

岡山県におけるベノミル剤耐性イネばか苗病菌 の発生実態とその防除

井上幸次・粕山新二・畑本 求

Occurrence of Benomyl Resistant Strains of *Fusarium moniliforme* Sheldon ("Bakanae" Disease)
in Okayama Prefecture and Efficacy of Some Seed-treatment Fungicides

Kouji INOUE, Shinji KASUYAMA and Motomu HATAMOTO

緒 言

イネばか苗病は育苗期から本田期にわたり、イネを徒長、枯死させる種子伝染性の病害であるため、種子生産、苗生産の面からはその防除が極めて重要である。

本病は、種子更新の不徹底や種子消毒方法の不備、さらにはベノミル剤耐性菌の発生^{2,4,5,9)}などにより、1984年以降全国的に多発生した。そこで、岡山県でもベノミル剤耐性菌の検定を行ったところ、1985年にはすでにその発生が確認された。さらに、1986年以降、本県の中・北部地帯を中心に本病の発生が増加して問題となったため、薬剤耐性菌の発生実態を調査するとともに、耐性菌に有効な新規薬剤の選抜と、それらを用いた種子消毒方法について検討した。

本試験の実施に当たり、ばか苗病菌の採集に御協力を頂いた当场病虫部、当场北部支場野菜作物部の各位ならびにばか苗病罹病稲の採種に御協力を頂いた関係農業改良普及センター、農業協同組合の各位に厚く御礼申し上げます。

材料および方法

1. 供 試 菌

1985~'93年の9か年にわたって5~8月に県内各地で、育苗箱、本田から罹病茎を1圃場につき、5~20本採集した。菌の分離は、外側の葉鞘を剥いだ罹病茎の基部を2%アンチホルミンで表面殺菌後、PSA平板培地(PCNB 1,000ppm、硫酸ストレプトマイシン1,000ppm加用)に置床して行った。25℃で7~10日間培養後に伸長したばか苗病菌をPSA斜面培地に移植して保存し、実験に供試した。

2. ベノミル剤感受性の検定方法

供試菌をPSA平板培地に移植し、25℃の暗黒下で約10日間培養した。各菌株の4mm角の菌叢片を、所定濃度(1985、'86年は50~1,600ppmの3~5段階、1987~'93年は0.78~1,600ppmの6~12段階)のベンレート水和剤(ベ

ノミル50.0%)を添加したPSA平板培地に移植し、25℃で5日間(ただし、1985、'86年は2~3日間)培養後に各菌株の菌糸の生育の有無を調査して、MIC(最小生育阻止濃度)を求めた。検定は2反覆で行った。

3. 供 試 粳

供試粳の概要を第1表に示した。

自然感染粳は、県内で生育期に発病株の目立った圃場から採種して供試粳とした。

接種粳の場合は、自然発病の枯死茎(各接種源につき1本)、あるいは稲わら培地で培養した菌から分生子懸濁液(約50~100個/200倍1視野、Tween20の3,000倍加用)を調製し接種源とした。接種は農試内の穂揃期のイネに接種源ごとにビニールで区分け(縦200cm×横150cm×高さ180cm)して、日没後に1区当たり500mlずつハンドスプレーで噴霧接種し、登熟後に採種した。

4. 種子消毒方法

(1) 育苗期に対する各種薬剤の種子消毒効果

ばか苗病自然感染粳(第1表のC, G, H, L, O: 以下括弧内のアルファベットは第1表の供試粳を示す)、接種粳(A, B)を供試して、各種薬剤の種子消毒効果を検討した。粳(A, B, C, L, Oは無比重選, G, Hは比重1.14で塩水選)を乾粳で1区8gまたは10gずつ寒冷紗(#300)で包み、1包ずつスチロールカップを用いて以下の処理を行った。

浸漬処理は所定濃度の薬液に短時間浸漬区は室温で10分間、長時間浸漬区は24時間浸漬(途中数回攪拌)した。浸漬処理時の粳と薬液の容量比は1:3とした。湿粉衣処理は水道水で湿らせた粳を所定量の薬剤で粉衣した。

薬剤処理後は室内で数時間~1晩風乾した後、2~4日間浸種した。浸種時の粳と水の容量比は1:2とし、浸種中の換水は行わなかった。くみあい宇部育苗用粒状培土2号[®]を入れた、イチゴバック(粳重8gまたは10g; 9cm×14cm、底面に穴をあけたもの)または育苗箱(粳重10g; 30cm×60cmをプラスチック板で8等分に仕切り、1区30cm×7.5cmとした)に播種した。播種後は育苗器内

第1表 供試種の概要

供試種	品 種 名	採種年	採種地	接種の 有 無	ベ ル ミ ル 剤 感 受 性 ^{a)}
A	ア ケ ボ ノ ①	1988	農 試 ^{b)}	接 種	耐性菌 (MIC 100~200 ppm)
B	ア ケ ボ ノ ②	1988	農 試	接 種	耐性菌 (MIC 400~800 ppm)
C	日 本 晴	1989	高 梁 市	自然感染	耐性菌発生圃場 (75% : MIC 100~1,600 ppm)
D	ア ケ ボ ノ ③	1989	農 試	接 種	感性菌 (MIC 1.56~6.25 ppm)
E	ア ケ ボ ノ ④	1989	農 試	接 種	耐性菌 (MIC 400 ppm)
F	朝 日	1989	瀬 戸 町	自然感染	耐性菌発生圃場 (20% : MIC 400~1,600 ppm)
G	コ シ ヒ カ リ	1990	新 見 市	自然感染	耐性菌発生圃場 (20% : MIC 400 ppm)
H	ヤ マ ヒ カ リ	1990	加 茂 川 町	自然感染	感性菌発生圃場
I	ヒ メ ノ モ チ	1990	御 津 町	自然感染	耐性菌発生圃場 (92% : MIC 100~400 ppm)
J	ア キ ヒ カ リ	1990	八 束 村	自然感染	耐性菌発生圃場 (100% : MIC 400~1,600 ppm)
K	タンチョウモチ	1990	高 梁 市	自然感染	感性菌発生圃場
L	ア ケ ボ ノ ⑤	1991	山 陽 町	自然感染	耐性菌発生圃場 (87% : MIC 1,600 ppm)
M	ア ケ ボ ノ ⑥	1991	農 試	接 種	耐性菌 (MIC 1,600 ppm)
N	コ シ ニ シ キ	1991	加 茂 川 町	自然感染	耐性菌発生圃場 (40% : MIC 400~1,600 ppm)
O	ヤ マ ビ コ	1991	作 東 町	自然感染	耐性菌発生圃場 (100% : MIC 400~1,600 ppm)

a) 接種種では接種源の感受性、自然感染種では採種した圃場からの分離菌の感受性(ベノミル剤耐性菌株率: 耐性菌の MIC)を示す。

b) 岡山県立農業試験場内 (山陽町)

