

微量, 少量散布機に関する研究 (I)

—研究所報告第 12 号—

武長 孝・橋本政雄・津賀幸之介

梶山道雄・橋本佳文

The development and evaluation of ultra low
volume and low volume sprayer for pest control

Technical Report No. 12

Takashi TAKENAGA, Masao HASHIMOTO, Konosuke TSUGA,
Michio KAJIYAMA, Yoshifumi HASHIMOTO

Institute of Agricultural Machinery

Omiya JAPAN

March 1978

昭和 53 年 3 月

農業機械化研究所

埼玉県大宮市日進町 1 丁目

農業機械化研究所試作微量、少量散布機
 Pictures of trial-making ULV and LV sprayer
 of Institute of Agricultural Machinery



写真1. 背負微量散布機
 Picture 1. Knapsack ULV sprayer
 (G-ULV-69)



写真2. ヘリコプタ微量散布装置
 Picture 2. ULV spraying kit for
 helicopter (H-ULV-67)

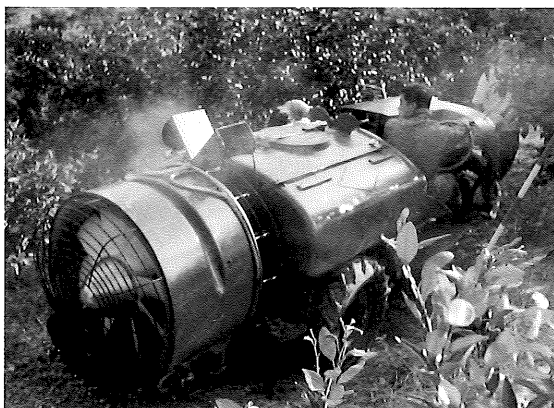


写真3. スピードブレイヤマウント微量散布機
 Picture 3. Air-blast-sprayer-mounted ULV
 sprayer (SSM-ULV-70)



写真4. 乗用トラクタマウント微量少量散布機
 Picture 4. Tractor-mounted-ULV and LV
 sprayer (TM-ULV(LV)-72)



写真5. モノレールマウント少量散布機
 Picture 5. Mono-rail-mounted LV
 sprayer (BM-LV-74)



写真6. 棚作り果樹用スピードブレイヤマウント少量散布機
 Picture 6. Air-blast-sprayer-mounted
 LV sprayer for trellis-
 orchard (TSS-LV-74)

まえがき

農業と防除機の進歩は、病虫害防除作業を省力化し、防除効果を高め、ひいては、農業生産の安定と増収に大きく貢献した。

しかし、大量の農薬を使用する現行の防除技術は、作業者への悪影響、環境汚染、食品汚染等の面で改善すべき点が残されている。

これらの問題を解決する方向として、近年諸外国はもとより、わが国においても微量、少量散布機への関心が高まっている。その狙いは、農薬の散布回数、使用量を減らすことにより、作業能率を高めるとともに環境汚染等を回避しようとするものである。

本稿は、研究第1部主任研究員武長孝^{たけながたかし}、研究員橋本政雄^{はしもとまさお}、同津賀幸之介^{つがこうのすけ}、同梶山道雄^{かじやまみちお}、同橋本佳文^{はしもとよしふみ}が従事した微量・少量散布機の基礎研究、試作および性能試験についての10年余にわたる成績を主任研究員武長孝が取りまとめたものである。この研究において、試作された用途別機種は背負微量散布機を始めとして8種に及ぶほか、放射化分析法を利用した付着分布等の基礎試験や少量散布用落下調査指標の作成、少量散布機の試験方法等、微量・少量散布機に関する基礎的研究、開発研究についての貴重な成果が得られた。

これら成果の印刷は、当所の都合によりⅠ、Ⅱ報に分割することにしたが、Ⅰ報に当る本稿では、農薬の物理性、背負微量散布機を始めとする用途別機種6種の構造、性能等、および放射化分析法を利用した付着分布等について掲載した。なお、参考文献は、Ⅰ、Ⅱ報共通のものを各報ごとに掲載することとした。

最後に、この研究は病虫害の防除技術や使用農薬に関し、国および県の試験研究機関、日本植物防疫協会等との密接な連けいのもとに進められたものであることを記するとともに、長年にわたり、ご協力を得たこれら多くの関係機関に対しここに記して深甚の謝意を表する次第である。

昭和53年3月

農業機械化研究所

目 次

I 概 説	1
1. 微量, 少量散布機の沿革	1
2. 微量, 少量散布の定義	1
3. 微量, 少量散布の特徴	2
4. 地上微量, 少量散布機の特長	2
5. 微量散布機の実例	3
II 地上微量, 少量散布用農薬	10
1. 地上微量, 少量散布用農薬の定義と種類	10
2. 微量散布液の温度に対する粘度と分解	10
3. 微量, 少量散布用農薬に対する散布機材の腐食	10
III 背負微量散布機	28
1. 背負微量散布機の開発目標	28
2. 微量散布の基礎試験	28
3. 試作機の諸元, 性能	33
IV 放射化分析法利用による農薬付着の研究	45
——日本原子力研究所と協同研究——	
1. 放射化分析のトレーサの選定と分析方法	45
2. 放射化分析法による散布試験	46
3. 結果と考察	49
V ヘリコプタ微量散布装置の試作と性能	52
1. ヘリコプタ下降気流に関する研究	52
2. 微量散布装置の開発に関する研究	59
3. 試作微量散布装置のは場試験(放射化分析利用, 京都大学への委託研究)	65
VI 走行形微量, 少量散布機の開発と性能	72
1. 走行形微量, 少量散布機の沿革	72
2. 乗用トラクタマウント微量, 少量散布機の開発	72
3. 有気噴霧の吐き出し性能	80
4. スピードスプレーマウント微量, 少量散布機の開発	83
5. 傾斜地果樹園用モノレールマウント微量, 少量散布機の開発	89
6. 柵作り果樹用スピードスプレーマウント微量, 少量散布機の開発	92
VII 摘 要	100
参考文献	101
Summary	105

I 概 説

1. 微量，少量散布機の沿革

微量散布の歴史は、1959年（昭和34年）にアフリカでイナゴ防除を対象に、殺虫液剤を原液のまま散布したのが初まりとされている。1)。その後1963年（昭和38年）にイギリス、アメリカでミンスピン方式の霧化機構が航空散布機に採用され、アメリカン・シアナマイド社の微量散布用殺虫剤マラソンとともに実用化された。2)。わが国では1965年（昭和40年）に農林水産業生産性向上会議がアメリカに派遣した農林航空事業視察団によって、航空機による微量散布技術を紹介したのが初めであり、3)。その後農林水産航空協会が実用化を達成した。

農業機械化研究所が微量散布機の開発研究を始めたのは1966年（昭和41年）で、農林水産航空協会の協力を得てヘリコプタ用微量散布機の試作研究を行ない、4)、並行しては場実験を行ったが、地上の微量散布機を、1968年（昭和43年）に経常研究としてとり上げ、機種は背負形で外観構造は背負ミスト機に近いものであった。6)。そして1969年（昭和44年）には試作機の域を脱し、7)、都道府県の農業試験場に委託して、試作機の実用性が検討され、8)、9)、同年に日本植物防疫協会の散布法研究会のなかに微量散布部会が発足し、植物防疫関係との協力体制ができた。これらの実用化研究は年を重ねて活発に

なったが、10)、11)、12)、13)、14)、15)、液剤のなかには毒性の低くないものがあり、散布機を背負う作業者の経口、経皮による被害が心配され、かつ濃度が高いため収穫時の農薬残留量が懸念された結果、1973年（昭和48年）に微量散布の技術は、濃度を低めた少量散布機の研究に方向変換し、散布機の研究も作業者の安全性を考慮して背負形から走行形に変遷した。12)、16)、17)。以後露地野菜、果樹園などで走行形少量散布機の基礎および場試験が実施され、18)、19)、20)、21)、22)、23)、24)、25)、26)、27)、28)、29)、30)、1975年（昭和50年）には防除機メーカーが実用機を製作し、1976年（昭和51年）には農業機械化研究所が乗用トラクタマウント（直装）少量散布機の2号鑑定を実施し、31)、かつ別途に安全鑑定の成績が発表され、32)、北海道において普及技術にとり上げられている。

2. 微量，少量散布の定義

液剤の慣行散布は、単位面積の農薬の有効成分量を多量の水に希釈して散布するが、微量，少量散布は有効成分量をそのままとし、希釈水量を慣行より少なくするので、主として単位面積当り散布量で定義づけられている。しかしこの定義は現在のところ多少の違いがあり、第1-1表のとおりである。33)、34)。

第1-1表 微量散布と少量散布の散布量 (ℓ/ha)

Table. 1-1 Application rate of ultra low volume and low volume spray, (ℓ/ha)

	Matthee	Maas	Uejima	Takenaga
多 量 散 布 high volume	2000—4000	400以上 more than 400	500以上 more than 500	500以上 more than 500
準 少 量 散 布 semi low volume	1000—2000	5—400 (15—75 航空散布, for aerial, 100—200 地上散布, for ground)	6—500	100—500
少 量 散 布 (標準) low volume	100—1000			30—100
過 少 量 散 布 very low volume	30—100			6—30
微 量 散 布 ultra low volume	30以下 less than 30 (20—30, かんき つ, for citrus)	5 以下 less than 5	6 以下 less than 6	6 以下 less than 6

これらの定義のうちもっとも古いのは1971年（昭和46年）のW. Maas のもので、33), 少量散布が5～400 ℓ/haで比較的範囲が広いが、航空散布、地上散布ともある範囲を示している。また F. N. Matthee の定義は1974年（昭和49年）に発表されたもので、34), 微量散布が30 ℓ/ha 以下と範囲が広くなり、一方多量散布を2000ないし4000ℓ/haと多くするとともに、少量散布をSemi-low volume, Low volume, Very low volume に3区分している。これに対し上島は、Maas の定義にわが国の実情を加えて修正したもので、やはり少量散布の範囲が広いようである。そこで著者らの定義は、75), 上島 Matthee の両方をとり入れたもので、100-500 ℓ/ha を準少量散布とし従来のミスト機をこの範囲にいった。また少量散布（標準）は 30-100ℓ/haで乗用トラクタマウント形、またはスピードスプレーマウント形がこの範囲になり、過少量散布は6-30ℓ/haで、タンク容量が小さくかつ背負って作業する背負少量散布機がこの範囲になると思われる。以上を要約すると、わが国の微量散布は、散布量が6 ℓ/ha以下のことをいい、少量散布は6～500 ℓ/haの範囲を総称し、この範囲を細分する場合には、準少量、少量（標準）、過少量とし、散布量を併記することが適切である（1977年10月）。

3. 微量、少量散布の特徴

微量、少量散布は、従来の慣行散布に比べて次のような特徴がある。

1) 作物に付着した高濃度の微量、少量散布用液剤は、揮発するガス濃度が高く、害虫体内への浸透もはやく、かつ茎葉への浸透移行性が大きいから防除効果が速効的で確実である。

2) 微量、少量用農薬のなかには持続効果の長いものがあり、発生から消長の期間の長い病害虫にも効果が確実で、年間の散布回数が減少できる。

3) 従来の多量散布では作物の茎葉は、液剤の付着に限度があって、散布量が大きくなると茎葉から液剤が滴下し、防除効果が反って低下し、土壌汚染の原因になる。これに対し散布量の少ない微量、少量散布は、作物への有効付着が大きく効果が確実で、農薬の有効投下薬量（ha当り使用農薬量）を少なくできる。

4. 地上微量、少量散布機の特長

1) 吐き出し量と有気噴霧

作業速度、散布量（単位面積当り）、散布幅、吐き出し量（単位時間当り）の間には次の理論式がある。35)。

$$V = 600 \frac{q}{L \cdot Q} \dots\dots\dots(1)$$

ただし

V：散布機の進行方向の走行速度、(km/hr)

q：散布機のノズルまたは噴頭の毎分吐き出し(液)量、(ℓ/min)

L：散布機の進行方向と直角方向の散布幅、(m)

Q：単位面積（ha）当り散布（液）量、(ℓ/ha)

この式において微量、少量散布機では、散布量Qが著しく小さいが、散布幅Lは航空散布も地上散布も5～20m程度でその差はさほど大きくない。したがって吐き出し量qを著しく小さくするか、走行速度を極端に大きくしないと式が成り立たない。

微量散布技術は航空散布から始まっている。その理由の一つには地表の起伏等に関係なく走行速度が20～60 MPH で比較的速く、(1)式のとおりノズルまたは噴頭の吐き出し量を小さくする必要がない。これに対し地上微量散布機は、ほ場内の走行速度を大きくとれない結果、吐き出し量を小さく設計せざるを得ない。そこでノズルまたは噴頭の吐き出し量を小さくするには、液剤の吐き出し穴（口）径を小さくすればよいが、慣行の多量散布でも穴（口）径は0.6～1.2mmで、これ以上小さくするには加工が困難で、精度が低下するのみでなく吐き出し量が不安定になりやすい。これに対し有気噴霧は液剤と圧縮空気を噴頭内で混合して吐き出し口から噴出させ、空気のエネルギーで液剤を噴霧するもので、吐き出し口を空気に液剤が同時に通過するため、口径は比較的大きく、かつ液剤に異物があっても穴（口）に詰りを起こすことが少ない、すなわち地上の微量、少量散布機用噴頭は、有気噴霧方式が適切で、これを使うと吐き出し量が適切になる。

2) 航空と地上の微量、少量散布機

航空微量、少量散布機は地上6～8mの高度で散布するから、自然風によって噴霧粒子が漂流飛散し汚染の原因になりやすく、立体的に繁茂する果樹などには、株際まで噴霧が到達しにくくて防除効果が不十分になる。これに対し地上の微量、少量散布機は対象作物の病害虫に接近して散布でき、対象の地形、面積、起伏などに応じて作業が確実である。

3) 水の補給と実作業率

対象面積と散布機の大きさが一定のとき、多量散布より微量、少量散布のほうが、液剤の補給回数が少なく、時間当り作業面積が大きくて作業能率が高い。とくに畑や果樹園などで水源が遠く補給が不便なとき、実作業率が大きくなる。

4) タンク容量とほ場作業

散布量が少ないため液剤タンクの容量を小さく設計することができるので、散布機の重量が小さくなり、運搬や操縦が容易になる。たとえば乗用トラクタマウント形ブームスプレーヤのタンク容量が400ℓのときは、慣行の散布量を1000ℓ/haとすると、約0.4 haの作業面積ごとに補給が必要になるが、散布機部分を少量散布機に設計変更して散布量を100 ℓ/haとすると、タンク容量が同一のとき約4 haの作業が無補給でできる。そしてこれと同じ状態を慣行のブームスプレーヤのタンク容量に換算すると4000ℓ（4トン）となり、これでは車輪にかかる荷重が著しく増大しては場内作業が不可能になる。

5) 稼動可能面積

慣行のブームスプレーヤと乗用トラクタマウント少量散布機の稼動可能面積を対比すると、後述するように乗用トラクタマウント少量散布機はブームスプレーヤに対し、散布量が1/10で、吐き出し量が1/9で、かつ調剤等の時間が節減される結果、ほ場作業効率が約1.3倍になり、作業能率（ha当り作業時間）は約0.7時になる。さらに1日の作業時間のなかで散布時間の割合が大きくなって実作業率も増加し、少量散布機1台当り稼動可能面積は約1.6倍になる。

5. 微量散布機の実例

1) 外国製微量散布機

わが国に実物または文献で紹介された微量散布機は次のとおりである。

i マイクロンミスタ

この機種は英国製の背負微量散布機で、36)、第1-1図のように、エンジンと軸流送風機を背側に保ち、小容量の液剤タンクを人体の前に置いて作業するものである。液剤はタンクから軸流送風機の前にある小さな回転かご

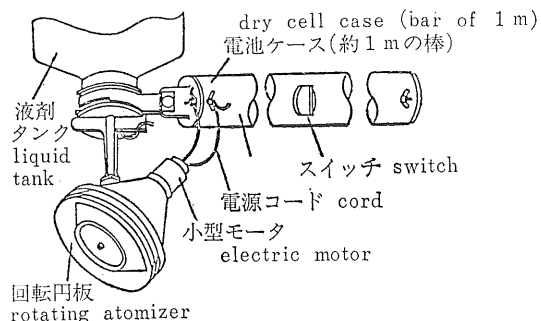
に流れて破碎され、噴霧となって作物に散布される。噴霧を作物に方向づけるには、人体の上半身を揺動させる必要があり、噴霧の出口から作物までの距離は比較的小さい。

また背側にあるエンジンの点火プラグから、小穴を通して排気ガスを液剤タンクに導き、排気ガスの圧力を液面に加えて、液剤を回転かごに導いている。回転かごの回転は毎分4,500回転で、噴霧粒子の直径は50～80ミクロンと比較的小さい。

全備重量は約20kg、液剤タンクの容量は約5ℓで、エンジンの標記出力は約0.9 ps となっている。

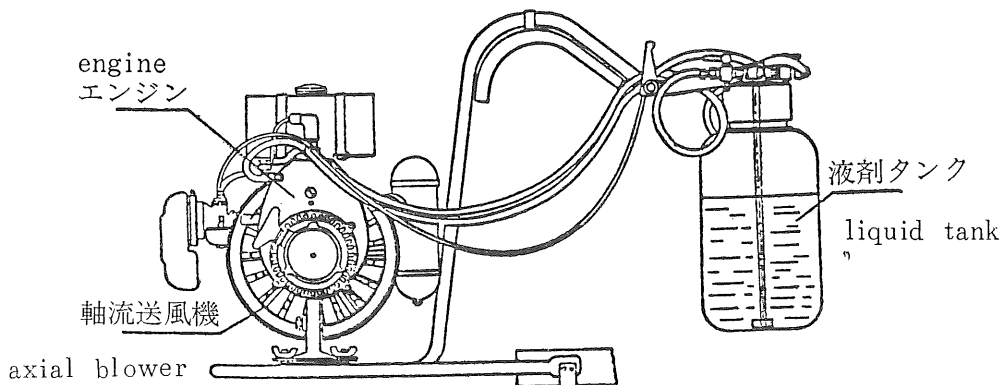
ii マイクロンウルバ

これは英国のマイクロン・スプレーヤ社の手持ち形微量散布機で、34)、37)、38)、第1-2図のように長さ約1.1mの棒状に作られ、棒の先端には小形モータと回転円板が固定されている。円板の上には約1,000mℓの液剤タンクがあって、タンクから重力落下する液剤を回転円板にあてて霧化し、自然風に乗せて流し散布するものである。円板の直径は85mmで重量が1.5kgである。回転円



第1-2図 マイクロンウルバ微量散布機

Fig 1-2 Micron ULVA ULV sprayer



第1-1図 マイクロンミスタ微量散布機

Fig 1-1 Micron Mister ULV sprayer

板は毎分回転数が7,000~8,000で、小形のモータと直結され、棒の中に直列に挿入された1.5ボルトの乾電池8個で駆動され、消費電力は約7ワットである。

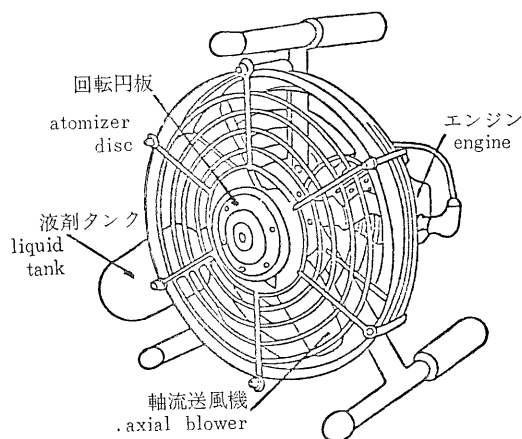
回転円板によって発生する風速は、円板から10mm付近で2.5m/sであったが、50mmはなれると0.5m/sに減少し、自然風とともに流し散布しない限り広い散布幅が得られない。

液剤の吐き出し量は、毎分100~120mlで、液剤の粘度により多少増減する。また自然風が2ないし4m/sのとき、これに乗せると12~14mまで液剤の有効付着が認められる。また噴霧の粒径は60ないし70ミクロンで比較的小さい。

この機種は毎分吐き出し量が多いから、散布幅を広くとらないと作業速度が速くなって作業しにくい。そのため自然風に乗せて散布幅を広くとっているが、自然風の方や風速に左右され、つねに均一散布ができるとは限らない。また乾電池のケースやモータの軸受に液剤が侵入し、耐久性がやや小さいようである。

iii ターベアトット

これは英国のエドワードベイル社の可搬形微量散布機で、34)、39)、46)、第1-3図のように小形のエンジンと軸流送風機を直結したもので、液剤タンクから流下する微量散布液を、送風機の前方にある回転円板にあてて霧化すると同時に、作物に吹付けて散布するものである。機体の大きさは300×305×230mmで、重量は4.1kgと比較的軽く、タンク容量は1.1ℓになっている。軸流送風機の回転数は毎分6,300rpmで、液剤の吐き出し量は、タンク下部のオリフィスを交換して調節でき、オリフィスの穴径は1.0から1.3mmまで4種類準備されている。エン



第1-3図 ターベアトット微量散布機
Fig 1-3 Turbair TOT ULV sprayer

ジンは2サイクルのガソリン機関で、出力は約1.0psである。送風機の性能は、運転時の風量は毎分約56m³で、送風機から2m離れたところの風速は5~6m/sであり、風速が2m以下になる距離は9~10mで、比較的大きかった。

さてわが国の微量散布農薬の粘度は、この機種が指定するものより大きかったため、輸入したものをそのまま使用できなかったが、多少手を加えることにより、MEP L-60で毎分17~64mlの吐き出し量になった。また液剤の粒径は平均して100~120ミクロンで、ほぼ適切な値であった。

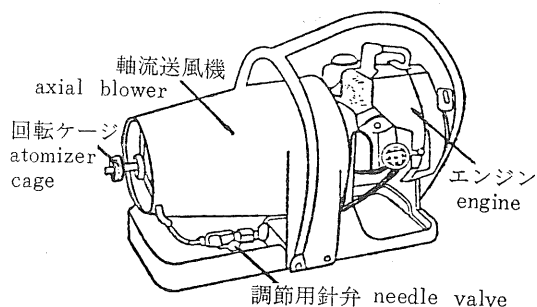
実際の農薬を使い、露地野菜と果樹について実験されたが、ほぼ効果が十分と認められている。しかし自然風が強いときは、散布幅を広くとることができる反面、区域外に流れる心配がある。また噴霧された液剤が出る噴頭と作業者との間隔が狭く、自然風の方によっては作業者に液剤がふりかかりやすい。

iv マイティ・モー

第1-4図は、45)、46)、buffallo・タービン社のもので、回転円板に似たケージを高速回転させ、微量散布液を霧化するもので、エンジンと軸流送風機が直結され、その先に回転ケージがある。その呼称性能によると、送風機の風量は21m³/分で、出口風速が40m/sであり、液剤の吐き出し量は56ml/分となっている。また液剤の水平到達距離は18m、垂直到達距離は9mである。さらに回転ケージを毎分7,000rpmで回転させると、平均粒径は70~80ミクロンでやや細かすぎるが、比較的粒径は揃っていた。

v 車輪付微量散布機

これはすでに述べたターベア・トットを、手押し車輪に取付けたもので、34)、散布者が両手でハンドルを持ち、後方の微量散布機を進行方向に対し直角に方向づ



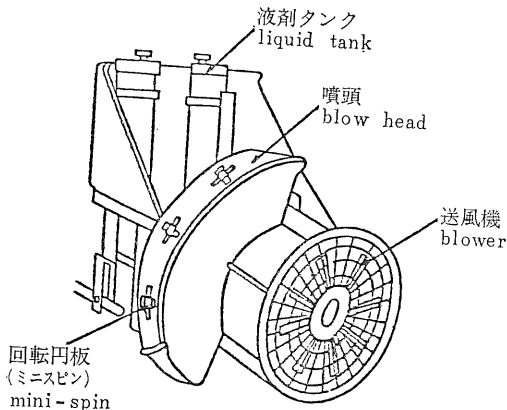
第1-4図 バッファロータービン微量散布機
Fig 1-4 Buffalo turbine ULV sprayer

けながら散布するものである。対象はイネ、馬鈴薯、小麦などすじ播き作物である。また森林や、かん木など、樹の下側から上に向かって散布するには、微量散布機を一輪車に固定し、進行方向の反対側に向かって噴霧を吹き上げることもできる。このときの作物の高さは3 m以内に設計されている。

vi 走行形微量散布機

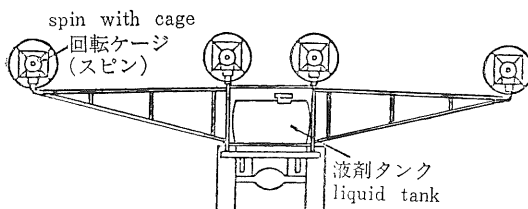
微量散布機を走行形に作って、野菜や果樹に導入する研究は、ミシガン大学のホイット教授や、41), 42), コーネル大学のガンケル教授などが実施している。43)。また英国のマイクロン社などでは、一応の市販機を作り普及しているようである。34)。

第1-5図は、ホイット教授が開発した微量散布機で、41), 容量約10ℓの液剤タンクを2個とう載し、噴頭には数個の回転円板があって、噴頭から出る液剤は送風機の空気流とともに作物に吹き込まれるようになっていいる。この散布機全体は乗用トラクタの後部に直装され、送風機はトラクタの動力取出し軸によって回転する。



第1-5図 微量散布機 (ハドソン社)

Fig 1-5 Hudson Peerless Economy Mist Spray modified for ULV Application



第1-6図 野菜用少量散布機 (リングアラウンド社)

Fig 1-6 Span-Spray Row Crop LV sprayer of Ring Around Inc.

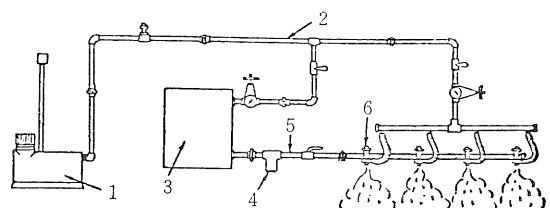
回転円板は、多数の円板を重ねた構造で、吐き出し量が多いけれども粒径が小さい。回転円板はすでに述べたターベアットがエンジンの動力で回転しているのと違い、送風機から出る空気流がプロペラ形の羽根を回転させ、噴霧を発生する構造になっている。そのため送風機の回転速度が変化すると、円板の回転も変動し、噴霧する粒径が違ってくる。しかし送風機の風量が約280 m³/min, 出口風速が60 m/s のとき、円板の毎分回転数は約9,000 rpm とされ、毎分当り約36 mℓ のマラソン原体液を噴霧した場合、平均粒径は70~80 ミクロンとなっている。

また第1-6図はリングアラウンド社の走行形微量散布機で、44), 乗用トラクタの後部に回転ケーシングを4個取付け、散布量が50ℓ/ha, 散布幅が15 mとされている。ケーシングの網目は50メッシュで回転速度は3500 rpm, ブームの長さは約11 mとなっている。

また第1-7図はスプレインシステム社の微量散布用噴頭 (有気噴頭) で、45), 乗用トラクタマウント形でブームを有し、後述の乗用トラクタマウント微量、少量散布機 TM-ULV (LV)-72 と外観がほぼ類似である。ただし TM-ULV (LV)-72 の噴頭の構造が後述する内部混合であるに対し、この形式は外部混合で、中央の液剤の吐き出し穴に対して両端の空気吐き出し口から圧縮空気が流入し、外部で液剤を微細化するものである。液剤の最少吐き出し量は、液圧が0.07 kg/cm² のとき、噴頭1個当り約9.4 mℓ (水の時) となっている。

2) 国産小形微量散布機

i 丸山式微量散布機



- 1 : 空気圧縮機, air compressor
- 2 : 空気管, air pipe
- 3 : タンク, liquid tank
- 4 : ストレーナ, strainer
- 5 : 液剤管, liquid pipe
- 6 : 噴頭, blow head

第1-7図 微量散布用有気噴霧ノズル (スプレインシステム社)

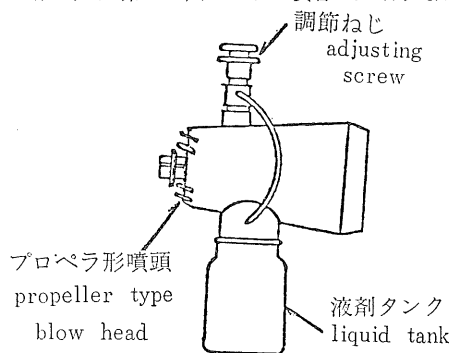
Fig 1-7 Air atomizing nozzle for ULV spraying (Spray System Co.)

この機種は、背負動力散布機の噴頭の先端に第1-8図の微量散布装置を取付けたもので、プロペラ形の噴頭を有し、噴頭の下に液剤タンクを備えている。46)、47)。
 噴管を通る空気は噴頭直下にある液剤タンクの液面にかかり、タンクの底部から液剤を吸い上げてノズルから吐き出すようになっている。液剤の毎分吐き出し量は、途中の針弁によって調節することができ、針弁には目盛がある。ノズルから出た液剤は、遠心送風機から出る空気によって回転するプロペラにあたり、その回転と空気流で霧化され、作物に吹き付けられる。

一般にすべての微量散布機は作業中に出ていく噴霧が見にくいものである。そこでこの機種は、作業者がもっとも見やすい噴頭の先端にガラス製の液剤タンクを備え、減少する液量を目盛によって測ることができ、10 a 当り散布量の測定が容易である。

ii 共立式微量散布機

この形式は、第1-9図のように噴管の先端すなわち噴

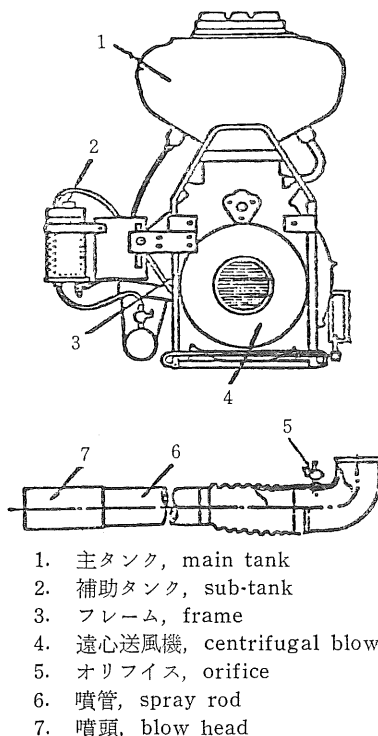


第1-8図 プロペラ噴頭付背負微量散布機

Fig 1-8 Knapsack ULV sprayer with propeller type blow head

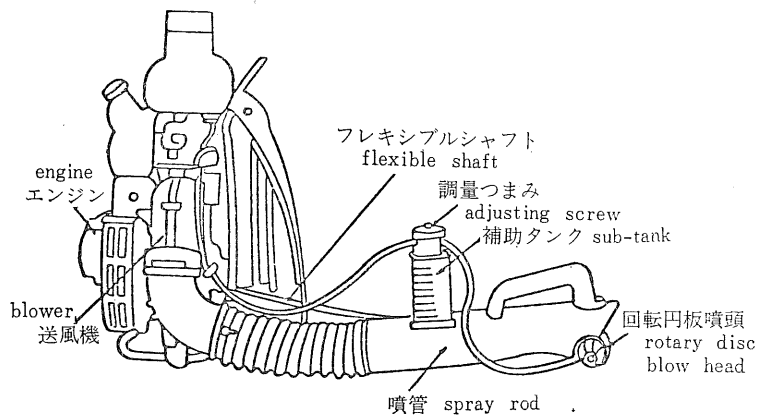
頭の内に回転円板形の霧化装置をもち、噴管の途中に補助タンクをもつもので、やはり背負動力散布機のアタッチメントである。47)、48)。

液剤は補助タンクから噴頭内の回転円板に流れ、約7,500 rpm で高速回転する円板で破碎されて、約50~150 ミクロンの噴霧になる。この噴霧は背負動力散布機



第1-10図 固定エッジ噴頭付背負微量散布機

Fig 1-10 Knapsack ULV sprayer with fixed edge atomizer



第1-9図 回転円板噴頭付き背負微量散布機

Fig 1-9 Knapsack type ULV sprayer with rotary disc blow head

第1-2表 背負微量散布機実用機の種類と性能

Table 1-2 Type and characteristics of knapsack ULV sprayer

銘柄型式名 commercial name	共立式DM-RLV kyoritsu DM-RLV	丸山式クライスジュピタ108 Maruyama Kuraisu Jyupita 108	クボタ式ADM-30, VS-1 Kubota ADM-30, VS-1
噴頭の形式 type of blow head	回転円板式 rotary disk	プロペラ形 propeller	破砕板固定形 fixed edge
散布幅 swath width (m)	9	4—5	4—5
吐き出し量 discharge rate (mℓ/min)	10—50	4—78	5—45
液剤の圧力 pressure to liquid (mmAq)	—	400	150—250
送風機の風量 air flow of blower (cubic m/min)	14.5	13.0	13.0
エンジン出力/回転数 power & rpm of engine	3.0 ps/7500 rpm	2.8 ps/7500 rpm	3.2 ps/7000 rpm

送風機の形式：遠心式 (type of blower : centrifugal)

散布量：1～3ℓ/ha (application rate : 1—3ℓ/ha)

散布速度：0.27 m/s (散布量 1ℓ/ha, 散布幅 5 m, 吐き出し量 8 mℓ/min のとき) (travelling speed : 0.27 m/sec (application rate : 1.0ℓ/ha, swath width : 5 m, discharge rate : 8 mℓ/min))

散布時間：125分/ha (application time : 125 min/ha)

背負重量：8～10kg (weight of knapsack : 8—10kg)

第1-3表 背負微量散布機（実用機）の防除効果, 14)

Table 1-3 Pest control efficacy of knapsack ULV sprayer (commercial type)

型式 type of sprayer	成分量 active ingredient mℓ/ha	散布量 application rate ℓ/ha	散布幅 swath m	付着指数 deposit rate	平均粒径 particle size, micron	死虫率 mortality %
共立 Kyoritsu, DM-RLV	556	0.93	9	6.6	79	93.4
丸山 クライスジュピター Maruyama, kuraisu jyupita 108	422	0.72	4	5.5	59	100.0
久保田 Kubota, ADM -30, VSI	741	1.23	4.2	5.2	65	100.0

農薬：MEP L-60

pesticide : MEP L-60

作物：イネ

tested crop : paddy rice

対象害虫：

target pest : rice stem borer 2ed instar larva

ニカメイテユ2世代

試験場所：静岡農試

tested Agricultural Experiment Station : Shizuoka Agr. Exp. Sta.

period : June of 1975

第 1-4 表 諸外国における保菌生物防除用の微量，少量散布機，49)。
Table 1-4 ULV & LV sprayers for vector control in countries, 49)。

国名 name of country	微量，少量散布機の銘柄型式(含煙霧機) type of ULV & LV sprayers include fogger
Saudi Arabia	Dyna fog thermal aerosol generator Swingfog portable thermal fogger Plusfog thermal fogger Micron ULV sprayer LECO ULV vehicle mounted aerosol generator
Iraq	Tifa vehicle mounted thermal fogger Lister vehicle mounted thermal fogger
Bahrain	Swingfog portable thermal fogger Tifa vehicle towed motor fogger
Oman	Swingfog thermal fogger Pulsfog fog generator
Egypt	Tifa vehicle mounted thermal fogger LECO ULV vehicle mounted aerosol generator
Qatar	Swingfog portable thermal fogger Tifa vehicle mounted thermal fogger
Pakistan	LECO ULV aerosol applicator
Libyan Arab Republic	Tifa vehicle mounted fogger Swingfog portable thermal fogger LECO vehicle mounted fogger
Burma	Swingfog thermo-fog generator Mity Moe hand carried mistblower LECO vehicle mounted aerosol generator Fontan motorized knapsack mist blower
Indonesia	Swingfog portable thermal fogger Swingfog vehicle mounted thermal fogger LECO vehicle mounted ULV aerosol generator
Thailand	Dyna thermal fog generator Pulsfog thermal fog generator Swingfog thermal fog generator LECO vehicle mounted mist blower Fontan motorized knapsack sprayer
Malaysia	Swingfog portable thermal fogger Swingfog vehicle mounted thermal fogger Solo power operated knapsack mistblower
British solomon Islands	LECO ULV vehicle mounted aerosol generator Fontan ULV sprayer

の強力な風速（40～60m/s）、風量（1分間に約15m³）の空気の流れとともに、拡散しながら作物に散布される。

回転円板は、背負っているエンジンで運転されているので、エンジンの軸から噴管の先端までは長いフレキシブルシャフトがあり、噴管を左右や上下に動かしても回転には支障がない。

回転円板方式は、イギリスやアメリカで実用化されているが、円板の軸が噴管の中心線と平行であるに対し、この形式は軸が直角になっている。

また散布する農薬や対象病害虫、作物の種類によって、1分間に吐き出す液剤の量を調節しなければならないが、この形式では補助タンクの上に調量のつまみがあって、つまみの位置を変えると液剤の通過面積が変わり、油性の農薬では開度0.4～0.6で、毎分11～32mℓの吐き出し量になり、水溶性の農薬では同じ開度で15～37mℓ/minとなる。

またこの形式の特長は、噴管を左右に振らなくても、無風状態なら8～10m付近まで液剤を到達させることができる。つまり風上に散布者が立ち、風下に向って散布すると、回転円板の軸が噴管の方向と直角になっているため、円板の遠心力の方向に噴霧が直接吐き出され、さらに送風機の風で送られて自然風によって運ばれるから、他の形式より散布幅が広くとれる。

iii クボタ式微量散布機

この形式は、後述する農業機械化研究所の試作を参考にしたもので、以上の2形式と同じく背負動力散布機のアタッチメントからなり、微量散布のほか粒剤、粉剤、ミストの各散布機に変化できる。第1-10図は外観図で、背負動力散布機の背負わく主タンクとコックで通じる

補助タンクを取付け、エンジンの消音器（マフラ）に加熱管を固定し、送風機出口側の噴管に小さな出入り口を取付けたものである。この構造原理、性能などは後章で述べる。

なお国産の大型機は、乗用トラクタマウント少量散布機の実用機がメーカーによって製作され、スピードスプレーマウント少量散布機が1部県園芸試験場に導入されているが、これらは後述する農業機械化研究所の開発研究を参考にしたもので、後章で詳細を述べる。

vi 背負微量散布機（実用機）の性能と防除効果

第1-2表は市販を準備した背負微量散布機の各銘柄について、性能を対比したものでほとんど大差ない。また第1-3表は、以上の3銘柄についてイネニカメイチュウ2世代期を対象に、MEP L-60を散布しその防除効果を示したもので、付着指数、平均粒径、死虫率ともにすぐれている。14)。

3) 世界保健機関（WHO）の微量散布機

国連のなかの1機関であるWHOには、人間の健康を保持するために有害な保菌生物の防除部門があり、農業用に利用されている世界各国の微量散布機をこの目的のため登録している。第1-4表は使用する国名とその銘柄を示したもので、後章で述べる煙霧機とともにMicron, Mity Moe, Fontan, Leco, Solo, などの可搬または背負微量散布機が含まれている。49)。

散布方法はかん木、湿地帯等への吹込み散布、建造物の壁や柱への吹付け散布などで、後者は壁や柱に付着した液剤を、マラリヤ病を媒介する蚊の足から浸透移行させて防除する residual application である。薬剤にはピレスロイド、マラソン、MEP等が使われている。

II 地上微量、少量散布用農薬

1. 地上微量、少量散布用農薬の定義と種類

微量散布用農薬とは、水または溶液で希釈せずに、そのまま散布する病虫害防除用の液剤で、次の条件を満たすものをいう。50)。

1) 農薬原体は、マウスに対する経口毒性がおおむね100mg/kg以下で、眼障害、皮膚かぶれなど作業員に対し危険のないこと。

2) 水稻用には、魚毒性分類がAおよびB類ならびにそれに相当するものであること。

3) 製剤（原体を製造過程で少量希釈した散布用のもの）は、対象作物に薬害を生じないこと。

4) 製剤の粘度は、20°Cにおいて20 cp（水はほぼ1 cp）以下であること。

5) 散布量は、水稻が1 ha当り1～2 ℓ前後、そ菜には2～3 ℓ前後、果樹では5～10 ℓ前後とする。

6) 製剤中の溶剤は、第1石油類に該当するものや、散布装置の部品を腐食、溶解するものを使用しないこと。

そのほか収穫時に作物残留量が少ないことが必要である。

1975年（昭和50年）までに供試された微量散布用農薬は、殺虫剤、殺菌剤を入れると第2-1表のとおりで、11)、12)、また1976年（昭和51年）までに供試された少量散布用農薬は第2-2表のとおりである。12)。これらのなかには、防除効果が不十分なもの、散布機に適応しないもの、作業員に対する安全性の欠けるもの等が含まれ、すべて実用的なものばかりではない。しかし少量散布用の液剤では、比較的安全でかつ残留の少ないものがあり、一部北海道では実用されようとしている。

2. 微量散布液の温度に対する粘度と分解

1) 試験の目的

微量散布用農薬のなかには油性のものがあ、気温の変化に対して粘性が変わり吐き出し量の変動する。これに対して液剤をある温度以上に加熱すると、粘性がある値に近づき、吐き出し量の変動が少なくなる。一方農薬のなかには温度が上昇すると分解して効果のなくなる場合のほか、溶媒が気化して吐き出し量をかえって変動させることもある。そこで各温度に対する粘性の変化と液剤の安定性を検討した。7)。

2) 温度変化と粘性

i 試験農薬

この試験に供した液剤は、マラソン L-96、マラソン L-60、MEP L-60、MPP L-60であった。

温度変化 15～80°C

粘度の測定 レッドウッド粘度計

ii 測定の結果

結果は第2-1図のとおりで、マラソン L-96は常温における粘度変化が著しく、またマラソン L-60、MEP L-60ともに、15～35°Cの範囲内での変化が大きかった。そして約60°C以上なら、温度の変動に対する粘性の変化が比較的少ないといえる。

3) 温度変化と農薬の安定性

i 試験農薬

この試験に供した液剤は、MEP L-60（原体66%、溶液34%、重量比）、マラソン L-60（原体66%、溶液34%、重量比）で、農薬の溶剤はエチルセロソルブ、シンクロヘキサノン、ソルベッソーノ50、エチルアミルケトンであった。

ii 温度と時間

温度と時間は120°C（10分、20分、40分）、100°C（20分、40分）、80°C（40分）であった。

iii 試料の分析

MEPはTLC-アルカリ比色法、マラソンはG.C法によった。

iv 測定結果

結果は第2-3表と第2-4表のとおりで、エチルセロソルブで120°Cのとき分解が認められるものの、予想したとおりかなり安定したデータが得られた。したがって5分程度の加温ならば、120°C以下の温度ではまったく問題がない。

4) 考 察

微量散布液の粘度を加熱によって下げるとすると、その時間は長くみても5分以下と考えられるので、試作機において60～70°Cに加熱しても支障がないと判断された。

3. 微量、少量散布用農薬に対する散布機材の腐食

1) 試験の目的

従来の農薬は、噴霧機、ミスト機の構成材料に対し、

第2-1表 研究に供した微量散布用農薬(昭和45—50年)

Table 2-1 Pesticides for ultra low volume on study (1970—1975)

一般名 common name of pesticides	毒性 toxicity	対象作物と病害虫 names of crop and pest
MEP	普通物 ordinary substance	イネ：ニカメイチュウ, 茶：コカクモンハマキムシ, ミドリヒメヨコバイ, リンゴ：ハマキムシ, シンクイムシ, モモンクイガ rice : borer, tea : tortrix, hopper apple : tortrix, moth
DEP	劇物 deleterious sub.	イネ：ニカメイチュウ rice : borer
クロロフェナミジン (A) chlorophenamidin	劇物 deleterious sub.	イネ：ニカメイチュウ rice : borer
クロロフェナミジン (B) chlorophenamidin	劇物 deleterious sub.	イネ：ニカメイチュウ rice : borer
マラソン malathion	普通物 ordinary sub.	イネ：ウンカ, ヨコバイ きゅうり：アブラムシ rice : hopper, cucumber : aphid
BFMC	劇物 deleterious sub.	イネ：ウンカ, ヨコバイ, 茶：コカクモンハマキ, ミドリヒメヨコバイ rice : hopper, tea : tortrix, hopper
EPN MFMC	劇物 deleterious sub.	イネ：ウンカ, ヨコバイ rice : hopper
MEP BFMC	劇物 deleterious sub.	イネ：ニカメイチュウ, ウンカ, ヨコバイ rice : borer, hopper
MEP マラソン MEP malathion	普通物 ordinary sub.	イネ：ニカメイチュウ, ウンカ, ヨコバイ rice : borer, hopper
カスガマイシン 抗生物質 KMS anti-biotics	普通物 ordinary sub.	イネ：いもち病 rice : blast
ヒドロキシイソキサゾール hydroxyisoxazole	普通物 ordinary sub.	イネ：紋枯病 rice : sheath blight,
ホルモチオン formothion	普通物 ordinary sub.	大根：アブラムシ radish : aphid
PAP LG	劇物 deleterious sub.	キャベツ：アオムシ, ウワバ, コナガ みかん：ヤノネカイガラムシ cabbage : worm, looper, moth, orange : scale
BPMC LG	劇物 deleterious sub.	茶：ミドリヒメヨコバイ tea : hopper
PAP	劇物 deleterious sub.	みかん：ヤノネカイガラムシ, 茶：コカクモンハマキ, ミドリヒメヨコバイ, 大根：アブラムシ, キャベツ：アオムシ, コナガ, ヨトウムシ, りんご：ハマキムシ, シンクイムシ, はなやさい：アブラムシ orange : scale, tea : tortrix, hopper radish : aphid, cabbage : worm, looper, moth apple : tortrix, moth, cauliflower : aphid
ポリオキシン polyoxin AL	普通物 ordinary sub.	トマト：輪紋病, りんご：斑点落葉病 tomato : blight, apple : leaf spot,
BPPS	普通物 ordinary sub.	みかん：ハダニ orange : mite

一 般 名 common name of pesticides	毒 性 toxicity	対 象 作 物 と 病 害 虫 names of crop and pest
ケルセン kelthane	普 通 物 ordinary sub.	みかん：ハダニ， りんご：ハダニ orange：mite, apple：mite
ベンゾメート benzomate	普 通 物 ordinary sub.	みかん：ハダニ orange：mite
セビン sevin	劇 物 deleterious sub.	キャベツ：アオムシ， コナガ， ヨトウムシ cabbage：worm, looper, moth

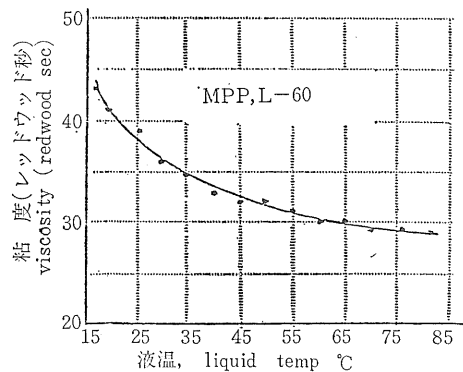
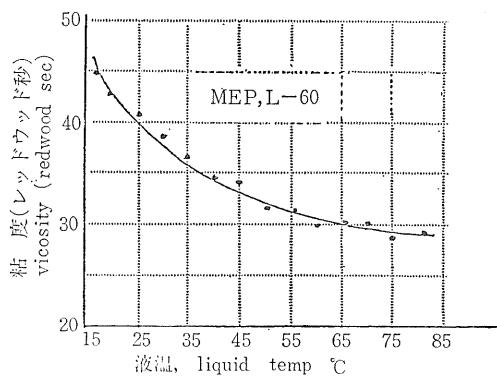
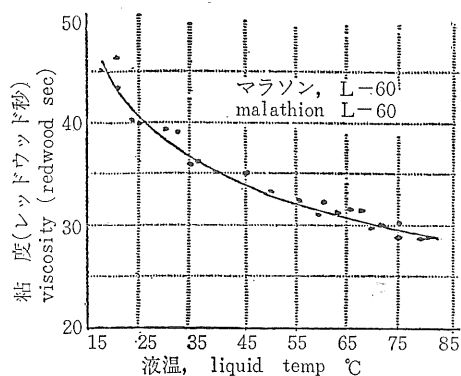
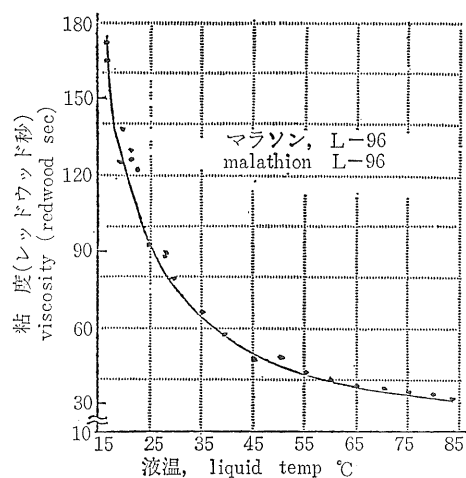
(散布量 application rate：1—6 ℓ/ha)

第2-2表 研究に供した少量散布用農薬（昭和48～51年）

Table 2-2 Pesticides for low volume on study (1973—1976)

一 般 名 common name of pesticides	毒 性 toxicity	対 象 作 物 と 病 害 虫 names of crop and pest
アセフェートWP acephate WP 20 ℓ/ha	普 通 物 ordinary sub.	キャベツ：コナガ， ヨトウムシ， アオムシ， ウワバ， cabbage：looper, worm, moth
” 30 & 50 ℓ/ha	”	じゃがいも：ヒゲナガアブラムシ， モモアカアブラムシ， てんさい：ヨトウムシ potato：aphid, beet：worm
アセフェート+マンネブ WP acephate+maneb WP 60ℓ/ha	普 通 物 ordinary sub.	じゃがいも：えき病， アブラムシ potate：blight, aphid,
アセフェート+TPTH WP acephate+TPTH WP 60ℓ/ha	劇 物 deleterious sub.	てんさい：褐斑病， ヨトウムシ beet：leaf spot, worm
アセフェート+TPN WF acephate+TPN WP 60ℓ/ha	普 通 物 ordinary sub.	てんさい：褐斑病， ヨトウムシ beet：leaf spot, worm
アセフェート+チオファネートメチルM WP acephate+thiophanateWF 60 ℓ/ha	普 通 物 ordinary sub.	てんさい：褐斑病， ヨトウムシ beet：leaf spot, worm
セビン sevin 7 ℓ/ha	劇 物 deleterious sub.	キャベツ：ヨトウムシ， コナガ cabbage：worm, looper
キャプタン+MEF WP captan+MEP WP 300 ℓ/ha	普 通 物 ordinary sub.	りんご：斑点落葉病， モモンクイガ apple：leafspot, moth
セビン WP sevin WP 10 ℓ/ha	劇 物 deleterious sub.	キャベツ：アオムシ， ヨトウムシ， コナガ， ウワバ， アブラムシ cabbage：looper, moth, worm, aphid,
DNBPA WP 100, 200, 400 ℓ/ha	劇 物 deleterious sub.	たまねぎ， じゃがいも， てん菜：タデ， ヒエ， アカザ onion, beet, potato: Polygonum blumei Meisn, Polygonum nodosum Pers, Echinochloa crus-galli P. Beav, Chenopodium album L
マンゼブ水和剤 mancozeb WP 100 ℓ/ha	普 通 物 ordinary sub.	ぶどう：晚腐病， 灰色かび病， 褐斑病， さび病 grape：rot, mold, leaf spot, rust
チオファネート水和剤 thiophanate WP 100 ℓ/ha	普 通 物 ordinary sub.	”
MAFA+MEP WP 100 ℓ/ha	毒 物 poisonous sub.	”

