

第 19 回

殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム
講演要旨集

Abstracts of the 19th Symposium of Research Committee
on Fungicide Resistance

2009年3月29日(日)
山形市
山形大学 小白川キャンパス

March 29, 2009
Yamagata University Kojirakawa Campus

日本植物病理学会
The Phytopathological Society of Japan

日本植物病理学会

第 19 回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム

プログラム

2009 年 3 月 29 日 (日)

9:00-9:05 開会

9:05-9:40 山形県における水稲病害および殺菌剤耐性菌の発生状況

早坂 剛 (山形県農林水産部)

9:40-10:30 数理生物学的見地による殺菌剤耐性菌の感染・蔓延メカニズムと防除対策

鈴木 清樹 (総合研究大学院大学・九州大学)

10:30-11:20 殺ダニ剤の年次ローテーションによる殺ダニ効果の年次推移

鈴木 敏男 (岩手県農業研究センター)

11:20-12:00 新規殺菌剤ピリベンカルブの開発と耐性菌マネジメント

高垣 真喜一 (クミアイ化学工業)

(昼食休憩 60 分)

《QoI 剤耐性菌の現状と課題》

13:00-13:20 1. トマト葉かび病菌の Qo-I 剤耐性 渡辺 秀樹 (岐阜県農業技術センター)

13:20-13:40 2. ブドウ褐斑病菌の Qo-I 剤耐性 井上 幸次 (岡山県農業総合センター)

13:40-14:00 3. ブドウ褐斑病菌の Qo-I 剤耐性 菊原 賢次 (福岡県農業総合試験場)

14:00-14:40 4. QoI 剤耐性の現状と課題 石井 英夫 (農業環境技術研究所)

(休憩 15 分)

14:55-16:00 パネルディスカッション

「QoI 剤耐性菌の発生要因とその対策、マネジメントのあり方を考える」

[パネラー]

石井英夫 (農業環境技術研究所)

梅本清作 (千葉県農林総合研究センター)

岡田清嗣 (大阪府環境農林水産総合研究所)

井上幸次 (岡山県農業総合センター)

稲田 稔 (佐賀県農業試験研究センター)

林 敬介 (シンジェンタジャパン)

木村 恒 (BASF アグロ)

武田敏幸 (JA 全農 営農・技術センター)

[座長]

宗 和弘 (JA 全農 肥料農薬部)

山形県における水稲病害および殺菌剤耐性菌の発生状況

Occurrence of Fungicide-resistant Pathogens and Rice Diseases in Yamagata Prefecture

山形県農林水産部生産技術課

早坂 剛

Hayasaka Tsuyoshi, Yamagata Prefectural government Agriculture, Forestry and Fishery Department,
Yamagata, Japan, 990-8570

Abstract

In recent years, nursery box treatment with MBI-D fungicides was a common practice to control rice blast in Yamagata prefecture. However, in 2004, resistant isolates of *Pyricularia oryzae* to MBI-D were first detected in Shonai area in Yamagata prefecture. Therefore, rice blast fungus was collected from some more areas in Yamagata prefecture, and their sensitivity against MBI-D was monitored in 2005. As a result, resistant strains were also found from other areas. Furthermore, to avoid the increase in the density of resistant isolates, it was recommended stopping the MBI-D treatment. Thereafter, the rate of nursery box treatment with MBI-D fungicides has decreased from 33% to 2% at 2008. But, in the resistance monitoring study conducted from 2006 to 2007, the frequency of resistant isolates has not declined after stopping the MBI-D treatment. Also, the resistant strains were found in blast fungus-infected seeds harvested from seed production fields in 2005 and 2006

1. はじめに

山形県の面積は 93 万 ha（東京都、神奈川県、千葉県の合計面積に匹敵）で全国第 9 位の広さを有し、このうち、森林が 72%、農用地は 14% を占める。県内の気象は内陸地方と庄内地方の二つに大別され、内陸地方は一般的に盆地的気象で日変化が大きく、全国でも有数の多雪地帯である。日本海側に面した庄内地方は多雨、多照の海洋性気候で、冬期間は季節風が強くなる。農家人口は 23 万 3,000 人で県人口の 19% を占める。平成 19 年の農業産出額は 2,045 億円であり、主な生産部門は米、果実、野菜、畜産となっている。農産物では米の割合が 40% と最も高く、次いで、さくらんぼ、豚、肉用牛と続いている。

