

イチゴうどんこ病防除薬剤の付着と薬剤感受性検定

神頭武嗣*・高木廣*・長田靖之**・永岡治***

要 約

イチゴのうどんこ病防除のため、効果的な薬剤散布方法と薬剤感受性について検討した。

- 1 イチゴ葉裏への薬剤付着量は、吐出量の大きい新規スズランノズルの使用により、従来の慣行ノズルに比較して1.5倍に増加し、散布ムラが少なくなった。
- 2 内成り栽培におけるイチゴ果実への薬剤付着量は、果実陽表に比べ、陽裏面への付着量が極端に少ないことが明らかになった。
- 3 うどんこ病菌の薬剤感受性検定を実施したところ、DBEDC剤、ミクロブタニル剤は感受性が高かったが、トリフルミゾール剤やキノキサリン系剤で感受性が低下していた。
- 4 ほ場試験よりイチゴうどんこ病の有効な防除薬剤はオレイン酸ナトリウム剤であった。

Efficient deposition of fungicides and their inhibitory effects on strawberry powdery mildew

Takeshi KANTO*, Hiroshi TAKAKI*, Yasuyuki OSADA** and Osamu NAGAOKA***

Summary

In this study, we investigated how to control strawberry powdery mildew.

- (1) The deposition rate increased by using a line nozzle by which large amounts of fungicide can be sprayed.
- (2) The deposition of fungicide on the lower half surface of strawberry fruit was very small, in case of inside fruit cultivation.
- (3) Triflumizole and chinomethionat were not effective to control the disease, but DBEDC and myclobutanil were relatively effective.
- (4) As a result of a field test, the most effective fungicide was sodium oleate.

キーワード：イチゴうどんこ病菌，薬剤付着，薬剤感受性

緒 言

イチゴうどんこ病菌 (*Sphaerotheca aphanis* var. *aphanis*) は、イチゴの果実、果梗、葉表、葉裏に寄生し、白色うどんこ状の菌叢を形成する。特に果実に発生すると、直接減収につながる重要病害である。市場ニーズにより日持ちの良いイチゴが求められるようになり、うどんこ病に罹りにくいが果皮が軟らかい「宝交早生」に代わりうどんこ病罹病性だが果皮が硬い「とよのか」が西日本で急速に普及した²⁾。兵庫県においても昭和63年頃より「とよのか」が栽培されるようになった。「とよのか」の

栽培が増えるにつれてうどんこ病の発生が多くなり、その防除対策が切望されるようになった。

イチゴうどんこ病に対し、当初 EBI 剤の効果が卓越していたため発病は抑制されていたが、最近では効力低下が目立ち、防除効果の低下が認識されるようになった。

その原因について金磯ら³⁾は、薬剤による防除の場合、薬液の付着状況が悪いため、防除効果が上がらないことを指摘している。一方、中野ら⁴⁾は EBI 剤に対するうどんこ病菌の薬剤感受性低下が大きな要因であると報告している。

そこで、筆者らは、兵庫県におけるイチゴうどんこ病防除対策を考える上で、その原因究明をするため、生産現場で多く取り入れられている内成り栽培において、薬剤散布機材(噴口)の比較による葉裏の薬剤付着量と果

1998年8月31日受理

* 病害虫防除所 ** 中央農業技術センター

*** 神戸農業改良普及センター

実への付着量、薬剤感受性検定等について検討したので報告する。なお、本研究の一部は、平成8年度日本農薬学会大会において発表した。

本研究を進めるに当たり、貴重なご助言をいただいた山口県専門技術員の平松禮治博士並びに、本病の現地試験において多大なご協力をいただいた神戸市西農業協同組合岩岡イチゴ部会の皆様に対し感謝します。

