

各種省力防除法による施設トマトの病害虫防除

半川 義行

キーワード：フローダスト法、燃焼煙霧法、蒸散法、くん煙法、
農薬残留、農薬付着、防除効果

施設栽培の普及と施設の大型化によって、病害虫の防除作業の省力化と安全性が重要な問題となってきた。即ち、従来の動力噴霧機による液剤の多量散布では、防除作業に多大な労力を要し、作業者が薬液に直接ふれたり、吸込むなどの保健衛生上の問題や、場合によっては、逆に病害虫の発生を助長するなどの欠点がある。そこで、フローダスト法（以下FD法）、くん煙法、蒸散法、燃焼煙霧法（以下燃焼法）常温煙霧法など、省力で、安全な防除法が開発され普及しつつある。しかし、これらの防除法については一部のものを除き、防除効果はもちろん、農薬残留に関する試験例も少ない。著者は、施設トマトの病害虫を対象に、前記の省力防除法における農薬の残留量調査、農薬の付着性及び防除効果等の試験をし、実用性について若干の検討を行ったので報告する。

試験 I FD法、燃焼法による散布特性とトマトの葉かび病、疫病及びスリップスの防除

試験材料及び方法

1. 農薬残留量調査

1) 試験場所：広島県山県郡芸北町雄鹿原 荒神園芸生産組合農場

2) 対象作物、品種及び定植月日：トマト サターン 1982年6月12日～18日

3) 対象病害虫：葉かび病、疫病及びヒラズハナアザミウマ

4) 供試農薬の剤型及び有効成分量：TPN (tetra-chloroisophthalonitrile, ダコニール®) FD 剤30%, 水和剤75% チオファネートメチル (dimethyl 4, 4-phenylenebis (3-thioallophanate) トップジンM®) FD 剤30%, 水和剤70% DMTP (S-[(2-methoxy-5-oxo-1, 3, 4-thiadiazolin-4yl) methyl] dimethyl phosphorothiolothionate, スプラサイド®) FD 剤15%, 水和剤15%

5) 供試機種名：共立 DMD-11E (FD法)、プルスフォグ K 2 G/E (燃焼法)、丸山 MS-252 (液剤多量散布法 (慣行法))

6) 農薬散布時期及び供試ハウス：散布時期とハウスの面積は第1表のとおりである。なお、供試ハウスはいずれも間口6mのビニールハウスを用いた。

7) 供試農薬の濃度及び散布量：供試農薬の濃度、散布量は第2表に示した。なお、燃焼法はタマジェットを300ml加用した。

8) 防除機、トマト葉の採取、農薬付着量調査用のスライドガラス設置位置及び病害虫防除効果調査位置：第1図に示す。

9) 農薬残留分析用試料採取方法：TPN は2回目の薬剤散布(7月26日)の1日後、3日後、7日後、14日後に、チオファネートメチルとDMTPについては、散布13日後、15日後、及び19日後にハウス全体から無作為にトマト果実を採取し、分析に供した。なお、TPNの1日後の試料は、防除機からの距離別に残留量を調査するために、第1図に示した①～⑨から採取し、I, II, IIIの位置別に分析した。

10) 分析法：TPN は、アセトン抽出、n-ヘキサン転溶後、フロリジルカラムでクリーンアップしてガスクロマトグラフで定量した。チオファネートメチルは、メタノール抽出、ジクロルメタン転溶し、さらに、50%酢酸、酢酸銅を加え還流煮沸してMBCに変換後、高速液体クロマトグラフで定量した。また、DMTPは、アセトン抽出、n-ヘキサン転溶後ガスクロマトグラフで定量した。

11) ガスクロマトグラフィー及び高速液体クロマトグラフィー条件：TPN；島津製作所製 GC-5 AE 型、検出器 ECD (⁶³Ni)、カラム 5% OV-17/クロモゾルブ W AW80~100メッシュ内径3mm長さ1.5mガラス製、カラムオープン温度190°C、注入口温度230°C、検出器温度250°C、キャリアーガスN₂ 2 kg/cm²、DMTP：島津

第1表 農薬散布時期及び供試ハウス面積

散布法	散布時期及び農薬名			供試ハウス面積(m ²)
	7月5日	7月14日	7月26日	
F D 法	TPN FD剤	DMTP, チオファネートメチル FD剤	TPN FD剤	39m × 6m = 234
燃焼法	TPN 水和剤	DMTP, チオファネートメチル 水和剤	TPN 水和剤	42m × 6m = 252
慣行法	TPN 水和剤	DMTP, チオファネートメチル 水和剤	TPN 水和剤	55m × 6m = 330

第2表 供試農薬の濃度及び散布量 (10a当たり)

散布法	7月5日	7月14日		7月26日
	TPN	DMTP	チオファネートメチル	TPN
F D 法	400g (120g)	500g (75g)	500g (150g)	500g (150g)
燃焼法	24倍液 6l (188g)	40倍液 6l (54g)	60倍液 6l (70g)	18倍液 6l (250g)
慣行法	800倍液 150l (141g)	1,000倍液 150l (54g)	1,500倍液 150l (70g)	600倍液 200l (250g)

注) () 内は有効成分量。

製作所製 GC-4BM 型, 検出器 FPD (P), カラム 5% DC-200/ガスクロム Q 80~100メッシュ 内径3mm長さ1.5mガラス製, カラムオープン温度190°C, 注入口温度250°C, キャリヤーガスN₂ 2kg/cm² H₂200ml 空気60ml/min, V.S. (検出器印加電圧) 7.5V (220°C), チオファネートメチル: 島津製作所製 LC-4A型, 検出器蛍光光度計, 励起波長285nm, 蛍光波長315nm, カラムゾルボックス ODS 内径4.6mm 長さ25cmステンレス製, カラムオープン温度 40°C, 溶離液 メタノール, 流速 0.5ml/min

