

# 広島県におけるいもち病薬剤耐性菌の 発生状況とその防除対策

井本 征史・上原 由子

キーワード：イネいもち病菌，薬剤耐性菌

いもち病菌が各種薬剤に対し耐性を生じやすいことは *in vitro* の実験で明らかにされている<sup>14)</sup>。一方は場における薬剤耐性菌の発生の確認は、1971年に山形県で調査された kasugamycin (KSM) に対する耐性菌（以下 KSM 耐性菌と記述）が最初である。以来抗生物質系殺菌剤や有機リン系殺菌剤に対する耐性菌が各地で確認され<sup>1,2,3,9,10,11,15)</sup>、薬剤によるいもち病の防除に新たな問題が生じ、耐性菌対策が実施されている。

広島県においても1979年から薬剤耐性菌検定事業に取り組み、県内の耐性菌の発生実態を明らかにするための試験を実施して来た。1979年には KSM 耐性菌の発生分布を調査し、神石郡内で耐性菌が高率に分布していることが明らかとなり、KSM 単剤の使用を中止する対策をとった。

1980年から1982年には 0, 0-diisopropyl S-benzyl thiophosphate (IBP), KSM, blasticidin S (BcS) に対する耐性菌の県内における分布実態調査と IBP に対する耐性菌（以下 IBP 耐性菌と記述）の接種による畑苗代での薬剤効果試験及び IBP 耐性菌が高密度に分布する地域における薬剤効果試験（以下現地試験と記述）を実施した。その結果に基づき、当該薬剤の継続使用による耐性菌比率の増加やそれに伴う薬剤効果の低下を防ぐための対策（以下耐性菌対策と記述）を1983年2月に県内全域を対象に実施した。その後1983年から1985年には、IBP 耐性菌比率の高い庄原防除所管内と可部防除所管内において耐性菌対策実施後の IBP 耐性菌の分布調査を実施した。また、1968～1982年及び1983～1985年のいもち病防除薬剤の使用量と耐性菌比率について検討を加えたのでその概要を報告する。

## 材料及び方法

### 1. 供試菌株

発生子寮の巡回調査地点120ほ場（以下地点と記述）

を対象に、1地点より10本以上のいもち病罹病穂をランダムに採集し、1標本について1菌株を単孢子分離し、BcS, KSM, IBP に対する耐性菌の検定に供試した。

### 2. 検定方法

抗生物質系殺菌剤については、前培養にイネわら煎汁寒天培地を、検定には MacIlvaine 氏緩衝液で pH 5 に調整した後、KSM (0, 100ppm), BcS (0, 25, 50, 100 ppm) の原体を添加したイネわら煎汁寒天培地を供試した。IBP については、前培養及び検定には主として PDA を用い、検定培地は殺菌後60℃以下に冷めてから IBP 原体をアセトンで溶解した原液をそれぞれ 0, 30, 50, 100ppm の濃度になるよう添加した。検定は最低阻止濃度 (MIC) で行い、平板希釈法によった。前培養として25℃で7～10日間培養した菌そうの先端部を径4mmのコルクポーラで打ち抜き、移植源の菌そう面が検定培地に接触するように移植した。培養は25℃でKSMは2日間、BcSは3日間、IBPは5日間行い、検定培地での菌糸の生育の有無で薬剤に対する耐性菌を判定した。なお試験はいずれの濃度段階とも2反復で実施し、耐性の判定基準は KSM では 100ppm, BcS 及び IBP では 50ppm とし、2個の移植源ともその周辺から検定培地中に菌糸が伸長した場合及び1個の移植源は上記と同じ生育を示し、他の移植源はその周辺の一部から検定培地中に菌糸が伸長した場合を共に耐性菌とした。

### 3. 防除効果試験

畑苗代による防除試験は、第4図に示す9種類の薬剤（粉剤）を供試し、農試（東広島市八本松町原）ほ場に畑ベットを設けて実施した。供試品種は中生新千本とし、1983年9月3日には種し、16日に住友液肥2号の200倍液を500ml/1区施用し育苗した。試験は1区0.8m<sup>2</sup> (1.2×0.66m) の3区制で実施し、1区当たり200gの種子をは種した。9月17日に1区当たり2.4g (3kg/10a)

の薬剤を2.6gのタルクで増量しミゼットダスターで散布した。試験は自然感染区 (IBP 耐性菌分布確認) と IBP 耐性菌の接種区を設けて実施し、接種は9月20日に行なった。接種源の調整は、古田ら<sup>5)</sup>の方法で得た孢子を供試し、耐性菌2、感性菌1の割合で混合したタルクで増量後、1区当たり3gをミゼットダスターで散布接種した。降雨を避けるため薬剤散布後7日間は有穴ポリエチレンフィルムでトンネル被覆した。薬剤散布10日後の9月27日に1区25株について、第4本葉より上位葉に病斑が形成される苗の発病苗率と同葉上に形成される病斑数を調査し、防除価を算出した。

現地試験は1983年に比婆郡高野町(品種:アキヒカリ)、同東城町(品種:アキユタカ)、1984、1985年は同口和町(品種:アキユタカ)において農家の慣行に準じて栽培したイネを供試して実施した。いずれの試験も IBP, isoprothiolane (IPT), edifenphos (EDDP) 及び rabcide (フサライド) を含む複剤を供試し、1区21m<sup>2</sup>の3連制で実施した。薬剤散布は葉いもちでは粉剤(初

発病前後を中心に1回)・粒剤(初発病8日前を中心に1回)とも3kg/10a、穂いもちでは粉剤(出穂5日前を中心に1回、出穂7日後を中心に1回の計2回)、粒剤(出穂15日前を中心に1回)とも4kg/10aを粉剤はミゼットダスターで、粉剤は手まきで処理した。葉いもちでは7月25~29日の間に1区50株について病斑面積率を、穂いもちでは9月1~5日の間に25株について発病株率、発病穂率、発病程度を調査した。

