

施設内における常温煙霧機散布による農薬の挙動

佐藤 龍夫* 小高 登*

施設栽培キュウリを用いて、常温煙霧法と液剤の動力散布による慣行法とを作物残留性、散布の均一性および施設内気中濃度の経時的変化によって比較した。常温煙霧法による果実の残留値は、慣行法の4分の1から2分の1と常に低く、残留基準値を越えなかった。散布の均一性を果実付着量の変動係数によってみると、常温煙霧法では30.6%，慣行法では16.6%であった。また常温煙霧法による気中濃度は、散布直後に高濃度を示したものの、翌朝には慣行法と同じく0.005～0.06mg/m³まで低下した。

I 緒 言

施設内で農薬散布をする場合、作業者が施設内に入って長時間作業をすることが重労働であるばかりでなく、作業者の健康上の問題でもある。このため施設に入らずに散布する方法は施設栽培者からの強い要望であり、また慣行の液剤散布と同等の防除効果を得る新散布技術が要望されている。

近年、くん煙法、蒸散法、燃焼煙霧法、が開発されたが、加熱が必要なため熱に不安定な農薬は使用できず、または専用の剤型が必要であり高価格となる欠点がある。そこで既存の水和剤および乳剤を使用して液剤散布の長所を生かしながら安全かつ効率的に施設内防除が可能な常温煙霧法が農林水産省農業機械研究所により開発された。この散布機は熱を加えずにアール当たり0.5ℓ程度の薬液を煙霧状にして散布する液剤少量散布機の一つであり、送風装置で施設内に拡散させて散布行なう¹⁾。

施設栽培における新散布技術である常温煙霧法の実用化に当たっては、薬剤及び対象作物に登録が必要である。現在最も広く使用されている液剤動力噴霧法は広範囲の農薬と作物に登録があり、防除効果が安定している。しかし果実表面の汚れや施設内で散布する作業者の安全性に問題があ

り、本散布法が広く普及していくにはこれらの欠点を克服し、防除効果、作物残留性、省力性が優れているか同等である必要がある。

本試験は農薬安全使用技術向上対策事業の中で施設内の安全且つ省力的な農薬散布を目的とした新散布技術の一つで、昭和59年、60年の2か年に亘り、煙霧法における作物の残留量、散布の均一性及び施設内気中濃度の経時変化、薬害等について慣行の液剤動力散布法と比較試験を行ったので報告する。

II 試験方法

1. 供試薬剤・散布方法および使用機種

草丈約2mに生長したキュウリを対象に表1により試験を実施した。使用した常温煙霧機はアリミツLVH-7EB型であり、その仕様は薬液タンクの容量7ℓ、送風機により毎分50～60mlを吐

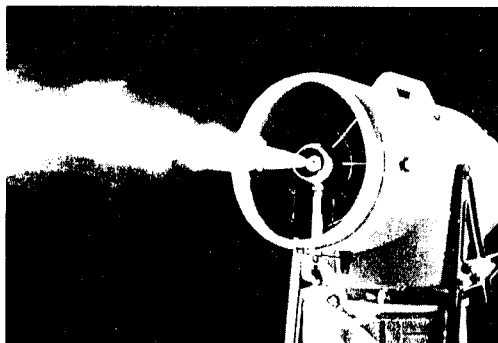


図1 使用した常温煙霧機（アリミツLVH-7E）のフォッガー部

1988年7月7日受理

* 北海道立中央農業試験場（069-13 夕張郡長沼町）

表1 供試薬剤の散布方法および供試施設の仕様

試 験 薬 剤	施設の仕様	散 布 方 法 及 び 投 下 薬 量
プロシミドン	4×25 m 350 m ³	煙霧 18倍 0.36 ℓ /a(10 g /a)
50% 水 和 剤	4×25 m 350 m ³	慣行 1000倍 20 ℓ /a(10 g /a)
ピンクロゾリン	4×25 m 350 m ³	煙霧 18倍 0.36 ℓ /a(10 g /a)
50% 水 和 剤	4×25 m 350 m ³	慣行 1000倍 20 ℓ /a(10 g /a)

() 内は投下成分量 m³は施設の容積

出する。

2. 散布および試料採取月日

図2には両剤の散布および収穫月日を示した。又、果実1個の重さは収穫適期の100 g程のものを採取した。

プロシミドン剤散布は第1回目が収穫前日、第2回目以降は果実収穫直後に実施した。ピンクロゾリン剤は第1回散布直前に5 cm以下の幼果実に標識を付け、3回散布翌日の収穫だけ標識の有る果実と無い果実に区分して収穫した。無標識の果実とは第1回目散布時には未だ結実していなかったものである。

