

カンキツほ場における感水紙を用いた農薬ドリフト量の評価

市川 健¹⁾・吉川公規¹⁾・中村明弘¹⁾・山根 俊²⁾・大村和宏³⁾

1)農林技術研究所果樹研究センター, 2)農林技術研究所, 3)西部農林事務所

Evaluation of Spray Drift by Using Water-Sensitive Paper in a Citrus Orchard

Takeshi Ichikawa¹⁾, Kiminori Yoshikawa¹⁾, Akihiro Nakamura¹⁾,
Suguru Yamane²⁾ and Kazuhiro Ohmura³⁾

1)Fruit Research Center, Shizuoka Prefectural Research Institute of Agriculture and Forestry, 2) Shizuoka Prefectural Research Institute of Agriculture and Forestry, 3)Seibu Agriculture and Forestry Office

Abstract

Spray drift is the risk associated with the spraying of pesticides, whereby the sprayed pesticide can reach unintended areas and hence adhere to non-target crops. In this study, spray drift was demonstrated by spraying dithiocarbamate with a sprayer in various settings in a citrus orchard. Spray drift was evaluated by two methods: the first method utilized the water-sensitive paper, while the second method was based on analysis of dithiocarbamate.

Spray drift was evaluated by placing water-sensitive paper on the map of orchard. Droplets were observed on the water-sensitive paper at a position that was over 40 m away from the field that had been sprayed.

The spray drift amount calculated by the water-sensitive paper method was always found to be less than that obtained by analysis of dithiocarbamate. The ratio was inversely proportional to the distance. Water-sensitive paper is convenient, but cannot be used to accurately measure the amount of pesticides.

The area and the amount of spray drift varied depending on the settings of the sprayer. Spraying using all nozzles and strong blows increased the spray drift. In this instance, the amount of spray drift was 7.5% of the amount of sprayed pesticide. Spraying by limiting the number of nozzles used, and weak or no blows decreased spray drift. Using a sprayer set to high settings with regards to direction and force lead to increased spray drift, thereby resulting in agrochemical residues on the crops as well as pesticide waste.

キーワード：農薬散布, ミカン園, スピードスプレーヤ, ドリフト, 感水紙, ジチオカーバメート

I 結 言

2006年5月29日に残留農薬のポジティブリスト制度が施行され、残留基準値の設定されていない多くの作物と農薬に関して0.01ppmという一律基準が適用されることとなった。残留基準値のクリアのためには農薬の使用基準等を遵守した病虫害防除の実施が必須であるが、散布した農薬の予期せぬ漂流飛散すなわちドリフトの危険性が指摘されている¹⁾。

果樹、特に落葉果樹においては、作物体の背が高いこと、収穫時期の異なる複数の品種や果樹種が混植されている場面が多いという特徴がある。また、農薬散布に当

たっては多数のノズルから同時に散布しかつ薬液をより遠方に飛ばすための送風機能を持つなど、散布能力の高いスピードスプレーヤ(以降SSと記述)のような防除器具の使用が一般的である。このため、ドリフトについてはポジティブリストの試行以前から危惧され、発生及び低減策についての多くの検討が行われている^{4,6,7,9)}。一方カンキツ類では、混植のほ場は比較的少ないこと、主要な防除時期と収穫時期が十分離れていることや、SSの普及が進んでいない等の理由により、ドリフト対策は他の果樹に比べて取組が遅れていた。しかし、近年ほ場整備や機械化の進展により経営が大規模化し、SSによる防除の場面が増加しており、ドリフト対策に対する認識も変わってきたところである。

† 本報告の一部は日本農薬学会第33回大会(平成20年3月、奈良県奈良市)で発表した。

筆者らは前報³⁾において、画像処理を用いた感水紙の被覆面積率の評価、及びカンキツの重要病害である黒点病防除に多用されるジチオカーバメート系農薬のマンゼブ量を簡易に分析することにより、ドリフト量を評価する手法を検討した。今回、現地のカンキツほ場において、SSを用いて農薬を散布し、これらの方法によってドリフトの発生を評価し、一定の知見を得たので報告する。

Ⅱ 材料及び方法

1 感水紙及び画像処理方法

感水紙による農薬ドリフト量の評価には、スプレーイングシステムズジャパン社の感水紙(20301-1N, 76mm×26mm)を使用した。試験に供試して水滴が付着、変色した感水紙は、乾燥後 HP 社製スキャナ(PSC2355)を用いて解像度 300dpi, 24 ビットカラーで取り込み、JPEG 画像化した。画像データは、Adobe 社製画像処理ソフト(Photoshop Elements 2.0)により閾値 125 で白黒二値化した後、画像処理ソフト(LIA32)²⁾の前・背景別色解析機能により水滴の付着により変色した部分の面積率(被覆面積率)を求めた。被覆面積率は次の式³⁾により換算し、面積あたりの葉液の落下水量とした。

$$Y(\text{落下水量 mL/m}^2)=0.23X(\text{被覆面積率}\%)$$

2 ポリプロピレントラップ上のマンゼブ量による落下水量の推定

5×5cm に裁断したポリプロピレンの薄板をトラップとして使用した。散布後マンゼブ水和剤(ジマンダイセン水和剤)の付着したポリプロピレントラップを、ラミネート製の袋(BIOBERA Extraction bag Standard)にいれ、10mLの酸混合液(濃硫酸 5mL+濃硝酸 20mL/L 水)を加えた後、湯煎(80℃, 5 分間)し成分を分解し、成分中のマンガンをイオン化した。反応液のマンガン濃度を ICP 発光分析装置(セイコーインスツルメンツ株式会社製 SPS3000 型)により測定し、マンゼブ量に換算し、更に面積あたりのマンゼブ水和剤の落下水量を推定した³⁾。



