

植物防疫

昭和四十三年八月二十五日 印刷
昭和四十三年八月三十日 發行
昭和二十四年九月九日 第三種郵便物認可
(每月一回三十日發行)

1968

8

VOL 22

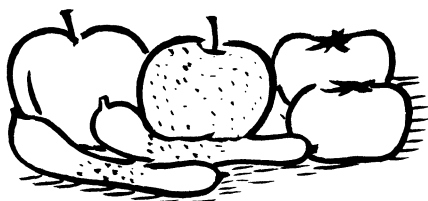
特集 農薬の物理性

VOL 22

果樹・果菜に

有機硫黄水和剤

モノックス



説明書進呈



- ◆ トマトの輪紋病・疫病
- ◆ キュウリのべと病
- ◆ リンゴの黒点病・斑点落葉病
- ◆ ナシの黒星病・黒斑病
- ◆ カンキツのそうか病・黒点病
- ◆ スイカの炭そ病
- ◆ モモの灰星病・黒星病・縮葉病

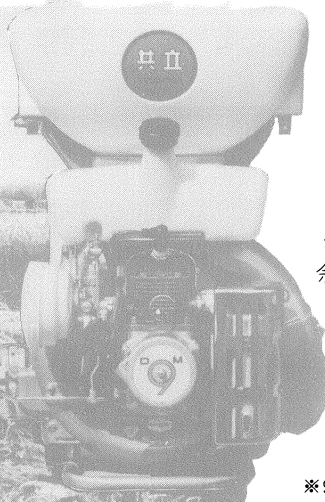
大内新興化学工業株式会社
東京都中央区日本橋小舟町1の3の7

共立背負動力防除機

防除がすんだら
稲刈りに
お使い下さい。

防除機の決定版！

DM-9



共立のDM-9は稼働率100%、馬力に余裕がありますから、一般の散粉、散粒、ミストの他に稲刈り、麦刈り、火焰放射、中耕除草と20種以上の作業がこなせます。防除機として使った後は、稲刈り機としても使えます。

※稲刈り機として使用すれば1～1.5時間で10アールの稲をらくらく刈り取れます。

※9.3kgという軽量、どなたにでも簡単に操作できます。



共立農機株式会社

本社販売部：東京都新宿区角筈2-73（星和ビル）
TEL：03-343-3231（大代表）

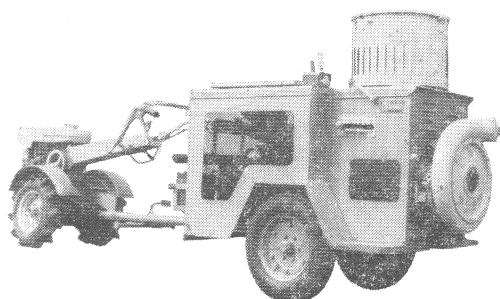
※お問い合わせは最寄の農協・販売店どうぞ！！

世界に **アリミツ** 高性能防除機 伸びる

ブランドダスター 散粉機の王様！

PD-100B型 牽引タイプです……ティラー等3～4 P.S程度で牽引でき、農道より散布するタイプです。
エンジン付きです……強力なカワサキエンジンKF—150型を使用、17 P.Sの強馬力です。

PD-100A型 マウントタイプです……15～20 P.SトラクターのP.T.Oを利用した軽量タイプです。



- 機構・操作が簡単です……伝導部を一つのボックスにまとめたギヤー伝導です。また調節部も一ヶ所にあり操作が簡単です。
- 高性能・高能率です……独自開発による送風機の自動首振装置により、ナイヤガラ粉管で100 m巾均等散布ができます。(10 a 散布約15秒～20秒)
- 連続作業ができます……補助農薬槽があり連続補給で能率的です。
- 耐久力絶大です……伝導部はオイルボックス内でギヤー伝導で行い、半永久的です。



有光農機株式会社

本社 大阪市東成区深江中1 電話代 (971)2531

大好評

安心して 使える **クミアイ 農薬**



◎いもち病新特効薬

大河内記念技術賞
に輝く

キタジン[®]P

◎もんがれ病専門薬

ネオアジン[®]

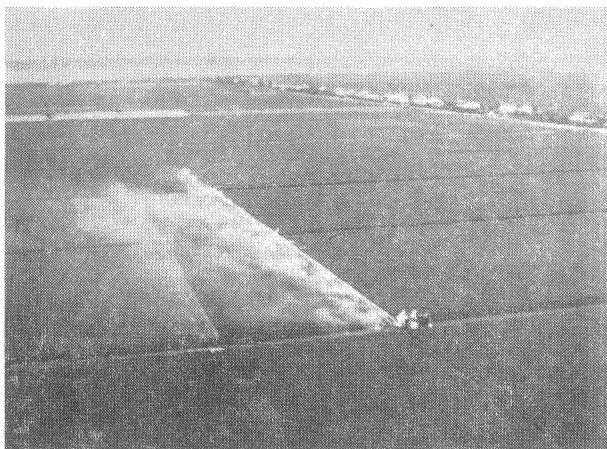
◎果樹・野菜・花の病害
防除に強力!!

ダイファー[®]水和剤

お求めはお近くの農協へ

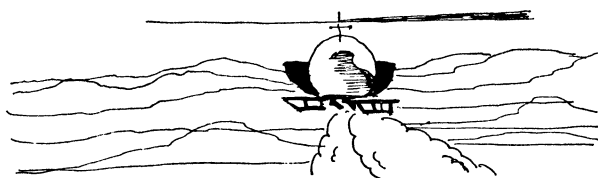


イハラ 農薬株式会社



お問い合わせは 東京都渋谷区桜ヶ丘町32 協栄ビル 技術普及課S係へ

種子から収穫まで護るホクコー農薬



いもちバツサリ！お米ドッサリ！！

■いもち病防除には安心して使え卓効のある

**ホクコー
カズミン[®]**



野菜作りに欠かせない

■優れた効果で安定した収穫を——

**ホクコー
ポリラム**水和剤

スイカつるがれ病

たんそ病

稲もんがれ病に

■経済的で卓効——

モン乳剤



北興化学

東京都千代田区内神田 2-15-4 (司ビル)
支店：札幌・東京・新潟・名古屋・大阪・福岡

創立

50年

サンケイ 農薬

根から吸収する殺虫剤

ジメトエート粒剤

蔬菜の病害にかかせない

ポリラム水和剤

しらはがれ病の特効薬剤

フェナジン粉剤・水和剤

畑作除草剤に

アフアロン水和剤, **MO**乳剤

カタツムリ・なめくじ駆除に

スネール粉剤

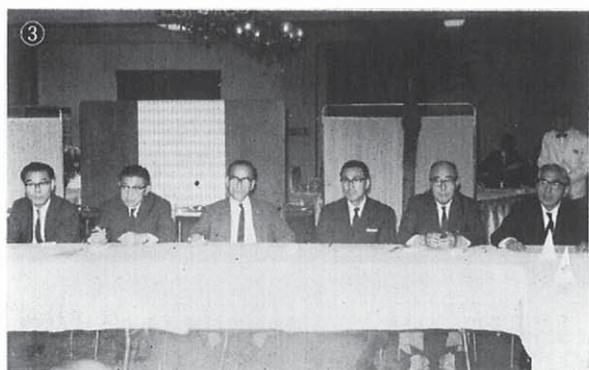


サンケイ化学株式会社

本社 鹿児島市郡元町880

東京支店 千代田区神田司町2の1 神田中央ビル

植物防疫推進懇談会



<写真説明>

- ① 来賓（中央左から）
太田農政局長，田所農政局参事官，白根農政課長，
安尾植物防疫課長
- ② 島田農林水産航空協会会長の経過報告
- ③ 司会する堀日本植物防疫協合理事長（右端）
- ④ 伊東正義氏（全国農業共済協会会長）の会長就任挨拶
- ⑤ 乾杯
- ⑥ 伊東正義会長の笑顔
- ⑦ パーティスナップ

植 物 防 疫 推 進 懇 談 会 発 足

植物防疫事業の一層の発展を期し、各関係団体相携えその推進をはかるため、7 月 10 日下記団体が赤坂プリンスホテルに会合し、植物防疫推進懇談会が発足した。

会長に伊東正義氏（全国農業共済協会会長）、代表幹事に堀 正侃氏（日本植物防疫協会理事長）が推された。

なお、来賓として太田農政局長、田所農政局参事官、白根農政課長、安尾植物防疫課長、遠藤植物防疫課課長補佐らが出席された。

会 員 団 体 （アイウエオ順）

植物防疫全国協議会 全国購買農業協同組合連合会 全国農業共済協会 全国農業協同組合中央会
全国農薬商業協同組合連合会 日本植物調節剤研究協会 日本植物防疫協会 農 薬 工 業 会
農林水産航空協会 防 除 機 械 協 会

当 日 の 出 席 者 （○印幹事）

植物防疫全国協議会

千葉弘毅（会長） ○浅見孝男（副会長） 片木尚寿（常任幹事）

全国購買農業協同組合連合会

久門博夫（常務理事） 戸沼得二（資材部次長） ○飯島 鼎（農薬技術普及室長）

全国農業共済協会

伊東正義（会長） 下山一二（副会長） ○多々良哲次（嘱託）

全国農業協同組合中央会

成毛半平（営農対策室長）

全国農薬商業協同組合連合会

松田吉雄（会長） ○五嶋文郎（専務理事）

日本植物調節剤研究協会

○吉沢長人（事務局長）

日本植物防疫協会

堀 正侃（理事長） ○井上菅次（常務理事） 斎藤 忘（総務課長）

農 薬 工 業 会

西 圭一（会長） ○大山琢三（常務理事）

農林水産航空協会

島田日出男（会長） 岩田松太郎（常務理事） ○上田浩二（事務局長）

防 除 機 械 協 会

遠藤三郎（会長） ○松井銀之助（常務理事） 曾根雅永（理事）

第 22 卷 第 8 号
昭和 43 年 8 月号

人事消息.....2, 8





世界にのびる

バイエルの農薬

特農農薬研究所

説明書進呈

日本特殊農薬製造株式会社
 東京都中央区日本橋室町2の8

滲透移行性が強い

●アブラムシ専用剤

武田サヒゾン水和剤

- 滲透移行性が強い**
サヒゾンは新芽や、巻いた葉の中のアブラムシを殺します。
- 効果が長く続く**
つぎつぎに発生してくるアブラムシをサヒゾンは長期間にわたり、的確に防ぎます。
- ウイルス病を防止する**
アブラムシが伝播するウイルス病を未然に防ぎます。
- 安全に使用できる**
薬害・臭気・毒性の心配がなく収穫まぎわでも使用できます。

●メロン・スイカ・キュウリのつるがれ病に

武田グリセオ ペースト5



武田薬品

農-24

新製品

そさいヨトウムシ
果樹害虫の防除に



東亜 サリチオン 乳剤

新型有機りん殺虫剤

- 極めて毒性の低い国産農薬です。
- 落葉果樹・そさいの広範囲の害虫にパラチオンなみのすぐれた効果を示します。
- かんらん・大根などのそさいには薬害が少なく安心して使えます。



(お問い合わせは本社普及課へ)



東亜農薬株式会社
東京都中央区京橋2丁目1番地

農 薬 の 物 理 性 に つ い て

農林省農業検査所 鈴 木 照 磨

は じ め に

このたび“農薬の物理性”に関する特集が企画され、幹事諸氏の努力によって、多数の寄稿が集められた。求められるままに頭書を執筆することになり、原稿を通覧させてもらったがこのほかに水面施用剤の物理性という項目もあったようである。

この企画がなかなかむずかしいものであることは予想されたところである。

初め“農薬の物理性と効果”というテーマであったが、効果まで言及することになると困難が増すので“効果”に対する責任は免除されたように聞いている。

特集のねらいもいろいろあるようであるが、この特集は最近の散布に伴う新しい動きを中心に、農薬の物理性を見直すということのようで、決してまとまった結論を得ようとしたものではない。問題提起というべきであろう。

I 物理性ということ

物理性ということばは多分にあいまいである。化学性、生物性とはいわないが、物理性ということばがもっともらしく使われるのは、化学にも、生物にも属さない面をひとくりにしているからであろう。

“粉剤の物理性”と“殺菌剤の物理性”と“殺線虫剤の物理性”と並べてみると、本質が少しずつ違うようである。粉剤は製剤であり、殺菌剤は生理活性物質であり、殺線虫剤は製剤と生理活性物質と切り離せないことが多いものだからである。この特集では、物理性が広く解釈されていて、内容はバラエティに富み、次元の違った解説にみえるところもあるだろうが、一つの球に包含され、どこかで互に関連する総合が望まれる。

元来自然は化学と物理と生物にわかれる。しかしこの三つは判然とわかれていてのではなく、その境界に物理化学、化学物理、生理化学、生物化学、生物物理などの領域が介在するが、最近では分析化学や構造化学の解明さえ、物理的な機器によって占められつつある。ミクロの生物の世界も、物理の応用によって鮮明にされつつあって、物理は化学や生物の領域に、有益な手段を提供している。また生物は化学の積み上げであるにもかかわらず“生命”の不可思議のため、微細かつ複雑な扱いを余儀

なくされているのである。

物理性とは、物理によって解明されつつあるあらゆる現象をさすともいうべくその意味ではいたるところにころがっているといえる。反つてふだん気のつかぬ目だたない存在になっていて、しかも欠くことのできない現象である。

農薬の物理性というのはちょうど活性物質（化学）というきれいな花を有害生物という王女までとどける橋渡し役のような位置にある。王女は城の中において城壁で保護されている。城門へ通ずる道には、関所があって、勝手に近づけない。花を届ける使者は誠心事にあたらなければならない。知恵も働かせなければならない。道草を食っては困る。目的をはたさずもどることもあろう。そこである人は城壁をのぼった苦心を書くであろう。ある人は道中のエピソードを書くかもしれない。ある城は山の上にあり、ある城は堀で囲まれているかもしれない。まわりでうるさく騒ぎたてると、城壁を高くして王女は抵抗を示すこともある。

II 本当のことと見掛のこと

農薬の物理性は、本当のことと見掛のことが混同されやすい。農薬の化学構造と効果という因果関係がなかなか合理的にまとまらないのは、本当の話ではなく、見掛の話だからである。現実には（経済的には）本当のことはさておき、見掛のことだけで十分間にあうことも少なくない。因果関係が整頓されなくても、効果が高いという、見掛のことに誤りはないからである。

ぶっかけ試験を実施したり、新農薬を探りあてるのはまだ本当のことがわかっていないからである。本当のことというのは花を王女に届ける道中（物理性）のことである。あまりきれいでない花のほうが届いて、きれいな花は届かないことも起こるのは道中の物理性に欠陥があるためである。

農薬の物理性の研究をする場合には、本当のことと見掛のことを見誤ってはいけな。見掛のことを観察するのは、やさしいことである。しかしそれは条件が変われば、また変わるものであるから、条件をいっぱいつけて表現をしておかなければならない。その条件をいい加減にすると、いつも同じ結果が得られるような錯覚を起こしてしまう。これは本当のことではないのである。粉剤

の比重、農薬の付着、表皮への透過などについて本当のことか見掛のことか吟味することが大切である。本当のことを調べて、見掛のことをきめる場合と、見掛のことを調べて、本当のことを探り出す場合がある。後者の場合は見掛のことから真実を探し出そうとする努力である。農薬の場面（したがってそこに使われる農薬の場面にも）には、見掛のことが多すぎて、本当のことがなかなかわからないのである。見掛のことに押しつぶされそうになりながら耐えてゆかなければならない。

農薬の作用機作の中にも実は物理性が含まれている。そして一生懸命きれいな花を作って王女に届けようと努力をする人が多いが、奇想として空から王女に花を落とそうと考える人もでてくる。これも農薬の物理性の改善の一つである。

III 農薬の物理性の研究の特長

農薬の物理性の研究にはいろいろと困難が伴う。再現性に乏しいということも、ミクロの世界の扱いがまだ不十分ということもその一つである。

再現性が乏しいということは、研究の条件を整一にすることがむずかしいということである。そのためどうしても統計的な取まとめになりやすい。粉末の粒度は均一ではない。そこにあるものは粒子の大きさの分布ばかりで、扱いは平均粒度という仮のもので行なわれる。そのうえ時間的、空間的に条件を制御することに困難を感じているのである。

ミクロの扱いをする場合も、また不十分な操作法しか持ち合わせない。細胞への透過を知ることも簡単な模型的な実験しかできない。実験によっては似て非な結果になってしまう。豊富に材料を集め、正確な結果を得ることにはなお大きな関心が寄せられる。

また物理性の因子の中には互いに相反する作用をするものが錯綜し、われわれの欲求も身勝手なことが多い。粒子を細かくするほうが効果が高いと考えながら、粒子が細かいと遠方へ漂流し、流亡するばかりでなく、農薬の安全使用に反するという。細胞の透過がよいと農薬の効果が高い場合もあれば、薬害の大きい場合もある。一つの因子だけを追っていると物理性の全貌を見失ってしまう。それにしてもあまりにたくさんの条件に耐えきれず、二次元の座標に画いて考察を行なうのが普通である。にもかかわらず物理性の問題は静的な問題ではなく、動的な問題であることも忘れるわけにはいかない。

われわれが基本とする量は“長さ”と“時間”と“重さ”である。これに温度と圧力が付随する。ごく短い長さや時間を問題にしようすると困難に達する。われわれはわざわざエネルギーの乱れた状態を出現させてエネルギーの均衡化を期待しこれを観測しているのである。

IV 農薬の物理性と経済性

農薬の物理性と経済性とは直接は関係のないものである。しかし農薬の経済のために、農薬の物理性が強調されていることも否めない事実である。農薬の物理性を確認して、農薬を上手に使いこなすことと、物理性を攪乱するための資材（いわゆる補助剤）を投入して物理性を調節することが農薬の物理性研究の目的である。その際研究を進めるための用語が時に混乱するようであるが、慎重な取扱いが望ましい。

農薬の物理性の研究には、一方ではあまりに幅狭した現象の簡潔な理論的な取扱いをする必要があり、一方では研究の高能率化と、再現性確保のために計測の自動化、装置の大型化、精密機器の導入などが今後ますます必要になる。

人 事 消 息

芳賀昭世氏（兵庫県農林部農蚕園芸課長）は蚕糸園芸局園芸振興課へ

小原 隆氏（横浜植物防疫所本所国際課防疫管理官）は横浜植物防疫所本所国内課長に

関塚昭明氏（横浜植物防疫所福島出張所長）・清水政利氏（神戸植物防疫所和歌山出張所長）は同上国際課防疫管理官に

白井 正氏（横浜植物防疫所本所国内課長）は同上札幌支所長に

浅野茂義氏（同上札幌支所長）は退官

青木武三氏（同上本所国際課防疫管理官）は横浜植物防疫所福島出張所長に

水流照男氏（神戸植物防疫所宇野出張所長）は神戸植物防疫所本所国内課防疫管理官に

中里 清氏（神戸植物防疫所本所国内課）は神戸植物防疫所本所国内課種苗係長に

伊藤善太郎氏（同上国内課種苗係長）は同上宇野出張所長に

松原芳久氏（横浜植物防疫所羽田支所係長）・大野静男氏（名古屋植物防疫所本所国際課）は小笠原総合事務所へ出向、植物防疫官併任

本間政治氏（北海道十勝支庁水産課課長補佐）は北海道農務部農産園芸課農産係長に

柏木 盛氏（北海道農務部農産園芸課農産係長）は北海道網走支庁農務課長に

福田 隆氏（青森県農林部開拓課調査係長）は青森県農林部農務課農産係長に

三上 博氏（同上農務課農産係長）は同上県中南地方農林事務所農務課改良係長に

微量散布用薬剤の物理性

全購連農業技術センター 上 島 俊 治

はじめに

微量散布とは、農薬の原体あるいは原体を少量の不揮発性溶媒にとかしたものを、水で希釈しないでそのまま散布して病害虫を防除する方法で、散布量が 10 a 当たりほぼ 300 ml 以下の場合をさし、現在わが国で実施されている水稻関係の微量散布では 10 a 当たり 100 ml 前後が中心となっている。

このような微量散布という新しい名称をつけたのは、液剤散布で呼ばれている少量散布とか濃厚少量散布と区別するためにつけられたもので、きわめて少量散布と考えられていたヘリコプタによる液剤散布 (10 a 当たり 3 l 散布) に比べてもその散布量はなお 1/30 程度となり、そのために種々の利点を生ずることになる。

この新散布法は 1963 年アメリカの農務省の MESSENGER^{1,2)}により、航空機を用いマラソン原体を散布して害虫を防除する方法として発表されたもので、散布量が 10 a 当たり 50~100 ml という超微量ということから Ultra Low Volume spray (ULV) と呼ばれている。その後マラソンの ULV は世界各国で広く研究が進められ、現在ではアメリカを初め各国で実用化されている。

わが国では 1965 年に渡来した農林水産航空事業視察団が帰国後この新技術の詳細について報告するとともに、その技術開発の必要性について勧告したのに基づき、1965 年の後半から研究が開始された。この研究を効率的に推進するために農林水産航空協会内に特別委員会が設けられ、官民一体となってこの研究を積極的に進めることになった。試験が進むにつれて、農薬の物理性の改善、適用病害虫、使用農薬の拡大、混合剤の開発などの必要性から原体そのもののみの散布から原体に少量の添加剤 (溶媒) を加えた製剤 (原体溶液という) の散布も必要となり、当初の原体散布という名称から現在の微量散布に変更された。

1966 年 3 月にわが国で正式には初めての微量散布基礎試験が神奈川県茅ヶ崎市で行なわれ、その結果をもとに同年ウンカ・ヨコバイ類を対象とするマラソン剤、ニカメイチュウを対象とする MEP 剤、いもち病に対するカスガマイシン剤の微量散布試験が栃木他 3 県で実施され、いずれも好結果をおさめ、注目された。なかでもカスガマイシンは世界でも初めての殺菌剤による微量散布

であった。こうした好結果に基づき、1967 年にはマラソン L60 (マラソン 60%) が微量散布剤としてわが国では初めての登録があり、全国数カ所で 200 ha 単位の大規模試験が実施され、その他にもニカメイチュウ、ウンカ・ヨコバイ類、いもち病、いもち病とウンカ・ヨコバイ類などの単剤および同時防除剤の試験が実施され、それぞれ好結果をえている。

一方アメリカでも適用場面を拡大するためにマラソン以外にも種々の薬剤による微量散布試験が行なわれるようになり、これらは一般に Low Volume spray と呼ばれることが多い。さらに航空機による微量散布以外にも地上散布装置による微量散布の研究も盛んに行なわれ一部実用化の域に達している。わが国でも地上散布装置の研究が行なわれているが、まだ実用化の域に達していない。

このような微量散布は、航空機による場合慣行散布に比べ次のような利点がある。①散布量が非常に少ないため、1 搭載量当たりの散布面積が大幅に拡大され、薬剤の補給に要する離着陸、薬剤の積込労務が不要に近いほど軽減され、作業が能率的になり散布料金も軽減される。②噴霧粒子は 100 μ 前後の比較的小粒であるが、水をほとんど含まないために落下途中での蒸発消失がなく、区域外への飛散が少なく薬剤の有効な利用、危被害の危険が少なくなる。③マラソンなどについては慣行散布に比べ大幅に残効が長くなり、防除効果が高くなる。

以上のようにすぐれた特長を持つ微量散布であるが、その研究の歴史が浅く、薬剤についての研究も十分といえない。しかもわが国ではその実情にあった散布装置の研究もまだこれからという段階であり、微量散布用薬剤の物理性を詳しく述べられる段階ではないが、現在用いられているヘリコプタ用散布装置を中心に何かの参考になればということで筆者の感じていることを述べてみる。

I 微量散布における粒子の大きさ

農薬の散布粒子の大きさが散布技術、防除効果に大きな影響を示すことは幾多の文献に明らかなところであるが、散布量がきわめて少ない微量散布では均一散布などの点でその粒子の大きさが非常に重要な点となる。作物などへの均一散布ということを考えると粒子を細かくしなければならぬ。第 1 表に示したように 100 ml/10 a

の薬剤を散布した場合、粒径 27μ では 1cm^2 当たり 1,000 個の粒数になり、 124μ では 10 個、 267μ ではわずかの 1 個になる。従来の空中散布の液剤の試験データから考えて、 1cm^2 当たりの落下量は 10 個以上は欲しい感じがする。均一散布という点からは以上のように粒子は細かいほど良いということになるが、一方第 2 表に示したように粒子が小さいと風により区域外へ飛散しやすくなる。粒子が風に乗りやすいということはヘリコプタのダウンウォッシュにより繁茂した作物の内部や葉裏への付着という点でプラスの面もある。航空機による微量散布では粒子が大きくても小さくてもよくない。防除効果、ドリフトの両者の調和のとれた粒径 100μ 前後が理想的と考えられている。この場合 $30\sim 50\mu$ 前後の小粒もある程度含有するため、比較的葉裏や作物内部に侵入付着する。第 3 表はリンゴの葉の表裏に対する付着の測定例を示したものであるが、航空機による微量散布でも葉裏へも比較的良好に付着している。またわが国での試験例を示したのが第 4 表で、出穂期前後の水稻の下部にも比較的良好に付着している。これらの効果は粒子が比較的細かいために生じたものと考えている。粒子の点から考えて液剤では不可能とされていたニカメイチュウ第 2 世代の防除の可能性もあり、また紋枯病の防除の可能性もあり、本年これらの本格的な試験が実施される予定であるが、その成績が期待されるところである。

第 1 表 10a 当たり 100ml 散布した場合の落下粒子数 (ACC 社資料より)

粒子の大きさ (μ)	粒 子 数		
	1cm^2 当たり	1m^2 当たり	10a 当たり
27	1,000	10,000,000	10,000,000,000
58	100	1,000,000	1,000,000,000
124	10	100,000	100,000,000
267	1.0	10,000	10,000,000
576	0.1	1,000	1,000,000

第 2 表 散布粒子の性質 (水滴の場合)
(ACC 社資料より)

粒子の直径 (μ)	120 ml/10a 散布の場合の粒子数 (6.45cm^2)	風速 1.33m/sec 条件で 3m の高度から地上に落ちるまでに飛散する距離 (m)	3m の高度から地上に落下するまでの時間
5	1,150,000	5,400	60 分
33	4,000	120	1.5 分
100	143	15	11 秒
200	17	5.7	4 秒
500	1	2.1	2 秒

第 3 表 マラソン ULV のリンゴの葉への付着
(1965, Howitt ら³⁾)

使用機具	散布方法	リンゴの葉に対する平均付着量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)		
		表面	裏面	合計
John Bean 40	地上 (慣行)	1.4	2.0	3.4
Besler 580	"	2.4	2.8	5.2
Buffalo Turbine	地上 (微量)	2.9	3.7	6.6
Stearman aircraft	空中 (")	3.9	1.8	5.7

第 4 表 薬剤付着の垂直分布 (1967, 岩手県)

散 布 方 法			上部	中部	下部
			%	%	%
微量散布	高度 5m	100 ml/10a	53.5	20.0	26.5
"	" 8m	"	57.1	30.3	12.6
背負動散+パイプダスター			48.3	34.9	16.8
スワス (液剤)		3 kg/10a 90 l/10a	61.4	28.2	10.3
ヘリコプタ (粉剤)		3 kg/10a	49.5	32.2	18.3
" (液剤)		3 l/10a	46.4	27.5	26.1

注 出穂期前後の水稻。微量散布はカスミン L 使用。

第 5 表 薬剤の付着効率 (1967, 岩手県)

散 布 方 法			付 着 効 率
微量散布	高度 5m	100 ml/10a	68%
"	" 8m	"	45
ヘリコプタ (粉剤)		3 kg/10a	20~30
" (液剤)		3 l/10a	30~35
地上大型スプレーヤ	100~200 l/10a		22~33

注 出穂期前後の水稻。微量散布はカスミン L 使用。

また粒子が 100μ 前後ということと、落下途中での蒸発消失がないため微量散布では他の空中散布に比べ付着効率が高くなる。第 5 表、第 6 表ではカスガマイシン、MPP の例を示したが、いずれも慣行散布に比べ付着効率が増加することを示している。

微量散布の区域外への飛散量を調べたのが第 7 表である。風下 200m ぐらいまで微量が検出されることがあるが、ある程度の量が検出されるのは 50m 程度までであり、それ以上の距離ではきわめて少なくなる。これらの成績は粉剤の場合と比較するといちじるしく少ない。微量散布における粒子の大きさと防除効果の成績についての資料は少ないが、マラソンの ULV 散布においてミニスピノズルとフラットノズルの比較試験の成績を第 8 表に示す。この試験では粒子径の測定はないが他の試験から引用すると、この条件でミニスピノでは平均 120μ 、フラットノズルでは平均 157μ と考えられる。

第6表 微量散布におけるバイジットの付着量 (1967, 高瀬ら⁴⁾)

散 布 区		稲体重量 (g)	M P P 付着量 (μg)	稲体 1 g 当たりのM P P 量 (ppm)	平均値 (ppm)	
無 処 理 区	F	32.5	0	0	0.4	0.4
		25.0	7.9	0.3		
		27.5	29.4	1.0		
微 量 散 布 区	A	20.0	435.2	21.8	18.6	16.0
		16.5	366.2	22.2		
		17.0	200.2	11.8		
	B	30.5	388.5	12.9	14.5	
		26.5	516.5	19.9		
		22.5	237.7	10.6		
	C	26.5	343.0	12.9	14.9	
		24.5	369.7	15.1		
		21.0	352.0	16.8		
対 照 区	D	26.5	118.8	4.5	5.3	5.9
		23.5	120.8	5.2		
		21.5	147.1	6.8		
	E	25.5	165.7	6.5	6.5	
		25.5	141.3	5.5		
		27.0	200.3	7.4		

注 1967 年 6 月 24 日茨城県にて散布. バイジット L 60 : 80 ml/10 a 散布. 対照区はバイジット乳剤 (50%) : 45 倍, 4 l/10 a 散布.