一般名 common name of Pesticides	毒性 toxicity	対象作物と病害虫 names of crop and pest
マンゼブ+MAFA WP mancozeb+MAFA 100 ℓ/ha	毒物 poisonous sub.	"
MAFA 100 ℓ/ha	毒物 poisonous sub.	
amoban+ZnSO ₄ ·7H ₂ O WP 100 ℓ/ha	劇物 deleterious sub.	
DMTP EC 100 ℓ/ha	劇物 deleterious sub.	みかん：ヤノネカイガラムシ orange : scale



第2-1図 粘性と温度の関係

Fig 2-1 Relation between viscosity & temperature

第2-3表 微量散布液 (MEP L-60) と溶剤の加熱による分解

Table 2-3 Decomposition of ULV pesticides and solvents by heating (%)

	加熱前 before heat	120°C 10 min	120°C 20 min	120°C 40 min	100°C 20 min	100°C 40 min	80°C 40 min
エチセロ溶液 MEP L-60+solvent A 分解量 decomposition	62.7	60.8 3.0	58.4 6.9	57.1 5.6	62.7 0	61.1 1.6	62.2 0.5
シクロ溶液 MEP L-60+solvent B 分解量 decomposition	62.1	61.4 1.1	61.5 0.9	— —	61.9 0.2	60.9 1.2	61.7 0.4
ソル 150 溶液 MEP L-60+solvent C 分解量 decomposition	62.1	62.1 0	61.3 0.8	— —	61.4 0.7	61.3 0.8	62.1 0
アルミケトン溶液 MEP L-60+solvent D 分解量 decomposition	62.9	62.8 0.1	61.9 1.0	— —	62.4 0.5	62.8 0.1	62.9 0

第2-4表 微量散布液 (malathion L-60) の加熱による分解

Table 2-4 Decomposition of ULV pesticide and solvent by heating (%)

	加熱前 before heat	120°C 10 min	120°C 20 min	120°C 40 min	100°C 20 min	100°C 40 min	80°C 40 min
エチセロ溶液 malathion L-60+solvent A 分解量 decomposition	61.4	60.4 1.0	60.4 1.0	56.9 4.5	60.5 0.9	61.1 0.3	60.7 0.7
ソル 150 溶液 malathion L-30+solvent C 分解量 decomposition	61.3	60.9 0.4	59.9 1.4	— —	60.2 1.1	60.4 0.9	60.7 0.6
アルミケトン溶液 malathion L-60+solvent D 分解量 decomposition	61.4	61.4 0	61.7 0	— —	59.3 2.1	60.1 1.3	59.5 1.9

大なり小なりの腐食を起し問題になったことがある。しかし腐食の発生程度は緩やかで、実用上重大な欠かにはならなかった。これに対して微量散布液 (原体液) のなかには、散布機構材料の金属部分のみでなく、合成樹脂を腐食させるものがある、とくに合成樹脂に対しては短期間でも散布機の機能を低下させるものがある。また現在少量散布の試験研究に供されている農薬は、少量散布用として製造された製剤ではなく、1000倍～1500倍に希釈して使用する慣行散布用の農薬を、10～30倍前後に希釈して使用に供しているのが現状で、農薬の有効成分、乳化剤、界面活性剤等の複雑な作用により、散布機構材料の耐食性が問題になっている。

2) 微量散布液に対する材料の耐食性試験。7)

この試験は、微量散布液による腐食事故が発生した直後、緊急に実験したもので、後述の少量散布の実験に比べ試験方法に不十分なところがある。

i) 試験方法

供試した材料は次に示すとおり、金属のみでなく合成樹脂を含み、試験片は特別に加工せずに材料そのものを供試した。

i) 試験材料 供試材料は山形鋼、真鍮板、ステンレス板(13Cr)、普通鋼板、鉄管 (内径10mm)、アルミ鋳物、銅板、自動車塗装 (いすゞペレット)、クロームメッキ板 (自動車バンパー)、塩ビパイプ、市販園芸ビ

第2-5表 微量散布液に対する材料の腐食

Table 2-5 Corrosion of materials used to liquid of ultra low volume spray
 供試農薬：マラソン、L-60、MEP、L-60、tested pesticide：malathion L-60 & MEP L-60

供 試 材 料 名 tested materials	腐 食 の 発 生 度 grades of corrosion					
	試 験 時 間 test hours (hr)					
	24	48	72	96	120	144
硬 質 塩 化 ビ ニ ー ル vinyl chloride plate	4	4	4	4	4	4
ゴムホース（2ブレード）動噴用 2 blade rubber hose for power sprayer	0	0	0	0	1	1
ゴムホース（1プライ） 1 ply rubber hose	0	0	0	0	1	1
アクリル樹脂パイプ acryle resin pipe	0	2	2	3	4	4
農業用ポリエチレン布（0.1mm厚） ag. polyethylene cloth (t=0.1mm)	0	0	0	0	0	0
園芸用市販ビニール（0.1mm厚） vinyl chloride cloth for horticulture (t=0.1mm)	0	1	1	1	2	2
塩化ビニールパイプ vinyl chloride pipe	0	0	0	0	0	0
クロームニッケル板（自動車用） automobile Ni-Cr gilding plate	0	0	0	0	1	1
塗装板（自動車用） automobile painting plate	0	0	0	0	1	2
銅 板 cupper plate CuP	0	3	3	4	4	4
ステンレス鋼板（13 Cr） stainless steel (13 Cr)	0	0	0	0	0	0
アルミニウム鋳物（背負ミスト機）AC aluminum casting for knapsack sprayer	0	0	0	1	2	2
鋼 管 STPG steel pipe	0	0	0	0	2	2
普 通 鋼 板 SP steel plate	0	0	0	1	2	2
真 鍮 板 BsP brass plate	0	0	1	2	2	2
山 形 鋼 steel SS	0	0	1	1	1	1

腐食の発生：0はほとんどなし，4は大，0：non corrosive，4：most corrosive

第2-6表 少量散布液の腐食試験に供した材料

Table 2-6 Used materials to corrosion test by low volume spray liquid

材 料 名 name of materials	組 成 composition
炭 素 鋼 管 SGP steel pipe	P 0.05 less S 0.05 less
アルミ角管 A6063 S angle aluminum	Cu 0.11 less Mn 0.1 less Cr 0.1 less Si 0.2-0.6 Mg 0.45-0.9 Fe 0.35 less Zn 0.1 less
黄 銅 管 BsTz brass pipe	Cu 63.0-67.0 Zn 32-37 Pb 0.07 less Fe 0.05 less
ステンレス鋼管 SUS 304 HTP stainless steel pipe	C 0.04-0.1 P 0.04 Cr 18.0-20.0 Si 0.75 S 0.03 Mn 2.0 Ni 8.0-11.0
ポリエチレン管 polyethylene pipe	低 圧 用 for low pressure
ポリアセタール樹脂管 polyacetal resin pipe	acetal polyme
ナイロン管 nylon pipe	
軟質塩化ビニール管 soft vinyl chloride pipe	chloride vinyl polyme
シリコン, Oリング seal packing, silicon	silicon rubber, flower of zinc
合成ゴム, Oリング, NBR (1 A) seal packing, synthetic rubber	NBR, SRF black, FT black, flower of zinc
弗素ゴム, Oリング, FPM seal packing, fluoride rubber	synthetic fluoride rubber, MT carbon
合成ゴム, Oリング, NBR (2) seal packing, synthetic rubber	NBR, flower of zinc, sulfur, SPR black
合成ゴム, Oリング, NBR (1 B) seal packing, synthetic rubber	increased hardness of SRF & FT black

ニール(0.1mm厚), ポリエチ布(0.1mm厚), アクリル樹脂パイプ, ゴム板(1プライ), ゴムホース(動力噴霧機用2ブレード), タキロン板(硬質塩化ビニール)で, 航空散布でトラブルの原因になったものも含まれている。

ii) 試験農薬 マラソン L-60, MEP L-60,

iii) 試験装置 1材料当り1ℓの液量に相当するガラス容器に, テフロン糸で材料を浸漬した。また同一材料をテフロン糸に吊り下げ, 散布機で原液を吹き付けた。

iv) 浸漬方法 容器には8時間浸漬し, 16時間大気暴露をくり返した。また吊り下げたものには, 24時間ごとに原液をほぼ定量ずつ吹付けた。

v) 腐食の判定 すべての腐食を同一方法で厳密に測定する方法がないので, 腐食なしを0, 腐食著しく大を4として分級した。

vii) 試験時間 24, 48, 72, 96, 120, 144時間について実施した。

vii) 試験結果 試験結果は第2-5表のとおりで, MEP L-60はステンレス, ポリエチレンに対し, ほとんど変色や異常が認められなかったが, 自動車の塗装には多少の変化があった。またこれ以外の材料はほとんど腐食が大きかった。またマラソン L-60は, ステンレス, ポリエチレンに対し, ほとんど変色や異常がなかったが, 他はすべて軟化しあるいは変色して腐食が大きかった。

第 2-7 表 腐食試験に供した少量散布液剤

Table 2-7 Used liquid of low volume spray to corrosion test

液 剤 名 name of pesticide liquid	希 釈 倍 数 dilution	化 学 成 分 composition
チオファネートメチル水和剤 Thiophanate methyl WP	30	1, 2-bis (3-methoxycarbonyl 2-thiour- eido) benzene
マンネブ水和剤 maneb WP	30	manganese ethylene-bisdithiocarbamate
ケルセン乳剤 kelthane EC	30	1, 1-bis (p-chlorophenyl) 2, 2, 2-trichloroethanol
ホルモチオン乳剤 formothion EC	30	0, 0-dimethyl S-(N-methyl-N-formylcarb- amethyl) phosphrodithioate
アセフェート水和剤 acephate WP	30	0, S-dimethyl-N-acetyl phosphoroamidethioate
清 水 water	—	urban water-supply

viii) 考察 以上の結果から、ステンレスとポリエチレンが使用可能と思われる。しかしポリエチレンは、透明なものが少ないので補助タンクに使うためには透明なものを選ぶ必要がある。

またビニール布の腐食がやや大きく、ビニール板（硬質）が短時間で腐食するのに比べて、ビニールパイプ（軟質）は、比較的良好な結果であった。

3) 少量散布液に対する材料の耐食性試験。51)。

i) 供試材料および農薬

i) 供試材料 供試材料は、現在少量散布機の部品として使用されている金属材料、合成樹脂材料およびゴム材料の13種類を用いた。供試材料の種類、化学成分は第2-6表のとおりである。

ii) 供試材料浸漬用農薬 試験に供した農薬は、現在少量散布として効果試験、作物残留試験等に供されている農薬の中から、殺虫剤3種類、殺菌剤2種類を選定し、また剤型別に乳剤2種類、水和剤3種類を選定して試験に供した。また水のみ試験も並行して行った。供試農薬の希釈濃度、種類、化学成分は第2-7表のとおりである。

ii) 試験方法および試験項目

i) 供試材料の準備 供試材料の個数は同一農薬浸漬液につき2個準備した。また5種類のOリングについては同一農薬浸漬液につき3個準備した。供試材料の全個数は183個である。

金属材料は、アルコールで脱脂し、十分に清水で洗浄した。また合成樹脂材料およびゴム材料は清水で十分洗浄したのち、ともに室温で12時間乾燥後、重量、寸法、

強度を測定し試験に供した。

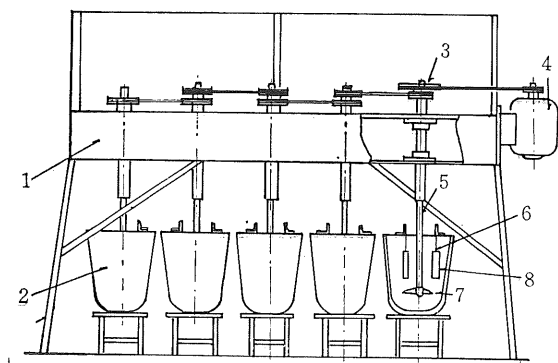
iii) 供試材料の浸漬液および浸漬方法

a 浸漬液 浸漬液およびその化学成分、濃度は第2-7表に示したとおりで、所定の濃度まで希釈するには、すべて大宮市水道水を用いた。浸漬液温は自動記録温度計を用い、実験開始から実験終了まで常時測定を行った。浸漬液はつねにかくはんし、浸漬液の均一性に留意した。また浸漬液の交換は7日ごとに行い、7日間経過後新しい浸漬液を調製し浸漬を行った。浸漬液のpH値はガラス電極pH計を用い毎日測定を行った。

なお浸漬液調製量は各農薬ごとに11ℓ調製した。

b 浸漬装置 浸漬装置は本研究のために試作したもので、第2-2図にその外観が示されている。すなわち長さ185cm、幅70cm、高さ80cmの山形鋼を組合せた外枠と、浸漬液をかくはんするためのモータ、ステンレス製のプロペラシャフト、プロペラ並びに供試材料を吊り下げるステンレス製の吊り下げ板、浸漬液容器からなっている。

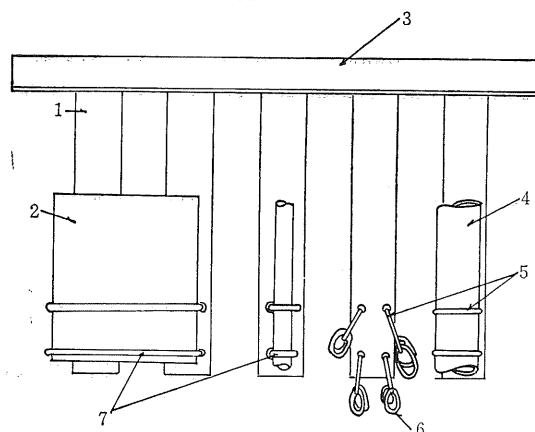
図においてかくはん用モータが回転するとベルト伝達によって左端のプーリが回転し、プロペラシャフトとプロペラが435rpmで回転する。左端のプロペラシャフトにはプーリが別に取付けられ、第2のプロペラシャフトのプーリをベルト伝達で回転する。以下第5のシャフトまで同じ伝達方法で、5本のシャフトを同時に回転できる。そして5本のシャフトはすべて同一方向の回転であるから、プロペラの羽根のねじりは同一形状でよく、本研究ではすべてシャフトの中心から液剤が底に向かって流入し、容器の内壁をつたって底から上面へ液剤が上昇す



- 1 : 外枠, frame 2 : 浸漬液の容器, liquid tank
3 : プーリ, pulley
4 : かくはん用モータ, motor for agitation
5 : プロペラシャフト, propeller shaft
6 : 吊り下げ板, hanger, 7 : プロペラ, propeller
8 : 供試材料, test material

第2-2図 腐食試験装置

Fig 2-2 Test apparatus for corrosion



- 1 : 吊り下げ板 hanger
2 : 金属材料 test material (metal)
3 : 固定棒 frame bar
4 : 管材料 test material (pipe)
5 : テフロン糸 teflon thread
6 : パッキン材料 test material (seal)
7 : テフロン糸 teflon thread

第2-3図 供試材料吊り下げ板

Fig 2-3 Hanger of test materials

るため、容器底部の水和剤の沈澱はほとんどなかった。

浸漬液の容器は、容量が約13ℓのポリエチレン製で、頂部に供試材料吊り下げ板の固定棒を渡し、各容器の上下で供試材料の浸漬、大気暴露ができる。

供試材料の吊り下げ板は、第2-3図のように櫛形に作られ、各々の櫛の歯にテフロン糸で供試材料が固定され

ている。そしてこの吊り下げ板は、材料の種類が多いため各々2本準備されている。

c 試験時間 供試材料の試験時間は720時間（30日間）で、24時間浸漬し、24時間薬液が付着したまま大気中に吊り下げ暴露した。浸漬中は完全に液中に置き、空気との接触はさせなかった。

d 浸漬終了後の供試材料の処理 浸漬時間が経過し浸漬が終了した供試材料は、24時間大気中に暴露した後、直ちに錆発生度の測定を行い写真撮影を行った。

錆発生度測定後はナイロン製ブラシを用い供試材料を水洗し、腐食生成物、浸漬液の残渣の洗滌除去を行った。その後常温（25℃）で12時間自然乾燥し物性変化の測定に供した。

e 供試材料の物性変化の測定

a) 錆発生度 錆発生度を観察によって判断することは、錆なのか浸漬液の変質したものが付着しているのか不明な場合が多い。したがって、この試験では慣用されている Rating Number を用いて参考的に測定を行った。

Rating Number の標準は次のとおりである。

R. N.	錆発生面積 (%)	表示記号
0	錆発生のないもの	—
1	錆発生面積 1～10%	+
2	" 11～30%	++
3	" 31～70%	+++
4	" 71～100%	++++

b) 変色度合 供試材料の浸漬終了後、水洗、乾燥して直ちに、変色度合の観察測定を行った。変色度合も錆発生度と同様 Rating Number を用いて参考までに表示を行った。Rating Number の標準は次のとおりである。

R. N.	変色度合	表示記号
0	ほとんど変化していない	—
1	やや変化のあるもの	+
2	変化のあるもの	++
3	相当変化のあるもの	+++
4	極度に変化のあるもの	++++

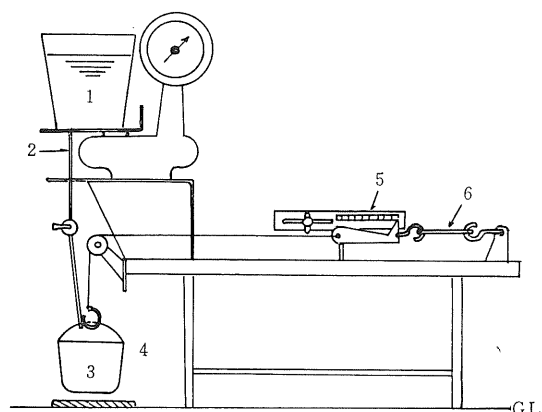
c 重量変化の測定 浸漬前の供試材料の重量を ALSEP 精密デジタル天秤で1/1000 gまで測定し、浸漬終了後水洗乾燥して同様に測定し、供試材料の重量増減から重量変化率を求めた。

d) 寸法変化の測定 浸漬前の供試材料の一部は外径および肉厚を工業用ノギスで1/20mmまで測定

し、浸漬終了後同様に測定して外径、肉厚の変化率を求めた。なお、供試材料中5種類のOリングについては、拡大投影器を用い、拡大率5倍で、外径と肉厚の測定を行った。

e) 強度変化の測定 浸漬終了後は水洗、乾燥した後、供試材料の強度と浸漬前の強度を比較した。供試材料中のポリエチレン管、ナイロン管、軟質塩化ビニール管についての強度測定は、高压テストポンプを用いた。すなわち高压テストポンプの先端に供試材料を装着し、順次テストポンプの水圧を供試材料が破壊するまで上昇させ、供試材料の破壊圧力を強度とし変化率を求めた。また供試材料中シリコンOリング、NBR (1A) Oリング、NBR (1B) Oリング、FPM Oリング、NBR (2種) Oリングについては、第2-4図のような引張強度試験装置を用いて、引張強度の測定を行った。

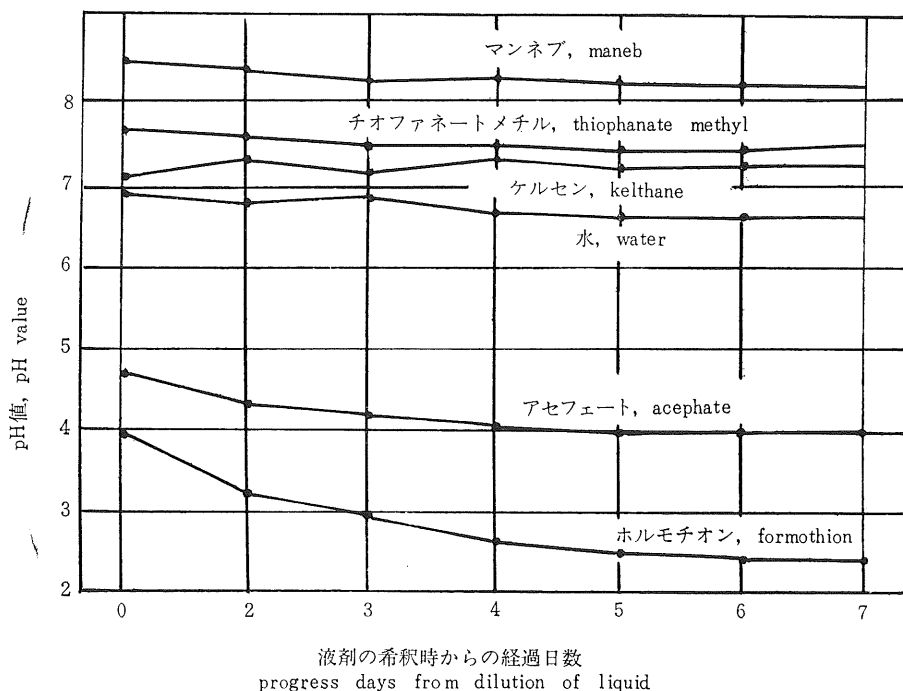
引張強度試験装置の概要は図に示すように供試材料に順次荷重を加え、材料が壊れるまでの荷重量を引張強度とした。荷重量は1.6kg/minで行った。すなわち台の一端を固定して供試材料を水平に固定し、台の他端の滑車を介して荷重を下げると、供試材料の水平方向に力がかかる。荷重は水の容器で、上部から水が流入し、毎分当



- 1 : 水タンク, water tank
- 2 : 流入管, supply pipe
- 3 : 水タンク, water tank
- 4 : 荷重, weight
- 5 : 伸び量の測定, scale to measure for expansion
- 6 : 供試材料, test material

第2-4図 引張り強度測定装置

Fig 2-4 Measuring apparatus of tensile strength



第2-5図 供試浸漬液のpH値の変化

Fig 2-5 Variation of pH value of tested liquid

第 2-8 表 少量散布液に対する材料の腐食 (1)

Table 2-8 Corrosion of materials used to low volume spray (1)

試験農薬：チオファネートメチル，WP，×30，tested pesticide：thiophanate methyl WP，×30

供 試 材 料 tested materials	錆 発 生 度 outbreak of rust	変 色 度 change of colour	重量変化率 variation of weight %	寸法変化率 variation of scale %	強度変化率 variation of intensity %
炭 素 鋼 管 SPG	3	1	+0.25	0 [*] 0	—
ア ル ミ 角 管 A6063 S	0	0	0	0 0	—
黄 銅 管 BsTz	1	2	0	0 0	—
ステンレス管 SUS 304 HTP	0	0	0	0 0	—
ポリエチレン管 polyethylene pipe	0	0	0	0 0	— 5.9
ポリアセタール樹脂管 polyacetal resin pipe	0	0	0	0 0	—
ナイ ロ ン 管 nylon pipe	0	0	+0.2	0 0	—15.4
軟質塩化ビニール管 soft vinyl chloride pipe	0	3	−0.2	+ 7.3 + 7.1	−15.2
シリコンOリング seal packing, silicon	0	1	0	+ 2.5 + 4.2	−13.4
合成ゴムOリング, NBR (1 A) seal packing, synthetic rubber	0	0	−0.5	+ 1.9 +26.8	−12.7
弗素ゴムOリング, FPM seal packing, fluoride rubber	0	0	+0.3	+ 1.4 + 6.3	− 4.0
合成ゴムOリング, NBR (2) seal packing, synthetic rubber	0	0	+0.7	+ 0.1 + 2.1	− 1.1
合成ゴムOリング, NBR (1 B) seal packing, synthetic rubber	0	0	+2.3	+ 0.6 + 9.1	−12.6

試験時間：720時間，time of test：720 hr

：外径の変化と厚さの変化， variation of outer diameter & thickness

錆発生度と変色度：0は変化なし，4は変化大

outbreak of rust & change of colour：0 non, 4 most

たり 1.6kg の割合で荷重量が増加する。また台の上には供試材料が力を受けて延びる量を測定するよう設計したが、本実験の供試材料では高い精度で測定できなかった。

iii 試験結果および考察

i) 浸漬液の pH 値および温度 供試浸漬液の pH 値を浸漬液調製時から浸漬液交換までの 7 日間測定した結果は第 2-5 図のとおりである。各供試浸漬液の

調製時(開始時)の pH 値は、マンネブ 8.5、チオファネートメチル 7.7、ケルセン 7.2、アセフェート 4.7、ホルモチオン 4.2、水道水 6.9 であった。一週間経過後の各浸漬液の pH 値は、マンネブ、チオファネートメチル、ケルセン、水の変化はほとんど無かったが、アセフェート、ホルモチオンは、浸漬液調製時から日数が経過するにしたがい pH 値が下る傾向を示した。

供試浸漬液の液温は、実験開始～実験終了まで 25～30

第2-9表 少量散布液に対する材料の腐食(2)

Table 2-9 Corrosion of materials used to low volume spray (2)

試験農薬：マンネブ，WP，×30，tested pesticide：maneb，WP，×30

供 試 材 料 tested materials	錆 発 生 度 outbreak of rust	変 色 度 change of colour	重量変化率 variation of weight %	寸法変化率 variation of scale %	強度変化率 variation of intensity %
炭 素 鋼 管 SPG	3	2	+1.3	+2.2* +5.7	—
ア ル ミ 角 管 A6063 S	1	1	+0.1	0 0	—
黄 銅 管 BsTz	0	1	0	0 0	—
ステンレス管 SUS 304 HTP	0	0	0	0 0	—
ポリエチレン管 polyethylene pipe	0	1	0	0 0	— 2.9
ポリアセタール樹脂管 polyacetal resin pipe	0	1	0	0 0	—
ナイロン管 nylon pipe	0	0	0	0 0	—19.2
軟質塩化ビニール管 soft vinyl chloride pipe	0	3	—0.6	—1.0 —	—15.2
シリコン，Oリング seal packing, silicon	0	2	—0.6	+0.8 +1.0	—26.9
合成ゴムOリング，NBR (1 A) seal packing, synthetic rubber	0	0	0	0 0	— 7.3
弗素ゴムOリング，FPM seal packing, fluoride rubber	0	0	0	0 0	—15.3
合成ゴムOリング，NBR (2) seal packing, synthetic rubber	0	0	0	0 0	—20.0
合成ゴムOリング，NBR (1 B) seal packing, synthetic rubber	0	0	0	0 +0.2	— 8.7

試験時間：720時間，time of test：720 hr

：外径の変化と厚さの変化， variation of outer diameter & thickness

錆発生度と変色度：0は変化なし，4は変化大

outbreak of rust & change of colour：0 non, 4 most

°Cであった。

ii) 供試材料の物性変化 供試材料の物性変化として，錆発生度，変色度，重量変化，寸法変化，強度変化を5種類の農薬および，水道水に浸漬し，金属材料，合成樹脂材料，ゴム材料の13種類について，測定を行った結果は次のとおりである。

a チョファネートメチルに浸漬した供試材料の物性変化 第2-8表にチョファネートメチルに浸漬

した供試材料の，錆発生度，変色度，重量変化率，寸法変化率，強度変化率を示した。炭素鋼管，黄銅管に錆発生が見られたが，重量変化，寸法変化はわずかであり，物性の劣化は認められない。合成樹脂材料のポリエチレン，ポリアセタール，ナイロンの各材料も，強度が6%～15%減少が認められたが，物性変化は，顕著ではなかった。軟質塩化ビニールでは，相当変色が認められたが，重量，寸法共に変化は0.2%，7.2%とわずかで，強

第2-10表 少量散布液に対する材料の腐食（3）

Table 2-10 Corrosion of materials used to low volume spray (3)

試験農薬：ケルセン，EC，×30，tested pesticide：kelthane，EC，×30

供 試 材 料 tested materials	錆 発 生 度 outbreak of rust	変 色 度 change of colour	重量変化率 variation of weight %	寸法変化率 variation of scale %	強度変化率 variation of intensity %
炭 素 鋼 管 SPG	0	0	+ 0.1	0 0	—
ア ル ミ 角 管 A6063 S	0	0	+ 0.1	0 0	—
黄 銅 管 BsTz	0	0	0	0 0	—
ステンレス管 SUS 304 HTP	0	0	+ 0.2	0 0	—
ポリエチレン管 polyethylene pipe	0	1	+ 1.3	+ 1.2 + 3.3	— 5.9
ポリアセタール樹脂管 polyacetal resin pipe	0	0	0	0 0	—
ナイロン管 nylon pipe	0	0	0	0 0	—19.2
軟質塩化ビニール管 soft vinyl chloride pipe	0	4	+ 0.9	+ 7.7 + 3.5	—33.3
シリコン Oリング seal packing, silicon	0	2	+ 5.8	+ 2.8 — 1.1	—13.4
合成ゴムOリング，NBR（1 A） seal packing, synthetic rubber	0	1	+28.1	+ 6.9 +12.8	—18.0
弗素ゴムOリング，FPM seal packing, fluoride rubber	0	1	+ 1.6	+ 1.0 + 2.1	0
合成ゴムOリング，NBR（2） seal packing, synthetic rubber	0	1	+13.7	+ 3.1 + 8.5	—12.0
合成ゴムOリング，NBR（1 B） seal packing, synthetic rubber	0	1	+31.0	+ 8.2 +22.2	—18.0

試験時間：720時間，time of test：720 hr

：外径の変化と厚さの変化， variation of outer diameter & thickness

錆発生度と変色度：0は変化なし，4は変化大

outbreak of rust & change of colour：0 non，4 most

度変化も15.2%の減少であり，顕著な物性劣化ではなかった。シリコン，NBR（1 A），FPM（弗素），NBR（2種），NBR（1 B）の各Oリングについては，表に示したように重量変化で0～2.3%増加しており，寸法変化で0.1%～26.8%増加している。また，強度変化で1.1%～13.4%減少しているが，測定誤差か物性の劣化か，明らかでない。

b マネブ水和剤に浸漬した供試材料の物性

変化 第2-9表にマネブ水和剤に浸漬した供試材料の錆発生度，変色度，重量変化率，寸法変化率，強度変化率を示した。

アルミ角管，黄銅管，ステンレス管，ポリアセタール樹脂管は，物性変化が認められなかった。炭素鋼管は，錆発生は相当見られたが，重量変化では1.3%，寸法変化では，外径2.2%，厚さ5.7%それぞれ増加しているが，これは浸漬残渣が固着した増加と思われた。軟質塩化ビ

第2-11表 少量散布液に対する材料の腐食（4）

Table 2-11 Corrosion of materials used to low volume spray (4)

試験農薬：ホルモチオン EC, $\times 30$ tested pesticide : formothion, EC, $36\% \times 30$

供 試 材 料 tested materials	錆 発 生 度 outbreak of rust	変 色 度 change of colour	重量変化率 variation of weight %	寸法変化率 variation of scale %	強度変化率 variation of intensity %
炭 素 鋼 管 SPG	4	4	- 4.5	- 0.4* - 7.7	—
ア ル ミ 角 管 A6063 S	0	0	- 0.1	—	—
黄 銅 管 BsTz	0	1	- 0.4	—	—
ステンレス管 SUS 304 HTP	0	0	0	—	—
ポリエチレン管 polyethylene pipe	0	1	+ 2.7	+ 1.6 + 1.0	- 5.9
ポリアセタール樹脂管 polyacetal resin pipe	0	1	0	+ 4.0	—
ナイロン管 nylon pipe	0	0	0	— —	-19.2
軟質塩化ビニール管 soff vinyl chloride pipe	0	4	+ 15.6	+ 7.7 + 6.6	-51.5
シリコンリング seal packing, silicon	0	1	- 2.1	— - 0.5	- 4.5
合成ゴムリング, NBR (1 A) seal packing, synthetic rubber	0	4	+111.1	+19.4 +29.4	-69.1
弗素ゴムリング, FPM seal packing, fluoride rubber	0	2	+ 3.2	+ 4.8 +10.1	- 6.5
合成ゴムリング, NBR (2) seal packing, synthetic rubber	0	3	+149.1	+31.5 +41.3	-73.3
合成ゴムリング, NBR (1 B) seal packing, syntheic rubber	0	4	+ 44.7	+11.1 +27.8	- 3.5

試験時間：720時間, time of test : 720 hr

* : 外径の変化と厚さの変化, * variation of outer diameter & thickness

錆発生度と変色度：0は変化なし, 4は変化大

outbreak of rust & change of colour : 0 non, 4 most

ニールは、黄色に変色し、強度も15.2%低下した。NBR (1 A) Oリング, FPM (弗素) Oリング, NBR (2 種) Oリング, NBR (1 B) Oリングについては、重量変化、寸法変化は認められなかったが、引張強度については、7.3%~20%の低下が認められた。シリコンOリングについては、やや黄色に変色が見られ、重量、寸法共に、2.6, 0.9%増加が見られたが、誤差範囲と思われる。しかし引張強度において26.9%の減少がみられ、物

性劣化が認められた。

c ケルセン乳剤に浸漬した供試材料の物性変化 第2-10表にケルセン乳剤に浸漬した供試材料の錆発生度、変色度、重量変化率、寸法変化率、強度変化率を示した。

炭素鋼管、アルミ角管、黄銅管、ステンレス管の金属材料は、浸漬後の物性変化はほとんど認められなかった。合成樹脂材料のうち、ポリアセタール樹脂管、ポリエ

第2-12表 少量散布液に対する材料の腐食（5）

Table 2-12 Corrosion of materials used to low volume spray (5)

試験農薬：アセフェート，WP，×30，tested pesticide：acephate，WP，×30

供 試 材 料 tested materials	錆 発 生 度 outbreak of rust	変 色 度 change of colour	重量変化率 variation of weight %	寸法変化率 variation of scale %	強度変化率 variation of intensity %
炭 素 鋼 管 SPG	4	2	-2.9	0 [*] - 1.9	—
アルミ角管 A6063 S	3	3	-0.1	—	—
黄 銅 管 BsTz	1	3	-0.4	0	—
ステンレス管 SUS 304 HTP	0	2	0	0 0	—
ポリエチレン管 polyethylene pipe	0	0	0	0 0	0
ポリアセタール樹脂管 polyacetal resin pipe	0	0	0	+ 1.5 0	—
ナイロン管 nylon pipe	0	0	-0.4	0 0	- 7.7
軟質塩化ビニール管 soft vinyl chloride pipe	0	3	+0.9	+ 9.1 0	-12.2
シリコンOリング seal packing, silicon	0	2	-2.1	+ 1.8 + 2.5	- 4.5
合成ゴムOリング，NBR（1 A） seal packing, synthetic rubber	0	0	-3.2	+ 0.6 0	-16.4
弗素ゴムOリング，FFM seal packing, fluoride rubber	0	0	-1.6	+ 1.2 + 2.1	0
合成ゴムOリング，NBR（2） seal packing, synthetic rubber	0	0	+1.9	- 0.3 - 1.1	- 6.6
合成ゴムOリング，NBR（1 B） seal packing, synthetic rubber	0	0	+1.2	+ 1.2 +12.5	-23.0

試験時間：720時間，time of test：720 hr

：外径の変化と厚さの変化， variation of outer diameter & thickness

錆発生度と変色度：0は変化なし，4は変化大

outbreak of rust & change of colour：0 non，4 most

チレン管については，浸漬後の物性変化は認められなかったが，軟質塩化ビニール管は，浸漬中に表面が粘性になり，浸漬前と比較して軟くかつ弾力も無くなり褐色に変色した。また重量，寸法共にわずかに増加し，強度は33.3%減少して明らかに物性劣化が認められた。ゴム材料では，NBR（1 A），NBR（2種），NBR（1 B）の各Oリングの物性変化が著しかった。重量変化では28.1%，13.7%，31.0%それぞれ増加しており，引張り強度

においても18.0%，12.0%，18.0%減少し物性劣化が認められた。

d ホルモチオン乳剤に浸漬した供試材料の物性変化 第2-11表にホルモチオン乳剤に浸漬した供試材料の錆発生度，変色度，重量変化率，寸法変化率，強度変化率を示した。

金属材料のうち，アルミ，黄銅，ステンレスの各材料は，顕著な物性変化が認められなかったが，炭素鋼管に

第2-13表 少量散布液に対する材料の腐食（6）

Table 2-13 Corrosion of materials used to low volume spray (6)

試験農薬：水，tested pesticide：water

供 試 材 料 tested materials	錆 発 生 度 outbreak of rust	変 色 度 change of colour	重量変化率 variation of weight %	寸法変化率 variation of scale %	強度変化率 variation of intensity %
炭 素 鋼 管 SPG	2	1	+0.1	0 0 *	—
アルミ角管 A6063 S	0	0	0	0 0	—
黄 銅 管 BsTz	1	1	0	0 0	—
ステンレス管 SUS 304 HTP	0	0	0	0 0	—
ポリエチレン管 polyethylene pipe	0	0	0	0 0	— 2.9
ポリアセタール樹脂管 polyacetal resin pipe	0	0	0	0 0	—
ナイロン管 nylon pipe	0	0	0	0 0	—11.5
軟質塩化ビニール管 soft vinyl chloride pipe	0	1	0	0 0	— 3.0
シリコンOリング seal packing, silicon	0	0	—1.8	0 0	— 4.5
合成ゴムOリング, NBR (1A) seal packing, synthetic rubber	0	0	—	0 0	— 8.2
弗素ゴムOリング, FPM seal packing, fluoride rubber	0	0	+1.1	+ 0.5 + 1.0	— 3.2
合成ゴムOリング, NBR (2) seal packing, synthetic rubber	0	0	0	+ 2.9 +28.5	— 2.2
合成ゴムOリング, NBR (1B) seal packing, synthetic rubber	0	0	0	— —	— 3.8

試験時間：720時間，time of test：720 hr

：外径の変化と厚さの変化， variation of outer diameter & thickness

錆発生度と変色度：0は変化なし，4は変化大

outbreak of rust & change of colour：0 non, 4 most

については、全面に黒錆が厚く発生し、かつ水洗の際全部剥離した。重量は4.5%減少し、寸法も外径、肉厚共に0.4%、7.7%減少した。合成樹脂材料のうち、ポリエチレン、ポリアセタール、ナイロン各材料は顕著な物性変化が認められなかった。軟質塩化ビニールについては、黒褐色に変色し、重量、寸法共に15.6%、7.7%増加している。強度は51.5%とほぼ半分に減少したのが認められ、物性の劣化が著しかった。ゴム材料のうちシリコ

ン、FPM（弗素）のOリングについては、わずかの物性変化が認められたが顕著ではない。NBR（1A）、NBR（2種）、NBR（1B）各Oリングについては、明らかに物性変化が認められた。重量変化では、NBR（1A）111.1%、NBR（2種）149.1%、NBR（1B）44.7%それぞれ増加し、寸法変化も表に示すように大きく変化している。引張強度も、NBR（1A）69.1%、NBR（2種）73.3%、NBR（1B）35%、それぞれ減少してお

第2-14表 金属材料の耐食性
Table 2-14 Corrosion resistance of metals

	炭素鋼管 steel pipe SGP	アルミ角管 aluminum angle A6063 S	黄銅管 brass pipe BsTz	ステンレス鋼管 stainless steel pipe SUS 304 HTP
チオファネートメチル thiophanate methyl WP	△	○	△	○
マンネブ maneb WP	×	○	○	○
ケルセン kelthane EC	△	○	○	○
ホルモチオン formothion EC	×	○	○	○
アセフエート acephate WP	×	△	△	○
水 water	△	○	○	○

○ 適, suitable × 不適, unsuitable △ 不明, not clear

第2-15表 合成樹脂およびゴム材料の耐食性
Table 2-15 Corrosion resistance of plastics and rubbers

	ポリエチレン管 polyethylene pipe	ポリアセタール樹脂管 polyacetal resin pipe	ナイロン管 nylon pipe	軟質塩化ビニール管 soft vinyl chloride pipe	シールパッキン (Oリング) seal packing				
					シリコン	NBR (1A)	弗素 FPM	NBR (2種)	NBR (1B)
					synthetic silicon	synthetic rubber NBR-1A	fluoride rubber	synthetic rubber NBR-2	synthetic rubber NBR-1B
チオファネートメチル thiophanate methyl WP	○	○	△	△	△	×	○	○	△
マンネブ maneb WP	○	○	△	△	△	○	△	△	○
ケルセン kelthane EC	△	○	△	×	△	×	○	△	×
ホルモチオン formothion EC	△	△	△	×	○	×	△	×	×
アセフエート acephate WP	○	○	○	△	○	△	○	○	×
水 water	○	○	○	○	○	○	○	△	○

○ 適, suitable × 不適, unsuitable △ 不明, not clear

り、物性の劣化が著しかった。

e アセフェート水和剤に浸漬した供試材料の物性変化 第2-12表にアセフェート水和剤に浸漬した供試材料の錆発生度、変色度、重量変化率、寸法変化率、強度変化率を示した。金属材料の炭素鋼、アルミ、黄銅の各材料に錆発生がみられ、重量変化も僅かながら認められた。特にアルミ材料では、褐色に変色し蜂の巣状の腐食がみられ、物性の劣化が顕著に認められた。ステンレス材も重量変化、寸法変化は認められなかったが黒色に変色した。

合成樹脂材料のうちポリエチレン、ポリアセタール樹脂、ナイロン各材料は、特別な変化が認められない。軟質塩化ビニールについては、黄褐色に変色が見られ、寸法も9.1%増加しているが、強度が12.2%減少しているにすぎないので、物性劣化はやや認められる程度であった。ゴム材料については表に示したように重量変化、寸法変化、強度変化共にわずかに認められたが、顕著ではなかったが、NBR(1B)リングについて、寸法変化で外径1.2%、内径12.5%それぞれ増加し、強度では23.0%減少したのが注目される。

f 水に浸漬した供試材料の物性変化 第2-13表に水に浸漬した供試材料の、錆発生度、変色度、重量変化率、寸法変化率、強度変化率を示した。

炭素鋼管、黄銅管にわずかの錆発生が見られたが、他の材料については、顕著な物性変化は認められなかった。

以上を要約すると第2-14表、第2-15表のとおりで、供試材料の物性劣化が明らかに認められたのは、ケルセン乳剤およびホルモチオン乳剤に浸漬した軟質塩化ビニール、NBR(1A)、NBR(2種)、NBR(1B)の各Oリングであり、特にホルモチオン乳剤に浸漬した供試材料の劣化が著しかった。また、ホルモチオン乳剤に浸漬した炭素鋼管、アセフェート水和剤に浸漬したアルミ角管も物性劣化、腐食が認められた。

これらの物性劣化の原因は、浸漬液の農薬有効成分、乳化剤、界面活性剤、有機溶剤等が考えられるが、今回の試験では究明する事が出来なかった。

しかし、今回の試験結果で、水和剤に比べ、乳剤に浸漬した軟質塩化ビニール、ゴム材料の物性劣化が著しかったがこれは農薬有効成分より、乳剤中の乳化剤、有機溶剤が、物性劣化の原因と推定される。

Ⅲ 背 負 微 量 散 布 機

1. 背負微量散布機の開発目標

当時微量散布に利用できる農薬は数種に限られていたため、微量散布のみを行なう専用散布機を開発してもかえって普及しないと思われたので、試作機的设计基準を、次のように設定した。

a 背負動力散粉・散粒・ミスト機に兼用できること。

b 対象機種は背負形であるため散布幅を4～6m、作業速度を0.3～0.5m/s、散布量を1ℓ/haにとると、前章の式(1)により噴頭の吐き出し量は約12mℓ/minになる。ただし $V=1.44\text{km/hr}$ ($=0.4\text{m/s}$)、 $L=5\text{m}$ 、 $Q=1\text{ℓ/ha}$ (100mℓ/10a)とする。これから1ha当り散布時間は約80分で、10a当りでは約8分になるが、実際の作業時間は10～15分程度となる。

c 液剤の粒径はVMD(後述)で100—150ミクロンを標準とし、ドリフトを少なくするため、流し散布でなく吹付け散布のできるものとする。

d 液剤タンクの容量は、約400mℓでその間を無補給で作業できるものとする。

e 農薬の決められた粘度範囲内で、気温の変化に対し定常な吐き出し量を保つこと。

f 散布中は作業者が背負ったままで吐き出し状態と散布量を確認できるものとする。

g 散布機の部品は、決められた農薬に対して必要な耐食性をもつこと。

2) 試作機的设计案

a 有気噴霧と無気噴霧 本研究に無気噴霧を計画すると、吐き出し量が少ないためノズル孔径が小さくなり、ノズルのつまりや摩耗が発生して円滑な作業ができない。またノズル穴の加工精度も高くなるから製作が複雑になる。これに対し有気噴霧は液剤を噴霧するのに送風機の動圧を利用するから、高い圧力や孔径の小さいノズルの必要がなく、オリフィスで調量ができるから、有気噴霧を採用するのがより妥当であった。

b オリフィスでの圧力とオリフィスの孔径 オリフィスの圧力を高くすると、小さい孔径でも吐き出し量が大きな値となる。そこで孔径を小さく加工するとごみのつまりや加工精度が問題になる。したがって0.5～0.7mmという慣用のオリフィスを使うには、オリフィ

スに加える圧力を小さくしなければならない。

c 液剤の粘度と吐き出し量 油性の微量散布液は、散布期間中の常温10～30℃においても粘性が変化する。これを定常に散布機から散布するには、散布機側で粘性を多少調節しなければならない。すなわち粘性の大きいものを小さくしてオリフィスを通過させるほうが適切である。調節の簡単な方法は、液剤に温度を与え、その温度を調節することであった。

d 噴頭の位置と吐き出し量 試作機は水田のみでなくそ菜、果樹などにも利用を見込んでいるが、作物の草丈が一樣でないから、噴頭の位置はそのつど上下する。噴頭を上に向けると液剤の吐き出し量が減少し、下に向けると増大する機構では極端な濃厚少量散布に適当といえない。したがって吐き出し量をつねに一定に保つには、背負ミスト機のように噴頭にオリフィスを取付けるよりも噴管の根元に備えたほうが有利で、噴頭には霧化機構のみを取付ける方法が適当である。

e 散布確認の方法 噴頭から出る噴霧は粒径が小さいだけでなく、吐き出し量も少ないため、作業者がこれを確認するのが容易でない。液剤の散布を確認するには、管内の流れか、あるいは液剤タンクの減量を見る方法がある。この研究では後者を採用するとともに、タンク内に発生する気泡を確認して散布中であることを示す装置を考える。

2. 微量散布の基礎試験。7)。

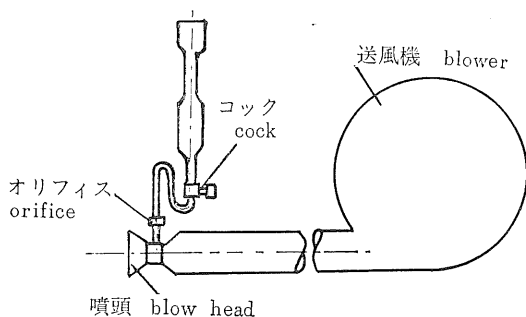
1) 試験目的

微量散布機を開発するために、市販のミスト機に補助タンク、オリフィス コック、噴頭を取付けた実験機を作り、微量散布用農薬を散布してオリフィス孔径と噴頭の形状を検討する。

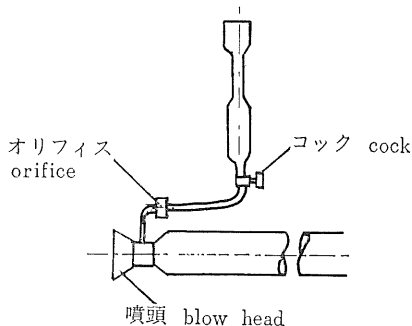
2) 実験機の構造

本体は市販のミスト機で、オリフィス孔径は0.3, 0.4, 0.5mmを準備した。噴頭は断面積の縮少比が4/3の絞り管を有し、絞り管の先をラッパ状に拡大した(拡大比は噴管に対して1.17/1)。オリフィスの取付位置は第3-1図のように噴頭の近くであったが、オリフィスを垂直に向けた場合(A条件)と水平に置いた場合(B条件)を設定した。

さらに噴頭の構造は、後述するA, B, C, D 4種類



(1) A 条件 condition A



(2) B 条件 condition B

第3-1図 オリフィスの位置

Fig 3-1 Positions of orifice on blow head

を作り、液剤の霧化を検討した。

3) 試験農薬

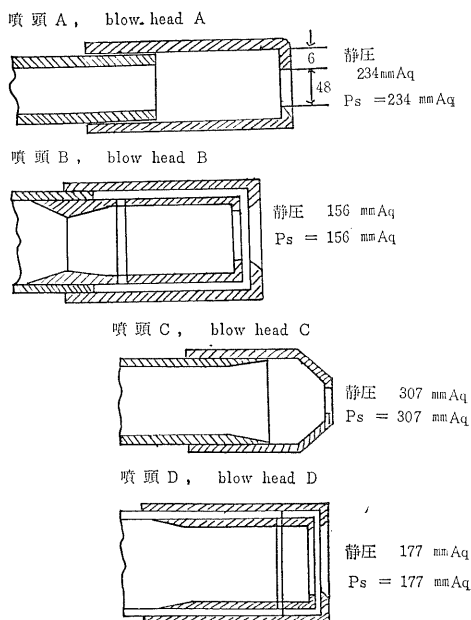
試験に用いた微量散布用農薬は、航空散布用に登録されたマラソンL-60とKSM L-3（抗生物質）で、後者は水と大差ないが、マラソンL-60の粘度は、温度によって著しく変化する。

4) 測定内容

測定は各オリフィス穴径と、オリフィス圧力に対する吐き出し量で、8-20 ml/min になる値を求めた。またKSM L-3の粒径測定が容易でないので、マラソンL-60のみについて第3-2図に示す噴頭A、B、C、Dの粒径を測定した。

5) 測定方法

吐き出し量は第3-1図に示すメスピペット内の減量から測定した。粒径の測定は第3-3図のように散布機を1mの高さの回転台にのせ、電動機によって7.2 rpm させながら、噴管を約180度移動し、散布された粒径を高さ40cmで水平におかれたミラーコート紙にうけ、一定時間後に15倍の手持ち顕微鏡で読取って粒径と粒数を求め



第3-2図 背負微量散布用試作噴頭

Fig 3-2 Trial blow head for knapsack ULV sprayer

た。なお、ミラーコート紙とは、U式農薬空中微量散布落下調査紙のことで、油性液剤が付着すると一定の倍率に拡大し、微量散布の付着の測定に作られたものである。

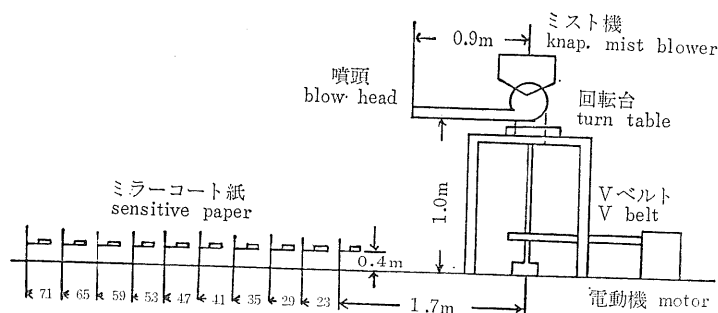
6) 試験結果

i オリフィス穴径を変えた場合の吐き出し量の変化は、KSM L-3が第3-4図のとおりで、マラソンL-60については第3-5図のようになり、0.3mmの穴径は不安定であった。またオリフィスに加える圧力がある値以上に高めても、吐き出し量の増加割合はあまり大きくない。

ii オリフィスを垂直と水平に取付けた場合（AとB条件）の変化は、KSM L-3の場合が第3-6図のとおりでほとんど変化がなく、マラソンL-60の場合は第3-7図のような差がみられる。ただしオリフィスの穴径は0.4mmで比較的小さい。

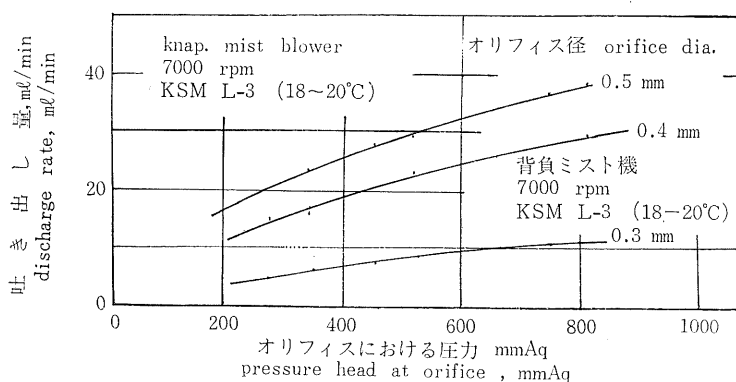
iii 液温に対する吐き出し量の変化は、KSMの場合、第3-6図のように19°Cと23°Cで大差がないのに反し、マラソンでは第3-8図のようにその差が小さいとはいえない。

すなわちKSM L-3は比較的再現性があるに対し、マラソンL-60は再現性が少ないと思われる。



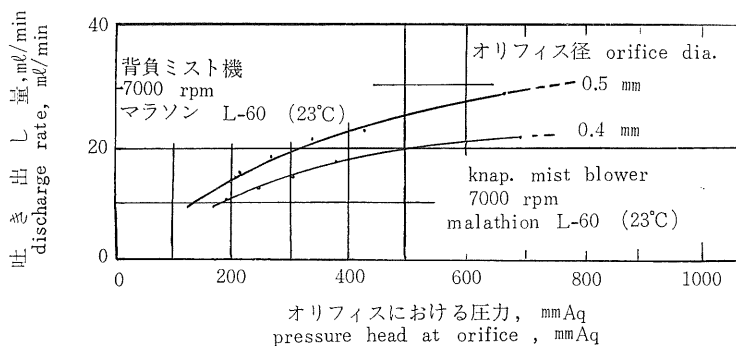
第3-3図 粒径の測定装置

Fig 3-3 Measuring apparatus of particle dia.