図1 調査点に設置した感水紙及びポリプロピレントラップ

感水紙(下方)はクリップでプラスチック板に固定してガラスシャーレ内にいれ、ポリプロピレントラップは小さな両面テープ片でガラスシャーレに固定した。

表1 静岡県農林技術研究所果樹研究センター旧西遠ほ場での農薬散布試験

散布区	処 理			その他の条件			
	散布方向 ¹⁾	送風	遮風板 ²⁾	散布量 L ³⁾	風速 m/sec	散布 年月日	調査点数 ⁴⁾
1	全方向	強		372	2.6	2007.8.8	134
2A	全方向	強		372	1.1	2008.7.17	141
2B	側方のみ	なし		302	1.2	2008.7.17	141
2C	側方のみ	強	あり	302	1.4	2008.7.17	141
2D	側方のみ	強		302	0.5	2008.7.17	141
3A	全方向	強		372	0.4	2008.8.8	151
3B	側方のみ	弱		302	0.9	2008.8.8	151
3C	側方のみ	強		302	0.4	2008.8.8	151
3D	側方のみ	強	あり	302	0.7	2008.8.8	151

1) 散布方向：全方向：上方、側方すべての噴口より散布した。側方のみ：上方のノズルを閉じ、側方の噴口のみ散布した。

2) 遮風板：送風口の上方を塞ぎ上方への送風を止める板を取り付けた(自作)。

3) 散布量：10a当り散布量。供試ほ場は860m²であるため、実際の散布量は320及び260L。

4) 調査点は散布ほ場の内外に10m間隔で設置した。建物等がある場合は設置しなかった。最も遠い地点で散布ほ場より50mほど。散布日によって設置数が異なるのは散布時の風向などによって調整したため。

5) 散布薬剤は、マンゼブ水和剤(ジマンダイセン水和剤)600倍、1回目のみアセフェート水和剤(オルトラン水和剤)1,500倍を混用した。添着剤は使用しなかった。

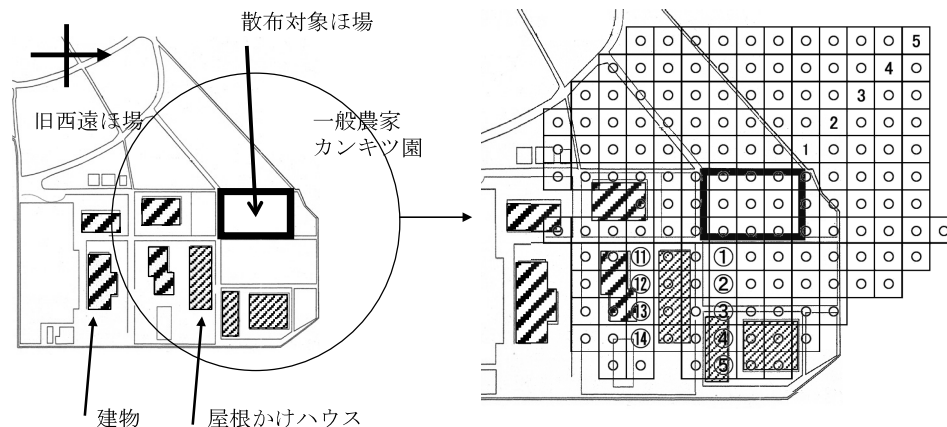


図2 散布ほ場平面図と調査点の設置

- ・右図の○印及び数字は調査点。10m×10mのマス目に区切り1マスに1ヶ所設置した。
- ・153ヶ所示されているが、調査時に風向等により調整し、調査は134～151ヶ所で実施した。
- ・数字（1～5）及び丸付き数字（①～⑤、⑪～⑭）は、材料及び方法4の感水紙に落下した水滴の数と大きさの調査対象点。
- ・調査区域内にあった屋根かけハウスは一部骨組みのみであったため、内側にも調査点を設置した。

3 カンキツほ場におけるスピードスプレーによる農薬散布とドリフト量の評価

果樹研究センター旧西遠ほ場(浜松市北区三ヶ日町釣)内の7号ほ場(860 m², 9年生青島温州, 70樹)において、SS(共立製 S-1000 型)を用いてマンゼブ水和剤の散布を行った。散布は、2007年8月8日、2008年7月17日及び8月8日に条件を変えて合計9回行った。各処理区の薬剤散布方法を表1に示した。

散布ほ場の内外に10m間隔で134～151か所の調査点を設け、30cmの高さのプラスチックコンテナに感水紙及びポリプロピレントラップ(散布区1のみ)を設置した(図1)。感水紙及びポリプロピレントラップは風等による移動や落下を防ぐため、ガラスシャーレに入れて設置した。ガラスシャーレのふたを開放して設置し、散布終了から5分後にふたを閉じてガラスシャーレごと回収した。

散布ほ場及び調査点の平面図を図2に示した。ほ場は西から東(図2では上から下)に向かって全体に緩やかに下っている。調査範囲には、建物、ハウス、屋根かけハウスが散在し、主要なほ場の間には防風樹の植え込み(イヌマキ、高さ3～4m)がある。調査点は建物、ハウスの場所には設置しなかったものの、そのほかの構造物や防風樹には影響されずに設置した。調査点のうち北西側の3分の1ほどは果樹研究センター敷地外の一般農家のカンキツほ場であり、ほ場主の了解を得て調査点を設置し、散布試験を実施した。

シャーレ回収後、感水紙は調査点番号を付したファスナーつきポリエチレン袋に乾燥剤とともに1枚ずつ保存した。2007年に実施した散布区1では、ポリプロピレン

トラップは調査点番号を付したラミネート製袋に回収した。感水紙及びポリプロピレントラップは材料及び方法の1及び2に示した方法で処理し、調査点における落下水量(ドリフト量)を推定した。

4 感水紙に落下した水滴の数と大きさの解析

表1に示した9回の散布試験のうち、散布時の散布方向と送風量の2要因に着目して検討を行った。散布方向が全方向かつ送風強の条件(2A区及び3A区)と、散布方向が側方のみで送風量なしまたは弱の条件(2B区及び3B区)を比較した。それぞれの散布時に、散布対象ほ場から風下に向かって設置された調査点を対象とした(図2)。これら調査点に設置された感水紙は、感水紙の変色面に5mm間隔の升目のあるプラスチック板を重ね2×3.5cm(7cm²)の範囲をデジタルカメラで接写撮影した。撮影された画像について、コンピューターの画面上で感水紙上の斑点数と大きさ(直径)を計測した。斑点の調査は5mm四方の升目単位に行い、計測した斑点の数が100個前後に達するまで複数の升目について調査を行った。

