

## 施設栽培における常温煙霧法による薬剤散布について

大谷 卓\*・高橋暁子・鈴木信夫

### I 緒 言

栃木県の施設栽培面積は昭和60年現在で1886 haに及び、年々増加の傾向にある<sup>1)</sup>。

施設内は一般に高温多湿で、病害虫の発生しやすい環境になるため、薬剤散布は安定生産に欠かせない作業となっており、その回数も露地栽培にくらべて多くなりがちである。しかし、従来の動力噴霧機による薬剤散布は、施設面積が広く散布回数が多いと労力的に容易ではなく、また、薬剤の被曝による作業者の安全性にも問題がある。

近年作業者が散布中施設内に立入らないで薬剤散布が行える、施設内無人散布法がいくつか開発されている<sup>3,8,13,15)</sup>。これらの散布法は、上記のような背景から今後県内に広く普及するものと思われる。

このうち常温煙霧法は、現在のところ登録農薬は限られているが、従来の動力噴霧機で散布する水和剤や乳剤などの農薬製剤がそのまま利用でき、少量の水で希釈した薬液を二流体ノズルで5~10 $\mu$ m以下の微細な粒子にして吐出させ、送風機でハウス内に拡散させる、という濃厚少量散布方式である<sup>9,12)</sup>。本報告では、常温煙霧機による散布を行い、作業者の安全性の一資料とするため施設内の薬剤の気中濃度の経時変化を測定した。また、果実の薬剤残留量、施設内の地点別葉面付着量、病害虫に対する防除効果について慣行法である動力噴霧法との比較を行い、常温煙霧法の特徴について検討を行った。

### II 試験方法

#### 1. 気中濃度

##### 1) 使用施設

試験は農試場内のイチゴ及びトマト栽培中の施設内で行った。イチゴハウスは21.5m×4.5m、トマトハウスは12m×12mのビニルハウスを用いた。

##### 2) 薬剤処理方法

イチゴについては供試薬剤としてプロシミドン50%水和剤を用いた。常温煙霧機としてハウススプレーSLVH-7(有光工業製)を用い、吐出量を50ml/minに調整した。散布は1984年3月18日午後3時に開始し、水で286倍に希釈した薬液を21/97 $m^3$ 散布した。

トマトについては供試薬剤としてイプロジオン50%水和剤を用いた。常温煙霧機としてスーパーミストKLV-801M(共立製)を用い、吐出量を50ml/minに調整した。散布は1984年4月4日午後3時に開始し、水で70倍に希釈した薬液を21/144 $m^3$ 散布した。

##### 3) 試料調製

常温煙霧機による散布終了後、経時的にハウス内中央1mの高さで2連結ミゼットインピンジャー(アセトン30ml×2)にミニポンプ(柴田科学製MP-2N型)をつなぎ、空気を吸引して(2l/min×10min)浮遊している農薬を採取した。

##### 4) 分析方法

回収したアセトンを濃縮乾固後、アセトンで一定量に希釈して、ガスクロマトグラフィー(YHP 5710-A)で定量し、ハウス内気中濃度を算出した。検出器はNP-FIDを使用した。カラムの液相は5%シリコンDC-200を用い、カラ

\*現農林水産省農業環境技術研究所

ム温度は220℃とした。

## 2. 常温煙霧法及び動噴法の果実の農薬残留量

### 1) 施設及び供試作物

試験は農試場内のハウスで、イチゴについては1985～86年、トマトについては1986～87年に行った。

イチゴは21.5m×4.5mのビニルハウスに栽培した。品種は女峰、10月18日定植、1月8日保温開始の半促成栽培で、5条植え平床、栽植密度は30cm×20cmとした。