で30~32℃に3~4日間保ち、その後はガラス室または屋外で管理した。

播種3~4週間後に全苗について発病(徒長苗、枯死苗)を調査した。試験は3区制で行った。

(2) 本田期に対する各種薬剤の種子消毒効果

1991年に、自然感染種(G, H, K)を供試し、農試験場内で種子消毒して育苗した苗を英田郡作東町および岡山市矢井の現地圃場にそれぞれ移植(5月29日、6月27日)して種子消毒効果を検討した。供試種のうち種(G, H)は比重1.14で、もち種(K)は1.08で塩水選した。1区当たり乾粒160gを(1)と同様の方法で薬液に24時間浸漬処理後、風乾、浸種、播種して育苗した。ただし、浸漬処理時の種と薬液の容量比は1:1.5、浸種は室温で2日間とした。育苗は1区1箱、反覆なしで行い、移植日までに発病苗を抜き取り(薬剤無処理区、一部の多発生区は除く)、無病徴の苗のみを機械移植した。栽植密度は条間30cm×株間16cmで、1区4条14~22m²、反覆なしとした。元肥、追肥、および病害虫防除は現地慣行とした。

発病調査は移植の数日前~前日までに箱の中央部分の1/6箱の全苗について行い、移植当日までの箱当たり発病苗数も調査した。本田調査は移植の約15, 30, 45, 60, 75, 90日後に連続した一定の各区200株について徒長茎、枯死茎の発生を調査した。

イネの生育については黄熟期頃に各区20株の穂数、稈長を調べた。

(3) 薬液の温度が種子消毒効果に及ぼす影響

2種類の接種種(D, E; いずれも無比重選)を供試した。1990年4月24日, 5, 10, 15, 20℃の水道水で所定濃度の薬液を調製し(第5表)、約2時間各温度に静置した後、種を各温度で24時間浸漬処理した。対照として各温度の水処理区も設けた。処理後は(1)と同様に風乾して、20℃で2日間浸種し、4月27日にイチゴバックに播種した。1区当たり乾粒8gを供試し、3区制で行った。5月17~18日に全苗の発病を調査した。

(4) 種子消毒後の浸種温度・浸種日数

2種類の自然感染種(I, J; いずれも無比重選)を供試した。1991年11月5日、種をヘルシード水和剤(ペフラゾエート50.0%)200倍、トリフミン乳剤(トリフルミゾール15.0%)300倍液で室温(15~20℃)にて24時間浸漬処理して、風乾後、10℃(2, 3, 4, 6日間)、15℃(2, 3, 4日間)、20℃(2, 3日間)で所定日数浸種した。浸種時の種と水の容量比は1:2とし、浸種中の換水は行わなかった。浸種後は(1)と同様にイチゴバックに播種し、ガラス室内で育苗して12月11~12日に全苗の発病を調査した。1区当たり乾粒8gを供試し、3区制で行った。

(5) 薬剤の混用が種子消毒効果に及ぼす影響

苗での試験には自然感染種(F: 無比重選, N: 比重1.14で塩水選)を供試した。1990, '93年に第7, 8表に示す組合せで所定濃度のばか苗病防除薬剤に殺虫剤(ス

ミチオン乳剤 (MEP50.0%) 1,000倍, バイジット乳剤 (MPP50.0%) 1,000倍) 及スターナ水和剤 (オキシリニック酸20.0%) 200倍とを2種類, または3種類混用して, (1)と同様に24時間浸漬処理後, 風乾, 浸種, 播種して育苗した。

本田移植後の種子消毒効果をみる試験には, 自然感染粳 (L), 接種粳 (M) を比重1.14で塩水選して供試した。1区当たり乾粳160gをヘルシード水和剤200倍, トリフミン乳剤300倍, スポルタック乳剤 (プロクロラズ25.0%) 1,000倍, テクリード水和剤 (イブコナゾール6.0%) 200倍液およびそれぞれにスミチオン乳剤1,000倍, スターナ

水和剤200倍を混用した薬液に室温で24時間浸漬処理した。処理後は(2)と同様に風乾, 浸種, 播種, 育苗して機械移植した。試験は英田郡作東町 (1992年5月22日移植), 岡山市矢井 (同6月29日移植) の2か所で行い, 発病調査は, (1), (2)と同様の方法で行った。混用処理による薬害の有無は肉眼観察によった。