平成 20 年水稲の作付面積は 6 万 7,600ha で、収穫量は 41 万 7,100 t（全国第 5 位）、作柄は、10a 当たり収量が 617kg（同第 2 位）となっている。品種の作付けでは、本県の代表銘柄の「はえぬき」が 65%、次いで「ひとめぼれ」14% 「コシヒカリ」10% となっている。このような生産状況の中、イネいもち病は、本県の稲作において最も重要な病害となっている。

ここでは、本県における主要な水稲病害の発生状況と 2004 年に県内で初めて発生が確認された MBI-D 剤耐性いもち病菌の発生推移および生産現場での耐性菌の蔓延を防止するための対応について紹介する。

理論疫学からみた殺菌剤耐性菌の動態と防除対策
Population Dynamics and Control Measures Based on an Epidemiological Framework
in Fungicide-resistant Pathogens

総合研究大学院大学生命共生体進化・九州大学理学府生物 鈴木清樹

Sayaki Suzuki

Department of Evolutionary Studies of Biosystems, The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI)

Hayama, Kanagawa 240-0193, JAPAN

Department of Biology, Faculty of Sciences, Kyushu University, Hakozaki 6-10-1, Higashi-ku, Fukuoka 812-8581,

JAPAN. E-mail:suzuki@bio-math10.biology.kyushu-u.ac.jp

Abstract

Much attention is focused on both of a pathogenesis and a development of disease, when we consider mechanisms of crop disease. In a field of phytopathology, many issues of disease have been solved by experimental methods, without understanding what a crop disease consists of population dynamics. Effective countermeasures include breakdown risk of control methods, such as chemical, biological, and genetic controls, where we have to assume that the disease is long-term issue. So we must arrange the sustainable strategy of control to avoid a disease outbreak and breakdown of control methods. Here, we'd like to discuss mathematical modeling about disease spread into host population, and explain several thresholds (in mixing model, lattice model, and percolating infection) of rates of resistant cultivars or chemical spray to prevent an outbreak of crop disease in a simplified manner.

1. はじめに

植物病理学者にとっての“作物病害の研究”は、宿主である植物の生理学的特性と寄生者である病原体の病原性、そして栽培学的な諸条件が主な関心事となる。そのアプローチは、感染生理については分子生物学的解析や顕微鏡観察、圃場管理面では施肥や農薬、そして育種に重点を置いた方法論の展開によって大きな発展を遂げた。ここで考えたいのは、“このようなアプローチだけで作物病害の実態をどの程度まで理解できたと言えるのか？”である。

例えば伝染病流行の3要素（感染源、感染経路、感受性宿主）に照らし合わせた場合、特定の条件下における一部のパラメータ（病原性関連遺伝子、耐病性遺伝子、至適条件など）を検出したに過ぎないと言えなくはないだろうか。つまりは、宿主や病原体の遺伝的形質は、病害の1要因であっても、病害の進展という現象そのものの“解釈”とはなり得ない。伝染病の発生・流行とは、上記の3要素が成立した上で、宿主集団内に感染者が侵入・増殖することであり、時空間における個体群の動態として測られる現象である。さらに、寄生者の病原性と宿主の耐病性における軍拡競走（arms race）に至っては、病理学的な時間スケールでは推量れない、進化生態学的なテーマとして注目を浴びている。

理論疫学は、こうした伝染病の発生・流行の根本的理解に役立つ学術的解釈を与えてくれる。そ

岩手県におけるりんごハダニ類に対する殺ダニ剤の合理的使用体系

Optimum Application of Acaricides against the European Red Mite, *Panonychus ulmi* and the Two-spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae*, in Iwate Prefecture

岩手県農業研究センター
鈴木 敏男
Toshio Suzuki

Abstract

From the 1950's, synthetic chemical pesticides which have strong, broad insecticidal spectrum were used continuously. Additionally, the synthetic pyrethroids and neonicotinoids have been popular after that, therefore the pest fauna of apple orchards have been simplified. However, the European Red Mite, *Panonychus ulmi* and the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* are still the most troublesome pests. With the transition of dominant species, and the development of resistance, the types of acaricides have also changed.

