

自動くん煙機に関する研究

——研究所報告第10号——

後 藤 美 明

倉 田 勇

市 川 友 彦

DEVELOPING INVESTIGATIONS
ON
AUTOMATIC CONTROL FUMIGATING MACHINE

——Technical Report No. 10——

Yosiaki GOTO

Isamu KURATA

Tomohiko ICHIKAWA

Institute of Agricultural Machinery

Omiya, Japan

December 1976

昭和 52 年 3 月

農業機械化研究所

埼玉県大宮市日進町1丁目

まえがき

典型的な集約栽培であり、かつまさに園芸的農業ともいべき施設野菜栽培においては、施設内作業を機械化または装置化して省力化をはからねばならない。また施設内の暖房等に要するエネルギーを効率的に利用することも生産費の低減に寄与するであろう。これらの開発研究は、施設の大型化と設備の近代化によって展開してきた施設野菜栽培にとって、焦眉の急といっても過言ではあるまい。

このような研究の一環として、一台の自動くん煙機で10aの施設内を無人で防除しようとする研究を開始したのは1972年で、以後3ヵ年間の研究成果が本稿である。

研究は主任研究員^{ごとうよしあき}後藤美明、同倉田^{くらたいさむ}勇、研究員市川^{いちかわともひこ}友彦らが中心となって進めたが、研究の一部については埼玉県園芸試験場の協力を得た。また、この研究の取りまとめは、倉田勇と市川友彦が担当した。

1977年3月

農業機械化研究所

目 次

緒 言	1
I 研究の背景としての野菜生産施設内防除の現状	2
1. 施設野菜の現状と施設内防除技術の特異性	2
2. 野菜の病虫害と農薬	3
3. 施設内の防除方式	3
1) 動力噴霧機による防除	3
2) 微粒化農薬散布の意義	4
3) パルスフォグによる防除	5
4) サーチくん煙器による防除	5
5) 暖房機を利用したくん煙防除	5
6) 蒸散器による防除	5
4. 考 察	5
II 自動くん煙機の試作研究	6
1. 試作機の開発目標	6
2. K-I型の試作研究	6
1) 構 造	7
2) くん煙発生に関する試験	7
(1) 目 的	7
(2) 試験方法	7
(3) 試験結果	9
3) キュウリ病害に対する防除試験	10
(1) 目 的	10
(2) 試験方法	10
(3) 試験結果	11
4) 考 察	11
3. K-II型の試作研究	12
1) 構 造	12
2) くん煙発生に関する試験	12
(1) 目 的	12
(2) 試験方法	12
(3) 試験結果	12
3) 実用規模ハウスでのくん煙粒子拡散試験	13
(1) 目 的	13
(2) 試験方法	14
(3) 試験結果	15

(4) 考 察	18
4) 実用規模ハウスでの防除試験 (その1)	18
(1) 目 的	18
(2) 試験方法	18
(3) 試験結果	19
5) 実用規模ハウスでの防除試験 (その2)	19
(1) 目 的	19
(2) 試験方法	19
(3) 試験結果	22
(4) 考 察	23
6) K-II型の蒸発皿部改造後のくん煙粒子拡散試験	23
(1) 目 的	23
(2) 試験方法	23
(3) 試験結果	24
7) 考 察	25
4. K-III型の試作研究	27
1) 構 造	27
2) くん煙発生に関する試験	27
3) 実用規模ハウスでの性能試験 (その1)	27
(1) 目 的	28
(2) 試験方法	28
(3) 試験結果	30
(4) 考 察	31
4) 実用規模ハウスでの性能試験 (その2)	31
(1) 目 的	31
(2) 試験方法	31
(3) 試験結果	34
(4) 考 察	37
5. 考 察	37
1) くん煙の粒子径分布	37
2) くん煙の平均粒子径	40
3) くん煙粒子数	45
4) くん煙粒子の拡散	45
5) 防除効果	48
6. 摘 要	49
参考文献	52
Summary (in english)	53

DEVELOPING INVESTIGATIONS ON
AUTOMATIC CONTROL FUMIGATING MACHINE

—Technical Report No. 10—

CONTENTS

FOREWORD	1
I Present situation of prevention and extermination of greenhouse vegetables as background of developing investigations	2
1. Present situation of greenhouse vegetable and singularity of prevention technics in greenhouse.....	2
2. Diseases and injurious insects to vegetables and their pesticides	3
3. Prevention machinaries in greenhouse.....	3
1) Powered sprayer.....	3
2) Effect of fog diffusion	4
3) Pulse fog	5
4) Fumigator.....	5
5) Fumigating with hot air heater.....	5
6) Steam fogger	5
4. Consideration	5
II Developments of automatic control fumigating machine	6
1. Purpose of developments	6
2. Developing investigations on Model K-I	6
1) Structure	7
2) Experiments on generation of fumes	7
(1) Purpose	7
(2) Experimental methods	7
(3) Experimental results.....	9
3) Experiments on the control effect against diseases of cucumber	10
(1) Purpose	10
(2) Experimental methods	10
(3) Experimental results.....	11
4) Consideration	11
3. Developing investigations on Model K-II	12
1) Structure	12
2) Experiments on generation of fumes	12
(1) Purpose	12
(2) Experimental methods	12

(3) Experimental results.....	12
3) Experiments on the diffusion of fume particles in a practical vinylhouse	13
(1) Purpose	13
(2) Experimental methods	14
(3) Experimental results.....	15
(4) Consideration	18
4) Experiments on the control effect in a practical vinylhouse (part-1)	18
(1) Purpose	18
(2) Experimental methods	18
(3) Experimental results.....	19
5) Experiments on the control effect in a practical vinylhouse (part-2)	19
(1) Purpose	19
(2) Experimental methods	19
(3) Experimental results.....	22
(4) Consideration	23
6) Experiments on the diffusion of fume particles after reconstructions of part of pesticides tray	23
(1) Purpose	23
(2) Experimental methods	23
(3) Experimental results.....	24
7) Consideration	25
4. Developing investigations on Model K-III	27
1) Structure	27
2) Experiments on generation of fumes.....	27
3) Performance of Model K-III in a practical vinylhouse (part-1)	27
(1) Purpose	28
(2) Experimental methods	28
(3) Experimental results.....	30
(4) Consideration	31
4) Performance of Model K-III in a practical vinylhouse (part-2)	31
(1) Purpose	31
(2) Experimental methods	31
(3) Experimental results.....	34
(4) Consideration	37
5. Consideration.....	37
1) Particle size distribution of fumes	37
2) Mean diameter of fume particles.....	40
3) Number of fume particles	45
4) Distributin of fume particles	45
5) Control effects against diseases of cucumber	48
6. Summary	49
Reference	52
Summary in English.....	53

緒 言

わが国の施設野菜栽培は施設の大形化と設備の近代化を伴って発展し、その設置面積は1973年に22000haとなり青鮮食品の安定的供給に欠かすことのできない重要な役割を果たしている。

しかし生産の面からみると多くの問題点がある。すなわち施設栽培は典型的な集約栽培であり、作目、作型等によっても異なるが10a当りの延労働時間が2000時間以上に達する場合もある。これを稲作の90時間に比較すると、まさに20倍以上の労働力を要することとなり省力化を進めるための技術開発は急を要する問題である。また施設内の労働環境についてみても、労働衛生上多くの問題点が指摘されている。しかし施設内の労働環境改善に関しては、今までにも幾多の研究が行われてきた。特に施設内は高温多湿で病害の発生しやすい環境であり防除作業回数も多く、その上、密閉された施設内では作業者も農薬にさらされる状態である。したがって省力化の面、安全性の面より施設内の無人防除技術の研究も数多く行われてきた。筆者らも以前に無人の液剤散布装置の試作を行い、その実用性を検討してきたが、その後さらにくん煙防除の自動化について研究を実施した。

この研究は1972年から1975年にわたって実施したものであり、最終的には1台の機械で10aの施設内を無人で防除できる見通しが得られたので、それらの研究経過と試作機の構造、性能、防除効果等について報告すると共に、この研究の背景とも言うべき施設内防除技術の現状についても簡単に述べた。

もともと防除技術は農薬と防除機の組合せによる効果で評価されるべきものであり、本研究においても常に防除効果試験を実施しながら試作と改良を進めてきた。しかし農薬安全使用基準の問題とか、農薬成分の熱分解等の問題もあり、今後、機械の面からは勿論のこと、農薬の面からも対応すべき課題は多いものと考えられる。

なおこの研究の中で防除効果に関しては埼玉県園芸試験場に委託して実施した試験成績をとりまとめたものであって、吉野正義病虫部長、善林六郎主任、嶋崎豊技師各位の多大な協力に対して深甚の謝意を表する次第である。

1977. 3. 1

著 者 一 同

I 研究の背景としての野菜生産施設内防除の現状

1. 施設野菜の現状と施設内防除技術の特異性

野菜の種類はきわめて多く、日本で栽培されているものだけでも数百種に及ぶ。また施設野菜のみに限ってみても第1-1表に示すように代表的な10種類余りの野菜が栽培されている¹⁾。作付面積別にみると、プラスチックハウスではキュウリが多く、ガラス室ではメロンが多く栽培されている。

第1-1表 施設野菜の種類別作付面積(1973年)
(Table 1-1 Planted area of greenhouse vegetables in Japan (1973))

	プラスチックハウス		ガラス室		合計	
	面積	構成比	面積	構成比	面積	構成比
	ha	%	ha	%	ha	%
ナス	1,422	6.6	2	0.2	1,424	6.3
トマト	3,363	15.6	139	15.2	3,501	15.6
キュウリ	5,364	24.9	76	8.3	5,440	24.2
メロン	189	0.9	637	69.8	826	3.7
スイカ	1,609	7.5	3	0.3	1,612	7.2
ピーマン	868	4.0	2	0.2	870	3.9
イチゴ	5,267	24.4	1	0.1	5,268	23.4
雑メロン	1,465	6.8	1	0.1	1,466	6.5
カボチャ	194	0.9	—	—	194	0.9
レタス	162	0.8	1	0.1	163	0.7
セルリー	196	0.9	0	0	196	0.9
野菜計	21,585	100.0	913	100.0	22,498	100.0

一方、これらの野菜に発生する病害も約400種類あり、なお年々新しい種類が発生する傾向にある。害虫についても同様で、その種類と発生動向は複雑多岐にわたっている。

このような状況において野菜栽培時の防除作業は重要な意味を持っている。特に施設内防除技術の特異性として次の二点が指摘される。すなわち

① 密閉された空間内での集約的な栽培に対する防除技術の課題

② 連作による土壌病害対策

である。①については安全性の課題、省力化の課題、機械利用上の課題が含まれている。まず施設内の防除作業

の場合は露地栽培と異なり、作業者は高温多湿の環境下で、しかも非常に濃密な薬剤雰囲気さらされ、作業者の健康上、大きな問題があるので、これを改善する必要がある。次に施設内は前述のように高温多湿であるため、作物の病害が発生しやすい環境である。それゆえ防除作業は、ほとんど全栽培期間にわたって実施されている。特に収穫時期には防除と収穫作業が競合することになり多くの労力を要するため、省力化対策が必要とされている。また機械利用上の問題点として施設内で動力にガソリンエンジンを使用することは排気ガス、騒音の面より検討する必要があるものと考えられる。

②の土壌に関する問題としては、近年、野菜生産施設も重装備化の傾向にあり、施設の設置場所を簡単に移動させたり、あるいは夏期は水田として利用する形が減少して、施設栽培専門化の傾向になってきた。したがって当然、連作による塩類の集積、土壌病虫害対策が大きな問題として浮かび上がってきた。しかし、このような施設内土壌の問題に関しても単に病虫害対策の面のみで対応するのではなく、施設内の灌水、排水問題とも関連させて、地上部の施設ばかりでなく、地下部の施設についても改善する必要があると考える。

2. 野菜 病虫害と農薬

野菜の病虫害の種類は前にも述べたように非常に多いが、その1例として、キュウリの病虫害の種類と症状および発生条件の概要を第1-2表に示す²⁾。この中で土に関連した病害が約半数を占めており、この点からみても土壌病害対策の重要性が認められる。また、これらの病虫害防除には当然、農薬が使用されるが、わが国の農薬はすべて農林省に登録しなければ販売することができないし、登録は3年ごとに更新される。登録された農薬は有効成分別で約300種類、銘柄別では約4500種類にも達する。しかしこれらの中には登録されているだけで実際には市販されていないものも含まれている。農薬を成分別に分類すると第1-3表のようである³⁾。作物の病虫害防除には作物に薬液を与えない範囲で使用されるが、土壌消毒の場合には作物のない時期に実施されるので効果の強力な農薬も使用されているようである。また農薬を使用形態別にみると液剤、粉剤、ガス剤、煙霧剤の形で

第1-2表 キュウリの病虫害
(Table 1-2 Diseases and injurious insects to cucumber)

	病虫害名	症 状	発生条件と対策
病	① ベ と 病	葉に発生して病斑は黄褐色から灰褐色となり枯れてくる。	多湿のとき発生が多い。肥料を十分に施し、換気をよくする。
	② た ん そ 病	葉・茎・果実に発生する。初期は黄色の斑点を生ずる。	温度が低めの時に発生が多い。敷わらをして土から菌がはね上るのを防ぐ。
	③ う ど ん こ 病	葉の表面に白い粉が生じ、ひどい時には葉が枯れる。	気温が高くなってから発生が多い。ハウス内の透光や通風を良くする。
	④ く ろ ほ し 病	生長点に近い若い茎、葉、幼果などが侵される。	17°C程度の低温多湿で発生する種子消毒、保温、灌水に注意する。
	⑤ つ る わ れ 病	下葉から上葉にしおれて行き枯死する。茎の地ぎわ部分が黄褐色に変色する。	土壌伝染病であり土壌消毒を行ない、連作をさける。
	⑥ つ る が れ 病	葉や茎に発生する。茎では地ぎわに発生することが多く表面が白くなり亀裂する。	多湿の時にまん延がはげしい。種子消毒、古い支柱の消毒等が必要。
	⑦ え き 病	茎・葉・果実に発生する。茎では地ぎわ部に暗褐色・紡錘形の病斑を生ずる。	24°C程度の多湿で発生する。水媒伝染するので排水をよくする。
	⑧ 苗 たち が れ 病	苗の地ぎわ部に褐色病斑をつくり、その部分からちぎれやすくなり、倒伏枯死する。	菌床が低温多湿になった後などに発生する。床上の消毒、保温に注意する。
	⑨ き ん か く 病	葉・茎・果実に発生する。被害部には白色の菌糸を生ずる。	咲き終わった花卉を通じて侵入するので、受精を終わった花卉は早くつみとる。
	⑩ 灰 色 か び 病	咲き終わってしぼんだ花の部分から出はじめ、灰色のカビが発生し、葉にも拡大する。	20°Cくらいで多湿のときに発生しやすい。保温と換気に注意する。
	⑪ し ら き ぬ 病	茎の地ぎわに発生し、白色絹糸状のものでおおわれ、ついには萎ちょうする。	高温多湿で発生が多い。菌核は土中に生存するが3~4カ月の湛水で死滅する。
	⑫ も ざ い く 病	葉や果実に発生する。葉では黄色の斑点が多数でき、ちりめん状となる。	アブラ虫の媒介により伝播されるのでアブラ虫の飛来着生を防止する。
	⑬ 緑 斑 も ざ い く 病	茎・果実に発生する。葉では黄色の斑点をつくり、葉脈は緑色のままのころ。	ウイルスは種子や土壌を通じて伝染するので連作をさけ、種子や土壌の消毒を行う。
	⑭ は ん て ん 細菌病	本葉には、はじめ小さい茶色の点を生じ、しだいに拡大する。病斑部からは白濁の汁がにじみ出る。	菌は葉および果実の気孔や傷口から入り、雨によって飛散し、伝染する場合も多い。
害 虫	① わ た あ ぶ ら 虫	葉裏・新葉・つばみ・花・幼果にむらがって寄生し、汁を吸収するので葉はちぢれ、生長がとまる。	降雨が少なく、乾燥した気象条件になると多発する。
	② は だ に 類	発生数が増加し、葉裏にむらがって寄生するようになると葉は短小になり黄化する。	30°C くらいの高満で乾燥した条件では繁殖はさかんであるが、低温多湿では抑制できる。
	③ う り の め い が	幼虫は葉裏で葉肉だけを食って表層を残る。	年に数回発生し、割れ目や、すきま等に、うすいまゆを作る。
	④ た ね ば え	幼虫が種子の中に食い入って、子葉や胚芽を食害する。	粘土質の土地を好み、水田のあとや前作に発生が多い。

使用されている。

せること、安全性の面から目的以外の所に飛散しないようにすること、能率的省力的に散布できることである。

3. 施設内の防除方式

農薬を散布する上で重要なことは均一に作物に付着さ

1) 動力噴霧機による防除

最近では少量散布や微量散布も行われているが、従来の

第 I - 3 表 農薬の成分別分類
(Table I - 3 Classification of agricultural chemicals)

殺虫剤	① 有機リン殺虫剤	DDVP剤(ホスピット)など
	② カルバメート系殺虫剤	NAC剤(デナボン)など
	③ 有機ハロゲン殺虫剤	エンドリン剤(エンドリン)など
	④ 天然殺虫剤	ピレトリン剤(除虫菊剤)など
	⑤ 殺ダニ剤	クロルベンジレート剤(アカール)など
	⑥ 殺線虫剤	D-D剤(スミディール)など
	⑦ くん蒸剤	青酸剤など
	⑧ その他の殺虫剤	ヒ酸鉛剤など
殺菌剤	① 銅殺菌剤	オキシ銅剤(キノンドー)など
	② 硫黄殺菌剤	マンゼブ剤(ジマンダイセン)など
	③ 有機ヒ素殺菌剤	TUZ剤(モンゼット)など
	④ 有機塩素殺菌剤	TPN剤(ダコニール)など
	⑤ 有機リン殺菌剤	IBP剤(キタジンP)など
	⑥ 抗生物質剤	ポリオキシ剤(ポリオキシンAL)など
	⑦ 土壌殺菌剤	クロルピクリン剤など
	⑧ その他の殺菌剤	キャプタン剤(オーリサイド)など

液剤防除では10a当り180~200ℓの水を使用していた。このように液剤散布は水を多量に使用するため、多湿によって病害の発生条件をかえって助長するとの意見もある。その上、労力も10a当り2時間以上を要している。そこで粉剤の使用も考えられるが、施設内で粉剤を使用することは果実やビニールフィルム、ガラス等の被覆材をよごす場合が多いとみられている。液剤を用いた場合の農薬費は、キュウリのハウス抑制で10a当り3~4万円である。

次に動噴の利用形態については、施設内をどのような形で防除機を移動させているかによって、種々の形の機械や装置が利用されている。まず慣行的な利用方法としてポンプおよび薬液タンクは施設内の通路を移動し、作業者はノズルを持って畦間にホースを引張って散布する方式であり、最も一般的な方法である。

バッテリーカーを利用する方法は、ポンプと約60ℓの薬液タンクを積んで畦間を走りながら散布する方式であり、作業能率は慣行法の3/4程度に短縮できるようである。バッテリーカーには無人走行の可能な機種も開発されているが、運転者を要する機種で防除を行った場合は、10a当り1時間30分程度を要している。

モノレールを利用した施設内の防除装置は、無人作業を目的としている。ポンプと薬液タンクは一定の場所に置き、畦間に敷設されたモノレールに沿ってノズルとホースのみを引いて散布する方式や、パワーキャレージにより、レールに釣下げたポンプや薬液タンク、ノズル等一式を引いて散布する方式がある。この場合の釣下げ荷

重は約120kgに制限されるので、荷重を軽減する目的でモノレールを水路として利用することにより、水を補給する方式も試みられている。この場合、機械には農薬の原液のみを積込み、レールから水を吸引して農薬を希釈しながら散布する方法である。この方式はまた灌水にも利用されている。

2) 微粒化農薬散布の意義

動噴で防除する方法は、作物の表面を薬液で完全にぬらして防除する方式である。しかし、このような方法は前述のように施設内の湿度を高めることとなるため、水を多く使わない防除方法が要求されてきた。そこで当然、濃度の高い農薬を微粒化して、広い範囲に散布する方向への研究も進められている。

露地栽培に微粒化した農薬を散布すれば、たとえ微風であっても作物以外の場所へ相当量の農薬が飛散するものと考えられる。しかし施設内防除の場合には、農薬の微粒子が作物表面に沈降するまでの間、ハウスを密閉することができるから微粒化農薬の散布も非常に有効な方法であると考えられる。防除作業現場における課題として動噴の場合は、作物がぬれたことによって農薬の散布を確認できるが、微粒化農薬散布の場合は、単位面積内に果して必要な農薬粒子数が沈降しているかどうかを顕微鏡で確認する必要がある。ここで必要な農薬粒子数とは、病原菌胞子と農薬粒子が確実に接触できるような農薬粒子密度であると考えられる。農薬を微粒化する一方式として高速気流内に農薬を吹き込む方式がある。バル

スフォグもその一例である。

3) パルスフォグによる防除

パルスフォグはパルスジェットエンジンにより高速気流を発生させ、その中に農薬を吹き込んで微粒化させて施設内に拡散する機械である。パルスジェットエンジンは航空機用として開発されたもので、機械圧縮をしない構造の簡単な一種の間欠流動定容燃焼のジェットエンジンである。空気取入口に抵抗の少ない逆止め弁があり、燃焼室で噴霧された燃料が燃えると圧力が上昇し逆止め弁を閉じ燃焼ガスは排気管から高速で噴出する。すると気柱の慣性で燃焼室内の圧力は下り、逆止め弁を開いて前方より空気が入り前と同様のことを繰返す⁹⁾。逆止め弁の寿命が短く、振動音が大きいこと、燃料の使用量の多いことなどが問題点として指摘されている。

パルスフォグの排気管内での農薬の移動時間は0.4～0.5msと短時間であるため、熱分解の可能性は認められない。農薬粒子の拡散状況については、植物防疫協会を中心に各県で試験が実施されており、その結果によると機械から約30mの地点までは、農薬粒子が十分に拡散、付着するものとみられている。散布時間は10a当り約18分である。

4) サーチくん煙器による防除

従来のくん煙法は蚊取線香に見られるように、殺虫または殺菌主成分に燃焼剤やその他の補助剤を加えて粉状、錠状、筒状に加工したものであり、使用の際はこれに直接点火したり加熱する方式である。サーチくん煙器は農薬を皿に入れ、下から燃料で加熱する方式である。農薬の処理量は1回に約20gで、燃料には固形燃料のメタアルデヒド(C₂H₄O)_xが使用される。サーチくん煙器を使用した場合のくん煙粒子の大きさは約2.5～25μにわたっているが、2.5～5μの範囲内の粒子が最も多い。また作物へのくん煙粒子の付着状況は、くん煙発生後60分で大部分の粒子が付着し、120分でほぼ100%の粒子が付着している。しかし粒子の沈降付着が主体となっているので、葉裏への付着は悪い。くん煙粒子の拡散範囲はサーチくん煙器を中心として半径10mの範囲内であるが、10aの施設内を防除するために、10～15個のサーチくん煙器を使用している。

施設内への配置方法は等間隔に、しかも毎回場所を変えること、作物の小さい時はくん煙器を地面に置くが、大きく茂った場合は草丈の中ほどの高さに釣り下げる必要がある。その他、風の強い日とか施設内の温度が30°C以上の時は、日中の使用を避ける等の注意も必要である⁹⁾。なおサーチくん煙器の短所として10aの施設内を点火して回るのに20～30分を要し、点火している間に作業者が煙に巻かれる危険性があること、熱によって農薬を微粒

化する方法は成分が熱分解する薬剤には適用できない点などである。

5) 暖房機を利用したくん煙防除

前述のサーチくん煙器は、固形燃料を使用して加熱したのに対して暖房機の中に薬筒を挿入して加熱する方式である。またサーチくん煙器は、くん煙粒子を施設内で作物に沈降付着させていたのに比較して、この方式は温風暖房機のダクトの中にくん煙を吹き込み、温風と共に施設内全体へ、くん煙粒子を拡散させている。したがって防除準備作業が省力的であること、熱利用の面でも効果的であること、温風暖房機の送風機を利用することによって施設内へのくん煙粒子拡散効果が高い等の長所がある反面、ダクト等に農薬が付着すること、暖房機を使用しない時期の防除法などの問題点もあげられる。

6) 蒸散器による防除

蒸散器は水蒸気蒸溜法を利用した防除法である。すなわち酸素の多い空気中で農薬を直接加熱、気化させると有効成分が酸化したり分解したりするような薬剤でも、水蒸気を通すことによって容易に気化させることができる。作物への農薬の付着量をみると10a当り500gの薬剤を用いた場合に、噴霧機では21.6～163.7μg/cm²と非常にばらつきが多いのに比して、蒸散器では6.7～8.9μg/cm²と均一である⁹⁾。

農薬を微粒化したり気化して散布すると効果的である理由として、単位面積当りの薬剤量が少なくとも均一に散布できること、作物の表面ばかりでなく空間やビニール面にも均一に薬効が発現すること、水の使用量が非常に少ないため、施設内の湿度を上昇させないことなどがあげられる。10aの施設内防除を行う場合の蒸散器の運転時間は30～40分であり、プロパンガスを用いて水蒸気を発生させ、それを電氣的に制御している。

4. 結 論

施設野菜の作物を対象とした防除方式には、大きく分けて二つの形があると考えられる。その一つは液剤を直接作物に散布する方式であり、今一つは微粒化した農薬を散布する方式である。施設内で液剤を散布する方式は、作業者が薬液に直接さらされるので非常に危険であり、液剤散布を無人で行う方法として無人走行式のバッテリーカーや、モノレールを利用して液剤自動散布方式の研究も進められている。現在、微粒化した農薬を施設内で散布する機械として、パルスフォグ、くん煙器、蒸散器などが用いられている。そして、これらの機械に要求されることは、微粒化された農薬が施設内で均一に拡散されることである。

II 自動くん煙機の試作研究

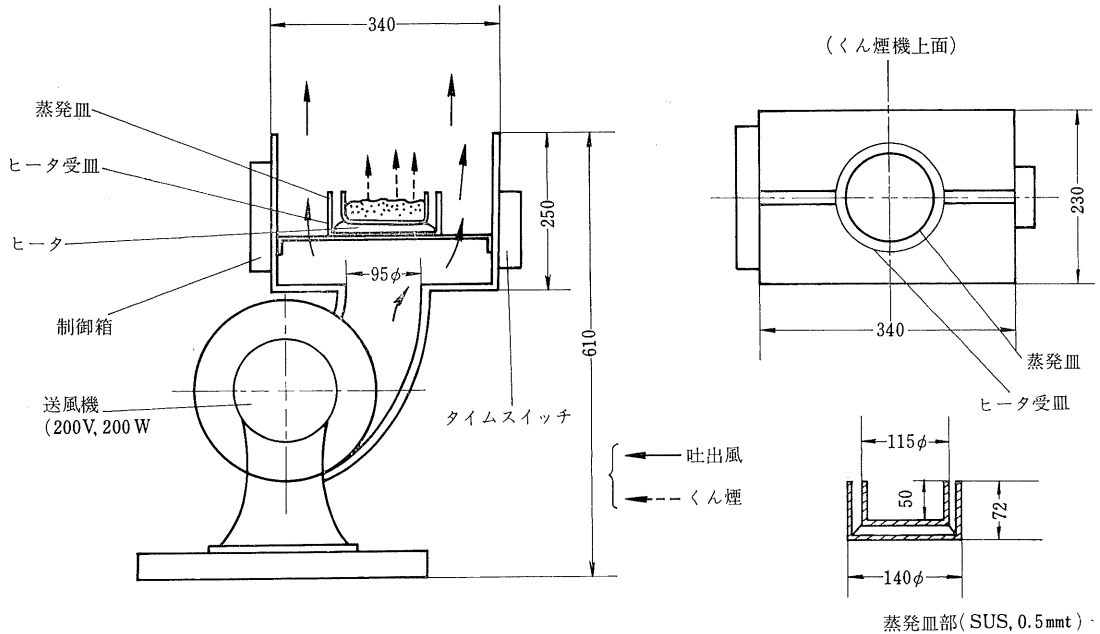
1. 試作機の開発目標

施設内へ人が入らないで操作することができ、しかも1台の機械で10a程度の施設野菜の防除をすることを目的として、機械の運転には200Vの電気のみを用いて他の

燃料等は使用しない方式とする。

農薬の微粒子を施設内へ均一に拡散させるために送風機を使用するが、機械の周辺部に農薬の付着しない構造とする。

機械の構造は簡単にして軽量化することにより、一人



第II-1図 試作くん煙機 K-I型(1)

(Fig. II-1. Fumigating machine Model K-I)



第II-2図 試作くん煙機 K-I型(2)