#### 4. 農薬使用量

農作物病害虫防除実施要綱の防除実施等に関する報告書に基づいた1968~1985年までの県内の市町村、郡別の農薬使用量を IBP, IPT, EDDP の単剤及び複合剤とその他の剤に分け、耐性菌の発生分布との関係を検討した。

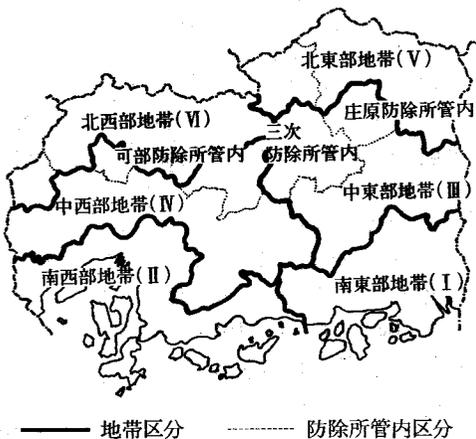
## 結 果

### 1. 耐性菌分布状況

#### 1) KSM, BcS に対する耐性菌

1980年には北部地帯(V, VI)の30地点から239菌株、1981年には中西部地帯(IV)の16地点から126菌株、1982年には南東部地帯(I)を除く全県下86地点から452菌株を分離し検定に供試した。なお、検定結果は第1図に示す発生予察地帯区分あるいは防除所管内ごとに分けて示した。

1980年の北部地帯における KSM の耐性菌の発生地点率は10%、耐性菌比率は2.1%、1981年の中西部地帯ではそれぞれ25%、3.2%であった。しかし、第1表に示すように1982年の KSM 耐性菌発生地点率や耐性菌比率は両地帯とも低下した。また、1980年の北部地帯における BcS に対する耐性菌(以下 BcS 耐性菌と記述)の発生地点率は63.3%、耐性菌比率は12.1%、1981年の中西部地帯ではそれぞれ18.8%、3.2%であった。第1表



第1図 広島県の発生予察地帯区分と防除所管内区分

第1表 BcS, KSM 耐性菌検定結果 (1982年度穂いもち標本)

地帯	検定地点数	BcS		KSM		検定菌株数	BcS		KSM	
		耐性菌発生地点数	同左率	耐性菌発生地点数	同左率		耐性菌株数	同左率	耐性菌株数	同左率
I 南東部	0	—	—	—	—	0	—	—	—	—
II 南西部	10	1	10.0	0	0	37	1	2.7	0	0
III 中東部	12	3	25.0	0	0	60	11	18.3	0	0
IV 中西部	26	11	42.3	2	7.7	170	20	11.8	3	1.8
V 北東部	21	7	33.0	1	4.8	89	7	7.9	1	1.1
VI 北西部	17	6	35.0	0	0	96	8	8.3	0	0
合計	86	28	32.5	3	3.5	452	47	10.4	4	0.9

第2表 IBP 耐性菌の検定結果（穂いもち標本）

地帯	市	郡	検定地点数	耐性菌発生地点数	同左率	検定菌株数	耐性菌株数	同左率
1980	V	比婆郡	10	8	80.0	90	23	25.6
		双三郡	3	2	66.7	20	3	15.0
	VI	高田郡	4	2	50.0	23	3	13.0
		山県郡	12	8	66.7	95	13	13.7
		佐伯郡	1	1	100	8	1	12.5
	小計	30	21	70.0	236	43	18.2	
1981	IV	賀茂郡	6	4	66.7	35	10	28.6
		東広島市	4	1	25.0	39	1	2.6
		高田郡	6	6	100	52	13	25.0
	小計	16	11	68.8	126	24	19.0	

第3表 IBP 耐性菌検定結果（1982, 1983年度穂いもち標本）

地帯	検定地点数	耐性菌発生地点数	同左率	検定菌株数	50ppm		100ppm	
					耐性菌株数	同左率	耐性菌株数	同左率
I 南東部	3	1	33.3	13	2	15.4	0	0
II 南西部	10	7	70.0	37	18	48.6	4	10.8
III 中東部	19	11	57.9	92	37	40.2	12	13.0
IV 中西部	26	23	88.5	170	83	48.8	29	17.1
V 北東部	21	19	90.5	89	53	59.6	15	16.9
VI 北西部	17	17	100	96	68	70.8	16	16.7
合計	96	78	81.3	497	261	52.5	76	15.3

に示す1982年の地帯別耐性菌発生地点率及び同耐性菌比率から明らかのように、1982年の BcS 耐性菌の発生地点率や耐性菌比率は北部地帯で1980年より低下し、中西部地帯では1981年より上昇した。