In Iwate prefecture, optimum application of acaricides has constructed in 1985. For more information as follows: when the leaf damage ratio reached 30% (to take as the "Control threshold"), spray with Cyhexatin WP or Hexythiazox WP (to take as "Core acaricide"), then again, when the leaf damage ratio reached 30%, spray with BPPS WP, Polynactin complex EC or CPCBS EC (to take as "Supplementary acaricide"). This optimum application of acaricides allowed us to use the two types of "Core acaricides" which had different mechanisms alternately, replaced annually, and to reduce the number of acaricide applications. Consequently, in Iwate prefecture, the optimum application held up the expression of acaricide resistance compared to the results in other prefectures.

However, this rule reaches almost limitation, so construction of new rule with usage of natural enemies, is doing.

はじめに

戦後、リンゴ害虫の防除において、殺虫スペクトラムが広く強力な化学合成殺虫剤が定期的に散布され、さらに近年では合成ピレスロイド剤やネオニコチノイド剤が使用されるに伴い、現在のリンゴに発生する害虫相は単純化している。しかし、ハダニ類は依然として防除上最も重要な害虫であり、その優占種は時代とともに移り変わり、薬剤抵抗性の発達に伴い使用される殺ダニ剤の変遷も目まぐるしいものであった。

本稿では、年代順にハダニ類の発生動向と殺ダニ剤の変遷の概要を紹介するとともに 薬剤抵抗性対策として殺ダニ剤の隔年使用体系を実施してきたのでその取り組みを紹介する。

1. 戦後から昭和40年代のハダニ類発生動向と殺ダニ剤の変遷

戦後、リンゴ樹の栄養条件が好転し、それに伴いリンゴハダニの発生が増加した。そして、DDT剤が大量に使用され始めると、それまで防除剤として使用されてきた硫黄剤では発生を食い止めることができず、大発生時代に突入した。昭和30年前後からはCPCBS剤、クロルベンジレート剤、テトラジホン剤といった専用の殺ダニ剤が登場し、その定期的な散布が不可欠となった。しかし、昭和36年頃にテトラジホン剤に対する抵抗性が発現したのを皮切りに、他の殺ダニ剤に対しても抵抗性の発現が相次ぎ、これに伴いたびたび新規殺ダニ剤への切り替えが行われた。

昭和40年代前半も優占種はリンゴハダニであったが、ナミハダニが一部地域で目立つようになり、

新規殺菌剤ピリベンカルブの開発と耐性菌マネジメント

Development and Resistance Risk Management of New Fungicide Pyribencarb

クミアイ化学工業株式会社 生物科学研究所

高垣 真喜一

Makiichi Takagaki, Kumiai Chemical Industry Co., Ltd., Life Science Research Institute, 3360 Kamo,
Kikugawa-shi, Shizuoka, 439-0031, Japan.
E-mail: m-takagaki@kumiai-chem.co.jp

Abstract

Pyribencarb, methyl {2-chloro-5-[(E)-1-(6-methyl-2-pyridylmethoxyimino) ethyl] benzyl} carbamate is a novel fungicide that belongs to the benzylcarbamate family. Pyribencarb provides excellent control of a wide range of plant pathogenic fungi, especially gray mold and stem rot. Pyribencarb shows excellent activities against mycelial growth and spore germination of several plant pathogenic fungi. The primary target of pyribencarb is the Qo site on the cytochrome *b* in the electron transfer system of the respiratory chain. The inhibitory effects of pyribencarb on the electron transfer system of a QoI-resistant strain of *B. cinerea* are stronger than those of other QoI fungicides. Pyribencarb exhibited adequate control in the field experiments where QoI-resistant strains existed. This indicated that, although QoI-resistant strains develop cross-resistance against pyribencarb as well, the extent of sensitivity reduction in QoI-resistant strains to pyribencarb was clearly lower than to other QoI fungicides. In order to investigate the sensitivity of *B. cinerea* to pyribencarb, we have conducted mycelial growth inhibition test. As a result of the test, we have found that MIC value of pyribencarb for 318 strains collected from 24 places in Japan was 1ppm. It was considered that the sensitivity baseline of *B. cinerea* to pyribencarb in the mycelial growth inhibition test was MIC 1ppm.

