

# 果樹病害の殺菌剤の効率的な利用をすすめるうえで 必要なエビデンス

佐賀県農業技術防除センター 井 手 洋 一

## はじめに

病虫害防除技術のみならず農業技術全般にいえることであるが、生産者に納得して新しい技術をすすめる場合には、科学的な裏付けに基づいたエビデンスが必要である。

病害防除においては殺菌剤を使用した防除が一般的に行われる。その際に生産者がどの農薬を使用するかを判断する目安の一つとして「適用病害虫」や、「使用濃度」、「薬害」等に関する情報がある。これらの農薬を選択する際の情報としては極めて重要な情報であり、メーカーの技術資料などにきちんと整理され、技術指導の際に活用されている。

しかしながら、生産者の行う病虫害防除の効率化を図ろうとした際、これらの情報だけでは不十分で、さらに現場の状況を考慮したエビデンスに基づく情報の構築が必要不可欠であることに気付かされることが多い。

そこで筆者らは、果樹病害の防除を効率よく行うために、エビデンスに基づく防除技術や指導方針の改善を目的とした試験を実施してきたので、その一部を紹介する。

## I 殺菌剤の耐雨性について

散布した農薬は降雨によって流亡する。殺菌剤の耐雨性に関する研究については、カンキツ黒点病を中心に様々な試験研究が行われており（小野，1976；井上・芹沢，1978；山本，1991），薬剤散布後の累積降水量が200～250 mmに達すれば再散布を行う防除体系が組まれて、生産者に広く普及している。

累積降水量を計測するための器具として簡易雨量計が提唱されており（田代，2007；野口ら，2011），雨量計を使用する生産者も少しずつ増えている（図-1）。

最近では、ナシ炭疽病（井手・田代，2004），ジャガイモ疫病（小川ら，2003），コムギ赤かび病（中島ら，2006；2009），カンキツ褐色腐敗病（田代ら，2004）等でも耐雨性に関する研究成果が紹介されており、生産者が薬剤散布を決定するための目安として利用されている。

## II 薬剤散布から降雨開始までの時間が薬剤付着に及ぼす影響

薬剤散布を行ってから雨が降るまでにどれだけの時間が経過すれば薬剤の付着や効果に影響がないかと生産者から問われることがある。

これまでは、散布した農薬が目視で乾いた状態になれば、雨で簡単に流亡することはないという指導が一般的に行われてきた。

そこで筆者らは、カンキツかいよう病防除などで用いられる無機銅剤を散布し、一定時間経過した後に、17 mm/hの強度で3時間の降雨処理を行った場合の薬剤付着状況（相対値）を蛍光X線分析法で評価した。その結果、散布4時間後には薬液が乾いた状態となったが、8時間以内の降雨だと薬剤付着は著しく減少した。薬剤散布後24時間が経過すれば、降雨の影響をほとんど受けず付着薬剤量は減少しなかった（表-1）。また、一般的に植物体が濡れた状態であっても、十分量の薬液を散布すれば問題ないという防除指導が行われてきた。しかし、同様の方法で蛍光X線分析法を行うと、薬剤付着は植物体が濡れていると乾いた時の散布に比べて約



図-1 薬剤散布後の累積降水量を計測するための雨量計  
（株）一色本店社製）。

Evidence of the Chemical Control to the Disease on Fruit Trees.

By Youichi Ide

（キーワード：果樹，病害防除，殺菌剤）

表-1 薬剤散布から降雨までの経過時間がカンキツ葉における薬剤付着に及ぼす影響

供試薬剤	薬剤散布から降雨までの時間	銅の付着(相対値 <sup>1)</sup> )	目視による降雨開始時の薬液の乾き
IC ボルドー 66D 80 倍	0 h	5	濡
	2 h	— <sup>2)</sup>	〃
	4 h	35	乾
	8 h	32	〃
	24 h	145	〃
	無降雨	100	〃
コサイド DF 2,000 倍 クレフノン 200 倍加用	0 h	—	濡
	2 h	3	〃
	4 h	3	〃
	8 h	3	〃
	24 h	12	〃
	無降雨	15	〃
無散布		1	

