

イチゴうどんこ病のエルゴステロール合成阻害剤に対する 感受性の低下について

中野智彦・萩原敏弘・岡山健夫

Decreased Sensitivity of Strawberry Powdery Mildew to Ergosterol Biosynthesis Inhibitors

Tomohiko NAKANO, Toshihiro HAGIHARA and Ken'ō OKAYAMA

Summary

We investigated the effect of fungicides in four fields and the decreased sensitivity to fungicides.

1. Powdery mildew on strawberries (*Sphaerotheca humuli*) was tested for sensitivity to six fungicides in four fields, and the decreased sensitivity to bitertanol, fenarimol, triflumizole, triforin, and porioxin were detected.
2. After treatment with bitertanol, we observed a decrease in the efficiency of bitertanol at concentrations of 2,500 and 5,000 times. However, it showed good efficiency at 1,250 times.
3. After treatment with bitertanol, we observed simultaneous decrease in activity of bitertanol and triadimefon. This suggests the possibility of cross resistance between these two fungicides.
4. Runners with a new leaf and seedlings of diploid strawberry were used to test for sensitivity to fungicides. Similar results were indicated in this method and field tests. In this method, sensitivity to fungicides can be tested in a narrow place year round in a climate room.

Key word: powdery mildew, *Sphaerotheca humuli*, EBI, resistance to fungicides, cross resistance

緒 言

1980年代後半から、うどんこ病に罹病性の“とよのか”の作付が増加するにつれて、薬剤防除を行っているにもかかわらず果実に菌叢が発生する実被害がみられ、薬剤の効果が不十分であるとの農家の声が強まってきた。その原因を調査したところ、葉裏部の薬剤付着量がきわめて少ないため、効果が不十分であることが明らかになった^{4) 5)}。しかしながら、十分量の薬剤が散布されているにもかかわらず、うどんこ病に卓効を示すエルゴステロール合成阻害 (E B I) 剤の効果が低い圃場が認めら

れた。

そこで、筆者らはE B I剤に対するうどんこ病の感受性を明らかにするため、うどんこ病の簡易接種方法を考案して、現地圃場で採集したうどんこ病菌について薬剤感受性検定を行った。その結果を取りまとめて報告する。

材料および方法

1. 現地圃場における薬剤の防除効果の判定

大和郡山市新庄町の3圃場 (以下新庄1、2、3と略記)、橿原市鳥屋町の1圃場において、E B I剤として

ビテルタノール水和剤5,000倍、トリフルミゾール水和剤5,000倍、フェナリモル水和剤4,000倍、トリホリン乳剤2,000倍の4薬剤と、有機銅剤のDBEDC乳剤1,000倍の計5薬剤(以下“水和剤”、“乳剤”は省略)についてうどんこ病の防除効果を検討した。供試品種に“とよのか”を用い試験区を1区2㎡3反復とした。薬剤散布は、鳥屋町で2月11日、新庄町1、2で5月11日、新庄町3では12月13日に1区あたり1.5ℓを手動式噴霧器で行った。発病調査は薬剤散布日から7日後に1区10株270小葉について行い、発病葉率と発病度を算出した。

発病度は、小葉に形成した病斑の面積比をもとに下記の基準に従って発病程度を調査し次式により算出した。

病斑なし：0、散見されるもの：1、葉の1/4以下にみられるもの：2、葉の1/2以下：3、葉の1/2以上：4

$$\text{発病度} = \frac{\sum (\text{病斑面積の指数} \times \text{葉数}) \times 100}{4 \times \text{調査葉数}}$$

防除値は(無処理区発病度 - 処理区発病度) / 無処理区発病度 × 100 として算出した。

2. 薬剤の防除効果簡易検定

1) ランナーの先端小葉を用いた方法

“とよのか”の展葉直後のランナーを親株から切りとり、直ちに小葉部を供試薬液に浸漬し、十分に振とうして気泡を取り除き1時間風乾した後、うどんこ病菌を接種した。接種は新鮮な菌叢が生じている果実を小葉の裏側に軽く押し付けて分生胞子を付着させ、室温20℃、湿度60~70%、蛍光灯による8,000 lx 照明の恒温室内に静置した。供試菌には新庄町2のビテルタノール2回散布圃場から採集した菌(B菌)を用いた。発病調査は処理日から7日後に1薬剤当り15本のランナーの全小葉について行い、発病葉率と発病度を算出した。

