

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

金 磯 泰 雄
(徳島県立農業試験場)

Several Factors Affecting the Chemical Control of Powdery Mildew of Strawberry By Yasuo KANAISO (Tokushima Prefectural Agricultural Experiment Station, Ishii-cho, Tokushima 779-32)

Several factors affecting the chemical control of powdery mildew of strawberry were studied. Three fungicides tested, Triflumizole, DBEDC and wettable sulfur showed still highly control effect to the disease as decade ago. The resistant strain of causal fungus to these fungicides was not detected. In the field, the control effect was dependent on application intervals, quantity of spray liquid, spraying method and applicator. It was necessary to good enough to prevent the disease that application intervals was within 6 days, spray liquid was more than 200ℓ per 10a with hand sprayer or 300ℓ per 10a with power sprayer and the plants were sprayed thoroughly with solution.

は じ め に

近年イチゴ栽培では品種の変遷がめまぐるしく、それに伴って病害の発生も大きく変化している。徳島県においてはうどんこ病に罹病性の「芳玉」, 「麗紅」の後, 「女峰」が栽培され, 炭そ病が大きな問題となっていた。しかし3年前から導入された「とよのか」ではうどんこ病の発生が著しく, 「芳玉」同様再びその防除対応に迫られている。

山本・金磯(1983)が報告しているように, イチゴうどんこ病に対してはトリフルミゾール剤等の散布効果が高く, 耕種的防除と組み合わせれば防除は比較的容易と考えられた。しかし最近になって各種薬剤の散布効果が認められないとする農家の声が聞かれ始めた。その原因としてベノミル剤等に対する耐性菌が出現している各種野菜類の灰色かび病菌(山本, 1975)の場合と同じく, 薬剤耐性菌の出現によるのではないかとみられた。そこでそうした農家からイチゴうどんこ病菌を採集し, 薬剤効果および効果の低下に関する要因について検討した。

試 験 方 法

1. うどんこ病菌の採集と接種

各種農業を散布しても効かないとする5戸の農家を選定した。1992年4月に阿波町の2戸, 5月に板野町の3戸の農家の各5か所から発病葉あるいは発病果実を採集した。農業試験場へ持ち帰り, 直ちに無発病のとよのかの鉢植え株(5寸鉢, 1株植え)および小型ビニールハウス(東西棟, 20㎡, 4×5m)の定植株の苞から出葉中の葉および未展開葉に接種した。対照として農試内で自然発生した菌株

(前年10月以後殺菌剤は無散布)を同様に接種して用いた。なお鉢試験では各農家の採集か所別に鉢を変えて接種し、ハウスでの試験は6棟を供試して、採集農家ごとに1棟を当てた。各ハウスとも2畦(株間30cm, 二条の千鳥植え)とし各農家から採集したうどんこ病菌を均一に接種した。

2. 薬剤の防除効果

(1) 茎葉の薬液浸漬によるうどんこ病菌菌そうの再生検定

(試験1)

阿波町の2戸の農家および農試の菌株を接種して発病した鉢植えイチゴを供試した。不要な古葉および下葉を除去した後、全茎葉を逆さにして薬液中へむらなく浸漬した。5月28日, 6月5日, 12日の3回処理し, 処理後直ちに塩化ビニールの円筒(直径28cm, 高さ60cm, 透明)をかぶせ, 上部は布地(ネル)で覆い隔離した。薬剤にはトリフルミゾール水和剤1,000, 3,000, 5,000倍, DBEDC乳剤800倍, 水和硫黄剤500倍を供試した。展着剤としてクミテン0.02%を加用した。各処理区に農家ごとに5鉢(鉢ごとに菌株採集か所は別)ずつあて, 室内(18~27℃)で管理した。菌そうの再生については各浸漬処理6~10日後拡大鏡下で程度別(ー:無, ±:わずかに形成, +:少, 卅:中, 卅+:多)に観察した。また6月18日に新葉を中心に上位50小葉の発病の有無, 菌そうの発生面積率を調査した。なお発病は葉裏(一部葉表)における菌そうの発生で判断した。

(試験2)