結 果

1. ばか苗病菌のベノミル剤感受性とその年次推移

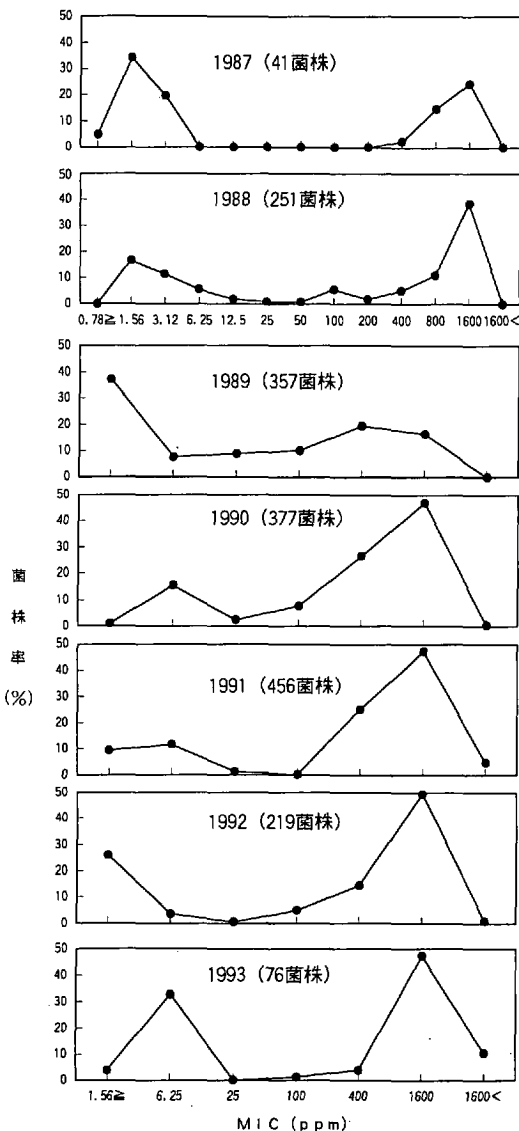
寒天平板希釈法によるベノミル剤に対する MIC の頻度分布は, 1987, '88年は1.56ppmと1,600ppmをピークとする2山型を示し, 感性菌と耐性菌の2群に区別された。1989年以降は薬剤の濃度を1,600~1.56ppmの4倍希釈としたが, 同様にいずれの年も耐性菌の MIC はほぼ1,600ppmにピークを示した (第1図)。なお, 調査を開始して1, 2年目の1985, '86年には, すでに MIC 100ppm以上の菌がそれぞれ約48%, 41%検出された。MIC 100ppm以上の菌株を耐性菌とすると, 岡山県全体での耐性菌株率は1989年まで約40~60%で推移したが, 1990年には81%に達し, その後は緩やかに低下する傾向であった。耐性菌株の検出された圃場率は1987年以降, 上昇傾向にあり, 1990~'92年まで約90%と高率に推移した (第2図)。

2. 耐性菌の分布

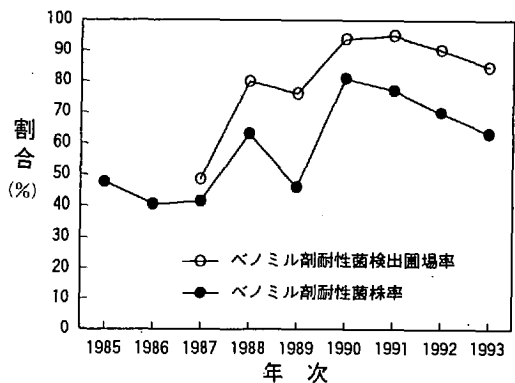
耐性菌の県内における分布をみると, 1988, '89年は倉敷, 阿新, 真庭地方などで耐性菌の検出率が高く, 耐性菌株率に地域差がみられたが, 1990年以降は, ほぼ全域で高率に検出された (第2表)。また, 1990, '91年に菌を分離した圃場ごとに耐性菌の検出状況を見ると, 全株が耐性菌であった圃場が最も多かった。ばか苗病の発生程度と耐性菌株率とは関係が認められなかった (第3表)。

3. 各種薬剤の種子消毒効果

1989年のベノミル剤耐性菌接種粳 (A, B) での数種薬剤の種子消毒効果についてみると, ペンレートT水和



第1図 ばか苗病菌のベノミル剤に対するMICの頻度分布



第2図 ベノミル剤耐性菌の年次変動

剤20 (チウラム20.0%, ベノミル20.0%) は各処理とも防除効果が低かったが、ヘルシード水和剤、スボルタック乳剤は安定して高い効果がみられた。トリフミン水和剤(トリフルミゾール30.0%), 同乳剤は供試穂によって効果に差がみられた。1990~93年の5種類の自然感染穂(C, G, H, L, O)では、ヘルシード水和剤、同乳剤、スボルタック乳剤、テクリード水和剤、同乳剤(イブコナゾール12.5%), ヘルシードT水和剤(チウラム30.0%, ペフラゾエート20.0%), ヘルシードTフロアブル(チ

ウラム26.0%, ペフラゾエート16.0%), テクリードCフロアブル(イブコナゾール5.0%, 水酸化第二銅4.6%)の効果安定して高く、次いでトリフミン水和剤、同乳剤、フルジオキシニル水和剤であった(第4表)。なお、この他の数種の穂での結果も、ほぼ同様の傾向であった。

第3表 本田におけるばか苗病の発生程度とベノミル剤耐性菌株率の関係

ベノミル剤 耐性菌株率 (%)	本 田 発 生 程 度 ^{a)}					
	1990年			1991年		
	微	少	中	多	甚	甚
0	2 ^{b)}			1		
1~20				1		
21~40	1				1	
41~60		1		1	1	
61~80		1		3		1
81~99	1	1	1	1	1	3
100	5	4	9	1	2	1

a) 表中の数字は圃場数を示す。1圃場当たり9~20菌株を供試。

b) 発病株率：微：1%未満，少：1~5%，中：6~15%，多：16~30%，甚：31%以上

第2表 県下のベノミル剤耐性菌の分布

地域名	耐 性 菌 株 率 (%)			
	1988	1989	1990	1991
岡山	67	22	61	71
東備	6	35	100	91
倉敷	100	89	85	96
井笠	14	60	84	67
高梁	87	54	71	18
阿新	71	89	81	75
真庭	85	88	96	75
津山	—	67	100	83
勝英	0	18	83	90