2) *Fragaria iinumae* の実生苗を用いた方法

F. iinumae (2倍体のイチゴ)種子を72穴プラグトレイに播種して、5~6葉に育成した苗(以下実生苗)を、1区6株、トレイのまま6穴ずつ切り取って供試した。その実生苗に供試薬液を葉裏にも十分かかるように散布し、風乾後、高さ30cm、直径25cmのアクリル製円筒をかぶせ、うどんこ病罹病葉の新鮮な病斑の分生胞子を円筒の上部から小筆で静かに払い落として接種した。供試菌には橿原市四条町の殺菌剤無使用圃場から採集した菌(N菌)を用いた。

3. ビテルタノール剤およびトリアジメホン剤に対するうどんこ病の感受性検定

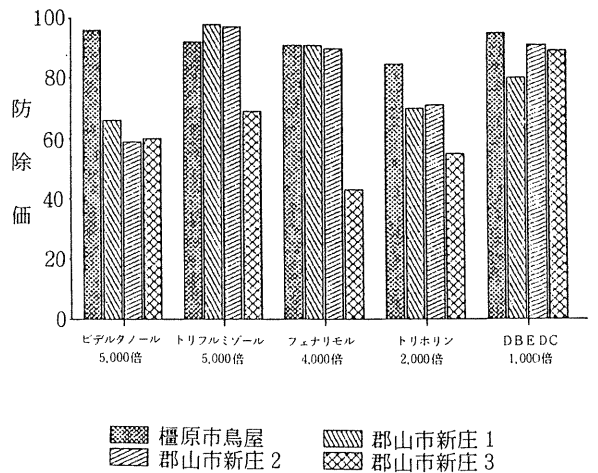
ランナー小葉および実生苗にビテルタノール1,250倍、2,500倍、5,000倍をそれぞれ散布し、風乾後、うどんこ病B菌を接種して薬剤感受性を検定した。

次に、N菌とB菌についてビテルタノールの処理後の薬剤感受性の変化を調査するため、ビテルタノール2,500倍処理区で生き残った菌叢を20日間実生苗上で培養したうどんこ病菌について、ビテルタノール650倍、1,250倍、2,500倍、5,000倍とトリアジメホン2,000倍に対する感受性を前項の方法で検定した。

結 果

1. 現地圃場における薬剤の防除効果

新庄町、鳥屋町において、いずれの調査圃場でも無処理区の発病葉率は、27.7%から32.5%、発病度も8.7から10.8であり、圃場間の発病程度はほとんど変わらなかった。薬剤の防除効果は、鳥屋町では供試したいずれの薬剤も防除値が90前後と高かったが、新庄1と新庄2ではトリホリン2,000倍がそれぞれ70、71とやや低く、ビテルタノール5,000倍の防除値が66、59と低かった。他のE B I剤は90以上と高かった。新庄3ではE B I剤の効果はトリフルミゾール5,000倍が69とやや低く、フェナリモル4,000倍が43と著しく低かった。有機銅剤のDBEDC1,000倍はいずれの圃場でも95から80と効果が高かった(第1図)。

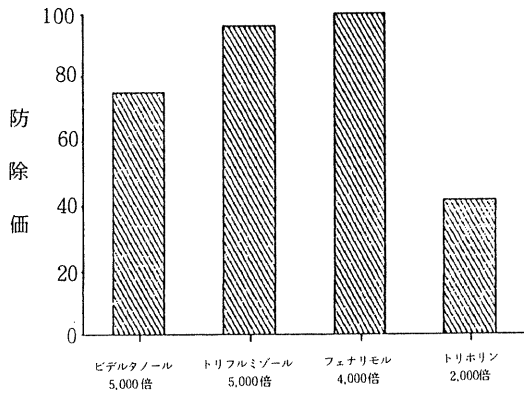


第1図 現地圃場でのイチゴうどんこ病に対する薬剤の効果
Fig.1 Effect of fungicides to powdery mildew at four fruit production fields in Nara.