第7表 微量散布における区域外への飛散 (ml/10 a) (1966)

試験場所	位置	0m	50m	100m	200m	300m	備 考
栃 木	S	22	2.5	0.5	0(0.3)	—	マラソン L 60 80 ml/10 a 風速 1.2m/sec 風向 N E 高度 5m
	W	40	0.9	0	0	0	
	N	15	0	0	0	0	
	E	23	0	0	0	0	
佐 賀	E	26	7	0.7	0	0.01	マラソン L 60 80 ml/10 a 風速 0.4m/sec 風向 S S W 高度 8m
	S	30	0.09	0	0	0	
	W	20	0	0	0	0	
	N	7	0	0.09	0	0	
茨 城	W	24	0.7	0	0	0	スミチオン L 80 ml/10 a 風速 0.4m/sec 風向 S 高度 8m
	N	14	0.1	0.2	0	0	
	E	13	2.1	0	0	0	
	S	21	0.1	0	0	0	
長 野	N	66	1.8	1.8	<0.1	0	カスミン L 100 ml/10 a 風速 0.2~0.9m/sec 風向 S W 高度 5m
	E	34	0	0	0	0	
	S	13	0	0	0	0	
	W	96	10.1	0	0	0	

この成績ではミニスピノズルのほうが効果が高かったと報告されている。

このように微量散布ではいかにして目標の粒子をうるかが大切な点となる。

II 平均粒径 100 μ 前後の粒子をうるために

1 噴霧装置

微量散布の噴霧ノズルとしてアメリカでは主としてロ

ータリーアトマイザーノズル (ミニスピノ) が用いられている。このノズルは航空機のスピードにより生ずる風を利用して噴口の先のファンを回転させるもので、航空機が速度が 120km/h 以上でないと回転がおそくなり利用できない。わが国のヘリコプタでは速度がおそいのでこの特殊ノズルは利用できない。そこでアメリカでも使用されている今一つのノズルのフラットノズルを利用するほかはない。フラットノズルは第1図に示したように

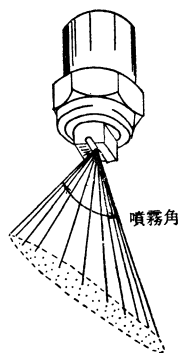
第 8 表 マラソン L V C の空中散布による alfalfa weevil の防除 (1965, NIEMCZYK ら⁵⁾)

散 布 量 (オンス/エーカー)	使用ノズル	防 除 効 果											
		散 布 剤		8 h	32 h	3 日		7 日		12 日		19 日	
		L / S	D	L / S	L / S	L / S	D	L / S	D	L / S	D	L / S	D
16	Flat-spray	103	6	39	9	7	6	14	5	29	4	63	6
16	Mini-Spin	68	6	15	5	9	6	16	4	47	4	37	4
11	Flat-spray	70	6	46	24	9	6	54	6	91	7		
無 処 理	—		6				6		7		8		9

注 L/S : すくいとりによる幼虫数. D : 被害度 0~9 (0 : 被害なし~9 : 最大)

第 9 表 使用ノズルによる噴霧粒子の大きさ
(マラソン L V C) (1966, ISLER⁶⁾)

ミニスピノズル (回転数 8,000 rpm)		フラットノズル # 8002	
粒 径	容 量	粒 径	容 量
7~71 μ	9.63%	7~104 μ	10.80%
71~120	41.54	104~176	19.68
120~162	24.02	176~243	16.98
162~202	13.56	243~310	10.09
202~243	6.76	310~377	15.34
243~283	2.68	377~444	14.78
283~323	1.80	444~513	6.80
		513~580	5.54



第 1 図 フラットノズル

第 10 表 フラットノズルの噴霧粒子 (1965, 上島) (圧力 : 3 kg/cm²)

ノズル番号*		800067		8001		80015**		650067		6501		9501		730039	
粒径(μ)		粒子数	百分比	粒子数	百分比	粒子数	百分比	粒子数	百分比	粒子数	百分比	粒子数	百分比	粒子数	百分比
クラス	中央値														
430～450	440			1	0.3	2	0.8								
400～420	410					3	1.2			2	0.6	1	0.2		
370～390	380					2	0.8			2	0.6	2	0.4		
340～360	350			1	0.3	2	0.8			2	0.6	2	0.4		
310～330	320	1	0.4	3	0.9	8	3.1	3	1.3	13	4.2	3	0.7		
280～300	290	4	1.6	10	3.0	7	2.7	7	3.1	9	2.9	11	2.5	1	0.3
250～270	260	8	3.3	14	4.2	7	2.7	7	3.1	14	4.6	10	2.2	5	1.3
220～240	230	9	3.7	18	5.3	9	3.5	10	4.4	16	5.2	19	4.3	6	1.6
190～210	200	12	4.9	31	9.2	15	5.9	13	5.8	32	10.4	31	7.0	25	1.5
160～180	170	33	13.5	38	11.3	21	8.2	26	11.5	34	11.0	42	9.4	47	12.2
130～150	140	51	20.8	54	16.0	46	18.2	46	20.8	44	14.3	75	16.8	69	17.9
100～120	110	48	19.6	53	15.7	45	17.6	43	19.0	41	13.3	85	19.0	87	22.6
70～90	80	40	16.3	56	16.6	41	16.0	24	15.0	50	16.2	85	19.0	81	21.0
40～60	50	24	9.8	47	13.9	35	13.7	23	10.2	35	11.4	57	12.8	48	12.5
10～30	20	15	6.1	11	3.3	11	4.3	14	6.2	14	4.6	23	5.2	16	4.2
合 計		245		337		256		226		308		446		385	
(算術) 平均 粒径		126 μ (11視野)		135 μ (11視野)		173 μ (9視野)		130 μ (11視野)		158 μ (9視野)		126 μ (12視野)		115 μ (12視野)	

* アメリカのスブレイ・システム社のノズル番号で、たとえば 730039 の場合、頭 2 桁の 73 は 40 psi で水を噴射した時の噴射角を示し、3 桁目からの 0039 は毎分 0.039 ガロンの割合で噴出することを示している。

** 590 μ 1, 550 μ 1 計 2 個あり。

霧粒が扇形に広がる型式のもので 100 メッシュのストレーナーと組み合わせて使用されるが、ロータリーノズルに比べると粒子の荒い部分が多いことが欠点である（第 9 表参照）。フラットノズルを使用するとして、できるだけ目的の粒子が得られるノズルを水について調べた結果は第 10 表のとおりであった。吐出量が少ないほど、噴霧角度が広角なほど粒子が細かくなることが確認できた。この結果からわが国では、ノズルが比較的多数付けられることも含めて、730039 ノズルを用いることになった。なおノズルについては有気噴射ノズルや電動式ロータリーノズルの研究が行なわれているので、そのうちにわが国独自のノズルも開発されるものと期待している。

2 農業の物理性と噴霧粒子

実際のマラソン原体を用いて、730039 ノズルで試験してみると調査紙上に液滴斑の径として $3,000 \mu$ 前後の大きな粒径が相当生成されることがわかった。これを元の粒径になおすと $400 \sim 500 \mu$ である。水の場合と相当違っているの、これは薬液の物理性が異なるためであろうと考え、物理性の異なる薬剤について調査紙上の液滴斑の径について比較したのが第 11 表である。これは調査を簡単にするために粗大粒子の 10 個の平均を求めたものであるが、明らかに比粘度と比例している。比粘度 10 前後程度以下のものが好ましい結果をえた。さらに実際にヘリコプタより散布された粒子を調査紙上に捕え、元の粒径を求めた結果は第 12 表のとおりであった。表のように粘度の低い薬液は平均粒径も小さく、当然のことながら落下粒数も多かった。

圃場での試験成績は物理性を改良したこのマラソン原体溶液（マラソン L60）とマラソン原体は、有効成分の投下量を一定にした場合、溶媒の影響もありはっきりした差はでていないようであるが、改良剤はやや速効的となり、雨による影響は少ないようである。その成績の一例を第 2 図に示した。

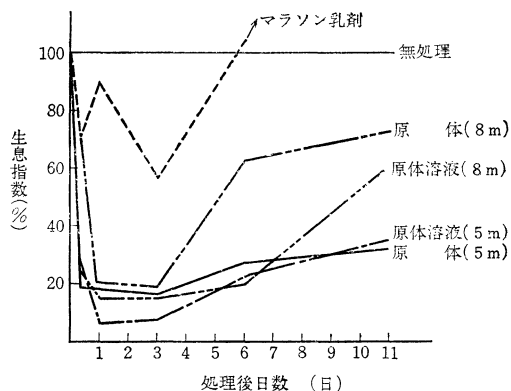
これらの物理性と散布粒子の関係はあくまで現在の装

第 12 表 ヘリコプタより散布された噴霧粒子 (1966, 上島)

供 試 薬 剤	落下粒子径 (μ)		
	平均粒径	最大	最小
* マラソン原体+エチルセロソルブ (1+0.5) 高度 5m	119	410	20
〃 〃 〃 8m	122	280	20
マラソン原体 高度 5m	145	460	20
〃 〃 〃 8m	192	590	20

* マラソン L60

置についてであり、装置が変われば当然最適の物理性の条件も変わってくる。しかし有気噴射にしてもやはり粘度と粒径は正の相関があると考えられるので、微量散布薬剤については粘度に注意することが大切であろう。



第 2 図 ツマグロヨコバイに対するマラソンの微量散布による防除効果 (1966, 佐賀県)

III その他物理的性質で必要な事項について

1 蒸気圧

最初に述べたように微量散布では散布された粒子が比較的小さいので、落下途中で蒸散して消失しないように

第 11 表 薬剤の物理性と噴霧粒子 (1966, 上島)

供 試 薬 剤	比 重	比 粘 度	調査紙上の液滴斑の径 (mm)	
			粗大粒子 10 個の平均粒径	最大粒径
マラソン原体	1.231	31.9	3.10	3.6
〃 +カーベットオイル (1+1)	1.118	20.3	2.02	2.5
〃 +エチルセロソルブ (1+0.5)	1.130	6.2	1.65	1.8
〃 + 〃 (1+1)	1.083	4.3	1.12	1.3
スミチオン原体	1.326	27.6	3.13	3.4
〃 +エチルセロソルブ (1+0.5)	1.198	6.3	1.61	2.0
〃 + 〃 (1+1)	1.131	3.8	1.33	1.6

注 約 20°C における結果。ノズル 730039 使用。

しなければならない。そのためには当然のことながら蒸気圧の小さなものが要求される。とくに溶媒を添加している薬剤ではこの点で注意が必要である。その限界点は明らかでないが、水より相当低いものがよいものとする。

2 粘度の変化

粘度は生成する粒子の大きさに関係するばかりでなく、ノズルからの吐出量にも影響してくる。とくに同一薬剤でも温度変化により粘度変化の大きいものは散布中に吐出量が徐々に変化する恐れがある。現在の装置では渦巻ポンプの送り出し量が大きいのに比べ、吐出量が小さいので徐々に薬液の温度が上昇し、最高 40°C まで上昇することがわかっている。このように温度が変化する

とマラソン原体の場合は第 13 表のように吐出量の変動してくる。実際の条件を考えても 10% 程度の変動が起こることが考えられる。したがって粘度変化の少ないものが好ましいものとする。

おわりに

本文では主として散布粒子を中心に述べたが、薬剤の物理化学的性質として要求されている事項は、以上のほかにヘリコプタの機材（塗料、風防ガラス、その他）に悪い影響のないもの、引火点が高く安全なもの（少なくとも第 2 石油類以上）が要求される。以上述べた物理性も今後散布装置の発展とともに当然変わってくることが予想されるが、これから先さらに物理性と効果その他について研究を進める必要がある。

引用文献

- 1) MESSENGER, K. (1963) : Agr. Chem. 18 (12) : 63.
- 2) ——— (1964) : ibid. 19 (9) : 61.
- 3) HOWITT, A. J. et al. (1965) : Quart. Bull. Michigan Agr. Exper. Sta. 48 (2) : 144.
- 4) 高瀬 巖ら (1967) : 第 9 回農薬研究会資料 : 32.
- 5) NIEMCZYK, H. D. et al. (1967) : J. Econ. Entomol. 60 (4) : 1000.
- 6) ISLER, D. A. (1966) : ibid. 59(3) : 688.
(その他の成績は農林水産航空協会開発試験成績、ACC 社資料によった)

第 13 表 マラソン原体の温度による粘度の変化と吐出量 (ACC 社資料より)

温 度 (°C)	粘 度 (センチポイズ)	吐出割合 (ml/min) # 850067, 40 psi
4.4	144	178
10.0	73	184
15.6	35	194
24.4	34	202
32.2	23	208
48.9	13	212

人 事 消 息

土屋鉄蔵氏 (東京都中央卸売市場長) は東京都経済局長に
常陸壮吉氏 (同上経済局長) は同上交通局長に
下松勝久氏 (同上南多摩事務所長) は同上経済局農林部

長に

菅原善助氏 (同上経済局農林部長) は退職

尾崎 昇氏 (神奈川県企画調査部企画課主幹) は神奈川
県農政部農産園芸課長に

管井栄一郎氏 (神奈川県農政部長) は神奈川県農業試験
場長事務取扱いに

広瀬友信氏 (神奈川県園芸研究部長) は神奈川県園芸試
験場長に

鈴木伴蔵氏 (神奈川県農政部農産園芸課長) は神奈川県
農業近代化協会コンサルタントに

海野佐一氏 (同上農試場長) は神奈川県経済農業協同組
合連合会企画指導室顧問に

足立泰三氏 (同上園試場長) は農林漁業金融公庫コンサル
タントに

宇都敏夫氏 (兵庫県農試病虫部長) は兵庫県農林部農蚕
園芸課長に

伊藤純吉氏 (兵庫県農試場長) は兵庫県農業試験場病虫
部長事務取扱いに

石井 隆氏 (福岡県農政部農業改良課植物防疫係技師)
は福岡県農政部農業改良課植物防疫係長に

元田素盞男氏 (同上植物防疫係長) は同上県甘木農林事
務所経営普及課長に

深川澄明氏 (佐賀県農林部農業改良課防疫肥料係技師)
は佐賀県農林部農業改良課防疫肥料係長に

山口喜一氏 (同上防疫肥料係長) は同上県鹿島農林事務
所農政課長に

神奈川県農政部農産園芸課営農係は農産係に名称変更

鹿児島県庁の一部機構改革に伴い、農政部技術普及課病
害虫係は農政部農産課植物防疫係に改組。県植物防疫
協会事務所も農政部農産課内と変更

岡山県立農業試験場は岡山県赤磐郡山陽町神田字沖1174
の 1 (郵便番号 709-08) に移転。電話は山陽局 271
~276・赤坂局 201 番に変更

山口和吉氏 (山形県経済連会長) は山形県植物防疫協会
長に

空中散布用粉剤の物理性

農林省農業技術研究所 田 中 俊 彦

はじめに

空中散布に用いられる農薬製剤には粉剤、液剤、粒剤の三つの形態があるが、わが国では防除効果、使用の簡便さなどの理由から粉剤の使用が圧倒的に多く、液剤、粒剤はごく一部に使用されているに過ぎない。しかし、欧米諸国では空中散布の主体が固定翼機で行なわれていることもあるが、とくに薬剤の飛散（ドリフト）による影響が重視されており、飛散の少ない液剤の使用が大部分である。最近ではわが国でも空中散布された粉剤の飛散に起因する有用昆虫や魚貝類に対する被害や他作物に対する薬害などの危険が指摘される傾向にあるが、さらに今後飛散の問題は公衆衛生的に見て環境汚染の面からも問題となる可能性がある。このように考えると、空中散布においては粉剤をできるかぎり飛散の少ない液剤（微量散布用原体溶液も含めて）、または粒剤の形に漸次切り替える方向にもって行くべきとは思ふが、防除効果の面や、また液剤にしにくい農薬もあり、どうしても粉剤の形で散布しなくてはならないものも残るであろう。そこで粉剤の空中散布で飛散を皆無にすることは不可能ではあるが、防除効果に影響しない範囲で粉剤の物理性を改良することによって飛散を少なくする可能性が考えられ、ここ数年このような試みが農林水産航空協会の開発試験で取り上げられている。実際の空中散布では気象条件にもよるが投下薬量の約半量ぐらゐは飛散するものと予想されている。この飛散量を少なくすることは、先に述べた種々の被害の危険を少なくすることのほか、逆にその薬剤の目的とする圃場への落下量が増加することにより（対象病虫害の種類や農薬成分の性質にもよるが）、防除効果の上にある程度のプラスとなる場面も十分予想される。以上のことから、このような空中散布用粉剤の物理性の改善はさらに十分な試験の上実行に移されるべきと考える。

もう一つ、空中散布用粉剤の物理性に関する問題として、製品ごとに物理性のフレが大きすぎることが使用者の側から指摘されるが、キャリアーに常に一定の物理性のものが得がたいことや、製造価格の面などから、製造時においても完全に一定にすることが不可能な上、輸送中、貯蔵中の物理性の変化も避けられないので、現時点でこの問題の十分な解決は困難である。しかし、製造に

あたって物理性のフレをできるかぎり少なくする努力が望まれる。

I 空中散布を前提とした粉剤の物理性

散粉を前提とした粉剤の物理性は液剤、粒剤と異なっており、複雑であり、いろいろな角度から測定した値を基準に示なくてはならない。農薬の登録の際には、現在地上散布用、空中散布用の区別なく 300 メッシュ全通という条件のみとなっているが、農薬工業会では昭和 38 年に粉剤の物理性の規格を定め今日に至っている。

次におもな粉剤の物理性について空中散布に関連して簡単に述べておきたい。

1 粒度（粒径）

粉剤の平均粒径は普通 10μ 内外であり、それを構成する粒子は粒径 $5\sim 20\mu$ のものが大部分であるが、粒径 5μ 以下の微小粒子もかなり存在している（第 1 表）。

ところが実際に散布され落下したのを見ると、単粒まで分散しているものは少なく集合して団粒となっているものが多い。実測例によると粒径 50μ 以下の団粒が大部分であるが、 10μ 以下の微粒も相当量存在している。この微粒はヘリコプタの押し下げ気流に乗って作物の繁茂した内部まで侵入して葉裏までも付着し、地上散布と同様な効果を示す反面、舞い上がって区域外へ飛散しやすくなるわけである。

平均粒径は普通次式によって算出されている。

$$\text{平均粒径} = \sqrt{\frac{a_1^2 \times n_1 + a_2^2 \times n_2 + \dots + a_x^2 \times n_x}{N}}$$

$a_1, a_2 \dots$: 粒径

$n_1, n_2 \dots$: 粒径別測定粒数

N : 総測定粒数

2 見掛比重

粉剤の見掛比重というのはわかりやすく表現すれば粉剤のフワフワの程度を表わす尺度である。一定容積の容器中に粉剤を軽く落として容器を満たしたときの重量を

単位容積当たりに換算した数値をいい、充てんの仕方によって変わる値であるが、公定検査法にこの条件は定めてある。粉剤に用いるキャリアーの比重は普通 2.5 前後で大きな違いはないが、粉碎すると容積が増大し、粒子が小さいほどその見掛比重は小となる。農業工業会の粉剤規格ではその値は 0.45~0.65 とされており、市販の粉剤はこの範囲に入っている。粉剤の製造工程で同一種類のキャリアーを用いて同一の処法で製造された粉剤でも見掛比重にズレが生じることがあるが、これはキャリアーの産地などによるわずかな性質の違いが影響するためであり、貯蔵中、運搬中に大きくなる傾向もある。また、見掛比重は粉剤の舞い上がりや飛散には直接大きな関係はないが、同じ散粉の条件で散布するとき吐粉重量には比例的関係がある。

3 安息角

ヘリコプタの散粉装置には強制送り込み装置がないので、かきまぜ機に粉剤が適度に送り込まれるためには粉剤にある程度以上の流動性をもたせなくてはならない。この傾向を表わす指数として安息角が用いられている。安息角というのは次のようにして測定するが、粉体の摩擦係数、凝集力、密度などの影響を総合的に表わす、すなわち、粉体がどの程度サラサラしているかという一つの尺度で、数値が小さいほど流動性がよいこととなる。また安息角が小さいほど吐粉性は大きくなる傾向があり、吐粉性を見る一つの尺度でもある。

安息角とは一定の鉄製円板上に静かに篩を通して粉体を落とし山のように積んだとき、その円板の底に対する slope の角度をさし、農業工業会の粉剤規格では 60~75° とされている。市販の粉剤は普通 70° 前後の値のようである。

4 吐粉性

吐粉性には物理的に明確な定義があるわけではなく、一定の条件下で散粉装置からその粉剤が出やすいかどうかという性質である。粉剤の物理性のうち、見掛比重や安息角のような静力学的性質も吐粉性と大きな関係をもつが、実際場面では散粉装置を通して粉剤を吐出させるので、実際に近い物理性を得るために動力学的に試験する粉剤標準試験機¹⁾（日本植物防疫協会農業散布法研究会の設計による）が用いられている。この標準ダスターはヘリコプタの散粉装置に比べて風量は少ないが、風速は同程度となっており、これによった吐粉性はヘリコプタの散粉装置を用いたときの吐粉性とほぼ相関関係にあるといわれている。吐粉性は 1 分間当たりの吐粉容量で表わされ、農業工業会の粉剤の規格では 1,100 cc/分以上となっている（800 cc/分であるとヘリコプタの散粉装

置にロードがかかりすぎる）。この値は散粉装置からうまく吐出するか否かについては必要な条件を満たしているが、粉剤の吐粉性、すなわち流動性がよすぎると、まき始め（満タンのとき）とまき終わりに吐出量の差が大きくなるといわれており、この吐粉性の規格の上限も定めるべきであるという意見も聞かれる。

現在用いられている個々の粉剤間で吐粉性の違いが大きすぎるといわれているが、これもキャリアーの関係などからなかなか一定にすることはむずかしい上、また、貯蔵中に吸湿するなどして吐粉性が悪くなることもある。それゆえ適量を散布するには散布の際にそのたびに試験散布を行ないシャッタ開度の調節を行なう必要がある。

5 分散性

粉剤散布の場合、粉剤が均一に分散する性能を分散性という。すなわち、粉剤粒子は大なり小なり団粒をなしているが、これが散布のときの風力によってどの程度ほぐれるかという性質のことで、とくに空中散布の場合に重要な物理性である。というのはヘリコプタの散粉装置は風量が少ないため、分散性の悪い粉剤では十分ほぐれずボタ落ちとなりやすく、逆に分散性がよすぎると舞い上がりの傾向が強くなり飛散しやすくなるからである。この分散性をどの程度に、あるいはどの程度の幅ならばよいか、製剤上むずかしい点である。また、この分散性も輸送中や貯蔵中にかなり変化する場合がある。たとえば、約 20 日間の貯蔵中に分散指数が製品によって、(27→39)、(29→24)、(34→34) というように分散性がよくなったり悪くなったりした測定例²⁾がある。

この分散性の測定には上田法³⁾が一般に用いられている。測定方法はグラスフィルター (IG2) の中に試料の粉剤 10 g を入れ、下からコンプレッサーで風を送ると次第に団粒を形成するが、分散のよいものは風とともに外に吹き出され、分散の劣るものはグラスフィルターの中に残る。分散指数は飛散粉の全粉に対する比率で表わされ、つまりこの指数の大きいものほど分散性がよいということである。

6 付着性

粉剤散布では粉剤が対象の作物、あるいは病害虫に付着して初めて防除効果が発現される場合がほとんどと考えられるので、付着しやすい性質と付着の均一性が要求される。一般に粒子が細かいほど付着の均一性、付着力が増す傾向があるが、この場合まず作物体表面へ衝突することが前提である。空中散布の場合はヘリコプタのローターによる押し下げ気流による吹きつけが主体と考えられ、この押し下げ気流により粉体に運動量が与えられ、

表面へ衝突するわけであるが、この場合粉体粒子の慣性が流体抵抗より大きい粒子は面へ衝突し、そうでない小さい粒子は面を迂回して衝突しにくく、その結果飛散しやすくなる。面にいったん衝突した粒子の中には実際に付着するものと脱落するものがあるが、現行の粉剤程度の大きさの粒子ではいったん面へ衝突した以上脱落しにくいと見られるので、最終的な付着は面へ衝突するか否かに左右されるものと考えてよいであろう。そこで、分散性のあまりにもよい粉剤は付着性に劣る傾向も考えられるわけである。しかし、先にも述べたように、付着の均一性という点から見れば逆に分散性のよい粒子のほうがよいこととなる。

II 空中散布用粉剤の物理性の改良

目的地以外への飛散を少なくし、しかも対象病害虫に有効な散布を可能にするための、空中散布用粉剤の物理性改良を目的とした試験が一昨年、昨年と農林水産航空協会の開発試験で取り上げられ、とくに昨年の結果からはかなり有望な結果が得られている。しかし、なにぶんにも散布後の粉剤の動態は気象状況の時間的な変化に左右されがちで、何回ものくり返し実験によらなければはっきりしたことはいえないものである。とくに今年は気象条件をほぼ同一とするため、近接した地域で同時に2機のヘリコプタを用い散布試験を行なっている。一昨年、昨年の試験結果^{2,4)}についてはすでに農林水産航空協会から発表されているが、ご参考までに昨年の試験結果の一部についてごく簡単に記しておくこととする。

この試験には物理性の異なるバイジット2%粉剤が用いられ、ニカメイチュウ第1世代幼虫の防除時期(昭和42年7月18日、兵庫県)に各区15ha、高度8mで3kg/10a散布されたもので、1飛行散布後の落下量、全散布後の総落下量、稲体付着量、水田面への落下量、飛散量、落下後の粒度分布、区域外への飛散量、防除効果などについて、兵庫県農業試験場、全購連農業技術センター、各関係会社、農業技術研究所が調査を担当したものである。なお、試験当日の気象状況は風速0.8m以下で良好であったのであるが、地理的環境から風向が刻々と変化したため、散布粉剤の動態の追跡には理想的でなく、ここに得られたデータはあくまでも参考データであることをお断わりしておかななくてはならない。

1 供試粉剤

2種の供試粉剤のうち、普通粉剤というのは現在一般に使用されている粉剤に近い物理性の粉剤であり、試作粉剤は物理性のうちとくに微小粒子をカットして平均粒径を大きくし、さらに凝集力を与えて分散性を悪くした

ものである。そのおのおの物理性は第2表のとおりであるが、この試作粉剤の物理性については上島⁵⁾らの詳細な基礎研究の結果から得られたものである。

第2表 供試粉剤の物理性
(昭和42年、全購連農業技術センター)

種類	見掛比重	安息角	吐粉性	分散指数	平均粒径
試作粉剤	0.64	73°	1,300 cc/分	32	20 μ
普通粉剤	0.58	73	1,400	38	11

2 試験結果の概要

全散布後の総落下量、付着量については全散布20分後までのものを採取し、その測定はすべてバイジットの化学分析によったものである(第3表)。なお、飛散量の測定も行なわれたが風向の変化のため参考となるようなデータが得られなかった。

この測定値からは、総落下量では明らかに試作粉剤のほうがいちじるしく多く、稲体付着量の(稲体付着量+水田面落下量)に対する比率はいずれの粉剤とも50%前後でほぼ同等と見られる。ここで、10a当りに換算した総落下量と(稲体付着量+水田面落下量)は各測定点ごとにほぼ近似した値を示した結果となっているので、このことから測定方法もほぼ満足できるし、実態に近い値が測定されたといえよう。なお、1飛行散布後の落下量および落下分布型(散布後10分後採取)は両粉剤ともほとんど同一であった。

以上の結果から考えると、気象条件の不備から十分なことはいえないと思うが、微小粉をカットして平均粒径を大きくし、また、凝集力を与えて分散性を悪くした粉剤は従来の普通粉剤に比べて、(1)対象とする圃場への総落下量が多い傾向にあること、および(2)稲体への付着にはほとんど影響がないといえよう。(1)については常識的にはこの傾向が十分考えられるにしても、気象状況の影響が大きく果たして実際にこれほどの違いがあるものかや疑問であり、さらに確認すべきであろうが、この結果が事実に近いとすれば区域外への飛散量はいちじるしく少なくなることが予想される。

さらに、落下した粉剤の粒度分布が調査されたが、第4表に示したとおり、予想どおり試作粉剤のほうがほぐれが悪い結果が得られている。同時に試作粉剤、普通粉剤の平均粒径はそれぞれ38, 28 μ と計算されている。

また、ニカメイチュウ第1世代に対する防除効果については兵庫県農業試験場の調査により試作粉剤の効果は少なくとも普通粉剤と同等かそれ以上の傾向が見られている。

以上の試験はまだ不十分であるので、さらに十分な検

第 3 表 総落下量, 稲体付着量, 水田面落下量, 付着率 (昭和 42 年, 農技研)

区	各区の 測定点 番 号	総落下量		稲 体 付 着 量			水田面落下量		(A)+(B)	付 着 率	
		10 a 当た り換算値	稲体 1 株 当たり生 体重 (9 株平均)	稲体 1 株 当たり付 着量 (9 株平均) (A)	稲体 1 g 当 たり 付 着 量	バット 1 個当たり 落下量 (2 個平均)	1 株の占 める面積 当たり換 算落下量 (B)	10 a 当た り換算値	(A)+(B) ×100	付着効率	
試 作 粉 剤	9	2,380 g	4.5 g	55.7mg	12.5mg	98.5mg	132 mg	2,450 g	29.6%	24.1%	
	13	1,280	4.6	44.8	9.8	16.5	22.1	872	67.0	19.4	
	17	1,120	4.8	73.0	15.2	30.5	40.8	1,480	64.2	31.6	
	21	2,170	7.4	60.4	8.2	48.9	65.7	1,640	47.9	26.2	
	25	2,450	5.1	84.9	16.8	65.5	87.9	2,250	49.2	36.8	
	平 均	1,880	5.3	63.8	12.5	52.0	69.7	1,739	51.6	27.6	
普 通 粉 剤	17	617	4.3	13.0	3.0	13.9	18.6	412	41.2	5.6	
	21	825	4.8	15.2	3.2	21.2	28.4	567	34.9	6.6	
	25	903	5.4	26.8	5.0	20.2	27.1	702	49.7	11.6	
	29	1,150	8.0	59.2	7.4	21.3	28.5	1,180	67.5	25.6	
	33	925	7.0	14.5	2.1	32.1	43.0	748	25.3	6.3	
	平 均	884	5.9	25.7	4.1	21.7	29.1	722	43.7	11.1	

注 測定点：飛行方向と直角方向に 8m 間隔

イネ：草丈約 47cm, 株間面積 27×28.5cm, 総落下量：稲体付着量および水田面落下量の測定場所
(同一場所) より数mの距離の畦畔上でシャーレに捕集, 水田面落下量：24×24cm のバットで水田
面で捕集, 付着効率：3 kg/10 a に対する稲体付着量の割合

第 4 表 落下粉剤の粒度分布
(昭和 42 年, 全購連農業技術センター)

粒径(μ)	中心 (μ)	試 作 粉 剤			普 通 粉 剤		
		個体 数	粒子 分布	重量 分布	個体 数	粒子 分布	重量 分布
10>	5	164	30.0	0.5	256	40.4	1.3
10~20	15	145	26.5	4.1	146	23.0	6.6
20~30	25	99	18.1	7.8	118	18.6	14.8
30~40	35	43	7.1	6.6	61	9.6	15.0
40~50	45	21	3.9	5.4	22	3.5	8.9
50~60	55	18	3.3	6.8	10	1.6	6.1
60~70	65	19	3.4	10.1	5	0.8	4.2
70~80	75	15	2.7	10.6	5	0.8	5.6
80~90	85	7	1.3	6.4	4	0.6	5.8
90~100	95	4	0.7	4.5	2	0.3	3.6
100~150	125	7	1.3	13.8	3	0.5	9.4
150~200	175	4	0.7	15.4	1	0.2	6.1
200~300	250	1	0.2	7.9	1	0.2	12.5

討をする必要があろうが, 実際にこれに近い物理性の粉
剤も一部使用されているようであり, 41年度の試験結果
も参考にすればあまり問題はなとと考えてよいように思
われる。

お わ り に

わが国における空中散布の実施面積は年々増加し, そ

れに用いられる製剤——とくに粉剤の使用量もいまの
ところ増加の一途をたどっている現状であり, 初め述べた
ような粉剤の区域外への飛散による各種被害の危険をい
くらかでも少なくする方向へもって行くことは急務と考
えられる。粉剤の物理性の改良に関しては製品価格の問
題もあろうが十分確認の上実行に移す方向を期待したい
ものである。ただ, その場合には地上散布用の粉剤とは
別に空中散布用粉剤の新しい物理性の規格が必要であろ
う。さらに空中散布の場合, 現在のような粉剤の散布に
区域外への飛散は宿命的なものであり, これの解決には,
対象病虫害や農薬成分の性質にもよるが, かなり粒子の
大きい, 極端にいえば砂に近い形の粗い粉剤の使用も一
つの行き方ではなからうか。

文 献

- 1) 鈴木照彦 (1965) : 農薬製剤学 (南江堂) p. 281.
- 2) 農林水産航空協会 (1968) : 農林水産航空事業開発
研究報告 7 : 93.
- 3) 上田一誠 (1962) : 農薬生産技術 6 : 22.
- 4) 農林水産航空協会 (1968) : 昭和 42 年度農林水産航
空事業新分野開発試験受託試験成績書
- 5) 農林水産航空協会 (1964) : 農林水産航空事業開発
研究報告 5 : 103.

