

イネいもち病菌における殺菌剤耐性菌マネジメント

JA 全農肥料農薬部 ^{そう} 宗 ^{かず} 和 ^{ひろ} 弘

はじめに

イネいもち病は、過去にも幾度となく大きな被害を起こしているイネ栽培における最大の病害である。この被害を防除するために今日までに多くの殺菌剤が開発され、その使用によってイネいもち病の被害を抑えてきた。ところが、1971年のカスガマイシン剤、1976年の有機リン剤、2001年における MBI-D 剤（脱水酵素阻害型メラニン生合成阻害剤）のように、いわゆる殺菌剤耐性イネいもち病菌の発生によって、それまでは高い防除効果を維持していた殺菌剤の防除効果が一気に低下する事態が発生した。特に、2001年の MBI-D 剤耐性イネいもち病菌の発生は、同剤が広範囲に使用されていた薬剤であっただけに、米の生産に大きな影響を与えた。

近年では、農薬散布回数の低減やポジティブリスト制度対策によるドリフトの少ない製剤への移行などにより、前述の MBI-D 剤のような高活性で残効が長く、粒剤や育苗箱処理剤でも使用できるイネいもち病防除薬剤が使用面積を増やしている。このため、万が一それらの薬剤に耐性を示すイネいもち病菌が発生した場合には、その被害が大きくなるであろうことが容易に想像できる。

このため、新規殺菌剤の防除効果を有効に保ち、長く生産に役立てていくためには、殺菌剤使用上のマネジメントの実行が不可欠である。このことを受け、日本植物病理学会殺菌剤耐性菌研究会では、イネいもち病防除剤として重要度を増している QoI 剤（ストロビルリン系薬剤）と MBI-D 剤に関する使用ガイドラインを本年開催の第 18 回シンポジウムにおいて提案したので、以下にご紹介したい。

I イネいもち病の QoI 剤に対する耐性菌発生リスク

殺菌剤耐性が発達しやすい病原菌側の条件として、「増殖が旺盛」、「分生胞子を大量に産生」、「短期間に感染を繰り返す」などが知られているが、イネいもち病菌

はこれらの条件を満たしており、耐性菌の発生リスクが高い病原菌であるといえる。また、QoI 剤は、防除効果が高く、耐性菌の選択圧が強い薬剤であることから耐性菌の発生リスクが高い薬剤である。このため、イネいもち病菌への QoI 剤の使用は、耐性菌のリスク発生が高い組合せであるといえる。このことは、FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) でも示されている (BRENT and HOLLOMON, 2007)。以下、QoI 剤の耐性菌発生リスクについて考えてみたい。

1 イネにおける QoI 剤の使用状況

日本国内で農薬として登録され、イネに使用されている QoI 剤は、アゾキシストロビン（アミスター）、メトミノストロビン（オリブライト、イモチエース）、オリサストロビン（嵐）がある（登録順）。

これらの薬剤は、イネいもち病に対する防除効果が高いことから、発売以来年々使用面積が増加し、2006年には出荷面積が全国で 20 万 ha を超えた。さらに、2007年には、発売初年のオリサストロビンが発売初年度に 5 万 ha を超える出荷面積を示すなど、QoI 剤全体の出荷面積は約 25 万 ha となった（図-1、全農調べ）。

2001年に発生し大きな問題となった MBI-D 剤耐性菌の場合、出荷面積の増大に伴い耐性菌問題が拡大しており、QoI 剤の場合も MBI-D 剤と同様のことが起こる可能性があるので注意が必要である。

2 各種病原菌における QoI 剤耐性菌の発生実態

QoI 剤は、園芸作物での使用も多く、国内のみならず海外でも多くの病害防除に使用されている。表-1 に示したように、既に多くの病原菌で耐性菌が出現している（石井，2005）。

通常、殺菌剤耐性菌は、薬剤の散布により徐々に耐性菌密度を増加しその結果として防除効果の低下を招く場合が多いが、QoI 剤の場合、1 回しか散布されていないにもかかわらず 2 回目の使用で大きく防除効果を低下した事例（キュウリうどんこ病菌）もあるなど予想以上に早く出現することがある。これらのことから、QoI 剤は耐性菌の発生リスクが高い薬剤であるといえる。

3 QoI 剤耐性イネいもち病菌発生の可能性

現在のところ、日本国内で QoI 剤耐性イネいもち病菌の発生事例はないが、海外ではその可能性を示す事例が報告されている。その事例とは、イネいもち病菌と近

Management of Fungicide Resistance on Rice Blast caused by *Magnaporthe grisea*. By Kazuhiro So

(キーワード: イネいもち病, MBI-D 剤, ストロビルリン系, 殺菌剤耐性菌, 耐性菌マネジメント)