材料及び方法

1 散布ノズルの吐出量と葉裏への付着量

ノズルの吐出量の違いによる葉裏への付着量調査は、1994年10月、神戸市西区岩岡町の内成り栽培のイチゴビニールハウス(205㎡, 9月中旬定植, 株間25cm, 土耕)2棟, 品種は「とよのか」を用いて実施した(図1)。ハウスの入口付近, 中央部, ハウス奥の3カ所で1カ所につき直径4cmのろ紙を9枚ずつ, 展開第3~5葉の葉裏に無作為にホッチキスで取り付けた。供試薬剤はマイクロブタニル10%水和剤4,000倍液(展着剤ネオエステリン10,000倍添加)を用いた。ノズルは, 慣行の「長十頭口(コーンタイプ)」7.35ℓ/min(35kg/cm²)と, 新規の「新広角スズラン五頭口」10.1ℓ/min(30kg/cm²)を用い, 各ハウス1棟ずつ各々250ℓ/10aの割合で扇状にノズルを振りながら, イチゴに対し真横~斜め45度から散布した。薬剤の付着したろ紙を風乾後, 散布場所別に3枚1組で共栓付三角フラスコに回収し, アセトン50mlで抽出, そのままFTD付ガスクロマトグラフ(日立G-3,000)で分析した。分析で得られたマイクロブタニル重量をろ紙の面積で除して付着量とした。

2 果実への付着量

果実への付着状況は, 1996年3月に内成り栽培において調査した。神戸市西区岩岡町のイチゴハウス(205㎡, 1995年9月中旬定植, 株間25cm,)2棟, 品種は「とよのか」を用いて実施した。供試ノズルは「長十頭口

(コーンタイプ)」7.35ℓ/min(35kg/cm²)で, 展着剤ネオエステリン10,000倍を添加したマイクロブタニル10%水和剤4,000倍液(25ppm)と, マイクロブタニル25%乳剤5,000倍液(展着剤なし;50ppm)をそれぞれ300ℓ/10aの割合で1棟ずつ散布した。薬剤付着量調査は, ハウス入口付近, 中央, 奥の3カ所から果実5個ずつを採集した。

サンプリングは, 着果している熟果をナイフで陽表と陽裏に2等分し, 各々ガラス瓶に入れて回収した。ホモジナイズ後-20℃で凍結, 20日後に解凍し, 各サンプル20g(2回反復)をアセトンで抽出, ヘキサン転溶後, 精製せずFTD付ガスクロマトグラフ(日立G-3,000)で分析した。併せて, 分析精度を確認するためマイクロブタニルを0.4ppmとなるよう添加し, 回収率を求めた。得られた分析結果を基に果実表面の付着量を計算した。すなわち, 果実27個(2.3~24.0g)について1個ずつアルミ箔で覆い, これを丁寧に剥いで, コピーを撮り, 方眼紙上で面積を計算し, 表面積とするとともに, 重量を量り, 表計算ソフト(EXCEL-Ver.5)を用いて相関式を作成した。得られた次式 $y=7.363+2.31x-0.02x^2$ ($R^2=0.979$)より表面積を求めた。

3 うどんこ病菌の薬剤感受性検定

薬剤感受性検定は, 1995年と1996年のいずれも7月に実施した。供試薬剤はトリフルミゾール30%水和剤3,000倍, キノキサリン系25%水和剤4,000倍(1996年は3,000倍), DBEDC20%乳剤1,000倍(1996年は800倍), マイクロブタニル10%水和剤4,000倍(1996年はマイクロブタニル25%乳剤5,000倍)とした。検定に供試するランナーは, 神戸市西区岩岡町の代表農家の親株床より無病徴の4~5番ランナーを採集した。うどんこ病菌は神戸市西農業協同組合岩岡イチゴ部会役員の農家(1996年は4戸, 1997年は3戸)のほ場より, 農家毎にイチゴ罹病葉とともに採集した。