第3-4図 KSM (抗生物質) の吐き出し量

Fig 3-4 Discharge rate of KSM (antibiotics)



第3-5図 マラソン L-60 の吐き出し量

Fig 3-5 Discharge rate of malathion L-60

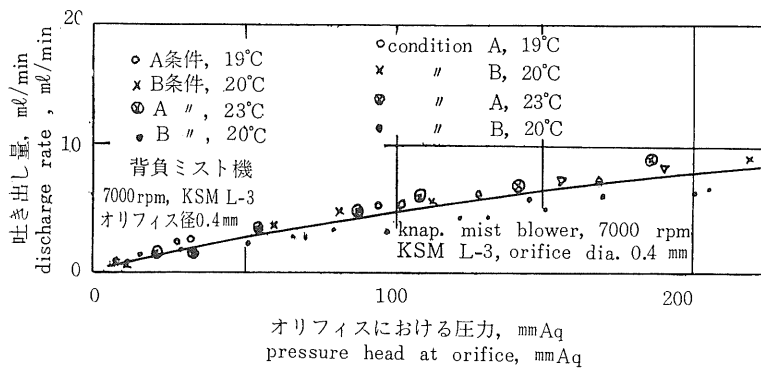
iv 噴頭 A, B, C, D について、距離別平均粒径は第 3-1 表のとおりで、そのうち B, D 噴頭の粒径累加曲線は第 3-9 図のとおりである。これからマラソン L-60 のミラーコート紙上における容積中位粒径、VMD (後述) は、図の 50% 点で 80~100 ミクロンで十分な値である。

7) 考 察

試作を前提とした実験機の測定結果から、

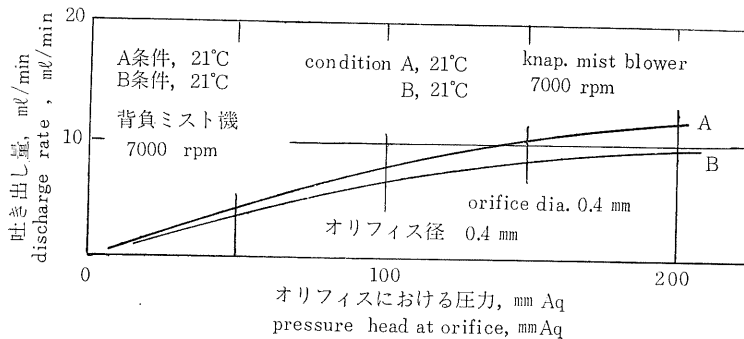
i オリフィスの穴径

オリフィスの穴径 0.3 mm は、KSM のように水溶性で粘度の低いものは、定常の吐き出し量を比較的確やすいが、マラソン L-60 のように油性で粘度が高いものは、



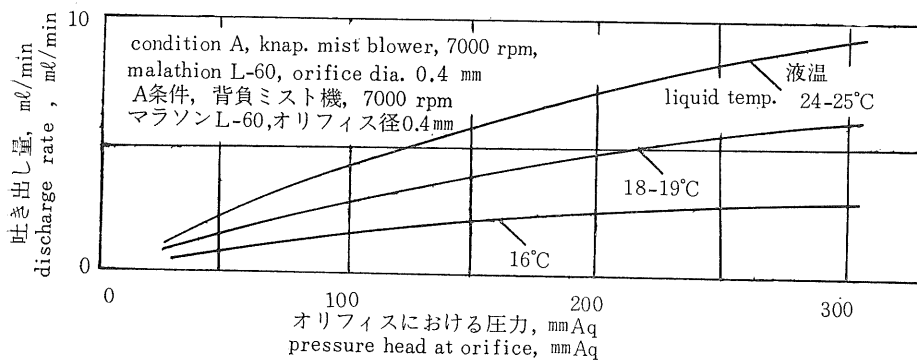
第3-6図 微量散布液の温度別吐き出し量 (KSM L-3)

Fig 3-6 Discharge rate of ULV on liquid temperatures (KSM L-3)



第3-7図 微量散布液の吐き出し量 (マラソンL-60)

Fig 3-7 Discharge rate of ULV (malathion L-60)



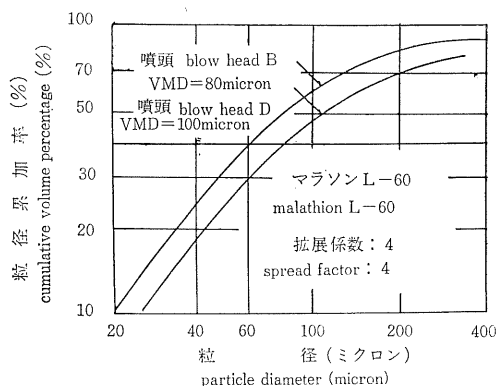
第3-8図 微量散布液の温度別吐き出し量 (マラソンL-60)

Fig 3-8 Discharge rate of ULV on liquid temperatures (malathion L-60)

第3-1表 噴頭から散布される微量散布液の粒径と粒数（マラソンL-60）

Table 3-1 Particle dia. and number of ULV liquid discharged from blow heads (malathion L-60)

	噴頭 blow head	噴頭から散布方向への距離 distance to spray direction from blow head (m)							
		1.7	2.3	2.9	3.5	4.1	4.7	5.3	5.9
平均粒径 mean diameter (micron)	A	188	176	166	196	196	152	160	180
	B	115	138	135	124	118	115	—	—
	C	218	157	166	159	177	162	207	135
	D	138	127	129	142	123	130	—	—
粒数, 64cm ² 当り, 33 ミクロン以上 numbers of particle per 64 square cm and 33 micron over	A	16	7	24	48	36	39	12	9
	B	4	3	8	62	12	5	—	—
	C	3	7	14	39	50	13	5	5
	D	7	4	10	11	1	12	—	—



第3-9図 各噴頭の粒径累加率

Fig 3-9 Cumulative volume percentage of droplets of blow heads

吐き出し量が一定にくい。またオリフィスの穴は、材料によって加工がむづかしい場合が考えられ、さらにゴミづまりなどを考えると0.5mm以上が適当と思われ、試作機には0.6mmを採用した。

ii 吐き出し圧力

オリフィスに加える圧力とオリフィス吐き出し量の関係は、この場合二次曲線を描き、ある値以上に圧力を加えても、吐き出し量の増加率は大きくならない。したがって圧力による吐き出し量の調節は、この場合微調節に利用することとし、大きい調節はオリフィスの穴径を変えることが得策と思われる。

iii オリフィス取付位置

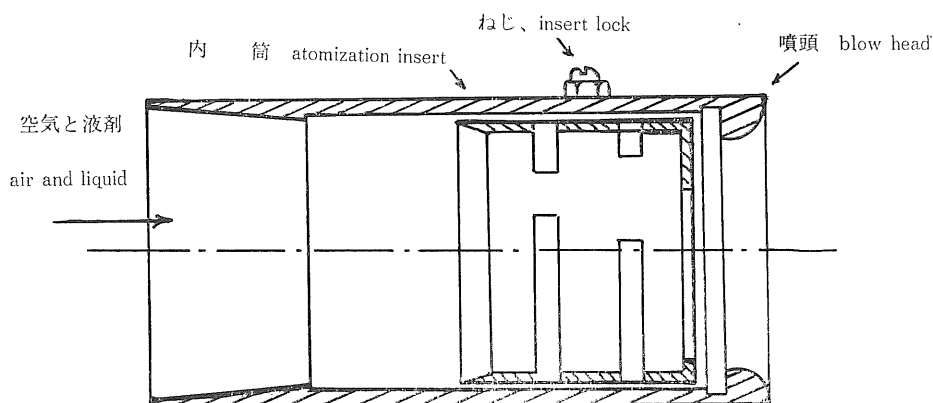
オリフィスを垂直にしても、水平にしても、穴にかかる圧力が同じであれば吐き出し量が変わらない。これは水溶性で粘性の小さいKSMについて証明できるが、マラソンではこの場合差が認められる。その理由については、試作機の性能試験の項で述べる。

iv 液温と吐き出し量

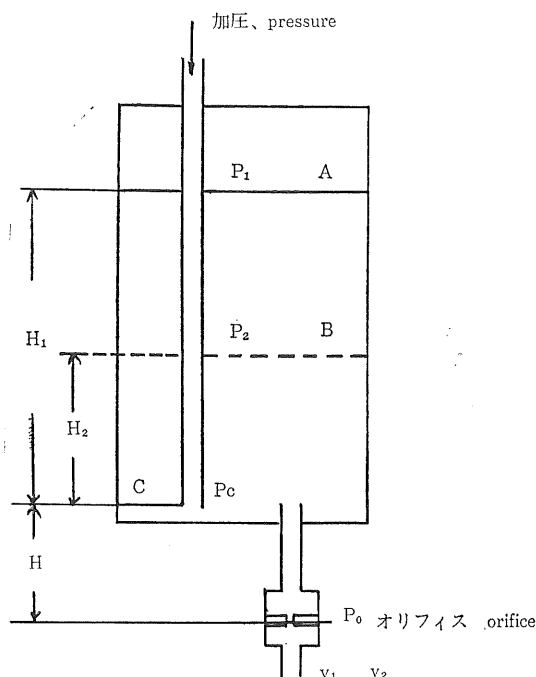
KSMの場合は、液温の変化に対して吐き出し量が定常でかつ再現性が十分であったが、マラソンでは液温によって吐き出し量が大きく変化する。これは温度の変化に対して液剤の粘性が変動するからであり、粘度を表示して吐き出し量を調節するか、強制的に粘度を一定に保つ方法が試作機に必要と考えられる。

v 噴頭の構造と粒径

ミスト機の噴頭をそのまま利用すると、場合により粒径が大きく、噴頭直下に液剤がボタ落ちする。試作した噴頭A, B, C, Dの平均粒径の距離別分布をみると、噴頭A, Cでは、噴頭直下の平均粒径が比較的大きくなっている。これは噴頭直下のボタ落ちが原因で、微量散布には適当でない。またD噴頭は各距離とも粒径がやや大きく、霧化が十分でないと思われる。これに反してB噴頭は、噴頭直下のボタ落ちが少なく、2～3m付近に粒径の大きいところがあるけれども、比較的粒径が小さいので、試作機にはこれを原案とすることにした。また第3-9図の粒径累加率曲線からみても、D噴頭に比べB噴頭は平均粒径が小さい傾向にある。



第3-11図 微量散布用噴頭
Fig 3-11 Cross-section of ULV blow head (G-ULV-69)



第3-12図 吐き出し量一定装置
Fig 3-12 Equipment for constant discharge rate

出すると、作業者には見えなくなり作業しづらいとされ、これを完全に解決する方法はいまのところ明らかでない。しかしこの試作機は、散布中であることと、散布した液の減量を目視できるようになっている。すなわち、補助タンクは透明な合成樹脂で密閉して作られ、加

圧管がタンク底部までとどいているから、吐き出し口から液剤が流下した量に等しい空気が、管の下側から上へ気泡になって上昇する。したがって作業の初めや作業中は、この気泡の状況に注意さえすれば、散布中であることの確認ができ、タンクに目盛をつけておくと散布量の見当をつけることができる。

第3-11図は、噴管の先に取り付けた噴頭の一例を示したもので、外観は単なる円筒形をしている。液剤は左側の管内の下から右側へ流れ出て、内筒と噴頭の内壁のすき間に達するが、内筒には2個の切欠きがあって、その内側に高速空気流が流れているから、液剤は切欠きから吸い上げられ、切欠きの端で破碎されて霧化し、噴頭の出口から吐き出されるようになっている。このとき液剤と空気の容積比は約1対500,000で、ミスト機の約1:3,000に比べて空気の量が多いから、液剤の霧化は良好で、粒径もきわめて小さい。なおこの先端に扇形の拡がり管を取付けると拡散噴頭になる。

また、補助タンク内は密閉されているため、液剤が吐き出されている間は、加圧管の先端から吐き出し液量に等しい空気が補助タンク上部に噴き上がり、この気泡を外部から見ることによって液剤の散布状態を確認することができる。さらに第3-12図において

H：加圧管先端Cとオリフィスの水頭差

V：オリフィスの流出速度（穴径は一定）

Pc：C面とオリフィスの空気圧の差

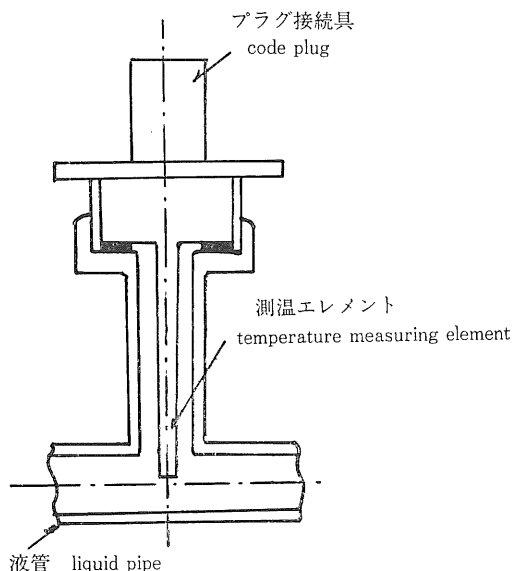
とすると、

P1：液面がAのときの圧力

H1：液面がAのとき、C面と液面との水頭差
とすると、

$$H + H_2 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{P_c}{\gamma} = \frac{V_2^2}{2g} \dots\dots\dots(2)$$

液面がBに下がったときを P_2H_2 とすると、



第3-13図 液温測定装置

Fig 3-13 Apparatus of measuring for liquid temperature

$$H + H_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{P_c}{\gamma} = \frac{V_1^2}{2g} \dots\dots\dots(3)$$

補助タンクが密閉されていると、散布中空気はC面まで下がっているから、C面から上は、

$$P_1/\gamma = -H_1 \dots\dots\dots(4)$$

$$P_2/\gamma = -H_2 \dots\dots\dots(5)$$

で、ともに負圧を示す。この関係を上式に入れると、

$$H + \frac{P_c}{\gamma} = \frac{V_1^2}{2g} = \frac{V_2^2}{2g} \dots\dots\dots(6)$$

で、 $V_1 = V_2$ となり、吐き出し量は液面の上下に無関係に一定 $H + P_c/\gamma$ で、散布中はつねに吐き出し量が一定になる。したがって吐き出し量を調節するには、 H , P_c または流出速度を変えればよい。

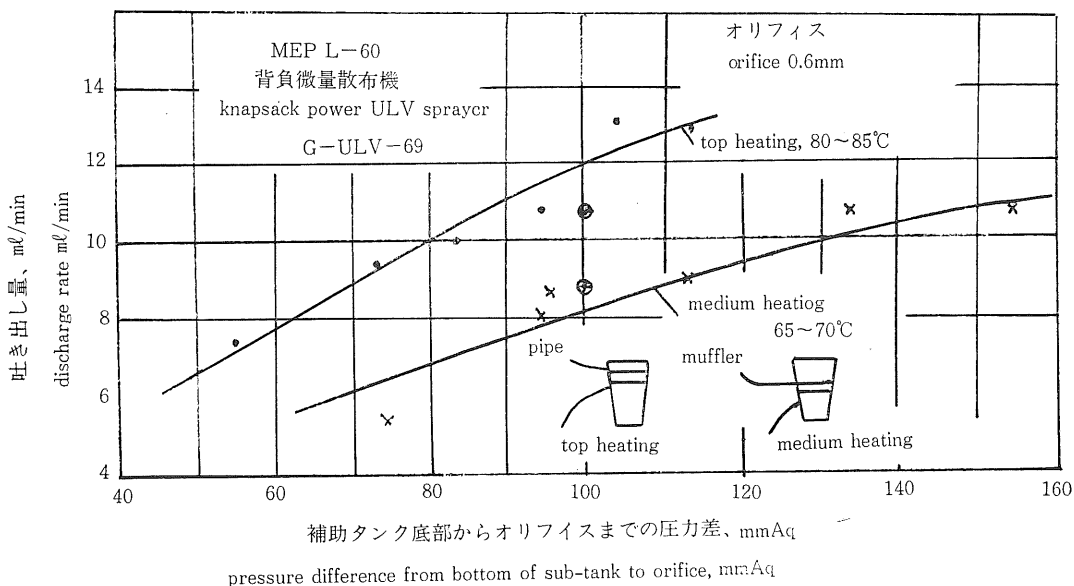
2) 試作機の吐き出し性能

i 目的

試験機によって微量散布液を散布するとき、オリフィスに加える圧力、液温を調節し、吐き出し量の調節範囲を求める。

ii 試験方法

試験機	背負微量散布機 G-ULV-69
使用農薬	MEP L-60, MEP L-80
	KSM L-3
目標吐き出し量	10ml/min
送風機	遠心送風機, 7000 rpm



第3-14図 MEP L-60の吐き出し量

Fig 3-14 Discharge rate of MEP L-60

第3-2表 加熱と吐き出し量

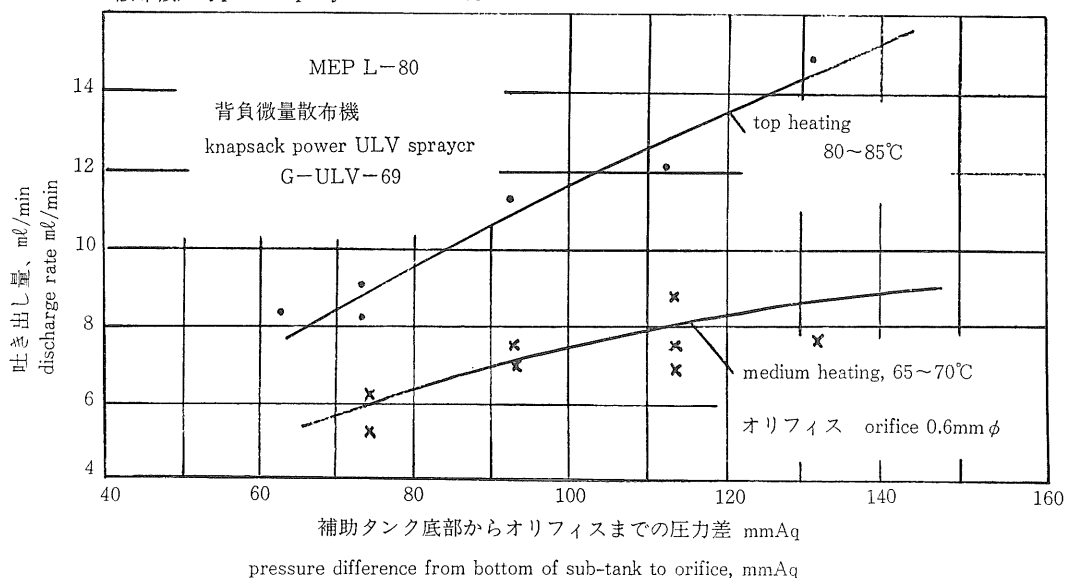
Table 3-2 Discharge rate of blow head used by pre-heating

予熱管位置 position of pre-heating pipe	予熱管と消音器のすき間 gap between pipe and muffler, mm	吐き出し量 discharge rate ml/min	オリフィスでの液温 temperature °C of liquid at orifice
bottom	4	7.9	56—59
medium	2	8.9	65—70
top	0—1	10.9	80—85

remark ; オリフィス, orifice 0.6mm, 送風機回転数, blower 7000 rpm

農薬, pesticide MEP L-60 圧力差, pressure difference 100 mmAq

散布機, type of sprayer G-ULV-69



第3-15図 MEP L-80 の吐き出し量

Fig 3-15 Discharge rate of MEP L-80

温度の調節範囲 18~70°C

圧力の調節範囲 50~120 mmAq

オリフィス穴径 0.6mm

なお、送風機の回転速度はストロボを使用し、温度の測定には第3-13図のサーミスタ記録温度計を用いた。また静圧の測定にはU字管マンノメータを使い、吐き出し量は一定時間後の減少量を20mlのメスミリングで元になるまで補給しながら測定した。なお KSM L-3 は、水溶剤のため粘性が低く、加熱して粘性を下げる必要がないため、補助タンクから直接オリフィスに連絡させ、加熱管を使用しなかった。

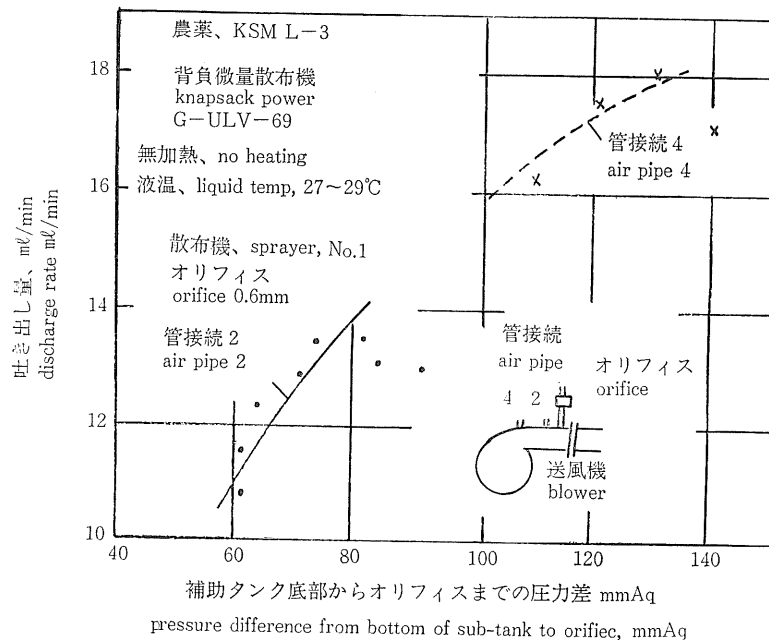
iii 試験結果

第3-14図、第3-15図は加熱管の位置と液剤の吐き出し量の変化を表わしたもので、液剤は MEP L-60 と L-80

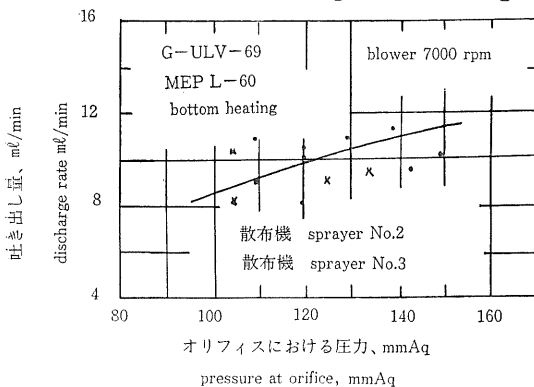
であり、試験機は No. 1 である。top heating とは加熱管の取付位置を最上部にしたもので、消音器と加熱管の隙間が最小になり、管内の液温上昇が大きい。medium heating とは取付位置を中間にしたもので、bottom heating は最下位にとったもので、第3-2表のように下にするほど加熱管の隙間が大きくなり液温上昇が少ない。

第3-16図は、KSM の吐き出し量を求めたもので、補助タンク上部に加える圧力を調節するため、送風機出口側の静圧取出し口の位置を2から4に変えた場合の結果を表わしている。

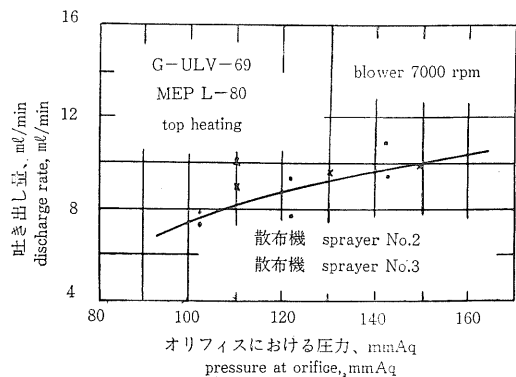
また第3-17図と第3-18図は、No. 2 および No. 3 の試験機を用い、top および bottom heating の位置で、MEP L-60, L-80 を散布した場合の結果で、試作機間



第3-16図 抗生物質液剤の吐き出し量
 Fig 3-16 Discharge rate of ULV antibiotics



第3-17図 背負微量散布機の吐き出し量(1)
 Fig 3-17 Discharge rate of G-ULV-69 (1)



第3-18図 背負微量散布機の吐き出し量(2)
 Fig 3-18 Discharge rate of G-ULV-69 (2)

の性能の変化を検討したものである。

第3-3表は、次に述べる性能および場試験に供した No. 2, No. 3 の性能を L-60 と L-80 について示したもので、第3-17, 3-18図の吐き出し量（多少変動）を使い、散布幅を 6 m とした場合の散布時間、散布速度、散布量の目標を示したものである。

iv 考察

微量散布機の吐き出し量については、

i) 加熱管の取付位置 第3-14, 3-15図および第3-2表に示すように、MEP L-60, L-80とも、top heating と medium heating の差が明らかであり、加熱管の効果が認められる。これは加熱による温度上昇が、液剤の粘度を下げて流動性を増加し、吐き出し量を大きくしたものと判断できる。したがって試作機においては、補助タンクを上下して total head を変える方法のほか、加熱管の取付位置を上下して吐き出し量を容易

第3-3表 背負微量散布機の性能

Table 3-3 Characteristics of knapsack ULV sprayer G-ULV-69

散布機 sprayer	農 薬 pesticide	圧 力 pressure head mmAq	加 熱 heating	吐き出し量 discharge rate ml/min	前進速度 walk speed m/s	散 布 量 appli. rate l/ha	作業時間 work time min/ha
No. 2	MEP L-60 L-80	119 103	bottom top	10.0 7.0	0.28 0.26	1 0.75	100 107
No. 3	L-60 L-80	119 103	bottom top	10.0 8.0	0.28 0.30	1 0.75	100 95

送風機回転数, rpm of blower : 7000 散布幅, swath : 6 m

に調節することができる。

ii) 液剤の濃度 MEP L-60とL-80の相違は第3-3表のとおりで、L-60のほうが溶剤が多くて粘度が低い結果、吐き出し量が多くなっている。

わが国の微量散布農薬は、マラソン、MEPとも、現在水田を主体にして60%に決めているが、将来そ菜などの畑作物に外国なみの96%を散布することになると、高濃度、高粘度の液剤をさらに少ない吐き出し量で散布しなければならない。

それにはノズル穴径を小さくするか、ノズル圧力（ここでは Total head）を小さくするかであり、外国製の散布機といえども同じである。

この研究では、腐食の起こりやすいポンプの使用とノズルのつまりを避けるため、ノズル穴径を0.5～0.6mm以上に設定する考えに立脚しているから、ノズル穴径が大きくなるほど、ノズル圧力（total head）も小さくなり、ポンプを必要としない。

しかし高濃度、高粘度の液剤も将来散布可能にするためには、ノズル圧力を反って大きくしなければ、必要な吐き出し量が得られないことになり、L-96ではポンプの必要が生じてくる。第3-15図はL-80の高濃度、高粘度でも、top heating にすることにより、60～120mmAqの圧力で8～14ml/min散布することができる。このことはL-96でも heating することによって、わずかの圧力上昇で適切な吐き出し量が得られると推定できる。

iii) 静圧取出口 液剤を加熱管で heating すると、小さい圧力でも高粘度のものまで散布できることを述べたが、それは油剤の場合で、KSMのように水溶剤では、粘度が水に近いためこの装置を適用しなくてよい。したがって必要な吐き出し量に調節するには、ノズル穴径とノズル圧力（total head）を変えることになる。この場合もなるべくノズル穴径を大きくし、かつ油剤散布のときと同じノズルを使うとすると、補助タンクを上下してノズル圧力を変えるのみでは十分でないこと

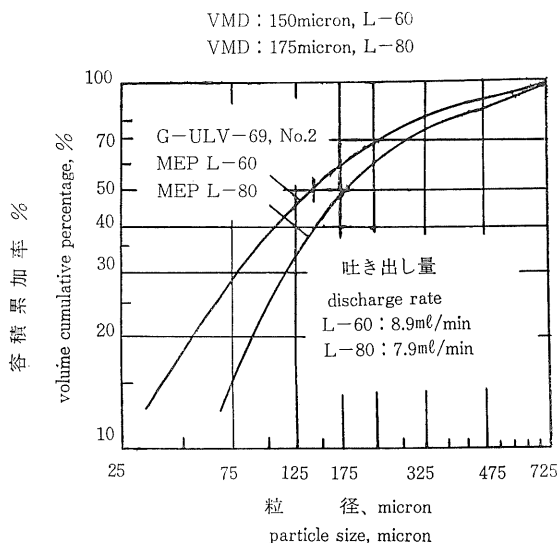
が起り得る。第3-16図において、送風機出口側に設けた静圧取出口は、位置2より4のほうが静圧が大きいかから、口2からとった圧力をオリフィスに加えるより、口4からの圧力をオリフィスに加えたほうが、その値だけ total head を大きくすることができる。

第3-16図は、静圧取出口を2から4に変えることにより、吐き出し量を10～12ml/min から16～18ml/minに増加できることを示している。18ml/minは、現行の単剤散布にはこの場合適用できないが、今後水溶性の混合散布が開発されてくると、ha当り散布量が2ℓになり、実用する場合も考えられる。そしてオリフィスを取換える方法に比べて簡便な場合がある。

ただしこの方法は、吐き出し量の調節範囲を広くするうえに必要であるけれども、現状ではこれがなくてもよいと思われる結果、試作機では静圧取出口を1個所に固定し、他の取出口を備えないことにする。

iv) 試作機ごとの性能変化 試作機は合計3台作られたが、No.2号機とNo.3号機はほぼ同時に供試するため、あらかじめ調節を実施した。第3-3表はその結果を示したもので、両者の間は吐き出し量に関して明確な差がないと考えられ、この相違より条件を同一にしても測定値が約±20%振れる。この原因は実験機であるため加工精度が低かったことと、補助タンクからオリフィスまでの管内にごみや空気が残留して、液剤の流れが変わったためと考えられ、測定値の再現性を保つために改良が必要である。

v) 散布の確認 作業中に噴頭から出る噴霧を確認することは、吐き出し量がきわめて少ないから、一般に容易でない。しかしオリフィスがつまったり、液剤タンクが空になって噴霧がでていない場合、明らかに散布むらになるので、つねにこれを確認する必要がある。試作機に採用した確認装置は、気泡が連続に発生し、ほぼ確認の目的を達することができ、約30%の吐き出し量の増減を気泡発生の状況から予知できた。しかし



第3-19図 背負微量散布機の容積中位粒径 (VMD)
Fig 3-19 Volume medium diameter (VMD)
of knapsack ULV sprayer

約20%以下の変動については、気泡でチェックすることができなかった。

以上を総括すると、MEP L-60およびL-80をhaあたり1ℓ散布するには試作No.2, No.3機を第3-3表のように設定し、散布作業を実施すればよいことが知れた。

3) 粒径分布試験。8), 9)。

i 目的

前述のミスト機に微量散布用噴頭を取付けた基礎実験に続いて、実際の試作背負微量散布機 G-ULV-69 の室内における粒径分布を研究する。

ii 試験方法

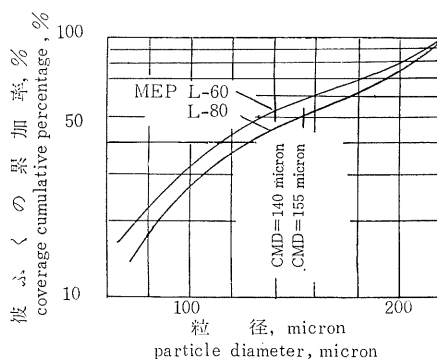
試験機の噴頭の先端から水平に20cm間隔に高さ50cmの木製のスタンドを立て、スタンドの先端と噴頭との垂直距離を50cm、噴管の下向き角度を5度とした。また各測点は相互の影響を防ぐため10cmずらせた。各測点に置くサンプルはミラーコート紙 (9cm×5cm) とし、画紙でスタンドに水平に固定した。

i) L-60の調節条件

加圧管の位置	吐き出し口より1番目
補助タンク位置	下から1目盛目
加熱管取付位置	bottom
振り角度	150度1往復
振り速度	往復6秒

ii) L-80の調節条件

加圧管の位置	吐き出し口より1番目
--------	------------



散布機 applicator: G-U L V-69
農薬 pesticide: MEP L-60, L-80
吐き出し量 discharge rate: 8.9mℓ/min (L-60), 7.9mℓ/min (L-80)
第3-20図 背負微量散布機の被ふく中位粒径 (CMD)
Fig 3-20 Coverage medium diameter (CMD)
of knapsack ULV sprayer

補助タンク位置	下から0目盛目
加熱管取付位置	top
振り角度	150度1往復
振り速度	往復6秒

粒径分布から拡張係数を3として計算した結果は第3-19図と第3-20図のとおりである。粒径は、MEP L-60の容積中位粒径 VMD が150ミクロン、L-80が175ミクロンで、MEP L-60の被ふく中位粒径 CMD が140ミクロン、L-80が155ミクロンで、目標よりやや大きい傾向を示した。なお VMD, CMD については後章で述べる。

4) 作業能率と防除効果。8), 9)。

i 目的

試験機を水田ほ場で散布し、作業能率と防除効果を研究する。

ii 試験方法

試験機は背負微量散布機 G-ULV-69 の No.2 で、第3-4表に示す農薬、試験面積、吐き出し量で実施した。散布量は L-60 が 100mℓ/10a、L-80 が 75mℓ/10a で、散布幅を6mにとったため、作業速度はそれぞれ0.28、0.30 m/s になる。作業時間の合計は散布とその他 (調節、補給、移動の時間) に分けて記入した。理論作業量とは、吐き出し量と散布量から求めた散布について、1時間当たり作業面積を求めたもので、実作業量とは試験面積と作業した合計時間から求めた1時間当たり作業面積で、両者の比を作業効率 (%) とした。

防除効果試験は、使用農薬が MEP の L-60, L-80 で、

第3-4表 背負微量散布機（G-ULV 69, No. 2）のは場試験における作業効率

Table 3-4 Working efficiency of knapsack ULV sprayer (G-ULV-69, No. 2) in field test

農 薬 pesticide	試験面積 tested area(a)	加 熱 heating	吐き出し量 discharge rate (mℓ/mln)	作業速度 walk speed (m/s)	作 業 時 間 work time (min) 合計 散布 その他 total spray other	理論作業量 theoretic- al work area (a/hr)	実作業量 actual work area (a/hr)	作業効率 working efficiency (%)
MEF L-60	5.5	bottom	10.1	0.28	6.18 5.35 0.83	60.5	53.4	88.2
〃 L-80	5.5	top	8.1	0.30	5.96 5.03 0.93	64.4	55.4	86.1

散布量：L-60・1000mℓ/ha, L-80・750mℓ/ha

散布幅：両農薬とも6m

作業速度 (m/s) = $16.7 \frac{\text{吐き出し量 (mℓ/min)}}{\text{散布幅(m)} \times \text{散布量 (ℓ/10a)}}$

理論作業量 (a/hr) = $600 \frac{\text{吐き出し量 (mℓ/min)}}{\text{散布量 (mℓ/10h)}}$

実作業量 (a/hr) = $60 \frac{\text{試験面積 (a)}}{\text{合計作業時間 (min)}}$

作業効率 (%) = $\frac{\text{実作業量}}{\text{理論作業量}} \times 100$

application rate : 100mℓ/ha for L-60 and 750mℓ/ha for L-80

swath : 6m both pesticides

walk speed (m/s)

= $16.7 \frac{\text{discharge rate (mℓ/min)}}{\text{swath (m)} \times \text{application rate (mℓ/10a)}}$

theoretical work area (a/hr)

= $600 \frac{\text{discharge rate (mℓ/min)}}{\text{application rate (mℓ/10a)}}$

actual work area (a/hr)

= $60 \frac{\text{tested area (a)}}{\text{total wok time (min)}}$

working efficiency (%)

= $100 \frac{\text{actual work are (a/hr)}}{\text{theoretical work area (a/hr)}}$

試験区の区画が5.5aで、散布の設定と散布方法は次のとおりであった。

噴管の振り角度	約90度
散 布 幅	約6m
タンク内静圧	69~73 mmAq
吐き出し風量	約7 m ³ /min
吐き出し量	10.1 mℓ/min
オリフィス口径	0.6mm
total head	103~119 mmAq
エンジン回転数	7000 rpm
噴管保持角度	約5度下向き
噴 管 長 さ	0.95m (噴頭共)
噴管振り回数	進行1mにつき約1往復

iii 試験結果と考察

作業効率の結果は表のとおり86~88%で、慣行の動力噴霧機等が約40~60にあるに対し、大きな値になっている。その理由は散布量がきわめて少なく、液剤の補給や散布の調節などの時間が短くなったためである。

防除効果は第3-5表のとおりで、散布後5日目の死虫率がL-60で93.7%、無処理区で5.4%で、L-80では死虫率が92.3%、無処理区で2.9%となり、ともに秀れた防除効果で、かつL-60, 80の間には大きな差がなかった。

5) 液剤の付着と防除効果。9), 8)。

i 目的

背負微量散布機G-ULV-69を実験室内で散布し、測定用紙上の付着指数(以下付着とする)を求め、同一条件で水田内に実際の液剤を散布し、その防除効果と対比する。

ii 試験方法

測定点の設置個所、噴頭の取付および散布方法は前述と同じである。また測定用紙はU式農薬空中微量散布落下調査紙(ミラーコート紙)の9×15cmを用い、同調査指標によって付着を測定した。また散布液剤はMEFのL-60とL-80で、対象害虫はイネのニカメイチュウで、散布7日後の死虫、生虫を各幼令別に調査し、死虫率を求めた。

iii 試験結果と考察

付着は第3-6表のとおりで、散布機より左右それぞれ4m以内は有効な付着と認められ、かつ変動も少なく均一であった。さらにこの範囲内の防除効果は、L-60が、81.6%、L-80が92.3%の死虫率で、その変動も少ないようである。ただしこの場合は、薬量の多いL-80のほうがL-60より防除効果が大きくなっている。

6) 防除効果の連絡試験結果。10), 11), 12), 13), 14), 15), 25)。

第3-5表 背負微量散布機 (G-ULV-69) によるニカメイチュウ防除効果

Table 3-5 Control efficacy of rice stem borer used by knapsack ULV sprayer G-ULV-69

農 薬 pesticide	処 理 treatment	幼 虫 の (頭数/死虫率%) (number n/mortality %) of larva							
		1 令 1st instar		2 令 2nd instar		3 令 3rd instar		合 計 total	
		生虫* sur.	死虫** ext.	生虫 sur.	死虫 ext.	生虫 sur.	死虫 ert.	生虫 sur.	死虫 ext.
MEP L-60	spray (n) (%)***	0 9 0 28.1	2 21 6.3 65.6	0 0 0 0	2 30 6.3 93.7				
	no-spray (n) (%)	2 0 5.4 0	24 2 64.8 5.2	9 0 24.3 0	35 2 94.6 5.4				
MEP L-80	spray (n) (%)	0 0 0 0	1 13 7.1 92.9	0 0 0 0	1 13 7.1 92.9				
	no-spray (n) (%)	0 0 0 0	25 1 73.5 2.9	8 0 23.6 0	33 1 97.1 2.9				

* sur: survival. ** ext: extinction

(1969)

*** 死虫率 = $\frac{\text{各令における死虫数}}{1\text{令}-3\text{令の(生虫数の合計+死虫数の合計)}} \times 100\%$

*** mortality = $\frac{\text{number of extinction in each instar}}{(\text{total number of survival+extinction}) \text{ in } 1-3 \text{ instar}} \times 100\%$

*** 生存率 = $\frac{\text{各令における生虫数}}{1\text{令}-3\text{令の(生虫数の合計+死虫数の合計)}} \times 100\%$

*** survival ratio = $\frac{\text{number of survival in each instar}}{(\text{total number of survival+extinction}) \text{ in } 1-3 \text{ instar}}$

第3-6表 背負微量散布機 G-ULV-69の付着と死虫率

Table 3-6 Deposit rate on paper and mortality used by knapsack ULV sprayer G-ULV-69

農 薬 pesticide	付着, deposit rate										幼 虫 の 死 虫 率 mortality of larva, ****%			
	左右の散布幅, swath m, to right & left(0 is centre) 4 3 2 1 0 1 2 3 4										1 令 1st*	2 令 2nd**	3 令 3rd***	合計 total
MEP L-60	4	6	5	4	4	4	4	6	4		84.2	72.7	66.7	81.6
L-80	5	7	5	4	5	4	5	6	5		95.5	100.0	—	92.3

* 1st: 1st instar, ** 2nd: 2nd instar, *** 3rd: 3rd instar

****: average values in swath. and *** refer to Table 3-5

第3-7表は背負微量散布機の防除効果試験の結果を示したもので1970年(昭和45年)から1973年(昭和48年)の間に、県農業試験場、園芸試験場の20場所について、13種類の微量散布農薬を使用している。散布量は0.9~7 l/haで、散布幅は6ないし8mが多く、U式落下量調査指標による付着も2-4を示す場合が多い。作物はイネ、みかん、キャベツ、ちや、りんご、きゅうり、だいこん

等で、虫害防除が多い。防除効果は高以上とするものがあり、慣行と同等または以上という例が多い。これらは日本植物防疫協会の散布法研究会の事業で、普及に移すべく努力されたが、農薬の作業者に対する危被害に対するデータ不足で、現在散布機、農薬とも市販には至っていない。

第3-7表 試作背負微量散布機 G-ULV-69の防除効果

Table 3-7 Pest control efficacy of knapsack ULV sprayer, G-ULV-69 for trial

試験場所 tested place	年次 period	農薬 pesticide	有効成分 active ingredi- ent mg/ha	散布量 applica- tion rate ℓ/ha	散布幅 swath m	付着指数 deposit rate	平均粒径 particle size micron	作物 crop	病 害 虫 target pest	防除効果 control efficacy	備 考 remark
静岡 Shizuoka	1970	MEP L-60	600	1.0	6	2-10	—	イネ rice	メイチュウ rice stem borer	完 全 perfect	
宮 崎 Miyazaki	1970	MEP L-60	660	1.1	6	1-5	—	イネ rice	メイチュウ rice stem borer	秀 excellent	
茨 城 Ibaraki	1970	DEP L-40	760	1.9	6	1-2	—	イネ rice	メイチュウ rice stem borer	高 high	
		クロロフェ ナミジン chlorophe- nmidin L-50	500	1.0	6	2-3	—	イネ rice	メイチュウ rice stem borer	高 high	
愛 知 Aichi	1970	クロロフェ ナミジン chlorophe- nmidin L-50	580	1.2	6	1-4	—	イネ rice	メイチュウ rice stem borer	秀 high	
		DEP L-40	431	1.2	6	0-1	—	イネ rice	メイチュウ rice stem borer	高 high	
兵 庫 Hyogo	1970	クロロフェ ナミジン chlorophe- nmidin L-50	500	1.0	6	—	—	イネ rice	メイチュウ rice stem borer	高 high	材料腐食 corroton of material
鹿児島 Kagoshi- ma	1970	クロロフェ ナミジン chlorophe- nmidin L-40	625	1.3	6	1-4	—	イネ rice	メイチュウ rice stem borer	低 low	
栃 木 Tochigi	1970	馬拉ソン malathion L-60	545	0.9	6	0-5	—	イネ rice	ヨコバイ leaf hopper	低 low	
		BRMC L-50	576	1.1	6	1-5	—	イネ rice	ヨコバイ leaf hopper	高 high	
		EFN MPMC L-50	615	1.2	6	0-4	—	イネ rice	ヨコバイ leaf hopper	高 high	
千 葉 Chiba	1970	馬拉ソン malathion L-60	600	1.0	6	—	—	イネ rice	ヨコバイ leaf hopper	中 medium	
兵 庫 Hyogo	1970	馬拉ソン malathion	600	1.0	6	1-3	—	イネ rice	ヨコバイ leaf hopper	不 明 not clear	液剤のつまり clogging in liquid system
和 歌 山 Wakaya- am	1970	EPN. MPMC L-50	446	0.9	6	—	—	イネ rice	ヨコバイ leaf hopper	低 low	

和歌山 Wakaya- ma	1970	BPMC L-50	497	1.0	6	—	—	イネ rice	ヨコバイ leaf hopper	低 low	
岡山 Okayama	1970	MEP・マラ ソン MEP malathion L-50	1040	2.1	6	0-1	—	イネ rice	メイチュウ rice stem borer & leaf hopper	秀 excele- nt (borer) 中 medium (hopper) 中	
		MEP. BPMC L-70	1090	1.6	6	0-2	—	イネ rice	〃	medium (borer & hopper)	
宮崎 Miyazaki	1970	MEP, BPMC L-70	1225	1.8	6	1-5	—	イネ rice	メイチュウ ヨコバイ rice stem borer & leaf hopper	高 high (borer) 低 low hopper	
		MEP マラソン MEP malathio L-50	1142	2.3	6	4.4	—	イネ rice	〃	高 high	
新潟 Niigata	1970	KMS L-3	330	1.1	6	1-3	—	イネ rice	いもち病 blast	高 high	
兵庫 Hyogo	1970	KMS L-3	600	2.0	6	1-2	—	イネ rice	いもち病 blast	不 明 not clear	噴霧不良 imperfect atomization
		MEP L-60	600	1.0	6	—	—	イネ rice	メイチュウ rice stem borer	高 high	
		KMS L-3	690	2.3	8	—	—	イネ rice	いもち病 rice blast	不 明 not clear	発生小 low breaki- ng out of pest
栃木 Tochigi	1971	ポリオキシ ン polyxin A L-10	350	3.5	1.5 -4.0	—	—	トマト toma- to	輪紋病 early blight	低 low	
静岡 Shizuoka	1971	PAP L-50	5mℓ /tree	10mℓ /tree	—	1-3	—	みかん citrus	ヤノネカイ ガラムシ arrowhead scale	中 medium	
熊本 Kuma- moto	1971	ケルセン kethane L-30	1200	4	—	1-4	—	みかん citrus	ハダニ red mite	劣 infreior	
		ベンゾメ ート benzo- mate	840	7	—	1-5	—	〃	〃	秀 excele- nt	
宮城 Miyagi	1971	DEP L-40	800	2	—	3-10	200-400	イネ rice	メイチュウ rice stem borer	高 high	
		MEP L-60	576	1.0	6	1-8	—	イネ rice	メイチュウ rice stem borer	完 全 perfect	
栃木 Tochigi	1971	MEP, BPMC L-70	1400	2.0	6	1-9	—	イネ rice	ヨコバイ leaf hopper	秀 excele- nt	

