

## イネいもち病菌の薬剤耐性について 第5報 薬剤施用が耐性菌の出現に及ぼす影響

郷 直俊・矢尾板恒雄・遠藤 賢治

Naotoshi GOH, Tsuneo YAOITA, and Kenji ENDO: The drug resistance of rice blast fungus. 5. Effects of fungicides on population shift of drug-resistant strains of *Pyricularia oryzae* Cavara

新潟県における薬剤耐性イネいもち病菌は、1974年には場で確認された<sup>2)</sup>。その後、現在もカスガマイシン(KSM)やS-benzyl diisopropyl phosphorothiolate (IBP)耐性菌が広く分布し、地域によっては耐性菌分布比率が20~30%と極めて高い値を示している。

本報告では、新潟県における薬剤耐性菌の1978年以降の変化とその要因を明らかにするとともに、薬剤施用が耐性菌分布に及ぼす影響についても述べる。また、作用機構の異なる薬剤の交互使用、あるいは複合剤の使用によって耐性菌の防除が可能かどうかについても検討した。

新潟県では上述の試験で得られた結果に基づいて薬剤耐性菌対策の指導を行なうため、農作物病虫害・雑草防除指針<sup>3)</sup>に地域別の分布比率に対応した農薬の選択(農薬の使用制限を含む)を掲載し農薬指導者の参考に供している。

本調査ならびに本試験の遂行にあたり、御指導をいただいた新潟県専門技術員室岩田和夫参事、新潟県農業試験場青柳和雄環境科長、いもち病罹病標本の採集に協力された県内各病虫害防除所地区予察員の各位、現地試験において協力された南魚沼農業改良普及所ならびに南魚沼郡大和町農業協同組合岡田健福作係長、同関常幸営農指導員、クミアイ化学工業、北興化学工業、日本特殊農薬製造、および日本農薬各株式会社の関係者各位に感謝の意を表す。

### I 薬剤耐性菌の県内分布とその地域差

#### 1) 調査方法

県下15万haの水田から平面型任意系統抽出法により165地点を選び、1地点のは場から4か所(4隅)宛いもち病罹病標本の採集を行ない、1か所から2菌株、計8菌株を目標に単孢子分離を行ない供試菌株を得た。薬剤感受性の検定方法としては、McILVAINE 緩衝液でpH

5.0に調整したイネ生葉煎汁寒天培地にKSM(含量861.0mcg/mg)3.1~200µg/ml、IBP(含量49%)を12.5~50µg/mlとなるようにそれぞれ加えて平板を作製した。直径9cmのペトリ皿にPSA培地を入れ、この培地上で検定に供する菌株を約10日間培養した。ついでこの菌体を薬剤含有培地へ移植して、28°Cに保ち、KSMでは2~3日後、IBPでは5日後に菌糸の生育有無を調査して、最低生育阻止濃度(MIC)を求めた。KSMではMIC≥100µg/mlを、IBPではMIC≥50µg/ml(30µg/ml以上で生育するもの)をそれぞれ耐性菌と判定した。

#### 2) 調査結果および考察

新潟県内における地域別のKSM耐性菌の分布状況を第1表に示した。1978~1981年にわたるKSM耐性菌の

第1表 カスガマイシン耐性イネいもち病菌の分布状況(葉いもち)

地域名	抽出調査 点数	1978		1979		1980		1981	
		調査 点数	耐性菌 比率 %	調査 点数	耐性菌 比率 %	調査 点数	耐性菌 比率 %	調査 点数	耐性菌 比率 %
上越	40	27	32	35	26	28	23	23	30
中越	30	20	10	27	7	29	10	20	8
魚沼	30	30	31	30	27	30	23	30	29
新潟	35	35	5	27	10	22	7	25	9
下越	20	18	11	(6)	(7)	18	13	10	18
佐渡	10	10	0	9	2	10	3	10	3
県	165	140	15	135	03	137	13	118	16

注) 下越( )は北蒲原郡のみ、県( )は参考値。  
岩船郡1978~1981年、21~43%(1979年欠)

