
L-1			0.51	30.6	1.8
2	1,900	540	0.78	46.8	2.8
3			1.35	81.0	4.9
4			1.79	107.4	6.4

(注) 供試トラクタ：フォード 5000 65 PS

スラリー注入作業の適正速度は注入深さ20cm以内で1.35 m/sec以下である。これより高い1.79 m/sec前後の速度になるとハンドルがとられてトラクタの直進性が損なわれる。

2) スラリー吐出量の調整

対象作物によって栽植様式が異なるので、それぞれの作物にあった作業幅から理論作業時間を求める。

理論作業時間 (min/10a)

$$= \frac{1,000 (m^2)}{\text{作業幅 (m)} \times \text{作業速度 (m/min)}} \dots\dots\dots (2)$$

10a 当たりスラリー注入希望量を理論作業時間で除し、1分間当たりスラリー吐出量を求める。

スラリー吐出量 (ℓ/min)

$$= \frac{10a \text{ 当たりスラリー注入希望量 } (\ell/10a)}{\text{理論作業時間 (min/10a)}} \dots\dots (3)$$

1分間当たりスラリー吐出量を前記(1)式に代入してポンプ主軸回転数を求め、Vベルト変速機でその回転数にあわせれば、ほぼ希望どおりのスラリー注入量がえられる。

3) 作業効率
作物ごとに施用したいN成分量とスラリーのT-N含有量によってスラリー施用量が決まるが、10a当たり500～1,500ℓのスラリーを施用する場合の作業効率は第4表に示すとおりである。

10a当たり1,500ℓを施用する場合、16～17分で注入できる。この場合、貯留槽が圃場に近いため、スラリーインジェクタを走らせて自給したが、貯留槽が離れている場合は圃場わきの農道までバキュームカーでスラリーを運搬する組作業が必要である。

第4表 スラリー施用作業効率

作業幅 (cm)	スラリー 施用量 (ℓ/10a)	作業時間 (min/10a)					作業速度 (m/sec)	備 考
		注入作業	旋 回	補 汲 上 げ	給 運搬走行	合 計		
240	500	5.14	1.75	2.48	1.86	11.23	1.35	対象作物
	750	"	"	2.80	1.86	11.55	"	サツマイモ
	1,000	"	"	3.85	2.79	13.53	"	ラッカセイ
	1,500	"	"	5.61	3.72	16.22	"	陸 稲
360	500	3.43	1.25	2.09	1.86	8.63	1.35	加工トマト
	750	"	"	2.80	1.86	9.34	"	
	1,000	"	"	3.85	2.79	11.32	"	
	1,500	5.95	"	5.61	3.72	16.52	0.78	

(注) 1) 運搬走行はスラリー貯留槽から圃場まで50m間を往復した時間で、インジェクタのタンク容量が400ℓであるため、スラリー施用量によって往復回数が異なる。

2) 圃場は50m×20m。

Ⅲ スラリーの性状と窒素成分の簡易判定法

1 スラリーの性状

県内で養豚密度が比較的高い9市町村の養豚農家から

100頭未満、100～299頭、300～499頭、500頭以上の規模別に20戸を無作為抽出した。夏期(昭和53年7月)と冬春期(昭和54年3月)にスラリーを採集して理化学性を調査した結果は第5,6表に、また、窒素成分と関連

第5表 スラリーの性状(夏期)

項目	比重	水分 %	含水比	SS ppm	粘度 cps	pH	EC μv/cm×10 ⁴	NO ₃ -N ppm	NH ₄ -N ppm	T-N ppm
平均値	1.010	97.6	13,535	21,115	98.2	7.14	1.114	24.0	1,236	2,625
最高値	1.032	99.9	76,823	66,500	551	8.61	3.120	142.5	3,481	7,150
最低値	1.000	92.1	1,171	1,120	1	5.42	0.220	1.7	66	272
標準偏差	0.008	2.58	17,628	23,100	186	0.91	0.651	33.6	1,031	2,220

項目	Cℓ ppm	CaO ppm	MgO ppm	K ₂ O ppm	P ₂ O ₅ ppm	COD ppm	豚 数
平均値	581	407	331	939	706	2,258	484
最高値	1,577	1,250	1,480	3,650	2,640	17,000	2,000
最低値	135	40	60	100	160	280	17
標準偏差	398	381	359	149	62	606	477

液状きゅう肥（スラリー）の施用方法とその効果

第6表 スラリーの性状（冬春期）

項目	比重	水分 %	含水比	SS ppm	粘度 cps	pH	EC $\mu\text{S}/\text{cm} \times 10^4$	NO ₃ -N ppm	NH ₄ -N ppm	T-N ppm
平均値	1.011	98.7	22,434	9,146	15.2	7.58	1.154	221	1,270	2,856
最高値	1.034	99.9	99,900	48,750	215.0	9.13	3.100	298	3,891	7,800
最低値	1.001	95.1	1,941	250	3.0	6.26	0.260	0.3	345	580
標準偏差	0.009	1.4	21,945	1,172	42.9	0.66	0.824	63.3	982	2,500

項目	Cl ppm	CaO ppm	MgO ppm	K ₂ O ppm	P ₂ O ₅ ppm	COD ppm	豚数
平均値	704	519	172	1,163	539	4,288	463
最高値	1,700	3,010	1,121	4,310	3,070	15,147	2,000
最低値	199	110	8	270	110	344	17
標準偏差	546	585	242	1,050	628	3,590	448

第7表 窒素成分に関連する項目との相関係数

項目	比重	水分 (%)	含水比	SS (ppm)	粘度	pH	EC	NO ₃ -N (ppm)	NH ₄ -N (ppm)
全窒素	0.850 **	-0.791 **	-0.529 *	0.661 **	0.737 **	0.458 *	0.820 **	0.823 **	0.948 **

** 1%, * 5%水準で有意

項目の相関々係は第7表に示すとおりである。

夏期と冬春期に採集したスラリーの理化学性は大差が認められず、季節による性状の差異はあまりないものと考えられる。スラリーの性状は試料間の変動が大きい。このように変動幅を示すのはおもに豚舎の水管理の違いによるところが大きいと考えられる。養豚規模と各成分間には全く相関が認められなかった。

スラリーの中の三要素成分量についてみると窒素がもっとも多く、ついで加里、りん酸であった。窒素成分のうち有機態窒素が50%以上を占め、ついでアンモニア態窒素であり、硝酸態窒素はわずかであった。

2 窒素成分の簡易判定法

スラリーの有効利用をはかる場合、作物の生育ととくに関連の深い窒素含量を簡単に迅速に測定する方法がなければ合理的な施用はむずかしい。第7表に示したように全窒素と高い相関を示した項目は比重、水分、SS、粘度、EC、NO₃-N、NH₄-Nなどであった。全窒素と相関の高かった諸項目のうち現場対応のしやすい項目

は比重およびECの測定であろうと考えられる。全窒素と比重およびECの関係は第3,4図に示すとおりである。

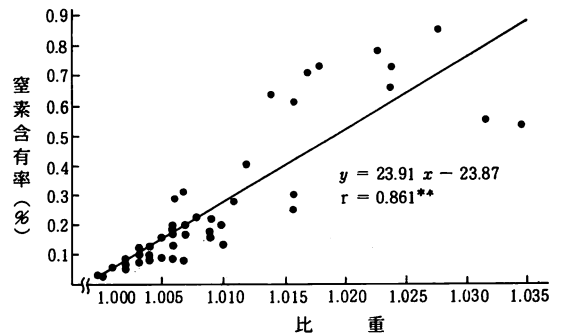
比重あるいはECの測定によってスラリー中の全窒素濃度を推定することができる。

比重による場合： $y = 23.91x - 23.87$ (4)

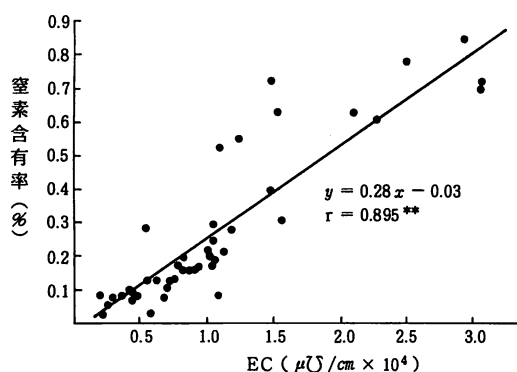
(y: 全窒素%, x: 比重)

ECによる場合： $y = 0.28x - 0.03$ (5)

(y: 全窒素%, x: EC, $\mu\text{S}/\text{cm} \times 10^4$)



第3図 豚スラリーの比重と窒素含有率



第4図 豚スラリーのECと窒素含有率

Ⅳ 畑作物に対する施用効果

主要な畑作物に対する豚スラリーの施用時期、施用量を検討し、連用可能な能率的スラリー施用技術を確立しようとする。

1 試験方法

- 1) 試験場所 農試圃場(水戸市上国井)表層多腐植質黒ボク土、郷ノ原統
- 2) 供試作物 オオムギ(カシマムギ)、サツマイモ(高系14号)、陸稲(フクハタモチ)、ラッカセイ(干

葉半立)、加工トマト(カゴメ70)

3) 試験区の構成

作物名	スラリー施用量
オオムギ	× $\left[\begin{array}{l} \text{標準N相当量} \\ \text{〃 1.5倍量} \\ \text{〃 2倍量} \\ \text{〃 3倍量} \end{array} \right]$
サツマイモ	
ラッカセイ	
陸稲	
加工トマト	

(注) 標準N相当量とはスラリーのT-N含有量が各作物の標準施用量に相当する量である。

4) 耕種概要

第8表に示すとおりである。播種(移植)期は初年目のものを示したが、年度によって若干の変動がある。スラリー施用時期は播種(移植)期の8日前と20日前の区を設けた。

5) 作付体系

供試夏作物は4作物であるので、4ブロックにし第9表のような作付体系とした。また、スラリー施用量は作物が変わっても同一倍量区とした。

2 試験結果および考察

1) オオムギ

第8表 耕種概要

作物名	スラリー施用期	播種(移植)期	畦幅(cm)	株間(cm)	播種量(kg/10a)	標準施肥量(kg/10a)			備	考
						N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
オオムギ	11月7日	11月10日	120	-	3	3	4	4	1	夏作は間作
サツマイモ	5月7日	5月15日	120	30	-	3	10	10	2	土壌改良剤としてようりん300kg/10a施用(初年度)
ラッカセイ	5月7日	5月19日	45	27	-	3	10	10	3	スラリーはN施肥量にあわせてので、不足するP ₂ O ₅ K ₂ Oは単肥で補正
陸稲	5月7日	5月16日	60	-	5	5	10	10		
加工トマト	5月7日	5月16日	180	60	-	5	25	10		

(注) サツマイモ、ラッカセイ、加工トマトはマルチ栽培

第9表 作付体系

ブロック	初年目(昭54)		2年目(昭55)		3年目(昭56)	
	冬作	夏作	冬作	夏作	冬作	夏作
I	オオムギ	サツマイモ	オオムギ	加工トマト	オオムギ	陸稲
II	〃	陸稲	〃	ラッカセイ	〃	サツマイモ
III	〃	加工トマト	〃	陸稲	〃	ラッカセイ
IV	〃	ラッカセイ	〃	サツマイモ	〃	加工トマト

液状きゅう肥(スラリー)の施用方法とその効果

第10表 オオムギに対する効果

処理区名	年次		54年			55年			56年			平均		
	項目	収量		倒伏の程度	収量		倒伏の程度	収量		倒伏の程度	収量		倒伏の程度	
		わら	子実		わら	子実		わら	子実		わら	子実		
標準N相当量	80	85	無	95	99	無	110	107	無	95	97	無		
” 1.5倍量	102	103	少	102	111	少	112	124	無	105	113	無~少		
” 2.0倍量	116	111	中	102	116	中	122	131	少	113	119	少~中		
” 3.0倍量	125	105	多	108	108	多	133	140	中	122	118	中~多		
化成肥料(標準)	100 (30.6)	100 (29.6)	無	100 (37.5)	100 (27.2)	無	100 (24.5)	100 (24.6)	無	100 (30.8)	100 (27.1)	無		

(注) 倒伏; 少: 20%以下, 中: 50%以下, 多: 50%以上

オオムギあとの夏作物は間作としたため、オオムギの畦幅はサツマイモ、陸稲、ラッカセイの前作としては120cm、加工トマトの前作は180cmとした。ここでは畦幅120cmの生育収量についてのべる。収量調査の結果は第10表に示した。

子実収量についてみると初年度の標準窒素相当量区が化成肥料区に劣る収量を示した以外スラリー施用の各区は化成肥料区と同等かまさることが認められた。

スラリー施用各区间では施用量の増加にともなって、稈長、穂数が増加し、出穂、成熟期が遅れる傾向を示し、倒伏も多くなった。

以上の結果からオオムギに対するスラリー施用量は子実収量および倒伏の程度からみて標準窒素の1.5倍量から2倍量の範囲と考えられる。

なお、経年的に化成肥料区に対する子実収量の指数が高まる傾向が認められ、スラリーの累積効果がうかがわ

れた。

2) サツマイモ

収量調査の結果は第11表に示すとおりである。

地上部の生育はスラリー施用量が多くなるほど旺盛になり、3倍量では化成肥料区を大きく上まわりつるげみになった。上いも収量はスラリー施用区はいずれも各年度とも化成肥料区より劣った。スラリー施用量間では最多収を示した区が初年目3倍量、2年目2倍量、3年目標準量となり、スラリー施用年度が積なるにつれて施用量が少なくて多収を示す傾向が認められた。

また、上いも1個当たり重量の分布割合をみると、化成肥料区と比較して収量が劣る要因でもあるが、商品性の高い100~300gの割合はスラリー施用区で高く、300g以上が少なかった。

以上の結果からサツマイモに対するスラリー施用量は連年施用する場合、標準量から1.5倍量程度と考えられる。

第11表 サツマイモに対する効果

処理区名	年次		54年			55年			56年			平均					
	項目	収量		上いも重の分布割合	収量		上いも重の分布割合	収量		上いも重の分布割合	収量		上いも重の分布割合				
		つる	上いも		つる	上いも		つる	上いも		つる	上いも					
標準N	77	83	95	88	9.9	54.6	35.5	85	95	4.9	63.2	31.9	77	89	7.4	58.9	33.7
1.5倍量	88	89	112	83	12.4	55.1	32.5	102	92	5.2	56.6	38.2	101	88	8.8	55.9	35.3
2.0倍量	98	92	122	94	9.8	53.6	36.6	98	94	4.5	45.9	49.6	106	93	7.2	49.8	43.0
3.0倍量	117	98	127	87	11.3	59.0	29.7	117	85	4.7	42.2	53.1	118	90	8.0	50.6	41.4
化成(標準)	100 (4,250)	100 (3,710)	100 (4,490)	100 (3,262)	6.8	41.1	52.1	100 (3,700)	100 (3,103)	6.1	24.9	69.0	100 (4,140)	100 (3,352)	6.5	33.0	60.5

第12表 ラッカセイに対する効果

指数(収量, kg/10a)

処理区名	項目	54年		55年		56年		平均	
		茎葉	上子実	茎葉	上子実	茎葉	上子実	茎葉	上子実
標準N相当量		93	100	99	92	88	100	93	97
" 1.5倍量		100	76	98	92	96	99	98	89
" 2倍量		110	87	101	93	101	108	104	96
" 3倍量		107	87	107	95	100	104	105	95
化成肥料		100 (49.2)	100 (254)	100 (47.1)	100 (240)	100 (48.9)	100 (255)	100 (48.4)	100 (250)

3) ラッカセイ

収量調査の結果は第12表に示すとおりである。

地上部の生育はスラリー施用量を増加するに従って増加する傾向がみられ、スラリー施用量が2倍量以上になると化成肥料より茎葉重が増加した。

スラリー施用各区の上子実収量は年次によって異なり一定の傾向を示さなかったが、3年間を通してみると標

準量区は化成肥料区とほぼ同等であり、標準量以上の施用では劣ることがうかがわれた。

4) 陸稲

わらおよび玄米収量は第13表に示すように、スラリー施用量の多い区ほど増収する傾向を示したが、標準量では化成肥料区に劣ることが認められた。

一方、倒伏の程度はスラリー施用量の増加にともなっ

第13表 陸稲に対する効果

指数(収量 kg/10a)

処理区名	年次 項目	54年			55年			56年			平均		
		収量		倒伏の程度	収量		倒伏の程度	収量		倒伏の程度	収量		倒伏の程度
		わら	玄米		わら	玄米		わら	玄米		わら	玄米	
標準N相当量		75	90	無	121	99	無	75	78	無	90	89	無
1.5倍量		94	95	無	132	104	少	108	98	無	111	99	無~少
2.0倍量		103	102	無	124	98	中	116	106	少	114	102	少~中
3.0倍量		104	115	無	133	94	多	116	99	少	118	103	少~多
化成肥料(標準)		100 (27.6)	100 (21.1)	無	100 (50.2)	100 (33.6)	無	100 (55.3)	100 (31.5)	無	100 (44.4)	100 (28.7)	無

注) 倒伏; 少: 20%以下, 中: 20%以上50%以下, 多: 50%以上

第14表 加工トマトに対する効果

指数(収量 kg/10a)

処理区名	項目	54年	55年	56年	平均
		上果実	上果実	上果実	上果実
標準N相当量		101	100	137	113
1.5倍量		110	102	121	111
2.0倍量		112	104	(91) [*]	108
3.0倍量		118	115	124	119
化成肥料(標準)		100 (834)	100 (925)	100 (605)	100 (788)

(注) (*)は病気多発

て多くなることが観察された。

これらの結果から、陸稲に対する施用量は1.5倍量が限度と考えられる。

5) 加工トマト

第14表に示すようにスラリー施用区は化成肥料区と同等かまさる収量を示した。なかでも3倍量区は3カ年を通して多収であった。

V スラリー施用が跡地におよぼす影響

スラリーの連用が跡地の化学性におよぼす影響を検討

液状きゅう肥（スラリー）の施用方法とその効果

第 15 表 スラリー施用が土壌の化学性に
及ぼす影響

項目 施用量		(mg/100g)				
		pH(KCℓ)	CaO	MgO	K ₂ O	Av-P ₂ O ₅
標	肥 N	5.69	318	56.2	41.9	3.1
相	当 量					
	1.5 倍量	5.80	313	55.2	46.3	4.1
	2	5.68	310	54.6	48.7	4.2
	3	5.77	289	52.1	51.0	4.1
	標化成肥料	5.45	266	45.8	36.3	5.1

注) 3年5作後採土

した結果は第 15 表に示した。

スラリー中には各種の養分が含まれているため、連用することにより石灰、苦土、加里および pH 等が化成肥料区に比しやゝ高まることがうかがわれた。しかし、りん酸の場合はスラリー施用により減少した。

なお、スラリー施用量間の差異は加里では施用量に比例して増加する傾向が認められたが、他の成分では一定の傾向を示さなかった。

VI 考 察

1 改良スラリーインジェクタの作業性能

草地試験場で開発されたマウントタイプのスラリーインジェクタ³⁾を作業適応性の高いものに改良した。この結果、注入部の取付け位置を自由に変えることができ、作物別の栽植様式にあわせて播種（移植）位置にスラリーを施用することが可能となった。また、マウントタイプであるため麦の立毛中にも利用できる。

ポンプはヘリカルロータポンプを採用したが、ヘリカルロータポンプは含水比 1,200 程度の高濃度スラリーでもほとんど清水と同じく扱することができる。^{1,2)}

スラリー施用可能量は V ベルト変速機によりポンプ主軸回転数を変えることによって、スラリー吐出量は 124 ~ 350 ℓ/min の範囲で調節できる。トラクタの作業速度を 0.51 ~ 1.35 m/sec とすると、ラッカセイ、サツマイモ、陸稲など 1 行程作業幅 240 cm の場合、10 a 当たりスラリー施用可能量は 637 ~ 4,788 ℓ、加工トマトのように 1 行程作業幅 360 cm の場合は 425 ~ 3,192 ℓ の範囲で施用可能と

なる。

作物あるいはスラリー濃度によってこれより多量に施用する場合はトラクタに微速装置のあるものは前記より作業速度を遅くするか、または、1 度注入してから 2 ~ 3 日後にスラリーが乾燥してトラクタの走行が可能になってから再度不足量を注入する方法が考えられる。

圃場において実際にスラリー注入作業を行った結果、次のような問題点があった。

1) 傾斜圃場に対する不適応性

傾斜に対して直角に注入作業を行うとインジェクタが左右に傾斜する。傾斜の下部の注入口からの吐出量が多くなり、条ごとの注入量が異なる。また、傾斜にそって注入すると傾斜の上部で注入したスラリーが下方へ流れて、施用量が多いと地表へ噴き出すことがある。

2) タンク容量不足

タンク容量は 400 ℓ であるが、インジェクタの重量が 600 kg であるため、満タンにすると 1 t を越える重量になる。マウントタイプの場合、これ以上の重量になるとトラクタの大きさが規制されて一般に利用できなくなる。したがって、タンク容量をこれ以上大きくすることは困難である。1 行程のスラリー施用量が 400 ℓ 以下であれば農道でバキュームカーから補給を受けられるが、400 ℓ 以上の場合にはバキュームカーのホースを延ばして圃場内で補給を受けねばならない。このため補給時間が大きくなる。

2 スラリーの性状と利用

今回供試したスラリー中には敷わらおよびふんに由来する粗大な有機物等の固形物はほとんど含まれていなかった。スラリーに含まれる窒素の約 50% 以上は有機態窒素である。スラリーの肥効が速効的であるか否かは固形物の主体となっている有機物がどの程度含まれるか、その熟度はどの程度はどの程度か等によって異なると思われる。

5 種類の作物を供試して、窒素を中心としたスラリーの施用適量を化学肥料の代替率 100% として検討した結果、作物の生育は初期より順調で、化学肥料区との差異は認められず速効的であった。また、収量はサツマイモ

を除く他の作物では各作物に対する標準窒素相当量が1.5倍量で化成肥料区とはほぼ同等か、それ以上の収量を示し、施肥窒素量をすべて代替しうることが認められた。

以上のことから、スラリー施用量の目安は各地域で作成されている施肥標準窒素量相当量か、1.5倍量であると考えられる。

スラリー中の三要素成分割合は窒素がもっとも多く、ついで加里>りん酸であるので、作物によってはりん酸および加里の補正が必要となる場合もある。

Ⅶ 摘 要

1 改良スラリーインジェクタの作業性能

作物の畦間にもスラリーを注入できるようにマウントタイプのスラリーインジェクタを試作し、次の性能を把握することができた。

- 1) スラリー吐出量はポンプ主軸回転数を変えることによって、124~350 ℓ/min の範囲で調量が可能である。また、10a 当たりスラリー 施用可能量は1行程作業幅240cm の場合、640~4,800 ℓ 、360cm の場合、430~3,200 ℓ である。
- 2) 作業可能速度は注入深さ 20 cm 以内であれば、1.4 m/sec 以下である。
- 3) スラリー注入量は 4 条の注入口ごとの平均吐出量との差が 20 % 以下であった。
- 4) 作業能率は 10a 当たり 1,500 ℓ のスラリーを注入する場合 16 分程度である。

2 スラリーの性状と利用

5 種類の作物を供試し、窒素を中心としたスラリーの施肥適量、スラリーの性状および窒素濃度の簡易判定法等について検討した。

- 1) スラリー中の窒素濃度は試料間に大幅な差異が認められた。また、窒素成分のうち約50%は有機態であり、ついでアンモニア態が50%近くを占め、硝酸態はわずか

であった。

- 2) スラリー中の窒素は速効的であり、化学肥料を100%代替できることが認められた。
- 3) スラリーの適正施用量はそれぞれの地域で作成されている作物別標準窒素施用相当量か 1.5 倍量である。
- 4) スラリーの連用による土壌化学性の改善はほとんど認められなかった。

謝 辞

スラリーインジェクタの改良にあたり、有益な助言を賜った農林水産省草地試験場施設機械部機械化第三研究室今泉七郎室長および新井澄男主任研究官に感謝する。

参 考 文 献

- 1) 新井澄男・塩谷哲夫・今泉七郎(1976) 家畜ふん尿の機械処理利用技術の開発改良に関する研究Ⅰ, 乳牛ふん尿の物理的性状(コンシステンシー, 流体としての性質・性状)とそれによる区分, 草地試研報 9, 90~102
- 2) 今泉七郎・新井澄男・糸川信弘・塩谷哲夫(1978) 家畜ふん尿の機械処理利用技術の開発改良に関する研究Ⅱ, 乳牛ふん尿のコンシステンシーとポンプ性能 草地試研報 12, 133~146
- 3) 今泉七郎・新井澄男・糸川信弘・越智茂登・山口正篤・米内貞夫・富沢 昭(1979) 家畜ふん尿の機械処理利用技術の開発改良に関する研究Ⅲ, 家畜ふん尿の土中施用技術の開発 草地試研報 14, 153~164
- 4) 坂本 尙・間谷敏邦・小坪和男・今泉七郎・新井澄男(1981) スラリー・インジェクタ(マウントタイプ)の改良とスラリーの施用効果 農作業研究42, 9~17

液状きゅう肥（スラリー）の施用方法とその効果

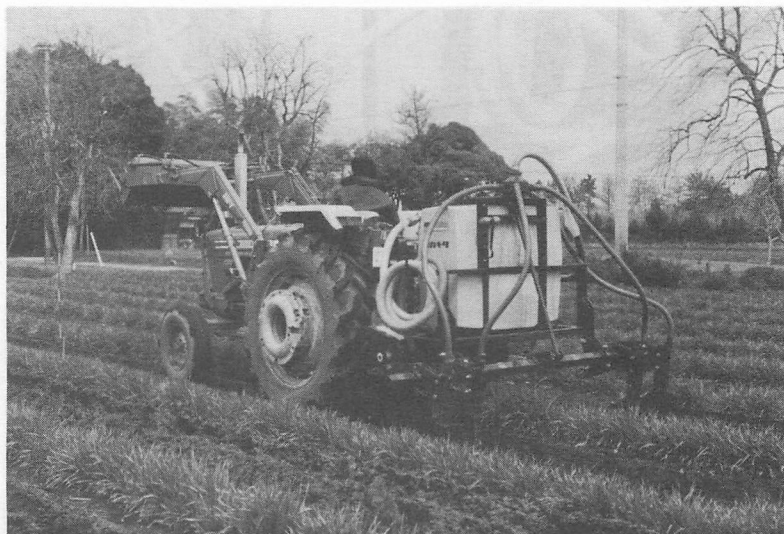


写真1 麦間でのスラリー注入作業



写真2 圃場内におけるスラリー補給作業

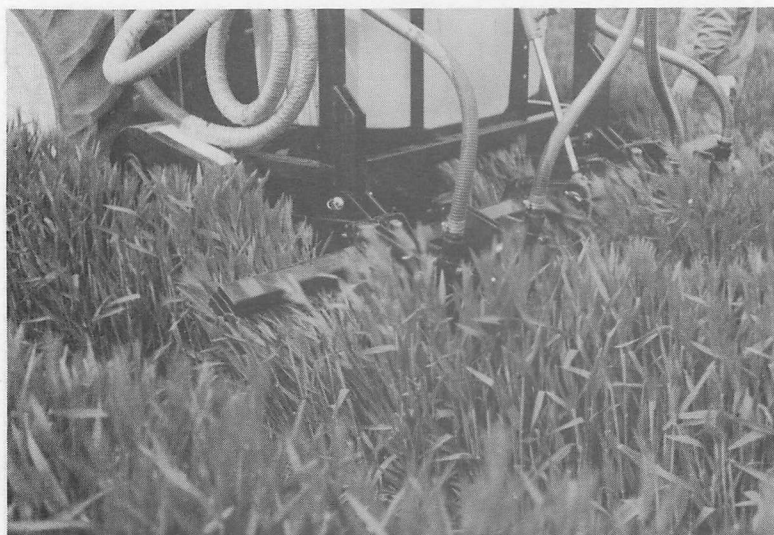


写真3 出穂期をすぎた麦間でのスラリー注入作業



写真4 スラリー注入後のマルチ張り作業

茨城県におけるラッカセイ斑紋ウイルス病の発生と防除*

下長根 鴻・小林 誠**・松田 明***

Occurrence, Seed Transmission and Control of Peanut Mottle Virus
in Peanut in Ibaraki Prefecture.

Ko SHIMONAGANE, Makoto KOBAYASHI and Akira MATSUDA

茨城県において、初発生のラッカセイ斑紋ウイルス病について、その発生状況と被害、伝染経路および防除法などについて検討した。病徴から大別すると、斑紋のみを生ずる型(M型)とえそ斑を生じて萎縮する型(MN型)の2つがあった。いずれの型もインゲン(トッパクropp)の接種葉にえそ斑または葉脈えそを生じ、本ウイルスを判定するのに最適な検定植物と思われた。本病は7月上、中旬から発生を認め、9月中、下旬にはほとんどのほ場で高い発病株率を示した。また、本病は県内各地に発生を認めた。本病に感染した株は健全株に比較して生育が著しく劣り着莢数が減少し、莢実重で1~3割、上子実重はM型では1割、MN型では3~4割減収した。本病罹病株から採種した種子伝染率は45~70%であり、MN型よりもM型の方が伝染率は高かった。なお、未熟種子および成熟種子でも種皮にしみ斑や紫斑があると伝染率は高くなった。ラッカセイ種子内における斑紋ウイルスの分布をみると、胚芽(幼根)中に最も多くウイルスが潜在しているものと思われた。乾熱処理による種子消毒の効果のみだが、ウイルスの検出されない処理ではラッカセイの発芽および生育が劣り、実用化は困難であった。ラッカセイの生育初期に寒れいしや被覆したり、白色テープおよびダイアジノンテープをほ場に張ることによってアブラムシの着生株率が少なくなると、斑紋ウイルス病の初発生は遅延し、発病はやや軽減する傾向を示した。

目 次

I 緒 言	68	1 種子伝染病に関する試験	73
II 斑紋ウイルス病の病徴	68	2 種子内における斑紋ウイルスの分布ならび に種皮の異状と斑紋ウイルスの保毒	74
III 斑紋ウイルス病の検定方法	69	3 ラッカセイの品種および採種株の被害と斑 紋ウイルスの保毒	74
IV 斑紋ウイルス病の発生実態調査	69	VII 防除対策に関する試験	76
V ほ場における斑紋ウイルス病の分布	72	1 種子消毒(乾熱処理)に関する試験	76
VI 斑紋ウイルス病の被害に関する試験	72	2 アブラムシによる二次感染防止試験	78
VII 斑紋ウイルス病の種子伝染に関する試験	73	K 総合考察	79
* 本報告の一部は関東東山病害虫研究会年報第24集 に報告した。		X 摘 要	81
** 現下館病害虫防除所 *** 現県庁		引用文献	81

I 緒 言

1971年、茨城県鹿島郡鉾田町堀内の農家は場において、ラッカセイの葉が著しいモザイク症状を呈し、萎縮する株が認められた(写真1)。この病徴からみて、すでに米国で Kuhn⁹⁾が、また我が国で井上⁸⁾が報告している Peanut mottle virus によるラッカセイ斑紋ウイルス病であると思われる。このウイルス病は、接触伝染、アブラムシ伝染のほかに種子伝染をすることが知られており、落花生の安定生産および採種事業に支障をきたすおそれがあるものと推察され、1972年から、ラッカセイ斑紋ウイルス病の発生と防除についての試験に着手した。ここでは、1972年から1974年までに行なった、茨城県

内における本ウイルス病の発生状況と被害、伝染経路および防除法などについての結果を記述した。

本試験を行うにあたり、種々の御教示、御指導をいただいた元茨城県病害虫専門技術員 川田惣平氏ならびに本論文をご校閲していただいた茨城県農業試験場病虫部長 高井 昭氏に深謝の意を表す。

II 斑紋ウイルス病の病徴

現地の農家は場では、6月下旬または7月上旬頃から発生がみられる。一般に葉には不規則な濃緑色の斑紋を生じ、葉の縁がやや捲きあがり、連葉気味になることが多い。この型は著しい萎縮はみられない(写真2上、この病徴をM型とする)。一方、前述した病徴とともに、さらに非常に明瞭で不規則なえそ斑を生じ、葉は著しく連葉状になって変形し、病徴が進展すると株全体が著し



写真1 圃場におけるラッカセイ斑紋ウイルス病の発生状況および被害
 上 発病状況……左：健全株 右：斑紋ウイルス病(MN型)発生株
 下 斑紋ウイルス病発生株の着莢程度
 ……左：MN型 中：M型株 右：健全株



写真2 ラッカセイ斑紋ウイルス病の病徴
 上：葉に軽い斑紋を生ずるもの(M型)
 下：葉は萎縮し、明瞭なえそ斑を生ずるもの(MN型)

く萎縮するものがある(写真2下, この病徴をMN型とする。

Ⅲ 斑紋ウイルス病の検定方法

これまでに、ほ場において発生の認められたラッカセイのウイルス病は、我が国では Peanut mottle virus による斑紋ウイルス病⁸⁾と Turnip mosaic virus による輪紋モザイク病⁷⁾のみである。また、外国で発病のみられている Peanut stunt virus は我が国では現在までにインゲン¹⁷⁾とダイズ⁶⁾で確認されているが、ラッカセイでは未確認である。また、Groundnut mosaic virus¹³⁾も我国では未確認である。

Peanut mottle virus は、Kuhn⁹⁾および井上⁸⁾によると、ラッカセイ、ソラマメ、ダイズ、アズキ、エンドウ、ライマビーンには全身的なモザイク症状を呈し、インゲン(トッパクロップおよびマスターピース)、センチコウ、エビスグサでは局部感染をおこす。また、トマト、キュウリ、Chenopodium amaranticolor には未感染である。

一方、Turnip mosaic virus は井上⁷⁾によると、ラッカセイ、コカブには全身的なモザイク症状を呈し、Chenopodium amaranticolor には局部斑点ときには軽い全身病徴がみられる。また、インゲンでは局部的な退色斑点を生じ、全身感染は認められず、エンドウ、ダイズ、アズキ、キュウリ、カボチャ、トウガラシなどには未感染である。

また、Peanut stunt virus は、Mink¹⁰⁾およびEchandi⁵⁾によると、インゲン、ササゲ、ダイズ、ラッカセイ、トマト、タバコに全身的なモザイク症状を生じ、時には葉はちぢれて奇形となる。Chenopodium amaranticolor には局部感染し、コカブ、アズキ、ナス、キュウリには未感染である。

Groundnut mosaic virus は、Poh¹³⁾によると、ラッカセイ、ダイズ、ハブソウで全身感染を生じ、Chenopodium amaranticolor では局部感染をし、退色斑点を生じ、インゲンには未感染である。