栃 木 Tochigi	1971	PAP BPMC L-70	750	1.5	6	1-9	—	イネ rice	ヨコバイ leaf hopper	秀 excele- nt	
茨 城 Ibaraki	1971	ヒドロキシ イソキサゾ ールhydro- oxyisoxaz- ole L-50	750	1.5	6	1-8	—	イネ rice	紋 枯 病 sheath blight	中 medium	7月16日と30 日の散布 spraying :16 & 30 July
宮 城 Miyagi	1971	PAP L-70	1125	1.5	6	2-8	260	キャベ ツ ca- bbage	アオムシ, コ ナガ worm & moth	秀 excele- nt	
香 川 Kagawa	1971	PAP L-70	2100	3.0	—	1-4	—	みかん citrus	ヤノネカイ ガラムシ arrowhead scale	秀 excele- nt	
愛 姫 Ehime	1971	PAP L-70	3010	4.3	—	2-5	—	みかん citrus	カイガラム シ scale	高 high	
滋 賀 Shiga	1971	MEP L-60	1968	3.3	0-9	5.7	—	茶 tea	ヨコバイ, ハマキムシ leaf hopp- er, tortrix	中 medium	
		BFMC L-50	1660	3.3	0.9	5.9	—	茶 tea	ヨコバイ, ハマキムシ leaf hopper	秀 excele- nt	
		PAP L-50	1520	3.1	0.9	5.5	—	茶 tea	ヨコバイ, ハマキムシ leaf hopp- er, tortrix	秀 excele- nt	
岩 手 Iwate	1972	MEF L-60	2400	4.0	6-10	2-5	—	りんご apple	ハマキムシ tortrix	高 high	dwarfing tree
		ポリオキシ ン polyoxin L-10	600	6.0	6	4-5	—	りんご apple	斑点落葉病 leaf spot	高 high	dwarfing tree
宮 城 Miyagi	1972	PAP L-70	1575	2.3	3-6	2-10	—	キャベ ツ cabb- age	アオムシ, ウワバ, コ ナガ worm loopier moth	秀 excele- nt	
埼 玉 Saitama	1972	マラソン malathion L-60	1200	2.0	—	1-6	—	きゅう り cucu- mber	アブラムシ aphid	高 high	
神 奈 川 Kanaga- wa	1972	PAP L-50	1500	3.0	7	4-8	—	大 根 radish	アブラムシ aphid	不完全 Imperf- ect	
山 形 Yamagata	1973	アセフエー ト acephate WP 50% LV	2000	17.2	6	5.5	—	キャベ ツ cabb- age	コナガ, ア オムシ moth worm	秀 excele- nt	Low Volume Spray

IV 放射化分析法利用による農薬付着の研究

——日本原子力研究所と協同研究——

1. 放射化分析のトレーサの選定と分析方法。 53), 54)。

農薬の区域内付着と区域外飛散による付着を、イネの上、中、下の部位別に精度よく測定するには、ある程度小さい測定物をイネに取付け、しかも測定点数を多くしなければならない。したがって、分析の精度が高く、操作が簡便で、しかも能率の高い方法が必要である。放射化分析は、散布液中にトレーサを溶して散布し、散布後任意の時間に原子炉に入れてトレーサを放射化し、これを計量して農薬付着を測定するもので、散布者やサンプリング者に直接放射能の被害を与えることなく、多数のサンプルを同時にかつ短時間に分析できる特長をもっている。

1) トレーサの具備すべき条件

以上の目的に適するトレーサとしては、

i 短時間の中性子照射に対して生成放射能が高く、トレーサ自体の価格が安いこと。

ii サンプル（この場合はろ紙とイネ葉を供試した。）自体にほとんど含まれていないこと。

iii 多数のサンプルを同時に照射した後、各サンプルを分離して計測するため、操作上非破壊分析が可能であること。

iv トレーサの添加によって農薬の物理性、化学性が変わらないこと。

などが必要である。

2) 照射時間と半減期

放射能生成量は中性子束密度、放射化断面積、照射時間などの関数として表わされる。したがって大きい中性子束密度で長い時間照射を行えば、当然高い生成放射能が得られるが、イネ葉、ろ紙、ポリエチレン袋（サンプルの容器に使った）などの有機物材料においては、放射能による損傷、分解を起こし、操作上適切でない。このため照射時間は $3 \times 10^{13} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$ で20分とし、多くのサンプル数を測定し終るまでの時間を考えると、2時間以上の半減期が必要である。この条件でなるべく高い生成放射能が得られるものには、計算によりマンガン、銅、ユーロピウム、金など14種である。

放射能生成量のみからいえば、半減期が24時間以内の

ものについてみると、ジスプロシウム、ユーロピウム、マンガンが、また24時間以上ではホルミウム、金、サマリウムの順に高い。このうちジスプロシウムにもっとも高い生成量を示すが、半減期がやや短かく、原子炉付近の施設を利用する場合は有利であるが、距離が遠いと不利で、この研究の場合のように東海村で照射した後、大洗町まで移動するには不便である。一方ユーロピウムは照射後5時間以内の経過時には高い値を示し、この研究では有利であると思われる。

3) サンプルのバックグラウンド

イネ葉およびろ紙について $3 \times 10^{13} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$ で20分の中性子照射を行ない、それぞれの γ 線スペクトルを測定し、 γ 線エネルギーおよび放射能の減衰曲線から解析した結果、銅、マンガン、ナトリウム、カリウムの存在が認められた。そして光電ピークの放射能を標準試料と比較し、その含有量を求めた結果、イネ葉 10cm^2 （合計値）当りにカリウムが約 $10\mu\text{g}$ 、マンガンが $14\mu\text{g}$ が含まれていた。またろ紙中には約 $2\mu\text{g}$ のナトリウム、 $0.04\mu\text{g}$ のマンガンが認められる。またイネに取付け、農薬を付着させなかったろ紙を2時間放置しても変化はなかったが、一昼夜放置したものは約10倍のマンガン量が検出され、夜露や土砂などのまい上がりによって汚れたものと推定される。これに対し金、ユーロピウムを同一条件で測定したところ、大きな値が出なかった。とくに金はサンプル中にほとんど存在しないことと、バックグラウンド（Na, K, Mn など）の多いイネ葉サンプルでも、バックグラウンドの減衰をまって測定できるなど、有利な点が多い。しかし金はイオン化傾向が小さく、還元されやすい性質があり、金属または還元物質によって不均一な沈澱を起こし、散布装置の黄銅により沈着が起こる（実験結果では1時間で30%、1日で80%活着する）。したがってこの研究には適当でないと判断できる。

これに対しユーロピウム Eu は、最低検出限界からみてもすぐれ、かつ検出器の一部を改造することにより検出感度を大幅に改善することに成功した結果、支障なく放射化分析が実施できる。ただしサンプルはろ紙のほうが有利で、イネを供試すると1桁程度精度が低くなる。したがってイネ葉は今回使用しなかった。

以上の結果から、ユーロピウムをトレーサとして農薬中に溶解し散布した後放射化分析する方法は、きわめて有利であるとともに、価格の点でも安価であることが判った。

4) トレーサの調節および農薬への調合

Eu₂O₃ (小泉化学薬品K.K.製, 99%) の14g (Eu 12g) を濃硝酸で溶かしたのち、砂皿上で徐々に加熱し、H₂O および余剰の HNO₃ を蒸発させ、農薬 (水溶性 KSM) に対して可溶の Eu (NO₃)₃ とし、散布の直前に農薬10ℓに均一に溶解して、散布機により散布した。

5) 原子炉照射条件および放射能の測定

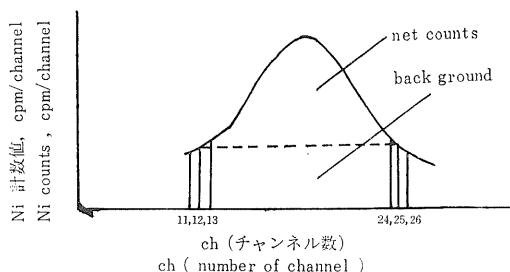
採取されたサンプルをポリエチレンの袋に入れ、加熱シールした後、30個ずつ照射用ポリエチレンカプセルに入れ、JRR-3 気送管で1日につきカプセル6個を各々20分間照射した。なおカプセルごとに中性子束モニターとして、2μg の Eu をろ紙にしみ込ませたものを入れたが、全カプセル (84個) のすべては、中性子束が $2.2 \times 10^{13} \pm 10\% \text{ cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ で均一であった。さらに標準試料として、一定量の Eu および散布に使った調査農薬の一定量も同様に照射した。照射されたサンプルは1個ずつポリエチレンの袋から出し、別のポリエチレン製の棒状容器の底部に入れ、条件を一定にするため上から紙綿で押しつけた。

6) 測定方法

測定は短寿命の防害元素を減衰させるため、照射後一定時間の翌日に測定した。1日の測定量は160～200個で、数時間にわたって実施した。

使用した測定器は、坂東らが開発した低エネルギー用 NaI(Tl)シンチレータ25mm×1mmt を検出器とし、TMC 400 チャンネル波高分析器を含むμ線スペクトロメータで、試料の出し入れは富士通製ウエルタイプシンチ用の自動サンプルチェンジャを一部改造して用い、スペクトロメータと連動させた。各試料の正味測定時間 (波高分析器) は1分とした。また試料と検出器の間の距離は20mmで、その間にβ線を除くため約10mmのパラフィンをおいた。

得られたγ線スペクトルの波高分布記録から、^{152m}Eu (半減期 9.3 時間) の壊変に伴ない、放出される SmKX 線 (Kα=40.1 keV) の光電ピークに着目し、その部分について特定チャンネル区間内の X-ray net counts を次のように求めた。すなわちろ紙の場合12ch～25ch (27～57 KeV) の区間をとり、連続バックグラウンドカウンターの推定には、区間両端のチャンネルの計数の代りに、それぞれ両端のチャンネルの計数を使って、両端の



第4-1図 放射化分析の計数値

Fig 4-1 Counts of Radio Active Analysis

平均計数をだして、それから第4-1図のピークの下の台形の部分の計数を求めた。

$$\text{back ground} = \left(\frac{\sum_{i=11}^{13} \text{Ni} + \sum_{i=24}^{26} \text{Ni}}{3} \right) \frac{14}{2} \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{net counts} = \sum_{i=13}^{25} \text{Ni} - \text{back ground} \dots\dots\dots (8)$$

そして net counts に減衰補正し、散布した調査農薬の試料を標準にとって、各試料ごとについて農薬付着量に換算算出したものが、最終的に示された測定値となっている。

この分析限界は、 $3.9 \times 10^{-8} \text{ mℓ/5cm}^2$ で、KSM がすべて 10 a の平面上に均一に付着したとすると、 $5.0 \times 10^{-5} \text{ mℓ/5cm}^2$ であるから、 $3.9 \times 10^{-8} / 5.0 \times 10^{-5} = 0.8 \times 0.8 \times 10^{-3}$ つまり 1/800まで測定できる。

この研究は、日本原子力研究所 RI 研究室との共同研究のうち、小林昌敏、坂東昭次、富永洋らによる、日本原子力研究所側の分担分である。

2. 放射化分析法による散布試験。7)。

前項によって放射化分析の準備と測定方法が確立したので、放射化分析法を適用して、ほ場における散布試験を実施した。

1) 試験の目的

試作した微量散布機を水田で使用し、散布区域内の農薬の付着量と、区域外への農薬の付着量を求めて防除効果と漂流飛散の資料を得、試作機の改良を計る。

2) 試験の方法と条件

試験期日	1969年 (昭和44年) 8月28日
試験場所	埼玉県北埼玉郡川里村大字境 農業機械化研究所付属農場
試験機	背負微量散布機 (G-ULV-69) No. 1
使用噴頭	直進噴頭、曲がり噴頭

散布農薬 KSM L-3 にトレーサとして Eu を
3.6 g/ℓ 混合

散布量 100mℓ/10 a (1 ℓ/ha)

試験区数 4 区

1 区の大きさ 約30 a

i 研究の内容

i) 直進噴頭と曲がり噴頭の相異

ii) 散布区域内の平均付着量

iii) 散布区域外の風下 5 m おきの距離別付着量

の減衰

iv) 片道散布と 1.5 往復散布の風下付着量の距離別増加の傾向

v) イネ体の上, 中, 下の各部位の付着量の変化

ii 試験時の条件

送風機回転速度 7000rpm

液剤落下側での静圧 319 mmAq

加圧側での静圧 332 mmAq

静 圧 差 13 mmAq

有効液面とオリフィスの差 48mm

total head 61mmAq

オリフィス孔径 0.6mm

液 温 23~30°C

吐き出し量 11.5 mℓ/min

加熱管

使用しない

散布幅

6 m (1 回散布)

散布速度

0.32 m/s

噴管長さ

1.38m (蛇管を含む)

噴頭長さ

0.12m

噴管の振り角度

約90度

噴管の保持角度

上向き約10度

散布方向

風向きに対しほぼ直角

自然風速

1 ~ 3 m/s

風 向

南南西~南南東

以上は計画の値で, 実際は後述するように多少変動した。

3) 試験区の設定

試験区数 4 を第 4-2 図のように分けた。

i 試験区 1

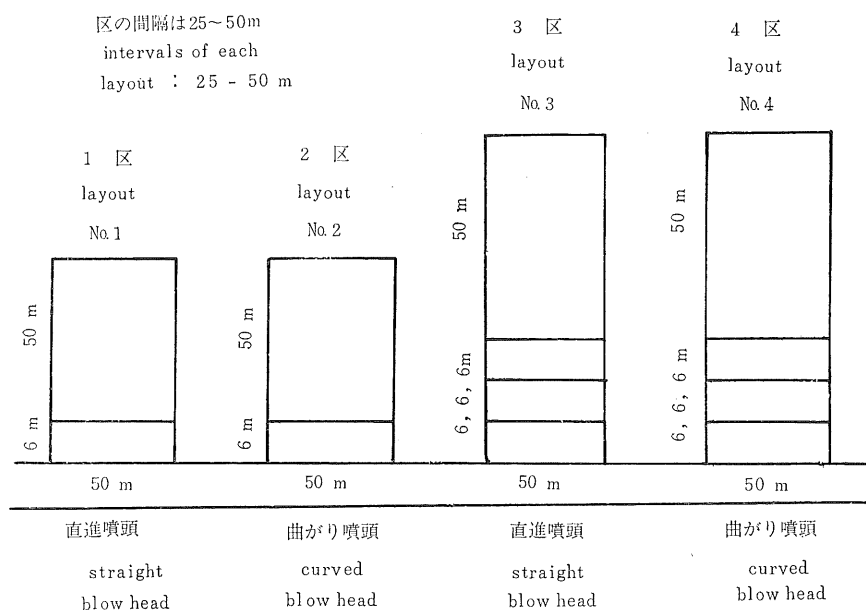
区内を 2 分して 50m × 6 m を 1 個作って散布区域とし, また区域の端から風下に 50m × 50m を区域外飛散区として, 散布機は散布幅 6 m で 50m の距離を 1 回移動した。使用噴頭は直噴頭。

ii 試験区 2

試験区 1 と同じ条件で, 使用噴頭は曲がり噴頭を使用。

iii 試験区 3

区内を 4 分して 50m × 6 m を 3 個作って散布区域と



第 4-2 図 試験区の設定
Fig 4-2 Map of field layout for test

し、散布幅 6 m で 50 m の距離を 1 往復半（3 回散布）移動した。また区域の端から風下に 50 m × 50 m をとり区域外飛散区とした。使用噴頭は直噴頭とした。

iv 試験区 4

試験区 3 と同じ条件で、使用噴頭は曲がり噴頭とした。

なお各区は 25 ~ 50 m の間隔で配置し、相互の影響をなくした。

4) サンプルの設定

サンプルの設定方法は、散布区域と散布区域外とで次のようになっている。

i 散布区域

散布区域内にランダムに 10 測点を選んだけれども、散布機が進行する線より左右への距離は第 4-3 図のようであり、これは各区とも共通とした。また散布区域内の 10 測点は各々上、中、下からなり、イネの草丈約 85 cm のみならずつに相当し、この部位に分析用のろ紙を 1 枚ずつイネに固定した。

ii 散布区域外

散布区域の端の中央から風下に 50 m の線を張り、5 m おきに合計 11 点の測点を取り、イネの上部位置にのみろ紙を固定した。

iii サンプル数

1 および 2 区の散布区内が各々上、中、下の 10 点で $10 \times 3 = 30$ 点、散布区外が 11 点で、合計 41 点である。3 および 4 区の散布区内は、それぞれ 3 個の散布区からなっているが、つねに 1、2 区の同一条件の区があるため、これを除いて 2 個の散布区につきサンプルを設定した。したがって 3、4 区の散布区は $10 \times 2 = 20$ 点の測定点であり、これに散布区域外の 11 点を加えると 31 点になる。1 個の測定点はそれぞれ 10 枚のろ紙からなっているから、サンプルすなわちろ紙の総計は、

$$(41 \times 2 + 31 \times 2) \times 10 = 1440 \text{ 枚}$$

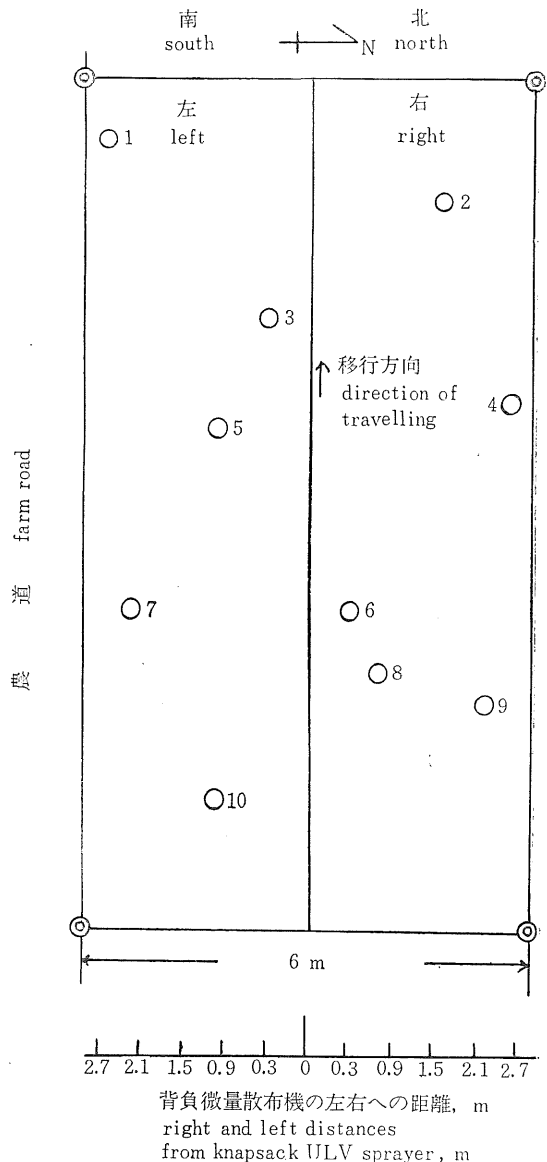
になる。

iv ろ紙と固定方法

ろ紙の大きさは、あらかじめ 9×1.5 cm の矩形とし、イネ葉への取付けおよび取りはずしとき、指先にふれたりステプラーで固定する部分として、両端から 15 cm のところに線を画いた。したがって採取時にこの線から両端を切りはなして、中央のみをポリエチレン袋に入れて集めることにした。したがって分析時のサンプルの大きさは、 6×1.5 cm² になる。

v 採取時間

散布直後にサンプルを採取すると、散布された粒子が



第 4-3 図 散布区内のサンプル位置
Fig 4-3 Sampling situations of a field layout

まだほ場表面や内部で浮遊し、分析結果に大きな誤差を起しやす。この研究では散布後 30 分から 1 時間後に採取し、試験区全部を約 3 時間で採取し終った。

5) 気象条件の測定

散布時における気象条件は、作物に対する付着量並びに散布区域外付着量に大きく関係する。この研究はあらかじめ試験区の風向、風速の時間的変化を検討し、試験条件の項で述べたように、風速が 1 ~ 3 m/s、風向が南

第4-1表 試験時の気象条件
Table 4-1 Meteorological conditions of field test

試験区 No. of layout	時刻 time	自然風速 wind velocity 1) m/s			高さ別気温 temp. °C at each heights			S. R values	風向 wind direction	湿度 humidity %
		max	min	mean	1.5m	5.0m	10.0m			
1	10:00	2.5	0.9	1.7	27.5	28.0	28.5	3.5	S. S. E	85
2	14:20	5.0	2.2	3.6	28.5	28.5	29.0	0.4	S. S. E	71
3	14:40	6.2	0.1	4.1	28.0	28.0	28.0	0	S. E	65
4	15:20	5.1	2.3	3.5	27.0	27.5	27.5	0.4	S. E	70

1): 地表から5mの高さにおける自然風速の平均値, average values of wind velocity at 5 m heights from ground level

南西か南南東になるものと想定し, サンプルをその方向に配置したが, これらは当初の想定とはほぼ一致したといえる。

i) 気象条件の測定項目と測定計器

気象条件はすべて各区の散布時間について測定することとし, 風向以外は自記録装置を使用した。

i) 自然風速 測定器具は矢羽根をもつウィンドミル形風速計で, 増速歯車の代りに多数のスリットをもつ円板を内蔵し, 光源からの光をスリットを通して光電管にうけ, この信号をデジタル計数器と印字器に連続記録させるものである。印字器の応答間隔は1秒, 最小の読みとり風速は0.5m/s である。

ウィンドミル形風速計 太田計器株式会社

デジタルカウンター 小野測器 KK QA5B

デジタル変換器 小野測器 KK QR-321T

デジタルプリンター 小野測器 KK QR-321T

また風速の測定位置は地上より5.0mで, 散布期間中の平均値を求めた。

ii) 高さごとの気温 地表より1.5, 5.0, 10.0mの高さの気温分布を測定した。測点計器は

自記温度計 横河電機 KK ER 6-36型

6打点1分

であった。

そのほか風向と関係湿度を求めたが, 湿度はアースマン湿度計である。

ii) 気象条件の表現

気象条件の表現は, カリフォルニア大学の W.E. Yates と N.B. Akesson の S. R 値を計算することにした。76)。

T_1 : 地上より1.5mでの温度°C (Akesson は2.4 mとしている)

T_2 : 地上より10mでの温度°C (Akesson は9.6 mとしている)

U: 地上より5.0m (Akesson は4.8m) で, 水平方向の自然風の平均風速 cm/sec

S. R: Stability Ratio

$$S. R = \frac{T_2 - T_1}{U^2} \times 10^5$$

で, S. R = -0.1 ~ 0.1 を Neutral, 0.1 ~ 1.2 を Stable, 1.2 ~ 4.9 を Very stable と表現している。

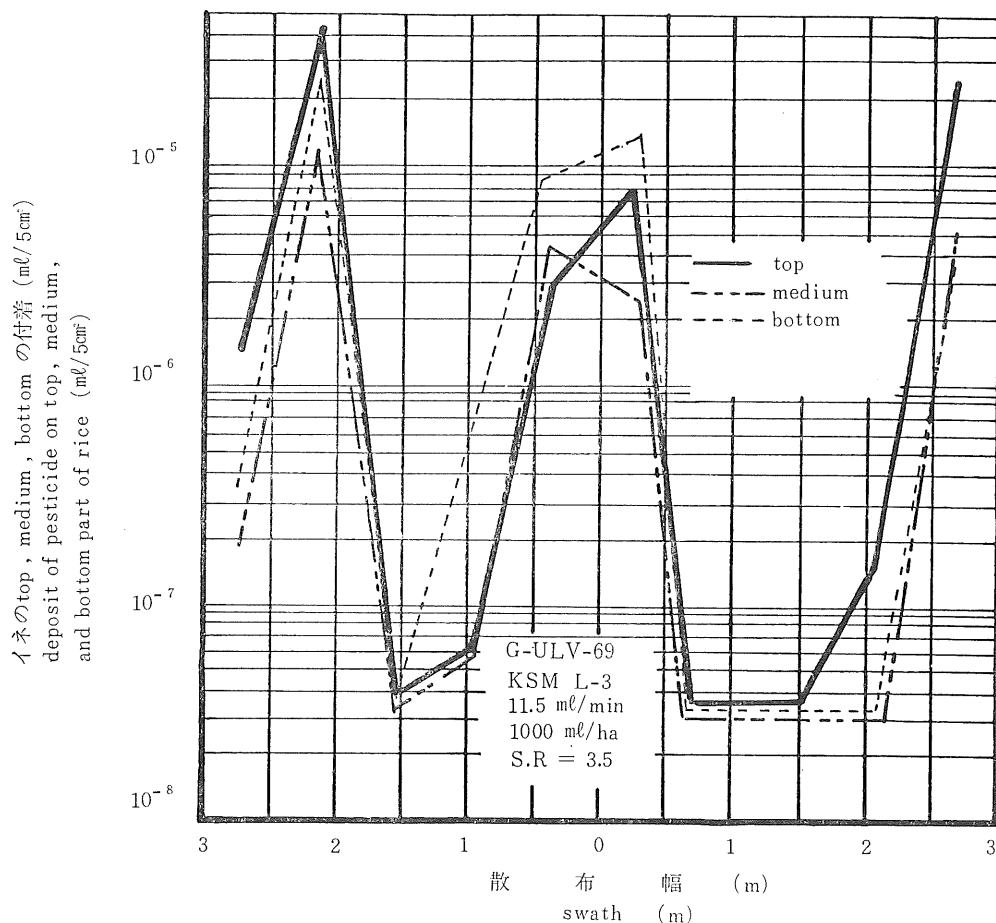
3 結果と考察

1) 気象条件の結果

気象条件の結果は第4-1表のとおりで, 試験区1は Very Stable に属し, Akesson によると, 農薬が散布区域外に付着しにくいといえる。これに対して試験区3では Neutral に属し, 比較的區域外に付着しやすいことになる。

2) 散布幅内の付着 第4-4図は, 試験1の放射化分析の結果を示したものである。散布機を中心にして左右各3mまで付着が考えられ, 合計6mの散布幅があると思われる。

付着量とその分布測定に使った紙は, イネの葉に固定されているため, その分布が立体的で取付け方向がまちまちであり, 農薬がその部分に到達していても, 他の葉にさえぎられて付着しない場合もある。いまかりにこれを無視して, 農薬がまったく平面的に均一に付着した場合の 5×10^{-5} m ϕ と比べると, この値に近いのは左右2.5m付近と中央の1m範囲内となる。その他の距離では, 農薬の付着がきわめて少なく, 均一に散らかっていないといえる。しかしこの値は1回散布のみで, かつサンプル, すなわちろ紙の大きさが5cm² ときわめて小さいうえ, それが立体的に分布しているので, 大きいサン



第4-4 図 放射化分析法を使った付着 (トレーサ: Eu)

Fig 4-4 Deposits of pesticide used by Radio Active Analysis method (tracer: Europium)

ルを平面に置いた場合とは同一に対比できない。

3) イネの上, 中部の付着量 試作機は直噴頭を用いて散布を行なったため, イネの上, 中, 下の付着量がこの場合やや差が認められる。

4) 噴管の振り方と付着の分布 一般に噴管を左右に振ると, 左右両端では噴頭が方向変換するため, 振りの加速度が次第に小さくなって, 噴頭は一空間で停止し, 反対方向に向って次第に加速度が大きくなる。第4-4 図をみるとその傾向が明らかで, 左右両端で付着量が大きく, 両端と中央の間では反対に振り速度が遅くなるから付着が少なくなり, 中央付近でやや振り速度が遅くなっているため, 付着が大きくなったと考えられる。このことはいうまでもなく個人差があるけれども, 大なり小なり考えられることで, 噴管を振りながら散布する方法としては避けられないことである。ただし殺虫剤の

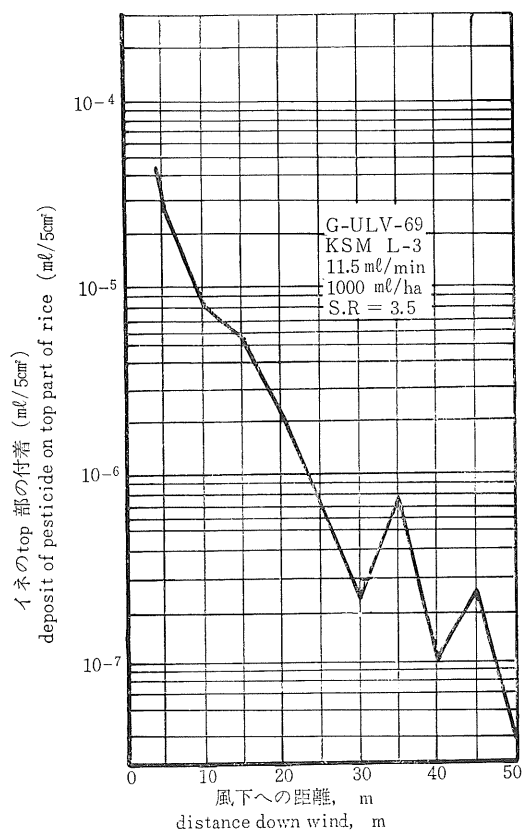
場合は揮発ガスによる殺虫効果や, 農薬のもつ浸透性を考慮する必要がある, 最終的には防除効果の均一性によって判断されるべきものである。

5) 風下への漂流飛散

第4-5 図は, 試験1の区の風下の末端から5 mおきに散布区域外の付着を求めたものである。これを見ると風下へ遠くなるほど付着量の減少が大きく, 50mの地域ではこの放射化分析の分析限界点になっている。そして前に述べた平均的な理論付着量の 5×10^{-5} ml/5cm² と比べると, 30~40mではほぼ 5×10^{-8} ml/5cm² となり, およそ 1×10^{-3} の減少がみられ, 後述のヘリコプタの場合に比べ区域外への付着はきわめて小さいといえる。また外国の航空散布の場合に比べると 1×10^{-2} まで減衰するには, ほぼ300m先の距離とされている。76)。

なお, 以上の考察は試験区1の散布区域内と区域外50

mまでの測定値で、それ以外の結果および考察は、ほぼ同じ傾向であった。



第 4-5 図 放射化分析法を使った漂流
飛散の付着 (トレーサ: Eu)

Fig 4-5 Deposits of pesticide on drift used
by Radio Active Analysis method
(tracer: Europium)

V ヘリコプタ微量散布装置の試作と性能

1. ヘリコプタ下降気流に関する研究。4), 52)。

1) 研究の目的

ヘリコプタに散布装置を取付けて農薬を散布すると、農薬はヘリコプタのロータ（プロペラ）による下降気流によって作物に吹き付けられ、作物の表面のみでなく内部にまで侵入して付着し、必要な防除効果を発揮する。この下降気流は自然風によって容易に打消されないことが必要で、とくに噴霧粒径の小さい微量散布では重要であるが、ヘリコプタの種類や飛行高度、飛行速度によってつねに変化する。以下の研究は飛行の高度や速度に対する下降気流の速度を究明して、散布装置の設計や散布方法の資料を得るものである。

2) 研究の方法

i 測定項目と測定計器

飛行高度	農機研式簡易飛行高度測定器（農業機械化研究所試作工場製）
飛行速度	飛行距離と飛行時間から求める。
下降風速	農機研式多点自記録型風速計（三栄測器，日本科学工業KK製）
自然風速	農機研式デジタル自記録風速計（武田理研KK製）
大気温度	多点自記録温度計（横河電気KK製）
相対湿度	アースマン湿度計

ii 試験条件

大気温度	21～25°C
相対湿度	52～75%
測定時の自然風速	2 m/s 以下
測定範囲	0～40m/s
測定点の数	9点
測定点の間隔	2.5m
測定点の地上高	0.5m

iii 測定方法

測定項目は第5—1表のとおりで

i) 飛行速度 滑走路上の200mの両端にフラグマンを配置し、この距離の進入、退出時間を測定して、飛行速度を算出した。ただし MPH (=1.6 KPH) はメートル単位でないが慣行されているので使用した。

ii) 飛行高度 200mの直線の直角方向の50m

の地点に高度測定器を置き、ヘリコプタ通過時の高度を測定した。計算式は高度計の読みを x cm，高度計の地上高を Δkm としたとき、飛行高度 Hm は、

$$H = 1.49x + \Delta Km \dots\dots\dots (1)$$

である。

iii) 下降風速 滑走路上の200mの終端から50mの点で直角方向の左右に10mずつ、幅20m内に9点の測定台を置き地上から50cmの位置に風速測定用の無指向性接点を固定した。ビシグラフには、ヘリコプタが測定点に接近してから、離れるまでの風速が9本の曲線として画かれ、それぞれ最高風速を確実に図示できた。

iv) 自然風速 測定区域の外にデジタル自記録風速計を置き、糸の方向により風向を測るとともに、自然風速の3秒間の平均値を連続に表示し、かつプリンタに点字した。

v) 大気温度 4mのポールに自記温度計を4点等間隔に取付け温度差を第5—1図のように測定した。

vi) 相対湿度 アースマン湿度計によって、約30分ごとの湿度を測定した。なお飛行速度は、計画値よりの差が±10%以上、飛行高度は±20以上になったとき、ヘリコプタをふたたび飛行させて測定をやり直した。また自然風速が2 m/sになったときは測定を中止した。

vii) 測定値の処理方法 ビシグラフに画かれた曲線から測定点別に分離して、各々の最高風速を読みとった。この結果は測定結果が変動しているため、単なる平均値で判断することが無理と考えられ、分散分析法によって結論した。また自然風は3秒おきの平均値を飛行中について平均した。

3) 測定結果

測定時の試験条件および気象条件は第5—1表および第5—2図のとおりであった。ヒューズ269Bの下降風速は第5—2図のとおりで、測定点の位置により、空中停止のときが4～18m/s、飛行中が0.5～8 m/sの値を示している。ベル47G2は第5—3図のとおりで、空中停止が3～16m/s、飛行中が0.2～6 m/sとやや小さく、KH-4は第5—4図のとおりで、停止時が3～14m/s、飛行中は0.3～9 m/sである。また飛行中の下降風速で、ヒューズ269Bは、40MPHの高度5mのとき右2.5

第5-1表 下降風速の試験条件

Table 5-1 Test condition in downwash velocity

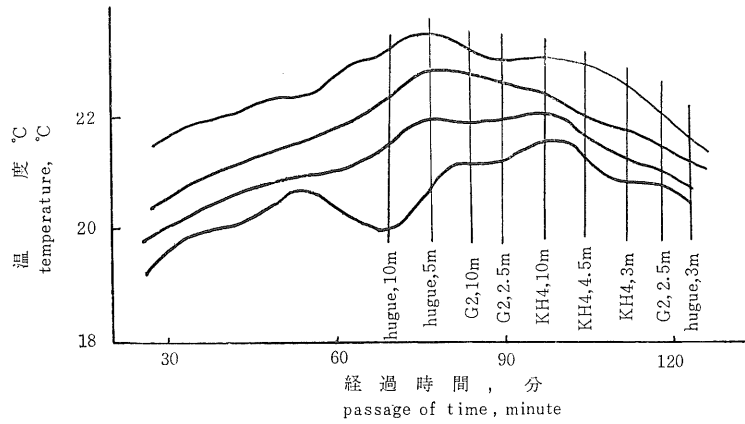
試験番号 test No.	ヘリコプタの形式 type of helicopter	飛行高度 altitude m	飛行速度 flying speed, MPH	平均風速 average wind speed, m/s	大気温度 °C temp. of atom.		相対湿度 relative humidity %
					1 m	4 m	
H-3-0	hugue 269B	3	0	1.5	22	20	71
H-5-0		5	0	1.5	22	20	—
H-10-0		10	0	1.9	23	21	—
H-3-20		3	20	0.3	24	22	74
H-5-20		5	20	1.4	23	21	52
H-10-20		10	20	1.4	23	21	75
H-3-40		3	40	0.5	24	22	74
H-5-40		5	40	1.7	23	21	52
H-10-40		10	40	1.2	23	21	52
H-3-60		3	60	0.3	24	22	74
H-5-60		5	60	0.5	23	21	52
H-10-60		10	60	0.5	23	21	52
G-3-0	Bell G 2	3	0	0.9	22	20	71
G-5-0		5	0	2.0	23	21	67
G-10-0		10	0	1.2	23	21	67
G-3-20		3	20	0.7	25	22	74
G-5-20		5	20	1.0	22	20	75
G-10-20		10	20	0.3	22	20	75
G-3-40		3	40	1.2	25	22	74
G-5-40		5	40	0.5	22	20	75
G-10-40		10	40	1.4	22	20	75
G-3-60		3	60	1.1	25	22	73
G-5-60		5	60	0.9	22	20	75
G-10-60		10	60	0.6	22	20	75
KH 4-3-0	Bell G 3 KH 4	3	0	0.9	23	21	71
KH 4-5-0		5	0	2.2	23	21	67
KH 4-10-0		10	0	1.4	23	21	67
KH 4-3-20		3	0	0.8	25	22	74
KH 4-5-20		5	0	0.9	23	21	75
KH 4-10-20		10	0	1.2	23	21	75
KH 4-3-40		3	0	0.3	25	22	74
KH 4-5-40		5	0	1.2	23	21	75
KH 4-10-40		10	0	1.3	23	21	75
KH 4-3-60		3	0	2.2	25	22	74
KH 4-5-60		5	0	1.5	23	21	75
KH 4-10-60		10	0	0.6	23	21	75

mの地点での下降風速がとくに大きく、KH-4では40 MPHの高度3および5mのとき左7.5mの地点での下降風速がとくに大きい結果を示している。

4) 空中停止時の下降風速

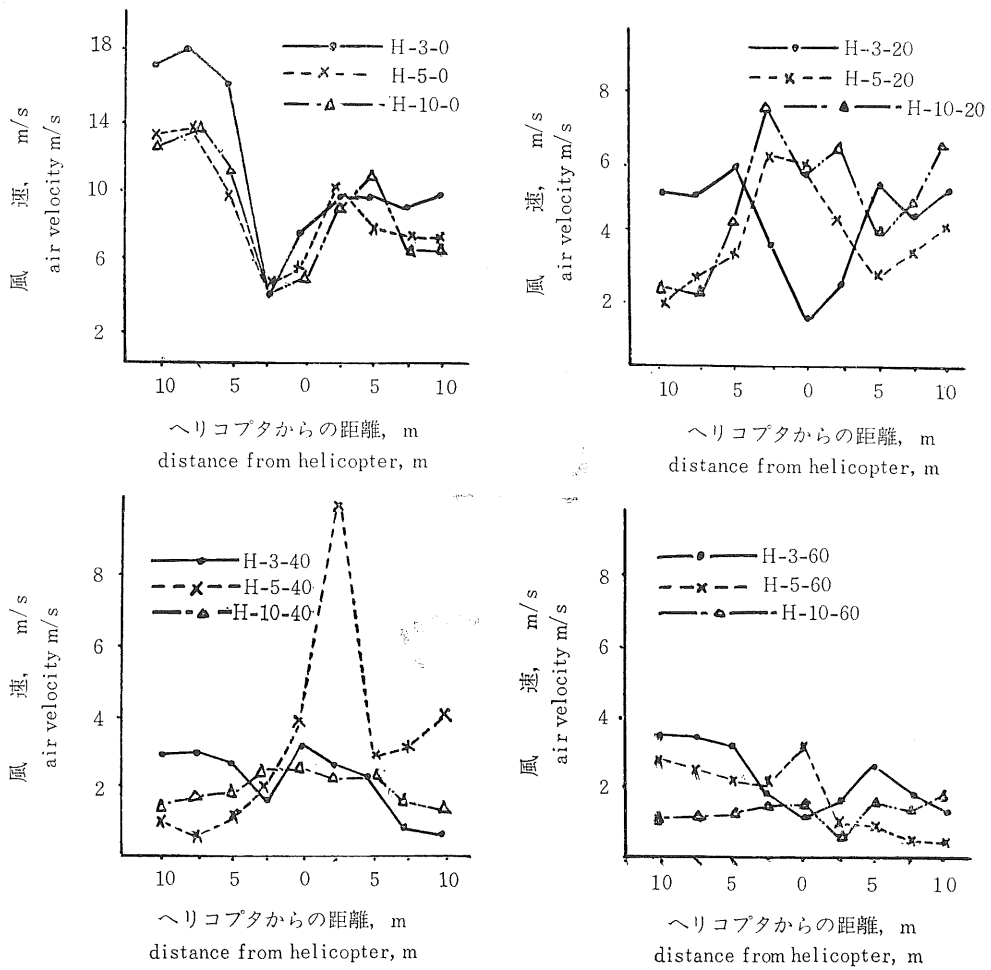
これらの測定値は、その変動が著しいので、統計処理を行なった結果、次のことが明らかになった。

ヘリコプタは、飛行しながら農薬を散布するため、空中停止時の性能はあまり意味がない。しかし空中停止時



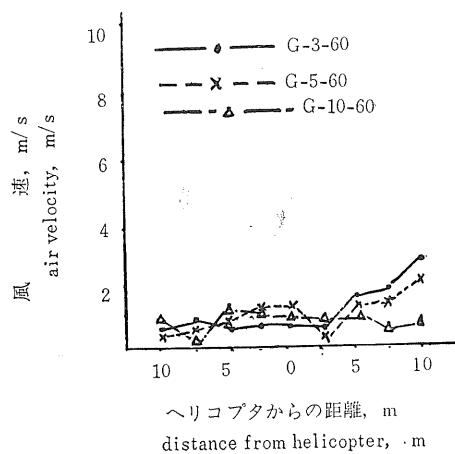
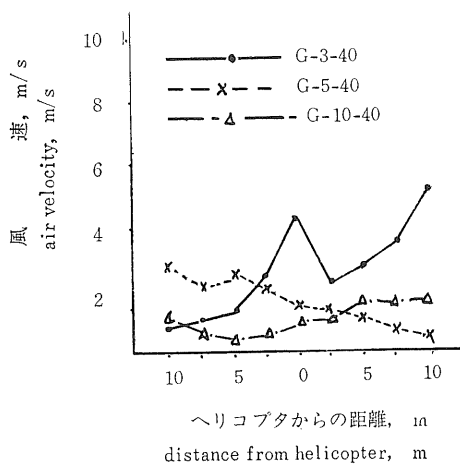
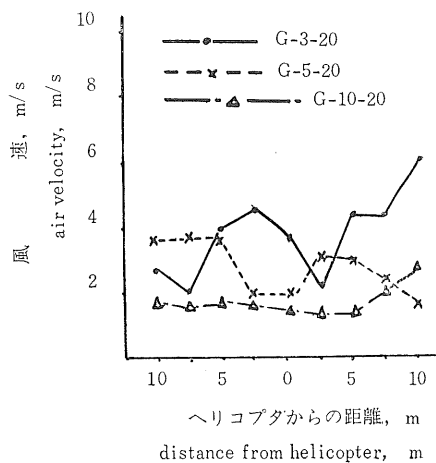
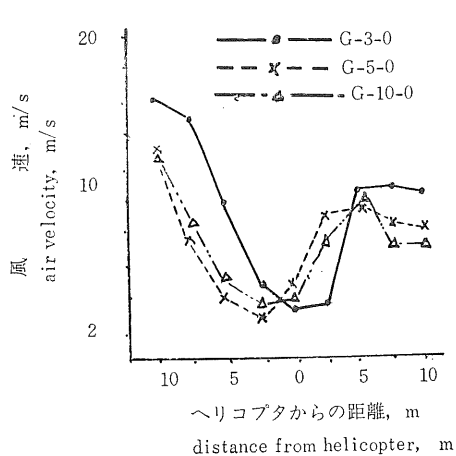
第 5-1 図 試験時の大気温度変化 (H-ULV-67)

Fig 5-1 Variation of atmospheric temperature in test (H-ULV-67)

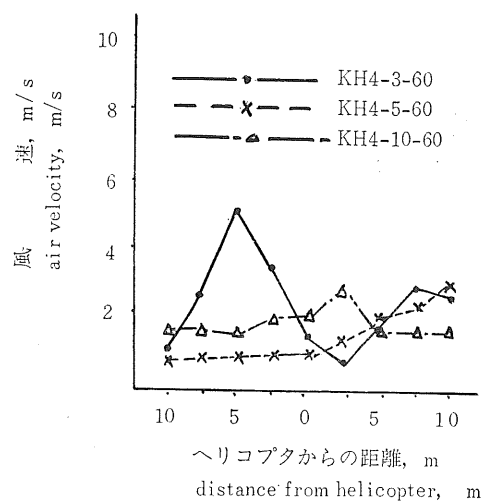
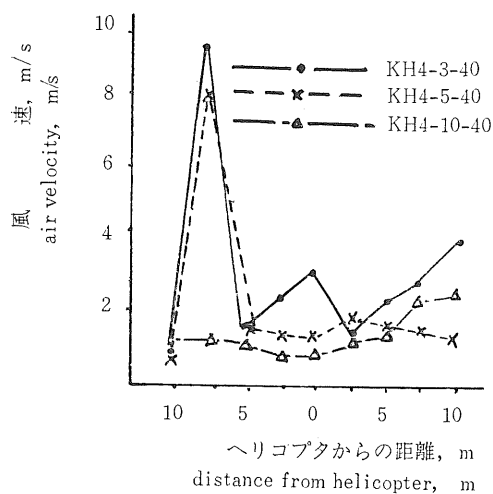
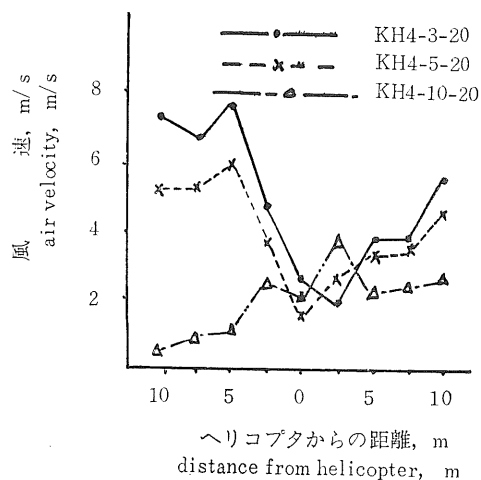
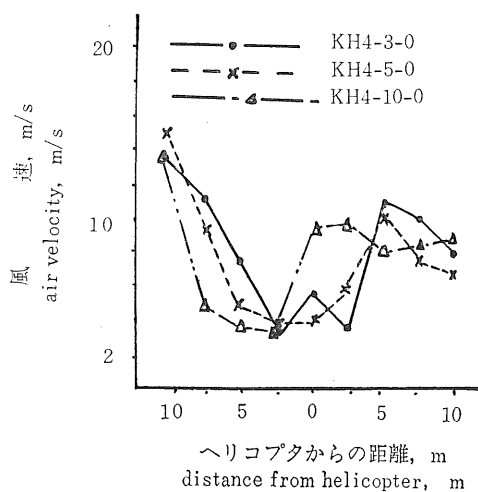


第 5-2 図 ヒューズ 269B ヘリコプタによる下降風速

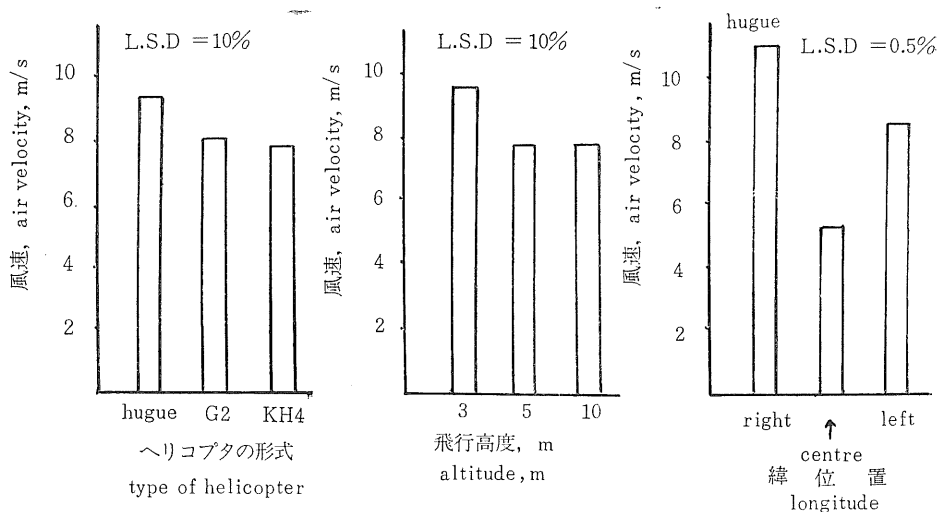
Fig 5-2 Air velocity by downwash of helicopter (hugue 269B)



第5-3図 ベル47G 2 ヘリコプタによる下降風速
Fig 5-3 Air velocity by downwash of helicopter (Bell 47G 2)

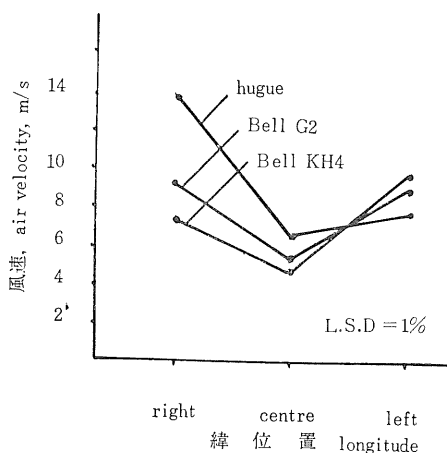


第5-4図 ベルG3KH4ヘリコプタによる下降風速
Fig 5-4 Air velocity by downwash of helicopter (Bell G3KH4)