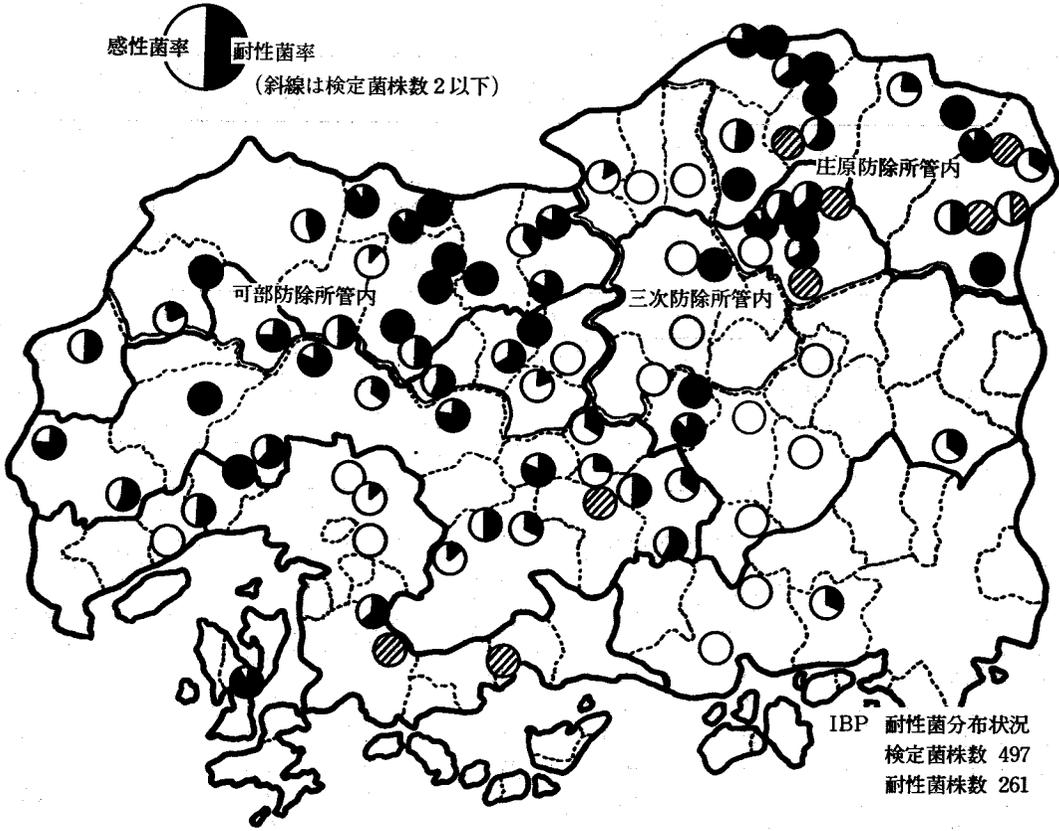
## 2) IBP に対する耐性菌

上述した KSM, BcS の検定に供試した菌株に加え、1983年には南東部地帯と中東部地帯の10地点の45菌株を合わせ検定した。1980, 1981年の結果を第2表に示した。県内でも比較的にいもち病が多発生する北部地帯(V, VI)の IBP 耐性菌の発生はいずれの郡でも認められ、発生地点率はいずれの郡においても50%以上であった。いもち病が毎年中程度の発生をする中西部地帯(IV)の市、郡別の IBP 発生地点率は東広島市で25%と低かったが高田郡では100%と高かった。北部地帯の耐性菌比率は発生地点率の高かった比婆郡で25.6%と特に高く、中西部地帯でも賀茂郡や高田郡で25.0%以上の高い値であった。検定年次は異なるが、第2表に示すように同じ高田郡内でもVI地帯とIV地帯によって耐性菌比率に差が見ら

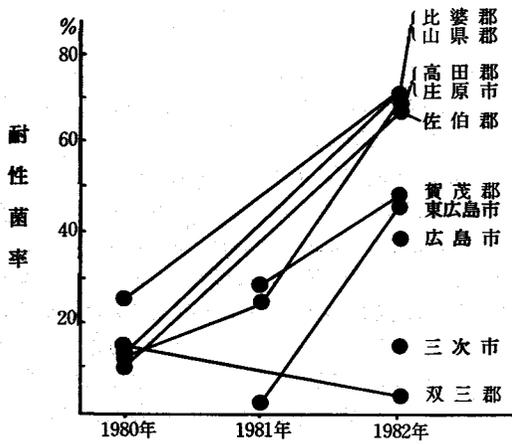
れた。

1982, 1983年には、県下全域で採集した標本より分離した497菌株を対象に検定を行なった。結果を第3表に、耐性菌の分布状況を第2図に示した。耐性菌発生地点率は県の北部地帯ほど、また県の西部地帯ほど高く、県の南東部で最も低かった。耐性菌の分布比率も同様の傾向が見られた。耐性菌比率は北西部地帯で70.8%と非常に高い値となり、中部及び南西部地帯においても40.2~48.6%と高い値であった。いもち病の発生がほとんど問題とならない県南東部においても耐性菌比率が15.4%であった。従って、IBP の耐性菌は県下全域で発生しており、さらに MIC 100ppm の耐性菌比率も県下全地帯で平均15.3%と高く、30ppm で菌糸が伸長する菌株率は90%以上であった。

1980年から1982年の耐性菌比率の推移を第3図に示した。標本採集地点は各年とも同一地点ばかりではないが、市、郡で集計すると1980, 1981年から1982年にかけて耐性菌比率が急激に上昇した。



第2図 広島県内における IBP 耐性菌の分布 (1982, 1983年)



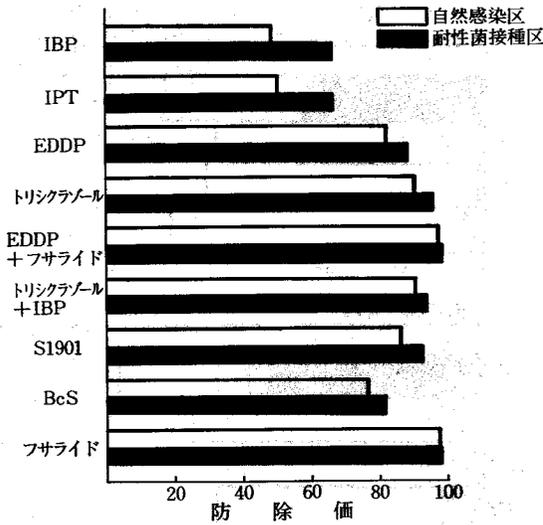
第3図 広島県の耐性菌分布推移 (IBP 50ppmで判定)

2. 畑苗代における薬剤効果

試験は場周辺の IBP 耐性菌比率は約30%であり、接種区では耐性菌比率を約67%に調整し、自然感染区より

耐性菌密度を高くした。は種14日後の薬剤散布時には、両試験区とも第3本葉以下の葉にいち病が僅かに発生しており、自然感染区における発病がやや多かった。従って、薬剤散布10日後の発病調査では第3本葉以下は除外し薬剤散布後に新たに形成された病斑数を調べた。