第4表 各種薬剤の種子消毒効果

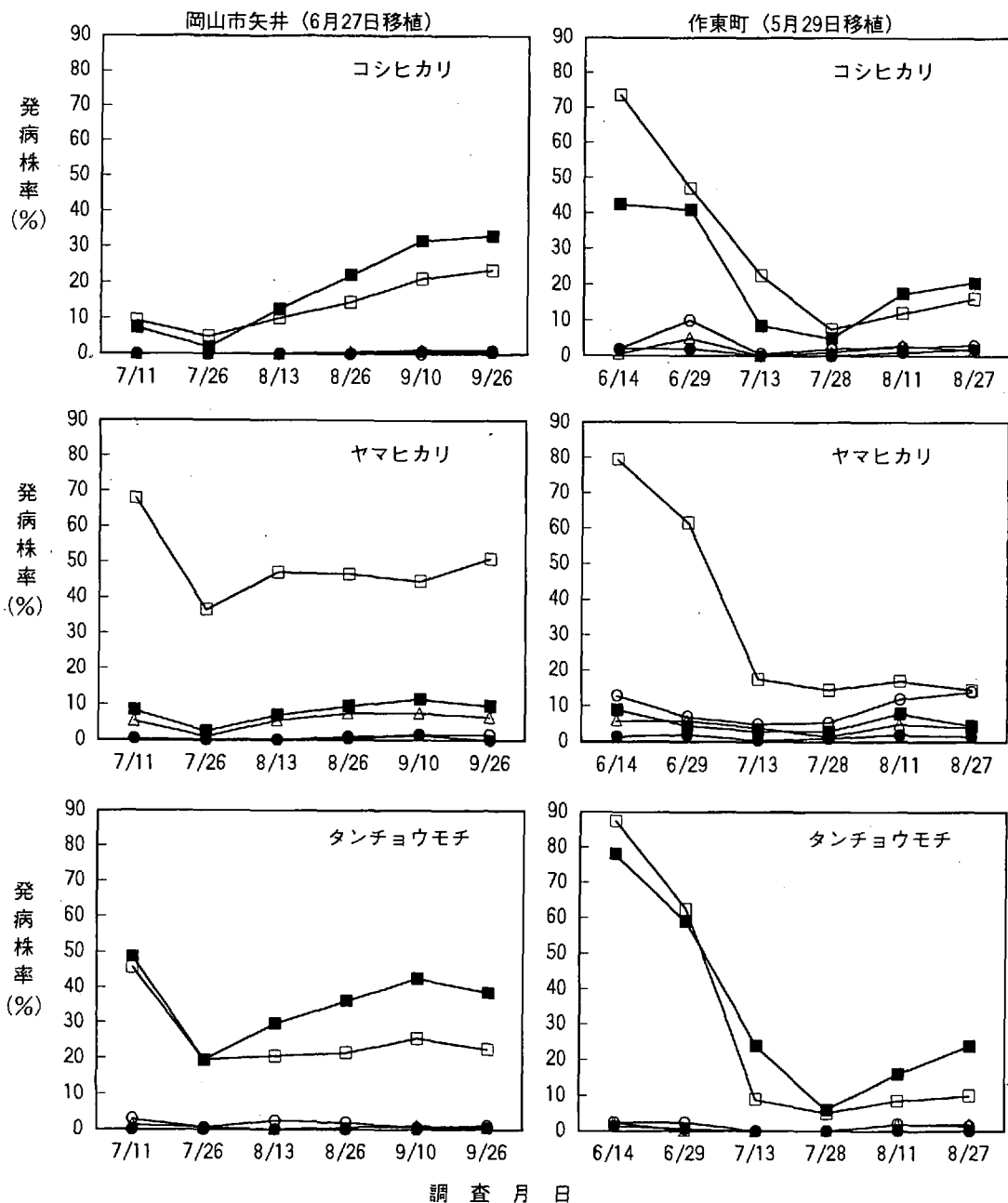
供 試 薬 剤	処 理 方 法	1989 ^{a)}				1990		1991				1992		1993	
		穂 A		穂 B		穂 C		穂 G		穂 H		穂 L		穂 O	
		発病 苗率	防除 価	発病 苗率	防除 価	発病 苗率	防除 価	発病 苗率	防除 価	発病 苗率	防除 価	発病 苗率	防除 価	発病 苗率	防除 価
トリフミン 水和剤	30倍10分間浸漬	1.7	97.2	9.7	82.5										
	300倍24時間浸漬	3.0	95.1	8.7	84.3										
	0.5%湿粉衣	0.6	99.0	7.7	86.1										
トリフミン 乳剤	30倍10分間浸漬	0.4	99.3	4.6	91.7	0.3	99.2	1.0	97.1	3.0	93.1	0.8	98.2		
	300倍24時間浸漬	2.7	95.6	8.4	84.8	0.1	99.7	3.9	88.5	4.8	88.9	0.5	98.8		
	0.5%湿粉衣	0.8	98.7	0.3	99.5	0.1	99.7	1.2	96.5	1.5	96.5	0.1	99.8		
ヘルシード 水和剤	20倍10分間浸漬	1.0	98.4	1.9	96.6	0.1	99.7	2.2	93.5	0.6	98.6	0.2	99.5		
	200倍24時間浸漬	1.0	98.4	1.9	96.6	0.1	99.7	2.2	93.5	0.6	98.6	0.2	99.5		
	0.5%湿粉衣	4.0	93.5	3.3	94.0	0.5	98.7	3.1	90.9	4.5	89.6				
ヘルシード 乳剤	20倍10分間浸漬							0.8	97.6	1.0	97.7	0.8	98.2	0.5	98.9
	200倍24時間浸漬							1.8	94.7	1.1	97.5	0	100	0.1	99.8
	0.5%湿粉衣														
スボルタック 乳剤	100倍10分間浸漬	2.1	96.6	1.1	98.0	0.4	98.9	0.4	98.8	0.6	98.6	0.1	99.8	0.1	99.8
	1,000倍24時間浸漬	0.8	98.7	0.7	98.7	0	100	2.3	93.2	1.8	95.8	0	100	0.1	99.8
	0.5%湿粉衣														
テクリード 水和剤	20倍10分間浸漬					1.3	96.5	0.8	97.6	3.4	92.1	0.7	98.4		
	200倍24時間浸漬					0.5	98.7	1.2	96.5	2.3	94.7	0.2	99.5		
	0.5%湿粉衣					2.4	93.6	2.4	92.9	2.5	94.2				
テクリード 乳剤	50倍10分間浸漬											0.2	99.5	0.4	99.1
	500倍24時間浸漬											0.1	99.8	0.5	98.9
	0.5%湿粉衣														
ヘルシードT 水和剤	20倍10分間浸漬					0	100					0.1	99.8	0.3	99.3
	200倍24時間浸漬					0.1	99.7					0.4	99.1	0	100
	0.5%湿粉衣					0.1	99.7								
ヘルシードT フロアブル	20倍10分間浸漬											0.2	99.5	0.1	99.8
	200倍24時間浸漬											0.5	98.8	0.1	99.8
	0.5%湿粉衣														
テクリードC フロアブル	20倍10分間浸漬											0.2	99.5	0.2	99.5
	200倍24時間浸漬											0.7	98.4	0.5	98.9
	0.5%湿粉衣														
フルジオキシニル 水和剤	20倍10分間浸漬					1.8	95.2	1.7	95.0	7.0	83.8				
	40倍10分間浸漬					1.5	96.0								
	200倍24時間浸漬					0.7	98.1	2.0	94.1	3.7	91.4	0.3	99.3		
	400倍24時間浸漬					0.1	99.7	2.2	93.5	3.0	93.1				
	0.5%湿粉衣					1.1	97.1								
モミエース 液剤	20倍24時間浸漬											5.2	88.0	1.8	95.9
ベンレートT 水和剤20	20倍10分間浸漬	26.8	56.3	16.1	70.9	7.3	80.5	17.2	49.4	1.3	97.0	3.0	93.1		
	200倍24時間浸漬	53.1	13.4	34.6	37.5	2.5	93.3	20.5	39.7	2.6	94.0	4.0	90.8		
	0.5%湿粉衣	46.5	24.1	14.3	74.2	9.6	74.4	9.1	73.2	1.7	96.1				
無処理		61.3		55.4		37.1		34.0		43.2		43.3		43.8	