2. 薬剤の防除効果簡易検定法

1) ランナーの先端小葉を用いた検定

新鮮な菌叢が生じている果実を薬剤処理していないランナーの先端葉の裏側に押し付けて接種したところ、発病葉率は100%、発病度は83.3であり、接種後1週間ですどんこ病を確実に感染させることができた。供試薬液に浸漬して風乾したランナーの先端小葉にビテルタノール2回散布圃場から採集したうどんこ病B菌を接種したところ、トリフルミゾール5,000倍は防除価が96、フェナリモル4,000倍は100と高かったが、ビテルタノール5,000倍は75とやや低く、トリホリン2,000倍は42と防除価が著しく低かった(第2図)。



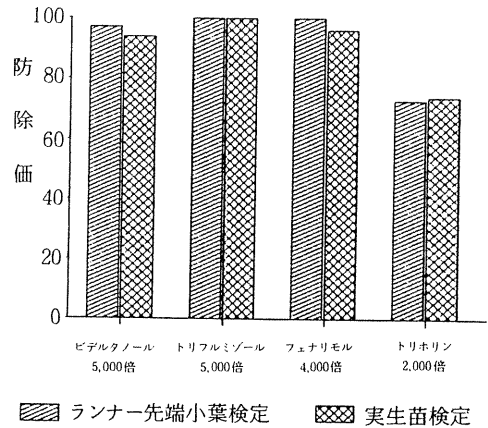
第2図 ランナー先端小葉を用いた薬剤のうどんこ病菌¹⁾に対する防除効果

1) ビテルタノール2回散布圃場から採集した菌

Fig. 2 Effect of fungicides to powdery mildew on runners with a new leaf.

2) 実生苗を用いた検定

殺菌剤無使用圃場から採集したうどんこ病N菌を前項と同様に実生苗とランナー先端小葉に接種した。実生苗を用いた場合、発病葉率は100%で、発病度は58.3であり、うどんこ病菌を容易に感染させることができた。この条件下で薬剤を前処理した場合、ビテルタノール5,000倍、トリフルミゾール5,000倍、フェナリモル4,000倍は防除価が100から94と高い防除効果を示したが、トリホリン2,000倍は74とやや低かった。また、ランナー先端小葉を用いた場合も同様の傾向を示した(第3図)。



第3図 実生苗を用いた薬剤のうどんこ病菌¹⁾に対する防除効果

Fig. 3 Effect of fungicides to powdery mildew on seedlings of diploid strawberries.

3. うどんこ病菌の薬剤感受性

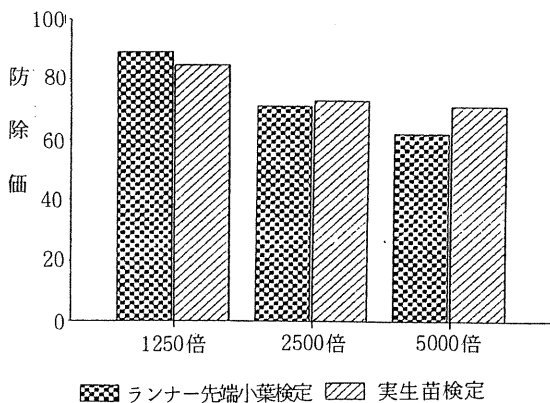
1) ビテルタノールの濃度とうどんこ病菌の感受性の関係

ビテルタノール2回散布圃場から採集したB菌に対するビテルタノールの濃度別防除価を、実生苗とランナー先端葉を用いて検定したところ、1,250倍では実生苗を用いた場合85、ランナー先端葉で89と両検定ともにビテルタノールの効果が認められた。しかし、慣行濃度の5,000、2,500倍ではともに70前後と低く、B菌の感受性低下が認められた(第4図)。

2) ビテルタノールを処理したうどんこ病菌のビテルタノールおよびトリアジメホンに対する感受性

ビテルタノール2,500倍処理後、生き残った菌叢を実生苗で増殖し、前項と同様に感受性を検定した。その結果、B菌はビテルタノール5,000、2,500倍での防除価がそれぞれ71から26、73から59と低下した。これまでビテルタノールを散布していないN菌もそれぞれ96から74、92から80と感受性が低下したが、1,250倍では96から100と感受性の低下は認められなかった(第1表)。また、N菌、B菌はトリアジメホン2,000倍の防除価がそれぞれ94から72、46から40と低下し、トリアジメホンに対しても感受性は低下した(第5図)。

なお、ビテルタノール処理前後の発病葉率を比較すると、B菌は39.7%から48.9%、N菌は24.1%から48.8%といずれもビテルタノール処理後に残存した菌の接種による発病葉率が高かった(第1表)。