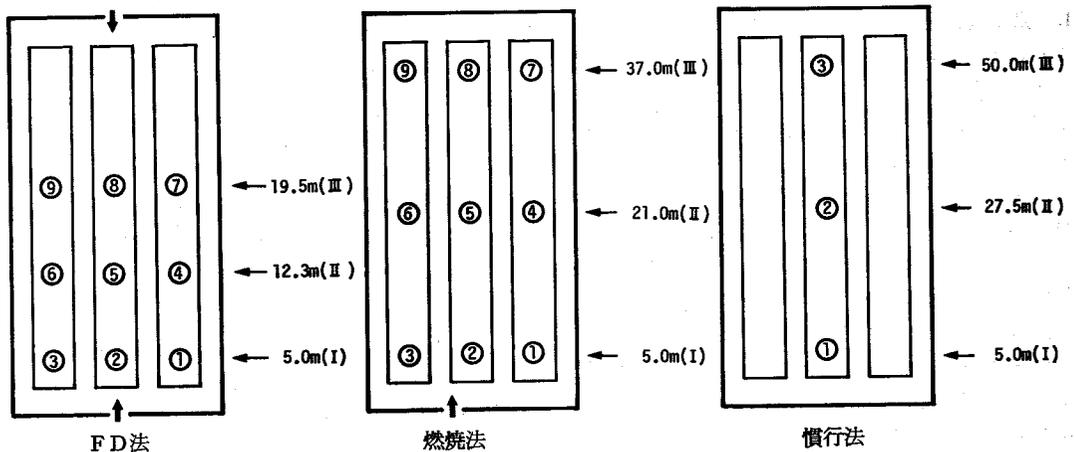
2. 農薬付着量調査

各散布法による農薬のトマト葉への付着量と, 葉の表・裏への付着状況を知るために, シリコングリスを塗布したスライドガラスを用いて付着量を調査した。

1) 調査農薬: TPN 及び DMTP

2) 調査時期: 農薬散布日の7月5日, 7月14日, 7月26日に調査した。

3) 調査方法: 第1図に示す位置通路側で, 草丈のほぼ中央の複葉を1か所当たり1枚採取した。また, スライドガラスは同様に, ①~⑨のトマト作条間の草丈のほ



第1図 防除機設置, トマト葉採取及びスライドガラス設置位置

←は防除機設置位置と吹込み方向, ①~⑨はトマト葉採取及びスライドガラス設置位置を示す。

ぼ半分の高さに設置し、スライドグラス表・裏の付着量を調査した。農葉の定量は、葉、スライドグラスともアセトンで洗浄後定容し、ガスクロマトグラフで定量した。

3. 防除効果調査

1) 調査時期：葉かび病は8月2日、疫病は9月3日に、また、ヒラズハナアザミウマについては7月26日にそれぞれ調査した。

2) 調査方法：葉かび病は、第1図に示すⅠ、Ⅱ、Ⅲの各畝1か所当たり5株の最上位展開葉から数えて、7位葉から11位葉の5複葉について、罹病小葉率を求めた。疫病も同様に1か所当たり25株について、農作物有害動物発生予察事業実施要領²⁾に基づいた発病度と、展開葉から15位葉までの罹病小葉率を求めた。ヒラズハナアザミウマは、各散布法とも3畝について、畝中央の50株の全果について白ぶくれ果率を求めた。

試験結果

1. 農薬残留量

散布法別のトマト果実における農薬残留量を第3表に示した。TPNの1日後の残留量は、FD法では慣行法の概ね1/2~1/10、燃焼法では1/5~1/20となった。3日以降の残留量は全体的に減少するものの、FD法、燃焼法での残留量は、慣行法に比べて少なかった。チオファネートメチルの残留量は、散布13日後からの調査であるが、FD法、燃焼法とも慣行法と殆ど差は見られなかった。一方、DMTPの残留量は、チオファネートメチルと同様に、散布13日後から残留量を調査したが、FD法では慣行法の約1/5以下、燃焼法では検出限界以下となり、両法とも残留量は極端に少なかった。

次に、防除機の設置場所からの距離別に、第1図に示

第3表 散布法別のトマト果実における農薬の残留 (ppm)

散布法	採取位置	散布1日後			散布3日後			散布7日後		
		TPN	DMTP	チオファネートメチル	TPN	DMTP	チオファネートメチル	TPN	DMTP	チオファネートメチル
FD法	Ⅰ	0.243	0.020							
	Ⅱ	0.144	0.006	0.18	0.071	0.005	0.08	0.036	<0.002	0.08
	Ⅲ	0.037	<0.002							
燃焼法	Ⅰ	0.089	<0.002							
	Ⅱ	0.034	<0.002	0.10	0.034	<0.002	0.03	0.023	<0.002	0.02
	Ⅲ	0.023	<0.002							
慣行法	Ⅰ	0.450	0.136							
	Ⅱ	0.558	0.093	0.14	0.550	0.023	0.06	0.412	0.031	0.08
	Ⅲ	0.617	0.152							

注) DMTP, チオファネートメチルは、散布1日後、3日後、7日後はそれぞれ散布13日後、15日後、19日後に当たる。

す位置からトマト果実を採取して、散布法別の残留量を比較した。FD法では、吹込み位置から離れると著しく残留量が少なくなった。一方、燃焼法でも防除機から離れるに従って残留量は少なくなったが、FD法ほど極端な差は見られなかった。

2. 農薬付着量

防除機からの距離別にトマト葉を採取し、付着量を調査した(第4表)。

FD法における7月5日散布のTPNでは、Ⅱ、Ⅲの位置では防除機に近いⅠの60%前後の付着量となってい

る。しかし、7月14日散布のDMTPと7月26日散布のTPNでは、Ⅱの位置でもⅠの位置と殆ど変わらない付着量であったが、Ⅲの位置では7月5日と同様にⅠの位置の大体60%の付着量を示した。

燃焼法では、FD法の場合と同様に防除機から離れるに従って、TPN(7月5日)、DMTP(7月14日)の付着量は少なくなっていた。即ち、Ⅱ、Ⅲの位置での付着量は、Ⅰのそれぞれ50~60%、20~40%を示した。しかし、7月26日散布のTPNはⅡの位置で41.9%、Ⅲの位置で5.7%と、特にⅢの位置の付着量が少なくなった。平均付着量は、慣行法、燃焼法、FD法の順に少なかっ