これら4種のウイルスはいずれも汁液とアブラムシ伝

染をし、さらに、Peanut mottle virus および Groundnut mosaic virus は接木伝染をし、また、Peanut mottle virus は種子伝染をするといわれている。

以上のような報告をもとにして、本試験では、ほ場から採取したラッカセイの罹病葉の検定には、前述した4種類のウイルスが検出されることを予想して、インゲン(トッパクロップ)、エンドウ(三十日絹莢)、コカブ(金町こかぶ)、トマト(ポンテローザ)、Chenopodium amaranticolor を用いた。接種の方法はKuhn⁹⁾の方法に準じて罹病葉に0.1%のNa₂SO₃を含む0.05Mのリン酸緩衝液(pH 7.0)を加えて磨砕し、カーボラダム法で汁液接種をした。その結果、Peanut mottle virus では、インゲンの接種葉に明瞭なえそ斑または葉脈えそを生じ(写真3)、他の3種のウイルスのインゲンでの病徴とは異なることから、インゲン(トッパクロップ)はPeanut mottle virus を判定するのに最適な検定植物であると思われた。また、前述したM型およびMN型の罹病葉を検定植物に接種したところ、両型ともに同じような病徴を示した。

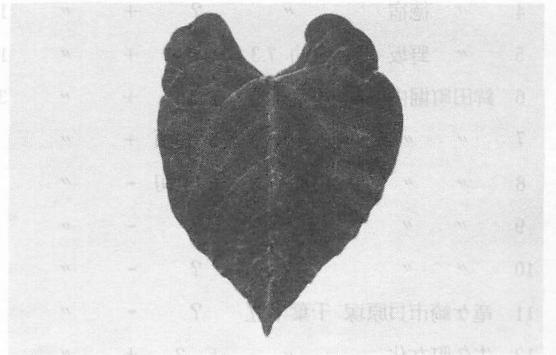


写真3 Peanut mottle virus を接種したインゲン(トッパクロップ)葉上のえそ斑点の発生

Ⅳ 斑紋ウイルス病の発生実態調査

1) 調査方法

1972年には、旭村、銚田町、竜ヶ崎市、牛久町で計19ほ場を調査し、7月18日と9月25日に1ほ場約300株について、ウイルス病発生株数および病徴などについて

て調べた。また、1973年には、茨城町、美野里町、大洋村、荃崎町、谷和原村で、各町村5ほ場ずつ計30ほ場について調査し、7月10日と9月20日に1ほ場200株以上についてウイルス病発生株数および病徴を調べた。なお1973年には罹病葉のウイルス検定を行った。

2) 結果および考察

1972年および1973年の現地調査の結果、7月上～中旬には斑紋ウイルス病の発生が認められ、ほとんどのほ場は発病株率で10%以下であった。しかし、なかには1972年の銚田町堀内、旭村子生、同村野坂、牛久町柏田新田、1973年の谷和原村上福岡、荃崎町天喜宝、牛久町結束、同町女化原などとくに発病の多いほ場もみう

けられた。一方、9月中～下旬になると、ほとんどのほ場でかなり高い発病株率となった。地域別にみると、牛久町、荃崎町、谷和原村、銚田町、旭村などラッカセイ栽培面積の多い地域は他の地域に比較して発病株率の高いほ場が多かった。アブラムシの同定は行わなかったが、主としてマメアブラムシ (*Apis caraccivora* Koch) が多いようであった。なお、このアブラムシ着生株率と斑紋ウイルス病発生との関係を見ると、第1図のように、7月上、中旬の調査ではあまり関連がないようであった。1973年には、各地から採集した斑紋ウイルス病の罹病葉を前述した検定植物へ汁液接種したところ、16ほ場のうち12ほ場からラッカセイ斑紋ウイルスが検出され、本ウ

第1表 県内におけるラッカセイ斑紋ウイルス病の発生調査 (1972)

調査地点	品種	播種月日	マルチ	7月18日					9月25日			
				調査株数	M型	MN型	計	アブラムシ*着生株率	調査株数	M型	MN型	計
1 旭 村冷水	千葉半立	5. 2	+	本 400	% 6.3	% 5.7	% 12.0	% 0.3	本 300	% 86.3	% 0	% 86.3
2 " 子生	"	?	+	400	6.5	12.2	18.7	0	"	87.0	0	87.0
3 " 常盤	"	?	+	300	5.0	4.7	9.7	13.0	"	71.0	0	71.0
4 " 徳宿	"	?	+	"	12.3	1.0	13.3	1.3	"	89.7	0	89.7
5 " 野坂	白油 7.3	?	+	"	13.0	3.0	16.0	79.6	"	67.0	0	67.0
6 銚田町堀内	千葉半立	5.10	+	"	32.7	3.3	35.7	72.3	"	95.0	0	95.0
7 " "	"	5.10頃	+	"	7.7	2.3	10.0	59.0	"	92.0	0	92.0
8 " "	白油 7.3	6. 上旬	-	"	0.6	5.7	6.3	22.3	"	54.7	0	54.7
9 " "	"	?	-	"	1.3	3.3	4.6	11.0	"	37.7	0	37.7
10 " "	"	?	-	"	0.6	2.7	3.3	63.0	"	33.3	0	33.3
11 竜ヶ崎市貝原塚	千葉半立	?	-	"	1.6	0.4	2.0	0.3	"	86.3	0	86.3
12 牛久町女化	"	5. 2	+	"	0.6	0.3	0.9	0.3	100	39.0	0	39.0
13 " "	"	6.16	-	200	1.0	0	1.0	39.0	294	72.5	3.1	75.6
14 " "	"	5.16	-	300	2.6	0	2.6	0	317	76.3	0.4	76.7
15 " "	"	4.28	+	"	0.6	0.3	0.9	5.0	100	35.0	1.0	36.0
16 " "	"	5.17	-	"	6.3	0	6.3	0	300	78.7	0	78.7
17 " "	"	5.10	+	"	1.3	0.5	1.8	0	"	58.7	4.0	62.7
18 " "	"	5.26	-	"	0	0.7	0.7	0	"	68.3	1.7	70.0
19 " 柏田新田	"	5.17	-	"	1.4	13.3	14.7	0	"	85.0	4.0	89.0

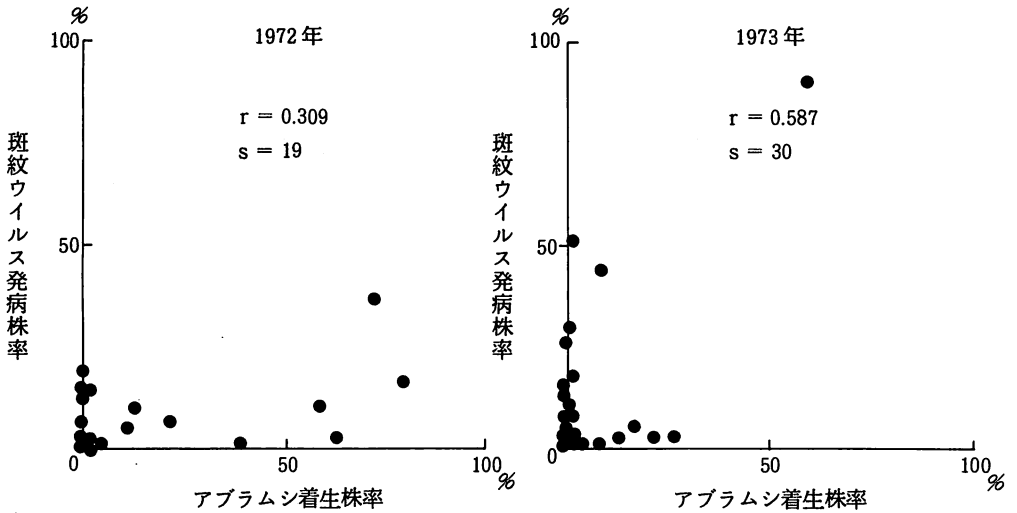
注) * 種の同定は行っていないが、主としてマメアブラムシが多いようであった。

茨城県におけるラッカセイ斑紋ウイルス病の発生と防除

第2表 県内におけるラッカセイ斑紋ウイルス病の発生調査（1973）

調査地点	品種	マルチ	7月10日					9月10日					ウイルス* 検定
			調査株	M型	MN型	計	アブラムシ 着生株率	調査株	M型	MN型	計		
			本	%	%	%	%	本	%	%	%		
1 茨城町小堤	千葉半立	-	300	0	0.3	0.3	1.3	256	0	71.9	71.9		
2 " "	"	+	"	0	0.3	0.3	0.7	215	3.1	51.7	54.8	-	
3 " "	"	+	"	0	0	0	0	181	8.0	86.2	94.2	++	
4 " "	"	+	"	1.0	0.7	1.7	1.7	246	64.2	24.4	88.6		
5 " "	"	-	"	0	0	0	0	204	74.0	12.7	86.7	-	
6 美野里町下鶴田	"	-	"	0	0	0	0.3	203	3.0	87.2	90.2		
7 " "	"	-	"	1.3	0	1.3	0	242	19.8	45.8	65.6		
8 " 三箇	"	-	"	1.3	0.3	1.6	8.7	243	5.4	76.9	82.3		
9 " "	"	+	"	0	1.3	1.3	3.7	242	45.8	38.8	84.6		
10 " "	"	+	"	1.0	2.3	3.3	27.3	232	10.3	61.7	72.0		
11 大洋村濁沢	"	+	"	0.3	1.3	1.6	0.7	221	7.7	80.8	88.5		
12 " 台の浜	"	+	"	0.7	1.7	2.4	13.7	223	2.7	69.0	71.7		
13 " 濁沢	"	+	"	0	5.7	5.7	16.7	216	11.1	64.8	75.9		
14 " 汲上	白油 7.3	+	"	0	1.3	1.3	22.3	277	15.5	65.4	80.9		
15 " "	"	+	"	0	1.0	1.0	0.7	228	17.5	36.5	54.0		
16 牛久町上柏田	千葉半立	+	"	2.7	1.7	4.4	0	205	7.3	77.1	84.4	+++	
17 " "	"	+	"	0	0.3	0.3	0	221	0	62.5	62.5	+	
18 " 結 束	白油 7.3	+	"	0	26.0	26.0	0	221	0	88.2	88.2	++	
19 " 女化原	千葉半立	-	200	22.5	7.0	29.5	1.0	239	1.5	92.5	94.0	++-	
20 " "	"	-	200	9.0	5.5	14.5	0	324	78.7	21.3	100	+ -	
21 茎崎町天宝喜	"	+	270	5.1	12.2	17.3	1.9	229	0	95.9	95.9	+++	
22 " "	"	+	300	0	6.4	6.4	0	264	0	90.9	90.9		
23 " "	"	+	311	0	50.5	50.5	1.3	243	0.8	95.5	96.3	+ - -	
24 " 小 茎	"	+	304	1.0	6.9	7.9	1.3	215	2.7	90.3	93.0	++	
25 " "	"	+	300	3.0	0.3	3.3	0	257	1.5	83.7	85.2	- - -	
26 谷和原村上福田	"	+	"	4.3	86.0	90.3	59.3	214	1.5	80.3	81.8	- - -	
27 " "	"	+	"	10.3	4.7	15.0	0.3	222	2.3	77.5	79.8	++-	
28 " "	"	+	"	30.9	12.7	43.6	8.7	218	0.9	83.5	84.4	++	
29 " 古木山	"	+	363	9.6	0	9.6	1.4	236	0	92.4	92.4		
30 " "	"	+	314	3.5	10.2	13.7	0	222	0.8	91.5	92.3	++	

注) * 各地区から採集した斑紋ウイルス病罹病株を検定植物に接種し、斑紋ウイルスと判定された株を+、斑紋ウイルスでないと思われる株を-として表示した。



第1図 ほ場におけるアブラムシ着生株率と斑紋ウイルス病の発生

ウイルス病が県内全域に分布していることが示唆された。

V ほ場における斑紋ウイルス病の分布

ほ場における斑紋ウイルス病の罹病株の分布とその拡大について調査した。

1) 試験方法

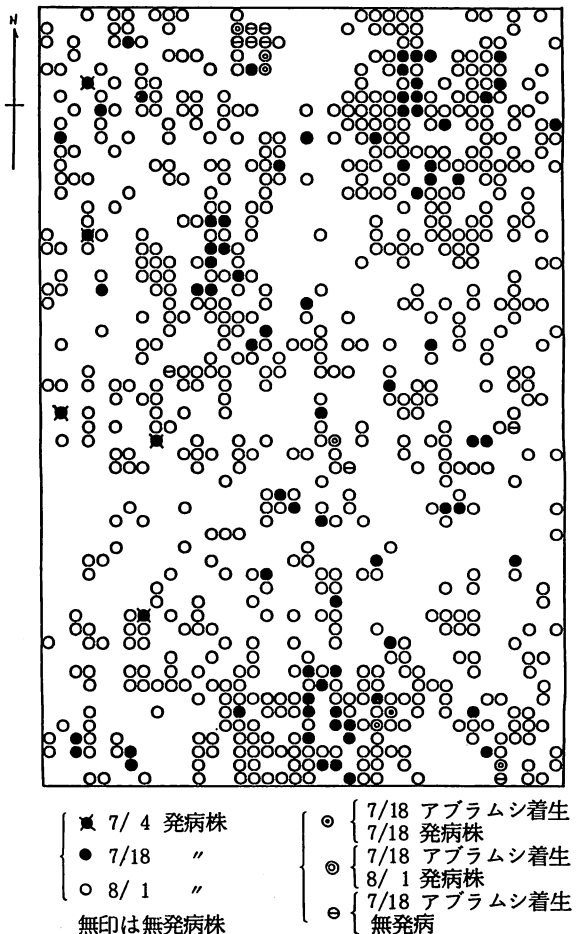
1973年にウイルス病の発生が認められなかった株から採種した種子をDD油剤で土壤消毒を行ったほ場に播種し(播種月日: 1974年5月25日)約140日間栽培して、7月4日、7月18日、8月1日に斑紋ウイルス病の発生を調査した。なお、ラッカセイの栽培は県の耕種基準に従って無マルチで栽培した。

2) 結果および考察

ほ場における斑紋ウイルス病感染株の発生は7月上旬頃から認められ、8月下旬になるとほとんど全株に拡大した。第2図に示したように、7月中旬までの感染株は局部に集中していたが、8月上旬になるとその周囲に拡大する傾向を示した。しかし、7月中旬のアブラムシ着生株の分布と斑紋ウイルス病罹病株の分布との関係は明かではなかった。

VI 斑紋ウイルス病の被害に関する試験

1) 試験方法



第2図 ほ場におけるラッカセイ斑紋ウイルス病罹病株の分布

茨城県におけるラッカセイ斑紋ウイルス病の発生と防除

1972年には茨城農試場内と鉾田町から、また、1973年には牛久町と茨城農試場内から採集した斑紋ウイルス罹病株について、それぞれ、M型、MN型および健全に分けて、1株ごとの生育および収量について調査した。

2) 結 果

第3表に示したように、斑紋ウイルス罹病株は健全株に比較して生育が著しく劣り、茎葉重が低かった。また、着莢数が減少し、莢実重で1~3割減収した。そして、M型の場合でも上子実重で1割、MN型では上子実重で3~4割も減収した

第3表 斑紋ウイルス病の発生したラッカセイ株の収量（1972，1973）

試験年次	採種株 採集地	被害程度(型)	調査株数	草丈 (主枝長) cm	茎葉重 g	着莢数 g	莢実重 g	上子実重 g	同左比
1972	茨城農試場内	健全	22 ^本	44	41	-	35	19.5	100
		軽症(M型)	20	43	37	-	35	20.9	107
		重症(MN型)	3	36	37	-	31	13.9	71
	鉾田	健全	25	49	41	-	74	5.1	100
		軽症(M型)	51	32	30	-	43	28.9	57
		重症(MN型)	15	32	30	-	55	37.3	73
1973	牛久	健全	20	53	-	43	70	35.8	100
		軽症(M型)	20	49	-	41	63	34.8	96
		重症(MN型)	20	40	-	34	49	21.7	61
茨城農試場内	健全	40	-	59	-	39	26.4	100	
	軽症(M型)	10	-	49	-	41	24.4	92	
	重症(MN型)	30	-	43	-	31	14.5	55	

Ⅶ 斑紋ウイルス病の種子伝染に関する試験

1 種子伝染率に関する試験

1) 試験方法

1973年に茨城農試場内で寒れいしゃ被覆栽培をして得られた種子(健全、M型およびMN型の各株ごとに採種したものを)をDD油剤で土壤消毒をし、寒れいしゃで被覆したほ場(規模は全区で16m×13m、高さ1.8m)に1974年5月29日に播種し、具耕種基準に準じてラッカセイを栽培し、斑紋ウイルス病の発生を調査した。なお、本試験はウイルスフリー種子の採種をも合せて行ったので、罹病株と判定した株は、直ちに抜きとって寒れいしゃ外に除去した。なお、アブラムシの防除としては、ダイシストン粒剤およびDDVP乳剤の処理を行った。

種子の未熟、成熟および種皮の異常と斑紋ウイルス病の伝染を調べるために、斑紋ウイルス病罹病株から得ら

れた種子をそれぞれ、成熟粒、未熟粒およびくず粒、また種皮の異常によって黒変のしみのあるものと紫斑のあるものに分けて、前試験と同じように寒れいしゃ内で栽培して斑紋ウイルス病の発生を調べた。

2) 結果および考察

斑紋ウイルス病罹病株から採種した種子の本ウイルス病の伝染率は、健全株から採種した種子に比較してかなり高い率を示し、約45~70%であった。なお、MN型よりもM型の方が伝染率は高い傾向を示した。また、1972年の採種時にMおよびMN型の症状を示していた株から採種した種子を1973年に播種して健全であった株から採種すると、本ウイルス病の伝染率は、1972、1973年とも健全株から採種したものとほとんど差がなくなった。従って、健全株から採種することによって、種子伝染率はかなり低下するものと推察される。

つぎに、ラッカセイの未熟種子は成熟したものに比較

第4表 斑紋ウイルス感染株から採種した種子の斑紋ウイルス病の伝染 (1974)

供試種子採種株の被害		斑紋ウイルス病の発病(株率)									収量(1株当たり)			
1972	1973	播種粒数	調査株数	7/4	7/18	7/30	8/7	8/20	8/30	9/20	茎葉重	莢実重	子実重	上子実重
1	健 - 健	114	55	4.9%	5.7%	10.4%	18.4%	24.0%	31.7%	39.6%	87.4 ^g	60.4 ^g	37.2 ^g	26.8 ^g
2	M - 健	114	61	0.8	0.8	2.8	6.8	12.6	17.0	28.1	60.3	42.8	27.0	19.8
3	MN - 健	114	61	0	0.5	3.7	8.7	18.7	23.6	31.4	58.9	42.6	28.0	21.7
4	健 - MN	111	76	1.3	1.3	5.1	11.7	19.7	26.6	45.6	53.4	37.4	22.9	17.6
5	健 - M	91	42	0.6	2.3	5.0	22.9	38.0	47.2	69.3	81.9	46.6	27.8	19.3

注) 1, 3 5 は3株, 2, 4 は4株から採種した種子をそれぞれ播種し, その平均値で表示した。
播種月日: 5月29日

第5表 ラッカセイ種子の未熟, 成熟および種皮の異状と斑紋ウイルス病の伝染 (1974)

供試種子	播種粒数	調査株数	調査月日(発病株率)						
			7/4	7/18	7/30	8/7	8/20	8/30	9/20
1 成熟粒(種皮異常なし)	84	74	2.2%	5.9%	7.7%	13.5%	20.4%	28.4%	48.6%
2 未熟粒	44	16	0	12.5	18.8	56.3	75.0	75.0	81.3
3 くず	130	22	0	0	0	33.4	38.4	60.0	90.7
4 成熟粒(黒変しみあり)	47	44	0	0	9.1	20.5	31.8	47.7	75.0
5 " (紫斑あり)	5	5	0	0	0	0	20.0	60.0	80.0

注) 播種月日: 5月29日

して, 本ウイルス病の伝染率はかなり高く, また, 種皮に黒変のしみがあつたり, 紫斑があつたりすると, 本ウイルスの種子伝染率は高くなる傾向を示した。

2 種子内における斑紋ウイルスの分布ならびに種皮の異状と斑紋ウイルスの保毒

1) 試験方法

斑紋ウイルス病の罹病株(MN型)から得られた種子を300粒供試し, 胚芽(幼芽), 胚芽(幼根), 子房および種皮に分け, それぞれ磨砕して前述した検定法によって, ラッカセイ, エンドウ, インゲン, コカブ, トマトおよび *Chenopodium amaranticolor* に接種した。また, 同じ種子を種皮の状態とくに着色によって4つの型(種皮に異状のないもの, 種皮に黒褐色のシミ斑のあるもの, 種皮が黄褐色なもの, 種皮に褐色斑のあるもの)に類別し, 種子を1粒ずつを磨砕して前記した検定法に準じて, インゲン(トップクローブ)に接種した。なお,

接種は4回行ない, 供試粒数は合計126粒であった。

2) 結果および考察

ラッカセイ種子内における斑紋ウイルスの分布をみると, 第6表に示したように, 種皮, 胚芽(幼芽), 胚芽(幼根), 子房ともに斑紋ウイルスが検出された。とくに, 粗汁液の希釈度と病徴発現との関係からみると, 胚芽(幼根)中に最も多くウイルスが潜在しているものと考えられた。

ラッカセイの種皮の異状と斑紋ウイルスの保毒率との関係をみると, 第7表に示したように, 保毒率は種皮に黒褐色のシミ斑のあるものが最も高く, 27.7%であった。しかし, 外見上種皮に異常のない種子からも17.7%もウイルスが検出された。

3 ラッカセイの品種および採種株の被害と斑紋ウイルスの保毒

1) 試験方法

茨城県におけるラッカセイ斑紋ウイルス病の発生と防除

第6表 ラッカセイ種子内における斑紋ウイルスの分布 (1973)

接 種 源	ラッカセイ		エンドウ		インゲン		コカブ		トマト		アカザ	
	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S
1 胚芽(幼芽)	0	4/4	0	4/4	4/4	0	0	0	0	0	0	0
2 " (幼根)	0	4/4	0	4/4	4/4	0	0	0	0	0	0	0
3 子房	0	4/4	0	3/4	4/4	0	0	0	0	0	0	0
4 種皮	0	4/4	0	2/4	4/4	0	0	0	0	0	0	0
		(M)		(M)	(NS)							

注) L:接種葉, S:上葉, M:モザイク, NS:えそ斑点, 供試検定植物は各4個体

第7表 ラッカセイの種子異状と斑紋ウイルスの保毒 (1973)

供試種子(種皮の状態)	接 種 検 定*					計
	第1回	第2回	第3回	第4回	計	
1 I型(種皮に異状のないもの)	6/10	4/18	1/10	1/30	12/68	(17.7) [※]
2 II型(種皮に黒褐色のシミがあるもの)	4/10	0/2	0/1	1/5	5/18	(27.7)
3 III型(種皮が黄褐色なもの)	0/10	2/5	2/10	1/13	5/38	(13.2)
4 IV型(種皮に褐色斑あるもの)	-	0/1	-	0/1	0/2	(0)

注) *ラッカセイ種子を1粒ずつインゲン(トックロップ)の葉に接種し, 接種葉にえそ斑点を生じた粒数で表示。

ラッカセイの品種(千葉半立, 白油7・3, インドネシア産品種名不明, 関東24号, 同25号, 同27号, 同29号, 同30号, 同33号, 八系79号), 各々50粒ずつの胚芽(幼芽, 幼根)を供試し, また, MN型と健全株か

ら採種した種子合計136粒を供試して, 前述した検定法に準じて, インゲン(トックロップ)に接種して, えそ斑の発生によって, 斑紋ウイルスの保毒率を検定した。

2) 結果

第8表 ラッカセイの品種と斑紋ウイルス病の保毒 (1974)

品 種	千葉半立	白油7・3	インドネシア産 (品種不明)	K24	K25	K27	K29	K30	K33	八系79
インゲン(トックロップ) にえそ斑の発生した葉数	0/6	1/6	7/7	0/6	0/6	2/6	2/6	0/6	0/6	1/6

第9表 採種株の被害と斑紋ウイルスの保毒(1974)

採種株の被害	斑紋ウイルスの伝染*			
	I	II	III	計
M N 型	7/26	3/21	3/10	13/57 (22.8%)
健 全	0/39	2/40		2/79 (2.5%)

注) *接種粒数中のえそ斑点の生じた粒数で表示した。

ラッカセイの品種と斑紋ウイルスの保毒率との関係を見ると, 第8表に示したように, インドネシア産のもの, 関東27号, 同29号, 白油7・3, 八系79号などから本ウイルスが検出され, かなり多くの品種が本ウイルスによって汚染されていることが示唆された。

また, 採種株の被害程度との関係では, 第9表に示したように, MN型では22.8%と保毒率が高く, 健全株の場合でも2.5%の保毒率を示した。

Ⅶ 防除対策に関する試験

1 種子消毒(乾熱処理)に関する試験

1) 試験方法

1973年: 供試種子は前年度、斑紋ウイルス発病株から採種したものをを用いた。乾熱処理は60, 65, 70, 80℃で30分から10時間まで行ない、翌日、殺菌土をつめた40cm×28cm×5cmのバットに各処理15粒ずつ播種し、14日後に発芽数および草丈について調査した。また、斑紋ウイルスの伝染率については、60℃で1~12時間乾熱処理を行なった種子をクロルピクリンで消毒し、寒れいしゅで被覆したほ場に播種(播種月日: 5月24日)し、斑紋ウイルス病の発生株数について調査した。なお、乾熱処理した種子は各処理25粒ずつの胚芽(幼芽、幼根)をとり、前述の検定法に準じて、インゲン(トックロップ)に接種してえそ斑の発生により、斑紋ウイルスの保毒を調べた。

1974年: 乾熱処理は、65℃で4, 8, 24, 48および72時間処理、65℃で1日8時間処理を2~3日反復、60℃で8時間処理した後70℃で2, 4および8時間処理、70℃で2, 4および8時間処理、80℃で2, 4お

よび8時間処理、90℃で1および2時間処理を行った。処理したラッカセイ種子は前年同様に殺菌土をつめた40cm×28cm×5cmのバットに各処理50粒ずつ播種(播種月日: 3月30日)し、約3週間後に発芽、生育状況および斑紋ウイルス病の発生について調査した。また、乾熱処理した種子は各処理25粒または100粒(第1回と第2回は25粒、第3回は100粒)の胚芽(幼芽と幼根)をとり、前述した検定法に準じて、インゲン(トックロップ)に接種してえそ斑の発生により斑紋ウイルスの保毒を調べた。

2) 結果および考察

第10表 ラッカセイ種子の乾熱処理と発芽率(1973)

時間	60℃	65℃	70℃	80℃
0.5	86.7%	-%	100%	100%
1	100	93.5	86.7	46.7
2	93.5	86.7	53.3	0
3	100	-	66.7	-
4	93.5	80.0	40.0	-
6	86.7	66.7	40.0	-
8	-	-	0	-
10	-	-	13.3	-

注) 無処理の発芽率は100%

第11表 乾熱処理と斑紋ウイルス病の発生(1973)

処 理	播種粒数	発芽率	斑紋ウイルス発病株率			収量(10株当)			種子胚芽接種検定*	
			6・18	7・19	8・10	莢実重	上子重	同左比	第1回	第2回
1 無 処 理	116	69%	2.5%	2.5%	52.1%	299g	160g	100	1/6	1/5
2 60℃1時間	116	65	1.3	1.3	38.5	313	178	111	0/6	0/5
3 " 2 "	116	60	2.9	4.4	33.4	336	186	116	0/6	0/5
4 " 4 "	116	67	2.6	4.3	21.2	337	176	110	1/6	2/5
5 " 6 "	116	52	0	3.3	28.9	347	194	121	6/6	0/5
6 " 8 "	114	64	0	0	30.0	298	159	99	1/6	0/5
7 " 10 "	114	61	0	1.3	36.7	328	174	109	2/6	0/5
8 " 12 "	114	53	0	1.6	44.8	298	175	109	6/6	0/5

注) * 接種検定はラッカセイ罹病種子25粒の胚芽をインゲン(トックロップ)の葉に接種した。

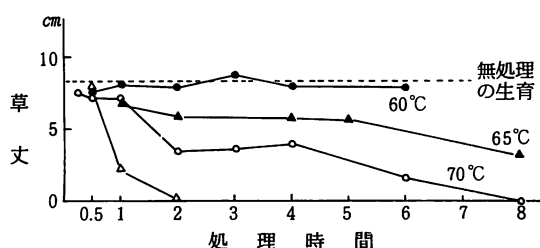
茨城県におけるラッカセイ斑紋ウイルス病の発生と防除

第12表 乾熱処理した種子の斑紋ウイルス検定とラッカセイの発芽および斑紋ウイルス病の発生(1974)

処 理	接 種 検 定				斑 紋 ウ イ ル ス 病 の 発 生							
	第1回	第2回	第3回	判定	播種粒数	発芽率	正常生育株数	健全株率	モザイク	萎縮	モザイク+萎縮	
						%	本	%	%	%	%	
1 65℃, 4h	0/5	4/4	4/4	±	50	88	34	55.9	29.4*	14.7	0.0	
2 " 8	5/5	0/4	2/4	±	"	84	32	46.9	31.3	15.6*	6.2*	
3 " 24	0/5	0/4	0/4	-	"	92	34	41.2	41.2	17.6	0	
4 " 48	0/5	4/4	0/4	±	"	28	0	0	0	0	0	
5 " 72	3/5	0/4	0/4	±	"	0	-	-	-	-	-	
6 " 8h-8h	0/5	0/4	0/4	-	"	50	0	0	0	0	0	
7 " 8h-8h-8h	5/5	0/4	0/4	±	"	38	0	0	0	0	0	
8 60℃, 8h, 70℃, 2h	0/5	0/4	0/4	-	"	78	8	50.0	12.5	25.0	12.5	
9 " " 4h	5/5	0/4	0/4	±	"	44	2	0	0	100	0	
10 " " 8h	0/5	0/4	0/4	-	"	22	1	100	0	0	0	
11 70℃, 2h	0/5	0/4	0/4	-	"	86	16	18.8	37.5	31.2	12.5	
12 " 4h	0/5	0/4	0/4	-	"	74	2	0	100	0	0	
13 " 8h	0/5	0/4	0/4	-	"	16	0	0	0	0	0	
14 80℃, 2h	0/5	0/4	0/4	-	"	0	-	-	-	-	-	
15 " 4h	0/5	0/4	0/4	-	"	0	-	-	-	-	-	
16 " 8h	0/5	0/4	0/4	-	"	0	-	-	-	-	-	
17 90℃, 1h	0/5	0/4	0/4	-	"	0	-	-	-	-	-	
18 " 2h	0/5	0/4	0/4	-	"	0	-	-	-	-	-	
19 無処理	5/5	4/4	0/4	±	"	92	40	80.0	15.0*	5.0*	0	
20 無接種	0/5	0/4	0/4	-	"	-	-	-	-	-	-	

注) 接種検定はインゲン(トッパクロップ)の接種株中, えそ斑点を生じた株数で表示。

*印はラッカセイ葉汁液をインゲン(トッパクロップ)に接種し, えそ斑点を生じた個体があったことを示す。



第3図 ラッカセイ種子の乾熱処理とラッカセイの生育(1973)

1973年の結果は, 第3図, 第10, 11表の通りで, ラッカセイ種子の乾熱処理で, 無処理に比べて発芽率および生育ともに大差がないのは, 60℃では6時間以内, 65℃および70℃では1時間以内, 80℃では30分以内であった。70℃で8時間および80℃で2時間処理では全く発芽しなかった。発芽と生育に比較的影響が少ない処理

温度の60℃で乾熱処理したラッカセイ種子の斑紋ウイルス病の発生は, 処理時間が12時間でも約4割の発病がみられた。また, 乾熱処理をした種子内の斑紋ウイルスの保毒検定を行ったところ, 試験の反復間に差があり, はっきりした傾向はつかめないけれども, 第1回目と第2回目の結果および前述したほ場における斑紋ウイルス発生とを考えると, 60℃の乾熱処理では落花生種子内のウイルスを不活化することは困難であった。なお, 原因については不明であるが, 60℃, 1~6時間の乾熱処理は無処理に比較して, 多少増収する傾向を示した。

一方, 1974年の結果は第12表に示したように, 65℃で4, 8, 48および72時間処理, 65℃で8時間処理3回, 60℃で8時間処理後70℃で4時間処理において, 斑紋ウイルスが検出された。本試験では70℃以上の乾熱

処理では斑紋ウイルスは検出されなかった。また、これら処理した種子の発芽をみたところ、65℃で24時間、70℃で4時間処理まで70%以上の発芽率を示した。しかし、無処理と同等の生育を示したのは、65℃で4、8、24時間処理のみであった。

以上の結果から、斑紋ウイルスが検出されない処理ではラッカセイの発芽および生育が著しく劣るので、乾熱処理の実用化は困難であろうと思われた。

2 アブラムシによる二次感染防止試験

1) 試験方法

1973年：斑紋ウイルス病の発生が認められなかった株から採種した種子をクロルピクリン消毒を行ったほ場に播種(播種月日：5月24日)し、次のような処理を行ない、約150日間栽培して、斑紋ウイルス病の発生と落花生の収量について調査した。処理区①寒れいしゃ被覆(播種直後から45日間)、②白色テープ法(白色ポリテ

ープ(巾5cm)を高さ50cm、巾20cmに張ったもの)、③ダイアジノンテープ法(白色テープと同じように張ったもの)、④透明ポリマルチ被覆、⑤黒色ポリマルチ被覆。

1974年：DD油剤によって消毒したほ場に、5月25日に播種し、次のような処理を行ない、約140日間栽培して、斑紋ウイルス病の発生とラッカセイの収量について調査した。処理区①寒れいしゃ被覆(5月27日～6月25日)、②同(6月12日～7月10日)、③同(6月25日～7月23日)、④同(7月11日～8月7日)、⑤白色テープ法(白色ポリテープ(巾5cm)を高さ50cm、巾15cmに張ったもの)、⑥ダイシストン粒剤(播溝に10a当たり6kg)処理、⑦ジメトエート粒剤(⑥と同じ)処理。

2) 結果および考察

1973年の結果は、第13表に示したように、8月31日の最終調査時には約38～94%の発病株率を示したが、

第13表 各種対策と斑紋ウイルス病の発生およびラッカセイの収量(1973)