III 結 果

1 カンキツほ場におけるスピードスプレーによる農薬散布のドリフト量の評価

散布時の気象条件を表2に示した。いずれも晴れで気温が高く、わずかな風があった。2007年8月8日には、ちょうど通過した雲より非常に少量の降水が認められた。(1)2007年8月8日の散布試験結果(1区)

表2 散布試験実施時の気象条件

年月日	天候	気温 ℃	日射量 W/m ²	風向	風速 m/s	散布区 2)
2007.8.8	晴れ	30.7	0.64	南南東	2.6	1
2008.7.17	晴れ	31.8	88	南東	0.5~1.4	2A~2D
2008.8.8	晴れ	35.2	78	北西	0.4~0.9	3A~3D

1) 2007年8月8日には、ちょうど通過した雲より非常にわずかな降水があった

2) 当該日に実施した散布区の番号(表1参照)

表3 スピードスプレーヤの散布によるドリフトの発生状況と調査方法による違い

調査方法	薬液の落下の認められた調査点数 ¹⁾	ドリフト率0.5%以上の調査点数	落下水量の合計推定量(L) ²⁾	ほ場外飛散率(%) ³⁾
感水紙	50	12	8.5	2.7
マンゼブ量	40	22	23.9	7.5

1) 調査点数134(散布対象は場合含む)。欠測となった調査点4。感水紙上に水滴の落下(青い斑点が観察された)が認められた、又はマンガン分析により不検出でなかった調査点数。

2) 調査点ごとに推定された落下水量を、周囲100m²を代表するものとして積算した。

3) 散布した薬剤量(320L)に対する、ほ場外に飛散した量(落下水量の推定値の合計)の割合。

図3は、感水紙の画像を調査点の位置に従って並べたものである。使用した感水紙の大きさは76mm×26mmであったが、図には25×25mmに相当する部分を示した。いくつかの調査点では、SSによる送風その他の原因により感水紙が回収用のガラスシャーレとともに落下し、欠測となった。また、全体に散在する大きめの斑点は、降水によるものである。降水による感水紙上の斑点は、散布薬剤による斑点に比較して明らかに大きく区別できたので、被覆面積率の測定に当っては降水による斑点を除外して行った。薬液の落下は、散布対象ほ場内では感水紙表面を完全に被覆、変色させる程度に観察されたが、風上側の縁に設置したいくつかの調査点では、感水紙の変色面積は100%に至らなかった。

散布対象ほ場外での感水紙への薬液の落下は、風下側(北西方向)に広がり、遠距離では徐々に減少したが、最も遠い40~50m離れた調査点でも認められた。散布対象ほ場に近い調査点では、感水紙の変色程度は高かったが、散布対象ほ場内の調査点のように完全に濡れるには至らなかった。風上側や横方向では薬液の落下は確認されなかった。

感水紙及びポリプロピレントラップは、方法1及び2によって調査点での落下水量を推定し、さらに2通りの方法で推定した落下水量の推定値の比を求めた。結果を

a: 感水紙の被覆面積率より推定した落下水量 (mL/m²)

			0	0	0.2	0.2	0.3	
		0.0	×	×	0.4	0.5	0.4	0.5
			0.2	×	1.7	1.8	1.0	0.6
0	0.0	0.3	0.2	3.5	×	3.7	2.0	0.4
	0.3	3.3	11.4	8.8	8.4	3.1	2.0	1.2
0	3.6	23.0	23.0	23.0	23.0	7.8	0.8	1.0
	2.6	23.0	×	23.0	23.0	13.6	1.0	0.2
	8.8	12.1	8.1	×	11.1	3.8	0.1	0
		0	0	0				

b: マンゼブの分析値より推定した落下水量 (mL/m²)

0.1				0.2	0.7	1.0	1.0	
			×	×	1.2	2.0	1.4	2.1
			0.8	×	6.2	7.6	3.1	2.4
		0.7	0.4	10.2	×	12.2	7.6	1.7
	0.6	8.7	33.5	22.6	23.0	10.4	6.1	4.1
	37.5	73.9	39.4	OF	OF	14.2	3.9	2.6
	6.4	75.7	×	59.5	39.0	30.7	2.8	0.8
	7.5	21.0	24.5	×	25.4	8.8		

c: 両推定方法による落下水量の比 (a/b×100) (%)

					22.9	23.0	25.0	
					30.0	23.5	29.3	22.9
					21.3	26.6	23.9	31.0
			21.3		26.6	23.9	31.0	23.3
		38.6	52.5	33.8		30.5	25.9	25.3
	43.3	38.2	34.1	38.9	36.3	29.3	33.4	28.3
	9.7	31.1	58.4			55.1	21.5	36.5
	41.1	30.4		38.7	59.0	44.4	36.1	28.8
	117.2	57.8	33.2		43.7	43.1		

図4 感水紙の被覆面積率及びマンゼブ剤の分析値より推定した落下水量及びその比

- ・2007年8月8日散布。風上側(東側、南側)は省略した。
- ・調査対象ほ場は10×10mに区切り、1マス1ヶ所の調査点を設けた。太枠による囲いは、散布対象ほ場。
- ・単位: mL/m² ×: 欠測 空欄: 検出なし OF: ICP発光分析による検出上限値(88.4mL/m²)以上
- ・図Cの値(%) = (感水紙の被覆面積率による推定値) / (マンガンの分析値による推定値) ×100