た。

次に、トマト葉の表・裏への付着量を知るために、スライドグラスを用いて調査を行った(第5表)。表側への付着量は、FD法と燃焼法では、いずれも防除機に近いⅠの位置で、慣行法と同等かやや多いが、防除機から離れるに従って少なくなっていた。しかし、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの平均付着量でみると、葉の場合と同様に慣行法、燃焼法、FD法の順に少なくなっていた。裏側への付着量はFD法、燃焼法とも防除機から離れるに従って少なくなっていたが、表側ほど顕著ではなかった。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの平均付着量は、慣行法、FD法、燃焼法の順に少なかった。特に、トマトの草丈が1.3m、複葉が20枚程度に生育した時期にあたる7月26日散布では、FD法及び燃焼法は、慣行法に比較して約1/2の付着量であった。

3. 防除効果

葉かび病に対する TPN, チオファネートメチルの防除効果を防除機からの距離別に罹病小葉率で調査し、第6表に示した。平均罹病小葉率でみると、FD法、燃焼法とも慣行法と同等の防除効果が得られた。しかし、燃焼法では防除機から離れたⅢの位置では罹病小葉率が高くなった。

疫病については、FD法では、慣行法、燃焼法よりも防除効果が劣った(第7表)。また、燃焼法は1%の有意水準でみると、慣行法よりも効果が劣った。

DMTPによるヒラズハナアザミウマに対する防除効果は、白ぶくれ果の発生の多少によって、間接的に調査した。FD法、燃焼法とも慣行法と同等の防除効果であった(第8表)。しかし、各散布法ともⅠ、Ⅱ、Ⅲの調

第4表 トマト葉への薬剤付着量とその変動係数(CV)

散布法	散布月日	農薬名	採取位置	平均付着量 ($\mu\text{g/g}$)	同左CV (%)	草丈 (cm)	葉数 (枚)
FD法	7/5	TPN	Ⅰ	36.8	34.3	56.8	15.4
			Ⅱ	22.7			
			Ⅲ	20.4			
	7/14	DMTP	Ⅰ	5.5	38.5	91.9	19.7
			Ⅱ	5.8			
			Ⅲ	3.2			
	7/26	TPN	Ⅰ	29.5	34.8	133.0	20.3
			Ⅱ	27.0			
			Ⅲ	17.3			
燃焼法	7/5	TPN	Ⅰ	71.1	68.0	65.6	16.3
			Ⅱ	33.5			
			Ⅲ	16.4			
	7/14	DMTP	Ⅰ	3.2	61.6	95.4	18.8
			Ⅱ	1.9			
			Ⅲ	1.2			
	7/26	TPN	Ⅰ	85.4	116.9	129.5	20.8
			Ⅱ	35.8			
			Ⅲ	4.9			
慣行法	7/5	TPN	Ⅰ	115.8	29.9	69.5	16.9
			Ⅱ	171.4			
			Ⅲ	97.9			
	7/14	DMTP	Ⅰ	13.9	29.4	92.9	19.4
			Ⅱ	8.7			
			Ⅲ	8.5			
	7/26	TPN	Ⅰ	300.0	32.0	129.7	20.2
			Ⅱ	292.1			
			Ⅲ	157.8			

注) CVは、FD法と燃焼法では9か所、慣行法では3か所の値。

第5表 スライドガラス表・裏への薬剤付着量とその変動係数 (CV)

散布法	散布月日	農薬名	設 置 位 置	表側平均付着量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	同左CV (%)	裏側平均付着量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	同左CV (%)	裏/表 (%)
FD法	7/5	TPN	I	5.6	15.7	0.46	19.4	7.8
			II	5.2		0.38		
			III	4.3		0.34		
	7/14	DMTP	I	2.4	50.9	0.10	48.7	4.6
			II	1.3		0.05		
			III	0.7		0.04		
	7/26	TPN	I	3.6	55.1	0.08	65.3	2.3
			II	1.7		0.05		
			III	1.1		0.02		
燃焼法	7/5	TPN	I	9.4	31.4	0.03	21.8	0.4
			II	7.2		0.03		
			III	4.5		0.02		
	7/14	DMTP	I	1.1	61.2	0.05	18.4	8.2
			II	0.5		0.05		
			III	0.4		0.04		
	7/26	TPN	I	9.9	88.5	0.05	17.9	1.8
			II	6.4		0.04		
			III	0.9		0.04		
慣行法	7/5	TPN	I	5.9	14.1	0.62	4.3	8.8
			II	7.3		0.63		
			III	7.9		0.58		
	7/14	DMTP	I	0.4	10.8	0.03	40.4	11.0
			II	0.4		0.07		
			III	0.5		0.04		
	7/26	TPN	I	7.2	27.4	0.12	45.6	1.3
			II	10.5		0.15		
			III	6.3		0.05		

注) CVは、FD法と燃焼法では9か所、慣行法では3か所の値。

査位置別の白ぶくれ果発生の変動が大きかった。

試験Ⅱ 蒸散法、くん煙法及び燃焼法によるトマトの葉かび病、灰色かび病防除試験

試験材料及び方法

1. 農業残留量調査

- 1) 試験場所：試験Ⅰに同じ
- 2) 対象作物、品種及び定植月日：トマト、サターン
1983年6月13日～6月14日
- 3) 対象病害虫：葉かび病、灰色かび病
- 4) 供試農薬の剤型及び有効成分量：TPN (tetra-chloroisophthalonitrile, ダコニール®) 水和剤75%、くん煙剤28% ビンクロゾリン (3-(3, 5-dichlorophenyl)

-5-methyl-5-vinyloxazolidine-2, 4-dione, ロニラン®) 水和剤50%、くん煙剤30%

5) 供試機種名：エポ-1500-B (蒸散法)、ドクターズモーク TIW-1 (くん煙法)、プルスフォグ K 2 G/E (燃焼法)、丸山 MS-252 (慣行法)

6) 農業散布時期及び供試ハウス：散布時期とハウスの面積は第9表のとおりである。供試ハウスは試験Ⅰと同様、いずれも間口6mのビニールハウスを用いた。

7) 供試農薬の濃度及び散布量：供試農薬の濃度、散布量は第10表に示した。なお、燃焼法はタマジェットを300ml/加用した。

8) 防除機の設置、トマト葉採取位置と農業付着量調査用のスライドガラス設置位置及び病害防除効果調査位置：第2図に示した。

第6表 TPN, チオファネートメチル散布による葉位別の葉かび病罹病小葉率(%)

