

# カンキツ病害の薬剤防除効果に及ぼす散布量および耐雨性の影響について

愛媛県立果樹試験場 三 好 孝 典

## はじめに

農薬の登録時に作物を介して検討される事項は、作物残留試験、対象病害虫・雑草に対する防除効果試験、適用濃度での薬害試験、倍量薬害試験等であるが、現場普及を行う場合、例えば薬剤をどれくらいの量散布すれば十分な効果が発揮できるのかという有効散布量や、薬剤の散布間隔はどのくらいなのかという耐雨性（残効性）などの情報も必要とされる。

そこで、カンキツ病害に対する薬剤の有効散布量および耐雨性（残効性）について若干の検討を行ったので紹介する。

## I 有効散布量

### 1 薬剤散布量の問題点

カンキツ病害に対する効果判定試験での薬剤散布量は「十分量」散布を行っており、これを10a当たりの散布量に換算すると約1,300lとなる場合もある。一方、農家での10a当たりの薬剤散布量は約400l程度で、効果判定した試験での散布量の1/3程度である。さらに、各種農薬のラベルに記載されている10a当たりの散布量は200～700lで、700lでも効果判定した散布量の約1/2程度である。手散布での散布量は10a当たり約600lは必要とされるが、散布量を決定した具体的なデータは認められない。しかし、スプリンクラーを用いた散布量については、竹中ら（1970）、内田・大垣（1971）、木原ら（1979）や加藤・西ヶ谷（1980）の報告があるが、10a当たり540～1,000lと大きな幅があり、明確な散布量は決められないのが現状である。

これらの原因は、試験例が少ないこと、樹容積や植栽本数がバラバラであること、立体の散布量を平面で換算することおよび小規模試験での散布量をそのまま10a当たり換算するところにあると考えられる。

問題は、登録のときに効果判定をしている散布量と農家が実際に散布している量に大きな差があり、これが原因で薬剤の効果が十分に発揮できないという事例が多い

ことである。このような事例は、効果判定が短時間で可能な殺虫剤でよく耳にする。また、農薬のラベルに記載されている散布量を決定するような試験を行った事例はなく、散布量は実態に基づいて示されているようである。

### 2 灰色かび病に対する有効散布量試験

前述したような問題点があるため、2002～04年までの3年間、薬剤の有効散布量についての試験を行った。すなわち、愛媛県立果樹試験場内の「南柑20号」の29年生樹を供試して、対象病害はカンキツ灰色かび病、対象薬剤はイプロジオン水和剤の1,500倍を用いて試験した。なお、試験圃場は10a当たりの植栽本数が133本の密植圃地である。また、1樹当たりの容積は12～20m<sup>3</sup>で、平均樹容積が12.4m<sup>3</sup>と大きな樹であり、東西に植栽されており南北側は散布しやすい状況である。1樹当たり10l散布区、5l散布区、2l散布区および無散布区を設け、動力噴霧機を用いて果樹用鉄砲ノズルで散布し、実際の散布量は1樹ごとに測定した。1樹当たりの樹容積を「7かけ法」（河瀬ら、1987）により算出し、1m<sup>3</sup>当たり散布量を算出した。薬剤を5月中旬の落弁期に散布し、散布約1か月後の6月中旬に1樹当たり約100果について発病程度を調査し、果実の発病度から防除価を算出した。その結果、防除価を70に設定したときの1m<sup>3</sup>当たりの散布量は3か年とも600ml程度で、10a当たりの散布量は約990lとなった（図-1）。

また、樹容積が大きな樹または密植圃で試験したために1m<sup>3</sup>当たりの散布量が多かったとも考えられたので、2004年に場内の「愛媛中生」10年生樹および「青島温州」10年生樹を供試して、前述と同様の試験を行った。「愛媛中生」、「青島温州」とも10a当たりの植栽本数は200本、1樹当たりの容積は3～7m<sup>3</sup>であり、平均樹容積は「愛媛中生」で5.9m<sup>3</sup>、「青島温州」で5.6m<sup>3</sup>の独立樹である。その結果、防除価を70に設定したときの1m<sup>3</sup>当たりの散布量は、「愛媛中生」で620ml、「青島温州」では675mlで、10a当たりの散布量は「愛媛中生」で730l、「青島温州」で760lであった（図-2）。