トマトは12m×12mのビニルハウスに栽培した。品種は東光K、9月10日播種、11月17日定植で2条植え、うね幅200cm、株間40cmとした。

### 2) 薬剤処理方法

イチゴは供試薬剤にケルセン40%乳剤を用い、トマトはジクロフルアニド50%水和剤を用いた。ハウス内を常温煙霧区、動噴区、無散布区に区切り、常温煙霧機散布時から翌朝にかけて常温煙霧区と動噴区・無散布区をビニルシートで仕切った。

イチゴは1986年5月7日、14日に常温煙霧区はハウススプレーSLVH-7で12 l / 10a (100倍)相当、動噴区は背負い式動力噴霧機 SHP - 702 (共立製) で180 l / 10a (1500倍)相当を散布した。トマトは1987年3月12日、18日に常温煙霧区はハウススプレーで15 l / 10a (50倍)相当、動噴区は背負い式動力噴霧機で150 l / 10a (500倍)相当を散布した。

### 3) 試料調整

イチゴ、トマトとも、1回散布・2回散布の1、2日後に果実を収穫、それぞれ分析に供した。

### 4) 分析方法

イチゴ—ケルセン、トマト—ジクロフルアニドとも、公定法に準じて<sup>1,2)</sup>抽出操作を行いガスクロマトグラフィー (ケルセンは島津製作所 GC-5A, ジクロフルアニドはYHP-5710A) で定

量した。

ケルセンは検出器にECDを使用した。カラムの液相は3%シリコンOV-1を用い、カラム温度は200℃とした。ジクロフルアニドは検出器にNP-FIDを使用した。カラムの液相は4%シリコンOV-101を用い、カラム温度は210℃とした。

## 3. 常温煙霧法及び動噴法による薬剤の葉面附着量

### 1) 施設及び薬剤処理

試験は農試場内のハウスで1986～87年に行った。

イチゴは12.3m×7mのガラスハウスに栽培した。品種は女峰、9月30日定植の促成栽培で、2条植え平床、栽植密度は30cm×25cmとした。供試薬剤はジクロフルアニド50%水和剤を用いた。ハウス内を常温煙霧区、動噴区に区切り、常温煙霧機散布時から翌朝にかけて、動噴区をビニルシートで覆った。1987年2月17日に常温煙霧区はハウススプレーで15 l / 10a (50倍)相当、動噴区は背負い式動力噴霧機で150 l / 10a (500倍)相当を散布した。

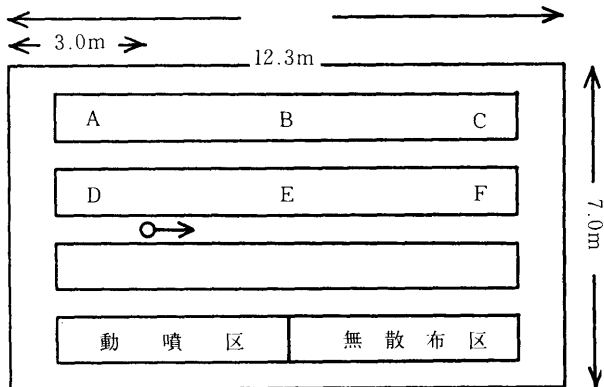
トマトについては、第2項の果実の農薬残留量調査 (1回目) と同時に行った。施設及び薬剤処理方法は前項に示したとおりである。

### 2) 試料調製

散布翌朝、イチゴについては常温煙霧区6か所、動噴区2か所、トマトについては常温煙霧区9か所、動噴区3か所の株から葉表・葉裏に分けて葉片を切り取り、分析に供した。ハウス内の各区の位置、常温煙霧機設置位置及び噴霧方向、試料採取位置を第1図、第2図に示した。

葉表・葉裏の採取方法は、葉の表または裏に薬剤がかからないよう、アルミはく片の四辺をテープでとめて張り付け、薬剤散布を行い、アルミはくで覆われた反対側にのみ薬剤が付着しているものとして、ここからイチゴについては9cm<sup>2</sup> (3cm×3cm)、トマトについては10cm<sup>2</sup> (2.5cm×4cm)の葉片を切り取った。