表3及び図4に示した。ドリフトは感水紙で50ヶ所、マンゼブ量による方法で40ヶ所の調査点で確認された。落

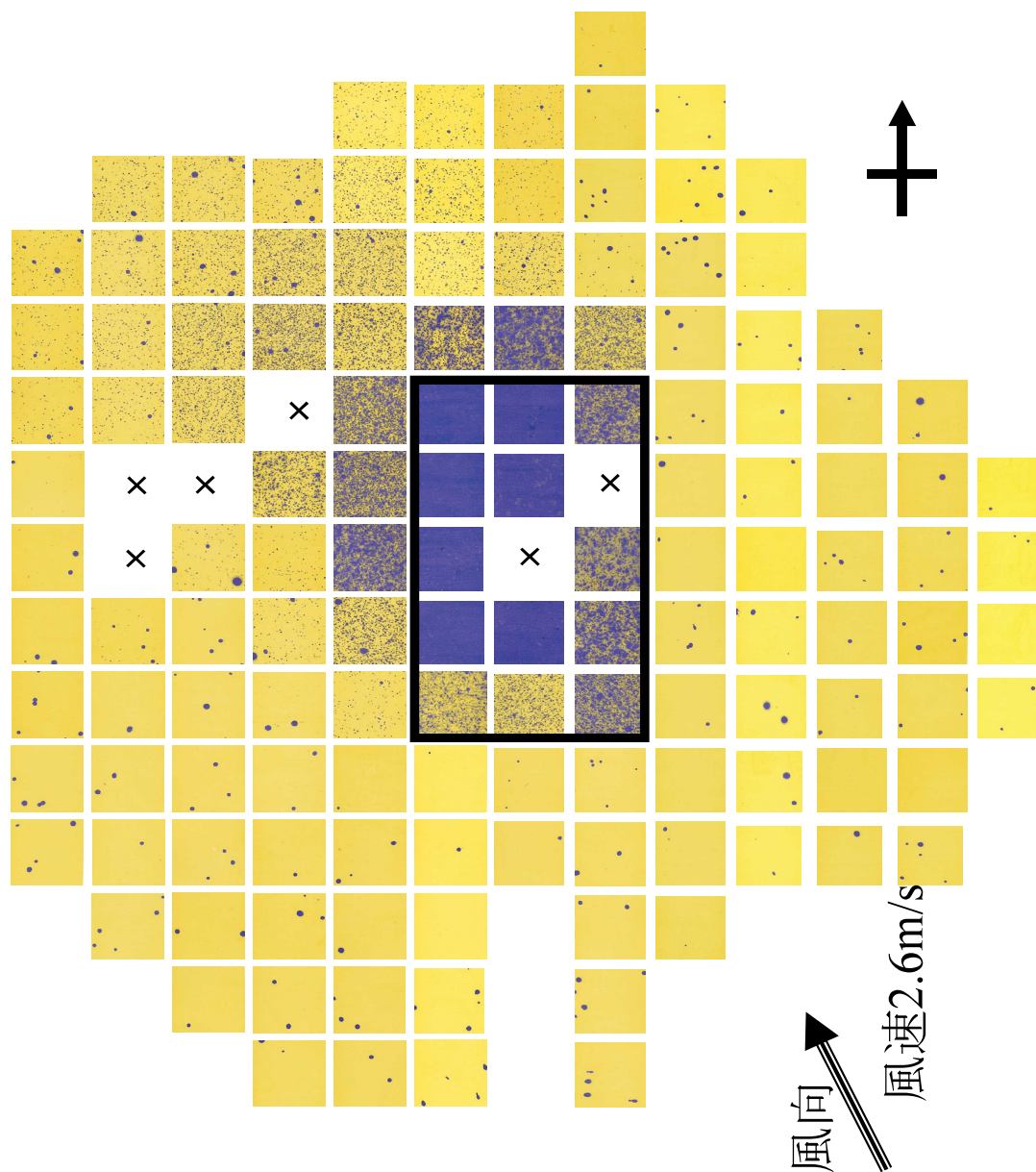


図3 感水紙の画像による農薬ドリフトの状況 (2007年8月8日、散布区1)

- ・×印：ガラスシャーレ落下等による欠測。実線の囲いは散布対象ほ場。
- ・調査対象ほ場を10×10mに区切り、1マス1ヶ所の調査点に感水紙を設置した。
- ・感水紙は、25×25mmに切り取った画像を示した。
- ・全体に散らばる大き目の斑点はわずかにあった降水によるもの。

下水量は感水紙による推定値が0~13.6mL/m²(図4a), マンゼブ量による推定値が0.0~33.5mL/m²(図4b)の範囲であった。ドリフト率0.5%以上(落下水量1.9mL/m²以上)と推定された調査点数は感水紙による方法で12点であったのに対し、マンゼブ量による方法は22点と多かった。両方の推定値が得られた調査点では、感水紙による推定値は、マンゼブ量による推定値より常に小さくその比率は21.3~55.1%であった(図4c)。

図4cに示した両推定法による値の比について、散布対象ほ場から調査点までの距離により図5のようにグルーピングして検討した。この結果、表4に示したように、距離と推定値の比には負の相関関係が認められた。

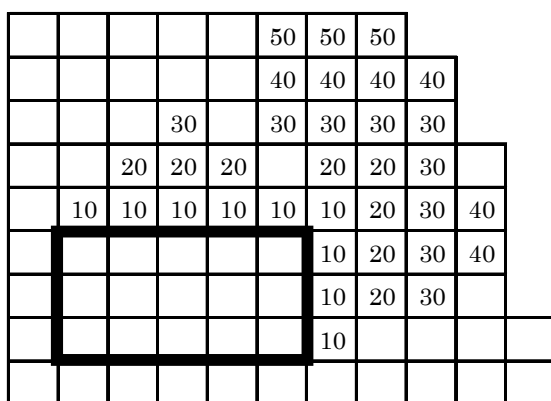


図5 散布対象ほ場からの距離による調査点のグルーピング

- ・調査対象ほ場は10×10mに区切り、1マス1ヶ所の調査点を設けた。太枠による囲いは、散布対象ほ場。
- ・数字は、距離による調査点のグルーピング。
- ・ほ場東側及び南側は省略。