板野町の3農家および農試の菌株を接種して発病した鉢植えイチゴを供試し, 試験1に準じて実施した。茎葉の薬液浸漬処理は6月24日, 30日の2回行なった。薬剤にはトリフルミゾール水和剤3,000倍, DBEDC乳剤800倍を供試し, 水浸漬処理区も設けた。展着剤は水浸漬区も含め, クミテン0.02%を加用した。供試株数および調査基準は試験1と同様とし, 6月30日(2回め処理前)および7月10日に発病状況を調査した。

(2) ハウスにおける防除効果

1の項で接種した小型ビニールハウス6棟を供試した。薬剤はトリフルミゾール水和剤3,000倍, DBEDC乳剤800倍を用い1区7~8株の2区制で試験した。6月24日, 7月1日, 8日の3回肩掛噴霧機(2頭口, キャップノズル)により10a当り250ℓを散布した。7月14日に新葉を中心とした上位50小葉について, 発病の有無と菌そう発生面積率を調査した。また小葉の褐変の有無とその面積率も併せて調査した。なお試験中ハウスのサイドは開け放しとし, 天井部は寒冷紗で被覆した。

3. 散布方法

(1) 散布量と散布間隔

1991年10月3日にビニールハウス(100㎡, 5×20m)へ定植したイチゴ(品種:とよのか)で実施した。ハウス内に4畦設け, 株間25cmで2条植えとした。

散布量に関する試験では1992年7月2日, 8日, 14日の3回, 肩掛噴霧機(1頭口, ディスクノズル)と動力噴霧機(スズラン7頭噴口, 同)で薬剤を散布した。散布量は前者で10a当り100, 150, 200, 250ℓ, 後者(圧力10kg/cm²)で150, 200, 250, 300ℓとした。また, 供試薬剤にはトリフルミゾール水和剤3,000倍を用い, 1区24株の2区制で試験した。7月22日1区当り新葉の小葉100葉につき発病の有無と発生面積率を調査した。

散布に当っては最も感受性の高い苞から出葉中の葉, 未展開葉, 新葉および葉裏にも十分薬剤が付着するよう心がけた。また試験中ハウスは天井部のみビニールを張った雨除け栽培とし, その上部を寒冷紗で被覆した。(以下の試験も同じ)

散布間隔の試験においては肩掛噴霧機を用い, 7月2日からトリフルミゾール水和剤の3,000倍液を10a当り200ℓ散布した。散布間隔は2日, 4日, 5日, 6日および9日おきとし, それぞれ6回, 4回, 3回, 3回, 2回散布した。7月20日に散布量の試験に準じて発病状況を調査した。なお, 試験は1区16株の2区制で行った。

(2) 散布ノズルおよび角度等

肩掛噴霧機による試験では1頭口（キャップ），同（ディスク），2頭口（キャップ），円3頭口（キャップ）の4種類のノズルを用いた。また動力噴霧機による試験ではスズラン7頭噴口（キャップ）およびディスク）とスズラン3頭噴口（キリナシ）を用いた。7月2日，8日，14日の3回，トリフルミゾール水和剤3,000倍を肩掛噴霧機で10a当り200ℓ，動力噴霧機で300ℓ（キリナシでは400ℓ）を散布した。7月20日に(1)に準じて発病状況を調査した。なお試験は1区24株の2区制で行った。

散布角度についての試験では，動力噴霧機で，スズラン7頭噴口を用い，前記の剤を株に対する角度を変えて散布した。真上からの散布（水平面に対するノズルからの平均散布角度，90°），斜め上方の両側（45°）および横（畦の両側，0°）からの散布を行った。散布量は10a当り200ℓおよび300ℓとした。なお，薬剤の散布時期，回数，区制，調査方法等については前記のノズルの試験と同様に実施した。

結 果

1. 茎葉の薬液浸漬によるうどんこ病菌菌そうへの影響と防除効果

阿波町の2農家および農試の菌株を接種した鉢植え株の茎葉を3薬剤5濃度の薬液に3回浸漬し，菌そうの再生程度を調査した。結果は第1表に示したように，最も顕著に抑制したのはDBEDC乳剤で，1回の浸漬で完全に抑制した。ついでトリフルミゾール水和剤も抑制効果が高く，1回処理後ではわずかに菌そうが認められる場合があったが，2回処理によりほぼ完全に抑えた。一方水和硫黄剤については1回の処理でかなり抑制するが，3回処理後でもわずかに再生の認められる場合があった。