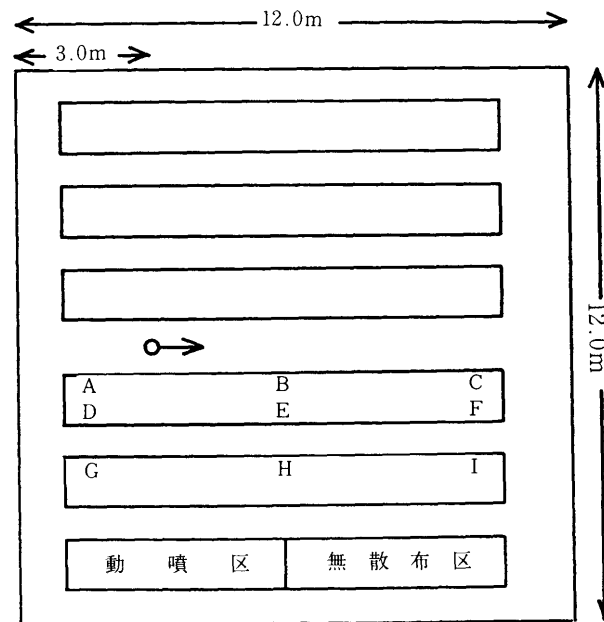
施設栽培における常温煙霧法による薬剤散布について



第1図 イチゴの葉面付着量調査位置

注1. ⇨: 常温煙霧機設置位置及び薬剤吐出方向

2. A ~ F: 試料採取地点



第2図 トマトの葉面付着量調査位置

注1. ⇨: 常温煙霧機設置及び薬剤吐出方向

2. A ~ I: 試料採取地点

3) 分析方法

回収した葉片をジクロロメタンに一晩浸漬し無水硫酸ナトリウムで脱水，溶媒留去後n-ヘキサンで定容，ガスクロマトグラフィーで定量した。分析条件は2項で示したとおりである。

4. 常温煙霧法及び動噴法による防除効果

1) 施設及び供試作物

イチゴ及びトマトについて，第2項の果実の農薬残留量調査と同時に行った。施設及び耕種概要は第2項に示したとおりである。

2) 薬剤処理方法

イチゴは供試薬剤にケルセン40%乳剤を用い，トマトは供試薬剤にジクロフルアニド50%水和剤を用いた。ハウス内の各区の位置及び散布方法は第2項に示したとおりである。

3) 調査方法

イチゴについてはナミハダニの防除効果を調査した。常温煙霧区，動噴区，無散布区から各区10葉をマークし，散布前，1回散布7日後，2回散布7日後のナミハダニ雌成虫数を数え，補正密度指数を算出した。

トマトについては葉カビ病の防除効果を調査した。常温煙霧区は9株，動噴区・無散布区は各区10株について，散布前及び2回散布7日後に第4花房の上位5複葉の全小葉について発病葉数を数え，防除率を算出した。