(Fig. II-2. Fumigating machine Model K-I)

で運搬可能な形にする。また運転中に騒音等が発生しないようにする。

2. K-I型の試作研究

1) 構造

本機の構造は、第II-1図、第II-2図に示すように600Wヒータにより蒸発皿内のくん煙剤を加熱・煙化させ、発生したくん煙を送風機から送られる風に乗せてハウス内に拡散させるようにしたものである。

また、ヒータ出力は電圧・電流を変化させることにより調節できるようにした。さらに、ヒータおよび送風機の運転は、タイムスイッチにより自動的に作動できるようになっている。

2) くん煙発生に関する試験

(1) 目的

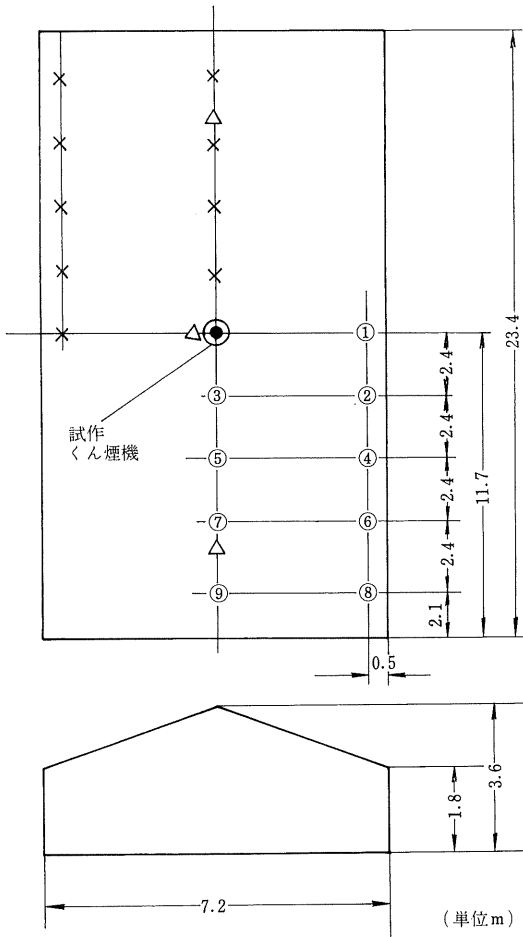
試作した K-I 型を使用して、ハウス内でのくん煙の拡散状況、くん煙粒子径および蒸発皿温度を測定し、その性能を把握する。

(2) 試験方法

ア 供試ハウス

第 II-3 図に示すような単棟ビニールハウスを使用した。供試ハウスの床面積は 168m^2 、内容積は 465m^3 である。なお、ハウスは裸地状態である。

イ くん煙粒子拡散状況の調査



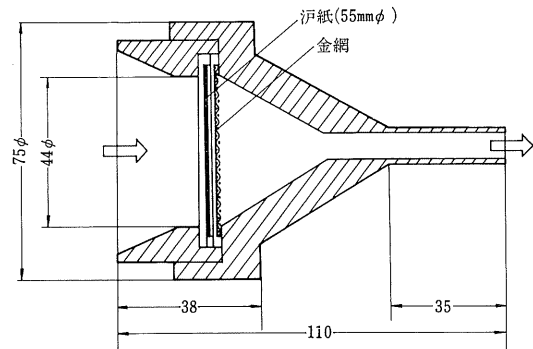
- △ サーチくん煙器設置位置
- ①~⑨ くん煙採集器設置位置 (高さ1m)
- × スライドグラス設置位置 (高さ1m)

第 II-3 図 供試ハウスの概要

(Fig. II-3. Brief specification of used vinylhouse)

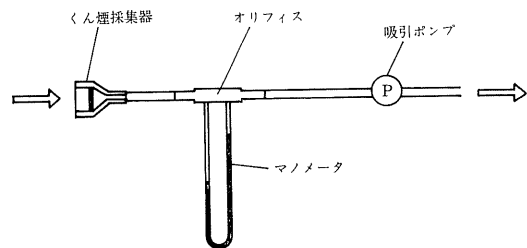
ハウス内でのくん煙の拡散状況を知るためには、ハウス内各点におけるくん煙濃度を調査する必要がある。くん煙法とは性質を異にするが、空気中の煙霧質の濃度測定や、大気中の汚染物濃度の測定については種々の方法が行なわれている。たとえば、芳岡ら¹⁾は、蒸散器を利用してハウス内での農薬煙霧質の拡散性を知るために、空気中の有効成分濃度、高さ別に葉の表裏付着量等をガスクロマトグラフィで測定しており、小沢²⁾は、人工煙霧による凍霜害予防に関する研究で煙層の濃度を赤外線透過率によって表示している。さらに、大気中の汚染物濃度測定³⁾では、顕微鏡、ダストカメラを利用して単位体積中の粒子数を計測して粒子濃度として表現したり、集じん器等を利用して単位体積中の粒子重量を計測し、重量濃度として表現する方法がある。

我々はハウス内でのくん煙濃度を知るために、ハウス内各点におけるくん煙粒子重量を測定することを考え、第 II-4 図に示すようなくん煙採集器を試作し、第 II-5 図に示すシステムで濃度を測定した。すなわち、この採集器は $55\text{mm}\phi$ ガラス繊維製濾紙を内蔵しており、吸引ポンプでハウス内空気を吸引し、くん煙粒子をこの濾紙に吸着させるような構造になっている。そして、くん煙量は濾紙重の増加を直示天びんにより計測し、ハウス内空気の単位体積当たりのくん煙重量として各点で表示した。ここで、くん煙機をハウス中央に設置した場合、くん煙



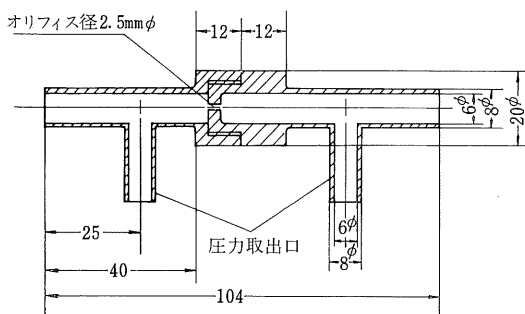
第 II-4 図 くん煙採集器

(Fig. II-4. Collector of fumes)

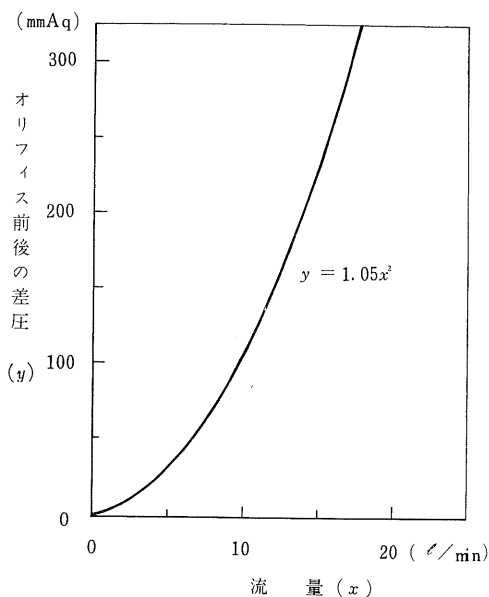


第 II-5 図 くん煙採集システム

(Fig. II-5. Collecting system of fumes)



第Ⅱ-6図 供試オリフィスの形状
(Fig. II-6. Shape of used orifice)



第Ⅱ-7図 空気流量曲線
(Fig. II-7. Curve of air flow rate)

の拡散は左右ほぼ対称と考え、第Ⅱ-3図に示す9ヶ所にくん煙採集器を設置した。なお、使用した濾紙は 0.3μ 以上の粒子を99.9%受け止めることができる。

採集器内を通過する空気量は、第Ⅱ-6図に示すようなオリフィスを採集器と吸引ポンプの間に設置し、オリフィス前後の差圧を読みとり、予め湿式ガス流量計を用いて較正してある流量とオリフィス前後の差圧との関係曲線(第Ⅱ-7図)より求めた。

なお、くん煙粒子が付着しなくてもハウス内の空気状態により濾紙重量が増減することが考えられるので、ハウス内でくん煙粒子が付着しないよう遮断し、空気状態のみによる濾紙重量の増減を同時測定した。

ウ くん煙粒子径の測定

くん煙粒子径の測定方法として、ハウス内で拡散した粒子を調査すること、また今後農家の大型ハウスでの試験においても容易に行なえることを考え、スライドガラスを利用する方法を考えた。

スライドガラス上に煙粒子を付着させ、その粒径を調査する方法として、小沢³⁾は発煙剤、煙草、線香等を使用して次の四つの方法を試みている。すなわち、①煙の浮遊している空中でスライドガラスを動かす方法、②発煙源上にスライドガラスをかざす方法、③ガラス瓶の中へ煙を入れて出入口を上向きにしてスライドガラスをその上へ乗せる方法、④同じくガラス瓶の出入口を下向きにしてそこへスライドガラスをあてがう方法について試みている。このうち、第1の方法と第3の方法とは、付着粒子の数が極端に少なく適当でない。第2の方法は粒子数は多くなるが粒形が正常でない認められること、また衝突等のために起ると考えられるが大きさがあまりにもまちまちである。第4の方法で得られる粒子は形もほぼ球形に近く、また数も適当に多く、これらの方法では第4の方法が最も適当であると考えられたと報告している。

これらの方法をハウス内でのくん煙粒子径測定にあてはめると、第1の方法は、ハウス内でスライドガラスを動かす方法、第2の方法は、くん煙機の蒸発皿上にスライドガラスをかざす方法、第3の方法は、ハウスの天井近くにスライドガラスを置く方法、第4の方法は、ハウスの畦上にスライドガラスを設置する方法ということになり、我々は第4の方法を採用することにした。しかし、ハウスが裸地状態で地面が乾燥しており、ほこりの影響もあると考え、スライドガラス設置高さを1mとして、第Ⅱ-3図に示すハウス内9ヶ所にスライドガラスを設置した。そして、夕方くん煙を発生させ、12~15時間後に回収してスライドガラス上に付着したくん煙粒子を顕微鏡写真にとり測定した。

エ 蒸発皿温度の測定

I-C熱電対を使用して連続測定した。

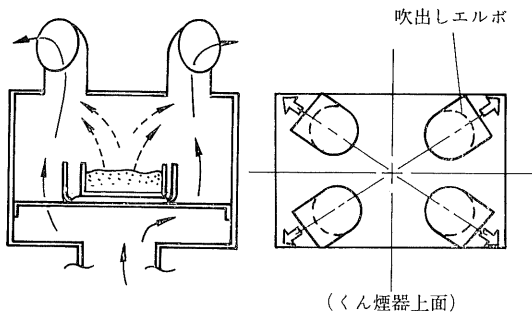
オ 使用薬剤

ダコニール水和剤を10a当り200gの割合で、すなわち試験区の場合、床面積が168m²であるので33gを供試した。

カ 機械の運転条件

ヒータ出力400W、吐出風量5.76m³/minで、ヒータ、送風機とも運転時間が20分間になるようタイマーを設定した。

キ 試験区



第Ⅱ-8図 くん煙機 K-I' 型
(エルボの先端より穴あきダクト設置)
(Fig. Ⅱ-8. Fumigating machine Model K-I')

- a 試作くん煙機 K-I 型使用区
- b 試作くん煙機 K-I' 型使用区

K-I' 型とは K-I 型の上部に第Ⅱ-8 図に示すようにエルボを 4 方向に取り付け、そのエルボから穴あきビニールダクトをハウス内に配置している。

- c サーチくん煙器使用区

サーチくん煙器は、第Ⅱ-3 図に示すようにハウス内に 3 ヶ所設置した。

ク 試験日

1972年 6 月 20日～27日 (各試験区とも夕方くん煙処理し、翌朝調査した)

(3) 試験結果

ア くん煙粒子の拡散状況

くん煙採集器で採集した試験結果を第Ⅱ-1 表に示す。K-I 型、K-I' 型とも 9 ヶ所の測定点でのくん煙濃度の変動は少なく、良好と考えられた。K-I' 型でビニールダクトを配置した場合、ダクト内に多くのくん煙粒子が付着し、全体にくん煙濃度は低くなった。くん煙の拡散状況を良くするために、ビニールダクトを使用する利点は感じられなかった。

サーチくん煙区においては、試作機使用区にくらべてくん煙濃度の変動は大きかった。特にハウス入口および周辺付近では隙間風の影響でくん煙濃度が低くなった。

イ くん煙粒子径

スライドグラスに付着したくん煙粒子の顕微鏡写真を 1 スライドグラス当り 1 視野 (97 μ ×65 μ) ずつとり、9 ヶ所の合計粒子数で粒径別粒子数割合を算出すると第Ⅱ-2 表のようになった。この場合、くん煙の単一粒子が球形でない場合は長径を測定した。

この結果、4 μ 以下の粒子数割合は、K-I 型区では 91.1%、サーチくん煙区では 76.5%、また 10 μ 以上の大型粒子はサーチくん煙区では 3.5%、K-I 型区では 0.2% と発生くん煙の粒子は試作機の方が細かった。

第Ⅱ-1 表 ハウス内でのくん煙粒子の拡散状況
(Table Ⅱ-1 Diffusion of fume particles in a vinylhouse)

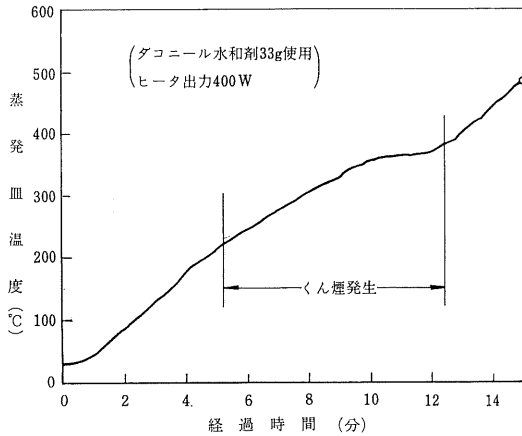
試験区	くん煙採集位置	くん煙濃度 (mg/m ³)	平均 (mg/m ³)	標準偏差 (mg/m ³)	変動係数 (%)
試作くん煙機区 K-I'型	1	19.4	22.1	1.71	7.7
	2	23.0			
	3	23.4			
	4	23.0			
	5	24.6			
	6	21.8			
	7	22.3			
	8	19.6			
	9	21.8			
試作くん煙機区 K-I型	1	12.0	12.1	1.22	10.1
	2	14.9			
	3	12.6			
	4	12.7			
	5	11.6			
	6	11.4			
	7	11.2			
	8	10.8			
	9	11.6			
サーチくん煙区	1	16.6	19.1	3.99	20.9
	2	22.8			
	3	23.1			
	4	16.5			
	5	22.9			
	6	19.6			
	7	20.0			
	8	10.8			
	9	19.1			

ウ 蒸発皿温度とくん煙発生状態

K-I 型、サーチくん煙器とも、ダコニール水和剤を使用した場合 250℃ 位でくん煙発生が始まり、340～350℃ の液状化した時最も盛んに発生した。そしてくん煙発生

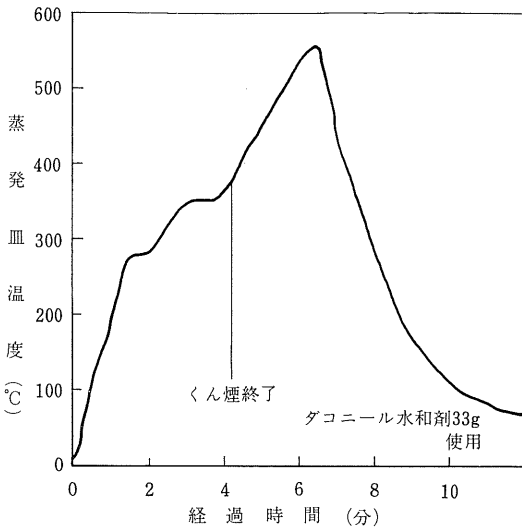
第Ⅱ-2表 くん煙の粒径分布
(Table II-2. Particle size distribution of fumes)

試験区	粒径割合 (%)					
	2 μ以下	2~4 μ以下	4~7 μ以下	7~10 μ以下	10~15 μ以下	15~20 μ以下
K-I型	64.0	27.1	6.9	1.8	0.2	0
サーチくん煙器	45.5	31.0	12.9	7.1	2.0	1.5



第Ⅱ-9図 蒸発皿内の温度 (K-I型)

(Fig. II-9. Temperature change in a pesticides tray of Model K-I)



第Ⅱ-10図 蒸発皿内温度 (サーチくん煙器)

(Fig. II-10. Temperature change in a pesticides tray of Sachi Fumigator)

が終ると蒸発皿温度は急上昇した。蒸発皿温度変化を第Ⅱ-9図、第Ⅱ-10図に示す。ダコニール水和剤の融点は250~251°C、沸点は350°Cであるのでこのような温度変化を示すと考えられる。

3) キュウリ病害に対する防除試験

(1) 目的

本試験は、試作したくん煙機 K-I 型によるキュウリ病害に対する防除効果を確認、今後の改良開発の資料を得ることを目的として昭和47年度に埼玉県園芸試験場に委託して行なったもので、同園試より受けた報告書によりその概要を述べると次のごとくである。(以下埼玉県園試に委託した試験成績は、それぞれの報告書にもとづいて記述)

(2) 試験方法

ア 供試ハウス 埼玉県園芸試験場内ハウス (床面積 41.3m²) 4棟を使用した。

イ 供試品種 大利根1号 (ハウス抑制栽培)

ウ 試験区

a 試作くん煙機 K-I 型区

b サーチくん煙器区

c 液剤散布区 (手動式、肩掛噴霧機使用)

d 無処理区

エ 試験日 1972年8月~10月

オ 耕種概要 播種; 8月11日, 定植; 8月29日
栽植密度; 60×50cm (2条植) 1区
当りキュウリ栽植本数52株
施肥量 (kg/10a); 堆肥 2000, 石灰 100, N, P₂O₅, K₂O 各15

カ 供試薬剤 薬量, 処理時期および回数

第Ⅱ-3表に示す

キ 機械の運転条件

ヒータ出力400W, 吐出風量5.76m³/minでヒータ, 送風機とも運転時間が30分間になるようタイマーを設定した。

ク 防除効果の判定方法

a ベと病およびうどんこ病防除効果

各区24株を選定し, 9月25日, 10月13, 30日に,

第Ⅱ-3表 供試薬剤の種類、量、処理時期
(Table. II-3. Name of used pesticides, dosage and application time)

処理方法	薬 剤 名	薬量 (10a 当たり)	時 期 お よ び 回 数
く ん 煙	ダコニール水和剤	180~220g	} 9月7, 18, 25日, 10月2, 9, 16日の6回 10月9, 16日の2回
	モレスタン H	180g	
	スクレックスくん煙錠	30~50錠	
液 剤 散 布	ダコニール水和剤	600倍, 100~200ℓ	} 9月7, 18, 25日, 10月2, 9, 16日の6回 10月9, 16日の2回
	モレスタン水和剤	2500倍, 100~200ℓ	
	スクレックス水和剤30	1000倍, 100~200ℓ	

第Ⅱ-4表 べと病、うどんこ病に対する防除効果
(Table II-4. Control effects against Downy mildew and Powdery mildew)

処 理 区	調 査 葉 数 (枚)			べ と 病						う ど ん こ 病					
				病 葉 率 (%)			発 病 度 (%)			病 葉 率 (%)			発 病 度 (%)		
	9月 25日	10月 13日	10月 30日	9月 25日	10月 13日	10月 30日	9月 25日	10月 13日	10月 30日	9月 25日	10月 13日	10月 30日	9月 25日	10月 13日	10月 30日
くん煙機K-I型	851	1024	980	22.9	38.7	33.6	6.4	13.5	12.7	0.1	0.8	1.5	0	0.2	0.5
サーチくん煙器	866	869	884	24.2	42.9	45.2	8.4	19.0	19.9	0.2	1.2	1.5	0.1	0.4	0.5
水和剤散布	852	972	820	0.4	3.2	2.8	0.1	0.9	0.8	0.9	4.8	9.8	0.3	1.4	3.7
無 処 理	776	830	727	48.3	75.6	75.0	30.3	40.6	43.0	31.3	83.2	89.9	11.8	56.6	83.8

各区調査株全葉について病斑面積程度別 (0, 1~5, 6~20, 21~50, 51%以上) 病葉数を調査し、 $\frac{\sum f}{4N} \times 100$ により発病度をもとめた。ただし、N: 調査全葉数、f: (病斑面積別病葉数) × (病斑面積指数) を表わし、病斑面積指数は、病斑面積程度の少ない方から、1, 2, 3, 4 (51%以上) とした。

b 灰色かび病および菌核病防除効果

10月17日、21日に各区の中位葉を採取し、6×6 cm に切り取り葉の表面または裏面中央部にあらかじめ P S A 培地上で培養した菌糸片 (直径 5 mm, 円板ディスク) を置床し、温室ペトリ皿に収容して室温 (15~23°C) に保ち 3~4 日後に病斑長を測定した。

ケ 葉害の調査

毎回処理 1~3 日後に葉害発生の有無を随時観察により調査した。

(3) 試験結果

試験結果を第Ⅱ-4表、第Ⅱ-5表に示す。無処理区ではうどんこ病、べと病ともに激発したが、試作くん煙機使用による防除効果は高く、特にうどんこ病はほぼ完全に発病を阻止した。

また、試作くん煙機使用区は、液剤散布区に比較するとべと病に対する効果は劣り、うどんこ病には

やや優る傾向が認められた。しかしサーチくん煙器区と比べると両病害に対する防除効果は、ほぼ同等ないしやや優る傾向がみられ有望と思われるが、さらに大規模試験においてくん煙の均一な拡散による防除が可能か否か検討する必要があると思われる。

また、スクレックスくん煙錠、およびスクレックス水和剤30の処理後1日および5日後にキュウリの生葉を切り取り、灰色かび病菌および菌核病菌菌糸片を葉面上に接種して、病斑形式状況を調査した結果、試作くん煙機使用区は、サーチくん煙器区と同様に、葉の表面は完全に病斑形式を阻止したが、裏面では少し病斑形式が見られ、効果は認められるが表面と比較してやや劣り、くん煙の付着量は葉の表面に比べて裏面が少ない傾向を示している。

葉害の発生は、前記供試薬剤のいずれの処理でも認められなかった。

4) 考 察

試作したくん煙機 K-I 型によるハウス病害に対する防除試験を行なったところ、良好な結果が得られた。これは、使用薬剤が熱分解することなく、またハウス内でくん煙が均一に拡散したためと考えられる。しかし、今回の試験を通じ、また今後、実用規模の大型ハウスで試験する場合を考えると、次の

第Ⅱ-5表 灰色カビ病, 菌核病に対する防除効果
(Table II-5. Control effects against Gray mold and Sclerotinia rot)

処 理 区	調 査 数	灰色かび病 菌生育数 (平均病斑長 mm)	菌核病菌 生育数 (平均病斑長 mm)	調 査 数	灰色かび病菌生育数 (平均病斑長 mm)		菌核病菌生育数 (平均病斑長 mm)	
					表面接種	裏面接種	表面接種	裏面接種
くん煙機K-I型	12	2 (1)	0 (0)	4	0 (0)	4 (12)	0 (0)	4 (12)
サーチくん煙器	12	3 (2)	0 (0)	4	0 (0)	4 (17)	0 (0)	4 (7)
水和剤散布	5	5 (7)	2 (1)	4	3 (3)	4 (15)	1 (1)	0 (0)
無 処 理	5	5 (36)	5 (31)	4	4 (41)	4 (44)	4 (52)	4 (49)
備 考	10月16日	処 理		10月16日	処 理			
	10月17日	採取および菌接種		10月21日	採取および菌接種			
	10月20日	調 査		10月25日	調 査			

ような問題点が生ずるであろうことが予想された。

- (1) ハウスの大きさにより風量を変えることがありうると考えられるが、K-I型では蒸発皿周辺を風が流れるのでその都度熱損失量に変化しヒータ出力の設定がむずかしい。
- (2) 発生したくん煙が吐出風とともに真上に吹き上げられるので、ハウス規模が大きくなると拡散が悪くなると考えられる。

なお、くん煙の拡散状況を調査するのに前記のような方法を試みたが、現地の実用規模ハウスでは、くん煙採集装置の設置、濾紙重変化の精密測定が困難であると考えられた。そこで、今後はハウス内各点に設置したスライドガラス上に付着した粒子数の比較を行ない、くん煙の拡散状況を表示することにした。

3. K-II型の試作研究

1) 構 造

K-I型を使用してキュウリ病害に対する防除試験では良い結果が得られたが、前述したような項目が懸念されたので、くん煙の拡散方法を次のように改造し、K-II型とした。すなわち、くん煙機をハウス中央部の畦間に設置し、くん煙の吹出し方向をハウスの畦間に沿う2方向にすることを考えた。

- 改造点 (1) K-I型の蒸発皿をくん煙機上部に設置した。
- (2) 蒸発皿両側に、それぞれ反対方向に風を吐出するよう2つの吹出しエルボを設置し、発生したくん煙をこの吹出しエルボからの吐出風に吸引させるようにした。

上記のように改造されたくん煙機の概略図を第Ⅱ-11図、第Ⅱ-12図に示す。

2) くん煙の発生に関する試験

(1) 目 的

実用規模ハウスにおいて使用する場合の指針とするため、試作したくん煙機K-IIにおいて、ヒータ出力とくん煙発生状態、蒸発皿温度、くん煙発生時間および発生くん煙のエルボからの吐出風への吸引状態等について調査した。

(2) 試験方法

使用薬剤として、ダコニール水和剤およびD. D. V. P乳剤を使用し、ヒータ出力を3段階に変えて蒸発皿温度、くん煙発生時間を測定した。

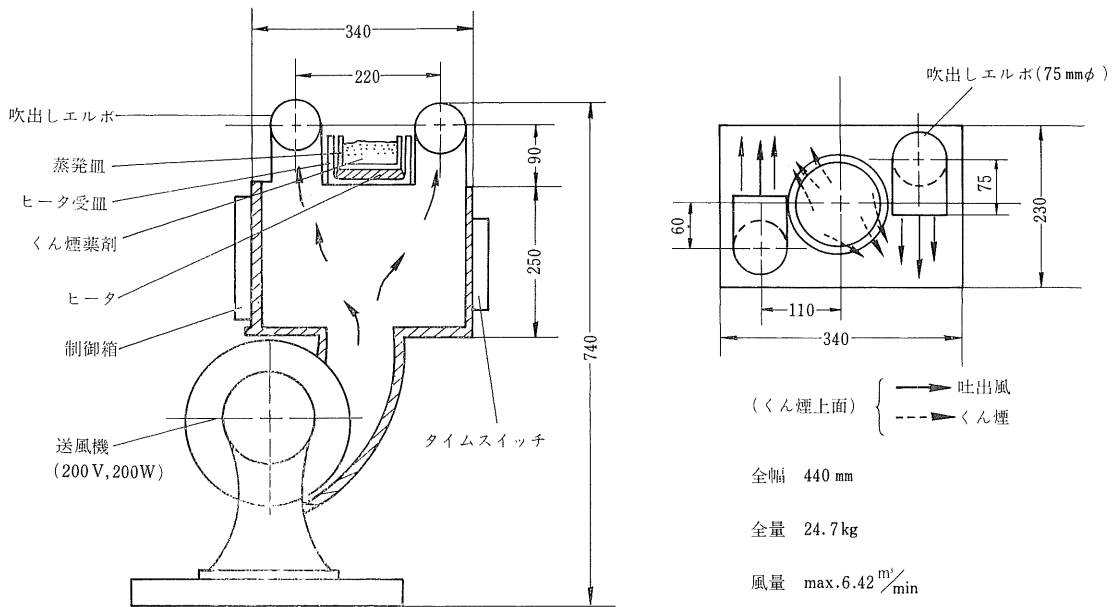
さらに蒸発皿周辺8ヵ所に線香を設置して蒸発皿周辺での空気の移動状態を調べた。この時の風速はアナネマスターで測定した。