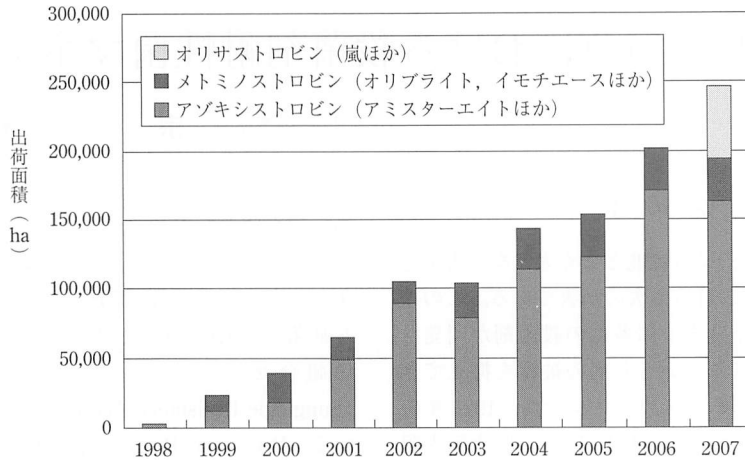


図-1 水稻施用 QoI 剤の年次別出荷面積推移

表-1 ストロビリリン系薬剤耐性菌の圃場における出現事例

和名	学名	日本での出現事例
コムギうどんこ病菌	<i>Erysiphe (Blumeria) graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>	○
オオムギうどんこ病菌	<i>Erysiphe (Blumeria) graminis</i> f. sp. <i>hordei</i>	
コムギ葉枯病菌	<i>Mycosphaerella graminicola</i> (<i>Septoria tritici</i>)	
ジャガイモ夏疫病菌	<i>Alternaria solani</i>	
ウリ類うどんこ病菌	<i>Podosphaera (Sphaerotheca) fusca</i>	○
キュウリべと病菌	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	○
キュウリ褐斑病菌	<i>Corynespora cassiicola</i>	○
ウリ類つる枯病菌	<i>Didymella bryoniae</i>	
ナスすすかび病菌	<i>Mycovellosiella nattrassii</i>	○
イチゴ炭疽病	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	○
バナナ black Sigatoka 病菌	<i>Mycosphaerella fijiensis</i>	
ブドウべと病菌	<i>Plasmopara viticola</i>	
ブドウうどんこ病菌	<i>Uncinula necator</i>	
リンゴ黒星病菌	<i>Venturia inaequalis</i>	
ピスタチオ Alternaria late blight	<i>Alternaria alternata</i> ほか	
カンキツほか灰色かび病菌	<i>Botrytis cinerea</i>	○
キク白さび病菌	<i>Puccinia horiana</i>	
芝類炭疽病菌	<i>Colletotrichum graminicola</i>	○ (国内未登録)
芝類いもち病菌	<i>Pricuraria grisea</i>	
芝類赤焼病菌	<i>Pythium aphanidermatum</i>	

備考：石井英夫：九防協年報 2005 を改変。

縁菌である芝いもち病菌で QoI 剤耐性菌の発生 (VINCELLI, 2002) と、実験室内での自然突然変異によるアゾキシストロピン耐性イネいもち病菌耐性変異株の作出 (AVILA-ADAME, 2003) である。このことから、国内のイネいもち病菌でも同様のことが起こる可能性は高いと考えられる。

4 QoI 剤の登録薬剤数増加と使用頻度の増加

日本でイネに使用されている QoI 剤の単剤と混合剤は表-2 のとおりで、多数の薬剤が販売されている。さらに、これらの使用時期はイネ栽培のほぼ全期間に渡っており、作期を通じて QoI 剤が使用される機会のあることがわかる。

表-2 イネに使用される QoI 剤とその処理時期

育苗箱処理	出穂前	出穂後（収穫 14 日前ころまで使用できる）
アゾキシストロビン剤 （アミスタープリンス粒剤） （アミスターアドマイヤー箱粒剤）	アゾキシストロビン剤 （アミスターオリゼメート粒剤） （アミスター粒剤 15）	アゾキシストロビン剤 （アミスターエイト）** （アミスタートレボン SE）** （アミスター粉剤 DL） （アミスターアチーブトレボン粉剤 DL）
	メトミノストロビン剤 （イモチエース 1 キロ粒剤 10）* （イモチエースキラップ粒剤） （イモチエーススタークル 1 キロ粒剤） （イモチエーススタークル粒剤） （イモチエースリンバー 1 キロ粒剤）* （イモチエースリンバー粒剤 55） （イモチエース粒剤） （イモチミン粒剤） （オリザトップバック） （オリブライト 1 キロ粒剤）* （オリブライト 250G）* （オリブライトスタークル 1 キロ粒剤） （オリブライトバック） （オリブライト粒剤）	
オリサストロビン剤 （嵐箱粒剤） （嵐プリンス箱粒剤 6, 10） （嵐ダントツ箱粒剤） （嵐ガゼット粒剤） （嵐スタークル箱粒剤） （嵐プリンスアドマイヤー箱粒剤） （プリンスオリゼメート嵐 5 粒剤）	オリサストロビン剤 （嵐粒剤） （嵐スタークル粒剤） （嵐キラップ粒剤）	