動力散粉機と粉剤の物理性

農業機械化研究所 武 長 孝

はじめに

動力散粉機とくに背負動力散粉機の普及台数は、多口ホース噴頭すなわち散粉ホースの開発以来急に増加し、昭和42年度の普及台数は40万台以上といわれている。この理由は、単位面積当たりの作業時間が少なく能率的で、作業に従事する人数も2~3名で、省力効果の大きいことが原因である。しかし普及の増加に比例して、散粉機側から粉剤側への要望が次第に大きくなり、防除機研究者と粉剤研究者との関連基礎研究が、現在重要な課題になっている。

I 散粉作業における諸問題

農家が粉剤を多口ホース噴頭で散布するとき、散粉機または粉剤独自に原因して起こるトラブルは、比較的少ないといえる。問題はむしろ相互に関連して起こる原因によるものが多い。

1 諸問題の概要

筆者らが各県農業試験場農機具関係者や防除機メーカーから知り得た概要は

(1)多口ホース噴頭の長さすなわち有効散布幅が、動力散粉機の容量および性能に対して長過ぎ、粉剤が末端までとどかない。たとえば一定の粉剤を使っても散粉機の種類によって変わり、散粉機が一定のときは粉剤の種類を変えると違ったことになる。

(2)散粉機の粉剤開閉シャッタを開いても粉剤が全然出てこない。これも散粉機と粉剤の種類によってまちまちで、同一の散粉機と粉剤でも、粉剤を長期間積み上げておくと、吐粉しにくいことがある。

(3)散粉作業中は多口ホース噴頭の内部に粉剤が堆積し、噴頭がたれ下がって作物に接触するようになる。そのまま作業を続け作物上をすべらせると、噴頭がねじれて粉の出口が空を向き、空中に粉剤を吹き上げて防除の意味がなくなってしまう。これを防ぐために、補助作業員が圃場内にはいって噴頭を持ち上げて移動したところ、粉剤を全身に浴びて農薬の中毒にかかり、昨年度大きな問題になったことがある。これも散粉機の性能と粉剤の物理性が調和していなかったためである。

(4)噴頭の手前では粉剤の落下が少なく、末端になるほど落下量が多くなって、距離別落下量の分布が不均一

となり、防除効果の明確な差になって現われてくる。

2 散粉機と粉剤の変遷

散粉機と粉剤の歴史をふり返ってみると、初めに粉剤があつて、それに適合する散粉機が生れてきた。したがって散粉機は当時のすべての粉剤を均一に吐粉できるように、粉剤のかきまぜ機と送り出し機を備え、散布方法は噴管の振り散布であつた。しかし散粉機は外国製の空気かきまぜ機構、空気送り出し機構に刺激されて、次第にこれを採用し、さらに多口ホース噴頭の開発に伴い、散粉機の様子は大きく変わってしまったのである。一方粉剤は、DDT、BHCの時代から有機リンその他新粉剤の開発に忙しく、相互に連絡し合う機会を失った結果、現在のギャップが起きたのであろう。

(1)機械かきまぜから空気かきまぜへ：機械かきまぜとは、粉剤タンクの底部にかきまぜ機および粉送り機と呼ばれるスクリーまたは鉄属片を回転させて、粉剤をほぐすとともに調量シャッタへ送り出すもので、多少粉剤の物理性が違って、ほぼ一様に粉を吐粉することができる。しかし機構そのものは複雑で摩耗など故障しやすい欠点があつた。

空気かきまぜとは、散粉機の一部である送風機から、高速で流れる空気の一部を粉剤タンク底部に導き、粉剤を空気に乗せて噴管中に引き出し、噴頭から散布するので、粉剤の送り出しに動力を使う必要がなく、構造が簡単で故障が起こらない。とくに背負動力散粉機では伝導装置や軸受などを省略できるから背負重量が軽く、取り扱いが容易になる。しかし粉剤タンクの底で粉剤を空気に乗せて送り出すから、機体の振動でつき固まりやすいものや、空気に乗りにくい粉剤は均一に吐粉しない。

(2)振り散布から多口ホース噴頭へ：振り散布とは、背負動力散粉機において、空気と粉剤が流れ出る噴管を左右に振りながら4~6mの散布幅を得るもので、噴管の長さは1m以下が多く、振り方によって病害虫の生息位置へ重点的に散布することができる。その反面単位面積当たりの作業時間が長く、圃場内にはいって作業するから作業能率が低く、深田では使用できない面があつた。

多口ホース噴頭は、20ないし100mのポリエチレンパイプを圃場の両側から保持しそのまま水平移動すると、パイプの下側の口から空気と粉剤が吹き出るから、高能率で省力効果が大きい。しかし粉剤の物理性によっ

てはパイプ内に堆積し、パイプの中央がたれ下がる。

II 粉剤の物理性と散粉機

粉剤の物理性には、粒径分布、仮比重、水分含有量など比較的数字に表わしやすいものがある。しかし散粉機との関連を論ずるには、これだけでは不十分で、容易に数値では表わせないものがある。散粉を前提とした場合の物理性には、次のものがある。

1 粉剤の流動性

肥料や粒状農薬が施用機械の中でどのように動くかを検討するとき、一応の目安になるのが流動性で、安息角によって表わされている。この測定方法のうち農業機械面では、一定の容器に試料を入れて側壁を引き上げ、試料が作る傾斜面から安息角を出している。

粉剤においてもこの流動性は、粉剤タンクの底部の傾斜角度を設計する場合に必要であるが、粒径がきわめて小さい農薬の粉剤では、安息角が明確に計れない。筆者らの経験では、粒径の平均値が 0.3 mm のペントナイトでは安息角が平均 55 度を示すが、それ以下では不安定で、ほとんど測定できないようであった。

また仮りに特別な方法で粉剤の流動性を示しても、散粉機は発動機によって発生する振動をうけ、本体が複雑な振動系を作るから、条件の整理が不明で、おそらく実用的なものにはならないであろう。

2 粉剤の吸湿性、含水比

これは散粉機の耐食性に必要な事項である。もし粉剤にいちじるしい吸湿性があると、散粉機内部に残留した粉剤の水分で機体が腐食し、耐久性が減少する。

また含水比は流動性に理論的には関係がある。もし粉剤に多量の水分があつて流動性が下がりタンク内に停滞すると、吐粉にむらが発生し防除効果が低くなる。

しかし現在の粉剤は、吸湿性、含水比に関し、散粉機の吐粉には問題なさそうである。たとえば湿度が 93~94% で、室温 23~24°C の地下水槽に、スミチオン 2% 粉剤を 48 時間放置しても、同一の散粉条件における毎分吐き出し量はほとんど変わらなかった。したがって硫安のように 40~60%、土壌のように 30~40% の含水率をもつものはともかく、一般の農薬粉剤は普通の状態 で保管されていれば心配がないようである。

3 吐粉性と散粉機

吐粉性は、おそらく物理化学的に明確な定義がないと思われる。しかしこれは散粉機でうまくまけるかどうかの目安として決められたもので、小形の散粉機を電動機で運転し、一定の試料を入れて吐粉状態を数値で判定するものである。この測定装置は機械かきまぜ方式で、公

表された当時の散粉機がほとんど機械かきまぜ方式であったため、比較対象する測定器として各方面から注目された。とくに人力散粉機の吐粉性は、機体の振動が測定器とほぼ同じであるため当時の粉剤メーカーに貢献するところが大きかった。

一方空気かきまぜ方式と多口ホース噴頭を利用するものには、この吐粉性の試験装置のほかに、さらに別の測定装置が必要である。しかし残念ながらまだ確立されたものがないが、それにはおよそ次のことが必要であろう。

(1) 粉剤タンクの容量は 1 kg 以下で、タンク底部の構造が市販の代表機とほぼ同じであること。

(2) 粉剤タンク全体は、バネを介して台わくに取り付けられ、小形の電動機によって、水平と垂直方法に、市販散粉機とほぼ同じ振動数、振幅で振動できること。

(3) 粉剤タンクの底部には、圧縮空気のボンベから空気を流し、タンク入口側の静圧を測定できるマノメーターを備え、散粉機と同一条件に調節可能であること。などが必要であろう。これらは構造簡単を必要とする測定器としてやや理想論に近いが、散粉機研究者や農薬研究者の共同の席で、簡便なものに作り変えられ、実用化されることが大切である。

また一面測定器がなくても、実際の 2~3 の市販散粉機で検討するほうがよいかも知れない。しかし試験粉剤を少量作製して試行選択するには不適當で、仮りにできるとしても散布する場所がなく、また一般住宅への影響を考えると容易でない。それには実際の動力散粉機の製作図面によって小形模型機を作ればよいが、高価について実用的でない。しかし粉剤タンクの底部構造は一部模型によらざるを得ないであろう。

4 粉剤の帯電性

多口ホース噴頭の内部に粉剤が堆積することはすでに述べた。その原因には風に乗りにくい粉剤が、噴頭内を流れる空気流から分離して下にたまることと、粉剤が噴頭内を流れるとき摩擦によって帯電し、噴頭壁に付着することなどが考えられる。

背負動力散粉機が普及した当初に、噴管と散粉機本体との間が蛇管で接続されていたが、蛇管の材料が絶縁物のゴム製であったため、噴管内を流れる粉剤と噴管との摩擦のため静電気が発生し、噴管の先に触れた人に電撃を感じさせたことがある。

また多口ホース噴頭の粉が吹き出る口の周囲は、下に向いているため粉剤が付着しないはずであるのに、多量の粉剤が重力に逆って付着していることがある。

さらに筆者らの実験によると、同一の直径、長さ、粉の出口数をもった多口ホース噴頭を用い、噴頭内を流れ

る風量の違う2種の散粉機によって、同一粉剤を散布すると、噴頭内の風量すなわち風速の大きいものほど、粉剤の堆積および付着量が大きい傾向にある。これは風速が大きくなるほど摩擦による帯電が大きいからと考えられる。

粉剤には、銅粉剤のように無機質のものと、反対に有機質のものがあるのは既知のことで、無機質のものほど帯電しやすい傾向がある。たとえば2%のスミチオン粉剤と銅粉剤では、増量剤が同じのときスミチオンのほうが堆積が少ないようであった。

これを逆に利用したのが外国文献によくみる静電散粉である。その原理は噴管の先すなわち振り散布用の噴頭の先に直流電極を設け、これに12,000~18,000ボルトの電圧をかけて電磁帯を形成させ、そこを通過する粉剤に静電気を帯びさせると圃場内の作物は一種の接地（アース）されているから、クーロンの法則で吸引力が発生し、作物への付着量が増加するものである。防除効果は3.4 kg/10 aの静電散布は、4.5 kg/10 aの慣行と同じかまたはそれ以上といわれ、約25%の散布量が節減できている（1963年）。

筆者らが昭和33年にAgricola-Electrodusterを使用し、銅粉剤を裸地に固定したサツマイモ葉に散布したところ、次の結果を得た。

(1) 供試機を定置して散布した場合、供試葉の機械側すなわち表側、裏側とも、帯電区の総付着量がやや大きい。

(2) 距離別にみると、帯電区の表側の10mおよび帯電区の裏側の5m付近が無帯電区に比べて付着が大きい。

(3) 距離別の付着の減少を、帯電によって防止し得た割合は、この場合約25%であった。これは1963年に発表されている防除効果のデータと比べて興味がある。

さらに多口ホース噴頭で筆者らが昭和42年に実験したデータでは、ある粉剤を10kg連続散布すると、約1kgの粉剤が噴頭内に残留している。これらの結果をすべて関連させ総合考察を行なうのは不可能であるが、散粉機が粉剤の種類か、あるいは両者を組み合わせたなかが作用していることにまちがいない。

5 粉剤の分散性

粉剤の分散性とは、一定容器中のグラスフィルタの上に一定量の試料を入れ、コンプレッサの空気を一定時間グラスフィルタの下から吹き上げて粉剤を外部に導き、流出した粉剤の%を求めるもので、全購連農業技術センター農薬部などで採用されている。

昭和42年度筆者らは、粉剤の物理性を示す指標とし

て、分散性の異なる市販品を供試し、背負動力散粉機との関連を研究したが、その概要は次のようである。

(1) 供試粉剤と分散性：殺菌剤A（分散性23，仮比重0.37）および殺虫剤B（分散性74，仮比重0.57）。

(2) 供試動力散粉機：A機（送風機羽根車直径230mm，毎分回転数7,000~7,300，重量9.1kg）およびB機（送風機羽根車直径240mm，毎分回転数7,300~7,500，重量11.1kg）。いずれも空気かきまぜ方式。

(3) 供試多口ホース噴頭：散布幅すなわち有効長さが30mのものと40mのもので、それぞれホース直径63と67mmで、合計4本を供試した。

(4) 測定室：長さ50m，幅9m，高さ10mの散布実験室。

(5) 測定項目：粉剤に関係する内容は次のとおり。

(a) 噴頭を水平に張り、吐粉せずに運転した場合の噴頭中心部の浮き上がり高さ。

(b) 5kg吐粉した直後の噴頭中心部の沈み距離。

(c) 10kg吐粉した直後の噴頭中心部の沈み距離。

(d) 噴頭末端で5kgおよび10kgの張力をかけた場合の沈み距離の変化。

(e) 噴頭内の残量。

(f) 噴頭の距離別落下量（吸引式集粉装置の遠隔操作による）。

(g) 毎分吐き出し量の時間的変化（抵抗線式荷重計および卓上形記録計による）。

その他風速、風量、圧力（静圧）を計測し、データの総計は320個で、これを統計処理したが、結果の概要は次のとおりである。

(6) 測定結果

(a) 噴頭の沈みを防ぐに必要な浮き上がり高さは、散粉機の機種によって明らかな差があり、長さ30mの噴頭のほうが40mより大きく、噴頭の直径の小さいものほど大きい。

(b) 散粉によって噴頭の中心が沈む量は、機種によって差があり、長さ40mが30mより大きい。

(c) 噴頭内の残粉量は、B機および40mがA機および30mより大きい、噴頭の直径には関係ない。

(d) 落下の不均一さは、A機、40mおよび直径の大きいほうが他に比し大きい。

さて粉剤に関しては、次のことが明らかにされた。

(e) 分散性の低いA粉は、噴頭の沈み量、噴頭内残量、落下の分布の不均一さのすべてにわたって大きかった。

(f) 毎分吐き出し量の時間的変化は、B粉はほとんど連続に安定した吐き出し量を示したが、A粉をA機で散布しようとし、始動後1分後に開閉シャッターを開いても

5 ないし 60 秒間吐粉しなかった。

以上のことから、分散性の低いA粉は、散粉機から出にくく、噴頭が沈んで連続作業ができないことになり、また散布のむらも大きいといえる。

III 粉剤の物理性と防除効果

1 防除に適当な散布機、多口ホース噴頭と粉剤

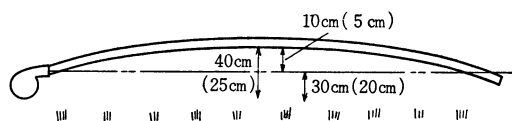
前章の結果は防除効果を直接に調査したものではないが、噴頭の各口での下向き吐き出し風速が大きく、噴頭の浮き、沈みともある範囲におさまり、落下量の分布が均一であれば、一応の防除効果があげられるとし、それぞれ仮定値を設けて条件を整理すると下表および右図のようになる。たとえば噴頭の浮きに対しては、株際まで粉剤を吹き込む必要がある場合、その限度が 50 mm 以下とすると、それぞれ右欄の条件以外はよいことになる。この 50 mm は、作物、病害虫の種類によってそのたびに多少読み変えるべきであろう（読み変えに必要なデータの図表などは省略）。

2 分散性と粉剤の飛散損失

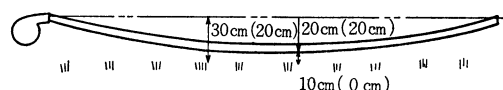
粉剤を散布するとその大部分が自然風に流され損失を生ずることは既知のことであるが、分散性の示す定義から、風に乗りやすいものほど分散性が大きい。したがっ

多口ホース噴頭の取り扱い方法の試案

項 目	期 待 値	期待値を満足する条件
噴頭の浮き	草冠部に粉剤を付着させる場合 100 mm 以下	30m 噴頭の折幅 100 mm 以外は可。
	株際まで粉剤を吹き込む場合 50 mm 以下	A 機, 30m 噴頭, 高速回転, 折幅 100 mm. 30m 噴頭の折幅 100 mm 以外可。
噴頭の沈み	草冠部に粉剤を付着させる場合 200 mm 以下	(1) 張力 5 kg の場合: A 機の B 粉. 30m 噴頭の B 粉, 折幅 110 mm の B 粉, B 粉の 5 kg 散布が可。
		(2) 張力 10 kg の場合: A 機. 30m 噴頭, B 粉, 5 kg 散布. A 機の 30m 噴頭. A 機の B 粉. 30m 噴頭の B 粉. 30m 噴頭の 5 kg 散布. B 粉の 5 kg は可。
	株際まで粉剤を吹き込む場合 200 mm 以下	期待値が 200 mm 以下で上項の (1), (2) とまったく同じ。
散布のむら (落下の割合)	70% 以下	B 機の折幅 100 mm のみ可。



(1) 噴頭の浮きの許容値



(2) 噴頭の沈みの許容値

噴頭の浮きまたは沈みの許容値（期待値）

て、噴頭から作物までの距離が短い場合と、長い場合とでは、分散性の大小と防除効果が違った傾向を示してくる。事実流し散布方式や空中散布では、分散性を低める研究が進められている。

昭和 36 年、鳥取大学の石原 昂らは、噴頭から出る粉剤に液剤の噴霧を吹き付け、有湿散布装置を開発し成績を公表している。すなわち散布機を出るまでは分散性のよい状態で吐粉し、噴頭の直後で噴霧と混合して分散性をいちじるしく低下させ、作物に有効に付着させようとするものである。そして粉剤、液剤どちらかを殺虫剤、殺菌剤にすれば、簡単に混合散布が可能になる。また防除効果および薬害の有無を調査しているが、結論として、混合する農薬の種類を選べば、十分な防除効果があげられると述べている。

したがって分散性を極端によくすることは飛散損失を招き、反対に悪くすると散粉機に適合しなくなるから、両者に適応するある範囲があると思われる。

3 分散性以外の物理性

すでに述べたように、分散性は、散布機と粉剤の関連を表わす適切な方法と考えられ、多くの未解な問題の解決に役だった。しかし分散性では表わしきれないものもあり、たとえば粉剤タンク内での振動によるつき固まりや、長期間積み重ねた粉剤の塊状になりやすさなどは、空気流との関係を示した分散性と多少違ったものになる。したがって粉剤の物理性を解明することは今後きわめて重要なものと思われ、粉剤散布の将来を考えた場合、急ぎ過ぎるとは思われない。

引 用 文 献

- M. ZIMMERMAN (1963): Electro-static dusting, Implementation and Tractor 78(20): 44~46.
 武長ほか (1968): 多口ホース噴頭に関する研究 農業機械化研究所受託研究報告書 昭和 43 年 10 月
 石原 昂 (1962~1963): 有湿散布, 混合散布機に関する研究 農業機械学会誌 24 (1): 25~29, 同 25 (1): 47~51

土 壌 と 殺 菌 剤 の 物 理 性

農林省農業技術研究所 能 勢 和 夫

土壤に殺菌剤を処理するようになったのはごく最近のことである。経験的にも学問的にも未解決の問題が多く、使われている殺菌剤の種類もごくわずかである。したがって、物理性だけを取り上げて独立に論ずるほどこの方面の研究が進んでいる訳ではない。ただし、物理性が重要な因子であることはまちがいないので、主として物理性に中心を置きその周辺についても触れてゆきたい。

I 土壤の物理性とその周辺

1 土壤の一次粒子

土壤を構成するのはいうまでもなく土壤の一次粒子であるが、土壤粒子は大きさにより、礫、粗砂、細砂、シルト（または微砂、ただしシルトと微砂は完全な同意語ではない）、粘土に分けられる。土壤の性質はいうまでもなく、土壤粒子の表面の性質によって左右される。球粒子の表面積の合計が粒子の大きさによってどのように異なるかは第1表に示すとおりである。

第1表 粒径と全表面積

球の直径	粒子名	粒 子 数 ($\pi/6 \text{ ml}$ 当たり)	全 表 面 積
10 mm	礫	1	3.1 cm^2
1	粗 砂	1×10^3	31
0.1	細 砂	1×10^6	314
0.02	シルト	125×10^6	1,571
0.002	粘 土	125×10^9	15,710
200 μ	コロイド状粘土	125×10^{12}	157,080

すなわち、粒径が 1/10 になれば全表面積は 10 倍となる。粘土の含量は土壤によって 10~70% となっているが、比較的含量の少ない 10% 程度の土壤でも、その全表面積の大半は粘土に負うことになる。

2 粘土鉱物とその特徴

土壤に含まれる粘土鉱物には、カオリン鉱物、モンモリロン鉱物など結晶性のものと非晶質のアロフェンとがある。これらに腐植が介在して土壤の化学的性質のみならず物理的性質が規制されている。通常、粘土が一次粒子にまで分散していることは少なく、粒子同志がくつき合って粗大な二次粒子となっているが、二次粒子の物理的性質も主粘土鉱物の性質に負うことが大きい。

カリオン鉱物はケイ酸層とアルミナ層が 1 対 1 の割合

いで結合しており、これが結晶の 1 単位となって層状に幾層にも重なっている。そのため 1:1 型粘土鉱物とも呼ばれる。花崗岩、安山岩など酸性の岩石から風化生成したものは塩基成分に乏しく瘠薄な土壤を形成し団粒構造もよくない。玄武岩のような塩基性の岩石から生成したものは比較的肥沃な土壤を形成する。肥料の保持に役だつ陰荷電は結晶の切れ端 broken edge に存在する未飽和原子価に由来するだけであるから、その数は多くなく肥料の保持容量はあまり大きくない。

モンモリロン鉱物は 2 枚のケイ酸層の間にアルミナ層 1 枚がサンドイッチ状に結合して結晶の 1 単位となっている。そのため 2:1 型粘土鉱物とも呼ばれる。結晶単位が幾層にも重なって 1 粒子が構成されることはカオリン鉱物と同様であるが、モンモリロナイトでは各単位層間に水が入れるようになっており、水を含むと膨潤し乾くと凝縮する。したがって、保水能力は大きい。肥料保持に役だつ陰荷電は broken edge に由来するもののほかに同像置換によるものがあり、その数は多く肥料の保持容量は大である。同像置換とは結晶を構成している Al^{+++} がこれとほぼ同じ大きさの Mg^{++} に置き換わることで、そのため + 荷電が 1 個不足して、陰荷電数がふえるのである。これを主粘土とする土壤は第 3 紀層に多く、一般に肥沃である。しかし、土壤は重粘で通気性が悪く土壤殺菌剤は効きにくい。

アロフェンはわが国の畑地の大半を占める火山灰土壤の主粘土鉱物で、外液の pH が低ければ陽荷電を、高ければ陰荷電を帯びる。肥料の保持能力は弱い。しかし、腐植が集積しやすく、通常は腐植の陰荷電が肥料保持に役だっている。粘土が微粒子のまま分散していることは少なく、団粒となっていて通気性に富み、かつ土の全表面積はきわめて大きいのでくん蒸剤などガス体の保持がきわめてよく、土壤殺菌剤は比較的ききやすい。表面積が大きいので、雨後は大量の水をよく保持するが水の吸着エネルギーは大きくないから外気が乾燥すればすぐに水を放出してパサパサになる。春先など火山灰土地帯で土埃が空を黄色く染めるのはこのためである。

3 土壤の全表面積とガス吸着

全表面積の多い土壤ほどガスの吸着量は大きい。くん蒸剤は全表面積の多い土壤によく吸着されるので、このような土壤では効果も大きい。おもな土壤および粘土鉱

物について表面積などを測定した結果を第2表に示す¹⁾。塩基交換容量は陰荷電の量を表わすもので肥料の保持容量を表わす重要な量である。濡れ熱は乾燥した土壌を水に投入したときに発生する熱量で、表面積に比例して増加する。アロフェン土壌の表面積はとくに大きい²⁾が、陰荷電数はそれほどでもない。

第2表 土壌の表面の性質

	表面積 m ² /g	濡れ熱 cal/g	水蒸気吸着 量 (湿度10 %, g/乾 土100g)	塩基交 換容量 (me/ 100g)	主粘土 鉱 物
長 野 農 試	70.2	3.7	1.60	22.8	2:1 型
徳 島 農 試	20.8	0.49	0.71	9.4	1:1 型
枋 木 農 試	132	5.9	4.00	26.8	アロフェ ン, 腐植
西ケ原 土 表	172	8.9	5.12	22.2	アロフェ ン, 腐植
西ケ原 土 下層	335	16.0	8.84	26.2	アロフェ ン
ベント ナイト	172	7.3	2.14	50.8	2:1 型
カ リ オ ン	10.0	0.18	0.18	5.1	1:1 型

注 表面積は水蒸気吸着による BET 法で測定。

II 土壌殺菌剤の特性

1 酸性殺菌剤の移動性

現在実際に使われている土壌殺菌剤はクロルピクリンなどハロゲン化ニトロ炭化水素、ペーパムなどメチルチオカルバミン酸塩類、PCNB、DAPA(*p*-ジメチルアミノベンゼンジアゾスルホン酸ナトリウム)の4種類に過ぎず、このほかキャプタン、TMTD、ダイホルタンが試験的に使われている程度である。このうち水に可溶性のメチルチオカルバミン酸、DAPAは酸性物質である。一方、水に可溶性の塩基性物質が土壌殺菌剤として使われる可能性はきわめて少ない。それは土壌粒子の表面が陰荷電を帯びていて、塩基性物質をクーロン吸着しその移動を妨げるためと考えられる。肥料の場合は根が吸着されている地点まで延びてこれを利用するので、クーロン吸着のあるほうが望ましい。

土壌中における菌の移動性は虫とちがってあまり大きくないのが普通である。たとえば、フザリウム菌の厚膜孢子では1cm以上の移動が認められていない³⁾。ただし、分生孢子では毛管水および浸透水により5cm以上も移動することが確認されている。移動性の小さい菌と接触するためには、薬剤自身が移動する必要がある。水

に溶け土壌粒子に吸着されないDAPAのような薬剤は、毛管水、浸透水とともに降雨時には下方へ乾燥時には上方へ移動するので、菌と接触する機会が多い。たぶん、浸透水はやや太い経路をとって下方へ、毛管水はより微細な経路をとって上方へ移動することになるので、太い経路の多い砂地では下方への薬剤の移動が多く、これの少ない重粘な土地では上方への移動が多いことが予測される。DAPAはピシウム菌のDPNH-チクロームC還元酵素を阻害するので同菌に有効であるが、リゾクトニア菌のミトコンドリア中ではDPNHの存在で分解してしまうのでこの菌にはききにくいことはよく知られている³⁾。

メチルチオカルバミン酸ナトリウム(ペーパム)はアルカリ性では比較的安定であるが少量ずつ分解してイソチオシアン酸メチルを生成する。前者は酸であるから土壌に吸着されずに水とともに移動すると思われる。殺菌作用は主としてイソチオシアン酸メチルの作用によるものとされている。イソチオシアン酸フェニルはアミノ基と特異的に結合し、不活性なチオ尿素を生成する作用があり、これに類似の作用が殺菌効力の主因と考えられる。ペーパムを大量の水に薄めて使うと、分解が急激に行なわれてむだにイソチオシアン酸メチルが発生して消失してしまうことと、メチルアミンと二硫化炭素が生成する別の経路の分解が起こりこれらの殺菌作用が弱いことにより、効力はいちじるしく減少する。

ジメチルチオカルバミン酸アンモニウム(カルバミゾール)についても同様な移動性を考えることができよう。

2 ハロゲン化炭化水素の物理化学

ハロゲン化炭化水素は生体内のSH基などの陰性活性点を攻撃し、これをアルキル化して不活性化する。たとえば、クロルピクリンと*p*-ニトロチオフェノール NO₂--SH を 50% アルコール中で pH 8.0 下で混合すると、反応して後者の黄色が消えるので、これをクロルピクリンの微量定量に使うことができる⁴⁾。

既述のとおり、粘土粒子は一般に表面に陰荷電を持っているので、これとすぐに反応するようでは、陰性活性点と反応する作用が大きくても土壌殺菌剤に使うことはできない。陰性基との反応性には Sn 1 反応性と Sn 2 反応性がある。Sn 1 反応性とは、薬剤がまず溶媒と反応して、反応性の大きい正のアルキルイオンに変化してから反応する性質である。この型式による反応は一般に反応性は大きい。無差別に陰荷電点を攻撃するので、陰荷電点の多い土壌中で有効に作用させることは困難である。Sn 2 反応性とは陰荷電点の近傍まで薬剤分子が到達したときに、これとゆるく結合して活性錯合体という

第三の化合物に変化したのち、ハロゲンが遊離してアルキル基が残るような反応性を表わす。この種類の反応性の高い薬剤が土壌殺菌剤または殺線虫剤として有効なことが次第に明らかになってきた。

アルキル鎖が長くなるとハロゲン化炭化水素は分極しやすくなり Sn 1 反応性が大きくなる。一方、アルキル鎖のために薬剤分子の活性点がかくされてしまうので、付加化合物を作りにくくなり Sn 2 反応性は減少する。したがって、アルキル鎖の長いハロゲン化炭化水素は有効な土壌殺菌剤にはなりにくいことが予測される。アルキル炭素一つのクロロピクリンは土壌により分解されずに、菌体の活性点を攻撃できる点においてすぐれた殺菌剤ということができよう。実際にクロロピクリンが土壌および水によりどの程度分解するかは第 3, 4 表に示すとおりである²⁾。分解は土壌により異なり、陰荷電点の多い筑後水田土(2:1 型、腐植に富む)のほうが大となっている。水中でも分解が見られるがあまり大きくはない。