なお、蒸発皿温度は薬量が多くなったので、底面と底面から5mm高さの2ヵ所でI-C熱電対で測定した。

(3) 試験結果

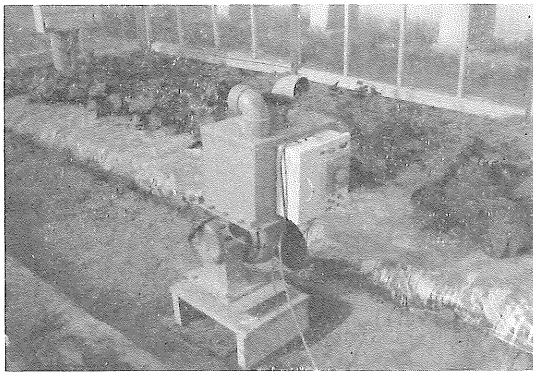
ア ダコニール水和剤200gを使用し、ヒータ出力を537W, 445W, 323Wの3段階で行なったところ、蒸発皿温度の変化は第Ⅱ-13図～第Ⅱ-15図のような結果を得た。そしてヒータ出力の大きさに関係なく、加熱前、粉状であるダコニール水和剤は加熱後、液状化しやがてくん煙発生を始め、くん煙発生がピークを過ぎるところから固化し始めた。また蒸発皿温度は、薬剤が液状になりくん煙発生が盛んに行なわれている間は、ヒータ出力に関係なく300～350℃の範囲であった。この温度範囲では、薬剤の熱分解は少なく安定した状態である。

イ ヒータ出力が小さくなるに従って、当然のことながら処理時間が長くなり蒸発皿周辺に未蒸発の薬剤の付着が多くなった。よって、この機械では400W



第 II-11 図 試作くん煙機 K-II 型

(Fig. II-11. Fumigating machine Model K-II)



第 II-12 図 試作くん煙機 K-II 型

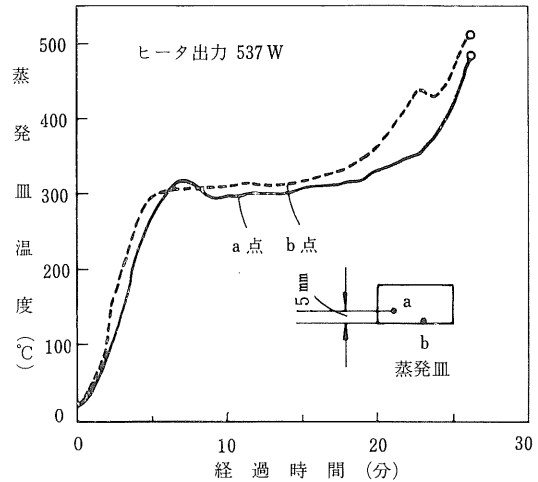
(Fig. II-12. Fumigating machine Model K-II)

以上のヒータ出力が必要であると判断された。

ウ ヒータ出力を 500W 前後で処理した場合、くん煙発生が終るまで約20分であった。

エ D. D. V. P 乳剤と水を同量 (各々200cc) 混合したものをヒータ出力 547W で処理したところ、蒸発皿温度が約15分間 100°C 程度を維持した後、凝固し始めた。凝固が始まると蒸発皿温度は急上昇し、くん煙発生は、凝固が始まる前 1 分程度から温度が急上昇し始めた後30秒程度の間最も盛んであった。(第 II-16 図)

オ 発生くん煙のエルボからの吐出風への吸引状態を



第 II-13 図 蒸発皿温度の変化

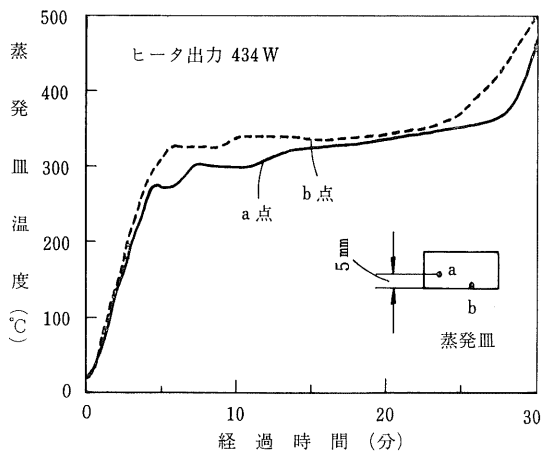
(Fig. II-13. Temperature change in a pesticides tray)

観察したところ、第 II-11 図に示すような状態で 2 方向に良好に吸引された。蒸発皿周辺での風向は、線香の煙のたなびく方向ではっきり確かめられた。その時の風向と風速を第 II-17 図に示す。

3) 実用規模ハウスでのくん煙粒子拡散試験

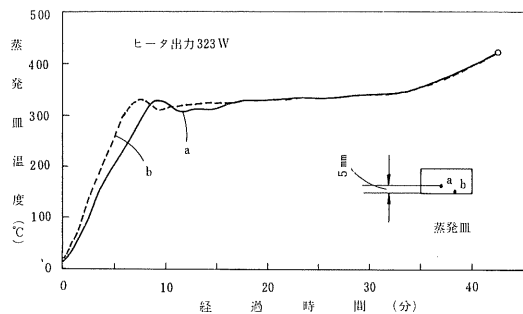
(1) 目的

試作くん煙機 K-II 型におけるくん煙発生については、良好な結果が得られたが、作物が繁茂している農家の実



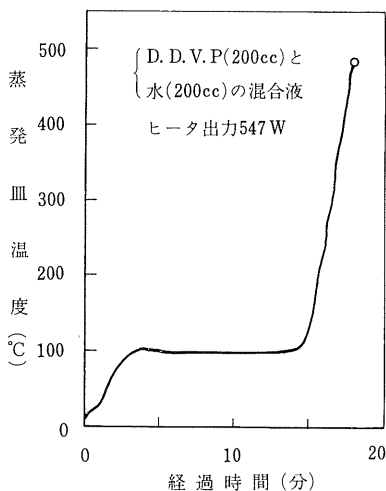
第 II-14 図 蒸発皿温度の変化

(Fig. II-14. Temperature change in a pesticides tray)



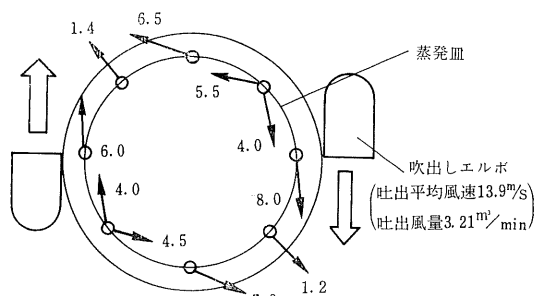
第 II-15 図 蒸発皿温度の変化

(Fig. II-15. Temperature change in a pesticides tray)



第 II-16 図 蒸発皿温度の変化

(Fig. II-16. Temperature change in a pesticides tray)



第 II-17 図 蒸発皿周辺における風向と風速 (m/s)

(Fig. II-17. Wind direction and velocity around pesticides tray)



第 II-18 図 供試ハウス

(Fig. II-18. Used vinylhouse)

用規模ハウスでくん煙の拡散を均一にするために2つの条件について調査する必要が生じた。すなわち、吐出風量とくん煙の吐出高さである。そこで、問題点を解明するため、試験を埼玉県園芸試験場に委託した。

(2) 試験方法

ア 供試ハウス

第 II-18 図, 第 II-19 図に示す2棟丸屋根型ビニールハウスを使用した。供試ハウスの床面積は308

第 II-6 表 試験区の構成

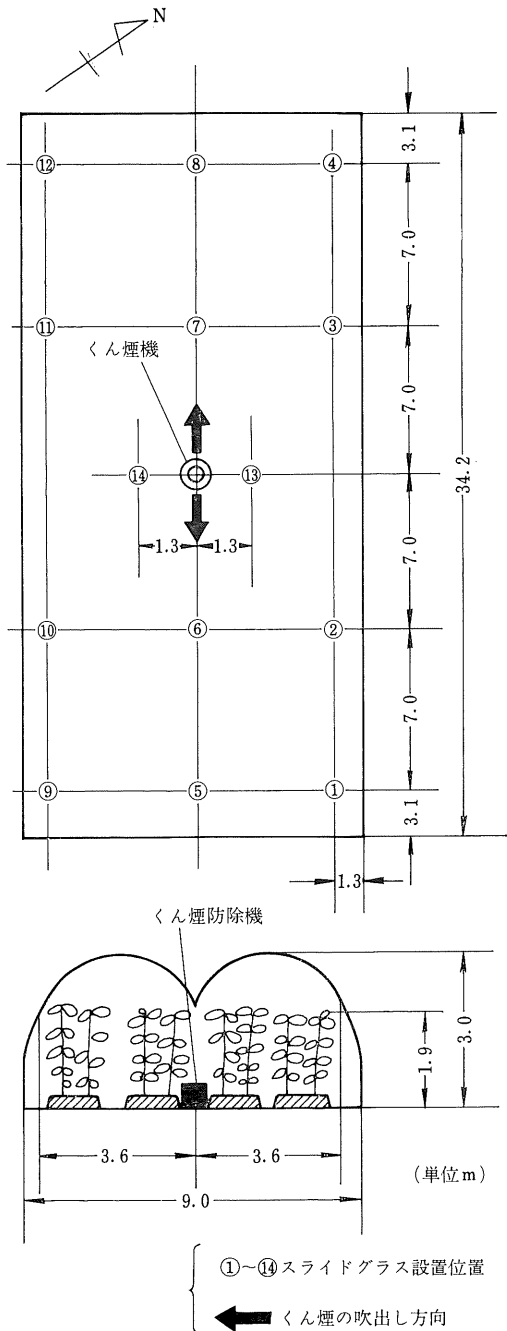
(Table II-6 Construction of experimental plots)

試験区	くん煙吐出高さ	吐出風量	備考
くん煙機 K-Ⅱ型区	地上 70cm	2.24 m ³ /min	○ 使用薬剤 薬量 ダコニール水和剤 0.15 g / m ³ (ハウス容積)
		4.24	
		6.42	
		9.47	
	140cm	4.24	○ 処理期間 6月28日 ~7月12日
ジャンボサーチ区	30cm	0	

m², 内容積は約 814m³である。

イ ハウス内作物および耕種概要

キュウリ, 夏埼落3号(半促成栽培)



第II-19図 供試ハウスの概要(2)

(Fig. II-19. Brief specification of used vinylhouse (2))

播種; 12月25日, 定植; 1月26日, 栽植密度; 60×50cm(2条植), 施肥量(kg/10a); 稲わら1500, 苦土石灰100, N-38, P₂O₅-30, K₂O-38。

ウ 試験区

第II-6表に示す構成とした。

エ 使用薬剤

ダコニール水和剤120gを使用した。これはハウス容積1m³当り0.15gに相当する。

オ 機械の運転条件

ヒータ出力を530Wに固定し, 送風機・ヒータとも運転時間を30分間になるようタイマーを設定した。

カ くん煙粒子径およびくん煙粒子拡散状況の調査
ハウス内12~14ヵ所(第II-19図)の高さ1mの位置にスライドガラスの入ったシャーレを設置し, 試験開始直前に蓋をとり, 翌朝回収し, 直ちにスライドガラス上に付着したくん煙粒子を1スライドガラス当り, 1視野(118μ×78μ)ずつ, 600倍の倍率で顕微鏡写真をとった。そして, くん煙粒子拡散状況については, 各調査位置での粒子数の比較を行なって判断し, くん煙粒子径については, 粒子の長径を測定することにより粒径別粒子数割合を算出して比較を行なった。

キ 試験日

1973年6月~7月

(3) 試験結果

ア くん煙粒子の拡散状況

ハウス中央にK-II型を設置してくん煙を発生させたところ, 風量が4.24m³/min以上の区では, くん煙が畦間に沿って2方向にハウス両端まで進み, その後ハウス周辺に沿って拡散した。そして, ハウス中央部にくん煙が拡散するのは最も遅かった。しかし, 風量が最も少ない区では, 発生くん煙を2方向に送り出す風力が少ないために, まずハウス中央部でのくん煙濃度が高くなり, 順次周辺に拡散していった。第II-20図に風量が6.42m³/minの時のくん煙の拡散状況を示す。

このように拡散したくん煙粒子をスライドガラスに受けてその付着粒子数を調査した結果, 第II-7表のようになった。この結果, K-II型区では, 各処理ともこの程度の変動であればおおむね均一な拡散と考えられた。ただ, 風量が最も少なくした区は, 他区に比較して粒子数が少なかった。

くん煙の吐出高さ別によるくん煙の拡散状況を見ると, 本試験の範囲内では, 地上140cm高さの方が地上70cm高さに比べて粒子数も多く, 変動も少なかった。

一方, ジャンボサーチ使用区では, 粒子数がK-II型区の風量が4.24m³/min以上の時に比べて粒子数が少な



(a) K-II型を設置した畦間



(b) ハウス右棟の中央畦間
(ハウス両端より順次中央へ拡散してゆく)



(c) ハウス側部の張出し部

第II-20図 くん煙の拡散状態
(Fig. II-20. Diffusion of fumes)

かった。

このように、吐出風量が少ない場合や零の場合（ジャンボサーチ）には、粒子数が少なくなる傾向にあった。これは、後述するようにくん煙の粒径が大きくなるためである。なお、第II-21図にK-II型で風量を $6.42\text{m}^3/\text{min}$ にした場合と、第II-22図にジャンボサーチを使用した

第II-7表 各調査位置におけるくん煙粒子数
(Table II-7. Number of fume particles of each positions in a vynilhouse)

調査位置	試験区	試作くん煙機					ジャンボサーチ
		くん煙吹出し高さ(cm)		地上70cm			地上140cm
	風量(m^3/min)	2.24	4.24	6.42	9.47	4.24	0
①		23	49	31	32	46	25
②		30	59	45	34	53	31
③		27	44	48	52	61	22
④		26	51	34	53	57	22
⑤		19	40	46	42	44	18
⑥		31	51	43	45	47	35
⑦		43	51	52	63	59	34
⑧		25	45	50	49	58	29
⑨		16	34	39	43	49	31
⑩		21	32	36	36	49	38
⑪		25	50	43	62	51	37
⑫		20	41	52	52	49	24
⑬		27	—	—	—	51	32
⑭		33	—	—	—	47	37
④'		4	2	3	2	1	0
⑧'		5	3	1	3	2	0
⑫'		3	2	1	2	2	0
①~⑭の平均値		26.1	45.6	43.3	46.9	51.5	29.6
標準偏差		6.8	7.8	7.0	10.1	5.3	6.5
変動係数(%)		26.1	17.2	16.2	21.6	10.3	21.8

④', ⑧', ⑫'は各々④, ⑧, ⑫の位置でスライドガラス裏面に付着した粒子数を示す。一印のところは測定していない。

場合のくん煙粒子拡散状況を示す顕微鏡写真を示す。

イ くん煙粒子径

ハウス内12~14ヵ所で測定した総くん煙粒子数で粒径別粒子数割合を算出したところ第II-8表のようになった。K-II型では、風量が $4.24\text{m}^3/\text{min}$ 以上では、 2.5μ 以下の粒子が75%以上、 4μ 以下の粒子が95%以上を占めた。風量が最も少ない区では、他区に比べて少し粒径が大きくなるようであった。また、ジャンボサーチ区では、 4μ 以下の粒子は83%位で、 10μ 前後の大型粒子もみられ、100%になるのは 20μ 前後であった。

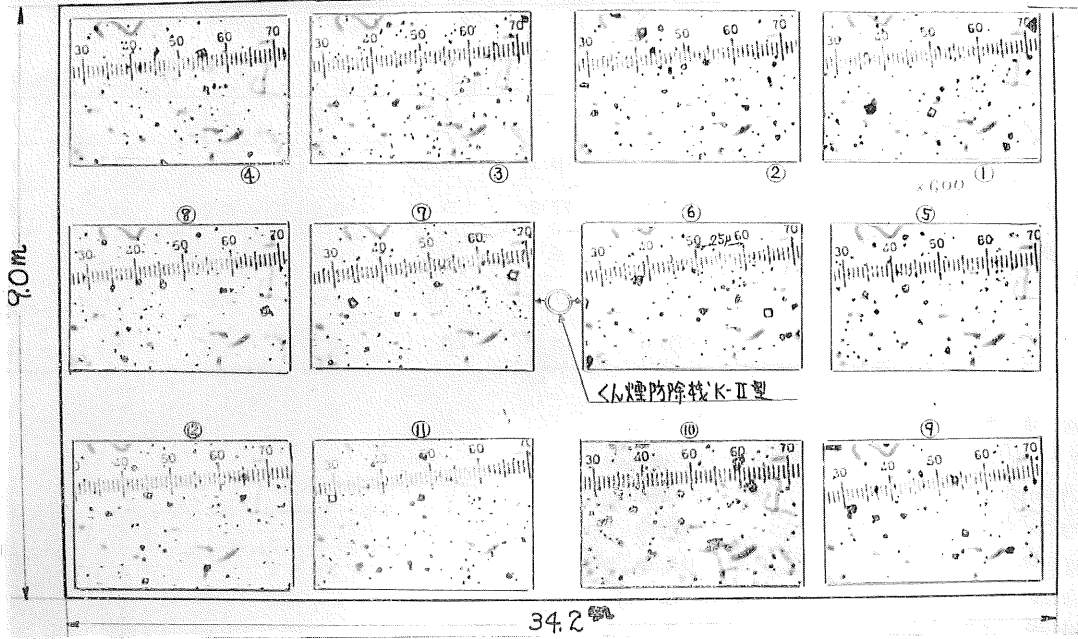
このような結果より、風量が少なくなるに従って粒径が大きくなるようであるが、これは、風量が少ないほど蒸発皿で発生したくん煙を吸引する力が弱くなり、粒子と粒子が付着するためではないかと考えられるが明らかでない。

試作くん煙防除機によるくん煙粒子の拡散

重量6.42%

70cc-1L水和剤120g

埼玉園試ハウス



第II-21図 くん煙の拡散状態 K-II型 (600倍顕微鏡写真)

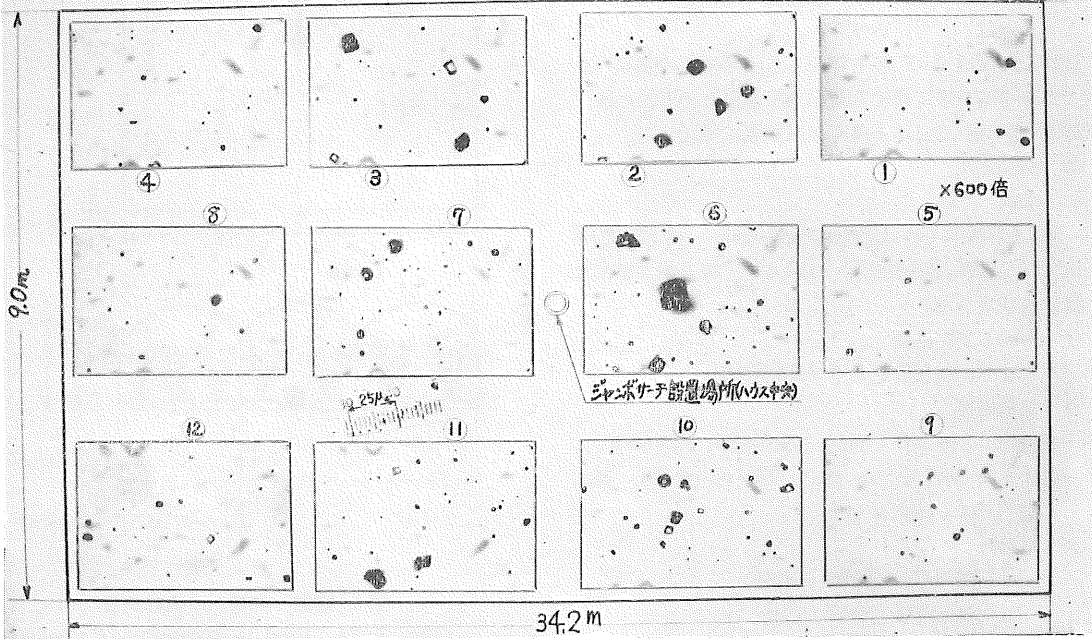
①~⑫調査位置の番号

(Fig. II-21. Diffusion of fume particles by use of Model K-II.—micrograph of 600 magnification)

ジャンボサーチによるくん煙粒子の拡散

70cc-1L水和剤120g

埼玉園試ハウス



第II-22図 くん煙の拡散状態 (ジャンボサーチ) —600倍顕微鏡写真

①~⑫調査位置の番号

(Fig. II-22. Diffusion of fume particles by use of Jambo Sachi Fumigator—micrograph of 600 magnification)

第Ⅱ-8表 各試験区における粒径分布

(Table II-8. Particle size distribution of each experimental plots)

試験区			粒径割合 (%)						
			2.5μ以下	2.5~4μ以下	4~6μ以下	6~8μ以下	8~10μ以下	10~20μ以下	20μ以上
くん煙機 (K-II型)	くん煙の吐出高さ 70cm	吐出風量 2.24m ³ /min	63.6	23.6	8.8	3.7	0.3	0	0
		4.24	75.6	19.2	3.7	1.3	0.2	0	0
		6.42	77.8	17.5	3.7	0.8	0.2	0	0
		9.47	88.7	6.7	2.7	0.6	1.1	0.2	0
	140cm	4.24	83.6	11.6	3.8	0.5	0.5	0	0
ジャンボサーチ			70.0	13.7	9.7	0.7	2.9	2.5	0.5

(4) 考察

K-II型でヒータ出力を530W程度、吐出風量を4.24 m³/min以上の条件でくん煙発生を行なうと300m²前後のハウスでは良好な拡散が期待できることが判明した。

さらに、くん煙の吐出高さもK-II型よりも高くした場合には、粒子数も増え、より均一な拡散状態が得られたが、現行の70cm高さでも十分目的が達成できることがわかったので改造する必要はないと判断した。

よって、この条件のもと、農家ハウスでキュウリ病害虫に対する防除効果試験を行なうことにした。

4) 実用規模ハウスでの防除試験(その1)

(1) 目的

試作くん煙機 K-II型を使用して実用規模の農家ハウスでキュウリ病害に対する防除効果を確かめるために、試験を昭和48年度に埼玉県園芸試験場に委託した。

(2) 試験方法

ア 供試ハウス

第Ⅱ-23図に示すような床面積396m²、内容積1038 m³の3連棟丸屋根型ビニールハウス(埼玉県加須市水深)を使用した。

イ 作物および品種

キュウリ、夏秋節成2号(抑制栽培)

ウ 耕種概要

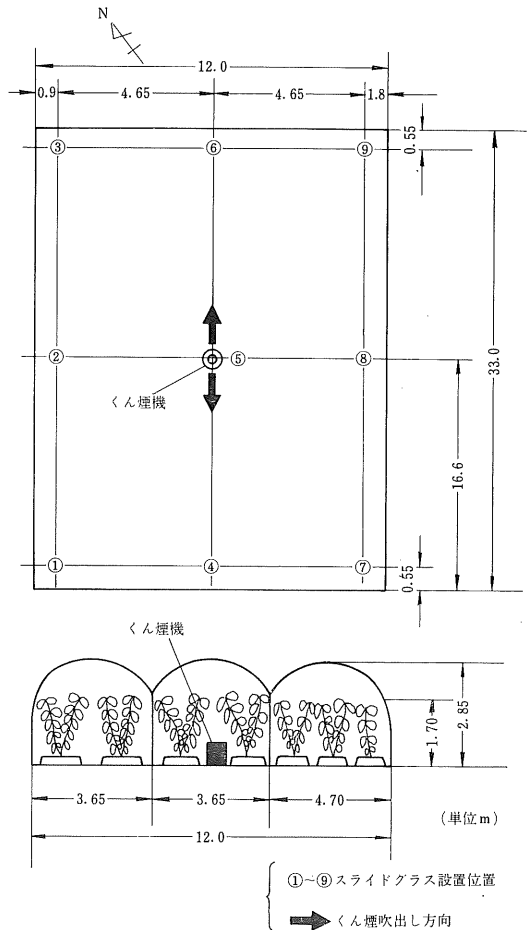
播種期; 8月3日(直播), 栽植密度; 60×60cm(2条植え), 施肥量(kg/10a); 石灰ちっ素120, 過りん酸石灰60, 硫化カリ30。

エ 試験区

- a 試作くん煙機K-II型区
- b 無処理区(11m², 20株)

オ 試験日

1973年9月~10月



第Ⅱ-23図 供試ハウスの概要

(Fig. II-23. Brief specification of used vinylhouse)

カ 供試薬剤および薬量

第Ⅱ-9表 供試薬剤の種類、量、処理時期

(Table. II-9, Name of used pesticides, dosage and application time)

使用薬剤	薬量 (10a当り)	使用時期および回数
ダコニール水和剤	200g	9月11, 18, 26日 10月4, 11日の5回
モレスタン H50	180g	9月26日 10月4, 11日の3回
D. D. V. P 乳剤	100ml	9月19日 10月4日の2回

キ くん煙機の運転条件

ヒータ出力530W, 吐出風量4.24m³/minでヒータ, 送風機とも運転時間を30分間になるようタイマーを設定した。

ク 調査項目および方法

a 病害虫防除効果の判定

試作くん煙機区は, 1ヵ所4株あて9ヵ所計36株, 無処理区は1ヵ所12株を選定して, うどんこ病およびべと病は9月14日, 10月2日, 16日に, それぞれ全展開葉について病斑面積程度別(0, 1~5, 6~20, 21~50, 51%以上)病葉数を調査し, 前述のとおり $\frac{\sum f}{4N} \times 100$ により発病度をもとめた。

ワタアブラムシは10月3日に1ヵ所あて約100頭を葉位別に接種し, 10月4日に着生数を調査した後にくん煙処理を行ない10月9日に生存数を調査した。

b 薬害の調査

処理1~3日後に随時, 薬害発生の有無を観察調査した。

c くん煙粒子拡散状況の調査, くん煙粒子径の測定

9月18日に1回, ハウス内9ヵ所(第Ⅱ-23図)の高さ1mにスライドガラスを設置し, 前回と同様に顕微鏡写真をとり計測した。

(3) 試験結果

ア 病害虫防除効果

7日間隔でダコニール水和剤, モレスタンH50をくん煙処理した結果, 第Ⅱ-10表に示すようにうどんこ病の発生を顕著に抑制し, べと病に対する防除効果も高かった。



第Ⅱ-24図 ハウス内に設置されたK-II型
(Fig. II-24. Model K-II in a vinylhouse)

第Ⅱ-10表 うどんこ病, べと病に対する防除効果

(Table II-10 Control effects against Powdery mildew and Downy mildew)

区別	調査位置	調査力所数	調査葉数			うどんこ病						べと病					
			9月14日	10月2日	10月16日	病葉率(%)			発病度(%)			病葉率(%)			発病度(%)		
						9月14日	10月2日	10月16日	9月14日	10月2日	10月16日	9月14日	10月2日	10月16日	9月14日	10月2日	10月16日
試作くん煙機区	A	3	428	487	433	0	2.1	7.2	0	0.6	2.2	0.5	2.4	7.6	0.1	0.7	2.2
	B	3	417	524	491	0	0.6	3.8	0	0.2	1.1	0.7	3.5	8.5	0.2	1.1	2.8
	C	3	420	540	509	0	4.3	8.0	0	1.4	4.2	4.8	7.4	15.2	1.4	2.4	4.6
	D	4	559	706	670	0	1.2	4.5	0	0.3	1.2	3.6	6.9	13.0	1.0	2.1	4.7
	E	4	575	686	621	0	3.9	9.1	0	1.3	4.2	3.1	5.5	12.1	1.0	1.8	3.7
無処理区			407	452	437	0	11.3	42.3	0	4.8	25.7	1.7	20.4	46.0	0.5	12.5	31.5

- 調査位置
- A: 棟の中央部がくん煙処理地点から西側3.6mの位置にある棟
 - B: 棟の中央部がくん煙処理地点から東側3.6mの位置にある棟
 - C: 3連棟の中央に位置する棟(くん煙処理した棟)
 - D: くん煙処理地点から3.6m以内の位置
 - E: くん煙処理地点から15mの位置

第Ⅱ-11表 ワタアブラムシに対する防除効果
(Table Ⅱ-11. Control effect against Cotton aphid)

調査位置 調査月日	調査位置 調査葉位	①			③			⑦			⑨			無 処 理		
		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
10 月 4 日		31	24	32	27	34	20	41	27	22	37	54	38	27	26	33
10 月 9 日		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	125	149

(数字は生存虫数を表わす)

第Ⅱ-12表 調査位置別粒径分布
Table Ⅱ-12. Particle size distribution of each positions in a vinylhouse

(9月18日:ダコニール水和剤)

調査位置	粒子数	粒 径 割 合 (%)							
		1 μ 以下	1~2 μ 以下	2~3 μ 以下	3~4 μ 以下	4~5 μ 以下	5~6 μ 以下	6~8 μ 以下	8~10 μ 以下
①	29	37.9	48.4	10.3	3.4	0	0	0	0
②	22	40.9	50.1	0	4.5	0	4.5	0	0
③	36	52.8	36.1	11.1	0	0	0	0	0
④	35	60.0	31.4	8.6	0	0	0	0	0
⑤	36	47.2	47.2	2.8	2.8	0	0	0	0
⑥	27	33.3	44.5	18.5	0	3.7	0	0	0
⑦	20	45.0	45.0	0	0	10.0	0	0	0
⑧	32	62.5	37.5	0	0	0	0	0	0
⑨	19	36.8	42.1	10.5	0	5.3	0	0	5.3
平 均	28.4	47.8	41.6	7.1	1.2	1.6	0.35	0	0.35