<sup>1)</sup> IC ボルドー 66D 散布区のうち、無降雨条件での銅の付着を 100 とした場合の相対値を示す。

<sup>2)</sup> 調査欠。

半分に低下した (表-2)。カンキツ黒点病で用いられるマンゼブ剤でも同様の現象が見られている (三好ら, 2007)。

これらの結果は、これまで常識的に行われてきた防除指導に疑問を投げかけるものであり、今後、防除効果との関係を明らかにする必要がある。

### III 薬剤の混用が防除効果に及ぼす影響

2 種類以上の薬剤を混用した場合の防除効果について、技術指導の立場に立つ人達はどのように回答するだろうか。おそらく効果は変わらないと答えるだろう。仮に混用する薬剤が展着剤であれば、効果は必ず向上すると答える方がほとんどだろう。

しかし、雨媒伝染性病害であるカンキツ黒点病で用いられるマンゼブ剤については、展着剤や他の薬剤の混用で防除効果が低下する事例が認められている (小野, 1976; 山本, 1991)。

筆者らが実施したナシ黒星病防除剤である DMI 剤を用いた試験でも展着剤や殺虫剤の混用によって効果が低下する事例が認められた (表-3)。このような効果低下の事例はカンキツ褐色腐敗病やカキ炭疽病でも認められており、組合せる薬剤の種類が影響しているようである。

また、ナシ黒星病の DMI 剤耐性菌対策として保護殺菌剤の混用が推奨されていたが、バルクト水和剤の混用のように混用することで混用前と同等もしくはそれ以下

表-2 植物体表面の濡れの有無がカンキツ葉における薬剤付着に及ぼす影響

供試薬剤	植物体表面の濡れ	銅の付着(相対値 <sup>1)</sup> )
IC ボルドー 66D 80 倍	濡れあり (+)	55
	濡れなし (-)	100
無散布		2

<sup>1)</sup> IC ボルドー 66D 散布区のうち、無降雨条件での銅の付着を 100 とした場合の相対値を示す。

上の効果が得られる組合せがある。一方で、キノンドーフロアブルやアビオン E のように混用することで効果が低下する組合せがあることも判明した (表-3)。このため混用するにあたっては、防除効果が低下しない組合せで混用することを推奨している。

このように、薬剤どうしの混用や展着剤の加用について、効果が低下しないこと、あるいは効果が向上することが一般的な認識であったが、薬剤の組合せによっては効果が低下することが明らかにされつつある。このため、薬剤を混用する際には、混用する薬剤の組合せによって効果が低下する組合せがあることも予測に入れながら技術指導などを行うべきである。

### IV 薬剤散布方法の改善

散布した薬剤の防除効果が安定しない原因として、薬剤散布方法が大きく影響している場合がある。

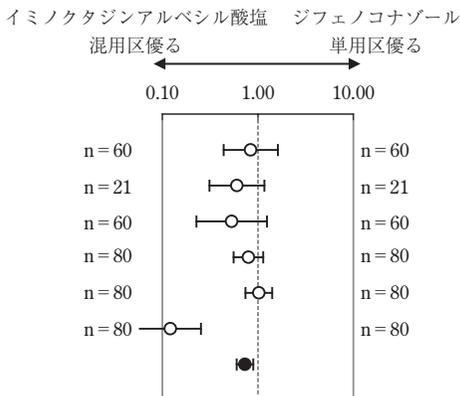
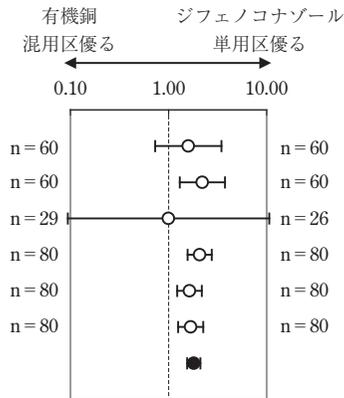
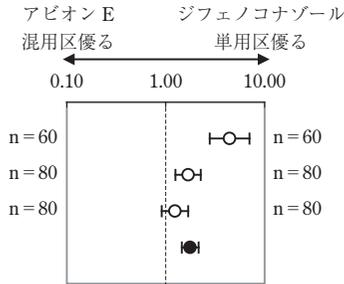
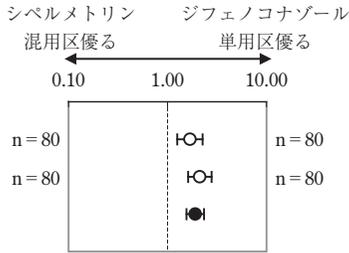
筆者らはナシ黒星病の多発原因の一つにスピードスプレヤーの走行法が関与することを明らかにし、生産現場に対して改善案を提案した (井手・田代, 2004)。