分析試料は施設内全体からランダムに2 kg (ピンクロゾリン剤標識の有る果実は6 kg) の果実を

取り、その内500 gを粉碎して分析に供試した。

両剤とも第1回散布の翌日の調査は施設内における散布の均一性を知るため、5カ所から収穫(各カ所7個体、約1 kg)し、分析試料とした。

3. 散布および気中農薬採取時間並びに採取方法

図3には散布および散布からの気中農薬の採取開始までの経過時間を示し、プロシミドン剤は19時間後の採取は施設を開放直後に、ピンクロゾリン剤11時間(慣行は13時間)後は施設開放前、16時間(慣行は18時間)後は施設開放3時間後である。

空気採取は次の2つの方法によった。1) ミニポンプMP-2型(SIBATA)で吸引し、専用濾紙であるmillipore TYPE(直径46mm)で農薬

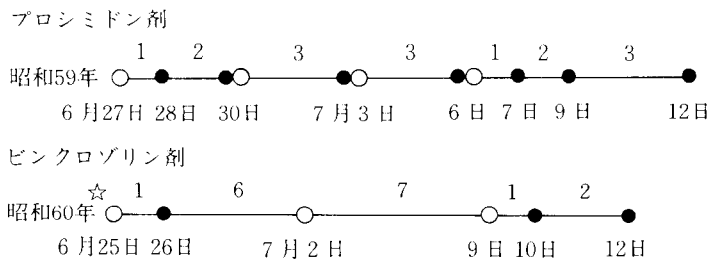


図2 散布及び果実の収穫月日 ○ 散布 ● 収穫

注) 図中の数字は上段は散布または収穫からの経過日数
☆ 幼果実にビニールテープでマークして7月10日に収穫した。

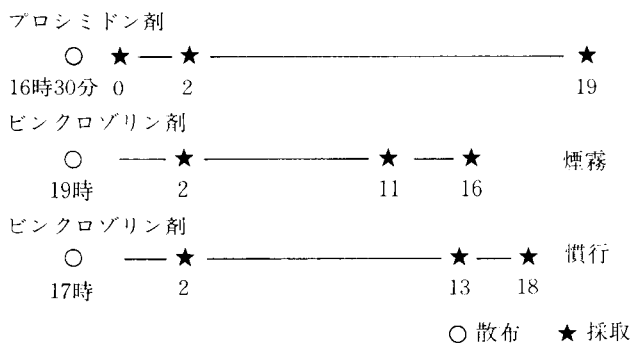


図3 散布時間及び散布後から気中農薬採取までの経過時間

注) 図中の数字は散布後の経過時間

を捕集した。2) ミニポンプMP-50NC (SI-BATA) で吸引し、インピンジャーにアセトン：蒸留水 (1 : 1) の混液15mℓを入れたもので農薬を捕集した。両方法とも吸引量を1ℓ/分とし、20分間吸引した。なお吸引、採取器具は施設内の中央部に設置し、吸引部の高さを1.5mとした。

4. 葉面の薬剤付着量

接着力の弱い粘着テープ (Scotch) を2.5×5cmに切り、表面にマスキングした葉としない葉を設け、プロシミドン剤を供試し煙霧法と慣行 (動力散布法) における付着量を知るため第1回散布翌日に各散布区から25葉を採取しマスキングの面積当たりの付着量を調査した。

5. 分析方法

果実及び気中農薬の分析方法を図4に示したが、これは環境庁告示による残留農薬の分析方法⁷⁾ および残留農薬分析法²⁾ に準じた分析方法である。

Ⅲ 試験結果

1. 果実部の残留値および散布の均一性について

農薬は使用できる作物に対して散布方法が定められているが、煙霧法は新たな散布方法となるので、本方法で散布された果実部の調査をする必要がある。

プロシミドン剤の4回の散布をする間に各散布区から7回試料を採取して同一の散布回数、同一の散布後日数で煙霧法と慣行法を比較したのが表2である。比較した煙霧法の残留値はそれに対応する慣行法の残留値を1とすると0.27から0.55の間で常に低かった。両区共に散布回数が多くなるに従って残留値は増加したが、本試験で最も残留値が高かったのは慣行区の1.43ppmであり、本剤の登録保留基準値 (以下基準値) 2ppmを下廻った。また4回散布翌日から6日後の間で両区共に大きく減少した。