(粒子数の標準偏差6.8粒, 変動係数24.1%)

アブラムシ類の発生が少なかったため、ワタアブラムシを接種してD. D. V. P 剤のくん煙処理効果を試験した結果、第Ⅱ-11表に示すように処理5日後には生存虫が認められず高い防除効果が認められた。

イ 葉 害

処理期間中、認められなかった。

ウ くん煙粒子の拡散状況, くん煙粒子径

供試ハウス内の畦間が狭く、第Ⅱ-24図に示すようにくん煙機K-II型がキュウリの葉で覆われるような状態であったので、均一なくん煙の拡散が得られないのではないかと懸念されたが、おおむね良好な結果が得られた(第Ⅱ-12表)。また、くん煙粒子径も、1 μ 以下の微細粒子が約48%を占め、2 μ までの累積粒子数割合は約89%、3 μ までは96.5%であった。なお第Ⅱ-25図に、ハウス内でのくん煙粒子の拡散状況を示す顕微鏡写真を示す。

5) 実用規模ハウスでの防除効果試験(その2)

(1) 目的

試作くん煙機K-II型を使用して、400m²程度のハウスでキュウリ病害に対する防除効果試験を実施したところ、

良好な効果が得られたので、昭和49年度に1000m²程度のハウスにおける試作機の性能を確かめるため、埼玉県園芸試験場に委託して農家ハウスで実施した。

(2) 試験方法

ア 供試ハウス

第Ⅱ-26図、第Ⅱ-27図に示すような7連棟丸屋根型ビニールハウスで床面積1110m²、内容積2770m³である。

イ 作物および品種

キュウリ、ひかり3号P型(促成栽培)

ウ 耕種概要

播種期; 12月15日, 定植期; 1月12日, 栽植密度; 60×60cm(2条植), 施肥量; 現地慣行による。

エ 試験区

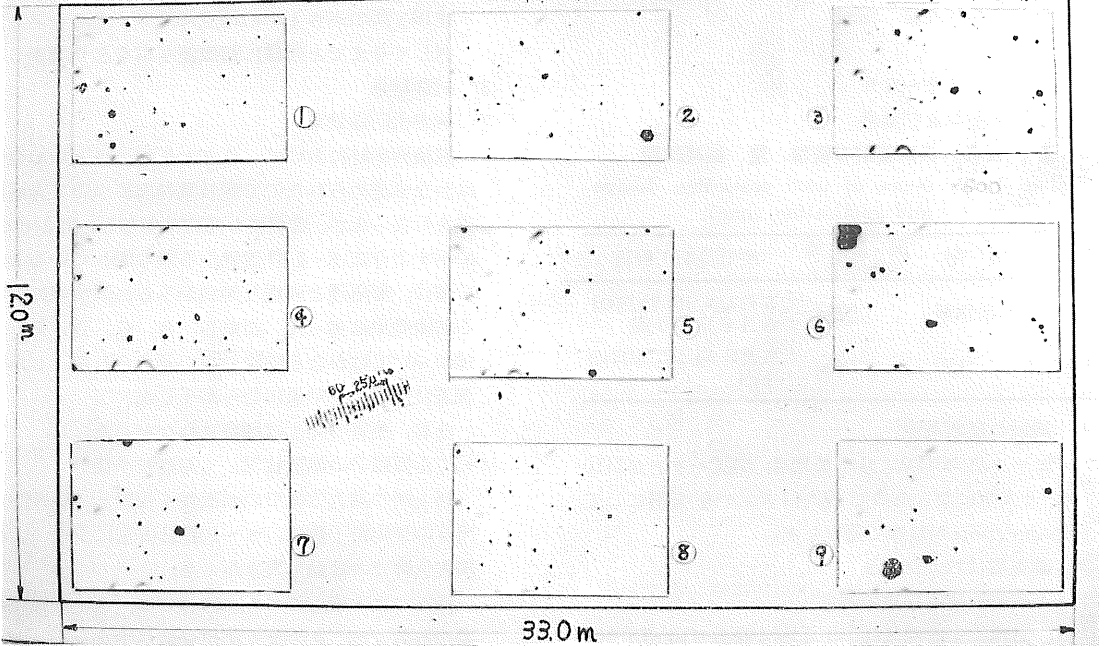
a 試作くん煙機K-II型区

前回までの蒸発皿の高さが50mmであったのを65mm高さに変更し、250g程度の薬剤が収容できるようにした。

b 無処理区

試作くん煙防除機によるくん煙粒子の拡散

風量424m³/分 平均风速9.18m/s 900=水と油80g
 加減布心は機家のハス



①～⑨：調査位置の番号

第Ⅱ-25図 くん煙の拡散状態 (600倍顕微鏡写真)

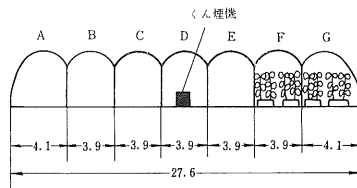
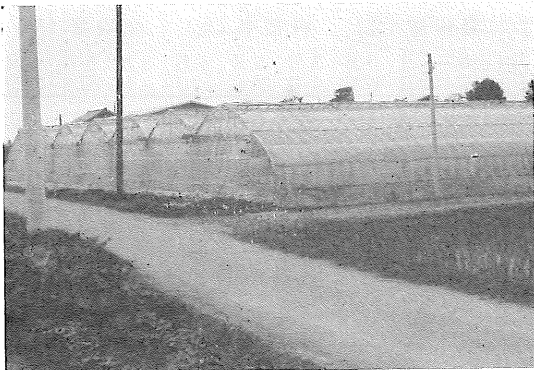
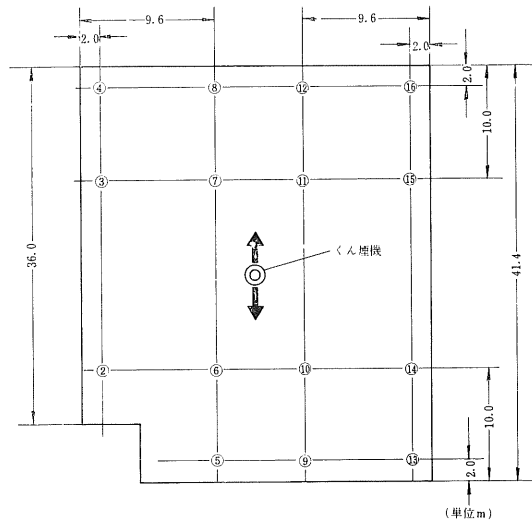
(Fig. II-25. Diffusion of fume particles
 —micrograph of 600 magnification)

第Ⅱ-27図 供試ハウスの概要

(Fig. II-27. Brief specification of used vinylhouse)

第Ⅱ-26図 供試ハウス

(Fig. II-26. Used vinylhouse)



①～⑯ スライドガラス設置位置
 → くん煙の吹出し方向

供試ハウス内の1部をカーテンで区切って設定した。

無処理区面積 16m²

オ 試験日

1973年5月～6月

カ 使用薬剤および薬量

第Ⅱ-13表 供試薬剤の種類、量、処理時期

(Table. II-13. Name of used pesticides, dosage and application time)

使用薬剤	薬量 (10a当り)	使用時期・回数
ダコニール水和剤	200g	5月1, 9, 16, 24, 30日 6月6日の6回
モレスタン H50	180g	5月8, 15, 22, 29日の 4回

キ 機械の運転条件

ヒータ出力515W。吐出風量は、供試ハウスが1110 m²と大型になったので吸入口ダンパを全開にして6.42m³/minの状態 で運転した。

ク 調査項目および方法

a 病害虫防除効果の判定

試作くん煙機区は、1ヵ所4株あて16ヵ所計64株、無処理区は1ヵ所8株の全側枝葉について5月4日、22日、6月12日の3回、べと病およびうどんこ病の病斑面積程度別(0, 1～5, 6～20, 21～50, 51%以上)病葉数を調査し、前述のとおり $\frac{\sum f}{4N} \times 100$ により発病度をもとめた。

なお、薬害発生の有無は随時観察により調査した。

b くん煙粒子の拡散状況の調査、くん煙粒子径

測定

5月1日、16日、6月6日に、第Ⅱ-27図に示す16ヵ所の高さ1mの地点にスライドガラスを設置して今までと同様に顕微鏡写真をとり調査した。

(3) 試験結果

ア 病害虫防除効果

試験開始時において、うどんこ病、べと病の発生はかなり認められたので側枝葉のみについて発病調査を行なったが、処理後も発病は増加し、第Ⅱ-14表に示すようにK-II型設置から最も離れているA、G棟は、無処理と同様な発病がみられ両病害に対する防除効果は劣った。ただし、B、C、D、E、F棟についてはかなり防除効果が認められた。しかし、調査位置により効果にむらが生じた。

なお、薬害の発生は観察されなかった。

イ くん煙粒子の拡散状況、くん煙粒子径

16ヵ所の調査位置での顕微鏡1視野(118μ×78μ)当りの平均粒子数は、8～10粒と非常に少なく、各調査位置での変動も大きかった。

特にハウス周辺の、A、B棟では、4～5粒位の場合もあった。このように粒子数が少なくなったのは、第Ⅱ-15表に示すように、前回までの試験に比べ、発生くん煙粒子中での2.0μ以下の粒子数割合が約65%と少なくなり、逆にこれ以上の粒子数割合が高くなったためと考えられる。この粒子径と粒子数の関係は後で詳しく述べるが、2.0μ以下の粒子の代表として1.5μの粒子を、2.0μ以上の粒子の代表として4μの粒子を考えた場合、粒子を球形とすると後者の1粒は前者の約10粒に相当することからも

第Ⅱ-14表 うどんこ病、べと病に対する防除効果

(Table II-14. Control effects against Powdery mildew and Downy mildew)

試験区	調査棟	調査場所数	調査葉数			うどんこ病						べと病					
						病葉率(%)			発病度(%)			病葉率(%)			発病度(%)		
			5月4日	5月22日	6月12日	5月4日	5月22日	6月12日	5月4日	5月22日	6月12日	5月4日	5月22日	6月12日	5月4日	5月22日	6月12日
くん煙防除機	A	4	442	491	391	23.6	45.4	78.4	10.5	27.7	42.3	9.8	16.7	49.5	4.2	8.5	18.5
	C	4	403	452	443	25.3	33.2	52.6	12.4	15.3	23.9	13.4	13.9	28.1	5.5	6.5	10.4
	E	4	445	503	499	26.1	33.2	54.0	14.4	15.4	21.8	15.7	15.8	34.6	6.3	7.1	12.6
	G	4	385	410	383	28.6	52.7	81.5	13.3	30.6	42.9	18.3	33.1	57.9	7.2	16.2	23.1
	D ₁	4	378	434	449	27.0	32.8	46.7	14.3	15.8	21.0	15.8	15.8	32.3	6.6	7.2	11.8
	D ₂	4	402	442	371	28.7	49.1	82.6	12.6	27.8	42.4	16.0	26.7	53.8	6.3	12.7	21.9
無処理			201	222	209	26.9	67.1	81.8	14.2	29.2	47.7	16.4	41.0	67.9	7.1	18.9	27.4

D₁: D棟でくん煙処理点から10m以内の位置

D₂: D棟でくん煙処理点から約19mの位置

第Ⅱ-15表 調査位置別の粒径分布

Table Ⅱ-15. Particle size distribution of each positions in a vinylhouse)

(5月1日:ダコニール水和剤200g)

調査位置	粒子数	粒 径 割 合 (%)									
		1μ以下	1~2μ以下	2~3μ以下	3~4μ以下	4~5μ以下	5~6μ以下	6~8μ以下	8~10μ以下	10~15μ以下	15~20μ以下
①	10	30.0	70.0	0	0	0	0	0	0	0	0
②	16	18.8	43.6	12.5	6.3	18.8	0	0	0	0	0
③	11	63.6	36.4	0	0	0	0	0	0	0	0
④	15	40.0	53.3	0	0	0	6.7	0	0	0	0
⑤	11	18.2	36.3	27.3	9.1	0	0	0	0	0	9.1
⑥	10	0	60.0	20.0	10.0	10.0	0	0	0	0	0
⑦	12	0	66.7	16.7	8.3	0	8.3	0	0	0	0
⑧	5	0	40.0	40.0	0	20.0	0	0	0	0	0
⑨	11	9.1	63.6	0	9.1	9.1	0	0	0	9.1	0
⑩	7	14.2	14.2	28.7	0	28.7	14.2	0	0	0	0
⑪	13	7.7	38.4	7.7	0	23.1	7.7	7.7	7.7	0	0
⑫	6	16.7	16.7	33.3	16.7	0	0	0	0	16.7	0
⑬	8	12.5	62.5	12.5	12.5	0	0	0	0	0	0
⑭	8	25.0	25.0	12.5	0	0	25.0	12.5	0	0	0
⑮	6	0	83.3	16.7	0	0	0	0	0	0	0
⑯	8	25.0	37.5	0	12.5	12.5	12.5	0	0	0	0
平均	9.9	18.9	45.9	14.5	5.0	7.5	4.4	1.3	0.6	1.3	0.6

(粒子数の標準偏差3.2粒, 変動係数32.7%)

理解できる。

前回の試験より、1視野当りの粒子数が約30粒以上存在すると高い防除効果が期待できると推測されるので、処理薬量が一定である以上、発生くん煙の粒径を細かくして全体の粒子数を増加させ葉面全体に均一にくん煙粒子を被覆させることが必要であろう。

第Ⅱ-28図には、くん煙粒子の拡散状況を示す顕微鏡写真の例を示す。

(4) 考 察

今回の試験では、前述したように2.0μ以上の粒子数割合が高く、10μ以上20μ近い粒子も見られ全体の粒子数が少なくなり防除効果も劣った。このように発生くん煙の粒子径が大きくなり、それに伴い粒子数が減少したことに対しては何か原因があるはずである。

前回の試験にくらべて今回は、次の2点の試験条件が変わったが、このことが影響しているのではないかと考え、引き続き同ハウスで調査を進めた。

ア 薬量が3倍量になったこと

イ 蒸発皿の高さを15mm高くしたこと(これによって蒸発皿側壁上部、すなわちヒータ受皿より上へ露

出した部分の温度が低くなり、この部分へのくん煙の付着が多くなった)

6) K-II型の蒸発皿部改造後のくん煙粒子拡散試験

(1) 目的

前述の考察で述べた2点を検討して、発生くん煙の粒径を細かくする方法を見出し、試作機1台で1000m²程度のハウスに均一にくん煙を拡散させることができるかどうかを確かめるため、前回の試験に引き続き同ハウスで試験をした。

(2) 試験方法

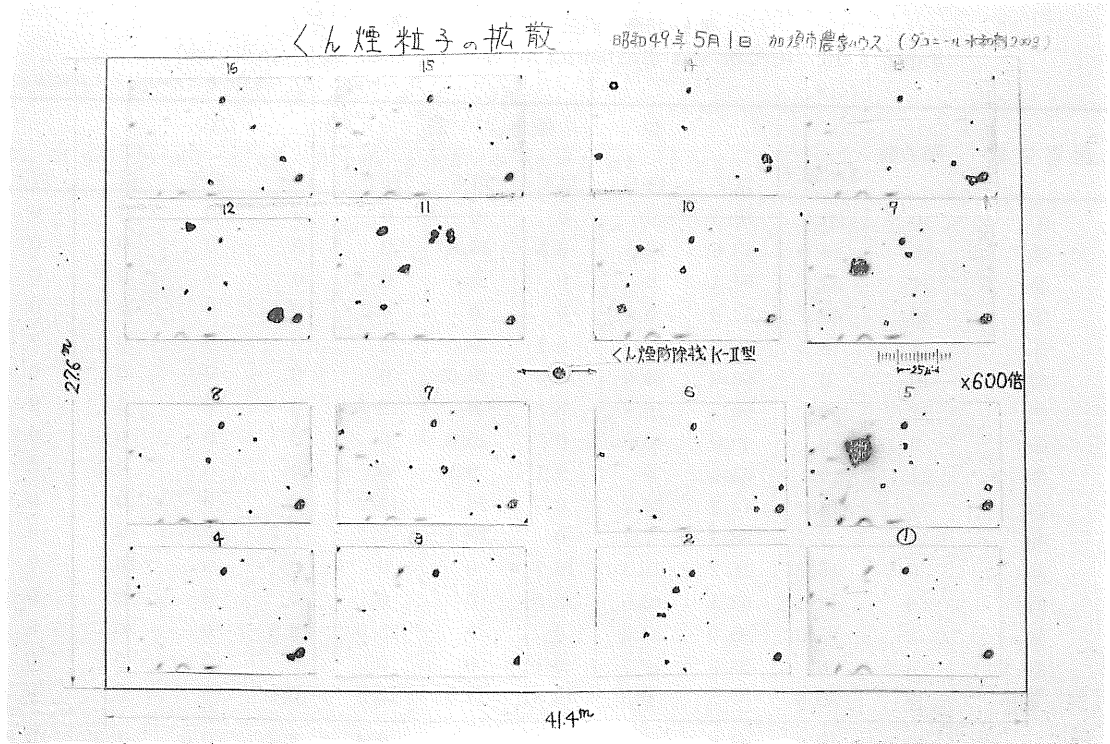
ア 供試ハウス、作物状態、くん煙粒子の採集位置、方法

実用規模ハウスでの防除試験(その2)と同内容である。

イ 試験区、使用薬剤、薬量

試験区としては、前回と同じ蒸発皿を使用して薬量を減じた場合と蒸発皿内部、特に側壁の保温を良好にした場合を考え、後者についてはヒータ出力を2段階に変えた。

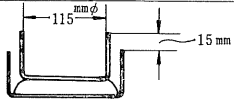
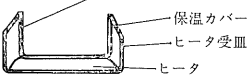
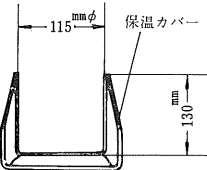
さらに、本試験の目的からは少し離れるが、モレスタンH50(180g)とダコニール水和剤(200g)の



第Ⅱ-28図 くん煙の拡散状態 (600倍顕微鏡写真)

(Fig. II-28. Diffusion of fume particles—micrograph of 600 magnification)

(①~⑯; 調査位置の番号)

試験区	薬剤名 薬量	蒸発皿の状態	ヒータ出力
I	タコニール水和剤 100g		520 W
II	タコニール水和剤 200g		520 W
III	タコニール水和剤 200g	同上	437 W
IV	タコニール水和剤 200g モレスタン H50 180g		530 W

第Ⅱ-16表 試験区の構成

(Table II-16. Construction of experimental plots)

混合したものを処理した場合についても今後の参考資料とするために設定した。

第Ⅱ-16表に試験区の 詳細を示す。

ウ 試験日

1973年 6月17日~20日

(3) 試験結果

ア 薬量を100gにした場合、第Ⅱ-17表に示すように、 5μ 以上粒子数割合が28.4%とかなり高く、粒子数も1視野平均約4粒と少なかった。すなわち処理薬量を減じても 5μ 以上大型粒子の数を少なくさせ、かつ全体の粒子数を増加させることはできなかった。

イ 薬量を従来どおり200gとして、ヒータ受皿より上に露出した蒸発皿側壁の保温を第Ⅱ-16

第Ⅱ-17表 各試験区における調査位置別の粒子数

(Table II-17. Number of fume particles of each positions in a vinylhouse on each experiments)

調査位置	調査日	6月17日	6月18日	6月19日	6月20日
	試験区	I	II	III	IV
①		5(1)	48	12	14(2)
②		5(1)	55	13	13
③		3(1)	38	13	14(2)
④		4(1)	54(1)	23(1)	18(3)
⑤		5(3)	68	13(3)	18(3)
⑥		10(2)	67	17(3)	15(2)
⑦		7(2)	38	25	17(4)
⑧		4(2)	66	3 ^d	18(3)
⑨		5(2)	59	14(1)	18(2)
⑩		3(1)	46(1)	11	9(2)
⑪		3(1)	39	21	13(5)
⑫		2(1)	56	31	19(3)
⑬		3	55	11(1)	11
⑭		3	57	10	11
⑮		2(1)	38	18	10(2)
⑯		3	58(2)	28	9(2)
平均		4.2	52.6	18.3	14.2
5 μ 以上の粒子数割合(%)		28.4	0.4	3.1	15.4
粒子数の標準偏差(粒)		2.0	10.4	7.7	3.5
粒子数の変動係数(%)		48.8	19.8	42.2	24.7

表-Ⅱのように良好にしてヒータ出力を520Wで実験した結果、第Ⅱ-17表に示すように5 μ 以上の粒子がほとんどなく粒子数も多くなり満足できる結果となった。この試験区における各調査位置別の粒径割合を第Ⅱ-18表に示す。また、くん煙粒子の拡散状況を示す顕微鏡写真を第Ⅱ-29図に示す。

同様に、ヒータ出力を437Wに低くした場合、5 μ 以上の粒子数割合が少し多くなり、全体の粒子数も520W時に比べて少なかった。

ウ ダコニール水和剤とモレスタンH50を混合して処理すると、粒子が大形化する傾向があった。混合する場合、蒸発皿の形状も含めて粒子が大形化する原因について究明してゆく必要がある。第Ⅱ-30図にダコニール水和剤とモレスタンH50を混合した場合のくん煙粒子の1例を示す。

7) 考察

試作くん煙機K-Ⅱ型を使用し、300m²程度の農家ハウスで防除試験を試みた結

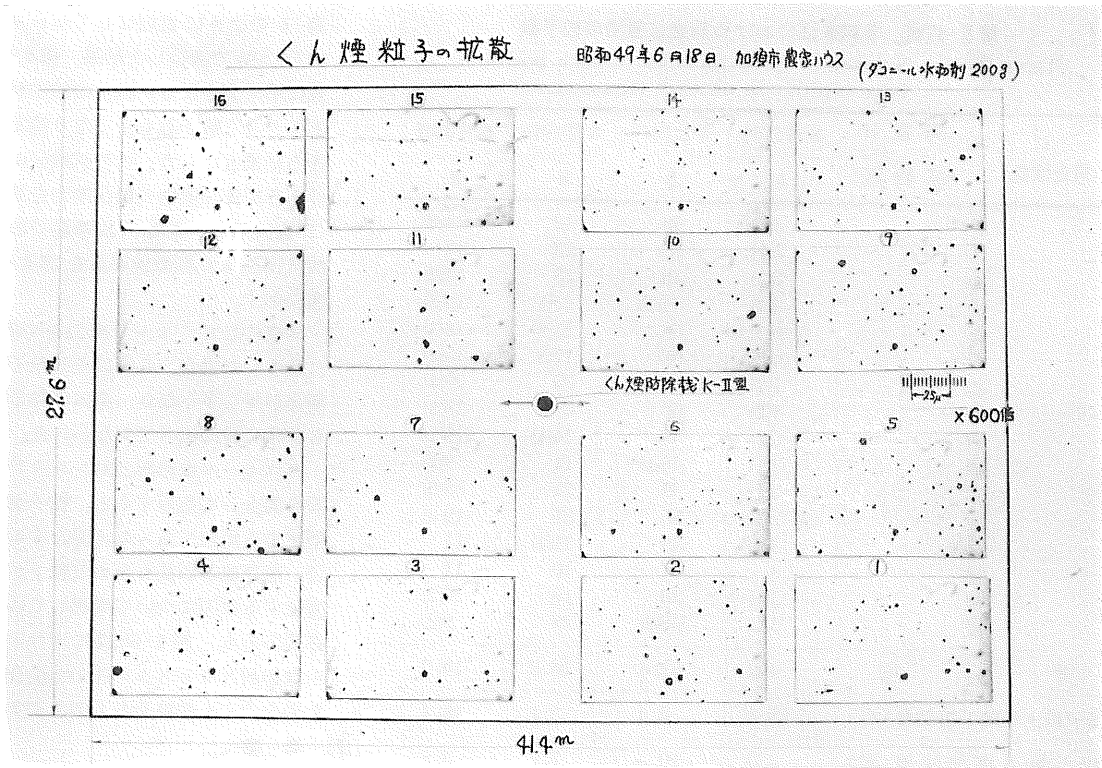
第Ⅱ-18表 調査位置別の粒径分布(試験区Ⅱ)

Table. II-18. Particle size distribution of each positions in a vinylhouse)

(6月18日:ダコニール水和剤200g)

調査位置	粒子数	粒 径 割 合 (%)								
		1 μ 以下	1~2 μ 以下	2~3 μ 以下	3~4 μ 以下	4~5 μ 以下	5~6 μ 以下	6~8 μ 以下	8~10 μ 以下	10~15 μ 以下
①	48	39.6	50.0	10.4	0	0	0	0	0	0
②	55	63.7	30.9	3.6	1.8	0	0	0	0	0
③	38	65.8	31.6	2.6	0	0	0	0	0	0
④	54	51.8	40.7	3.7	1.9	0	1.9	0	0	0
⑤	68	57.3	36.8	2.9	1.5	1.5	0	0	0	0
⑥	67	58.2	41.8	0	0	0	0	0	0	0
⑦	38	47.4	42.1	7.9	2.6	0	0	0	0	0
⑧	66	50.0	42.4	6.1	0	1.5	0	0	0	0
⑨	59	55.9	37.3	5.1	0	1.7	0	0	0	0
⑩	46	56.5	37.0	4.3	0	0	2.2	0	0	0
⑪	39	48.7	43.6	5.1	2.6	0	0	0	0	0
⑫	56	55.4	37.4	3.6	3.6	0	0	0	0	0
⑬	55	58.2	36.4	3.6	1.8	0	0	0	0	0
⑭	57	68.4	28.1	3.6	0	0	0	0	0	0
⑮	38	39.5	52.6	7.9	0	0	0	0	0	0
⑯	58	45.0	37.9	8.6	3.4	1.7	1.7	0	0	1.7
平均	52.6	54.2	38.8	4.8	1.2	0.48	0.36	0	0	0.16

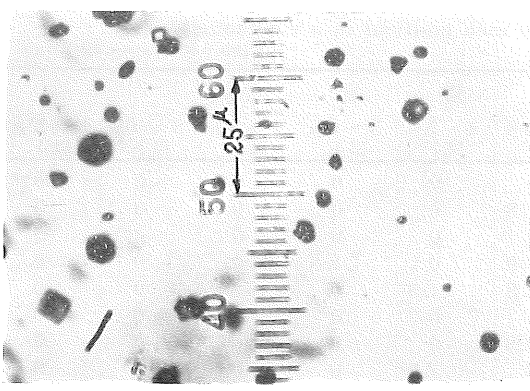
(粒子数の標準偏差10.4粒, 変動係数19.8%)



第 II-29 図 くん煙の拡散状態 (600倍顕微鏡写真)

(Fig. II-29. Diffusion of fume particles—micrograph of 600 magnification)

①～⑯; 調査位置の番号



第 II-30 図 くん煙粒子 (ダコニール水和剤とモレスタンH50の混合)

(Fig. II-30. Fume particles—mixing of Daconil wettable powder and Morestan H50)

果、ハウス内でのくん煙の拡散、キュウリ病害虫に対する防除効果等について満足すべき結果が得られた。

さらに、大型ハウスでの実用化試験を行なうために蒸発皿を1部改造して1000m²程度のハウスで試験したと

ころ、くん煙粒子径が全体的に大きくなるとともに粒子数も低下し、それにともない病害に対する防除効果も低くなった。

その後、蒸発皿部を第 II-16 表中の試験区 II のように改良したところ、ほとんどの粒子が 2 μ 以下となり、粒子数も 5 倍近くに増加した。すなわち、第 II-28 図に示すようなくん煙の拡散状態であったのを、第 II-29 図に示すような状態にすることができた。

この結果、試作くん煙機 1 台で 1000m² 程度のハウスでも、前述のような発生くん煙の粒子径分布であれば、両方向で 6m³/min 程度の吐出風量で均一にくん煙を拡散できることがわかった。

一方、農家での防除作業では単一薬剤を使用するのではなく、少なくとも 2～3 種類 (たとえば、ダコニール水和剤、モレスタン H50、D. D. V. P 乳剤) の薬剤を使用している。1000m² 程度のハウスで K-II 型を使用すると単一薬剤処理しかできないので上記薬剤を処理するには、2～3 日必要とされる。しかし、その都度、ハウスを密閉する必要があり、その労力が大変であるとの声があった。