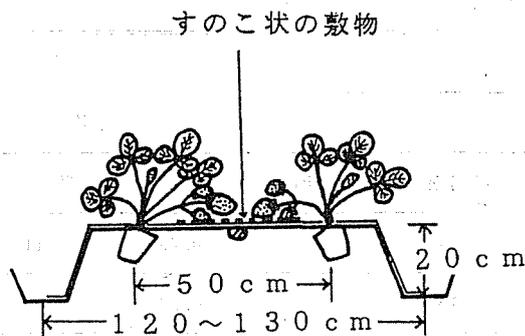


図1 内成り栽培(「とよのか」のポット育苗による促成栽培指針より)

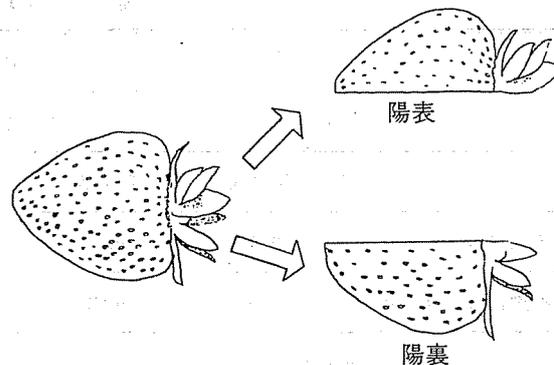


図2 イチゴ果実の陽表と陽裏

採集したランナーを上記薬剤に各々4株ずつ10秒間葉裏が薬液でよく濡れるよう浸漬した。風乾後各農家毎に採集したうどんこ病菌を筆でランナー葉裏に散粉接種し、直径4cm高さ10cmの試験管に入れ、蒸留水20mlを分注、アルミ箔で覆った。恒温器内に置き、20℃16時間照明で9日間培養後、葉裏の発病状況を調査した。

なお、無処理区は浸漬処理をせず処理区同様にうどんこ病菌を筆で接種した。

発病調査は、葉裏の病斑面積がA:葉面積の51%以上、B:26~50%、C:11~25%、D:1~10%にわけて調査し、発病度、防除価を次の式により算出した。

$$\text{発病度} = \frac{4A+3B+2C+D}{4 \times \text{調査小葉数}} \times 100$$

$$\text{防除価} = 100 - \frac{\text{処理区の発病度} \times 100}{\text{無処理区の発病度}}$$

4 有効薬剤の検索

中央農業技術センターほ場において、1997年3月4日、各種EBI剤に感受性が低下していると思われるうどんこ病菌を供試して、使用頻度の高い薬剤を用いて防除効果試験を実施した。すなわち、うどんこ病中発生条件下のビニールハウス(1996年10月中旬定植、品種「とよのか」)で各区25株2反復で行った。供試薬剤は、DBEDC20%乳剤800倍、ミクロブタニル10%水和剤4,000倍、DBEDC20%乳剤800倍とミクロブタニル10%水和剤の混用、オレイン酸ナトリウム20%液剤100倍を肩掛け式噴霧器を用いて各薬剤とも300ℓ/10aの割合で散布した。散布9日後発病状況を調査した。調査方法は、25株の全小葉を発病程度別に葉裏の病斑面積がA:葉面積の51%以上、B:26~50%、C:11~25%、D:1~10%にわけて調査し、前項の式により発病度、防除価を算出した。

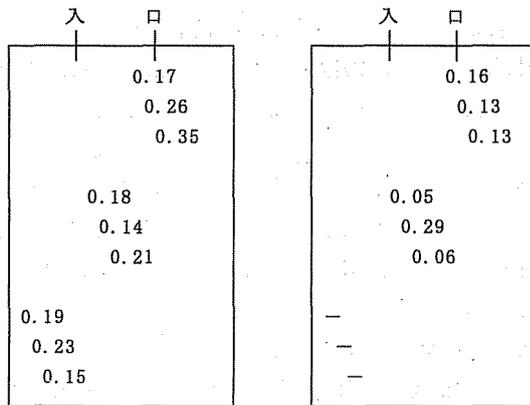


図3 ノズルの違いによる場所別葉裏のミクロブタニル剤付着量(μg/cm³:1994年)