a) 試験年を示す。

4. 種子消毒した苗の本田期における発病

1991年の作東町および岡山市の2圃場における本田での発病推移を第3図に示した。作東町の試験では、移植前の時点で無処理区はいずれも発病苗率55~73%の甚発生であった。ペンレートT水和剤20区はヤマヒカリでは

かなりの効果がみられたが、コシヒカリ、タンチョウモチでは効果が著しく劣った。ヤマヒカリのヘルシード水和剤、トリフミン乳剤区で発病が目立ったが、その他の区では発病はみられたものの薬剤の効果は高かった。各薬剤区の移植後の発病推移をみると、苗での消毒効果と



第3図 種子消毒した苗の移植後の発病推移 (1991)

—■— ペンレートT水和剤20 —△— トリフミン乳剤 —□— 無処理
—○— ヘルシード水和剤 —●— スポルタック乳剤

同様の傾向がみられた。すなわち、無処理区では各粒ともに移植45日（7月13日）～60日（7月28日）まで発病株率が減少したが、その後は10～20%で横ばいだった。ベンレートT水和剤20区の発病はコシヒカリ、タンチョウモチでは無処理区同様で、ヤマヒカリでもやや目立った。また、ヘルシード水和剤、トリフミン乳剤ではヤマヒカリで発病株がやや目立ったが、他の粒では非常に少なく推移した。スポルタック乳剤はいずれの粒でも効果が安定しており、発病は極めて少なかった。

また、岡山市矢井の試験では、無処理区の発病株率は試験期間を通じてやや高く推移したが、薬剤の効果は同様の傾向であった。ただし、ヘルシード水和剤の効果はヤマヒカリでもスポルタック乳剤同様に高かった。また、1992年に供試したテクリード水和剤も高い効果がみられた。

イネの生育をみると、無処理の各区で㎡当たり穂数が枯死茎の発生により20%程度少なかったが、薬剤処理区では穂数、稈長とも差がなかった。

5. 薬液の温度が種子消毒効果に及ぼす影響

薬液の温度が種子消毒効果に及ぼす影響については、第5表に示すように、粒の違いによって若干のふれがみられたが、ヘルシード水和剤、スポルタック乳剤は5～20℃のいずれの液温でも高い効果が認められた。

6. 種子消毒後の浸種温度・浸種日数が効果に及ぼす影響

2種類の自然感染粒（I、J）での種子消毒後の浸種温度・浸種日数が効果に及ぼす影響を第6表に示した。ヘルシード水和剤処理では、両粒とも浸種日数が長い区で発病が少ない傾向であった。浸種温度の影響は判然としなかった。トリフミン乳剤処理では、浸種条件による

発病の差はあまりなかった。

7. 薬剤の混用が種子消毒効果に及ぼす影響

1990年の自然感染粒（F）での結果を第7表に示した。ベンレートT水和剤20の単用処理、混用処理の各区は、防除効果そのものがやや低かったが、各混用処理は単用処理に比べて効果にあまり差がなかった。ヘルシード水

第5表 薬液の温度が種子消毒効果に及ぼす影響（1990）

供試薬剤	処理方法	処理温度	粒 D	粒 E
			発病率	発病率
ベンレートT 水和剤20	200倍24時間 浸漬	5(℃)	3.7(%)	61.8(%)
		10	2.7	52.7
		15	1.0	35.9
		20	2.0	52.7
ヘルシード 水和剤	200倍24時間 浸漬	5	1.1	0.6
		10	1.3	0.1
		15	0.4	0.6
		20	0.1	0.4
トリフミン 乳剤	300倍24時間 浸漬	5	17.5	7.1
		10	20.5	2.1
		15	8.6	1.8
		20	12.1	2.0
スポルタック 乳剤	1,000倍24時間 浸漬	5	0.3	2.1
		10	1.0	0.6
		15	1.5	0.6
		20	1.0	0
対 照 (水 処 理)		5	81.1	78.3
		10	84.1	85.8
		15	42.2	72.5
		20	61.5	74.7

第6表 種子消毒後の浸種温度・日数が消毒効果に及ぼす影響（1991）

浸種温度	浸種日数	ヘルシード水和剤 200倍液24時間浸漬		トリフミン乳剤 300倍液24時間浸漬		無 処 理	
		粒 I	粒 J	粒 I	粒 J	粒 I	粒 J
		発病率	発病率	発病率	発病率	発病率	発病率
10(℃)	2(日)	5.3%	13.3%	0.8%	13.3%	55.2%	28.9%
	3	1.9	1.8	1.7	8.8	61.7	28.3
	4	0.7	8.7	0.7	6.4	58.6	28.8
	6	1.4	9.4	0	9.5	42.9	22.5
15	2	4.5	13.5	1.1	10.6	51.8	31.1
	3	0.3	4.6	0.8	11.2	52.3	54.0
	4	0	2.8	1.2	8.1	48.2	27.4
20	2	1.4	12.9	0.8	11.9	50.3	32.0
	3	0	1.8	0.2	10.6	43.8	40.3

第7表 薬剤の混用処理が種子消毒効果に及ぼす影響 (1990)