県平均分布比率は13~16%で変動はみられなかったが、地域間における差異は0~32%ときわめて大きかった。すなわち、耐性菌分布比率が20%以上の高い地域は上越、魚沼、および下越(2部のうち岩船郡のみ)であり、同比率が10%以下の比較的少ない地域は中越、新潟、および下越(2郡のうち北蒲原郡のみ)であった。一方、佐渡では同比率が3%未満であって他地域に比べ著しく低かった。従来、プラストサイジンS(BcS)耐性菌と

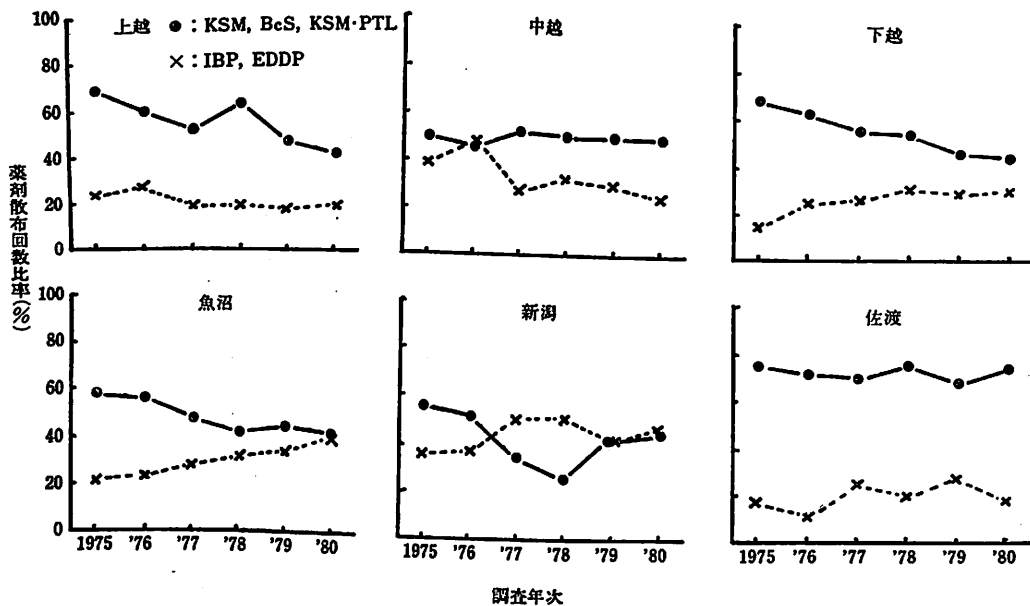
KSM耐性菌とは同一視されてきたが、1980年の調査において両薬剤に対する感受性が異なる菌株（KSMに対しては感性菌で、BcSには耐性菌であるもの）が一部の地域から分離されている<sup>5)</sup>。

第2表 I B P耐性イネいもち病菌の分布状況 (葉いもち)

地域名	抽出調査 点数	1978		1979		1980		1981	
		調査 点数	耐性菌 比率 %	調査 点数	耐性菌 比率 %	調査 点数	耐性菌 比率 %	調査 点数	耐性菌 比率 %
上越	40	26	65	35	88	28	70	23	58
中越	30	20	67	27	90	29	97	20	67
魚沼	30	30	100	30	100	30	100	30	100
新潟	35	35	100	27	77	22	63	25	71
下越	20	18	90	(6)	(30)	18	90	10	50
佐渡	10	10	100	9	90	10	100	10	100
県	165	139	84	139	84	135	82	118	72

I B P耐性菌の分布状況を第2表に示した。I B P耐性菌の県平均分布比率は3%から16%に高まり年々増加の傾向を示している。分布比率の地域差はKSM耐性菌の場合と同様に明瞭であった。分布比率が20%以上の高い地域は中越(1980年)、魚沼(1979~1981年)、および新潟(1980~1981年)であった。上越では1980年まで6%と低率であったが、翌1981年には16%と急増した。一方、下越と佐渡では13%以下で低かった。