つぎにビンクロゾクン剤を供試し、残留値を調べた結果を表3に示した。1回散布翌日、3回散布翌日および3日後で煙霧区の残留値は慣行区の

プロシミドン		ビンクロゾクン	
試料50g、アセトン150mℓ+100mℓで抽出	↓	試料20gを1ℓの蒸留フラスコにとり、2N水酸化カリウム溶液200mℓ、消泡剤1mℓを加え水蒸気蒸留を行なう。受器には1N硫酸25mℓを入れ、溶出液200mℓを取る	↓
メタノールを留去、5%食塩水200mℓを加えn-ヘキサン100mℓ×2で抽出、n-ヘキサン層を脱水、溶媒を留去	↓	溶出液をジクロロメタン100mℓ×2で抽出、ジクロロメタン層を脱水、2%クロロアセチルクロリド・ベンゼン溶液1mℓを加えて溶媒を留去	↓
カラムクロマト「フロリジル10g、15%エチルエーテル/n-ヘキサン50mℓを流下させてこれを捨て、同混液150mℓで溶出」	↓	カラムクロマト「6%含水活性アルミナ10g、10%アセトン/n-ヘキサン100mℓで溶出」	↓
溶出液の溶媒を留去、残留物をn-ヘキサン2mℓに溶かす	↓	溶出液の溶媒を留去、残留物をn-ヘキサン10mℓに溶かす	↓
G.C. [E.C.D., 5%SiliconXE-60, 1m, 210°C, 3分]		G.C. [E.C.D., 5%SiliconOV-17, 1m, 207°C, 4分]	

図4 果実及び気中の残留農薬分析法

表2 プロシミドン剤4回散布中での果実部残留値の消長

区分 散布法	1回散布 1日後	1回散布 3日後	2回散布 3日後	3回散布 3日後	4回散布 1日後	4回散布 3日後	4回散布 6日後
煙霧法	0.22ppm	0.15ppm	0.24ppm	0.34ppm	0.66ppm	0.42ppm	0.28ppm
慣行法	0.82ppm	0.31ppm	0.88ppm	0.72ppm	1.43ppm	1.08ppm	0.50ppm
煙霧/慣行 (比)	0.27	0.49	0.27	0.48	0.47	0.39	0.55

注：分析値は2点の平均値

1/4~1/2であった。両区共散布回数が多くなっても残留値の増加は見られなかった最大残留値は慣行区の1.19 ppmであり、これは本剤の基準値10 ppmを大きく下廻った。

表4に示した様に両散布区共に確実に3回散布された標識された果実における付着量は第1回散布後に結実した標識の無い果実の2倍以上となった。しかし標識果実の重量は収穫時には標識の無い果実の3倍となったので、逆に果実中での濃度は低く、煙霧区で65%、慣行区で76%と低くなっていた。

7日間隔で3回散布された果実においては散布間隔中の果実肥大により、残留濃度の低下は著しく、1回散布後結実し、散布回数の少ない果実における残留濃度よりも少なくなった。

安定な防除効果を得るには散布の均一性が要求される。1回散布翌日の5点の果実分析値の変動係数(C, V)を求めて検討比較したのが図5、6である。煙霧区の平均は30.6%と慣行区の平均

は16.4%よりもやや大きかった。

2. 気中濃度の経時変化

プロシミドン剤について図7に、ピンクロゾリン剤については図8に示した。プロシミドン剤は煙霧区では散布直後には高い濃度を示した。しかし2時間後には慣行区とほぼ同等に低い値となった。翌朝施設開放直後の19時間後では両区共に微量な増加を認めた。

ピンクロゾリン剤では散布2時間後では両区共にプロシミドン剤とほぼ同様な値であった、施設開放前の早期(煙霧区11時間後、慣行区13時間後)の減少は少ないが施設開放3時間後(煙霧区16時間後、慣行区18時間後)では大きく減少した。

気中農薬の採取方法については、濾紙による方法は両剤共に散布直後および2時間後で高い値を得たが、翌朝には逆にインピンジャー法が高い値を示した。

3. 葉面の付着量調査

表5には散布時に葉表面にマス킹をした場

表3 ピンクロゾリン剤を散布による果実の残留値 (ppm)