供試薬剤 ^{a)}	発病率	防除率	薬害
ベンレートT	3.3(%)	91.2	—
ベンレートT+スミチオン	2.6	93.0	—
ベンレートT+バイジット	1.0	97.3	—
ベンレートT +スターナ	4.1	89.0	—
ベンレートT+スミチオン+スターナ	5.4	85.6	—
ベンレートT+バイジット+スターナ	4.8	87.2	—
ヘルシード	0.3	99.2	—
ヘルシード+スミチオン	0	100	—
ヘルシード+バイジット	0	100	—
ヘルシード +スターナ	0.1	99.7	—
ヘルシード+スミチオン+スターナ	0.1	99.7	—
ヘルシード+バイジット+スターナ	0.1	99.7	—
トリフミン	0	100	—
トリフミン+スミチオン	0.5	98.7	—
トリフミン+バイジット	0.9	97.6	—
トリフミン +スターナ	0.1	99.7	—
トリフミン+スミチオン+スターナ	0.3	99.2	—
トリフミン+バイジット+スターナ	0	100	—
スボルタック	0	100	—
スボルタック+スミチオン	0.3	99.2	—
スボルタック+バイジット	0.1	99.7	—
スボルタック +スターナ	0.4	98.9	—
スボルタック+スミチオン+スターナ	0.1	99.7	—
スボルタック+バイジット+スターナ	0.1	99.7	—
スターナ	40.8	(-9.1)	—
スミチオン	31.6	15.5	—
バイジット	35.5	5.1	—
無処理	37.4		

a) ベンレートT水和剤200倍, ヘルシード水和剤200倍, トリフミン乳剤300倍, スボルタック乳剤1,000倍, スターナ水和剤200倍, スミチオン乳剤1,000倍, バイジット乳剤1,000倍。

和剤, トリフミン乳剤, スボルタック乳剤では単用処理, 混用処理ともに高い効果がみられた。1993年の自然感染稲(O)でも第8表に示すように, ヘルシードT水和剤, 同フロアブル, テクリードCフロアブル, スボルタックスターナSE(オキシソニック酸20.0%, プロクロラズ5.0%)は単用処理, 混用処理ともに高い効果がみられた。

自然感染稲(L), 接種稲(M)を混用処理で種子消毒した苗の移植後の発病推移を第9表に示した。自然感染稲(L)では全試験期間を通じて, いずれの薬剤もスミチオン乳剤, スターナ水和剤を3種混用処理しても単用処理と同等の高い効果がみられた。一方, 接種稲(M)ではいずれの薬剤とも3種混用処理すると単用処理に比べて, 移植前, 移植後ともに少発生ながら約2倍の発病がみられた。なお, アケボノ以外の数種の保菌稲でも同様の試験を行ったところ, 自然感染稲では両処理間の効果に差がない場合が多かったが, 接種稲では2種および3種混用した場合に単用処理に比べて効果がやや低下す

第8表 薬剤の混用処理が種子消毒効果に及ぼす影響 (1993)

供試薬剤 ^{a)}	発病率	防除率	薬害
ヘルシードT水	0.1(%)	99.7	—
ヘルシードT水+スミチオン	0.3	99.1	—
ヘルシードT水+バイジット	1.1	96.6	—
ヘルシードT水+スミチオン+スターナ水	0.5	98.4	—
ヘルシードT水+バイジット+スターナ水	0.3	99.1	—
ヘルシードTフロ	0.5	98.4	—
ヘルシードTフロ+スミチオン	1.1	96.6	—
ヘルシードTフロ+バイジット	0.5	98.4	—
ヘルシードTフロ+スミチオン+スターナ	0.6	98.1	—
ヘルシードTフロ+バイジット+スターナ	0.7	97.8	—
テクリードCフロ	0	100	—
テクリードCフロ+スミチオン	0.1	99.7	—
テクリードCフロ+バイジット	0.2	99.4	—
スボルタック・スターナSE	1.2	96.3	—
スボルタック・スターナSE+スミチオン	0.9	97.2	—
スボルタック・スターナSE+バイジット	1.5	95.3	—
スミチオン	15.5	51.9	—
バイジット	22.6	29.8	—
スミチオン+スターナ	49.9	(-55.0)	—
バイジット+スターナ	45.5	(-41.3)	—
無処理	32.2		

a) ヘルシードT水和剤200倍, ヘルシードTフロアブル200倍, テクリードCフロアブル200倍, スボルタック・スターナSE200倍, スターナ水和剤200倍, スミチオン乳剤1,000倍, バイジット乳剤1,000倍。

る例がみられた。

混用による薬害はいずれの組み合わせでも認められなかった。

考 察

ベノミル剤耐性のイネばか苗病菌は, 1980年に滋賀県²⁾, 岩手県³⁾で発見されて以来, 1982~'85年にかけて全国各地でその発生が確認された¹⁾。岡山県でも耐性菌の発生が懸念されたため, '85年に調査したところ, すでに中北部地帯において耐性菌の発生していることが明らかとなった。

1987~'88年に岡山県内で採集したばか苗病菌のベノミル剤に対するMICは1.56ppmと1,600ppmをピークとする2山型の頻度分布を示した。分布曲線から耐性菌はMIC100ppm以上の菌株とみられ, 耐性菌の多くは多久田¹⁾, 松本⁴⁾の報告した高度耐性菌であった。MICの頻度分布曲線は検定年次によって1.56~6.25ppm付近でやや変動したが, 耐性菌のピークは1,600ppmとほぼ一定であった。小川⁶⁾は6年間のMICの頻度分布曲線の推移から, ベノミル剤耐性菌の発達過程を論じたが, 本県では, 多久田¹⁾らが報告したように, 調査の開始年にはすでに感性菌と高度耐性菌に2極化していたものと推測される。ベノミル剤耐性菌の検出率は1990年を最高に, その後は減少傾向を

第9表 薬剤の混用処理で種子消毒した苗の本田移植後の発病推移 (1992)