第5-5図 ホバリング時の下降風速

Fig 5-5 Air velocity by downwash on hovering



第5-6図 形式と緯位置

Fig 5-6 Relation of type and longitude to air velocity on hovering

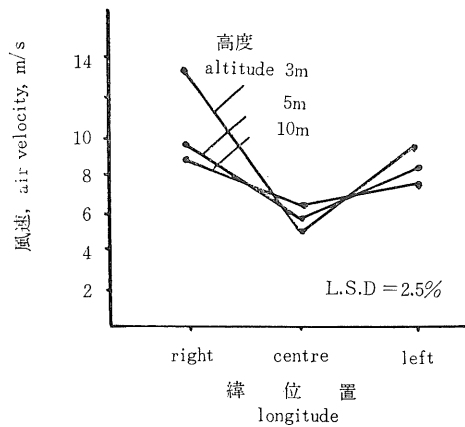
は下降風速が安定し、かつ自然風の影響を受けにくく、またヘリコプタの機種ごとの性能を判定する上では、必要な実験と思われる。第5-5図の結果から、

i 機種（形式）については、ヒューズの下降風速は平均 9.2m/s で、G2の8.0m/s、KH-4の 7.7 m/s に比べて大きい（有意水準10%）

ii 飛行高度については、高度 3 mの下降風速は平均 9.5m/s で、5 mの7.9m/s、10mの7.8m/s に比べて大きい（有意水準10%）

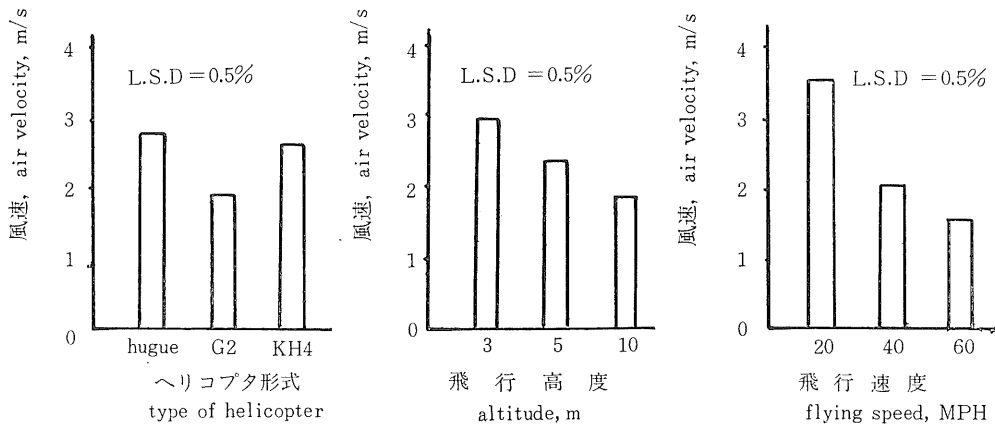
iii 9個の測定点の中心位置の直上をヘリコプタが通過するから、9測定点を3等分し、中央の3測定点の平均値と、右、左各々3個の測定点の平均値を求めた結果では、ヘリコプタの右側の下降風速が 11m/s で、左がこれに次ぎ約 8.6m/s で、中央部が約 5.4m/s でもっとも小さい（有意水準 0.5%）

iv また機種と飛行高度の交互作用はこの場合みられないが、機種と左右、高度と左右についてそれぞれ 1%および2.5%の有意水準で有意なる差が認められる。



第5-7図 高度と緯位置

Fig 5-7 Relaton of altitude and longitude to air velocity on hovering



第5-8図 飛行時の下降風速

Fig 5-8 Air velocity by downwash on flying

これを図示した第5-6図ではヒューズの右側がとくに大きい、その他の機種ではそれほどでない。これは第5-2図から第5-4図の0 MPHの結果が示すとおり、ヒューズでは右側5mから10mにかけて風速が大きいのに比べて、G2、KH-4では、右側5mから7.5mでの風速があまり大きくないからである。

また第5-7図では高度3mのときの右側が、5mや10mに比べて大きいことを示している。これは第5-2図の

ヒューズの3m、第5-3図のG2の3mが他に比し大きいためであろう。

5) 飛行時の下降風速

i 飛行時の下降風速は第5-8図のとおりで、機種についてはヒューズの下降風速は平均2.8m/sで、KH-4の2.7m/sがこれに次ぎ、G2の1.9m/sが比較的小さい。(有意水準0.5%)。これはロータの枚数が多いことや、エンジン出力、機体重量の大きいためと考

えられる。

ii 飛行高度別にみると、高度 3 m が 3.0m/s、5 m が 2.4m/s、10m が 1.9m/s と順に小さくなる（有意水準 0.5%）。この理由は、高度が高いほど地上に達したときの下降風速が小さくなるからで、自然風速を加味すると 10m の飛行高度は意味がない。

iii 飛行速度については、20MPH が 3.5m/s で、40MPH が 2.1m/s、60MPH が 1.6m/s であり、飛行速度が速くなるほど下降風速が小さくなる（有意水準 0.5%）。この理由は、速度が速くなるほどロータ軸が前に傾き、下降風速の分力が小さくなるからである。そのほかには、空中停止時のような交互作用がみとめられなかった。また自然風速を考えると 60MPH の飛行速度は意味がない。

6) 要 約

i ヒューズ 269 B と下降風速の平均は、飛行時で 2.8m/s、ベル 47 G 3 B—KH—4 では 2.7m/s で、ともに実用的である。

ii ベル 47 G 2 の下降風速の平均は、1.9m/s で両者に比し低いと思われる。

iii 飛行速度 3 m および 5 m の下降風速は、それぞれ、3.0m/s、2.5m/s であるが、高度 10m では 2.0m/s 以下となり、実用的でない。

iv 飛行速度については、20MPH の下降風速の平均が 3.6m/s で一番大きく、40MPH では 2.1m/s でほぼ実用できるが、60MPH では 1.6m/s と小さくなって自然風の影響を受けやすく、実用的ではない。

v とくに高度 10m の速度 60MPH は、実際の場合においても不適當である。

2. 微量散布装置の開発に関する研究

1) 設計の基準と構造の原案

微量散布装置として必要な設計基準を、次の諸点のように想定した。

i 市販の防除機の部品をなるべく利用し、装置の構造が簡単で安価なものであること。

ii 1 ha 当り 1～2 ℓ の液剤を均一散布でき、付着液の平均粒径は 80～120 ミクロンであること。

iii 有効散布幅が 18～20m であり、ヘリコプタの飛行速度は 30 ないし 40MPH であること。

iv 液剤タンクの容量は左右で 80～100 ℓ、かつ散布が座席で確認できること。

2) 散布装置の実例

この基準に対し、構造の実例および原案としては、およそ次のようになった。

i ミニスピノズル

この構造はアメリカにおいて、軽飛行機用の液剤散布装置に採用されている。すなわち翼の下部に空気流によって回転する羽根車を設け、これに液剤をあてて霧化するもので、飛行速度の速い場合に適當であるが、微量散布用としては回転速度が低く、ヘリコプタ用には動力によって強制的に高速回転させる特殊の装置が必要である。しかし霧化が確実であるため現在改良が続けられている。

ii 高速ポンプとインパクトノズル

これは現在の地上の動力噴霧機とまったく同じで、ヘリコプタに使用する場合は、ノズル穴径を小さくし、かつ液剤に大きな圧力をかけて、少量の液剤を細かい霧に霧化させるものである。この方法はノズルがつまりやすく、かつ粒径が均一に揃わない点があるが、従来の装置をそのまま利用できるので一応実用されている。

iii 空気圧縮機と有気噴霧

これは一時地上の動力噴霧機に採用されたことがあり、ポンプで加圧された液剤をノズルで空気圧縮機の空気と合流させ、空気と液剤との混合を噴霧するもので、現在の防除機のなかではもっとも粒径が小さい。現在の地上防除機では、動力噴霧機と空気圧縮機を並用することが割高で、かつこれほどの微粒化の必要性がないため市販されていない。

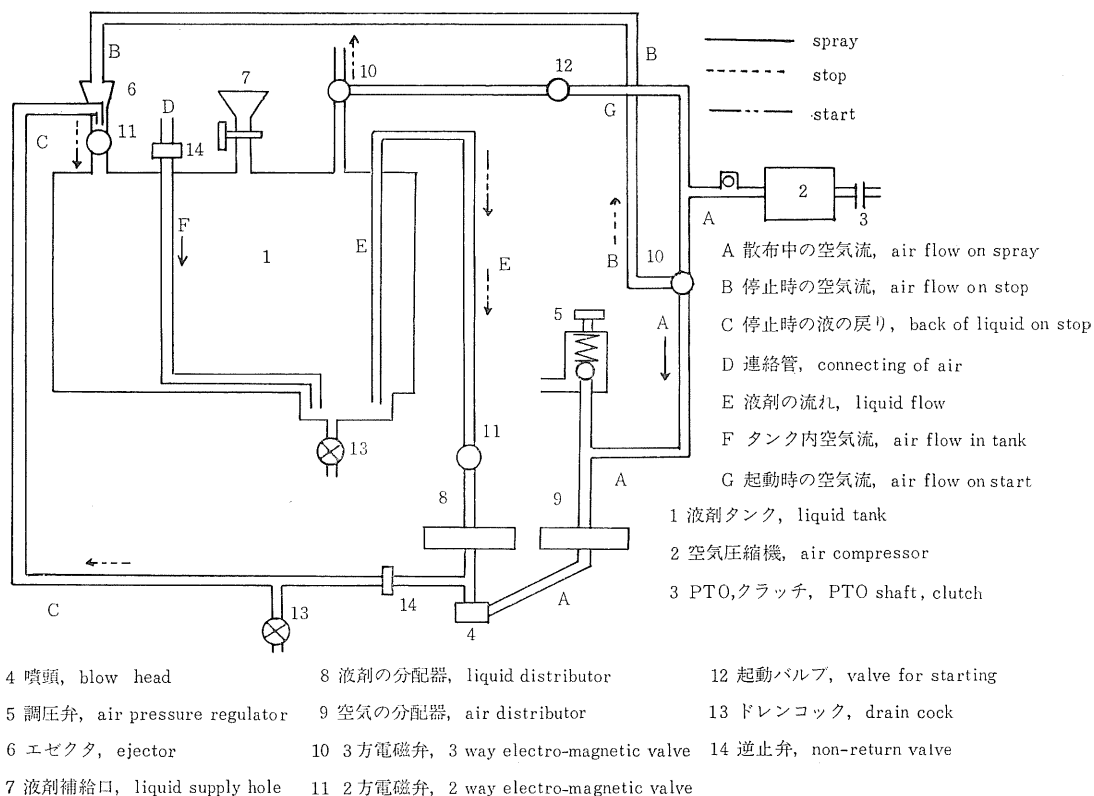
3) 試作機の構造と特長

巻頭の写真 2 はヘリコプタ微量散布装置(H-ULV-67)で、上記の原案を参考にして設計製作された試作機である。

i 試作機の構造

i) 構造の概要 第 5-9 図は試作機の説明図で空気圧縮機と有気噴霧を利用しているが、前項と違い高圧のポンプを利用していない。構造は液剤タンク、空気圧縮機、調圧弁、有気噴霧用の噴頭、電磁弁からなり、液剤の系統と空気の系統とに大別される。

a 液剤系統 まず液剤は、タンク上部の 7 からコックを開いてタンク 1 内に供給され、ただちにコックを閉じてタンク内は大気と絶縁される。散布に際しては空気圧縮機 2 の圧縮圧力(後述)によって薬液が管 E から、二口電磁弁 11 を通って噴頭 4 に達し、管 A から圧縮空気とともに霧化されて外部に噴出する。散布停止のときは、管 E の末端の二口電磁弁 11 が閉じられ、戻り管 C の末端すなわちタンク上部の二口電磁弁 11 が開き、空気圧縮機 2 の圧縮空気管 B につながるエゼクタ 6 によって噴頭 4 内の液剤がタンク 1 に強制的にもどされる。そし



第5-9図 ヘリコプタ微量散布装置の構造 (H-ULV-67)

Fig 5-9 Structure of ULV spraying kit for helicopter (H-ULV-67)

て液剤のみタンク1にもどり、空気はタンクの右上方の三口電磁弁10を通して上方から大気中に放出される。

ただし液剤タンク1に液剤を補給した直後は、液剤の吐き出し管Eのなかには、空気はいっているためサイフォンを形成しないから、地上で噴霧の状態をチェックするとき、サイフォンを確実に形成させる必要がある。それには、すべての弁を散布位置とし、(空気)圧縮機2からの空気管Gのバルブ12を開き、三口電磁弁10から圧縮空気をタンク1内に送ると、タンクの他の出入口は閉されているため、管Eからのみ液剤が出る結果、容易にサイフォンが形成される。

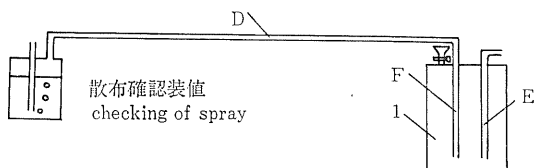
一般にタンク1内の液剤量が減少すると、落差が変化して噴頭から吐き出し量が変化するが、タンク1内に管Eを入れ、Fの上部からのみ空気を入れると、管Eから

の吐き出し量は式(2)から(6)のように一定となる。

b 空気系統 ヘリコプタのPTO軸に圧縮機2を接続し、これによって発生した圧縮空気は、管Aを通過して三口電磁弁10を通り、散布時には調圧弁5を通るとき必要な圧力に調節されて噴頭4にはいり、液剤を十分霧化させて噴頭4から噴出する。散布停止時には三口電磁弁10から管Bにはいり、エジェクタ6を通過して噴頭4内の残液をタンクにもどしながら、タンク上部の三口電磁弁10を通過して大気中に放出される。また離陸直前に噴頭4の噴霧をチェックするときは、前にも述べたとおり管Gのバルブを開いて、弁を散布位置にすると、サイフォンを形成させるとともに噴頭4からの噴霧がチェックできる。

c 散布確認装置 第5-10図は散布確認装置

を示したもので、液剤タンク1が密閉されているため、管Eから流出する液剤と同量の空気が確認装置内にはいり、空気は気泡を発生して管DおよびF内を流れる。この確認装置を透明な容器で作れば、ヘリコプタの座席で気泡をチェックすることにより、液剤が散布されているのが容易にみえる。この装置は無気噴霧の噴頭を多数使用する場合、噴頭口径がきわめて小さく、どの噴頭がつまっているかが不明であるが、有気噴霧の噴頭では、噴頭口径が2〜3mmφと大きいから、個々の噴頭がつまる



第5-10図 散布確認装置 (H-ULV-67)

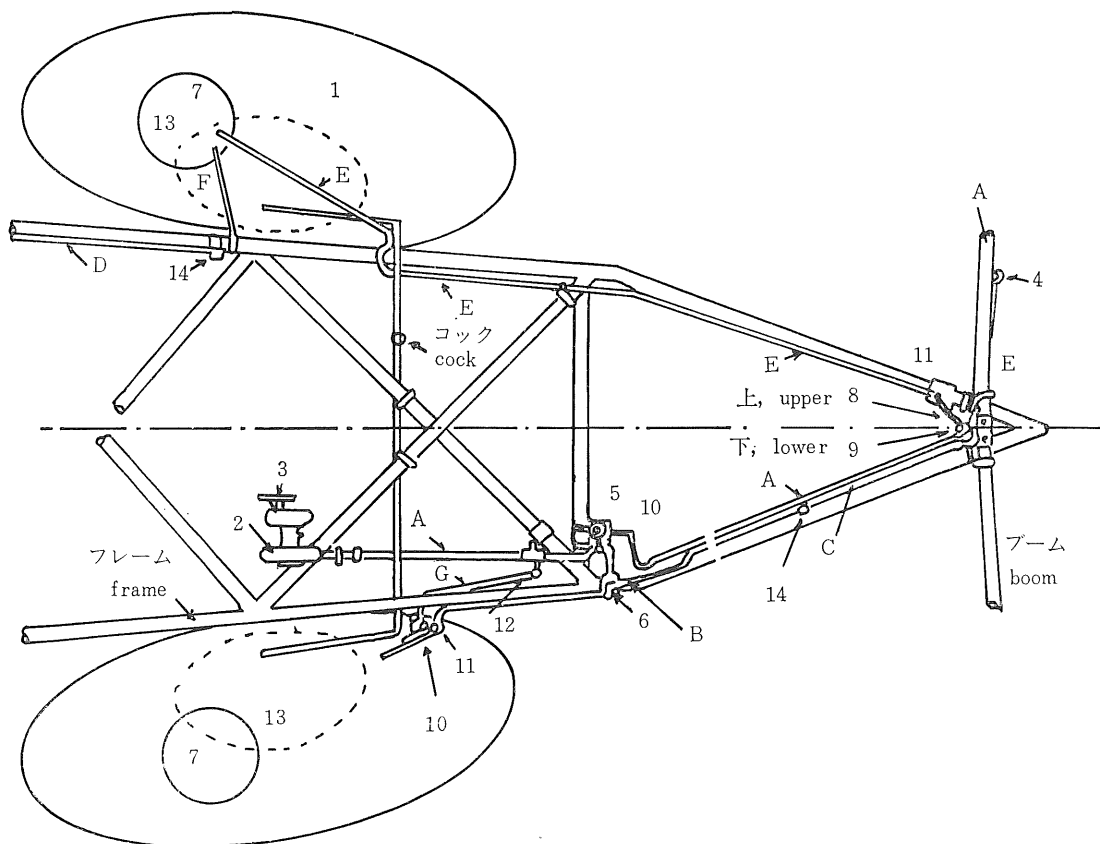
Fig 5-10 Apparatus for checking of spray (H-ULV-67)

ことがなく、電磁弁やサイフォンの異常やタンクの空をチェックするのみで十分である。

ii) 試作機的设计 第5-11図は試作の組立図を示したものである。

a 配管系統 タンク1および圧縮機から送り出された液剤と圧縮空気は、前図のそれぞれの分配器8, 9によって12個の噴頭に別々に分配される。従来の散布装置は分配器なしにブーム管の中央に液剤を送り、左右に分配されるから、ブームの末端でのノズル吐き出し量が少なくなるけれども、1ha当たり30ℓ散布以上ではあまり重要でない。しかし1ha当たり1ℓ散布ではその変動が大きく適切といえない。しかしこの装置は各噴頭がまったく独立し、分配器によって均一に散布されるから、噴頭ごとの吐き出し量の変動は比較的小さいといえる。

b 液剤タンク タンク本体の材料は耐圧と耐食性をもたせるため合成樹脂を使用し、微量散布用であるからタンク内残量を少なくするため、タンク底部に



第5-11図 ヘリコプタ微量散布装置の配管 (H-ULV-67)

Fig 5-11 Piping system of ULV spraying kit for helicopter (H-ULV-67)

さらに凹部をもうけ、最後まで液剤を散布できるようにした。タンク容量は、1 ha 当り 30 ℓ 散布の場合左右各々 60 ℓ とした。ヘリコプタの固定枠は、従来のものとまったく同じで、固定方法も同じ構造に作った。

c ブーム ブームの構造は従来のものと違い、下側は中空のパイプのみで作られ、これが圧縮空気の送気管 A を形成している。

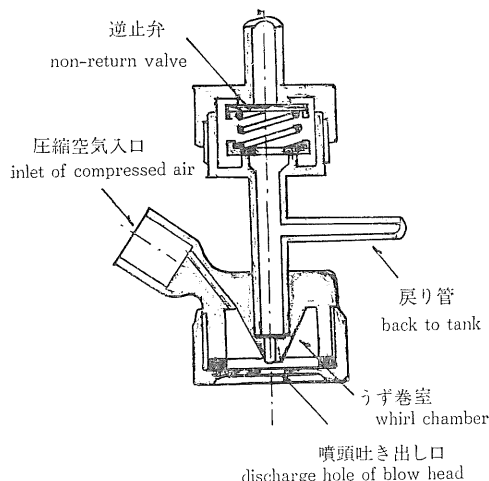
d 空気圧縮機 ヘリコプタの PTO 軸の回転数は約 3,500rpm で、出力は約 3 kw であるから、この出力で所要の圧縮圧力、空気量を得るには、往復動形の圧縮機となる。また PTO 軸の付近は配管、配線が複雑に交互しているから、小型でなければならない。その結果回転数が 7,000rpm となったが、一応ヘリコプタにとう載できた。

e 有気噴霧噴頭 第5-12図は有気噴霧噴頭の構造で、液剤は図の液剤流入口からはいて、噴頭出口の中心に出る。一方圧縮空気は噴頭底部の外周から流入し、うず運動を起こして噴頭出口から噴出するが、この圧縮空気のうず運動の中心に液剤を送り出すから、液剤の吐き出し穴が大きいても、きわめて微細な噴霧を発生することができる。

ii 試作機の特長

この構造の特長として考えられることは次のとおりである。

i) タンクから出る液剤にほとんど圧力をかけないから、噴頭口径が大きいても吐き出し量を小さくすることができ、微量散布用噴頭としては適当である。



第5-12図 ヘリコプタ微量散布噴頭 (H-ULV-67)

Fig 5-12 Blow head of ULV kit for helicopter (H-ULV-67)

ii) 散布中に噴頭の余水をタンクに戻さないので、液剤の温度が上昇しにくく、粘度の変わりやすい微量散布用液剤を、つねに一定の吐き出し量で散布できる。

iii) 液剤のくり出しにポンプを使わないから、特殊な電動機の必要がなく、また電池の消耗がない。

iv) 噴頭口径が大きいから、ごみなどがつまらない。

v) 噴頭における液剤の霧化をポンプの圧力でなく、圧縮空気のうず運動を利用するから、粒径が細かく、かつ揃いやすい。

vi) 一般に構造简单で、市販部品を利用することができ安価である。この構造のなかで比較的複雑なのは圧縮機であるがこれも市販品の一部を改良したものである。

4) 散布機の基礎性能

試作図面によって製作を実施している間に、別の実験機により必要な基礎性能試験を実施した。

i 噴頭の口径試験

実験に供したノズルはアルマン社製の扇形ノズルと地上防除用うず巻ノズルの改良形であった。試験の結果から無気噴霧に属するアルマン製の扇形ノズルは、扇形外周部での粒径が大きく、実用的でなかった。またうず巻ノズルは無気噴霧を第5-12図のように有気噴霧に改造したもので、直径が大きいうず運動が大きくなるよう改良され、名称は液のみでなく空気が入るからノズルでなく噴頭になる。

試験結果は第5-2表のとおりで、マラソンL-60を使った結果である。すなわち噴頭口径は3.0と3.4mm、液穴を2.0mmとする場合が、他の条件に比べて実用的であり、そのときの空気圧は、0.35~0.65kg/cm²、液圧はマラソンL-60の場合85~600mmAq程度で十分であった。また噴頭1個当たりの吐き出し液量は、マラソンL-60の場合58~144mℓ/minで、噴頭を10個使用すると580~1440mℓ/minとなる。

ii 空気圧縮機の容量試験

実験に供した圧縮機は日立スーパーベビコン0.2kwで、噴頭を水中に置いて吐き出し空気量を、目盛容器にとってその体積を求めた。空気量は空気圧により多少異なるが25から35ℓ/minで、圧縮機を駆動する電動機の動力は、ワットメータを用いるとAC100Vで200~220ワットであった。したがって噴頭10個を使用すると、空気圧力0.35~0.65kg/cm²で、空気量は約250~350ℓ/minで、動力は概略2.0~2.2kwと推定される。

第5-2表 ヘリコプタ微量散布機の性能（マラソンL-60使用）

Table 5-2 Characteristics of ULV spraying kit of helicopter used by malathion L-60

噴頭の口径 dia. of dis- charge hole of blow head mm	液剤の穴径 dia. of liquid hole mm	空気圧 pressure of air kg/cm ²	液 圧 pressure of liquid mmAq	空気量 volume of air ℓ/min	吐き出し量 discharge rate of liquid ℓ/min	所要動力 required power watt	粒 径 dia. of particle micron	1.3cm ² 当り粒 数 number of particle per 1.3cm ²
3.4	2.0	0.35	151 226	25	107 128	—	143 83	196 404
		0.5	85 170 252	27	77 109 120	214	105 111 133	296 407 200
		0.65	200 270	35	113 126		93 86	237 460
3.0	2.0	0.35	254 485	25	85 144	200 203	92 81	443 284
		0.5	346 540	29	71 125	212 206	111 90	397 250
		0.65	442 593	31	58 97	220 215	78 85	375 215

散布機：H-ULV-67

spraying kit：H-ULV-67

iii 噴霧の粒径と粒数

実験機を実験室内のクレーン車で高さ3m、速度0.53m/sで移動してマラソンL-60を散布し、床上の付着粒径を測定した。粒子を受けた紙は、ミラーコート紙（オイルレットに浸したものである。測定結果は第5-2表のとおりで、78～143ミクロンの値を示した。一般にミラーコート紙は当時付着粒径が一定時間後約6倍に広がって微細粒まで測定できるとされていた。この結果から

i) 噴頭口径を小さくするほど、噴頭からの吐き出し流量が小さい傾向にある。

ii) 空気圧を高くするほど、噴頭からの吐き出し流量が小さい傾向にある。

iii) また液圧を小さくするほど噴頭からの吐き出し流量が小さくなる。

iv) 圧縮機の空気圧力を高くすると、所要動力は大きくなるが、噴頭10個でも2.2kw程度である。

v) 空気圧および液圧の上昇に対し、この場合平均粒径は一定の傾向を示して増減しない。したがって空気圧、液圧ともにこの範囲では大きくとる必要がない。

vi) 噴頭から落下した液剤の距離別落下粒子の粒径と粒数は、多少噴頭口と液穴の中心が違って左右

不均一なものがあるが、一般に噴頭直下の平均粒径が大きい傾向にある。

以上の諸結果から、噴頭10個当たりの流量吐き出し量は580～1440ℓ/minで、圧縮機の容量は2.0～2.2kw、圧縮空気圧力は0.35～0.5kg/cm²でよく、平均粒径は80～140ミクロンであるから、ほぼ目標とする飛行速度で、実用化できることが知れた。

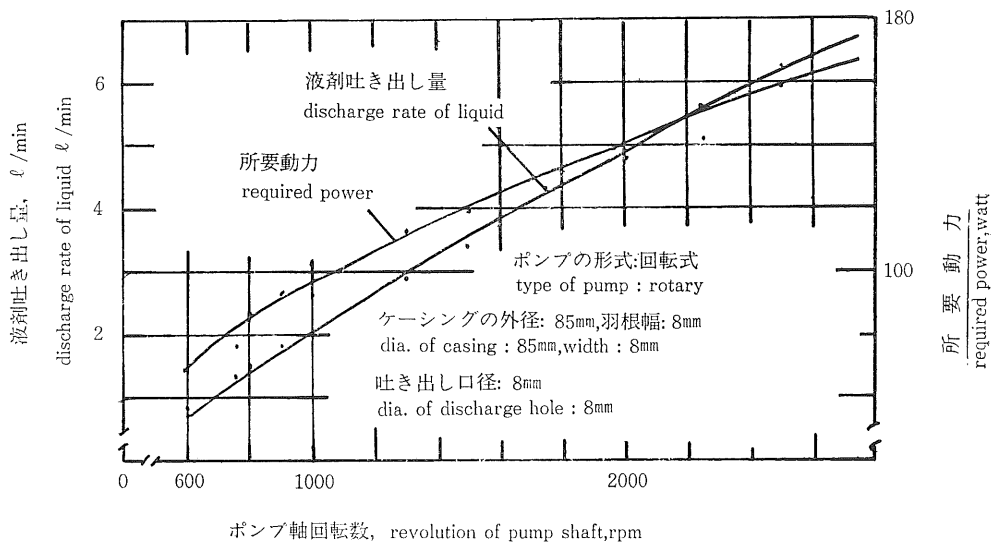
5) 散布機の改良

以上のように試作機は一応の基礎性能を備えたが、構造はやや煩雑で、次の改良の必要が認められた。

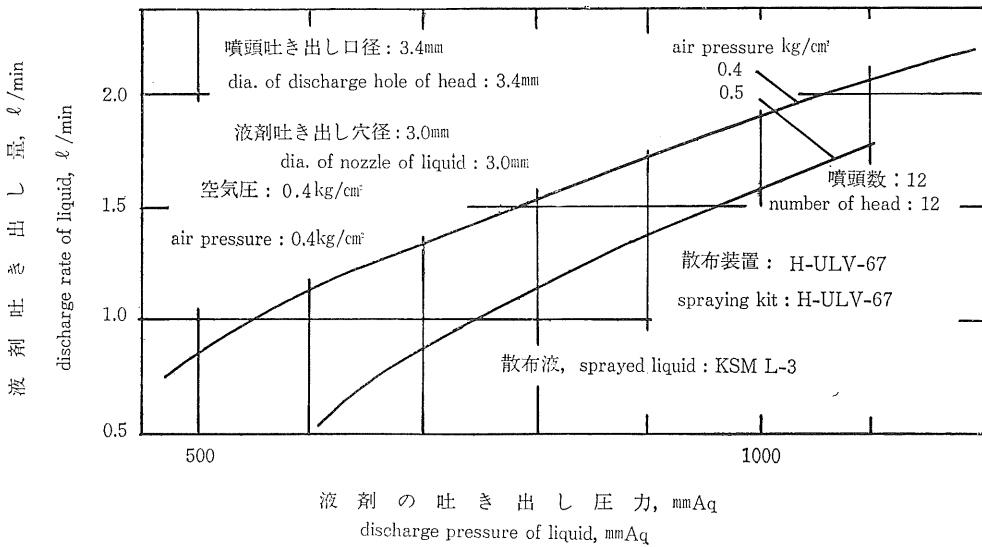
i 改良を要する箇所

i) 電磁弁が多過ぎて割高である。すなわち散布を中止した場合、噴頭からのボタ落ちを防ぐため、電磁弁とエゼクタを使用しているが、散布中止の間でも圧縮機を作動させていると、ボタ落ちが発生しないから、関連装置は不必要である。

ii) 液剤をタンクから噴頭へ送り出す方法として、サイフォンを利用しているが、始動時にサイフォンを形成させるためタンク内に圧縮空気を送り込むと、タンクを耐圧構造に作る必要がある。試作機は当初タンクの耐圧不足で接着部が破損したため補強を要したが、安全性の面からポンプによりタンクから噴頭に液剤を送



第5-13図 微量散布用ポンプの性能
Fig 5-13 Characteristics of pump for ULV spray kit



第5-14図 H-ULV-76 による KSM の吐き出し量
Fig 5-14 Discharge rate of KSM by H-ULV-76

り出す方法が適切である。

iii) 試作機は弁から噴頭までの距離が長く、始動時に噴頭まで農薬を送るのに時間がかかり、かつ農薬の残量損失も大きいから、噴頭直前に圧力で開く自動

弁が必要である。

ii 改良後の構造

改良後の構造は、エゼクタとサイフォン部分をすべて取除き、地上散布用のミスト機のポンプによって、タン

クから噴頭まで液剤を送り出すものである。第5-13図はポンプの性能を水について測定したものである。

また従来の大容量のタンクとは別に、20ℓ入りの市販のかんを直接ヘリコプタに取付け、周囲の枠で補強したが、耐食性のあるかんをそのまま利用し、タンク容量も十分である。ただし耐圧は0.35~0.5kg/cm²以上にする必要がある。

改良噴頭の構造は板弁とバネからなり、電磁弁が開いて圧力のかかった液剤が板弁を押し開けて通過するが、電磁弁が閉じると自動的に液剤が止まる構造である。

iii 試作機の性能

前項にのべたとおり、実験室内での基礎データは一応明らかになったが、これを試作機として製作し、実際のヘリコプタに取付けた状態では、多少性能が違ってくる。そこで試作機をヘリコプタに取付けた最終段階で、水とはほぼ同じ KSM L-3 (圃場試験で使用する予定したもの) を用いて吐き出し量を測定した。

噴頭の空気口径	3.4mm
噴頭の液穴径	3.0mm
圧縮機の空気圧	0.3~0.5kg/cm ²
噴頭入口の液圧(水柱)	500~1200mmAq

また使用液は水および KSM L-3 とし、噴頭個数は12とした。とう載したヘリコプタはベル47G 2で、圧縮機、ポンプ、調圧弁、液剤タンク、噴頭を装着し、地上で計測を行なった。

試験結果は第5-14図のとおりであり、吐き出し量は空気圧 0.4kg/cm²、液の水柱 800mmAq のとき 1.5ℓ/min で、空気圧0.4kg/cm²、液の水柱1100mmAq のとき 2.0ℓ/min であった。この値は飛行速度、散布量から考えると次式において

$$Q \text{ ℓ/ha} = \frac{600 \times q \text{ ℓ/min}}{V \text{ km/h} \times L \text{ m}} \dots\dots\dots (1)$$

q : 噴頭全吐き出し量 ℓ/min

V : 飛行速度 km/h

L : 散布幅 m

いま q=1.5ℓ/min, V=48km/h, L=18m とすると、Q=0.94ℓ/ha となり、q=2.0ℓ/min では V=64km/h のとき、Q=0.94ℓ/ha で目標値と一致し、この諸元を次の圃場試験で採用した。

3. 試作微量散布装置のほ場試験 (放射化分析利用、京都大学への委託研究)。4)。5)。

1) 研究の目的

前章で試作したヘリコプタ微量散布装置を実際のほ場で使用し、装置の性能を測定して実用性を究明する。す

なわち、

i 試作装置による有効散布幅と散布量を確認し、設計基準が満足されているかを検討する。

ii 水稻の生育後期において、この装置による稲体の部位別(上、中、下)の付着量を、放射化分析を利用して追求する。

iii 試作装置によって発生した噴霧が、その距離まで自然風によって飛散したかを、同じく放射化分析によって測定する。

2) 研究の方法

i 実施場所および期日 実施場所は新潟県西蒲原郡巻町、西蒲原土地改良区鎧潟地区出張所の干拓水田で、試験期日は昭和42年7月29日から30日であった。

ii 試験機 前章で説明した農機研試作ヘリコプタ微量散布装置 H-ULV-67 形を使用し、散布諸元を第5-2表から検討した。

iii 試験農薬 使用した農薬は、北興化学KKの KSM L-3 (3%) に硫酸マンガンを溶解したもので、KMS 液10ℓに硫酸マンガン3kgの溶液である。

iv 試験条件

i) 噴頭の口径 噴頭口径を3.4mm、液剤の吐き出し口径を2.0mmとした。

ii) 噴頭個数 ブームの長さ4.0mに合計12個の噴頭を取付けた。

iii) 想定散布幅 18ないし20mとした。

iv) 空気圧、液圧、噴頭吐き出し量 空気の入力圧力は、0.4kg/cm²、液剤の噴頭吐き出し圧力は水柱にして800および1100mmAqとしたため、噴頭12個の吐き出し量は1.5および2.0ℓ/minとなる。

v) 散布量 1ha当たり散布量は1ℓとした。

vi) 飛行高度と速度 飛行高度を3ないし8mとし、飛行速度は48および64km/hrとした。

vii) 試験区数 試験区数はA,B,C,D区とし、それぞれ第5-3表の試験条件とした。

v 測定項目および測定器

i) 有効散布幅内の上、中、下付着量 この装置の有効散布幅を20m(実際は18m)と仮定し、その中の12個所のイネの上中下の葉に、ろ紙をクリップではりつけ、散布された液剤をうけて測定した。試験区はA,B,C,Dの4区で、上中下のほか、飛行位置より風上側(東)と風下側(西)とした。測定の位置は飛行位置より0, 2.5, 5, 7.5, 10, 15, 20mの各点であった。なお上部とはイネの草冠より約10cm下、中部とは地

第5-3表 ほ場試験時の気象条件 (H-ULV-67)

Table 5-3 Meteorological condition in field test of H-ULV-67

試験区 test field	飛行高度 altitude m	飛行速度 flying speed km/h	大気温度 °C atmospheric temperature °C					相対湿度 relative humidity %	風速 wind speed m/s
			surface	25cm	50cm	150cm	250cm		
A	14.4	45.8	26	28	30	31	31	71	1.0
B	10.0	51.8	26	28	30	31	31	71	1.0
C	6.0	53.5	26	28	30	31	31	71	1.0
D	7.5	62.2	27	30	31	31	31	67	2.4

エンジン回転速度: 3100rpm

風向: NE

engine rpm: 3100

wind direction: NE

試験期日: 1972年(昭和47年) 7月29~30日

date of test: 29-30 July, 1972

試験場所: 新潟県西蒲原鎧潟

place of test: Yoroigata, Nishikanbara, Niigata Pref.

第5-4表 ほ場試験時の散布条件 (H-ULV-67)

Table 5-4 Adjusting condition for spray in field test (H-ULV-67)

試験区 test field	飛行高度 altitude m	飛行速度 flying speed km/h	空気圧 air pressure kg/cm ²	液圧 liquid pressure mmAq	吐き出し量 discharge rate ℓ/min	散布量 application rate ℓ/ha
A	14.4	45.8	0.4	800	1.5	0.98
B	10.0	51.8	0.4	800	1.5	0.98
C	6.0	53.5	0.4	800	1.5	0.98
C	7.5	62.2	0.4	1100	2.0	0.94

散布機: H-ULV-67

散布農薬: KSM L-3

使用トレーサ: Mn (硫酸マンガソ30%)

噴頭吐き出し口径: 3.4mm

液剤吐き出し穴径: 2.0mm

ブーム長さ, 噴頭数: 4 m, 12

散布幅: 18~20m

spray kid: H-ULV-67

sprayed pesticide: KSM L-3

used tracer: Mn (MnSO₄ 30%)

dia. of blow head: 3.4mm

dia. of liquid discharge hole: 2.0mm

length of boom, number of head: 4 m, 12

swath: 18~20m

上高60cm, 下部とは地上高30cmの位置とした。

ii) 散布区域外への飛散による付着量 飛行中心の左右各々200mの一定距離ごとに, 上向き採取板を設けて, 板に固定したろ紙の付着量を測定した。なお上向き採取板の位置はイネの高さとした。

iii) 付着量の放射化分析 この研究に用いた放射化分析法は, 試料すなわちろ紙を原子炉に入れ, きわめて大きい中性子束にあてて, 試料中の特定元素中にある核種(この場合は ⁵⁶Mn)に核反応を起こさせ, 生成した放射性核種の特性と強度(γ線)を測定し, 強度から核種の量(付着したMn量)を求め, 付着農薬量に換算するものである。この場合中性子のエネルギーが増大すると中性子の共鳴吸収を起こして複合核を生成するが, 共鳴吸収を示すエネルギーは核種によってまったく特

徴的に現われるが, この点が他の核種(Mn以外の元素)が多少含まれていても, 試験に利用した核種のみを選択しその付着量を容易に計測できる理由である。

試験片は一定の面積にそろえてポリエチレンフィルムで包み, さらにポリエチレンチューブに封入する。このとき標準試料もあわせて封入する。このチューブを圧気輸送管で京都大学原子炉の炉心(熱出力1000kwにおいて熱中性子束 5×10^{12} N/cm²/sec)に挿入し, 一定時間照射した。照射後冷却してからγ線測定を開始したが, 測定器はRCL社製512チャンネル波高分析器によったが, γ線スペクトロメトリーに要する時間は1試料当たり約2分で, 他の核種の妨害もなく容易に測定することができた。

iv) 気象条件の測定 ほ場において測定し

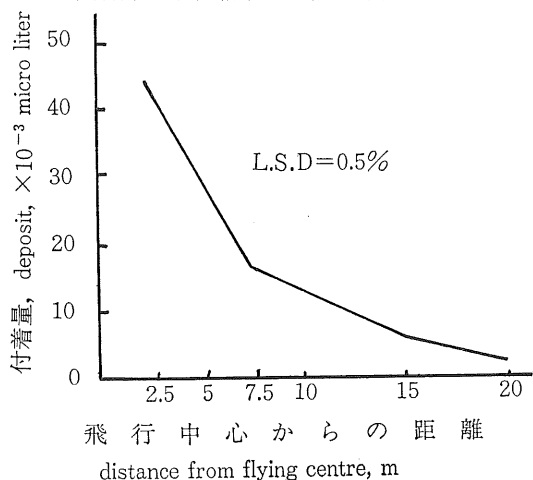
た自然風速は狩野科学製の熱線風速計で、最小目盛が0.2m/sで、飛行中の平均風速を求めた。また風向はコンパスと発煙皿を用い、地表の温度を高さ0m~2.5mについて、横河製多点自記録温度計によって自記させた。湿度はアースマン湿度計を用いた。これらの測定位置は、風上の試験区外を選んだ。

v) 飛行諸元の測定 ヘリコプタの速度は、一定の飛行距離を通過する時間を測定して求め、また飛行高度は飛行中心位置より一定距離はなれた位置で、ヘリコプタの仰角を計って計算により求めた。

3) 測定結果

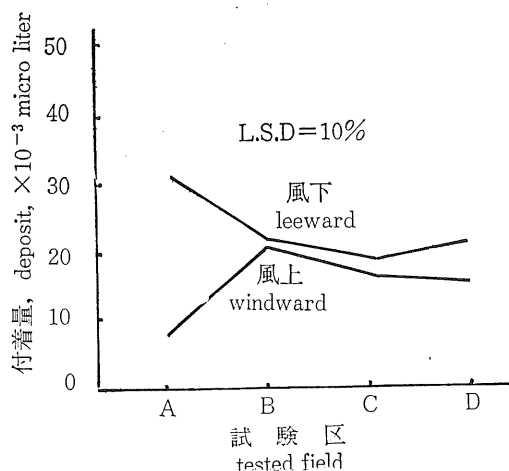
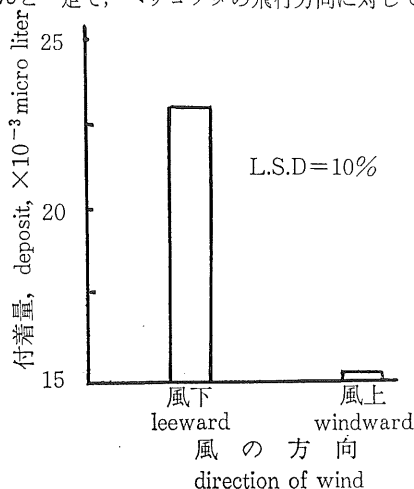
i 気象条件の測定結果は第5-3表のとおりで、散布時間が午前7時頃になったため、自然風速が多少吹き始めている。

ii 飛行諸元の測定結果は、第5-4表のとおり



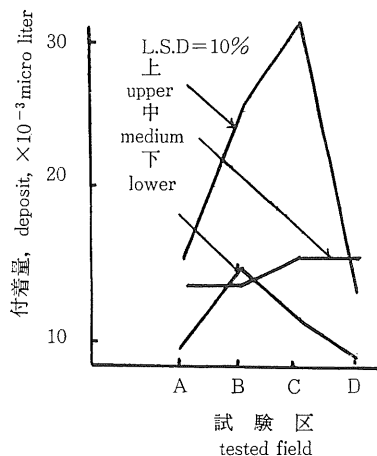
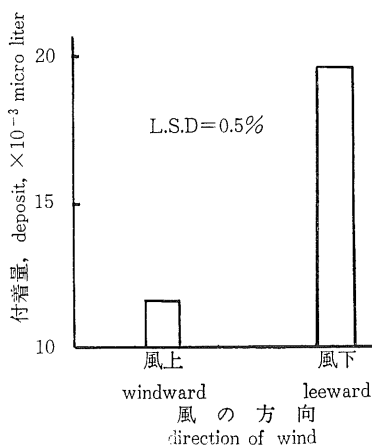
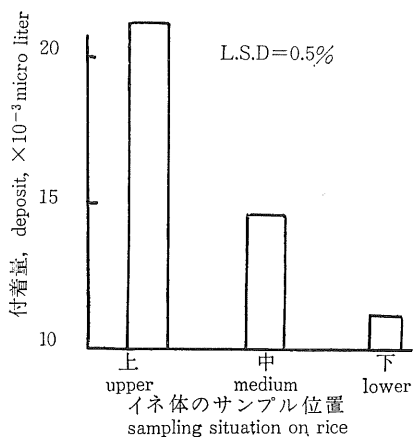
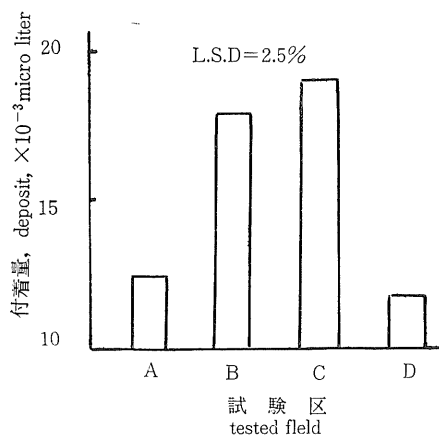
4) 結果に対する考案

i 散布時の気象条件 A, B, C の各試験区では風速計による自然風速は約1.0m/sで、風向はNEでほとんど一定で、ヘリコプタの飛行方向に対して横方向



第5-15図 上向き採取板(ろ紙)による散布幅内のMn付着量

Fig 5-15 Mn deposit to paper set on top of rice in swath



第5-16図 イネ体に取り付けたる紙の Mn 付着量 (左右10m)

Fig 5-16 Mn deposit to paper set on rice body (swath 10m of both side)

の風であった。またD試験区では自然風速が2.4m/sとやや大きかったが、風向はNEでほとんど変らなかった。また地表および2.5m高さまでの温度分布は各区とも大差なく、上昇気流もほぼ一定である。

ii 飛行諸元

飛行速度の誤差は、A区が-5%、B区が+8%と+11%で比較的大差がなかったが、飛行高度についてはA区が、+80%、B, C, D区が+50%で、目標との差が著しかった。

iii 散布幅内における上向き採取板への付着量

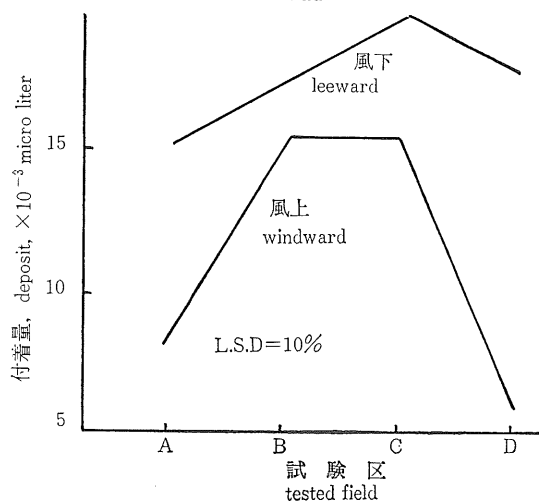
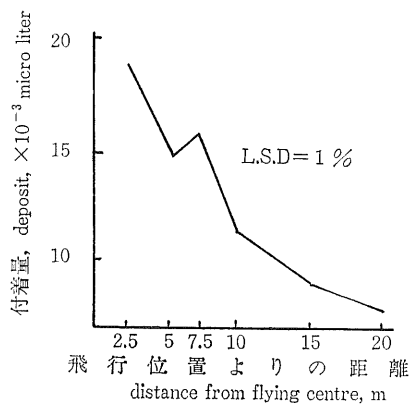
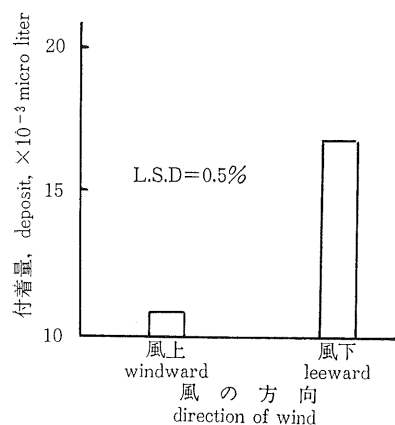
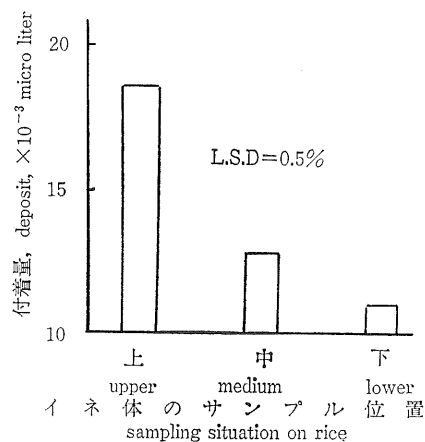
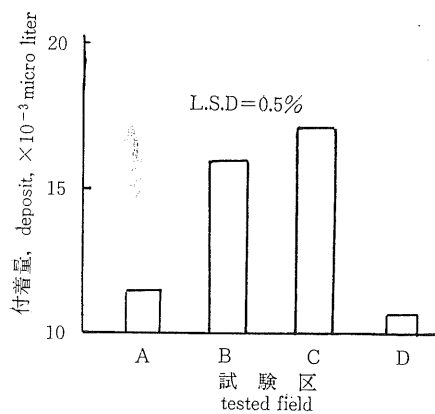
試験区ごとの差は、この場合高い有意水準で判定できなかった。これは飛行高度および飛行速度が目標どおり設定できなかったため、各区ごとの差がなかったのか、飛

行高度および飛行速度を変えても大差がないのか、ともに不明である。

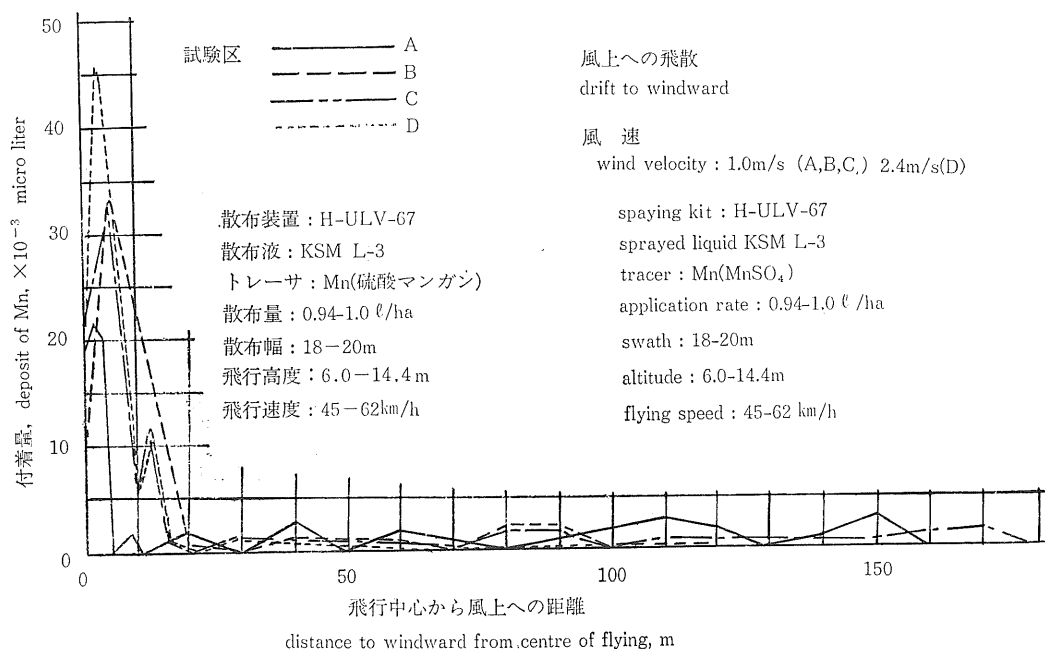
しかし第5-15図から風上より風下の方が大きな差が認められ(有意水準10%)、またヘリコプタの飛行中心から遠ざかるほど付着量が減少することが認められる(有意水準0.5%)が、これは当然であろう。またA区においては、風上と風下の付着量が著しく大きかったが(有意水準10%)、A区の平均風速は、B, C区と同じであるため、その理由は不明である。

iv 散布幅内の稲体のろ紙への付着量

第5-16図からB, C区はA, D区より稲体ろ紙への付着量が多い(有意水準2.5%)。これはB, C区がA区に比し飛行高度が低くて付着しやすく、またD区に比べ

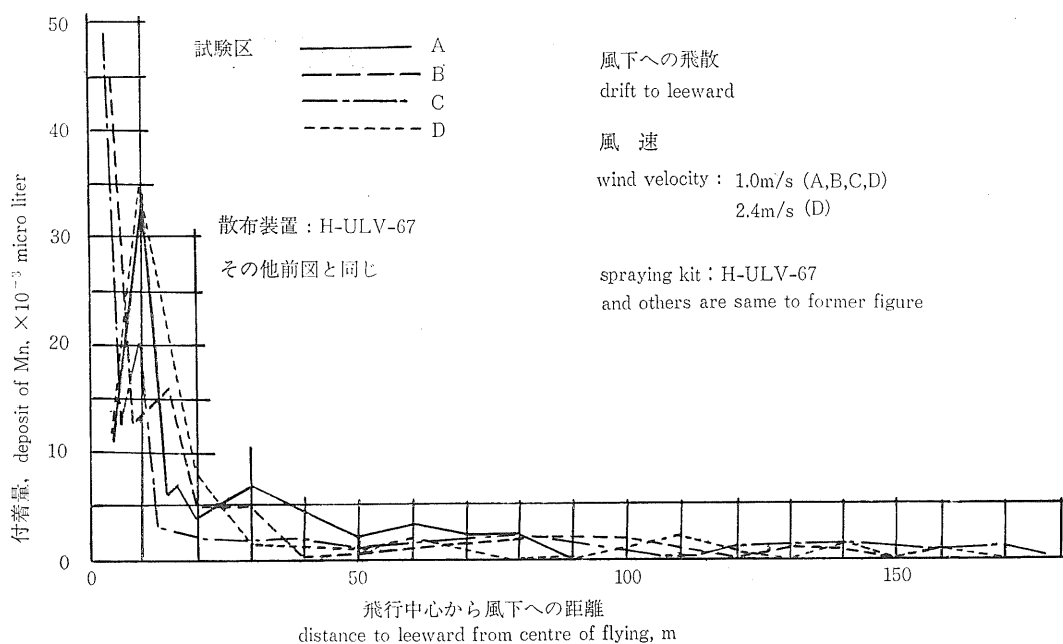


第5-17図 イネ体に取り付けたろ紙の Mn 付着量 (左右20m)
 Fig 5-17 Mn deposit to paper set on rice body (swath 20 m of both side)