そこで蒸発皿部を拡大し、1000m²程度のハウスで上記薬剤を同時処理できるよう計画し、このくん煙機をK-III型とした。

4. K-III型の試作研究

1) 構造

K-II型を改良し1000m²程度のハウスでくん煙の拡散試験を行なったところ、満足な結果が得られた。しかし、今後の問題点として前述したような事が考えられたので、下記のように改造しK-III型とした。第II-31図にK-III型の概要を示す。

改造点 (1) 蒸発皿を160mmφ、70mm高さにし蒸発皿側壁部に保温カバーを取り付ける。

(2) ヒータとして200V、1200Wのニクロム線を取り付ける。

2) くん煙の発生に関する試験

(1) K-III型を使用し、ヒータ出力1200W時においてくん煙の発生状態、蒸発皿温度、くん煙発生時間および発生くん煙のエルボから吐出風への吸引状態等を調査した。

(2) ダコニール水和剤225gを処理した場合、加熱後5分位で黒い液状になり6~7分の間くん煙発生が最も盛

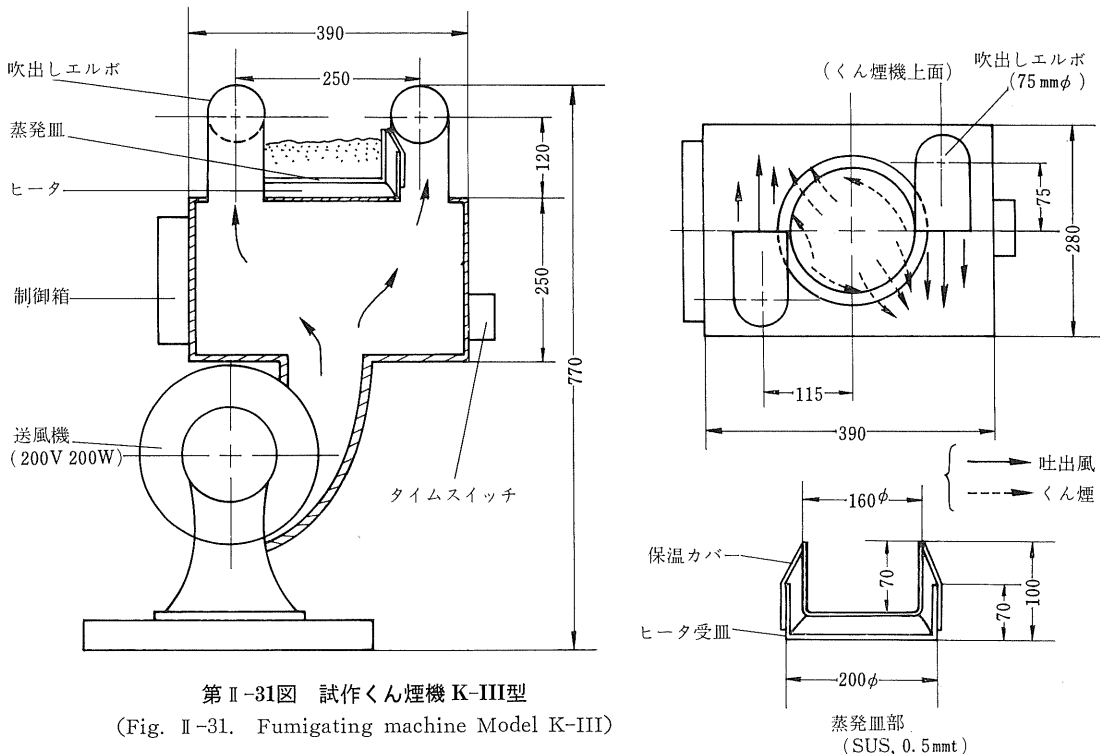
んで、10分後にはくん煙発生はなくなった。くん煙発生が最も盛んな時の蒸発皿温度は、今までと同様340~360°Cであった。(第II-32図)

(3) ダコニール225gとモレスタンH50 180gを混用処理した場合、加熱後6分位で完全に液状となり、8~12分の間くん煙発生が盛んで15分後には処理は完了した。くん煙は、蒸発皿温度が250°C位になってから発生し始め、340°C位で最も盛んであった。(第II-33図)

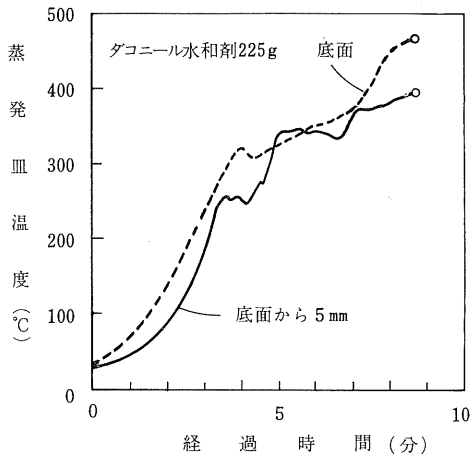
(4) ダコニール水和剤225g、モレスタンH50 180g、D. D. V. P乳剤100ccを混合処理した場合、加熱後3分位でD. D. V. P乳剤のくん煙が発生し始め、10分位で全部液状となる。そして10~13分位の間最もくん煙発生が盛んであった。蒸発皿内温度は、液状になった時は180~200°C位で、この時D. D. V. P乳剤が処理され、やがて上昇して300~350°Cになった時、残りのダコニール、モレスタンH50のくん煙が発生するようであった。

(5) いずれの処理においても、発生くん煙の吐出風への吸引状態は良好であったが、蒸発皿側壁カバー上部に少しくん煙粒子が付着した。第II-34図にK-III型の概要とくん煙の発生状態を示す。

3) 実用規模ハウスでの性能試験(その1)

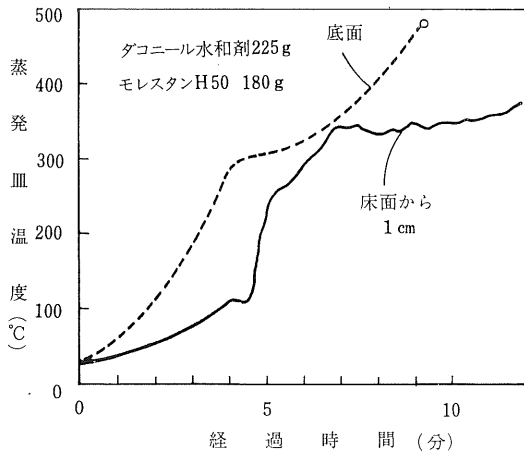


第II-31図 試作くん煙機K-III型
(Fig. II-31. Fumigating machine Model K-III)



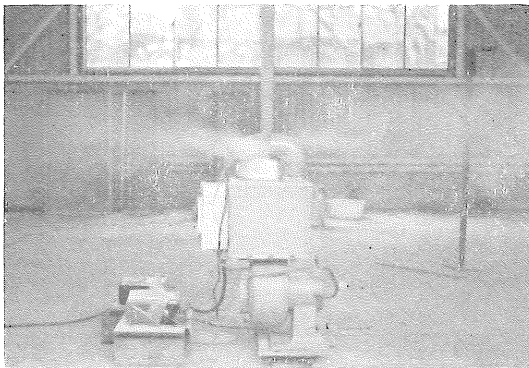
第Ⅱ-32図 蒸発皿温度の変化

(Fig. Ⅱ-32. Temperature change in a pesticides tray)



第Ⅱ-33図 蒸発皿温度の変化

(Fig. Ⅱ-33. Temperature change in a pesticides tray)



第Ⅱ-34図 くん煙の発生状況 (K-III型)

(Fig. Ⅱ-34. Fumes generation—Model K-III)

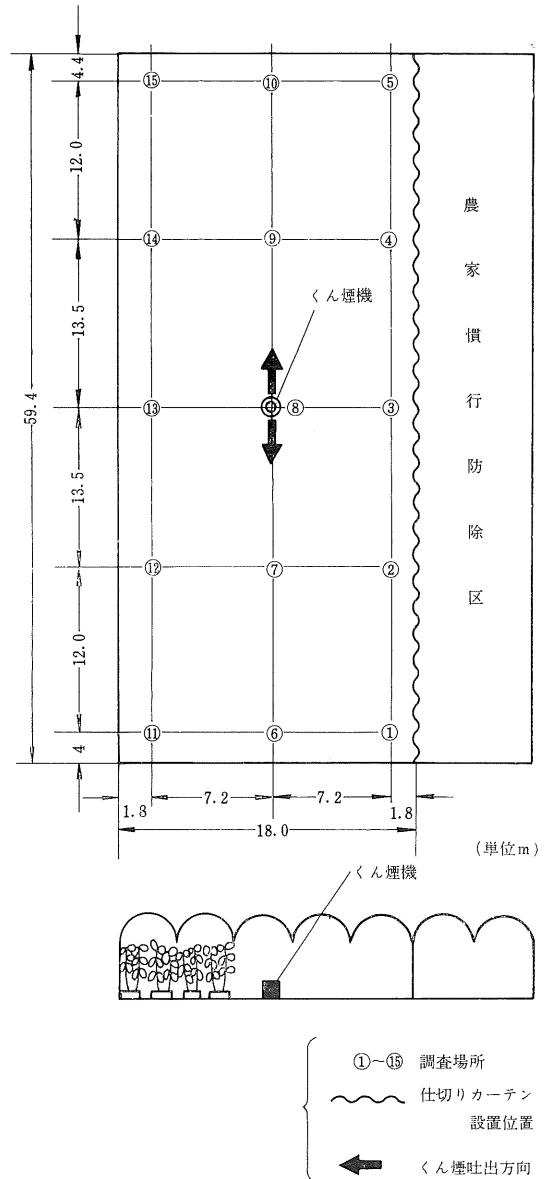
(1) 目的

1000m²程度のハウスでK-III型を使用して、くん煙粒子の拡散状況の調査およびキュウリ病害虫に対する防除試験を行ない実用化をはかるため、試験を昭和49年度に埼玉県園芸試験場に委託した。

(2) 試験方法

ア 供試ハウス

第Ⅱ-35図に示すような7連棟丸屋根型ビニール



第Ⅱ-35図 供試ハウスの概要

(Fig. Ⅱ-35. Brief specification of used vinylhouse)

ハウス（埼玉県加須市水深，農家ビニールハウス）をカーテンで仕切って試験区を設けた。処理面積は、1069m²，内容積は2234m³であった。

イ 作物および品種

キュウリ，ひかり促成（抑制栽培）

ウ 耕種概要

播種期；8月5日（直播），栽植密度；60×60cm（2条植），施肥量（kg/10a）；元肥なし，追肥 N-5，P₂O₅-5，K₂O-5

エ 試験区

第Ⅱ-19表 供試薬剤の種類，量，処理時期

(Table. II-19. Name of used pesticides, dosage and application time)

使用薬剤	薬量 (10a当り)	使用時期・回数
ダコニール水和剤	200g	9月11, 18, 25日, 10月2, 9日の5回
モレスタン H50	180g	9月18日, 10月2, 9日の3回
D. D. V. P 乳剤	100ml	9月11, 25日, 10月9日の3回

a 試作くん煙機Ⅰ-Ⅲ型区

b 農家慣行散布区

オ 試験日

1974年8月～10月

カ 使用薬剤および薬量（第Ⅱ-19表）

農家慣行散布区はサーチくん煙器を使用して，ダコニール水和剤，モレスタン水和剤およびD. D. V. P 乳剤の混合処理を9月24日および27日に行なった。

キ 機械の運転条件

ヒータ出力1200W(スライダックを使用して調節)，風量6.42m³/min でヒータ，送風機とも運転時間を10～15分間（処理薬剤により異なる）になるようタイマーを設定した。

ク 調査項目および方法

a 病害虫防除効果の判定

試作くん煙機区は，1ヵ所6株あて15ヵ所（第Ⅱ-35図）計90株，農家慣行防除区は1ヵ所8株について，べと病およびうどんこ病を9月26日，10月12日に，それぞれ全展開葉の病斑面積程度別（0，1～5，6～20，21～50，51以上）病葉数

第Ⅱ-20表 べと病，うどんこ病に対する防除効果

(Table II-20. Control effects against Downy mildew and powdery mildew)

試験区	調査位置	調査葉数		べと病				うどんこ病			
		9月26日	10月12日	病葉率(%)		発病度(%)		病葉率(%)		発病度(%)	
				9月26日	10月12日	9月26日	10月12日	9月26日	10月12日	9月26日	10月12日
試作くん煙機区	①	190	236	51.6	42.4	17.6	15.4	0	0	0	0
	②	210	249	40.0	26.5	13.1	10.4	0	0	0	0
	③	251	253	32.3	21.7	9.8	7.7	0	0	0	0
	④	274	281	29.2	28.1	9.9	8.7	0.4	0	0	0
	⑤	267	224	49.1	51.3	17.8	20.4	3.0	2.7	0.7	0.7
	⑥	205	247	58.0	29.6	21.5	9.9	1.5	0	0.4	0
	⑦	215	313	28.8	16.6	8.0	5.0	0	0	0	0
	⑧	208	297	15.9	6.7	4.0	1.7	0	0	0	0
	⑨	222	267	23.9	27.7	6.6	7.8	0	0	0	0
	⑩	217	249	50.2	61.8	15.6	28.9	1.4	0	0.3	0
	⑪	191	186	63.9	45.2	40.1	21.2	2.1	0	0.5	0
	⑫	254	256	37.4	34.8	11.8	10.7	0	0	0	0
	⑬	198	264	30.3	25.0	8.1	7.1	0	0	0	0
	⑭	207	244	37.2	54.9	11.1	24.3	0	0	0	0
	⑮	277	183	41.5	85.8	13.5	52.0	0.4	4.4	0.1	1.1
	平均	226	250	39.3	37.2	14.6	15.6	0.6	0.5	0.1	0.1
農家慣行防除区	—	257	296	64.2	63.2	23.3	33.5	0.4	0	0.1	0

第Ⅱ-21表 ワタアブラムシに対する防除効果
(Table II-21. Control effect against Cotton aphid)

試 験 区	調 査 位 置	10月9日			10月12日		
		調 査 葉 位			調 査 葉 位		
		下	中	上	下	中	上
試作くん煙機区	①	68	58	69	7	0	0
	②	51	33	48	0	0	0
	③	51	71	46	0	0	0
	④	54	61	76	0	0	0
	⑤	52	56	96	6	0	9
	⑥	31	47	64	0	0	0
	⑦	22	32	40	0	0	0
	⑧	16	38	36	0	0	0
	⑨	32	36	28	0	0	0
	⑩	49	23	42	0	0	0
	⑪	39	43	25	0	0	0
	⑫	54	55	35	0	0	0
	⑬	49	27	44	0	0	0
	⑭	47	55	68	0	0	0
	⑮	19	14	41	0	0	0
無 処 理 区	—	48	39	32	55	69	51

を調査し、前述のとおり $\frac{\sum f}{4N} \times 100$ により発病度を算出した。

ワタアブラムシは10月8日に1ヵ所2または3株の上、中、下位葉にそれぞれ約30~50頭を接種し、10月9日に着生数を調査した後にくん煙処理を行ない、10月12日に生存数を調査した。

b 葉害の調査

随時観察により調査した。

e くん煙粒子の拡散状況の調査、くん煙粒子径の測定

8月30日、9月18、25日、10月9日の4回、ハウス内の15ヵ所(第Ⅱ-35図)にスライドガラスを設置(地上1m)し、夕方ハウスを密閉してくん煙処理をし、翌朝回収してスライドガラス1枚当たり1視野ずつ前回と同様に顕微鏡写真をとり計測した。

(3) 試験結果

ア 病害虫防除効果

べと病は、試験開始時にわずかに発生が認められていたが、K-Ⅲ型周辺では、第Ⅱ-20表に示すように病気の発生が少なく防除効果は高かった。しかし、ハウス周辺部、特にハウスの4隅では発病が高く防

第Ⅱ-22表 調査位置別の粒径分布
(Table II-22 Particle size distribution of each positions in a vinylhouse)
(8月30日:ダコニール水和剤)

調 査 位 置	粒 子 数	粒 径 割 合 (%)				
		0.5μ以下	0.5 } 2.5μ以下	2.5 } 5μ以下	5 } 10μ以下	10μ以上
		①	7	0	29	71
②	10	0	10	70	20	0
③	18	0	11	61	28	0
④	23	0	13	83	4	0
⑤	15	0	0	73	27	0
⑥	2	0	0	0	100	0
⑦	5	0	0	20	80	0
⑧	30	0	33	54	13	0
⑨	16	0	6	62	13	19
⑩	17	0	18	82	0	0
⑪	2	0	50	0	50	0
⑫	9	11	33	45	11	0
⑬	19	0	26	58	11	5
⑭	17	0	12	65	23	0
⑮	12	0	33	67	0	0
平均	13.5	1	18	63	16	2

(粒子数の標準偏差7.8粒, 変動係数58.1%)

除効果は劣り、調査位置により防除効果は異なった。キュウリうどんこ病は発生が少なく防除効果は不明であった。

ワタアブラムシの発生はなかったため、接種を行って防除効果を調査した結果、第Ⅱ-21表に示すようにほぼ試験区全体に高い防除効果を示した。

イ 薬害

薬害の発生はわずかで被害は認められなかった。

ウ くん煙粒子の拡散状況、くん煙粒子径

第Ⅱ-22表~第Ⅱ-24表に示すように、K-Ⅱ型にくらべ粒径が大きくなる傾向にあった。わずかにダコニール水和剤およびD. D. V. P 乳剤を混合した時には、2.5μ以下の粒子の割合が高いが、いずれも粒子数は全般的に少なく、また調査位置によって粒子数の差が大きかった。くん煙機周辺では総粒子数および5μ以上の大型粒子が多くハウス周辺部、とくにハウスの4隅では粒子数が少なかった。

最終のダコニール水和剤、モレスタンH50およびD. D. V. P 乳剤の混合処理では、くん煙後約15分間送風したところ、第Ⅱ-15表に示すように2.5μ以下

第Ⅱ-23表 調査位置別の粒径分布

(Table II-23. Particle size distribution of each positions in a vinylhouse)
(9月18日:ダコニール水和剤, モレスタンH50)

調査位置	粒子数	粒 径 割 合 (%)				
		0.5μ 以下	0.5 } 2.5μ以下	2.5 } 5μ以下	5 } 10μ以下	10μ以上
①	28	39	36	18	7	0
②	30	33	40	20	7	0
③	11	0	0	82	18	0
④	12	17	17	66	0	0
⑤	9	0	78	22	0	0
⑥	24	58	17	25	0	0
⑦	18	5	0	67	28	0
⑧	17	0	12	53	12	23
⑨	28	0	43	36	21	0
⑩	21	14	19	57	5	5
⑪	7	14	43	43	0	0
⑫	17	6	18	41	35	0
⑬	14	0	0	57	43	0
⑭	14	21	15	43	21	0
⑮	5	0	20	80	0	0
平均	17.0	18	24	42	14	2

(粒子数の標準偏差7.9粒, 変動係数46.2%)

の比較的粒径の小さい粒子の割合が高く, 試験区全体にわたる少ない粒子の拡散が認められた。第Ⅱ-36図にダコニール水和剤, モレスタンH50およびD. D. V. P 乳剤を混合処理した時のくん煙粒子の1例を示す。

(4) 考 察

K-Ⅲ型による防除効果は, 全調査点での結果を平均すると農家慣行散布区に比べて良い結果になっているが, 調査位置によりむらが大きかった。これは, 試験開始時に病気発生が認められたことも考えられるが, くん煙粒子が大きくなるとともにハウス内でのくん煙の拡散が十分でなかったことが大きいと推測される。

そこでK-Ⅱ型の時と同様, 蒸発皿側壁の保温をさらに良くするとともに, くん煙発生終了後さらに15分間送風のみを行なう方法で試験を進めることにした。

4) 実用規模ハウスでの性能試験 (その2)

(1) 目 的

K-Ⅲ型蒸発皿側壁保温カバーの断熱を良くするため, 第Ⅱ-37図に示すように石綿を2mm厚さに巻いて蒸発皿側壁の温度を高め, さらにくん煙発生終了後, 送風も

第Ⅱ-24表 調査位置別の粒径分布

(Table II-24. Particle size distribution of each positions in a vinylhouse)
(9月25日:ダコニール水和剤, D. D. V. P 乳剤)

調査位置	粒子数	粒 径 割 合 (%)				
		0.5μ 以下	0.5 } 2.5μ以下	2.5 } 5μ以下	5 } 10μ以下	10μ以上
①	25	24	64	12	0	0
②	25	16	60	24	0	0
③	48	21	52	27	0	0
④	21	19	67	14	0	0
⑤	14	0	71	29	0	0
⑥	21	5	71	24	0	0
⑦	43	7	56	35	2	0
⑧	90	8	53	22	16	1
⑨	21	14	81	5	0	0
⑩	20	10	70	20	0	0
⑪	11	0	73	27	0	0
⑫	19	0	84	16	0	0
⑬	21	5	62	28	5	0
⑭	18	28	44	28	0	0
⑮	16	0	56	44	0	0
平均	27.5	11	61	24	4	0

(粒子数の標準偏差19.9粒, 変動係数72.4%)

15分間続けた場合のハウス内でのくん煙の拡散状態ならびにキュウリの病害に対する防除効果について農家ハウスで実験を行ない, K-Ⅲ型の実用化の可能性を確かめる。

試験内容としては, 1975年7月, 促成栽培末期のキュウリがある時に予備試験としてくん煙粒子の拡散を調査し, 本試験は1975年10月から行なった。

(2) 試験方法

ア 供試ハウス

第Ⅱ-38図に示すような床面積1110m², 内容積2770m³の7連棟丸屋根型ビニールハウスを使用した。

イ 作物および品種

キュウリ, ひかりP型(促成栽培) 予備試験時
キュウリ, ひかりP型(越冬栽培) 本試験時

ウ 耕種概要

播種期; 9月12日, 定植期; 10月10日, 栽植密度; 60×60cm (2条植), 施肥量; 現地慣行による。

エ 試験区

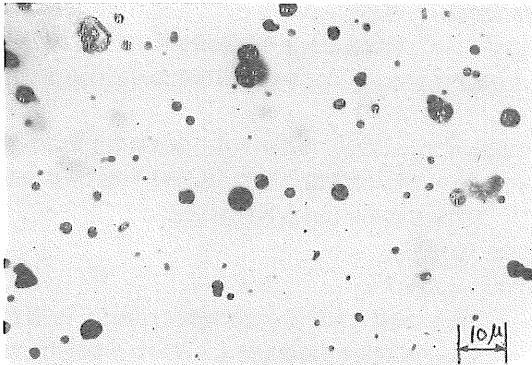
- a 試作くん煙機K-Ⅲ型区
- b 無処理区

第Ⅱ-25表 調査位置別の粒径分布

(Table II-25. Particle size distribution of each positions in a vinylhouse)
 (10月9日：ダコニール水和剤、モレスタンH50)
 (D. D. V. P乳剤)

調査位置	粒子数	粒 径 割 合 (%)				
		0.5 μ 以下	0.5 } 2.5 μ 以下	2.5 } 5 μ 以下	5 } 10 μ 以下	10 μ 以上
①	47	11	53	36	0	0
②	51	6	45	49	0	0
③	51	10	53	37	0	0
④	68	20	46	34	0	0
⑤	47	21	51	28	0	0
⑥	71	14	48	34	4	0
⑦	96	11	53	33	3	0
⑧	109	7	63	29	1	0
⑨	87	13	48	37	2	0
⑩	28	11	53	36	0	0
⑪	41	14	49	37	0	0
⑫	48	12	50	38	0	0
⑬	75	23	48	24	5	0
⑭	97	11	56	32	1	0
⑮	69	6	71	23	0	0
平均	65.7	13	53	33	1	0

(粒子数の標準偏差23.7粒, 変動係数36.0%)



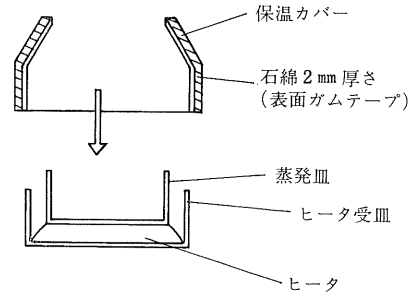
第Ⅱ-36図 くん煙の粒子 (ダコニール水和剤, モレスタンH50, D. D. V. P乳剤の混合)

(Fig. II-36. Fume particles—mixing of Daconil wettable powder, Morestan H50 and D. D. V. P emulsifiable concentrate)

供試ハウス内の1部をビニールフィルムで仕切って設定した。面積は40m²。

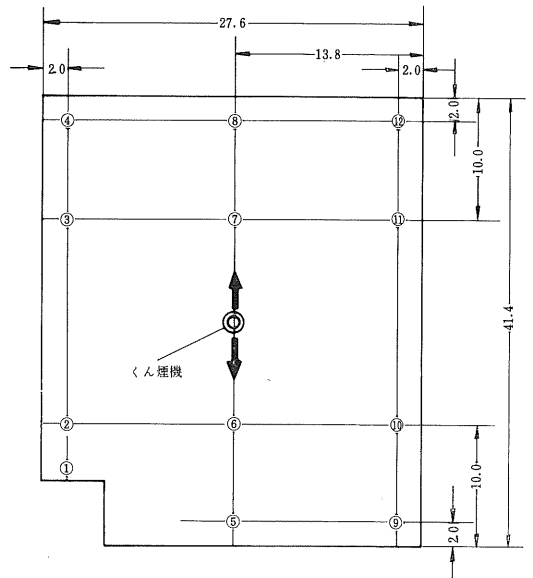
オ 試験日

1975年7月～1976年1月



第Ⅱ-37図 蒸発皿保温カバーの改良

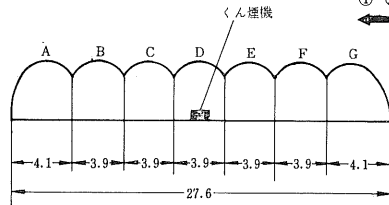
(Fig. II-37. Improvement of adiabatic character around a pesticides tray)



(単位m)

①-⑮調査場所

←くん煙の吐出方向



第Ⅱ-38図 供試ハウスの概要

(Fig. II-38. Brief specification of used vinylhouse)

カ 使用薬剤および薬量

1975年7月3日の予備試験時には、ハウスの破損が多く、くん煙の漏れが多いと考えられたので使用薬剤のダコニール水和剤を2倍量の450g供試した。

1975年10月以降の本試験では第Ⅱ-26表に示すとおりである。

第Ⅱ-26表 供試薬剤の種類、量、処理時期

(Table II-26. Name of used pesticides, dosage and application time)

使用薬剤	薬量 (10a当り)	時期および回数
ダコニール水和剤	200g	10月21, 27日, 11月4, 10, 17, 25日, 12月1, 8, 15, 22日の計10回
モレスタン H50	180g	10月27日
D. D. V. P 乳剤	100ml	10月21, 27日, 11月4, 10, 25日, 12月8日の計6回

第Ⅱ-27表 調査位置別の粒径分布

(Table II-27. Particle size distribution of each positions in a vinylhouse)
(7月3日:ダコニール水和剤450g)

調査位置	粒子数	粒 径 割 合 (%)				
		1 μ 以下	1~2 μ 以下	2~3 μ 以下	3~4 μ 以下	4~5 μ 以下
①	53	22.6	71.7	5.7	0	0
②	63	31.8	50.8	14.3	3.1	0
③	73	27.4	54.8	16.4	1.4	0
④	68	33.8	52.9	11.8	1.5	0
⑤	65	12.3	64.6	12.3	10.8	0
⑥	80	26.3	48.8	20.0	5.0	0
⑦	73	20.5	61.7	17.8	0	0
⑧	69	4.1	81.5	10.1	2.9	1.4
⑨	54	13.0	63.0	16.7	5.4	1.9
⑩	72	20.8	59.8	11.1	6.9	1.4
⑪	72	26.4	54.2	13.9	5.6	0
⑫	51	11.8	66.7	19.5	2.0	0
平均	66.1	21.3	60.3	14.2	3.7	0.5

(粒子数の標準偏差9.2粒, 変動係数13.9%)

キ 機械の運転条件

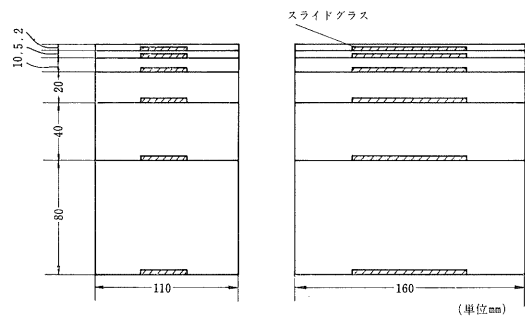
ヒータ出力1200W, 風量6.0m³/min. くん煙発生終了後はヒータを切り, その後15分間送風機のみ運転する。