以上の結果から、1m<sup>3</sup>当たりの散布量は約600mlであり、樹の大きさや植栽密度には関係がないことが明らかとなった。

「南柑20号」、「愛媛中生」、「青島温州」の試験において、

果樹用鉄砲ノズルを用いた場合の1m<sup>3</sup>当たりの散布量は、約600ml程度でほぼ同等で、10aあたりに換算すると‘南柑20号’が最も多い結果を得た。これは、品種による違いではなくて密植によるものと考えられ、散布量を減らすためには、薬液がかかりやすい樹形または大きさに改造する必要があると考えられる。

3 防除効果に及ぼす散布ムラの影響

2003年に前述試験の‘南柑20号’を用いて、1樹当たり25箇所(東西南北および中央の各5箇所)の葉の表と裏に、感水試験紙(2.5×5cm, スプレーイングシステム ジャパン)を設置し、散布終了後にこれを回収して薬剤付着度標準表(河瀬ら, 1987)で付着指数を測定した。その結果、葉裏での付着指数は散布量が少なくなるほど減少し、付着指数の違いが大きかった。葉表での付着は、散布量が少なくなるほど減少したが、付着指

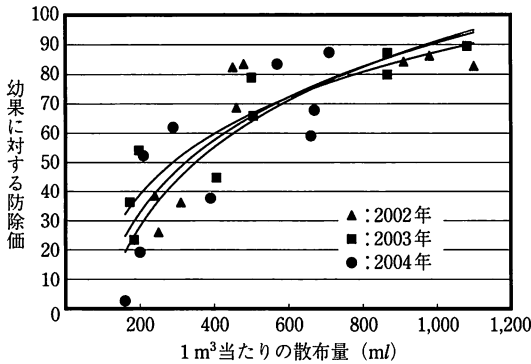


図-1 カンキツ灰色かび病に対するイプロジオン水剤の散布量と防除効果(南柑20号)

2002年:  $y = 36.0\text{Ln}(x) - 157.8$ ,  $R^2 = 0.72$ . 2003年:  $y = 30.2\text{Ln}(x) - 121.1$ ,  $R^2 = 0.81$ . 2004年:  $y = 39.2\text{Ln}(x) - 179.8$ ,  $R^2 = 0.67$ .

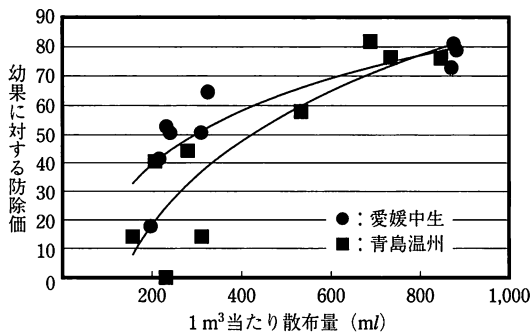


図-2 カンキツ灰色かび病に対するイプロジオン水剤の散布量と防除効果(愛媛中生, 青島温州)

青島温州:  $y = 42.505\text{Ln}(x) - 207$ ,  $R^2 = 0.75$ . 愛媛中生:  $y = 27.147\text{Ln}(x) - 104.46$ ,  $R^2 = 0.76$ .