佐賀県内のナシ園では 4 m 間隔で植栽された園が多いが、当時、SS の走行法は、樹と樹の間の通路を高圧力かつ、遅い速度で 1 列おきに走行する生産者 (1 列おき走行) と、すべての通路を低圧力かつ、やや速い速度で走行する生産者 (全列走行) とに類別されていた (図-2)。この場合、黒星病の発生が多いのは前者の 1 列おき走行を行う生産者であった。

1 列おき走行、全列走行の各走行法で園内を走行した場合の薬液の噴出状況は一見、両走行法ともに差異はないように見られた。しかし、薬剤付着を感水紙で調査すると、両走行法で大きく異なった。1 列おき走行では走行路ごとに薬剤付着に著しい差異が見られ、走行しない通路 (表-4, SS 通路間) では比較的良好的付着であったが、走行する通路 (表-4, SS 通路真上) の葉表側の薬剤付着は著しく劣った。黒星病の発病についても、走行する通路の真上で発病が多くなった。

これに対して全列走行では、1 列おき走行より少ない

表-3 各種農薬の混用がジフェノコナゾールのナシ黒星病の防除効果に及ぼす影響



試験	薬剤 散布日	調査日	発病率率 (%)		リスク 比	95%信頼区間	
			混用区	単用区		下限値	上限値
2006年佐賀①	4月25日	6月25日	13.3	7.9	1.68	1.25	2.26
2006年佐賀②	4月25日	6月25日	17.6	8.3	2.12	1.61	2.79
統合リスク比					1.91	1.56	2.33

両試験において使用したDMI剤はジフェノコナゾール(10%)水和剤 50 ppm(商品名:スコア水和剤 10 4,000倍)である。  
混用する殺虫剤はシベルメトリン水和剤(商品名:アグロスリン水和剤2,000倍)を供試した。

試験	薬剤 散布日	調査日	発病率率 (%)		リスク 比	95%信頼区間	
			混用区	単用区		下限値	上限値
2005年佐賀	4月15日	6月4日	15.5	3.5	4.43	2.79	7.04
2006年佐賀①	4月25日	6月25日	13.3	7.9	1.68	1.25	2.26
2006年佐賀②	4月25日	6月25日	10.3	8.3	1.24	0.91	1.69
統合リスク比					1.77	1.46	2.14

すべての試験において使用したDMI剤はジフェノコナゾール(10%)水和剤 50 ppm(商品名:スコア水和剤 10 4,000倍)である。  
混用する展着剤としてはアビオン E 1,000倍を供試した。

試験	薬剤 散布日	調査日	発病率率 (%)		リスク 比	95%信頼区間	
			混用区	単用区		下限値	上限値
2004年佐賀	4月15日	6月4日	2.7	1.7	1.59	0.73	3.46
2005年茨城	5月9日	5月20日	7.0	3.2	2.21	1.30	3.76
2005年熊本	4月13日	5月27日	0.1	0.1	1.00	0.09	10.60
2006年佐賀①	4月25日	6月25日	16.4	7.9	2.08	1.56	2.76
2006年佐賀②	4月25日	6月25日	13.6	8.3	1.64	1.23	2.19
2006年佐賀③	4月17日	6月25日	18.0	10.7	1.68	1.26	2.25
統合リスク比					1.81	1.55	2.11