処 理	7月13日			8月31日		収量(10株当)		
	調査株数	発病株率	アブラムシ寄生株率	調査数	発病株率	莢実重	上子実重	同左比
1 寒れいしゃ被覆(5月24日～7月9日)	43.7 ^本	0.8 [%]	0.9 [%]	45.3 ^本	49.2 [%]	745.0 ^g	469.4 ^g	125
2 白色テープ	39.0	2.2	8.6	39.0	37.8	711.7	437.0	116
3 ダイアジノンテープ法	44.7	4.3	7.7	45.0	47.9	706.7	430.4	115
4 透明ポリマルチ被覆	42.0	17.8	38.2	43.3	73.2	683.3	447.9	119
5 黒色ポリマルチ被覆	32.7	36.7	61.0	34.3	94.4	750.0	448.5	119
6 無 処 理	34.0	17.7	58.4	36.3	67.1	623.3	376.5	100

第14表 各種対策と斑紋ウイルス病の発生およびラッカセイの収量(1974)

処 理	斑紋ウイルス病発病株率							収 量 (10株当)					
	播種粒数	調査株数	7/4	7/18	8/1	9/20	調査株数	莖葉重	莢実重	子実重	上子実重	同左比	
1 寒れいしゃ被覆 5.27～6.25	56	56 ^本	0 [%]	0.9 [%]	33.4 [%]	77.4 [%]	20 ^株	1,130 ^g	850 ^g	605 ^g	475 ^g	95	
2 " 6.12～7.10	"	51	-	0	30.3	78.1	"	1,075	840	498	388	78	
3 " 6.25～7.23	"	56	-	-	0.4	86.4	"	1,080	875	553	413	83	
4 " 7.11～8.7	"	56	6.3	-	-	96.5	"	1,340	1,055	625	455	91	
5 白色テープ法	"	56	2.7	0	9.9	80.2	"	1,303	983	595	480	96	
6 ダイシストン粒剤6kg/10a処理	"	55	0	2.8	39.2	78.5	"	1,320	1,108	625	480	96	
7 ジメトエート粒剤6kg/10a処理	"	51	0	4.5	35.6	76.8	"	1,345	963	610	473	95	
8 無 処 理	"	56	0	1.8	40.2	89.2	"	1,260	1,030	628	500	100	

注) -印は寒れいしゃ被覆中のため調査しなかったものである。

7月13日の調査時には、寒れいしゃ被覆（播種後30日間）、白色テープ法およびダイアジノンテープ法ではアブラムシ寄生率がかなり低く防除効果が認められた。一方、1974年の結果は、第14表に示したように、9月20日の最終調査時には各処理とも約80～90%の発病株率を示し、ほとんど防除効果を認めなかったが、発病経過からみると、白色テープ法および寒れいしゃ被覆では発病が遅延する傾向を示した。寒れいしゃの被覆時期をかえて斑紋ウイルス病の発生をみたところ、播種後早い時期に被覆した方がやや発病株率が低下した。そして、2か年間の結果を総合すると、試験年次によって効果は多少異なるが、寒れいしゃの生育初期の被覆、白色テープ法、ダイアジノンテープ法などはアブラムシの着生株率もかなり低く、斑紋ウイルス病の発生は遅延し、最終的な発病もやや軽減する傾向を示した。今後、さらに、アブラムシの飛来密度と斑紋ウイルスの発生との関係について明らかにする必要がある。

Ⅸ 総合考察

ラッカセイ斑紋ウイルス病（Peanut mottle virus）は、1965年 Kuhn⁹⁾によって初めて報告され、その後、北アメリカ¹⁰⁾のみならず、オーストラリア¹¹⁾、アフリカ¹²⁾、インド¹³⁾、台湾¹⁴⁾、など全世界に広く分布していることが明らかになってきている。我が国では井上⁸⁾が1968年に初めて報告し、千葉、神奈川、岡山、鹿児島など各県下での発生を認めている。本病に感染すると収量はかなり減少するといわれ、1973年に米国のジョージア州では1千万ドル以上もの被害があったと報告され⁴⁾、本病はラッカセイ栽培上の留意すべき一つの病害となっている。筆者らは茨城県内における本病の発生と被害について調査を行い、さらに、種子伝染および本病の防除対策などについて検討した。

斑紋ウイルス病の病徴は前述したように、大きくわけて二つの型がある。まず、一般に葉に不規則な濃緑色の斑紋を生じて葉の縁からやや捲きあがり、連葉気味になることが多い。この型は著しい萎縮は認められない（M型）。一方、前述した病徴とともに、さらに非常に明瞭

で黄褐色の不規則なえそ斑を生じ、葉は著しく連葉状になって変形し、病徴が進展すると罹病株全体が著しく萎縮するものがある（MN型）。このM型およびMN型の罹病葉を植定植物（インゲン、エンドウ、コカブ、トマト、*Chenopodium amaranticolor*）に接種したところ、両型とも同じような病徴を示し、いずれも斑紋ウイルス病であることが判明した。Paguioら¹¹⁾の報告によると、ラッカセイ斑紋ウイルスには5つの系統があることを認めている。すなわち彼らの報告はラッカセイ斑紋ウイルス病罹病株から分離した5種のウイルスをウイルス粒子の形態、血清反応、紫外線の吸収、寄主範囲および粗汁液の性質を明らかにし、Mild mottle strain（PMV-M）、Severe mosaic strain（PMV-S）、Necrosis strain（PMV-N）およびChlorotic line pattern strain（PMV-CLP）に分け、PMV-Mはさらにエンドウでの病徴および感染時期やインゲンでの局部病斑（local lesion）の大きさによってM1とM2の2系統に分けた。病徴からみると、前述したM型はPaguioらのPMV-Mに属しMN型はPMV-Nに属するものと考えられる。米国のジョージア州ではPMV-Mの発生が最も多いというけれども、茨城県内のラッカセイにおいてもこの系統によると思われるM型の発病が最も多かった。

茨城県内の主要なラッカセイ栽培ほ場において、斑紋ウイルス病の発生について調査したところ、7月上旬には発生が認められ、ほとんどのほ場で発病株率が10%以下であったが、なかには20～30%の発病株率を示すほ場も見うけられた。一方、9月中下旬になると大部分のほ場でかなり高い発病率となり、米国のジョージア州において栽培中期頃までに75～90%の株が本ウイルス病に罹病する畑が認められるというPaguioら¹¹⁾の結果とも一致した。そして、本県では、本病は県内全域に分布しており、地域別にみると、ラッカセイ栽培面積の多い地域、とくに、栽培歴の古い地域で発病の多いことは注目された。

場内ほ場における斑紋ウイルス病の分布をみると、7月中旬までの感染株からそれ以後、周囲の株へ発病が広

大して行く様相を示した。これは、現地のは場においても、本病はある程度集団して発生することから同一の傾向を示しているものと思われる。Demski⁴⁾は斑紋ウイルス病のは場における拡大を試験し、感染源植物から少なくとも48 mまでは拡大すると述べている。

本病に感染した病株について、それぞれ、M型、MN型および健全株に分けて、株ごとの収量について調査したところ、罹病株の生育は健全株に比較して著しく劣り、茎葉重が低くなった。また、莢実数は減少し、莢実重で1～3割、上子実重でM型は1割、MN型は3～4割も減収した。Paguioら¹²⁾によると本病に早期に感染するほど減収が著しいことを認め、減収率は20～25%にも達したと述べている。さらにSunら¹⁵⁾は斑紋ウイルスの severe mosaic strain (PMV-S) に感染すると、40～70%も減収することを報告しており、ラッカセイ栽培にとっては、かなりの減収要因となり得る。茨城県内においても、本病の発生状況および被害程度からみて、少なくとも10%以上も本病によって減収しているものと思われる。

前述したように斑紋ウイルスは汁液とアブラムシ伝染さらに接木および種子伝染をする。Demskiら³⁾によると本ウイルス病はダイズでは種子伝染をせず、土壌伝染もしないといわれる。そして、現在までに我が国で、畑において発病のみられた作物は、ラッカセイのほかにはエンドウおよびダイズのみである。

Demski⁴⁾によると、ラッカセイ斑紋ウイルスはラッカセイからダイズへ、ダイズからダイズへ、またダイズからラッカセイへの伝播し、ダイズでは本ウイルスは種子伝染をしないので、第1次伝染源は感染したラッカセイであると報じている。ダイズでも減収することから、本ウイルス病はダイズ採種上にも問題となる可能性があるろう。

ラッカセイにおける斑紋ウイルス病の種子伝染率は、ウイルスの系統によっても多少差があるようであり、井上⁸⁾によると数%であるといわれているが、Bock²⁾によると20%も種子伝染した例が報告されている。

筆者らのラッカセイ茎葉が接解しないような条件下で

の試験で、罹病株から採種した種子の伝染率をみたところ、播種後1カ月目頃までは数%であるが、栽培日数経過とともに増加し、かなり高い伝染率(45～70%)を示すものと思われた。一方、罹病株から採種した種子は健全株から採種した種子よりも多くの斑紋ウイルスの保毒種子が認められ、健全株から採種することによって種子伝染率が低下するものと推察された。なお、Kuhn⁹⁾によれば、本病に感染したラッカセイ(品種名・アルゼンチン)の種子では33%の種皮が変色したというけれども、千葉半立では種皮の色の異状なものが増加する傾向はないようであった。

また、ラッカセイ種子内における斑紋ウイルスの分布をみると、種皮、胚芽(幼芽および幼根)、子房ともに斑紋ウイルスが検出され、とくに粗汁液の希釈度と病徴発現との関係からみると、胚芽(幼根)中に最も多くウイルスが潜在しているものと思われた。また、ラッカセイ種子の成熟、未熟および種皮の異状によって斑紋ウイルスの種子伝染率がどう変化するかをみると、未熟種子およびくず粒は成熟粒に比較してウイルス保毒率がかなり高く、また種皮に黒変のシミがあったり、紫斑があったりすると、種皮の正常な種子よりも保毒率が高くなった。Paguioら¹¹⁾も筆者らと同様に未熟な小さい種子は成熟した大きな種子に比較して保毒率が高いことを認めている。

種子消毒については60℃～90℃の乾熱処理の効果を検討したけれども斑紋ウイルスが検出されないような熱処理ではラッカセイの発芽および生育が著しく劣るので、乾熱処理の実用化は困難であると思われた。また、各種防除対策による斑紋ウイルス病の防除効果について検討したところ、試験年次によって、多少傾向は異なるが、寒れいしゃの生育初期の被覆、白色テープ法(巾5cmの白色ポリテープを高さ50cm、巾20cmに張ったもの)、ダイアジノンテープ法(白色テープと同様にダイアジノンテープを張ったもの)などはアブラムシの着生株率がかなり低く、斑紋ウイルスの発生は遅延し、発病株率は軽減する傾向を示した。収量については、1974年はアブラムシの飛来数が多かったため各処理ともにラッカセ

イの増収効果は認められなかったが、1973年は各処理区とも無処理区に比較して約2割も増収した。このように、年次によっては初期のウイルス感染を防止することによって被害が軽減することを認めた。これは前述したように、感染時期が早いほど減収が著しいこととも一致するものと考えられる。

以上の結果を総合すると、斑紋ウイルス病は種子伝染するので、まず健全株から採種し、また、粒選時にも種皮に黒いシミや着色のある種子または未熟な種子は播種しないことが肝要であると思われる。さらに、ほ場ではアブラムシ伝染を阻止するために寒れいしゃで被覆をしたり、白色テープまたはダイアジノンテープを張ることは初期のウイルス感染を防止して被害を軽減できる場合もある。しかし、これらの処理方法は大面積を処理するには困難な対策であるので、このような場合の防除対策についてさらに検討する必要がある。また、現在、我が国で栽培されている多くのラッカセイ品種は、いずれも斑紋ウイルス病によって汚染されているので、今後、無毒種子の確保ならびに抵抗性品種の育成も望まれよう。

X 摘 要

1) ラッカセイ斑紋ウイルス病の病原である Peanut mottle virus はインゲン(トックロップ)に汁液接種することによって接種葉に明瞭なえそ斑または葉脈えそを生じ、本ウイルスを判定するのに最適な検定植物であった。なお、斑紋のみを生ずる型(M型)、不規則なえそ斑を生じて萎縮する型(MN型)ともにインゲン(トックロップ)では同様な病徴を示した。

2) 県内におけるラッカセイ斑紋ウイルス病の発生実態を調べたところ、本病は7月上、中旬頃から発生を認め、初めはほとんどのほ場で発病株率10%以下であったが、9月中、下旬になると、ほとんどのほ場でかなり高い発病株率を示した。地域別にみると、ラッカセイ栽培面積が多く、栽培歴の長い地域は他の地域に比較して発病株率の高いほ場が多かった。

3) ほ場における斑紋ウイルス病の分布をみると、7月中旬までの感染株は局部的に集中していたが、8月下

旬になるとその周囲に拡大した。しかし、7月中旬のアブラムシ着生株の分布と斑紋ウイルス発病株の分布との関係は明らかでなかった。

4) 斑紋ウイルス罹病株は健全株に比較して生育が著しく劣り、茎葉重が低く、着莢数が減少し、莢実重で1~3割減収した。上子実重はM型で1割、MN型では3~4割減収した。

5) 斑紋ウイルス病罹病株から採種した種子の伝染率は健全株から採種した種子に比較してかなり高率(45~70%)であった。MN型よりもM型の方が伝染率は高い傾向を示した。また、健全株から採種することによって種子伝染率はかなり低下するものと思われた。そして、その伝染率は未熟種子および成熟種子でも種皮にしみや紫斑があると高くなる傾向を示した。

6) ラッカセイ種子内における斑紋ウイルスの分布をみると、胚芽(幼根)中に最も多くウイルスが潜在しているものと思われた。

7) ラッカセイの品種と斑紋ウイルス病の保毒率をみると、インドネシア産のもの、関東27号、同29号、白油7・3、八系79号などからウイルスが検出され、多くの品種が本ウイルスによって汚染されていることが示唆された。

8) 乾熱処理によって罹病種子の消毒効果を検討したところ、種子から斑紋ウイルスが検出されない70℃以上の処理ではラッカセイの発芽および生育が著しく劣った。

9) アブラムシによる二次感染防止による斑紋ウイルス病の軽減効果を検定したところ、年次によって多少異なるが寒れいしゃの生育初期の初期の被覆、白色テープやダイアジノンテープなどをほ場に張る方法はアブラムシの着生株率もかなり低くなり斑紋ウイルス病の発生が遅延し、最終的な発病もやや軽減する傾向を示した。

引 用 文 献

- 1) Behncken, G.M. (1970)
The occurrence of peanut mottle virus in Queensland. Aust. J. Agric. Res. 21 : 465 - 472

- 2) Bock, K. R. (1973)
Peanut mottle virus in East Africa. *Annals of applied Biology* 74 : 171 - 179
- 3) Demski, J. W., and H. B. Harris (1974)
Seed transmission of virus in soybean. *Crop Sci.* 14 : 888 - 890
- 4) Demski, J. W. (1975)
Source and spread of peanut mottle virus in soybean and peanut. *Phytopathology* 65 : 917 - 920
- 5) Echandi, E. and T. T. Hebert (1971)
Stunt of beans incited by peanut stunt virus. *Phytopathology* 61 : 328 - 330
- 6) 飯塚典男・抽木利文 (1974)
ダイズから分離された Peanut stunt virus. 東北農試研報 47 : 1 - 12
- 7) 井上忠男・井上成信 (1966)
Turnip mosaic virusの1系統によるナンキンマメの輪紋モザイク病, 農学研究 50 (2) : 51 - 60
- 8) 井上忠男 (1968)
ナンキンマメおよびエンドウに発生するナンキンマメ斑紋ウイルス (Peanut mottle virus). 農学研究 52 (4) : 159 - 164
- 9) Kuhn, C. W. (1965)
Symptomatology, host range, and effect on yield of a seedtransmitted peanut virus. *Phytopathology* 55 : 880 - 884
- 10) Mink, G. I., M. J. Silbernagal, and K. N. Saksena (1969)
Host range, purification, and properties of the western strain of peanut stunt virus. *Phytopathology* 59 : 1625 - 1631
- 11) Paguio, O., and C. W. Kuhn (1973)
Strains of peanut mottle virus 63 : 976-980
- 12) Paguio, O., and C. W. Kuhn (1974)
Incidence and source of inoculum of peanut mottle virus and its effect on peanut. *Phytopathology* 64 : 60-64
- 13) Poh, T. W., G. S. Lan, and L. Y. Chuan (1972)
Studies on groundnut mosaic virus of *Arachis hypogaea* L. in West Malaysia. *Exp. Agric.* 8 (4) : 355 - 368
- 14) Silbernagel, M. J., G. I. Mink, and K. N. Saksena (1966)
A new virus disease of beans. *Phytopathology* 56 : 901
- 15) Reddy, D. V. R., Iizuka, N., Ghaneker, A. M. M., Murthy, V. K., Kuhn, C. W., Gibbons, R. W., and Chohan, J. S. (1978)
The occurrence of peanut mottle virus in India. *Plant Disease Reporter* 62 (11) : 978 - 982
- 16) Sun, M. K. C., and T. T. Hebert (1972)
Purification and properties of severe strain of peanut mottle virus. *Phytopathology* 62 : 832 - 839
- 17) 土崎常男 (1973)
日本でインゲンより分離された Peanut stunt virus について, 日植病報 39 : 67 - 72
- 18) Wu, W. S. and Su, H. J. (1978)
Preliminary study on peanut mottle disease in Taiwan. *Plant Protection Taiwan Univ.* 20 (3) : 277 - 282

水稲の湛水土壌中直播栽培に関する研究

第1報 出芽・苗立の安定化と播種期幅

狩野幹夫・塩幡昭光・酒井 一

Studies on the Direct Underground Sowing
in the Submerged Paddy Field Part I.

Obstruct Factor of Seedling Emergence and Establishment and
Cropping Season of the Direct Underground Sowing.

Mikio KANO, Akimitsu SHIOHATA and Kuni SAKAI

湛水土壌中直播栽培における出芽・苗立の安定化と播種期幅について1983年から3カ年検討した。

その結果、苗立率80%以上を得るために必要な条件は酸化還元電位・250 mV以上、播種後5日間の積算温度・78℃以上、出芽前までの日数が9日以内、播種深度・1 cm、播種後の水深・1～3 cmの浅水管理とし、出芽揃後に芽干しをすることであった。

玄米品質からみた播種期の晩限は6月第1半旬、出穂期の晩限は9月1日と推定された。また、生産力からみた播種期幅は初星が5月第2半旬～第3半旬の範囲であり、対稚苗比で±3%の収量が期待できる。しかし、コシヒカリはいずれの播種期でも-6%以上の低収であった。

I 諸 言

水稲の直播栽培は省力・労力分散としての長所をもつ稲作技術として、大正時代から今日まで4期を経過してきた。しかし、機械移植のように全国的規模の普及には至らなかった。昭和30年代では未だ田植機の出現しない時代に田植え時の労働分散のため直播が導入された。しかし、圃場条件や水利慣行から栽培地域・栽培時期に制約があり、岡山県や埼玉県の極く一部に局地的に定着したにすぎなかった。そして、昭和49年には水稲作付の2%強まで普及したが、翌年から再び漸減し機械移植が主流となった。県内においても乾田直播等が一部で実施されたが定着しなかった。

直播導入を阻害する要因として、乾田直播では土壌条

件として播種期に排水が良好であり、湛水後は透水の少ないこと¹⁰が要求される。また、湛水後の透水が大きいためから肥料成分の流亡が著しく、連年栽培すると地力が消耗し減収する^{2,3,4,11})さらに、出芽・苗立および雑草防除が不安定である¹¹)などが指適されている。一方、湛水直播はいわば全天候型の播種作業が可能とされ、保温効果もあることから北海道まで栽培され地域的な広がりが前者よりまさった。しかし、乾田直播と同様に出芽・苗立が著しく不安定なことから浅根のため倒伏し易く収量性が不安定であった。

今日の農業状勢はかつて直播の登場した時代背景とはかなり様相を異にしている。なかでも、米価の国際価格との大きな隔たりに基づく貿易自由化と昭和54年以降の

実質据え置きから、従来の稲作経営の見直しが必要となってきた。すなわち、今後の稲作は受委託を含む中核農家による規模拡大とコスト低減の方向が国・県をあげてうたがわれ、直播栽培も再びみなおされるに至った。

本研究はこのような背景に基づき、1983年から水稻の湛水土壤中直播栽培の安定技術を確立するために行なったものである。この栽培法は従来の湛水直播の利点を生かしながら過酸化石灰の利用¹⁰⁾によって湛水における出芽・苗立の安定化がえられ、土中に種子を播種することにより倒伏防止が可能とされる⁸⁾ことから実用に供せられるようになった。しかし、本県における気象・土壌条件と苗立ち、品種と播種期幅、品種と施肥法等については未検討なので、これらの事項について検討を進めてきた。その結果、出芽・苗立の安定化と播種期幅について明らかにしたので報告する。

Ⅱ 出芽・苗立の安定化

気象・土壌・耕種条件から出芽・苗立を阻害する要因を検討し、目標苗立率80%を得る条件を解明する。

1 気温と出芽・苗立

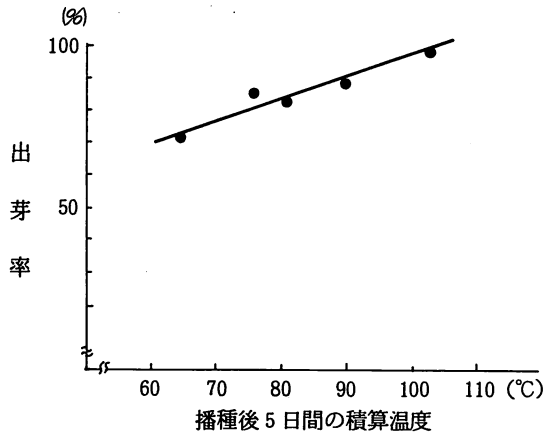
1) 試験方法

初星・コシヒカリを供試して1983～85年の3カ年、4月25日から15日おきに6月25日まで播種して得られた出芽・苗立率と竜ヶ崎試験地における気象データを使用した。播種方法は浸種消毒後、ハト胸に催芽した種子をカルパーでコーティングした後、播種量・乾初0.4kg/a(両品種ともm当り40～45粒)、播種深度・1cm、畦幅・30cmを目標に2条の人力播種機および人力で条播した。播種後、除草剤としてピラゾレート粒剤、殺虫剤のダイアジノン粒剤をそれぞれ0.3kg/a、0.5kg/a散布した。

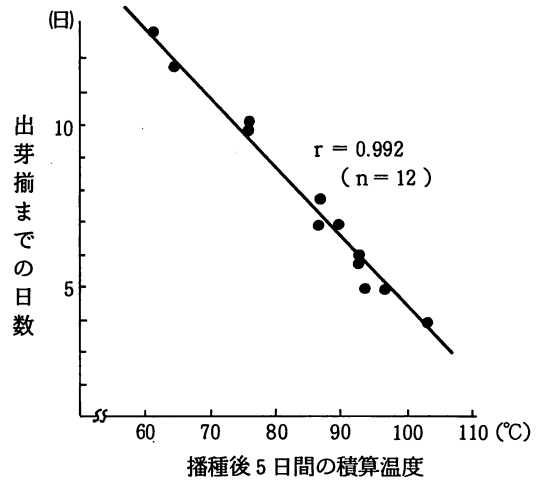
2) 結果

(1) 気温と出芽

出芽率は第1図に示したように、播種後5日間の積算温度が高くなるにしたがって向上した。これは出芽揃までの日数と播種後5日間の積算温度の関係が第2図にみられるように負の高い相関関係がみられたことから、出



第1図 播種後の積算温度と出芽率
注) 品種: 初星



第2図 播種後の積算温度と出芽揃日数
注) 品種: 初星, コシヒカリ

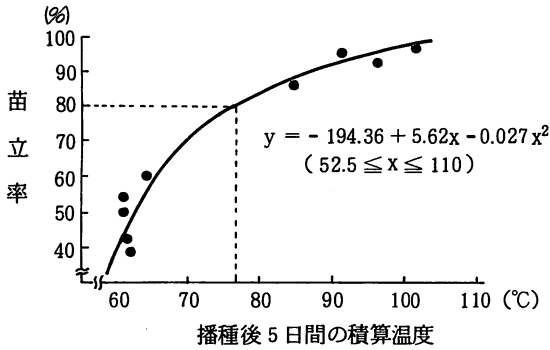
芽には高温条件を要することが認められた。

(2) 気温と苗立

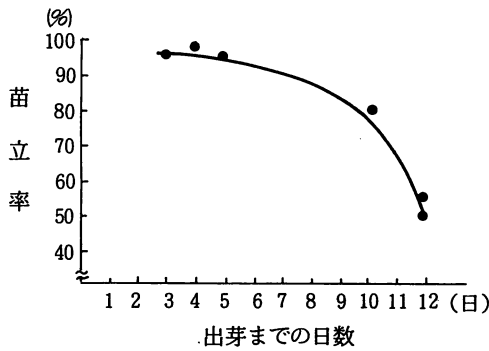
播種後5日間の積算温度と苗立率の関係を第3図に示した。

播種後の積算温度が60～70℃の範囲では70%以下の苗立率を示すが、78℃以上になると80%以上の苗立率が得られた。この気象条件を県南部地域にあてはめると5月第2半旬にあたる。

出芽揃までの日数と苗立率の関係を第4図に示した。



第3図 積算温度と苗立率



第4図 出芽までの日数と苗立率

苗立率は出芽前までの日数が短いほど高く得られ、長期になるほど低下する傾向が認められた。したがって、苗立率80%以上を目標とした場合は、出芽前までの日数が9日以内になるような気温条件に播種する必要がある。

つぎに、播種後5日間の積算温度と出芽前までの日数から苗立率を予測する重回帰式を求めた。すなわち、苗立率(目的変数・Y)に対して前記の説明変数を X_1, X_2 とすると、 $Y = 2.49 X_1 + 4.44 X_2 - 154.42$ の式で示された。この回帰は危険率2.5%で有意に認められ、重相関係数・0.937、寄与率・0.878であった。

2 土壤の酸化還元電位・播種深度と出芽・苗立率

1) 試験方法

調査圃場は土壤型を細粒～中粗粒グライ土に統一して酸化還元電位の異なる竜ヶ崎市大徳町、同北方町、同千秋、同羽黒、利根町立木、同羽中に設けた。品種は初星・コシヒカリを供試し場内試験も含めて1983～1985年の3カ年、播種期は4月25日、5月10日、5月25日にそ

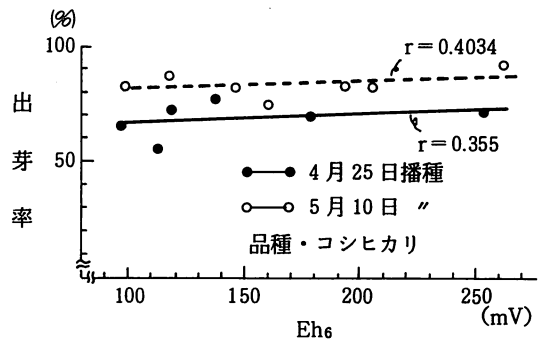
れぞれ深さ1cm、2cmに播種した。播種方法は浸種消毒後、ハト胸に催芽した種子をカルパーでコーティングした後、手でいねいに各区100粒を播種した。播種後、ピラゾレート粒剤、ダイアジノン粒剤をそれぞれ0.3kg/a、0.5kg/a散布した。

土壤の酸化還元電位は携帯用RM-1K型酸化還元電位計を用いて、播種直前にそれぞれ深さ5cmの位置を10カ所測定した。これと同時にpHを携帯用HM-1K pH計で測定し、酸化還元電位(以下、 E_{h6} という)を E_{h6} に換算した。

2) 結果

(1) E_{h6} と出芽

E_{h6} と出芽率の関係を第5図に示した。 E_{h6} と出芽率



第5図 E_{h6} と出芽率の関係

との相関は有意なものと認められなかったが、 E_{h6} の増加にともなって出芽率はわずかに高まる傾向がうかがわれた。

E_{h6} に比べ第1表にみられるように播種期・播種深度などの影響が大きく、出芽率は播種期では5月10日>4月25日、播種深度では1cm>2cm、品種では初星>コシヒカリであった。これらのことから、出芽を阻害する要因としては、播種時の気温や播種深度などの気象・耕種

第1表 播種期・播種深度と出芽率(要因効果)

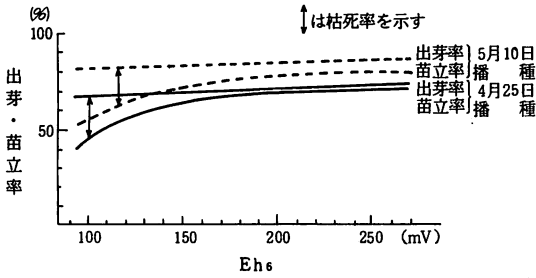
播種期 (月, 日)		播種深度 (cm)		品 種	
4.25	5.10	1cm	2cm	初星	コシヒカリ
71.0	78.6	80.1	69.5	77.3	72.4

注) 単位は%

的要因、品種などの生理的要因が E_h6 よりも大きいものと推察された。

(2) E_h6 と 苗立

E_h6 と 苗立率の関係を第6図に示した。苗立率は E_h6 が酸化的になるにしたがって向上することが認められた。



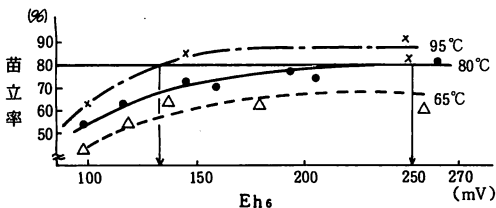
第6図 E_h6 と 出芽・苗立率の関係
注) 品種はコシヒカリ

この関係を播種期別にみると、5月10日播種は4月25日播種に比べ10%前後高い苗立率が得られた。苗立率80%を目標とした場合、4月25日播種は E_h6 が増加しても達しなかったが、5月10日播種では $E_h6 \cdot 250$ mV以上になると目標の苗立率が得られた。

E_h6 による苗立率の低下は出芽率と苗立率の対比からわかるように一旦出芽した種子が枯死するため、その影響は E_h6 が低下するほど大きかった。枯死の原因は種子が発芽したものの、その後種子の周囲が黒化し、しょう葉も水浸状となった個体が多く観察されたことから還元による障害によって枯死したものと推定された。

E_h6 ・ 積算温度と 苗立率の関係を第7図に示した。

苗立率は E_h6 とともに積算温度によっても変動することが明らかとなった。すなわち、苗立率は E_h6 および積



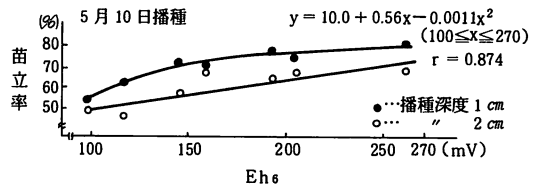
第7図 E_h6 ・ 積算温度と 苗立率の関係
注 図中の温度は播種後5日間の積算温度、
品種はコシヒカリ

算温度が小さいほど低下し、大きいほど向上する傾向であった。しかも、積算温度が95°Cの条件になると E_h6 が150 mV程度に低下しても80%前後の苗立率が得られた。これは播種後の積算温度が高いと出芽前までの日数が短期間になるため、還元条件下でも種子にコーティングされた過酸化石灰の働きによって発芽・発根のための酸素補給が十分行なわれたことに起因するものと思われた。

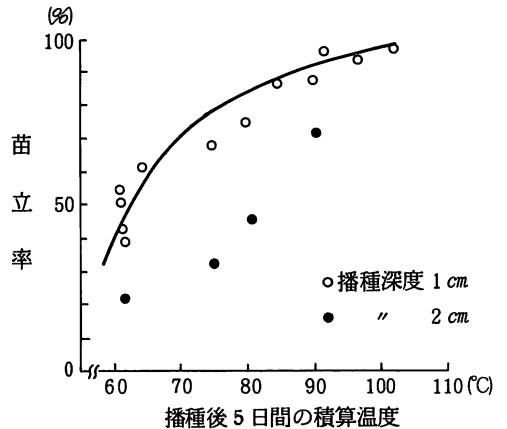
したがって、苗立率の目標を80%とした場合、播種後5日間の積算温度が78°C以上の低温許容条件では $E_h6 \cdot 250$ mV以上の土壌、同95°C以上の高温条件では $E_h6 \cdot 150$ mV以上の土壌でも適応しうることが判明した。

(3) 播種深度と 苗立

播種深度・播種後5日間の積算温度と 苗立率の関係を第8～9図に示した。



第8図 E_h6 と 苗立率の関係
品種：コシヒカリ

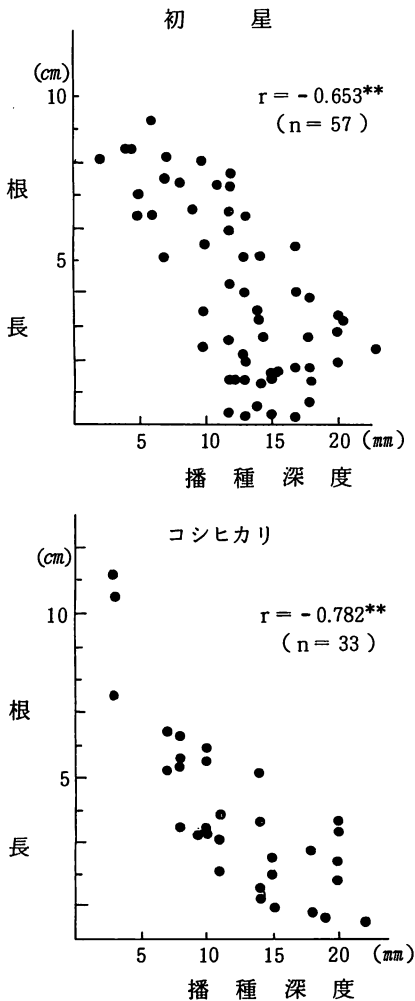


第9図 播種深度・播種後の積算温度と 苗立率
注) 品種は初星、コシヒカリ

苗立率は播種深度2 cmも1 cm同様に E_h6 の増加にしたがい向上する傾向が認められたが、苗立率は1 cmより劣った。しかし、播種後5日間の積算温度が90°C以上にな

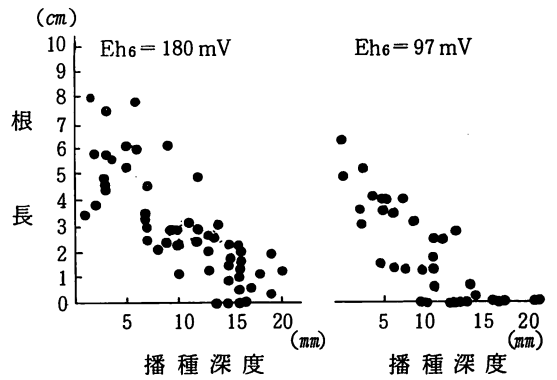
ると2 cmでも苗立率が著しく向上し1 cmの苗立率に近い値を示した。これは気温が高いことによって出芽揃までの日数が短期間であったためと思われる。