自然感染区における IBP, IPT の発病苗率は両剤処理区とも93%となり無処理区(100%)との間に有意差が認められなかった。しかし、EDDP+フサライド(33%), トリシクラゾール+IBP(61%), フサライド(37%)は無処理区との間に1%の有意差が認められ、明らかに防除効果が認められた。病斑数については、無処理区(998個)と比較すると IBP(327個)は有意差が認められなかったが、IPT(275個)は5%の有意差が認められ、EDDP(80個)、トリシクラゾール(50個)、EDDP+フサライド(10個)、トリシクラゾール+IBP(46個)、S-1901(60個)、フサライド(12個)は1%の有意差が認められ、特にフサライド、トリシクラゾールの単剤及び複合剤の防除効果が持続した。病斑数の防除価(第4図)では、IBP とフサライドとの間に5%の有



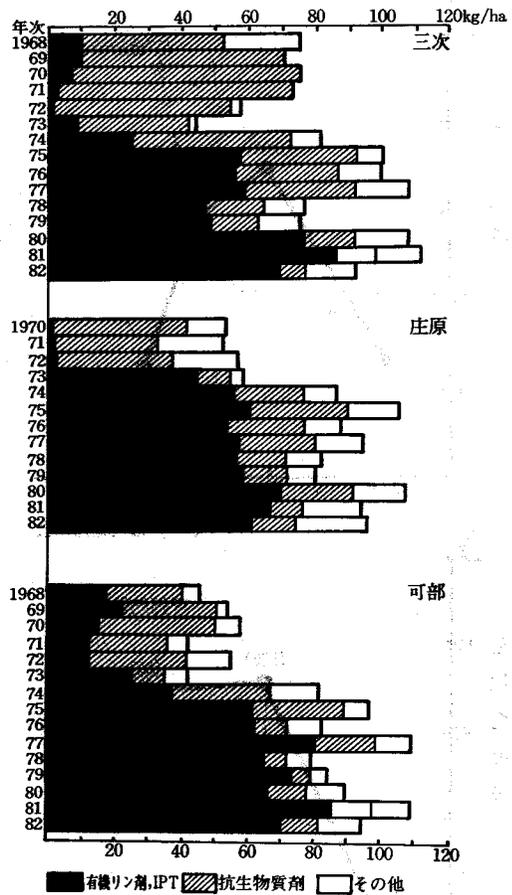
第4図 IBP 耐性いもち菌に対する防除試験 (畑ベット1983.9)

意差が認められ IBP の効果が劣った。

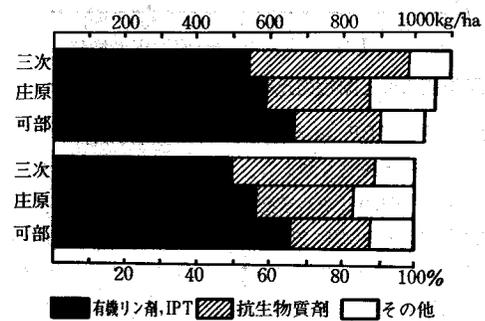
耐性菌接種区の発病苗率は、無処理区 (100%) と比較して IBP (96%), IPT (100%), EDDP (92%) は有意差が認められなかった。しかし、トリシクラゾール、EDDP+フサライド、フサライドの発病苗率は68%以下で無処理区との間に1%の有意差が認められた。病斑数については、いずれの薬剤とも無処理区との間に1%の有意差が認められたが、無処理区が998個の病斑数に対し IBP は327個、IPT は334個、EDDP は112個でフサライドの21個と比較し病斑数が多かった。防除価は、IBP、IPT とフサライドとの間に1%の有意差が認められ IBP、IPT の効果が劣った。

### 3. 現地ほ場における防除効果

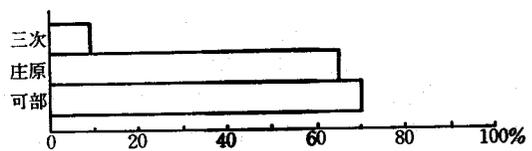
1983年は、梅雨期間中の低温や梅雨明け後の好天と高温によって、1984、1985年は梅雨期間が短く、梅雨明け後の好天によって、いもち病の発生が極めて少なかった。東城町で実施した試験では、IPT 処理区の発病は、葉いもち、穂いもちとも他剤を処理した区より多く、特に穂いもちに対する防除効果は全く認められず、フサライド散布区に比較して1%の有意差が認められた。高野町で実施した試験では、IBP 処理区の発病が多く、IBP の葉いもち、穂いもちに対する防除効果は全く認められず、フサライドとの間に5%の有意差が認められた。IBP、IPT の防除効果の低下は1984、1985年の試験でも認められたので、現地のは場では有機リン剤等の防除効果が低下するものと考えられた。



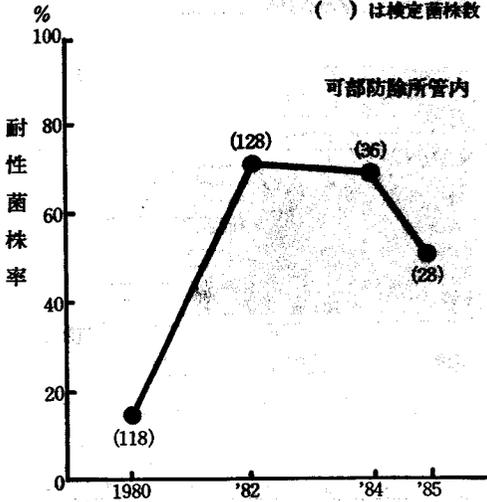
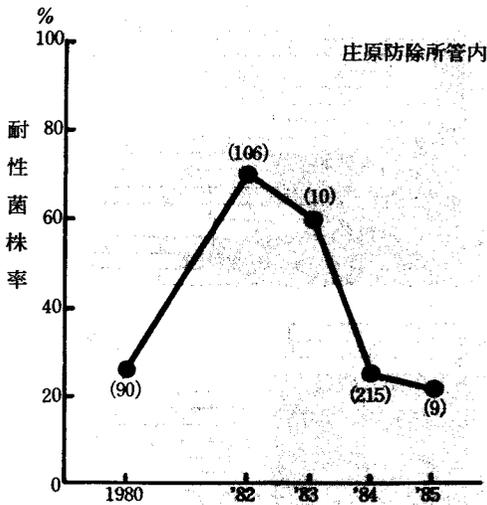
第5図 いもち病防除薬剤の年次別使用量



