

特集：DMI 剤耐性菌に関する最近の話題

## うどんこ病菌における耐性菌の推移と分布状況

JA 全農営農・技術センター農薬研究室 <sup>たけだ</sup>武田 <sup>としゆき</sup>敏幸・<sup>うちだ</sup>内田 <sup>けいこ</sup>景子

## はじめに

ウリ類うどんこ病とイチゴうどんこ病は、いずれも作物生産に大きな影響を与える重要病害であり、全国のほとんどの圃場で発生し、その防除は必須となっている。また、うどんこ病菌は一般に薬剤耐性を生じやすい菌であるといわれており、日本においてはこれまで、ベンズイミダゾール系、キノキサリン系、ストロビルリン系、シフルフェナミド、そして DMI 剤で耐性菌の発生が報告されている。我々は、2004～06 年にかけて各地からウリ類うどんこ病菌とイチゴうどんこ病菌を収集し、DMI 剤（トリアジメホンとトリフルミゾール）に対する感受性について検定を行ったので、その結果について紹介する。

## I 感受性検定法

ウリ類うどんこ病菌、イチゴうどんこ病菌とも、以下のリーフディスク法により感受性を検定した（中澤・大塚，1998；武田・中澤，1998）。①人工気象器内で育苗したキュウリ子葉もしくは展葉後間もないイチゴ複葉から、径 7 mm のリーフディスクを打ち抜く。②キュウリ子葉は葉表を上、イチゴ複葉は葉裏を上にして湿った紙を敷いたシャーレに並べる。③うどんこ病菌の分生子を十分に形成している発病葉をシャーレの上ではたき、分生子を均一に落とす。④ 10, 5, 2, 1, …, 0.01, 0 ppm のような所定濃度に調製した薬液を径 50 mm シャーレに 5 ml ずつ分注し、これに接種したリーフディスクを 5 枚ずつ浮かべる。⑤シャーレを 20℃, 2,000～3,000 lux, 12 時間/日照明下で 7～10 日間維持する。⑥実体顕微鏡で観察し、分生子形成を伴う病斑の面積を下記の指数で調査する。

0：無発病，1：発病面積率 5% 未満，2：5～25%，3：25～50%，4：50～75%，5：75% 以上。

⑦ 1 濃度（シャーレ）につき五つの指数が得られるが、このうち最大と最小の指数をカットし、中間の三つの値により、下記の式から発病度を求める

発病度

$$= \frac{\sum (\text{指数} \times \text{該当リーフディスク数}) \times 100}{15}$$

これにより、薬剤の最小生育阻止濃度（MIC）と、無処理区の発病度と比較した阻害度から EC<sub>50</sub> 値（50% 生育阻止濃度）を求める。また、それぞれの菌株に対する EC<sub>50</sub> 値と標準感受性菌株に対する EC<sub>50</sub> 値との比を、その菌株の耐性度を表す指数 Rf 値（Resistance factor）とする。

## II ウリ類うどんこ病菌の DMI 剤感受性

本病の防除に DMI 剤は 1980 年代の初頭から広く用いられ、88 年に神奈川県と千葉県のカブで、トリアジメホンに対する耐性菌の出現とそれによる防除効果の低下が報告された（OHTSUKA et al., 1988；竹内・村田，1988）。その後、各地に耐性菌が広がっていることが明らかになっている。

2004～06 年にかけて、合計 11 県下から収集した 185 菌株の感受性検定を行った。キュウリが中心であるが、メロン、カボチャから採集された菌株も含まれる。その結果トリアジメホンの EC<sub>50</sub> 値は 0.005～26.1 ppm, Rf 値は 1～816, トリフルミゾールに対する EC<sub>50</sub> 値は 0.0011～1.8 ppm, Rf 値は 1～1,830 の範囲に広がって分布しており、その分布は三峰性を示した（図-1）。全農では、1990～92 年にかけて、やはり全国から収集したウリ類うどんこ病菌の DMI 剤に対する感受性の検定を行っている。このときは、感受性の分布は二峰性を示し、トリアジメホンでは Rf 値が 100 を超える菌株が多数見られたが、トリフルミゾールでは Rf 値が 100 を超える菌株は見つかっていない（中澤ら，1993）。このため、今回見られた三峰性を示す菌のうち最も感受性値の低いグループは、近年増加したものと考えられた。これらの菌株ではポット試験において、トリアジメホン、トリフルミゾールともに常用濃度で防除効果の低下が認められ、実際の防除においても影響があるものと考えられた（表-1, 2）。感受性値の最も高いグループは菌株数が少なく、感受性菌は現在ではかなり減少していると思われる。

収集した 11 県では、トリフルミゾール、トリアジメ

Resistance to DMI Fungicides in Powdery Mildew. By  
Toshiyuki TAKEDA and Keiko UCHIDA