第1表 イチゴうどんこ病罹病茎葉の薬液浸漬後における菌そうの再生

供 試 薬 剤	濃 度	阿 波 - 1 1)			阿 波 - 2			農 試		
		I 2)	II	III	I	II	III	I	II	III
トリフルミゾール水和剤	1,000 倍	—〜±3)	—	—	±	—	—	±	—	—
〃	3,000	±	—	—	+	—	—	—〜±	—	—
〃	5,000	—〜±	—	—	+	—	—	±	—	—
DBEDC乳剤	800	—	—	—	—	—	—	—	—	—
水和硫黄剤	500	±	±	—〜±	+	—〜±	—〜±	—〜±	—	—
無 処 理		卅	卅	卅	卅	卅	卅	卅	卅	卅

注1) 供試菌採集場所

2) 処 理 回 数：I…1回，II…2回，III…3回処理

3) 菌そう再生程度：—無，±わずかに形成，+少，卅中，卅多

3回処理後の新葉等に対する防除効果については第2表に示した。トリフルミゾール水和剤の3濃度とDBEDC乳剤では全く発病が認められなかったが，水和硫黄剤ではわずかに発病し，防除効果がやや劣った。

板野町の3農家の菌株に対する薬液の浸漬効果について第3表に示した。トリフルミゾール水和剤3,000倍1回処理では1農家で若干の菌そうが認められたが，2回浸漬により完全に再生を抑えた。DBEDC乳剤でもほぼ同じ結果であった。また水浸漬処理は菌そうへの影響が少なく，無処理と大きな差はなかった。

第2表 茎葉の薬液浸漬処理がイチゴうどんこ病の発生におよぼす影響1

供試薬剤	濃度	阿波 - 1 ¹⁾		阿波 - 2		農 試	
		発病 小葉率	菌そう発 生面積率	発病 小葉率	菌そう発 生面積率	発病 小葉率	菌そう発 生面積率
トリフルミゾール水和剤	1,000 倍	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
〃	3,000	0	0	0	0	0	0
〃	5,000	0	0	0	0	0	0
DBEDC 乳剤	800	0	0	0	0	0	0
水和硫黄剤	500	2.1	0.7	2.8	0.6	0	0
無 処 理		92.3	60.8	71.4	32.9	100	48.2

1) 供試菌採集場所

第3表 茎葉の薬液浸漬処理がイチゴうどんこ病の発生におよぼす影響2

供試薬剤	濃度	浸漬 回数	板野 - 1 ¹⁾		板野 - 2		板野 - 3	
			発病 小葉率	菌そう発 生面積率	発病 小葉率	菌そう発 生面積率	発病 小葉率	菌そう発 生面積率
トリフルミゾール水和剤	3,000 倍	1 回	0 %	0 %	2.1%	0.2%	0 %	0 %
〃	3,000	2	0	0	0	0	0	0
DBEDC 乳剤	800	1	0	0	0	0	3.2	0.3
〃	800	2	0	0	0	0	0	0
水		1	66.7	30.5	48.4	22.8	55.6	18.9
〃		2	63.3	25.4	56.4	26.3	60.3	20.5
無 処 理		1	58.8	21.3	52.6	21.3	58.3	19.1
〃		2	66.7	23.9	57.3	24.6	61.1	19.4

1) 供試菌採集場所

2. ハウスにおける防除効果

肩掛噴霧機（2頭口）で5日おきに3回散布した結果は第4表に示した。トリフルミゾール剤では全く菌そうが認められず、DBEDC 乳剤では阿波-1、板野-3で発病が少し認められた。同じ時期における葉の褐変症状を調査した結果は第5表に示した。トリフルミゾール剤では阿波-2でごくわずかに褐色斑点が確認されたが、他には発生しなかった。これに対してDBEDC 乳剤では4農家で褐変が認め