播種深度と苗立後の生育は深くなるにしたがい根長、葉令、発根数の劣る傾向がみられた。とくに根長は第10図に示したように初星・コシヒカリとも高い負の相関関係が認められた。また、初星は播種深度が深くなっててもコシヒカリより根の伸長は旺盛な傾向がみられたことから、苗立率の品種間差はこの点からも推測しうるものと思われた。



第10図 播種深度と根長

さらに、根長は第11図に示したように、Eh₆の高い条件では播種深度が深くなってても根の伸長する個体が多くみられるのに対し、Eh₆の低い条件では根の伸長が全くみられない個体が増加し、枯死する種子の増加することが認められた。



第11図 Eh₆・播種深度と根長
注) 品種はコシヒカリ

以上のように、播種深度が1 cmより深くなるとEh₆が低下し、出芽揃えまでの日数も長くなるので、過酸化石灰の効果が減退し、発根できない種子が増加し苗立率の低下に帰着するものと推定された。このような現象は主に低温条件で観察されたが、短期間に揃揃に達する気象条件では苗立率が高いことから発芽・発根の生育障害は少ないものと思われる。

苗立率を向上させるための播種深度はこれまでの結果から1 cmが良いことになるが、登熟期における直播稲は稚苗移植と比べ倒伏し易い欠点があり、播種の深さとの関係のあることが考えられる。

第2表に深さ2 cmに播種したコシヒカリの生育・収量を示した。

苗立率は深さ1 cmが2 cmよりまさったが、苗立率の許容限界を70%以上とすれば2 cmでも実用上問題は少なかった。時期別の草丈・茎数は両区とも大差なく推移し、玄米重は2 cmが1 cmよりまさった。増収要因は倒伏の軽減化による登熟歩合の向上であった。倒伏程度は深さ2 cmが1 cmより明らかにまさり、稚苗移植並の田面支持力も得られた。

第2表 播種深度と生育収量

播種深度 (cm)	苗立数 (本/m)	苗立率 (%)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	わら重 (kg/a)	玄米重 (kg/a)	千粒重 (g)	一穂粒数(粒)	登熟歩合(%)	倒伏程度
1	39	86.7	99	17.2	394	64.0	46.3	21.2	80.1	80.5	5
2	33	73.3	97	17.2	392	61.0	50.0	21.0	81.6	83.5	3.8

注) 稚苗の倒伏程度 4.5 品種はコシヒカリ

3 水深・芽干しと出芽・苗立

1) 試験方法

初星・コシヒカリを供試して、1985年、竜ヶ崎試験地の圃場内に1×1mの框を設け、4月25日に深さ1cm、播種量・各区100粒を手でいねいに播種した。播種後、出芽前まで水深(1cm・3cm・6cm)を3区設け、出芽揃期に芽干しの有無を組みあわせ2反復で実施した。芽干しは24時間処理した。播種前の種子の処理法、除草剤・殺虫剤については2試験に準じた。

2) 結果

(1) 水深と出芽

水深と出芽率の関係を第3表に示した。

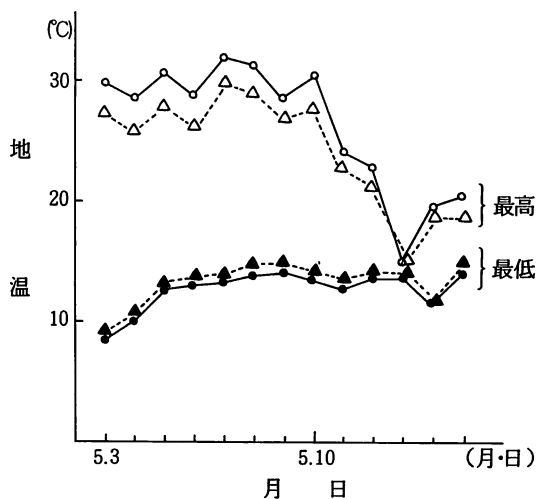
第3表 水深と出芽率の関係

品 種	水 深 (cm)	播 種 後 日 数 (日)		
		7	9	14
初 星	1	24.2	81.3	89.2
	3	5.1	63.8	82.9
	6	4.2	50.0	77.5
コシヒカリ	1	5.1	39.6	79.6
	3	4.2	33.3	77.9
	6	2.5	32.5	72.6

注) 単位は%

出芽率は水深が浅いほど良好で1~3cmが6cmよりまさった。また、水深は浅いほど出芽数のピークが短期間となり、これは初星に顕著にみられ品種間に有意差が認められた。第12図に播種後の地温を示した。最高地温は水深1cmが高く、最低地温は水深6cmが同1cmよりやや高く経過した。水温も同様な傾向がみられた。このように水深1cmの播種後の地温が同6cmに比べて高温だったことから、水深1cmの場合は地温の上昇によって出芽が促進されたものと推察された。

○—○ 水深1cmにおける最高地温
 ●—● " " " 最低 "
 △---△ 水深6cm " 最高 "
 ▲---▲ " " 最低 "



第12図 水深別の地温変化(1985年)

また、コシヒカリは初星より低温発芽性の劣ることが認められた。

(2) 水深・芽干しと苗立

苗立率に及ぼす水深と芽干しの要因効果を第4表に示した。

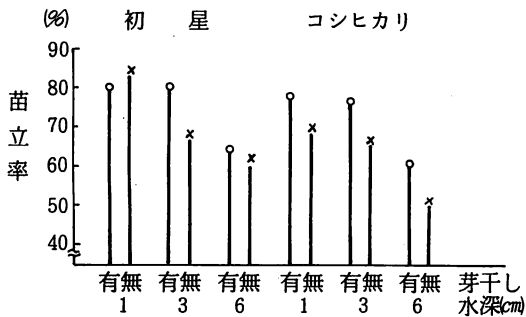
水深は1~3cmが6cmよりまさり、芽干しの効果も認められた。品種では初星がコシヒカリより苗立率がまさった。さらに、苗立後の草丈は水深が深いほど徒長傾向を示したのに対し、葉令は大差なかった。

水深別の芽干し効果を第13図に示した。水深1cmの芽干しの効果は品種により傾向が異なり、初星は芽干しの有無にかかわらず80%以上の苗立率が得られたのに対し、コシヒカリは芽干しによって苗立率が向上した。水深が3cm以上に深くなると両品種とも芽干しによって苗立率が向上する傾向がみられた。

第4表 水深・芽干しと出芽・苗立率
(要因別平均値)

要因	出芽率 (%)	苗立率 (%)	草丈 (cm)	葉令 (葉)	玄米重 (g/m^2)
品種 初星	83.2 a	72.5	10.7	2.0	524
コシヒカリ	76.7 b	67.7	11.5	1.8	481
有意水準 ($\alpha =$)	0.10	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
水深 (cm) 1	84.4 a	77.7 a	9.3	1.9	567
3	80.4 a	73.0 a	10.9	1.9	482
6	75.0 b	59.6 b	13.0	1.8	456
有意水準 ($\alpha =$)	0.05	0.10	0.01	n.s.	n.s.
芽干し 有	-	73.1 a	11.0	1.8	514
無	-	67.1 b	11.1	1.9	490
有意水準 ($\alpha =$)		0.10	n.s.	n.s.	n.s.

要因間の交互作用は n.s.



第13図 水深・芽干しの有無と苗立率

さらに、芽干しは播種深度の浅い種子の浮上を防ぎ、根張りを良くする面も観察された。

以上のことから、播種後の水管理は浅水とし出芽揃に芽干しをすることが苗立率を安定向上させる対策といえよう。とくに、基盤整備直後の圃場を含む大区画圃場では不均平による凹地や水尻部などに水深の高低が必然的にできることから、均平に心がけるとともに上記の対策を付加することによって齊一な苗立を確保することが期待できる。

4 害虫と苗立

キリウジガガンボの幼虫による出芽期の被害を第5表に示した。この幼虫による被害の様相はしょう葉・幼根を食害し、被害程度がすすむと胚の部分までえぐられることが観察され、苗立率の著しい低下をもたらした。被

第5表 キリウジガガンボによる種籾の被害

健全粒 (%)	被害粒 (%)		調査地点				苗立率 (%)
	I	II	1	2	3	4	
12.6	47.0	40.4	417	618	203	705	8.5~16.7

注1 被害分類 I…種子の胚の部位までえぐられる
II…しょう葉および幼根切断
2 5月25日播種のコシヒカリ

害を受けた種子がその後生育しうるか否か検討した結果ほとんどが枯死することが認められた。

キリウジガガンボは年2回発生し、1回目の発生最盛期は4月下旬～5月上旬であることから、本田における苗の被害はこの第1世代幼虫と前年からの越冬幼虫によるものである。防除法はダイアジノン粒剤、バイジット乳剤を散布すれば容易に防除できるため、多発が予想される場合は播種直後に処理することが望ましい。

5 考察

1) 気温と出芽・苗立

苗立率を80%以上確保する条件は播種後5日間の積算温度が78℃以上、出芽揃までの日数が播種後9日以内であった。また、苗立率と上記2条件の重相関係数は0.937と高い関係が認められた。これらのことを県南部地域の気象条件でみると、5月第2半旬にあたり、これが播種期の早限となることが明らかとなった。

中村⁹⁾は日平均気温から10℃差し引いた値の積算が50℃、かつ、この値になる日が10日以内ならば出芽率が安定して高いとしている。このことは日平均気温が15℃になる時期が播種期になることから本結果とも一致する。

2) 播種深度と出芽・苗立

出芽・苗立率は播種深度が深くなるほど低下し、低温条件ほど顕著だった。4月25日～6月10日のいずれの播種期でも深さ1cmが2cmよりまさった。しかし、播種後5日間の積算温度90℃以上になると深さ2cmでも高い苗立率が得られ、県内においても耐倒伏性の点から深播きの可能性が示唆された。播種深度については2cm以内⁸⁾とする見方もあるようだが、本研究で明らかのように播種深度と苗立率は気温条件によって変動するため、出

芽・苗立の安定化には深さ1cmを基準とすべきであろう。

3) E_h と出芽・苗立

水田土壌の E_h が低下するほど還元障害によって黒色に変色して枯死する種子や発芽・発根が抑制される個体が増加し苗立率は低下した。この現象は播種時の気温と出芽前までの日数によって大きく変動した。すなわち、播種後の気温が低い条件では出芽前までの許容日数である9日を超過する。その結果、過酸化石灰による酸素供給が減少し、還元状態の土中にある種子は出芽・発根の障害を受けやすくなるものと考えられる。

一方、高温条件下では E_h の低下による苗立率の低下が少なく150mV前後でも80%の苗立率が得られた。これは、播種から出芽前までの日数は、気温の高いほど短期間に達成し、苗立率も高いという因果関係とともに、短期間ほど酸素供給源としての過酸化石灰の効果が高く持続するためと推定される。

したがって、出芽前までの日数が9日以内ならば80%以上の苗立率を得られるということは、播種後9日以内ならば過酸化石灰の効果を十分発揮でき、それ以後になるとその効果は減少していくことを示唆している。

以上のことから、直播に適する圃場条件は E_h ・250mV以上の半湿～乾田といえる。 E_h ・150mV程度の圃場では県南部地域の場合、播種期は5月第6半月以降と推定される。また、稲わら等の有機物は還元を助長するので、前年の秋に十分土壌と混和し腐熟させておくことが重要である。

(4) 水深・芽干しと苗立

苗立率は水深が深いほど低下した。これは水深が深いほど地温・水温が低下し、出芽前までの日数が基準の9日以上に長期化するため過酸化石灰の効果が減退し、苗立率の低下をもたらすものと考えられる。したがって、出芽・苗立の安定化のためには水深を1～3cmの浅水管理によって短期間に出芽させることである。中村⁹⁾も昼夜間の温度を考慮すると湛水の深さは15～30mmの範囲内に最適の深さがあるとしている。

水深の高低は圃場の均平および田面こう配により必然

的に発生するため、播種後の水深1～3cmを維持することは大区画圃場の場合、極めて困難であり苗立率の低下が懸念される。この対策としては芽干しがある。芽干しはとくに水深の深い条件における苗立を向上させる効果があり、同時に播種深度の浅い種子の浮上防止および根張りを良くすることもみられた。

芽干しは三石⁷⁾によると、湛水の深さによる溶存酸素濃度の差異は認められないことから、従来の酸素供給^{12,13)}効果より、幼苗に加えられる浮力を除去し、幼根の土壌中進入を促すことに意義があるとしている。しかし、このことは播種深度1cm以内および高温条件において成立すると考えられる。したがって、実用的な5月上旬播種の低温条件では本結果でも明らかなように、水深の深いほど出芽前までの日数が長期化し苗立率が低下するものの、深水状態でも出芽前後の芽干しによって苗立率の向上が認められることから、芽干しの効果は過酸化石灰の効果減少および深水による地温の低下を積極的に補う働きがあるものと考えられる。

5) 害虫と苗立

キリウジガガンボによる出芽の被害が発生したように、かつての苗代の病虫害による苗立率の低下が懸念される。また、イネミズゾウムシによる加害が県南部の試作圃において観察されていることから、直播に対応した防除体系の確立が望まれる。

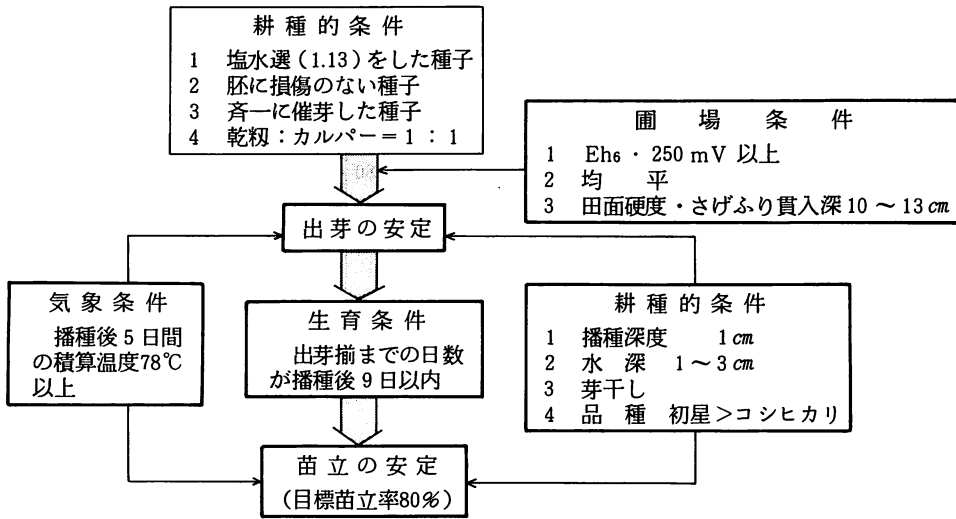
6) 以上のことから湛水土壤中直播における出芽・苗立の安定方法を取りまとめると第14図のようになる。

Ⅲ 播種期幅

播種期の晩限を玄米品質・収量性から検討する。

1 試験方法

初星・コシヒカリを供試して、1983年～1985年の3カ年、4月25日から15日おきに6月25日まで播種した。播種方法は浸種消毒後、ハト胸に催芽した種子をカルパーでコーティングした後、播種量・乾籾0.4kg/a、播種深度・1cm、畦幅・30cmを目標に2条の人力播種機で条播した。



第 14 図 出芽・苗立の安定法

施肥法は植代施肥とし、基肥窒素+3葉期窒素は初星・0.5 + 0.2 kg/a, コシヒカリ・0.4 + 0.2 kg/a とし、穂肥を減数分裂期に窒素, カリを 0.3 kg/a 施用した。なお, 基肥のリン酸・カリは移植栽培の耕種基準¹⁾に準じた。播種後, 除草剤のピラゾレート粒剤, 殺虫剤のダイアジノンそれぞれ 0.3 kg/a, 0.5 kg/a 散布した。

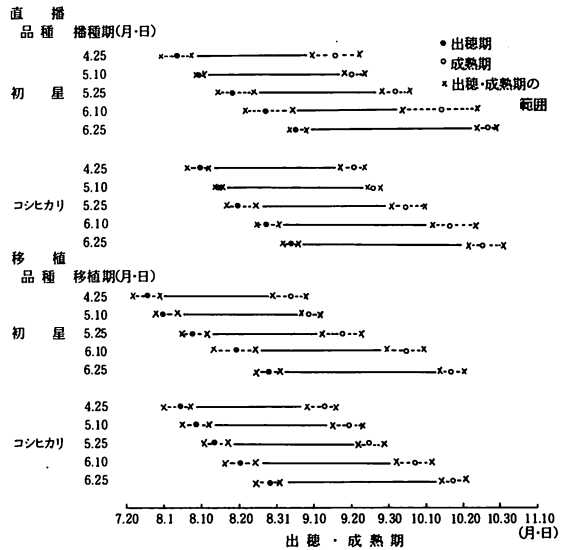
さらに, 比較のため同一品種の稚苗(2.2葉苗)をそれぞれの播種期に移植した区を設けた。その耕種法は次のように行った。基肥は植代施肥とし, 窒素, リン酸, カリをそれぞれ a 当りコシヒカリは 0.6 kg, 初星は 0.8 kg を施用した。移植は栽植密度 30 cm × 15 cm, 1 株 5 本に手植えし, 穂肥を減数分裂期に窒素, カリを 0.3 kg/a 施用した。

2 結 果

1) 播種期と出穂・成熟期

播種期別の出穂・成熟期を第 15 図に示した。

播種期別に出穂期をみると, 気象からみた出穂限界の 9 月 5 日以前に出穂できる播種期は, 両品種とも 6 月 10 日以前の播種期であった。直播の出穂期を同一日に移植した稚苗栽培と比較すると, コシヒカリは苗質間に差がなかったが, 初星は移植より 4 日早まった。このことから, 直播は移植より出穂期の晩限がやや早まる生育特性を示した。

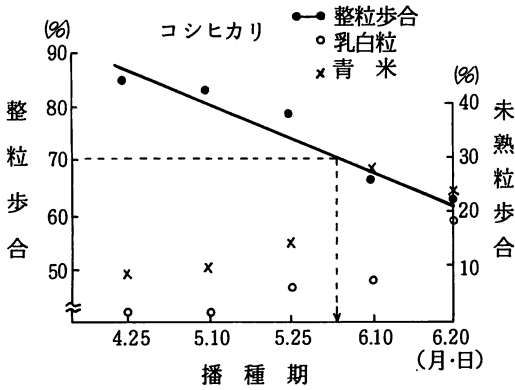


第 15 図 苗質と出穂・成熟期

また, 直播の成熟期は移植と比べ著しくおくれ, 5 月 10 日播種の初星が平均 9 月 20 日, コシヒカリになると 9 月 27 日となった。移植と直播の組合せを考えるならば熟期の分散という点ではすぐれているが, 9 月第 4 半月以降は台風の頻度も高く, 降雨日も多いことから栽培上倒伏し易く, かつ, 収穫作業からみて問題があると思われる。この点は品種・施肥法などから更に検討を要する。

2) 播種期と品質

玄米の品質は登熟期間の気象条件によって影響されるので、播種期と玄米品質については登熟期間がほぼ平年の1983年の結果を第16図に示した。

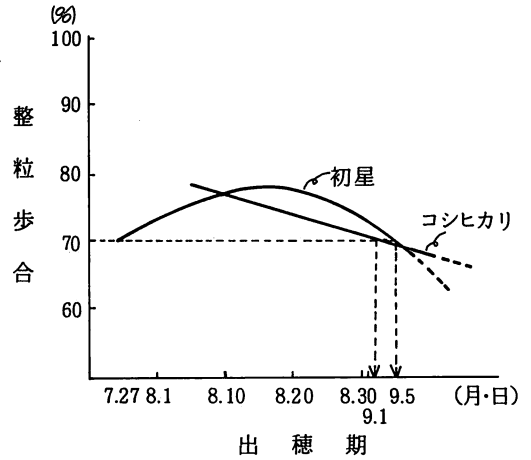


第16図 播種期と品質

この結果によれば両品種とも播種期の遅れにしたがって整粒歩合が低下し、青米や乳白粒などの未熟粒が増加した。整粒歩合が70%以上の1等米を基準に玄米品質からみた播種期ならびに出穂期の晩限は次のとおりである。すなわち、初星は6月6日播種・9月4日、コシヒカリは6月3日播種・9月1日と推定された。

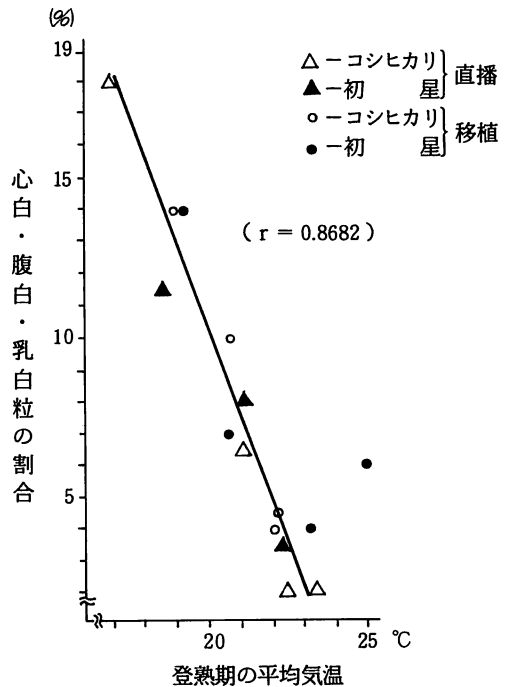
一方、同一年次に実施した稚苗の玄米品質を出穂期に関連で見ると、第17図のように出穂期が9月5日以降になると整粒歩合は70%以下になった。このことから、直播の品質は移植に比べ登熟期間の気象の影響をやや受け易いものと推察される。

以上のように整粒歩合70%を基準に各品種ごとの播種



第17図 移植栽培における出穂期と整粒歩合 (1983年)

期を推定したが、玄米の検査等級はこのほか死米・被害粒などいくつかの形質を総合して決定される。したがって、青米を除く未熟粒のなかでも心白・腹白の程度の大いものは乳白粒の扱いをうけるため検査等級に及ばず影響が大きい。この乳白粒の発生は第18図に示したように登熟期の平均気温と負の高い相関関係があり、気温の



第18図 登熟期の平均気温と未熟粒の関係

低下にともなって増加する傾向が認められた。したがって、品種によっては整粒歩合だけで播種期晩限を決めるのではなく、乳白粒などの品質を劣化させる形質も十分考慮にいれなければならない。第18図からみると初星・コシヒカリは晩播ほど乳白粒が発生し易く、品質を劣化させる危険があるといえよう。

以上のことから、玄米品質を基準に播種期および出穂の晩限は両品種とも6月第1半旬、9月1日と推定された。

3) 播種期と収量

品種・播種期別の生育収量を第6表に示した。各播種期の収量を3カ年の平均でみると、両品種とも早播に比べ晩播ほど減収する傾向がみられた。各播種期間の玄米重の比較はコシヒカリが4月25日～5月25日>5月25日～6月25日の順であったのに対し、初星では4月25日～5月25日>5月25日～6月10日>6月10日～6月25日の順であった。このように早播から晩播までの玄米重の変動を収量構成要素でみると、コシヒカリは晩播になるにしたがい千粒重・一穂粒数・登熟歩合が明らかに低下し、初星では倒伏程度の増大によって登熟歩合の低下傾

向が認められた。

播種期と直播稲の諸形質間の相関関係を第7表に示した。

玄米重と正の相関々係のある形質はコシヒカリ：穂長・千粒重・一穂粒数・登熟歩合、初星：登熟歩合が有意に認められた。これらのことから、コシヒカリは穂長を大きくして一穂粒数を確保し、登熟を良好にすることによって千粒重を増大させるという2面から増収に結びつくこと、そして、初星では倒伏を軽減し登熟歩合を向上させることが増収に必要な形質であることが示された。一方、玄米重と負の相関々係が両品種とも穂数にみられた。この点は直播の理想的生育型の解析による検討を要する。

直播と稚苗移植の播種期別玄米重の変化を第19図に示した。

直播と稚苗の玄米重を播種期別に比較すると、初星は4月25日～5月10日までには有意差がみられなかったが、5月25日以降は稚苗が直播よりまさった。一方、コシヒカリは各播種・移植期とも稚苗がまさった。このように直播が移植に比べて収量性が劣るのは第20図に示したよ

第6表 播種期と生育収量(3ヶ年の平均値)

品 種	播種期 (月・日)	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数 (本/m ²)	わら重 (kg/a)	玄米重 (kg/a)	千粒重 (g)	一穂粒数 (粒)	登熟歩合 (%)	倒伏程度
コシヒカリ	4.25	90	18.3	451	67.3	52.8 a	21.2 a	81.3 a	83.6 a	3.8
	5.10	91	18.2	436	66.9	53.8 a	21.6 a	71.4 a	83.3 a	3.6
	5.25	94	17.6	456	65.2	47.6 ab	21.1 a	70.9 ab	79.6 a	4.7
	6.10	93	17.3	466	67.0	42.0 b	21.1 a	64.3 bc	64.0 b	5.0
	6.25	87	16.5	535	64.5	38.5 b	20.3 b	58.0 c	61.8 b	4.3
	平均値	91	17.6	469	66.2	46.9	21.0	69.2	74.5	4.3
	C.V(%)	4.6	6.0	12.1	6.9	16.0	2.7	13.8	15.4	19.1
初 星	4.25	79	18.6	478	59.7	56.3 a	22.8	57.7	93.1 a	2.1 ab
	5.10	82	18.1	499	70.4	58.8 a	22.7	61.4	86.3 ab	1.6 a
	5.25	86	18.3	478	66.1	54.4 ab	22.2	64.2	81.5 b	3.3 bc
	6.10	85	18.0	485	63.0	49.3 bc	22.6	61.7	80.5 b	3.6 c
	6.25	82	17.9	529	69.6	45.1 c	22.4	62.0	57.8 c	4.0 c
	平均値	83	18.1	495	66.2	52.5	22.5	61.7	78.9	3.0
	C.V(%)	6.2	3.3	8.2	9.7	11.3	2.2	8.4	16.5	38.1

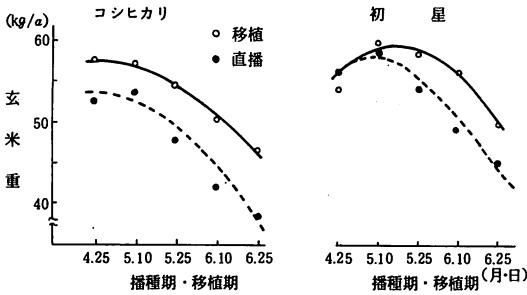
分散分析

コシヒカリ：玄米重 5%，千粒重 10%，一穂粒数 1%，登熟歩合 1%，その他 n.s
初 星：玄米重 1%，登熟歩合 1%，倒伏程度 1%，その他 n.s

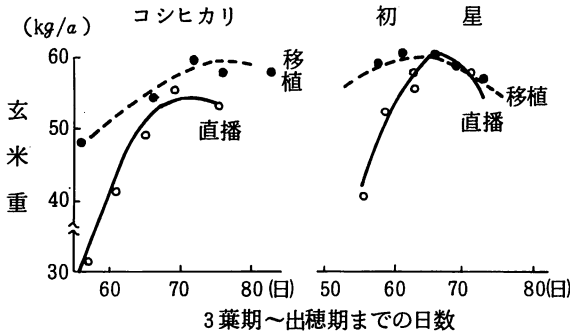
第7表 コシヒカリ・初星における各形質間の相関関係

	稈長	穂長	穂数	わら重	玄米重	千粒重	一穂粒数	登熟歩合	倒伏程度
稈長	1	0.033	0.091	0.352	-0.202	-0.482	0.367	-0.181	0.318
穂長	0.269	1	-0.096	-0.364	0.357	0.116	0.397	0.173	0.089
穂数	-0.380	-0.056	1	0.615*	-0.421	-0.416	-0.278	-0.574*	0.276
わら重	-0.310	0.651**	0.171	1	-0.219	-0.697**	-0.002	-0.445	-0.057
玄米重	0.200	0.739**	-0.395	0.369	1	0.471	0.050	0.773**	-0.729**
千粒重	0.233	0.646**	-0.373	0.367	0.695**	1	-0.084	0.402	-0.284
一穂粒数	0.245	0.482	-0.507	0.171	0.766**	0.394	1	-0.131	0.311
登熟歩合	-0.017	0.415	-0.506	0.174	0.799**	0.501	0.644**	1	-0.669**
倒伏程度	0.295	-0.266	0.404	-0.252	-0.412	-0.123	-0.444	-0.397	1

注) 左下・コシヒカリ, 右上・初星 ** , * は 1%, 5% 有意を示す。



第19図 移植・播種期別の玄米重の推移



第20図 3葉期から出穂期までの生育日数と玄米重

うに、直播の収量は稚苗より生育日数に著しく影響される傾向がみられ、とくに晩播ほど顕著だった。したがって、直播は晩播適応性が低いことから、稚苗の対収量比±3%以内に品種および播種期を策定するならば初星を用い5月5日～5月15日に播種することとなる。

4 考 察

播種期幅を出芽・苗立の安定する時期(播種期早限)と玄米品質から播種期晩限を検討した結果、初星・コシ

ヒカリとも5月第2半旬～6月第1半旬と推定された。また、県南部地域における登熟期の積算温度を考慮した完全登熟のための出穂期の晩限は9月1日前後となる。以上のことを稚苗の移植栽培の基準値¹⁾とくらべると、直播は播種期の早限が10日程度おくれ、出穂期の晩限は4日程度早まる。さらに、播種後の気象条件による生育の影響が移植栽培より著しく、出穂期の変動の大きい特徴がみられた。したがって、肥培管理のための生育予測技術の確立が望まれる。

生産力からみた播種期幅を対稚苗移植と比較すると、初星は5月第2半旬から5月第3半旬の播種期ならば±3%以内の収量性が期待できる。しかし、コシヒカリはどの播種期においても6%以上の減収となった。このことは、直播の収量性が移植に比べ生育日数に著しく制約されることと、生育後期の秋落ち現象(生理的秋落ち)および倒伏し易い生育特性に起因したものと思われる。

これらのことは植代施肥における検討結果であるが、局所施肥法による収量および適品種は様相を異にし、コシヒカリを用いても生産力の高い結果⁶⁾が得られている。したがって、施肥法・品種などを組み合わせた栽培技術でどこまで播種期幅を拡大できるかが今後の課題となる。

本研究の遂行にあたり町田信夫氏、小松崎秋夫氏に御助力をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。

V 要 約

湛水土壤中直播栽培における出芽・苗立の安定化と播

種期幅を1983年～1985年の3カ年検討した。その結果を要約すると次のとおりである。

1 出芽・苗立率を80%以上得るための気象条件は、播種後5日間の積算温度が78℃以上を要し、出芽揃までの日数が9日以内であった。このような気象条件は県南部地域の場合、5月第2半旬と推定された。

2 苗立率および苗立後の苗質は播種深度1cmが最も良好であった。播種後5日間の積算温度が90℃以上になると、播種深度2cmでも苗立率が向上し倒伏し易い品種などに適用できる可能性が示唆された。

3 Eh₆が250mV以上になると80%以上の苗立率が得られた。また、播種後の積算温度が高くなると、苗立率は150mVまで低下しても80%程度得られることが認められた。

4 Eh₆の影響は出芽までよりも、出芽後の影響が大きかった。その影響は根の伸長を阻害し、極端な場合は枯死させた。

5 播種後の水深によって出芽・苗立は影響されたが、適水深は1～3cmの範囲であった。また、芽干しの効果も高かった。

6 キリウジガガンボの幼虫による被害が発生したが、ダイアジノン粒剤、バイジット乳剤で防除できた。

7 玄米品質からみた播種期の晩限は6月第1半旬、出穂期の晩限は9月1日と推定された。

8 収量からみた播種期幅は初屋では5月第2～第3半旬の範囲ならば対稚苗比で±3%の収量性を示した。しかし、コシヒカリはいずれの播種期でも6%以上の減収であった。

引用文献

- 1) 茨城県農林水産部(1982) 普通作物耕種基準・1
- 2) 上村幸正・宮坂 昭・森谷睦夫(1971) 連年の乾田直播が水稻収量を低下させる原因について 第1報 生育・収量および土壌中チッソの動態に及ぼす直播連続の影響, 日作紀 40 : 449 - 454
- 3) ———・————(1973) 同上 第2報 リン酸要因について, 日作紀 42 : 116 - 122
- 4) ———・————(1974) 同上 第3報 地力消耗の影響について, 日作紀 43 : 174 - 179
- 5) 藤田時雄・三石昭三・田淵志良(1972) 水稻の水中発芽と溶存酸素との関係(予報) 石川県農業短期大学, 研究報告第1号 : 1 - 8
- 6) 狩野幹夫・酒井 一(1985) 昭和60年度茨城県農業試験場成績概要書
- 7) 三石昭三(1975) 水稻の湛水直播における土壌中埋没播種に関する作物学的研究 石川県農業短期大学・特別研究報告第4号 : 1 - 54
- 8) 中村喜彰(1978) 湛水土壤中直播機に関する研究 石川県農業短期大学・特別研究報告第7号 : 27 - 41
- 9) 中村喜彰・渋沢 栄(1981) 水稻の湛水土壤中直播栽培に関する研究(第5報) は場の湛水深度と水温・地温の関係 石川県農業短期大学・研究報告第11号 : 17 - 21
- 10) 太田保夫・中山正義(1970) 湛水条件における水稻種子の発芽におよぼす過酸化石灰粉衣処理の影響, 日作紀 39 : 535 - 536
- 11) 島田裕之・坂本 尙・緑川寛二・祝迫親志・佐藤 修・丹野 貢・林田多賀夫・萩谷俊雄・広木光男・坪 存(1969) 茨城県における水稻の乾田直播栽培に関する研究・茨城農試研報第10号
- 12) 竹井邦彦(1941) 稲発芽種子の幼根における酸素要求量に就いて, 農業及園芸 16 : 675 - 676
- 13) ———(1943) 稲発芽種子の茎葉部における酸素要求量に就いて, 農業及園芸 18 : 635 - 637

システム・ダイナミクスによるイネいもち病の発生予察に関する研究

第1報 葉いもちの病斑数推移シミュレーションと発生面積の推定

高井 昭*・金井克巳*・小林 誠**・村田勝利**・小森 隆太郎*

Studies on the Forecasting of Rice Blast by System Dynamic Model

I Forecast for Number of Lesion and Infection Area of Rice Leaf Blast by Application of the Computer Simulation