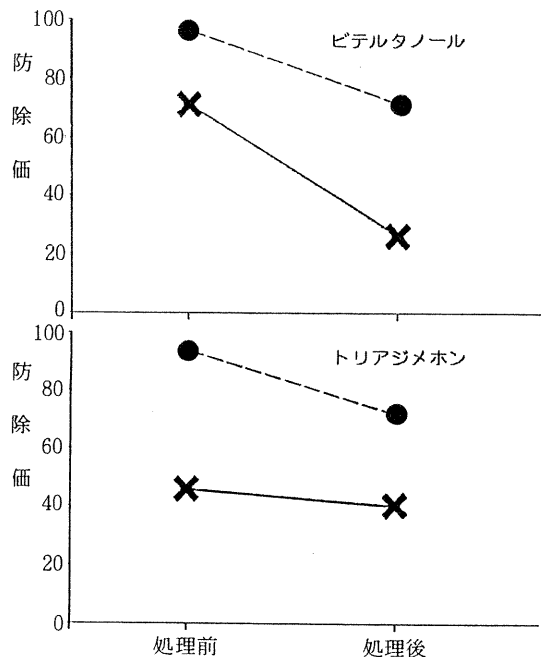
第4図 うどんこ病菌¹⁾に対するビテルタノールの濃度別防除効果

1) ビテルタノール2回散布圃場から採集した菌

Fig.4 Effect of three concentrations of bitertanol to powdery mildew

考 察

イチゴうどんこ病のEBI剤に対する感受性の低下については、BALら²⁾がビテルタノールに対する低下について報告しているが、国内では確認されていない。今回、現地圃場での防除試験において、有機銅剤のDBEDCの防除効果は認められたが、EBI剤であるフェナリモル、トリフルミゾール、ビテルタノール、トリホリンの効果はかなり劣った。そこで、EBI剤が産地で多用されていることから、EBI剤に対するうどんこ病の



●--● N菌 薬剤無散布圃場から採集した菌

×--× B菌 ビテルタノール2回散布圃場から採集した菌³⁾

第5図 ビテルタノール処理後のうどんこ病菌に対するビテルタノールとトリアジメホンの防除効果

Fig.5 Effect of bitertanol and triadimefon to powdery mildew which have been treated with bitertanol.

第1表 うどんこ病菌のビテルタノールに対する感受性の変化

Table.1 Change of effect of bitertanol to powdery mildew which been treated with bitertanol.

供試菌	ビテルタノール 処 理 濃 度	ビテルタノール処理前の菌			ビテルタノール処理後の菌 ³⁾		
		発病葉率 (%)	発病度	防除価	発病葉率 (%)	発病度	防除価
B菌 ¹⁾	650倍	-	-	-	0	0	100
	1,250倍	9.8	2.9	85	10.0	2.5	90
	2,500倍	13.7	5.4	73	31.8	10.2	59
	5,000倍	16.9	5.7	71	50.0	18.4	26
	無処理	39.7	19.4	-	48.9	25.0	-
N菌 ²⁾	650倍	-	-	-	0	0	100
	1,250倍	2.1	0.5	96	0	0	100
	2,500倍	6.7	1.6	92	17.6	6.4	80
	5,000倍	2.1	0.5	96	27.8	8.3	74
	無処理	24.1	11.6	-	48.8	32.1	-

1) ビテルタノール2回散布圃場から採集 2) 薬剤無散布圃場から採集

3) ビテルタノール2,500倍処理後、生き残った菌そうを20日間培養した菌

感受性について検討した。

うどんこ病のような絶対寄生菌に対する薬剤の検定は、宿主の上で行うのが一般的である。室内での検定としては、キュウリうどんこ病について、Schepersら⁵⁾が検定薬液の上に浮かべたリーフディスクの上に分生胞子を振りかけて接種しているが、イチゴうどんこ病菌については、きわめて感染しにくい検定に用いることができない。そこで筆者らは、ランナー小葉、実生苗にうどんこ病菌の分生胞子を接種する方法を検討したところ、短期間の内に高率に感染させることができた。ランナー小葉は感染率が高いが、利用できる時期がランナーの発生が多い春から秋に限定され、実生苗は感染率がやや劣るが、周年用いることができる。両者とも小面積で多量に検定することができ、効率のよい薬剤効果検定方法と考えられる。