散布法	調位 査置	葉 位					平均
		7	8	9	10	11	
FD法	I	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.10 a
	II	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	
	III	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	
燃焼法	I	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.21 a
	II	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	
	III	0.8	0.6	0.3	0.0	0.6	
慣行法	I	0.0	0.0	0.3	0.5	2.7	0.54 a
	II	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	
	III	0.0	0.0	0.1	1.5	2.2	

注) 同じ英文字を付記した数値間にはダンカンの多重検定による有意差(5%)なし。

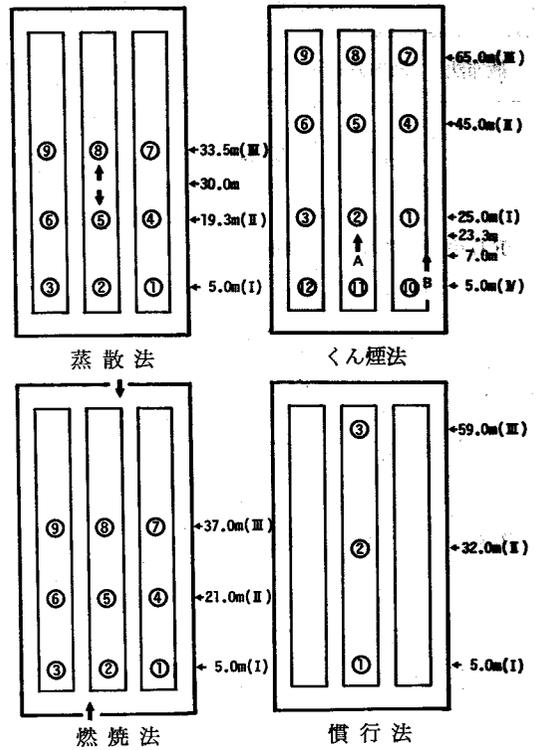
第7表 TPN散布による疫病に対する防除効果

散布法	調査位置	発病度	罹病小葉数
FD法	I	25	38
	II	25	45
	III	25	36
	平均	25.0Aa	39.7Aa
燃焼法	I	11	17
	II	15	18
	III	12	17
	平均	12.7Bb	17.3Bb
慣行法	I	3	11
	II	7	6
	III	5	5
	平均	5.0Cc	7.3Bc

注) 同じ英文字を付記した数値間には、ダンカンの多重検定による有意差(大文字1%, 小文字5%)なし。

9) 農業残留分析用試料採取方法: TPN剤, ピンクロゾリン剤とも薬剤散布1日後, 3日後, 7日後, 14日後にハウス全体から無作為にトマト果実を採取し分析に供した。

10) 分析方法: TPNは, 試験Iに同じ。ピンクロゾリンは, 均質化試料を強アルカリ中で水蒸気蒸留した後, ジクロロメタン転溶しジクロロアニリンに変換して, ガスクロマトグラフで定量した。



第2図 防除機設置, トマト葉採取及びスライドガラス設置位置

←は防除機設置位置と吹込み方向, ①~⑨はトマト葉採取及びスライドガラス設置位置を示す。
A: 7月1日トマトの草冠部に設置,
B: 7月15日, 25日地上に設置。

第8表 ヒラズハナアザミウマによる白ぶくれ果率(%)

散布法	調査位置			
	I	II	III	平均
FD法	8.8	22.6	17.0	16.1 a
燃焼法	8.4	4.8	13.9	9.0 a
慣行法	8.9	16.3	26.3	17.2 a

注) 同じ英文字を付記した数値間には、ダンカンの多重検定による有意差(5%)なし。

11) ガスクロマトグラフィー条件: TPN, ピンクロゾリンとも試験IのTPNに同じ。

2. 農業付着量調査

1) 調査時期: 農業散布日の7月1日, 7月15日, 7月25日に調査した。

第9表 各散布法における農薬散布時期・農薬名及び供試ハウス面積

散布法	7月1日	7月15日	7月26日	9月16日	供試ハウス面積(m ²)
蒸散法	TPN 水和剤	ビンクロゾリン 水和剤	TPN 水和剤	ビンクロゾリン 水和剤	67m × 6m = 402
くん煙法	TPN くん煙剤	ビンクロゾリン くん煙剤	TPN くん煙剤	ビンクロゾリン くん煙剤	70m × 6m = 420
燃焼法	TPN 水和剤	ビンクロゾリン 水和剤	TPN 水和剤	ビンクロゾリン 水和剤	74m × 6m = 444
慣行法	TPN 水和剤	ビンクロゾリン 水和剤	TPN 水和剤	ビンクロゾリン 水和剤	64m × 6m = 384

第10表 供試農薬の濃度及び散布量 (10aあたり)

散布法	7月1日	7月15日	7月25日	9月16日
	TPN	ビンクロゾリン	TPN	ビンクロゾリン
蒸散法	300g (225g)	150g (75g)	340g (255g)	300g (150g)
くん煙法	750g (210g)	375g (113g)	750g (210g)	375g (113g)
燃焼法	24倍液 6l (188g)	30倍液 6l (100g)	18倍液 6l (255g)	20倍液 6l (150g)
慣行法	600倍液 150l (188g)	1,000倍液 200l (100g)	600倍液 200l (255g)	1,000倍液 300l (150g)

注) () 内は有効成分量。

2) 調査方法：第2図に示すI, II, III及びIVの位置で試験Iの方法により農薬の付着量調査を行った。さらに、単位面積当たりの農薬の付着量を比較するため、直径10mmのコルクポーラを用いて、採取したトマト複葉を打ち抜き、n-ヘキサンで洗浄後ガスクロマトグラフで定量し付着量を求めた。

3) 調査農薬：TPN 及びビンクロゾリン

3. 防除効果調査

1) 調査時期：葉かび病は8月19日に罹病小葉率の調査を行った。灰色かび病は8月19日に発病株率を、9月16日と9月26日に罹病小葉率の調査を行った。

2) 調査方法：葉かび病は、第2図に示すI, II, IIIの各畝1か所当たり5株について、最上位展開葉から数えて第10位葉から第14位葉までの全小葉の発病葉率を求めた。灰色かび病は、8月19日に葉かび病の調査と同じ株について、発病の有無を、また、9月16日と9月26日には、展開葉から第10位葉までの罹病小葉率を求めた。なお、散布前、散布後の調査株は同一とした。