すべての試験において使用したDMI剤はジフェノコナゾール(10%)水和剤 50 ppm(商品名:スコア水和剤 10 4,000倍)である。  
また、すべての試験において混用する保護殺菌剤として有機銅(35%)フロアブル 350 ppm(商品名:キノンドーフロアブル 1,000倍)を供試した。

試験	薬剤 散布日	調査日	発病率率 (%)		リスク 比	95%信頼区間	
			混用区	単用区		下限値	上限値
2005年茨城	5月9日	5月20日	2.7	3.2	0.84	0.44	1.62
2005年千葉	4月20日	6月2日	6.4	10.8	0.60	0.31	1.17
2005年大分	4月21日	6月9日	1.3	2.4	0.53	0.23	1.25
2006年佐賀①	4月25日	6月25日	6.3	7.9	0.80	0.56	1.14
2006年佐賀②	4月25日	6月25日	8.5	8.3	1.02	0.74	1.42
2006年佐賀③	4月17日	6月25日	1.3	10.7	0.12	0.06	0.25
統合リスク比					0.73	0.60	0.89

2005年千葉の試験ではジフェノコナゾール(10%)顆粒水和剤 50 ppm(商品名:スコア顆粒水和剤 10 4,000倍)を使用し、その他の試験ではジフェノコナゾール(10%)水和剤 50 ppm(商品名:スコア水和剤 10 4,000倍)を使用した。  
また、混用する保護殺菌剤として、2005年千葉および2005年茨城ではイミノクタジナルベシル酸塩(30%)フロアブル 200 ppm(商品名:ベルクートフロアブル 1,500倍)を使用し、その他の試験ではイミノクタジナルベシル酸塩(40%)水和剤 267 ppm(商品名:ベルクートフロアブル 1,500倍)を使用した。

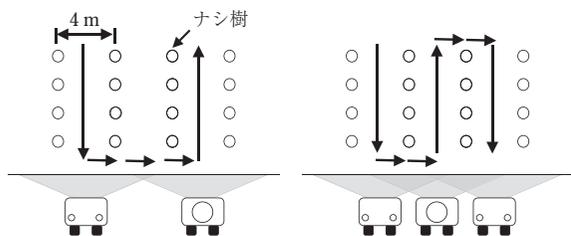


図-2 ナシのスピードスプレヤーの二つの走行法  
左：1列おき走行 右：全列走行。

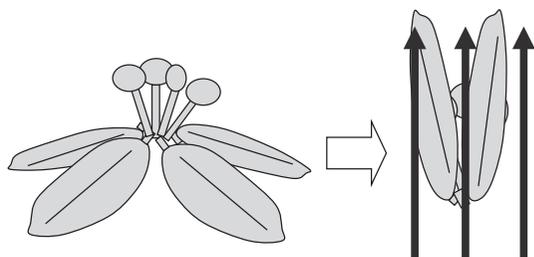


図-3 SSの風圧によるSS通路真上における葉の巻き上げ現象

表-4 スピードスプレヤー (SS) の走行法が薬液付着とナシ黒星病に対する防除効果に及ぼす影響<sup>1)</sup>

区 NO	走行法	10 a 当たり散布量 (l/10 a) ①	調査部位	薬液付着程度 (感水紙)		発病葉率 (%)		発病果率 (%)		散布時間 (分/10 a) ③	収益 <sup>2)</sup> (万円/10 a)
				葉表	葉裏	(%)	(%)	②	②		
1	1列おき	327	SS 通路真上 SS 通路間	38	99	3.8	平均 5.3	平均 0.7	3.0	5.3	48.2
				75	78	0.6	2.2	0.7	3.0		
2	全列	309	中央列	73	92	0.5	0.8	7.4	49.3		
3	無散布	—	—	—	—	13.3	20.7	—	—		