Akira TAKAI, Katumi KANAI, Makoto KOBAYASHI,
Katutoshi MURATA and Ryutaro KOMORI

本研究では、いもち病の発生予察を支援するため、葉いもちのシミュレーション・モデルを作成した。

シミュレーション・プログラム(FOSSBI)はBASIC語で、パソコンPC-9801Fを使用した。

分生孢子採集数および3年間の実測病斑数と計算値を比較検討した結果、本モデルの妥当性が確認できた。

入力気象データとしてアメダスデータの利用も検討した。

発生予察の巡回調査データから平均発病度(λ)と程度別発生面積(P)の間に $P=1-e^{-a\lambda^b}$ の関係がみられたので、これを使って、シミュレーション結果から要防除面積の推定を試みた。

目 次

緒 言		1 初期値の設定	104
1 日射量と標準型病斑出現の割合	99	1) 品種, 田植時期, 葉いもち罹病性, 施肥量	104
1 実験方法	99	2) 越冬病斑からの孢子飛散	104
2 実験結果	99	2 稲の出葉速度	104
3 考 察	102	3 病斑上における分生孢子形成	105
II 葉いもちの発生動態システム分析とシステムダイナミクス・モデルの作成	102	4 分生孢子的離脱, 飛散, 葉上付着	106
		5 分生孢子的発芽, 付着器形成	106
		6 稲体への侵入	106
		1) 稲体の感受性	106
		(1) 稲の生育時期と侵入率	106

* 病虫部

** 現下館病害虫防除所

(2) 気温が葉身の感受性に及ぼす影響 106

(3) 日射量が標準型病斑数の出現に及ぼす影響 106

2) 侵入環境 107

7 病斑の潜伏期間 107

8 病斑出現 107

9 殺菌剤散布 107

Ⅲ シミュレーション解析 108

1 実測値との整合性の検討 108

1) 分生胞子の飛散数 108

2) 標準型病斑数 108

3) 地域気象観測システム(アメダス)データの利用 108

(1) 湿度 109

(2) 日射量の推定 110

(3) 葉上結露の推定 110

(4) シミュレート結果 110

2 殺菌剤散布 111

Ⅳ 発生程度別面積の推定 112

Ⅴ 総合考察 115

Ⅵ 摘 要 117

引用文献 117

付 録

プログラム(FOSSBI)のリスト

結 言

近年の病害虫防除に対する考え方は、農業使用者の安全や、安全な農産物の供給といった国民健康保護の問題、農業による環境汚染の問題、農業に対する抵抗性の問題、また省資源の問題などから最大収量を目指して農業、肥料、農機具、燃料を過大に投資するのではなく、経費と利益を考慮した純益の最大化を追求する最適収量志向の防除体系になってきた(桐谷¹⁹⁾)。このような時代的要求を背景として、精度の高い発生予察技術の確立による防除要否の予測が重要となってきた。

いもち病は稲作の重要病害であるため、古くから生理

生態的な研究が行なわれ、発生予察技術向上の面でも多くの研究がある。

分生胞子の動態を調べるために、水平静置式胞子採集器(栗林・市川²⁶⁾)、回転式胞子採集器(鈴木³⁶⁾)が開発され、稲体の感受性検定としては、葉鞘接種法(高橋³⁷⁾)、葉鞘内デンブン蓄積率(堀¹¹⁾)、止葉硅化度(堀¹²⁾)などが現在も病害虫発生予察実施要領にとり入れられている。稲体へのいもち菌の侵入については逸見⁸⁾、吉野⁴³⁾、などの研究があり、とくに葉上水滴と稲体侵入には大きな関連があるので結露計(小林²¹⁾、橋本⁷⁾)が考案された。しかし、これらを発生予察に利用するためには、これらの研究成果を総合的に組立て、実際の水田で機能しうる病害発生システムとして考える必要がある。堀¹²⁾は葉いもちの発生程度と止葉の硅化度の併用による頸いもち発生量の予察方法を提案している。

近年ICの発達によりコンピュータが手軽に利用できるようになり気象データなど発生に関与する多くの要因を入力して個体群としての数量的予察方法の開発が容易に行なわれるようになった。加藤・佐々木¹⁷⁾は穂いもち発生量の数値予測を、越水²⁷⁾はAMeDASデータを使って葉いもちの広域流行開始時期の予察法を、橋本⁷⁾は葉いもち病斑数の進展モデルを報告している。

本県におけるいもち病は、穂いもちは直接減収に影響するが、葉いもちによる直接の減収はほとんどなく、単に分生胞子の供給源として穂いもちの発生に関与しているものと考えられる。しかし、葉いもち発生量と穂いもち発生量との間にも一定の傾向がみいだせないために、葉いもち発生量だけの要防除水準の設定は困難である。従って葉いもち、穂いもち、減収率と一環したシステム・モデルの構築を研究の目標とした^{16), 22), 23), 29)}。

モデル作成にあたって欠落している部分も多くあったが、取りあえずモデルの作成を先行させるため、それら要因相互の数量的関係についてはパラメータとし、データと共に入力する方法をとった。

モデルは当初、大型コンピュータHITAC H-8350、OSはEDOSを使ってFORTRANで作成したが、その後、葉いもちと穂いもち・減収率の二つに分割して、葉い

もち部分をパーソナルコンピュータの PC-9801F を使って BASIC 語に作り換え、葉いもちの発生予察を支援するプログラム FOSSBI (Forecast Support System of Blast by Agric. Exp. Sta. of Ibaraki Pref.) を開発した。入力する気象データも、モデル構築まではいもち病調査水田に設置して独自に観測したデータを使用した。省力化と汎用性をもたせて地域予察をするために若干の精度を犠牲にしてもアメダスデータの利用を検討した。なお防除計画など現場に活用するため、特定の水田における病斑数の推移をシミュレートするだけでなく、葉いもちの発生面積や発病度中以上の発生面積を推定する方法についても検討した。

本研究を行うに当って元茨城県農業試験場病虫部長松田明博士 (現茨城県庁)、農林水産省農業研究センター水田病害研究室長加藤肇博士には数々のご教示とご援助を賜わり、加藤肇博士には本報告のご校閲をいただいた。また前農林水産省農業研究センター水田病害研究室吉野嶺一博士 (現同北陸農業試験場病害第2研究室長) にはいもち菌の侵入に関する生態面で助言をいただき、茨城大学農学部助教授谷口晋氏にはモデル作成の基本についてご教示をいただき、前茨城県庁電子計算課富岡清子氏 (現茨城県自治研修所) には大型コンピュータの使用について指導と便宜をはかっていただいた。衷心よりお礼を申し上げる。

さらにまた、本研究の推進にあたって水田の気象観測やいもち病の調査については県内の各病害虫防除所職員各位に多大の協力をいただいた。ここに記して厚く感謝の意を表する次第である。

なお、本研究は農林水産省植物防疫課が 1977～1981 年に行なった病害虫発生予察事業特殊調査「シミュレーションによるいもち病の発生予察方法の確立」の成果と、1983 年から開始した「防除要否予測技術導入事業」の一部をとりまとめたものである。

1 日射量と標準型病斑出現の割合

いもち病菌が稲体組織内に侵入後、病斑発現までには侵入前後の日射量が大きく関与していると考えられる。

とくに、分生胞子を多く形成する病斑型か、あるいは褐点型病斑で終るかは後のいもち病進展を左右するため、いもち病菌侵入前後の日射量と病斑型の関連について検討した。

1 実験方法

品種コシヒカリを 1/5,000 a のワグネルポットに 3 本植とし、ビニル框水槽にワグネルポットを並べた。病斑数調査時のイネの生育段階は主稈葉数 7.5 (分けつ期), 8.2 (分けつ最高期), 13.0 (穂ばらみ期) の三段階とした。施肥量は N 2 g, P₂O₅ 0.5 g, K₂O 0.5 g とした。

遮光処理は興農館製クレモナ寒冷紗で高さ約 2.5 m のトンネル状に被覆した。遮光区の日射量は無遮光区に比較して灰色の寒冷紗 # 314 被覆区が約 40%, 白色の寒冷紗 # 300 被覆区が約 60% であった。これは晴天の日において、かなりの曇天か雨天時の日射量と、うす曇り時の日射量に該当する。寒冷紗は夜間とはずしてイネの葉面を露にあてるようにした。遮光処理期間と接種時期との関係は第 1 表のとおりである。

いもち菌の接種はオートミル寒天培地で培養後、常法で形成させた分生胞子を洗い落とし、顕微鏡の 150 倍 1 視野に 10～20 個になるよう調整しけん濁液として、1 ポット当たり約 30 ml を噴霧接種した。

遮光処理終了 10 日後に上位 3 葉について葉いもち標準型病斑数と褐点型病斑数を数えた。病斑型は鑑谷¹⁾の分類によると ybg, pg 型を標準型に、bg, yb, b 型を褐点型病斑とした。

2 実験結果

遮光処理による総病斑数および標準型病斑の出現率を第 1 表に、標準型病斑数を第 1 図に示した。

総病斑数についてみると、各遮光区とも主稈葉数 13 葉区は 8.2 葉区および 7.2 葉区より少なかった。13 葉区、8.2 葉区は無遮光区よりも各遮光区は少なかった。13 葉区、8.2 葉区、7.2 葉区とも遮光直後の接種区では少なく、接種前の 15 日間についてみると接種 15～6 日前遮光のときに多かった。また、その日射量の差が大きいほど多かった。接種後の遮光は多くする傾向であった。遮光期間中の接種では少なかった。

標準型病斑については病斑数は13葉区<8.2葉区<7.5葉区の順に多かったが(第1図)、総病斑数に対する標準型病斑数の割合は第1表でみられるように8.2葉区<7.5葉区<13.0葉区の順に高かった。13葉区は各遮光区とも無遮光区よりも少なかった。各遮光区についてみると、

接種15~4日前遮光と接種後遮光のときに標準型病斑数および標準型病斑率ともに大であった。8.2葉区、7.5葉区ともに接種前4日間の遮光と遮光期間中の接種は標準型病斑数および標準型病斑率ともに少なかった。

第1表 日射量と標準型病斑の出現割合

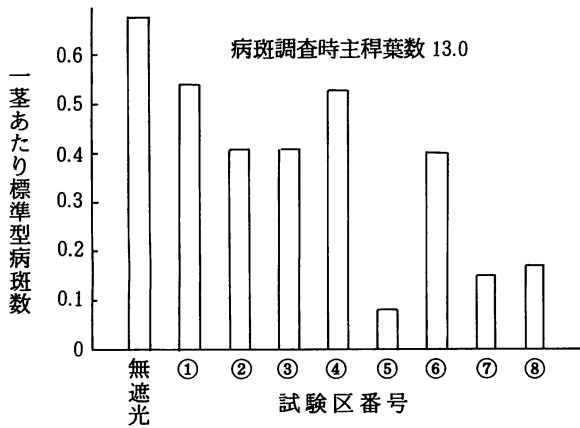
調査時の 主稈葉数	日射量処理区 [*]				調査 茎数(本)	総病斑 数(個)	標準型 病斑率(%)
	28/Ⅶ	8/Ⅷ	②	21			
7.5	—————				15	407	10.3
	—————		×××××		15	410	12.9
	—————		×××××	—————	15	169	5.3
	×××××××××	—————			15	537	15.3
	×××××××××	—————			15	251	9.5
	×××××××××	—————			15	268	4.1
	—————				15	383	7.4
	—————				12	219	5.9
	—————				15	297	10.1
8.2	—————				15	537	5.0
	—————		×××××		15	468	6.6
	—————		××××	—————	15	222	1.8
	××××××××	—————			15	498	7.2
	×××××××××	—————			15	249	2.8
	×××××××××	—————			13	250	7.2
	—————				14	350	6.0
	—————				15	276	9.4
	—————				15	192	4.7
13.0	—————				154	767	13.6
	—————		××××		140	387	19.6
	—————			—————	163	496	13.5
	×××××××	—————			124	335	16.4
	×××××××××	—————			139	285	25.6
	×××××××××	—————			101	59	13.6
	—————				142	277	20.6
	—————				139	227	9.3
		—————		××××		145	276

○：接種日

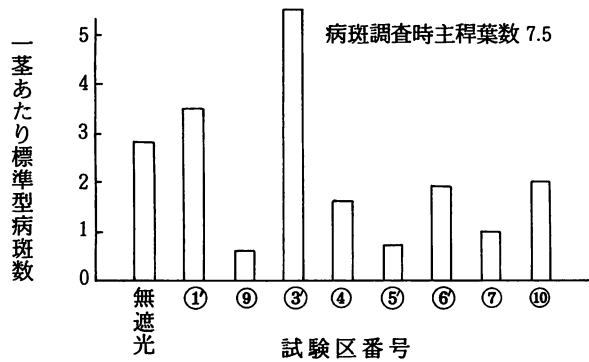
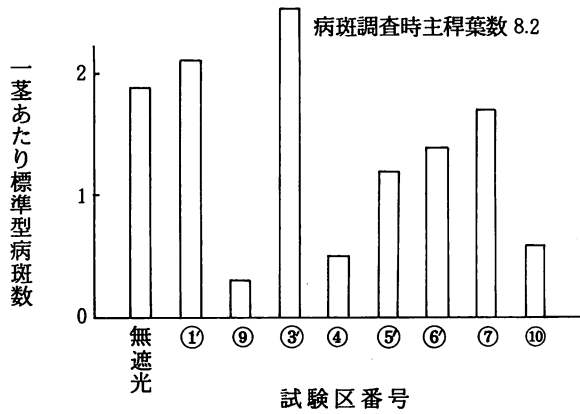
*：——— 無遮光

----- 遮光率40%

×××× 遮光率60%



- ① 接種後 4 日間 60% 遮光
- ② " 40% "
- ③ 接種 15～6 日前 60% 遮光
- ④ 接種前 15 日間 60% 遮光
- ⑤ 接種前 15 日間, 接種後 4 日間 60% 遮光
- ⑥ 接種 15～6 日前 40% 遮光
- ⑦ 接種前 15 日間 40% 遮光
- ⑧ 接種前 15 日間 40%, 接種後 4 日間 60% 遮光
- ⑨ 接種後 9 日間 60% 遮光
- ⑩ 接種前 4 日間 60% 遮光
- ⑪ 接種 15～4 日前 60% 遮光
- ⑫ 接種前 15 日間, 接種後 9 日間 60% 遮光
- ⑬ 接種 15～4 日前 40% 遮光
- ⑭ 接種前 15 日間, 接種後 9 日間 40% 遮光



第 1 図 遮光処理の異なるイネにおける標準型病斑数

3 考 察

いもち病多発生の一要因として、日照の問題は古くから検討されているが、自然条件下において日照不足は単独の気象条件としておこることは少なく、低温多雨多湿などが量的に複雑に関与するのが一般的である。したがって人為的な遮光処理だけによって、いもち病発生との関連をみることに問題がある。自然条件下では晴天の日は露の形成が助長され、曇天の日は抑制され、天気と露の形成は深い関係にあるが、露については別に直接観測した結露のデータを入力するので、本試験では夜間及び雨天の日は遮光のための寒冷紗被覆を除去し、葉面のぬれ条件を遮光の有無にかかわらず一定とし、間接的な遮光の影響のみを比較した。イネのエージと標準型病斑数の関係は、遮光処理の有無にかかわらず、イネの生育が進むにつれて抵抗的になり岡本³³⁾の結果と一致した。

褐点型病斑は分生孢子形成量が少ないので病斑形成のリサイクルには関与しない。そこで標準型病斑と遮光との関連についてみると、穂ばらみ期のイネでは無遮光の病斑数をもっとも多く、各遮光区とも発病が抑制された。分けつ期と最高分けつ期のイネでは11日間強遮光し、遮光処理終了4日後に接種した区をもっとも多く、吉野・山口⁴²⁾の結果と一致した。平野ら¹⁰⁾は遮光7~14日後にもっとも発病が助長されると報告しており、遮光の影響は相当長期間続くものと考えられる。次いで接種直後9日間遮光した区の病斑が多く、吉野・山口⁴²⁾の結果と逆であった。小野³⁴⁾はイネの抵抗性を侵入前抵抗・侵入抵抗・進展抵抗・被害抵抗の4つに分類している。吉野⁴³⁾は遮光によって菌糸の進展に関しては罹病的になるが、侵入抵抗は大きくなることを示唆している。接種時つまり侵入時は同一条件なので侵入率は同じはずで、遮光によって進展抵抗が低下したためと考えられる。

遮光によって病斑数が明らかに少ない区は遮光期間中に接種した区と遮光処理終了直後に接種した区であった。これは分けつ期・最高分けつ期・穂ばらみ期ともほぼ同じ傾向であった。

本研究によって、次のようなことが明らかになった。

- (1) 感染数日前の遮光は葉いもち標準型病斑数を多く

する。

- (2) 遮光期間中の感染は葉いもち標準型病斑数の形成を少なくする。

この二つを組み合わせるとりまとめた結果を第2表に示した。

第2表 遮光が標準型病斑の発生に及ぼす影響

感染前15~5日間の日射	感染直前5日間の日射	適用される遮光処理	病斑数
小	大	数日前まで強遮光	++
中~小	中~大	数日前まで弱遮光	+
中~大	中~大	無遮光	±
中~小	中~小	連続遮光	-
中~大	中~小	直前遮光	--

注：日射の大は晴天日の無遮光の日射量、その他は遮光の程度を示す。

病斑数の+は無遮光にくらべ増加、-は減少を表わす。

II 葉いもちの発生動態システム分析とシステムダイナミクス・モデル作成

イネいもち病の発生を疫学的見地から取り扱うためには、発病に関与する多くの要因と発生の関係をシステムとしてとらえる必要がある。それを数学的モデルに組み立てる場合、個体群として定量的に取り扱う必要があるが、数量的に不明確な点が多くある。しかし、モデル作成・実用化を先行させるためそれらは外生変数として入力する方式をとった。

いもち病の流行に関与すると思われるすべての要因について選び出し、その相互関係を検討し、病斑発現に及ぼす影響の度合い、入力データの入手難易などから、実用性を主眼として可能なかぎり単純なモデルにしようとした。

いもち病病斑の形成は(1)いもち病菌密度、(2)稲体への侵入条件(主として気象)、(3)稲体の抵抗力の三つの条件に規制される。第2図にこれら要因間の相互関係を示した。

このモデルは特定は場における病斑数の経時変化を計算するもので、計算の開始は6月1日、最高92日間計算

できるようにした。

入力気象データ

いもち病の発生は気象条件によつて大きく支配され、またその日変化にも大きく関与するので気温・降水量・葉上結露時間は3時間を1時限として、12時から1日を8時限に分けた。

データの観測は気温・湿度・葉上結露時間・日射量は調査水田で行い、降水量はアメダスデータを使用した。

気温・湿度は3時間の平均値、葉上結露は3時間単位で、2時間以上結露の場合を露ありとした。観測は結露計の受感部を調査田の草冠高に設置した。結露計は福島農試式と英弘精機製のものを使用した。降水量は3時間の合計値、日射量は1日の合計値 (cal / cm / day) を使用した。

次に生活史のサブシステムについて述べる。

1 初期値の設定

1) 品種、田植時期、葉いもち罹病性、施肥量

品種は主稈葉数との関連で早生種(トドロキワセ)、中生種(コシヒカリ)、晩生種(日本晴)に分けた。葉いもちに対する抵抗力については、コシヒカリを1とし、これより弱い品種は1より大、これより強い品種は1より小さい値を入力し標準型病斑の出現率に影響を及ぼすものとした。

田植時期は普通栽培を対象とした5月10日、6条・2条大麦跡を対象とした6月5日、小麦跡を対象とした6月20日の三つとした。施肥量は、稲の体質を変えて、葉いもちの発生に大きな影響を及ぼすが、土壌・気象条件の関与によって年次変動が大きく数量的解析は出来なかったが、一般的に増肥の場合は2割程度多発生し、少肥の場合は2割程度少発生との報告が多いので、今回はとりあえず基肥に窒素5割増の場合は1.2を、5割減の場合は0.8を標準型病斑数に乗ずることとした。

2) 越冬病斑からの孢子飛散

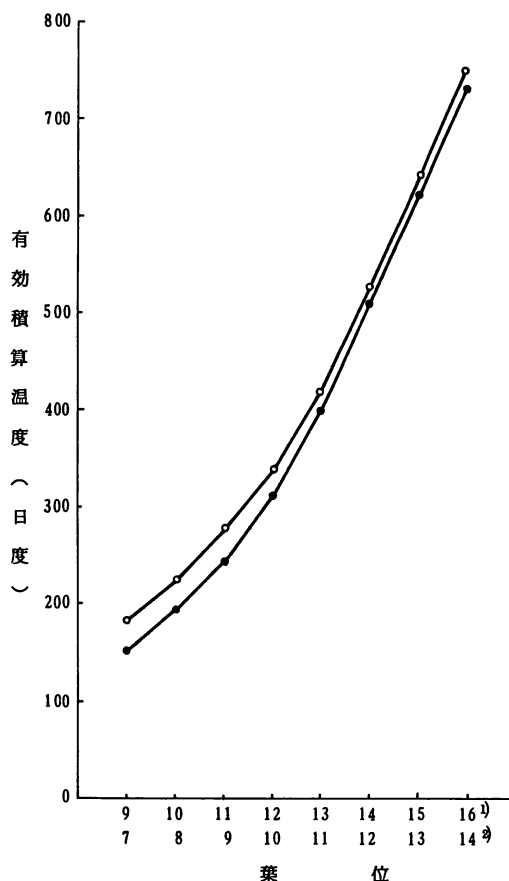
小林²¹⁾は本田期における初発生の伝染過程を詳細に報告しているが、それ以前の初発生をもたらす分生孢子の発生源についての定量的な研究はほとんどない。

そこでモデルでは(i)日最低気温が16℃以上、(ii)相対湿

度93%以上が10時間以上持続、この条件を満たしたときに越冬病斑から分生孢子が飛散するものとし、その分生孢子の数は外生変数によって毎日一定の数を標準型新病斑が出現するまで均一に飛散するものとした。外生変数の値は、前年の穂いもち、節いもちの発生量によって決定されるものとした。

2 稲の出葉速度

1973年から1977年の農林水産省茨城統計情報事務所水戸作況試験室の成績から4月5日播種(畑苗代、田植時6葉苗)と4月20日播種(箱育苗、田植時2.5葉苗)し、いずれも5月10日に田植をした品種コシヒカリについて各葉位展開日と有効積算温度との関係を解析した(第3図)。



第3図 コシヒカリの田植後各葉位展開までに要する有効積算温度

1) 黒丸, 成苗植 2) 白丸, 稚苗植

有効積算温度の算出は稲の発育最低気温を10℃とし、田植日以降の日平均気温を用いた。

稚苗植の場合は総葉数で2葉少ないが、止葉から数えた同一葉位の有効積算温度は栽培時期が異なってもほぼ等しいことがわかる。このことから止葉を基準とすれば田植時期が異なっても葉位別有効積算温度はほぼ等しいと推定した。

田植時期が6月5日と6月20日の栽培例については、主稈葉数と出穂期の調査があるのみで葉位別展開日の調査成績がないので、止葉展開日を出穂期前10日とし、田植日から止葉展開日までの有効積算温度を算出し、この有効積算温度を5月10日田植の葉位別有効積算温度と同じ割合で各葉位に割り当てた。

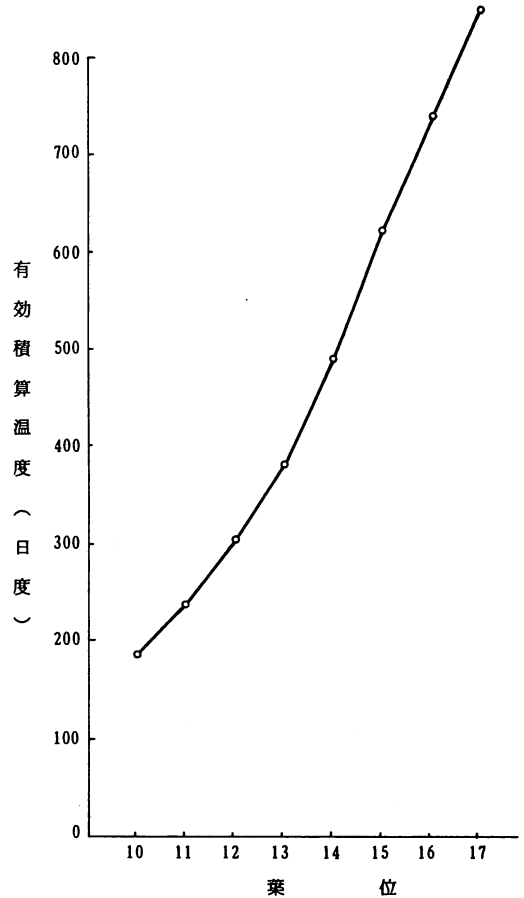
5月10日に移植(成苗)した品種日本晴の葉位別有効積算温度を第4図に示した。

6月5日と6月20日田植の区についてはコシヒカリ同様葉位別展開日が不明なので出穂期から止葉展開日を推定し、田植日から止葉展開日までの有効積算温度を算出し、コシヒカリと同じ方法で各葉位に割り当てた。

トドロキワセの葉位別展開日は不明なのでコシヒカリと同じ割合で田植日から止葉展開日までの有効積算温度を各葉位に割り当てた。しかし、品種が異なると葉位別の割合も異なる可能性があり、今後の検討が必要と考えられる。

この方法を用いてシミュレートした結果と実測値との比較を第3表に示した。

1985年は6月8日から6月21日までは低温で経過し



第4図 日本晴の田植後各葉位展開までに要する有効積算温度(成苗植)

のために、推定値は10葉までの展開が大幅に遅れたが、その後上位葉については実測値とほぼ一致した。

第3表 主稈葉位展開日の推定結果(1985・水戸)

	6葉	7葉	8葉	9葉	10葉	11葉	12葉	13葉
実測	5月30日	6月4日	6月9日	6月18日	6月25日	7月6日	7月16日	7月23日
推定	6. 4	6. 8	6. 17	6. 23	7. 1	7. 9	7. 18	7. 25

3 病斑上における分生孢子形成

葉いもち病斑上における分生孢子形成数は、病斑の進展と気温に影響される。本モデルでは加藤・佐々木¹⁷⁾の一定気温条件下における分生孢子形成能と温度別分生孢

子形成数のデータをそのまま入力し、各温度間は比例配分をするようにした。分生孢子形成能には日平均気温を使用し、相対湿度95%以上の持続時間によって3時限は0.5, 4時限は0.8, 5時限以上は1.0の係数を設定し、温度

別分生孢子形成数は 1 時限ごとの気温によって最高の分生孢子形成をする 28°C を 1 とする係数を設定した。

4 分生孢子の離脱・飛散・葉上付着

分生孢子の離脱には温度、湿度、風、水滴、明暗などの関与することが明らかにされている。岩野¹³⁾は病斑のある葉身を切り取らずに離脱する分生孢子を捕促する装置を考案したが、病斑に形成した分生孢子の離脱率が明らかでないので、本モデルでは分生孢子の離脱率を外生変数とし 50% としてある。

分生孢子の離脱、飛散(拡散)については鈴木³⁶⁾の研究によると孢子濃度、地面からの高さ、風速、稲の生育時期、水田の地形、降雨など多くの要因が関与しているので、他項目との関連や実用性のためのモデルの単純化などの理由によって、均一に飛散するものとした。ただし飛散時刻はその後の侵入に大きく影響するので、鈴木³⁶⁾の 5、6 時限にピークのある時刻別孢子採集割合を使用し、2 時限に降雨のあるときは橋本⁷⁾の孢子採集割合によって飛散のピークを早めた。

分生孢子の葉上への付着率については、橋本⁷⁾の研究もあるが微気象と葉面積およびその状態が影響し、再現性がきわめて困難な部分であると考えられるので主稈葉齢ごとに外生変数として与えることにした。

降雨が葉上に付着した分生孢子の流亡に及ぼす影響については千葉²⁾、橋本⁷⁾、吉野⁴³⁾などの報告をもとにして、1 時限に 3 mm 以上の降雨がある場合は、分生孢子が付着したその 1 時限の降雨で 80%、次の 1 時限後の降雨で 20%、それ以降は 0% の分生孢子が流亡するものとした。ただし分生孢子が付着したその 1 時限に 10 mm 以上の降雨があった場合は 100% 流亡するものとした。

5 分生孢子の発芽、付着器形成

鈴木³⁶⁾、吉野⁴³⁾は、分生孢子の発芽、付着器形成は水滴の存在時間との関係が大きいことを報告しているが、定量的にモデル化することは困難なので発芽、付着器形成率は外生変数とし、50% を設定している。

6 稲体への侵入

いもち病菌の稲体への侵入については、稲体の感受性と侵入環境条件の二つが考えられる。

1) 稲体の感受性

(1) 稲の生育時期と侵入率

稲の生育に従っていもち病に対する感受性がどのように変化するかは吉野⁴³⁾によって分けつ期～最高分けつ期をもっとも高くし、幼穂形成期以降は侵入率を低下させた。

葉位と侵入率についても吉野⁴³⁾の結果によって上位葉、即ち若い葉ほど侵入率を高くした。

出葉後の日数と侵入率については、大畑³²⁾の結果によって完全展開時を最高の侵入率とし、その後は葉身が枯死するまで時間と共に低下する標準老化度の曲線を作った。

(2) 気温が葉身の感受性に及ぼす影響

冷害年における凶作の一つの大きな原因として、つねにいもち病の多発生があげられている。大畑³²⁾は低温がイネのいもち病抵抗力の変動に及ぼす影響について詳細に報告しているので、これをもとに n 葉展開前一週間の低温が n 葉の感受性と老化度に及ぼす影響を次のように整理してコーディングした。

① n - 1 葉以下は低温の影響が少ないので考慮しない。

② 低温は気温の絶対値で区分するのではなく、7 日間単位で有効積算温度(10°C 以上)を求め、その前後の気温と比較して低い場合を低温とした。

③ 7 日間の有効積算温度を低温の程度によって 7 階級に分け、抵抗的・罹病的な値はその階級によって加減した。

④ 展開直前 7 日間の低温は、葉身展開後 7 日間については抵抗的に、その後の 7 日間は罹病的になるよう作用するとした。

⑤ n + 1 葉については、展開二週間前が低温のときは展開後の高温でもっとも罹病的となる。

⑥ 展開前後とも有効積算温度が同じ階級で経過したときは標準老化度の曲線に従って抵抗的とする。

これらの結果をまとめると第 4 表ようになる。

(3) 日射量が標準型病斑数の出現に及ぼす影響

前述した第 2 表に従ってコーディングした。

第4表 気温が葉身の感受性に及ぼす影響

体質の ケース	葉身展開前		葉身展開後 [*])		
	-7~-14日 の1週間	0~-7日 の1週間	日平均気温	葉身の 感受性	
A	低温	低温	低温	標準 やや罹病的	
B	低温	高温	低温	標準 罹病的	
C	高温	低温	低温	標準 やや罹病的	
D	高温	高温	—	標準	

*) 同じ体質のケース内において、葉身展開後は日平均気温によって葉身の感受性は毎日変化する。ただし日平均気温の高さによって罹病性の程度は変化する。

2) 侵入環境

侵入環境については、既に多くの研究報告がある。吉野⁴³⁾は葉面湿潤時間と平均気温を関数として侵入比を算出した。モデルではこの表を葉面湿潤時間を3時間ごととし、24℃ 24時間後の侵入率を1とした侵入率比を各3時間ごとの増加数に計算しなおした。これを湿潤時限だけ累積する。温度が変わった場合は増加数の平均値を累積する方法をとった。

7 病斑の潜伏期間

吉野⁴¹⁾は分けつ期の稲における葉いもち潜伏期間 (Y日) と日平均気温 (X) の間に $y = -0.60x + 20.8$ の関係が成り立つことを報告している。モデルではこの式を使って侵入日以降毎日計算し $1/y$ が1になる日を発病とした。

8 病斑出現

吉野⁴³⁾は侵入した胞子が罹病性病斑としての発現率を想定する上で、稲の生育時期が重要であることを示唆している。モデルでは侵入した胞子のすべてが病斑として出現するものとし、総病斑数に対する胞子の再生産に關与する標準型病斑数の出現率は稲の葉齢ごとに外生変数で設定した。その他前述した日射量によっても変化する。

9 殺菌剤散布

発生予察の終局の目的は、いもち病による減収を防止することにある。システムの中に防除要因を入れること

によって被害予察から防除要否へと発生予察にもっとも対応した防除計画を立案することができる。

殺菌剤の作用機作を考慮し、予防効果と治療効果の二つに大別し、予防効果は散布後に侵入して発現する標準型病斑数に防除価を乗じた。治療効果は病斑の伸長を阻止することから、1日の分生胞子形成数に防除価を乗じた。予防と治療の両効果をもつ場合も想定した。なお、二回散布以上で防除価が重複した場合は単純に加算しないで、1回目の防除価の残り部分、即ち (100 - 防除価) を100とした次の防除価を加えて二回散布の防除価とした。

防除価は第5図のように、便宜上三つの直線に分解して入力し、次によって計算した。

散布日から最高防除価までの防除価

$$T = ((YOMAXM(I) / YTIME1(I)) * B) / 100.0$$

Bは散布後の日数

最高防除価

$$T = YOMAXM(I) / 100.0$$

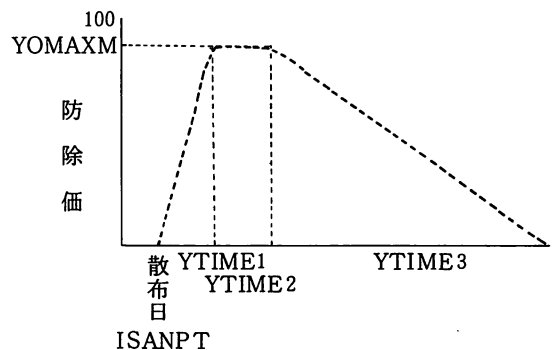
最高防除価から防除価ゼロまでの防除価

$$T = ((YOMAXM(I) / -YTIME3(I)) * C +$$

$$YOMAXM(I)) / 100.0$$

Cは最高防除価からの日数

ここで対象としたのは液剤と粉剤であって、粒剤は土質や漏水の度合によって防除価が異なり、使用量も少ないので考慮しなかった。



第5図 一回防除の場合の防除効果模式図

Ⅲ シミュレーション解析

1 実測値との整合性の検討

1) 分生孢子飛散数

1977年に水戸農試の水田で観測した気象データを使ってシミュレートし、モデル内部の0時から3時間の分生孢子飛散数を実測値と比較した。実測値は発生予察事業で行っている調査で、回転式孢子採集器を午前1時から1時間作動させスライド2枚に採集された分生孢子数である。結果は第6図でみられるように傾向としては良く一致していることが確認された。90日ごろに実測の採集数が増加しているのは穂もちから飛散した分生孢子が含まれているためと考えられる。

