

日本植物病理学会
第26回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム

《プログラム》

9:30	開 会		
9:35-10:15	岡山県における殺菌剤耐性菌の対策		
	畔柳 泰典 (岡山県農林水産総合センター 農業研究所)	.....	1
QoI 剤耐性いもち病菌をめぐる取り組み			
10:15-10:45	宮城県における QoI 剤耐性いもち病菌の発生と対応		
	櫻田 史彦 (宮城県古川農業試験場)	.....	12
10:45-11:15	兵庫県内におけるイネいもち病 QoI 剤耐性菌の発生状況及びその対策		
	内橋 嘉一 (兵庫県立農林水産技術総合センター 農業技術センター) ..		18
11:15-11:55	QoI 剤耐性いもち病菌の新しい検定技術とモニタリング		
	鈴木 文彦 (農研機構 中央農業総合研究センター)	.....	27
11:55-12:15	議 論		
(昼食休憩 50 分)			
13:05-13:10	研究会会計報告、幹事会報告		
13:10-13:50	フルオピラムの作用機作・感受性検定について		
	佐瀬 政明 (バイエルクロップサイエンス株式会社)	.....	37
13:50-14:30	新規殺菌剤トルプロカルブの作用特性と感受性検定		
	萩原 寛之 (三井化学アグロ株式会社 農業化学研究所)	.....	46
ナシにおける防除体系と耐性菌対策の考え方			
14:30-15:10	千葉県におけるナシ病害の防除体系と耐性菌マネジメント		
	金子 洋平 (千葉県農林総合研究センター)	.....	56
15:10-15:50	福岡県のナシ黒星病と赤星病における DMI 剤効力低下と防除対策の考え方		
	菊原 賢次 (福岡県農林業総合試験場)	.....	64
15:50-16:10	議 論		
16:15	閉 会		

岡山県における殺菌剤耐性菌の対策

Countermeasure of Fungicide Resistant Pathogens in Okayama Prefecture

岡山県農林水産総合センター農業研究所

畔柳泰典

Yasunori Kuroyanagi, Research Institute for Agriculture, Okayama Prefectural Technology Center for Agriculture, Forestry and Fisheries, 1174-1, Koda-oki, Akaiwa, Okayama, 709-0801, Japan

Abstract

In this report, we described the occurrence of fungicide-resistant pathogens in rice (*Oryza sativa*) and asparagus (*Asparagus officinalis*) cultivated in Okayama prefecture and our practical approach to them. In 2013, we clarified the presence of the resistant isolates of *Pyricularia oryzae*, the pathogen of rice blight, to QoI fungicide. In some rice fields where treated with the QoI fungicide at nursery box to control rice blast, decline of the effect was observed. Therefore, other effective fungicides to the QoI resistant pathogens were introduced to nursery box treatment. In other cases, in 2013, we clarified the presence of the resistant isolates of *Phomopsis asparagi*, the pathogen of stem blight, to the benzimidazole fungicides(=benomyl and thiophanate-methyl). Copper fungicides were effective to the resistant isolates of *Phomopsis asparagi*, but chemical stain and phytotoxicity on asparagus were problem in the fields when spraying copper fungicides. For that, it was difficult to introduce the copper fungicides in the spray calendar.

1. はじめに

岡山県は、瀬戸内海を臨む中国地方の南側に位置し、総面積7,113km²、総人口194万人(全国17位)の内、農業就業人口は約6万人である。高梁川、旭川、吉井川の3本の一級河川があり水が豊富なことと、台風などの気象災害の少ない温暖な気候を生かして水稲作を中心に農業産出額は1,319億円(全国23位)、個別品目ではブドウ(1,220ha 全国4位)、モモ(674ha 全国