第5-18図 ヘリコプタ微量散布機 (H-ULV-67) の飛行中心から飛散による付着量, (1)

Fig 5-18 deposit by drift from centre of flying of helicopter ULV spray kit (H-ULV-67), (1)



第5-19図 ヘリコプタ微量散布機 (H-ULV-67) の飛行中心から飛散による付着量, (2)

Fig 5-19 Deposit by drift from centre of flying of helicopter ULV spray Kit (H-ULV-67), (2)

て飛行速度が小さく付着量が大きかったと思われる。すなわち、飛行高度は低いほど、飛行速度は小さいほど付着量が大きくなることを意味し、前項で述べたヘリコプタ下降気流の結果とまったく合致する。

また稲体の上、中、下については、上、中、下の順に付着量が小さくなり（有意水準0.5%）、上部は、中、下部の合計の2倍の付着量と推定される。また風上と風下とは付着量に大きな差がある。

v 散布幅

第5-16図に示すとおり左右10mすなわち合計20mの範囲については、距離別付着量に関してこの場合有意な差がなく、この試験は一方向に飛行したのみで、往復散布を重ねたものでないから、この試作散布装置の散布幅は20mとみて差支えないと思われる。

なおC、B区はA、D区より付着が大きいたしたが、その理由は第5-16図のようにB、C区の上部および下部が大きいため、中部は大差がない（有意水準10%）。

また飛行中心より左右20mすなわち合計40m幅について、稲体にはりつけたる紙に対する付着量の結果は第5-17図のとおりで、飛行中心より遠ざかるほど付着量が減少し、とくに10m以後の付着量が小さい。また風上のA、D区の付着が著しく小さいが、その理由としてA区は不明であるが、D区は自然風速が大きかったため風上への付着がとくに小さくなったと思われる。

vi 散布区域外への飛散に対する上向採取板の付着量

第5-18、5-19図から飛行中心より100~180mまで飛散による付着が認められ、散布幅内の付着に比べ約1/10以下になっている。Yates の報文(76)の391頁では、300m (1000ft) まで測定されているが、150m (500ft) では、1/10、300m (1000ft) では、1/100となっている。

5) 漂流飛散の回帰曲線

第5-5表は、ヘリコプタ微量散布装置(H-ULV-67)によって、トレーサ Mn ($MnSO_4$) を農薬 KSM L-3 に溶解して散布し、ヘリコプタ通過の直下から風下の方向に、10mまでは2.5m おきに20mまでは5mおきにサンプル(ろ紙)を稲体に取り付け、Mn の付着量を放射化分析によって求めたもので、第5-17図は4区の平均であるがこの表はA区の測定値である。Yを測定値、Xを距離として次の関数を想定し

$$Y = Ae^{X(B-CX)} \dots\dots\dots(12)$$

から両辺を自然対数にとって

$$y = a + bX - cX^2 \dots\dots\dots(13)$$

とし、Gauss-Doolittle の消去法と検定を用いたところ

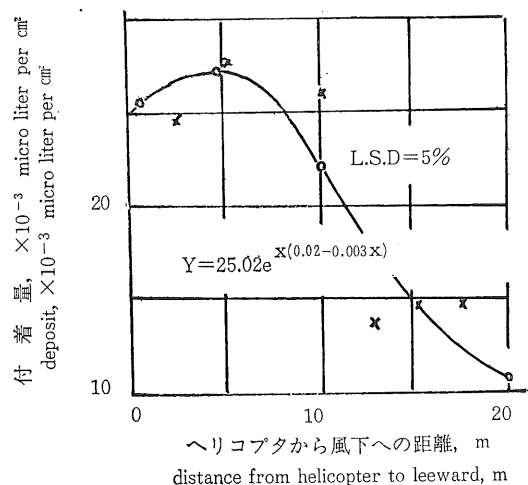
$$Y = 25.02e^{X(0.02-0.003X)} \dots\dots\dots(14)$$

が得られ、有効性の有意水準は5%でやや大きかった。この曲線と実際の測定値を図示したものが第5-20図のとおりで、測定値がややばらつき、曲線とは必ずしも一致しなかった。しかし現実にはヘリコプタのロータの末端付近（図では5~7m）に付着量の大きな地点がみられ、10mから20mにかけて急に付着量が減少する場合が多い。したがって曲線の係数はB、C、D区で変動するが関数の形は、式(14)で表わすことができる。

第5-5表 農薬付着の回帰

Table 5-5 Regression of pesticide deposit

ヘリコプタから 風下への距離 distance from helicopter to leeward, m	測定値 measured depo- sit $\times 10^{-3}$ micro liter per 10cm ²	回帰曲線上の値 value on regress- ion curve, same unit
0	23	25.0
1.0	—	25.4
2.5	25	—
5.0	28	27.0
7.5	30	—
10.0	26	22.4
12.5	14	—
15.0	15	—
17.5	15	—
20.0	12	11.0



第5-20図 農薬付着の回帰曲線

Fig 5-20 Regression curve of pesticide deposit

VI 走行形微量，少量散布機の開発と性能

1. 走行形微量，少量散布機の沿革

前章に述べた背負微量散布機は，作業者が背負って散布を行うため，噴頭と作業者の距離が近く，作業者の経口，経皮毒が心配である。とくに風上に向けて噴管を振りながら散布すると，作業者が散布直後の農薬を浴び中毒事故の原因になりやすい。また航空微量散布は，散布区域が広範囲に集中しないと，反って作業能率が低下し，漂流飛散によって他作物に影響を及ぼすことがあり，主として水田や森林の病虫害防除に適し，すでに実用化されている。これに対し果樹園や畑（露地野菜）では，対象面積が小さくかつ散在し，航空散布の対象にならないものが多く，かといって従来の防除機では小さすぎる場合がある。

そこで1970年（昭和45年）に走行形微量散布機の開発が着手され，まずスピードスプレーマウント微量散布機 SSM-ULV-70が，16)，1972年（昭和47年）には，乗用トラクタマウント微量散布機 TM-ULV-72が発表されたが17)，55)，外国ではすでに1957年（昭和32年）に R. J. Courshee が少量散布用の噴頭を研究し，56)，1970年には D. B. Smith が乗用トラクタマウント少量散布機の実験を紹介しているが，57)，原理構造はわが国が有気噴霧方式であるに対し外国のは回転スピン方式である。

さて開発の狙いは，走行形にすることによって老人，婦女子など被害を受けやすい人が作業者になることを排除し，噴頭と作業者を離すことによって経口，経皮毒を避け，並びに短時間で能率かつ省力的に作業を終了させることであった。しかし散布農薬の濃度が高いためさらに希釈倍数を高めることとし，開発改良の途中で少量散布に変わっていった。しかし将来毒物でも劇物でもない普通物の農薬が微量散布に使えることを予定し，散布機は微量少量散布の両方が兼用できるものや，微量，少量，多量の3種散布がコックの切換えで可能なものまで改良されている。

2. 乗用トラクタマウント微量，少量散布機の開発

1) 開発と設計基準

開発に着手した当初は背負微量散布機で，水田のみならず露地野菜，果樹などのはん用化を狙ったが，比較的平面的に繁茂する露地野菜には，従来のブームスプレー

ヤ方式が有利で，試作機的设计もこれに準ずることとし，設計基準はおよそ次のとおりであった。

i 市販の乗用トラクタ後部に直接装着できること。

ii 原理，構造は背負微量散布機の機械破碎方式でなく，ヘリコプタ微量散布機の有気噴霧方式とし，ブーム自体を圧縮空気の送気パイプとする。

iii 試作機の部品は，空気圧縮機，噴頭（有気噴頭），微量散布用液剤タンクを主とし，将来水和剤を使うことが想定されるため，回転ポンプを使わない。ただし液剤タンクにはヘリコプタ微量散布機と同じように空気圧を加えて液剤を吐き出す構造にする。

iv 空気圧縮機の圧力は最高 0.5 kg/cm^2 以下で，所要動力が $2\sim 3\text{ kw}$ となるべく吐き出し風量が大いものをとる。

v 液剤タンクに加える空気圧力は，噴頭における空気圧力とほぼ同じとするが，吐き出し量は液剤系統内のオリフィスの口径によって調節する。

vi オリフィスおよび液剤パイプの最小通過穴径は 0.6 mm までとし，つまりを防ぐため 0.6 mm 程度の目開きのあるストレーナを備える。

vii 微量散布から少量散布に変えるには，オリフィス（穴径 0.6 mm まで）の着脱や，液剤に加える圧力，噴頭出口の口径等を調節する。

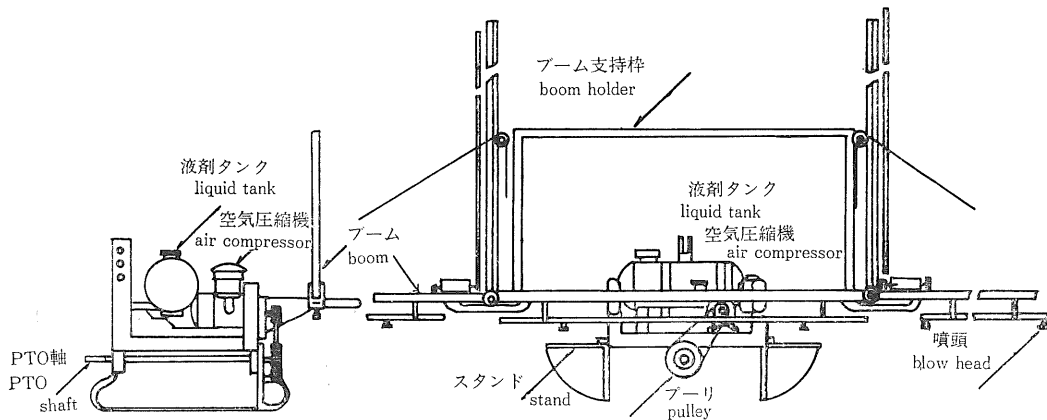
viii 第6-1表において散布幅が $4\sim 8\text{ m}$ （ 6 m ）， 1 ha 当り散布量は微量散布のとき $2\sim 6\text{ l/ha}$ （ 4 l/ha ），少量散布のとき $40\sim 100\text{ l/ha}$ （ 50 l/ha ），作業速度を $3\sim 5\text{ km/h}$ （ $0.8\sim 1.4\text{ m/s}$ ）および 2 km/h （ 0.56 m/s ）にとると，噴頭の全吐き出し量は式(1)から 160 ml/min （散布量 4 l/ha ，速度 4 km/h ，散布幅 6 m ）および 1 l/min （散布量 50 l/ha ，速度 2 km/h ，散布幅 6 m 前後の計算になる）。

ix 噴頭1個当り散布幅を $40\sim 60\text{ cm}$ とすると，噴頭の数はいくつ程度（散布幅 6 m ，1個当り散布幅 50 cm ），少量散布のときは 30 cm で20個程度になり，噴頭1個当り吐き出し量は 13 ml/min （全吐き出し量 160 l/min ）および 50 ml/min （全吐き出し量 1 l/min ）になり，噴頭の口径等はこれに適合しなければならない。ただし表の数値は設計段階のもので，防除効果を考えると

第 6-1 表 走行形微量，少量散布機の設計時の諸元

Table 6-1 Dimentions of travelling type ULV and LV sprayer at initial plan

	乗用トラクタ マウント 微量散布機 TM-ULV	乗用トラクタ マウント 少量散布機 TM-LV	スピードス プレーヤマ ウント微量 散布機 SSM-ULV	スピードス プレーヤマ ウント少量 散布機 SSM-LV	備 考 remark
散 布 幅, Lm swath,	6	6	6	6	$q = \frac{V \times L \times Q}{60}$ $q' = q / n$
散 布 量, Q ℓ/ha application rate,	4	50	4	50	
作業速度, V km/h travelling speed,	4	2	4	2	
全吐き出し量, q mℓ/min total discharge rate,	160	1000	160	1000	
噴頭の個数, n number of blow head,	12	20	7	7	
噴頭 1 ケ 当 り 吐 き 出 し 量, q' mℓ/min disch. rate of a head,	13	50	23	143	



第 6-1 図 乗用トラクタマウント微量，少量散布機，TM-ULV(LV)-73

Fig 6-1 Tractor-mounted ULV (LV) sprayer, TM-ULV(LV)-73

後述するように多少変化した。

以上の諸元に応じて製作されたものは、巻頭の写真 4 の乗用トラクタマウント微量，少量散布機 TM-ULV(LV)-72 である。

2) 設計案と構造

試作機 TM-ULV-72 の外観は従来のブームスプレーヤーとはほぼ同じで、乗用トラクタの後部に液剤タンクをとり載し、左右に開くブームを備え、トラクタの PTO 軸から動力を伝達する構造である。ただしブームスプレーヤーと違う点は

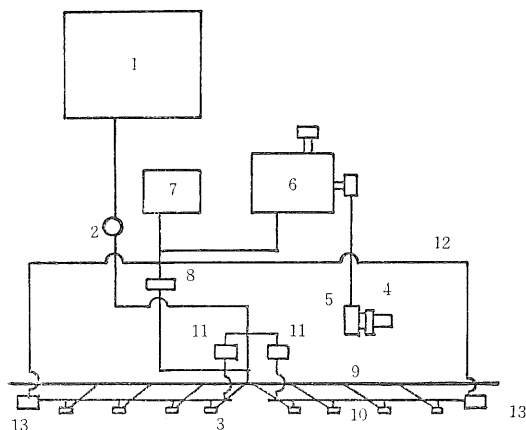
- i 動力噴霧機を取りはずし、空気圧縮機を備えている。
- ii ブーム自体は圧縮空気の送気管で、これに平

行して送液管を備えている。

iii 噴頭は内部で液剤と空気が混合する有気噴頭で、噴霧のパターンは中実に近い中空円すい形である。

iv 液剤タンクの容量はブームスプレーヤーに比べて小さい。などである。

写真 4 は乗用トラクタマウント微量，少量散布機で、第 6-1 図は試作第 2 号機 TM-ULV-73 であり、第 6-2 図は配管図を示したものである。液剤はタンク 1 から重力落下で噴頭 3 に達するが、それぞれ左右に電磁弁 11 があって、片側散布ができる。空気は動力取出し軸からプーリーを介して駆動される空気圧縮機 6 から空気室 7 を通り、調圧弁 8 で圧力を調整されたのちブーム 9 の内に流れ込み、空気パイプ 9 (送気管) を通って噴頭 3 にはい



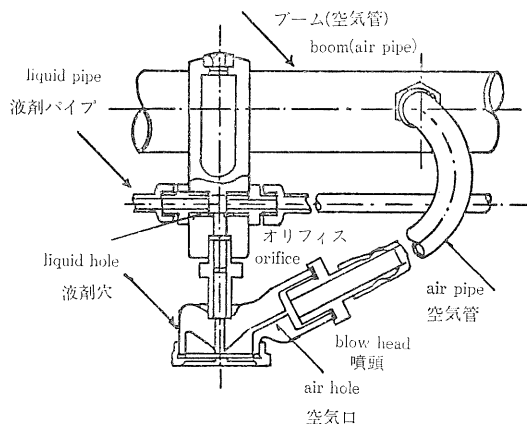
1 液剤タンク liquid tank
2 開閉コック on-off cock
3 噴 頭 blow head
4 動力取出軸 PTO shaft
5 プ ー リ pulley
6 空気圧縮機 air compressor
7 空 気 室 air chamber
8 調 圧 弁 pressure regulator
9 ブーム (送気管) boom (air pipe)
10 空気パイプ air pipe
11. 13 電磁弁 electro static valve
12 掃液空気管 sweeping pipe by air

第 6-2 図 乗用トラクタマウント微量、少量散布機
TM-ULV (LV)-73 の配管図

Fig 6-2 Piping system of tractor-mounted ULV (LV) sprayer, TM-ULV(LV)-73

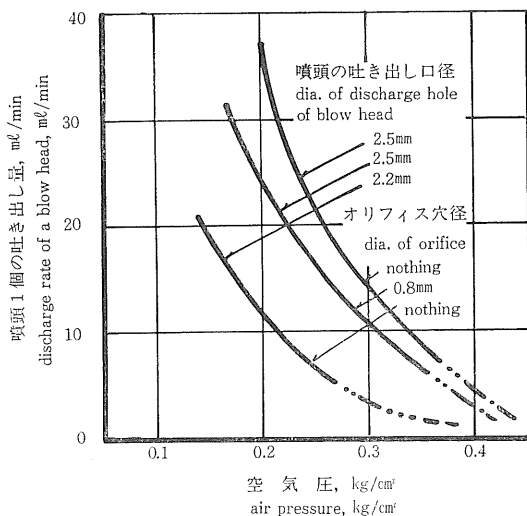
り、液剤と空気が混合し噴霧される。ブーム両端の電磁弁13は、電磁弁11が閉じられるとともに開き、空気は液剤パイプ内を流れて、残液を押し出し、滴下を防ぐ作用をもたせることにした。

第 6-3 図は噴頭の内部構造を示したもので、ブームは圧縮空気の通路となるとともに、噴頭および液剤パイプの支持棒となっている。噴頭および液剤パイプの支持金具は、ブームの外周を左右にスライドさせることができ、うね幅の変化に対応しかつ作物の頂部に噴頭を向けることができる。ただし空気管や液剤パイプはそのつど伸縮が必要である。液剤は噴頭内の円すいの中央から下向きに流下し液剤穴から出るが、一方空気は空気口から円すいの周方向に流入し、円すいの斜面にそってうず運動を起こしながら噴頭の出口に達し、ここで液剤と空気が混合され、小さな口から噴出されるが、空気の膨脹な



第 6-3 図 微量、少量散布用噴頭

Fig 6-3 Blow head of ULV & LV sprayer

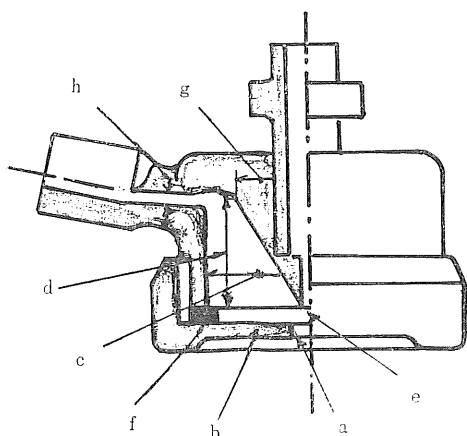


液 圧 liquid pressure : 660 mmAq
農 薬 pesticide : NAC L-40, ×1.0
散布機 sprayer : TM-ULV(LV)-73

第 6-4 図 乗用トラクタマウント微量散布機
の吐き出し量

Fig 6-4 discharge rate of tractor-mounted ULV sprayer

どによって液剤が霧化されるので、液剤粒子は中実に近い中空円すい形の噴霧図 (スプレイパターン) を形成する。微量散布に設定するには、噴頭と支持金具を結合する接手管と金具との間に0.6~1.0mm程度のオリフィスを挿入し、少量散布のときはオリフィスを取除く構造にな



- a : 噴頭の吐き出し口径, dia. of discharge hole on blow head, 2.8mm
 b : ディスク板の厚み, thickness of disc plate, 2.3mm
 c : うず巻室の内径, inner dia. of vortex chamber, 21.6mm
 d : うず巻室の深さ, depth of vortex chamber, 11.0mm
 e : 液剤の穴径, dia. of hole of liquid, 1.9mm
 f : パッキンの厚み, thickness of packing, 2.3mm
 g : 円すい底部の直径, dia. of top of cone, 17.4mm
 h : 空気の流入口径, dia. of hole of compressed air, 3.0mm

第6-5図 噴頭の寸法

Fig 6-5 dimensions of blow head

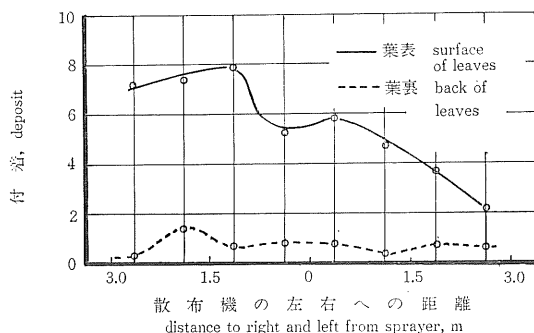
っている。液剤の吐き出し量は、液圧、空気圧、噴頭の出口径、オリフィス径によって調節することができ、それぞれの機種について後述のように測定されているが、噴頭の形状による液剤吐き出し量および噴霧粒径のみは、すべて経験にたよらざるを得なかった。

3) 微量散布の吐き出し性能

空気圧縮機の最高使用圧力が 0.5kg/cm^2 であるため、空気圧を 0.1 から 0.4kg/cm^2 にとり、噴頭の吐き出し口径を $2.2\sim 2.5\text{mm}$ の範囲に変え、かつオリフィス口径を 0.8mm およびなしとして、噴霧の拡がりおよび噴霧粒径をみながら液剤の吐き出し量を測定した。試験農薬はNAC, L-40で、液圧を 660mmAq と一定にした。測定結果は第6-4図のとおりで、

i 噴頭の吐き出し口径を大きくするほど液剤吐き出し量は大きくなる。

ii 噴頭の吐き出し口径が一定の場合、オリフィスを挿入することにより、液剤の毎分吐き出し量は小さ



散布機: TM-ULV-73 sprayer: TM-ULV-73
 作物: キャベツ crop: cabbage
 農薬: PAP L-70 pesticide: PAP L-70
 散布量: $2\ell/\text{ha}$ application rate: $2\ell/\text{ha}$

第6-6図 乗用トラクタマウント微量散布機

TM-ULV-73の付着

Fig 6-6 Deposit to cabbage by tractor-mounted ULV sprayer TM-ULV-73

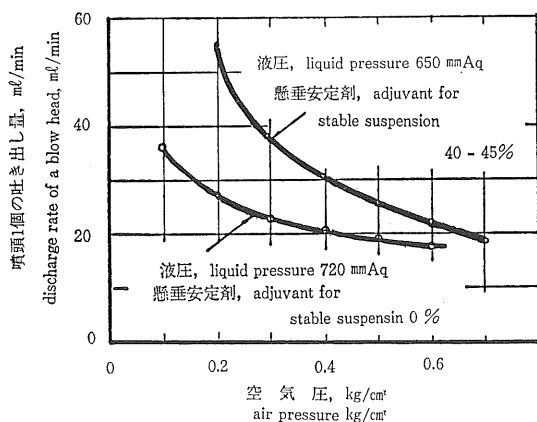
くなる。

iii 空気圧を高くするほど、液剤吐き出し量は小さくなり、従来の経験とは反対の結果が得られた。この理由は第6-3図の噴頭の構造図において、液剤穴には当初から空気圧が逆方向に作用し、空気圧を高くするほど、液圧を押える作用が強くなり、液剤の吐き出し量が減少したものと考えられる。このことは圧縮空気を止めると、液剤は棒状に流出しかつ吐き出し量が大きくなることから肯定できる。得られた液剤の吐き出し量は $5\sim 35\text{m}\ell/\text{min}$ で、第6-1表の目標とするTM-ULVの噴頭1個当たり吐き出し量 $13\text{m}\ell/\text{min}$ の前後を含み、噴頭的设计には適切なものであった。噴頭の寸法はなお改良を要するけれども一応第6-5図のとおりである。

4) 微量散布の付着性能

微量散布機で農薬を散布した場合、ブームの直下における農薬の付着は、作物の種類、生育時期、農薬の種類と散布量によって違い、かつ作物の葉の表面、裏面によっても違ってくる。第6-6図は散布機の中心を0とし、ブームの方向に沿って左右3m内の付着（ミラーコート紙）を求めたもので、作物はキャベツの生育中期、農薬はPAP L-70、散布量は $2\ell/\text{ha}$ である。測定用紙は1株の上向き葉の進行方向に対して対角線上に4枚を選び、葉の表裏にクリップで固定し、3行程について平均値を求めた。

付着の表現は、前述の農薬空中微量散布落下量調査指



噴頭の吐き出し口径: 3.0mm, dia. of discharge hole of blow head: 3.0mm

農薬: アセフェートWP ×10 & ×15, pesticide: acephate WP, ×10 & ×15

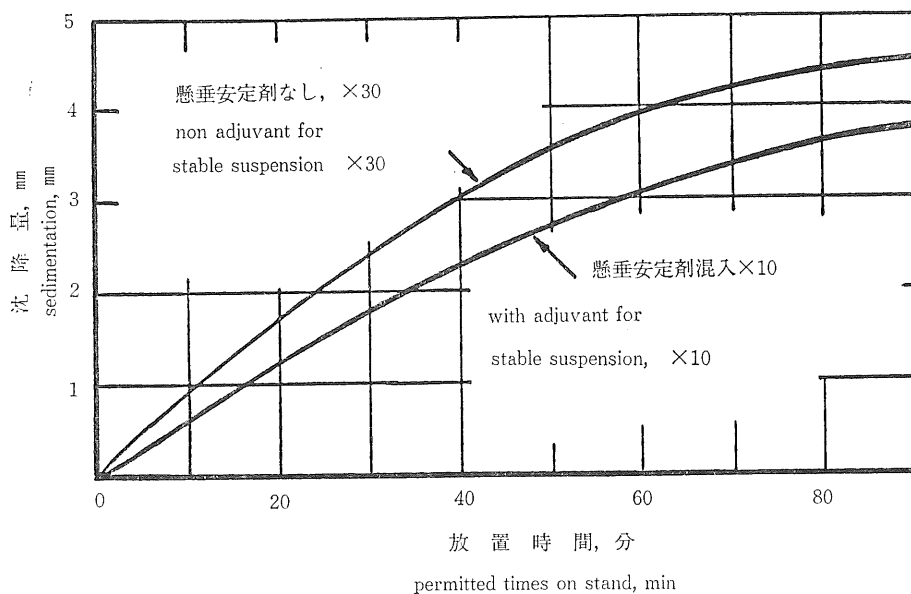
散布機: TM-LV-73, sprayer: TM-LV-73

第6-8図 乗用トラクタマウント少量散布機の吐き出し量

Fig 6-8 Discharge rate of tractor-mounted LV sprayer

機に採用されているため、第6-27図の項で吐き出し性能を述べる。

農業には水溶剤および乳剤のほか水和剤がある。水溶剤および乳剤を微量散布することは、液剤の粘度が極端に大きくない限り、配管内の流動や噴霧に支障の起こることが少ない。しかし水和剤は微量散布のように濃度を高めると懸垂性が低下し、タンク内のみでなく配管内で分離沈澱し、配管内を洗滌しても残って固化し、配管を閉そくするなど種々の支障が起こる。第6-8図はアセフェート水和剤の10および15倍液を使い、懸垂安定剤の40~45%を混合し液圧を650mmAqとした場合と、安定剤を混入せずに液圧を720mmAqとした場合について、空気圧を変えながら液剤吐き出し量を求めたものである。噴頭の吐き出し口径を3mmにしたこの測定結果から、安定剤を混入することにより、液剤の吐き出し量が約2倍ほど増加し、かつ空気圧を高めるほど両者の差が小さくなった。さらに安定剤を混入する方法は、混入しない場合に比べて散布機配管系やタンク内の沈澱が少なく効果が認められたが、第6-9図に示すとおり、10倍液で安定剤を混合したのと安定剤なしで30倍に混合したのとを比べ



液剤パイプ内径, inner dia. of liquid pipe, 8mm

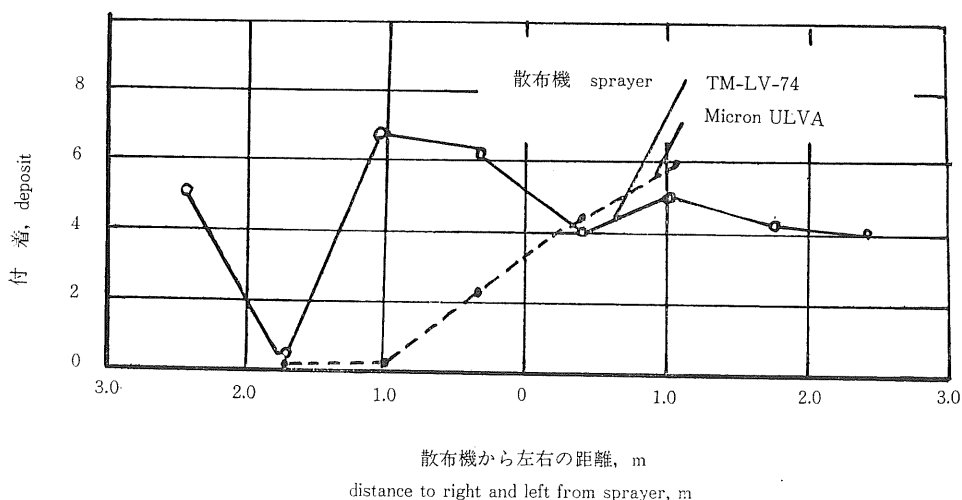
液剤パイプ長さ, length of pipe, 1000mm

パイプ保持方法, setting of pipe: 垂直, vertical

室温, room temperature, 8°C

第6-9図 懸垂安定剤混入による沈降量

Fig 6-9 Sedimentation by adding of adjuvant for stable suspension



作物: キャベツ crop: cabbage
 農薬: NAC, WP, 40%, × 2 pesticide: NAC, WP, 40%, × 2
 散布量: 10g/ha application rate: 10g/ha

第6-10図 乗用トラクタマウント少量散布機 (TM-LV-74) と手持ち少量散布機 (Micron ULVA) の付着
 Fig 6-10 Deposit by tractor-mounted LV sprayer (TM-LV-74) and hand operating LV sprayer (Micron ULVA)

ると、30倍のほうがやや沈降量が大きいとその差は大きくなく、結果的には多少散布量が大きくなって濃度が低下するが、安定剤の必要性は少ないと考えられた。ただし液剤タンク内のかくはんは、多量散布と同じく機械的なくはんが必要である。

7) 少量散布の付着性能

第6-10図はキャベツに NAC の水和剤 (40%, 2 倍希釈) を 10g/ha 散布した結果で、測定紙はうねの上に固定し、2 箇所値を平均した。散布機は乗用トラクタマウント少量散布機 (TM-LV-74) で、参考として手持ち少量散布機 (Micron ULVA) の結果を並記した。

付着の判定は、農薬空中微量散布落下量調査指標の散布量が 1g/ha 程度の指標で、この結果の 10g/ha では使用できなかったため、これに準じて暫定的に付着指標 (以下付着とする) を作って使用した。ただし後述の乗用トラクタマウント少量散布機の鑑定では、後に述べる付着指標を研究し実用している。この図から

i 散布機の左側の約 1.8 m 付近では、付着のほとんど認められない測定点があったが、それ以外はほとんど 4 以上の値を示した。

ii 1 箇所だけ付着がみられなかった理由は明らかに噴頭のつまりで、液剤中の異物ではなく散布機内の

腐食生成物が原因と思われる。

iii 手持ち微量 (少量) 散布機は、右側の付着が左側のそれより大きかったが、散布者の振り方の熟練の良否に関係し、右側を散布するときに比べ左側を散布するときは、振り速度が大きくなったと想像できる。

8) 微量、少量散布機の付着粒径

i 粒径の測定方法

微量、少量散布において噴霧中の粒径を測定することは、粒径が比較的微細なため一般に容易でない。すなわち微細化が完全に終わるころは、噴頭の吐き出し口からある距離はなれた位置で、周囲の温度が高く湿度が低い場合は、薬剤が油剤でない限り気化および蒸発が起これ、蒸発の補正なしでは真の噴霧粒径を測定したことになる。そこで噴頭にできるだけ近づいて蒸発が無視できる位置で採取を行うと、液剤が完全に噴霧にならないものを採取し、実態より大きな粒径を測定することがある。とくに圧縮空気を利用する微量・少量散布では、粒子は空気と混合し散布されるため、霧化が完了する位置の判定、蒸発等による補正値の決定等は、液剤の表面張力、粘性等や、圧縮空気の圧力、吐き出し量等が複雑にからむためほとんどの場合精度が高くないといえる。

また粒子の採取方法もいろいろで、プレバート、ミ

ラーコート紙等が使われているものの、粒子の直径および運動エネルギーが大きい場合は、採取物表面に到達して拡張する程度が、液剤の表面張力、採取物表面の物理的性質によって一定でない。また反対に運動エネルギーが小さい微細な粒子は付着面に向う空気の流れが、付着直前に採取物をさけて通るため、これに乗って完全に採取物表面に捕そくできないことがある。

したがって噴霧粒子の飛行中の粒径分布は、噴頭の性能をもっとも適確に表わす方法として必要な条件であるけれども、噴霧の側方から微少な間隔で断層写真をとるなどしない限り、高い精度で測定することは不可能である。そこで対象物表面に対し、実態と同じ条件で液剤を散布し、その付着粒径を測定する方法は理論的解析には遠ざかるけれども、防除効果に関係する実質的な測定方法といえる。ただしこの方法も、多量散布のように測定物表面に多くの液剤が付着し、付着粒子として形をなさない場合は不可能であるが、微量散布もしくは微量散布に近い少量散布では粒子の付着が粗になり比較的容易な場合がある。また測定物表面の性質も、それぞれ作物の葉について類似させることが望ましいが、実用上きわめて煩雑で、表面の性質を代表的な作物のそれと類似しているもので決めるより方法がない。さらに測定物は粒子数や直径を直続しやすく、かつ写真撮影に関して明暗がつきやすく、現象あるいは定着後も見やすいことが必要である。

この研究において、前章に述べた微量散布の場合は油剤を散布することが多く、農薬空中微量散布落下量調査指標で付着を判定するとともに、精度はよくないけれども拡張係数を想定し、指標が指定する測定紙上の付着粒子のにじみを補正し、測定紙上の付着粒径を判定した。さてこの章で述べる少量散布の場合は水溶剤、乳剤、水和剤を散布することが多く、散布液の物理的性質をそこなわない最少量の赤色素（ダイレクトスカーレット、東商店）を散布液に溶解し、測定紙はミラーコート紙（神崎製紙、商品名Kゴールド）を使って測定すると妥当な付着粒径を得られることがある。この場合の長短は、

i) 農薬を直接散布し溶解している色素をたよりに測定するから、噴霧の完了や蒸発については農薬とはほとんど同じである。

ii) 付着対象物が紙であるため、これに類似の作物は限られたものになり、たとえば羽毛状の表面の付着粒径と、紙の付着粒径とに差が生じ、誤差の原因になる。

iii) 赤色素を含んだ付着粒子は、青や緑に比べ

て判別しやすく、かつ写真撮影も明暗がつきやすい。

ii 平均粒径の表わし方。58)。

微量、少量散布の付着粒径は50～200ミクロンの範囲に大部分の粒子が含まれるが、顕微鏡の倍率を高めると微細な粒子が認められることがある。平均粒径の表わし方には後述する多くの方法があるが、今までの慣例では算術平均値がよく使われている。すなわち

$$d_i = \Sigma d_i n_i / \Sigma n_i \dots\dots\dots (15)$$

で、 i を50ミクロンから始めて50ミクロンより大きいもののみを測定した場合と、 i を10ミクロンから始めて10ミクロンより大きい粒子を含めた場合では、明らかに

$$\frac{\Sigma d_i n_i}{\Sigma n_i} > \frac{\Sigma d_i n_i}{\Sigma n_i} \dots\dots\dots (16)$$

となり、計測の始まりすなわち最小測定値のとり方によって算術平均はかなり違ったものになる。

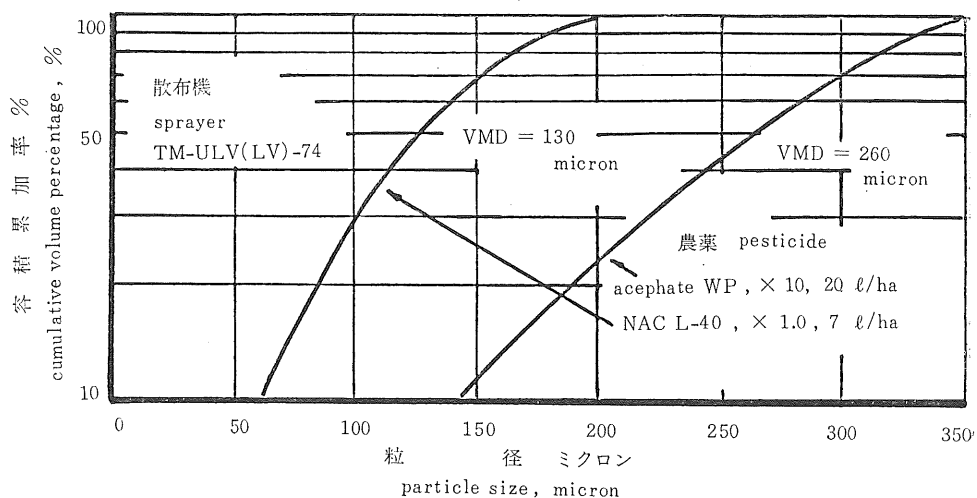
これを解決するには、算術平均より質量中位粒径を求めるべきで、質量中位粒径 VMD は

$$VMD = \sum_{i=1}^m 50\% n_i d_i^3 \dots\dots\dots (17)$$

すなわち d_i の粒径で代表される粒子数 n_i から $n_i d_i^3$ を求め、 d_{i+1} 、 d_{i+2} を順次計算しながら累加し、最後の累加値を100%として、50%に相当する累加値の代表粒径を VMD (volume median diameter) とする。この方法は外国ではミスト機、噴霧機などの粒径表現にもっぱら使用されている。58)。この方法では d_i が3乗であるため、50～200ミクロンの粒子が多い場合、50ミクロン以下の粒子を正確に読みとって、 $n_i d_i^3$ の値は50ミクロン以上の粒子に比べ累加値は省略できる程度に小さい。たとえば10ミクロンが125個の $n_i d_i^3$ の値は50ミクロン1個に相当し、数個しかない10ミクロンの粒子を正確に測定してもあまり意味がない。ただしハウス防除用噴頭のように、ほとんどが3～5ミクロンの付着粒径に対し、10ないし30ミクロンが2～3個あると、後述するように VMD では逆に粒径の表現には適切でないことがある。

iii 微量、少量散布の付着粒径

第6-11図は乗用トラクタマウント微量(少量)散布機によって、NAC L-40を7ℓ/ha散布すなわち微量散布(正しくは6ℓ/ha以下)した場合と、acephate. WP ×10を20ℓ/ha散布すなわち少量散布した場合について、ミラーコート紙に液剤を受けて拡大し第6-2表の容積中位粒径を求めたもので、NAC の製剤が水に可溶な特殊液剤であり、acephate が水和剤の20倍液で、製剤は同一でないけれども、微量散布機の VMD が130ミクロン、少量



第6-11図 乗用トラクタマウント微量少量散布機の粒径分布

Fig 6-11 Diameter distribution of tractor-mounted ULV (LV) sprayer

第 6-2 表 容積中位粒径の計算例。(58)。

Table 6-2 Calculation of volume medium diameter (VMD)

付着粒径の代表値 representative dia. of deposit droplet d_i (micron)	粒 子 数 No. of droplets in representative dia. n_i	d_i^3 (micron ³) $\times 10^3$	$n_i \times d_i^3$ (micron ³) $\times 10^3$	累 加 値 cumulative of $n_i \times d_i^3$ (micron ³) $\times 10^3$	累 加 率 cumulative percentage %
30	6.0	27	162	162	1
50	2.6	125	325	487	3
100	4.0	1000	4000	4487	27
150	1.9	3375	6412	10899	66
200	0.7	8000	5600	16499	100

VMD=容積中位粒径=130 micron

散布機の VMD が260ミクロンで、同一散布機の場合少量散布のほうが粒径は大きい。この理由は、噴頭内における圧縮空気と液剤の比に関係するもので、圧縮空気に対する液剤の比率が増加するほど、液剤を霧化する空気のエネルギーが不足するためである。

3. 有気噴霧の吐き出し性能

第6-12図は有気噴頭の構造を示したもので、液剤は入口から流下して出口A点で圧縮空気と混合し、噴頭吐き出し口から噴出する。圧縮空気は噴頭本体の側方B点から周方向に流入し、うず運動を起こしながらA点に達し、液剤を霧化させるとともに噴頭吐き出し口から流出する。また噴頭の構造寸法は、噴頭吐き出し口以外すべて一定で固定されたものとする。

噴頭の吐き出し流量は、液剤の吐き出し穴での圧力(液圧)、圧縮空気圧、噴頭の吐き出し口径等で変わるが、これらのうち圧縮空気圧、噴頭の吐き出し口径、噴霧の吐き出し流量の相互には、一定の関係があると思われる。そこでこれらの関連を求める参考資料として、有気噴頭の性能曲線とくに液剤の吐き出し量を検討した。図において

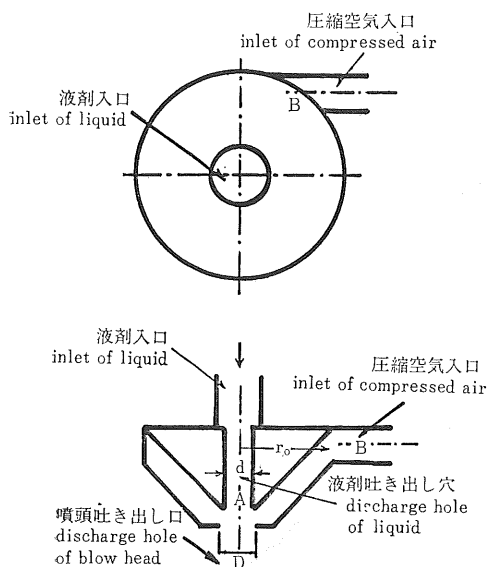
P_a : 吐き出し穴A点の液剤の圧力

d : 液剤の吐き出し穴径

P_b : 圧縮空気入口B点における圧縮空気の静圧

ΔP_1 : 圧縮空気のうず運動によりA点の液剤に作用する負の静圧

ΔP_2 : A点の液剤に作用する圧縮空気の静圧



第6-12図 噴頭の構造
Fig 6-12 Structure of blow head

D : 噴頭の吐き出し口径

q_w : 噴頭の液剤吐き出し量

P : 吐き出し穴A点直前の液剤の全圧(静圧と動圧の和)

とする。一般条件として記号をつけると、液剤の全圧 P_{an} は

$$P_{an} = P + (\Delta P_{1n} - \Delta P_{2n}) \quad \dots\dots\dots (18)$$

すなわち n の条件のとき、液剤の吐き出し穴A点の全圧 P_{an} は、全圧 P に圧縮空気のうず運動によりA点に作用する負の静圧 ΔP_{1n} が加算され、かつA点に作用する圧縮空気の静圧 ΔP_{2n} に阻害されたものであり、噴頭の液剤吐き出し量 q_{wn} はこれら空気圧の影響を受けた式(1)の液圧 P_{an} の関数

$$q_{wn} = f [P + (\Delta P_{1n} - \Delta P_{2n})] \quad \dots\dots\dots (19)$$

で表わされると仮定する。なお空気圧 ΔP_{1n} , ΔP_{2n} は液圧 P に単純に使用するものとし、また P_b による ΔP_{1n} , ΔP_{2n} の解析は省略する。

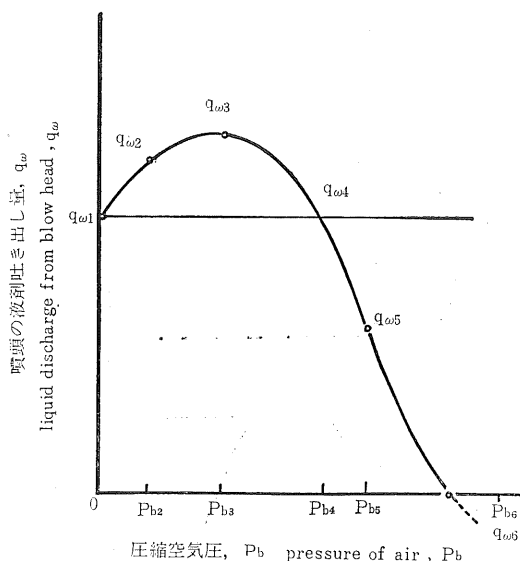
1) 噴頭の吐き出し口径 $D > d$ で一定の場合

i 圧縮空気を止めると、A点での液剤は大気に開放されたと同じ条件とみなされ、条件1の記号をつけ、

$$\Delta P_{11} = \Delta P_{21} = 0$$

$$P_{a1} = P$$

$$q_{w1} = f(P_{a1}) = f(P) \quad \dots\dots\dots (20)$$



第6-13図 有気噴頭の吐き出し性能 (D , 固定)
Fig 6-13 Discharge rate from air atomizing head (diameter of discharge is fixed)

で、第6-13図の $P_{b1} = 0$ で q_{w1} になる。

ii 圧縮空気圧が P_{b2} で、B点から空気を流すと、半径 r_0 のうず運動が起こり、半径を小さくしながらA点に向って下降運動するため回転角速度が増加し、その結果遠心力の作用で回転中心部の静圧が降下する(ただしうず巻室の形は一定)。この負の静圧 ΔP_{12} は液圧 P_{an} に影響し液剤を噴頭吐き出し口に吸い出す作用があり、かつ ΔP_{12} は P_{b2} の上昇とともに増加する。しかも噴頭の吐き出し口径が十分に大きく、かつA点との距離が極端に長くないときは P_{b2} の値が小さい範囲で、A点に作用する圧縮空気の静圧

$$\Delta P_{22} \approx 0$$

で、液圧 P_{a2} と吐き出し流量 q_{w2} は

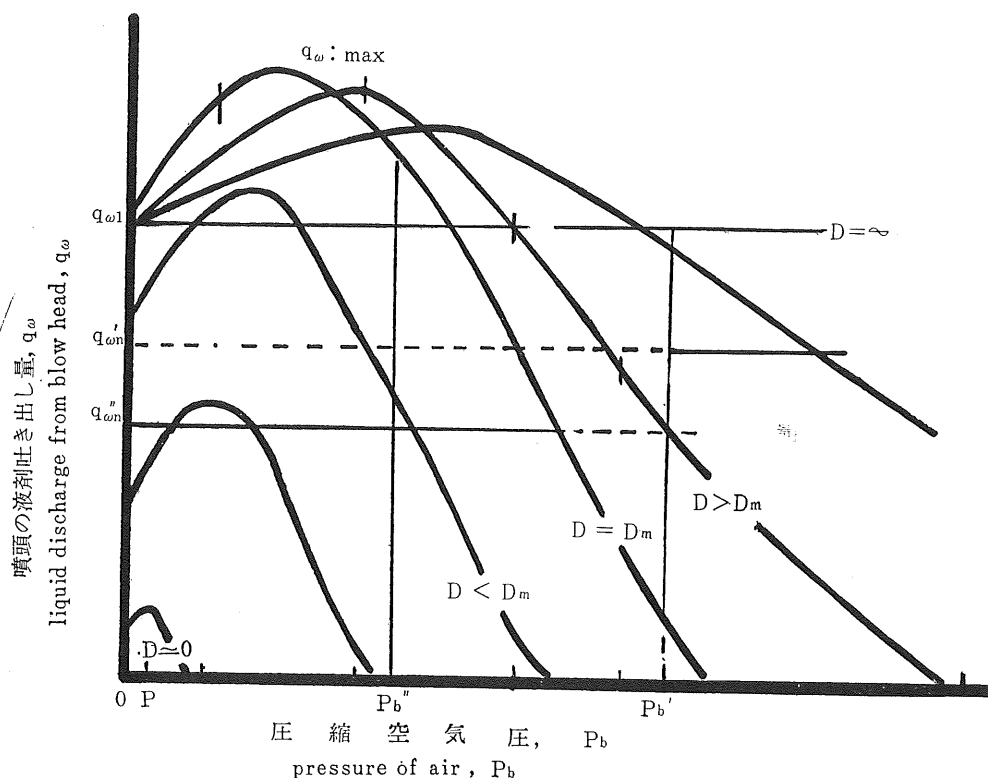
$$P_{a2} \approx P + \Delta P_{12}$$

$$q_{w2} \approx f(P + \Delta P_{12}) > q_{w1} \quad \dots\dots\dots (21)$$

で表わされるとし、図の P_{b2} が0に近い範囲で、 P_{b2} は0から右に移動し、 q_w は q_{w1} から q_{w2} の曲線になる。

iii 圧縮空気圧が P_{b3} でやや大きくなると、空気は点Aと噴頭の吐き出し口との間に口径 D の通過抵抗に相当する静圧 ΔP_{23} を生じ、A点には ΔP_{13} と ΔP_{23} との差が作用する。すなわち液圧 P_{a3} と吐き出し量 q_{w3} は

$$P_{a3} = P + (\Delta P_{13} - \Delta P_{23})$$



第6-14図 有気噴頭の吐き出し性能 (D, 可変)

Fig 6-14 Discharge rate from air atomizing head (diameter of discharge is variable)

$$q_{\omega 3}=f\left[P+\left(\Delta P_{13}-\Delta P_{23}\right)\right] \cdots \cdots \cdots(22)$$