表4 散布ほ場よりの距離と、感水紙による方法とマンゼブ量による方法による落下水量の推定値の比¹⁾

距離 (m) ²⁾	比較調査点数 ³⁾	推定値の比
10	9	40.3
20	8	34.0
30	9	27.2
40	6	27.0
50	3	23.6

1) 推定値の比:

(感水紙による被覆面積率より推定した落下水量)
/ (マンゼブ量より推定した落下水量) ×100

2) 距離: 散布対象調査点よりの距離を、図5のようにグルーピングし、該当する調査点について検討した

3) 比較調査点数: 感水紙による落下水量と、マンゼブ量による落下水量の双方のデータがあり比較できる地点

次いで、マンガン量より推定した落下水量をもとにドリフト率を求めた。ドリフト率は、散布した薬液が散布対象ほ場に全量均等に落下したとした場合の落下水量に対する、当該の調査点での落下水量の比で、次式によって求めた¹⁾。

$$\text{ドリフト率(\%)} = (\text{当該調査点での落下水量 mL/m}^2) / (\text{散布対象ほ場での落下水量の理論値 mL/m}^2) \times 100$$

$$\text{散布対象ほ場での落下水量の理論値 (mL/m}^2) = (\text{散布水量 L}) / (\text{ほ場面積 m}^2) \times 1000$$

本試験においては860 m²に320L散布したため、落下水量の理論値は372mL/m²であった。最も大きなドリフト率が得られたのは、散布対象ほ場西側直近の調査点で9.0%(落下水量の推定値33.5mL/m²)であった。

本試験では、調査点を10m間隔に設けているため、調査点の周囲の10m四方(100 m²)では同一量の落下水量(ドリフト率)であったと仮定し、積算して散布対象ほ場外に飛散、落下したドリフトの総量を試算した。

マンゼブ量による推定値によるドリフトの総量は、23.9Lとなり、散布した薬剤(320L)の7.5%がほ場外に飛散していたこととなった。(以降この比率をドリフト率と区別して飛散率と呼ぶ)

(2) スピードスプレーの散布時の条件を変えた場合のドリフト(2008年7月17日及び8月8日)

感水紙の被覆面積率よりもとめた調査点の落下水量の推定値を図6に示した。また薬液の落下の認められた調査点数、落下水量の推定値及びほ場外飛散率を表5に示した。散布方向が全方向(A区)の場合に両散布日ともドリフトの面積、量が多かった。また、送風量が弱若しくは弱(B区)であると、落下水量、範囲とも小さくなった。遮風板による効果(D区)は定かではなかった。7月17日と8月8日の比較では、同一の散布条件であれば遮風板を設置した場合を除き、8月8日の方が薬液の落下の認められる調査点数が多かった。

ほ場外への飛散率は2A区で2.4%であったが、他のいずれの区でもこれより少なく、更に2007年8月8日の1区の2.7%を下回った。

2 感水紙に落下した水滴の大きさと数の解析

各調査点における感水紙上の斑点数と斑点の直径の測定結果を、表6に示した。全方向に散布し送風も強であった7月17日散布の2A区や8月8日散布の3A区では、散布対象ほ場に近い2A区の調査点1, 2, 3及び3A区の調査点①において1cm²当たり100個以上の斑点が認められた。また、側方のみ散布で送風が弱であった8月8日散布の3B区でも、散布対象ほ場に近い調査点①において、

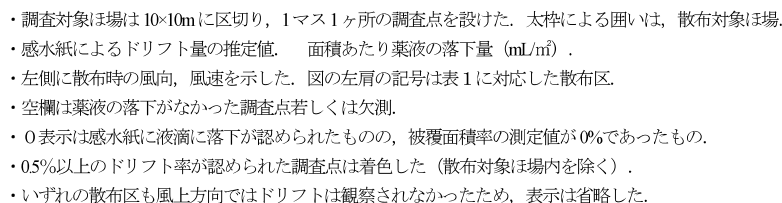


表5 スピードスプレーヤの散布時の条件を変えた場合のドリフトの発生状況

処理				散布区 ¹⁾		薬液落下の 認められた 調査点数 ²⁾		ドリフト率 0.5% 以上の 調査点数		落下水量の 合計 推定値 (L) ³⁾		ほ場外 飛散率 (%) ⁴⁾	
散布方向	送風 量	遮風 板	薬剤散布 量(L/10a) ⁵⁾	7月 17日	8月 8日	7月 17日	8月 8日	7月 17日	8月 8日	7月 17日	8月 8日	7月 17日	8月 8日
全方向	強		372	2 A	3 A	49	60	10	6	7.6	4.0	2.4	1.3
側方のみ	なし／弱		302	2 B	3 B	34	52	1	2	0.5	2.5	0.2	1.0
側方のみ	強		302	2 C	3 C	50	56	7	5	4.1	2.5	1.6	1.0
側方のみ	強	あり	302	2 D	3 D	64	55	9	6	4.1	2.5	1.6	1.0

1) 表1参照。散布試験月日と散布条件を示す。以降のデータはこの順に表示した。

2) 感水紙上に水滴の落下（青いしみ）が認められた調査点数。7月17日の調査点は141、8月8日は151点。それぞれ欠測となった調査点がある

3) 調査点ごとに推定された落下水量を、周囲100㎡を代表するものとして積算した。

4) 散布した薬剤量に対する、ほ場外に飛散した量（ドリフト量の合計推定値）の割合。

5) 10a当りへの換算値。実際の散布量は、2A区及び3A区で320L、他の散布区で260L。

6) 7月17日は送風なし、8月8日は弱送風。

表6 感水紙に落下した散布粒子の密度と感水紙上の斑点の大きさ（2008年7月17日及び8月8日）

7月17日		散布区：2A		散布方向：全方向		送風：強	散布区：2B		散布方向：側方のみ		送風：なし
調査点位置		1	2	3	4	5	1	2	3		
感水紙の調査面積(㎢)		0.16	0.25	0.5	5	3.5	6	7	7		
斑点数		110	83	84	97	96	101	36	10		
斑点数/㎢		688	332	168	19	27	17	5	1		
斑点直径平均mm		0.25	0.23	0.20	0.20	0.19	0.17	0.11	0.16		