第 3 表 土壌中におけるクロロピクリンの消失
(アンブル封入)

初 濃 度 (ppm)	10 日後濃度 (ppm)	回収率 (%)
西ケ原表土 66.7	27.0	40.5
筑後水田土	13.5	20.3
西ケ原表土 673	580	86.2
筑後水田土	74.1	11.0

第 4 表 水中におけるクロロピクリンの消失
(アンブル封入)

pH	純水	4.5	6.0	7.0	8.0
10 日後回収率 (%)	84.2	91.2	84.1	84.7	92.7

注 濃度 100 ppm, pH はリン酸緩衝液による。

クロロピクリンの移動性については、気体拡散一般の問題として別に扱われるのでここでは省略する。

3 PCNB の特性

PCNB はクロロピクリンの芳香族版といってさしつかえない化合物で、ニトロ基、塩素、炭素以外のものを含まず、両者ともそれぞれの族では最も簡単な化合物である。芳香族環は塩素やニトロ基のような陰性基との親和性がいちじるしく強いという特徴があつて、そのため PCNB の反応性はクロロピクリンに比べいちじるしく小さい。PCNB を含めて一般にポリクロロニトロベンゼンのニトロ基は酵素的作用によりグルタチオンと置換すること³⁾や、PCNB がネズミの体内で N-アセチル-

S-ペンタクロロフェニルシステインに代謝されることの報告されている。したがって、PCNB の作用も SH 基との反応に基づくものと考えられる。

PCNB は融点 142~145°C, 蒸気圧は 20°C で 0.97 mmHg の化合物で、水に対する溶解度は実測の結果 0.4 ppm であった。ほぼ類似の性質を持ちよく知られている γ -BHC の値を比較のため記すと、融点 112.5°C, 蒸気圧は 20°C で 0.03 mmHg (Slad) ~ 9.4×10^{-6} mmHg (Balson), 水に対する溶解度 10 ppm となっている。後述の移動性から考えて蒸気圧が γ -BHC に比べ非常に高い点に疑問があるが、蒸気圧の測定値はあまり信頼できないという一例なのかも知れない。

4 PCNB の移動性

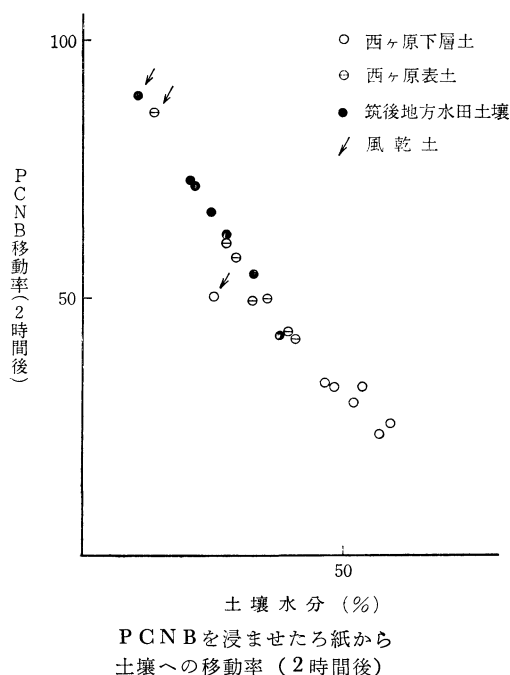
PCNB の水に対する溶解度はいちじるしく低いので、移動するためには気化して拡散する必要があり、蒸気圧の高いことが要求される。第 5 表は PCNB 100 μ g をろ紙(直径 9cm)に浸みこませ、シャーレ中の風乾土中に埋めた場合および同じ大きさのシャーレ中に放置した場合にろ紙からどの程度 PCNB が失われるかを示している。分析は ACKERMANN 法によって行なった。土のない場合、すなわち PCNB の自由拡散はあまり大きくはないのに、土があるとすみやかにろ紙から消失する。これは土が PCNB を吸着するためと推定される。土がろ紙中に浸みこんだ PCNB と密着する機会が大きいとは考えられないので、吸着は PCNB がいったんガス化し、その型で行なわれるものと推定される。第 5 表の実験では最初の 1 時間で大部分が吸着されてしまったので、初量を 400 μ g にふやした場合の 1 時間後の移動率は西ケ原下層土 32.4%, 西ケ原表土 56.9%, 筑後水田土 67.7% であった。

第 5 表 PCNB のろ紙から風乾土への移動率 (%)

時 間	西ケ原下層土	筑後水田土	無 土
1	85.8	69.6	0
2	85.8	80.0	0
4	88.6	85.8	12.6
6	88.6	81.8	32.8
8	—	—	32.0
16	—	—	53.6

注 初量 100 μ g, ろ紙を風乾土 1cm ずつで上下にはさむ、数値はろ紙中の残量から算出。

土壌水分が上記の意味での PCNB の移動率に及ぼす結果は次ページの図のとおりである⁷⁾。この場合の移動率は 2 時間後の値で、平衡状態に達したときの値すなわち吸着容量とは異なり、むしろ移動速度または吸着速度



を表わすものと考えることができる。図によれば PCNB の移動速度は土壌水分量とは逆比例の傾向にある。これは水分が土壌粒子の表面を包んでおり、水分が多くなるほどその層が厚くなるので、PCNB 分子が表面に到達しにくくなるためと考えられる。この実験における pF 値 (水分と土壌との結合のエネルギーを表わす尺度 : 土壌病害の手引 I p. 162~ 参照) は 2.7~4.2 の間にあり、通常の畑状態を包含している。土壌によって使用した水分%が偏っているのは pF 値で揃えたためである。しかし、土壌の種類および pF には関係なく、土壌水分%と PCNB の移動 (吸着) 速度との間にほぼ一次の関係が認められることは興味深い。同一の pF 状態では表面積の大きい火山灰土壌は小さい鉾質土壌よりも多量の水分を含んでおり、吸着速度も小となっている。吸着速度には表面積の大きさよりも、表面の性質のほうが重要であることを示唆しているようでもある。これらの結果から、土壌に処理された PCNB はいったん気化しその近傍の土壌に急速に吸着されて行くが、その速度は土壌水分と逆比例の関係にあることが明らかとなった。

このようにして一度吸着された PCNB 分子は再び気化して、その周辺の土壌粒子に吸着され次第に拡散してゆくものと思われる。PCNB および BHC を土と混ぜ、素焼鉢に入れて野外圃場に埋め込み、土壌からの消失を

第6表 PCNB および BHC の土壌中の消長
(土中の薬剤濃度, ppm)

	層	0	5	10	20	60	80	100
B H C	上	654	347*	85*	288	348	—	41
	下		605	571	—	—	—	437
P C N B	上	50	15	26	7	—	7	5
	下		50	45	32	—	36	30
P C N B	上	592	205*	150*	188	457	—	306
	下		424	721	422	554	—	518
P C N B	上	42	18*	27*	13	—	24	11
	下		33	33	20	—	24	17

注 上層 : 0~1cm, * はごく上層をかきとった。

下層 : 5~6cm, 分析 : GLC-マイクロクロマトリー。

経時的に測定した結果は第6表のとおりで、表層からはかなりの消失が認められる。消失の程度は BHC のほうが PCNB より大きい。この消失は両薬剤とも水に対する溶解度の小さいことを考慮すれば、地下流亡によるのではなく、気中への拡散によるものと推定することができよう。前記の蒸気圧値からは BHC の消失が PCNB より大きいとは予測できないが、これには土壌への吸着の強さなども関係するので単純ではない。

おわりに

物理性に関する研究は土壌殺菌剤ではとくに重要であるにもかかわらず、薬剤の種類が少ないためあまり行なわれていない。殺菌剤を効果的に使うためには当然のことながら土壌をよく耕起して通気性をよくする必要がある。この当然のことを明確にするためにこれまででくどくどと書いてきたような結果になってしまった。今後の一つの夢として、薬剤を鉄砲のようなもので土中に撃ち込み、それが土中の湿度などのために小爆発を起こすような施用型体は考えられないものだろうか。

参考文献

- 1) 能勢和夫ら (1967) : 農業生産技術 17 : 30.
- 2) 松田 明ら (1967) : 畑作病害虫防除試験成績書 (41 年農林省指定, 茨城農試)
- 3) Tolmsoff, W. J. (1962) : Phytopathology 52 : 755.
- 4) 能勢和夫ら (1968) : 植物病理 (講演要旨) 34 : 191.
- 5) Suad Al-Kossab et al. (1963) : Biochem. J. 87 : 4.
- 6) Betts, J. J. et al. (1955) : ibid. 61 : 611.
- 7) 能勢和夫ら (1965) : 植物病理 (講演要旨) 30 : 112.

ハウスくん煙剤の物理性

全購連農業技術センター 内 野 一 成

はじめに

くん煙剤とは薬剤を熱処理によって煙状にして作物体に接触させて、病虫害防除を行なおうとするものである。最近の温室やハウスなどの施設栽培では密閉時間が長く、作物は密植多肥栽培となり、薬剤散布の作業が容易でなく労力も多くを要する。また液剤はハウス内をますます多湿状態に追い込むことになっている。そのためくん煙剤のような省力的でしかも水を必要としない防除法に対する要望が強まりつつある。

くん煙剤にはすでに各種の殺虫剤および殺菌剤が市販され、一部には実用化段階にまで入っており、くん煙形式についても各種のものがある。しかしくん煙剤に関しては基礎的な研究が少なく実用上の問題についても不明の点が多い。くん煙剤では製剤の物理性に関する研究は今後にまたなければならない点が多いので、ここにはくん煙された薬剤の粒子の行動を中心に既往の結果をとりまとめ参考にする次第である。大方のご叱正をいただければ幸いである。

I 薬剤の煙化と粒子の大きさ

まず煙の定義については、直径 $0.1 \sim 1 \mu$ 程度の微粒子が大気中に浮遊分散している物質系であるとされ、この煙霧粒子は一般的特性として(1)微粒子はチンダル現象を示し大気中の渦動によって流され、微細な間隙まで容易に到達できる。(2)微粒子はブラウン運動が活発で、粒子と物体、粒子と粒子は互いに衝突し合い、粒子相互は結着して沈降を起こす。(3)煙霧粒子は電氣的に中性であって帯電しているものは非常に少ない。(4)粒子の形状、大きさ、分布、集合状態、相互作用、運動などが複雑でかつ不安定であるため再現性に乏しいことなどがあげられる。

薬剤の煙化については、野口(1964)によれば薬剤の煙化率(薬剤が熱によって煙となる割合)はおおよそ 75%~95%であるという。煙化率は薬剤によって異なると考えられるが各薬剤の煙化率については明らかにされたものがない。小型ビニールハウス内で薬剤を熱処理し、床面に落下した量を測定してみると(第1表)、くん煙した薬量に対してジクロン 75.7%、レジサン 77.3%、ダコニール 79.9% で、いずれも 75% 以上であった。ハウ

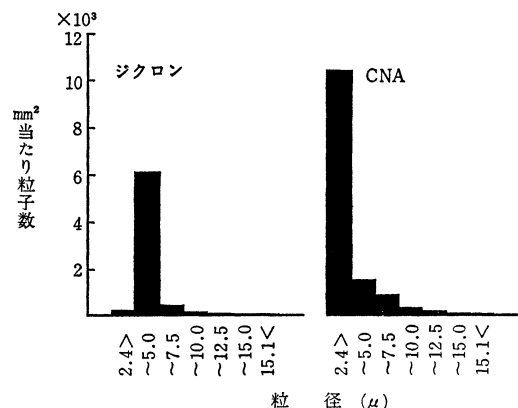
第1表 くん煙した薬剤の床面落下量

薬 剤	処理薬量	m ² 当たり 落下量	落下率
ジ ク ロ ン	200mg/m ³	151.49mg	75.7%
CNA(レジサン)	〃	154.61	77.3
T P N(ダコニール)	〃	159.74	79.9

注 処理 15 時間後の測定値。

スなどでくん煙を行なった際、煙粒子は作物体上に付着すると同時にビニールなどの施設物に付着し、またある量は施設の隙間などから消失するので、作物上で防除のために有効に働く煙の量は薬剤の煙化率よりも低いと考えられる。また富樫ら(1966)は燃焼基剤によって薬剤の防除効果が異なることを報告しており、燃焼基剤も煙化率に大きく影響するものと思われる。

次に煙化した粒子の大きさについては、上達(1958)はくん煙剤で優良製品といわれるものの粒子の大きさは直径 $2 \sim 3 \mu$ 以下のもので、 1μ 以下の結晶粒子のものも多数混ざっているという。TURNER ら(1965)は、ダコニールのくん煙粒子は 6μ から 0.1μ 以下の大きさであり、温度によって粒子の大きさに差異があることを指摘している。ジクロンおよびレジサンを約 400°C で煙化させスライドガラス上に落下付着した粒子の粒度分布をみると(第1図)、 5μ 以下の粒子が非常に多くほぼ均一な分布を示しているが、ジクロンはレジサンよりやや粒径が大きく、しかも 200°C で煙化させるとレジサン



第1図 ジクロンおよびレジサンのくん煙粒子の粒度分布

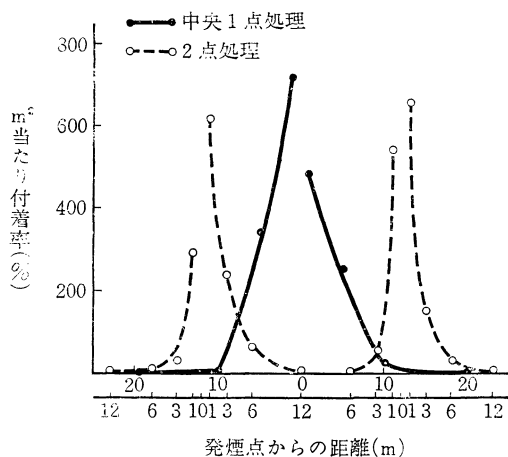
よりジクロンの粒度分布は不均一であり、加熱温度によって粒度の分布が異なる。またトリアジンやTMTDなどの煙化後の粒子の形状をみると、薬剤の種類によって粒度や形状が異なっており、温度と薬剤によって煙化の様相が違い複雑であることがうかがえる。

II ハウス内での煙の広がり

くん煙剤における効力は、基本的には煙の濃度と接触時間の積に比例する。そこで煙の濃度が問題になるわけであるが、くん煙剤の拡散についてBHCくん煙剤を野外で発煙させた場合、発煙点からの距離によって付着量が異なり、煙の流れは気象条件に大きく影響されるといわれている(上遠, 1958)。密閉されたハウス内での煙の広がりをみるため、ハウスの型式との関係を調べてみると型式の差異や気象条件、くん煙剤の種類などによって煙の広がりには差異が認められる。

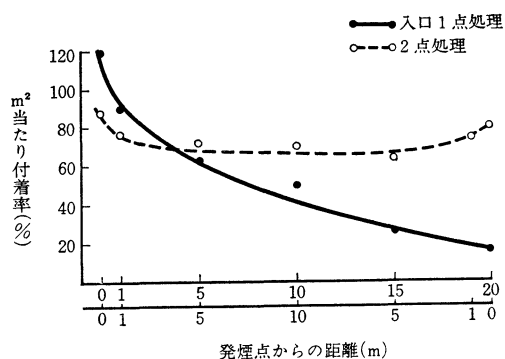
1 ハウス型式と煙の広がり

(1) ビニールトンネルの場合：高さ 0.45m, 幅 1.2m, 長さ 50m のビニールトンネルで、ジクロンを供試して発煙点を中央の1カ所にした場合と同一薬量を24m間隔で2カ所にかけて処理した場合の煙の拡散状態を発煙点からの距離別に床面落下量で測定してみると(第2図)、煙の拡散はいずれの場合でも不良で、発煙点に近いところで大部分の薬剤が落下し、発煙点から5m以上になると極端に低下しており、トンネル内での煙の広がり悪いようである。このことからトンネルでのくん煙処理では少なくとも5~6m おきに発煙点を設ける必要があろう。



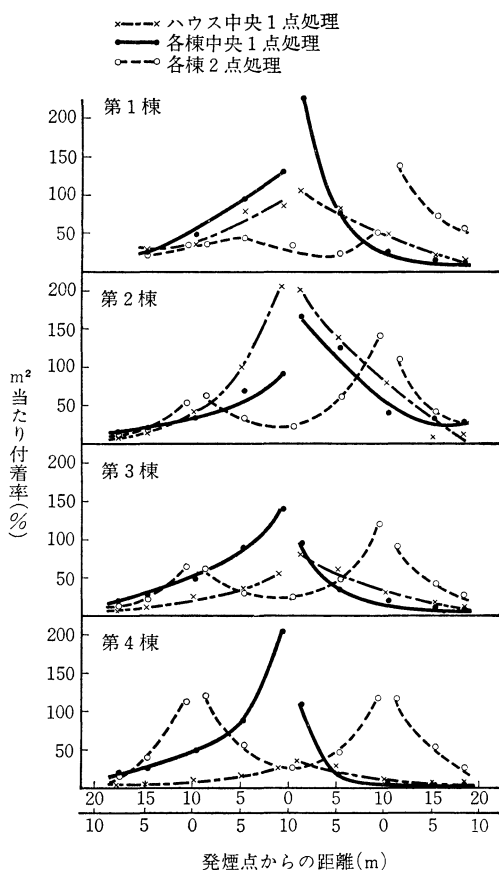
第2図 ビニールトンネルにおける煙の広がり

(2) 単棟型ハウスの場合：高さ 5.1m, 間口 7.3m, 奥行 27.5m の一般のものよりやや高い構造のものであ



第3図 単棟ハウスにおける煙の広がり

るが、入口付近で発煙点を1カ所においた場合と同一薬量で両側入口付近から2カ所で処理した場合とを比べてみると(第3図)、発煙点1カ所の場合は発煙点から距離が大きくなるにつれて付着率は低くなり、10m付近で約50%, 20m付近で約20%となる。発煙点が2カ所になると付着量は10m付近でも低下の度は少なくなり、距



第4図 連棟ハウスにおける煙の広がり

離別の付着率には大きい変動がなく、ほぼ均一に拡散するようになる。また単棟ハウスの中央でくん煙し両側への煙の広がりを見ると、煙の広がりには両方向に均一に分散することは少なく、どちらか一方にかたよる傾向が見られる。単棟ハウスの場合、少なくとも煙の到達は10mを限界と考えて発煙点を設定し、なお発煙点は固定化することなく処理のたびに移動させるほうがよいと考えられる。

(3)連棟型ハウスの場合：高さ 3m, 間口 16.2m, 奥行 37.8m の4連棟で中央の1カ所で発煙させた場合、同一薬量で各棟ごとに中央1カ所ずつで発煙させた場合、各棟ごとに2カ所にわけて発煙させた場合について付着量を発煙点からの距離別に調べてみると(第4図)、各棟の煙の拡散は単棟型ハウスに比べて複雑で到達性も悪いようである。中央1カ所で処理すると煙はどちらか一方の棟にかたよってしまい、ハウス内での付着むらは非常に大きくなる。各棟ごとに発煙点を設けると煙は各棟ごとに両方向に移動を起こしているが、発煙点からの距離が遠ざかると付着率は低下し、発煙点から両方向の距離への広がりも均一でなく、しかも棟によってその程度が異なる。2点処理すると煙の拡散はやや良くなるが、単棟ハウスの場合よりも不均一で、同一棟の中で場所によって煙の流れが変わっている。このことから連棟型ハウスではハウス内の温度差や外からの風の方向、強さなど煙の広がりとは関係が深いと考えられる。連棟型ハウスでの煙の広がりについてはさらに検討を要するが、発煙点は各棟ごとに設置し発煙個所数も単棟の場合より間隔を縮めるほうがよいと考えられる。

2 くん煙剤の種類と煙の広がり

上記の単棟型ハウスで市販殺虫くん煙剤で1本当たりDDVP 8gを含むスモレートとホスエルジェットをくん煙し、DDVPのくん煙地点からの距離ごとに付着量を調べた高橋ら(1965)の結果によると(第2表)、スモレートは煙が直接あたる発煙点に近い所では付着量が多

第2表 DDVPの各調査地点における付着量
(高橋ら, 1965)

発煙点からの距離	スモレート		ホスエルジェット	
	床 面	床上 1m	床 面	床上 1m
1m	0.61 μ g	23.00 μ g	0.18 μ g	0.30 μ g
5	12.00	0.96	0.10	0.12
10	0.76	1.42	0.18	0.20
15	0.48	0.58	0.34	0.14
20	0.10	0.26	0.32	0.14

注 数字はスライドガラス1枚当たり付着量を示す。

く、発煙点から遠ざかると少なくなる傾向を示すが、ホスエルジェットでは各地点での付着はほぼ均一であるが、全般に付着量が少なく同一成分量のものでも剤型の違いによって煙の拡散に差異が見られる。

筆者ら(1966)は殺菌用くん煙剤のジクロンロッドとくん煙器によるジクロン原体とを投下成分量を同じにして処理するとジクロンロッドでは煙はよく均一に拡散するが、ジクロン原体では発煙点に近い距離で付着量が多く付着むらが大きい。しかし薬剤の付着率はジクロンロッドに比べジクロン原体処理のほうが大きくなることを認めた。またダコニール錠(くん煙用)とジクロン原体をくん煙処理して発煙点からの距離と防除効果との関係を比較してみると(第3表)、ダコニール錠では発煙点から15mの距離においても高い効果を示している。ジクロンでは発煙点に近いと効果は高いが、遠い距離ほど効果が低下しており、煙の広がりには薬剤の種類によって、またくん煙剤の製剤方法によっても異なってくる。

第3表 発煙点からの距離と防除効果

発煙点からの距離	ダコニール錠	ジクロン原体
	キュウリベと病	キュウリうどんこ病
1m	0 %	8.3%
5	0	21.7
10	0.8	51.7
15	0	65.0
無 処 理	29.2	90.0

注 数字は発病面積率を示す。キュウリベと病は葉表接種、うどんこ病は自然発病による。

III くん煙粒子の付着性

LOCKHART ら(1962)はキャプタンくん煙剤を用いて、箱詰めしたリングを倉庫内で処理して果面の位置と付着量との関係を調べ、頂面で付着量が多く、側面や底面でいちじるしく少なく、同時に庫内でも床面で多く、天井や壁で劣ることを報じ、富樫ら(1966)はジクロンロッドのくん煙でビニールが汚染し光線透過率が低下することは少ないことを明らかにした。またくん煙処理では作物葉上での効果が、葉表で高く、葉裏で劣ることが認められている。

1 傾斜角度と付着性

それぞれの角度をもたせたガラス板上で、くん煙粒子が落下付着する量を測定してみると(第4表)、水平面および22.5度の角度では付着量は変わらないが、45度に傾斜すると付着比は水平面の約80%、67.5度で約50%、垂直面では約1%となり傾きの度合いが大きいほど付

第 4 表 傾斜角度と薬剤の付着性

傾斜角度	表 面		裏 面	
	m ² 当たり付着量	付着比	m ² 当たり付着量	付着比
0 度	235.33mg	100	—mg	—
22.5	242.92	103	4.27	2
45	186.30	79	1.42	0.6
67.5	100.27	43	0.95	0.4
90	2.85	1	—	—

注 ジクロン原体 300mg/m³, スライドガラス 3枚の平均値.

着量は低下する。このことは実際にくん煙した場合に作物の葉上で葉の傾き工合の違いによって防除効果が異なることに関係する。また裏面の付着量は垂直面と同様、非常に小さい。

2 作物葉上における防除効果

葉の表裏面での防除効果をジクロンH90およびモレスタンH50を用いて6回処理したハウス内で調べてみると(第5表), 葉表の防除効果はすぐれているが, 葉裏での効果は劣り, 従来の試験結果とよく一致している。しかしながら, 葉裏においても無処理区と比較してみると発病をよく抑えていることがわかる。このことから葉裏の効果は薬剤の付着量のみによって決まるものではなく, くん煙中の浮遊粒子による接触または浸透作用も加わって発現されるものと考えられる。なお病虫害防除における葉裏での効果を高めることは非常に重要であり, くん煙処理間隔を縮めたり, 散布剤による葉裏への効果の補強を行なう必要がある。葉裏へ付着させるためのくん煙処理の方法なども今後検討する必要がある。

第 5 表 キュウリうどんこ病に対する薬剤の防除効果

薬 剤	処理薬量	薬 表	薬 裏
ジクロンH90	30mg/m ³	0 %	37.8%
モレスタンH50	50mg/m ³	0	22.8
無 散 布	—	87.5	78.5

注 処理回数 6 回, 数字は 1 葉当たり発病面積率。

3 付着粒子の耐雨性

TURNER ら (1965) はダコニールくん煙剤の付着粒子は散布の場合に比べて降雨による流亡性が大いことを指摘しており, 筆者らのスライドガラスにおけるジクロ

第 6 表 付着粒子の耐雨性

降 雨 時 間	降 雨 量	付 着 量
0 分	—mm	115.45mg/m ²
0.5	1.3	74.43
2	5.5	53.61
4	10.9	54.25

注 ジクロンH90 処理, スライドガラスによる。

ンの降雨流亡性を調べた結果(第6表)も降雨によって流亡しやすく, 人工雨 5.5 mm/2 min で付着量の約 50% が流亡した。ハウスでくん煙直後に葉上から多量に灌水することは防除効果を低下させる。また液剤散布をくん煙処理と組み合わせて行なう場合には, 液剤は葉上から葉液が流れる程度に多量散布するのではなく, くん煙で薬剤が付着しにくい葉裏の部分を対象に散布するなどの注意が必要であろう。

む す び

以上主としてハウスくん煙剤の煙化, 煙の拡散および煙粒子の付着性について述べたが, ハウスくん煙剤の利用は年月も浅く, くん煙薬剤の発煙の効率化, 煙粒子の拡散の均一性, 作物への葉害など製剤上に留意さるべき多くの問題が残っており, またハウスの型式には非常に多くの構造のものがあ, しかもハウス内の気温や湿度の差異, 風その他の気象条件, 暖房および換気装置などが, くん煙剤の防除効果や葉害の発現などと関係していることが考えられ, 今後さらに明らかにされなければならない。

引 用 文 献

- 1) 上 速 章 (1958): 植物防疫 12: 24~26.
- 2) LOCKHART, C. L. and C. A., EAVES (1962): Can. J. Pl. Sci. 42: 294~301.
- 3) 野口徳三 (1964): 温室研究 72: 30~32.
- 4) 高楠武正・榎田 栄・会田重道・浅野勝司・橋爪文次・小林 昇 (1965): 昭和 40 年全購連農業研究部報告 285~296.
- 5) 富樫邦彦・尾崎 博・菊池孝治・佐野 肇 (1966): 植物病理 32: 102~103.
- 6) ———・小林美保子・菊池孝治 (1966): 関東東山病虫研報 13: 51~52.
- 7) TURNER, N. JOE and D., LAMONT (1965): Contrib. Boyce Thomp. Inst. 23: 51~54.
- 8) 内野一成 (1966): 植物病理 32: 301.