2) 標準型病斑数の整合性

モデルのシミュレート結果と水田の病斑数推移実態との整合性をみるために、一般農家が栽培する水田から品種はコシヒカリ、稚苗栽培で5月10日前後の田植時期の調査水田を選定し、気象観測と発病調査を行った。発病調査は、株あたり主茎2本を10株ごとに25株、計主茎50本について葉位ごとに標準型病斑数を数えた。調査茎・

葉位はマークして毎回調査対象は同一とした。

モデルは初期値としてNa1の外生変数を入力しなければならない。これは越冬病斑から水田への飛来孢子数で、温度・湿度条件が充たされれば新病斑が出現するまで毎日飛来することになっている。そこでNa1の外生変数は年次・地点ごとに種々の値を入れてシミュレートして実測病斑数推移と一致した値を越冬病斑からの最適飛来孢子数とした。

その最適飛来孢子数を初期値としてシミュレートした結果を第7図に示した。またBLASTAM²⁸⁾との適合性を検討するためにBLASTAMコードとして好適感染日を●、準好適感染日を○として標示した。

初発生は、実測値よりもモデルの方がやや早く現われる傾向がある。1984年土浦と1985年鹿島はBLASTAMの最初の好適感染日はモデルの初発生日よりも遅かった。1985年の土浦・下妻はBLASTAMの最初の好適感染日のほぼ一週間後にモデルの初発生があり良く一致した。

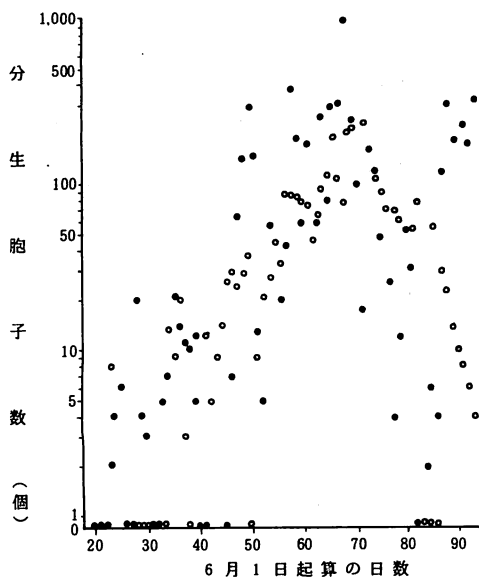
その後の病斑数の推移は、実測値とほぼ一致しているものと思われる。

これでモデルの整合性についてはほぼ検証されたわけであるが、予測に利用するためには初期値であるNa1の外生変数を何等かの方法で定める必要がある。そこで越冬病斑の多少を前年の病虫害防除所管内の穂もち平均発病度に求め、これとNa1外生変数(越冬病斑からの最適飛来孢子数)との関係をプロットしたのが第8図である。

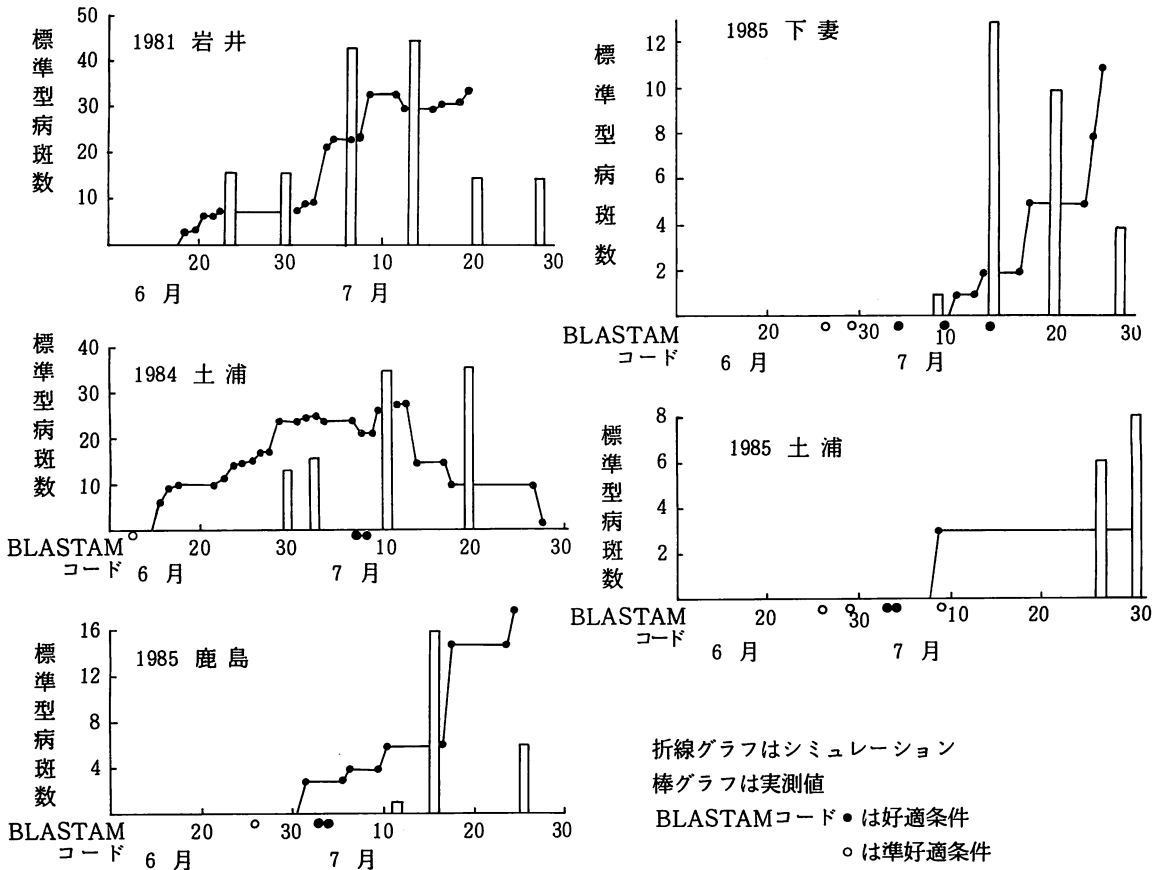
点数が少なく不安な面もあるが、前年の穂もち平均発病度が高ければNa1の外生変数も大きいという関係があり、モデルの初期値は前年の穂もち平均発病度できまり、発生予察に利用できるものと考えられる。

3) 地域気象観測システム(アメダス)データの利用
シミュレーション・モデルの発生予察への実用化にあたっては、気象観測およびデータ入力の省力化が重要である。また、地域予察を目的とする場合には水田内の微気象的データよりも露場におけるデータの方が合理的であると考えられる。

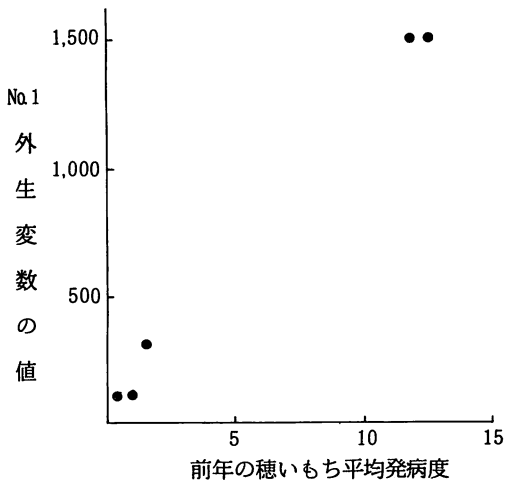
そこで総ての入力気象データをアメダスデータで代替



第6図 分生孢子飛散数の計算値と回転式孢子採集器による採集数の比較(1977)
●は採集数 ○は計算値(1/1000)



第7図 葉いもち病斑数推移シミュレーションと実測値の比較



第8図 防除所単位の前年の穂いもち平均発病度からモデルの初期値の推定

することができれば、日本気象協会のMICOS(気象情報提供システム)によって電話回線で直接パソコンに入力できるので、多くの地点を省力的に処理できる利点がある。

アメダスは1時間ごとに気温、風向風速、降水量、日照時間の4要素が観測されており、県内では13カ所で観測されている。そのうち農業試験場の調査水田にもっとも近い水戸気象台のアメダスデータを使って検討した。

入力気象データのなかでアメダスデータにないものは次のように処理した。

(1) 湿度

湿度は3時間ごとに、95%以上であるか以下であるかによって分生孢子の形成に関与するだけであって、温度

にくらべて病斑形成に対する寄与率は低いので1日の平均的な湿度変化のタイプを作って毎日これを使用した。

(2) 日射量の推定

日射量は時刻や曇りの程度によって異なる。それを分けて処理するデータはアメダスの観測項目にはないので、1日の日照時間だけから推定した。

- 実測の日射量 R
- 大気圏外の日射量*) R_0
- アメダスの日照時間 S
- 可照日照時間 S_0 とすると

日射量は季節、緯度、標高差による上層大気の日射透過の違いなどによって変化するので、大気圏外の日射量が地上に到達する割合 (R/R_0)と日の出から日の入りまでの可照日照時間に対する実際の日照時間の割合 (S/S_0)との回帰式を求めた。計算には1985年6月1日から7月31日の61日間のデータを使用した。

$$\text{直線式は } \frac{R}{R_0} = A + B \left(\frac{S}{S_0} - \bar{X} \right)$$

$$\text{求める日射量は } R = A + B \left(\frac{S}{S_0} - \bar{X} \right) * R_0$$

$$\frac{S(i)}{S_0(i)} \text{ を } SS(i) \text{ とすると}$$

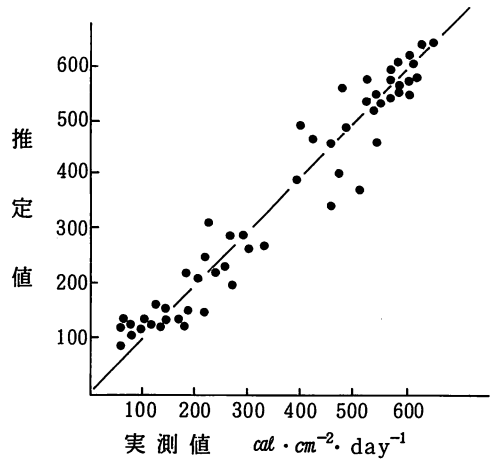
日射量Rの回帰式は

$$R(i) = (0.4528 + 0.7538 * (SS(i) - 0.3974)) * R_0(i) \text{ となった。}$$

日射量の推定値と実測値を比較したのが第9図である。実線は推定値と実測値の一致を示すが500 cal 前後の部分でちらばりが大きかった、これは曇りの程度が考慮されていないためである。

(3) 葉上結露の推定

葉上における露の有無は、いもち病菌の侵入にとってもっとも重要な条件である。反面露の開始、消失はアメダス観測項目のすべてが相互に影響し合う複雑な現象であるが経験的に試行錯誤によって組立てた。



第9図 アメダス日照時間から日射量を推定

気象データは、3時間を1時限として、1日を昼の12時から8区分して入力しているのでそれに従った。

まず、4～6時限(21時～翌日の6時)を夜間、1～3時限(12時～21時)と7・8時限(6時～12時)を昼間の二に分けた。

夜間の葉上結露推定のあらまし

- ① 2時間以上の降雨は露あり
- ② 降雨が1時間以下でも、3時間とも風速が3以下の場合は露あり

昼間の葉上結露推定のあらまし

- ① 2時間以上の降雨は露あり
- ② 3時間の降雨なしは露なし
- ③ 1時間だけ降雨があった場合は、3時間の合計風速が7以下で、3時間とも日照時間がゼロの場合は露あり

この方法でアメダスデータから3時間ごとの葉上結露の有無を推定し、農試水田に設置した福島農試式結露計によって測定した結果と比較したのが第5表である。

データは1985年6月1日から7月31日までの61日間を使用した。

結露開始時期である3・4時限が結露計とやや異なったが、その他の時限は良く一致した。

(4) シミュレート結果

実測気象およびアメダスデータ利用気象によるシミュ

*) 大気圏外の日射量は山田⁴⁰⁾のBerlyandの表から、福井・松本が水戸とほぼ同じ緯度なのでこれを使用した。

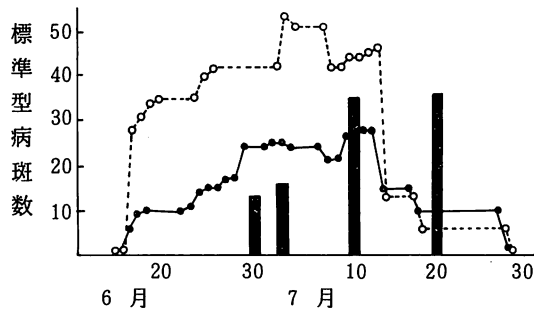
第5表 アメダスデータからの推定結露と結露計による結露との比較

時刻時	結露計と一致 (%)	露有りを無に判定 (%)	露無しを有に判定 (%)
12～15	90.2	9.8	0.0
15～18	96.7	3.3	0.0
18～21	52.4	23.0	24.6
21～24	63.9	9.8	26.2
24～3	85.2	4.9	9.8
3～6	83.6	13.1	3.3
6～9	80.3	14.8	4.9
9～12	90.2	8.2	1.6

レート結果と実測病斑数を第10図に示した。

アメダスデータによる初発生は6月14日で実測気象よりも2日早かった。これは侵入日である6月6日のアメダスデータが18時～21時に葉上結露を有りと判定したためである。

その後の病斑数の推移は6月16日の病斑数が両者で大きく異なった以外はほぼ似た推移を示した。6月16日の病斑数が大きく異なったのは、その病斑の侵入日である6月9日の葉上結露データに大きな差があったためである。つまり6月9日の夜から6月10日の昼にかけて、結露計によると結露時間は3時から12時までであったが、アメダスから推定した結露時間は18時から6時までであった。これは結露時間としては大きな差ではないが、孢子



第10図 葉いもちシミュレート結果の比較 (1984, 土浦)

実線は実測気象データ
破線はアメダスデータ
棒グラフは実測病斑数

飛散のピークである0時から3時における露の有無が大きく影響したものである。さらに6月9日は第7葉の展開1日後で感受性が高かったこともその差を大きくした原因の一つと考えられる。

当時は降雨がなく、風速も3時間の合計が3 m/sec以下であった。

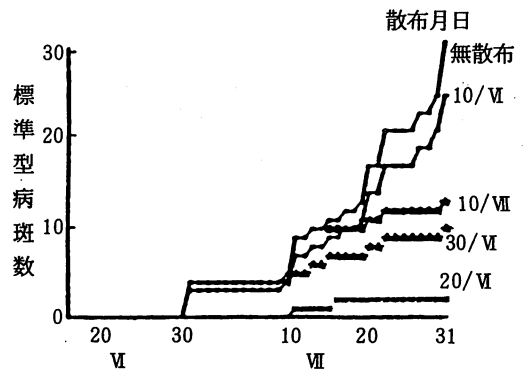
2 殺菌剤散布

殺菌剤を散布することによって標準型病斑数がどのように変化するかを知ることは、いもち病の防除要否を考える上で重要なことである。モデルでは散布時期と散布回数5回まで設定できるが、本報では散布時期について検討した。

予防効果をもつ散布剤について、散布時期を変えてその後の病斑数推移をシミュレートした結果が第11、12図である。

第11図のように経時的に病斑数が漸増する条件下における防除適期は6月20日であった。これは初発病斑が出現する10日前で、散布した殺菌剤の有効期間内に初発生の感染があり、これを防止して初発生の時期を遅らせた結果である。次いで、6月30日、7月10日と防除適期から遅れるにしたがって防除効果は低下した。6月10日のように防除適期より極端に早すぎた場合は効果がほとんどなかった。

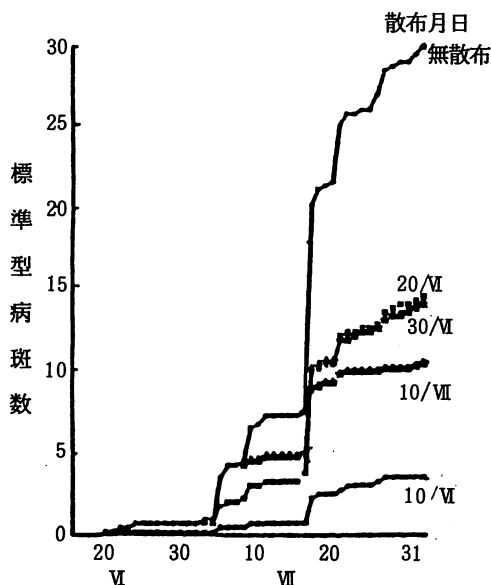
第12図のように、ある時期に急激な病斑数の増加がある場合の防除適期は、第11図と同様に初発病斑が出現す



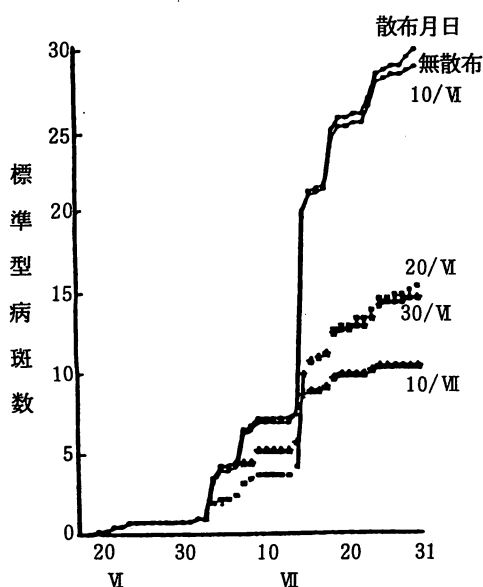
第11図 予防剤の散布時期と防除効果

る直前がもっとも有効であったが、次は病斑数が急激に増加する直前の7月10日が有効であった。

治療効果をもつ散布剤については第13図にみられるように、病斑数が急激に増加する直前の7月10日散布がもっとも有効であった。



第12図 予防剤の散布時期と防除効果



第13図 治療剤の散布時期と防除効果

Ⅳ 発生程度別面積の推定

発生程度別に面積を知ることには防除計画を立てる上で重要なことである。

そこでシミュレーション結果をもとにして発生程度別面積の推定を試みた。

発生予察事業では、県下の水田150筆を抽出して定期的に巡回してもち病の平均発病度と発生程度別面積などを算出している。この資料を使って1977年から1985年までの9カ年について、葉いもちの平均発病度と発生面積率をプロットしたのが第14図である。

防除所単位でも、それを合計した県段階の発生面積率および要防除面積に近いと考えられる発病度中以上の発生面積率においても飽和曲線を示し、 $P=1-e^{-a\lambda^b}$ の回帰式で十分説明できるので予測の実用性に耐えうるものと思われる。回帰式を使って各防除所と県について発生面積率の計算を行った結果を第6表に示した。水戸病害虫防除所管内は山間地・平坦地と水田環境が複雑なためか誤差が大きかったが、その他の管内は15%以下の誤差であった。

次にシミュレーションによって出力されるのは標準型病斑数であるために、標準型病斑数と発病度の関係を明らかにしなければならない。

発生予察事業の調査基準³¹⁾で定められた葉いもち発病度の求め方は次のようである。

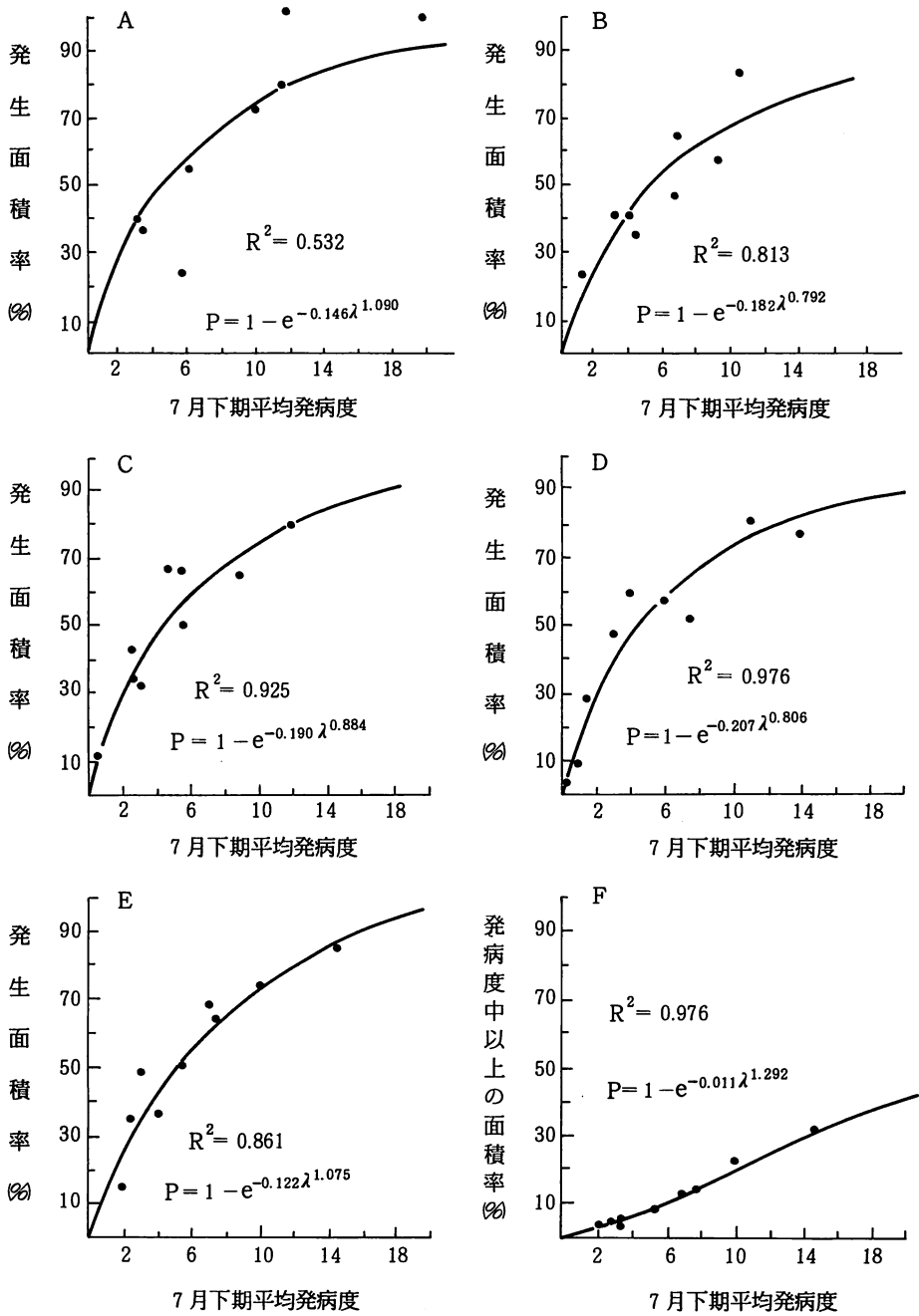
発生程度調査

- A：下葉は枯死し、完全なズリコミ症状を呈する。
(病斑面積歩合 50 以上)
- B：かなり病斑がみられ、軽いズリコミ症状を呈する。
(病斑面積歩合 10)
- C：病斑がかなりみられる。(病斑面積歩合 2)
- D：病斑がわずかにみられる。(病斑面積歩合 0.5)
- E：病斑なし

発病度計算式

$$\text{発病度} = \frac{4A + 3B + 2C + D}{4 \times \text{調査株数}} \times 100$$

① 発病程度調査項目が発病程度が高くなるに従って病斑数からズリコミの状態に変っている。これは被害の実態には即していると思われるが、統計的に処理する場



第 14 図 7 月下旬における葉いもち平均発病度と管内の発生面積率の関係

A	水戸病害虫防除所管内, 平均発病度は 44 地点の平均値		
B	鉾田	"	17 "
C	土浦	"	52 "
D	下館	"	37 "
E	県下全域	"	150 "
F	県下全域の発病度中以上,	"	150 "

第6表 $P = 1 - e^{-a\lambda^b}$ による発生面積の推定

年次	水戸病虫害防除所管内				鉾田病虫害防除所管内			
	平均発病度 (λ)	発生面積率(%)		誤差	平均発病度 (λ)	発生面積率(%)		誤差
		実測値	推定値(P)			実測値	推定値(P)	
1977	6.00	84.09	61.14	22.95	—	—	—	—
1978	3.43	38.64	45.23	-6.59	3.33	41.17	37.68	3.49
1979	5.73	22.73	59.77	-37.04	1.39	23.53	21.07	2.46
1980	3.07	40.91	42.27	-1.36	9.22	58.82	65.35	-6.53
1981	10.09	72.73	76.36	-3.63	10.39	82.35	68.81	13.54
1982	5.95	54.55	60.91	-6.36	6.83	47.06	56.63	-9.57
1983	2.48	61.36	37.05	24.31	4.50	35.29	45.13	-9.84
1984	20.41	100.00	92.05	7.95	7.17	64.71	58.03	6.68
1985	11.68	79.55	88.16	-8.16	4.00	40.59	42.12	-1.53

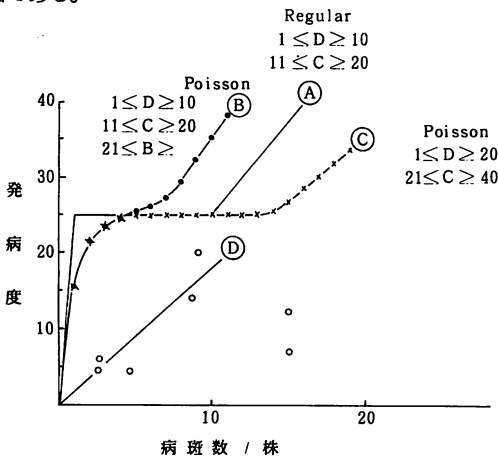
年次	土浦病虫害防除所管内				下館病虫害防除所管内			
	平均発病度 (λ)	発生面積率(%)		誤差	平均発病度 (λ)	発生面積率(%)		誤差
		実測値	推定値(P)			実測値	推定値(P)	
1977	5.83	67.31	57.31	10.00	7.78	51.35	66.49	-15.14
1978	2.88	32.69	37.12	-4.43	1.28	29.73	22.70	7.03
1979	0.65	11.54	11.92	-0.38	0.08	2.70	2.70	0.00
1980	2.65	42.31	35.00	7.31	0.92	10.81	17.84	-7.03
1981	8.87	65.38	70.77	-5.39	11.14	81.08	76.49	4.59
1982	5.42	50.00	55.19	-5.19	3.31	48.65	42.43	6.22
1983	2.79	34.62	36.15	-1.53	3.97	62.16	47.30	14.86
1984	12.12	80.77	80.00	0.77	14.03	78.38	82.16	-3.78
1985	4.83	67.31	53.36	13.95	6.06	56.76	58.77	-2.00

年次	県下全域				県下全域(発病度中以上)			
	平均発病度 (λ)	発生面積率(%)		誤差	平均発病度 (λ)	発生面積率(%)		誤差
		実測値	推定値(P)			実測値	推定値(P)	
1977	7.73	65.33	65.80	-0.47	7.73	14.67	14.87	-0.20
1978	2.71	34.67	29.80	4.87	2.71	4.67	4.00	0.67
1979	2.09	14.00	23.53	-9.53	2.09	3.33	2.87	0.46
1980	3.15	36.00	33.93	2.07	3.15	4.67	4.87	-0.20
1981	9.95	74.00	75.40	-1.40	9.95	22.00	20.07	1.93
1982	5.24	50.67	55.87	-0.20	5.24	8.00	9.27	-1.27
1983	3.19	49.33	34.33	15.00	3.19	4.00	4.93	-0.93
1984	14.41	84.67	87.40	-2.73	14.41	31.33	30.40	0.93
1985	7.03	68.67	63.04	5.63	7.03	12.00	13.08	-1.08

合には問題が残る。病斑面積歩合もあるが、これは参考程度であって実際調査の場面には使用に耐えないし、葉面積ははげしく変化しているので経時的に発病の推移をみるときは都合が悪い。

② 発病度計算式では、発病程度別株数に1, 2, 3, 4の重みづけをしているために発病度は25, 50, 75, 100の近くでそれぞれ傾斜が変る複雑な曲線を示すことが予想されるので次にモデル実験を行った。

水田内における株あたり葉いもち病斑数の空間分布モデルによって発病度がどう変化するかを示したのが第15図である。



第15図 葉いもち病斑数の空間分布型と発病度との関係

病斑数の空間分布が一様分布 (Regular distribution) を想定すると、Aで示したように発病程度Dに該当する病斑数を1以上で10以下、Cに該当する病斑数を11以上で20以下とすると病斑数1以下は直線で変化するが、病斑数1から10までは病斑数が増加しても発病度は増加しない結果となる。ランダム分布 (Poisson distribution) では、Bで示したようにDを1以上で10以下、Cを11以上で20以下とすると発病度の増加は病斑数3から7までが緩慢となる。また、Cで示したようにDを1以上で20以下、Cを21以上で40以下とすると病斑数が4から13まで増加しても発病度は増加しないことになる。以上のように発病度を使うことには多くの問題があるが、発生予察事業で一般的に使用されている数値

であるために過去に蓄積されたデータが多いことや、葉いもちの防除要否は発病度が20以下と予想されるので発病度を使うことにした。

実際の水田における葉いもち病斑数の空間分布は、初発生時はランダムに発生するがその後発病が多くなるに従って集中分布に変ることが予想されるが、今回は発生予察事業の防除要否予測技術導入事業の調査水田では株あたり主稈2本×50株の標準型病斑数を調査しているので、これを株あたり病斑数に換算し、さらにこの調査水田にもっとも近い予察事業の巡回調査水田の発病度を第15図にプロットしたのがDで集中分布をしていると考えられる(第15図の○印)。小林²²⁾は病株あたりの病斑数が少いときはポアソンの分布であるが、病斑数が多くなるに従って集中的となることを報告しているが、株あたり病斑数を10以下に限定するならば直線としても大きな間違いはないと考えられるので直線回帰を求めた ($y = 2.002x - 1.253$)。これを使えば発生面積の推定ができる。すなわち防除所管内のアメダスデータを使ってシミュレートし、その地域の平均病斑数を推定することができれば、その平均病斑数(x)から $y = 2.002x - 1.253$ によって平均発病度(y)を求め、平均発病度(λ)を $P = 1 - e^{-\lambda b}$ に代入することにより発生面積率(P)や発病度中以上の発生面積率(P)を推定することができる。

V 総合考察

清沢²⁰⁾は、日本における発生予察研究の近代的な手法として、全体論的模型、システム分析的模型、生物学的模型の三つに分けた。このシステム分析的模型によるいもち病の発生予察プログラムについては①広域的な初期侵入の時期を予測するBLASTAM²⁸⁾ ②病斑数の推移をシミュレートするBLASTL⁷⁾、FOSSBI ③穂いもち発生推移を確率論的にシミュレートする福岡農試⁴⁾、高崎^{38), 39)}のモデルと伝染源となるいもち病菌の増殖過程を数量的に捉えて穂いもちの発生量を予測する加藤・佐々木¹⁷⁾のモデルがある。

発生予察への利用という面からはBLASTAMは広域の初期侵入時期を予測するため、東北地方のように全般

発生²²⁾をもとにして防除開始の時期を決定する必要のある地域では約2週間前にその予測ができるので極めて有効な方法であるが、関東地方のように初発生時期の早晚よりも、その後の気象条件によって防除要否が決定される地域では、初発生以降の病斑数の推移が重要である。そのためには気象数値の予測が前提となるが、現段階では今後2週間の気象予測、とくに葉上結露に大きく影響する降水量の予測は困難である。

本モデルはEPDEM⁴⁴⁾にならって発病過程を生態的に追跡して数量化しているため、毎日の侵入数と潜伏期間後の病斑数との関係を検討すれば短期予察は可能である。

橋本ら⁷⁾のBLASTLは伝染源の初期値として病斑数とその時期を設定するようになっているが、本モデルの初期値は越冬病斑に由来する飛来孢子数になっている。この飛来孢子数はその後の病斑数推移に及ぼす影響は非常に大きい。小泉²⁵⁾は補植用苗などによって地域内での孢子密度が高まり全般発生へとつながることを示唆しているが、試行実験によって求めた飛来孢子数と前年秋の穂いもち発生量とは一定の関係があることが見いだされた。これによってアメダスデータでシミュレートすれば、越水²⁸⁾のBLASTAMと同様に全般発生の予測ができるようになった。また、病斑数の予測もできるのでさらに利用範囲は広いものと考えられる。ただアメダスデータによってシミュレートする場合に問題となるのが葉上結露の推定である。曾士ら⁴⁵⁾は小麦黄銹病のシミュレーション研究において株間の湿度が90%以下になったとき葉面が乾燥し始め、95%以上のとき結露を開始したと報告している。羽柴⁶⁾は紋枯病予察の研究において、百葉箱内湿度から株間湿度の垂直分布図を用いて、水稻の株間湿度を推定した。しかし、アメダスでは湿度は観測されていないし、また越水²⁷⁾が指摘しているように降水量の観測単位が1mmなので、1mm以下の降雨が問題となる。反面重量式の結露計は肝心な結露開始時刻に振幅が大きくなる傾向があり読みとりが困難となる欠点があった。

第7図によると、本モデルの初発生は実測の初発生よりも早い傾向がある。これは実測の調査間隔の問題以外

に、実測は主茎50本を調査対象としているために実測で初発生を確認できない程度の発生をモデルでは初発生としているためではないかと思われる。1985年土浦の初発生は、シミュレーション結果が7月9日、実測は7月27日で大きく異なっている。これは1985年の土浦・鹿島・下妻ともBLASTAMでは7月上旬に好適感染日があるので、土浦の実測が調査茎数の関係で初発生を見逃したのではないかと考えられる。

防除要否の情報とは、防除をする必要があるかないかの二者択一的なものではない。また、アメダスの降水確率のように、ある対象地域を広がりがない点とみて、その要防除確率をだせばそれで良いというものでもない。つまりある対象地域の平均発病度の他に要防除の水田が何処に、どの位の面積あるか、さらにその品種、田植時期などを情報として提供し、農家が防除の意志決定の材料とすることのできるものでなければならない。

程度別発生面積の推定については、城所・桐谷¹⁸⁾はニカメイガの被害株率がポアソン分布に近似できることを前提として、平均被害株率がわかれば頻度分布から発生程度別面積を推定する方法を提案している。著者らは、分布型によらないで平均発病度から経験的に程度別発生面積を推定した。

いもち病による減収は、穂いもちは直接収量に影響するが、葉いもちはズリコミを除けば穂いもち発生の孢子供給源として間接的な収量への影響が主体と考えられるので、穂いもちの発病が予測できないかぎり、葉いもちの要防除水準の設定は困難である。しかし、発生予察事業で定められた発病程度の中以上を要防除面積とすれば、シミュレーションによって平均発病度を推定して、発生面積・要防除面積を推定することができる。