はじめに

ピリベンカルブ (KUF-1204, 商品名: ファンタジスタ[®]顆粒水和剤) は、クミアイ化学工業 (株) が開発中のベンジルカーバメート系の新規殺菌剤である (尾崎ら 2005)。本剤は、幅広い防除スペクトラムを有しており、果樹・野菜類の灰色かび病や菌核病、灰星病などの子実菌類をはじめとする各種植物病原菌によって引き起こされる病害に対して優れた防除効果を発揮する (高垣ら 2005)。また、灰色かび病や黒星病などで報告されているベンズイミダゾール系殺菌剤、ジカルボキシイミド系殺菌剤、*N*-フェニルカーバメート剤 (ジェットフェンカルブ)、アニリノピリミジン系殺菌剤、フルアジナム剤およびDMI 剤 (ステロール脱メチル化阻害剤) などの耐性菌に対しても感受性菌と同等の高い防除効果を示す (高垣ら 2005)。本剤は 2008 年 10 月に単剤のファンタジスタ[®]顆粒水和剤、イミノクタジナルベシル酸塩との混合剤であるファンベル[®]顆粒水和剤として国内における農薬登録申請を行っており、海外においても随時開発中である。

本剤は前記の通り新規のベンジルカーバメート系殺菌剤であるが、作用点は病原菌のミトコンドリア電子伝達系複合体Ⅲ (ComplexⅢ) のチトクローム *b* であり、ストロビルリン系殺菌

岐阜県におけるトマト葉かび病菌のアゾキシストロビン感受性の低下

Reduced sensitivity of tomato leaf mold fungus (*Passalora fulva*) to azoxystrobin in Gifu Prefecture, Japan

岐阜県農業技術センター
渡辺 秀樹

Hideki Watanabe, Gifu Prefectural Agricultural Technology Center,
Matamaru, Gifu, 501-1192, Japan

Abstract

Leaf mold caused by *Passalora fulva* (syn. *Fulvia fulva*) is one of the major diseases of tomato. Recently, serious damage by leaf mold frequently occurs in tomato greenhouses in Gifu, Japan. Since one of the factors contributing to this event was considered to be a reduction of sensitivity to azoxystrobin in the pathogen, 271 isolates from 63 tomato greenhouses in Gifu were tested for their sensitivity to the fungicide. The isolates were classified into three groups (A : MIC $1\mu\text{g ml}^{-1}$, B : MIC $10\mu\text{g ml}^{-1}$ and C : MIC $>100\mu\text{g ml}^{-1}$) based on the differential sensitivity. When disease control efficacy of azoxystrobin was tested using representative isolates in each group, the control effect was lower in the B and C group isolates than the A group ones, suggesting that isolate in the B and C group are resistant to azoxystrobin. Resistant isolates accounted for 45 % of 271 isolates tested and for 65 % of 63 greenhouses examined. The number of greenhouses in which the resistant isolates accounted for more than 80 % was 24 out of 31 greenhouses in main tomato production area of Gifu. Furthermore, when the application frequency of azoxystrobin was examined, it was higher in the greenhouses where resistant isolates were detected. The results suggest that *P. fulva* isolates resistant to azoxystrobin are widely distributed in Gifu and that the continuous application of azoxystrobin will further select resistant strains in pathogen populations.

1. はじめに

トマトは岐阜県の主要な野菜品目であり、西濃地域を中心とした低標高地帯（海拔0メートル）では施設型の冬春栽培、飛騨地域や東濃地域などの中～高標高地帯（標高300～800m）では、雨よけハウスによる夏秋栽培が行われ、ほぼ年間を通じた供給体制が整えられている（図1）。本県では、化学農薬および化学肥料の使用量の低減により持続可能な農業生産を図るため、1995年から「ぎふクリーン農業」に取り組んでおり、トマト、ホウレンソウ、ニンジン、リンゴ、米、茶など約70品目、生産登録面積は10,131haに及んでいる（2008.1月現在）。このうち、トマトは県内の7割以上の産地が認定されている。