Ⅲ 結果及び考察

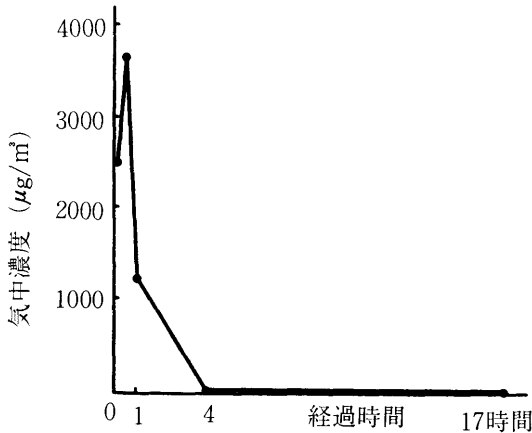
1. 気中濃度

常温煙霧機により散布された薬剤のハウス内気中濃度の経時変化を第3図及び第4図に示した。

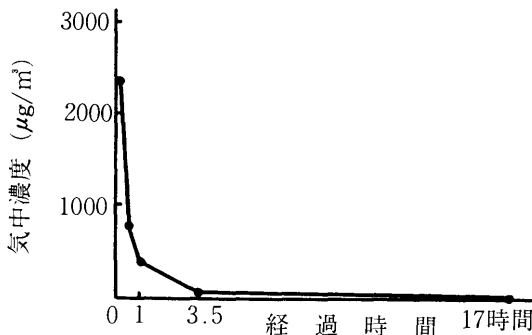
イチゴハウス中のプロシミドン剤については，散布10分後に $2500\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，30分後に $3600\mu\text{g}/\text{m}^3$ と高濃度浮遊していたが，以後急速に減少し，4時間後には $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，17時間後（散布翌朝ハウス開放前）には $28\mu\text{g}/\text{m}^3$ となった。

トマトハウス中のイプロジオン剤については経時的に減少し，散布10分後に $2400\mu\text{g}/\text{m}^3$ であったが，30分後には $800\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，3.5時間後には $78\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，17時間後には検出限界（ $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）以下となった。

ここでの散布終了とは，薬液の吐出終了時点をさす。常温煙霧機は，ハウス内の空気を対流



第3図 イチゴハウス中のプロシミドン剤気中濃度



第4図 トマトハウス中のイプロジオン剤気中濃度

させ薬剤を十分拡散させる目的で、吐出終了後も30分ほどファンによる送風を続けた。プロシミドン剤では、イチゴハウスが薬液吐出方向に長く、左右の広がり狭いタイプで、しかも作物であるイチゴの草丈が低いいため、送風による対流が十分に行われ、送風中は薬剤の沈降がおさえられたものと思われる。

常温煙霧機による散布は通常夕刻に行うが、散布中は施設内に立入らず、スイッチ類はタイマーで自動的に切れるため、作業者が施設内に入るのは翌朝のハウス開放時となる。本試験での17時間後における $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下という濃度は、薬剤は異なるが著者ら<sup>10)</sup>が以前行った動力噴霧機による散布直後のハウス内気中濃度 $46\mu\text{g}/$

$\text{m}^3$ 、奴田原ら<sup>7)</sup>の $160\mu\text{g}/\text{m}^3$ に比べて低く、薬剤はほぼ沈降し終っているものと考えられる。以上のように、常温煙霧法は散布直後の薬剤のハウス内気中濃度が高濃度で、この時のハウス内への立入りは極力回避しなければならないが、慣行である動噴法のように作業者が散布中に噴霧粒子を浴びたり、吸入する危険性は無く、散布翌朝以降のハウス内作業時には十分低濃度となっており、薬剤散布による作業者の安全性に関して優れた散布法と考えられる。

## 2. 常温煙霧法及び動噴法の果実の農薬残留量

常温煙霧法及び動噴法によりイチゴにケルセン剤、トマトにジクロフルアニド剤を散布し、果実の農薬残留量を比較した。イチゴについては第1表、トマトについては第2表に結果を示した。

第1表 イチゴ果実のケルセン剤残留量(ppm)

散布方法	散布回数	散布後経過日数	
		1日	2日
常温煙霧	1	0.09	0.06
	2	0.06	0.05
動 噴	1	0.50	0.34
	2	0.76	0.66
無 散 布	0	<0.01	

第2表 トマト果実のジクロフルアニド剤残留量(ppm)

散布方法	散布回数	散布経過日数	
		1日	2日
常温煙霧	1	0.08	0.10
	2	0.33	0.30
動 噴	1	0.34	0.15
	2	0.61	0.82
無 散 布	0	<0.02	