除 草 剤 の 物 理 性

宇都宮大学農学部雑草防除研究施設 近内 誠登・竹松 哲夫

近年除草剤の利用が飛躍的に高まり、化学的除草手段が単に生産コストの低減にとどまらず、新しい栽培技術の展開を可能にしていることは他の農薬に求め得ない特異性といえることができる。除草剤の開発発展段階において、その化学物質が殺草性を有することの確認は当然のことながら、適用分野の植生、土質および気象条件の関連において実用性を把握しなければならない。すなわち *in vitro* において、いかに卓越した殺草効果を表わす化合物でも実用場面において脱落することは珍しくなく、これは植物表皮との親和性など、薬剤の物理的欠陥に起因する場合が少なくない。

またすでに実用化されている除草剤でも、雑草草種、ステージ、土質、気象条件で毎年その効果に変動のみられることが経験的に知られている。すなわち除草剤の有する物理的特性（溶解度、揮発性、潮解性）と処理条件を取り巻く各種要因との間には不可欠の関係があることを認知しなければならない。除草剤の主体である発芽抑制剤の原理は作物の種子および根系より隔離された土壌表層に濃密に吸着保持され、作物と雑草との間に物理的選択性が見出されたことが成功の要因といえよう。以下除草剤の物理的特性について記載する。

I 溶解性と土壌吸着

除草剤は水に対して固有の溶解度をもっており、それが土壌吸着と密接な関係にあることは多くの試験例で示されている。概して溶解度が高いことは土壌吸着が低く、重力水とともに下降移動し、除草効果の低減、薬害惹起ということから土壌処理剤としては不適とされる。除草剤の土壌吸着はコロイドと密接な関係にあり、このほかリン酸吸収係数、含水量、pH、多孔性などによって影響される。

吸着の主因役割を果たすコロイドは、直径 0.1~0.001

μ の有機または無機の微細物質で、1 g の表面積は実に 100~200m² とされ、その性質は酸の陰イオン基(SO₄⁻)に類似し、したがって電気的に負に荷電しており、外殻に陽イオン物質を静電引力で引きつけ中和しようとする性質がある。粘土膠物とよばれる無機コロイドには、カオリン系とモンモリロ系があり、除草剤の吸着能はモンモリロ系で大きいことが示されている。ところが有機物を主体とする有機コロイドは、モンモリロ系の 4 倍、カオリンの実に 20 倍の吸着能を持つといわれる。

SHEBURN¹⁾ は、CMU の吸着能の相関が、有機物、粘土、Silt でそれぞれ 0.991, 0.209, 0.358 という値を出し、有機物の吸着能の大きいことを示している。また HANCE は尿素系除草剤の土壌吸着乾土比を検定し、fenu-ron, monuron, diuron, nebron でそれぞれ 12, 75, 268, 660 ppm で、溶解度が減少するほど吸着は高く、また塩素数、アルキルの C 数の増加に従い吸着が大きいとしている。

除草剤の土壌吸着（移動性）は、土壌カラムを用いて検定するが、尿素系、トリアジン系、ジフェニルエーテル系は吸着が大で、次いでフェノキシ系、カーバメート系、さらに脂肪酸、塩素酸塩類が最も少ない。除草剤の本体が陰イオンに荷電する脂肪酸系では、同イオンに荷電するコロイドとの親和性に欠け、重力水とともに下降移動し、筆者²⁾らの試験でも Dowpon が土質と降雨量に強く影響され、砂壤土>沖積壤土>洪積粘土の順に移動が大きく、また 20 mm の降雨では 8 cm まで均一な分布を示すが、30 mm では下層部に濃密に集積する傾向が認められた。HARRIS³⁾らは基本骨格の異なる 5 種の除草剤について、水溶解度と土壌吸着の関係を試験し下表の結果を出している。Diquat は溶解度が高く、吸着能も大きいことは、殺草効果を表わす本体が陽イオン（ピリジリウム）であり、粘土に強く吸着されるため

薬 剤	水 溶 性	ベントナイト		堆 肥	カチオン置換体	アニオン置換体
		pH high	pH low			
DNBP Atrazine CIPC Monuron Diquat	↑ 小 ↓ 大	Diquat CIPC Atrazine Monuron DNBP	Diquat Atrazine DNBP CIPC Monuron	Diquat CIPC DNBP Monuron Atrazine	Diquat Atrazine CIPC DNBP Monuron	DNBP CIPC Diquat Atrazine Monuron

備考 吸着性は上より大→小。

と考えられる。

PCP-Na は水溶解度がきわめて高く、本体がアニオンであるにもかかわらず、土壌吸着の高い理由として、竹松⁴⁾は土中において H^+ , Mg^{++} , Al^{+++} , Fe^{+++} と結合し難溶性になるためと説明し、能勢⁵⁾は低 pH ほど吸着が大であることから、アニオン吸着ではなく物理的吸着であろうと推定し、フェノール類は解離度の大きいもののほど吸着の大きいことは、pH との関係で $-OH$ 基の H が解離しない状態では解離度の大きいほど $-O^-\cdots H^+$ の分極が大となり吸着が増すと説明している。土壌水分関係は吸着能においてコロイドほどの相関はないが、含水量の低い場合はコロイドに直接接触することになるし、コロイドミセルのイオン圏を構成する水分(膨潤水)、さらにこれを取り巻く重力水、毛管水が豊富な場合は、処理された除草剤はこれらの水を介して 2 次的に吸着されることになり、湛水状態で土壌吸着が問題となるゆえである。畑状態での降雨は絶対雨量が一定の場合は、降雨時間の長い条件で移動が大きいことは筆者らの試験で示されている。

pH との関係では、HARRIS らはベントナイトを用い pH が低くなるにつれて、DNBP, アトラジン, CIPC, CMU の吸着が高くなることを報じている。

このように土壌吸着は化学構造、溶解度、土壌条件により規制され、至適薬量の決定はこれらの総合判断により決められなければならない。

II 植物体への吸収

除草剤の植物体内浸透は、薬剤の理化学的性質と植物体の吸収部位の条件によって異なるが、単位時間における浸透量すなわち除草剤の体内レベルの高低によって効力発現の遅速、最終効力がきまる。

除草剤のスクリーニングにおいて、作用が微弱なため往々にして放棄されるものがあるが、体内浸透が不十分なことも考えられ、薬剤自体の活性不足としてかたづけられない問題がある。茎葉接触剤では原薬と葉面組織の間に親和性がある場合に効力が高く、薬剤が親和性に欠ける場合は、葉面の生態的・解剖学的性質にマッチさせるべく活性剤の添加により再確認の感覚が必要であろう。

1 化学構造と浸透性

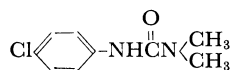
除草剤はその溶解性から極性(水、アルコールに可溶)と非極性(キシロール、ベンゼンに可溶)があり、一方植物にも極性部(根部)、非極性部(クチクラ、ワックス→茎葉)がある。

KLINGMANN はクチクラの発達した植物は 2,4-D エステル(非極性)の吸収が Na 塩、アミン塩に比べてい

じるしく速いことを認め、土壌処理ではエステルと塩の間に差がなかったと報告し、その理由としてエステル体は土壌中で極性塩に変化するためであろうと説明している。

エステルとなるアルキル基の、浸透に至適な C 数は 2 ~ 3 であり、同様のことは尿素系、トリアジン系、アミド系除草剤の側鎖アルキルについてもいえる。

除草剤は一般に浸透基と殺草基を有するといわれ、尿素系に例をとれば、右側が浸透に関係するとされている。



葉面からの吸収において、気孔が主因であるとする報告は多いが、非極性除草剤では直接細胞から、また極性および揮発性除草剤では気孔からのとり込みが多いといわれる。

2 界面活性剤と浸透性

除草剤が吸収されるためには、吸収部位の細胞との間に親和性が必要であり、この親和性に欠ける場合は界面活性剤、浸透剤の力をかりて積極的に体内浸透の増加はかられる。

A T A では界面活性剤の存在により、24 時間後の吸収量は無添加のそれに比べて約 6 倍に増加するといわれ、PROSANTO KUMAR BISWAS⁶⁾ はトリアジン系除草剤を用いて、ピーナツの葉面吸収試験で、シマジン、プロバジンなどの溶解度の低いものでは界面活性剤の添加により 5 ~ 7 割の吸収増加があり、溶解度の高いプロメトリンでは、界面活性剤添加の効果が認められなかったと報告している。界面活性剤とは極性の異なる 2 層の間に介在して両層をなじませる物質で、大きな特徴としては、乳化作用と表面張力の低下がある。界面活性剤にはカチオン、アニオン、ノニオンなどがあり、薬剤の性質に応じて選択される。一般にアニオン系は冷水や軟水に適し、ノニオンでは温水、硬水に適するとされている。

供試薬剤	溶 解 度	体内吸収量	
		界面活性剤添加	無 添 加
シ マ ジ ン	5 ppm	11.6ppm	3.8ppm
プロバジン	8.6	11.5	7.0
アトラジン	70.0	19.6	14.4
プロメトリン	750.0	10.1	10.5

BAYER は尿素系除草剤に、カチオン、アニオン、ノニオン系界面活性剤を添加し、葉面吸収を検定した結果、カチオン>ノニオン>アニオンの順に吸収が高く、吸収を規制する主因は気孔よりもクチクラの厚さに関係すると報じている。

また RALPH らはアトラジン、アメトリンに界面活性

剤を添加することは、これら除草剤の溶解度を高め、一方除草力はカチオン>アニオン>ノニオンの順に強いことを報じている。このように界面活性剤の添加により、浸透-殺草力が高くなることは、クチクラ層の膨潤、表面張力の低下、除草剤の溶解度の増加などが考えられるが、カチオン系の添加で殺草力が増加するのは、活性剤の中でカチオン系はそれ自体殺草力があることから、相加もしくは相乗的に働くものと考えられる。乳化、拡張性を目的とした場合はアニオン、ノニオン系がすぐれている。

界面活性剤の添加はすべてにプラスに働くとは限らず、表面張力が極度に下がることは、拡張性がいちじるしく増し、葉面でごく薄い層となり散布水量が多い場合は過剰分はすべて流失することになる。とくに葉面に毛耳がなく平滑な場合にいちじるしい。また界面活性剤の過剰添加は選択性をなくする場合がある。

筆者⁷⁾らはユニークなイネ科属間選択性除草剤として知られるDCPA剤に、界面活性剤の添加効果を調べたところ、添加量が多くなるほど、またHLB、表面張力が小さくなるほど選択性の幅が狭くなることを認めた。

またDCPA散布後葉面で原薬が析出することから、風雨により殺草効果の劣ることがあり、この面の改良を行なった結果、製剤中にDCPA原薬の1/5以上のCH

* CHCH CH* を添加することにより、葉面の原薬析出が阻止され、風雨による効力低下がきわめて少なくなることが認められた。同時に速効性が賦与され、DCPA原薬量を2~3割減することが可能となった。

DCPA(単)では処理後1, 3時間の降雨で、それぞれ75%, 25%の効力減となるが、CHCH添加により30%, 10%減となり、CHCHの浸透効果の高いことを示している。

白川らは浸透剤として知られるDMSO(dimethyl sulfoxide)と除草剤との混合効果を検定し、塩素酸ソーダ、PCPでは明らかでないが、シアン酸ソーダ、MCPP、

IAAでは浸透促進効果があると報じている。

界面活性剤、浸透剤はその性質から興味深いものがある。

III 揮 発 性

殺線虫剤、土壤殺菌剤には薬剤の揮発性を利用したものがあるが、除草剤では揮発性を利用した処理法の実用例は少ない。

除草剤のうちでカーバメート剤、DBN、トレフラン、その他エステル型は蒸気圧が高く、揮発ロスを阻止する意味で低温時処理、ビニール被覆、湛水処理、表土混合処理などが行なわれる。蒸気圧はおもに温度によって規制され、CIPCが夏時に無効とされるゆえんは、土壤の乾燥と高温による揮発消失のためである。またリニロンでは、25°C、60°Cでの蒸気圧が 1.5×10^{-5} mm/Hg、 2.5×10^{-3} mm/Hg、同様にDCPAでは 8×10^{-6} mm/Hg、 9×10^{-5} mm/Hgと、いずれも高温条件下で蒸気圧が高い。主要除草剤の25°Cにおける蒸気圧は次のとおりである。

	mm/Hg		mm/Hg
シマジン	6.1×10^{-9}	DBN	5×10^{-4}
プロメトリン	2.3×10^{-6}	CIPC	1×10^{-5}
ニッブ	8×10^{-6}	DCPA	8×10^{-6}
DCMU	5×10^{-5}	2,4-D	1.05×10^{-2}
リニロン	1.5×10^{-5}	(エステル)	

除草剤の系統別の蒸気圧はフェノキシ系エステル>カーバメート>尿素系>トリアジン系の順に大きい。

筆者は土壤殺菌剤、殺線虫剤として知られるペーパムを土壤表層に3.3m²当たり5, 10, 20, 40gを処理し、放任区、ビニール被覆区を設け除草効果を調べた結果、放任区では100, 100, 71, 39%の雑草量(無処理比)に対し、ビニール被覆区では49, 39, 11, 4.3%という驚くべき卓効が認められた。本試験からビニール併用による効果は、ペーパムを1/8~1/10に低減可能なことが考えられる。

CHESTER L. FOY⁸⁾はトリアジン系除草剤の揮発性につ

DCPA, CHCH混合散布と降雨の影響 (ヒエ葉身枯死率)

薬 剤	降雨までの時間 雨量 mm g/10a, ai	—		1		3		6		24	
		0		5		5		5		5	
		100	100	26	23	75	68	89	82	95	100
DCPA (単)	200	100	100	72	47	77	71	90	92	100	100
DCPA+CHCH (1:0.5)	100	100	100	70	51	94	98	97	100	100	100
	200	100	100	75	62	90	100	100	100	100	100

いて、pH あるいは放置条件で差はあるが、トリエタジン>イパジン>アトラジン=プロパジン>シマジン>プロメトリン>OH-シマジン=OH-プロパジンの順に揮発性の大きいことを報じている。

DANIELSON は E P T C (エプタム®) を用い、蒸気圧を規制すると思われる風速との関係を調べた。その結果風速が大で、処理後経過時間が長いほど消失量が大きくなることを認めた。また土壌の粘土含有量が少なくなるほど揮発が多く、界面活性剤の添加は揮発消失を抑えることを報じている。

風速 マイル/時 経過時間	揮 発 消 失 %			
	0	3/4	1 1/2	4
60 分	30%	56	68	95
120	60	81	89	100

PAROCHETTI は I P C と C I P C の蒸気圧は I P C で大きく、温度の上昇と風速の増加は比例的に蒸気圧を高め、土壌の含水量、粘土含量、有機質、塩基置換容量の高い条件では蒸気圧をおさえることを報じている。

揮発消失は除草力、残効性に直接影響を与え、揮発性の高い除草剤では揮発ロスをブロックする条件が要求される。湛水条件下で D B N、カーバメート剤の効果が高く、エプタム、トレフランが畑状態で表層混合処理効果の高いことは、水封または混層により揮発ロスを阻止した適用法といえよう。

IV 製 剤

製剤は新規化合物の検索と同等に重要で、作物でいえば原薬は種子であり、製剤は作物の本性を発揮する土壌および肥料に相当し、製剤は原薬の特性を最大限に発揮させる生命を握っているともいえる。

近年水田除草剤が飛躍的發展導入をみた陰には粒剤化の成功に負うところがいちじるしい。製剤は単に除草剤の担体として考えられるものでなく、処理法の改革を目しておりきわめて重要な課題である。また剤形は原薬、処理法に適した条件で定められる。

1 水溶剤、水溶液剤

水溶解性の高いダイコート、酸のアルカリ金属塩、アミン塩があるが、水中でイオン化することから、水素イオン、重金属イオンと結合し、沈殿することから、希釈水の性質を知る必要がある。

2 乳 剤

非極性除草剤で有機溶媒に可溶なものは、これに界面活性剤を添加して乳剤として処方される。乳剤で要求さ

れる条件は、水中における分散能と、その安定性にあり、原薬に見合った活性剤の選択が重要なカギとなる。また使用目的により O/W 型 (oil in water), W/O 型 (water in oil) があるが、一般には前者が多く、ペースト剤や切株処理剤としては後者の処方がとられる。

3 水和剤

溶剤に難溶性のもの (トリアジン、尿素系) では、400 メッシュ以下の微細粉末とし散布水中に分散懸濁させるもので、同メッシュのキャリアー、活性剤の組み合わせで製剤される。とくにキャリアーは原薬に影響のない理化学的に安定な、粘土膠物が用いられる。乳剤では溶剤の溶解度で製品濃度が決まるが、水和剤ではこの制限がないかわり、葉面吸収には難点がある。

4 粒 剤

主として水分の豊富な湛水状態で適用され、種類としては造粒型、被膜型、吸着 (吸収) 型があるが、原薬が吸湿性、揮発性の高いものでは望ましくない。粒剤では粒形の決定がむずかしく、手散きを対象とした場合は 12~14 メッシュがよいとされる。武長らは動力散布で至適粒径は水田で 0.7~1.0 mm、畑地では 0.25~0.75 mm としている。

5 粉 剤

農耕地では実用化されていないが、山林ではほとんどが粉剤で、とくに極度の飛散をさけ、吐粉性、分散性、付着性のすぐれたものが望まれる。針葉樹への付着をさけ、闊葉樹を対象とした場合は 100~120 メッシュがよいとされている。

剤形は散布機械とのかねあいで決定されなければならないし、とくに空中散布の発達した昨今、この面の研究が期待される。

除草剤が雑草体内に浸透し、作用点に達し効力を発揮するまでに多くの障害がある。それは薬剤自体の特性と介在する条件 (土壌、水分、植物体) によって強く影響されるもので、薬剤の活性が最大限に発揮されるべく条件解析は重要な課題である。

引 用 文 献

- 1) SHERBURN, E. R. (1956): Weeds 4: 50~54.
- 2) 竹松哲夫・近内誠登 (1959): 宇大報告.
- 3) HARRIS, C. I. et al. (1964): Weeds 12 (2): 120~126.
- 4) 竹松哲夫 (1957): 作物学会講演.
- 5) 能勢和夫 (1964): 土肥誌 35: 57~60.
- 6) PROSANTO KUMAR BISWAS (1964): Weeds 12 (1): 31~33.
- 7) 近内誠登ら (1967): 雑草研究 6: 74~79.
- 8) CHESTER L. FOY (1964): Weeds 12 (2): 103~108.

穀物くん蒸剤の物理性

農林省横浜植物防疫所 森

武 雄

現在、世界で穀物のくん蒸に利用されている薬剤は十数種にのぼっている。これらの薬剤が穀物くん蒸剤として使用されるようになったいきさつはくん蒸される倉庫や穀物を傷めないとか、安価であるとか、あるいは歴史的な背景を持つなどいろいろな理由があるが、いずれにしても適用される場面において有効に殺虫(または殺菌)できることが根本であり、そのためにそれぞれの特性に応じた使われ方をしている。この特性の主要な部分を占めるのが、その薬剤の物理性であり、その中でもくん蒸にあってとくに重要な性質は、沸点、ガスの拡散性および収着性である。

I 沸 点

くん蒸剤は気体の状態で害虫に作用するものであるから、常温で殺虫(殺菌)できる濃度を形成できなければならない。これを決定づけるのはその薬剤固有の殺虫(殺菌)力と蒸気圧である。蒸気圧はほぼ沸点に比例するので沸点が重要な指標になる。現在、普通に使われている穀物くん蒸剤の沸点は -87.4°C リン化水素(PH_3)から 131°C エチレンジブロマイド($\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$)の間にある。

MONRO¹¹⁾はくん蒸剤を常温でガス状、液状、固形状の三つの型に分類したが、液状のくん蒸剤は気化速度が遅いため、おもに穀物をサイロに収容する時に穀物に混合してくん蒸するとか、ばら積み穀物の穀層表面の害虫の消毒あるいは密閉不可能な製粉工場の機械のくん蒸などに使用されている。一方、ガス状のくん蒸剤であるメチルブロマイド(CH_3Br)や青酸ガス(HCN)は倉庫や強制循環装置を持つサイロなどで広く使われている。固形状のくん蒸剤は製剤した特殊の形態のものでリン化アルミニウム(AlP)と青酸カルシウム($\text{Ca}(\text{CN})_2$)の2種がありいずれも空気中の水分を吸収してそれぞれリン化水素と青酸ガスを発生する。これらはおもに穀物に混合するとか挿入してくん蒸する方法がとられている。くん蒸剤の沸点はまたガスの拡散、浸透および収着と重要な関係を持っている。

II 拡散および浸透

1 拡 散

くん蒸効果をあげるためには、くん蒸剤ガスがくん蒸

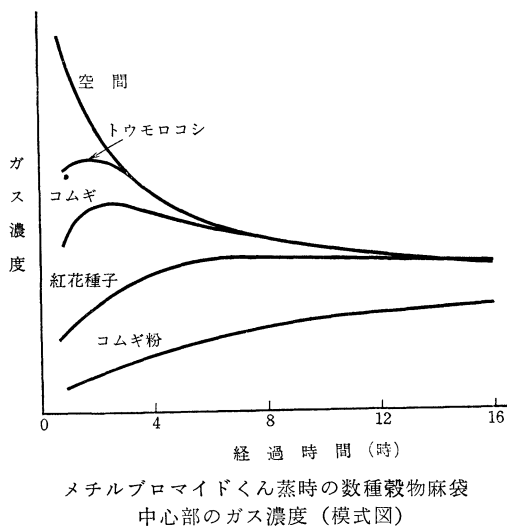
容器内ですみやかに拡散し、均一にならなければならないが、この拡散の速さに関係する因子にガス比重がある。ガスの分子拡散速度はガス比重の平方根に逆比例する。ガス比重は分子量に比例するので分子量が小さいくん蒸剤ほど拡散が速い。穀物くん蒸剤中最も分子量の小さいくん蒸剤は青酸ガスであり、これに次ぐのはリン化水素で、前者は空気よりやや軽く、後者はやや重い。青酸ガスで倉庫くん蒸すると初めは上部空間の濃度が高く下部が低い¹³⁾が1時間程度で均一になる¹³⁾。リン化アルミニウムから発生したリン化水素もまた倉庫ですみやかに拡散し均一化する^{14,16)}。このようにガスがすみやかに均一化するためには単に分子拡散が速いだけでなく、ガス比重が空気に近いことも重要であると考えられる。

空気よりはるかに重いくん蒸剤であるメチルブロマイド(ガス比重3.27)で穀物を麻袋積みした倉庫をくん蒸した場合、床上のボンベから放出された液状の薬剤は直ちに気化して床上に沈み、四方に流れて水平方向にほぼ均一な層を形成した後上方に徐々に拡散しつつは倉庫全体に均一な状態になる。この均一化するまでの所要時間は個々の条件によって異なるが、普通の倉庫では10時間前後である。おもしろいことに、麻袋積み倉庫では、麻袋がガスの拡散を阻害すると思われるにもかかわらず空の倉庫のほうがより均一化が遅れる傾向がある。この現象は酸化エチレン($(\text{CH}_2)_2\text{O}$)と炭酸ガス(CO_2)の混合物(1:9w)で空の倉庫をくん蒸した場合にも見られ、両ガスともほぼ同じ拡散状況であったが、投薬後42時間経過しても完全に均一にならなかった¹⁵⁾。これは穀物の存在により倉庫内で空気の対流が起こりやすくなり、ガスの拡散を促進することを推測させ、ガスの拡散に対して対流の影響が大きいことを示唆するものと思われる。薬液の放出を床上ではなく積みあげた麻袋の上で行なうと、ガスが床上に沈む過程で麻袋がかきまぜに関与するためか、均一化はかなり速くなる。しかし、ガスの均一化を速める最良の手段はガスを機械的にかきまぜることで、床上に沈んだメチルブロマイドガスを倉庫容積の約1/30以上の風量を持つ扇風機や送風機でかきまぜればほぼ2時間以内に均一化させることができる²⁰⁾。

2 浸 透

ガスの空間での行動は以上のとおりであるが、ガスが穀物の層中に拡散してゆくことを浸透と呼び、空間にお

けるガスの拡散と区別している。ガスの浸透速度もまた分子拡散の速さに関連するわけであるが、実際のくん蒸の場ではこの影響よりはむしろ後述の収着の影響が強く現われるように見える。ガスの浸透速度はまず、穀物粒子間隙の大きさとその経路の長さに支配される。結局粒子が小さければ小さいほど間隙は小さく経路が長くなるため浸透しにくいことになる。同じ麻袋積みした穀物をメチルブロマイドくん蒸しても、内容物がコムギ粉やふすまなど粉状の場合には浸透しにくい、トウモロコシやダイズなど大粒の場合にはかなりの速度で浸透する。これらの例を模式的に下図に示した。



穀物によるくん蒸ガスの収着の程度も浸透速度に非常に大きな影響を及ぼす。Sun²⁰⁾ は二硫化炭素を初め数種のくん蒸剤ガスのコムギ粉への浸透を比較し、くん蒸剤の沸点が高くなるにつれ浸透率が低下することを認め、そのおもな原因は収着であると考えた。事実、浸透力の強いメチルブロマイドでも収着のため浸透が強く阻害される場合がある。たとえば、紅花種子は非常に大きな粒子であるがガスをよく収着し、この麻袋中へのメチルブロマイドの浸透はかなり困難である(上図)。穀物に非常に収着されやすいエチレンジブロマイドではこの収着の影響はきわめて大きい。Heuser⁴⁾によれば、メチルブロマイドとエチレンジブロマイドの等重量混合物で袋入コムギ粉をくん蒸したところ、袋の表面から6インチの深さまでメチルブロマイドは比較的すみやかに浸透したのに対してエチレンジブロマイドは48時間経過しても全然到達しなかった。このような傾向は程度の差はあるが収着されやすいくん蒸剤に共通することで、現在、倉庫に麻袋積みした穀物のくん蒸剤としてメチルプロ

マイドがおもに使用されるのはこの理由によるものである。青酸ガス、クロルピクリン (CCl_3NO_2) など一部使用されているが収着性が大きいため、この目的に対してはメチルブロマイドよりもかなり劣る。一方、リン化水素はガス比重が小さいので分子拡散が速く、穀物にきわめて収着されにくいので浸透性に関しても最もすぐれている¹⁹⁾。麻袋積みした穀物中へガスの浸透を速める有効な手段は今のところ見出されていない。ただ、ガスをかきまぜることにより空間のガスを速く均一化させることが間接的に浸透を速める結果になる。

ばら積みした穀物にくん蒸剤を施用した場合、ガスの浸透力だけではなく、その比重もガスの行動に影響を及ぼす。コムギやトウモロコシを約4mの深さにばら貯蔵した倉庫で、穀層の表面にメチルブロマイドをボンベから散布した場合、空間あるいは穀層表面で気化したガスの大部分は穀層を透過して床面に達し、床に沿って四方に流れた後上方に拡散する。一方、穀層表面上の空間には一部のガスが残り、穀層表面上で層を作ってから上方に拡散する。この空間でのガスの水平分布はほぼ均一であるのに対し、穀層中では葉液またはガスが落下した地点のガス濃度が最も高く、これを離れるにつれて濃度は低下し水平分布は均一にはならない。そして空間では普通の倉庫くん蒸の場合のように10時間前後でガスは均一化するが、穀層中では48時間あるいは72時間経過しても下部のガス濃度は上部よりも高い。メチルブロマイドの場合、穀層中にどの程度の深さまで到達するかについては実験例がないが、Corron²¹⁾ らによって二硫化炭素と四塩化炭素 (CCl_4) の混合物がコムギ層中60ftまで達したと報告されている点から考えて、相当程度の深さまで到達することが推察される。クロルピクリンのような高沸点くん蒸剤でも、穀物の表面に直接散布するとガスは表面下に沈んでしまうので、穀層表面だけを目的にくん蒸する場合は葉液を煙霧状に噴霧するのがよいといわれている¹¹⁾。現在、このようなばら積み穀物についてはサイロでも倉庫でも、強制ガス循環装置を使用することにより、穀層中へのガスの浸透の困難さを克服できるようになっている。これはサイロや倉庫の上部と下部をパイプでつなぎ、気化器を通過したガスを送風機によって下部から上部へと循環させるもので、数時間の循環によりガスは穀層内にほぼ均一にゆきわたる。このためのくん蒸剤としてわが国では一般にメチルブロマイドが使用されているが、他の国では青酸ガス、クロルピクリンなども適用され効果をあげている。

III 収 着

穀物によるガスの収着はくん蒸効果にもっとも大きな影響を与える要素である。収着とはガスが穀物の表面に物理的に吸着する現象およびガスが穀物内部まで入りこみ穀物成分と化学的に結合する現象—これを吸収と称している—を総称したもので、前者は穀物を新鮮な空気中に置くと脱着してしまう可逆的な部分であり、後者は不可逆的な反応である。大部分のくん蒸剤については両者のうち吸着がきわめて大きな部分を占めるが、メチルブロマイドや酸化エチレンのような穀物成分との反応性の強いくん蒸剤では吸収もまた重要な部分を占める。

1 沸点と水溶性

SUN²⁰⁾は二硫化炭素など8種のくん蒸剤のコムギ粉への収着量を比較し、くん蒸剤の沸点が高くなるにつれ収着量が大きくなるが、水に可溶性の酢酸メチル ($\text{CH}_3\text{COOCH}_3$) とやや可溶性の二塩化エチレン ($\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$) は例外的に大きいことを見出した。LUBATTI ら⁹⁾によれば、青酸ガスなど4種のくん蒸剤のコムギへの収着量は24時間くん蒸でメチルブロマイドを1とするとトリクロロアセトニトリル (CCl_3CN) 2, 酸化エチレン 6, 青酸ガス 17 であり、LINDGREN ら⁷⁾によるトウモロコシの実験では、アクリロニトリル ($\text{CH}_2=\text{CHCN}$), エチレンジイブロマイド, 青酸ガス>二硫化炭素, 四塩化炭素, メチルブロマイドで、二塩化エチレンは中間的な収着量を示した。結局、くん蒸剤の収着性は沸点が高くなるにつれ増加し、水に可溶性のくん蒸剤は沸点と関係なく非常に収着されやすいわけである。

2 温度

物理的な吸着が収着の主要部分を占めるくん蒸剤では、温度が低くなるにつれて収着量が増加する。四塩化炭素⁸⁾, エチレンジイブロマイド¹⁸⁾ のコムギとトウモロコシへの収着量は、 $50^\circ\text{F} > 70^\circ\text{F} > 90^\circ\text{F}$ であり、HEUSER⁴⁾もエチレンジイブロマイドについて同様の結果を得ている。しかし、穀物成分と反応しやすいくん蒸剤では、短時間くん蒸の場合は低温時の収着量が多いが、長時間になるに従って収着の中に占める吸収の割合が増してゆくため、ついには、反応の起こりやすい高温時のほうが収着量は多くなる。たとえば森ら¹²⁾の実験では、48時間くん蒸したコムギ、コムギ粉、ダイズによるメチルブロマイドの高温時の吸収量は、低温時とは逆に収着量より大であったが収着量は両温度でほぼ等しかった。一方、LABATTI ら⁹⁾は4日間くん蒸した後のコムギのメチルブロマイド、酸化エチレン、トリクロロアセトニトリル収着量は 13°C の場合よりも 28°C の場合がはるかに大きいことを報告している。

3 穀物の種類

穀物の種類の違いが収着に影響する要因として、その形体と成分組成がある。形体については外観の大きさだけではなく、吸着活性と関連した穀物の表皮の組織も重要な意味を持つ。コムギ粒とその全粒粉砕粉とでは、メチルブロマイドの収着量は後者がはるかに多い⁹⁾。この現象は吸着表面積の大きさから納得されるが、細粉されることにより穀粒の表皮組織が破壊され吸着されやすい状態になったことも原因の一つであると考えられる。トウモロコシの粒子はコムギよりもはるかに大きい⁹⁾が、これはメチルブロマイド、四塩化炭素、青酸ガスのいずれに対してもコムギよりも多く収着する⁹⁾。その原因は粒子の表面組織に由来する表面吸着が大きいためである。

穀物の成分組成は種類によってそれぞれ異なるが、それらの成分の種類と含量はくん蒸剤の性質とから収着量に大きな影響を及ぼす。この影響は収着されやすいくん蒸剤ではいずれの穀類も収着量が大きすぎて相互間の差はあまり目立たないが、比較的収着されにくいくん蒸剤では穀類の種類の違いが重要な問題となってくる。LINDGREN ら⁹⁾はオオムギなど15種の穀物について、石田ら⁹⁾は棉実など7種の穀物について収着によるメチルブロマイドのガス濃度の低下の程度を比較したが、前者の試験ではアマニ種子、後者では紅花種子、ダイズ、棉実の場合の濃度低下がいちじるしい。このことは明らかにメチルブロマイドの油脂可溶性に起因するものでこの油脂による吸着は、他の反応しやすい成分とメチルブロマイドの反応の機会を増大させる結果にもなる。LINDGREN ら⁹⁾はまたレンズ豆、ピント豆などの豆類の収着が多いことを明らかにしているが、わが国の検疫くん蒸でも一般に豆類のくん蒸では48時間後のガス濃度は低い。メチルブロマイドと反応する穀物成分は主としてタンパク質であり、油脂やデンプンとほとんど反応しない¹⁷⁾。タンパクとの反応形体は *methylation* であり、とくに *N-methylation* が多いといわれる^{1, 22)}。タンパク含量の多い豆類では化学的に反応する量が多く収着量も増大するものと考えられる。

4 穀物の水分含量

森ら¹²⁾は水のメチルブロマイドガス吸収量を測定したが、穀物の水分含量から考えて、その吸収量は収着量に大きな影響を及ぼすとは考えられなかったにもかかわらず実際には水分含量のわずかな相違が収着量に大きな変動を与えることがわかった。コムギやトウモロコシの水分含量が増加したとき、酸化エチレン、トリクロロアセトニトリル、メチルブロマイド、青酸ガス、四塩化炭素、エチレンジイブロマイドの収着量はいずれも増大した^{6, 8, 19)}。とくに LINDGREN ら⁹⁾の報告ではダイズなど15

種の穀物のメチルプロマイド収着量は水分含量が10%から15%になるといちじるしく増大し、殺虫効果に大きな影響を及ぼした。一方、WINTERINGHAM ら²¹⁾によると、メチルプロマイドのコムギへの収着量は同様に水分含量に比例したが、コムギ粉では逆の結果になった。コムギ粉における例外を除いて以上の結果はいずれもくん蒸初期の物理的吸着が増大することに起因しているようにみえる。水分含量が増せばそれだけ穀物の吸着活性点が減少し吸着量は減少するはずであるが、逆の結果を示したことは、WINTERINGHAM ら²¹⁾が主張するように、穀物表皮部の毛管の伸長など吸着活性を増大させる物理的変化によるものと考えられる。