8月8日		散布区：3A		散布方向：全方向		送風：強	散布区：3B		散布方向：側方のみ		送風：弱
調査点位置		①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
感水紙の調査面積(㎢)		0.25	1.75	1.5	6	6	0.25	1.25	6	6	6
斑点数		110	108	98	22	52	76	87	84	25	17
斑点数/㎢		458	62	65	4	9	304	70	14	4	3
斑点直径平均mm		0.20	0.18	0.16	0.27	0.18	0.23	0.21	0.20	0.19	0.19

調査点位置	⑪	⑫	⑬	⑭	⑪	⑫	⑬	⑭
感水紙の調査面積(㎢)	7	6	6	6	6	6	6	6
斑点数	59	8	8	14	39	98	9	3
斑点数/㎢	8	1	1	2	7	18	2	1
斑点直径平均mm	0.19	0.24	0.17	0.15	0.21	0.16	0.21	0.19

1) 散布区は表1を、調査点の位置は図2を参照のこと

2) 2A区の調査点1は、斑点数が非常に多かったため、0.16㎢で調査を終了した

表7 感水紙上の斑点の大きさの度数分布 (2008年7月17日及び8月8日)

7月17日 1)	散布区：2A 散布方向：全方向 送風：強					散布区：2B 散布方向：側方のみ 送風：なし		
2) 粒子直径 \ 調査点位置	1	2	3	4	5	1	2	3
～0.1mm	2	5	10	16	3		18	3
0.1～0.2mm	40	26	40	38	54	51	14	4
0.2～0.3mm	38	35	25	31	35	34	4	3
0.3～0.4mm	24	14	8	10	4	1		
0.5～0.6mm	3	3	1	2				
0.5mm～	3							
合計	110	83	84	97	96	101	36	10

8月8日	散布区：3A 散布方向：全方向 送風：強					散布区：3B 散布方向：側方のみ 送風：弱				
粒子直径 \ 調査点位置	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
～0.1mm	8	16	12	3	7	4	7	10	4	4
0.1～0.2mm	31	61	66	7	32	35	38	38	11	4
0.2～0.3mm	14	27	17	3	10	25	35	26	9	6
0.3～0.4mm	6	2	3	3	3	6	6	9	1	3
0.5～0.6mm		2		3		4	1	1		
0.5mm～				3		2				
合計	59	108	98	22	52	76	87	84	25	17

粒子直径 \ 調査点位置	⑪	⑫	⑬	⑭	⑪	⑫	⑬	⑭
～0.1mm	8		2	5	4	16	2	
0.1～0.2mm	31	1	4	5	16	59	2	2
0.2～0.3mm	14	5	1	4	14	21	4	1
0.3～0.4mm	6	2	1		3	2	1	
0.5～0.6mm					2			
0.5mm～								
合計	59	8	8	14	39	98	9	3

1) 感水紙の画像上で斑点の直径を測定した

2) 散布区は表1、調査点の位置は図3参照のこと

1c m² 100個以上の斑点が認められた。一方、送風を行わなかった7月17日散布の2B区では、散布対象ほ場に近しい調査点1においても斑点は17個/cm²と少なかった。

斑点の密度は最も高かった2A区(7月17日、散布方向：全方向)の感水紙で688個/cm²であったが、散布対象ほ場内で見られたように、斑点が重なり合って判別できない状態(図3)までには至らなかった。感水紙上の斑点数は、すべての散布条件下で散布対象ほ場より遠ざかるにつれて減少した。

一方、感水紙上の斑点の直径は距離が遠くなることによって小さくなる傾向は認められなかった。表7に感水紙上の水滴の直径の度数分布を示した。斑点の直径は0.1～0.3mmが中心で、散布対象ほ場からの距離や散布法によってこの傾向は変わらなかった。直径0.3mm以上の大

きな斑点は距離が遠くなるにつれて減少した。直径0.1mm未満の小さい斑点は、散布対象ほ場に隣接した調査点(調査点位置の1及び①)より少し離れた2列目及び3列目(調査点位置の2,3及び②③)で多かった。

IV 考 察

農薬を散布したほ場の周囲に感水紙を設置し、散布後これを実際の配置に従って並べることで、農薬ドリフトの状況を概観することができた(図3)。さらに、水滴の落下によって変色した部分の面積(被覆面積率)を測定すること(図4a)及びポリプロピレントラップにより落下したマンゼブ水和剤を捕捉し付着したマンガン量を分析すること(図4b)により、落下水量を推定することができた。散

布対象ほ場より 40m 以上離れた調査点においても、広い範囲にわたってドリフトが観測された。これは、ブームスプレーヤや SS による散布では風下方向では 50m 地点まで薬液が飛散するとした、地上防除ドリフト対策マニュアル⁷⁾の記述と一致した。

ドリフト量はマンゼブ量による推定法で最大 33.5ml/m²であり、散布対象ほ場の近傍で多く、距離が遠くなるにつれて減少した。また、風下方向でのみ観測され、強力な送風機能を持つ SS による散布であっても、ドリフトに及ぼす風の影響の大きさが明らかとなった。

感水紙による推定値はマンゼブ量による推定値をすべての調査点で下回り、その比率は多くて 55.1%であった(図 4c)。この差の原因の一つとして、飛散中の農薬の希釈水の蒸発が疑われ、前報⁹⁾においても検討した。散布粒子の希釈水が飛散中に蒸発し、水滴が小さくなっていることが示唆された。