（キーワード：うどんこ病，薬剤耐性，DMI 剤）

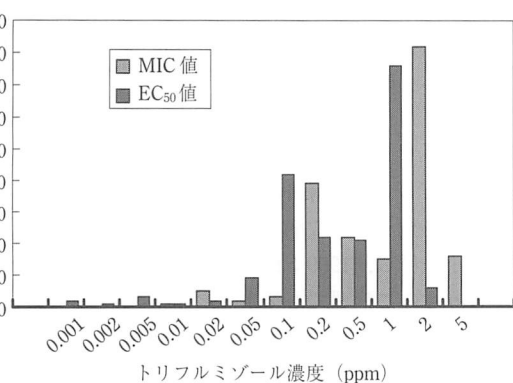
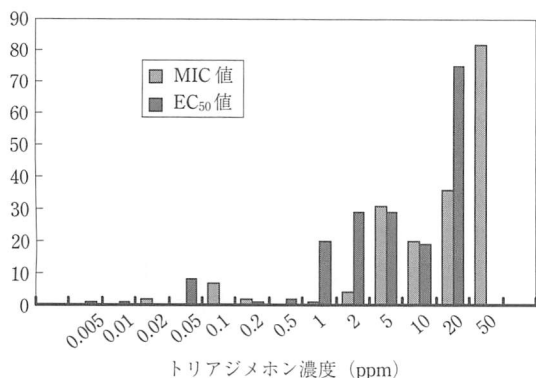


図-1 ウリ類うどんこ病菌の薬剤感受性分布 (2004～06年：185菌株)

表-1 感受性の異なるウリ類うどんこ病菌株に対するトリアジメホンの防除効果 (ポット試験)

処理濃度 (ppm)	対登録 <sup>a)</sup> 濃度比	防除価	
		K-7-2	05TOY-2
66.7	4	100.0	30.0
16.7	1	100.0	20.0
4.2	1/4	75.0	0.0
1.0	1/16	66.7	0.0
0.26	1/64	25.0	0.0
Rf 値		1	616

<sup>a)</sup> 登録濃度 16.7～25 ppm.

ホンともにすべての県で Rf 値が 100 を超える菌株が確認された。一般には Rf 値が 100 を超えた菌株は耐性菌であるとされるため、耐性菌は全国に広がっているものと判断された (表-3)。

なお、同じ DMI 剤であるトリアジメホンとトリフルミゾールの感受性値の相関は高いが、完全ではなかった (図-2)。

表-2 感受性の異なるウリ類うどんこ病菌株に対するトリフルミゾールの防除効果 (ポット試験)

処理濃度 (ppm)	対登録 <sup>a)</sup> 濃度比	防除価	
		K-7-2	05TOY-2
240	4	100.0	80.0
60	1	100.0	40.0
15	1/4	100.0	10.0
3.8	1/16	66.7	10.0
0.94	1/64	50.0	10.0
Rf 値		1	1,167

<sup>a)</sup> 登録濃度 60～100 ppm.

表-3 ウリ類うどんこ病菌の県別耐性菌割合

県名	トリアジメホン 耐性菌率 (%)	トリフルミゾール 耐性菌率 (%)	菌株数
岩手県	100	100	5
茨城県	32	24	25
栃木県	87	89	54
千葉県	75	100	4
東京都	68	68	19
神奈川県	55	86	29
富山県	30	40	10
岡山県	100	100	4
高知県	100	100	1
佐賀県	94	75	32
鹿児島県	100	100	2

Rf 値 100 以上の菌株を耐性菌とした。

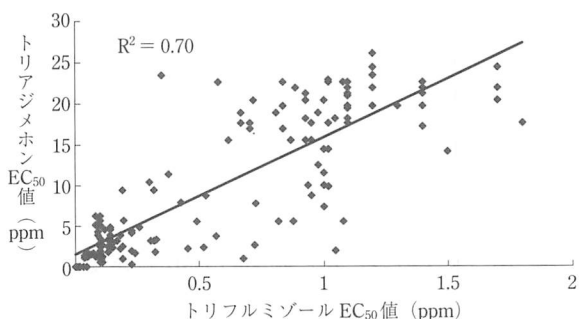


図-2 ウリ類うどんこ病菌のトリフルミゾールおよびトリアジメホンに対する感受性値 (EC<sub>50</sub> 値) の相関

今回収集された菌株のほとんどは、形態観察の結果、*Sphaerotheca fusca* (= *Podosphaera xanthii*) と判断されたが、185 菌株中 10 菌株は近年ウリ類に寄生することが報告された *Oidium* 属 *Reticuloidium* 亜属菌のうどんこ病菌と判断された (内田・宗, 2003)。これらの菌株はいずれも DMI 剤に感受性であった。このことは、