第6図 1968～1982年間のいもち病防除薬剤の使用量



第7図 有機リン剤耐性菌比率 (1982年)

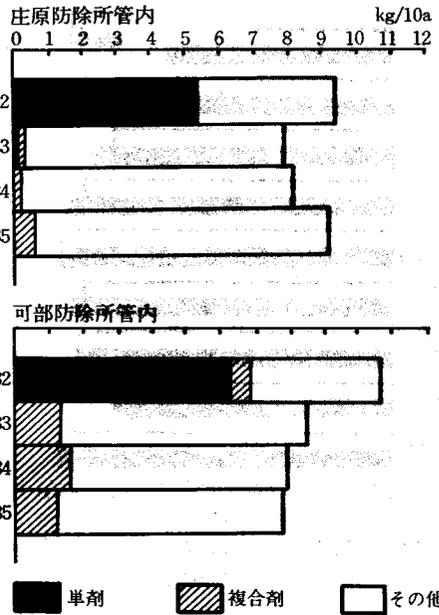


第8図 IBP に対する耐性菌株率の推移

4. 農薬使用量と耐性菌比率

1982年度の IBP 耐性菌比率は三次防除所管内 (以下三次と記述) で9.3%であり、庄原防除所管内 (以下庄原と記述) の64.9%や可部防除所管内 (以下可部と記述) の70.3%に比べ極端に低い値である。この原因を明らかにするため、第5図に示す1968~1982年の期間におけるいもち病防除薬剤の年次別使用量と耐性菌の発生状況との関係を検討した。

有機リン剤が使用され始めたのは1966年以後で、稲作期間中に使用されたいもち病防除薬剤の総使用量に対する有機リン剤の使用割合は、1972年頃までは三次で8.2%、庄原で2.3%、可部で31.5%であった。その後、有機リン剤の使用割合が50%以上となった年次は、庄原、可部で1973年、三次では1975年であった。有機リン剤の



第9図 対策後のいもち病防除薬剤の推移

使用割合が50%を越えた以後の有機リン剤の使用量は可部で最も多く三次で少なかった。また、有機リン剤の使用量が飛躍的に多くなった年次は、庄原で1973年、三次、可部で1975年であった。なお、有機リン剤と交差耐性を示すと言われる IPT は1976年から使用され始めた。

第6図に示すように1968から1982年までの15年間の有機リン剤及び IPT 剤の総使用量は、可部で最も多く、次いで庄原、三次の順であった。有機リン剤・IPT剤と抗生物質剤・その他の剤との使用割合は三次で49:51、庄原で56:44、可部で65:35となり、有機リン剤等の使用量が多い地帯ほど耐性菌比率は高くなった。従って、三次では2回に1回の割合で抗生物質・その他の剤が使用されたのに対し、可部では3回に1回の割合であった。その結果として第7図に示すように三次における耐性菌比率は、可部の耐性菌比率の約1/7であった。また、有機リン剤等の使用割合が50%以下の三次の耐性菌比率は、使用割合が50%を越えた庄原の耐性菌比率の約1/6であった。

5. 有機リン剤耐性菌対策後の性耐菌分布率の推移

1982年の耐性菌分布率の調査結果(第2図)で、耐性菌比率が非常に高かった庄原(庄原市、比婆郡)と可部(山県郡、高田郡)を対象に、有機リン剤耐性菌対策後の IBP 耐性菌比率の推移を調査し、その結果を第8図に示した。庄原の1983年の検定菌株は2地点の10菌株であったが、耐性菌比率には減少傾向が見られた。1984年に

は耐性菌比率が急激に低下し、耐性菌検定を開始した1980年と同程度の25.6%になり、1985年の耐性菌比率はさらに低下した。一方可部では、1983年はいもち病が発生せず検定できなかったが、1984年(4地点、36菌株)の耐性菌比率は64%で、1982年に比べてほとんど低下しなかった。しかし、1985年(5地点、28菌株)の耐性菌比率は50%となりやや低下の傾向が見られた。

この間の農業使用量の推移を第9図に示した。庄原のIBP, EDDP, IPT 単剤及び3剤を含む複合剤の使用割合は1982年に約56%であったが、1983年の耐性菌対策によって5%以下に減少した。一方可部ではIBP, EDDP, IPT 単剤及び複合剤の使用割合は、1982年には65%であったが、1983年以後は16~20%となり、主に複合剤で使われた。

可部の有機リン剤等の単剤及び複合剤の使用量は、同管内の地域によって大きな差があり、高田郡美土里町、甲田町では対策後の使用割合が2~3%と少なくなり、この地域における1985年の分離菌ではIBP耐性菌は認められなかった。しかし、山県郡千代田町では複合剤の使用割合が50%以上であったが、1985年にもち病の発生がなく耐性菌の検定は出来なかった。山県郡芸北町などでも複合剤の使用割合が高く、耐性菌比率はあまり低下しなかった。

## 考 察

は場におけるいもち病防除薬剤の効果の低下が確認されたのは、1971年の山形県でのKSM剤が最初で、KSM耐性菌によるものであることが1973年に三浦ら<sup>10)</sup>によって初めて明らかにされた。さらに1976年には新潟県においてイネ幼苗暴露試験によりKSM, BcS, IBPの防除効果の低下が確認された。その後富山県、長野県など多くの県で防除効果の低下や耐性菌の発生が確認されている。