表1 岡山県における主な薬剤耐性菌の発生事例

年次	病原菌名	薬剤
1979頃～	イネいもち病菌	有機リン系
1980頃～	果菜類灰色かび病菌	ヘンズ'イミダゾール系, ジカルボキシミド系など
1983～	イチゴうどんこ病菌	ヘンズ'イミダゾール系, ポリオキシン
1985～	イネ馬鹿苗病菌	ヘンズ'イミダゾール系, DMI(トリフルミゾール)
1987～	モモ灰星病菌	ヘンズ'イミダゾール系, ジェトフェンカルブ'
2000	キュウリ褐斑病菌	ヘンズ'イミダゾール系, ジェトフェンカルブ', QoI
2001	トマト褐色輪紋病菌	ヘンズ'イミダゾール系, ジェトフェンカルブ'
2001	ダイズ紫斑病	ヘンズ'イミダゾール系
2002	イネいもち病菌	MBI-D
2005～	イチゴ炭疽病菌	ヘンズ'イミダゾール系(2005), QoI(2007)
2006	ブドウ褐斑病菌	ヘンズ'イミダゾール系, QoI
2010	トマト葉かび病菌	QoI, DMI(トリフルミゾール)
	ナスすすかび病菌	QoI, DMI(トリフルミゾール, フェナリモル)
2011	ブドウべと病菌	QoI
2013	ブドウ晩腐病菌	ヘンズ'イミダゾール系, QoI
	イネいもち病菌	QoI
	アスパラガス茎枯病菌	ヘンズ'イミダゾール系
2014	キュウリ褐斑病菌	ヘンズ'イミダゾール系, ジェトフェンカルブ', QoI, SDHI

5位)などの果樹栽培が盛んである(岡山県農林水産部 2015)。産業としての農業を活性化させるため、県農産物のマーケティング、ブランド化、環境保全型農業が推進されている。

岡山県では殺菌剤耐性菌は、1979年頃から発生が確認され(表1)、発生状況の把握を行う

宮城県における QoI 剤耐性いもち病菌の発生と対応

“Occurrence of QoI Fungicide-resistant Rice blast Fungus and fungicide control
in Miyagi Prefecture”

宮城県古川農業試験場

櫻田史彦

Fumihiko Sakurada, Miyagi Prefecture Furukawa Agricultural Experiment Station,

88 Osaki Fukoku, Furukawa, Osaki, Miyagi 989-6227, Japan

e-mail : sakurada-fu539@pref.miyagi.jp

Abstract

In Miyagi prefecture, QoI- granule for paddy rice in raising seedling box had been used widely from 2007 and occurrence of QoI-resistant rice blast fungus also had been apprehended. In against these circumstances, we started monitoring of occurrence of QoI- resistant fungus from 2009.

In 2014, QoI-resistant rice blast fungus was first detected at 10 sites out of 69 in Miyagi prefecture so that we decided to avoid using any QoI fungicide in paddy rice if possible in 2015 and cease using it from 2016. In 2015, QoI-resistant rice blast fungus was detected focusing on areas in which QoI-fungicide had been used continually, including areas in which it had not been detected in 2014.

要 約

宮城県においては、2007年から長期残効性の QoI 系育苗箱施用剤が広く使用され始め、当初から耐性菌の発生が危惧されてきた。このような状況を受け、2009年から県内における耐性菌発生状況を把握するためにモニタリングを開始した。

その結果、2014年に、県内 69 地点中 10 地点で初めて耐性菌が確認されたため、2015年から県内の水稲作において QoI 剤を使用自粛、2016年から全面中止することとした。また、2015年のモニタリングにおいても、QoI 剤の継続使用地域を中心に、2014年未確認の地域においても耐性菌が確認された。

はじめに

QoI 剤耐性イネいもち病菌は、2012年から、九州^{7, 15)}・中国^{10, 21)}・四国⁶⁾における確認を皮切りに、近畿^{8, 9, 14, 16)}、中部地方¹³⁾へと拡大し、2014年には東北地方の本県でも確認された¹⁹⁾。2015年には秋田県においても確認され⁴⁾、公式発表があった都道府県は 18 府県に上った(2016年1月15日現在)。

本報告では、本県における QoI 剤耐性イネいもち病菌のモニタリング実施状況、耐性菌確認までの経緯、およびその結果を受けた対応について紹介する。

兵庫県内におけるイネいもち病 QoI 剤耐性菌の発生状況及びその対策

Situation of QoI-resistant *Magnaporthe oryzae* countermeasure in Hyogo Prefecture

兵庫県立農林水産技術総合センター農業技術センター病害虫部

内橋 嘉一

Kaichi Uchihashi, Hyogo Prefectural Technology Center
for Agriculture Forestry and Fisheries
1533 Befucho, Kasai, Hyogo 679-0198, Japan

Summary

We investigated situation of QoI-resistant *Magnaporthe oryzae* countermeasure. Strains of QoI-resistant *M. oryzae* rate decreased from 68% in 2013 to 38% in 2015.