薬剤耐性菌の分布比率の変動要因を明らかにするため、地域別の薬剤の使用状況を調査した(第1図)。1975~1980年の6か年間に使用された薬剤をKSMに関係の深い抗生物質としてKSM, BcS, およびKSM・フサライド(KSM・PTL)を、I B Pと関係の深い有機りん剤としてI B P, および, O-ethyl diphenyl phosphorodithiolate (EDDP) を、その他の薬剤に区分し



第1図 新潟県におけるいもち病防除薬剤の地域別使用状況

前二者グループの地域別における散布回数比率を第1図に示した。調査期間における薬剤の使用回数は、県全体で2.5~3.6回と年により多少変動したが、平均3.2回であった。地域別には山間地の魚沼が3.8回で最も多く、平地地の新潟も3.4回で県平均回数よりも多かった。KSM耐性菌の分布比率が20%以上で、KSM, BcS, KSM・PTL各剤の散布比率が40%以上の地域としては上越、魚沼および下越(2郡のうち岩船郡)であった(第1表, 第1図)。これらの地域では薬剤散布がKSM耐性菌の分布比率の増大に影響を及ぼしていると推察される。これらの薬剤使用比率が高いにもかかわらずMS

M耐性菌の分布比率が低い地域は、中越と佐渡であった。その理由については十分な検討を終えていないが、佐渡ではいもち病の発生が少ないために散布回数も2.9回と少なかったことが考えられる。また、MSK耐性菌のは場出現が認められる以前に、KSM剤からKSM・PTL剤に切りかえられたことも、その原因としてあげられる。

一方、I B P耐性菌の分布比率が20%以上で、I B PおよびEDDP両剤の散布回数が30%以上の地域は魚沼と新潟であった(第1表, 第1図)。中越でもこれらの地域に次いで分布比率と散布回数が高かった。しかし、下

越地域のように散布回数比率が30%と高いのに分布比率が低いところも認められた。

県内でこれまで使用されてきたいもち病防除薬剤は、抗生物質剤、有機りん剤、および塩素剤とその複合剤に大別できる。同一薬剤の連用で、あるいは交差耐性を有する薬剤間の連用でKSM, IBP両耐性菌の分布比率が高まってきたものと考えられる。とくに魚沼は他の地域と異なり、KSMおよびIBP耐性菌が高率に分布するために、薬剤防除は困難を伴うことが考えられる。したがって、今後は薬剤耐性菌対策の指導を強化するとともに、近年に至り使用頻度が高まったプロベナゾール剤、およびトリシクラゾール剤の施薬によって耐性菌分布比率がどのように推移するかを調査する必要がある。

## II 薬剤耐性菌分布地帯におけるいもち病防除薬剤の連用散布が耐性菌の出現および防除価に及ぼす影響

### 1) 試験方法

1978年および1979年の2か年、KSMおよびIBP耐性菌が分布する南魚沼郡大和町浦佐の一般農家は場で、品種コンヒカリ(出穂期8月10日)を用い、3反復、1区50m<sup>2</sup>でいもち病の薬剤試験を実施した。供試薬剤としてはKSM他9種(KSM, BcSは1978年のみ)、粉剤を用いた。背負型動力散粉機で葉いもち対象に2~3回、穂いもち対象に3回散布した。葉いもち対象には1回散布毎に3kg/10aの薬剤を、穂いもち対象には4kg/10aの薬剤を使用した。葉いもち最盛期に1区40株(1978年)、同50株(1979年)の発病度(新潟農試方式)<sup>1)</sup>を調査した。また、穂いもちでは出穂28日後(1978年)、同30日後(1979年)に穂首の罹病率および枝梗の罹病率を調査した。葉いもちでは最終散布の10日後(1978年)および同7日後(1979年)に、穂いもちでは出穂28~30日にそれぞれ処理区の全面から、薬剤感受性調査のためのいもち病罹病標本を採取した。葉いもち1病斑、または穂いもち1穂から1菌株ずつを単胞子分離し、試験Iの方法に準じてMICを検定した。