<sup>1)</sup> 供試薬剤にはジフェノコナゾール水和剤 (商品名スコア水和剤 10) を用い、開花期と落弁期の2回散布した。  
<sup>2)</sup> 収益については平均単価250円/kg, 平均収量2,000 kg, 平均薬剤単価：4円, 薬剤散布回数：2回, 労働単価：1,000円/時間として以下の計算式で算出した。

$$\text{単価 (円)} \times \text{収量 (kg)} \times (1 - \text{発病果率} \textcircled{2} / 100) - \text{労働単価} \times \text{散布時間} \textcircled{3} - \text{薬剤単価} \times \text{散布量} \textcircled{1} \times \text{薬剤散布回数}$$

$$1 \text{列おき走行} : 250 \times 2,000 \times (1 - 3.0/100) - 1,000 \times 5.3/60 - 4 \times 327 \times 2 = 48.2 \text{万円}$$

$$\text{全列散布} : 250 \times 2,000 \times (1 - 0.8/100) - 1,000 \times 7.4/60 - 4 \times 309 \times 2 = 49.3 \text{万円}$$

散布量であっても、葉表側、葉裏側ともに薬剤付着は良好であった。また、黒星病の発生も少なく、少ない散布量で効率よく防除するためには、全列走行が有効であることが示された (表-4)。

また、観察の結果、1列おき走行のSSが通る通路 (SS道真上) ではSSの風圧で葉が巻き上げられ閉じてしまうことから、葉表側の薬剤付着が著しく劣り、黒星病の発生も多くなると考えられた (図-3)。

これらのデータに基づいた黒星病防除におけるSSの全列走行の重要性の提案に対して、普及指導員や生産者からも同意が得られ、現在、ナシ黒星病の防除では全列走行が広く普及するようになった。これまで普及指導員や生産者の間では、両走行法とも薬剤の付着に差がないという先入観があったが、科学的裏付けをもって1列おき走行の問題点を明らかにし、全列走行のメリットを示したことで、1列おき走行を行っていた生産者は納得して全列走行に切り替えることができた。

### おわりに

これらの薬剤の特性や使い方に関するエビデンスはこ

れまで慣例的に行われてきた防除作業や一般論に疑問を持つことから得られたものである。一般論として取り扱われている知見の中にはきちんとしたエビデンスがなく、先入観で導入されている場合がある。

生産者にきちんと説明できるエビデンスであれば、生産者は納得して防除作業を実践してくれる。本稿では、薬剤防除に関するエビデンスのみに絞って紹介したが、防除技術全般について、生産者目線にあった、あるいは生産現場における問題解決を念頭においたエビデンスの構築が今後もますます必要である。

### 引用文献

- 1) 井手洋一・田代暢哉 (2004): 日植病報 70: 1 ~ 6.
- 2) 井上一男・芹沢拙夫 (1978): 同上 44: 406 (講要).
- 3) 三好孝典ら (2007): 日植病報 73: 149 ~ 154.
- 4) 中島 隆ら (2006): 九病虫研究会報 52: 33 ~ 37.
- 5) ————ら (2009): 同上 55: 25 ~ 30.
- 6) 野口真弓ら (2011): 平成23年度発生予察の手法検討委託事業「発生予察調査実施基準改良事業」報告書: p. 54 ~ 64.
- 7) 小川哲治ら (2003): 日植病報 69: 20 ~ 21 (講要).
- 8) 小野公夫 (1976): 九農研 38: 89 ~ 90.
- 9) 田代暢哉ら (2004): 日植病報 70: 254 ~ 255 (講要).
- 10) ———— (2007): だれでもできる果樹の病害虫防除, 農文協, 東京, p. 102 ~ 107.
- 11) 山本省二 (1991): 和歌山果樹試特研報 1: 33 ~ 51.