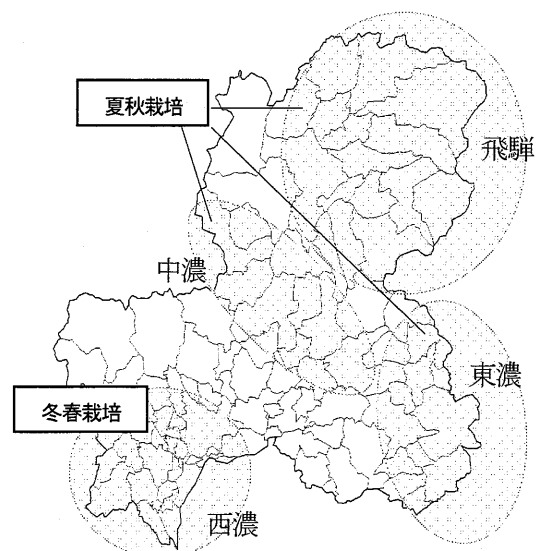


図1 岐阜県のトマト生産地域

QoI 剤耐性ブドウ褐斑病菌の発生（岡山県の事例）

Occurrence of QoI resistant isolates of *Pseudocercospora vitis*, the causal fungus of grapevine leaf blight in Okayama Prefecture

岡山県農業総合センター農業試験場

井上幸次

Koji Inoue, Agricultural Experiment Station, Okayama Prefectural General Agriculture Center, 1174-1, Koudaoki, Akaiwa, Okayama, 709-0801, Japan (e-mail: kouji_inoue3@pref.okayama.lg.jp)

Abstract

The QoI fungicides, azoxystrobin and kresoxim-methyl, have been used to control ripe rot, downy mildew and leaf blight of grapevine for more than ten years in Okayama Prefecture, Japan. Decreased efficacy of QoI fungicides to control leaf blight was recently observed in some vineyards. Seventy eight isolates of *Pseudocercospora vitis* collected from ten vineyards in Okayama Prefecture were tested for their sensitivity to azoxystrobin in 2006. The MIC of azoxystrobin against mycelial growth in the presence of 5mM *n*-propyl gallate was higher than 400ppm for 61 isolates. A single point mutation (G143A) was found in the cytochrome *b* gene from resistant isolates tested. Control efficacy of azoxystrobin against resistant isolates was very low in an inoculation test using potted grapevine plants. But boscalid, mancozeb, tebuconazole and fenbuconazole were highly effective against leaf blight of grapevine in the field where QoI resistant isolates occurred. These results indicate that the failure of QoI fungicides to control leaf blight was caused by the occurrence of QoI resistant isolates. This appears to be the first report of QoI resistant isolates of *Pseudocercospora vitis*.

はじめに

ブドウ褐斑病（図1，病原菌：*Pseudocercospora vitis*）はべと病，晩腐病に比較するとマイナーな病害であるが，多発すると早期落葉を引き起こす。本病の防除薬剤としては，休眠期にはチウラム・ベノミル剤，イミノクタジン酢酸塩剤など，生育期にはマンゼブ剤，ポリカーバメート剤，ベンズイミダゾール剤，QoI剤などが用いられてきたが，近年，岡山県特産のピオーネ（特にハウス栽培）において褐斑病の多発事例が相次ぎ，薬剤の効果減退が疑われた。そこで，2006年の岡山県下各地からの分離菌についてQoI剤の1つであるアゾキシストロビン剤に対する感受性を調査したところ，本剤に対する耐性菌が広く高率に分布していることが明らかになった。ブドウ褐斑病菌における薬剤耐性菌は1996年に長野県でベンズイミダゾール剤耐性菌（川合ら，1997）が報告さ



図1 ピオーネにおける褐斑病の症状

ブドウ褐斑病菌の QoI 剤耐性（福岡県）

Occurrence of QoI Resistance of *Pseudocercospora vitis*, the Causal Fungus of Grapevine Leaf Blight, in Fukuoka Prefecture

福岡県農業総合試験場

菊原賢次

Kenji Kikuhara, Fukuoka Agricultural Research Center

Abstract

QoI sensitivity of 61 isolates of *Pseudocercospora vitis* Spegazzini, obtained from nine vineyards in Fukuoka Prefecture, was tested using mycelial growth tests on azoxystrobin amended culture media. As a result, all of the isolates were tested in their lower azoxystrobin sensitivity than MAFF237623 and MAFF305180 isolated before the registration of strobilurin fungicides. In inoculation tests on grapevine, no efficacy of azoxystrobin was shown against isolates from Fukuoka Prefecture. QoI resistant isolates are widely distributed in Fukuoka Prefecture.