施設栽培における常温煙霧法における薬剤散布について

登録保留基準はイチゴケルセンでは2ppm トマトジクロフルアニドでは15ppmで、いずれの場合においても残留量は基準値以下で問題は無かった。

散布法の比較では、常温煙霧法は動噴法に比べイチゴケルセンでは10~20%、トマトジクロフルアニドでは50%前後と残留量が少なかった。ここでは結果を示さないが、薬剤及び作物が異なった同様の試験においても、常温煙霧法による農薬残留は動噴法より少ないという傾向が多くの場合認められている。動噴法は作物に集中して薬剤を散布するのに対し、常温煙霧法ではハウス内全体に薬剤を拡散させる。平野ら<sup>5)</sup>によると、くん煙剤施用によって薬剤がビニル壁面に多量に付着することが指摘されており、常温煙霧法においても天井及び壁面に付着したり地面に落下する薬剤が多く、単位面積当たり同一量の薬剤を散布しても果実に付着する薬剤が動噴法に比べ少ないためと考えられる。

3. 常温煙霧法及び動噴法の薬剤の葉面付着量

常温煙霧法及び動噴法によりイチゴ、トマトにジクロフルアニド剤を散布し、葉表・葉裏への薬剤付着量を調査した。

イチゴハウスについて、結果を第3表に示し

第3表 イチゴ葉へのジクロフルアニド剤付着量

試験区	地点	葉表 μg/cm <sup>2</sup>	葉裏 μg/cm <sup>2</sup>	裏/表 %
常温煙霧	A	2.48	0.59	23.8
	B	4.84	0.86	17.8
	C	17.16	0.44	2.6
	D	4.56	0.19	4.2
	E	5.28	0.23	4.4
	F	8.38	0.25	3.0
動噴		10.37	0.64	6.2
		27.77	0.95	3.4
		12.68	3.86	30.4

注. 地点は第1図参照

た。縦方向について見ると、葉表への付着量は常温煙霧機から離れた前方で多く、葉裏では差は小さかった。横方向については、葉表では差は小さかったが、葉裏では散布機のすぐ横のうねの葉に多く付着していた。これは、機械のファンで葉があおられたためであろう。葉裏の葉表に対する付着率を算出すると、以上の結果から散布機の近傍で高く、約20%となったが、他の地点では4%前後となった。動噴法との比較では、バラつきが大きく定量的なことははっきりしないが、常温煙霧法は葉表、葉裏とも付着量が少なかったが、葉裏の葉表に対する付着率はほぼ同等であった。

トマトハウスについて、結果を第4表に示した。縦方向については、イチゴハウスの場合と同様に葉表への付着量は常温煙霧機から離れた前方で多く、葉裏では差は小さかった。横方向については、葉表では散布機のすぐ横のうねの葉に多く付着し、葉裏では差は小さかった。このハウスは幅12mとイチゴハウスに比べ広いた

第4表 トマト葉へのジクロフルアニド剤付着量

試験区	地点	葉表 μg/cm <sup>2</sup>	葉裏 μg/cm <sup>2</sup>	裏/表 %
常温煙霧	A	4.42	0.25	5.6
	B	3.64	0.09	2.5
	C	1.87	0.26	2.2
	D	1.39	0.14	10.1
	E	1.80	0.26	14.4
	F	2.84	0.18	6.3
	G	—	0.14	—
	H	0.97	0.14	14.4
	I	2.50	0.16	6.4
動噴		10.40	0.56	5.4
		108.44	1.12	1.0
		26.28	0.29	1.1

注. 第2図参照

め、横方向への拡散が不十分のようである。葉裏の葉表に対する付着率は、以上の結果から散布機から見て手前側の横の地点で高く10%以上、他の地点では2~6%となった。動噴法との比較では、常温煙霧法はイチゴの場合と同様に葉表、葉裏とも付着量が少なかったが、葉裏の葉表に対する付着率は高かった。ただ、動噴法の場合、散布の方法によっては葉裏への付着を多くすることは可能であり、本報告におけるトマトの1~5%という値は長野県農総試<sup>6)</sup>の同様な試験での30~40%に比べ著しく低かった。