試験結果

1. 農薬残留量

第11表に散布法別のトマト果実におけるTPNとビンクロゾリンの残留量を示した。TPNの残留量は、省力防除法ではいずれも、慣行法の残留量に比較して少なか

った。特に、蒸散法とくん煙法で少なく、14日後には慣行法の1/100の残留量となっていた。ビンクロゾリンの残留量も、省力防除法は慣行法に比較して残留量は少なく、TPNの場合と同じ傾向がみられた。また、蒸散法とくん煙法では、殆ど同量の残留量であるのに対して、燃焼法では、これらの防除法に比べて残留量は多くなっていた。

2. 農薬付着量

試験IIでは、生葉重当たりの付着量ほかに単位面積当たりの付着量についても調査して、結果は第12表に示した。生葉重当たりの7月5日散布のTPN付着量は、蒸散法では、蒸散器から離れたIの位置で若干少なくなっている。しかし、7月15日散布のビンクロゾリン、7月25日散布のTPNの付着量は逆に、Iの位置が、蒸散器のすぐ近くのIIIの位置の2倍から2.5倍の付着量となった。くん煙法では、7月1日散布のTPNの付着量は、くん煙機から20m離れたIの位置ではよく付着していた。しかし、それよりも離れたIIIの位置と、くん煙機の後方のIVの位置での付着量は著しく少なく、Iの位置の付着量のそれぞれ6%、20%となっていた。7月15日散布のビンクロゾリン、7月25日のTPNの付着量は、くん煙機に近いIVとIの位置で多いが、くん煙機から離れたII、IIIの位置では極端に少なかった。

一方、慣行法の付着量は、調査位置により多少変動はあるが、蒸散法やくん煙法より多かった。

第11表 散布法別のトマト果実におけるTPN及びピンクロゾリンの残留 (ppm)

散布法	T P N				ピンクロゾリン			
	1日後	3日後	7日後	14日後	1日後	3日後	7日後	14日後
蒸散法	0.105	0.041	0.023	0.007	0.054	0.013	0.012	0.008
くん煙法	0.060	0.057	0.024	0.009	0.058	0.032	0.024	0.008
燃焼法	0.107	0.227	0.110	0.049	0.105	0.040	0.018	0.012
慣行法	0.487	0.966	0.836	0.647	1.00	0.430	0.311	0.054

第12表 トマト葉への薬剤付着量とその変動係数 (CV*)

散布法	散布月日	農薬名	採取位置	平均付着量 ^b ($\mu\text{g/g}$)	同左CV (%)	平均付着量 ^c ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	同左CV (%)	トマト草丈 (cm)
蒸散法	7/1	TPN	I	36.1	30.1	1.62	24.5	68.3
			II	40.0		1.62		
			III	40.6		1.66		
	7/15	ピンクロゾリン	I	10.4	39.9	0.49	38.2	110.4
			II	7.0		0.34		
			III	5.3		0.27		
	7/25	TPN	I	115.3	66.8	3.45	66.7	137.6
			II	28.0		0.84		
			III	43.3		1.30		
くん煙法	7/1	TPN	I	43.5	81.2	1.87	80.8	64.5
			II	30.5		1.38		
			III	2.6		0.11		
			IV	8.8		0.37		
	7/15	ピンクロゾリン	I	21.8	105.3	1.04	104.5	104.4
			II	0.5		0.02		
			III	0.1		0.01		
			IV	22.3		1.06		
	7/25	TPN	I	58.2	81.2	1.74	81.3	132.2
			II	16.6		0.50		
			III	0.8		0.02		
			IV	48.6		1.45		
慣行法	7/1	TPN	I	50.0	12.4	2.15	11.9	68.8
			II	62.0		2.62		
			III	50.7		2.14		
	7/15	ピンクロゾリン	I	182.6	47.8	9.37	48.7	106.3
			II	72.9		3.71		
			III	101.5		5.10		
	7/25	TPN	I	121.3	33.6	3.63	33.6	136.0
			II	95.7		2.87		
			III	183.0		5.48		

注) a: CVは、蒸散法では9か所、くん煙法では12か所、慣行法では3か所の値。b: 単位重量当たり付着量。
c: 単位面積当たり付着量。

次に、単位面積当たりの付着量でみると、いずれの散布法でも生葉重当たりの結果と全く同様な傾向がみられた。

スライドガラス表側への付着量は、省力防除法では劇燃焼法の7月25日散布の TPN の場合を別にして、いずれも慣行法よりも少なくなっていた(第13表)。

第13表 スライドガラス表・裏への薬剤付着量とその変動係数 (CV)

散布法	散布月日	農薬名	設置位置	表側平均付着量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	同左 CV (%)	裏側平均付着量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	同左 CV (%)	裏/表 (%)
蒸散法	7/1	TPN	I	4.4	10.3	0.02	91.8	0.3
			II	4.8		0.01		
			III	4.9		0.01		
	7/15	ビンクロゾリン	I	0.4	24.5	0.16	23.8	4.3
			II	0.5		0.21		
			III	0.5		0.22		
	7/25	TPN	I	4.5	69.8	0.02	100	0.6
			II	1.4		0.01		
			III	1.8		0.01		
くん煙法	7/1	TPN	I	10.0	110.4	0.06	197.1	0.5
			II	3.2		0.01		
			III	0.5		<0.003		
			IV	1.4		<0.003		
	7/15	ビンクロゾリン	I	1.0	92.1	0.31	103.8	18.8
			II	0.1		0.02		
			III	0.1		0.01		
			IV	0.9		0.13		
	7/25	TPN	I	2.8	86.3	0.01	0.0	3.1
			II	0.6		0.01		
			III	0.1		0.01		
			IV	2.8		0.01		
燃焼法	7/1	TPN	I	10.1	41.5	0.02	62.2	0.5
			II	4.9		0.03		
			III	4.8		0.03		
	7/15	ビンクロゾリン	I	1.5	57.0	0.08	29.8	6.3
			II	1.0		0.05		
			III	0.7		0.06		
	7/25	TPN	I	7.6	52.1	0.03	92.3	0.4
			II	4.9		0.02		
			III	2.2		0.01		
慣行法	7/1	TPN	I	8.3	37.1	0.97	54.5	10.5
			II	18.4		2.41		
			III	15.6		1.06		
	7/15	ビンクロゾリン	I	1.9	5.7	0.04	0.0	2.0
			II	2.1		0.04		
			III	2.0		0.04		
	7/25	TPN	I	6.5	61.8	2.48	77.7	37.5
			II	2.5		1.61		
			III	2.5		0.25		