となり、次第に最大値 $q_{\omega 3}$ に達する。

iv 圧縮空気圧 P_{b4} が大きくなると、 ΔP_{24} の増加が ΔP_{14} の増加より大きくなり、吐き出し量 $q_{\omega 4}$ の曲線は逆に減少しはじめ、 ΔP_{14} が ΔP_{24} と等しくなったところで、吐き出し量 $q_{\omega 4}$ は $q_{\omega 1}$ と同じ値となる。

$$P_{a4}=P+\left(\Delta P_{14}-\Delta P_{24}\right) \cdots \cdots \cdots(23)$$

$$\Delta P_{14}=\Delta P_{24}$$

$$q_{\omega 4}=f\left[P+\left(\Delta P_{14}-\Delta P_{24}\right)\right]=f[P]=q_{\omega 1} \cdots \cdots \cdots(24)$$

v 圧縮空気圧がさらに P_{b5} と大きくなると、 ΔP_{25} の増加が大きくなって、

$$\Delta P_{15}-\Delta P_{25}<0 \text { になり}$$

$$P_{a5}=P+\left(\Delta P_{15}-\Delta P_{25}\right)<P$$

$$q_{\omega 5}=f\left[P+\left(\Delta P_{15}-\Delta P_{25}\right)\right] \leq q_{\omega 1} \cdots \cdots \cdots(25)$$

で、 $q_{\omega 1}$ より下降し、 $q_{\omega 5}$ は 0 に近づく。

なお D がある程度大きいときこれらの各点をつなぐ曲線は、点 $(P_b=0, q_{\omega 1})$ を通る曲線群に想定すること

ができる。ただし P_b の値によっては噴霧にならない場合があり、実用できる範囲は部分的なものになると思われる。またさらに圧縮空気圧を P_{b6} に増大させると、A 点に上向きの圧力がかかり、ポンプ側やタンク側に圧縮空気が逆流し異常運転になる。

2) 噴頭の吐き出し口径が変化する場合

i $D=D_m$

液剤の吐き出し孔径 d が一定で、噴頭の吐き出し口径 D が変わると各 D に応じて、第6-14図の吐き出し曲線が画かれそのうち、それぞれの D ごとに噴頭から出る液剤の吐き出し量 q_{ω} が空気圧 P_b によって最大値を示すが、それらのうちもっとも大きな値となる噴頭吐き出し口径を図の D_m と仮定する。次に前述の第6-13図では D を一定として記述したが、 D を極端に大きく ($D \rightarrow \infty$) とすると、 $q_{\omega 1}$ は P_b に無関係な吐き出し量となり、 $q_{\omega 1}$ の点を通って横軸に平行な直線が得られる。また反対に D が極端に小さくなって $D=0$ になると q_{ω} も 0 になり、 $P_b > P$ では空気が液剤側へ逆流し異常状態となるので、

$D=0$, $q_w=0$ $P_b=P$ の点がある。したがって ($P_b=0$, q_w) および $D=0$ の2点と, $D \rightarrow \infty$ 直線と, その中間に D が一定の曲線が存在するには, 上記の $D=D_m$ という q_w の最大値が実測しなくても想定でき, その間は連続と思われる。

ii $D > D_m$

D が D_m より次第に大きくなる場合, 第6-14図の右側において, いま横軸の値 P_b を P_b' と一定にして D を大きくすると, ΔP_{2n} が ΔP_{1n} より相対的に小さくなり, それに応じて q_{wn} が式(19)で D_m のときより増加したと想定する。またたて軸の値 q_w を q'_{wn} と一定にして D を大きくすると, 式(19)の ($\Delta P_{1n}-\Delta P_{2n}$) を一定に保つには, P_b を高くにとって D の増加による ΔP_{2n} の減少を防ぎかつ ΔP_{1n} の増加で釣合せたことになり, 各曲線の右側は P_b の高い側に寄る。そして D が無限大になったところで直線に近づく。

iii $D < D_m$

D が D_m より小さくなる過程では, D の減少が空気および液剤の流出を阻害し, 第6-12図のA点と噴頭吐き出し口との間に, D の通過抵抗に相当する静圧が ΔP_{2n} に加算され, P_b を P_b'' と一定にして D を小さくすると, ΔP_{2n} の増加に応じて D_m のときより q_{wn} が低下する。また q_{wn} を q''_w と一定にして D を小さくすると, q''_w を一定すなわち ($\Delta P_{1n}-\Delta P_{2n}$) を一定に保つには, P_b を低くにとって ΔP_{2n} の増加を防ぎかつ ΔP_{1n} の減少と釣合せたことになり, 各曲線の右側は P_b の低い側に寄る。前述の第6-4図は第6-14図の右側の傾向が不完全であるが表われている。

以上は初めに仮定したように噴頭の吐き出し口径 D 以外すべて一定としたが, 実際はきわめて変動要素が多く, 今後 q_w と P_b の関係を理論的に解析する必要がある。ただし後章においてこの曲線の右側, 左側並びに頂部が部分的に現われているところがあり, データの理解に有利であった。

4. スピードスプレーマウント微量, 少量散布機の開発

1) 開発と設計基準

すでに述べた背負微量散布機では, 立体的に繁茂する果樹に対して液剤粒子の貫通などが不十分で, かつ作業能率を高めるため, スピードスプレーヤに直装する微量, 少量散布機を開発した。その設計基準はおよそ次のとおりであった。

i 市販のスピードスプレーヤに直接装着できること。

ii 微量, 少量散布機の原理は, 背負微量散布機の機械破碎でなく, 乗用トラクタマウント微量, 少量散布機の有気噴霧方式とする。

iii 試作機の部品は, 空気圧縮機, (小形ポンプ), 噴頭 (有気噴頭), 微量散布用液剤タンクを主とし, 動力噴霧機を使わない。また将来水和剤を使うことが想定されるので, 小形ポンプはなるべく使わないこととし, 代りに圧縮空気をタンク内に加えることとする。

iv 空気圧縮機の圧力は最高 0.5 kg/cm^2 以下で, 所要動力が $1 \sim 2 \text{ kw}$ となるべく吐き出し風量が大きいものをとる。

v 小形ポンプの圧力は, タンクから噴頭で液剤を送り出すに必要な程度とし, 噴頭内の霧化には直接関与しないものとする。

vi 噴頭内の液剤最小通過穴径は 0.6 mm 以上とし, これに対応する目開きのあるストレーナを備える。

vii 微量散布から少量散布に変えるには, オリフィス (穴径 0.6 mm) の着脱や, 液剤に加える圧力, 噴頭の出口径等を調節する。

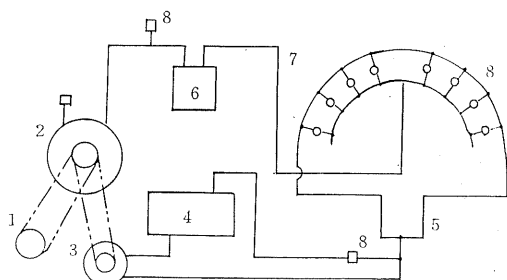
viii 前述の第6-1表において散布幅は 6 m , 1 ha 当たり散布量は微量散布のとき 4ℓ , 作業速度を 4 km/h ($=1.1 \text{ m/s}$) 少量散布のとき 50ℓ , 作業速度を 2 km/h (0.56 m/s) にとると, 噴頭の全吐き出し量は式(1)により 160 ml/min (微量散布) $1.0 \ell/\text{min}$ (少量散布) 前後の計算になる。

ix 噴頭全体の噴霧角度を約 120 度とすると, 噴頭の個数はほぼ $6 \sim 8$ 個程度が適切と考えられ, 噴頭1個当たり吐き出し量は約 23 ml/min (全吐き出し量 $160 \text{ ml}/10 \text{ a}$, 噴頭の数7個) および約 143 ml/min (全吐き出し量 $1.0 \ell/\text{min}$, その他同じ) 前後になり, 噴頭の口径等はこれに適合しなければならない。

x 1 ha 当たり作業時間は, 上記の推定値から計算で25分および50分になり, 補給, 移動, 調節時間を加えると, 1 ha 当たり実作業時間はほぼ $30 \sim 40$ 分および, $60 \sim 80$ 分程度になる。

xi スピードスプレーヤの稼動可能面積が, 3日間 (1日6時間) で 15 ha とされているから, 毎日 2.5 ha を無補給のまま連続作業するためには, 計算でタンク容量は 10ℓ および 125ℓ になり, スピードスプレーヤの液剤タンクのほか, 耐腐性のある微量, 少量散布用タンクを補助タンクとして備える必要がある。

xii 補助タンクのみでなく, 噴頭, 配管, 接手, 弁などの液剤系統は, 農薬による腐食に十分耐えるものを使用する。



- 1 : 動力取出し軸, power take-off shaft
- 2 : 空気圧縮機, air compressor
- 3 : 回転ポンプ, rotary pump
- 4 : 液剤タンク, liquid tank
- 5 : 液剤パイプ, liquid pipe
- 6 : 空気室, air chamber
- 7 : 空気パイプ, air pipe
- 8 : 噴 頭, blow head
- 8 : 調圧弁, pressure regulator

第6-15図 スピードスプレーヤマウント微量、
少量散布機

Fig 6-15 air-blast-sprayer-mounted ULV (LV)
sprayer, SSM-ULV (LV)-70

xiii 空気圧縮機および小形ポンプ等の動力源は、スピードスプレーヤのエンジンを利用し、プーリやベルトの寸法を適切なものにする。

xiv タンクの液剤およびエンジンを除いた微量、少量散布機のための全重量は60kg以内とする。

2) 設計案と構造

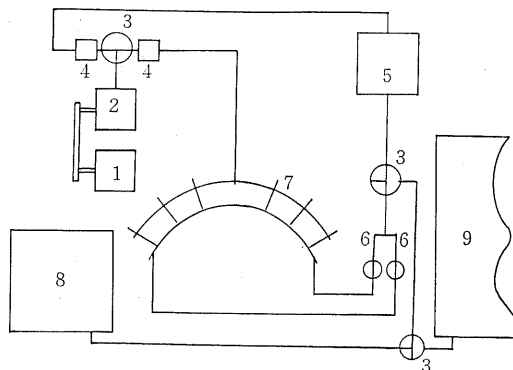
試作機は従来のスピードスプレーヤに微量、少量散布機を取付けることとし、その部分は次のとおりである。

i 動力噴霧機を取りはずし、小型の回転ポンプおよび空気圧縮機を取付ける。

ii スピードスプレーヤの送液管と平行に圧縮空気の送気管を備え、各々の噴頭吐き出し口直前で両者を混合させる。

iii 空気圧および液圧は噴頭の出口で霧化するために必要な程度とし、果樹内への搬送および付着はスピードスプレーヤの軸流送風機の風速、風量を利用する。

写真3はスピードスプレーヤマウント微量、少量散布機を示したもので、第6-15図はその配管図で、小形の回転ポンプはタンクから液剤を噴頭に送り出し、噴頭内で圧縮空気と混合する。この配管方式では水和剤を使う場合、ポンプ内部の摩耗が心配になるため回転ポンプをはずし、第6-16図のように液剤タンクを3個に分け、10ℓタンクは圧縮空気、55ℓタンクは重力落下で噴頭に送



- 1 : エンジン, engine
- 2 : 空気圧縮機, air compressor
- 3 : 三方弁, 3 way valve
- 4 : 調圧弁, pressure regulator
- 5 : 10ℓタンク, 10ℓ tank
- 6 : 二方弁, 2 way valve
- 7 : 噴 頭, blow head
- 8 : 55ℓタンク, 55ℓ tank
- 9 : 800ℓタンク, 800ℓ tank

第6-16図 スピードスプレーヤマウント微量
少量散布機 SSM-ULV (LV)-74

Fig 6-16 air-blast-sprayer-mounted ULV (LV)
sprayer SSM-ULV-74

液し、800ℓタンクには従来からあるうず巻ポンプを使い多量散布ができることにした。また第6-17図は、スピードスプレーヤに装着されている微量、少量散布機を上からみたものである。

3) 微量散布の吐き出し性能

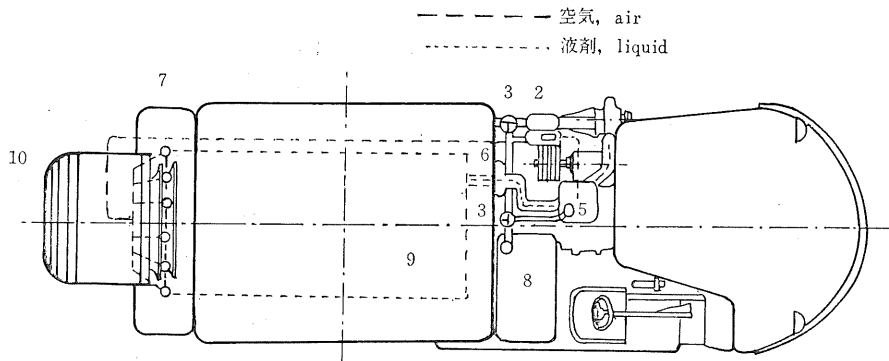
この噴頭の吐き出し量は第6-18図のとおりで、前述の第6-12図の乗用トラクタマウント微量散布機と原理は同じであるが、各部の寸法が違っている。すなわち

i 噴頭の吐き出し口の口径は1.5~1.8mmで、乗用トラクタの場合の2.2~2.5mmに比べて小さい。

ii 空気圧は0.4~0.6kg/cm²で、乗用トラクタの場合の0.1~0.3kg/cm²に比べて大きい。

iii 反対に液圧は0.18~0.23kg/cm²で、乗用トラクタの660mmAqの場合に比べて高い。

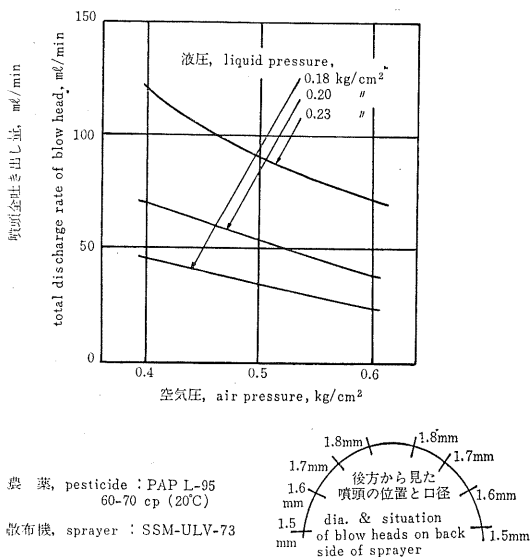
これらの要因が複合して、スピードスプレーヤの噴頭1個当たり吐き出し量は乗用トラクタの場合とほぼ同じ値になったものと考えられる。すなわち第6-4図において空気圧0.4kg/cm²であっても液圧が600mmAqで、噴頭の吐き出し口径が2.5mmのとき、噴頭1個当たり吐き出し量は約4 mℓ/minであるに対し、第6-18図のスピードスプレーヤの場合で空気圧0.4kg/cm²であっても液圧が



- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 2 : 空気圧縮機, air compressor | 3 : 三方弁, 3 way valve |
| 5 : 10 ℓ タンク, 10 liter tank | 6 : 二方弁, 2 way valve |
| 7 : 噴 頭, blow head | 8 : 55 ℓ タンク, 55 liter tank |
| 9 : 800 ℓ タンク, 800 liter tank | 10 : 軸流送風機, axial flow blower |

第6-17図 スピードスプレーヤマウント少量微量散布機 SSM-ULV (LV)-74

Fig 6-17 air-blast-sprayer-mounted ULV (LV) sprayer SSM-ULV (LV)-74



第6-18図 スピードスプレーヤマウント微量散布機の吐出量

Fig 6-18 Discharge rate of air-blast-sprayer-mounted ULV sprayer

0.18kg/cm² で、口径が1.5~1.8mm (平均1.65mm) のとき、噴頭1個当り液剤吐出量は約5 ml/minで、両者の差は小さい。

4) 噴頭の吐出し口径、液圧並びに空気圧の関係
有気噴霧の噴頭において、微量あるいは少量散布に適合するように液剤吐出量を設定するには、2方式が

考えられる。すなわちほぼ同じ所要動力で、低圧かつ空気吐出し量の大きい回転型圧縮機と、比較的高圧で吐出し量の少ない往復型圧縮機を採用する2方式において、

i 空気圧を高くすると微量散布ができ、低くすると少量散布ができる。これは第6-18図が第6-14図の右側と類似で空気圧を上げると吐出し量が下がる。

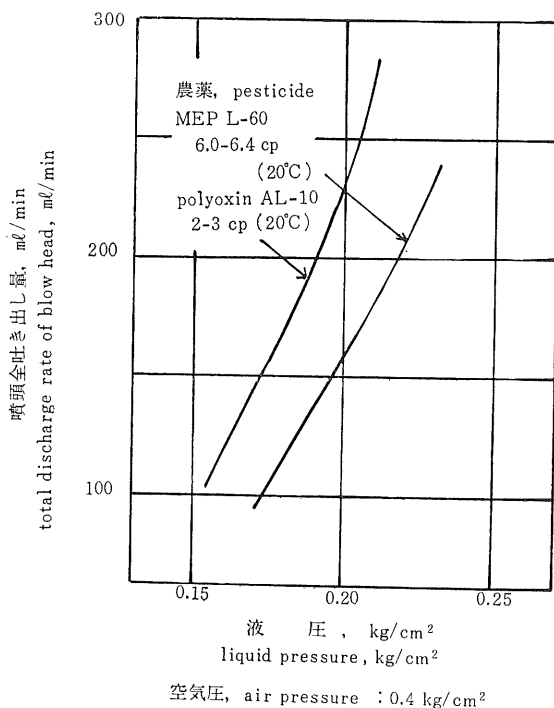
ii 回転型のように空気圧に限界があって空気量が大きい場合は、噴頭吐出し口径を小さくすると微量散布になり、大きくすると少量散布の条件になるが、これも第6-14図の右側と同じである。

iii 往復型のように空気圧が比較的大きく、空気量が小さい場合は、液圧を小さくすると微量散布になり、大きくすると少量散布の条件が得やすくなり、空気圧の調節と並用できる。

iv 空気圧が小さくなるほど微調節が必要で、それともない液剤の吐出し量に変化する。また噴頭の吐出し口径が大きいと液剤の噴霧粒径が大きくなりがちである。

v 第6-3図のように液剤管系にオリフィスを入れる方法は有効であるが、異物によるつまりが心配され適切な方法ではない。

vi 空気圧を高くするほど送液管に液剤が逆流しやすくなるので、液圧を大きくする必要があるが、それには液剤タンクを圧縮空気で加圧する方法等が必要で、噴頭に流入する空気圧と液剤タンクに加える空気圧の調節が必要である。また液圧を高めるにはポンプを使う方法が適確であるが、部品の点数がそれだけ多くなる。



噴頭の吐き出し口径と個数
dia. of discharge hole and number of blow head

1.5mm	× 2
1.6mm	× 2
1.7mm	× 2
1.8mm	× 2

散布機, sprayer : SSM-ULV-74

第6-19図 スピードスプレーヤマウント微量散布機の吐き出し量

Fig 6-19 total discharge rate of air-blast-sprayer-mounted ULV sprayer

5) 吐き出し量と液剤の粘性

微量散布用液剤の粘性については第Ⅱ章の2に述べたとおりで、また背負微量散布機の吐き出し量との関係も同章に記載したとおりである。スピードスプレーヤマウント微量散布機は、殺虫剤のみでなく殺菌剤も比較的多く使用し、両者の粘度範囲は2~6 cpの差がある。第6-19図は、殺虫剤 MEP L-60, cp=6.0~6.4と、殺菌剤ポリオキシン, AL-10, cp=2~3について、液圧を変えた場合の噴頭全吐き出し量を示したもので、空気圧を0.4kg/cm²にとると50%程度の差で粘度の低いポリオキシンの吐き出し量が大きくなっている。しかし cp が6程度では配管内の液剤の流動がやや小さい程度で、液圧を変えることにより微量散布のみでなく少量散布にも

適用が可能である。

6) 裸地における距離別付着。20)。

第6-20図は障害物のない裸地において、果樹園内と同一条件で MEP L-60を散布し、噴頭の片側の0~90度の範囲内で、0(地上30cm)、上向き20、45、70、90度の方向に測定点を設け、各方向とも測定の間隔を50cmとし、無風時と風速約1 m/sの場合で、散布機を走行しながら付着指数(以下付着)をU式落下指標で求めたもので、この結果から

i 散布機の中心から50cm離れた地点では、付着の小さい場合が多く、上向き70度のみ付着が大きい。これは送風機出口から出た噴霧が、各噴頭とも十分に広がっていないためで、上向き70度の場合測定紙と噴霧がほぼ一致したと思われる。

ii 散布機から1~1.5 m以上離れると噴霧の広がりが大きくなり均一な付着が得られている。

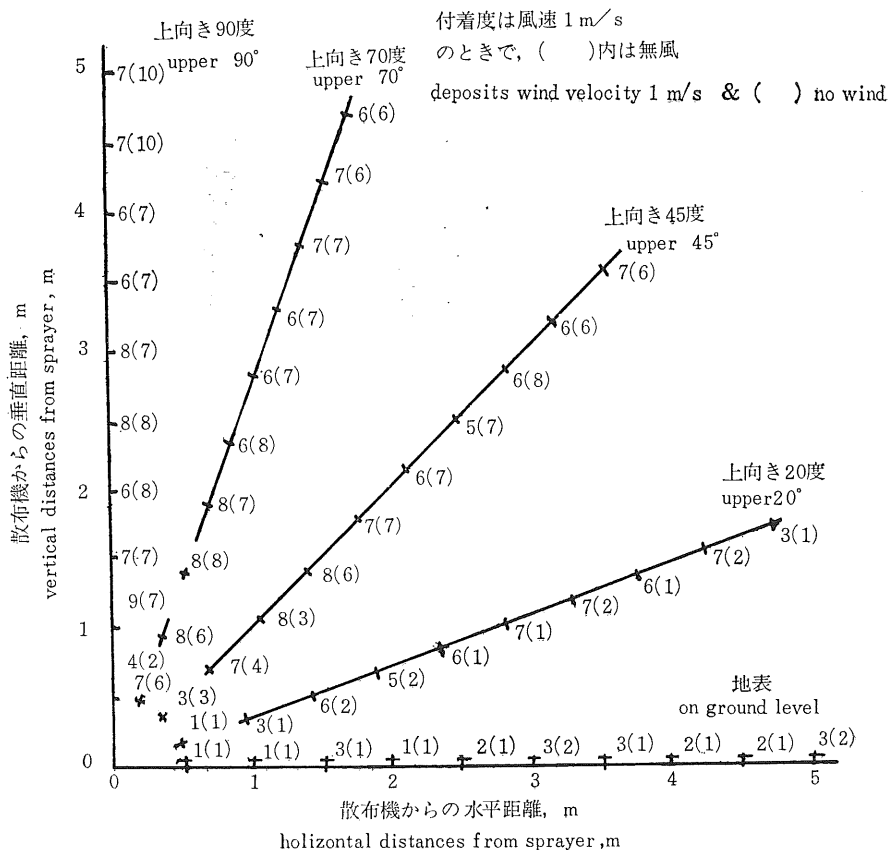
iii 地表より30cmの水平位置では、付着が他に比し少ないようで、送風機出口の形状とくに下端の導風板の角度が原因で、水平方向には対象となる作物の葉や果実がないため、この程度の付着で十分である。ただしりんごがわい性の場合や腐らん病の場合は主幹の下部も散布対象になるので、導風板の角度を広げることが必要になる。

iv 風速1 m/sの場合と無風の場合は、上向き20度の方向のみ両者に大きな差がある。その理由は明らかでないが、無風時の20度方向も地表30cmと同様もともと付着が小さいが、約1 m/sの風の風方によってたまたま付着が大きくなったとも考えられ、総合的にみれば20度以下の方向に噴霧が広がるよう、噴頭の配置と導風板の角度を調節すべきであったと思われる。

v 90度方向すなわち垂直方向の付着は十分な値を示しているが、慣行のりんごの仕立て形では、大きな枝の下を散布機がくぐる場合もあって実用的であるけれども、樹令が若い場合やわい性には適切でないことがある。したがって地表から70度の範囲に付着の集中することが望ましい。

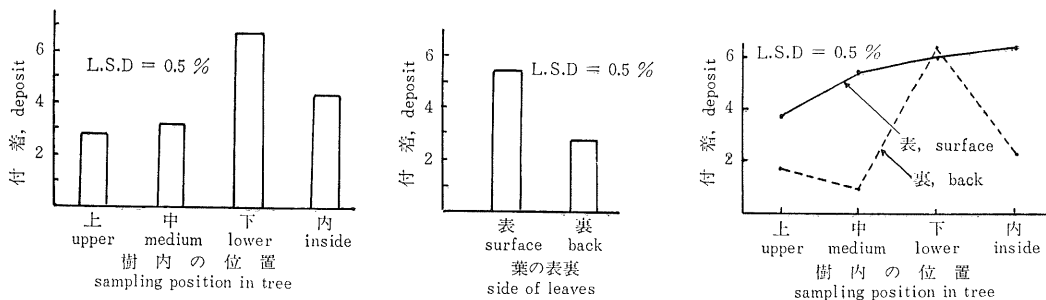
7) 微量散布の付着。20)。

第6-21図は、わい性の8年生りんご(10 a 当り55本、高さ6 m、幅3 m)に、MEP L-60を散布幅6 mで6 ℓ/ha散布した場合の農薬付着を示したもので、噴頭内のオリフィス口径が0.8 mm、噴頭数を6個とし、空気圧が0.5 kg/cm²、液剤の吐き出し量が150 ml/minで、作業速度が約2.8 km/hである。調査は前述のU式落下指標で付着を求め、有意水準5%の分散分析を行った。散布機は試



第6-20図 スピードスプレーヤマウント微量散布機 SSM-ULV-70 の裸地における付着。20。

Fig 6-20 Deposits on uncovered ground by air-blast-sprayer-mounted ULV sprayer SSM-ULV-70。20。

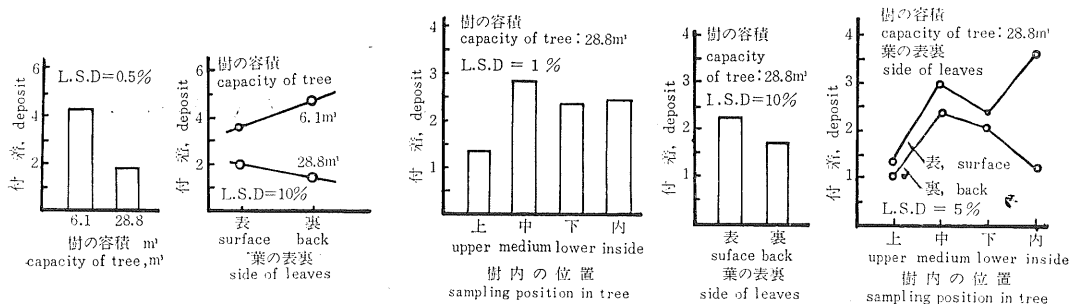


作物: わい性りんご
散布機: SSM-ULV-74
農薬: MEP L-60
散布量: 6 ℓ/ha

crop: apple (dwarf)
sprayer: SSM-ULV-75
pesticide: MEP L-60
application rate: 6 ℓ/ha

第6-21図 スピードスプレーヤマウント微量散布機 SSM-ULV-74の付着

Fig 6-21 Deposit to apple by air-blast-sprayer-mounted ULV sprayer (SSM-ULV-74)



作物：わい性リンゴ
 散布機：SSM-LV-74
 農薬：ケルセン L-3
 散布量：8ℓ/ha

crop : apple (dwarf)
 sprayer : SSM-LV-74
 pesticide : keltthane L-3
 application rate : 8 ℓ/ha

第6-22図 スピードスプレーヤマウント少量散布機 SSM-LV-74の付着

Fig 6-22 Deposit to apple by air-blast-sprayer-mounted LV sprayer (SSM-LV-74)

作スピードスプレーヤマウント微量散布機 SSM-LV-74 である。

測定方法は、測定樹の樹高を3等分し、樹冠部を上、樹中央部を中、樹下部を下とし、樹容積の中心部を内とし、それぞれ調査用紙を葉の表裏に固定した。調査の結果から

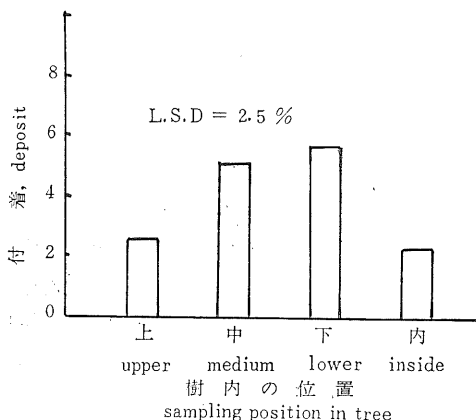
i 樹の下部は、上、中、内に比べて付着が多かった (L. S. D=5%)。これはスピードスプレーヤの軸流送風機の風が樹の下部に集中して貫入したためで、導風板調節の効果がみられる。

ii 葉の表の付着は、裏の付着に比べて比較的大きかった (L. S. D=5%)。この理由は、噴頭から樹に向かって吹き上げられた噴霧粒子がふたたび降下して葉の表面に多く付着したものである。

iii 樹内の位置と葉の表裏について交互作用が認められ、樹の下部では表裏ともに付着のよいことが明らかで、空気と液剤の混合気が樹内の下部でうず運動を起こし、表裏ともに十分な付着があったと考えられる。

8) 少量散布の付着

第6-22図は、わい性りんご (4年生、樹容積6.1m³ および9年生、樹容積28.8m³) に、ケルセン L-30 を散布幅5mで、8ℓ/ha (少量散布) 散布した場合の農薬付着を示したもので、噴頭内のオリフィス口径が0.8mm、噴頭の個数を8個とし、液剤の吐き出し量は93.4mℓ/minの2回散布で、作業速度は約2.8km/hである。調査は微量散布に近いU式落下量指標で付着を求め、分散分析を実施した。散布機はスピードスプレーヤマウント微量散布機 SSM-LV-74である。



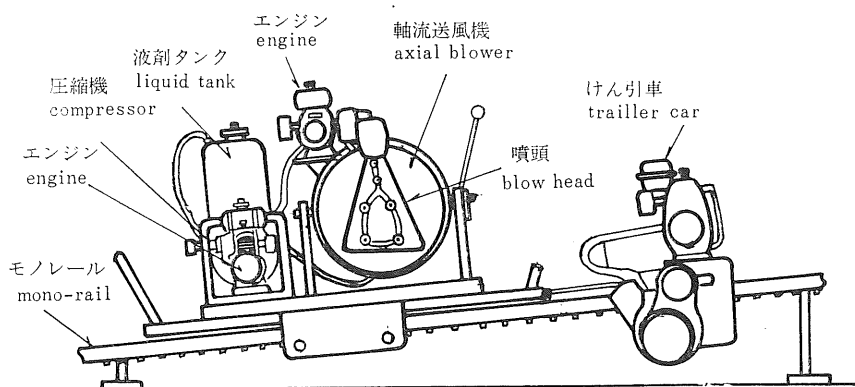
作物：わい性りんご crop : apple (dwarf)
 散布機：SSM-LV-74 spray : SSM-LV-74
 散布液：赤色素 liquid : red dye
 散布量：300ℓ/ha application rate : 300ℓ/ha

第6-23図 スピードスプレーヤマウント少量散布機 SSM-LV-74の付着

Fig 6-23 Deposit to apple by air-blast-sprayer-mounted LV sprayer SSM-LV-74

測定方法は、樹高を上下に等分し樹冠部を上、樹下部を下とし、葉の表裏に調査用紙を配置した。また一般に液剤の付着ににくい樹容積が28.8m³については、樹の上、中、下のほか樹内にも用紙を配置して付着を求めた。試験結果から

i 樹容積の小さい樹に対する付着は、大きい樹の約4倍であった。



第6-24図 傾斜地果樹園用モノレールマウント微量、少量散布機, RM-ULV (LV)-74
Fig 6-24 Mono-rail-mounted-ULV, LV sprayer RM-ULV(LV)-74 for inclined orchard

ii 葉の表と裏の付着は、樹容積が 6.1m^3 の場合裏側に多く、反対に樹容積が 28.8m^3 の場合は、表側がやや大きかった。したがって樹容積の小さいほど直接噴霧が葉裏に達しやすく付着が大きかったと思われる。

iii 樹容積が 28.8m^3 と大きい場合、樹の上部の付着が他に比べて小さく、かつ葉表は裏より大きく、とくに樹内部の葉表の付着が大きかった。

以上を要約すると、噴霧の付着は樹が繁茂して貫入抵抗があると液剤の到達は阻害され、また樹内部は自然風に作用されにくいため葉表の付着が大きいと考えられる。

第6-23図は、ha 当り300ℓ散布（少量散布のなかでも多量散布に近い）付着を示したもので、わい性リンゴ樹は8年生であるため前述の 28.8m^3 に比べやや小さく、散布液は赤色素を混入した水で、測定紙は印画紙を使い、U式落下指標に準じた付着指数（以下付着）を用いた結果である。測定位置は樹の上、中、下、内および葉の表裏で、各点は任意の5枚（表裏で10枚）からなっている。調査結果から葉の表裏の差は、この場合有意でなかった。また上と内の付着が中と下より小さい。すなわち30ℓ/10aの散布では、樹の中と下に大きな粒子の噴霧が直接散布され、到達しにくい上や内に細かい付着が認められても、大きな値の付着にならなかったためである。

5. 傾斜地果樹園用モノレールマウント微量、少量散布機の開発

1) 開発と設計基準

急傾斜地の果樹園では散布機の走行がきわめて困難で、そのほか農薬や調剤水の運搬を考えると、防除作業は容易でないといえる。これら急傾斜地には、収穫物の

搬出や資材の搬入などを目的に、一定間隔でモノレールが配置され、エンジンをとう載したけん引車が運搬用台車を引きながらレール上を移動する方法がある。このモノレールを利用して、ぶどう園に農薬を散布する着想が山形県農業試験場で進められ、運搬用台車に装着する微量、少量散布機の開発が要望され、1972年に農業機械化研究所はこの試作研究にとり組んだ。試作に必要とした設計基準は次のとおりであった。

i 傾斜面の平均角度は 26.5° で、けん引能力は100~150kg以下であったため、散布機的全装備重量は100kg以下とした。

ii 運搬用台車の床面積のうち散布機が占有できるのは、約 $1200 \times 630\text{mm}^2$ 以下とした。

iii 散布対象はぶどうの葉および花房で、噴頭下端との高さは1.5~1.8mとした。

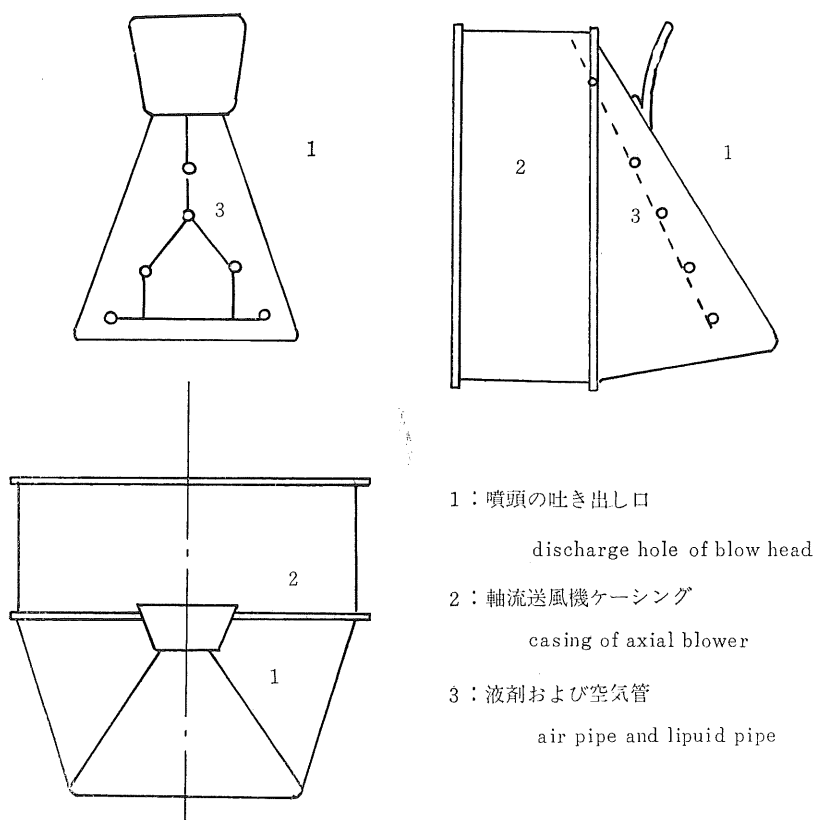
iv 散布機の最大高さはぶどうの花房までとし、台車の床面から0.9m以内とした。

v レールの取付間隔は30mであったから、散布幅は片側で15mとし、レール上を往復して30mの範囲に液剤を散布する。

vi 液剤の噴霧は、送風機から出る風に乗って棚下を流れ、散布幅末端の風速は約 1.0m/s になるよう送風機を設計する。

v 散布量は5~100ℓ/haとし、けん引車の走行速度を 0.25m/s にすると、噴頭の合計吐き出し量は $0.11 \sim 2.24 \text{ℓ/min}$ の範囲になり、これに適合する噴頭の構造、性能と調整範囲を備える。

vi 散布機の直上から散布末端すなわち散布幅内



第6-25図 モノレールマウント微量、少量散布機の噴頭
Fig 6-25 Blow head of mono-rail-mounted ULV and LV sprayer

の付着は、できるだけ均一なものとする。

vii 原動機は散布機の圧縮機と送風機を1台で駆動することが望ましいが、散布機の容積に制限があるため、個別に2台使用する。

viii 液剤タンクの容量は約20ℓとし、小形の回転ポンプを使って液剤を噴頭から噴霧する。

2) 設計案と構造

第6-24図および写真5はモノレールマウント微量、少量散布機（試作2号機）の外観を示したもので、けん引車、モノレール、台車、微量、少量散布機からなっている。さらに微量、少量散布機は、軸流送風機、噴頭、圧縮機などの部分に分かれ、2台のエンジンで駆動される。また第6-25図は送風機吐き出し口の噴頭の形状を示したもので、正面図に示す出口の形状はほぼ三角形を示し、側面図にみられるようにケーシングがやや上向きに作られ、棚下に沿って空気が流れやすいように作られている。また正面図の三角形の頂点には、噴頭の直上部へ

1：噴頭の吐き出し口

discharge hole of blow head

2：軸流送風機ケーシング

casing of axial blower

3：液剤および空気管

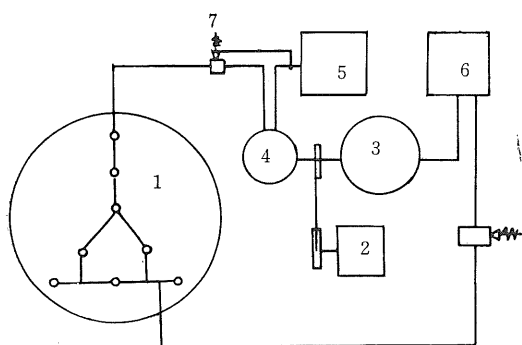
air pipe and liquid pipe

吐き出す導風板があって、直上部の付着がよくなるように作られている。また液剤は噴頭の頂部から流入して途中で二分され、末端でつながっている。

第6-26図はその配管系を示したもので、小形の回転ポンプ4から調圧弁7を通して出る液剤と、圧縮機3から空気室6を通った空気が噴頭で混合され、軸流送風機1から散布される。

3) 微量、少量散布機の性能(27)。

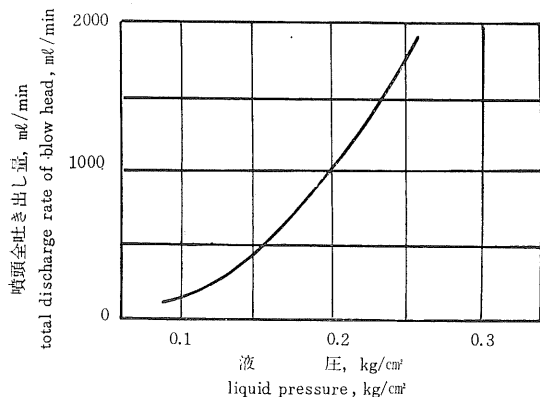
第6-27図は第6-5図と同じ構造の噴頭で、調圧弁7で液圧を0.1~0.3 kg/cm²の範囲に調節した場合について噴頭全吐き出し量を測定したもので、空気圧は0.3 kg/cm²の一定とし、供試農薬は zineb 水和剤で、噴頭1個当りにすると15mℓ/min から220mℓ/min になる。第6-28図は散布機の位置から風下側の方向に1m間隔で噴頭から出る風の風速を、棚の下と地表より1mの高さについて測定したものである。この結果から軸流送風機から出た風が最初に棚に達する2mの地点に約11m/sのピーク



- 1 : 軸流送風機, axial blower
 2 : エンジン, engine
 3 : 圧縮機, air compressor
 4 : 回転ポンプ, rotary pump
 5 : 液剤タンク, liquid tank
 6 : 空気室, air chamber
 7 : 調圧弁, pressure regulator

第6-26図 傾斜地果樹園用モノレールマウント少量布機 (RM-LV-73)

Fig 6-26 Mono-rail-mounted LV sprayer for inclined orchard (RM-LV-73)



空気圧, air pressure : 0.3 kg/cm²

噴頭の吐き出し口径と個数

dia. of discharge hole and number of blow head

1.6mm × 1

1.8mm × 6

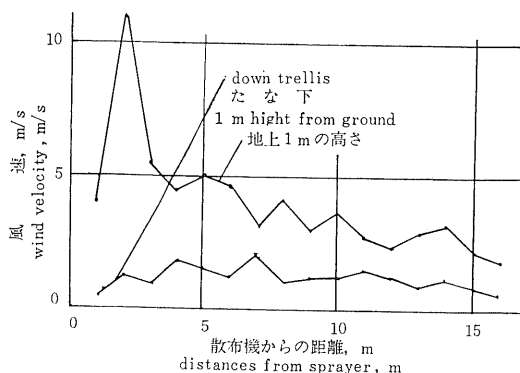
1.9mm × 1

農 薬 pesticide : zineb, WP. 30g/ha

散布機, applicator : RM-LV-74

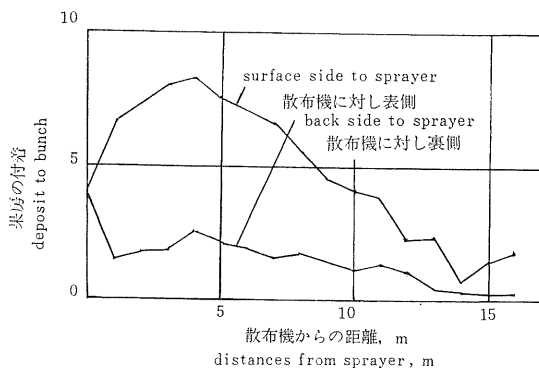
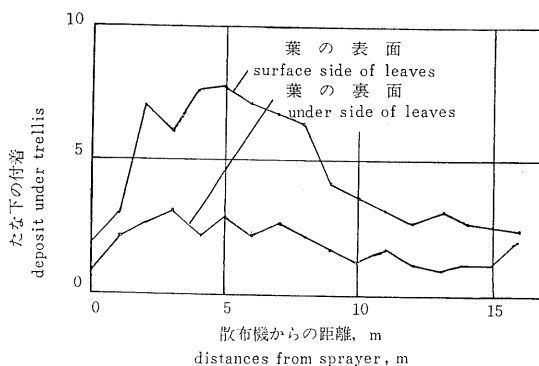
第6-27図 傾斜地果樹園用モノレールマウント少量散布機の吐き出し量

Fig 6-27 Discharge rate of mono-rail-mounted LV sprayer for inclined orchard



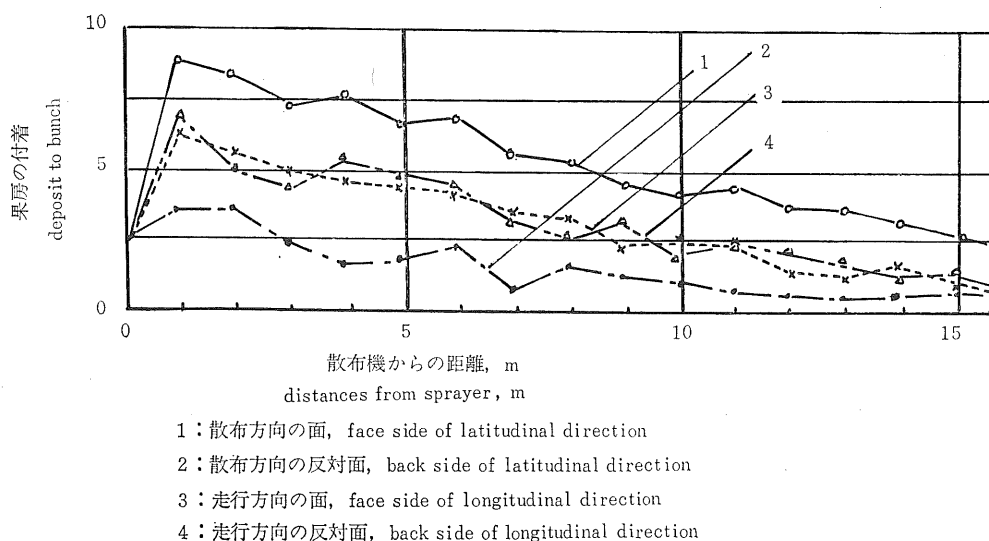
第6-28図 たな作り果樹園内の試験時風速分布。27)。

Fig 6-28 wind velocity by test sprayer in trellis-orchard. 27)。



第6-29図 モノレールマウント少量散布機 RM-LV-74の付着度。27)。

Fig 6-29 Deposit by mono-rail-mounted LV sprayer RM-LV-74. 27)。



第6-30図 モノレールマウント少量散布機 RM-LV-74の果房への付着。27)。

Fig 6-30 Deposits to bunch of grapes by mono-rail-mounted LV sprayer RM-LV-74。27)。

があるが、その他は4～5 m/sの棚下風速がほぼ6 m地点まで続き、次第に減衰して15m地点では約2 m/sになっている。これに対し地表より1 mの高さの風速は約1～2 m/sで、ほとんど減衰しないようである。

第6-29図は散布機の位置から風下側の方向に、風速測定点とはほぼ同じ位置で葉および果房を選び、葉についてはその裏裏、果房については散布機に面する側とその反対側に測定紙（ミラーコート紙）を取付け、それぞれの付着を暫定的に決めた少量散布用付着指標を使って調査したものである。その結果葉の表面では風速が最大値を示す2 m地点より8 m地点まで比較的大きい付着を示し、また裏面では付着が1～2で距離に対する変動が少なかった。風速が最大値をとる2 m地点では、液剤の粒子が棚上に吹き上がり、2 mから8 mの範囲内に再び落下して葉の表面に多く付着したものと考えられる。また果房の付着は吹き上がった粒子が再び付着したものでなく、棚下に沿って流れる風で散布機に面した側の付着が多くなったもので、とくに10 m地点以下の付着が少ないのは、噴霧粒子が風の流れからはく離し15 mまで到達しにくかったと思われる。また果房の裏側の付着は、風の乱流などで果房の裏にまわり込む作用によるが、10 m以遠ではその作用がほとんどなくなり、付着が少なかった

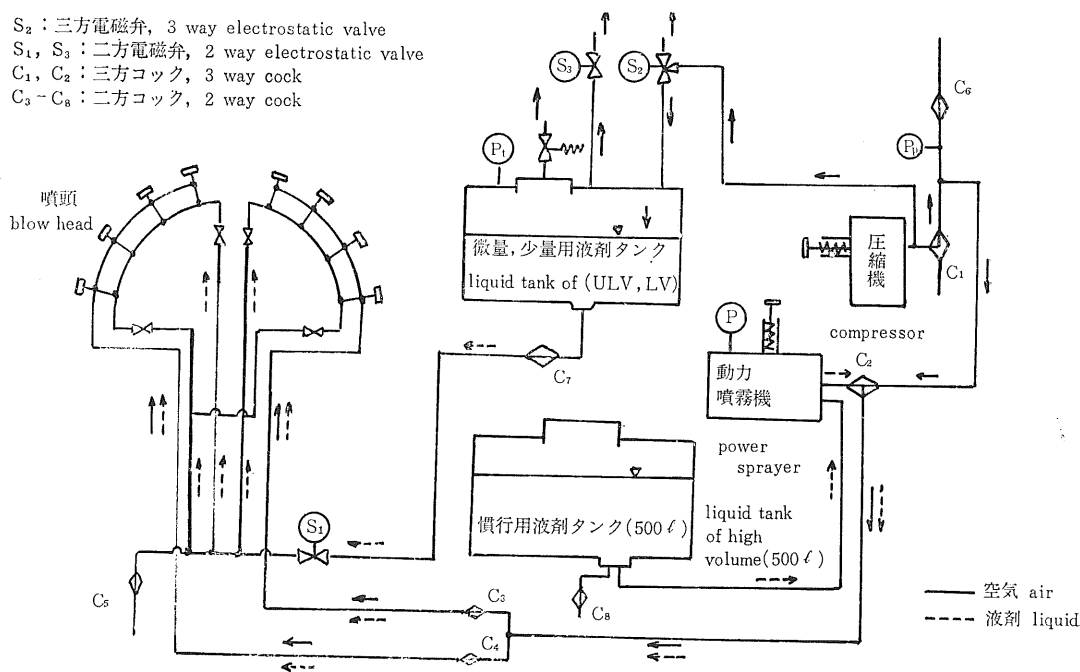
と思われる。ただし15 m地点は次のレールから散布されたとき重複散布となり、実際の付着はもっと大きくなることがあり得る。また第6-30図は散布方向とその反対面の付着のみでなく、4方向の付着を測定したもので、散布方向および反対方向より90度の面の付着も、両者の中間的な付着を示しかつその差が少なかったが、これは噴頭の広がり角度が適切で散布機が果房に近づくときおよび遠ざかるときにも、ある程度噴霧粒子が付着したことを示している。

6. 棚作り果樹用スピードスプレーヤマウント微量、少量散布機の開発

1) 開発と設計基準

前述の傾斜地果樹用散布機は急傾斜用に設計されたものであるが、ぶどうのみでなく、桃、なしなどは比較的平坦地に多く栽培され、なしの年間散布回数は他に比し多い。慣行の棚作り果樹用スピードスプレーヤはこれらの病害虫防除に使用され、現在各方面で普及しているけれども、散布量が多いため作業能率が低く実用上支障になっている。したがって少量散布が可能な散布機の開発が各方面で望まれていた。農業機械化研究所はかねてから乗用トラクタマウント微量、少量散布機を開発していたが、原理的にはほとんど同じであるため、この開発研