Seed disinfection was highly efficient in controlling the parasitic infection of the surface of rice seeds heavily damaged by *M. oryzae*.

Particularly, application of a solution of benomyl, known for its fungicidal properties, had high efficacy in controlling this pathogen; however, sterol demethylation inhibitors had low efficacy. Further, the effect of disinfection on heavily damaged seeds showing later stages of infection was low.

Fipronil probenazol (Fip・Pro) planting treatment showed high prevention value over 95 until 70 days after planting whereas effect of the Fip・Pro seedling treatment showed a drop tendency 45 days after planting. The prevention effect between Isotianil planting treatment and seedling treatment was approximately equal until 70 days after planting.

1 はじめに

兵庫県の水稻栽培は、近年、県南部で9月中旬収穫の早期作型から10月中旬収穫の普通期作型への切り替えが進み、イネいもち病警戒の重要性が増してきている。作期が長くなると播種時や移植時の苗箱施薬剤の効果が切れる頃にもいもち病の発生が問題となる。また、中山間地では、6月上旬の移植時に施した箱施薬剤の効果が減退する7月下旬の梅雨明け以降から、出穂前後の8~9月にかけて、比較的高い頻度で降雨があると、葉いもちや穂いもちの多発生に見舞われることもある。

いもち病の防除においては長期残効性を有する苗箱施薬剤として、1971年にトリシクラゾール、1974年にプロベナゾール、1997年にカルプロパミド、2003年にチアジニル、2006年にオリサストロビンおよび2010年にイソチアニルが農薬登録され、いもち病防除の基幹となり効果を上げた。

しかし、本県では2003年にはカルプロパミドに（岩本ら、2007）、2013年にはオリサストロビンに（内橋ら、2014）、薬剤耐性菌が確認された。両剤とも普及後、6~7年後の短期間のうちに県内広域に耐性菌が存在していることが明らかになり、その使用自粛を呼びかけた。今回はQoI剤耐性菌発生の経過を検討した。

いもち病の伝染は種子伝染であることが知られている（原澤、2001）。その一次伝染源は、罹病種籾、特に玄米に感染したいもち病菌による苗いもちの発生である。その罹病苗の本田持ち込みを避けるため、種子消毒の段階でその伝染環を断つ必要がある（鈴木・藤田、1981、早坂ら、2002）。育苗期間中の周辺環境に存在している籾殻や被害わらからの葉いもちの感染も重要な伝染源である（深谷、1996）。これらの防除には苗箱施薬剤を播種時処理することが有効であり（山下ら、2014）、本田防除を省力化したい生産者からは、農協育苗センター等での播種時処理に対するニーズも高い。

そこで、玄米に高度に感染した種子に対する消毒効果を調べるため、孢子形成玄米率が異なる種子

QoI 剤耐性いもち病菌の新しい検定技術とモニタリング

Rapid PCR technique to detect QoI-resistant strains and monitoring of QoI fungicide resistance in *Pyricularia oryzae* populations

農研機構 中央農業総合研究センター
鈴木文彦・早野由里子

Fumihiko Suzuki and Yuriko Hayano-Saito, NARO Agricultural Research Center, 3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8666, Japan