注) CVは、蒸散法、燃焼法では9か所、くん煙法では12か所、慣行法では3か所の値。

除法の中では、燃焼法がよく付着していた。くん煙法の場合、全体的に付着量が少なくなつて、くん煙機から離れた位置での付着量が少なくなつていた。同様に裏側への付着量も、省力防除法では、一様に慣行法に比較して少なかった。省力防除法の中では、くん煙法が少なく、次いで蒸散法、燃焼法の順となつていた。

3. 防除効果

葉かび病に対する TPN の防除効果は、第14表に示すように各散布法の間で有意な差はみられず、省力防除法も慣行法と同等の防除効果が得られた。

一方、灰色かび病に対する TPN の防除効果は、くん煙法では、発病株率、罹病小葉率とも高く、全く防除効果はみられなかつた(第15表)。蒸散法は発病株率で見ると、慣行法と同等の効果がみられるが、罹病小葉率は高く慣行法より劣つた。しかし、燃焼法は発病株率、罹病小葉率とも低く慣行法と同等の効果が認められた。

第14表 TPN散布による葉位別の葉かび病罹病小葉率(%)

散布法	葉 位					平均
	10	11	12	13	14	
蒸散法	0.2	0.4	1.6	2.7	4.5	1.9Aa
くん煙法	0.0	0.2	1.2	2.8	5.1	1.9Aa
燃焼法	0.1	0.2	0.6	1.4	3.7	1.2Aa
慣行法	0.5	0.6	3.7	7.8	7.9	4.1Aa

注) 同じ英文字を付記した数値間には、ダンカンの多重検定による有意差(大文字1%, 小文字5%)なし。

第15表 TPN, ピンクロゾリン散布による灰色かび病発病株率及び罹病小葉率(%)

散布法	発病株率	罹病小葉率	
		散布前	散布後
蒸散法	6.7Aa	6.0Aa	31.0ABa
くん煙法	40.0Bb	4.6Aab	40.0Aa
燃焼法	0.0Aa	3.5Aab	9.3Bbc
慣行法	4.5Aa	2.3Ab	7.3Bbc

注1) 発病株率、罹病小葉率は3か所平均値。

注2) 同じ英文字を付記した数値間にはダンカンの多重検定による有意差(大文字1%, 小文字5%)なし。

考 察

一般に施設栽培では、降雨や風などの気象要因による影響が少なく、散布された農薬の作物への残留が問題となる。従つて、より安全な農作物を得るためには、残留量の少ない防除法の開発が望まれる。本試験では、先ず、慣行の液剤多量散布法と、施設栽培の省力防除法として普及しつつあるFD法、蒸散法、くん煙法、燃焼法によって薬剤散布した時のトマト果実における農薬残留量の比較を行った。農薬の散布は、使用基準に従つて散布していないので、残留基準値との関係で論議はできない。そこで、各散布法間における残留量の比較を試みた。TPNの試験Iにおける投下有効成分量は、FD法150g、燃焼法250g、慣行法250gであった。FD法の投下有効成分量は少ないが、これを考慮しても残留量は少ないといえる。また、有効成分量の同じ燃焼法では、平均でみた場合、慣行法の約1/10の残留量であった。試験IIにおいても、慣行法の投下有効成分量と同じ蒸散法、燃焼法を比較すると、いずれも慣行法の1/5の残留量であった。これらの結果は、藤本ら²⁾、山本ら¹¹⁾の報告と同じである。DMTPについても、TPNの場合と同じようにFD法、燃焼法では慣行法に比較して少ない。また、ピンクロゾリンの残留量も慣行法の1/10~1/20で3薬剤とも省力防除法では慣行法に比べて明らかに少なくなつている。しかし、チオファネートメチルの場合、FD法では慣行法と同等の残留量が認められ、省力防除法の中では残留量が多かつた。この原因は、同薬剤の物理化学的性質に基づくものなのか明らかでない。

一般的に、慣行法の場合、意図的に作物に集中して散布するのに対して、省力防除法では、全く機械的に散布されることが、省力防除法で残留量の少ない原因と思われる。また、散布された薬剤粒子の大きさや、薬剤の物理性及び化学性に基づく揮散等が関係していると思われる¹⁰⁾。省力防除法は、農薬残留量の面から考えると有効な防除手段と考えられる。

次に、農薬の作物体への付着量の多少や施設内での均一な拡散は、病害虫の防除効果を高める上で重要なことである。本試験ではトマト葉への農薬の付着量をみるために、シリコングリスを塗布したスライドガラスを用いた。この方法で得られた値は、第12表、第13表の結果からトマト葉への付着量と大差ないと判断された。この調査の結果、省力防除法では、トマト葉への農薬付着量は慣行法に比較して少ないことが明らかになった。燃焼法とくん煙法では、防除機から離れるほど、付着量が少な

くなっている。このような傾向は、奴田原ら⁹⁾も指摘しており、一般的にみて本法では施設内での拡散性が悪いことがわかる。本試験のような間口6mのハウスの場合、FD法、燃焼法、くん煙法の薬剤の有効な到達距離は、20m、蒸散法では30m位と考えられ、丸ら⁴⁾の結果とよく一致する。FD法では、ハウスの両側から、また、蒸散法では、ハウスの中央に蒸散器を設置して処理しているために付着量の変動係数も小さく、ほぼ慣行法並の付着がみられる。このことは、FD法、くん煙法及び燃焼法では、ハウスの長辺が40m以上になると、上島¹⁰⁾が指摘しているように、少なくともハウスの両側2か所からの散布が必要と思われる。

松本ら⁶⁾は、トマトの生育時期と付着量の関係について調査し、蒸散法によってTPNを処理した場合に、葉面積指数が大きくなると葉への付着量は少なくなることを報告している。本試験でも、FD法、燃焼法散布におけるTPNの付着量を投下有効成分量に対する割合でみた場合に、生育後期では少なくなっている。また、慣行法も含めた全ての散布法でトマトの生育が進み植物体が繁茂してくると、付着量の変動係数が大きくなる傾向がみられ、均一な散布が難しくなることが示唆される。