本県の葉いもち発生はほぼ現在の四つの病害虫防除所管内に地域区分できる^{14), 15)}ので、MICOSシステムによってアメダスデータを電話回線で直接フロピィ・ディスクに入力すれば、自動的に各病害虫防除所管内の地点についてシミュレートすることができる。それによって平均発病度を推定し、要防除面積を推定する目的でアメダスデータだけでシミュレーションができるシステ

ムを作った。

アメダスの観測地点が多ければSYMAP⁵⁾、PMEX³⁾のように要防除地域を地図上に出力する手法もあるが、葉いもちについては経験的に要防除水田は特定できるものと思われる。

村松²⁹⁾はイネ縞葉枯病のシステムダイナミックス・モデルを作り、このようなモデルが他の病害虫でも作られ、イネ全体のサブモデルとして位置づけられるならば、色々な条件に対処することが合理的にできると考察している。農薬の種類・選定・散布時期の決定や防除要否などは一つの病害虫だけではなく、対象外の病害虫に対する影響も大きいので全体のモデルを構築して、お互に矛盾のない総合的な農薬散布を考える必要がある。

VI 摘 要

合理的防除を推進する上で、病害虫の発生予察は重要なことである。イネの重要病害虫であるいもち病は膨大な研究業績があるので、これを総合的に組立て、発生予察に役立つシステム・モデルを作った。

1) 日射量は葉いもち発生に及ぼす影響が大きいので、ポットに栽培したイネを、いもち菌の胞子を噴霧接種する前後に寒冷紗で遮光処理をして発現する病斑数を調査した。その結果接種前の遮光は標準型病斑数を増加させた。接種の前後とも遮光すると病斑数は減少した。

2) 葉いもちの生態的な発病経過を数量化して、病斑数推移シミュレーション・プログラム FOSSBIをBASIC語で作成した。

3) 分生胞子の飛散状況を、回転式胞子採集器による採集数と本モデルで比較し、同じ傾向であることを認めた。

4) 病斑数推移は1981年岩井、1984年土浦、1985年鹿島・土浦・下妻の調査水田と比較した結果、本モデルの初発生はBLASTAMとほぼ一致し、実測よりはやや早い傾向であった。その後の推移はほぼ一致しており、本モデルの整合性が検証された。

5) アメダスデータを利用してシミュレーションを行うために、アメダスデータから葉上結露、日射量を

推定してシミュレーションを行った。

6) シミュレーションによって殺菌剤の散布適期を検討した。予防剤は初発病斑が感染する時期、次いで急増する病斑が感染する時期であった。治療剤は急増する病斑が感染する時期が、それぞれ散布適期であることがわかった。

7) 要防除面積の推定

発生予察の巡回調査データから、平均発病度と程度別発生面積の間で一定の関係があることが確かめられたので、シミュレーションによって平均発病度を推定し、要防除面積を推定する手法を検討した。

8) 病斑数推移の他に要防除面積の推定ができるので発生予察を支援するシステムとして大いに利用できるものと思われる。

引用文献

- 1) 鏡谷大節(1955)葉稻熱病の感染型に就いて. 栃内福士両教授還暦記念論文集: 197~201.
- 2) 千葉末作・千葉順逸・島田慶世・太田恵二(1973)人工降雨がいもち病の発生に及ぼす影響. 北日本病虫研究報. 24: 48
- 3) Croft, B. A., J. L. Howes, and S. M. Welch (1976) A Computer-based, Extension Pest Management Delivery System. Environmental Entomology. 5: 20~34
- 4) 福岡県立農業試験場(1975)発生予察事業電子計算機利用方法開発に関する特殊調査成績書—イネいもち病—. 福岡農試1: 105.
- 5) Fulton, W. C. and D. L. Haynes (1975) Computer Mapping in Pest Management. Environmental Entomology. 4: 357~360.
- 6) 羽柴輝良(1984)イネ紋枯病の発生と被害の予測法. 北陸農試報. 26: 115~164.
- 7) 橋本晃・平野喜代人・松本和夫(1984)シミュレーションによる葉いもちの発生予察に関する研究. 福島農試研究報特別報告. 2: 1~104
- 8) 逸見武雄(1930)植物病原菌の寄主体侵入時間に就

- きて(2). 病害虫雑誌. 17-2:1~8.
- 9) 逸見武雄(1938) 稲胡麻葉枯病菌及稲熱病菌の稲の苗葉侵入と環境との関係比較. 病害虫雑誌. 25:1~9.
 - 10) 平野喜代人・橋本晃・斉藤満(1971) いもち病の日照不足下における発生生態. 4 遮光強度と葉いもちの発生変動(講要). 日植病報. 37:160
 - 11) 堀真雄・荒田武房・井上好之助(1960) いもち病の発生予察に関する研究. (Ⅵ) 葉鞘の澱粉蓄積程度による葉いもち病の予察について(講要). 日植病報. 25:2.
 - 12) ———(1963) 同上, とくに実験的予察技術を中心として. 病害虫発生予察特別報告. 14:1~76
 - 13) 岩野正敬(1984) イネいもち病病斑からの胞子の離脱に関する研究. 北陸農試報. 26:67~95.
 - 14) 金井克己・宮井俊一・高井昭(1978) クラスタ分析による茨城県のイネ病害虫発生地域区分. 茨城農試研報. 19:49~54.
 - 15) ———・高井昭(1979) 茨城県における葉いもちの発生地域区分. 関東病虫研. 26:15.
 - 16) ———・———・小林誠・村田勝利(1979) シミュレーションによるイネいもち病の発生予察法. 第2報シミュレーションプログラムによる処理結果(講要). 日植病報. 45:517.
 - 17) 加藤肇・佐々木次雄(1974) イネいもち病の疫学的研究. —とくにイネ体上におけるいもち病菌の増殖過程と穂いもち発生量の数値予測—. 農技研報C. 28:1~61.
 - 18) 城所隆・桐谷圭治(1982) 被害許容水準と防除戦略 (1) — EILの定義とその展開 —. 植物防疫. 36:5~11.
 - 19) 桐谷圭治(1984) 生物的防除. 新農業システム総合技術:294~312.
 - 20) 清沢茂久編著(1965) 植物疫学 — 数理統計的手法の適用 —. 博友社. 東京:1~604.
 - 21) 小林次郎(1968) 微気象用結露計の考案とその利用例. 農及園. 43:409~411.
 - 22) 小林次郎(1984) 発生初期における葉いもちの疫学的研究. 秋田農試研報. 26:1~84.
 - 23) 小林誠・高井昭・金井克己・村田勝利(1979) シミュレーションによるイネいもち病の発生予察法. 第1報はいもちのシミュレーションプログラム(講要). 日植病報. 45:517.
 - 24) ———・———(1981) 同上, 第3報結露時間と温度条件による穂首いもちの発病(講要). 日植病報. 47:365.
 - 25) 小泉信三(1986) 補植用苗といもち病. 今月の農業. 30-3:102~107.
 - 26) 栗林数衛・市川久雄(1941) 空中に浮遊せる稲熱病菌の分生胞子採集と其の発生予察との関係に就て(1). 病害虫雑誌. 28:1~7.
 - 27) 越水幸男(1982) アメダス資料による葉いもち病の発生予察法. 今月の農業. 26-1:46~53. 26-2:64~67. 26-3:74~83. 26-4:68~78.
 - 28) ———・林孝(1984) イネいもち病発生予察用シミュレーションプログラム — BLASTAM —. 日本植物防疫協会.
 - 29) 村松義司(1979) システムダイナミックス・モデルによるイネ籾葉枯病流行機作解析. 静岡農試研報. 24:1~13.
 - 30) 村田勝利・高井昭・金井克己・小林誠(1981) シミュレーションによるイネいもち病の発生予察法. 第4報穂いもちのシミュレーション・プログラム(講要). 日植病報. 47:365.
 - 31) 農水省農政局(1971) 農作物有害動植物発生予察実施要綱ならびに同要領:1~130.
 - 32) 大畑貫一・後藤和夫・高坂淳爾(1966) イネイモチ病抵抗力に及ぼす低温の影響, ならびに抵抗力の変動とイネの体内成分との関係. 農技研報C. 20:1~65.
 - 33) 岡本弘・斉藤正・森橋俊春・柳沢健彦(1951) 水稻の生育度と葉稲熱病との関係について. 北陸農業研究. 1:45~51.
 - 34) 小野小三郎(1956) 抵抗性の類別と形態 — 植物病

- 害抵抗性の研究 4 — 農業技術. 11:160~162.
- 35) 大島正雄・村山登(1960) 水稻の窒素栄養に関する研究. (1) 窒素栄養を異にする水稻の生育各期における遮光の影響. 農技研報 B 10:1~36.
- 36) 鈴木穂積(1969) いもち菌胞子の動態およびそれによる発生予察法. 北陸農試報. 10:1~118.
- 37) 高橋喜夫(1957) 稲熱病発生予察のための 2, 3 の基礎資料. 農林省植物防疫課: 1~20.
- 38) 高崎登美雄(1978) コンピュータによる稲いもち病の発生予察について, 福岡県の現状. 今月の農業. 22-12:33~37.
- 39) ——— (1982) シミュレーションによるイネいもち病の発生予察. 福岡県. 今月の農業. 36-8:33~37.
- 40) 山田一茂(1983) 太陽電池式日照計のデータから水平面日射量を推定する方法について. 日農気象北陸支部誌. 8:15~22.
- 41) 吉野嶺一(1971) いもち病病斑の発現に及ぼす温度の影響および I-K I による病斑の早期検出. 北陸病虫研報. 19:11~14.
- 42) ———・山口富夫(1974) イネいもち病の発生におよぼす日射の影響. 北陸農試報. 16:61~119.
- 43) ——— (1979) いもち病菌の侵入に関する生態学的研究. 北陸農試報. 22:163~221.
- 44) Waggoner, P. E. and J. G. Horsfall (1969) EPIDEM, a simulator of plant disease written for computer. Connecticut Agric. Exp. Stat. Bull 698:1~80.
- 45) 曾士迈・張万义・肖悦岩(1981) 小麦条锈病的电算模拟研究初报 — 春季流行的 — 个简要模型. 北京农业大学学报 7:1~12.

付 録

イネいもち病シミュレーション・プログラム(FOSSBI)リスト

```

100 ***** MENU *****
110 *
120 * ****
130 * ****
140 * ****      イネいもち病発生予測支援システム      ****
150 * ****
160 * ****      メニュー プログラム      ****
170 * ****
180 * ****
190 *
200 CONSOLE 0.25.0.1:COLOR 6.0.0.0:CLS:CLS 2
210 LOCATE 10.1
220 PRINT"***** MENU ***** "
230 COLOR 5.0.0.0
240 LOCATE 18.4
250 PRINT"本 . . . 気象データの入力 . . ."
260 LOCATE 18.7
270 PRINT"本 . . . シミュレート . . . ."
280 LOCATE 18.10
290 PRINT"本 . . . . . 終 . . . . . ."
300 COLOR 4.0.0.0
310 LOCATE 8.20
320 PRINT"カーソルを本に合わせて RETURN key を押して下さい。"
330 COLOR 5.0.0.0
340 LOCATE 18.4:INPUT ".N$
350 N=(CSRLIN-21)/3
360 IF N=3 OR N<1 THEN CLS:GOTO 240
370 IF N=1 THEN RUN "MENUIN"
380 IF N=2 THEN RUN "SI"
390 IF N=3 THEN CLS:END
400 ***** MENU 60-10-03 *****

```

```

100 ***** DATA INPUT *****
110 *
120 * ****
130 * ****
140 * ****      イネいもち病発生予測支援システム      ****
150 * ****
160 * ****      データ入力プログラム      ****
170 * ****
180 * ****
190 *
200 DIM A(130.8),B(130)
210 CONSOLE 0.25.0.1:COLOR 5.0.0.0:CLS:CLS 2
220 GOSUB *MENU
230 CLS
240 LOCATE 25.1:PRINT "日      数 (N) = "":INPUT ".N
250 CLS
260 LOCATE 25.1:PRINT "***** メニュー *****"
270 LOCATE 25.3:PRINT "KB か INPUT . . . . . 1"
280 LOCATE 25.5:PRINT "FD か INPUT . . . . . 2"
290 LOCATE 25.7:PRINT "FD = PRINT . . . . . 3"
300 LOCATE 25.9:PRINT "PRINTER . . . . . 4"
310 LOCATE 25.11:PRINT "修正 . . . . . 5"
320 LOCATE 25.13:PRINT "DATA ノ 追加 . . . . . 6"
330 LOCATE 25.15:PRINT "SUB MENU . . . . . 7"
340 LOCATE 25.17:PRINT "MAIN MENU . . . . . 8"
350 LOCATE 25.19:PRINT "END . . . . . 0"
360 LOCATE 25.21:PRINT " ":
370 I$=INPUT$(1):PRINT I$
380 K=VAL(I$):IF K<0 OR K>8 THEN 250
390 IF K=0 THEN END
400 IF K=8 THEN RUN "MENU"
410 IF MENU=1 AND MENU<4 THEN 420 ELSE IF MENU=5 OR MENU=6 THEN 1010 ELSE 210
420 ON K GOTO 430.610.520.700.880.930.210
430 CLS
440 PRINT TAB(15) T1$:PRINT
450 CONSOLE 2.23.0.1
460 FOR J=1 TO N
470 FOR I=1 TO 8
480 PRINT TAB(15) "A(:"J:".":I) = "":INPUT".A(J,I)
490 NEXT I,J
500 CONSOLE 0.25.0.1
510 GOTO 250
520 CLS:LOCATE 25.3:PRINT "何番ドライブに出力しますか "":NDS=INPUT$(1):PRINT NDS
530 F$=NDS*":":NAS
540 OPEN F$ FOR OUTPUT AS #1
550 FOR J=1 TO N
560 FOR I=1 TO 8
570 PRINT #1.A(J,I)
580 NEXT I,J
590 CLOSE
600 GOTO 250
610 CLS:LOCATE 25.3:PRINT "何番ドライブから入力しますか "":NDS=INPUT$(1):PRINT NDS
620 F$=NDS*":":NAS
630 OPEN F$ FOR INPUT AS #1
640 FOR J=1 TO N
650 FOR I=1 TO 8
660 INPUT #1.A(J,I)
670 NEXT I,J
680 CLOSE
690 GOTO 250
700 LPRINT:LPRINT:LPRINT
710 LPRINT TAB(3)

```

付録 イネいもち病シミュレーション・プログラムリスト

```

720 FOR I=1 TO 8:LPRINT USING"####  ":I:NEXT I
730 LPRINT
740 FOR I=1 TO N STEP 10
750 I1=I+9:IF I1>N THEN I1=N
760 FOR K=1 TO I1
770 LPRINT USING"###":K:
780 FOR J=1 TO 8
790 IF MENUU=1 OR MENUU=5 THEN 810
800 LPRINT USING"####  ":A(K,J)::GOTO 820
810 LPRINT USING"###.#  ":A(K,J):
820 NEXT J
830 LPRINT
840 NEXT K
850 LPRINT
860 NEXT I
870 GOTO 250
880 CLS:LOCATE 25.3:PRINT "何日ですか          ":INPUT ".NN
890 LOCATE 25.5:PRINT "何番の測定値ですか      ":INPUT ".MM
900 CLS
910 PRINT TAB(15) "A(":NN:".":MM:") = ":A(NN,MM)::INPUT " -> ".A(NN.MM)
920 GOTO 250
930 CLS:LOCATE 25.3:PRINT "何日追加しますか      ":INPUT ".NP
940 CLS
950 FOR J=N+1 TO N+NP
960 FOR I=1 TO 8
970 PRINT TAB(15) "A(":J:".":I") = ":INPUT".A(J,I)
980 NEXT I,J
990 N=N+NP
1000 GOTO 250
1010 ON K GOTO 1020,1070,1150,1230,1340,1380,210
1020 CLS
1030 FOR J=1 TO N
1040 PRINT TAB(15) "B(":J:".") = ":INPUT".B(J)
1050 NEXT J
1060 GOTO 250
1070 CLS:LOCATE 25.3:PRINT "何番ドライブから入力しますか  ":NDS=INPUT$(1):PRINT NDS
1080 FS=NDS*":":N$AS
1090 OPEN FS FOR INPUT AS #1
1100 FOR J=1 TO N
1110 INPUT #1.B(J)
1120 NEXT J
1130 CLOSE
1140 GOTO 250
1150 CLS:LOCATE 25.3:PRINT "何番ドライブに出力しますか  ":NDS=INPUT$(1):PRINT NDS
1160 FS=NDS*":":N$AS
1170 OPEN FS FOR OUTPUT AS #1
1180 FOR J=1 TO N
1190 PRINT #1.B(J)
1200 NEXT J
1210 CLOSE
1220 GOTO 250
1230 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
1240 FOR I=1 TO N STEP 10
1250 I1=I+9:IF I1>N THEN I1=N
1260 FOR J=1 TO I1
1270 IF MENUU=1 OR MENUU=5 THEN 1290
1280 LPRINT USING"####  ":B(J)::GOTO 1300
1290 LPRINT USING"###.#  ":B(J):
1300 NEXT J
1310 LPRINT
1320 NEXT I
1330 GOTO 250
1340 CLS:LOCATE 25.3:PRINT "何日ですか          ":INPUT ".NN
1350 CLS
1360 LOCATE 30.5:PRINT "B(":NN:".") = ":B(NN)::INPUT " -> ".B(NN)
1370 GOTO 250
1380 CLS:LOCATE 25.3:PRINT "何日追加しますか      ":INPUT ".NP
1390 FOR J=N+1 TO N+NP
1400 PRINT TAB(25) "B(":J:".") = ":INPUT".B(J)
1410 NEXT J
1420 N=N+NP
1430 GOTO 250
1440 *MENU
1450 LOCATE 25.1:PRINT "      サブメニュー      "
1460 LOCATE 25.3:PRINT "気  造  . . . . . 1"
1470 LOCATE 25.5:PRINT "結  露  . . . . . 2"
1480 LOCATE 25.7:PRINT "降  水  量  . . . . . 3"
1490 LOCATE 25.9:PRINT "湿  度  . . . . . 4"
1500 LOCATE 25.11:PRINT "平均気温  . . . . . 5"
1510 LOCATE 25.13:PRINT "日  射  量  . . . . . 6"
1520 LOCATE 25.15:PRINT "          "
1530 LOCATE 25.17:PRINT "場所はどこですか？(英2字)  ":BAS=INPUT$(2):PRINT BAS
1540 LOCATE 25.19:PRINT "昭和何年ですか？          ":NENS=INPUT$(2):PRINT NENS
1550 FOR I=1 TO 2000:NEXT I
1560 N$="":MENUU=VAL(MENU$)
1570 ON MENUU GOTO 1580,1590,1600,1610,1620,1630
1580 N$="OND":TIS="気温":GOTO 1650
1590 N$="ID":TIS="結露":GOTO 1640
1600 N$="IR":TIS="降水量":GOTO 1640
1610 N$="RH":TIS="湿度":GOTO 1640
1620 N$="HON":TIS="平均気温":GOTO 1650
1630 N$="SUN":TIS="日射量":GOTO 1650
1640 N$=N$+BAS+NENS:RETURN
1650 N$=N$+BAS+RIGHT$(NENS,1):RETURN
1660 ***** DATA INPUT *****

```

茨城県農業試験場研究報告 第25号 (1985)

```

100 ***** シミュレーション プログラム *****
110
120 *****
130 *****
140 *****   イネいもち病発生予測支援システム *****
150 *****
160 *****   メイン   プログラム *****
170 *****
180 *****
190
200 CONSOLE 0.25.0.1:COLOR 5.0.0.4:CLS:CLS 2
210 DEFINT I-N
220 DIM KATTEL(130,10),IYOREI(10,2),DSINSU(130,10),KATTEI(130,10),HIHO4(10)
230 DIM TIMEL(10,8),IZ(10),TIMEI(10,8),SINSUL(130,10),SSSPOL(130,10)
240 DIM SSSPOL(130,10),KATTEN(10),SINSUI(130,10),CAI(10),TEI(10),TE2(10)
250 DIM STSIN(30),U2SIN(30),U3SIN(30),TINDEX(6,8),ZZ(10)
260 DIM OND(130,8),IRH(130,8),IR(130,8),ID(130,8),ISUN(150),HO4P(6)
270 DIM HO4NO(30,4),T1(8,2),SINN(7,18),Z(10,21),HOND(130),IRAIN(9),ID1(16)
280 DIM ONDI(16),TIME(8),SENON(130),ISPOT(130,10),NITSPO(130,10),LL(130)
290 DIM ISPOTT(130,10),X(60),YOREI(3,3,8)
300 DIM HOND1(40),WT(5),WT(5),KOOKA(5),IZAIKE(5),ISANPT(5),SANPT(5),TIMAXM(5)
310 DIM TTIMEI(5),TTIME2(5),TTIME3(5),TTIME4(5),TTIME5(5),YOMAXM(5),YTIMEI(5)
320 DIM YTIME2(5),YTIME3(5),YTIME4(5),YTIME5(5),NOYAS(5)
330 DIM ISPO(130,10),IPISPT(2,4),IPOND(2,4),POND(2,4)
340 ***** 外生変数の読み込み *****
350 FOR I=1 TO 53:READ X(I):NEXT I
360 FOR I=1 TO 30:READ STSIN(I):NEXT I
370 FOR I=1 TO 30:READ U2SIN(I):NEXT I
380 FOR I=1 TO 30:READ U3SIN(I):NEXT I
390 FOR I=0 TO 6:FOR J=1 TO 8:READ TINDEX(I,J):NEXT J:NEXT I
400 FOR I=1 TO 10:READ ZZ(I):NEXT I
410 CONSOLE 0.25.0.1
420 LINE(0,0)-(639,199)..B
430 *****
440 ***** 初期画面 *****
450 *****
460 PRINT:PRINT "               イネいもち病のシミュレーション               "
470 PRINT
480 PRINT "               計算をする日数は (6月1日からの日数) 何日ですか ?   ";
490 INPUT " ".IX10:IF (IX10<1) OR (IX10>130) THEN CLS:GOTO 480
500 PRINT
510 PRINT "               昭和何年の計算ですか                               ?   ".NEN
520 PRINT
530 PRINT "               場所はどこですか                                   ?   ".BASHOS
540 CLS
550 PRINT:PRINT"               ***** 外 生 変 数 *****"
560 PRINT
570 FOR I=1 TO 15
580 PRINT USING "## ... ####.### ":I:X(I):I+15:X(I+15):I+30:X(I+30):I+45:X(I+45)
590 NEXT I
600 GOSUB *VNA
610 CLS:PRINT:PRINT "               施肥条件を入力して下さい               "
620 PRINT:PRINT "               少肥 ..... 0"
630 PRINT:PRINT "               ..... "
640 PRINT:PRINT "               ..... ? ";
650 ISE$=INPUT$(1):PRINT ISE$:ISEH1=VAL(ISE$)
660 IF ISE$<>"0" AND ISE$<>"1" AND ISE$<>"2" THEN 610
670 PRINT
680 PRINT "               防除回数は何回ですか (0-5)                   ? ";
680 INPUT " ".IBOOJO:IF (IBOOJO<0) OR (IBOOJO>5) THEN 400
700 PRINT
710 PRINT "               データは何番ドライブから入力しますか           ? ";
720 IDS=INPUT$(1):PRINT IDS
730 PRINT
740 IF IDS<>"1" AND IDS<>"2" AND IDS<>"3" AND IDS<>"4" THEN CLS:GOTO 700
750 NENS=STR$(NEN):NEN2$=RIGHT$(NENS,2):NEN1$=RIGHT$(NENS,1)
760 *****
770 "               5月10日~5月31日の平均気温 *****
780 *****
790 F$="":F1$=F1$+IDS*":
800 F$="":F$=F1$+"HON"+LEFT$(BASHOS,2)+NEN1$
810 OPEN F$ FOR INPUT AS #1
820 FOR I=1 TO 22
830 INPUT #1,HOND1(I)
840 NEXT I
850 CLOSE
860 *****
870 "               1 X 1 0 日間の気温 *****
880 *****
890 F$="":F$=F1$+"OND"+LEFT$(BASHOS,2)+NEN1$
900 OPEN F$ FOR INPUT AS #1
910 FOR I=1 TO IX10
920 FOR J=1 TO 8
930 INPUT #1,OND(I,J)
940 NEXT J
950 NEXT I
960 CLOSE
970 *****
980 "               1 X 1 0 日間の結露 *****
990 *****
1000 F$="":F$=F1$+"ID"+LEFT$(BASHOS,2)+NEN2$
1010 OPEN F$ FOR INPUT AS #1
1020 FOR I=1 TO IX10
1030 FOR J=1 TO 8
1040 INPUT #1,ID(I,J)
1050 NEXT J
1060 NEXT I
1070 CLOSE
1080 *****
1090 "               1 X 1 0 日間の降水量 *****
1100 *****
1110 F$="":F$=F1$+"IR"+LEFT$(BASHOS,2)+NEN2$
1120 OPEN F$ FOR INPUT AS #1
1130 FOR I=1 TO IX10
1140 FOR J=1 TO 8
1150 INPUT #1,IR(I,J)
1160 NEXT J
1170 NEXT I
1180 CLOSE
1190 *****
1200 "               1 X 1 0 日間の温度 *****
1210 *****
1220 F$="":F$=F1$+"RH"+LEFT$(BASHOS,2)+NEN2$

```

付録 イネいもち病シミュレーション・プログラムリスト

```

1230 OPEN F5 FOR INPUT AS #1
1240 FOR I=1 TO IX10
1250 FOR J=1 TO 8
1260 INPUT #1,IRH(I,J)
1270 NEXT J
1280 NEXT I
1290 CLOSE
1300 IX11=IX10+20
1310 *****
1320 ' 5月17日~IX10+5日間の日射量
1330 *****
1340 FS="":FS=FI$+"SUN"+LEFT$(BASHOS,2)+NENIS
1350 OPEN F5 FOR INPUT AS #1
1360 FOR I=1 TO IX11
1370 INPUT #1,ISUN(I)
1380 NEXT I
1390 CLOSE
1400 *****
1410 ' INPUT TABLE
1420 *****
1430 ' HO4NO
1440 *****
1450 FS="":FS=FI$+"HO4NO"
1460 OPEN F5 FOR INPUT AS #1
1470 FOR I=1 TO 30
1480 FOR J=1 TO 4
1490 INPUT #1,HO4NO(I,J)
1500 NEXT J
1510 NEXT I
1520 CLOSE
1530 *****
1540 ' T1
1550 *****
1560 FS="":FS=FI$+"T1"
1570 OPEN F5 FOR INPUT AS #1
1580 FOR I=1 TO 8
1590 FOR J=1 TO 2
1600 INPUT #1,T1(I,J)
1610 NEXT J
1620 NEXT I
1630 CLOSE
1640 *****
1650 ' HO4P
1660 *****
1670 FS="":FS=FI$+"HO4P"
1680 OPEN F5 FOR INPUT AS #1
1690 FOR I=1 TO 6
1700 INPUT #1,HO4P(I)
1710 NEXT I
1720 CLOSE
1730 FS="":FS=FI$+"Z1"
1740 ' OPEN F5 FOR INPUT AS #1
1750 FOR I=1 TO 10
1760 FOR J=1 TO 21
1770 INPUT #1,Z1(I,J)
1780 NEXT J
1790 NEXT I
1800 CLOSE
1810 *****
1820 ' SINN
1830 *****
1840 FS="":FS=FI$+"SINN"
1850 OPEN F5 FOR INPUT AS #1
1860 FOR I=1 TO 7
1870 FOR J=1 TO 18
1880 INPUT #1,SINN(I,J)
1890 NEXT J
1900 NEXT I
1910 CLOSE
1920 *****
1930 ' 日平均気温の計算
1940 *****
1950 FOR N=1 TO IX10
1960 TOND=0!
1970 FOR I=1 TO 8
1980 TOND=TOND+OND(N,I)
1990 NEXT I
2000 HOND(N)=TOND/8!
2010 NEXT N
2020 *****
2030 ' タイトル
2040 *****
2050 LPRINT "***** 昭和";NEN;"年 いもち病のシミュレーション *****
TIMES
2060 LPRINT
2070 LPRINT "***** 場所 ";BASHOS
2080 LPRINT
2090 LPRINT "***** 計算する日数は";IX10;"日間"
2100 CLS:LPRINT
2110 PRINT "          入力データを出力しますか (Y/N)";:NS=INPUT$(1):PRINT NS
2120 PRINT
2130 IF NS="N" OR NS="n" THEN 2850
2140 IF NS(">Y" AND NS("<y" THEN 2100
2150 *****
2160 ' 気象データのプリント
2170 *****
2180 LPRINT:LPRINT
2190 LPRINT "***** 入力データ *****":LPRINT
2200 LPRINT "***** 気 温"
2210 NS=IX10
2220 GOSUB *IPRINT
2230 FOR N=1 TO IX10
2240 GOSUB *SPRINT
2250 FOR J=1 TO 8
2260 LPRINT USING "      ###.#":OND(N,J);
2270 NEXT J
2280 LPRINT
2290 NDATE=NDATE+1
2300 NEXT N
2310 LPRINT CHR$(11)
2320 LPRINT "***** 結 露"
2330 GOSUB *IPRINT
2340 FOR N=1 TO IX10

```

```

2350 GOSUB *SPRINT
2360 FOR J=1 TO 8
2370 IF IR(N,J)=0 THEN LPRINT " "; ELSE LPRINT USING " *****":ID(N,J):
2380 NEXT J
2390 LPRINT
2400 NDATE=NDATE+1
2410 NEXT N
2420 LPRINT CHR$(11)
2430 LPRINT"***** 降水量"
2440 GOSUB *IPRINT
2450 FOR N=1 TO IX10
2460 GOSUB *SPRINT
2470 FOR J=1 TO 8
2480 IF IR(N,J)=0 THEN LPRINT " "; ELSE LPRINT USING " *****":IR(N,J):
2490 NEXT J
2500 LPRINT
2510 NDATE=NDATE+1
2520 NEXT N
2530 LPRINT CHR$(11)
2540 LPRINT"***** 湿度"
2550 GOSUB *IPRINT
2560 FOR N=1 TO IX10
2570 GOSUB *SPRINT
2580 FOR J=1 TO 8
2590 IF IRH(N,J)<X(142) THEN LPRINT" "; ELSE LPRINT USING " *****":IRH(N,J):
2600 NEXT J
2610 LPRINT
2620 NDATE=NDATE+1
2630 NEXT N
2640 LPRINT CHR$(11)
2650 LPRINT"***** 日射量"
2660 LPRINT
2670 FOR I=1 TO 10
2680 LPRINT USING " *****":ISUN(I):
2690 NEXT I
2700 LPRINT
2710 FOR I=11 TO 15
2720 LPRINT USING " *****":ISUN(I):
2730 NEXT I
2740 LPRINT
2750 I20=IX10*20
2760 FOR I=16 TO I20 STEP 10
2770 FOR J=1 TO I+9
2780 IF J>I20 THEN 2810
2790 LPRINT USING " *****":ISUN(J):
2800 NEXT J
2810 LPRINT
2820 NEXT I
2830 LPRINT
2840 PRINT
2850 PRINT"          TABLEを出力しますか (Y/N) ":N$=INPUT$(1):PRINT N$
2860 PRINT
2870 IF N$="N" OR N$="n" THEN 3420
2880 IF N$<>"Y" AND N$<>"y" THEN CLS:GOTO 2840
2890 LPRINT CHR$(11)
2900 "*****"
2910 " TABLEのプリント"
2920 "*****"
2930 LPRINT"***** TABLE *****":LPRINT
2940 LPRINT"***** HO4NO" TAB(30) "平均気温"
2950 LPRINT TAB(9) "日" TAB(25) "16" TAB(40) "20" TAB(55) "25" TAB(70) "32"
2960 FOR I=1 TO 30
2970 LPRINT USING " ## ":I:
2980 FOR J=1 TO 4
2990 LPRINT USING " ###.# ":HO4NO(I,J):
3000 NEXT J
3010 LPRINT
3020 NEXT I
3030 LPRINT CHR$(11)
3040 LPRINT"***** HO4P"
3050 LPRINT TAB(9) "OND" TAB(18) "11.0-14.9" TAB(33) "15.0-18.9" TAB(48)
3060 LPRINT "19.0-22.9" TAB(63) "23.0-26.9" TAB(78) "27.0-30.9" TAB(93) "31.0-"
3070 LPRINT TAB(11) "P":
3080 FOR I=1 TO 6
3090 LPRINT USING " ###.# ":HO4P(I):
3100 NEXT I
3110 LPRINT
3120 LPRINT CHR$(11)
3130 LPRINT"***** TI"
3140 LPRINT TAB(8) "TIME" TAB(16) "12:00-14:59" TAB(28) "15:00-17:59" TAB(40)
3150 LPRINT "18:00-20:59" TAB(52) "21:00-23:59" TAB(64) " 0:00- 2:59" TAB(76)
3160 LPRINT " 3:00- 5:59" TAB(88) " 6:00- 8:59" TAB(100) " 9:00-11:59"
3170 FOR J=1 TO 2
3180 LPRINT TAB(10) J:
3190 FOR I=1 TO 8
3200 LPRINT USING" #.###":TI(I,J):
3210 NEXT I
3220 LPRINT
3230 NEXT J
3240 LPRINT CHR$(11)
3250 LPRINT"***** SINN"
3260 LPRINT TAB(9) "OND\TIME":
3270 FOR I=1 TO 7
3280 LPRINT USING"***** ":I:
3290 NEXT I
3300 FOR J=1 TO 18
3310 LPRINT TAB(9):LPRINT USING"***":J+14:
3320 FOR I=1 TO 7
3330 LPRINT USING" #.###":SINN(I,J):
3340 NEXT I
3350 LPRINT
3360 NEXT J
3370 "
3380 "
3390 "*****"
3400 " YOREI TABLE の入力"
3410 "*****"
3420 F$="":F$=F1$+"YOREI"
3430 OPEN F$ FOR INPUT AS #1
3440 FOR I=1 TO 3
3450 FOR J=1 TO 3
3460 FOR K=1 TO 8
3470 INPUT #1.YOREI(I,J,K)