結 果

1 散布ノズルの吐出量と葉裏への薬剤付着量

散布ノズルの吐出量の違いによる付着は、表1のとおりで、「長十頭口」の付着量が0.14 ± 0.087 μg/cm²であっ

表1 吐出量の異なるノズルによる葉裏付着量(1994年)

新広角スズラン五頭口		長十頭口(コーンタイプ)	
検出限界	0.03 μg/cm ³	検出限界	0.03 μg/cm ³
平均	0.21 ± 0.065 μg/cm ³	平均	0.14 ± 0.087 μg/cm ³
CV値	31.0%	CV値	62.1%

表2 イチゴ果実へのミクロブタニル剤の付着量(μg/cm²:1996年)

	ハウス内の位置							
	入口		中央		奥		平均	
	陽表面	陽裏面	陽表面	陽裏面	陽表面	陽裏面	陽表面	陽裏面
乳剤区(50ppm)	0.30	0.17	0.27	0.09	0.24	0.07	0.28	0.11
水和剤区(25ppm)	0.27	0.09	0.22	0.09	0.16	0.10	0.22	0.09

※ 検出限界 0.02 μg/cm³

たのに比べ、「新広角スズランノズル」の付着量が0.21 ± 0.065 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ と1.5倍も多かった。また、「長十頭口」使用区では、図3に示すとおりハウス中央部において付着量にばらつきがみられたが、「新広角スズランノズル」使用区では、場所によるばらつきは小さかった。散布ムラを示すCV値で比較すると、「長十頭口」使用区の方が、「新広角スズランノズル」使用区の2倍となった。

2 果実への付着量

内成り栽培における果実への付着は、表3に示すとおりで、ミクロブタニル乳剤区において、果実陽裏面の付着量は0.11 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ と、陽表面の0.28 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ に比べ、半量以下と少なかった。また、水和剤区においても乳剤区同様、果実陽表面に2倍以上の付着量であった。乳剤と水和剤を比較すると果実陽表面、陽裏面とも乳剤の方が付着量が多く、有効成分濃度の高い乳剤が付着量は多かった。

なお、このときの添加回収率は75%、検出限界は0.02 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ であった。

3 うどんこ病菌の薬剤感受性検定

1995年、1996年の薬剤感受性検定結果は、表3、表4に示した。DBEDCの1995年の防除価は4農家とも90以上で感受性は高かったが、1996年は57.1～68.0と感受性はやや低下傾向を示した。ミクロブタニル剤(1995年は水和剤、1996年は乳剤)は、1995年、1996年とも防除価は80以上で、感受性は高く安定していた。

キノキサリン系水和剤については、1995年は1農家を除き、防除価は、0～37.3、1996年も防除価21.4～31.2と感受性は低かった。トリフルミゾール水和剤についても1995年2戸の農家で防除価33.3～35.9、1996年は3戸で48.9～57.1と感受性は両年とも低下していた。このように、1995年と1996年ではうどんこ病菌の採集農家が異なっていたこともあるが、キノキサリン系水和剤、トリフルミゾール水和剤は感受性が低く、DBEDC乳剤はやや低下傾向を示した。

4 有効薬剤の検索

うどんこ病中発生条件下で、薬剤感受性がやや低下していると思われるうどんこ病菌を供試して、有効薬剤の

表3 イチゴうどんこ病菌の薬剤感受性検定(1995年)