病害虫防除の効果を高めるためには、植物体への均一な薬剤付着を得ること、葉表への付着は勿論のこと、葉裏にもできるだけ多くの薬剤が付着することが必要である。このことを判断するために、葉の表側の薬剤付着量に対する裏側の付着量の割合がよい指標になると考えた。本試験の場合、この割合は、FD法で2~8%、燃焼法で0.4~8%、蒸散法で0.3~4%、くん煙法で0.5~19%、慣行法で1~38%となり、変動幅が大きかった。各散布法間の違いは判然としないが、下限値等からみて、省力防除法は慣行法より葉裏への付着率は悪いと思われる。松尾ら⁶⁾はジクロンをサーチ式くん煙器でくん煙し、スライドグラスを用い上面と下面の付着量を求め、下面への付着量は上面の約20%であると報告している。また、奴田原ら⁹⁾も葉面積の大小を想定し、大型と小型のろ紙を用いて、裏側への付着率を求めている。FD法ではキノキサリン系を散布し、大型ろ紙で5.7%、小型ろ紙で8.9%、くん煙法では、ブロンミドンをくん煙し、同様に8.3%、9.3%、また、燃焼法では、TPNを散布し、3.0%、2.0%であったとしている。これらの付着率は、いずれも本試験結果と概ね一致している。以上の結果から、省力防除法による葉裏への付着率は多くても10%以内と考えられるので、今後は葉裏への付着が良くなるような防除機や防除法の研究と開発が望まれる。

施設栽培での液剤多量散布は、散布作業者の安全性の

面から好ましくないだけでなく、施設内の湿度を高めて病害虫の発生を助長する場合もある。そこで、本試験ではこれに代わる防除法として、FD法、燃焼法、蒸散法及びくん煙法についてトマトの病害虫の防除効果について検討した。薬剤散布は、どの病害も発病前もしくは、発病の極く初期に行った。

葉かび病を対象に、試験Ⅰでは、TPN、チオフェネートメチルをFD法、燃焼法で散布した。FD法では、TPNの投下有効成分量が、燃焼法と慣行法に比べて少ないにもかかわらず同等の防除効果が得られている。また、試験Ⅱでは、蒸散法、くん煙法、燃焼法について検討した。供試薬剤はTPNで、投下有効成分量は各散布法ともほぼ同量である。防除効果は、蒸散法をはじめ各散布法間で統計的に有意な差は認められず、芳岡ら¹²⁾の報告と同様に慣行法と同等の防除効果があると思われる。第6表において、慣行法で若干罹病小葉率が高くなっている。これは、岩崎ら⁹⁾の指摘のように、慣行法では多量の水を散布することによって、施設内の湿度を高め、葉かび病の発生を助長したと考えられる。このような観点から、省力防除法は、特に梅雨時期等の高温多湿時に適した防除法といえる。

疫病に対しては、FD法、燃焼法について検討した。FD法では防除効果が劣っていたが、TPNが疫病に対して特効薬でないことと、投下有効成分量が他の防除法より少ないためと思われる。山本ら¹²⁾もTPNのFD剤を散布し、疫病に対する防除試験を行った結果、本病のように伝染性の強い病害で、しかも激発条件下では十分な効果を上げ得なかったと報告している。この原因として、著者と同様に液剤散布に比較して投下有効成分量の低いことをあげている。今後、FD剤の成分濃度を高めることも検討する必要があると思われる。これに対して、燃焼法は慣行法とほぼ同等の効果がみられる。薬剤のトマト葉やスライドグラスへの付着量をみると、慣行法よりは少ないが、FD法よりも多く付着しているので疫病の発生を抑えたと思われる。灰色かび病に対して、TPN、ピンクロゾリンを蒸散法、くん煙法及び燃焼法で処理した。各散布法とも投下有効成分量はほぼ同量である。しかし、くん煙法と蒸散法の発病株率、罹病小葉率が、燃焼法、慣行法に比べて高いのは、薬剤の施設内での拡散が不均一であることや、スライドグラスへの付着量から類推して、トマト葉への付着量が少ないことが主な原因であると思われる。従って、施設栽培の省力防除法では、いかにして薬剤を均一に拡散させ、付着量を多くするかが重要と思われる。第12表、第15表の結果から、灰色かび病を防除するためには、TPNで $2\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、ピン

クロゾリンで $1\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 以上の薬剤が付着していることが必要と推察されるが、薬剤の付着量と防除効果の関係を明らかにするためには、今後多くの試験を重ねて行く必要がある。

害虫防除に関しては、本試験では、FD法と燃焼法でDMTPを散布し、ヒラズハナアザミウマによる白ぶくれ果の発生を調査したが、慣行法と変わらない防除効果がみられた。一方、中沢⁷⁾は、オンシツコナジラミを対象にFD法、くん煙法、燃焼法でmethidathion, endosulfan, permethrin, propoxour等を散布し、成虫に対して十分な効果を得たが、幼虫に対する防除効果は液剤多量散布より劣ったと報告している。また、足立¹⁾はオンシツコナジラミを対象にFD法でDMTPを散布し、慣行法よりも優れた防除効果を認めている。従って、省力防除法による害虫の防除効果も、病害防除の場合と同様に葉裏への薬剤の付着により影響される場合があると考えられる。

結論として、省力防除法は、農業残留量が少なく、直接農業を人体に及ぼす危険性もなく、安全で省力な防除法であるといえる。しかし、施設内での薬剤の拡散性等に問題がある。即ち、施設の大きさと防除機の設置位置、薬剤の吹込み箇所との関係、葉の裏側への付着量を多くする方法など検討すべき事項が多い。また、病害虫の多発生時にも安定した防除効果が得られるかどうかなど、今後更に解明する必要がある。

摘 要

ビニールハウス栽培のトマトを対象にFD法、燃焼法、蒸散法及びくん煙法の省力防除法による農業残留量、農業付着量、病害虫の防除効果について、従来の液剤多量散布法（慣行法）と比較検討した。

1. 省力防除法で農業を散布した場合のトマト果実における農業の残留量は、慣行法よりも少なかった。

2. 農業のトマト葉への付着量は、省力防除法の場合、慣行法に比較して少なく、また、防除機から離れるに従って少なくなった。トマトの生育が進み、茎葉が繁茂してくると、省力防除法では、農業が葉に付着しにくくなる傾向が見られた。