第4表 ハウスにおけるイチゴうどんこ病の菌そう発生に対する薬剤の防除効果

供試薬剤	濃度	阿波 - 1 ¹⁾		阿波 - 2		板野 - 1		板野 - 2		板野 - 3		農 試	
		発病 小葉率	菌そう発 生面積率	発病 小葉率	菌そう発 生面積率	発病 小葉率	菌そう発 生面積率	発病 小葉率	菌そう発 生面積率	発病 小葉率	菌そう発 生面積率	発病 小葉率	菌そう発 生面積率
トリフルミゾール水和剤	3,000 倍	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
DBEDC 乳剤	800	2.1	0.2	0	0	0	0	0	0	3.1	0.2	0	0
無 処 理		80.4	22.6	85.7	27.3	72.2	30.3	84.6	46.7	90.9	47.1	88.0	36.9

1) 供試菌採集場所

第5表 イチゴうどんこ病に対する薬剤散布が褐変葉発生におよぼす影響

供試薬剤	濃度	阿波-1 ¹⁾		阿波-2		板野-1		板野-2		板野-3		農試	
		褐変	褐変	褐変	褐変	褐変	褐変	褐変	褐変	褐変	褐変	褐変	褐変
		小葉率	面積率	小葉率	面積率	小葉率	面積率	小葉率	面積率	小葉率	面積率	小葉率	面積率
トリフルミゾール水和剤	3,000倍	0%	0%	0.1%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
DBEDC乳剤	800	2.1	0.8	0	0	0.9	0.3	1.8	0.6	2.1	0.6	0	0
無処理		18.6	7.5	14.3	3.8	22.2	13.5	18.8	6.5	11.9	4.5	20.0	6.0

1) 供試菌採集場所

られた。無処理では第4表の菌そう発生と同様に各菌とも多発生し、薬剤散布区と大きな差が認められた。

3. 散布方法と防除効果

散布量との関係について、肩掛噴霧機（1頭口）で5日おきに3回100～250ℓ散布して検討した。第6表のように全茎葉に散布するには量が少ない100ℓ散布では防除効果が低く、葉裏の菌そうが多く残った。全茎葉に1通り散布できる150ℓでも2.5%の病葉率であった。これに対して1通り散布でき、補完的に罹病し易い未展開葉や葉裏に多めの散布が可能な200ℓでは効果が高く、250ℓでは発病が全く認められなかった。動力噴霧機（スズラン7頭噴口）で同様に3回150～300ℓを散布した結果、200ℓで5.5%、250ℓで3.5%の発病小葉率が認められ、300ℓで高い発病抑制効果が認められた（第7表）。

第6表 散布量がイチゴうどんこ病の発生におよぼす影響（肩掛噴霧機）

散布量 (10a当り)	発病小葉率	菌そう発生 面積率
100ℓ	8.5%	1.1%
150	2.5	0.4
200	0.5	0.1
250	0	0
無処理	83.5	23.6

注) トリフルミゾール水和剤3,000倍液を
5日おきに3回散布

第7表 散布量がイチゴうどんこ病の発生におよぼす影響（動力噴霧機）

散布量 (10a当り)	発病小葉率	菌そう発生 面積率
150ℓ	14.5%	3.8%
200	5.5	0.9
250	3.5	0.5
300	1.0	0.1
無処理	78.5	18.2

注) トリフルミゾール水和剤3,000倍液を
5日おきに3回散布

散布間隔と防除効果について第8表に示した。2日おきの散布では全く発病を認めることなく、4日あるいは5日おきでもほとんど発病しなかった。しかし6日おきでは3.5%、9日おきでは10%の発病小葉率であった。

各種ノズルと効果については第9表に示したように、肩掛噴霧機の200ℓ散布では噴口数やキャップ、ディスクの種類に関係なく高い防除効果が認められた。また動力噴霧機でもスズラン7頭噴口のキャップおよびディスクノズルによる300ℓ散布、スズラン3頭噴口のキリナシノズルによる400ℓ散布ともに高い防除効果を示した。

動力噴霧機による散布角度と防除効果について第10表に示した。真上からの200ℓ、300ℓ散布では葉裏の菌そうが多く残り、抑制効果は低かった。これに対して斜め上方の両側からの散布あるいは横か