Abstract

Fungicide resistance development is a serious problem in the control of rice blast, caused by *Pyricularia oryzae*. Isolates of *P. oryzae* resistant to QoI fungicides were first detected in Japan in 2012 and are now widespread in many regions. Recently, we started a project study for determining effective strategies for the management of fungicide resistance of rice blast disease by utilizing findings from our research. The project focuses on the following research themes: (1) development of rapid, accurate and reliable high-throughput methods to monitor fungicide resistance in pathogen populations, (2) identification of risk factors that affect the development of fungicide resistance based on epidemiological studies, (3) prediction of fungicide resistance outbreak using a simulation model, (4) design of successful disease control programs using fungicides with different modes of actions under fungicide resistance development. Until now, we developed two types of PCR-based DNA markers that enable easy detection of resistant strains by using DNA templates prepared from filter paper permeated with the fungus. Also, based on genotyping with multilocus SSR markers all of the QoI-resistant isolates collected in northern Kyushu were confirmed to belong to the same clonal group.

はじめに

ストロビルリン系殺菌剤 (QoI 剤) 耐性イネいもち病菌は、2012 年に国内で初めて発生が確認され、これまでにその分布域が九州から東北地方まで拡大している。その発生経過は、約 10 年前に全国的に発生拡大した MBI-D 剤耐性菌のケースと似ており、いずれも長期持続型の箱処理剤の普及が耐性菌の発達を早めた可能性が高いと考えられている。QoI 剤は、耐性菌発生リスクが高いことがよく知られており、箱処理剤の上市時には、殺菌剤耐性菌研究会がガイドラインを提示するなど注意喚起を図ってきたが、現状として発生拡大を回避するには至らなかった。

今回のケースは、耐性菌の発達機構や発生リスクが明らかであっても、農業生産現場での実効性のある耐性菌対策がきわめて難しいことを示している。加えて、病害虫の殺菌剤

フルオピラムの作用機構・感受性検定について

Fungicidal properties and sensitivity study of fluopyram

バイエルクロップサイエンス株式会社

開発本部 生物開発部

佐瀬 政明

masaaki.sase@bayer.com

Abstract

Fluopyram, a novel fungicide from the new chemical group “pyridinyl ethyl benzamide”, is effective against two main classes of fungi, *Ascomycetes* and *Deuteromycetes* such as powdery mildew species (*Shpaerotheca*, *Erysiphe* and *Podosphaera* etc), *Botrytis*, *Sclerotinia*, *Monilinia* and *Alternaria* etc. It is a succinate-dehydrogenase inhibitor (SDHI), showing strong inhibition of electron transport at the complex II of the respiratory chain in mitochondria of fungi. Fluopyram strongly inhibits spore germination, germ tube elongation, mycelium growth and sporulation of fungi. Concerning bioavailability, fluopyram has penetrant and translaminar properties and is translocated by the xylem vascular system (acropetal movement). The chemical structure of the ethylene bridge in fluopyram is thought to give it a more flexible binding mode at the active site of the target species. Some reports suggest that fluopyram shows a different cross-resistance pattern to other SDHI fungicides.

In Europe, the sensitivity monitoring study against *Botrytis cinerea* on grapevine for fluopyram has been conducted since 2012 to 2014. Fluopyram-resistant isolates were detected by 2-6% for the 3 years but overall the level is still stable.

On the other hand, in Japan, although no fluopyram-resistant isolate on *Botrytis cinerea* has so far been detected, the guideline published by Research Committee on Fungicide Resistance is recommended to avoid further development of unnecessary resistance.

はじめに

UNDESA(国際連合統計社会局)によると2015年末に約73億人の世界人口は2045年には90億人に達すると予測されている。一方世界の耕作可能地は限られており効率的な食糧生産が求められている。このような状況の中、殺菌剤の使用による農作物の病害防除は農業生産性向上のみならず食糧の品質を保持するために不可欠である。また栽培期間を鑑みた場合複数回の防除が必須となっているが、同一系統に属する(同じ作用機構を有する)殺菌剤の多用はしばしば病原菌の薬剤耐性発達を促進し結果として農業生産に深刻な被害を及ぼすことが知られている。従ってこの薬剤耐性を回避する方策は最重要課題である。