*：地上散布に加え，空中散布（産業用無人ヘリコプター）もできるもの。

**：地上散布に加え，空中散布（有人ヘリコプター，産業用無人ヘリコプター）もできるもの。

II イネにおける QoI 剤耐性菌モニタリングの現状

ここまで述べてきたように，QoI 剤耐性イネいもち病菌が発生する可能性は高いが，現在の状況はどうであろうか。このことについて，いくつかの報告があるのでご紹介する。

(1) 2001 年から 2003 年にかけてメトミノストロビン（オリブライト等）耐性菌のモニタリングを実施したところ，供試した 56 菌株すべてに耐性菌は認められなかった（ARAKI et al., 2005）。

(2) 全国から採取したイネいもち病菌（2004 年 216 菌株，2005 年 135 菌株）について，QoI 剤耐性の原因になると予想されるチトクローム b 遺伝子コドン 143, 129 の変異の有無を調べたところ，耐性変異株はなかった（STAMMLER et al., 2007）。

(3) 福島など計 7 県から採集されたイネいもち病菌 700 菌株のアゾキシストロビンに対する感受性を QoI 剤など呼吸阻害剤の検定に使用される培地における菌糸生育試験で調べたところ，耐性菌は検出されなかった（WEI ら, 2007）。

これらの報告のように，現在のところ QoI 剤に耐性を示し，防除効果が低下したイネいもち病菌は検出されていない。しかし，リスクの高さを考慮し，モニタリングを継続する必要がある。

III イネいもち病防除における殺菌剤使用ガイドライン— MBI-D 剤および QoI 剤に関して—

前述のように，QoI 剤は，防除効果が高く効果の持続期間も長い優れた薬剤であり，使用面積も増加し続けていることから，MBI-D 剤と同様の耐性菌問題が発生す

る可能性が高い薬剤である。過去の耐性菌発生事例からすると、MBI-D 剤や QoI 剤のように耐性菌の発生リスクが高い薬剤を使用する場合は、一定のガイドラインに沿って適切に使用することが重要なものというまでもない。このことにより、薬剤の優れた効果を長い期間持続することができるようになり、本来の役割を果たすことができるようになると考えられる。

これらの薬剤についてのマネジメントは既にいくつかの考え方が示されている。まず、QoI 剤の使用について、奈良県病害虫防除所からは「QoI 剤の1作期1回使用、いもち病常発地での使用を控えるか隔年使用、採種圃での使用禁止など」(奈良県病害虫防除所, 2007)、鳥取県病害虫防除所からは、「出穂前に QoI 剤を散布した場合の作用機構の異なる薬剤との体系使用、採種圃やその周辺圃場での QoI 剤の使用禁止など」(鳥取県病害虫防除所, 2008)、また滋賀県からは「育苗箱処理剤と本田防除における QoI 剤の使用制限など」(滋賀県農政水産部, 2007)、等が示されており、一様に QoI 剤に対する耐性菌出現への懸念と防止対策の必要性を訴えている。さらに、我が国で農薬メーカー数社が組織する JFRAC も同様に「ストロビルリン系殺菌剤 (QoI 剤) のイネにおける使用ガイドライン」を作成、公表している。

一方、安永は、愛媛県における MBI-D 剤の使用停止などの耐性菌対策の実施に合わせ、県内の耐性菌の発生推移を5年間継続して調査した結果、当初100%であった耐性菌検出率が、対策実施後の2年目には7.1%と大幅に低下し、3年目には3.8%、そして4年目には検出されなくなったとしている(安永, 2007)。同様のことは、佐賀県でも確認されている(山口, 2005)。これらの事実から、MBI-D 剤の使用停止や種子の移動停止が、MBI-D 剤耐性菌の発生密度の低下に有効であることがわかった。

殺菌剤耐性菌研究会では、これらの知見をもとに QoI 剤や MBI-D 剤のような高い防除効果を示す薬剤をイネいもち病防除に使用する際の全般的な注意事項として、以下の使用ガイドラインを提案した。このガイドラインが、殺菌剤の秩序ある使用に向け、薬剤の使用や暦の作成などにご活用いただければ幸である。

【イネいもち病防除における QoI 剤および MBI-D 剤耐性菌対策ガイドライン】

(1) QoI 剤および MBI-D 剤の使用は最大で年1回とする。また、それぞれの薬剤の使用前あるいは後に防除する場合には、必ず作用機構の異なる薬剤を選択して使用する。