ク 試験項目および方法

a くん煙粒子の拡散状況, くん煙粒子径の測定

予備試験時, 本試験時において, 第Ⅱ-38図に示す調査位置の畦上にスライドガラスを設置し, 夕方ハウスを密閉してくん煙処理をし, 翌朝回収してスライドガラス1枚当り, 1視野(97 μ ×65 μ)ずつ前回と同様に顕微鏡写真を撮り計測した。

また, ハウス内でキュウリの草丈が1.8m 近くなる繁茂状態では, 側枝葉が幾重にも出て1~2mm 間隙で葉面が重複したりする場合が多い。このような場合, くん煙粒子の付着量は変化するかどうか検討するために第Ⅱ-39図に示すようなスライドガラスを収容した6段ボックスを12月15



第Ⅱ-39図 試験ボックスの側面図

(Fig. II-39. Side view of tested box)

日, 12月22日に調査位置⑩(50cm高さ)に設置し, スライドガラス上の粒子数を調査した。

b 病虫害防除効果

第Ⅱ-38図に示す調査位置において前回までと同様に調査する予定であったが, 無処理区とも病

第Ⅱ-28表 調査位置別の粒径分布

(Table I-28. Particle size distribution of each positions in a vynilhouse)

(11月4日: マコニール水和剤200g, D. D. V. P乳剤100cc)

調査位置	粒子数	粒 径 割 合 (%)							
		1 μ 以下	1~2 μ 以下	2~3 μ 以下	3~4 μ 以下	4~5 μ 以下	5~6 μ 以下	6~8 μ 以下	8~10 μ 以下
①	61	11.5	75.4	11.5	1.6	0	0	0	0
②	56	5.4	71.4	16.1	7.1	0	0	0	0
③	56	25.0	59.9	11.5	3.6	0	0	0	0
④	52	36.5	46.2	9.6	7.7	0	0	0	0
⑤	62	9.7	64.5	16.1	8.1	1.6	0	0	0
⑥	61	6.6	73.7	11.5	8.2	0	0	0	0
⑦	66	4.5	75.9	9.1	4.5	1.5	3.0	1.5	0
⑧	71	2.8	53.6	21.1	8.5	7.0	4.2	1.4	1.4
⑨	68	7.4	64.7	19.1	4.4	2.9	1.5	0	0
⑩	73	15.1	73.9	4.1	1.4	4.1	1.4	0	0
⑪	66	12.1	71.2	7.6	6.1	1.5	1.5	0	0
⑫	60	8.3	73.3	11.7	6.7	0	0	0	0
平均	62.6	10.6	68.8	12.2	5.5	1.6	1.0	0.2	0.1

(粒子数の標準偏差6.4粒, 変動係数10.2%)

第Ⅱ-29表 調査位置別の粒径分布

(Table I-29. Particle size distribution of each positions in a vynilhouse)

(11月17日: マコニール水和剤200g)

調査位置	粒子数	粒 径 割 合 (%)						
		1 μ 以下	1~2 μ 以下	2~3 μ 以下	3~4 μ 以下	4~5 μ 以下	5~6 μ 以下	6~8 μ 以下
①	46	19.6	73.9	6.5	0	0	0	0
②	51	29.4	54.9	15.7	0	0	0	0
③	52	44.2	51.9	3.9	0	0	0	0
④	54	24.1	61.1	13.0	1.8	0	0	0
⑤	53	52.8	34.0	1.8	3.8	3.8	3.8	0
⑥	49	30.6	38.8	12.2	12.2	4.1	2.1	0
⑦	63	36.5	50.8	9.5	1.6	0	0	1.6
⑧	59	49.1	45.8	5.1	0	0	0	0
⑨	18	11.1	72.2	16.7	0	0	0	0
⑩	48	29.2	58.3	12.5	0	0	0	0
⑪	52	23.1	74.5	2.4	0	0	0	0
⑫	46	10.9	76.1	13.0	0	0	0	0
平均	49.3	31.9	55.8	9.3	1.7	0.7	0.5	0.1

(粒子数の標準偏差11.0粒, 変動係数22.3%)

害虫の発生がなかったので、12月22日にキュウリ(夏秋節成2号)の鉢植5~6葉苗を12ヶ所の調査位置に設置してくん煙処理を行ない、2日後(12月24日)に、キュウリ黒星病菌胞子を噴霧接種し、翌年1月5日に発病を調査した。なお、無

処理区は、ハウス外に2点設置した。

この防除効果判定については、埼玉県園芸試験場病虫部の嶋崎豊技師の協力を得て進めた。

(3) 試験結果

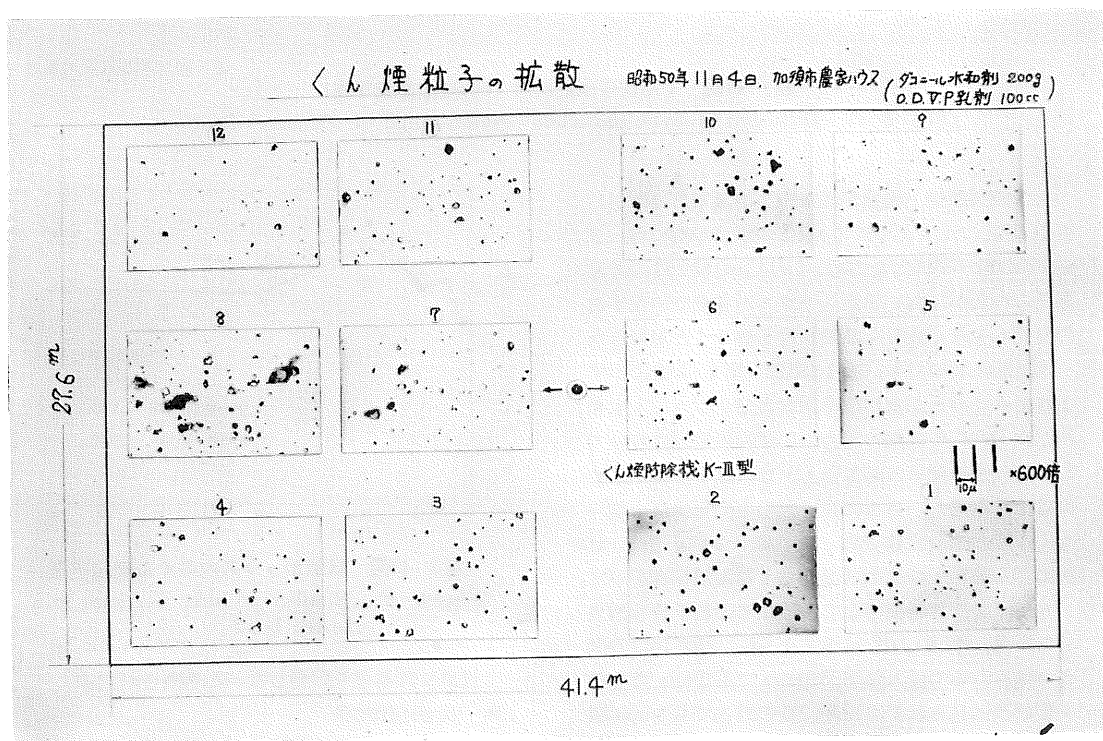
ア くん煙粒子の拡散状況, くん煙粒子径

第II-30表 調査位置別の粒径分布

(Table II-30 Particle size distribution of each positions in a vinylhouse)
 (12月8日: マコニール水和剤200g, D. D. V. P乳剤100cc)

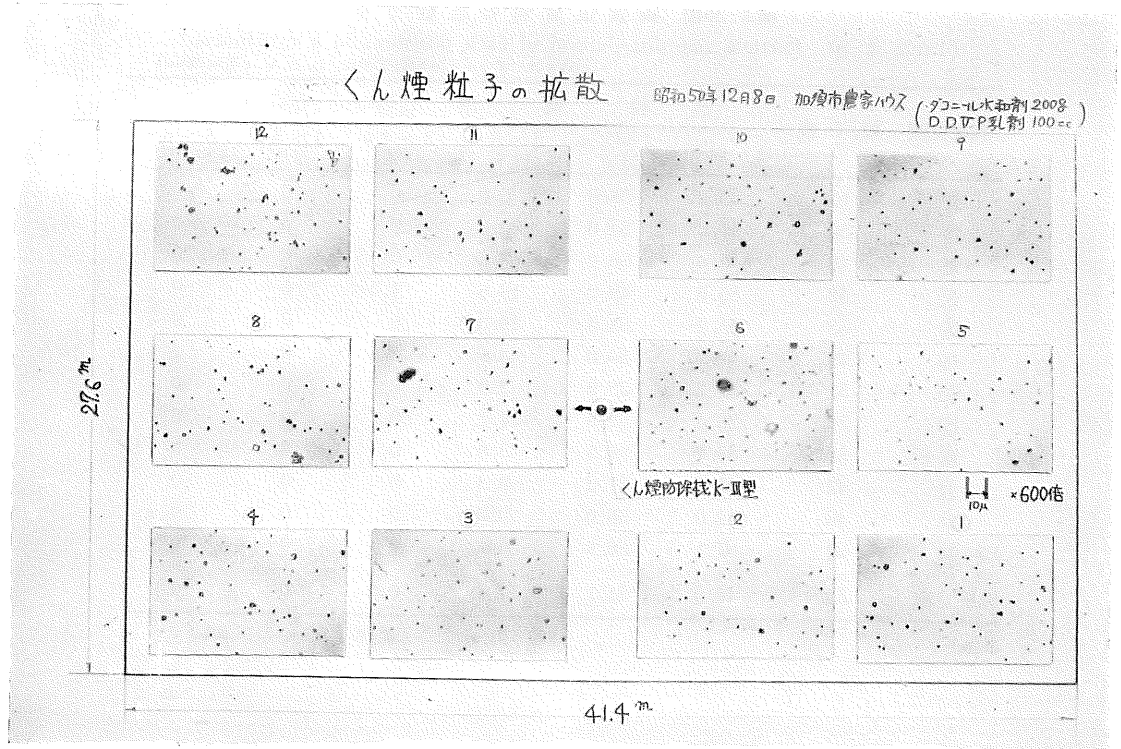
調査位置	粒子数	粒 径 割 合 (%)					
		1 μ 以下	1~2 μ 以下	2~3 μ 以下	3~4 μ 以下	4~5 μ 以下	5~6 μ 以下
①	51	35.2	58.8	6.0	0	0	0
②	50	40.0	54.0	6.0	0	0	0
③	48	35.4	56.2	8.4	0	0	0
④	59	35.6	49.2	13.6	1.4	0	0
⑤	58	55.2	34.5	10.3	0	0	0
⑥	78	42.2	50.0	2.6	2.6	0	2.6
⑦	51	39.2	52.9	7.9	0	0	0
⑧	54	20.4	68.5	11.1	0	0	0
⑨	52	57.7	36.5	5.8	0	0	0
⑩	43	39.5	51.2	9.3	0	0	0
⑪	46	42.0	56.0	2.0	0	0	0
⑫	62	37.1	56.5	6.4	0	0	0
平均	54.4	40.0	51.7	7.6	0.5	0	0.2

(粒子数の標準偏差9.2粒, 変動係数16.9%)



第II-40図 くん煙の拡散状態 (600倍顕微鏡写真)

(Fig. II-40. Diffusion of fume particles—micrograph of 600 magnification)



第Ⅱ-41図 くん煙の拡散状態 (600倍顕微鏡写真)

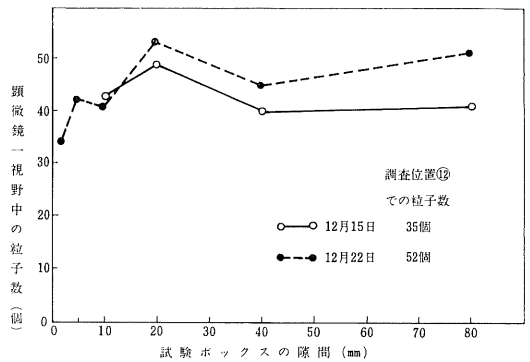
①~⑫; 調査位置の番号

(Fig. II-41. Diffusion of fume particles—micrograph of 600 magnification)

a 予備試験時、薬量が従来の2倍量であったが、第Ⅱ-27表に示すように 2μ 以下の粒子が約82%、 3μ 以下の粒子が96%を占め、 4μ 以上の粒子はほとんど見られなかった。また、ハウス内各点での粒子数の変動も少なく良好な拡散状態を得ることができた。

イ 本試験においても、第Ⅱ-28表~第Ⅱ-30表に示すようにダコニール水和剤単体およびダコニール水和剤とD. D. V. P乳剤の混合のいずれの処理においても 2μ 以下の粒子が80%以上、 3μ 以下の粒子が92%以上を占めた。さらに粒子数の変動も少なく均一なくん煙の拡散状態であった。第Ⅱ-40図、第Ⅱ-41図にくん煙粒子の拡散状況を示す顕微鏡写真を示す。

ウ 6段ボックスを使用して各隙間での粒子数を調査した結果、第Ⅱ-42図に示すように、12月15日の調査ではくん煙の侵入隙間が80mmでも10mmでも粒子数に差は見られず、12月22日の調査でも2mm間隙では少し粒子数は少なくなったが防除効果に影響するような減少量ではないと考えられた。このことにより、葉面が幾重に重複していてもくん煙粒子の



第Ⅱ-42図 試験ボックス内のくん煙粒子数

(Fig. II-42. Number of fume particles in a tested box)

付着にはあまり影響しないと判断された。

エ 病害防除効果

キュウリ黒星病菌胞子を噴霧接種して前記したように防除効果を調査した結果、第Ⅱ-31表のように処理区全体に防除効果は高かった。

第Ⅱ-31表 黒星病に対する防除効果
(Table Ⅱ-31. Control effect against Scab)

調査位置	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	無処理	
10葉当りの病斑数	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	148	163

(4) 考察

K-Ⅲ型においてもK-Ⅱ型同様、蒸発皿周辺の断熱を良くすることにより、発生くん煙の粒径も細くなり均一な拡散状態を得ることができた。このことは、蒸発皿壁面の温度を高めると同時に蒸発皿内の空気温度を高めることにより、発生したくん煙粒子相互の付着（凝縮）を少なくし、粒径を大きくすることを防ぐ効果があると考えられた。

5. 考察

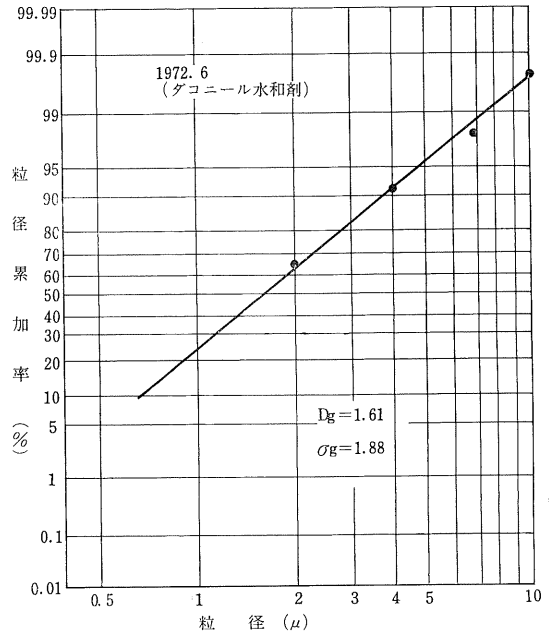
試作くん煙機は、K-Ⅰ型、K-Ⅱ型、K-Ⅲ型と改良を加えつつ実験を積ねてきたが、実験データを総合してくん煙の粒子径分布、平均粒子径、拡散状況、防除効果等について考察すると以下のごとくである。

1) くん煙の粒子径分布

粒子径分布は、K-Ⅰ型からK-Ⅲ型までのデータでわかるように左右対称でなく山が左にかたよる左傾非対称分布、すなわち Gauss の正規分布を左方向に押しつぶしたような分布をしている。大気中のダスト分布、大気汚染物の濃度分布等も同様な分布型をしており、このような場合には対数正規分布が良く適合すると報告されている。くん煙粒子についても適合—対数正規確率紙に粒径累加率をプロットすると、第Ⅱ-43図～第Ⅱ-45図に示すように直線となり、くん煙粒子の分布も対数正規分布に従うと考えられた。サーチくん煙器、ジャンボサーチくん煙器についても第Ⅱ-46図に示すように同様な結果となった。

さらに、小沢⁹⁾が測定した発煙筒の粒子、芳岡⁹⁾が測定した蒸散器の粒子、吉野ら⁹⁾がハウス内各点で測定したブルフォッグの粒子についても粒径別粒子数割合を算出し、同様に適合してみると第Ⅱ-47図のようになった。蒸散器、ブルフォッグは細かい粒子の測定はなかったが、上記例ともほぼ対数正規分布に従うのではないかと考えられた。(なお、作図する場合ハウス内の各点で測定したくん煙粒子を総合して粒径別粒子数分布を算出してプロットした)

くん煙粒子が対数正規分布に従うとすれば、粒子径 D_p なる粒子の個数頻度は(1)式であらわされる⁹⁾。



第Ⅱ-43図 粒径分布の対数確率曲線 (K-Ⅰ型)
(Fig. Ⅱ-43. Logarithmic probability curve of particle size distribution—Model K-1)

$$\frac{dn}{d(\log D_p)} = \frac{\sum n}{\log \sigma_g \cdot \sqrt{2\pi}} \times \exp \left[-\frac{(\log D_p - \log D_g)^2}{2 \log^2 \sigma_g} \right] \quad (1)$$

ここで $\sum n$: 粒子全数, D_g : 幾可平均径, σ_g : 幾可標準偏差で D_g, σ_g は(2), (3)式で示される。

$$\log D_g = \frac{(\sum n \log D_p)}{\sum n} \quad (2)$$

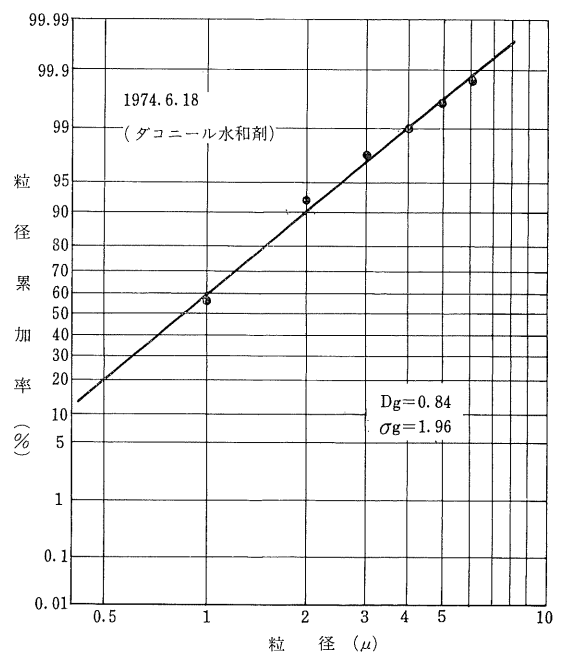
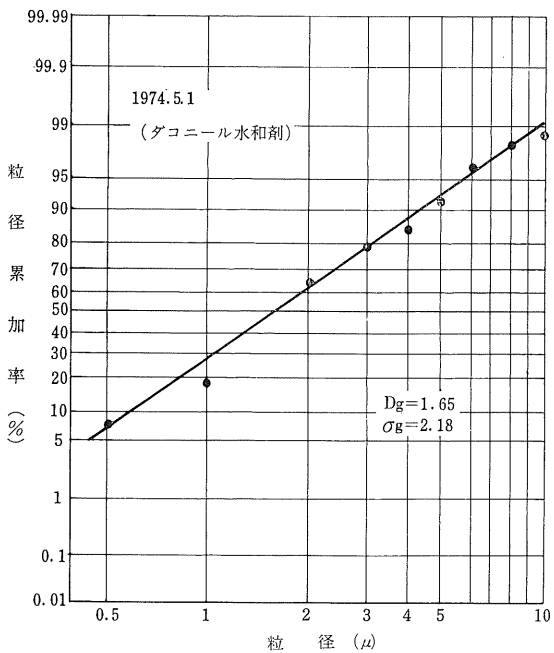
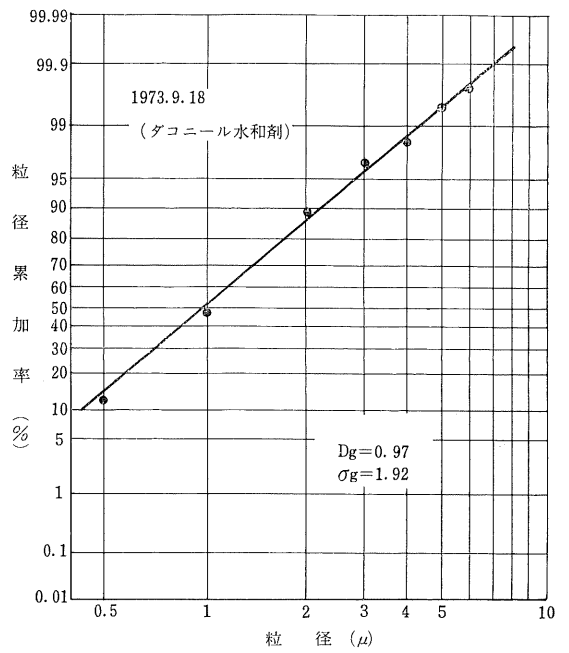
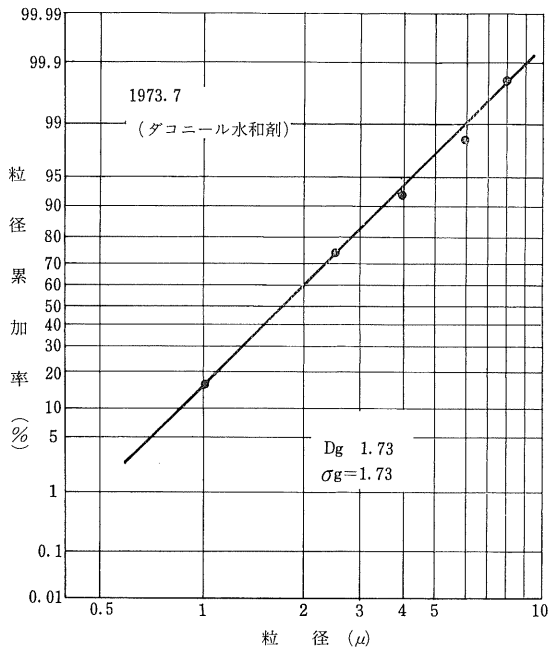
$$\log \sigma_g = \sqrt{\frac{\sum [n(\log D_p - \log D_g)^2]}{\sum n}} \quad (3)$$

これより、累加粒子数は(4)式で示すことができる。

$$n = \frac{\sum n}{\log \sigma_g \cdot \sqrt{2\pi}} \int_0^{D_p} \exp \left[-\frac{(\log D_p - \log D_g)^2}{2 \log^2 \sigma_g} \right] \cdot d(\log D_p) \quad (4)$$

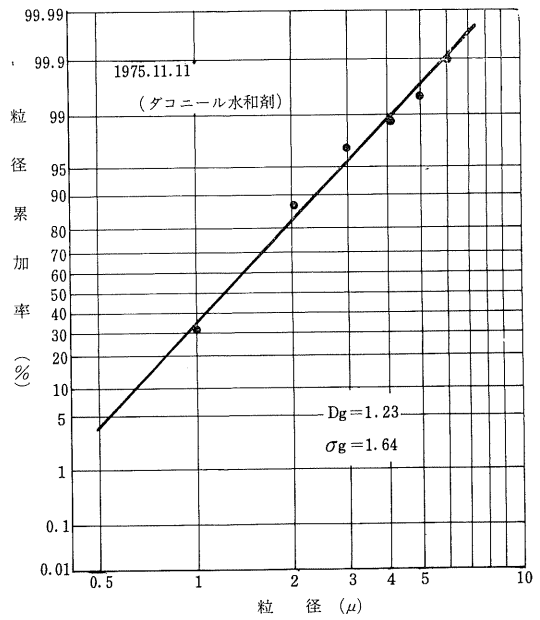
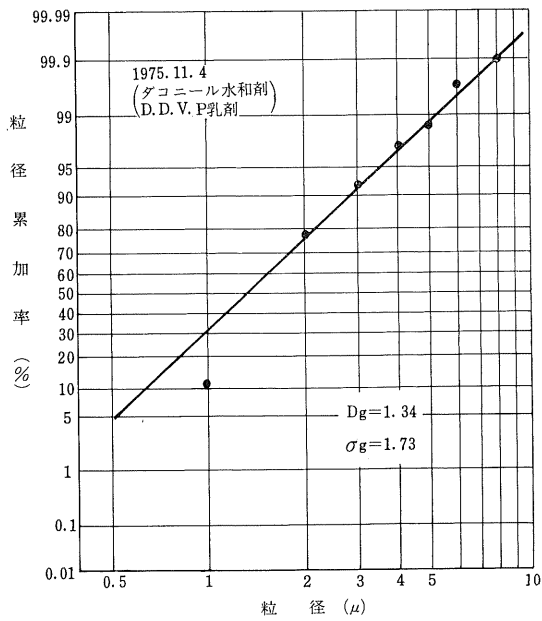
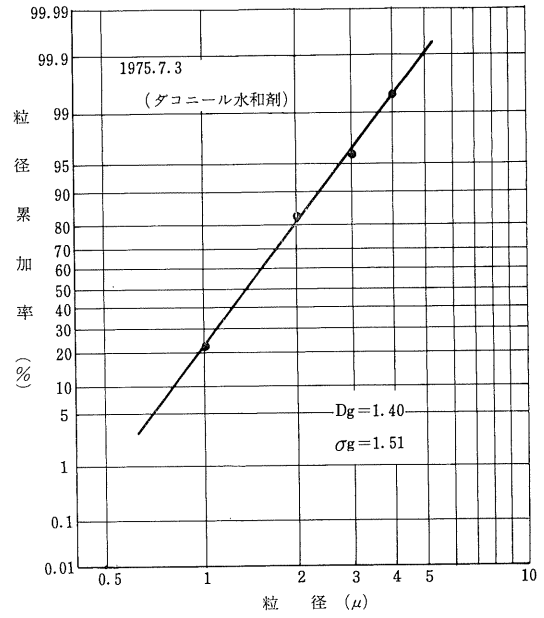
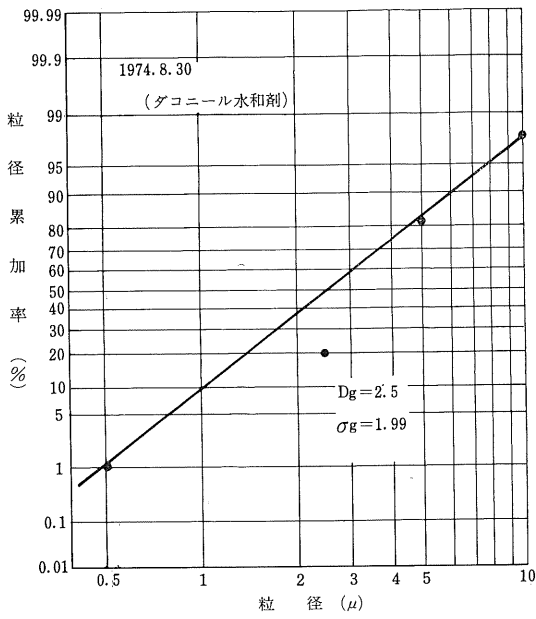
ここで

$$t = \frac{\log D_p - \log D_g}{\log \sigma_g}$$



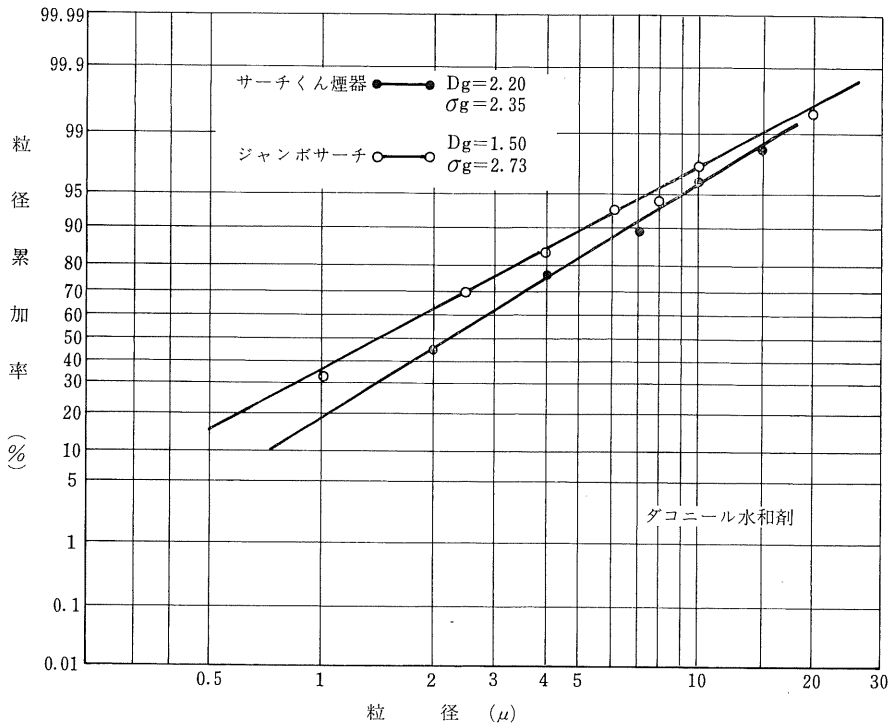
第Ⅱ-44図 粒径分布の対数確率曲線 (K-II型)