らの散布は 200 ℓ では効果がやや低かったが、300 ℓ 散布ではよく効き、一頭口（キャップノズル）と同等の高い効果が認められた。

第 8 表 薬剤散布間隔がイチゴうどんこ病の発生におよぼす影響

散 布 間 隔	散布回数	発病小葉率	菌そう発生 面 積 率
2 日 お き	6 回	0 %	0 %
4 日 "	4	0.5	0.1
5 日 "	3	0.5	0.1
6 日 "	3	3.5	0.3
9 日 "	2	10.0	1.2
無 処 理	0	75.5	16.2

注) トリフルミゾール水和剤 3,000 倍液を 7 月 2 日から散布

第 9 表 各種ノズルによるイチゴうどんこ病の防除効果

供試ノズル（種類）	散布量	発病小葉率	菌そう発生 面 積 率	備 考
1 頭 口（キャップ）	200 ℓ	0 %	0 %	肩掛噴霧機
" （ディスク）	"	0.5	0.1	"
2 頭 口（キャップ）	"	0	0	"
丸 3 頭 口（キャップ）	"	0.5	0.1	"
スズラン 7 頭口（キャップ）	300	0.5	0.1	動力噴霧機
" （ディスク）	"	1.0	0.1	"
スズラン 3 頭口（キリナン）	400	0.1	0.0	"
無 処 理		75.5	16.2	

注) トリフルミゾール水和剤 3,000 倍液を 5 日おきに 3 回散布

第 10 表 散布角度とイチゴうどんこ病の防除効果

散 布 位 置 (水平面に対する 平均散布角度)	散布量	発病小葉率	菌そう発生 面 積 率
真 上 (90°)	200 ℓ	12.0 %	2.4 %
"	300	7.9	1.5
斜め上方 (45°)	200	3.5	0.7
"	300	1.0	0.1
横 (0°)	200	2.8	0.5
"	300	0.5	0.1
無 処 理		63.5	12.4

注) 動力噴霧機（スズラン 7 頭口，ディスク）により，トリフルミゾール水和剤 3,000 倍液を 5 日おきに 3 回散布

イチゴうどんこ病に対してトリフルミゾール剤等各種薬剤の防除効果の低下が近年になって急に言われ始めた。その原因として野菜類等灰色かび病菌におけるペンズイミダゾール剤に対する耐性菌（山本、1975）の発生と同様にトリフルミゾール剤に対する耐性菌の発生が考えられた。そこで薬剤効果が全く認められないとする農家から病葉、病果を採集し、鉢植株およびハウスの定植株に接種し、その防除効果を検討した。

阿波町の2農家のうどんこ病菌（それぞれ各5か所からの菌株）に対して茎葉を薬液浸漬すると、トリフルミゾール水和剤の1000、3000、5000倍の各濃度およびDBEDC乳剤800倍はいずれの菌株に対しても卓効を示した。また水和硫黄500倍の効果も高かった。さらに、板野町の3農家の菌（同上）に対してもトリフルミゾール水和剤とDBEDC乳剤は著効を示した。これらの防除効果は山本・金磯（1983）が品種「芳玉」で実施した果実での防除効果と大差なかった。したがって現場における防除効果の低下は病原菌の薬剤に対する耐性化が原因とは考えられず、他に原因があるものと推察された。なおトリフルミゾール水和剤、DBEDC乳剤ともに菌そうの発生を十分抑制するが、DBEDC剤では前者よりも葉の褐変が多く認められた。これについては薬剤の浸透性や残効期間が関係しているものと考えられ、褐変発生の条件とともに今後検討してみたい。

散布量について、肩掛噴霧機（1頭口）で全茎葉を1通り散布できる150ℓ量では力不足で、やや多めの200ℓが必要であった。また動力噴霧機では250ℓでも発病し、300ℓ量が必要と認められた。山本・金磯（1983）が果実での発病と散布量に関して効果の比較的低いチオファネート剤を肩掛噴霧機で検討した結果、50～300ℓの間では効果が向上するがそれ以上ではほとんど変わらないとしている。今回行った試験は葉での検定であることおよび効果の高いトリフルミゾール剤を使用しているため、一概に比較できない面はあるが、両者の肩掛噴霧機を用いた試験結果はほぼ一致した。一般に動力噴霧機では肩掛噴霧機より多くの薬量が必要であるが現場では肩掛噴霧機でも不足がちな100～150ℓを動力噴霧機で散布することが慣行となっており、薬剤散布量の不足も防除効果の低下の一因になっているものと考えられる。