葉への薬剤付着量はイチゴ、トマトとも常温煙霧法に比べ動噴法の方が多かった。これは、第2項の果実の農薬残留量のところで述べたように、常温煙霧法は薬剤をハウス内全体に拡散させるのに対し、動噴法は植物体に直接噴霧するためと思われる。

葉の表面に対する裏面への付着率については、平松<sup>4)</sup>によれば、液剤散布ではトマトやキュウリで30~40%、イチゴで2~9%であり、常温煙霧、くん煙、FD散布では10%以下の場合が多いとしている。本報告ではサンプル数が少なくバラつきが大きかったが、常温煙霧法では2~20%、動噴法では1~30%であり、ほぼ同等という結果が得られた。第1項で述べたように、常温煙霧法では散布後1時間ほど薬剤粒子が高濃度でハウス内を浮遊しているが、このような状態においても薬剤が葉裏に付着する確率は低いことを示している。

薬剤の拡散性について考えると、本試験は小規模のハウスで行ったため、常温煙霧法による前方への薬剤到達性は良好であったが、横幅12mのハウスでは横方向の拡散にやや問題があった。奴田原ら<sup>7)</sup>や米山<sup>14)</sup>は、ハウスが大規模になると縦方向、横方向ともに散布機から離れた地点への薬剤の拡散性が劣る傾向にある、と報告している。

#### 4. 防除効果

イチゴハウスにおけるナミハダニの防除効果を第5表に示した。常温煙霧法は動噴法と同等の防除効果を示した。

第5表 イチゴのナミハダニに対するケルセン剤防除効果 (匹/葉)

試験区	ナミハダニ生息密度		
	散布前	1回散布 7日後	2回散布 7日後
常温煙霧	11.8	4.9(75.1)*	0.9(5.5)
動噴	9.6	3.4(64.0)	0.9(6.7)
無散布	12.3	6.8(100.0)	17.2(100.0)

$$\text{※補正密度指数} = \frac{T_a \times C_b}{T_b \times C_a} \times 100$$

Ta: 処理区の散布後生息密度

Tb: 処理区の散布前生息密度

Ca: 無処理区の散布後生息密度

Cb: 無処理区の散布前生息密度

第6表 トマトの葉カビ病に対するジクロフルアニド剤防除効果 (%)

試験区	発病葉率及び防除率		
	散布前 発病葉率	散布後 発病葉率	防除率
常温煙霧	32.8	47.1	34.8
動噴	25.3	40.1	28.0
無散布	17.3	38.1	

$$\text{注. 防除率} = \left(1 - \frac{T_a \times C_b}{T_b \times C_a}\right) \times 100$$

Ta: 処理区の散布後発病葉率

Tb: 処理区の散布前発病葉率

Ca: 無処理区の散布後発病葉率

Cb: 無処理区の散布前発病葉率

## 施設栽培における常温煙霧法による薬剤散布について

トマトハウスにおける葉カビ病の防除効果を第6表に示した。病勢が強く、薬剤散布後も病徴は進行したが、防除率で見ると常温煙霧法は動噴法と同等の抑制効果を示した。

第2項、第3項で述べたように、常温煙霧法は動噴法に比べ、植物体自体に付着する薬剤量は少ないにもかかわらず、病害虫の防除効果では動噴法と同等の効果が得られた。実用場面では、局所的に多発した病害虫に対しては従来の散布法が適していると思われるが、定期的な予防散布においては常温煙霧法による病害虫防除も十分有効であろう。

### IV 摘 要

常温煙霧機による農業散布を行い、施設内の薬剤の気中濃度の経時変化を調査した。また、果実への薬剤残留量、施設内の地点別葉面付着量、病害虫に対する防除効果について慣行法である動力噴霧法と比較調査した。