3. 各散布法毎に、農業の葉の表・裏への付着量をみるために、スライドガラスを用いて調査した結果、表側に対する裏側への付着割合は、FD法で2~8%、燃焼法で0.4~8%、蒸散法で、0.3~4%、くん煙法で0.5~19%、慣行法で1~38%であった。

4. 間口6mのビニールハウスの場合、省力防除法に

よる薬剤の有効な到達距離は、防除効果から判断して、FD法、燃焼法及びくん煙法で20m、蒸散法で30m位と考えられた。

5. 葉かび病に対して、FD法、燃焼法、蒸散法及びくん煙法で防除試験を行った結果、いずれの防除法も慣行法と同等の防除効果がみられた。疫病に対しては、FD法と燃焼法で検討したが、効果は慣行法に比べて、燃焼法でやや劣り、FD法では劣った。また、灰色かび病に対しては、蒸散法、くん煙法及び燃焼法で防除試験を行った結果、くん煙法では全く防除効果が見られず、蒸散法ではやや効果が劣り、燃焼法では慣行法と同等の防除効果が得られた。

6. FD法と燃焼法でヒラズハナアザミウマを防除し、白ぶくれ果の発生を調査した結果、両防除法とも慣行法と変わらない防除効果を認めた。

謝 辞

本試験を実施するに当たり、種々ご配慮頂いた荒神園芸生産組合農場田中正之場長に、また、多大なご協力を頂いた農業試験場病害虫部、病害虫防除所、並びに防除機会社の関係各位に、謹んで感謝の意を表する。また、本稿校閲の労をとられた中沢啓一部長に厚く御礼申しあげる。

引用文献

- 1) 足立年一・世古静夫・大谷良逸：1984. 施設トマトのオンシツコナジラミに対するDMTP剤散布法の検討。応動昆虫中国支会報26：49—53.
- 2) 藤本雄一・中村広明：1976. 露地栽培及び施設栽培トマトにおける散布、くん煙、蒸散によるTPNの残留の比較検討。農業検査所報告16：39—44.
- 3) 岩崎悦雄・宮下 寛：1970. 農業の使用形態がビニールハウス内の湿度に及ぼす影響について。関東病虫研報17：72.
- 4) 丸 論・中村多喜子・沼田 巖：1974. プルスフョグ機による農業の拡散。関東病虫研報21：151—152.
- 5) 松本恭昌・芳岡昭夫・瀬崎滋雄：1973. 蒸散法に関する研究（第4報）農業煙霧質の施設内作物付着について。奈良農試研報5：48—59.
- 6) 松尾綾男・坂本 庵：1970. 殺菌くん煙剤の使用に関する基礎試験Ⅱ。関西病虫研報12：74—75.
- 7) 中沢啓一・林 英明・細田昭男・那波邦彦：1978. オンシツコナジラミの生態と防除に関する研究 第5報

有効薬剤と薬剤施用方法の検討. 広島農試報告40:59—72.

8) 農林水産省農蚕園芸局:1980. 農作物有害動物発生予察事業実施要領(一部改正)調査実施基準(野菜病害虫). 7.

9) 奴田原誠克・市原 勝:1985. 省力防除法による薬剤のハウス内拡散性について. 高知農林研報17:1—6.

10) 上島俊治:1977. 施設栽培における薬剤施用—ブルスフォグとフローダスト—. 植物防疫31:101—106.

11) 山本公昭・奴田原誠克・谷口 尚:1977. 施設栽培の果菜類における農薬残留比較. 高知農林研報9:1—10.

12) 山本 勉・金磯泰雄:1977. 微粉剤の少量散布(フローダスト)によるハウス病害虫の防除. 徳島農試研報15:43—54.

13) 芳岡昭夫・田和潤司・小島博文:1973. 蒸散法に関する研究(第5報)薬剤処理条件の確立と実用効果に関する試験. 奈良農試研報5:60—75.

Pests Control of Tomato in Plastic House by some Labor Saving Control Methods

Yoshiyuki HANKAWA

Summary

The author examined the use of fine dust formulation (Flow Dust), fogging apparatus (Puls Fog), Jowsan fogger (Josan-Ki) and smoking apparatus (Doctor Smoke) for labor saving methods to control tomato pests; *Cladosporium fulvum* Cooke, *Phytophthora infestans* (Montagne) de Bary, *Botrytis Cinerea* Persoon and a flower thrips. The pesticide residues on the fruits, spray deposits on the leaves and control effects on tomato pests in these methods were compared with high volume spraying (HVS) in plastic house. Results obtained are summarized as follows:

1) In the application by labor saving control methods, the pesticides residues on fruits and the spray deposits on the leaves were less than that in HVS. The more away from control apparatus, the less the spray deposits on the leaves became. The spray deposits on the leaves gradually decreased according to the growth of tomato plants.

2) In order to estimate the spray deposits on the leaves, the slide glass coated with silicon grease was used. The ratio of spray deposits on the lower surface to the upper surface were 2-8% in Flow Dust, 0.4-8% in Puls Fog, 0.3-4% in Josan-Ki, 0.5-19% in Doctor Smoke and 1-38% in HVS, respectively.

3) In case of the plastic house with a 6m frontage, it was considered that satisfactory control effects for the tomato pests were obtained until 20m from the setting position of control apparatus in Flow Dust, Puls Fog, Doctor Smoke and 30m in Josan-Ki, respectively.

4) For control of leaf mold caused by *Cladosporium fulvum* Cooke, Flow Dust, Puls Fog, Josan-Ki and Doctor Smoke were equally effective to that of HVS, but for late blight caused by *Phytophthora infestans* (Montagne) de Bary, Puls Fog and Flow Dust were less or ineffective. Against grey mold caused by *Botrytis cinerea* Persoon, the effect in Puls Fog was equal to that in HVS. but the effects in Josan-Ki and Doctor Smoke were inferior to HVS.

5) The white swelling spot on tomato fruit caused by flower thrips, *Frankliniella intonsa* Trybom was effectively controlled by Flow Dust and Puls Fog, as well as by HVS.

Key words : Flow Dust, fogging, smoking, pesticide residue, spray deposit, control effect.