(Fig. II-44 Logarithmic probability curve of particle size distribution—Model K-II)



第Ⅱ-45図 粒径分布の対数確率曲線 (K-III型)

(Fig. II-45. Logarithmic probability curve of particle size distribution—Model K-III)



第 II-46 図 粒径分布の対数確率曲線 (サーチくん煙器, ジャンボサーチくん煙器)

(Fig. 11-46. Logarithmic probability curves of particle size distribution—Sachi Fumigator and Jumbo Sachi Fumigator)

とおき, (4)式は(5)式に規準化変換できる。

$$n = \frac{\sum n}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) \cdot dt \quad \text{—————(5)}$$

変換された(5)式は規準正規分布を示しているから, 累加粒子数は容易にもとめられ, さらに $\sum n=100$ とすれば, くん煙粒子の粒径累加率(%)が得られる。これより粒径別度数分布を階級幅 0.5μ で求めると第 II-48 図~第 II-52 図のようになった。

なお, (2), (3)式で示される D_g , σ_g は対数正規確率紙上からもとめられるのでこの方法を採用した。すなわち, D_g は 50% 点の粒径を, また σ_g は 84.13% 点と 50% 点の各々の径の比で計算した。つまり

$$\sigma_g = \frac{84.13\% \text{径}}{50\% \text{径}}$$

また図中に示した最頻値径 (D_{mod}) は(6)式より算出した。

$$D_{(mod)} = \exp(\ln D_g - \ln^2 \sigma_g) \quad \text{—————(6)}$$

粒径別度数分布において, D_g が同じでも σ_g が大きくなると末広がりになり最頻値が小さくなることは当然である。

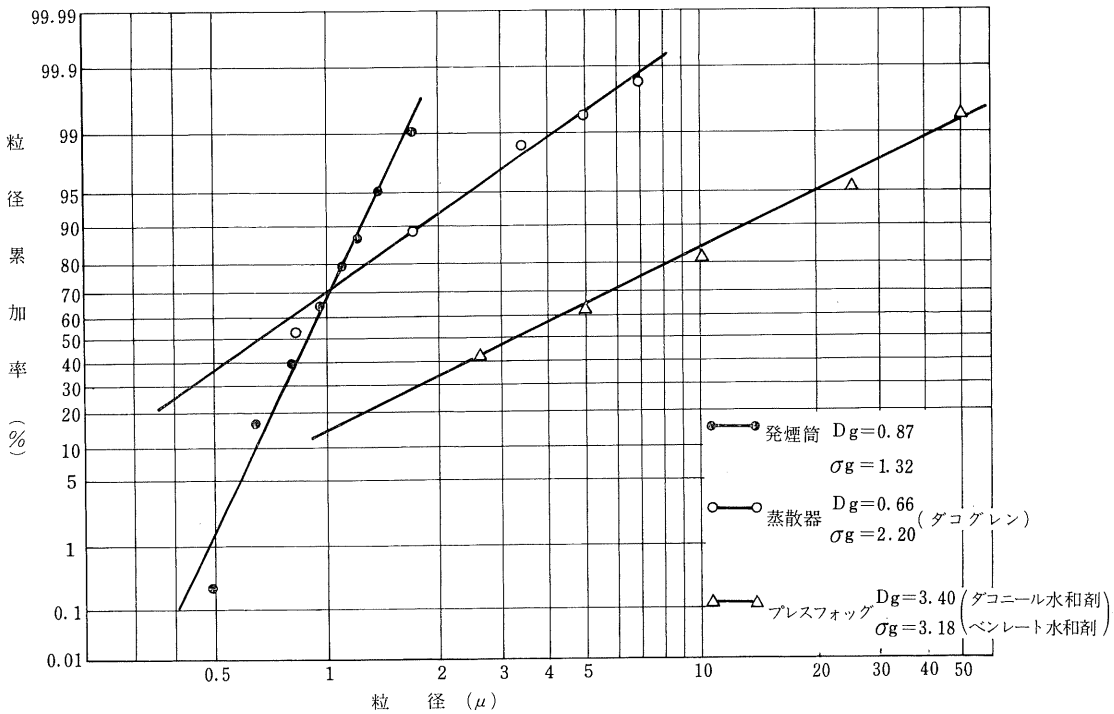
この度数分布にそって K-II 型から順次考察してゆくと, K-II 型では吐出風量を変えてくん煙の拡散状況を調査した(a), (b)の分布および 396m^2 の農家ハウスで試験した(c)の分布では, くん煙の拡散も均一で防除効果も高くほぼ満足できる結果であった。しかし, K-II 型を 1000m^2 ハウスに適應させるために蒸発皿を少し高くした場合の(d)の分布, すなわち σ_g が大きくなり右末広がり型分布になった時は粒子数も少なくなり防除効果がかなり低下した。そして蒸発皿周辺の断熱を良くするよう改造した結果, (e)の分布になり粒子数も約 5 倍になり, くん煙の拡散も均一になった。

K-III 型においても (a)の分布の時は粒子数も少なく拡散むらを生じ防除効果が劣った。しかし K-II 型同様蒸発皿周辺の断熱を良くした結果, (b), (c), (d)の分布になって粒子数が増加し, 拡散もより均一になった。

サーチくん煙器, ジャンボサーチくん煙器においては σ_g が大きく右末広がり分布であった。

2) くん煙の平均粒子径

くん煙機から発生したくん煙の粒子径分布が対数正規分布によく合うことを示したが, この発生くん煙粒子の



第 II-47 図 粒径分布の対数確率曲線 (発煙筒, 蒸散器, プルスフォッグ)

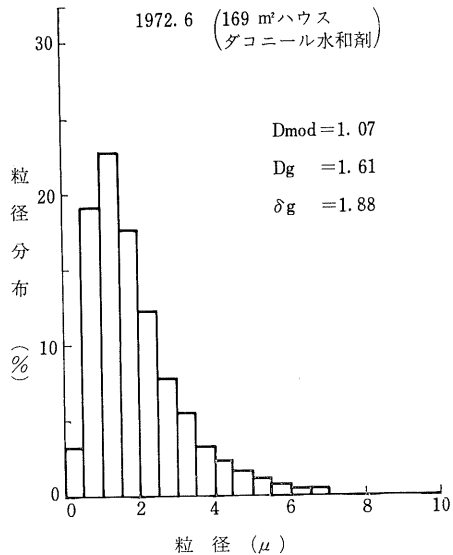
(Fig. II-47. Logarithmic probability curves of particle size distribution—Smoking apparatus, Jowsan Fogger and Plus fog)

平均粒子径について考察した。個数基準の平均粒子径の表示は種々考えられるが、後述するくん煙の拡散、くん煙の粒子数および防除効果との関係により、算術平均径 (D_{av})、面積平均径 (D_s)、体積平均径 (D_v) をもとめた。

D_{av} , D_s , D_v はくん煙粒子径分布が対数正規分布に従うとすると、 D_g , σ_g から (7)~(9) 式によりもとめられる⁶⁾。

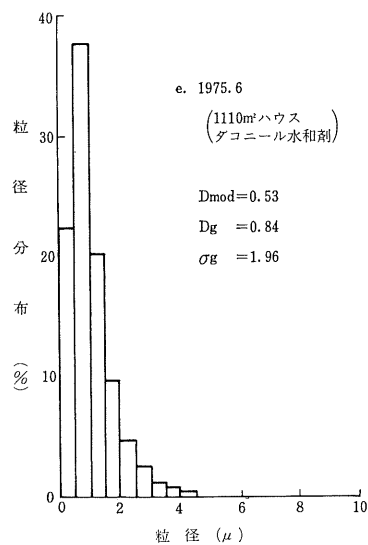
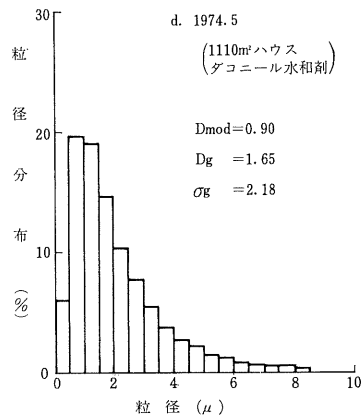
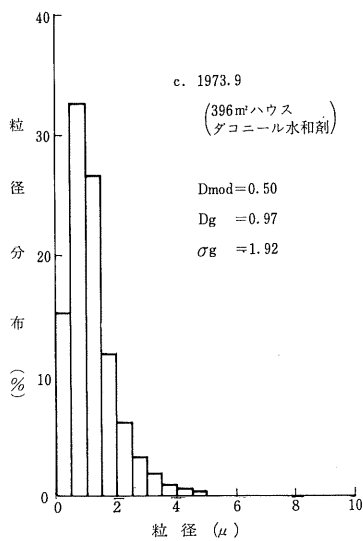
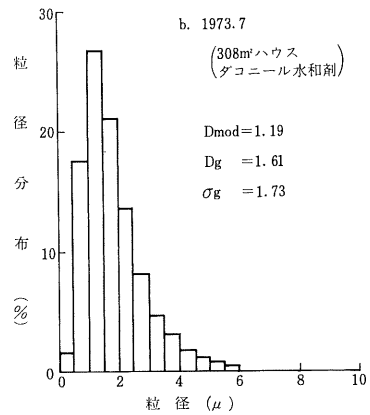
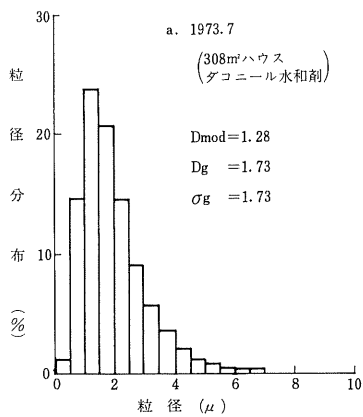
$$\begin{aligned}
 D_{av} &= \frac{\sum (nD_p)}{\sum n} \\
 &= \frac{\sum n}{\sum n \cdot \log \sigma_g \cdot \sqrt{2\pi}} \\
 \int_0^{\infty} D_p \cdot \exp\left[-\frac{(\log D_p - \log D_g)^2}{2 \log^2 \sigma_g}\right] \cdot d(\log D_p) \\
 &= \exp(\ln D_g + 0.5 \cdot \ln^2 \sigma_g) \quad \text{---(7)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_s^2 &= \frac{\sum (nD_p^2)}{\sum n} \\
 &= \frac{\sum n}{\sum n \cdot \log \sigma_g \cdot \sqrt{2\pi}} \\
 \int_0^{\infty} D_p^2 \cdot \exp\left[-\frac{(\log D_p - \log D_g)^2}{2 \log^2 \sigma_g}\right] \cdot d(\log D_p) \\
 &= \exp(2 \cdot \ln D_g + 2 \cdot \ln^2 \sigma_g) \quad \text{---(8)}
 \end{aligned}$$

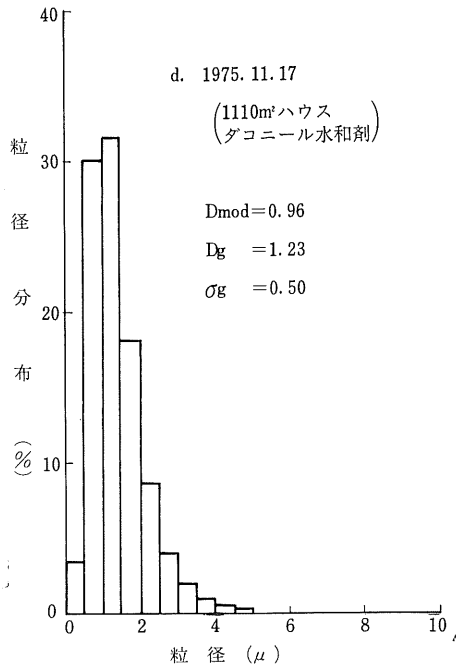
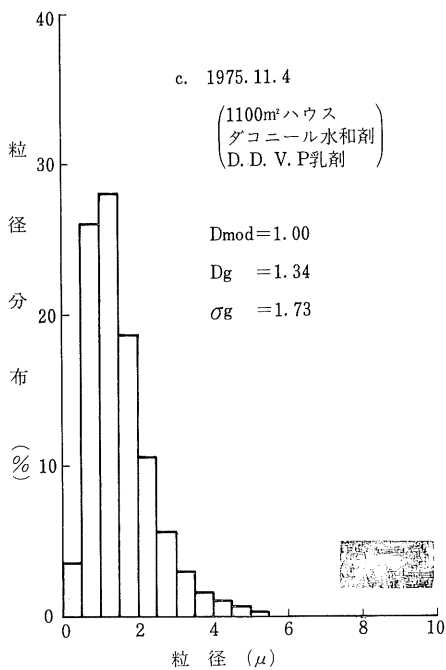
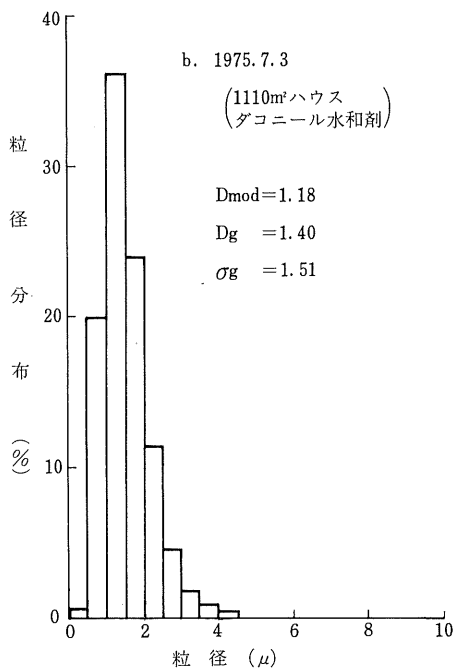
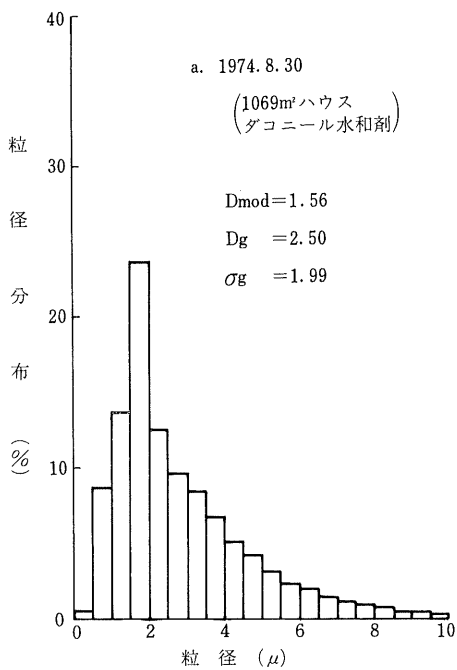


第 II-48 図 K-I 型における粒径分布

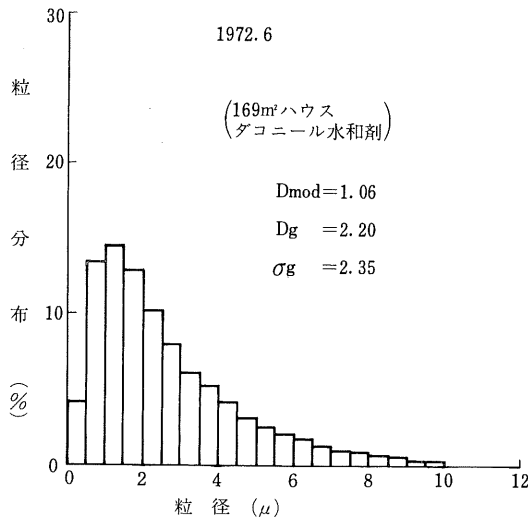
(Fig. II-48. Particle size distribution—Model K-I)



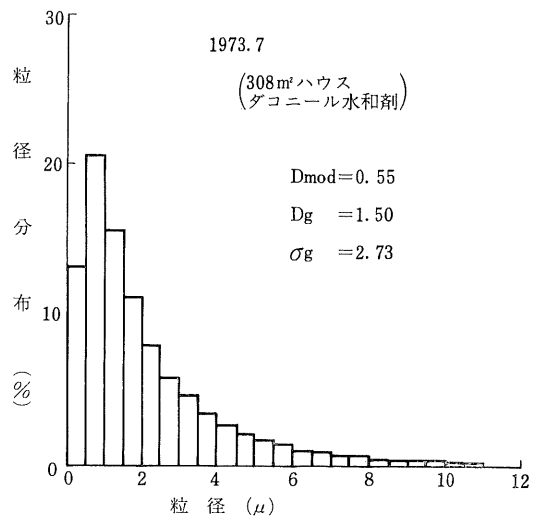
第II-49図 K-II型における粒径分布
(Fig. II-49. Particle size distribution—Model K-II)



第Ⅱ-50図 K-III型における粒径分布
 (Fig. II-50. Particle size distribution—Model K-III)



第II-51図 サーチくん煙器における粒径分布
(Fig. II-51. Particle size distribution - Sāchi Fumigator)



第II-52図 ジャンボサーチくん煙器における粒径分布
(Fig. II-52. Particle size distribution - Jambo Sāchi Fumigator)

第II-32表 各試験における平均粒子径
(Table II-32. Mean diameter of each experiments)

(単位 μ)

型式	試験年月日 試験条件	供試薬剤	D_g	σ_g	D_{av}	D_s	D_v	粒子数 (118×78μ当て)
K-I型	1972. 6	ダコニール水和剤	1.61	1.88	1.97	2.41	2.94	36粒
	1973. 6 風量2.24m ³ /min	ダコニール水和剤	2.20	1.71	2.53	2.93	3.38	26
	1973. 7 4.24	ダコニール水和剤	1.73	1.73	2.01	2.34	2.72	46
	1973. 7 6.42	ダコニール水和剤	1.61	1.73	1.87	2.17	2.51	43
K-II型	1973. 7 9.47	ダコニール水和剤	1.10	2.17	1.48	2.00	2.70	47
	1973. 7 くん煙の吐出高1.4m	ダコニール水和剤	1.30	1.95	1.62	2.03	2.54	52
	1973. 9.18 396m ² ハウス	ダコニール水和剤	0.97	1.92	1.21	1.49	1.85	28
	1974. 5. 1 1110m ² ハウス	ダコニール水和剤	1.65	2.18	2.23	3.02	4.08	13
	1974. 6.18 1110m ² ハウス	ダコニール水和剤	0.84	1.96	1.05	1.32	1.65	70
K-III型	1974. 8.30 1069m ² ハウス	ダコニール水和剤	2.50	1.99	3.10	4.00	5.07	13
	1975. 7. 3 1110m ² ハウス	ダコニール水和剤	1.40	1.51	1.52	1.66	1.81	96
	1975.11. 4 1110m ² ハウス	ダコニール水和剤 D. D. V. P 乳剤	1.34	1.73	1.56	1.81	2.11	93
	1975.11.17 1110m ² ハウス	ダコニール水和剤	1.23	1.64	1.38	1.57	1.77	72
	1975.12. 8 1110m ² ハウス	ダコニール水和剤 D. D. V. P 乳剤	1.15	1.55	1.27	1.39	1.53	80
サーチくん煙器		ダコニール水和剤	2.20	2.35	3.17	4.57	6.59	15
ジャンボサーチくん煙器		ダコニール水和剤	1.50	2.73	2.48	4.11	6.79	30

$$\begin{aligned}
 D_v^3 &= \frac{\sum(nD_p^3)}{\sum n} \\
 &= \frac{\sum n}{\sum n \cdot \log \sigma_g \cdot \sqrt{2\pi}} \\
 \int_0^\infty D_p^3 \exp\left[-\frac{(\log D_p - \log D_g)^2}{2 \log^2 \sigma_g}\right] \cdot d(\log D_p) \\
 &= \exp(3 \cdot \ln D_g + 4.5 \cdot \ln^2 \sigma_g) \quad \text{---(9)}
 \end{aligned}$$

このようにしてもとめた各平均粒子径を第II-32表に示す。

3) くん煙粒子数

くん煙粒子数は、スライドガラスに付着した粒子を顕微鏡写真をとり計数してきたが、薬量が一定である以上、粒径が大きくなれば粒子数が少なくなるのは当然のことである。

ここで、1個の粒子の平均体積を v 、粒子径 D_p なる粒子の個数を n 、体積形状係数を ϕ_v とし、さらに粒径にかかわらず ϕ_v が一定であるとする(10)式が成立する。

$$v \cdot \sum n = \phi_v \cdot \sum (n \cdot D_p^3) \quad \text{---(10)}$$

すなわち

$$\begin{aligned}
 v &= \phi_v \cdot \left\{ \frac{\sum (n \cdot D_p^3)}{\sum n} \right\} \\
 &= \phi_v \cdot D_v^3 \quad \text{---(11)}
 \end{aligned}$$

さらに、ハウス内各点で測定した全粒子数を N 、粒子の密度を ρ とし発生くん煙重が各試験において一定であるとする、すなわち、

$$\begin{aligned}
 N \cdot v \cdot \rho &= N \cdot (\phi_v \cdot D_v^3) \cdot \rho \\
 &= C \quad \text{---(12)}
 \end{aligned}$$

さらに ρ が一定であると仮定すると、(13)式が成立する。

$$N \cdot D_v^3 = C \quad \text{---(13)}$$

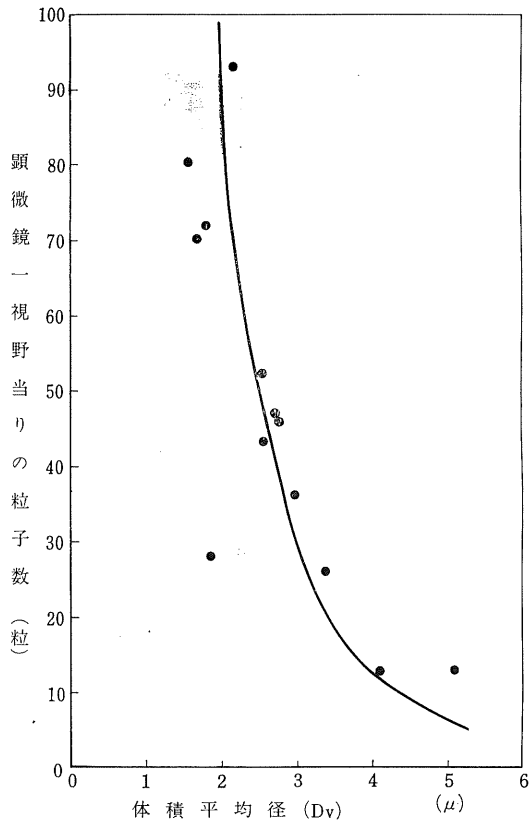
そこで第II-32表に示す K-I型~K-III型までのデータをプロットすると、第II-53図のようになり(13)式の関係を満たすことになった。

すなわち、粒子数は体積平均径の3乗に反比例するから、粒子数を多くするためには、体積平均径の小さい、すなわち細かい粒子を発生させる必要があることが再確認された。

4) くん煙粒子の拡散

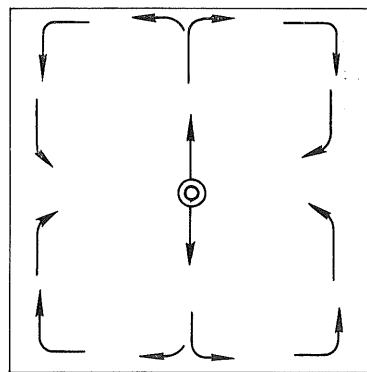
ハウス中央に設置されたくん煙機で発生したくん煙粒子は、吐出エルボからの風により一定の初速度を与えられ第II-54図に示すように拡散してゆくことが観察された。

空気中にくん煙のような粒子が浮遊している状態はエアロゾルと呼ばれ、このエアロゾルの挙動についてはブラウン運動による平均2乗偏位、また沈降についてはストークス・カミングムの式による終末速度の表現等により示される場合が多くある⁷⁾が、ハウス内空気の流動は、



第II-53図 体積平均径と粒子数との関係

(Fig. II-53. Mean volume diameter vs. number of fume particles)



◎ くん煙機

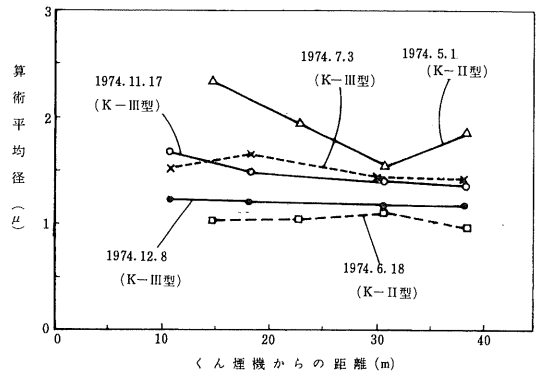
第II-54図 くん煙の拡散方向

(Fig. II-54. Diffusing direction of fumes)

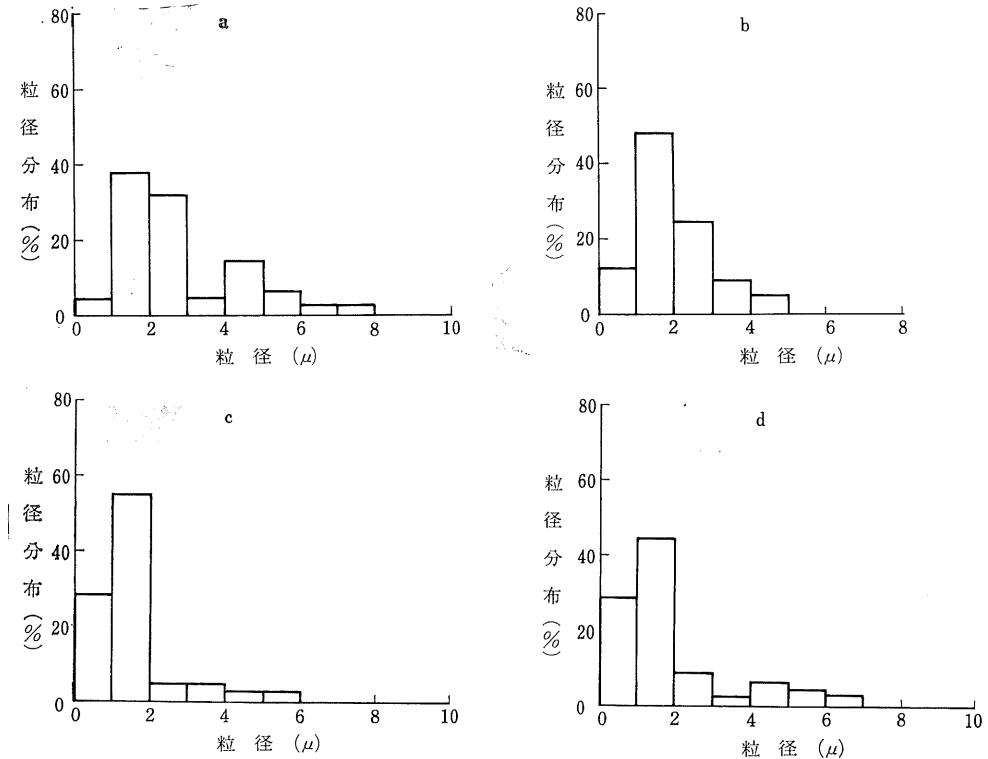
気温、地温のみならず外気風速、ハウスの構造、作物状態等により大きく変化し、さらに人為的に対流を強化させている状態では一義的に表現することはむずかしい。

ここでは、実験結果をもとにハウス内各点における粒子径分布、ハウス内各点における落下粒子数の変動および粒子体積の変動等について考察を加えた。

ハウス内各点における粒子径分布については、くん煙機からの距離別に平均粒子径（算術平均径）をもとめ第Ⅱ-55図に示した。ここでくん煙機からの距離は、1000 m²程度のハウスにおけるくん煙の拡散方向は第Ⅱ-54図のようであるので第Ⅱ-27図に示すK-II型の試験では⑥、⑦、⑩、⑪の調査点、⑤、⑧、⑨、⑫の調査点、①、④、⑬、⑭の調査点、②、③、⑭、⑮の調査点はそれぞれ同距離として、また第Ⅱ-38図に示すK-III型の試験では、⑥、⑦の調査点、⑤、⑧の調査点、①、④、⑨、⑫の調