(2) 長期持続型 QoI 剤および MBI-D 剤の育苗箱

処理は、耐性菌の選択圧を高める恐れがあるため、可能な限り1年もしくは2年ごとに作用機構の異なる薬剤とのローテーションで使用するか、他の耐性菌リスクの低い薬剤を選択する。

(3) 本田散布の QoI 剤および MBI-D 剤は、葉いもちに使用する場合は初発前あるいは発生初期に、穂いもちの場合は薬剤の使用適期に散布する。ただし、いずれも多発生時の使用を避ける。

(4) 塩水選や圃場衛生管理、健全種子の購入、種子消毒の徹底など、いもち病防除の基本となる事柄を確実に実施する。

(5) 種子流通(種子更新)に伴い耐性菌が広範囲に伝播することがあるため、採種圃場およびその周辺圃場では MBI-D 剤や QoI 剤は使用しない。

(6) 以上の取り組みを地域一体となって実施する。

(7) 耐性菌が検出された場合、薬剤の効力低下が認められなくても当該薬剤の使用をいったん中止し、その後、モニタリング等により耐性菌の発生状況を確認しながら、適切な対策を講じる。

【対策例】

- ・発生が局地的な場合：種子の流通や地形などから、耐性菌発生地域から隔離されていると判断できる地域でのみ、当該薬剤を使用してもよい。
- ・発生が広範囲な場合：当該薬剤の使用を取りやめ、作用機構の異なる薬剤を使用する。その後、耐性菌のモニタリング等を継続する。

IV 使用現場でのガイドラインの徹底

耐性菌の発生を未然に防ぐためには、ガイドラインを使用現場で徹底することが重要である。薬剤の選択は、最終的には使用者が行うことになるが、水稻栽培の場合、その多くは防除暦によって使用薬剤が示されているため、その作成段階でのマネジメントがまずは必要である。加えて、気象要因などにより病害が多発生した場合に行われる「臨機防除」の際には、防除記録をもとに使用する薬剤を決定するといったきめの細かい対応が必要であろう。

このことを実現するためには、普及指導センターや JA 段階での営農指導者や、農薬メーカー・販売チャネルなど関係者が一体となった取り組みが必要なため、産地全体での理解と意識統一が必要である。

おわりに

今回、MBI-D 剤と QoI 剤に関して耐性菌マネジメントの提案を行ったが、これは MBI-D 剤耐性菌の教訓

から学んだ我々が、現時点で最良の対策に近いと考えたものである。このガイドラインが、より多くの生産現場の理解を得られることを期待したい。

殺菌剤耐性菌研究会では、耐性菌の出現によって農家が経済的な被害を蒙ることがないように、また、農業生産に貢献するために登場した殺菌剤が、本来の役割を十分に発揮し続けることができるよう、努力を続けていきたいと考えている。

引用文献

1) ARAKI, Y. et al. (2005) : J. Pestic. Sci. 30 : 203 ~ 208.

- 2) AVILA-ADAME, C. and W. KÖLLER (2003) : Curt. Genet. 42 : 332 ~ 338.
- 3) BRENT, K. J. and D. W. HOLLOMON (2007) : Fungicide resistance : the assessment of risk. FRAC Monograph No.2 second, (revised) edition : 30.
- 4) 石井英夫 (2005) : 九防協年報 2005 : 22 ~ 26.
- 5) 奈良県病害虫防除所 (2007) : 病害虫情報 2007 号外.
- 6) 滋賀県農政水産部 (2007) : 病害虫防除基準.
- 7) STAMMLER, G. et al. (2007) : J. Pestic. Sci. 32 : 10 ~ 15.
- 8) 鳥取県病害虫防除所 (2008) : 平成 19 年度病害虫指導情報.
- 9) VINCELLI, P. and E. DIXON (2002) : Plant Dis. 86 : 235 ~ 240.
- 10) WEI, C.-Z.ら (2007) : 日植病報 73 : 38 (講要).
- 11) 山口純一郎 (2005) : 今月の農業 (5) : 78 ~ 81.
- 12) 安永忠道 (2007) : 今月の農業 (4) : 88 ~ 92.

好評発売中

農薬取締法令・関連通達集

(社)日本植物防疫協会編 B5判 261 ページ
価格：1,050 円(税込) 送料 340 円

<掲載内容>

農林水産省・環境省・厚生労働省関連の農薬に関する政令、省令、告示、関連通知、その他省令を網羅

- ・農薬取締法と関連の政・省令を見やすく 2 列に表示
- ・農薬関連の告示を取締法に関連付けてレイアウト
- ・関連する通知文およびその他関連法令(抄)も掲載

農業関係者必携の 1 冊です。

農薬取締法令・関連通達集

農薬取締法・告示・省令
農林水産省
日本植物防疫協会 編

平成 19 年 4 月

社 日本植物防疫協会