耐性菌の発生原因として上杉ら<sup>14)</sup>は薬剤に関係なく突然変異によって耐性菌が発生し、薬剤は淘汰圧として働き耐性菌の密度をたかめる。一方特定のいもち病防除薬剤の使用頻度と耐性菌の発生には高い相関<sup>9, 11, 15)</sup>があるとしており、矢尾板ら<sup>15)</sup>はIBP耐性菌の発生について農業総使用量の内、有機リン剤の使用割合が50%を越えた時点で耐性菌を確認している。また、耐性菌比率の急激な増加について、伊藤ら<sup>9)</sup>は耐性菌の発生後、当該薬剤の連続使用による感性菌の淘汰が、飯島ら<sup>3)</sup>はいもち病の多発生と当該薬剤の多数回使用が必要であるとしている。耐性菌比率と防除効果について矢尾板ら<sup>16)</sup>飯島

ら<sup>4)</sup>は、耐性菌比率が20~25%以上になると防除価は50%以下となり、当該薬剤の連続使用による耐性菌比率の上昇に伴い、防除効果はさらに低下する試験結果を得ている<sup>4)</sup>。このような多くの研究結果によって、本県における薬剤耐性菌の発生原因などを解析すると次のようである。

1968年から1982年における広島県のイネいもち病防除薬剤の使用状況を見ると、1972年頃までは抗生物質剤(KSM, BcS)が大部分であった。しかし、1973年頃から有機リン剤(IBP, EDDP)の使用量は急激に増し、1973年から1982年の10年間はいもち病防除剤の総使用量の70%以上を占め、この期間毎年3回に2回の割合で有機リン剤が散布されていたことになる。また、IBPはいもち病の多発生地帯ではもちろんのこと、いもち病の少発生地帯(標高100m以下)でも倒伏防止剤として多量に使用されて来た。こうした状況下で、1979年にKSM, 1980年にBcS及びIBPに耐性菌を示すいもち病菌の発生を確認した。

KSM単剤の使用地域は県東部が中心で、1979年に本剤に対する耐性菌検定(未発表)を実施した。神石郡の耐性菌比率は70%と高い値であったので、当地域のKSM単剤の使用を中止するとともに、複合剤やその他の剤の使用を指導してきた。この結果として1982年(第2表)の当該地帯におけるKSM耐性菌比率は低下したものと考えられた。また、BcS耐性菌については、本剤が1962年頃から県中、北部地帯を中心にいもち病の治療剤として使用されてきたこと、1980年、1981年にはいもち病が多発生し、治療剤として多く使用されたことが原因となり、BcSの耐性菌比率が高くなったと考えられた。

IBPに対する耐性菌の検定の結果、耐性菌は県下全域で認められ、いもち病の発生が非常に少ない南部地帯でも耐性菌の発生が確認された。耐性菌比率は県の北部地帯で高く、県の西部と東部の比較では西部で高かった。1980年の比婆郡の耐性菌比率は25.6%となり、この地域では有機リン剤の防除効果が低下していた。また、1981年の賀茂郡の28.6%、高田郡の25.0%の耐性菌比率は比婆郡と同様に防除効果の低下が推察される値であった。さらに、1982~1983年の地帯別の耐性菌比率が示すように(第3表)、県南東部を除いてすべて40%以上(最高70.8%)となり、一部の地帯を除き有機リン剤による防除効果の低下が予想された。以上のことから本県における耐性菌発生の原因は有機リン剤が1967年頃から長年にわたりいもち病の防除剤として、またイネの倒伏防止剤としてIBPが広範囲に使用されたためと考えられる。

しかし、県内でもいもち病が最も多発生する中東部地帯の三次(三次市、双三郡)では、第2図に示すように耐性菌比率が庄原及び可部より低い。この原因として三次では1969～1982年の農薬使用量の内、有機リン剤の使用割合が50%以下で、各年毎で見ると有機リン剤の使用割合は他の管内より低かった。従って過去の有機リン剤とその他の剤との使用割合の差が耐性菌比率に大きく関与しているものと考えられた。

第3図は1980年から1982年にかけてIBP耐性菌比率が急激に上昇したことを示した。この原因として第5図に示すように有機リン剤は1975年に農業総使用量の50%を越えており、1980年以前にはすでに耐性菌が発生していたと推察される。その後、1980年のいもち病の大発生と1981年の葉いもち多発生、1982年の穂いもち多発生により、耐性菌が急激に増加した。IBPは倒伏防止剤として広範囲に恒常的に使用され、さらにいもち病大発生に伴う有機リン剤の多量使用によって感性菌が淘汰され耐性菌が残ったなどが考えられた。

一方、防除効果の面から論議すれば、中村<sup>13)</sup>は1980年のいもち病大発生の解析を行なった結果、防除時期に降雨が多く、薬剤散布の支障になったことは間違いないが、むしろ低温、多雨条件下における薬剤の効力の低下が防除効果の低下の主要な原因であるとしている。しかし、1980、1981年にはすでに一部の地帯でIBP耐性菌比率が25.0%以上になっていた。この値は防除価が50%以下となる耐性菌比率であり、兩年のいもち病の多発生の要因は、IBP耐性菌の影響が大きかったと考えられる。

畑苗代における結果で明らかのようにIBP、IPTの2剤は防除効果が認められなかった。EDDPの効果の低下は少なかったが、発病調査以後に次第に発病した。飯島<sup>4)</sup>は1回散布の初発時の調査ではEDDPの防除効果はあまり低下しなかったが、3回散布後の調査ではIBPと同様に防除効果が低下したとしている。IBP、EDDP、IPT 3剤は、Katagiri<sup>8,9)</sup>によって*in vitro*で、飯島<sup>4)</sup>、中川<sup>12)</sup>によって*in vivo*で交差耐性の関係にあることが確認されており、本試験においてもIBP耐性菌に対してIPTの防除効果が劣ったことは、両剤に交差耐性があると考えられ、効果の面でIPTも有機リン剤と同様に考える必要があると考えられた。さらに、現地ほ場においても少発生下ではあったが、IBP、IPTの防除効果は認められなかった。