数の違いは葉裏に比べると少なかった。また、樹内での付着指数は、西側と中央で付着が少ない傾向が認められた。この傾向は5l区および2l区の葉裏で顕著であった(表-1)。この原因としては、散布が南北側から行われるためや、東西は隣接樹と葉が接しているためとも考えられる。

以上のことから、散布量が減少すると薬剤の散布ムラが大きくなり、防除効果が減退することが考えられた。なお、散布ムラは葉表より葉裏のほうが顕著であった。

4 他の病害での有効散布量

これまではカンキツ灰色かび病を中心に行った試験について記したが、カンキツ黒点病および果実腐敗についても同様の検討を行った。その結果、防除価を70に設定した場合、薬剤の有効散布量は約600ml/m<sup>3</sup>で同等であり、対象病害または薬剤が替わっても有効散布量はあまり変化しないことが明らかとなった(図-3, 図-4)。

しかし、山本ら(1991)は薬液の表面張力の違いにより薬剤が最大付着する散布量が異なることを報告しているので、今回の結果はさらに検討が必要である。

5 ノズルによる散布量の違い

果樹用鉄砲ノズルを用いた場合、1m<sup>3</sup>当たりの散布量を600mlとして安定した防除価が得られることが明らかとなったが、別試験から、ノズルの種類により有効

表-1 薬剤散布量と薬剤付着差異

試験区	1樹当たり 実測散布量	付着 測定位置	葉表	葉裏
			指数	指数
10l散布区	11.7l	東	9.70 ± 0.8	9.1 ± 1.0
		西	10.0 ± 0.0	8.4 ± 2.0
		南	9.90 ± 0.4	8.9 ± 1.1
		北	10.0 ± 0.0	8.6 ± 1.8
		中央	9.90 ± 0.3	9.7 ± 0.6
		全体	9.90 ± 0.4	8.9 ± 1.4
5l散布区	6.7l	東	9.80 ± 0.8	8.5 ± 1.1
		西	9.80 ± 0.6	6.3 ± 2.3
		南	9.90 ± 0.4	7.5 ± 2.9
		北	9.90 ± 0.3	8.1 ± 1.5
		中央	9.70 ± 0.5	6.9 ± 1.8
		全体	9.80 ± 0.5	7.4 ± 2.1
2l散布区	3.3l	東	9.90 ± 0.5	5.7 ± 2.4
		西	8.70 ± 2.1	3.7 ± 2.5
		南	9.40 ± 1.4	6.5 ± 2.4
		北	9.30 ± 1.0	7.2 ± 2.0
		中央	8.60 ± 0.6	3.7 ± 2.4
		全体	9.20 ± 1.3	5.3 ± 2.7