1. 適用病害

フルオピラムは、バイエルクロップサイエンス社によって2000年に見出されたピリジニルエチルベンズアミドと呼ばれる化学グループに属する新規殺菌剤である。^{1),2)} 本化合物は2001年にスクリーニング試験において灰色かび病菌等に対して殺菌活性を有することが見いだされた。その後、各種病害を引き起こす子のう菌類や不完全菌類に属する広範な植物病原菌に対して卓効を示すことが確認された。日本では、2006年より一般社団法人日本植物防疫協会を通じ、委託試験番号BCF-061フロアブル(フルオピラム41.7%w/w、500g/ℓ)として豆類、野菜、果樹の主要病害に対し薬効薬害試験が実施され、2013年7月2日付けでオルフィン[®]フロアブルとして農薬登録(農薬登録番号:23299)を取得した。

新規殺菌剤トルプロカルブの作用特性と感受性検定

Biological activities of tolprocarb and testing method for sensitivity of *Magnaporthe oryzae*

三井化学アグロ（株） 農業化学研究所
萩原 寛之

Hiroyuki Hagiwara, Mitsui Chemicals Agro, Inc. Agrochemicals Research Center,
1144 Togo, Mobara City, Chiba Pref., Japan.

Abstract

Tolprocarb is a novel fungicide for the control of rice blast caused by *Magnaporthe oryzae*, which is Melanin Biosynthesis Inhibitors · Polyketide synthase (MBI-P). Control efficacies of tolprocarb were equal to or superior to practical marketed fungicides against rice blast regardless soil adsorption or inoculation of resistant strains of MBI-D or QoI. Sensitivity monitoring study for tolprocarb was conducted with *M. oryzae* 284 isolates collected from 47 prefectures in Japan by coloring-inhibition-test on PDA plate. All tested isolates were inhibited their coloring completely by tolprocarb at 3 ppm, therefore the sensitivity baseline was determined to 3 ppm. It was considered that successive control management would be required due to the risk management of resistant occurrence.

1. はじめに

イネいもち病は水稻における最重要病害であり、育苗箱施用剤を中心とし、水面施用剤、液剤、フロアブルおよび粉剤等の散布剤や種子消毒など、各栽培地域における発生状況に応じ総合的に防除されている。

一方、イネいもち病菌 (*Magnaporthe oryzae*) は薬剤耐性発達リスクが高いことが知られており (FRAC Pathogen Risk List® 2014)、1971年にはカスガマイシン耐性菌 (三浦ら, 1975) が、1977年には有機リン剤耐性菌 (飯島, 1994; 廣岡・宮城, 1994) が確認されている。最近では2001年にMBI-D剤 (Melanin Biosynthesis Inhibitors · Dehydratase) に対する耐性菌 (山口ら, 2002; 宋ら, 2002; 梶原ら, 2002) が確認され、また2012年にはQoI剤 (Quinone outside Inhibitors) に対する耐性菌が確認された (宮川・富士, 2013)。耐性菌発達リスクが低いと考えられていたMBI-D剤にも耐性菌が確認されたことから示唆されるように (倉橋・山口, 1999)、耐性菌発達リスクを正確に把握することは難しく、どのような殺菌剤に対しても耐性菌マネジメントは必須で

千葉県におけるナシ病害の防除体系と耐性菌マネジメント

Disease control system for Japanese pear and the management
for fungicide resistance in Chiba Prefecture

千葉県農林総合研究センター

金子洋平

Youhei Kaneko, Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center,
808 Daizenno, Midori, Chiba 266-0006, Japan

Abstract

Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* var. *culta*) is one of the important fruits in Chiba Prefecture. There are many diseases in Japanese pear, especially, scab caused by *Venturia nashicola* is the most serious diseases. Scab is controlled by spraying fungicides according to annual prevention program called “guidelines for pest and weed control” .

However, the existence of DMI-resistant scab isolates and QoI-resistant anthracnose isolates (*Glomerella cingulata*) were newly reported in Japan. Though resistant isolates have not been observed in Chiba Prefecture, scab is causing serious damage in several orchards in these years. Fungicides had been used more heavily in such orchards compared to the guidelines. Thus, it is considered that the risk for resistance development has increased. This paper describes the concept of controlling system and the management for fungicide resistance in Chiba Prefecture.