供試粒	供試薬剤 ^{a)}	育苗箱での発病			本田での発病				
		発病 ^{b)} 苗率	防除 価	箱当たり ^{c)} 発病苗数	7/14 ^{d)} (15日)	7/29 (31日)	8/14 (45日)	8/28 (60日)	9/28 (91日)
粳 L	ヘル単用	0 (%)	100	1(本)	0 (%) ^{e)}	0 (%)	0 (%)	0 (%)	0 (%)
	トリ単用	0	100	5	1.0	0	0.5	1.0	0.5
	スポ単用	0	100	0	0	0	0	0	0.5
	テク単用	0	100	0	0	0	0.5	1.0	0.5
	ヘル+スミ+スタ	0	100	1	0	0.5	0	0	0.5
	トリ+スミ+スタ	0.3	96.6	7	0	0	1.0	1.0	0.5
	スポ+スミ+スタ	0	100	0	0	0	0	0	0
	テク+スミ+スタ	0	100	1	0	0	0	0	0
	無処理	8.8	—	*	20.5	11.0	24.0	32.0	30.0
粳 M	ヘル単用	0	100	4	1.5	1.0	0.5	0	0
	トリ単用	0.4	98.4	45	5.5	3.0	3.0	3.0	1.0
	スポ単用	0	100	6	0	0	0.5	0	0
	テク単用	0.1	99.6	13	3.5	0.5	1.5	1.5	0
	ヘル+スミ+スタ	0.2	99.2	19	3.0	1.5	2.0	1.0	0
	トリ+スミ+スタ	1.7	93.1	107	7.5	7.0	7.5	3.0	1.0
	スポ+スミ+スタ	0.5	98.0	19	2.5	1.5	1.0	1.0	0
	テク+スミ+スタ	1.2	95.2	36	3.5	2.5	3.0	1.5	0.5
	無処理	24.8	—	*	40.5	22.5	19.5	12.0	4.0

a) ヘル：ヘルシード水和剤200倍，トリ：トリフミン乳剤300倍，スポ：スポルタック乳剤1,000倍，テク：テクリード水和剤200倍，スミ：スミチオン乳剤1,000倍，スタ：スターナ水和剤200倍。

b) 6月25～26日（移植3～4日前）の1/6箱での値。

c) 箱当たり発病苗数は，移植日までに抜き取った全発病苗数を示し，*はそのまま移植したことを示す。

d) 調査月日（移植後日数）。

e) 発病株率を示す。

示している。これは，1991年から県下各地で種子消毒剤がベンレートT水和剤20からヘルシード水和剤などのエルゴステロール生合成系阻害(EBI)剤に替わったことが影響していると推察される。

県内のペノミル剤耐性菌(MIC 100ppm以上)の分布は1985年から1988年までは，阿新，真庭地方など県の北西部に多かった。これら地域では従来からばか苗病の発生が目立っていたが，その理由として，イネの移植時期が早いために種子消毒時に薬剤の効果が発揮されにくい低水温^{10,15)}になりやすいこと，早生種の栽培が多く高温下で出穂するために種粒の罹病率が高くなること⁹⁾などが影響したと考えられる。このため，菌が薬剤の淘汰を受ける機会が多くなり，薬剤耐性菌が増加したものと推察される。その後，1990年には急速に県下全域に耐性菌の分布が拡大した。

ペノミル剤耐性菌の保菌粒では，ベンレートT水和剤20の効果，特に低濃度長時間浸漬処理の効果が劣ることはすでに多くの報告がある^{2,5,8,9,10)}。自然感染粒では耐性菌にも効果が高いという報告¹⁾や湿粉衣処理や吹き付け処理を行うと高い効果があるという報告¹¹⁾があるが，本試験で

はいずれの場合もベンレートT水和剤20の効果は不十分であり，湿粉衣処理や吹き付け処理という処理方法そのものについても本県への導入，普及は困難であった。そこで，ペノミル剤耐性菌に有効な薬剤を検討した結果，ペフラゾエート，ブクロラズ，イブコナゾールなどの成分を含む薬剤が種子消毒剤として有効であることが明らかとなった。他県で代替薬剤として有効であるとされたトリフルミゾール剤^{5,16)}は，本試験では供試粒の違いによって効果に差がみられた。これらの薬剤はいずれもEBI剤で，その作用は静菌的と考えられたので，本田移植後の効果の持続性についても検討した。保菌粒を種子消毒後育苗し，無病徴の苗を移植して発病の有無を調べたところ，和田ら¹³⁾の報告のように完全に発病を抑えることはできなかったものの，ヘルシード水和剤，スポルタック乳剤，テクリード水和剤は移植後も発病が少なかった。実際に生産現場で使用される種粒は本試験の供試粒ほど罹病率は高くないので，これらの薬剤は十分な効果が発揮されるものと思われる。ベンレートT水和剤20では，浸漬処理時の薬液の温度が低いと消毒効果が劣ることが明らかにされている^{10,15)}ので，この点を新規EBI剤につ

いて検討したところ、ヘルシード水和剤、スポルタック乳剤は5～20℃のいずれの液温でも高い効果がみられた。一方、浸漬処理から浸種まで一連の作業を5℃や室外(－1.2～16.9℃)で行うと、室内(15～20.5℃)の場合に比べて、ヘルシード水和剤、スポルタック乳剤でも防除効果がやや劣ったという報告⁶⁾もある。岡山県北部の早植え栽培では種子消毒時期にこのような温度条件に遭遇する可能性が十分にあるので、薬液への浸漬処理、浸種に当たっては10℃前後の液温の確保がよいと思われる。

次に浸種温度・浸種日数が種子消毒効果に及ぼす影響について検討した。ヘルシード水和剤浸漬処理後に15～20℃で浸種すると、日数の経過につれて消毒効果が高まった。この結果は浸種期間もヘルシード水和剤の安定的な効果発現に重要であるとした和田ら¹³⁾の報告と一致した。したがって、岡山県稲作技術指針⁷⁾に示すように、種子消毒後は10℃で6日、15℃で4日、18℃で3日、20℃で2日を目安に浸種することがばか苗病防除の面からも重要である。

本県では、従来からベンレート水和剤20とイネ心枯線虫病対象の殺虫剤との混用処理が広く普及してきた。また、もみ枯細菌病、褐条病の発生が懸念される場合には、スターナ水和剤の混用も必要となる。そこで、ばか苗病対象の新規薬剤と殺虫剤、スターナ水和剤との2種または3種混用浸漬処理のばか苗病に対する効果を検討したところ、これらの薬剤の混用処理はばか苗病に対する効果にほとんど影響を及ぼさないものと判断された。供試剤の種類によっては薬剤の混用により効果がやや低下する傾向がみられたが、このような例は接種剤などの罹病率の高い剤の場合が多かったので、実用場面ではほとんど問題にならないと考えられる。薬剤の混用による薬害はいずれの組合せでも認められなかったので、種子伝染性病害とイネ心枯線虫病との同時防除を目的とした薬剤の混用処理は実用性が高いものと考えられる。