このことから、感水紙による方法で調査点における落下水量の評価を行うことは可能であるものの、乾燥により散布粒子が小さくなることから、落下した農薬成分量の評価方法としてそのまま用いるのには考慮の余地があると思われた。特に、ポジティブリストに伴う微量の農薬成分の付着や残留について、農薬成分の絶対量の検討を必要とする場合には、感水紙による方法では限界があり、何らかの形で作物上若しくは適切なトラップ上の、当該の農薬成分を直接かつ簡易に分析する手法の確立が必要である。農薬の散布粒子からの希釈水の蒸発量の評価することもあり得るが、気象条件等不確実性の高い事項を含め要因が多岐にわたり一般化は困難と思われる。

各調査点における落下水量の推定値を積算することにより、ドリフト量の合計値を試算した(表 3)。マンゼブ量による推定値によると、ドリフト量の合計は 23.9L であり、散布した農薬 320L の 7.5% が目的のほ場より外に飛散してしまったことがわかった。欠測の調査点があったことや調査範囲外への飛散があったことから、実際にはより多い量のドリフトがあったものと思われた。ドリフト発生に関する多くの検討においては、散布地点若しくはほ場から風下方向に直線的に調査点を設置してドリフトを捕捉、評価している^{12)・69)・11)}が、本報告のように面的に調査点を設置して評価した例はない。ドリフトの問題点として、散布した農薬が飛散していった先の作物への付着や残留が重要な問題として挙げられる。しかし、本報で明らかにしたように、散布量の 7.5% 以上が散布対象ほ場外に飛散してしまうことは、農薬の使用効率やほ場外に飛散した大量の農薬による環境影響という観点からも重要である。ただし、今回の供試ほ場は 9 年生の青島

温州(樹高 2m 程度)が植栽されており、通常管理での SS を用いた防除作業時には、側方のノズルのみ使用し、送風はしないか弱で散布を行っている。本報での散布方法は、ドリフトを多く発生させるために、上方のノズルも使用し、送風も強で行った。いわば、非常に不適切な散布作業を行ったという状況であった。

SS の散布条件を変えた場合、上方への散布を行うこと、送風を強く行うことでドリフトの量と範囲が大きくなった(表 5)。全方向のノズルを用い送風も強で実施した 2A 区及び 3A 区では薬液の落下の認められた調査点数、ドリフト量の多かった(ドリフト率 1% 以上)調査点数、ほ場外への飛散率などで、似通った値を示した。またこれらの数値は、ほかの散布条件で行った場合より多かった。2A 区及び 3A 区の散布量は 10a 当り 372L と他の散布区での 10a 当り 302L に対し 20% 以上多かったことを考慮しても、ノズルの方向や送風量の違いによる要因がより大きかったと考えられた。

一方、送風を行わなかった 7 月 17 日の 2B 区では薬液の落下の認められた調査点数やドリフト量の多かった調査点数などは、ほかの散布条件より小さい値を示し、ドリフトが少ないことがわかった。本試験に供試したほ場での防除は、通常は側方のみのノズルを用い、送風も弱で行っているため、ドリフト量は少なく、飛散している距離も小さいものと思われた。

7 月 17 日と 8 月 8 日の比較では、2A 区と 3A 区、2C 区と 3C 区及び 2D 区と 3D 区という同一条件の 3 つの組み合わせにおいて、いずれも 7 月 17 日にはほ場外への飛散率が高かった。一方、ドリフトの認められた調査点数では遮風板を用いた 2D 区及び 3D 区を除いて、8 月 8 日が多かった。

本報における供試ほ場は、9 年生のほ場でありミカン樹はまだ十分な大きさでなかった。散布時の観察では、散布された薬液はミカン樹に当ることなく一度ほ場上空に舞い上がり、その上で風に乗って流れていった。このため、図 4 及び図 6 に示したように、調査ほ場内にあった建物や防風樹の近傍で落下水量の増減が認められることはなかった。地表面に沿ってほ場や樹冠内を流れていく、いわゆる水平方向のドリフト^{11)・10)}は、本報の条件の範囲ではその影響は小さいものと思われた。

図 6 において、散布方向が全方向(2A 区、3A 区)の場合と側方のみ(2C 区、3C 区)を比較すると、2A 区及び 2C 区では、ドリフトは風下側に一方に流れていた。一方 3A 区及び 3C 区ではドリフトの範囲は風下方向のみでなく、幅広く広がっていた。表 5 によると、飛散率は 2A 区及び 2C 区において高かったが、ドリフトの観察された調査点

数は3A区及び3C区で多かった。2A区及び2C区の散布が行われた7月17日は南東の風1.1及び1.4mであった。これに対し3A区及び3C区の散布が行われた8月8日は北西の風0.4mであった。ほ場は全体として東に向かって下っており、7月17日は吹き上げる方向、8月8日は吹き下ろす方向であった。ほ場の傾斜は散布液の広がり方に一定の影響を与えたものと思われた。しかし、前述したように、散布された薬液は一度ほ場上空に舞い上がり、その上で風に乗って流れていく様子が観察されていることから、両日のドリフト量及びドリフトの認められた面積の差は、散布時の風速の違いによるところが大きいと思われた。すなわち、より風速の強かった7月17日においては、ほ場上空に舞い上がった散布薬剤はそのまま風下側に流されたのに対し、8月8日においては舞い上がった水滴が広がりながら風下へ移動していったものと思われた。また、7月17日は風向きが斜面を登る方向、8月8日は下る方向であったことも、ドリフトの広がり方に影響を与えたものと思われた。

更に、2007年8月8日の1区の散布時には風速が2.6mであった。1区の飛散率は2A区～3D区のいずれよりも高かったことから、ドリフトの発生や広がりには農薬散布時の風向や風速が大きな影響を及ぼすものと思われた。一方で、2B区(送風なし)と3B区(送風弱)を比較すると、3B区で飛散率が大きくなっている。また、2B区と2C区(送風強)の比較でも2C区での飛散率が大きく、送風の強弱、有無がドリフトに大きな影響を与えることが確認できた。