過去15年間の農薬使用量から明らかのように、有機リン剤等の使用が多い地帯ほど耐性菌比率は高くなり、有機リン剤以外の農薬使用頻度が高いほど耐性菌比率が低い。従って、耐性菌の発生を防止するには、同一系統の

剤を連用しないように心掛け、作用機作の異なった剤の輪用を図ることが最も重要であると考えられた。以上の結果から、広島県におけるいもち病の薬剤耐性菌に対する対策の考え方をまとめ、県下全域を対象に1983年2月に下記の指導を実施した。まず、耐性菌の増加要因の排除として、耕種的防除を見直し、いもち病の多発生の要因をなくす。発生予察の情報に基づき効率的な防除を行なう。有機リン剤(IBP、EDDP)やIPT剤の単剤の使用を一時期中止するとともに、当該薬剤の複合剤は連続及び交互使用を避け、ローテーションの中の一剤として使用する。

1983年に有機リン剤、IPT剤単剤の使用を中止した以後の3年間は晴天と高温に恵まれ、いもち病の発生は極少発生に経過したため、耐性菌対策の効果は十分に確認していない。しかし、第8図に示すように耐性菌比率の推移は有機リン剤の単剤及び複合剤の使用中止が徹底した庄原防除所管内では1982年の70%から3年後には21%まで低下し、顕著な減少が認められた。一方、可部防除所管内では複合剤を継続して使用した地域が多く耐性菌比率の低下はあまり期待できなかった。伊藤<sup>7)</sup>は、耐性菌と感性菌の競合関係について当該薬剤の使用を中止するといもち菌の増殖は感性菌が耐性菌に勝ることを明らかにしている。また深谷<sup>1)</sup>は、KSM剤の使用中止によって3年後の耐性菌比率には顕著な減少が認められたが、1回の使用で耐性菌比率が上昇に転ずるとして、現時点における本県のIBP耐性菌比率21%の値は、KSM剤耐性菌の場合と同様に当該薬剤を散布すれば耐性菌比率が再び急上昇すると考えられるので、現段階では当該薬剤の再使用は困難であると考えられる。有機リン剤はいもち病防除薬剤として、また倒伏防止剤として過去十数年間使用され、稲作技術に大いに役立った。しかし、耐性菌の発生によっていもち病防除体系を大きく変更し、当該薬剤以外のいもち病防除薬剤で作用機作の異なった農薬のローテーションを実施出来るよう新しく防除体系を組み、防除指導を行っている。新防除体系で防除を行えば、耐性菌問題やいもち病の多発生は起らないものと確信している。

## 摘 要

1980年から1982年にかけて、県内で採取したいもち病菌854菌株を用い、KSM、BcS、IBPの薬剤感受性を調べるとともに、畑苗代および現地ほ場においてこれらの薬剤及び作用機作の異なる薬剤の防除効果試験を行なった。また、有機リン剤の耐性菌対策後のIBP耐性菌の

推移を調べ、過去の使用薬剤との関係を検討した。

1. BcSの耐性菌比率は、本剤の使用頻度の高い中東部地域で最も高い値となったが、最高18.3%であった。1979年より単剤の使用を中止したKSMの耐性菌比率は低く、最高で5.7%であった。

2. IBPの耐性菌発生地点率は、南東部地帯で33%、耐性菌比率は15.4%であったが、その他の地帯ではそれぞれ57.9%以上、40.2%以上と高く、北西部地帯では耐性菌発生地点率100%、耐性菌比率は70.8%に達した。

3. 1980年から1982年にかけて、IBP耐性菌比率は急激に上昇した。この原因として、1980年のいもち病の大発生、1981年の葉いもちの多発生、1982年の北部地帯の穂いもちの多発生とこれに伴う有機リン剤等の多量使用で感性菌が淘汰され、耐性菌が残ったためと考えられた。

4. 畑苗代において、IBP耐性菌の分布下でIBP、EDDP、IPT等の防除効果を検討した結果、IBP、IPTの防除効果が明らかに劣った。また、現地試験でも少発生下ではあるが、同様の傾向が認められ、IBPとIPTには*in vivo*において交差耐性のあることが明らかになった。従って、有機リン剤のIBP剤、EDDP剤およびこれに交差耐性を示すIPT剤はいもち病防除薬剤として十分な効果が期待できなくなった。

5. 薬剤による防除体系の中で有機リン剤・IPT剤と抗生物質・その他の剤との使用状況とIBP耐性菌の発生状況との関係を過去の農業使用量から検討した。抗生物質・その他の剤を2回に1回の割合で使用した場合と3回に1回の割合で使用した場合を比較すると前者における耐性菌の発生は極めて少なかった。

6. 以上のことから有機リン剤耐性菌対策を実施し、その後の耐性菌分布の推移を調査した結果、有機リン剤単剤の使用中止によって耐性菌比率は急激に減少したが、有機リン剤を含む複合剤を使用すると減少は緩慢であった。

## 謝 辞

本調査を実施するにあたり、有益な御助言をいただいた新潟県農業試験場矢尾板恒雄専門研究員、長野県農業試験場飯島章彦研究員、元当農場長中村啓二氏、いもち病罹病標本の採取に御協力を頂いた広島県病害虫防除所職員各位、現地試験では当場病害虫部酒井泰文研究員、庄原病害虫防除所山口懋主任技師ならびに薬剤純品や検定方法を提供頂いた農業会社各位に厚く感謝申し上げます。