1. はじめに

福岡県は農業生産額 2,116 億円、全国 17 位（平成 18 年生産農業所得統計）でいわゆる農業県ではないが、米麦大豆から園芸作物まで幅広く栽培され、県独自品種（イチジク：とよみつひめ、イチゴ：あまおう等）や特産品のブランド（小ネギ：博多万能ねぎ等）を活かして、全国シェアの上位を占める品目も多い。果樹についても常緑果樹から落葉果樹まで幅広く栽培されており、中でもブドウは全国 5 位（巨峰は全国 3 位）の生産額を占め、本県の果樹生産額で最も高い重要品目である。

本県のブドウは施設栽培が多く、簡易被覆栽培も合わせると約 8 割を占める。これまで施設栽培における主な病害は灰色かび病や晩腐病、被覆除去後のべと病や枝膨病であった。ところが近年、これらの病害に加えてブドウ褐斑病の被害が顕在化し、問題となっている。本病は 2001 年から一部の産地で報告されていたが、2005 年から増加傾向にあり、2008 年にはほぼ全ての産地で報告されるようになった（表 1）。本病は収穫前に早期落葉を引き起こすため、果実の着色不良、登熟不足、樹勢の低下を引き起こすが、これまで問題となるような発生はなかった。そこで、近年のブドウ褐斑病の多発要因を解明するため、各地域の防除暦の解析を行った結果、本病の重要防除時期にストロビルリン系薬剤が連用されてい

QoI 剤耐性の現状と課題

Current status and prospects of QoI resistance

(独)農業環境技術研究所 石井 英夫

Hideo Ishii, National Institute for Agro-Environmental Sciences, Kannondai 3-1-3, Tsukuba,
Ibaraki 305-8604, Japan

Abstract

QoI fungicides, which inhibit mitochondrial respiration at the ubiquinol oxidation centre (Qo site) of the cytochrome *b*₁ enzyme complex, are one of the most important group of agricultural fungicides. QoI fungicides generally carry a high risk of pathogen resistance development with resistance occurring in about 40 pathogen species. Molecular mechanisms of QoI resistance have been intensively studied; a single point mutation which causes an amino acid change in cytochrome *b*, G143A in particular, was described to govern the expression of high resistance. A range of molecular methods including PCR-RFLP, quantitative real-time PCR, pyrosequencing and others have been developed, enabling the rapid detection and quantification of resistance. However, the status of heteroplasmy in the mitochondrial genome which contains the cytochrome *b* gene can cause instability over time, making it difficult to precisely monitor QoI resistance in several pathogens. The role of the alternative oxidase pathway in QoI resistance is not clear as yet, although this enzyme seems to be involved in resistance development of grey mould in particular. This paper summarizes QoI resistance development over the last decade as well as future prospects.

はじめに

EU (欧州連合) ではわが国とは異なり、新規薬剤の登録にあたって、耐性菌の発達リスクに関する情報やデータの提供が以前より求められている。しかし、既存薬剤と作用機構が異なるような全く新しい薬剤の開発段階では、農薬メーカーですら耐性菌リスクを予測することは難しい。このため、FRAC (Fungicide Resistance Action Committee, <http://www.frac.info/frac/index.htm>) では通常、新規薬剤の耐性菌リスクを中程度 (Medium) に位置付けている。ミトコンドリア電子伝達系に作用する呼吸阻害剤のうち、複合体Ⅲたんぱく質に作用するストロビルリン系薬剤 (QoI 剤) は今日、耐性菌発達が速いことでよく知られる。しかし QoI 剤の場合も当初、耐性菌リスクは分からなかった。

新規薬剤の普及と耐性菌出現のイタチごっこは依然として続き、キュウリ病害などでは耐性菌の相次ぐ圃場出現に、新規薬剤の開発が追いつかない事態まで起こっている。わが国でウリ類うどんこ病菌の QoI 剤耐性菌が初めて問題となってから、ちょうど 10 年が経過したこの機会に、QoI 剤耐性の現状を紹介し、また課題について考えてみたい。

1. 国内外における QoI 剤耐性菌の発生状況

現在各国で開発中のものを含めると、13 種類の QoI 剤がある。このうち、わが国で登録があるのは 8 種類であるが、登録申請中のものもあり、さらに増えることが見込まれる。一方、海外も含めて約 40 種類の病原菌で QoI 剤耐性菌が報告されている (表-1、Ishii, in press)。