散布間隔について肩掛噴霧機（一頭口）を使用して検討したところ、通常指導している1週間に1回では若干発病し、6日に1回（5日おき）かそれ以内の散布でないと十分な防除効果が認められなかった。イチゴうどんこ病に対して、現場では10日程度の間隔による散布が普通で、今回の結果でも10日に1回の散布では10%の発病小葉率がみられることから、発病後の散布間隔があき過ぎているのも防除効果の低下の一因になっていると考えられる。したがって本病の発病が多い場合は初期に間隔をつめて集中的に散布し、発病が少なくなった後に間隔をあけて予防的に散布するのがよいものと推察された。

使用ノズルに関して、肩掛噴霧機では丁寧に葉裏や新葉に散布すればノズルが異なっても効果に差は認められなかった。また動力噴霧機でも葉を裏返すような圧力（10～15kg/cm²）のもとで、通常のスズラン7頭噴口（キャップ、ディスクノズル）あるいは金磯ら（1992）がすすかび病に有効としているスズラン3頭噴口（キリナシノズル）を用いて、それぞれ300ℓ、400ℓ散布で高い防除効果が認められた。これらはいずれも多めの散布量であり、肉眼観察での葉裏への付着は十分であった。

動力噴霧機では散布角度の影響が大きく、農家が普通行っているスズラン噴口の真下への散布効果は低く、逆に斜め上方や横から葉を裏返すような散布方法をとると効果が高かった。イチゴうどんこ病に対し山本・金磯（1983）は真下に向けてのDBEDC乳剤では300ℓ散布でも発病果が残るとし、中野ら（1991）も動力噴霧機では葉裏への付着が不十分のため防除効果が落ちるとしている。したがって動力噴霧機で効果を高めるには菌そうの発生する葉裏へ薬液が十分付着するように、ノズル管の角度等を変えながら散布する必要がある。

以上の結果、現場における現時点のイチゴうどんこ病菌に対する薬剤防除効果の低下の原因については、耐性菌の出現によるものではなく、散布量、間隔等散布方法等に問題があるものと推察された。

摘 要

イチゴうどんこ病に対して薬剤の散布効果が認められないとする5農家（各5か所）から同菌を採集し、その要因について検討した。

1. 5農家のうどんこ病菌に対して、トリフルミゾール水和剤、DBEDC乳剤の効果は十分認められ、これら薬剤に対する耐性菌の発生は認められなかった。また2農家のうどんこ病菌に対して水和硫黄剤も高い防除効果を示した。
2. 本病多発条件下では現場で指導あるいは実施されている1週間あるいは10日に1回の散布では効果がやや低く、6日に1回（5日おき）の散布かそれより短い間隔の散布が著効を示した。
3. 散布量について、肩掛噴霧機で200ℓ以上、動力噴霧機では300ℓ散布が有効であった。また葉裏へ付着するよう丁寧に散布すればノズルの種類に関係なく高い防除効果が認められた。
4. 動力噴霧機（スズラン7頭口）では散布角度と効果に関係がみられ、斜め上方あるいは横からの散布で効果が高く、逆に真下に向けての散布効果は劣った。
5. 以上の結果、現時点のイチゴうどんこ病に対する薬剤散布効果の低下は、耐性菌等の出現に起因するのではなく、薬剤の散布方法に負うことが推察された。

引 用 文 献

- 金磯泰雄・谷 博・坂口謙二（1992）：ドリフトレス・スプレーによるハウス栽培ナスにおけるミニミキイロアザミウマおよびすすかび病、の防除効果と農薬の被曝、残留。四国植防，27：49～56。
- 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（*Shaerotheca humili*）に対する薬剤の防除効果と葉面の農薬付着量。関西病虫害研報，33：71～72
- 山本 磐（1975）：ベノミル耐性灰色かび病菌の野菜における発生と対策。植物防疫，29：194～196
- 山本 勉・金磯泰雄（1983）：イチゴうどんこ病の発生生態と防除に関する研究。徳島農試特報，6：1～69