薬剤名	希釈倍率	うどんこ病菌							
		A 農家菌		B 農家菌		C 農家菌		D 農家菌	
		発病度	防除価	発病度	防除価	発病度	防除価	発病度	防除価
DBEDC20%乳剤	1,000倍	2.8	96.7	6.7	91.1	2.8	95.0	1.7	99.9
キノキサリン系25%水和剤	4,000倍	53.3	37.3	85.4	0	11.9	78.6	61.7	12.9
トリフルミゾール30%水和剤	3,000倍	20.0	76.5	50.0	33.3	35.7	35.9	26.7	62.3
ミクロブタニル10%水和剤	4,000倍	15.0	82.4	2.1	97.2	8.3	85.1	2.1	97.0
無 処 理	-	85.0	-	75.0	-	55.7	-	70.8	-

表4 イチゴうどんこ病菌の薬剤感受性検定(1996年)

薬剤名	希釈倍率	うどんこ病菌					
		E 農家菌		F 農家菌		G 農家菌	
		発病度	防除価	発病度	防除価	発病度	防除価
DBEDC20%乳剤	800倍	33.3	66.7	37.5	57.1	31.3	68.0
キノキサリン系25%水和剤	3,000倍	68.8	31.2	68.8	21.4	75.0	23.4
トリフルミゾール30%水和剤	3,000倍	50.0	50.0	37.5	57.1	50.0	48.9
ミクロブタニル25%乳剤	5,000倍	6.2	93.8	6.3	92.8	6.3	93.6
無 処 理	-	100	-	87.4	-	98.4	-

防除効果を検討した。その結果は表5に示すとおりで、DBEDC乳剤の防除価は、30.1と効果は低かった。また、ミクロブタニル水和剤の防除価は、0と防除効果は全く認められなかった。DBEDC乳剤とミクロブタニル水和剤の混用でも防除価は36.8とあまり上がらなかった。オレイン酸ナトリウムは防除価が52.0と供試薬剤中最も高かった。

考 察

イチゴうどんこ病に対して薬剤の付着量は、平松⁵⁾や谷川⁶⁾も報告しているように、葉表に比べて、葉裏の付着量が極端に少ない。これは、イチゴが他の作物と比較して草丈が低く、葉も地面に対して覆性なためである。加えて、「とよのか」は他の品種より覆性が強く、葉が大きい⁶⁾ことから葉裏へ薬剤が到達しにくいと考えられる。今回の調査より吐出量の多い「新広角スズランノズル」を扇状にイチゴに対して真横あるいは斜めから振ることで、付着効率を上げられることが明らかになった。さらに、このノズルを用いることにより、葉裏の付着量が多くなり、散布ムラを減らすことができるものと考えられる。金磯⁹⁾は散布薬量も重要な要因であると指摘しており、吐出力が強いと、一定時間内に多くの薬量を散布することとなり、散布作業時間の短縮にもつながると思われる。

内成り栽培では、果実への付着量を考えると果実陽表より陽裏の付着が悪く、また葉裏よりも付着量は少ないことが明らかとなった。今後、「新広角スズランノズル」の使用により、付着量は上がるものと考えられる。しかし、果実に対する薬剤の効果は、葉に対する効果より劣ると岡山山⁷⁾は指摘しており、イチゴ果実の表面構造自体が薬液の付着しにくい構造となっている可能性や、図

1のとおり果実陽裏面が敷物と接触し薬液が付着しにくい状態にあることなども大きな要因と考えられる。今後、ひも等で果梗を固定し、果実を浮かせるなど、栽培方法の改善も含めた検討が必要と思われる。

もう一つの要因である薬剤感受性については、農家によって感受性に变化が認められた。これは農家の各薬剤の使用頻度の違いによるものと考えられる。従って、本県におけるイチゴうどんこ病のまん延は、薬剤付着量による効果のふれのみではなく、薬剤感受性の低下も大きな要因であると考えられる。神戸市西区岩岡町で採集した各うどんこ病菌は、表3、表4のとおり、いずれもEBI剤のミクロブタニル剤に対して感受性が高かったのに対し、表5のとおり中央農業技術センター内ほ場で実施した薬剤のほ場効果試験では、ミクロブタニルの効果は認められず、DBEDC剤の効果も低かった。このことは、中央農業技術センター内のうどんこ病菌がミクロブタニル剤及びDBEDC剤に対し感受性が低下しているため、このような結果になったものと考えられた。