散布回数・経過日数 散布方法	1回散布 1日後	3回散布 1日後	3回散布 3日後
	1日後	1日後	3日後
煙霧法	0.22	0.34	0.37
慣行法	0.85	0.83	0.80
煙霧法/慣行法	0.27	0.41	0.46

注：分析値は2点の平均値

表4 ピンクロゾリン剤を散布した標識果実と無標識果実の残留値の比較

区 分	果実の濃度 (ppm)	1個当たり の重量 (g)	個体当たり の付着量 (μg)
煙霧区	標識有	0.22	433
	標識無	0.34	134
慣行区	標識有	0.64	362
	標識無	0.84	136

注：分析値2点の平均値

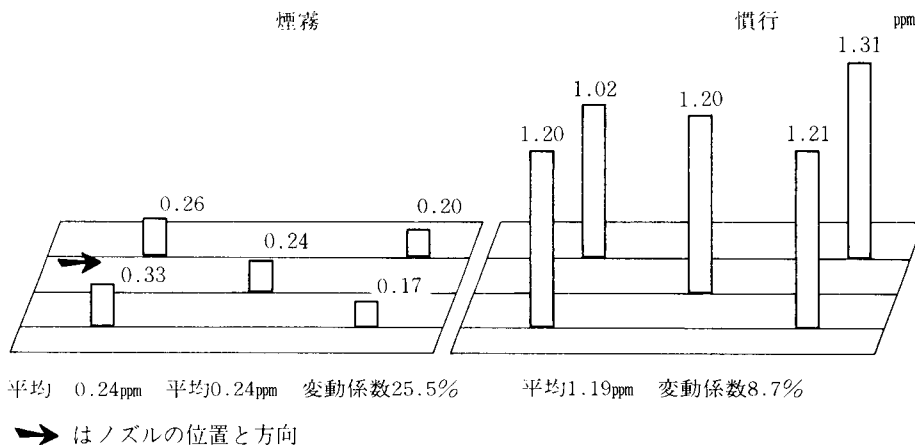


図5 プロシミドン剤の1回散布翌日における果実残留値

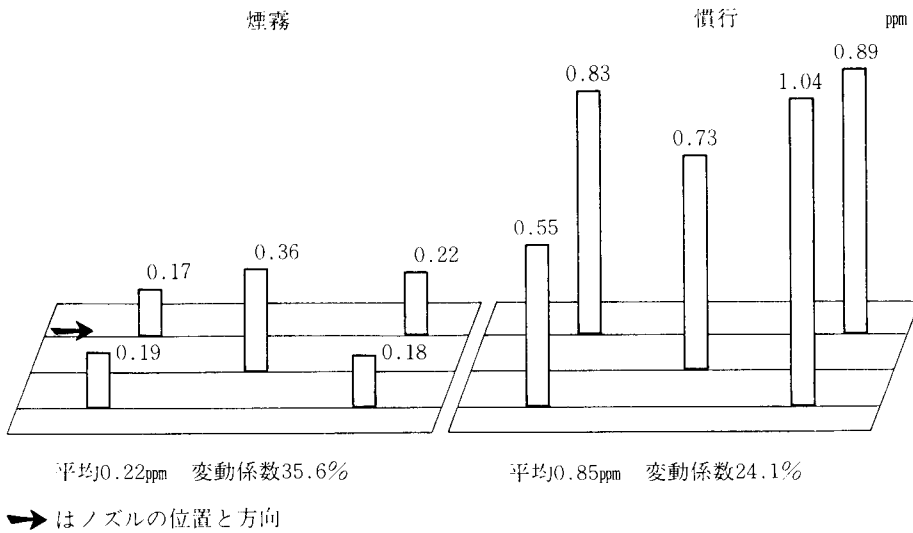


図6 ビンクロゾリン剤の1回散布翌日における果実残留値

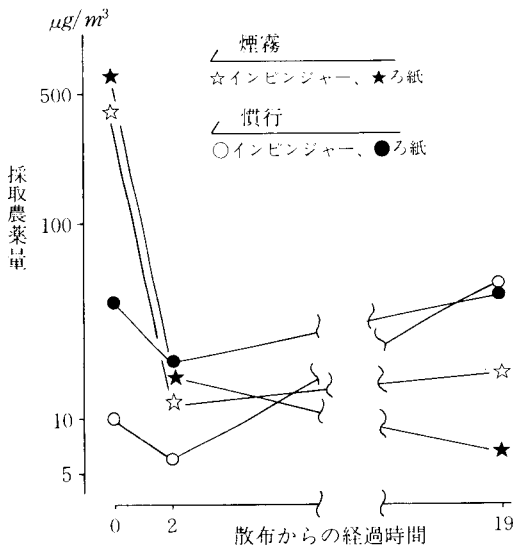


図7 プロシミドン剤の施設内における気中農薬量の経時変化

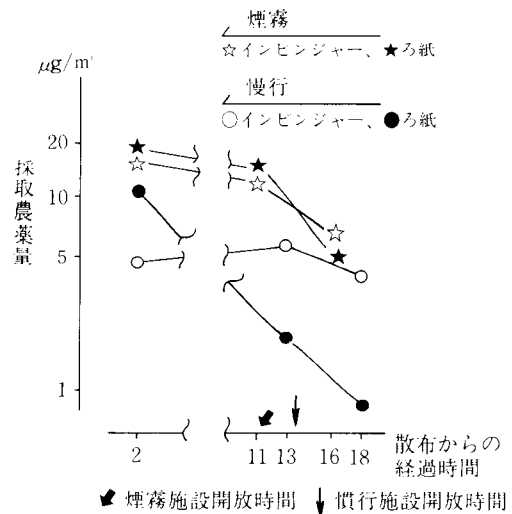


図8 ビンクロゾリン剤の施設内における気中農薬量の経時変化

合としない場合におけるプロシミドン剤の付着量を示した。マスキング処理は表面に行ったので、処理葉の数値は葉裏のみの付着量を、無処理葉は両面の付着量を示している。煙霧区における葉裏の付着量は葉両面の31%であり、慣行区の葉裏の52%よりも低く、葉全体の付着量が慣行より多い

にもかかわらず葉裏への付着が慣行区より劣る結果となった。

4. 葉害等

煙霧法は薬剤を高濃度で使用するためかノズル吐出口の詰まりを起すことがあったが、水和剤を希釈する時に少量の水で練って所定の希釈倍率に