第Ⅱ-55図 くん煙機からの距離と平均粒径との関係
(Fig. II-55. Distance from fumigating machine vs. arithmetic mean diameter of fume particle)



- | | |
|----|----------------|
| a. | くん煙機から14.9mの位置 |
| b. | " 22.9m " |
| c. | " 30.5m " |
| d. | " 38.5m " |

第Ⅱ-56図 ハウス内の位置別粒径分布 (K-II型, 1974.5)

(Fig. II-56. Particle size distribution of each positions in a vynilhouse—Model K-II)

査点, ②, ③, ⑩, ⑪の調査点はそれぞれ同距離としてくん煙機からくん煙の拡散方向に沿って直線的にもとめた。

くん煙の拡散は, 前述の諸条件等の影響により必ずしも一定の関係を見出すことはむずかしいが, 一般的にくん煙機に近いほど粒子径は大きくなる傾向であった。しかし, 発生くん煙の平均粒子径が $1.0\sim 1.5\mu$ 程度の場合には, ハウス内の位置別に差が少なく均一な拡散状態を示すことがわかった。

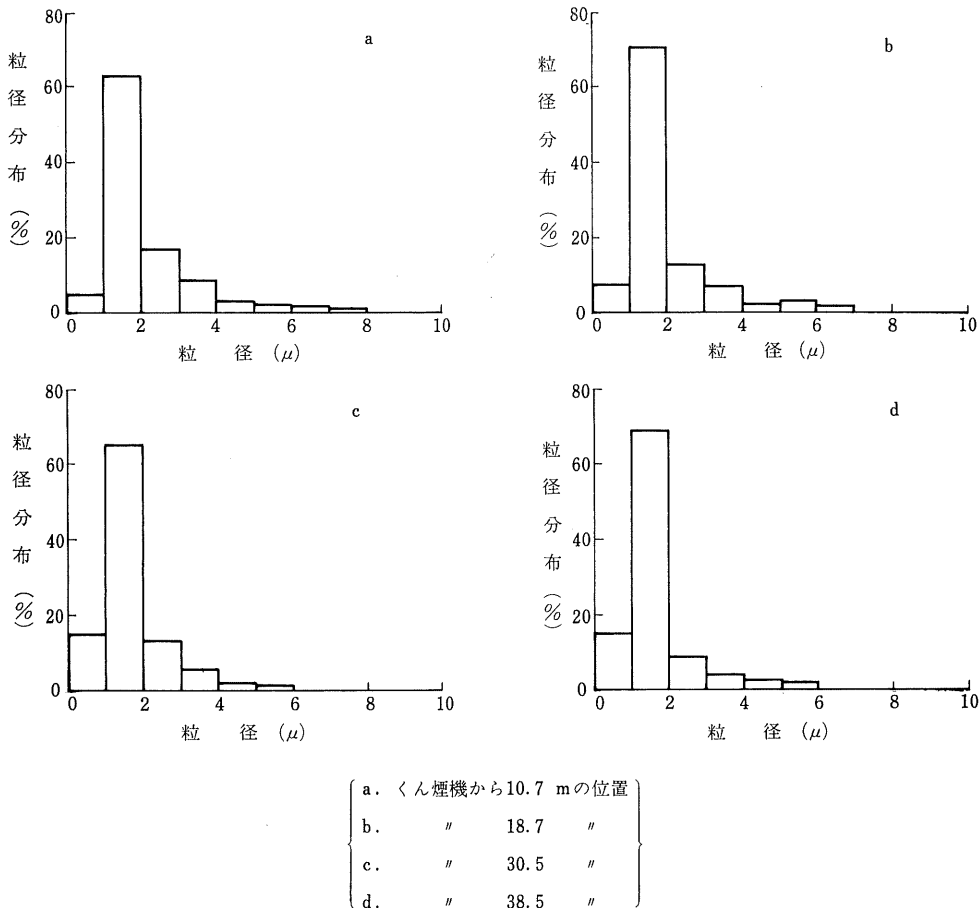
また, 調査各点における粒子径分布について, 二つの代表例を示すと第II-56図, 第II-57図のようになった。この結果より, $1\sim 2\mu$ の粒子の割合はくん煙機からの距離に対してさほど顕著な傾向は表われなかったが, 1μ 以下の粒子については距離が遠くなるほどその割合は高かった。また, 3μ 以上の粒子については, くん煙機

に近いほど多い傾向はあったが, 遠く離れた位置でも 6μ 前後の粒子の存在は認められた。

次に, 第II-32表に示す平均粒子径をくん煙機からの発生くん煙の代表粒子径と考え, この値とハウス内各点における粒子数の変動との関係をもとめると第II-58図に示すようになった。この結果, 平均粒子径が小さいほど粒子数むら(変動)が少ない傾向にあることがわかった。

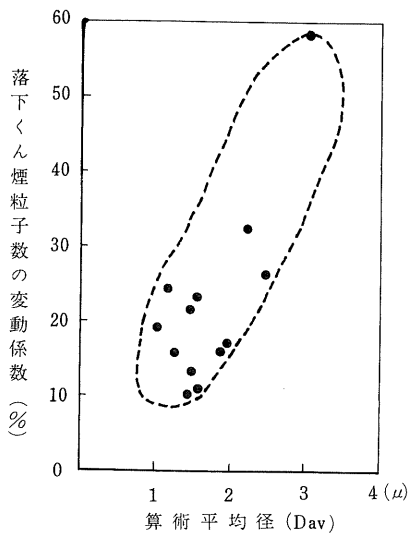
このことは, 落下くん煙粒子量(体積)についても同様なことが言える(第II-59図)。この場合代表粒子径として体積平均径をとり, 396m^2 ハウスと 1110m^2 の大型ハウスに分けて表わした。

400m^2 程度のハウスでは, 粒子径が変わっても変動は少ないが, 1000m^2 程度の大型ハウスでは, 粒子径が大きくなると変動が大きくなり不均一な拡散になることがわ



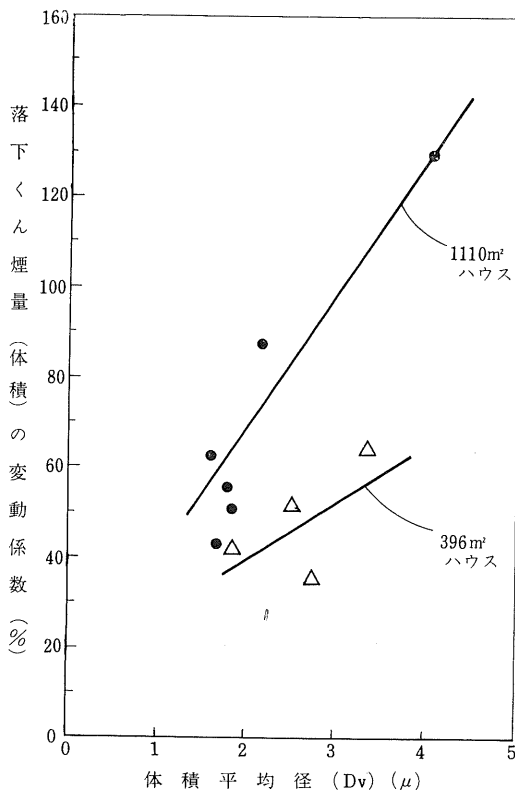
第II-57図 ハウス内の位置別粒径分布 (K-III型, 1975. 11. 4)

(Fig. II-57. Particle size distribution of each positions in a vinylhouse—Model K-III)



第Ⅱ-58図 平均粒子径と粒子数の変動

(Fig. II-58. Arithmetic mean diameter vs. change of fume particles number)



第Ⅱ-59図 体積平均径と落下くん煙粒子量(体積)との関係

(Fig. II-59. Mean volume diameter vs. deposit of fume particles (volume))

かる。よって大型ハウスでは発生くん煙の粒子径(体積平均径)を少なくとも $2\sim 3\mu$ 程度に押える必要があるように考えられる。

5) 防除効果

本試験においては、キュウリの病虫害の防除を対称としてきたが、虫害(ワタアブラムシ)に対しては、各試験においてほぼ完全な防除効果を示した。一方、病害については主としてべと病、うどんこ病について試験を行ってきたが、ここではくん煙粒子とべと病防除効果について考察を加えた。

K-II型、K-III型の実験において、ハウス各点および各棟で調査したくん煙粒子数(顕微鏡1視野 $118\times 78\mu$)とべと病病葉率の関係をもとめると第Ⅱ-60図のようになった。ここでべと病病葉率は各試験における最終調査時の値を表示した。この結果、粒子数が多くなれば病葉率は低くなり防除効果が高くなる傾向があり、病葉率を少なくとも10%前後に押えるためには、粒子数は30粒以上必要ではないかと推察される。

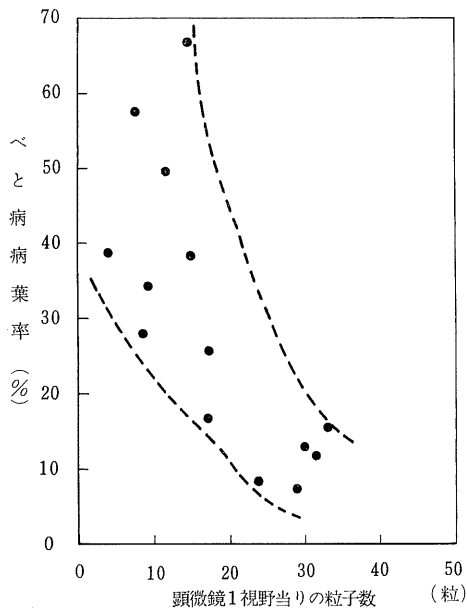
また、病気発生には種々の要因が関与するわけで、粒子数が少なくても病気発生が少ないこともあり、逆に粒子数が相当多くても病気の多発時期には抑制できない場合もある。そこで無処理区の発病に対してどの程度の発病であったかを調査する必要があると考え、第Ⅱ-60図にその結果を示した。ここで防除効果指数とは

$$\left(\frac{\text{くん煙処理区における病葉率}}{\text{無処理区における病葉率}} \right)$$

この結果、粒子数が30粒程度であれば、無処理区における病葉率の2~3割程度に抑制できたが、10~15粒程度であれば、無処理区の1/2程度に抑制することもむずかしく、条件によっては無処理区と同程度、つまり防除効果がないと判断される場合もあった。また、今回の試験では50粒以上の場合もあったが、病気の発生がなかったこともあり、その効果は確められなかったが、顕著に病気の発生を抑制できるであろうと推察される。

このように実験結果の範囲内では、粒子数が多いほどつまり、前述の結果より発生くん煙の粒子径が小さいほど防除効果が高いことがわかった。

くん煙防除法により病気発生を阻止するための第1条件としては、葉面に付着したくん煙粒子と飛散してきた病菌胞子が接触することであると考えられる。この接触の可能性は確率的な考え方で、粒子数が多いほど高いことが言える。つまり、キュウリべと病菌の分生胞子の大きさは、長径 $22\sim 30\mu$ 、短径 $16\sim 20\mu$ のレモン形をしており⁸⁾、この胞子が顕微鏡1視野($118\times 78\mu$)の区画内に飛来してくん煙粒子と接触する可能性を考えると、



第II-60図 くん煙粒子数と防除効果 (1)

(Fig. II-60. Number of fume particles vs. control effect against Downy mildew (1))

118×78 μ の区画を孢子の大きさ(代表長径25 μ , 代表短径18 μ)で分割すると20区画でき, さらに粒子が均一に分散していると仮定すると, 1視野10粒のくん煙粒子の場合には, 10区画にしか粒子が存在しないが, 30粒の場合には全区画に平均1.5粒づつ存在することになり, 接触の確率が前者が0.5, 後者が1となる。もっとも, 一つの病菌孢子に対するくん煙粒子の有効成分量は粒子径が大きいほど多いが, 病気発生防止の第1条件である孢子とくん煙粒子の接触がなければ意味がないので, 前述のような結果になったと考察する。

6. 摘要

1) ハウス内防除を無人で行なうために, 1975年から1975年までくん煙機(K-I型~K-III型)の試作研究を行なった。

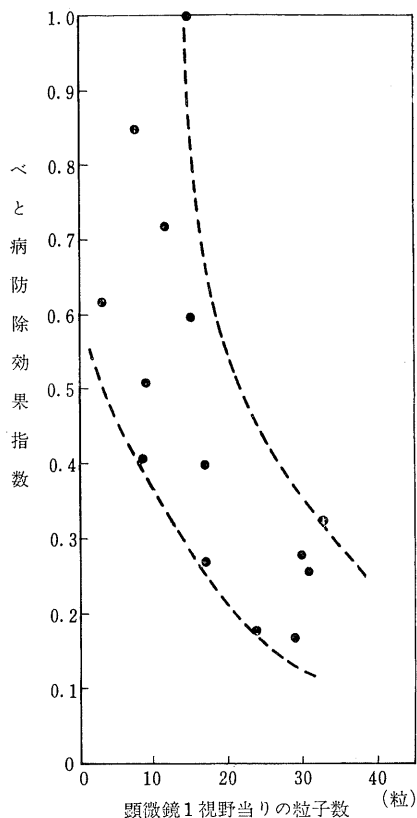
2) これらの試作機の性能を知るために次のような実験を行なった。

(1) くん煙の発生に関する試験

(2) くん煙の拡散に関する試験

くん煙の拡散状態は, K-I型においてはハウス内各点で測定したくん煙濃度の変動で, K-II型, K-III型においてはハウス内各点で測定したくん煙粒子数の変動で表わした。

(3) キュウリのべと病, うどんこ病, 灰色カビ病, 菌



第II-61図 くん煙粒子数と防除効果 (2)

(Fig. II-61. Number of fume particles vs. control effect against Downy mildew (2))

核病, およびワタアブラムシに対する防除効果試験

供試薬剤は, ダコニール水和剤, モレスタンH50, スクレスくん煙錠およびD. D. V. P乳剤で防除効果試験と同時に葉害についても観察した。

3) K-I型の試作研究

(1) くん煙機K-I型は, 主として第II-1図に示すように送風機, ヒータ, 蒸発皿および制御箱より構成されている。蒸発皿で発生したくん煙は, 送風機が送られる風により真上に吹き上げられ, その後屋根内面に沿ってハウス内に拡散する。ヒータ出力の調節およびヒータと送風機を自動的に運転したり停止したりすることは容易に行なえるようになっている。

(2) 168m²ビニールハウスでK-I型とサーチくん煙機の比較試験を行なった結果, K-I型によるくん煙の拡散は, サーチくん煙器に比較してより均一であり, また, K-I型から発生するくん煙粒子はサーチくん煙器の粒子より細かかった。

(3) 41.3m² ビニールハウスでK-I型、サーチくん煙器、小型噴霧器を使用してキュウリのべと病、うどんこ病、灰色カビ病および菌核病に対する防除効果試験をしたところ、優劣をつけることはできなかった。もちろん、無処理に比較するとはるかにその効果は高かった。

(4) もし、K-I型を大型ハウスで使用するとすれば、上記試験の観察より次のような点が懸念された。

ア ハウスの大きさにより、風量を変えたとすれば、蒸発皿周辺の風速の変化とともにそこからの熱損失が異なりヒータ出力を調節することがむずかしいこと。

イ くん煙を真上に吹き上げるのでハウス内のくん煙の拡散が均一にならないと推定されること。

(5) 上記問題点を解決するために、次のように改造し、これをK-II型とした。

ア 蒸発皿をくん煙機上部に取り付け直接風に当たらないようにした。

イ 第II-11図、第II-12図に示すようにくん煙機上板に2つのエルボを取り付け、くん煙がエルボから吐出される風に吸引され畦に沿う2方向に拡散するようにした。

4) K-II型の試作研究

(1) 二つのエルボから吐出する風量とくん煙の吐出高さの適正値を知るために風量を4段階(2.24, 4.24, 6.42, 9.47m³/min)に、くん煙の吐出高さを2段階(140cm, 70cm)に変えて、308m² ビニールハウスでくん煙の拡散について試験したところ、ヒータ出力が約530Wで風量が4.24m³/min以上の条件が満たされれば、300m²程度のハウスであれば均一なくん煙の拡散状態になることがわかった。

くん煙の吐出高さに関しては、140cm高さの方が70cm高さに比較してより均一な拡散状態になったが、70cm高さでも十分実用に供しうると考えられた。

(2) 上記条件のもと、396m² ビニールハウスでの試験では、キュウリべと病、うどんこ病およびワタアブラムシに対する防除で満足できる結果を示し、さらに2 μ 以下のくん煙粒子数割合は89%となり、くん煙の拡散も均一であった。

(3) 一方、蒸発皿を6.5cmに深くし、風量を6.4m³/minに増加して、1110m²ハウスで試験をしたところ、同じ病気に対し、その防除効果は満足できる結果ではなかった。我々は、くん煙粒子が大型化しそれにとまってくん煙粒子数が減少したことが、この結果になった主たる原因と考えた。

(4) くん煙粒子径が大きくなったことには、それなり

の原因があるはずである。そこで、我々はこの問題を究明するために同じハウスで次の条件のもとで、くん煙の拡散に関する試験を行なった。

ア 薬量(ダコニール水和剤)を100gに減少させた条件

イ 蒸発皿周辺の断熱を良くした条件

結果は次のとおりであった。

ア 薬量を減じて、くん煙粒子径は小さくならなかった。

イ 断熱を良くすると、くん煙粒子径が小さくなり、2 μ 以下の粒子数割合は93%となった。それにとまなくん煙粒子数は上記結果の5倍程度に増加し、より均一なくん煙の拡散状態を得ることができた。

(5) 2~3種類の薬剤を同時処理するために蒸発皿を大きくし、ヒータ出力を1200Wに増加するよう改造し、これをK-III型とした。

5) K-III型の試作研究

(1) 1069m² ビニールハウスでの試験では、くん煙の拡散もキュウリべと病に対する防除効果も十分でなかった。

(2) K-II型同様、蒸発皿周辺の断熱性を良くするとともにヒータが停止した後も、さらに15分間送風を続けたところ、満足できる拡散状態を得ることができた。

しかし、試験区および無処理区とも病気の発生がなかったため、キュウリ黒星病菌を接種して防除効果を調査したところ、十分な効果が認められた。

6) 考察

K-I型からK-III型の実験結果より次の事柄が判明した。

(1) 1000m²程度のハウスにおいて、試作したくん煙機により、くん煙を均一に拡散させることができた。

(2) くん煙粒子の粒径分布は、対数正規分布に適合し、幾可平均径(D_g)と幾可標準偏差(σ_g)により特徴づけられる。

(3) 算術平均径、面積平均径、体積平均径は各々(7), (8), (9)式で計算され、その結果第II-32表のようになった。

(4) 供試薬剤の使用量が一定である場合、くん煙粒子数は、体積平均径の3乗に反比例することを再確認した。

(5) 一般的に、ハウス内での落下粒子の大きさは、くん煙機に近いほど大きくなる傾向があった。しかしながら、くん煙機で発生するくん煙の粒子径が算術平均径で1~1.5 μ の範囲であれば、上記傾向はなくなりより均一な拡散が得られた。

(6) ハウス内各点に落下するくん煙の粒子数および量(体積)の変動は、くん煙機から発生するくん煙粒子が

大型化するほど大きくなる傾向があった。

(7) 全試験を通じ、キュウリのワタアブラムシに対する防除には満足できる結果が得られ、また葉害についても実用上問題にならない程度であった。

(8) 落下くん煙粒子数とべと病の防除効果との関係を

調査したところ、粒子数が多いほどその効果は高くなることがわかった。

(9) 今後、他の薬剤をこの機械に適用して試験を行なう必要がある。

参 考 文 献

I 野菜生産施設内防除の現状

- 1) 農林省食品流通局野菜振興課：『昭和50年度野菜・花き総括検討会議資料』（1976）
- 2) 本橋精一他：『野菜の病害虫診断』農山漁村文化協会（1975）
- 3) 福永一夫：『農薬ハンドブック』日本植物防疫協会（1976）
- 4) 日本機械学会：『機械工学便覧』（1976）
- 5) 夏目孝男：『野菜病害虫防除に関するシンポジウム資料』日本植物防疫協会（1974）
- 6) 芳岡昭夫：『野菜病害虫防除に関するシンポジウム資料』日本植物防疫協会（1974）

II 自動式くん煙機の試作研究

- 1) 芳岡昭夫：『ハウスにおける農薬の蒸散法』——『植物防疫』，1971，25巻，第3号
- 2) 小沢行雄：『人工煙霧による凍霜害予防に関する研究』，農業技術研究所報告A第8号，1961
- 3) 大気汚染研究全国協議会第2小委員会編：『大気汚染ハンドブック(1)』，コロナ社，1971。（1例として）
- 4) 芳岡昭夫他：『蒸散法に関する研究(第3報)』，奈良県農業試験場報告第4号，1972
- 5) 日本植物防疫協会編：『野菜病害虫防除に関するシンポジウム資料』，1974
- 6) 井伊谷鋼一編集：『粉体工学ハンドブック』，朝倉書店，1969
- 7) 田中清造他：『水蒸気同伴法（蒸散法）による農薬の煙化について』，三光化学工業(株)技術資料，1970
- 8) 河田党編：『作物病虫害事典』

SUMMARY

In this paper we describe an experimental study of the automatic control fumigating machine.

There are two methods to prevent the diseases and the injurious insects to the greenhouse vegetables. They are a liquid spraying method and a chemical fog diffusing method.

It is dangerous to spray the liquid in the greenhouse for the worker because he is covered with the liquid. So the sprayer is investigated and improved to the automatic control system with battery car or the monorail carrier. The fog machines which are used in the greenhouse are the pulse fog, the fumigator and the steam fogger. When we use these fog machines, the chemical fog must be defused uniformly in the greenhouse. Then the automatic control fumigating machine which is our trial production can prevent the greenhouse vegetable diseases and cover an area of 10a. The construction of this machine consists of the electric heater and the blower. The pesticides is heated by the electric heater and emit the fumes. The blower diffuse the fumes in all over the greenhouse. In such a way, this machine is used automatically to prevent the diseases and the injurious insects to the greenhouse vegetables.

1. To prevent the diseases and the injurious insects without staff, we have conducted the developing investigations [on automatic control fumigating machine (Model K-I, K-II, K-III) between 1972 and 1975.

2. Following experiments on the performance of those trial machines were made.

- 1) Experiment on generation of fumes.
- 2) Experiment on the diffusion of fume particles.

The diffusion of fume particles was expressed as a change in fume density measured at each positions of vnylhouse in the case of Model K-I and was expressed as a change in number of fume particles measured at each positions of vnylhouse in the case of Model K-II and K-III.

3) Experiment on the control effects against

Downy mildow, Powdery mildow, Gray mold, Sclerotinia rot and Cotton aphid of cucumber.

Pesticides in this experiment were Daconil wettable powder, Morestan H 50, Selex fumigant and D. D. V. P emulsifiable concentrate, and we observed chemical injury to cucumber at the same time.

Developing Investigations on Model K-I.

1. Fumigating machine (Model K-I) is mainly composed of the blower, the electric heater, the pesticides tray and the control box as shown fig. II-1. Fumes generated in the pesticides tray are blown up straight upwards by wind delivered from the blower, and after that, fumes diffuse throughout a vnylhouse along inner surface of the roof. It is possible to regulate output of heater and to start and stop a driving of heater and blower automatically.

2. As a result of comparing experiments in 168m² vnylhouse Model K-I with Sāchi-Fumigator, the fume diffusion by Model K-I was more uniform than that by Sāchi-Fumigator and the size of fume particles generated from Model K-I was finer than that from Sāchi-Fumigator.

3. When we investigated the control effects against Downy mildow, Powdery mildow, Gray mold and Sclerotinia of cucumber by use of Model K-I, Sāchi-Fumigator and small sprayer in 41.3 m² vnylhouse, there was little reason to choose between plot applied Model K-I and other methods. Ofcourse, those effects were far better than plot not applied.

4. If we use Model K-I in larger vnylhouses, following problems were feared from the observations above the experiments.

1) If we change wind volume according to the size of vnylhouse, it is difficult to regulate output of heater because heat loss from the pesticides tray changes with wind velocity around it.

2) It is assumed that the fume diffusion is not

even because of blowing up straight upwards.

5. To solve above problems, we reconstructed as follows, and named to Model K-II.
 - 1) The pesticides tray was so located on the upper plate of the machine as to be unexposed directly to wind.
 - 2) Two elbows were located on the upper plate of the machine as shown fig. II-11, II-12, so that the fumes were sucked by wind delivered from the elbows and diffused in two directions along the ridge.

Developing Investigations on Model K-II

1. We investigated the fume diffusion changing wind volume delivered from the elbows in four steps (2.24, 4.24, 6.42, 9.47 m³/min) and the blowing height in two steps (140cm, 70cm) in 308m² vinylhouse in order to know fitting values of that things. As a result, we found that if the conditions of about 530w output of heater and wind volume over 4.24m³/min were satisfied, sufficient results of the fume diffusion were obtained in around 300m² vinylhouse.

In regard to the blowing height of the fumes, the result of the fume diffusion on 140cm height was more uniform than that on 70cm height. But, even 70cm height condition, we considered to can be received practical application.

2. As a result of the experiment on above conditions in the 396m² vinyl house, the control effects against Downy mildew, Powdery mildew and Cotton aphid of cucumber were satisfactory. In addition, the percentage of fume particles with diameter under 2 μ was about 89% and the fume diffusion was even thereby.
3. On the otherhand, as a result of the experiment by use of Model K-II deepened the pesticides tray to 6.5cm and increased wind volume to 6.4m³/min in 1110m² vinylhouse, the control effects against same diseases were unsatisfactory.

We considered that increasing of the fume particle size and decreasing of the fume particle number thereby were the main reason of those results.

4. Increasing of the fume particle size must have its own reason. So, experiments on the fume diffusion under next conditions were performed to study this problem in same vinylhouse.
 - 1) Under condition of reducing the amount of

pesticides (Daconil wettable powder) to 100g.

- 2) Under condition of improving the adiabatic character around the pesticides tray.

The results were as follows,

- 1) Reducing the amount of pesticides didn't come to decrease the particle size.
- 2) Improving the adiabatic character came to decrease the particle size and the percentage of fume particles with diameter under 2 μ was 93%.

Thereby, the number of fume particles increased by about five times that of above result and more uniform diffusion of fumes was obtained.

5. In order to treat pesticides of a few kind in the same time, We enlarged the pesticides tray and increased output of heater to 1200w, and named to Model K-III.

Developing Investigations on Model K-III

1. As a result of the experiment made in 1069m² vinylhouse, the fume diffusion and control effect against Downy mildew of cucumber were unsatisfactory.
2. When we improved the adiabatic character around the pesticides tray same as Model K-II and the blowing air was allowed for another period of fifteen minutes after heater cutting off, the satisfactory results of the fume diffusion were obtained.

But, as there was not the outbreak of diseases both on plots applied and not applied during experiment, we investigated the control effect by use of inoculation of Scab germ.

As a result, sufficient effect was recognized.

Discussion

The following was found from the experimental results of Model K-I to Model K-III.

1. We could diffuse the fume particles uniformly in about 1000m² vinylhouse by use of the trial fumigating machine.
2. The diameter distribution of the fume particles can be expressed by the Log-Normal Distribution and is characterized by geometric mean diameter (D_g) and geometric standard deviation (σ _g).
3. Arithmetic mean diameter, mean area diameter and mean volume diameter are calculated by equation (7), (8) and (9), respectively and the

results are shown in table II-32.

4. When the amount of used pesticides was constant, we reconfirmed that the number of fume particles was inversely as mean volume diameter cubed.
5. Generally, the size of dropping particles in a vinylhouse had a tendency to increase with approaching to the fumigating machine. however, when the diameter of the fume particles generated from the fumigating machine was in the range of about $1.0\sim 1.5\mu$ in arithmetic mean diameter, there was not above tendency, and more uniform diffusion was obtained.
6. The change on number and quantity (volume) of dropping particles at each positions of vinyl-

house had a tendency to grow large as increased the size of the fume particles generated from the machine.

7. Throughout all experiments, it was found that the control effect against Cotton aphid of cucumber was satisfactory and the chemical injury to cucumber didn't matter in practical application.
8. As a result of investigating the relation between the number of dropping particles and the control effect against Downy mildew, it was found that the more number of dropping particles, the larger its effect become.
9. After this, it will be necessary to apply other kind of pesticides to this trial machine.

自動くん煙機に関する研究

— 研究所報告第10号 —

昭和52年 3月25日発行

頒価 2,100円

埼玉県大宮市日進町1丁目 農業機械化研究所