摘 要

1985～'90年に岡山県内のイネばか苗病菌のベノミル剤感受性を検定するとともに、ベノミル剤耐性菌に有効な防除薬剤、種子消毒方法について検討した。

1. ばか苗病菌のベノミル剤に対する MIC の頻度分布は1.56、1,600ppmをピークとする2山型を示し、1987～'93年まで耐性菌の MIC のピークはほぼ1,600ppmに一定していた。
2. ベノミル剤耐性菌 (MIC 100ppm以上) 株率は1990年に81%にまで高まったが、その後は緩やかに減少する傾向であった。耐性菌は当初、県の北西部に多く分布していたが、1990年には全域に拡大した。
3. ベノミル剤耐性菌に対しては、ヘルシード水和剤、

スポルタック乳剤、テクリード水和剤が有効であり、移植後も効果が高かった。トリフミン乳剤は剤の違いによって効果に差がみられた。

4. ヘルシード水和剤、スポルタック乳剤は5～20℃のいずれの薬液でも高い効果がみられた。
5. 消毒後の適切な浸種は、効果の安定に重要であった。
6. ペフラゾエート、プロクロラズ、イブコナゾールを含む各薬剤と、殺虫剤 (スミチオン乳剤、バイジット乳剤)、スターナ水和剤との2種または3種混用処理は、ばか苗病に対する効果に影響がほとんどなく、薬害も認められなかった。

引用文献

1. 入江和己・二井清友 (1987) ベノミル剤耐性イネ馬鹿苗病の自然感染種子に対するベノミル・チウラム剤の消毒効果。関西病虫研報, 29: 65.
2. 北村義男・保積隆夫、田中徳己 (1982) ベノミル剤耐性イネばか苗病菌の出現。日植病報, 48: 380. (講要)
3. 来嶋義一 (1975) イネ馬鹿苗病の発病と栽培型の関係。近畿中国地域共同研究成果集録, 6: 16—18.
4. 松本和夫・橋本晃・安達忠衛 (1984) 福島県下でみられたイネばか苗病菌のベノミル剤耐性について (予報)。北日本病虫研報, 35: 34—36.
5. 小川勝美・武田真一 (1988) ベノミル耐性ばか苗病菌の出現と防除法。若手農試研報, 27: 52—67.
6. 小川勝美・武田真一 (1990) ベノミル剤耐性イネばか苗病菌の水田における年次変動。日植病報, 56: 247—249.
7. 岡山県 (1994) 稲作技術指針, 75.
8. 太田恵二・今井照規・及川健・嶋田慶世 (1987) 青森県におけるベノミル耐性イネばか苗病菌の分布状況と高度耐性菌汚染剤に対する数種薬剤の防除効果。北日本病虫研報, 38: 29—32.
9. 高橋昭二・田中孝・佐久間比路子 (1986) ベノミル耐性イネばか苗病菌の発生実態と防除対策。山形農試研報, 21: 27—44.
10. 高岡誠一・高松進・川久保幸雄 (1987) 福井県におけるベノミル剤耐性イネばか苗病菌の発生実態および耐性菌感染剤の種子消毒効果。福井農試研報, 24: 25—32.
11. 多久田達雄・三島利夫 (1988) 島根県におけるベンズイミダゾール剤耐性ばか苗病菌の出現状況とその年次変動。島根病虫研報, 13: 25—32.
12. 多久田達雄 (1988) ベノミル耐性ばか苗病菌の出現状況とその防除対策。農業技術, 43 (2): 68—72.
13. 和田拓雄・平松基弘・竹中九章 (1991) ペフラゾエ

- ートのイネばか苗病防除機構, 日植病報, 57: 477-484.
14. 吉野嶺一 (1987) イネばか苗病の現状と防除上の問題点, 農業技術, 42: 481-486.
15. 鈴木穂積・高橋昭二・藤田佳克・園田亮一 (1985) チウラム・ベノミル剤によるいもち病, ごま葉枯病, ばか苗病の種子消毒, 北日本病虫研報, 36: 122-124.
16. 井口慶三・竹内妙子 (1988) ベノミル耐性イネばか苗病の発生と対策, 千葉農試研報, 29: 115-123.

Summary

Occurrence of benomyl resistant strains of *Fusarium moniliforme* Sheldon ("Bakanae" disease) during 1985~1993 in Okayama Prefecture was investigated, and efficiency of fungicides as well as seed sterilization method was examined.

1. MIC frequency distribution to benomyl of *F. moniliforme* exhibited two peaks with a summit of 1.56 and 1,600 ppm. The MIC value of 1,600 ppm of benomyl resistant strain has been kept constant during 1987~1993.
2. Percent of benomyl resistant strains (MIC $\geq$ 100 ppm) increased to 81% in 1990, but it tended to reduce gradually since then. Occurrence of benomyl resistant strains was unevenly distributed north-west region but it developed all over the prefecture by 1990.
3. Healthied[®] (pefurazoate 50.0%) WP, Sportak[®] (prochloraz 25.0%) EC, Techlead[®] (ipconazole 6.0%) WP were effective against the benomyl resistant strains even after trans-planted. Efficacy was varied depending on the rice seeds in the case of Trifmine[®] (triflumizole 15.0%) EC.
4. Healthied[®] WP, Sportak[®] EC were highly effective in the solution at 5~20°C.
5. Soaking seeds for appropriate days after sterilization was indispensable to be increased efficacy of fungicide.
6. Mixed treatments of 2 or 3 kinds of fungicide contained pefurazoate or prochloraz or ipconazole, pesticide (Sumithion[®] (fenitrothion 50.0%) EC, Baycid[®] (fenthion 50.0%) EC), and Starner[®] (oxolinic acid 20.0%) WP had no effect on efficacy to "Bakanae" Disease and didn't obstruct the germination and growth of seeds.