```

付録 イネいもち病シミュレーション・プログラムリスト

```

3480 NEXT K
3490 NEXT J
3500 NEXT I
3510 CLOSE
3520 IX3=X(3):IX5=X(5):IX6=X(6):IX42=X(42):X(10)=IX10
3530 *****
3540 ' 外生変数のプリント
3550 *****
3560 PRINT "      外生変数を出力しますか      (Y/N) " : : NS=INPUT$(1):PRINT NS
3570 IF NS<"N" OR NS=" " THEN 3630
3580 IF NS<"Y" AND NS<" " THEN CLS:GOTO 3560
3590 GOSUB #GAISEI
3600 *****
3610 ' 品種の選択
3620 *****
3630 CLS:PRINT
3640 PRINT "      イネの品種を入力して下さい。"
3650 PRINT "
3660 PRINT "      トドロキワセ      . . . . . 1"
3670 PRINT "
3680 PRINT "      コシヒカリ      . . . . . 2"
3690 PRINT "
3700 PRINT "      日本晴      . . . . . 3"
3710 PRINT "
3720 PRINT "      雑      . . . . . 0  " :
3730 INES=INPUT$(1):PRINT INES:INESH=VAL(INES)
3740 IF INES="0" THEN END
3750 IF INESH<1 OR INESH>3 THEN 3630
3760 *****
3770 ' 田植時期の選択
3780 *****
3790 PRINT "
3800 PRINT "      田植時期を入力して下さい。"
3810 PRINT "
3820 PRINT "      5月10日      . . . . . 1"
3830 PRINT "
3840 PRINT "      6月 5日      . . . . . 2"
3850 PRINT "
3860 PRINT "      6月20日      . . . . . 3  " :
3870 JIKS=INPUT$(1):PRINT JIKS:JIKI=VAL(JIKS)
3880 IF JIKI<1 OR JIKI>3 THEN CLS:GOTO 3790
3890 CLS:PRINT
3900 INPUT "      イネの抵抗 (1以下) を入力して下さい。 ".TEIKOO
3910 IF TEIKOO<=0 OR TEIKOO>1 THEN GOTO 3890
3920 YOREI2=0
3930 ON JIKI GOTO 3940,4000,4010
3940 J=1:JIKI1=5:JIKI2=10
3950 FOR I=J TO 22
3960 IF HONDI(I)<10! THEN 3980
3970 YOREI2=YOREI2+(HONDI(I)-10!)
3980 NEXT I
3990 N1=1:GOTO 4030
4000 N1=5:JIKI1=6:JIKI2=5:GOTO 4030
4010 N1=20:JIKI1=6:JIKI2=20
4020 *****
4030 ' IYOREI の計算
4040 *****
4050 FOR I=1 TO 10
4060 FOR J=1 TO 2
4070 IYOREI(I,J)=--99
4080 NEXT J
4090 NEXT I
4100 I=1
4110 FOR N=N1 TO IX10
4120 YOREI2=YOREI2+(HONDI(N)-10!)
4130 IF YOREI2<YOREI(INESHU,JIKI,1) THEN 4170
4140 IYOREI(1+2,1)=N
4150 IF I>=8 THEN 4180
4160 I=I+1
4170 NEXT N
4180 '
4190 IYOREI(2,1)=IYOREI(3,1)-6
4200 IYOREI(1,1)=IYOREI(3,1)-10
4210 FOR I=1 TO 4
4220 IF IYOREI(I,1)<--99 THEN IYOREI(I,2)=IYOREI(I,1)+35
4230 NEXT I
4240 IF IYOREI(5,1)<--99 THEN IYOREI(5,2)=IYOREI(5,1)+40
4250 IF IYOREI(6,1)<--99 THEN IYOREI(6,2)=IYOREI(6,1)+40
4260 IF IYOREI(7,1)<--99 THEN IYOREI(7,2)=IYOREI(7,1)+50
4270 FOR I=8 TO 10
4280 IF IYOREI(I,1)<--99 THEN IYOREI(I,2)=IX10
4290 NEXT I
4300 Y01$="葉齢      5      6      7      8      9      10      11      12"
4310 Y02$="葉齢      7      8      9      10      11      12      13      14"
4320 Y03$="葉齢      6      7      8      9      10      11      12      13"
4330 Y04$="葉齢      10     11     12     13     14     15     16     17"
4340 Y05$="葉齢      9      10     11     12     13     14     15     16"
4350 Y06$="葉齢      8      9      10     11     12     13     14     15"
4360 ON INESHU GOTO 4370,4460,4580
4370 LPRINT CHR$(11)
4380 *****
4390 ' トドロキワセ
4400 *****
4410 LPRINT "***** トドロキワセ ";JIKI1;"月":JIKI2;"日田植"
4420 GOSUB #STP
4430 LPRINT Y01$
4440 GOSUB #YOREP
4450 GOTO 4690
4460 LPRINT CHR$(11)
4470 *****
4480 ' コシヒカリ
4490 *****
4500 LPRINT "***** コシヒカリ "JIKI1;"月":JIKI2;"日田植"
4510 GOSUB #STP
4520 ON JIKI GOTO 4530,4540,4550
4530 LPRINT Y02$:GOTO 4560
4540 LPRINT Y03$:GOTO 4560
4550 LPRINT Y01$
4560 GOSUB #YOREP
4570 GOTO 4690
4580 LPRINT CHR$(11)
4590 *****
4600 ' 日本晴

```

茨城県農業試験場研究報告 第25号 (1985)

```

4610 '*****
4620 LPRINT"***** 日本晴 "JIK11:"月":JIK12:"日田輝"
4630 GOSUB #STP
4640 ON JIK1 GOTO 4650,4660,4670
4650 LPRINT YOAS:GOTO 4680
4660 LPRINT YOSS:GOTO 4680
4670 LPRINT YO6$
4680 GOSUB #YOREP
4690 LPRINT CHR$(11)
4700 LPRINT"***** 施肥条件 ***** ":
4710 ON ISEH!+1 GOTO 4720,4730,4740
4720 LPRINT"少 肥":GOTO 4750
4730 LPRINT"中 肥":GOTO 4750
4740 LPRINT"多 肥":GOTO 4750
4750 LPRINT:LPRINT
4760 'LPRINT"***** 農薬散布"
4770 'IF IBOOJO=0 THEN 3990
4780 'LPRINT"ニクタイ":GOTO 4000
4790 'LPRINT"***** 無 散 布"
4800 EB=0
4810 FOR N=1 TO IX10
4820 FOR I=1 TO 10
4830 DSINSU(N,I)=0!:SPOT(N,I)=0!:SPO(N,I)=0!:KATTEI(N,I)=0!:TSPO(N,I)=0
4840 NEXT I
4850 SENON(N)=0!:LL(N)=0
4860 NEXT N
4870 HHO4=0!:XMIN=0!:N2=0:NN=0:II=1
4880 CLS:CLS 2
4890 GOSUB #ZHYO
4900 '*****
4910 ' IX10 LOOP
4920 '*****
4930 FOR N=N1 TO IX10
4940 LOCATE 0,0
4950 PRINT USING "          計算は後 ### 日です。 ":IX10-N
4960 IF NN>=45 THEN 8730
4970 NS=N
4980 LC1=0
4990 FOR L1=1 TO 10
5000 FOR I=1 TO 8
5010 TIMEL1(L1,I)=0!
5020 TIMEL(L1,I)=0!
5030 NEXT I
5040 HIHO4(L1)=0!
5050 IF N<(IYOREI(L1,I)-I) OR N>IYOREI(L1,2) THEN 5080
5060 LC2=L1
5070 LC1=LC1+I
5080 NEXT L1
5090 LCC=LC1
5100 LC1=LC2-LC1+I
5110 MM=0
5120 '*****
5130 ' 病斑の有無判断
5140 '*****
5150 IF N=N1 THEN 5230
5160 FOR I=LC1 TO LC2
5170 IF !SPOTT(N-1,I1)>=1 THEN EB=1:GOTO 5370
5180 NEXT I
5190 '*****
5200 ' 胞子形成の判断 (越冬病斑)
5210 '*****
5220 IF EB=1 THEN 8270
5230 IF OND(N,6)<X(41) THEN 8270
5240 K=0
5250 FOR I=1 TO 8
5260 IF IRH(N,I)>=IX3 THEN 5300
5270 IF K>=3 THEN 5920
5280 K=0
5290 GOTO 5310
5300 K=K+1:IX=1
5310 NEXT I
5320 IF K>=3 THEN 5920
5330 GOTO 8270
5340 '*****
5350 ' 胞子形成の判断 (新病斑)
5360 '*****
5370 IF HOND(N)<X(12) THEN 8270
5380 K=0
5390 FOR I=1 TO 8
5400 IF IRH(N,I)>=IX42 THEN 5440
5410 IF K>=3 THEN 5510
5420 K=0
5430 GOTO 5460
5440 K=K+1
5450 IX=1
5460 NEXT I
5470 IF K<3 THEN 8270
5480 '*****
5490 ' 1日の胞子形成数
5500 '*****
5510 FOR L1=LC1 TO LC2
5520 IX1=IX-K+1:PTOND=0!
5530 FOR I=IX1 TO IX:PTOND=PTOND+OND(N,I):NEXT I
5540 PTOND=PTOND/K
5550 IF PTOND<1! THEN 5810
5560 IF PTOND>=3! THEN L=6:GOTO 5580
5570 PTOND=(PTOND-1!)/4!:L=FIX(PTOND)+1
5580 IF HOND(N)<I5! THEN 5810
5590 IF HOND(N)<=16! THEN M=1:H1=16!-HOND(N):GOTO 5640
5600 IF HOND(N)<=20! THEN M=2:H1=(20!-HOND(N))/4!:GOTO 5640
5610 IF HOND(N)<=25! THEN M=3:H1=(25!-HOND(N))/5!:GOTO 5640
5620 IF HOND(N)> 32! THEN 5810
5630 M=4:H1=(32!-HOND(N))/7!
5640 IF N<=30 THEN 5670
5650 N1=N-29
5660 GOTO 5680
5670 N1=1
5680 FOR I=N1 TO N
5690 J=N-I+1
5700 IF M=1 THEN 5730
5710 HO4NOO=HO4NO(J,M)-(HO4NO(J,M)-HO4NO(J,M-1))*H1
5720 GOTO 5740
5730 HO4NOO=HO4NO(J,M)-HO4NO(J,M)*H1

```

付録 イネいもち病シミュレーション・プログラムリスト

```

5740 HIHO4(L1)=HIHO4(L1)+ISPOT(1.L1)*HO4P(L)*HO4NOO
5750 NEXT I
5760 IF K=4 THEN HO4PP=.9 ELSE IF K<4 THEN HO4PP=.5 ELSE IF K>4 THEN HO4PP=1
5770 HIHO4(L1)=HIHO4(L1)*HO4PP
5780 '*****
5790 ' H O 4 K E 終
5800 '*****
5810 HIHO4(L1)=HIHO4(L1)*X(43)*X(4)
5820 NEXT L1
5830 KK=K:IXX=IX:HIHO4T=0!
5840 IF N<(IYOREI(10.1)+10) THEN 5860
5850 HIHO4T=HIHO4(10)+HIHO4(9)*.7+HIHO4(8)*.4+HIHO4(7)*.3
5860 '
5870 '***** 農薬の治療効果
5880 IF IBOOJO=0 THEN 6030
5890 '
5900 GOTO 6030
5910 '*****
5920 ' 越冬病斑から胞子飛散
5930 '*****
5940 HISAN=X(1)
5950 GOSUB *HISANP
5960 FOR I=1 TO 8
5970 FOR L1=L1 TO LC2
5980 TIMEI(L1.I)=TIME(I)/LCC
5990 NEXT L1
6000 NEXT I
6010 GOTO 6280
6020 '*****
6030 ' 新病斑から胞子飛散
6040 '*****
6050 FOR L1=L1 TO LC2
6060 HISAN=HIHO4(L1)
6070 GOSUB *HISANP
6080 FOR J=1 TO 8
6090 TIMEI(L1.J)=TIME(J)
6100 NEXT J
6110 NEXT L1
6120 FOR I=1 TO 9
6130 IY=1
6140 IF N<IYOREI(1.1) THEN 6180
6150 IF N>=IYOREI(1.1) AND N<IYOREI(1+1.1) THEN 6180
6160 NEXT I
6170 IY=10
6180 '
6190 IXV=IY
6200 FOR J=1 TO 8
6210 FOR L2=L1 TO LC2
6220 FOR L1=L1 TO LC2
6230 L3=L2-L1
6240 TIMEI(L1.J)=TIMEI(L1.J)+TIMEI(L2.J)*(1/(X(53)^ABS(L3)))*.044*.7144
6250 NEXT L1
6260 NEXT L2
6270 NEXT J
6280 '
6290 FOR L1=L1 TO LC2
6300 NITSPON(L1)=TIMEI(L1.5)
6310 NEXT L1
6320 '*****
6330 ' 1日分の降水量データ
6340 '*****
6350 FOR I=1 TO 8
6360 IRAIN(I)=IR(N.I)
6370 NEXT I
6380 IF N=IX10 THEN 6410
6390 IRAIN(9)=IR(N+1.1)
6400 GOTO 6430
6410 '
6420 IRAIN(9)=IR(N.8)
6430 CONTINUE
6440 '*****
6450 ' 雨による胞子の滅亡
6460 '*****
6470 FOR L1=L1 TO LC2
6480 FOR J=1 TO 8
6490 TIME(J)=TIMEI(L1.J)
6500 NEXT J
6510 FOR I=1 TO 8
6520 IF IRAIN(I)>=IX5 THEN 6530 ELSE 6540
6530 IF IRAIN(I)>=IX6 THEN 6550 ELSE TIME(I)=TIME(I)*X(7)
6540 IF IRAIN(I)>=IX5 THEN 6560 ELSE 6570
6550 TIME(I)=0!GOTO 6570
6560 TIME(I)=TIME(I)*X(8)
6570 NEXT I
6580 FOR J=1 TO 8
6590 TIMEI(L1.J)=TIME(J)*X(9)
6600 NEXT J
6610 NEXT L1
6620 '*****
6630 ' 1日分の結露と気温のデータ
6640 '*****
6650 FOR I=1 TO 8
6660 ID1(I)=ID(N.I)
6670 OND1(I)=OND(N.I)
6680 IF N=IX10 THEN 6720
6690 ID1(I+8)=ID(N+1.1)
6700 OND1(I+8)=OND(N+1.1)
6710 GOTO 6750
6720 CONTINUE
6730 ID1(I+8)=ID(N.I)
6740 OND1(I+8)=OND(N.I)
6750 CONTINUE
6760 NEXT I
6770 '*****
6780 ' 1日の侵入数
6790 '*****
6800 FOR L1=L1 TO LC2
6810 FOR J=1 TO 8
6820 TIME(J)=TIMEI(L1.J)
6830 NEXT J
6840 SINSU=0!
6850 FOR I=1 TO 8
6860 L=0

```



```

6870 FOR J=1 TO 8
6880 K=I+J
6890 IF DI(K)=0 THEN 6930
6900 IF L<>0 THEN 6920
6910 M=K
6920 L=L+1:GOTO 6940
6930 IF L<>0 THEN 6950
6940 NEXT J
6950 SINR=0!
6960 IF L<=1 THEN 7130
6970 LLL=L-1
6980 FOR NJ=1 TO LLL
6990 K=M+NJ-1:J1=FIX(ONDI(K))-14:J2=FIX(ONDI(K+1))-14
7000 IF J1>=18 THEN J1=18
7010 IF J2>=18 THEN J2=18
7020 IF J1<=0 AND J2<=0 THEN 7100
7030 IF J1>0 AND J2>0 THEN 7090
7040 IF J1>0 THEN 7070
7050 SINR=SINR+SINN(NJ,J2)*.5
7060 GOTO 7100
7070 SINR=SINR+SINN(NJ,J1)*.5
7080 GOTO 7100
7090 SINR=SINR+(SINN(NJ,J1)+SINN(NJ,J2)*.5)
7100 NEXT NJ
7110 IF SINR>1! THEN SINR=1!
7120 SINSU=TIME(1)*SINR+SINSU
7130 IF I<>1 THEN 7160
7140 MM=M
7150 LL(N)=L
7160 NEXT I
7170 IF IYOREI(8.1)<0 THEN 7200
7180 IF N>=IYOREI(8.1) AND N<=(IYOREI(8.1)+7) THEN SINSU=SINSU*.7
7190 IF N>=IYOREI(8.1+7) THEN SINSU=SINSU*.33
7200 SINSUL(N.1)=SINSU
7210 NEXT LI
7220 LL(N)=LL(N)*3
7230 IF LL(N)=0 THEN LL(N)=1
7240 IYOREB=IYOREI(10.1)
7250 *****
7260 ' N I S S H A
7270 *****
7280 PRINT
7290 PRINT"          SINSU1          Z"
7300 FOR I=LCl TO LC2
7310 NN1=N-IYOREI(I.1)+2
7320 IF NN1>21 THEN SINSUI(N.1)=0!:GOTO 7540
7330 LL1=I
7340 ITED=N-IYOREI(I.1):IF ITED<0 THEN ITED=1
7350 IF ITED>30 THEN ITED=30
7360 TED=FIX(HOND(N)-18)
7370 IF TED<1 THEN TED=1:GOTO 7390
7380 IF TED>8 THEN TED=8
7390 IF TEI(I)>12 THEN SEKIT=0:GOTO 7460
7400 IF TEI(I)>102 THEN SEKIT=1:GOTO 7460
7410 IF TEI(I)>82 THEN SEKIT=2:GOTO 7460
7420 IF TEI(I)>82 THEN SEKIT=3:GOTO 7460
7430 IF TEI(I)>72 THEN SEKIT=4:GOTO 7460
7440 IF TEI(I)>62 THEN SEKIT=5:GOTO 7460
7450 IF TEI(I)<=62 THEN SEKIT=6
7460 ON CAI(I) GOTO 7470,7490,7470,7510
7470 IF ITE2(I)/7>=HOND(N) THEN 7510 ELSE Z=STSIN(ITED)+U2SIN(ITED)+TINDEX(SEKIT.TED)
7480 GOTO 7520
7490 IF (TEI(I)/7+10)>=HOND(N) THEN 7510 ELSE Z=STSIN(ITED)+U3SIN(ITED)+TINDEX(SEKIT.TED)
7500 GOTO 7520
7510 Z=STSIN(ITED)
7520 SINSUI(N.1)=SINSUL(N.1)*ZZ(I)*Z
7530 PRINT USING"          *****:SINSUI(N.1).Z"
7540 N11=N+10:N15=N+14:MAES=0
7550 FOR J=N11 TO N15
7560 MAES=MAES+ISUN(J)
7570 NEXT J
7580 N10=N+9:MAE10=0
7590 FOR J=N TO N10
7600 MAE10=MAE10+ISUN(J)
7610 NEXT J
7620 IX1=X(11)
7630 IF MAES>IX1 THEN 7680
7640 IF MAE10>MAES*2 THEN 7670
7650 SPOSU=SINSUI(N.1)*X(12):SSPOL(N.1)=SPOSU*X(17):GOTO 7890
7660 '
7670 SPOSU=SINSUI(N.1)*X(13):SSPOL(N.1)=SPOSU*X(18):GOTO 7890
7680 IF MAE10<MAES THEN 7850
7690 IF MAE10<=MAES*2 THEN SPOSU=SINSUI(N.1)*X(15):GOTO 7740
7700 SPOSU=SINSUI(N.1)*X(14)
7710 *****
7720 ' A T O 5
7730 *****
7740 N17=N+16:N21=N+20:IATOS=0
7750 FOR J=N17 TO N21
7760 IATOS=IATOS+ISUN(J)
7770 NEXT J
7780 IX23=X(23)
7790 IF IATOS<IX23 THEN 7840
7800 IX24=X(24)
7810 IF MAE10>IX24 THEN 7830
7820 SSSPOL(N.1)=SPOSU*X(19):GOTO 7890
7830 SSSPOL(N.1)=SPOSU*X(20):GOTO 7890
7840 SSSPOL(N.1)=SPOSU*X(21):GOTO 7890
7850 SPOSU=SINSUI(N.1)*X(16):SSPOL(N.1)=SPOSU*X(22)
7860 *****
7870 ' Y O R E I の影響
7880 *****
7890 ON I GOTO 7900,7900,7900,7910,7920,7930,7940,7950,7960,7970
7900 SSPOS(L.N.1)=SSSPOL(N.1)/X(25):GOTO 7980
7910 SSPOS(L.N.1)=SSSPOL(N.1)/X(26):GOTO 7980
7920 SSPOS(L.N.1)=SSSPOL(N.1)/X(27):GOTO 7980
7930 SSPOS(L.N.1)=SSSPOL(N.1)/X(28):GOTO 7980
7940 SSPOS(L.N.1)=SSSPOL(N.1)/X(29):GOTO 7980
7950 SSPOS(L.N.1)=SSSPOL(N.1)/X(30):GOTO 7980
7960 SSPOS(L.N.1)=SSSPOL(N.1)/X(31):GOTO 7980
7970 SSPOS(L.N.1)=SSSPOL(N.1)/X(32)
7980 NEXT I
7990 *****

```

付録 イネいもち病シミュレーション・プログラムリスト

```

8000 ' NISSHA 終
8010 '*****
8020 FOR L1=LC1 TO LC2
8030 SINSU=SINSUL(N.L1)
8040 '*****
8050 ' イネの品種抵抗
8060 '*****
8070 ' 能肥条件による遺伝型病斑の発現率
8080 '*****
8090 SSSPOL(N.L1)=SSSPOL(N.L1)*TEIKOO
8100 ON ISEHI+1 GOTO 8110,8130,8120
8110 SSSPOL(N.L1)=SSSPOL(N.L1)*X(44):GOTO 8130
8120 SSSPOL(N.L1)=SSSPOL(N.L1)*X(45)
8130 NEXT L1
8140 '*****
8150 ' 虫取の予防効果
8160 '*****
8170 IF IBOOJO=0 THEN 8190
8180 '
8190 '
8200 FOR L1=LC1 TO LC2
8210 KATTEI(N.L1)=SSPOL(N.L1)-SSSPOL(N.L1)
8220 KATTEN(L1)=0
8230 DSINSU(N.L1)=SSSPOL(N.L1)
8240 NEXT L1
8250 GOTO 8350
8260 '*****
8270 ' CONTINUE *** 300
8280 '*****
8290 FOR L1=LC1 TO LC2
8300 KATTEN(L1)=0:NITSP(N.L1)=0:SINSUL(N.L1)=0!
8310 NEXT L1
8320 FOR I=1 TO 8
8330 TIMEHO(I)=0!
8340 NEXT I
8350 'CONTINUE
8360 SENPKI=-.6*HOND(N)+20.8:SENS=!!/SENPKI
8370 FOR I=1 TO N
8380 SENON(I)=SENON(I)+SENS
8390 NEXT I
8400 FOR I=1 TO N
8410 IF SENON(I)<1! THEN 8510
8420 FOR L1=LC1 TO LC2
8430 IZ(L1)=DSINSU(I.L1)
8440 ISPOT(N.L1)=ISPOT(N.L1)+IZ(L1)
8450 ISPO(N.L1)=ISPOT(N.L1)
8460 KATTEN(L1)=KATTEN(L1)+KATTEI(I.L1)
8470 KATTEI(I.L1)=0
8480 DSINSU(I.L1)=0!
8490 NEXT L1
8500 NEXT I
8510 'CONTINUE
8520 IF N<1 THEN 8570
8530 FOR I1=LC1 TO LC2
8540 ISPOTT(N.I1)=ISPOT(N.I1)
8550 NEXT I1
8560 GOTO 8610
8570 '
8580 FOR I1=LC1 TO LC2
8590 ISPOTT(N.I1)=ISPOTT(N-1.I1)+ISPOT(N.I1)
8600 NEXT I1
8610 '
8620 IF N<30 THEN 8660
8630 FOR I1=LC1 TO LC2
8640 ISPOT(N-29.I1)=0
8650 NEXT I1
8660 '
8670 FOR L1=1 TO 10
8680 KATTEL(N.L1)=KATTEN(L1)
8690 NEXT L1
8700 IF (IYOREI(10.1)+10)>N OR IYOREI(10.1)<0 THEN 8720
8710 NN=NN+1
8720 NEXT N
8730 'CONTINUE *****6300
8740 N1=1
8750 YOO1$=" 月 日 3㊦ 4㊦ 5㊦ 6㊦ 7㊦ 8㊦ 9㊦ 10㊦ 11㊦ 12㊦"
8760 YOO2$=" 月 日 4㊦ 5㊦ 6㊦ 7㊦ 8㊦ 9㊦ 10㊦ 11㊦ 12㊦ 13㊦"
8770 YOO3$=" 月 日 5㊦ 6㊦ 7㊦ 8㊦ 9㊦ 10㊦ 11㊦ 12㊦ 13㊦ 14㊦"
8780 YOO4$=" 月 日 6㊦ 7㊦ 8㊦ 9㊦ 10㊦ 11㊦ 12㊦ 13㊦ 14㊦ 15㊦"
8790 YOO5$=" 月 日 7㊦ 8㊦ 9㊦ 10㊦ 11㊦ 12㊦ 13㊦ 14㊦ 15㊦ 16㊦"
8800 YOO6$=" 月 日 8㊦ 9㊦ 10㊦ 11㊦ 12㊦ 13㊦ 14㊦ 15㊦ 16㊦ 17㊦"
8810 LPRINT CHR$(11)
8820 LPRINT CHR$(11)
8830 '*****
8840 ' 結果の印刷
8850 '*****
8860 LPRINT "***** 葉いもちの葉位別病斑数 (標準型) "
8870 GOSUB *RPRINT
8880 FOR N=1 TO IX10
8890 IF N>NS THEN LPRINT "シユウカクシマシタ":GOTO 8970
8900 GOSUB *SPRINT
8910 FOR I=1 TO 10
8920 IF (IYOREI(I.1))=-99 OR IYOREI(I.1)>N OR (IYOREI(I.2)<0 OR IYOREI(I.2)<N) THEN LPRINT " " ELSE LPRINT USING"*****"
:ISPOTT(N.I)
8930 NEXT I
8940 LPRINT
8950 NDATE=NDATE+1
8960 NEXT N
8970 LPRINT CHR$(11)
8980 LPRINT "***** 葉いもちの葉位別病斑数 (複点型) "
8990 GOSUB *RPRINT
9000 FOR N=1 TO IX10
9010 IF N>NS THEN LPRINT "シユウカクシマシタ":GOTO 9090
9020 GOSUB *SPRINT
9030 FOR I=1 TO 10
9040 IF (IYOREI(I.1))=-99 OR IYOREI(I.1)>N OR (IYOREI(I.2)<0 OR IYOREI(I.2)<N) THEN LPRINT " " ELSE LPRINT USING"*****"
:KATTEL(N.I)
9050 NEXT I
9060 LPRINT
9070 NDATE=NDATE+1
9080 NEXT N
9090 LPRINT CHR$(11)
9100 LPRINT "***** 葉いもちの葉位別侵入数 "
9110 GOSUB *RPRINT

```

茨城県農業試験場研究報告 第25号 (1985)

```

9120 FOR N=1 TO IX10
9130 IF N>NS THEN LPRINT "シユウカクシマシタ":GOTO 9210
9140 GOSUB *SPRINT
9150 FOR I=1 TO 10
9160 IF (IYOREI(I,1)=-99 OR IYOREI(I,1)>N) OR (IYOREI(I,2)<0 OR IYOREI(I,2)<N) THEN LPRINT "
"; ELSE LPRINT USING"*****"
;SINSUL(N,I);
9170 NEXT I
9180 LPRINT
9190 NDATE=NDATE+1
9200 NEXT N
9210 LPRINT CHR$(11)
9220 LPRINT "***** 胞子数 "
9230 GOSUB *RPRINT
9240 FOR N=1 TO IX10
9250 IF N>NS THEN LPRINT "シユウカクシマシタ":GOTO 9330
9260 GOSUB *SPRINT
9270 FOR I=1 TO 10
9280 IF (IYOREI(I,1)=-99 OR IYOREI(I,1)>N) OR (IYOREI(I,2)<0 OR IYOREI(I,2)<N) THEN LPRINT "
"; ELSE LPRINT USING"*****"
;NITSPO(N,I);
9290 NEXT I
9300 LPRINT
9310 NDATE=NDATE+1
9320 NEXT N
9330 LPRINT:LPRINT
9340 LPRINT TAB(102) "END TIME ":TIMES
9350 LPRINT CHR$(12)
9360 LOCATE 0.20
9370 PRINT " 計算を続けますか ? (Y/N) ";;NS=INPUT$(1):PRINT NS
9380 IF NS="N" OR NS="n" THEN CLS:END
9390 IF NS<>"Y" AND NS<>"y" THEN CLS:GOTO 9370:ELSE CLS:CLS 2:LPRINT CHR$(11):GOTO 410
9400 END
9410 '*****
9420 ' サブルーチン
9430 '*****
9440 *YNA
9450 LOCATE 0.19
9460 PRINT " 外生変数の変更をしますか ? (Y/N) ";;NS=INPUT$(1):PRINT NS
9470 IF NS="N" OR NS="n" THEN CLS:RETURN
9480 IF NS<>"Y" AND NS<>"y" THEN RETURN 540
9490 PRINT
9500 INPUT " 何番の外生変数を変更しますか ? ".I:PRINT
9510 INPUT " 新外生変数を入力して下さい ".XJ
9520 LOCATE 0.19:PRINT"
9530 PRINT"
9540 PRINT"
9550 PRINT"
9560 PRINT"
9570 LOCATE 0.19
9580 PRINT " X(:"I:")= "X(I):" → "XJ::PRINT "良いですか ? (Y/N) ";;NS=INPUT$(1):PRINT NS
9590 IF NS="Y" OR NS="y" THEN X(I)=XJ:GOTO 540 ELSE 540
9600 RETURN
9610 *RPRINT
9620 LPRINT
9630 ON INESHU GOTO 9640,9650,9690
9640 LPRINT SPC(5) Y001$:GOTO 9730
9650 ON JIKI GOTO 9660,9670,9680
9660 LPRINT SPC(5) Y003$:GOTO 9730
9670 LPRINT SPC(5) Y002$:GOTO 9730
9680 LPRINT SPC(5) Y001$:GOTO 9730
9690 ON JIKI GOTO 9700,9710,9720
9700 LPRINT SPC(5) Y006$:GOTO 9730
9710 LPRINT SPC(5) Y005$:GOTO 9730
9720 LPRINT SPC(5) Y004$
9730 LPRINT
9740 RETURN
9750 *SPRINT
9760 IF N=1 THEN NDATE=1:LPRINT SPC(6) "6-";
9770 IF N=31 THEN NDATE=1:LPRINT SPC(6) "7-";
9780 IF N=62 THEN NDATE=1:LPRINT SPC(6) "8-";
9790 IF N=93 THEN NDATE=1:LPRINT SPC(6) "9-";
9800 IF N=123 THEN NDATE=1:LPRINT SPC(5) "10-";
9810 LPRINT TAB(8)
9820 LPRINT USING"###":NDATE:
9830 RETURN
9840 *HISANP
9850 IF (R.N.2)=0 THEN L=1 ELSE L=2
9860 FOR I=1 TO 8:TIME(I)=HISAN+T(I,L):NEXT I
9870 RETURN
9880 *IPRINT
9890 LPRINT:LPRINT" 月 日\時間":
9900 FOR I=1 TO 8
9910 LPRINT USING "###" "I:
9920 NEXT I
9930 LPRINT
9940 RETURN
9950 *STP
9960 LPRINT:LPRINT:LPRINT
9970 LPRINT"***** イネのステージ"
9980 LPRINT
9990 RETURN
10000 *YOREP
10010 LPRINT USING "DAY" "###":IYOREI(3,1);
10020 FOR I=4 TO 10
10030 LPRINT USING" "###":IYOREI(I,1);
10040 NEXT I
10050 LPRINT
10060 RETURN
10070 *GAISEI
10080 LPRINT CHR$(11)
10090 LPRINT"***** 外生変数
10100 LPRINT
10110 FOR I=1 TO 15
10120 LPRINT TAB(8)
10130 LPRINT USING"## ..... ####.### "I:X(I):I+15:X(I+15):I+30:X(I+30):I+45:X(I+45)
10140 NEXT I
10150 RETURN
10160 *ZHYO
10170 FOR I=1 TO 10
10180 IF IYOREI(I,1)<0 THEN I0310
10190 ITED=IYOREI(I,1)-7:IF ITED<0 THEN ITED=1
10200 FOR J=ITED TO ITED+6
10210 TEI(I)=TEI(I)+(HOND(J)-10)
10220 NEXT J

```

付録 イネいもち病シミュレーション・プログラムリスト

```

10230 ITED=IYOREI(1,1)-14:IF ITED<0 THEN ITED=1
10240 FOR J=ITED TO ITED+6
10250 TE2(J)=TE2(J)+(HOND(J)-10)
10260 NEXT J
10270 IF TE1(1)>112 AND TE2(1)>112 THEN CA1(1)=4:GOTO 10310
10280 IF TE1(1)>112 AND TE2(1)<=112 THEN CA1(1)=3:GOTO 10310
10290 IF TE1(1)<=112 AND TE2(1)<=112 THEN CA1(1)=1:GOTO 10310
10300 CA1(1)=2
10310 NEXT I
10320 RETURN
10330 *****
10340 ' 外生変数
10350 *****
10360 DATA 300.0.16.0.95.0.8.3.10.2.8.8.0
10370 DATA 2000.5.4.8.9.1.3.2.4.5
10380 DATA .5.7.1000.4000.1.09.055.05.045.03
10390 DATA .025.02.10.50.300.0.0.0.0.0
10400 DATA 17.95.4000.8.1.2.08.10000.8.05.02.8.6.6
10410 *****
10420 ' STSIN
10430 *****
10440 DATA 1.0.83.68.57.48.39.32.28.23.2
10450 DATA .17.15.13.12.11.1.1.1.1.1
10460 DATA .1.1.1.1.1.1.1.1.1.1
10470 *****
10480 ' U2SIN
10490 *****
10500 DATA -.065.038.015.002.015.027.032.033.033.028
10510 DATA .022.017.015.01.008.008.007.007.007.007
10520 DATA .007.007.007.007.007.007.007.007.007.007
10530 *****
10540 ' U3SIN
10550 *****
10560 DATA .25.2.17.14.11.09.07.05.04.03
10570 DATA .03.03.02.02.01.01.01.01.01.01
10580 DATA .01.01.01.01.01.01.01.01.01.01
10590 *****
10600 ' INDEX
10610 *****
10620 DATA 0.0.0.0.0.0.0
10630 DATA 0.0.0.0.0.0.1
10640 DATA 0.0.0.0.0.1.2
10650 DATA 0.0.0.0.0.1.2.3
10660 DATA 0.0.0.0.1.2.3.4
10670 DATA 0.0.83.116.249.332.415.5
10680 DATA 0.85.1.7.2.55.3.4.4.25.5.1.6
10690 DATA .44.64.67.83.1.97.83.64.44.41
10700 '
10710 ***** シミュレーション プログラム *****

```