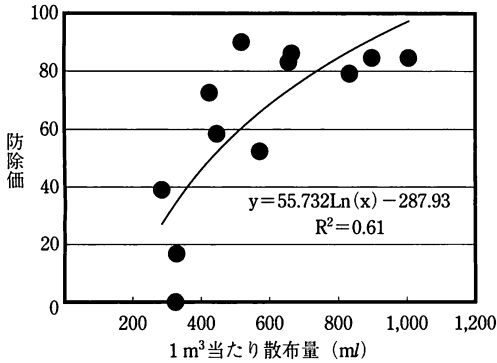


図-3 マンゼブ水和剤の散布量とカンキツ黒点病の防除効果

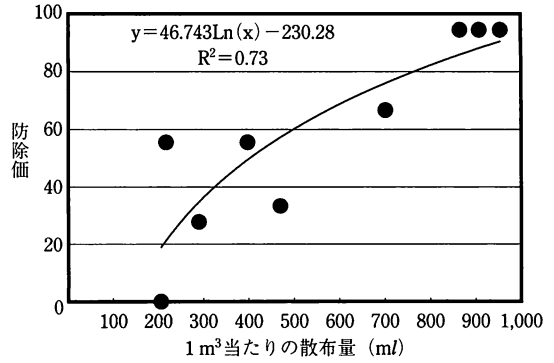


図-4 チオファネートメチル水和剤の散布量とカンキツ果実腐敗の防除効果

表-2 カンキツ灰色かび病に対するイプロジオン水和剤を用いたノズルの違いによる散布量の違いと防除効果

ノズルの種類	1 m³当り 散布量 (ml)	南柑 20 号			愛媛中生			青島温州		
		発病率 (%)	発病度	防除値	発病率 (%)	発病度	防除値	発病率 (%)	発病度	防除値
鉄砲ノズル	771 b	4.9	2.9 a	71.3	6.6	2.6 a	77.5	6.6	2.6 a	78.1
五頭口ノズル	546 a	3.9	1.3 a	87.3	7.6	3.1 a	73.1	5.4	2.2 a	81.4
畦畔ノズル	1,047 c	5.2	1.7 a	83.0	8.9	3.6 a	69.2	8.2	3.6 a	70.0
無散布		21.2	10.2 b		21.7	11.7 b		21.2	12.0 b	

英字は Tukey の多重検定結果 (5%)、同一文字には有意差なし。検定は Arcsin 変換した値による検定結果。

散布量が異なることも明らかとなっている。このため、ノズルの種類と有効散布量についても検討する必要があるとともに、散布時間などの調査も必要となる。ちなみに散布量が最も少ないノズルは5頭口ノズルであるが、散布に時間がかかりすぎるのが欠点である (表-2)。

### 6 散布量と園内環境

10 a 当たりの散布量を減少させるためには、散布しやすい園内環境を作ることや薬剤が付着しやすい樹形や大きさにすることが重要である。しかし、高品質果実生産のために、最近「後期重点摘果・弱せん定」(井上ら, 2003) という栽培方法が愛媛県内に導入されるようになった。この方法は、せん定を軽くして葉を多く残すとともに、9月以降を中心に摘果をする方法であるが、葉が多くあるために薬剤が付着しにくいことや散布量が多くなるなどの問題がある。散布量を少なくする必要があるとともに高品質果実生産を行わねばならないことから、今後さらに栽培法の改良が必要である。

## II 薬剤の耐雨性 (残効性)

### 1 薬剤耐雨性調査の重要性

カンキツ病害の防除薬剤は、マンゼブ水和剤に代表される保護殺菌剤が多く、保護殺菌剤においては耐雨性が

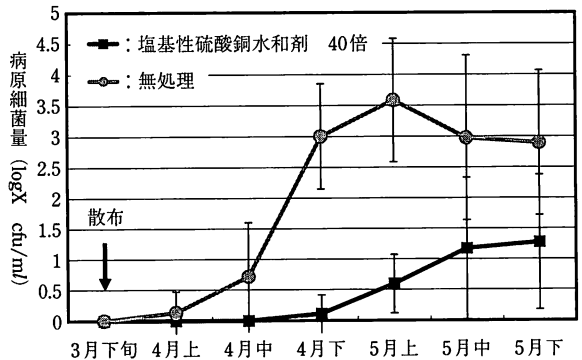


図-5 カンキツかいよう病原細菌量から検討した塩基性硫酸銅水和剤の残効性

重要である。薬剤の耐雨性 (残効性) が明らかであれば、現場へ薬剤を導入するのに非常に便利で、散布してからどのくらいの量の雨が降れば再散布が必要であるかなどの指導ができ、非常に効率的である。しかし、カンキツ病害の防除薬剤の中で耐雨性が明らかにされている薬剤は、黒点病防除薬剤であるマンゼブ水和剤およびマンゼブ水和剤などである。カンキツ黒点病の防除は、主要薬剤の耐雨性 (残効性) が明らかにされているため、防除がスケジュール化されて効率的である。これは、カ

表-3 防除時期の違いによるカンキツかいよう病の防除効果 (ポット試験)

試験区			発病調査 (6月29日)			
3月31日	5月8日	5月31日	調査葉数	発病率 (%)	発病度	防除価
◎			110.0	2.6 ab	0.4 ab	85.8
◎	□		97.7	0.3 a	0.04 a	98.4
◎		○	85.0	3.6 ab	0.5 ab	80.5
	無散布		115.0	12.6 b	2.6 b	

a) ◎: 塩基性硫酸銅水和剤の40倍, ○: 同80倍, □: 同200倍. b) 縦列同一英小文字に付した数値間には, Tukeyの多重検定結果 ( $p=0.05$ ) による有意差がないことを示す. 検定は Arcsin 変換した値による.