### 2) 試験結果および考察

**いもち病の発生状況** 1978年の葉いもちの初発は平年並の7月1半旬であった。その後、葉いもちは急激に蔓延し多発生となった。穂いもちの発生は好天の影響で平年より遅く、9月に入ってから増加したが、少発生であった。また、1979年の葉いもちの初発は平年並であったが、好天の影響で病勢の進展は遅く中発生であった。また、穂いもちは少発生であった。

**薬剤の防除効果** 各種薬剤の防除効果は第3表に示し

第3表 薬剤耐性菌の分布地帯における各種いもち病防除薬剤の効果(防除価)

薬剤名	葉いもち防除価			穂いもち防除価		
	'78	'79	平均	'78	'79	平均
KSM粉剤	30	—	30	46	—	46
BcS粉剤	23	—	23	26	—	26
IBP <sub>30</sub> 粉剤	19	14	17	38	31	35
EDDP <sub>25</sub> 粉剤	17	46	32	54	42	48
IPT粉剤	14	11	13	26	47	37
PTL粉剤	45	50	48	79	78	79
トリシクラゾール粉剤	36	50	43	88	76	82
KSM・PTL粉剤	48	59	54	84	76	80
IPT・BcS粉剤	32	57	45	59	49	54
無散布	発病度	発病度		首率3.2%	0.7%	
	60	44		枝梗率16.6	3.8	

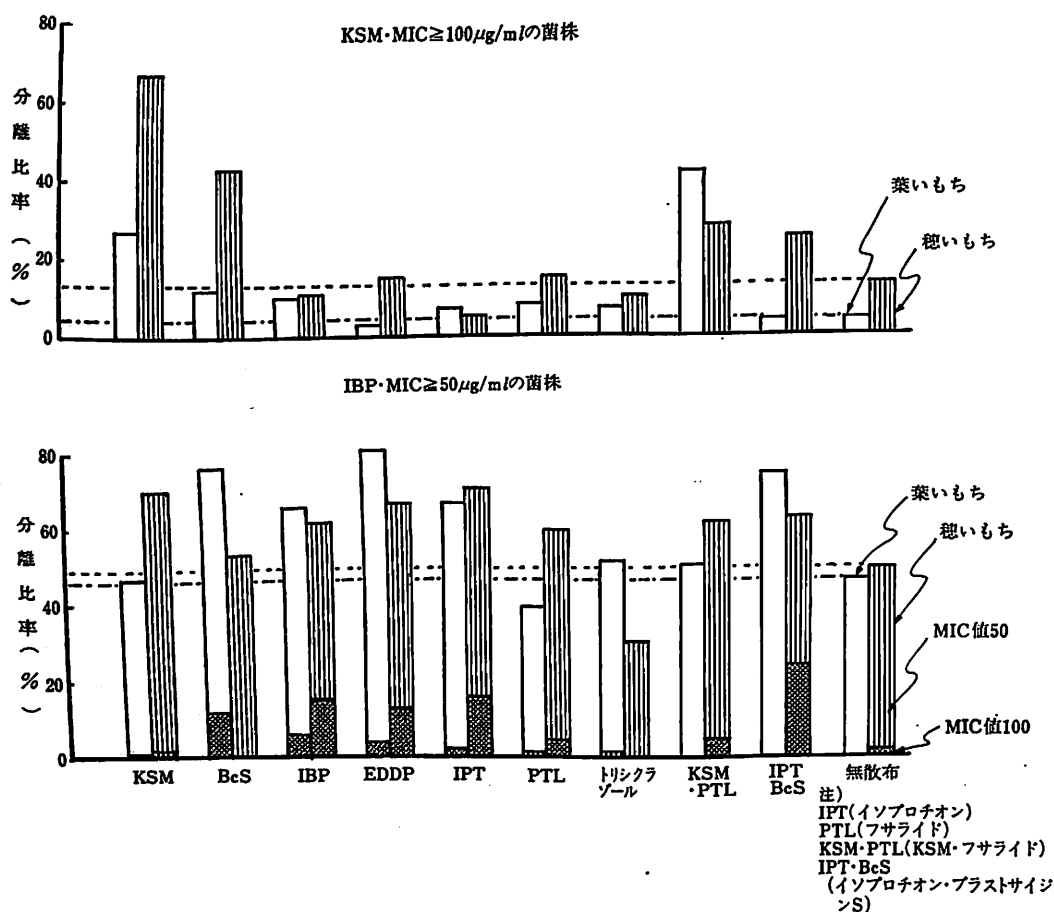
注 i) 薬剤名称略称、IPT(イソプロチオラン)、PTL(フサライド)、KSM・PTL(カスガマイシン・フサライド)、IPT・BcS(イソプロチオラン・プラストサイジンS)