感水紙上に形成された斑点の数は、散布対象ほ場から遠ざかるにつれて減少した。7月17日の2A区においては、面積あたり斑点数は最も近いところで688個/c㎡であったのに対し、約50m離れた地点では27個/c㎡と25分の1まで減少した。3A区においても同様の傾向であり、送風量の小さい2B区及び3B区においても絶対数は少ないものの同じ傾向であった。一方で、斑点の直径は0.2mm前後であり、散布対象ほ場より距離が遠くなっても大きな変動は無かった。斑点の直径の度数分布を表7に示したが、直径0.1～0.3mmの斑点が最も多く、直径0.1mm未満の小さな斑点はこれらより少なかった。飛散中に農薬の液滴から希釈水が蒸発することは、津賀⁹⁾が指摘しており、2007年に実施した1区で観察されたように、感水紙による落下水量の推定値とマンゼブ量による推定値に差があること、及び差が散布ほ場より距離が遠くなるほど大きくなることから支持された。しかしながら、斑点の大きさについての本報の結果はこれらと矛盾する結果となった。

角田ら⁹⁾はチャ園において、感水紙を用いてドリフトの詳細な検討を行っている。これによるとチャ園で発生したドリフトでは99%が液滴の直径0.2mm未満(感水紙上の斑点の直径では0.4mm未満)とされており、本報での斑点の大きさの度数分布とおおむね一致する。ただし、本報では斑点の直径0.1mm未満が少なくなっているのに対し、角田らの報告ではより小さな粒子も高い頻度となっている。このことは、散布位置と調査点の距離が角田らの調査では1～10mであったのに対し、本報では10～50mと距離が大きかったことが関係しているものと思われたが、詳細については今後の検討点と思われた。

本報で調査点の距離が遠くなった場合に、感水紙に落下した水滴の形成した斑点の大きさに変動が少なかったことについての有効な説明は無く、今後の検討点となる。

カンキツほ場においてSSを用いて農薬散布を行った際のドリフトの発生を、感水紙及びポリプロピレン製トラップに捕捉されたマンゼブ剤を簡易分析することによって、面的、量的に把握した。ドリフトの発生は農薬散布時のSSの設定(散布方向および送風の有無、強度)により変動したが、ドリフトの方向や広がり散布時の風向、風速に大きな影響を受けた。感水紙によるドリフトの推定値とマンゼブ剤の簡易分析による推定値に差があることから、飛散中の散布中止の「やせ」が示唆されたが、その程度や要因の評価は明確にできなかった。

V 摘 要

カンキツほ場においてスピードスプレーヤを用いて防除を行い、ドリフトの状況を調査した。

感水紙を使用することによってほ場における農薬ドリフトの状況が把握できた。カンキツほ場でスピードスプレーヤで防除を行った場合、40～50m離れた地点でも薬液の落下が観察された。感水紙による落下水量の推定値とマンゼブ量による落下水量の推定値の間に差があり、この差が飛散した距離が長くなるほど大きくなることで、散布粒子は飛散中に希釈水の蒸発によって小さくなっていることが考えられた。感水紙による評価方法は、落下水量を評価しているが、落下した農薬成分量を評価するには精度に問題があると思われた。

スピードスプレーヤの散布方向や送風強度を変えることで、ドリフトの発生に大きな影響を与えた。本報の検討では、最大で散布農薬量の7.5%が防除対象ほ場の外に飛散した。また、散布方向を側面のみとし、送風を行わないか弱にすることでドリフトを最小限に抑制できた。スピードスプレーヤの散布方向や送風量などを、作物の

状態にそぐわない不適切な条件に設定して散布することはドリフトの発生を助長し、飛散先の作物における残留農薬の問題を生じるほか、農薬の無駄な使用や環境に対する影響の発生につながると考えられた。

12)山本一清(2005) : <http://www.agr.nagoya-u.ac.jp/~shinkan/LIA32/> (2014年8月24日閲覧)

謝 辞

本研究の遂行に当たり、猛暑の中の調査に協力いただいたJA三ケ日、JA静岡経済連及び静岡県西部農林事務所の担当者各位に深謝いたします。

引 用 文 献

- 1)天野昭子・須賀しのぶ(2009) : パイプダスタを用いたDL粉剤散布時のドリフト実態調査. 日本農薬学会講演要旨集,34,59
- 2)青木こずえ・佐藤敦彦・市原勝(2012) : 畦畔ノズルを用いた水稲用農薬散布におけるドリフト調査及び防風ネットの飛散抑制効果. 高知農技セ研報,21,17-24
- 3)市川健, 吉川公規, 中村明弘(2015)感水紙を用いた農薬ドリフト量の推定方法とジチオカーバメート剤の金属成分分析による評価. 静岡農林研報(印刷中)
- 4)酒井宏・富田真佐男・吉岡正明・關匡房(2006) : 緑肥作物のは場周縁部植栽による農薬飛散(ドリフト)防止効果. 関東東山病害虫研究会報,53,157 - 161
- 5)角川修・深山大介・荒木琢也(2008) : 感水紙を用いた茶園における農薬散布時のドリフトの評価. 茶業研究報告. 106,21 - 38
- 6)関達哉・柴田健一郎・北尾一郎・小泉和明・猪之奥康志(2008) : ナシ園の少飛散, 低騒音型防除法の開発. 農作業研究. 43 別 1,73
- 7)地上防除ドリフト対策マニュアル編集委員会(2005) : 地上防除ドリフト対策マニュアル. 日本植物防疫協会, 東京, 47pp.
- 8)津賀幸之助(1984) : 農薬の付着と測定法. 昭和 59 年度農業機械学会シンポジウム資料. 59 - 71
- 9)西川学・小走善宜・林良考(2008) : SS で散布した隣接園からのウメに対するドリフトと残留への影響. 日本農薬学会講演要旨集,33,46
- 10)廣野公志・平浩一郎・國本佳範・谷川元一(2010) : 簡易ネット障壁のドリフト防止効果と設置作業の省力化. 日本農薬学会講演要旨集,35,142
- 11)藤田俊一(2004) : 農薬散布時のドリフト防止対策. 植物防疫. 59(6),271 - 274