1 はじめに

千葉県における 2014 年のニホンナシの収穫量は約 33,500 t で全国第一位である。ナシ病害防除は防除暦に従って実施されている。しかし、近年、DMI 剤の耐性菌が国内で確認された（菊原・石井、2008）。QoI 剤の耐性菌については海外ではリンゴ黒星病（*Venturia inaequalis*）で報告されている他（Zeng *et al.*, 2000 ; Sallato *et al.*, 2006）、国内でもリンゴ炭疽病やナシ炭疽病で確認されている（渡邊、2012 ; 赤平・花岡、2013）。

本県では 2007 年～2010 年及び 2012 年に病虫害発生予察注意報が発表される等、黒星病の多発生年が継続していることもあり、生産現場では、臨機に薬剤散布を追加する事例が増加している。2012 年の時点までに調査された範囲では、本県ではナシ黒星病の耐性菌はまだ確認されていないもの（大谷ら、2006；梅本ら、2012）、現在は、耐性菌の発生リスクが高い状態にある。そこで、本稿では本県における病害防除体系の考え方と耐性菌対策について述べる。

福岡県のナシ黒星病と赤星病における DMI 剤効果低下と防除対策の考え方
Occurrence and management of DMI-fungicide-resistance in *Venturia nashicola* (scab)
and *Gymnosporangium asiaticum* (rust) on Japanese pear in Fukuoka Prefecture

福岡県農林業総合試験場 菊原賢次

Kenji Kikuhara, Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center

Abstract

Strains of *Venturia nashicola*, the causal agent of Japanese pear scab, that were resistant to the sterol demethylation-inhibitor (DMI) fungicide fenarimol were found at commercial orchards in Fukuoka Prefecture in 2006. The efficacy of fenarimol was lost and efficacies of DMI fungicides, hexaconazole and fenbconazole decreased. However, the DMI fungicide difenoconazole was still effective. As a result, many farmers have continuously applied DMI fungicides in mixtures with other effective fungicides in no cross resistance group for resistance management. Subsequently, DMI-fungicides-resistant strains of *Gymnosporangium asiaticum*, the causal agent of Japanese pear rust, were found in 2014. In addition to the loss of fenarimol efficacy, difenoconazole efficacy has almost decreased. Consequently, thiram, penthiopyrad and other fungicides carrying different modes of action have been introduced.

はじめに

福岡県は落葉果樹の栽培が盛んで、多くの品目が栽培されている。その中でも、ナシの栽培面積は約 400ha で、県内の落葉果樹で 3 番目に多く、山間部だけでなく住宅地に近い平野部でも植栽されている。主要品種は「幸水」で次いで「豊水」が多く、近年、「あきづき」が増加している。「幸水」や「豊水」は黒星病、赤星病および輪紋病に弱く、年間を通じて十数回の薬剤が散布されている。特に黒星病と赤星病は展葉期に感染するため、新しく発生した葉には薬剤が十分に付着せず防除が難しかった。しかし、浸達性があり、防除効果が高い DMI 剤が使用されはじめると、これら病害の県内での発生は減少傾向になった（図 1）。ところが、近年、気象条件等では説明が出来ないほど両病害の発生が増加し、基幹防除剤である DMI 剤の効果低下が疑われるようになった。

1. ナシ黒星病

ナシ黒星病菌は *Venturia nashicola* Tanaka & Yamamoto によって引き起こされる子のう菌類による病害で、葉や果実に寄生し、落葉や裂果等を引き起こす重要病害である。DMI 剤が登録された 1986 年当時、すでに海外ではリンゴ黒星病で DMI 剤耐性菌の報告があり、当初から、耐性菌リスク管理が考慮されてきたが、2005 年に福岡県で採取されたナシ黒星病菌で DMI 剤の効力低下を伴う耐性菌が初めて確認された（石井・菊原，2007）。その後、生物検定により、九州の他の産地（吉田ら，2012）や関東の一部の産地（平野ら，2013）で同様な耐性菌が確認されたが、耐性菌が確認されていない地域もあった（渡邊，2012；永井・三宅，2012）。