ii) 薬剤耐性菌分布比率、KSM耐性菌比率7~18%、IBP・MIC >50μg/ml 26~66%のほ場。

たとおりである。1978年、および1979年の防除価を平均値で評価すると、葉いもちに対し効果の高い薬剤(防除価50以上)は、KSM・PTLであり、やや高いもの(同40~50)はPTL、トリシクラゾール、およびIBP・BcSであった。やや低いもの(同30~40)は、EDDP25、およびKSM、低いもの(同10~30)は、BcS、IPT、IBPであった。また、穂いもちに対する薬剤の防除価は葉いもちに比べ一般的に高く、極めて高いもの(防除価70以上)はトリシクラゾール、KSM・PTL、およびPTL、やや高いもの(同50~60)はIPT・BcS、やや低いもの(同40~50)はEDDP25、およびKSM、低いもの(同40以下)はBcS、IBP、およびIPTであった。

**薬剤と耐性菌分離比率** 各種薬剤を散布した後採取した菌株について1978年、および1979年の両年に薬剤感受性を検定した。KSMについては耐性菌(MIC ≥ 100 μg/ml)比率を調査した。なお、IBPについては1978年に希釈濃度30μg/mlを加えなかったため感性・耐性の区分ができなかった。そこで、MIC ≥ 50 μg/ml(1部感性菌を含む)の菌株比率を調査した。無散布区における葉および穂いもち罹病部からの分離比率はそれぞれ、KSM耐性菌では4、13%と少率であったが、IBP・MIC値 ≥ 50の菌株では46、49%であった(図2)が両分離比率は、1978年の方が1979年よりも高率であった。

一方、各種薬剤の散布後に残存したKSM・MIC値 ≥ 100の菌株、およびIBP・MIC値 ≥ 50の菌株の各比率を第2図に示した。ただし、KSMおよびBcS両剤は1978年のみ、他剤は2か年の平均である。薬剤散布によってKSM耐性菌分離比率が増加した薬剤は、KSM、BcS、KSM・PTL、およびIPT・BcS(穂いも



第2図 いもち病防除薬剤の連用散布と罹病部から分離されたいもち病菌株の薬剤感受性

ちのみ)であった。その他各薬剤散布区の耐性菌分離比率は無散布区とほとんど変らなかった。一方、IBP・MIC値 $\geq$ 50の菌株の分離比率が葉いもちおよび穂いもちともに著しく増加したものは、IBP、EDDP、IPT、およびIBT・BcSの各剤散布区であった。さらにこれらの薬剤散布区ではIBP感受性が特に低いMIC値100の菌株比率も高くなった。

つぎに、各種薬剤の散布によるIBP・MIC値 $\geq$ 50の菌株(一部感受性菌を含む)の分離比率と防除効果との関係を第3図に示した。葉いもちにおける分離比率は、無散布区に対しIBP、EDDP、IPT、およびIPT・BcSの各剤散布区で増加したが、このうちIPT・BcS剤を除くと防除価はいずれも低かった。また、穂いもちについても前述の4薬剤散布区では分離比率、防除価とも葉いもちの場合と同じ傾向が認められた。