表5 プロシミドン剤1回散布翌日の葉部付着量 ($\mu\text{g}/100\text{cm}^2$)

散布区 区分	常温煙霧区	慣行区	処理方法
葉全体	188 (100)	150 (100)	葉マスキング 無
葉裏	58 (31)	78 (52)	葉マスキング 有

() はマスキング無を100とした場合

することにより問題が解決した³⁾。本試験中莖葉部・果実部共の薬害を起した例はなかった。

Ⅳ 考 察

本試験では供試農薬の対象病害である灰色かび病、菌核病の発生がなく、防除効果の比較はできなかった。

果実の残留性に関しては、本試験において常温煙霧法は慣行法より常に低い残留値が示されたが、他県でも同様なデータ^{5),6)}が多く、この点では明らかに優れた散布方法と言える。煙霧法で慣行法より低い残留値となる原因は慣行法が直接作物へ薬液を付着させるのに対して煙霧法は施設内への細霧化させた粒子を煙霧機に付属する送風機で施設内を拡散させてゆく。作物体への付着は直接の衝突のほか粒子の沈降や静電付着などによって起っていると考えられている⁴⁾。この付着方法の違いが果実の残留値の違いとなったと思われる。

煙霧法で葉裏の付着量が慣行法より劣ったのは葉への付着は粒子の沈降が大きく関与していたと考えられる。

しかし、いったん果実に付着した農薬はその後の減少の状態を示すプロシミドン剤での減衰消長、ピンクロゾリン剤での残留累積と果実肥大の関係においては両散布方法による大きな違いは無く、付着方法の違いがその後の残留値の減少には関係していなかった。

散布の均一性について区間内の変動係数で比較すると、液体の畦畔散布のノズルで40~60%、ブームノズルで5~20%である⁹⁾。ことを考慮すれば、本試験の値は慣行よりやや劣るものの、十分な均一性を持っているといえる。