## 引用文献

- 1) 深谷富夫・小林次郎：1982. 秋田県におけるカスガマイシン耐性イネいもち病菌の発生とカスミン剤使用中止後の動向. 北日本病虫研報 33: 25—28.
- 2) 郷 直俊・矢尾板恒雄・青柳和雄・大崎正雄・池田宇一・桜井 寿：1977. 新潟県における薬剤耐性イネいもち病菌の出現とその分布. 北陸病虫研報 25: 58—60.
- 3) 飯島章彦・寺沢 租・安坂茂芳：1981. 薬剤耐性イネいもち病菌に関する研究 第1報 長野県におけるIBP耐性菌の分布. 北陸病害虫研報 29: 68—71.
- 4) ————・—————：1981. ————— 第2報 畑苗代条件下での薬剤施用が、IBP耐性菌分布の変動といもち病防除効果に及ぼす影響. ————— 29: 72—75.
- 5) 古田 力・関口義兼：1967. いもち病菌の胞子形成法. 植物防疫 21(4): 160—162.
- 6) 伊藤征男・山口富夫：1977. 農業の使用状況とカスガマイシン耐性いもち病菌の発生. 日植病報 43: 301—303.
- 7) ————・—————：1979. いもち病菌のアスガマイシン耐性菌と感性菌の競合. ————— 45: 40—46.
- 8) 片桐政子・上杉康彦：1977. イソプロチオランと有機リン殺菌剤間の交差耐性. 日植病報 43(3): 360(講要)
- 9) Katagiri, M. and Uesugi, Y.: 1977. Similarities between the fungicidal action of isoplothiolane and organophosphorus thiolate fungicides. *phytopathology* 67: 1415—1417.
- 10) 三浦春夫・伊藤 弘・高橋昭二：1975. いもち病に対するカスガマイシンの効果減退とカスガマイシン耐性菌の出現. 日植病報 41: 415—417.
- 11) 中川俊昭・梅原吉広：1980. 富山県におけるイネいもち病菌の薬剤耐性菌調査1. 数種殺菌剤の薬剤感受性の相互関係. 北陸病虫研報 28: 57—60.
- 12) 中川俊昭・梅原吉広：1981. 富山県におけるイネいもち病菌の薬剤耐性調査2. 圃場から分離した菌株のIBP, イソプロチオランおよびEDDP相互間の交差耐性. 北陸病虫研報 29: 60—63.
- 13) 中村啓二：1982. 昭和55年いもち病発生の解析. 広島県植物防疫シリーズ 6: 1—11.
- 14) 上杉康彦・片桐政子・福永一夫：1969. いもち病菌の抗生物質および有機リン剤に対する耐性. 農技研報 C23: 93—112.

15) 矢尾板恒雄・郷直俊・青柳和雄・岩野正敬・桜井寿：1979. イネいもち病菌の耐性菌とその疫学に関する研究 第1報 多剤耐性イネいもち病菌のは場出現.

新潟農試研報 28 : 61—67.

16) 矢尾板恒雄：1982. 抵抗性病害虫の防除対策について. 農業航空技術研修会資料 38—46.

## Occurrence of Resistant Strains of *Pyricularia oryzae* to the Fungicides in Hiroshima Prefecture

Masashi IMOTO and Yuko UEHARA

### Summary

From 1980 to 1982, fungicide sensitivity of the rice blast fungus, *Pyricularia oryzae*, was evaluated by minimum inhibitory concentration (MIC) method. 854 isolates of fungus were obtained by monospore isolation from diseased panicles of rice plants collected from the paddy fields in Hiroshima prefecture. Kasugamycin-hydrochloride (Kasugamycin, Kasumin), Blastidicin S (BcS, Bla-S), and 0, 0-diisopropyl S-benzyl thiophosphate (IBP, Kitazin P) were used as test fungicides. The occurrence of resistant strains was indicated as the proportion to the investigated isolates in every field and also expressed as the average in every area of Hiroshima prefecture. The proportion of BcS resistant strains was the highest in the middle east area where the rice blast disease occurs severely every year, and the maximum was 18.3%. But in case of Kasugamycin, the proportion of resistant strains in each field was generally low and the maximum was 5.7%. The proportion of fields where IBP resistant strains occurred was 33% of the investigated fields in the south east area and more than 57.9% in the other area. The average proportion of IBP resistant strains in the south east and the other area was 15.4% and more than 40% respectively, and the maximum was 70.8%. From 1980 to 1982, the population of IBP resistant strains was increased rapidly.

It was supposed that the causes were severe outbreak of the rice blast disease from 1980 to 1982, and selection of resistant strains by abundant application of organophosphorus thiolate fungicides for the disease control during these three years.

The control effect of the fungicides containing IBP, 0-ethyl S, S-diphenyl dithiophosphate (edifenphos, EDDP, Hinosan) and diisopropyl 1, 3-dithiolane-2-ylidene malonate (isoprothiolane, IPT, Fujione) was examined using rice seedlings in upland plots under the existence of IBP resistant strains. The control effect of IBP and IPT decreased obviously. The same tendency was noticed in the field experiments under the moderate occurrence of the disease. As the result of these experiments, it was considered that cross resistance was found between IBP and IPT.

The relation between the total amount of the fungicides used for the rice blast disease control during 1968 to 1985 in each area and the occurrence of IBP resistant strains was investigated. In the area where the amount of the fungicides containing IBP, EDDP and IPT was less than 50% of the total, the occurrence of IBP resistant strains was low. But in the area where these fungicides were used more than 50%, the occurrence of them was very high.

As a result of these investigations, it was supposed that discontinuing of these fungicides depress the occurrence of resistant strains, and the farmers were recommended to use the another chemicals for control of the rice blast disease. But the use of mixture which contained one of these chemicals (IBP, EDDP and IPT) and another chemicals for blast control could not suppress the occurrence of IBP resistant strains effectively.

Key words: rice blast disease, *Pyricularia oryzae*, resistant strains to the fungicides