本実験結果から、薬剤耐性菌の分布地帯における薬剤の使用に当っては、KSMまたはIBP耐性菌の分布比率

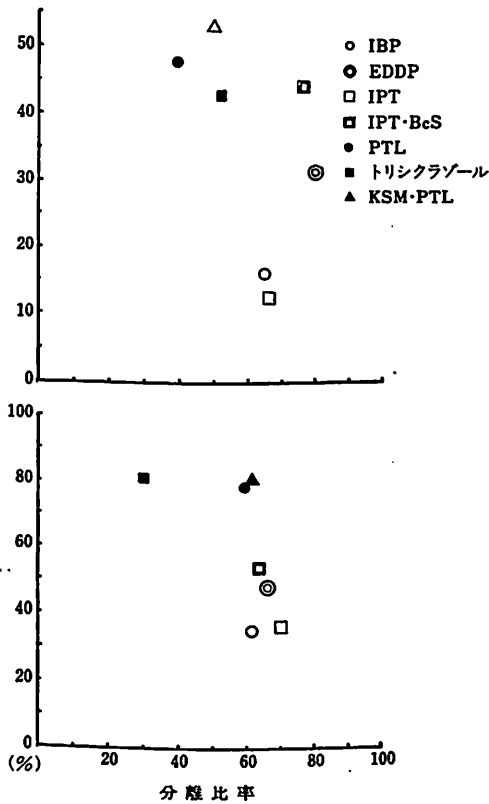
を考慮して、同一薬剤の連用、あるいは交差耐性<sup>3,4)</sup>を有する薬剤間の連用を避けなければならない。また、耐性菌の出現を抑え防除価を高めるためには、作用機構の異なる薬剤の交互使用が有効な方法<sup>5)</sup>と考えられる。

## 摘 要

1 新潟県内水田15万haから平面型任意系統抽出法により165点を抽出し、1978~1981年の4か年間薬剤耐性菌の分布調査を実施した。

2 県内6地域に分布するKSM、IBP両耐性菌の分布比率は地域差が明瞭であった。KSM、BcS、KSM・PTLの散布回数が多い地域ではKSM耐性菌の分布比率が高く、またIBP、EDDPの散布回数が多い地域ではIBP耐性菌の分布比率が高かった。しかし、一部の地域では薬剤の散布回数と耐性菌の分布比率との間には相関が認められなかった。

3 KSM、IBP耐性菌の分布するほ場で2か年間、



第3図 IBP・MIC値 $\geq$ 50菌株の分離比率といもち病の防除価との関係

各種いもち病防除薬剤を葉いもち、穂いもちにそれぞれ2~3回散布した場合の防除価と耐性菌分離比率との関係を検討した。

4 KSM耐性菌の分離比率は、KSM, BcS, KSM・PTLおよびIPT・BcSの散布区で増加したがその他の薬剤散布区では変化しなかった。また、IBP・MIC $\geq$ 50菌株の分離比率は、IBP, EDDP, IPTおよびIPT・BcSの散布区で増加したが、KSM耐性菌の場合のようには明瞭でなかった。IBP, EDDPおよびIPTの各薬剤の防除価は低かった。この原因としてIBP耐性菌分布比率と関係があるように推定された。

引用文献

1) 岩田和夫・安部幸男・矢尾板恒雄・遠藤賢治 (1971) 穂いもちの被害および調査方法に関する研究. 新潟農試31: 81~100. 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) 片桐政子・上杉康彦 (1977) イソプロチオランと有機燐殺菌剤間の交差耐性. 日植病報 43: 360. 4) 桜井寿 (1975) カスガマイシン耐性イネいもち病菌の抗カビ性抗生物質に対する交差耐性. 農業検査所報告. 15: 82~91. 5) 新潟県農業試験場. 昭56病害試験成績書47~50. 6) 新潟県農林水産部. 昭56農作物病害虫・雑草防除指針30~31. 7) 中川俊昭・梅原吉広 (1981) 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. 8) 矢尾板恒雄・郷直俊・青柳和雄 (1982) IBP耐性イネいもち病菌の防除対策 第1報 作用機構の異なる薬剤の交互使用と防除効果. 日植病報 48: 377. (1982年8月20日)