この方法を用いて、圃場試験で防除効果の劣ったピテルタノールに対するうどんこ病の感受性について検定したところ、慣行使用濃度(5,000、2,500倍)の1回散布でも薬剤感受性低下がみられた。しかし高濃度(1,250倍)の薬剤処理では効果が持続していることから、この濃度での感受性低下菌は出現していないものと考えられる。

ピテルタノールを2回散布した圃場から採集したB菌は、ピテルタノールだけでなくトリアジメホンに対してもすでに感受性が低く、ピテルタノール処理を加えるとさらに低下した。また、薬剤無散布圃場から採集したN菌についても、ピテルタノールの1回処理で、感受性が低下すると同時にトリアジメホンに対する感受性も低下し、トリアジメホンに対する交差耐性を持つことが示唆された。また、供試したB菌、N菌はEBI剤を処理することによって発病率、発病度を高め、処理後の病原性が強くなっているものと考えられる。その傾向はすでに薬剤感受性の低下のみられるB菌の方がその傾向が強くなり、EBI剤の処理が病原性に影響したものと推察される。このことについて、BALら²⁾もイチゴうどんこ病菌は薬剤感受性低下菌の病原性のほうが強いとしている。薬剤感受性低下菌の病原性が感受性菌より強い場合、イチゴうどんこ病菌は生活環をイチゴ植物体上で完結することから、次期作のイチゴ栽培圃場での感受性低下菌の割合が高まり、感受性回復が容易でないことが懸念される。また、イチゴうどんこ病に登録のあるEBI剤は年々増加しており、供試した4薬剤の他に2薬剤があり、今後、これらの薬剤のなかで交差耐性を有することが予想される。したがって、本検定法を用い、産地でのEBI剤に対するうどんこ病菌の感受性の動向を的確に把握し、薬剤感受性を考慮した薬剤のローテーションを組立てる必要がある。

謝 辞

2倍体イチゴ(*Fragaria iinumae*)の種子を分譲していただいた横浜国立大学の織田教授に深謝の意を表す。

摘 要

イチゴうどんこ病は“とよのか”等の罹病性品種の作付増加ともなっており、薬剤による防除効果の低下が問題になっている。そこで圃場での薬剤の防除効果の判定を行うと同時に、室内での検定法を開発し、薬剤感受性低下について検討した。

1. 現地圃場で薬剤の効果判定を行ったところ、EBI剤であるフェナリモル、トリフルミゾール、ピテルタノール、トリホリンの防除価が低い圃場が確認された。
2. ランナー先端小葉、2倍体イチゴ苗に、うどんこ病菌の分生胞子を接種することにより、高率に感染させることができ、効率的に薬剤の防除効果が判定できた。
3. ピテルタノール2,500倍処理で生き残ったうどんこ病菌は同剤に対する感受性低下がみられ、同時にトリアジメホンに対する感受性低下もみられた。しかし、ピテルタノール1,250倍に対しては感受性低下はみられなかった。

引用文献

1. 我孫子和雄. 1982. *Sphaerotheca humuli* (DC.) Burr. の寄生性分化に関する研究. 野菜試験場報告. A.10: 69-74
2. BAL, E. and G. GILLES. 1986. Problem of resistance in powdery mildew control on strawberries. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent. 51/2b: 707-714
3. HEANEY, S. P. G. J. HUMPHREYS, R. HUTT, P. MONTIEL and P. M. F. E. JEGERINGS. 1984. Sensitivity of barley powdery mildew to systemic fungicides in the U.K. British Crop Protection Conference: 459-464
4. 中野智彦・谷川元一・萩原敏弘・岡山健夫. 1991. イチゴうどんこ病 (*Sphaerotheca humuli*) に対する防除効果と葉面の農薬付着量. 関西病虫研報. 33: 71-72.
5. SCHEPERS, H. T. A. M. 1984. Persistence of resistance to fungicides in *Sphaerotheca fuliginea*. Neth. J. Pl. Path. 90: 14-20

6. 谷川元一・中野智彦・萩原敏弘・岡山健夫・瀬崎滋
雄. イチゴうどんこ病 (*Sphaerotheca humuli*) に

対する薬剤の防除効果と葉面における薬剤の付着量
との関係、日本農薬学会投稿中