S_2 : 三方電磁弁, 3 way electrostatic valve
 S_1, S_3 : 二方電磁弁, 2 way electrostatic valve
 C_1, C_2 : 三方コック, 3 way cock
 $C_3 - C_8$: 二方コック, 2 way cock



第6-31図 棚作り果樹用スピードスプレーヤマウント微量, 少量散布機 TSS-LV-74
 Fig 6-31 Air-blast-sprayer-mounted ULV & LV sprayer for trellis-orchard, TSS-LV-74

究に着手したが、その設計の目標は次のとおりであった。

i 棚作り果樹のため、垂直方向に対する噴霧の到達より、むしろ散布機の進行に対する直角方向の散布幅を重視し、散布幅を6～8mとする。

ii 開発当初は、微量, 少量散布技術が現行の多量散布技術に直ちに置換るものでなく、順次変遷すると考えたため、両散布技術ができる兼用機とする。

iii 微量散布機の散布量は6ℓ/ha以下、少量散布機では10～200ℓ/haとした。

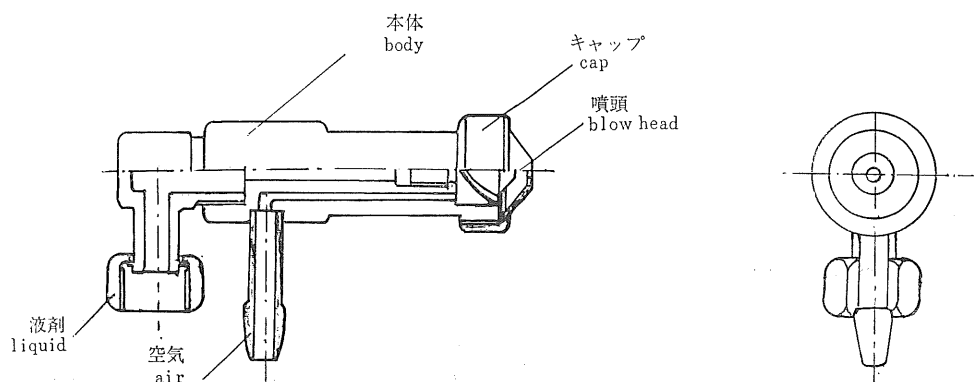
iv タンク容積は微量, 少量散布用が約30ℓで、多量散布用は慣行の500ℓのものを利用した。

2) 試作機の構造

写真6および第6-31図は棚作り果樹用スピードスプレーヤマウント微量, 少量散布機の外観と構造で、空気圧

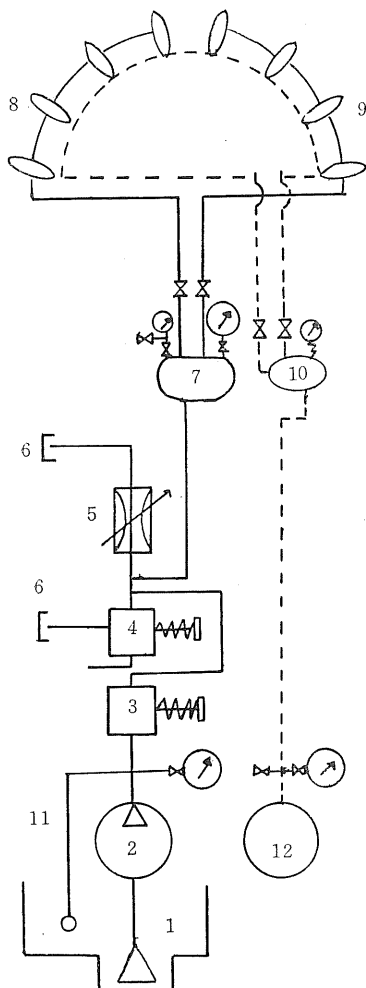
縮機、動力噴霧機、微量, 少量液剤タンク、慣行液剤タンク、噴頭、配管からなっている。

微量散布の場合は、圧縮機から出た圧縮空気は、三方コック C_1, C_2 および二方コック C_3, C_4 をへて噴頭に達するが、1部は三方電磁弁 S_2 を通って微量, 少量用タンクに達し、タンク内の液剤を二方コック C_7 、二方電磁弁 S_1 を通って噴頭に送り出し、圧縮空気とともに噴頭から散布する。なお C_5, C_6 はドレンコックで、 S_3 は S_1 が閉じられるとともに開く空気抜き弁である。この状態から慣行の多量散布に変えるには、 C_2 を動力噴霧機側に通じさせ、500ℓタンクから吸い上げられた液剤は噴霧機を通して C_2 から C_3, C_4 に達し噴頭から噴霧され、圧縮空気は S_2 から S_3 を通って外部に吐出されるとともに微量, 少量散布液は C_7 が閉じられるため噴頭には達しない。



第6-32図 棚作り果樹用スピードブレーヤマウント少量散布機の噴頭 (TSS-LV-75)

Fig 6-32 Blow head of air-blast-sprayer-mounted LV sprayer for trellis-orchard (TSS-LV-75)



第6-33図 棚作り果樹用スピードブレーヤマウント少量散布機, TSS-LV-76

Fig 6-33 Air-blast-sprayer-mounted LV sprayer for trellis-orchard, TSS-LV-76

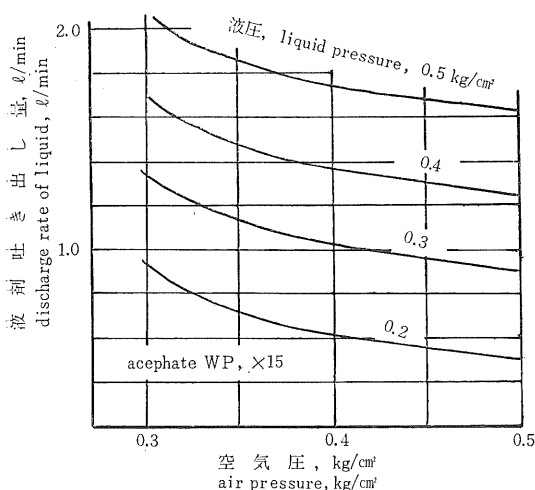
第6-32図は棚作り果樹用微量、少量散布機のために改良された噴頭で、従来の微量、少量散布用と違っているのは、本体の取付角度が任意に変えられるよう液剤の入口が袋ナットになり、軸流送風機出口の風量が大いところに噴頭中心が位置するよう噴頭本体の長さが長く作られ、さらに霧化をよくするため噴頭の先端における空気と液剤の混合室の形状が違えてある。

第6-33図はその改良形の構造を示したもので、

i 微量、少量用の液剤タンクに空気圧を加えて液剤を吐き出す方法は、加圧の範囲がせまいため吐き出し量の調節範囲が小さく、かつ各接手などに空気漏れがあると発見が困難でまた吐き出し量が安定しにくいので、動力噴霧機を使うと液剤タンク内のかくはんが容易で、かつ吐き出し量が安定しやすい。

ii ただし微量、少量散布用には、動力噴霧機を使うと圧力が高いため吐き出し量が多くなり過ぎる。そこで動力噴霧機の余水側の圧力をさらに減圧して利用す

- 1 : 液剤タンク, liquid tank
- 2 : 動力噴霧機, power sprayer
- 3 : 調圧弁, pressure regulator
- 4 : 調圧弁, pressure regulator
- 5 : 逃しコック, spill cock
- 6 : 戻り, return
- 7 : 液剤室, chamber for liquid
- 8 : 左側噴頭, blow head of left
- 9 : 右側噴頭, blow head of right
- 10 : 空気室, chamber for air
- 11 : コック, cock
- 12 : 空気圧縮機, air compressor



散布機, sprayer : TSS-LV-74

噴頭の寸法, sizes of blow head

液剤の孔径, dia. of liquid hole : 1.2mm

空気の内径, dia. of air hole : 2.0mm

第6-34図 棚作り果樹用スピードスプレーヤマウント

少量散布機の吐き出し量

Fig 6-34 Discharge rate of air-blast-sprayer-mounted LV sprayer for trellis-orchard

る方法をとっている。

第6-33図で少量散布の場合、液剤は動力噴霧機2を出てコック11と調圧弁3に分流する。調圧弁3は大部分の液剤をコック11に流し、タンク1のかくはんを行なうとともに、余水を調圧弁4に送液する。すなわち調圧弁3は普通と逆で、低圧の余水を少量散布に使っている。調圧弁4は普通と同じ使用方法で、余水を6に戻し調圧した液剤を液剤室7に送り出す。少量散布の場合なお圧力および流量の多いことがあるので、液剤室7の途中に逃し弁5を取付け、逃し口の面積を変えると、さらに減圧することができる。この配管を使って多量散布を行なうには、コック11を閉じて調圧弁3に全流量を流し、逃し弁5と調圧弁4で液剤室7に流れる液圧、流量を調節する。

3) 噴頭の吐き出し量。22)。

第6-34図は棚作り果樹用スピードスプレーヤマウント少量散布機(TSS-LV-74)の吐き出し量を示したもので、空気圧と液圧に対し右下がりの曲線となり、液圧が高いほど吐き出し量が大きくなっている。試験液はアセフェート水和剤の15倍液であるが、粘性などがほとんど水に近く、同種類の水和剤溶液に適用できる。

第6-3表は第6-33図のように改造したTSS-LV-76の噴頭吐き出し量を示したもので、少量散布の場合、コック11を開き調圧弁3を作動させ、逃しコック5を全開に

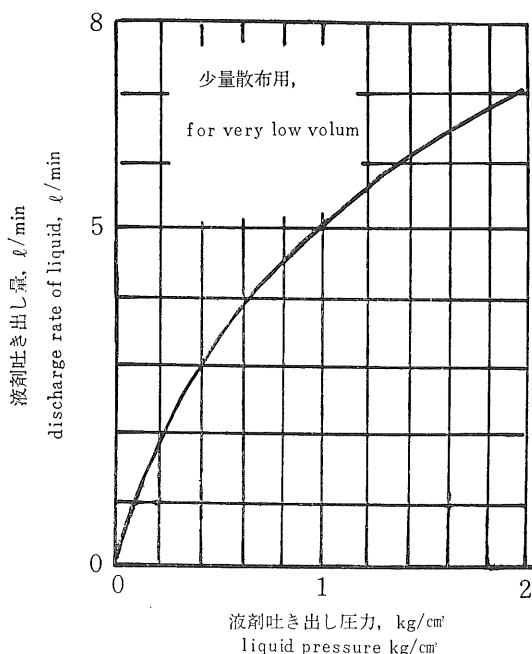
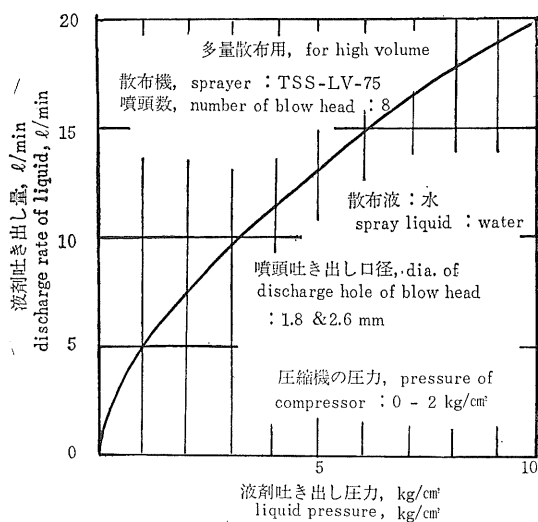
第6-3表 棚作り果樹用スピードスプレーヤマウント少量散布機の吐き出し量

Table 6-3 Discharge rate of air-blast-sprayer-mounted LV sprayer for trellis-orchard

散布 spraying	調圧弁3 regulator 3	逃しコック5 spill cock	液剤室の液圧 liquid pressure at liquid chamber kg/cm ²	ポンプ圧 pump pressure kg/cm ²	空気圧 air pressure kg/cm ²	吐き出し量 discharge rate from blow head ℓ/min.
少量散布 LV	作動(コック 11開) on (open cock 11)	全開 full open	0.1	13	1.3	1.22
			0.2	13	1.35-1.4	1.83
			0.3	12-10	1.5	2.32
			0.5	8-7	1.55	3.12
			0.7	(5)	1.62	4.03
			1.0	(3)	1.7	5.0
多量散布 HV	停止(コック 11閉) off (shut cock 11)	1/2 閉 1/2 close	3.0	(3)	2.15	8.4
		3/4 閉 3/4 close	7.6	10	3.3	16
		4/5 閉 4/5 close	10.0	12	3.6	18.3

噴頭の吐き出し口径, dia. of discharge hole of blow head : 1.8mm

散布機, sprayer : TSS-LV-76



第6-35図 棚作り果樹用少量散布機
(TSS-LV-75) の性能

Fgi 6-35 Discharge rate of air-blast-sprayer-mounted LV sprayer for trellis-orchard, TSS-LV-75

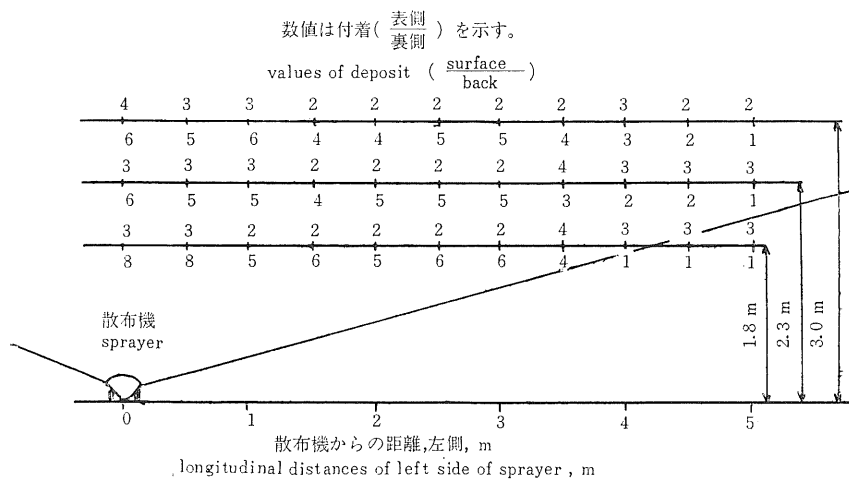
して調圧弁 4 のみを作動させ、液剤室 7 の液圧を $0.1 \sim 1.0 \text{ kg/cm}^2$ に変えると、噴頭の吐き出し量は $1.2 \sim 5.0 \text{ l/min}$ に変化する。さらに第 6-3 表では動力噴霧機の回転速度が一定のとき、液剤室 7 の液圧が 0.1 kg/cm^2 のように低いほどそこを通過する水量が少なく、調圧弁 3 は自動的に閉じられ動力噴霧機のポンプ圧が 13 kg/cm^2 と高くなる。この状態で調圧弁 4 を調節すると 7 の液圧は上昇し、調圧弁 3 の出口圧力が高くなり、調圧弁ばねを逆に押し上げるから動力噴霧機のポンプ圧は低下する。また圧縮機 12 から出た空気は空気室 10 を通り噴頭内で液剤とともに噴霧されるが、噴頭の吐き出し口で液剤の吐き出し量が大きくなるほど空気が阻止されて減少し、空気圧の上昇傾向が発生するものと思われる。また慣行の多量散布では、前述のようにコック 11 を閉じ、さらに逃しコック 5 を次第に閉じると、容量の小さい調圧弁は全開になるがそれ以上に 7 の液圧が高くなり噴頭への流量が多くなる。そして 7 の圧力にともない動力噴霧機側の圧力も高くなる。第 6-3 表の多量散布の数値はこの傾向が表われている。ただし噴頭の入口圧力である第 6-33 図の液圧と噴頭の吐き出し量は第 6-35 図のとおりで、少量、多量散布とも一本の曲線に画かれ、下図は主として少量散布用の部分を拡大したものである。ただし多量散布の部分は準少量散布を含み、また少量散布の部分も微量散布に使うこともできる。

4) 棚位置に対する付着

i 室内基礎試験

第 6-36 図は棚作り果樹用スピードスプレーヤマウント微量、少量散布機の室内における付着試験の測定点の位置を示したものである。散布実験室の形状は高さ 10 m、長さ 50 m、幅 9 m で、散布は片側散布とし、天井から約 6 m のポールを 3 本吊り下げ、床面から 1.8, 2.3, 3.0 m の高さで水平に固定した。水平のポールには間隔 50 cm ごとに測定紙を固定する横棒と固定用具を取付け、1 個の表裏に 1 枚ずつ計 2 枚の測定紙を固定した。すなわち裏側は散布機に面することになり表側は噴霧した粒子がふたたび落下して付着する面である。測定範囲は片側で 5 m とし、散布量は約 48 l/ha 、散布幅は左右で 8 m、走行速度は 0.45 m/s (1.6 km/h) にとった。散布液は清水に赤色素を 0.5% 溶かしたもので、測定紙 (ミラーコート紙) 上の付着状態をあらかじめ用意した暫定的標準付着指標と対比し数値化したものである。

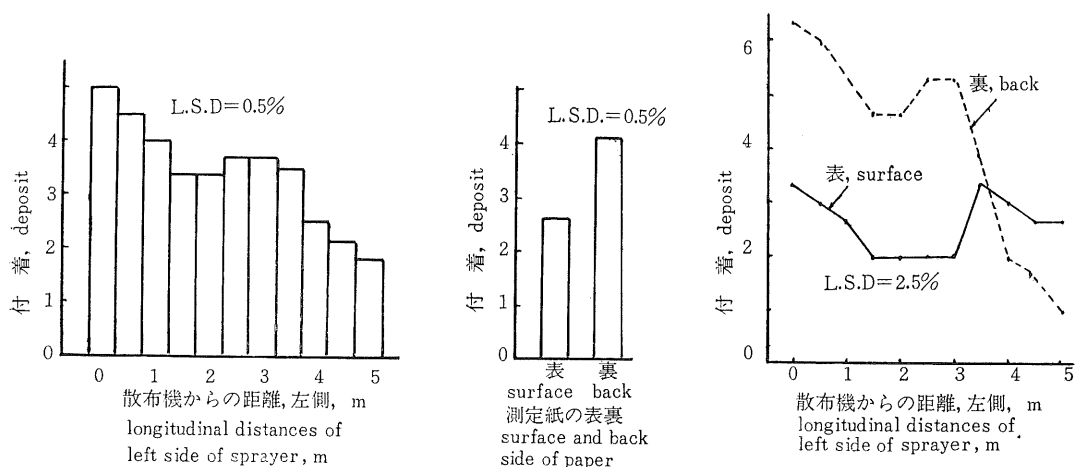
測定値は図中の各測定点に示されたとおりで、距離、高さ、表裏についての分散分析を行なった。第 6-37 図はその結果で、距離が遠くなるほど付着は小さくなるが、



空 気 圧, air pressure : 0.4kg/cm²
 液 圧, liquid pressure : 0.3kg/cm²
 走 行 速 度, travelling speed : 0.45m/s
 液剤吐き出し量, discharge rate : 1.03ℓ/min
 散 布 量, application rate : 47.8ℓ/ha
 散 布 機, sprayer : TSS-LV-75

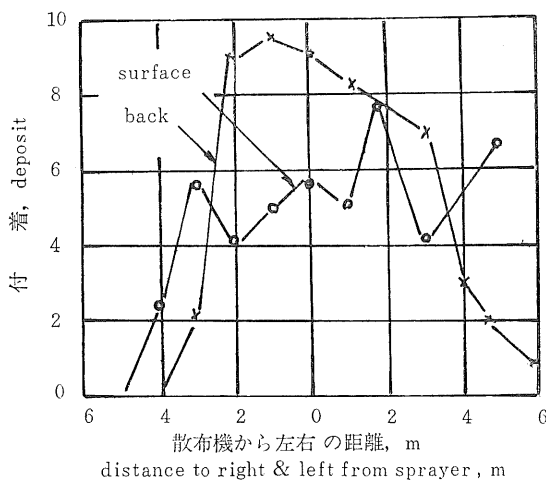
第6-36図 棚作り果樹用スピードスプレーヤマウント微量, 少量散布機の室内付着試験の測定値

Fig 6-36 Sampling positions and deposits of indoor by air-blast-sprayer-mounted LV sprayer for trellis-orchard

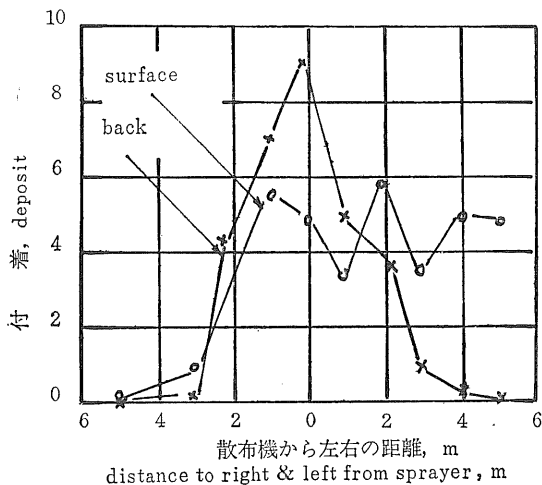


第6-37図 棚作り果樹用スピードスプレーヤマウント微量, 少量散布機の室内付着

Fig 6-37 Deposits of indoor by air-blast-sprayer-mounted LV sprayer for trellis-orchard



散布量, application rate 100ℓ/ha
測定位置, position: ぶどうの葉, leaves of grape
散布機, sprayer: TSS-LV-75

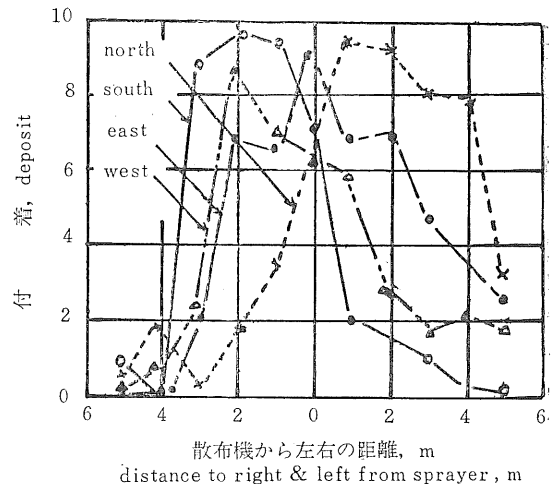


散布量, application rate: 50ℓ/ha
測定位置, position: ぶどうの葉, leaves of grape
散布機, sprayer: TSS-LV-75

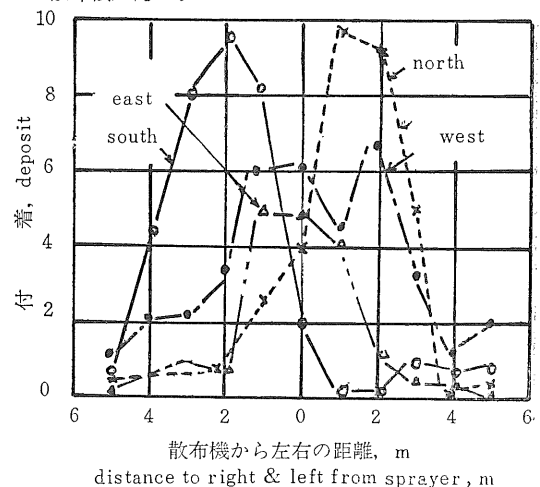
第6-38図 棚作りスピードスプレーヤマウント少量散布機 TSS-LV-75 のぶどうへの付着(1)。22。

Fig 6-38 Deposit to grapes by air-blast-sprayer-mounted LV sprayer TSS-LV-75(1)。22。

3.5m 付近まで付着3を示しほぼ十分と思われる。また裏側の付着は当然表側より大きいけれども、噴霧粒子がふたたび下降するため表側の付着も約2.5であった。しかし高さによる有意なる差はの場合明らかでなかった。そして裏側の付着と表側の付着がほぼ同じになるのは3.5m の位置で、4m 以遠では裏側の付着が著しく低下



散布量, application: 100ℓ/ha
測定位置, position: ぶどうの房, bunch of grape
散布機, sprayer: TSS-LV-75



散布量, application rate: 50ℓ/ha
測定位置, position: ぶどうの房, bunch of grape
散布機, sprayer: TSS-LV-75

第6-39図 棚作りスピードスプレーヤマウント少量散布機 TSS-LV-75 のぶどうへの付着(2)。22。

Fig 6-39 Deposit to grapes by air-blast-sprayer-mounted LV sprayer TSS-LV-75(2)。22。

している。

これらの結果から棚下の果房の防除を目的にするには、散布幅は片側でほぼ3mで両側になると6mになる。また棚上の葉が防除の目的となる場合は、片側で4~5m, 両側にして8~10mの散布幅になる。ただし実際は葉の繁茂により6~8m程度になると思われる。ま

た実際の棚下については室内とほぼ同じ条件にあるので、片側3 m両側6 mが実用上の散布幅になる。

ii ぶどう棚の付着。22)。

第6-38図と第6-39図はぶどう（デラウェア成木）園において、1.8 mの棚の葉表裏と果房の4方向に、散布機から1 m間隔で測定紙を固定して色素液を散布したもので、空気圧は 0.4 kg/cm^2 、液圧は 0.3 kg/cm^2 で、散布量が $100 \ell/\text{ha}$ と $50 \ell/\text{ha}$ になるよう走行速度はそれぞれ 0.28 m/s 、 0.54 m/s であった。結果から一般に葉裏の付着が表より大きかったがこの傾向は $100 \ell/\text{ha}$ 散布のほうが明らかで $50 \ell/\text{ha}$ ではその範囲が小さくなっている。また一般

に右側の付着が左側より大きく、やや右側に片寄っている。さらに $50 \ell/\text{ha}$ 、 $100 \ell/\text{ha}$ とも葉裏より葉表のほうが散布幅が広がったが、これは2 m付近で噴霧が棚上に吹き抜け棚上の葉の表に多く付着したためである。果房に対する付着は、東西方向に走行し南北方向に噴霧した結果、散布機の噴頭に向いている側に多く付着し、北南それぞれ3 mまで有効付着が得られ、散布幅が6 mであることが明らかで、前述の室内試験と一致する。また走行方向の東西側の付着は $50 \ell/\text{ha}$ より $100 \ell/\text{ha}$ 散布のほうが大きく、散布幅内の付着がほぼ均一なことを表わしている。

Ⅶ 摘 要

この研究は諸外国でも研究が進められている農薬の微量、少量散布機の基礎および開発研究で、1966年（昭和41年）の基礎実験から始まり、乗用トラクタマウント少量散布機の鑑定および少量散布用農薬の登録受け付け開始の1977年（昭和52年）に至る間の試験研究を収録したものである。研究の内容は、微量および少量散布用農薬の物理的性質や、散布機資材の耐腐性の試験研究、放射化分析を利用した農薬付着と漂流飛散の追跡、ヘリコプタによる下降気流の研究、有気噴頭の性能の研究、第Ⅱ報の煙霧粒径の表現方法の研究、少量散布用落下調査指標や乗用トラクタマウント少量散布機の試験方法の研究、散布機の稼動可能面積の対比、並びに微量、少量散布機の試作と実用化研究からなっている。試作された散布機の機種は、背負微量散布機、ヘリコプタ微量散布装置、スピードスプレーマウント微量（少量）散布機、乗用トラクタマウント微量（少量）散布機、モノレールマウント微量（少量）散布機、棚作り果樹用スピードスプレー微量（少量）散布機、第Ⅱ報で述べる自動走行台車マウント少量散布機、ハウス用常温煙霧機の合計8種となっている。さらに各機種についてはほ場における性能および防除効果試験が、国立、県立の30個所を超える研究機関で実施され、同時に80種類を超える農薬の適応試験もあわせ研究されている。これらの結果を第Ⅰ報について要約すると、

1. 微量、少量散布の定義は散布量で区分され、微量散布はha当り6ℓ以下、少量散布はha当り6～500ℓである。少量散布の範囲を区分すると、過少量散布はha当り6～30ℓ、少量散布（標準）は30～100ℓ、準少量散布は100～500ℓ、それ以上が従来の多量散布である。

2. 微量散布用農薬の加熱による粘度の低下と農薬の分解は、マラソン、MEPの60%液剤で、液温を65～75℃にすると粘度は30cp以下となって流動性がよくなり、成分の分解は5%以内でほとんど支障がない。

3. 微量散布液に対する散布機部品材料の腐食性は、著しい錆が発生するもの、合成樹脂が侵されて溶出するもの、塗装を侵すものがある。また少量散布液に対する

材料の腐食性は乳剤のほうが水和剤より大きく、重量変化率が+100%を超えるもの、寸法変化率が+40%を超えるもの、強度変化率が-70%を超えるものがあった。しかし実用に耐える材料には、金属ではステンレス、合成樹脂管ではナイロン、合成ゴムでは弗素ゴムなどが選び出された。

4. 試作背負微量散布機が、吐き出し性能、噴頭の形状、付着粒径分布などの基礎実験を経て開発されたが、油性と水溶性農薬を使い分けるとともに、粘度の高い農薬の流動性を高めるため、エンジンの消音器の熱を利用した加熱装置を取付け、また液剤タンク内の気泡による散布の確認ができ、粒径は内筒付きの噴頭を装着したため、容積中位粒径VMDで150～175ミクロンで実用でできることが判明した。また10a当り作業時間は実作業量で約11分で、作業効率は87%前後になり微量散布の能率化と省力効果が明らかで、防除効果は死虫率が93%前後できわめて良好な場合があった。また20県の試験場所での防除効果は高いとするものが多かった。

5. 背負微量散布機による散布幅内の農薬付着、散布区域外への漂流飛散が日本原子力研究所との共同研究で、放射化分析法によって研究された。すなわち散布液中にトレーサを混合し、イネの葉にはりつけたる紙を回収して原子炉で放射能を照射し、トレーサを放射化して計測するもので、短時間に多数のサンプルを処理できる。トレーサはサンプル中にほとんど含まれていないこと、照射終了後の減衰が同時に含まれている妨害元素より少ないこと、価格の安いことが必要で、これら条件を満たすものとしてユウロビウムが採用された。試験結果から噴頭の1振りの往復中でも速度が大きい場合は付着が少なく、少ない場合は付着が大きかった。また風下30mの付着は散布区域内の付着に比べ約 10^{-3} で、漂流飛散は比較的少ないといえる。

以上2項目の結果が明らかになったが、背負機械のため作業者に対する農薬の危被害が心配された。しかし散布機は微量のみでなく少量散布機にもなり散布機の開発研究はほぼ終了し、少量散布用低毒性農薬の登録許可を

待つ状態である。

6. ヘリコプタは機上のロータの回転によって浮上し、これに対して下降気流が発生する。この下降気流は散布した農薬を作物体に貫入かつ付着させる作用があり、地上0.5mにおける下降気流の風速を基礎的に研究した。ヘリコプタの機種は3種、飛行高度は3, 5, 10 m, 飛行速度はホバリング, 20, 40, 60 MPH であった。ホバリングの試験結果からヒューズ機、飛行高度3 m, 進行方向の右側の下降気流が大きかったが、飛行時の下降気流はG2機、高度10m, 速度60 MPH が他に比し小さく、ヘリコプタの大きさ、ロータの回転との関係が明らかにされた。

7. 試作ヘリコプタ微量散布装置は、有気噴頭を備えたもので、液剤のポンプの代りに空気圧縮機を搭載し、電磁弁によって噴霧の開始を行なうとともに、管内の液剤をタンクに戻すことができ、吐き出し量一定装置、散布確認装置などを装着している。性能試験を行なった後、新潟県豊潟で京都大学への委託研究による放射化分析法を利用し散布区域内の付着、漂流飛散を測定した結果、イネに取付けたる紙では、イネ上部の付着が下部の約2倍で、風上は風下の約1.5倍で、かつヘリコプタ直下の付着は、散布区域の外周部の約2.5倍であった。また風下への飛散による付着は、30mを超えると急に少なくなるが、180mの地点でも約1/10の付着がみられた。

8. 散布区域内の付着をヘリコプタ直下の位置から距離別に求め、これを Gauss-Doolittle 消去法と検定を用いてYを付着の測定値、Xを距離とし、

$$Y = 25.06e^{-X(0.02-0.003X)}$$

で表わすことができ、有意水準は5%であった。

9. 走行形微量、少量散布機が開発され、試作スピードスプレーマウント、乗用トラクタマウント、モノレールマウント、棚作りスピードスプレーマウント、自動走行台車マウント微量もしくは少量散布機が研究に供試され、吐き出し量、付着などの基礎研究が実施された。これらの噴頭はすべてヘリコプタ微量散布装置で開発した有気噴頭の原理、構造が基本になっている。また水溶剤や乳剤のみでなく、水和剤が支障なく散布できるが、その理由は、比較的微細な粒子を発生するが液剤の出口穴径が大きく、有気噴頭の特長が十分に発揮されたもので、従来にない散布機の吐き出し機構で適応場面が多くなったと考えられる。

10. 有気噴頭は、噴頭内で圧縮空気を回転させながら液剤と混合し、圧縮空気のエネルギーなどを利用して液剤を霧化するもので、理論的に取扱うと、噴頭の構造、寸

法が一定のとき、液剤の吐き出し量 q_{wn} は、液剤の出口穴における圧縮空気の一定圧を P 、うず運動による負の静圧を ΔP_1 、液剤の出口穴における圧縮空気の静圧を ΔP_2 とすると、

$$q_{wn} = f [P + (\Delta P_{1n} - \Delta P_{2n})]$$

で表わされ、 ΔP_{1n} と ΔP_{2n} の相互関係で q_{wn} が最大値をもつ曲線群の解析が得られ、この関係が各試作機の性能に断片的に表われている。

11. 微量、少量散布のみでなく慣行の多量散布も兼用できる構造が開発され、余水コックのみでなく逃し弁を備えた試作機が供試されたが、液剤タンクを微量、少量、多量用に準備した切換コックで実用することができた。しかし少量散布のみで年間の防除体系を実施する技術が県園芸試で考えられ、この装置の必要性は小さくなった。

12. 走行形微量散布機は、吐き出し量が不安定で散布量も少な過ぎるため、防除効果が安定しにくかったが、走行少量散布機はこれらの欠点が少なく比較的良好防除効果が安定して得られ、畑作および果樹園での実用性が高いとされた。

以上のように微量、少量散布機の研究は、従来の液剤散布機に比べて散布量が少なく、防除効果のみでなく、作業能率の向上と高い省力効果のある新技術に関するもので、農薬の毒性による被害の回避を考えながら、将来の散布機の傾向を研究したもので、第II報に述べるように乗用トラクタマウント少量散布機などはすでに市販化が検討され、開発研究の目的は一応達成されたと思われる。

参考文献

- 1 H. I. Sayer, An ultra low volume spraying technique for the control of the Desert Locust (*Schistocerca gregaria*), Bull. Entomol. Res. 50. 1959, 371-386.
- 2 A. J. Howit, Aerial and ground ultra low volume applications in the control of diseases and pests attacking deciduous fruits, Mich. Bull., Vol. 49, No. 1, 1966, 90-102
- 3 農水航協, 農林水産航空事業新分野開発ならびに航空機利用技術の改良の成績—ヘリコプタによる農薬微量散布, 研報告, 第9号, 1966, 1-24
- 4 武長孝他, 航空散布に関する研究 (42, 43), 事報, 一, 1967, 73-74
- 5 川村登他, 放射化分析による農薬の分布と拡散に関する研究. 航空機による微量散布について, 農機誌,

- 31 (3), 1969, 215—219
- 6 武長 孝他, 微量散布機に関する研究, 農業機械化研究所昭和43年度事業報告, 1969年 (昭和44年), 57—58
- 7 武長 孝他, 微量散布機に関する研究. 背負微量散布機の試作と性能, 研成績, 一, 1969, 1—99
- 8 一, 微量散布に関する研究, 兵庫農試成績, 一, 1970, 1—13
- 9 坂本五十夫, 微量散布に関する研究, 佐賀農試成績, 一, 1970, 1—37
- 10 長谷川一夫, 微量散布機に関する報告 (背負形), 植防地上微, 一, 1970, 60—83
- 11 日本植物防疫協会, 地上微量散布に関する試験成績, 日植防成績, 1970, 1971
- 12 日本植物防疫協会, 農薬散布法に関する研究, 日植防成績, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977.
- 13 村田利男, 薬剤微量散布機に関する研究—そ菜への適応性について, 大阪農セ報告, 第212号, 1971, 1—40
- 14 早川千吉郎, 地上微量散布に関する試験成績, 静岡農試資料, 1197号, 1971, 1—39
- 15 村田利男, 薬剤微量散布機に関する研究, 大阪農セ報告, 第8号, 1971, 39—40
- 16 武長 孝他, 微量散布機の開発改良研究—走行式微量散布機の開発, 事報, 一, 1971, 47—50
- 17 武長 孝他, 野菜果樹用微量 (少量) 散布機の研究, 農業機械化研究所昭和48年度事業報告, 1974年 (昭和49年), 33—34
- 18 宮城農試, 地上散布用微量散布技術に関する研究 (46, 47年), 宮城農試資料, 46—2, 1971, 1—55
- 19 岡添 彬, 走行形微量散布機の研究—かんきつ園に対する試作機の適応性, 愛媛果試報告, 一, 1971, 1—22
- 20 小林森己, 平良木, りんごわい性樹に対する微量散布防除効果試験成績書, 岩手園試成績, 一, 1972, 1—22
- 21 伊藤喜隆, 微量散布機および散布方法に関する研究 (49, 50), 委研報告, 一, 1974, 27—32
- 22 真田輝夫, ぶどう園における濃厚少量散布による病虫害の通年防除試験 (49, 50), 委研報告, 一, 1974, 18—26
- 23 加藤喜重郎, 野菜用微量散布機に関する試験 (49, 50), 委研報告, 一, 1974, 1—17
- 24 田中俊彦, 農薬の地上微量散布, 植防, 一, 1974, 154—158
- 25 鏈水惣一, 背負式微量散布機の適応試験, 山形農試資料, 49—13, 1975, 59—63
- 26 吉沢 進, 野菜害虫に対する農薬の地上微量, 少量散布に関する試験, 群馬農試成績, 一, 1975, 35—56
- 27 鏈水惣一, モノレール利用微量散布機の研究 (47, 49年), 山形農研資料, 49—12, 1975, 4—38
- 28 於保信彦, 果樹用少量散布機の研究—コカクモンハマキ顆粒病ウイルスの少量散布実験, 委研報告, 一, 1976, 25—28
- 29 村井信仁, 乗用トラクタマウント型少量散布機の性能, 委研報告, 一, 1976, 3—24
- 30 橋本重雄, モノレール利用微量散布機の実用化に関する研究, 委研報告, 一, 1976, 67—70
- 31 武長 孝他, 乗用トラクタ直装少量散布機鑑定試験成績, 農業機械化研究所2号鑑定No.76, 1—4, 1976年 (昭和51年)
- 32 安全鑑定基準適合機, 農業機械化研究所, 安全鑑定番号, 106006, 106002, 106005, 1977年 (昭和52年)
- 33 W. Mass, ULV application and formulation techniques, Dupher Cop., — 1971, 5—60
- 34 F. N. Matthee, Low and ultra low volume spraying of deciduous fruits, Dec. Fru. Gro., Part 3, 1974, 74—79
- 35 畑井直樹他, 防除機用語辞典, 植防協会, 初版, 1973, 45
- 36 武長孝 他, てん菜用ミスト機鑑定試験成績, 農業機械化研究所, No.15, 1964年 (昭和39年)
- 37 G. A. Matthews, A note on the use of zinc-air batteries in ULV sprayers, Brit. Cro. Rot., No. 11, 1974, 282—284
- 38 L. M. Boize, The atomization characteristics of a spinning disc ultra low volume applicator. J. Ag Engng. Res. Vol. 21, No. 1, 1976. 87—99]
- 39 F. N. Matthee, Control of apple mildew by applying low and ultra low volume sprayer, Dec. Fru. Gro., Vol. 24' 1974, 174—179
- 40 J. G. Quinn, Research and development of high and ultra low volume sprays to control tomato leaf diseases at Samaru, Nigeria, PAN, vol. 21 No. 4. 1975. 388—395
- 41 A. J. Howitt, The development and use of ultra low volume ground sprayers for pests attacking fruit, Mich. Bull., vol. 48, No. 2, 1965,

- 144—160
- 42 — Ultra low volume, Farm Chem., July, 1967, 10—64
- 43 W. W. Gunkel, How agricultural chemicals can boost production, Ag. Engng, July, 1966, 384—385.
- 44 Ring Around Products, Inc., New equipment report, American vegetable grower, March, 1971, 16, 17.
- 45 Spray System Co. Schematic diagrams for ultra low volume spraying using No. 10900 J air atomizing nozzles, Spray System Co. Feb 1968 No. 11972.
- 46 T. Takenaga, Knapsack type LV concentrate (ULV) sprayer, Japan Pesticide Information, No. 13, 1972, 5—10
- 47 武長 孝, 新しい病害防除, 機械化農業, 第2656号, 50—54, 第2657号, 92—96, 第2658号, 58—61, 1972
- 48 共立農機株式会社, 微量散布機に関する試作実験研究報告, 共立技研報告, 1969年, 1—47
- 49 J. D. Parker, A scheme for the development and evaluation of pesticide application equipment, World Health Organization, VBC/EC/76. 16, 1976, 6—10.
- 50 上島俊治, 地上微量散布用農薬受託試験基準, 日本植物防疫協会, 1975
- 51 武長 孝他, 農業機械・装置の耐久性に関する研究—農業に対する少量散布機材の耐食性の研究, 昭和51年度研究成績, 農業機械化研究所, 1977年, 1—21
- 52 武長 孝他, 航空散布に関する研究—ヘリコプタ微量散布装置の試作と性能, 農業機械化研究所, 昭和43年度研究成績, 1968年, 103—163
- 53 坂東昭次, 航空機散布の農薬分布測定におけるアクチバブルトレーサの選定, ラジオアイソトープ, Vol. 118, No. 11, 21—28
- 54 小林昌敏, ヘリコプタ農薬散布のアクチバブル・トレーサによる調査, 日本アイソトープ会議論文集, Vol. 9, B第3・4号 244—246
- 55 武長 孝他, 野菜, 果樹用微量散布機の研究—背負および走行微量散布機と露地野菜, 農業機械化研究所昭和47年度事業報告, 1973年, 29—30
- 56 R. J. Courshee, Small volume spraying machinery for fruit trees, J. of Ag. Engng. Res. Vol. 2, 1957, 198—208
- 57 D. B. Smith, Design of a spinning disc. droplet separator and the determination of the size and density of droplets deposited on cotton foliage, Trans. of ASAE, 1970, 664—668
- 58 Expert Comm. on Insecticide, Equipment for vector control, World Health Organization, 2nd edition, 1974, 1—179.
- 59 賀川 実, 果樹用少量散布機に関する研究, 自動走行少量散布機によるヤノネカイガラムシに対する防除効果試験, 農業機械化研究所昭和51年度委託研究成績書, 1977年, 14—16
- 60 川崎 健他, 傾斜地と暖地水田の機械化に関する研究—濃厚少量散布機とう載によるヤノネカイガラムシの防除, 四国農試機械化研資料No.10, 1977年, 32—41
- 61 津賀幸之介, 乗用トラクタ直装少量散布機の鑑定方法, 農薬散布法研究会, シンポジウム資料, 1976年, 1—6
- 62 津賀幸之介, 微量, 少量散布機の研究—調査指標の作成について, 農機学会第36回総会講演要旨, 1977年 47
- 63 農林省肥料機械課, 高性能農業機械導入基本方針及び参考資料, 農業機械化協会, 1974年, 60—62
- 64 C. W. Veach, An insecticide dispersing machine, Ag. Engng. Vol. 22. 1941, 171—172.
- 65 後藤美明他, 自動くん煙機に関する研究, 農業機械化研究所報告第10号, 1977年, 1—55
- 66 芳岡昭夫, 蒸散法に関する研究, 第1報—第5報, 奈良農試験報告, 1972年,
- 67 村田利男, プルスフォグに関する研究, 大阪農セ資料, 307号, 1975年, 35—78
- 68 フローダストについて, フローダスト研究会成績, 1974年, 1—67
- 69 武長 孝他, ハウス用の少量散布機に関する研究, 農業機械化研究所昭和48年度受託研究成績, 農業機械化研究所, 1974年, 31—44
- 70 武長 孝他, ハウス防除に関する研究, 農業機械化研究所昭和50年度受託研究成績, 農業機械化研究所, 1976年, 1—40
- 71 武長 孝他, 施設園芸用防除機の研究—ハウス用少量散布機, 農業機械化研究所昭和50年51年度事業報告, 農業機械化研究所, 1976年, 33—34, 1977年, 27—28
- 72 村田利男, 施設園芸用コールド・フォグCF—76の性能と実用性に関する研究, 大阪農セ資料, 336号,

- 1977年, 17—52
- 73 米山伸吾, ハウス防除機の研究, 農業機械化研究所
昭和51年度委託研究成績書, 農業機械化研究所, 1977
年, 17—24
- 74 武長 孝, 施設園芸用防除機の研究—煙霧粒子の表
現について, 農業機械学会第36回総会講演要旨, 1977
年, 75
- 75 津賀幸之介, 地上少量散布の現状, 植物防疫, 31
巻, 3号, 1977年, 3—8
- 76 W. E. Yates, Evaluation of Drift Residues
from Aerial Applications, Trans. of ASAE,
1966, 389397.
- 77 官報, スピードスプレーヤの検査の主要な実施方法
および基準, 1972年(昭和47年)8月12日制定公示,
1—15
- 78 K. R. May, The measurement of airborne
droplets by the magnesium oxide method. J. of
Sci Instrum. Vol 27, 1950. 128—130

SUMMARY

The efficacy of pest control achieved with the ultra low volume (ULV) and low volume (LV) spraying techniques is frequently comparable to that obtained with the high volume spraying, and much efforts are being devoted to design the suitable applicators in the world. The purpose of these development for the applicators is not only increases the capacity of work, but also saves the active ingredient in the spraying pesticides, and that has the relations with saving of the labours and prevention of the pollutions.

The development of ULV spraying kit for the aerial spraying mounted on the helicopter started in 1966, and the ULV sprayer for the ground spraying uses with the knapsack power sprayer published as the first at the Institute of Agricultural Machinery respectively in 1968. The studies of sprayer were performed with the incorporation of the National and Prefectural Agricultural Experimental Stations, the Public Association, and the Corporations.

The ULV and LV are classified by their application rate in Table 1-1. The range of ULV is less than 6 l/ha, and LV is 6-500 l/ha. The other definitions, however, are offered in the Table 1-1. The viscosity due to the excessive high concentration of pesticide is a cause of the unstable discharge rate on the sprayer. The studies of pre-heating device as Fig 3-10 were performed for the aim of decreasing of viscosity in Fig 3-14 and 3-15, and checked the decomposition of active ingredient in the pesticides in Table 2-3 and 2-4. The corrosion by pesticides to the materials that made up the parts of ULV or LV sprayer is a cause of trouble at the using in field. The studies of persistence to the corrosion were

performed by using the pesticides and materials as Table 2-5 to 2-13. As the results, the persistent materials were found out against the corrosive pesticides.

The knapsack ULV sprayer was produced by way of the experiment, and has a set of assembling part which is able to exchange from the mist blower as picture 1 in next page of the title. The deposits to the leaves and stems of rice in the effective swath used by the sprayer, and the drift which is the harmful deposits on the farther distances from spray areas were measured by using the Radio Active Analysis (tracer was Europium) as shown in Fig 4-4 and 4-5.

Relating to the studies of helicopter ULV spraying kit, the air speed of down-wash that generates by the revolution of rotor was basically measured in Fig 5-2 to 5-8, and the development of blow head (nozzle) that applied the air atomization system was researched as Fig 5-9 to 5-12 and picture 2. The deposits of pesticide to rice in the effective swath and the deposits by drift to wind-lee side were both studied used by the Radio Active Analysis (tracer was Manganese) as in Fig 5-15 to 5-20. The effective deposits in the swath were shown as next formula used by Gauss-Doolittle method,

$$Y = 25.02 e^{-X(0.02 - 0.003X)}$$

than, X : distances from helicopter ULV kit to the lee-ward (m)

Y : deposit ($\times 10^{-3}$ micro-liter per cm^2)

Fig 6-12 is an explanation of the blow head attached the ULV or LV sprayer. The compressed air which flows in the blow head through the B is led to the A with a vortex motion, and mixed with the liquid pesticide, and discharged from the

hole D. Fig 6-14 is shown the relation between the pressures (P_b) of compressed air and the discharge rates (q_w) of liquid pesticide from a blow head. In a structure of blow head, it is sufficient to understand that :

1) In the range of $q_{w1}-q_{wmax}$: A suction force by the vortex motion of the compressed air on the A increases the discharge rates, when the pressure (P_b) is too low.

2) The right side of q_{wmax} : A negative force (resistance) by flowing through the hole D decreases the discharge rates, when the pressure (P_b) increases.

3) When the diameter of discharge holes D changes from $D \simeq 0$ to $D = \infty$, there is a maximum discharge rate (q_{wmax}).

4) The discharge rates are constant and have not any relations with the air pressure (P_b) in case of the hole $D \simeq \infty$.

5) When an air pressure (P_b) attains to a certain value, the discharge rate q_w will stops. If it exceeds this value, the flow of liquid and compressed air will be reversed to the liquid tank.

The tendencies of this Fig 6-14 appear partially in figures on the performance of the trial sprayers

described in follows,

There are some dangerous pesticides to the spray-man, because these substances are the deleterious or the poisonous. The researches of development for the knapsack ULV sprayer had been discontinued till the time of which the pesticides of low toxicity are registered by the Agricultural Chemical Regulation Law, the studies of development deal with the tractor-mounted ULV or LV sprayer were performed as Fig 6-3 and the picture 4, and an operator will be able to drive it more safety conditions in the field. The discharge rate of pesticide, the deposit distribution on the sensitive paper were studied as Fig 6-4 to 6-11. The air-blast-sprayer-mounted ULV or LV sprayeys which use to the deciduous fruit tree (apple), and the similar types that use to the trellis-orchard (grapes) planted in the plane field were both developed as Fig 6-15 to 6-17, 6-31 to 6-33 and picture 3, 6 and these characters were studied from Fig 6-18 to 6-23 to 6-37. The mono-rail-mounted ULV and LV sprayer that travel on the mono-rail set on the sloped field as Fig 6-24 and picture 5 was tested to the actual utilization.

微量, 少量散布機に関する研究 (I)

——研究所報告第12号——

昭和53年 3 月 1 日発行

頒価 3.000 円

埼玉県大宮市日進町 1 丁目 農業機械化研究所