5 恒温収着式

WINTERINGHAM ら²¹⁾はコムギおよびコムギ全粒粉のメチルプロマイド収着量は一定温度で FREUNDLICH の式

$$R = KC^{1/n} \quad R: \text{収着量}, C: \text{濃度}$$

によく適合することを確かめた。ここで K と $1/n$ は被くん蒸物の温度、くん蒸時間によって定まる定数である。WINTERINGHAM らの成績では、 $1/n$ は $0.8 \sim 0.9$ 、 K はくん蒸時間に比例して増大している。森ら¹²⁾はコムギなど4種の穀物のメチルプロマイド収着量は 100 mg/l 以内の濃度でほぼ濃度に比例することを認めたが、これは $1/n$ が1に近いことを示すものである。 $1/n$ の値はくん蒸剤によって異なり、エチレンジイプロマイドでは1より大きいという²¹⁾。

6 収着速度および脱着速度

物理的な吸着はくん蒸開始後数時間で大部分が完了する。そしてその後徐々に浸透しにくい部分における吸着が進行する。LABATTI ら⁶⁾はコムギに吸着されたメチルプロマイドなど4種のくん蒸剤はくん蒸後の2時間の通気によって回収される部分とコムギの粉砕後の通気などによって回収できる部分があることを示したが、これは前述の吸着の様相と関連するものである。WINTERINGHAM ら²¹⁾によればメチルプロマイドのコムギとコムギ全粒粉への収着速度は次式で示される。

$R_t = R_0 + kt$ R_t : t 時間後収着量, R_0 : くん蒸の初期に急速におこる吸着量, k : R_0 と温度に関し一定。

これは化学変化が一定の速度で起こることを示すものである。実際の穀物くん蒸時のガス濃度曲線は、コムギなど多くの穀物の場合最初の数時間の急激なガス濃度の低下が起こり、以後ほぼ直線に近い形で徐々に低下するが、ダイズの場合は双曲線に近い形となる。ダイズでは最初の急速な吸着部分に比べてその後の吸着部分が比較的大きいのであろう。

くん蒸された穀物からのガスの脱着速度は吸着されやすいガスほど遅い。たとえばエチレンジイプロマイドでくん蒸したコムギやトウモロコシは2週間後でもかなりのエチレンジイプロマイドを保持している^{8,9)}、青酸ガスやトリクロロアセトニトリルの完全脱着も長時間を要

するという⁹⁾。しかしこれらに比べてメチルプロマイドの場合は非常に速く脱着する。LINDGREN ら¹⁰⁾ はくん蒸したコムギを6時間通気することによってほぼ完全に脱着することを報告している。また森ら¹²⁾は新鮮な空気中においてコムギ粉は数時間で、コムギは24時間以内に完全に脱着するが、ダイズでは数日経過しないと完全に脱着しないことを見出した。この原因として油脂に溶解したメチルプロマイドが脱着に時間を要することや前述の吸着に関連するダイズ粒の表面構造などの関与が考えられる。

む す び

現在、わが国で使用されている穀物くん蒸剤は、メチルプロマイド、クロルピクリン、リン化アルミニウムの3種であるが、これらのくん蒸剤にしても、今後導入されるかもしれない既存のくん蒸剤や新くん蒸剤にしても、それぞれ固有の物理性を持っている。これらを使用する場合はくん蒸が行なわれる場所やくん蒸される穀物との関連において、それぞれの特性に応じ、安全かつ効果的な方法がとられなければならないのはもちろんである。それと同時にこれらの物理性をより効果的に改善するために、さらに多角的に研究してゆく必要があろう。

引 用 文 献

- BRIDGES, R. G. (1955): J. Sci. Fd Agric. 6: 261~268.
- COTTON, R. T., G. B., WAGNER & H. D., YOUNG (1937): Nat. Grain J. 21 (11): 10~12.
- HEUSER, S. G. (1961): J. Sci. Fd Agric. 12: 103~115.
- (1964): ibid. 15: 114~119.
- 石田栄一・森 武雄・吉村重章・山内勤司(1963): 大阪植物防疫 87: 1~12.
- LABATTI, O. F. & A., HARRISON (1944): J. Soc. Chem. Ind. 63: 353~359.
- LINDGREN, D. L. & L. E., VINCENT (1959): J. Econ. Ent. 52: 1091~1096.
- (1960): ibid. 53: 1071~1077.
- (1962): ibid. 55: 674~676.
- & A., GUNTHER & L. E., VINCENT (1926): ibid. 55: 773~776.
- MONRO, H. A. U. (1961): Manual of fumigation for insect control FAO Rome.
- 森 武雄・小田 保 (1961): 植防研報 1: 45~53.
- ・川本 登・小田 保 (1963): 同上 2: 51~64.
- (1966): 同上 3: 25~36.
- (1966): 同上 4: 45~49.
- ・小島司忠 (1968): 同上 6: 28~31.
- 白石正英・早川 昭・奥村健吾・梅田圭司(1961): 食品衛生学雑誌 2: 47~53.
- SINCLAIR, W. B., D. L., LINDGREN & R., FORBES (1962): J. Econ. Ent. 55: 836~842.
- (1964): ibid. 57: 470~475.
- SUN, Y. P. (1946): Minn. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. 177.
- WINTERINGHAM, F. P. W. & A., HARRISON (1946): J. Soc. Chem. Ind. 65: 140~149.
- (1955): J. Sci. Fd Agric. 6: 269~274.
- 横浜植物防疫所調査係(編) (1968): 植防研報 6: 43~45.

液剤の物理性と表面活性剤

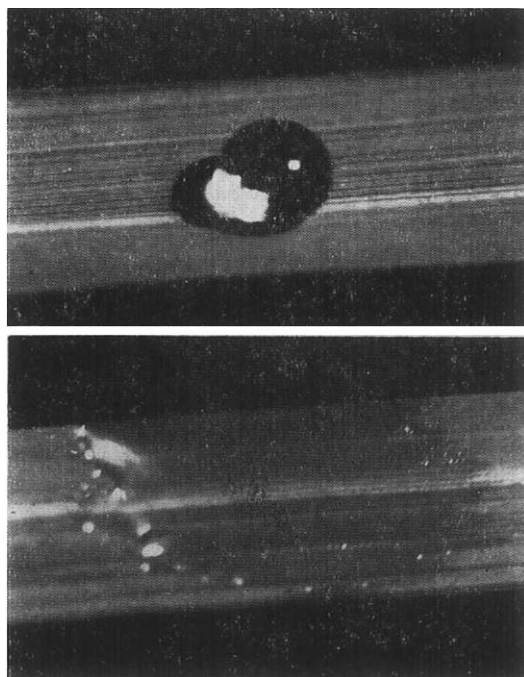
農林省農業技術研究所 上 杉 康 彦

はじめに

散布する薬液の物理的な性質が薬剤の効果に大きな影響を及ぼすことは、実際に病虫害防除にあたっておられる方々は身をもって体験されたことがあると思う。

液体の物理的な性質には表（または界）面張力、粘度、比重、揮発性など多くの要因が関係するが、これらのうち、實際上最も容易に（＝経済的に）変化させうる要因は表（界）面張力である。最近では種々の表面活性剤（界面活性剤ともいわれている）のなかから適当なものを選んで適当量添加することにより、目的にかなう表（界）面張力を散布液に与えることがきわめて簡単にしかも安価にできるようになっている。展着剤と称して市販されているものはすべて表面活性剤を主成分としており、一部のものはそれ以外に乳化や懸濁を安定にさせたり、散布液の乾燥後農薬を作物体に固着しておくための補助剤を含んでいる。

第1図には、展着剤の使用によってイネの葉のぬれ方



第1図 イネ葉上の水滴
（上：展着剤無添加，下：展着剤添加）

が異なっていることを示しており、このような差異が効果に大きく影響することは容易に想像できよう。

表面活性剤は、このような役割のほか、乳剤の乳化剤として、あるいは水和剤の助剤として用いられており、水に不溶性の農薬の有効成分を散布液中に均一に分散させるに重要な役割を果たしている。

I 表面活性剤の種類と特長

表面活性剤とは、液体（実際には水のことが多い）にとかしたとき、ごく低濃度でも、その液体の表面や他の液体（たとえば水に対する油）や固体との境界面の性質を加えてしまうような物質で、表（界）面張力を大きく変える（多くの場合減少させる）。

このような性質をもつ物質は分子構造の上で、親水性原子団がある程度の大きさをもつ親油性原子団と結合した形をしているのが普通である。親水性原子団はイオンに解離する性質をもつものと、解離しないものがあり、イオン解離性表面活性剤のうち陰イオンとなるものを陰イオン（解離性）またはアニオン表面活性剤、陽イオンとなるものを陽イオン（解離性）またはカチオン表面活性剤、また、イオンに解離しないものを非解離性またはノニオン表面活性剤と呼んでいる。その他に、2種以上の異なったイオン解離性を示す親水基を併有するものもあり、両性表面活性剤と呼んでいる。

これらの表面活性剤の代表的なものとその特長を次に列記するが、その他にも種々さまざまな表面活性剤があって枚挙にいとまない。

1 アニオン表面活性剤

カルボン酸塩：親水基として $-\text{COOM}$ （M は Na, K など）をもつもので、古くから今日に至るまで洗剤として使われている石けんはこの型である。農薬の分野でも農業用石けんとしてニコチン剤、除虫菊剤、ゼリス剤などに加用されて古くから用いられていた。また、松脂合剤などに含まれるアビエチン酸ナトリウムはこの型の表面活性剤である。この型の表面活性剤は安価に得られるが、硬水では性能を発揮しなかったり、pH の変化によって性能の変化があるなどの欠点がある。

硫酸モノエステル塩： $-\text{OSO}_3\text{M}$ を親水基とするものである。第二次大戦後有機合成農薬が出回り始めたころに乳化剤としてよく使われたロート油は、二重結合を有

する油脂（たとえばヒマシ油やオリーブ油）を硫酸化して得られたもので、硫酸化油とも呼ばれ、この型の表面活性剤である。また、高級アルコールの硫酸化で得られる硫酸モノアルキルの塩は、高級洗剤としてかなり古く（戦前）から使われている。この型の表面活性剤は水の硬度や pH に対して石けんより安定であるので、水和剤の分散剤として用いられ、乳剤の乳化剤、展着剤などに配合されることがある。

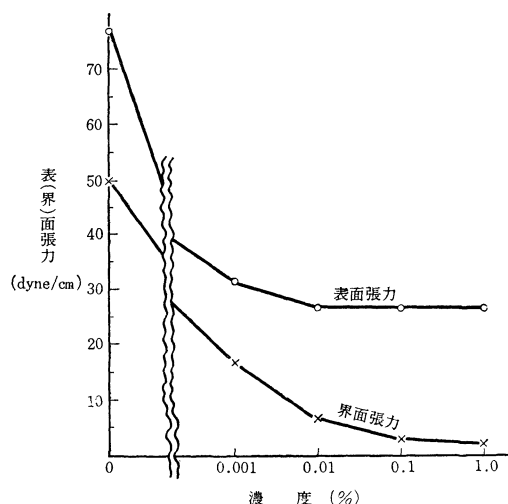
スルホン酸塩： $-\text{SO}_3\text{M}$ を親水基としており、最近 20 年間に発達した石油化学工業で安価に得られるアルキルベンゼンをスルホン化して作られるアルキルアリールスルホン酸塩はソープレスソープと呼ばれて、各家庭でも、また工業的にも、大量に使われているもので、農業にも水和剤の分散剤としてよく用いられるほか、カルシウム塩などとして乳化剤や展着剤に配合されることがある。また、パルプ廃液中のリグニンの利用として、リグニンスルホン酸塩が農業用にかなり利用されており、乳化剤や展着剤にしばしば配合されている。スルホン酸型の特長は、硫酸エステル型と同様に pH や硬度に対する安定性が石けんよりよいことと、さらに安価に得られることがあげられる。

2 カチオン表面活性剤

第 4 級アンモニウム塩： $\text{>N}^+\cdots\text{X}$ （ただし X は Cl, Br など）の親水部をもつ。高価な割に界面活性がすぐれていないことや、作物に対する薬害がしばしば見られるため、農業補助剤として用いられることはないが、殺菌作用をもつので農業にもその面での利用がある。カチオン表面活性剤とアニオン表面活性剤を混用すると、両者が結合して沈殿することが多い（逆にこの性質を利用して相互に定量分析ができる）ので注意が必要である。

3 ノニオン表面活性剤

ポリエーテルアルコール：高級アルコールやアルキルフェノールに酸化エチレンを縮合させて得られるものが多く、 $-(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OH}$ の部が親水基となっている。この親油部は石油化学工業（アルキルフェノール、アルコール）や油脂化学工業（アルコール）の発達で安価に得られるようになった。この型の表面活性剤がとくに農業補助剤向きである点は、次のとおりである。①低濃度で表（界）面張力を低下させる（第 2 図）。②濃度変化で表（界）面張力変化が少ない（第 2 図）。③酸化エチレン縮合モル数を調節することにより親水性を自由に調節できる。④非解離性であるため、水の pH や硬度による影響がほとんどない。⑤化学的に安定で活性剤自体変質せず、また農業主剤および他の補助剤を変質させな



第 2 図 ノニルフェノール酸化エチレン 6 モル縮合物水溶液の表面張力 (-○-) および流動パラフィンとの界面張力 (-×-)

い。⑥農業原体や溶媒とよくとけ合う。⑦作物に対する薬害がカチオン型、アニオン型に比し少なく、実際上問題とならない。以上の理由から乳化剤や展着剤の主成分として用いられていることが多く、水和剤の分散剤としても用いられる。

多価アルコール：アルコールの $-\text{OH}$ 基は親水基であるが、1 個の水酸基だけでは表面活性剤の親水基としてはやや親水性に不足するため、多価アルコールの形で利用される。糖アルコールの誘導体がそれで、たとえば、ソルビットの脂肪酸エステルはよく用いられる表面活性剤で、さらにそれに酸化エチレンを縮合させたものもある。

II 乳 化

水に不溶性の農薬の有効成分が散布液中に均一に分散されることは、液剤の物理性に要求される不可欠の条件である。乳剤の場合、均一な分散は乳化によって得られる。乳化の難易には水相と油相（この場合農業主剤のつけている溶媒）の界面張力が関係し、張力が低いほど乳化しやすい。界面張力とは界面の面積を縮める方向に作用する力であるから、界面の面積をいちじるしく増大させる乳化の場合には、界面張力が低いほど有利であるわけである。また、水相と油相の比重が等しければ乳化も容易であるし、またできた乳化も安定となる。乳化の安定性については、連続相（水中に油が乳化した場合は水相、油中に水が乳化した場合は油相）の粘度も関係し、

粘度の大きいほど、また塑性流動*の性質がなお一層、分散相粒子の移動、合一が防げて乳化は安定となる。その他表面活性剤は水-油の界面に配列して保護皮膜を作ったり、その電気的二重層によっても粒子の合一を防いで乳化が安定になるといわれる。

乳化剤としての表面活性剤の選択については、HLB (hydrophilic lipophylic balance, 親水性親油性バランス) の値が有効なめやすとなる。現在 HLB の概念は表面活性剤の種々の作用を検討する場合に広く応用されており、時には表面活性剤以外の物質についてまでこのような見方で考えられるくらいに一般化しているが、元来は表面活性剤の乳化作用について考えられた値なのである。

1950 年ごろからアメリカ Atlas 社が自社のノニオン表面活性剤に HLB の値を表示して市販し、乳化剤として使用する場合被乳化物質の必要 HLB に合わせると、最も適当な表面活性剤が選択できるとした。2 種以上の表面活性剤を混合して用いる場合、HLB 値 A なる活性剤 ag, B なる活性剤 bg, C なる活性剤 cg… を混合すれば、この活性剤混合物の HLB 値は

$$HLB = \frac{aA + bB + cC + \dots}{a + b + c + \dots} \text{ となる。}$$

この概念は当時としては新しく、また一応の定量的なめやすとなったので注目をひいた。ところが、Atlas 社は各製品について HLB 値を表示したが、その求め方については公表しなかったので、その計算法を見出すべき試みが Atlas 社以外で行なわれたのであるが、1954 年 Atlas 社は次のようにその計算法を発表した。

1 多価アルコール脂肪酸エステルについては

$$HLB = 20 \left(1 - \frac{S}{A} \right)$$

ただし、S = エステルのけん化値

A = 脂肪酸の酸価

(2) 明確なけん化値が得られないとき

$$HLB = \frac{E + P}{5}$$

ただし、E = オキシエチレン基重量分率

P = 多価アルコール基重量分率

* 塑性流動：ニュートンの法則によると応力と流動速度が比例してこの比例定数が粘度（粘性係数）と定められるが、この比例関係がなりたらず一定の応力以下では流動速度が（近似的に）0 であり、この値をこえる応力を加えて初めて起こるような流動をいう。われわれの場合では、分散相粒子に加わる重力や浮力などが一定値以下では粒子が動かないことを意味する。

(3) 親水基としてポリオキシエチレン基のみを含むエステルおよび脂肪族アルコール、酸化エチレン縮合物の場合

$$HLB = \frac{E}{5}$$

計算法自体は、理論的なものではなく、実験的に最も適合する計算式を選んだものであるが、前述したように親水性親油性のバランスをとりあげてこれを数量化しようとした点に意義があるだろう。

実際に乳化剤としての表面活性剤を選ぶ場合も、HLB 値はめやすとはなるが、やはり試行錯誤を重ねなければならない。一般には、単一の活性剤を使うよりは種々の型の界面活性剤を混合したほうがよい結果を得ることが多い。

なお、一定濃度以上の表面活性剤水溶液中で水に難溶の油溶性物質が見かけ上溶解してしまう現象があるが、これを可溶化と呼んでいる。この現象は一定濃度以上の表面活性剤分子がミセルと呼ぶ可逆的な集合体を作り、これに油溶性物質が溶解または吸着されているためと解釈されている。乳化では白濁するが、可溶化では白濁しないのは、ミセルが乳濁質粒子より一般に小さいためである。農業乳剤においても可溶化の現象が見られることがある。

可溶化の場合はもちろんのこと、乳化の場合でも、農業主剤またはその有機溶媒溶液の微粒子の外側に表面活性剤分子が配列されているが、表面活性剤の種類によって対象物（虫、菌、作物）表面との親和性が異なるため、薬効（または薬害）の表われ方が異なる。おおざっぱにいうと、親油性の高い対象物に対しては親油性の高い表面活性剤を用いたほうが薬効や薬害が強く現われ、また親水性の高い対象物には親水性の高い表面活性剤のほうが薬効や薬害が強いようである。

III 懸 濁

農業の有効成分を散布液中に均一に分散させる方法として、前述の乳化とともに懸濁がある。すなわち、水和剤の場合である。

この場合は固体粒子同志の凝集力よりも液が固体粒子表面をぬらす力のほうが強ければ、粒子同志がかたまりとなることなく分散しやすくなる。このためには固-液の界面張力が十分に低いことが必要で、水和剤として加える表面活性剤はその張力を引き下げる役割をする。また、固体の表面張力すなわち固-空気の界面張力が小さく固-液の界面張力が大きいときは固体粒子は水をはじいて水にうかぶようになる。この場合はキャリアーの

選択を検討するとともに、表面活性剤処理によって固体粒子表面の性質を改善し、液一固の界面張力を引下げるべきである。

懸濁の安定性については、乳化の場合と同様、液の粘性などが関係するが、表面活性剤が固体粒子表面に吸着されて保護膠質の作用で電解質に対し安定とさせたり、電氣的二重層の形成などによって懸濁を安定にさせるともいわれている。

固着剤としてカゼインなどが古くから用いられているが、その他ゼラチン、スキムミルク、ニカワ、ゴム質樹脂、寒天、アルギン酸塩など天然の高分子物質、最近ではポリビニルアルコールなど合成高分子物質も用いられ、作物体上で薬液乾燥後の農薬残留を延長する作用をするが、これらはすべて、散布液の乳化や懸濁の安定剤としての作用もする物質である。

なお、水和剤に用いられるキャリアー（担体）は農薬主剤と適度の親和性を持つことが望ましく、キャリアーと主剤とが分離することはキャリアーとしての意義を失なうことになる。

IV む れ

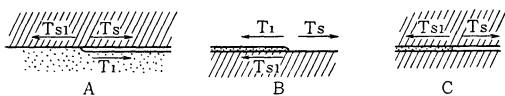
固体と液がよく付着して離れにくい現象（付着ぬれ）、固体面に液滴をのせたとき、固体表面に液がよく広がる現象（拡張ぬれ）、固体の間隙や細孔に液がよく浸透する現象（浸透ぬれ）はいずれもぬれと呼ばれている。

これらのぬれには液の表面張力（ T_l ）、固体の表面張力（ T_s ）および液一固体の間の界面張力（ T_{sl} ）が関係する。これらの張力はそれぞれの表面または界面を縮小する方向に作用する力であるから、第3図からわかるように、ぬれるために次の値が大きいくほど有利である*。

付着ぬれ… $T_s + T_l - T_{sl}$

拡張ぬれ… $T_s - T_l - T_{sl}$

浸透ぬれ… $T_s - T_{sl}$



第3図 3種のぬれ（梨地は液体、斜線は固体）
A：付着ぬれ，B：拡張ぬれ，C：浸透ぬれ

* T_s や T_{sl} は直接に測定しにくい値であるので、液と固体水平面との接触角 θ を測定して

$$T_s - T_{sl} = T_l \cos \theta$$

の関係を上述の式に代入し

$$\text{付着ぬれ} \dots T_s + T_l - T_{sl} = T_l (\cos \theta + 1)$$

$$\text{拡張ぬれ} \dots T_s - T_l - T_{sl} = T_l (\cos \theta - 1)$$

$$\text{浸透ぬれ} \dots T_s - T_{sl} = T_l \cos \theta$$

としてそれぞれの値を得ることができる。

表面活性剤は一般に T_l と T_{sl} を引き下げるから、拡張ぬれと浸透ぬれを大きくする。これが展着剤として表面活性剤が用いられる理由である。

しかし付着ぬれについては、表面活性剤を添加して T_{sl} を引き下げても T_l が同時に低下するので、必ずしも良好になるとは限らない。液剤中に表面活性剤の添加量を増したため、作物体への付着量が逆に減る現象は、多量散布の場合しばしば経験することである。付着ぬれは薬効が少ない液剤を多量に散布する場合や、低濃度で多量散布する場合には問題になるかも知れないが、最近の農薬ではむしろ拡張ぬれや浸透ぬれが問題となる。

液剤の作物体表面に対する接触面積を増大する目的では拡張ぬれが要求され、とくに最近のように濃厚少量散布の傾向が時代の要求であれば拡張ぬれは重要である。また作物体の間隙や割れ目に液剤を送り込むには浸透ぬれが重要視されよう。作物体表面は必ず凹凸があって単純ではないから実際場面で拡張ぬれと浸透ぬれを区別することは困難で、両者がともに重要であることは論をまたない。

以上で考察したことは、散布液の性質を静的な場面で単純な要因のみを考えたのであるが、実際に液が散布される場合では、なんらかの力を加えられて霧が形成され、霧の粒子が速度をもって作物体に衝突し、傾斜した作物体面（これも平面ではない）に付着するので種々の要因がからみあって複雑である。

なお、展着剤の“着”の字はしばしば誤解をまねくが表面活性剤では必ずしも付着ぬれを増大するとはいえない。また、散布後薬液が乾燥した後に農薬主剤が作物体に固着する性質を表わす場合もあるが、表面活性剤だけで必ずしもそのような性質を持つとはいえないようである。表面活性剤には展着剤の“展”の字だけを望むほうが無難であろう。

お わ り に

油脂化学工業や石油化学工業の発展は優秀な表面活性剤を安価に供給して、農薬の分野でも、地味ではあるが、大きな貢献をした。われわれはその性質を十分に理解してこれを有効に利用し、農薬をより効率的に施用しなければならぬ。表面活性剤の能力を過信したり誤解したまま使用することは慎むべきである。農薬の作用のしかた、散布の方法などによって、散布液にも当然最適の物理的性質があるはずであるが、その際に常に目的をわきまえて物理性の改善をしなければならない。終局的にはその農薬の効果があがり、農作物の収穫が確保されることが目的であることを念頭におくべきである。

殺線虫剤の土壌中における拡散性

農林省農業技術研究所 村 井 敏 信

はじめに

線虫はきわめて微細な動物で土壌中に広く分布しているため、この防除には薬剤をガス体として拡散させて線虫を殺す土壌くん蒸が最も有効であり、また省力的である。現在実用されている殺線虫剤はD-D, EDB, DBCPなど土壌くん蒸型のものが主である。したがって薬剤の土壌中における拡散に関する研究は土壌くん蒸における最も重要な課題であり、土壌線虫防除の理論と実際の基礎を与えるものといえよう。

しかしながら、土壌拡散には薬剤自体の物理性ばかりでなく、地温、土壌空隙率、土壌の水分および有機物含量などの土壌因子による影響が大きく、地上部におけるよりも薬剤の物理性と効果との関係はいっそう煩雑である。これまでに、土壌拡散に関して多くの理論的あるいは模型的な研究が行われてきた。HEMWALLは数理的立場からこの問題を考察した。FICKの第二法則に出发して数学的に議論を展開し、拡散に影響を与えるすべての因子を考慮して土壌くん蒸に数学的基礎を与えた^{1,2)}。CALLも拡散薬剤の土壌固相における吸着と液相における溶解とが気相における薬剤濃度に比例するとして拡散係数を求め実測値との一致をみた³⁾。このほかにも室内試験的に薬剤の拡散を研究した報告が多くの研究者によって発表されている。これらの研究結果をまとめて土壌くん蒸剤の一般的くん蒸理論を発展させたのがGORING⁴⁾である。このGORINGの研究により一応理論面の基礎は確立されたといえよう。

一方わが国においても土壌くん蒸剤が導入されて以来、圃場における線虫防除の試験が各地試験場などにおいて、土壌、地温あるいは薬剤別に行なわれさまざまな試験成績が累積されている。しかしながら理論的基礎および模型的試験と圃場試験を結びつける研究は少なく、圃場における試験結果を完全に理論的に説明するには至っていない。これは理論的、模型的研究においては土壌を均一な拡散媒体として研究が行なわれているのに反し、圃場では土壌の状態はきわめて不均一であること、また耕耘の仕方などによりさらにこの不均一性が助長されることなどによる圃場土壌の特殊性と多様性に基因するもので、理論的研究が見掛上圃場試験の結果と一致しないことが起こるのもむしろ当然のことといえよう。し

かしこの両者の関係を解明することは薬剤改良の指針として、あるいは薬剤施用法の確立にきわめて大切なことである。

この観点に立って以下土壌くん蒸の理論的な面を中心に実際の試験例などを紹介して考察を行ない、研究者各位のご参考に供したいと思う。

I 数学的研究

1 拡散の基本方程式

土壌拡散においても次のFICKの拡散の式が適用される。

$$u = D \frac{\partial c}{\partial x} \dots \dots \dots (1)$$

u : 単位面積当たりの拡散速度

c : 拡散物質の濃度

x : 拡散源からの距離

D : 拡散係数

これがFICKの第一法則と呼ばれるものでこの基本式より次の微分方程式が誘導される。

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \right) \quad \text{一次元拡散} \dots \dots \dots (2)$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) \quad \text{二次元拡散} \dots \dots \dots (3)$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \right) \quad \text{三次元拡散} \dots \dots \dots (4)$$

ここで x, y, z は拡散源を中心とした空間座標と考えてよい。これらがFICKの第二法則と呼ばれる拡散の基本方程式である。

2 拡散の微分方程式の解

これらの微分方程式に土壌中におけるくん蒸剤注入の場面を想定して初期条件と境界条件を与えて解を求めるとさまざまな解が得られる。くん蒸剤には蒸気圧の高いものもあれば低いものもあるのでその拡散の様式は気化する速度によりかなり異なる。これを大別して無限拡散の場合について解を求めてみると、

(1) DBCPのように蒸気圧の低い薬剤を多量に処理したような場合は気化する速度が遅いので薬剤が全部気化し終わるまでかなりの時間を要するであろう。この間、注入部の近傍における濃度は蒸気圧に平衡した一定

の濃度に保たれているものと推定される。したがって薬液の残存するかぎり残存薬量に関係なく一定濃度の拡散源から時間の経過とともに拡散する拡散型を示すものと思われる。

この前提のもとに (2) 式を解くと

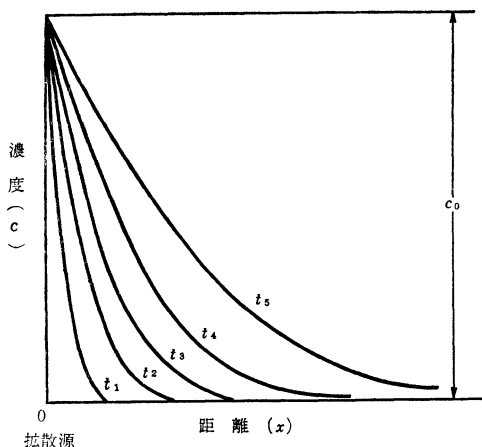
$$c = c_0 \left\{ 1 - \varphi \left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right) \right\} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{ただし } \varphi(a) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^a e^{-z^2} dz$$

c_0 : 拡散源の濃度

t : 経過時間

が得られる³⁾。この式は化学における拡散の研究にもしばしば適用されるもので、この場合の拡散状態は第1図に示される。



第1図 低蒸気圧薬剤の拡散

(2) 薬剤が少量でしかも蒸気圧が十分高く注入薬液がごく短い時間に全部気化するような場合には注入薬量を c'_0 とすると無限拡散では (2) の解は

$$c = \frac{c'_0}{2\sqrt{\pi Dt}} e^{-\frac{x^2}{4Dt}} \dots\dots\dots (6)$$

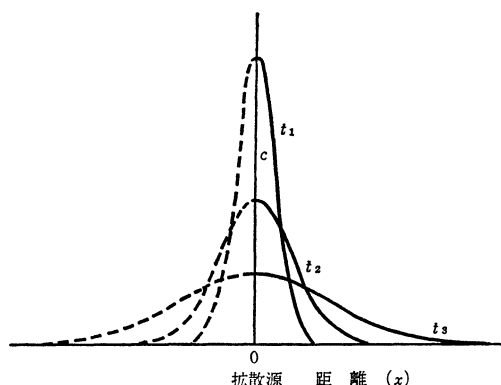
となる。この場合の拡散の状態を図に示すと第2図のようになる。また二次元、三次元拡散ではそれぞれ

$$c = \frac{c'_0}{(2\sqrt{\pi Dt})^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{4Dt}} \dots\dots\dots (7)$$

$$c = \frac{c'_0}{(2\sqrt{\pi Dt})^3} e^{-\frac{x^2+y^2+z^2}{4Dt}} \dots\dots\dots (8)$$

で表わされる³⁾。

薬剤の拡散がこれらの式に適合する場合には観測点と観測値を代入することにより拡散型や拡散係数を容易に



第2図 高蒸気圧薬剤の拡散

求めることができる。しかしながらこれらは拡散距離が無限という条件で解を求めたものであるが、実際には注入点から地表に向かった薬剤の拡散距離は有限であり土壤表面では $c=0$ になる。このような条件を加えると微分方程式の解はかなり複雑となり級数や定差分方程式の形で表現されるようになる。