気中濃度についてはとくに基準がないが、日本産業衛生学会の勧告は殺虫剤のMEP $1\text{mg}/\text{m}^3$ 、

パラチオン $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ が瞬間的にも越えてはならない値とされているが⁸⁾、本試験におけるプロシミドン剤での煙霧法の散布直後の値は上記殺虫剤の勧告値と同様な値であるが、両殺菌剤の急性毒性は上記殺虫剤よりも明らかに低く¹¹⁾、また散布時には作業者は施設の外におり、また2時間後には慣行と同様の低い値を示すことから安全性には特に問題はないと考えられる。気中からの採取量ではジカルボキシミド系の殺菌剤である両剤では翌朝で違いが見られた。プロシミドン剤は散布2時間後より翌朝にかけて増加を示した。しかしピンクロゾリン剤ではこの増加は無かった。これは作物体に付着した農薬が翌朝には施設内の気温上昇と共に気中に放出される為と思われる、ピンクロゾリン剤に増加がなかった原因として、前者の蒸気圧が $7.9 \times 10^{-5}\text{mm Hg}/20^\circ\text{C}$ ¹¹⁾ と後者の $0.1 \times 10^{-6}\text{mm Hg}/20^\circ\text{C}$ ¹¹⁾ よりも高く、両剤の蒸気圧の違いが主な理由と思われる。翌朝プロシミドン剤気中採取量の増加は微量であり、施設の開放により減少するので、作業者の安全性には問題が無いと思われる。

気中農薬の採取方法については気中からより多くの農薬を吸収する方法を採用すべきであるが、捕集剤の種類について比較すると散布直後には濾紙が高い吸収性が示し、散布11時間以降ではインピンジャーが高い、空中に長期に浮遊する微細粒子の捕捉できるインピンジャーがよい採取方法であった。

本方法により噴霧された薬剤の粒子の大きさは $5 \sim 10\mu\text{m}$ 以下に細霧化されており、慣行法に見られる増量剤による果実の汚れの恐れが無く、特に薬滴で商品価値の低下する花卉栽培には極めて有効と考えられる。また散布者は施設の外にいて自動的に散布できる点から安全性に優れ、またその間別な仕事が出来て省力的である。

本方法は若干の欠点があるが、前述のとおり多くの優れた点が認められ、今後施設での散布方法として有効な方法と結論出来る。

謝 辞 本報告の御校閲をいただいた北海道立中央農業試験場病虫部長斎藤 泉博士、主任研究員山田英一博士と試験に御協力いただいた前北海道立道南農業試験場(現道立中央農試、稲作部)田村 修博士に厚く謝意を表する。

引用文献

- 1) 有村正雄, “施設栽培における農薬の施用法”, 農薬, **35**, 108 (1988).
- 2) 後藤貞康, 加藤誠哉, “残留農薬分析法”, ソフトサイエンス社, 1980, p. 3～65.
- 3) 北海道農業試験場編, “北海道農業試験研究成績・計画概要集-病虫害” 1985, 虫9-(3).
- 4) 守谷茂雄, “常温煙霧”, 農薬化学, **31**, 38-43 (1984).
- 5) 農業環境技術研究所編, “第3回農業環境化学検討会資料”, 1986, p. 18-2.
- 6) 農業環境技術研究所編, “第4回農業環境化学検討会資料”, 1987, p. 4, 13-4.
- 7) 坂本 剛, 大井明夫, “環境庁告示による残留農薬分析方法”, 農薬学会誌, **9**, 165-166 (1984).
- 8) 桜井 寿, “環境と農薬”, 全国農村教育協会, 1982, p. 32.
- 9) 津賀幸之介, “農薬の製剤と施用法”, 日本農薬学会誌, **7**, 412 (1982).
- 10) 津賀幸之介, “ハウス用少量散布機”, 農薬研究, **31**, 144-149 (1984).
- 11) 上路雅子, “最新農薬データブック”, ソフトサイエンス社, 1982, p. 109, 180, 198, 246.

Behavior of Pesticide Applied by the Non-heating Fog Machine in Greenhouse

Tatsuo SATO* and Noboru KODAKA*

Summary

The persistence on Cucumber fruits and the temporal change of aerial density of fungicides, Procymidone and Vinclozlin, applicated by non-heating fog machine were compared with those applicator by conventional sprayer in greenhouses.

Residue of pesticide in this method was always less than conventinal spraying, varying from 1/4 to 1/2 of the little. Pesticide density in air was high immediately after application, but in secreased after two houres. Variation of deposition for 5 blocks in every greenhouse was compared as coefficient variation of residual values on cucumber, 30.6% for non-heating fog machine and 16.4% for conventional spraver was culculated.

The excellent characteristics of this application system ars considered as follow ; 1) operater is able to be working outside of greenhouse, 2) Wettable powder and emulsifiable concentrare can be used without heating. Spray volume can be reduced less than 5 liters per 1000 m².

* Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, 069-13 Japan