1. 常温煙霧法においては、散布終了から1時間はハウス内に高濃度に薬剤が浮遊していたが、17時間後（散布翌朝ハウス開放前）には検出限界前後に減衰していた。

2. 果実の農業残留量は、常温煙霧法は動噴法に比べ少なかった。

3. 葉への薬剤付着量は、常温煙霧法は葉表、葉裏とも動噴法に比べ少なかった。一方、葉裏の葉表に対する付着率はほぼ同等であり、2～20%であった。

4. イチゴのナミハダニ、トマトの葉カビ病に対して常温煙霧法は動噴法とほぼ同等の防除効果を示した。

### 謝 辞

本研究を実施するにあたりご指導ご助言をいただいた手塚徳弥病理昆虫部長（現栃木県農業大学校主任教授）、合田健二主任研究員、試験の遂行に御協力いただいた病理昆虫部の各位に

厚く御礼申し上げます。

### V 文 献

1. 後藤真康・加藤誠哉：残留農薬分析法, 154, ソフトサイエンス社 (1980)
2. 後藤真康・加藤誠哉：増補残留農薬分析法, 138, ソフトサイエンス社 (1987)
3. 後藤美明・倉田 勇・市川友彦：農業機械化研究所報告, 10, 1～55 (1976)
4. 平松禮治：農薬散布法シンポジウム講演要旨(日本植物防疫協会編), 1～15 (1985)
5. 平野福治・中村幸二・長谷川英世：埼玉農試研報, 40, 39～55 (1984)
6. 長野県農業総合試験場環境保全室：第2回農薬環境化学検討会資料(農業環境技術研究所編), 20 (1985)
7. 奴田原誠克・市原 勝：高知農林研報, 17, 1～6 (1985)
8. 武長 孝：農及園, 50, 411～414 (1975)
9. 武長 孝・橋本政雄・津賀幸之介・梶山道雄・橋本佳文：農業機械化研究所報告, 13, 1～56 (1978)
10. 栃木県農業試験場病理昆虫部：栃農試研究成果集, 3, 59～60 (1984)
11. 栃木県農務部園芸特産課：'86栃木の園芸特産, 50 (1987)
12. 津賀幸之介：農及園, 59, 1155～1160 (1984)
13. 上島俊治：植物防疫, 31, 101～106 (1977)
14. 米山伸吾：農薬散布法シンポジウム講演要旨(日本植物防疫協会編), 17～26 (1985)
15. 芳岡昭夫：植物防疫, 25, 113～116 (1971)

# The Method for Pest Control by Low Volume Spraying Machine in Greenhouse

Takashi OTANI, Akiko TAKAHASHI and Nobuo SUZUKI

## Summary

In recent years, some automatic pesticide sprayers have been developed to defend greenhouse vegetables against various plant diseases and injurious insects without staff. We describe here the study on a low volume (LV) spraying machine. The characteristics of the LV spraying method and the comparison of the effectiveness of this method with that of a conventional power spraying method, that is, high volume (HV) spraying method are as follows :

1. In the LV spraying method, high concentration of pesticide was detected in the air of the greenhouse during one hour after application, but its concentration precipitously decreased to the level of detection limit after 17hs, just before opening the greenhouse on the next morning.

2. The amount of the pesticide residue on the fruits of strawberry and tomato was higher in the HV spraying method than in the LV spraying method.

3. The amount of the pesticide deposit on the leaves of strawberry and tomato was higher in the HV spraying method than in the LV spraying method. As for the ratio of the pesticide deposit on the reverse side of the leaf to that on the right side, no significant difference was observed between two methods: the ratio ranged from 2~20%.

4. The LV spraying method as compared with the HV spraying method showed similar control effects against two spotted spider mite of strawberry and leaf mold of tomato.

( Bull. Tochigi Agr.  
Exp. Stn. No.35 : 129~136 )