3 土壤中の拡散に影響を与える諸因子

土壤中の拡散では薬剤固有の物理性ばかりでなく、土壤因子が関係する。上記の方程式に用いられている拡散係数はこの場合、土壤中の拡散であるから、大気中を自由に拡散する場合の拡散係数とは当然異なる。HEMWALL は拡散に影響を与える因子を整理して土壤中の拡散係数を次の関係式で表わした。

$$D = \frac{0.66 k_a D_0}{k_a + k_w K_H + K_A} \dots\dots\dots (9)$$

D_0 : 大気中における拡散係数

k_a : ガスの通過しうる連続した空隙の割合

k_w : 土壤に含まれる水分の割合

K_H : ヘンリーの法則によるガスの水に対する溶解定数

K_A : 土壤固相による収着係数

HEMWALL はさらに土壤中の薬剤の分解も考慮し、実際の薬剤注入の場面を想定して (3) の解を定差分方程式の形で求め、電子デジタル計算機により土壤拡散に影響を与える因子の変動と防除効果の関係を数理的に解析した^{1,2)}。この計算では、非分解性の薬剤の場合と、土壤中で分解が急速に起こる薬剤とに分けて解析が行なわれているが、土壤中における薬剤の分解過程が知られていないことと実際に使用されている薬剤には比較的安定と推定されるものが多いので以下の考察に用いる。HEMWALL の数理的解析結果は非分解性のものについてである。

II 薬剤の物理性および環境因子と防除効果

1 薬剤の物理的性質

薬剤の面からみて防除効果に関係を持つ物理的因子は蒸気圧、大気中における拡散係数、水に対する溶解および土壌固相における収着の度合などである。各薬剤についてのこれらの物理的性質を第1表に示す。

薬剤の気化する早さは蒸気圧と密接な関係があるから一般的に言えば蒸気圧の高い薬剤は速効性であり、低い薬剤は遅効性であるといえよう。薬剤を溶媒で希釈したり、担体に吸着させたりすれば気化する速度は低下するであろうが、この場合殺線虫力そのものは変化しないので、このような製剤を用いた試験で遅効的になることはあるが薬剤の防除効果が増加したり減少した例はない。一方、蒸気圧のきわめて低いD B C Pのような薬剤では土壌中の薬剤濃度が作物に有害なほど高くないため薬害が少なく、作物の育成中でも線虫防除に使用できるわけである。したがって、E D BやD-Dの場合でもなんらかの方法で蒸気圧を調節することができれば、理論上、作物の生育中に使用できる可能性が考えられ製剤上興味のある問題であろう。

大気中における拡散係数(D_0)が小さくなれば、土壌中における拡散速度も当然減少する。また水に対する薬剤の溶解はヘンリーの法則によって与えられるが、溶解係数(K_H)が大になれば拡散速度が減少する。これらの関係は(9)式からも明らかである。HEMWALLの数理的解析では D_0 が小さくなるほど、また K_H が大になるほど防除効果が増大する結果が得られている。これは拡散速度が遅くなるほど薬剤の線虫との接触時間が長くなるためである。土壌固相による収着量は薬剤固有の性質というよりむしろ土壌構成物と密接な関係がある。収着されたくん蒸剤は線虫防除にほとんど役立たないと思われるので収着が増加するにつれて防除効果は低下するこ

とになろう。数理的解析でも収着係数 K_A が増大するほど防除効果が低下してくる。

2 土壌および環境因子

土壌中の拡散は土壌中の種々の因子すなわち空隙、水分、土性、有機物、温度などにより影響を受けるが、これらの因子は必ずしも独立したものではない。たとえば水分含量が増加すれば空隙が減少するなど相互に関係を持っている。

(1) 空隙：薬剤は土壌空隙を通して拡散するわけであるから拡散速度は土壌空隙が減少するにつれて遅くなる。数理的研究からは土壌空隙の減少は防除効果を高める結果が得られている。長野農試で行なった耕耘法別試験で、無耕耘区のほうが耕耘区に比べ線虫密度が減少し、防除効果の高い傾向が得られているが²⁾、これは空隙率が関係したものと推定される。しかしながら空隙が減少すれば、拡散が遅くなるので期待する防除効果が得られるまでの時間が長くなる。このため実際の防除ではある程度の空隙が必要とされよう。

空隙が大きい場合、薬剤の散逸を防ぎ薬剤効果を高めるためには圧封、水封あるいはビニールなどによる土壌表面の被覆が考えられるが、実際にも防除効果の高まる試験結果が得られている。蒸気圧の高い薬剤の場合、とくに有効である。

(2) 水分：土壌水分含量は土壌中の固相、液相、気相の三相間の薬剤の分配に影響するばかりでなく、土壌空隙にも関係するので、拡散速度に与える影響は単純ではないが一般的には、水分の増加は拡散速度を減少させよう。数理的解析には水分含量を増すと防除効果は低下する結果が得られている。しかしながら水分の増加は当然空隙も減少させるので、このことによる補償作用が働くため、實際上、水分の増加が防除効果を低下させるということは一概にはいえない。GORINGのE D Bを用いた試験³⁾のように水分の増加につれて防除効果の高まる場

第1表 土壌くん蒸剤の物理的性質

薬 剤	分子量	沸 点 760mmHg (°C)	蒸 気 圧 20°C (mmHg)	水に対する 溶 解 度 20°C (ppm)	ヘンリーの法則に よる溶解定数(K_H)* 20°C	大気中における 拡散係数(D_0) 20°C (cm ² /sec)
Chloropicrin	164.4	111.9	20.0	1,950	10.8	0.069
Methyl bromide	95.0	3.6	1,380	16,000	4.1	0.097
1,2-Dibromoethane	187.9	131.7	7.69	3,370	42.7	0.081
Cis-1,3-dichloropropene	111.0	106.0	25.0	2,700	17.7	0.074
Trans-1,3-dichloropropene	111.0	111.0	18.5	2,800	24.6	0.074
1,2-Dibromo-3-chloropropane	236.4	199.0	0.58	1,230	163.8	0.070

* 平衡状態における水中の薬剤濃度(a)の空気中の薬剤濃度(b)に対する比($K_H = \frac{a}{b}$)

合も認められている。

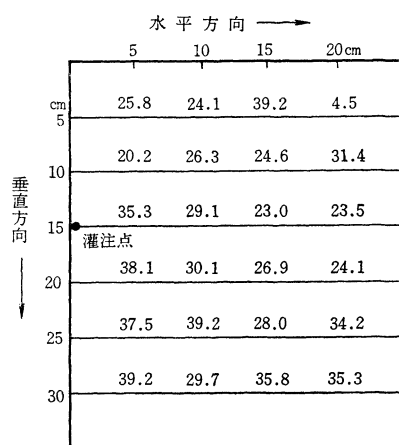
(3) 土性および有機物：土壤の精粗も薬剤の拡散に影響を及ぼす。粘土による吸着の拡散速度を遅らせるということがしばしば論じられているが、このことは比較的乾いた土では重要でも、含水量の多い土では影響は比較的少ないと推定される。いずれの土においても土壤中の拡散に影響を与える重要な因子は土壤中の有機物であろう。そしてその作用は薬剤自体の物理性とも関連して複雑である。一般に有機物が増加すれば薬剤の収着量も増すため拡散は遅くなる。先にも述べたように数理解析では土壤固相による収着量の増加は防除効果を低下させる結果が得られている。また土壤有機物が増せば土壤微生物の繁殖も盛んになるであろうから、それらが薬剤の分解などに与える二次的影響も無視できなくなる。実際にも堆肥を加えた土壤では防除効果が低下するという報告が多い。

(4) 温度：地温の変化もさまざまな形で拡散と防除効果に影響を与える。温度の上昇は蒸気圧と空気中の拡散係数を高め、土壤の液、固相による溶解、収着を少なくするため土壤中の拡散速度は早まろう。しかし同時に重要なことは薬剤の殺線虫力が高まることである。低温時における薬剤効果の低下がしばしば問題にされてきた。これは低温時に薬剤の拡散速度がきわめて遅くなるため、所定時間に期待した防除効果が得られないためであろう。しかしメチルプロマイドのような蒸気圧の高い薬剤でも防除効果が低下する事例があるのは、殺線虫力の低下も大きな要因であることを示すものである。したがって、低温時には、薬剤処理と播種の間にかなり長い期間をとることが実際の防除では必要になる。

III 土壤中における薬剤の分布

模型的試験で土壤中の薬剤の拡散分布を実測した研究は多い。梯は木箱に土壤を均一に充填して 2 ml の EDB を注入し、24 時間後の濃度分布を化学分析で測定した⁹⁾。この結果は第 3 図のように注入点を中心に下方に薬剤の分布の多い拡散型が得られた。この傾向は他の模型試験においても通常認められることであり、HEMWALL の数理解析でも同様の結果が得られている。これは薬剤のガスが空気より重いいため重力効果によるという説と土壤表面が開放になっているため表層の薬剤濃度が低下するという二つの説があるが、おそらく両方とも関係するのであろう。

一方圃場においてはどうかであろうか。圃場における実測例は少ないが、ここでは長野県菅平の圃場で行なった試験の結果を示しておく。この試験は人力消毒機で EDB

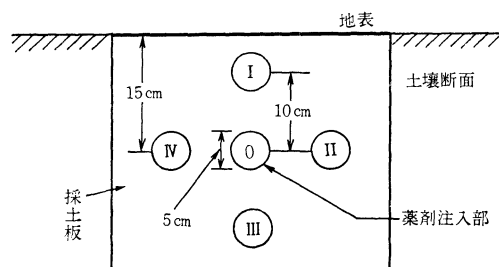


第 3 図 処理 24 時間後の EDB の濃度分布

灌注した土壤 (地温 18°C, 水分含量 32.2%, 孔隙率 47.7%), 数字は EDB mg/l soil

B (30% 油剤) と D-D を 10 a 当たり 20 l, 30 cm 間隔, 千鳥に注入 (注入深度 15 cm) してから 5 時間後と 24 時間後に第 4 図のように採土板を用い, (I), (II), (III), (IV) の各地点から土壤を採取して化学分析したものである。この結果は第 2 表に示すようにかなりばらついているが注入点の上方 (I) の地点に薬剤濃度が高く, 下方 (III) の地点の濃度が低い傾向が認められる。これは模型試験の結果と全く反対の傾向を示しているわけである。圃場では通常耕耘深度は 15 cm 程度であるから, 注入点の下方の土壤は毎年の踏圧によって圧密層の状態になっているのが普通で, 薬剤の拡散通路である土壤空隙は上方に比べいちじるしく小さくなっている。このため圃場では下方への拡散が少なく (III) の地点の薬剤濃度が低くなったものと推定される。

(I) の点に薬剤が多いのは, 薬液注入に際し, 消毒機の注入頭により生じた空隙が完全に圧封されず, 空隙が大きくなっているため直上への拡散を容易にしているのも一因と考えられるが, 主たる原因は注入の際に薬液が一点に注入されず注入頭に沿って上方に飛び散る注入む



第 4 図 土壤採取位置

第2表 圃場におけるD-DおよびEDBの分布

施用法	耕耘法	採土時間	採土個所号	検出薬量	
				D-D mg/l kg 土壌	EDB * mg/l kg 土壌
人	ロータリー耕耘	5時間後	0	988	99.6
			I	94	18
			II	6.7	6.0
			III	3.6	4.0
力	犁	5時間後	0	324	113
			I	58	32
			II	29.1	4.2
			III	17.9	3.5
消	耕耘	24時間後	0	39	12
			I	661	979
			II	76	75
			III	26.7	8.1
毒	耕耘	5時間後	0	15.2	4.1
			I	29.5	11
			II	600	440
			III	48	46
機	無耕耘	5時間後	0	42	26
			I	18.2	5.6
			II	91	24
			III	348	285
機	無耕耘	5時間後	0	64	26
			I	29.1	5.1
			II	4.2	4.3
			III	22.7	3.8
機	無耕耘	24時間後	0	111	161
			I	61	68
			II	10	13
			III	4.5	4.3
機	無耕耘	24時間後	0	9.4	14
			I		
			II		
			III		

* 表中の数値は 1,2-dibromoethane としての値である。

らによるためと考えられる。いずれにしても(I)の点は特殊な地点でありこの点の濃度が高いからといって一般に表層の濃度が高いとはいえない。むしろ表層は開放で大気に接しているわけであるから圃場においても表層の濃度はかなり低くなっていると考えるのが妥当であろう。

おわりに

FICK の拡散の方程式に始まる 数学的研究や模型試験に基盤を置いた理論においては土壤中の拡散や防除効果に関係する因子の整理も比較的簡単ではあるが、実際の圃場では、薬剤の分布にみられたように、土壌状態の不均一性、注入時の注入むら、耕耘法の違いなど関連する因子がさらに複雑となる。また従来の試験や研究では、拡散および防除効果に影響を与える因子を個々にとりあげて考察し、各因子間の相互作用の研究が少ない。したがって圃場状態における試験結果を理論的に説明する場合には理論の適用を誤らないようにしなければならないと同時に、理論と実際の断層を埋めるような関連研究が期待されるわけである。

参考文献

- 1) HEMWALL, J. B. (1959) : Soil Science 88 : 184.
- 2) ——— (1960) : ibid. 90 : 157.
- 3) CALL, F. (1957) : J. Sci. Food Agric. 8 : 143.
- 4) GORING, C. A. I. (1962) : Advances in Pest Control Research V, 47.
- 5) 村井敏信・鈴木照磨 (1965) : 農業生産技術 13 : 27.
- 6) 鈴木照磨 (1965) : 農業製剤学 (南江堂) 310.
- 7) 関谷一郎・呉羽好三 (1962) : 植物防疫 16 : 289.
- 8) GORING, C. A. I. and YOUNGSON, C. R. (1957) : Soil Science 83 : 377.
- 9) 梯 剛 (1960) : 農業生産技術 3 : 29.

次号予告

次9月号は下記原稿を掲載する予定です。
遊離植物細胞の活性とその応用の可能性 建部 到
昆虫の電磁波による交信
—昆虫分子生物電子工学— 玉木 佳男
キュウリ疫病の果実による土壌検診方法
とその防除法 野田 弘之
ネギ萎縮病の生態と防除 吉野 正義

ブドウ黒とう病と晩腐病の同時防除

—PCP加用有機機素剤剤の休眠散布— 村山 富男
八丈島におけるミカンネモグリセンチュウ
の緊急防除事業概況 白井 正
その他 新登録農業紹介, 研究紹介をあわせ掲載します。

定期購読者以外の申込みは至急前金で本会へ

1部 136円(千とも)

農 薬 の 検 査 取 締 上 の 諸 問 題 (III)

農林省農薬検査所 鈴 木 照 磨

本文は、昭和 42 年度植物防疫地区協議会において述べたものである。当時の時点の記述であり、同じ題名の(II)* と重複の個所もあるがご許し願いたい。

は じ め に

農薬の事故に関しては、近年いろいろ社会に話題を提供することが多く、担当部課の関係者には、職務がらとは申せ、ひとかたならぬご苦勞をおかけしておりますことを、まことに遺憾に思っております。

最近のわが国の経済の成長と、これに伴う農業の内外の変化、ますます旺盛な農薬の消費、さらに世相の移り変わりなどに対し、私たちもこれに応ずる措置を必要とするようになりました。戦後食糧増産に大きな役割を果たしてきた、いもち病防除用水銀剤やパラチオン剤の新しい農薬への切り替えも、その一例であります。農薬の持つプラスの面、つまり農薬の効果や農産物の増収のほかに、農薬の有するマイナス面、農薬が与える危害や被害についても同じくらしい重みの関心をもたなければならぬ状況になってまいりました。農薬が与える危害や被害は、農薬が人体に及ぼす影響と、それ以外の危・被害に分けることができますと思います。

なお、農薬が日本の、そして世界の農業に貢献するものであり、そのような技術と経済の水準を前提として、問題が処理されなければならないことは、改めて申すまでもないことであります。

I 農薬の残留毒性問題

ところで、農薬の残留毒性問題が実施の運びになっていることは、すでにご案内のとおりであります。このことは段階的に進められることであり、農林省は農薬の安全使用の指導という立場にたって、第 1 回分として DDT など数種の化合物につき、最後の詰めをしている現状であります**。この問題が十分の準備期間もなく、

* 農薬の検査取締上の諸問題(I) 本誌 20(10): 19, 1966

農薬の検査取締上の諸問題(II) 本誌 22(1): 25, 1968

** DDT, BHC, パラチオン, ひ素, 鉛のりんご, ぶどう, きゅうり, トマトに対する安全許容量, 安全使用基準は 3 月 30 日厚生省の告示と農林省の通達が行なわれた。

急に実行に移されるという印象をうけられる方があるようではありますが、無理からぬことと思われまゝ。しかしこのことは、厚生省が早くから手をつけ、第 1 回分については準備を終わっておりまして、農林省として、これに対応する体制が整わなかったために、しばらく待ってもらふよう要請してきたのであります。昨年は、農林省も「農薬残留の緊急対策に関する調査研究」を実施いたしました。その結果をとりまとめた上、なお慎重に折衝したいということでありまゝ。国として、わが国の農薬の安全使用に対する姿勢を定める時点にあるわけでありまゝ。この問題は、あくまで農薬の乱用を戒める趣旨であり、科学的な対策でありますから、通常の使用法が守られるならば、農薬の使用に支障の起こらない措置をするものであります。

農薬安全使用の基準をきめるにあたって、担当者は慎重に技術的な検討を行なうため、体制を整備しつつありますが、その内容は、農家の方々が農薬を使用する実態もきわめて重要な要素になっているのであります。その意味では、基準作成に参画する人々だけが決めるのではなく、農家の方々と一緒に作業するわけで、今後ともよろしくご協力頂きたいと思ひます。

この問題は、地味で、いきの長い、根気のいる仕事だと思っております。決して派手な、ニュース種になる仕事ばかりではありません。一時騒いで、あとは忘れてしまう問題ではないのであります。新しい農薬は、あいついで開発されますし、防除基準にのせて、長く防除の指導に使われるものであります。この基準は、作るだけでなく、守られなければなりません。守られるような基準であることも必要ですし、守る姿勢も大切であります。別に農薬の安全使用対策も講じられますが、基準を守ることは、農薬を使う基本的な姿勢の中に、含まれるものであります。この問題は、農薬の混乱を起こすことではなく、積極的に、社会の不安を除いて、混乱が起こらないよう処置するのが目的であります。誤解や混乱を招かないよう、手続きの上でも、われわれは今後とも十分注意したいと思ひております。

II 同時防除用の単純混合粉剤

いわゆる同時防除の単純混合粉剤がいちじるしくふえ

たことは、わが国の農業の現状を象徴的に表わす問題であります。単純混合粉剤の必要は十分認識をいたしておりますし、新しい農業への切り替えの措置に従って、新しい農業が多数現われたこと（このことは大きな功績であります）から、その組み合わせが多数できることも当然で、その数は計算によって求められるほどであります。

私どもは、一昨年単純混合粉剤について、他の必要条件が満たされれば、“評価の定まった粉剤相互の混合粉剤は試験成績を簡素化できる”という処置をいたしました。“評価の定まった”ということはどなたがお考えになっても、製品として安定しているということでもあります。残念なことに、2年目に手直しをするような例がありますから、原則として2年間の実績をみないと評価が安定したとは思われないのであります。いもち病防除剤の切り替えを円滑に行なうため必要な混合剤が供給されましたが、その種類がふえたことは、一方では使用者の要請にこたえているものの、他方では、使用者に混乱を与える結果になり兼ねません。

先般来多数の混合粉剤の登録申請に対し、現状をふまえて、申請者と協議を重ね慎重な取り扱いをお願いし、種類をしぼった次第であります。少量多品目の生産は、品質管理上にも問題を残しますので、適正な規模の品目の実用化をはかることに、共鳴して頂きたいと思っております。

III 微量散布について

微量散布につきましては、画期的な技術として注目を払っております。昨年は問題の性質上 200 ha 単位の試験を行なうこととなり、これに協力の意味で、マラソン溶液について、登録を認め、農林水産航空協会の指導のもとにのみ実施されるよう要望したのであります。

私は現行法規と農業技術の開発の現状では、時に仮登録の精神が必要と思っております。しかし、それには仮に結んだ約束が守られるような状況でなければなりません。またこれを軽々しく行なうことはさげなければなりません。

現在的情勢で微量散布技術を円満にのぼすため、なお慎重な取り扱いが必要であります。新たな仮登録をいたす予定はございませんが、微量散布技術を総合的によく検討して頂いて、実施基準の作成の方向に進まれるよう、期待いたします。

IV 新規農薬の実用化へのスケジュールについて

ご存知のとおり、農薬の消費も年々増加し、昭和 24

年を基準にとると、41 年にはおよそ 230 倍になりました。それに対し、有効成分数は 11 倍、有効登録件数は 6.5 倍、登録、再登録、抜取などを含めた検査件数は 5 倍ほどになっております。私どもは以上の多種類を管理しているわけでありまして。

1 年はあいかわらず 365 日でありますから、ようやく、このわくからはみだすようになった感があります。ご存知のとおり、早期受注、早期生産ということで、生産、流通の体制が整って、早くから計画が軌道にのるようになりました。また都道府県のご指導も大変手回わしがよくなり、早く、しかも円滑に行なわれるようになりました。このことは大変喜ばしいことであります。しかしその反面、農薬の開発と上に述べた計画との間にずれを生じ、ときに開発途上の農薬が計画にのる例がみられるようになりました。その結果、消費者に迷惑をかけるばかりでなく、誤解や不信を招くことになります。

新たに農薬の残留毒性の問題も加わりますし、農薬業界も適正な使用について、啓蒙運動を始めたい意向のようでありますので、この際本年秋の新しい農薬の年度から、販売、普及指導の計画をたてるにあたって、すでに登録のすんでいる農薬を扱うよう要望したいと思っております。登録がすんでいるかどうか判断ができるようにすることも必要と思いますが、表示の変更や、公定検査法の適用なども同時に考えたらいいかと考えます。

このことは、一面には開発の検討を、腰を入れて行なうことにも通ずるわけですが、いずれも本来あるべき姿と考えてよいと思っております。このような処置は、広く関係方面の理解のもとに行なうことが必要でありますので、円滑に推移するよういたす予定であります。

上に述べましたような状況をいろいろ考えてみますと、要するに、今日は腹のへっている時代ではないのですから、ご馳走ができたからといって、すぐつまむのではなくて、皿に盛ったり、お毒味したり、いただきますくらいのエチケットも心得て食事をしなければならぬのではないか、それが外国とのつきあいにも必要であろうなどと考えている次第です。

V 農薬の使用について

パイプダスターに関連して、農薬の使用につき、一言申し添えたいと思っております。

農薬が実際の場合で施用されて、初めて効果を示すことは、いまさら申し上げるまでもありません。それには農薬と防除機具と防除技術がよく調和して、組み合わせられなければなりません。

最近のわが国の社会環境は、農薬の施用にとってきわ

めて複雑であり、困難を増し、労力が不足しております。将来一層楽に施用できるよう研究が進むとは思いますが、現状では、与えられた注意は、十分守って頂かなければなりません。

日本の夏は暑いものです。しかし一人一人が実情に即して、あえて農薬をあびるようなことはさけて頂かなければなりません。他人に迷惑をかけるようなこともあってはならないわけです。

また作業に適した時間は少なく案外忙しいものです。しかし忙しさと人命を引き替えにすることは許されません。低毒性農薬は安全と信じ、においもないことに気を安め、無意識に農薬をあびるようなことのないようにして頂きたいものです。まだまだ防除技術という、作業する人々に託された自由度は大きいものです。農作業はなかなか忙しいことと思いますが、くれぐれも注意して、農薬の安全な使用と、効果の確保を期するようご指導頂きたいと思います。

お わ り に

私は、農薬は、人生に譬えれば青少年の時期にあると思っております。肥料を停年をひかえた人生とすれば、

農薬は青少年期であると思うのであります。農薬はここまで生長してきました。農薬には夢があります。ただ時に非行が目立ちます。非行少年もあるでしょう。しかし、それだからといって、非難するだけではいけません。暖かい目で、将来を背負うものとして、どうか育てて頂きたい、こう私は事あるごとをお願いしているわけであります。

農薬は、いまではマスコミを通じ、茶の間へ入っております。先日も、新人の面接をいたしましたところ、家族の方が、農薬は毒だからと心配されたそうであります。決して農薬は、私どもだけのものではないのであります。それゆえにこそ、私どもの心構えによっては、多くの人の関心を引きつけることもできるのであります。

今後とも、皆さん方と腹藏なくお話し合いをしてゆきたいと思っております。当所の職員も喜んでご相談させて頂くことでしょうか。決して事がすぐ解決するというものではありませんが、大いに勉強させて頂くことになると思っております。

いろいろ申し上げましたが、要は農薬問題を、前向きに解決して、将来の発展を期したいという趣旨に外なりません。よろしく願い申し上げます。(43. 1. 30)

農 薬 要 覧

農林省農政局植物防疫課監修

農薬要覧編集委員会編集

発行がおくれご迷惑をかけました。好評発売中！

— 1968 年版 —

B 6判 475 ページ タイプオフセット印刷
実費 650 円 千 70 円

— おもな目次 —

- I 農薬の生産、出荷
品目別生産、出荷数量、金額 製剤形態別生産数量、金額
主要農薬原体生産数量、42年度会社別農薬出荷数量 など
- II 農薬の輸入、輸出
品目別輸入、輸出数量、品目別輸出数量、仕向地別輸出金額など
- III 農薬の流通
県別農薬出荷金額 42年度農薬品目別、県別出荷数量 など
- IV 登録農薬
42年9月末現在の登録農薬一覽
- V 新農薬解説
- VI 関連資料
水稻主要病害虫の発生・防除面積 空中散布実施状況 防除機
具設置台数 主要森林病害虫の被害・防除面積 など
- VII 付 録
法律 名簿 年表

— 1964 年版 —

B 6判 320 ページ
実費 340 円 千 70 円

— 1965 年版 —

B 6判 367 ページ
実費 400 円 千 70 円

— 1966 年版 —

B 6判 398 ページ
実費 480 円 千 70 円

いずれもタイプオフセット印刷

— 1963 年版、1967 年版 —
品切絶版

お申込みは前金（現金・振替・小為替）で本会へ

学 会 印 象 記

1968 年

日本植物病理学会大会

昭和 43 年度大会は、ライラックの花薫る北海道大学において 6 月 1, 2 日の両日、400 名余が参加して開催された。大会 1 日目午前の総会の会場はクラーク会館、42 年度会長赤井重恭氏の司会により、会務の報告など例年のように行なわれた。昭和 43 年度の会長には東京農業大学の向 秀夫氏が就任されること、同時に新しく選出された評議員および幹事などの役員が紹介された。本年から学会事務を庶務、会計は植物ウイルス研究所で、編集は農事試験場でそれぞれ担当されることになった。いろいろな困難な事情があるにもかかわらず、これらの事務を引き受けて下さるかたがたに感謝するとともに、これまで長い間苦勞してこられた農業技術研究所病理科や林業試験場保護部のかたがたに、声を大きくしてご苦勞様でしたといいたい。

次期会長に選ばれた向氏の就任講演は「植物細菌病研究の進歩」と題し、日本の研究者によってなされたイネ白葉枯病、そ菜類の軟腐病などの仕事を中心に紹介された。学会賞は平井篤造氏の「病害抵抗性機作に関する一連の研究」、西村正暢氏の「蔓割病罹病スイカの萎凋機作に関する研究」、大島信行氏の「馬鈴薯 X ウイルスに関する研究」の 3 業績に対して授与された。平井氏は細胞化学的手法を利用し、抵抗性の解明に新風を送った一連の研究が受賞の対象になったわけであるが、氏は現在当面しているウイルスの特異性に関し、とくに感染によって現われるタンパク質について分子レベルで研究する必要があると力説された。西村氏はスイカ萎凋病の毒素について、その化学構造、作用などを明らかにし、毒素には specific な作用はないが、根、茎、葉などの機能のあらゆる点に作用する。しかし萎凋機作の直接の原因は通導組織の機能の減退が主であることを明らかにされた。これで長年論議された萎凋の原因も終止符がうたれた感がある。大島氏は北海道を中心に発生したジャガイモ微斑モザイク病が X ウイルスによって起こることを明らかにし、さらに X ウイルスに見られる種々の変異についての詳細な研究を紹介され、これらがウイルスの本質の解明に役立てば幸いであると語られた。

一般講演は 191 題にのぼり、1 日目の午後と 2 日目の両日にわたり、4 会場に別けて消化された。191 題のうち、細菌病に関するもの 17、菌類病 86、ウイルス 63、殺菌剤 25 であった。全般にそ菜、果樹に関係した講演が多くなり、わが国の農業で、これらの占める比重が大きくなっているという一端がうかがわれた。細菌病では、そ菜軟腐病、イネ白葉枯病に関するものがほとんどであった。菌類病では、一時はなやかであった抵抗性についての報告が減少、かわって電子顕微鏡による観察を加えた病態解剖に関する研究が目立つようになった。この分野での電顕技術もかなり水準が高くなっているように思われた。また京大赤井教授らが新しい走査型電子顕微鏡を用い、数々の病原菌の孢子などの表面構造のすばらしい写真を披露されたが、今後分類や菌の侵入時の行動の観察に威力を発揮しそうである。ウイルス病関係はあいかわらず活発で、その内容もウイルスの初期増殖、local lesion の問題、干渉、変異、組織培養、化学治療剤の探索、分類、微細構造などきわめて多岐にわたり、内容も充実したものが多かった。とくに九大吉井名誉教授が、寄主体内でのウイルスの移動に関する大胆な仮説を提唱されたのが印象に残る。殺菌剤では、各種薬剤の作用機作についての報告が多かった。

チェコから名古屋大学に留学中の M. GREKSAK 氏の報告を含めて、外国の研究者との共同発表が 5 題もあり、本学会も国際的になってきたとの感を強くした。時間制によるプログラム編成に皆がすっかりなれたこと、各会場が近くに配置されていたことなどで、かけ持ちで講演を聞くにはまことに好都合であった。なお講演要旨をその場で訂正（誤植あるいはデータの補充）された人が幾人かいたが、今後なんらかの形で正式に訂正されることが望ましい。また要旨は事実の記載に重点をおき後の引用に耐えるようにしてほしい。

1 日目の夕刻から新装なった石狩会館ホール（共済）で、大会参加者の大部分が出席して、懇親会が開催された。北海道名産の鮭の料理に舌づつみを打ちながら、研究のこと、北海道の風物などについて、なごやかな談笑が続いた。3 日の午前中はバスを連らねての見学、ライラックの花、高山植物が咲き乱れる北大植物園、新装なった北海道農試などを見学して正午すぎ解散した。

大会の開催前日までぐずついていた天気もすっかり晴れ上がり、まことにすばらしい大会であった。北海道開道百年を迎え、他の学会出席者や観光客でふくれあがった札幌での今大会は、会場の設備はもちろん、宿舎の手配など、関係者のご苦勞は大変なものだったにちがいない。改めて厚くお礼を申し上げたい。