ンキツ黒点病は枯れ枝のみが伝染源であることから, 薬剤の耐雨性調査が比較的容易であったものと考えられる。

今後, 防除の効率化を図る意味から他の薬剤についても耐雨性の調査が必要である。

## 2 塩基性硫酸銅水和剤での耐雨性試験

カンキツかいよう病の防除薬剤として効果の高い塩基性硫酸銅水和剤40倍液の残効性を調査する目的で, 2006年3月31日に場内のポット植え7年生宮内イヨカンの9本に塩基性硫酸銅水和剤40倍液を動力噴霧機で散布した。なお, 対照として無散布区を9本設けた。また, 伝染源として, 3月16日および4月11日にかいよう病菌 (K94040) を  $10^8$  cfu/ml に調整して1樹当たり旧葉10枚に1箇所ずつ虫ピンで付傷接種した。塩基性硫酸銅水和剤40倍液の残効を病原細菌量から推定するために, 試験期間中の降雨毎に樹冠流下雨水を採取し, PCRにより病原細菌濃度 (三好, 2005) を調査した。すなわち, 樹幹流下雨水を連続10倍希釈した液 (4.5 ml) に YP プロスを 1 ml 加えて 28°C で 16 ~ 20 時間培養後, インスタジーンを用いてテンプレートを作成し, PCR 検定を行った。検出限界濃度から樹幹流下水中の病原細菌濃度を決定した。その結果, 塩基性硫酸銅水和剤散布区におけるかいよう病菌の濃度は無散布と比較して5月上旬までは明らかに少なく推移したが, 5月中旬以降は有意性が認められなくなった。このことから, 本剤の3月から5月期の残効は40日程度と考えられた (図-5)。また, 実際に時期別の散布試験を行ったところ, 3月に散布して40日程度経過した5月8日に散布した区と, 61日経過後の5月31日に散布した区の

防除価の比較では, 5月8日に散布した区の防除効果が優れた (表-3)。

今後, 薬剤の散布時期を把握するためにもその残効を明らかにすることは重要と考えられるので, 他の時期や他剤の残効も同様に調査する必要がある。

## おわりに

今回, 薬剤の散布量と防除効果および耐雨性について検討したが, 試験例がまだまだ乏しいので今後試験例を積み重ねて現場で役に立つデータを確保する必要がある。特に散布量については, ノズルの種類や散布圧力等で変化することが考えられるので, この点についてはさらに検討する必要がある。

農薬の現場普及過程において, 今後様々な問題が発生することが想定されるが, その問題点を科学的に立証することと科学的な対応策を検討することが重要である。しかし, 現在はどのような問題が科学的に立証できるかに主眼をおいて検討されており, 今後はその問題を解決できる科学的対応策の検討を行っていく必要がある。

## 引用文献

- 1) 井上久雄ら (2003): 園学雑 72(別1): 185.
- 2) 加藤省三・西ヶ谷昭三 (1980): 農業土木学会誌 48: 237 ~ 243.
- 3) 河瀬憲次ら (1987): カンキツの調査方法, 農水省果樹試験場興津市場編, 果樹試興津, 静岡, 124 pp.
- 4) 木原武士ら (1979): 果樹試報 B 6: 75 ~ 105.
- 5) 三好孝典 (2005): 植物防疫 59: 513 ~ 516.
- 6) 竹中 肇ら (1970): 農業土木学会誌 38: 453 ~ 458.
- 7) 内田正人・大垣智昭 (1971): 神奈川園試研報 19: 21 ~ 28.
- 8) 山本省二ら (1991): 和歌山果園試特研 1: 1 ~ 36.