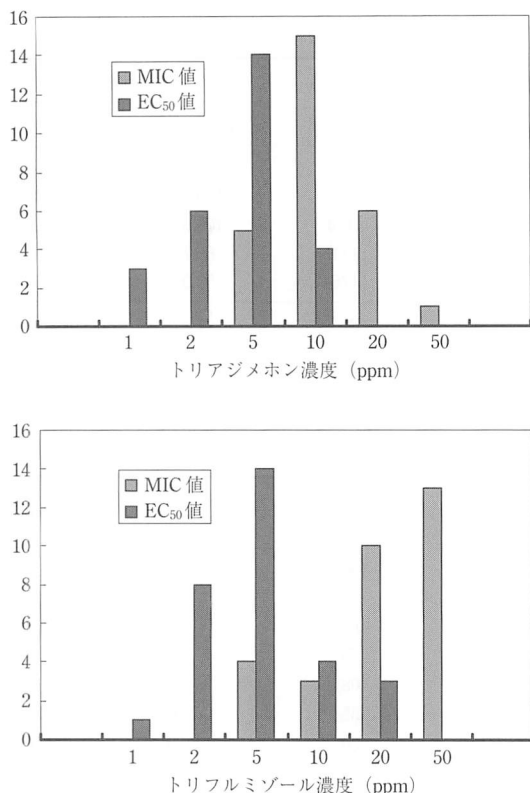


図-3 イチゴうどんこ病菌の薬剤感受性分布 (2004～06年: 30菌株)

*Oidium* 属 *Reticuloidium* 亜属のうどんこ病菌がウリ類に寄生するようになったのは最近であり、このために薬剤による淘汰をまだ十分受けていないことを示しているのかもしれない。この菌は、発病初期には優勢であるが栽培後期には *S. fusca* が優勢になると報告されている。この変遷は、DMI 剤などに対する感受性が高いために、薬剤防除による淘汰によりおきている可能性がある。

### III イチゴうどんこ病菌の DMI 剤感受性

DMI 剤はウリ類うどんこ病と同様に、1980 年代初めからイチゴうどんこ病防除に広く使われ始め、1992 年には感受性の低下した菌株の存在が報告されている (中野ら, 1992)。

今回、合計 6 県下から収集した 30 菌株の感受性検定を行った。EC<sub>50</sub> 値は、トリアジメホンが 0.57～10.2 ppm、トリフルミゾールが 1.5～28.3 ppm の一峰性の分布を示した (図-3)。イチゴうどんこ病菌については、現在残念ながら標準感受性菌株が存在しない。全

農では 1994 年、95 年に日本各地からイチゴうどんこ病菌を収集し、トリフルミゾール、マイクロブタニル、フェナリモルに対する感受性検定を実施したが、このとき既に完全な感受性菌と考えられる菌株は収集されなかった (武田, 2001)。これは、DMI 剤の使用開始前に収集した菌株が残っていないためである。シロバナノヘビイチゴに寄生するうどんこ病菌は、イチゴに寄生する菌と同一種とされている。そこで、過去に DMI 剤の使用経歴のないはずであるシロバナノヘビイチゴうどんこ病菌の薬剤感受性を検定したところ、トリフルミゾールの EC<sub>50</sub> 値は 0.05 ppm であった。これを感受性の基準にすると、今回のイチゴうどんこ病菌のトリフルミゾールに対する Rf 値は 30～566 となる。今後も、感受性の推移に注目する必要がある。

### おわりに

ストロビルリン系薬剤は、DMI 剤より後に上市されたが、ウリ類うどんこ病では耐性菌の発生が報告されている (小笠原ら, 1999; 武田ら, 1999; 石井ら, 1999)。イチゴうどんこ病菌でもストロビルリン系薬剤耐性菌が一部で発生している (内田・武田, 未発表)。また、ウリ類うどんこ病菌ではシフルフェナミドに対する耐性菌も確認されている (細川ら, 2006)。うどんこ病防除は耐性菌対策を心掛けながら行わなければならないのは明らかである。新規剤の開発は年々難しくなっており、既存剤を長く使っていく必要性は増している。ローテーション散布をはじめとした耐性菌対策の一層の徹底をはかっていく必要がある。

なお、本研究は、農林水産省「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」による研究成果である。

最後に、菌株の収集にご協力いただいた各地の試験場、大学と JA 関係者の皆様にお礼を申し上げる。

### 引用文献

- 1) 細川浩靖ら (2006): 日植病報 (講要) 72: 260～261.
- 2) 石井英夫ら (1999): 同上 65: 655.
- 3) 中野智彦ら (1992): 奈良農試報 23: 27～32.
- 4) 中澤靖彦ら (1993): 日植病報 (講要) 59: 321.
- 5) ———・大塚範夫 (1998): 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル, 日本植物防疫協会, 東京, p. 50～52.
- 6) 小笠原孝一ら (1999): 日植病報 (講要) 65: 655.
- 7) OHTSUKA, N. et al. (1988): Ann. Phytopath. Soc. Japan 54: 629～632.
- 8) 武田敏幸 (2001): 第 11 回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム講要集: 41～50.
- 9) ———・中澤靖彦 (1998): 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル, 日本植物防疫協会, 東京, p. 104～107.
- 10) ———ら (1999): 日植病報 (講要) 65: 655.
- 11) 竹内妙子・村田明夫 (1988): 同上 54: 389.
- 12) 内田景子・宗和弘 (2003): 同上 69: 40.