防 疫 所 だ よ り

〔 横 浜 〕

○輸入台湾産ニンニクが病菌付着のため全量廃棄

わが国におけるニンニクの消費量は毎年増加し、国内産のみではその需要を満しきれないため、毎年国内産ニンニクの端境期に台湾産の生ニンニクが輸入されている。本年1月から4月末日までの横浜港へ輸入された輸入量は148tで昨年同期の4.2倍に激増した。

しかし、このうち4月22日横浜港入港 Yitai 号積の台湾産ニンニク24tを検査したところ、鱗茎の表皮は軟腐し、荷口全体に白絹病菌 (*Corticium rolfsii*)、灰色かび病菌 (*Botrytis* sp.) がまん延しており、さらにダニも多数寄生していたため、くん蒸後全量埋没を命じた。また、これに引き続き4月23日のWanlung 号および25日のEliza 号積23.5tが輸入されたが、検査の結果、前回同様の状態であったので同様の処置をとった。

このようになった原因については、仕出地の台湾でニンニクの乾燥が十分でなかったことおよび冷凍船で輸送されなかったため、高温多湿となり、このように病菌がまん延したと考えられる。

せっかく貴重な外貨を使って、むだな結果になることは遺憾であり、今後の輸入にあっては、上述した点について関係者の注意を促したい。

○果樹苗木検査員の技術研修会開催

果樹苗木による病害虫の伝播は過去においていくたの事例があり、またせっかく購入した果樹自体もその苗木に病害虫が付着していたため、収穫が半減したり、生育途中で枯死することは通例のことである。そこで果樹苗木の生産県では、この重要性を認識し、県条例や要綱などを設けて果樹苗木の検査を実施し、無病害虫の健全な苗木を消費地に供給するようになった。農林省としてもこれらの生産県に対しては国の助成を行なって検査の充実を図るよう指導してきた。昭和43年には、国が助成して果樹苗木の検査実施県として指定した県は、山形・茨城・埼玉・岐阜・長野・静岡・愛知・兵庫・和歌山・岡山・高知・福岡の12県となった。これらの生産県では県条例もしくは要綱で自主検査を実施しているが、検査方法、検査の基準などがまちまちの感があるので、これらの検査体制をなるべく統一するため、各防疫所がそれぞれ所轄内の実施県について、検査合格基準の調整および指導を行なってきた。

このたび、各生産県の検査員の技術の向上を図るため、

農林省主催で上記の12県の苗木検査員を招集して6月11、12日の両日、農林省植物防疫課および横浜・神戸・名古屋・門司各所の担当官も出席、研修会が開催された。

研修会の第1日目は当所会議室で行なわれた。植物防疫課沢田課長補佐および当所清水所長の挨拶があり、次の講演が各講師によって行なわれた。

- (1) 検疫一般について 横浜植物防疫所 井上管理官
- (2) 線虫について 横浜植物防疫所 三枝技官
- (3) 果樹の病害について 農林省園芸試験場 北島技官

- (4) 果樹の害虫について 千葉大学園芸学部 野村教授

とくに三枝、北島、野村の各講師の方々にはスライドを豊富に使って説明され、研修者一同大いに啓発された。

第2日目は、埼玉県浦和市、岩槻市の果樹苗木園場を見学しながら各講師から実地研修を受けた。今回初めて催された両日にわたる研修会は、今後の各生産県の果樹苗木検疫の向上に大いにいかされるものと思われる。

〔 名 古 屋 〕

○カプラビートルなどの応急防除終了

名古屋市内の雑穀問屋の倉庫にヨツモンマメゾウムシやカプラビートルなどが発生し、本年1、2月に応急防除を実施したことは、本誌第4号で報告したとおりであるが、このほど完全撲滅を確認することができた。同倉庫における防除作業は、①庫内全荷口と本虫付着のりん木、荷摺木などのメチルブロマイドくん蒸、②庫内清掃と不要荷口・荷粉品の焼却、③庫内全部にスミチオン乳剤の濃密反覆散布であったが、これらの防除のうち庫内ブロック壁面に潜伏しているカプラビートルの幼虫を完全に殺虫するのが困難であったので、スミチオン乳剤を反覆して散布することとし、1月19日の第1回散布以後前後8回にわたって防除を実施した。濃度は最初100～300倍の濃厚液を使用した。後半は400倍液で実施、散布効果は気温上昇の3月から4にかけて次第に認められ、5月4日の調査では生虫が全く認められないまでに至ったので5月13日の散布をもって消毒作業を打ち切った。この倉庫は、輸入雑穀類の保管場所として継続使用されるので、今後も再発生を警戒する予定である。

○対米輸出みかん検疫開始

昨年6月2日アメリカ検疫令第28号の一部改正に伴

い、わが国の温州みかんがアメリカアラスカ・アイダホ・モンタナ・オレゴン・ワシントン州に限り、嚴重な検査や条件下で輸出できるようになったが、42年度は近來にない西日本の早魃のため輸出不能となったので、本年は戦後初めての対米輸出とあって生産県初め関係者は、輸出体制を固めつつある。輸出対象県 5 県のうち、当管内の静岡県では、藤枝市西方地区 32.24 ha が輸出候補地区として、その周辺 400 m 以内にある緩衝地区 22.30 ha とあわせて 5 月 15 日栽培地検査申請がなされた。栽培地検査は、落花直後の検査と収穫期前の検査と 2 時期に分かれて実施されるが、静岡県では前者を 6 月中旬の補助員検査、6 月下旬の植物防疫官検査、7 月上旬の日米防疫官による合同検査を予定しており、雑柑処理や薬剤防除など対米輸出みかん生産地域の受検体制で着々と進められつつある。

○名古屋港に台湾からの熱帯植物大量輸入

5 月上旬、名古屋港に高雄仕出のヤシ類やランが 6,500 株輸入された。これは 7 月下旬の開園に備えて三重県桑名郡に建設中の長島熱帯植物園用のもので、同植物園が東京の D 社と合同して第 1 回目の輸入をしたものである。この植物園は、1,500 m² のガラス室からなり、台湾を初め熱帯各地から約 3,000 種類 30,000 本の熱帯植物類を収容するといわれている。今回輸入されたものは、大玉ヤシ 98 本、ナツメヤシ 9 本、ユスラヤシ 45 本、女王ヤシ 16 本、ヤハズヤシ 30 本、ビンロウヤシ 5,000 本、バンダ・胡蝶ラン 1,353 本、ヘゴ材 250 本であったが、これらの植物には、台湾政府検疫局の植物輸出検疫証明書が添付され、ヤシ類には γ -BHC 1.5%、ジメトエート E・C 0.05% で処理した旨が付記されており、輸入者の言によると輸出 1 週間前に処理されたということである。検査の結果、ごく一部に土壌付着のもの、バンダの台木にカミキリモドキの成虫を認め一部洗浄・除去・切断したほかは問題はなかった。

○四日市港に大型サイロの建設始まる

極度の倉庫不足に悩んでいる四日市港に、港湾関係者待望の大型サイロが昭和 44 年 3 月完成を目標に 4 月建設を開始した。このサイロは四港サイロ株式会社が第 2 埠頭基部に収容能力 5 万 t のサイロを計画し、その第 1 期工事としてとりあえず工費 8 億円で 3 万 t (主びん 42 本、補助びん 30 本) 収容サイロの工事を開始したものである。荷役施設として 300 t のニューマ 2 基をもち、また岸壁には穀類専用バースとして 4 万 t 級の本船が接岸できることになっている。残り 2 万 t のサイロについては、44 年度中の完成を予定している。

〔神 戸〕

○タイ、ビルマの豆類にすべて消毒証明書

最近、神戸港に輸入される豆類のうちタイ、ビルマ両国産のものについては、すべて積出港においてメチルプロマイドくん蒸が行なわれ、その証明書が添付されてくるようになった。

輸入豆類を積出港においてくん蒸することについては、従来、神戸港の港頭倉庫などにヨツモンマメゾウムシやブラジルマメゾウムシが再三発生し、そのたびに、応急防除を行ない、このような発生を防ぐ抜本策として輸入商社などの関係者に強く要請してきたものである。

積出港においてくん蒸が行なわれるようになってからは、従前のように、マメゾウムシの成虫が麻袋の表面に多数付着していたり、荷役中に飛散するようなことは、ほとんどなくなっている。しかし、くん蒸証明のついていない豆類に、マメゾウムシが完全に殺虫されているとは限らず、わずかながら生虫が発見される場合が多い。この原因は、くん蒸技術上の問題、くん蒸施設の不備など種々考えられるが、その一つとして 1 m³ 当たりメチルプロマイド 48~50 g、くん蒸時間が 24 時間となることがあげられよう。すなわち、前掲の薬量で 24 時間ということでは、豆粒中の蛹、幼虫が完全に殺虫できない場合も考えられるので、この点はさらに検討を要するところである。

○中共産タマネギ 150 t 全量廃棄

神戸港に中共産タマネギ 7,500 箱、150 t が陸揚げされたが、9 割近いものが軟腐病、灰色かび病に侵されており、全量を廃棄することとなった。このタマネギは広州沙頭港で船積みされたが、神戸に入港するまでに門司、横浜などに寄港していたため、通常の 7~10 日の 4 倍の日数を要したこと、その間船倉の換気が十分でなかったことなどによるものと思われる。

○対米みかんの輸出軌道にのるか

アメリカ向け温州みかんの輸出はアメリカが昭和 22 年輸入禁止の措置をとって以来長い間閉ざれたままであったが、本年から 20 年振りに再開されることとなった。

今回の解禁につきアメリカでは検疫規則を改正し、あらまし、①生産はカンキツかいよう病無病地区で行なうこと、②検査や消毒確認作業は日米植物防疫官合同で行ない、検査は栽培期間に 2 回、輸出時に 2 回果実の消毒を行なうこと、③荷口は所定梱包によること、④合格証明証はアメリカ植物防疫官の署名を要すること。などの条件に合致したもののみをアラスカ、アイダホ、モンタナ、オレゴンおよびワシントンの北部 5 州に限り輸入を

許可することとしたものである。

このほど、本年輸出希望地から栽培地検査の申請がなされたが、これによると当所管内では和歌山：2地区 68.72 ha、広島：3地区 47.44 ha、愛媛：7地区 174.81 ha、徳島：1地区 26.34 ha となった。

〔門 司〕

○九州3県、春作種馬鈴しょ第2期圃場検査概況

43年度の秋作用春作の申請は、長崎：原種 198 筆 2,140 a、採種 1,385 筆 14,942 a、熊本：原種 57 筆 292 a、採種 159 筆 902 a、宮崎：原種 39 筆 400 a、採種 368 筆 3,335 a、春作は熊本のみで、原種 34 筆 714 a、採種 136 筆 2,810 a であった。宮崎の 5% 減を除き、いずれも 1~17% 昨年同期より増加している。

各県とも申請町村別に 10~30% 抽出検査を行なった結果、全体で 31 筆 307 a が不合格となったが、その大半はウイルス病によるもので、27 筆 265 a であった。このほか長崎の採種で輪腐病により 3 筆 32 a が不合格となり、熊本は両作の原採種とも全量合格、宮崎も原種は全量合格であった。

アブラムシは、各県とも防除が徹底してきており、発生はきわめて少なく、発生の見られた株でも、1~2頭程度で問題となる圃場はなかった。ウイルス病株の抜取も、熊本、宮崎では完全に実施されており、残存株はほとんど見受けられなかった。圃場環境では、食用ジャガイモが増加し、採種圃場として好ましくない地帯もあるが、隣接圃場との間に障壁を設けるとともに、罹病株の

抜取りなど圃場管理が徹底しており問題は少ない。しかし食用ジャガイモ圃場での葉巻病の発生の多い地帯では今後の注意が必要である。

○延びる日の本種沖永良部島のてっぽうユリ

本年の検査申請は、昨年より 56 万球増の 3,447 万球で和泊町が 3,525 筆 3,041 万球、知名町が 466 筆 406 万球であった。

品種の動向では、日の本種が 252 万球と昨年の 3.3 倍に急増し、ジョージア種は 2,133 万球で 5% の増、アンゴー、佐伯種などの黒軸てっぽうは 476 万球と 6% の減、殿下種は 418 万球で 20% 減であった。品種別栽培株数は、ジョージア種が 61%、殿下・佐伯種が各 12%、41 年から申請のあった日の本種は 7.3% で、殿下種の激減と対比的である。また、年々減少し消滅寸前にあるアンゴー種はわずか 1.1% であった。アンゴー種はウイルス罹病率が高いため抜取り株数が多くなり、必ずしも経済的品種ではないが、一部商社の要望もあって淘汰されずにいるものである。

検査の結果は全筆合格であったが、佐伯種では黄色条斑モザイク、城山種では緑色濃淡モザイクが目だった。品種別のウイルス罹病率を見ると、1% 未満の圃場がジョージア種で 84.2%、日の本種で 81.2% と良好であったのに対し、アンゴー種で 36.7%、佐伯種で 29.7% と悪く、さらに城山種ではわずか 7.5% であった。

土壌消毒、土壌施用剤の普及により、立枯病、アブラムシ、ネダニの発生もきわめて少なかった。

中央だより

—農 林 省—

○輸入植物検疫に関する協議会開催さる

昭和 43 年度における第 1 回輸入植物検疫に関する協議会は、さる 5 月 30 日から 6 月 1 日までの 3 日間におたり、横浜植物防疫所会議室において開催された。

この会議は、近年における検疫くん蒸事故の発生に対処するため、4 月 22 日付けで各植物防疫所長あてに通達された「植物検疫くん蒸における危害防止対策要綱」の細部事項の打ち合わせのために開催されたものである。

今回の協議会で検討した結果、危害防止対策を強力に推進することとなり、具体的には①植物防疫所で危害防止に関する講習会を開催し、受講効果の挙げた者を作業主任者として認め、作業主任者の指揮のもとにのみくん

蒸を行なうこと、②優秀な防除業者を指定し、輸入者はできる限りこの優秀な防除業者にくん蒸を依頼するよう指導する、③くん蒸中は「くん蒸実施中・立入禁止」の標札をかけることを義務づける、④くん蒸終了後は必ず恕限度を確認させる（恕限度は、メチルプロマイド 20 ppm、青酸ガス 10 ppm）などを防除業者や輸入者、施設の所有者に義務づけることになった。

○植物防疫官試験開催さる

第 19 回植物防疫官試験は、6 月 13 日横浜植物防疫所東京支所会議室において行なわれ、13 名が受験した。試験の結果は、6 月 21 日農政局長より各受験者あてに通知されたが、合格者氏名は次のとおりである。

(横浜植物防疫所管内)

佐藤輝男、武田憲二郎、坪井福俊、加藤利之

(名古屋植物防疫所管内)

藤井伸泰, 土肥逸治

(神戸植物防疫所管内)

三上三千郎, 片岡多聞

(門司植物防疫所管内)

森田征士, 村岡 力, 花岡清和

○小笠原諸島における有害動物の緊急防除に関する省令公布さる

小笠原諸島は6月26日をもってわが国に復帰したが、復帰と同時に小笠原諸島における有害動物の緊急防除に関する省令が公布、施行された。その内容の概要は次のとおりである。

(1) 小笠原諸島から別表第1の有害動物およびその容器包装を移動させてはならない。

(2) 南鳥島および沖の鳥島以外の小笠原諸島からは、別表第2の1の項および3の項の植物ならびにその容器包装を移動させてはならない。

(3) 南鳥島および沖の鳥島からは別表第2の植物およびその容器包装を移動させてはならない。

(4) (1), (2) および (3) の移動禁止品以外の植物は、すべて小笠原諸島において植物防疫官の検査を受けたのち移動しなければならない。

(5) 試験研究の用に供するものについては、農林大臣の許可を受けた場合は前記(1)から(4)までの規定にかかわらず移動させることができる。

別表第1

有害動物 ミカンコミバエ, オガサワラミバエ, ウリミバエ, アリモドキゾウムシ, イモゾウムシ, カンショオサゾウムシ, パシヨウゾウムシ, エジプトワタフキカイガラムシ, アフリカマイマイ

別表第2

植 物 の 種 類	備 考
1 かんきつ類, わんび, びわ, すもも, もも, さくら, いちじく, パパイヤ, リゅうがん, れいし, ごれんし, ぼんじろう, アボカド, ランブータン, くるづぐ, びんろうじゅ, サントール, かき属植物, なす属植物(なす, たばこ, ほほずき等), ばんのき属植物(ばんのき, ばらみつ等), マンゴウ属植物, なつめ属植物, とけいそう属植物, あかてつ科植物(スターアップル, サボジラ等), ふともも属植物(ふともも, れんぶ等), ばんれいし属植物, ふくぎ属植物(ふくぎ, マンゴスチン等), とうがらし属植物およびトマトの生果実並びに成熟したバナナの生果実	ミカンコミバエ, オガサワラミバエ
2 きゅうり, すいか, まくわうり, かぼちゃ, その他のうり科植物の生茎葉およびその生果実, トマト, なす, ししと	ウリミバエ

植 物 の 種 類	備 考
うがらし, パパイヤ, いんげんまめ, ささげ, きまめおよびマンゴウ属植物の生果実	
3 さつまいも属植物, あさがお属植物, ひるがお属植物およびやまのいもの生茎葉および生塊根等の地下部並びにキャッサバの生塊根等の地下部	アリモドキゾウムシ, イモゾウムシ

なお、農林省では、小笠原諸島に設置された国の総合行政機関である小笠原総合事務所の職員2名(植物防疫所から出向)を横浜植物防疫所の植物防疫官に併任し、この省令の実施、病害虫の発生調査、緊急防除の指導などにあたらせることとなった。

○昭和 43 年度病害虫発生予報第3号発表さる

農林省では43年6月21日付け43農政B第1263号で病害虫の発生予報第3号を発表した。その概要は下記ののとおりである。

(イ ネ)

1 いもち病

葉いもち発生時期：北日本で並～やや早, その他の地方は並～やや遅。発生量：東北の一部で多, 全般的にやや少。全般的に並～少の発生, 北日本の一部でやや多の予想。

2 黄化萎縮病

関東・東海・近畿・中国の一部でやや多。並～やや多の予想。

3 白葉枯病

九州の一部でやや多, その他の地方は未発生。今後、苗代末期から本田初期にかけて浸冠水を受けやすい所では並～やや多, 全般的にやや少の予想。

4 紋枯病

四国・九州の早期・早植栽培で発生。北日本以外では並の予想。

5 ツマグロヨコバイと萎縮病

ツマグロヨコバイ第2回成虫発生時期：並～やや遅。同発生量：東海以西は並～やや多, 北日本はやや少。萎縮病発生：全般的に並。第2世代幼虫発生は全般的に並, 関東以西の一部でやや多の予想。萎縮病発生は並～やや多の予想。

6 ヒメトビウンカと縞葉枯病, くろすじ萎縮病

ヒメトビウンカ第1世代幼虫, 第2回成虫の発生時期：一部を除き並～やや遅。同発生量：関東以西の一部でやや多, 概して並。縞葉枯病初発生時期：並～やや早。同発生量：並～やや多。第2世代幼虫の発生時期は並～やや遅の予想。同発生量は並～やや多の予想。縞葉枯病発生量は並～やや多の予想。くろすじ萎縮病発生は関東でやや多の予想。

7 ニカメイチュウ

第1回成虫発蛾量：並～やや少, 発蛾最盛期：並～やや遅。発蛾型は2山以上多山型の予想。第1世代による被害は並の予想。

8 イネヒメハモグリバエ

発生時期：並。発生量：並。北日本で加害続くが、その他では終息の予想。

9 イネハモグリバエ

発生時期：東北はやや早、北陸はやや遅。発生量：東北の一部でやや多。発生は並の予想。

10 イネドロオイムシ

越冬成虫飛来時期：東北はやや早、他は並。発生量：並～やや少。発生量は並～やや少の予想。

11 イネクロカメムシ

越冬成虫飛来時期：並～やや遅。発生量：並～やや少。発生は並～やや少の予想。

12 イネカラバエ

成虫発生時期：並。発生量：並。一般に並～やや少、東北・関東・近畿・九州の一部でやや多の予想。

13 イネアオムシ

発生時期：並～やや遅。発生量：並～やや少。発生はやや少の予想。

14 セジロウンカ、トビイロウンカ

関東以西で発生、四国・九州の一部で6月中旬異常飛来あり。6月下旬～7月上旬の発生動向に注意。

(ジャガイモ)

疫 病

発生：少、北日本では未発生。関東以西は少～終息、北日本では並～やや多の予想。

注 作物名、病害虫名、現況、予想の順で記載。

○昭和 43 年度病害虫発生予報第 4 号発表さる

農林省では 43 年 7 月 5 日付け 43農政 B 第 1402 号で病害虫の発生予報第 4 号を発表した。その概要は下記のとおりである。

(イ ネ)

1 いもち病

発生時期：一部の地方はやや早、全般的に並～やや遅。発生面積：東北・関東・北陸の一部はやや多、その他の地方はやや少。発病程度：軽、まん延型病斑の所あり。関東以北および北陸の一部はやや多、その他の地方はやや少の予想。

2 黄化萎縮病

関東・東海・中国の一部でやや多。並～やや少の予想、浸冠化のおそれのある地域では要注意。

3 白葉枯病

北陸・近畿・四国・九州の一部で並～やや少、大部分

の地方は未発生。やや少の予想、浸冠水をうけやすい所は並～やや多の予想。

4 紋枯病

早期・早植地帯：関東・北陸・九州の一部はやや多、その他の地方は並～やや少。普通地帯：大部分の所未発生。西日本はやや多、その他の地方は並の予想。

5 ツマグロヨコバイと萎縮病

ツマグロヨコバイ第 2 回成虫発生時期：並～やや遅、関東以西は第 2 世代幼虫発生初期。発生量：西日本の一部はやや多、一般に並～やや少。萎縮病：関東・近畿・九州の一部はやや多、その他の地方はやや少。第 3 回成虫発生量は全般に並～やや少、局地的にやや多の予想。

6 ヒメトビウンカと縞葉枯病

ヒメトビウンカ第 2 回成虫発生時期：並～やや遅。発生量：関東以西の一部はやや多、その他の地方は並～やや少。縞葉枯病発生時期：一部の地方は早、全般的に並。発生量：関東・近畿の一部はやや多、その他の地方は並～やや少。第 2 世代幼虫発生量は並の予想。縞葉枯病は並の予想。

7 ニカメイチュウ

発蛾最盛期：一部の地方は早、全般的に並～やや遅。発蛾型：2 山以上の乱れた所が多い。発蛾量：全般的に並～やや少、局地的にやや多。第 1 世代幼虫による被害は並の予想。

8 セジロウンカおよびトビイロウンカ

関東以西の各地で発生認めるが、少発生。並以下の予想、7 月中旬までの飛来に要注意。

9 イネアオムシ

発生時期：並～やや遅。発生量：局地的にやや多、全般的にやや少。並～やや少の予想。

10 イネドロオイムシ

発生量：東北・関東・山陰の一部でやや多、その他の地方はやや少。北日本は並の予想、次第に終息に向う。

11 イネクロカメムシ

飛来時期：並～やや遅。発生量：並～やや少。局部的に多、全般的にやや少の予想。

12 イネカラバエ

発生時期：北日本は並～やや早、その他の地方は並～やや遅。発生量：北海道・関東・近畿・四国・九州の一部はやや多、その他の地方は並～やや少。一部の地方はやや多、全般的に並の予想。

注 作物名、病害虫名、現況、予想の順で記載。

植 物 防 疫

第 22 卷 昭和 43 年 8 月 25 日印刷
第 8 号 昭和 43 年 8 月 30 日発行

実費 130 円 780 円(〒共)
1 かん 1,560 円(概算)

昭和 43 年

8 月 号

(毎月 1 回 30 日発行)

編 集 人 植物防疫編集委員会

発 行 人 井 上 菅 次

印 刷 所 株式会社 双 文 社

東京都北区上中里 1 の 35

— 発 行 所 —

東京都豊島区駒込 3 丁目 360 番地 郵便番号 170

社 団法人 日本植物防疫協会

電 話 東京 (944) 1561 ~ 3 番

振 替 東京 177867 番

— 禁 転 載 —

増収を約束する！

日曹の農業

うどんこ病はこれで安心

うどんコール

水和剤

うり類、いちご、ピーマンのうどんこ病に対し抜群の予防及び治療効果を発揮します。

温室、ハウス専用くん煙剤

病害防除に

トリアジン ジェット

害虫防除に

ホスエル ジェット

植物節間生長抑制剤

B-ナイン

水溶剤



日本曹達株式会社

本社 東京都千代田区大手町2-4
支店 大阪市東区北浜2-90

協会式

線虫検診器具

日本植物防疫協会 監修
農林省植物防疫課 指導製作

思いあたることはありませんか——
収穫物の品質低下と減収
そして 嫌地

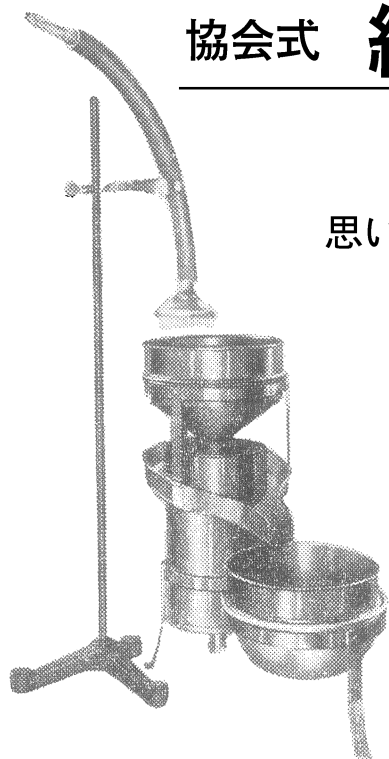
それは畠のゲリラ線虫により畠地の健康が
むしばまれているからです
線虫検診器具はネマトーダ撲滅の尖兵とし
て適切な対策を進言します

説明書進呈

FHK

富士平工業株式会社

東京都文京区本郷6丁目11番6号
TEL 東京 (03) 812-2271代表



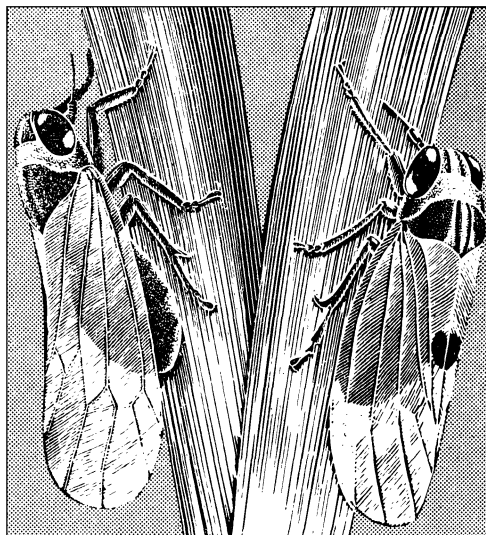
ウンカ・ツマグロの新薬剤

〈MTMC BHC粉剤〉

メルマートB粉剤

赤ツマサイド粉剤

本剤は新しいカーバメイト剤MTMCを主成分とし、ツマグロ・ウンカ類に速効的で、的確な効力があります。●マラソン抵抗性のツマグロにも、また春先の温度の低い時にも安定した効力を発揮します。

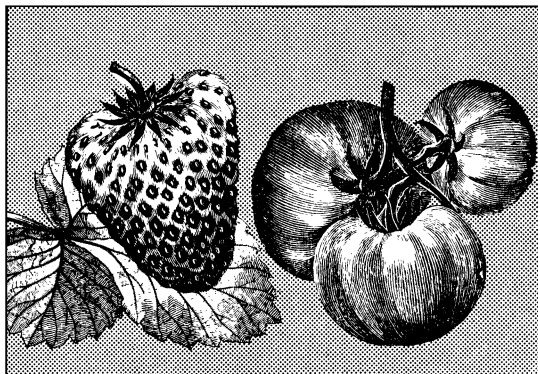


トマト・いちご畑の全面雑
草処理に、安心して使える

〈CMMP除草剤〉

ダクロン

本剤はトマト・いちごの生育中に使っても、薬害がない、新しい型の除草剤です。雑草が発生してから使えばよいのですから、労力配分上、大変楽です。



すぐれた効きめ！

バルサン 農薬



●稲の穂枯れ病・褐色ハガレ・モンガレ病に

●ボルドーに代る有機銅殺菌剤

デンハイド

(非 水 銀)

キノブドー

ハイバン

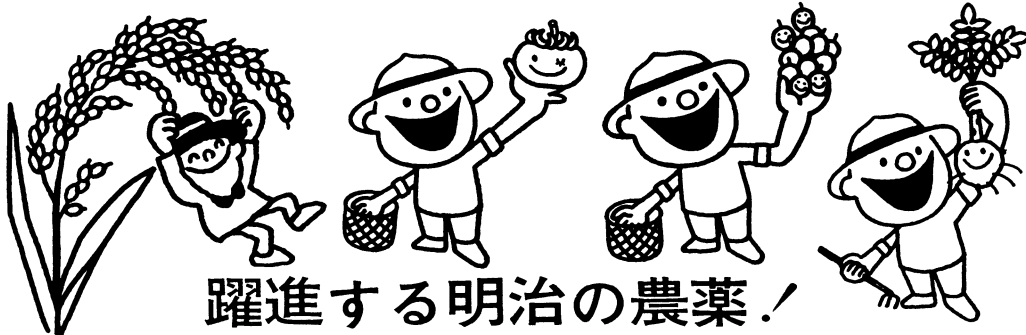
●斑落・ウドンコ
黒点病に

コロナ

●水和硫黄
の王様



兼商株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2



イネしらはがれ病の専用防除剤

フェナジン明治

水和剤
粉 剤

野菜、果樹、コンニャク
細菌病の防除剤

アグレプト水和剤

トマトかいよう病の専用防除剤

農業用キヤノマイシン

ブドウ(デラウエア)の無種子化、熟期促進
野菜、花の生育(開花)促進、増収

シベレリン明治



明治製菓・薬品部
東京都中央区京橋2-8

＜使って安全・すぐれた効きめ＞



■野菜の病気に

サニパー[®] デュポン328

■野菜の

アブラムシ、ダニ退治に

エカチン[®]TD粒剤

三共株式会社

農薬部
支店営業所

東京都中央区銀座東3の2
仙台・名古屋・大阪・広島・高松



北海三共株式会社

九州三共株式会社

昭和四十三年八月二十五日
昭和四十四年九月三十日
昭和四十五年九月三十日
発行（植物防疫第二十一卷第八号）
（毎月一回三十日発行）
三種郵便物認可

NISSAN

野菜の病害虫防除に！

低毒性有機リン殺虫剤

日産エルサン[®]

(PAP剤)

特 長

- 広範囲の害虫に的確な効力を示し、その上速効性です。
- アブラナ科野菜にも薬害がなく安心して使えます。

画期的な園芸用新殺菌剤

日産ダイホルダン[®]

特 長

水和剤

- 野菜の各種病害に絶大な効果があります。
- 持続効果がまします。
- 軟らかい野菜にも薬害はありません。
- 生育・収量に好影響を与えます。



日産化学

本社 東京・日本橋

実費 一三〇円（送料六円）