現在、うどんこ病防除はEBI剤であるトリフルミゾール、ピテルタノール、フェナリモル、ミクロブタニル、ピリフェノックスなどが中心である。しかし、これら薬剤は作用機構が同じであり⁸⁾、薬剤間には弱い交差耐性傾向が認められており⁹⁾、EBI剤の感受性低下傾向やほ場試験の効果減退が認められたものと考えられる。一方、銅剤であるDBEDC剤についても、1995年の農家から得られたうどんこ病菌は高い薬剤感受性を示したが、1996年の農家から得られたうどんこ病菌は感受性がやや低い傾向にあった。うどんこ病菌は一般に細胞壁にリピドを多量に含んでおり、硫酸銅のような銅剤の侵入を抑える¹⁰⁾との記述もあることから、感受性低下の原因についてはEBI剤も含め今後さらに検討が必要である。うどんこ

表5 ほ場における薬剤の防除効果(1997年)

薬剤名	希釈倍率	発病度	防除価
DBEDC20%乳剤	800倍	15.6	30.1
ミクロブタニル10%水和剤	4,000倍	24.0	0
DBEDC20%乳剤 +ミクロブタニル10%水和剤	800倍 4,000倍	14.1	36.8
オレイン酸ナトリウム20%液剤	100倍	10.7	52.0
無散布		22.3	-

病防除対策において、EBI剤の使用を少なくし、薬剤感受性低下を防ぎ、治療効果が期待できるオレイン酸ナトリウム液剤など作用機構の異なる剤¹¹⁾とのローテーション散布体系を検討する必要がある。

このように、うどんこ病防除薬剤の効力低下は、薬剤付着量、薬剤の感受性低下が主な原因と考えられることから、今後は薬剤だけでない耕種的、物理的な防除を含めた総合防除技術の再構築が必要と思われる。

引用文献

- (1) 兵庫県農林水産部食品流通課・兵庫県経済農業協同組合連合会編(1989):‘とよのか’のポット育苗による促成栽培指針
- (2) 農林水産技術会議事務局・中国農業試験場(1995):平成7年度農林水産業近畿中国地域成果発表会発表要旨「地域振興を目指したイチゴの新しい品種と栽培」, 1-21
- (3) 金磯泰雄(1992):イチゴうどんこ病に対する薬剤散布効果の低下に関する要因について:四国植防 27, 23-30
- (4) 中野智彦・萩原敏弘・岡山健夫(1992):イチゴうどんこ病のエルゴステロール生合成阻害剤に対する感受性の低下について:奈良農試研報 23, 27-32
- (5) 平松禮治(1990):作物及び環境における農薬の動態に関する実証的研究:山口農試特別研報 30, 12-23
- (6) 谷川元一(1994):薬剤の葉面付着量と病害虫の防除効果:植物防疫 48(7), 301-304
- (7) 岡山健夫・中野智彦・萩原敏弘・尾崎佳子(1993):イチゴうどんこ病の葉及び果実に対する薬剤の防除効果:関西病虫報 35, 83-84
- (8) 「植物防疫講座第2版」編集委員会(1989):植物防疫講座第2版農薬・行政編(日本植物防疫協会) 21-29
- (9) 岡山健夫・松谷幸子・新悟志・酒井善弘・萩原敏弘(1994):イチゴうどんこ病菌のDMI剤に対する感受性の低下:日植防報 60(3), 350
- (10) 宮本純之編(1993):新しい農薬の科学(廣川書店) 121-122
- (11) 小村朋三・山口国夫・安富範雄・高木康至・小林一成・久能均(1996):オレイン酸ナトリウムのキュウリうどんこ病菌に対する作用機構:日本農薬学会第21回大会講演要旨集, 93