

蒸散法に関する研究(第4報)

農薬煙霧質の施設内作物付着について

松本 恭昌・芳岡 昭夫・瀬崎 滋雄

Studies on the Device of Jowsan Fogger. 4.

Concerning to the deposition of agricultural chemicals in the quality aerosol on the plants in greenhouse and vinylhouse.

Yasumasa MATSUMOTO, Akio YOSHIOKA and Shigeo SEZAKI

緒 言

蒸散法による施設内病害虫防除¹³⁾, 薬剤の処理条件⁴⁾, 農薬煙霧質のハウス内拡散¹²⁾については, 既に報告されている。

病害虫防除は, 薬剤の有効成分が病原菌あるいは害虫と接することで効果を現わすものであるが, 蒸散法においても処理された農薬煙霧質が病害, 虫害発現の場である植物体にどのようにして付着するかを知る必要がある。散布法等による薬剤の付着については多くの報告があるが, 蒸散法は開発されて日も浅く, 農薬煙霧質の作物付着に関する報告は少ない。そこで著者らは, 蒸散法による薬剤粒子の付着について試験を行ない, 2, 3の知見を得たので報告する。

実験 I. 作物の生育状態と付着量

第 I 実験. 葉の重なりと付着

実験材料および方法

供試薬剤としてダコグレン: (TPN 剤 (Tetrachloroisophthalonitril) 50% (その他は鋳物質)) を使った。使用機種は蒸散器10-A型 (構造その他は第3報参照) であり, 分析機器として, 下記の装備をした日本電子株式会社製1100型ガスクロマトグラフィーを使用した。

検出器: ECD (⁶³Ni 15mCi)

カラム: ガラスカラム, 長さ 1 m, 内径 3 mm

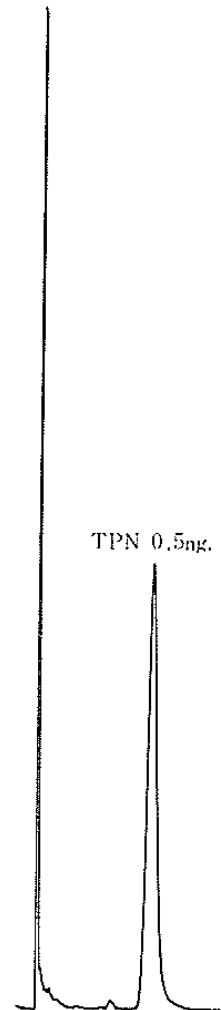
充填剤液層: Ethyleneglycol adipate.

固層: Chromosorb G. (AW-DMCS) 60~80 mesh.

TPN の標準品は, 原体をアセトン+n-ヘキサンで再結晶した純品を用いた。

床面積 646m² のガラス室中央部で, ダコグレン 330g

を, 蒸気温度 300°C~350°C で30分間処理した。蒸散器設置点から約 5 m 離れた所に, スライドガラスおよび直径 12cm の円形厚紙を0.5, 1.0, 2.0, 3.0および15.0 cm の間隙を持たせて重ね, 水平に保持した。蒸散開始



第 I 図 TPN 剤のガスクロマトグラムチャート

時から15時間露出させておき、付着した薬劑量をガスクロマトグラフィー法で分析定量した。スライドガラスは一枚当りの、厚紙は同心円に半径2・4cmで切り、3切片とし、各切片当たりの付着量を分析した。試料はアセトン+ノーヘキサンで洗浄抽出し、定容としてガスクロマトグラフィーの試料に供した。

ガスクロマトグラフィー条件は下記のとおりであつた。

キャリアーガス：N₂, 80ml/min.

カラム温度：180℃,

注入口温度：230℃,

検出器温度：250℃,

チャートスピード：10mm/min.

感度：attenuator 10.

ガスクロマトグラムのチャートは第1図のとおりであつた。

実験結果

スライドガラス程度の大きさでは第1表に示したとおり、0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 15.0cm 下の板にも、上に置いた板と同等の付着量がみられた。厚紙を重ねた場合には、

第1表 ガラス板への付着量 (μg/20cm²)

間隔	上 or 下	上 側	下 側
0.5cm		112.6	110.7
1.0cm		112.8	103.4
2.0cm		112.6	116.7
3.0cm		106.2	102.7
15.0cm		106.2	111.5

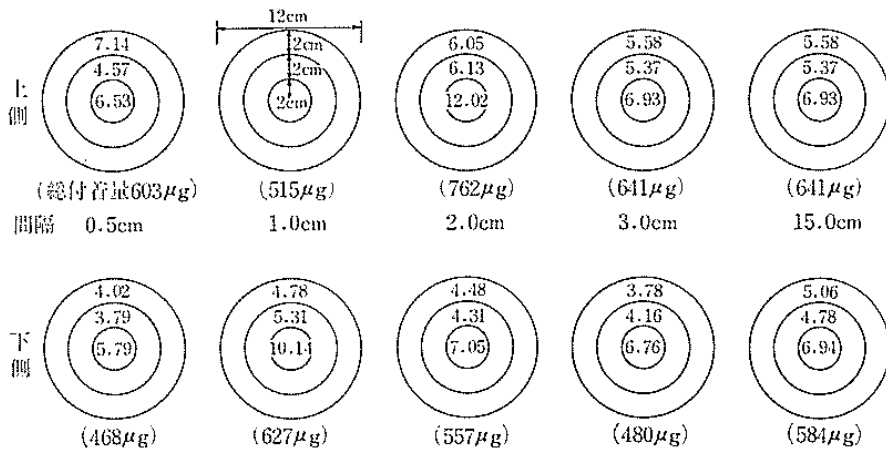
第2図のように総付着量と縁2cmの部分への付着量は若干少なかつた。しかし2cmより内側では、上・下の付着量はほぼ等しかつた。

第2実験. 葉の傾きと付着量

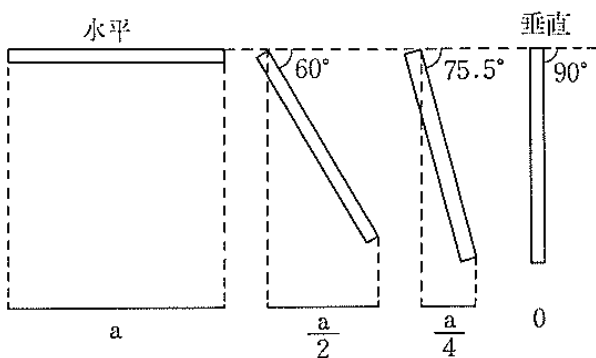
実験材料および方法

供試薬劑, 蒸散器, 分析機器, TPN 標準品は第1実験と同じものを使用した。

第3図のようにスライドガラスを60°, 75.5°の傾きを持たせたものと、水平・垂直のものを保持し、ハウス内に置いた。そのときの投影面積は、水平の場合を1とす



第2図 厚紙への付着量 (μg/cm²)



第3図 スライドガラスの傾きと投影面積

ると60°が $\frac{1}{2}$, 75.5°が $\frac{1}{4}$, 垂直が0であつた。その他の方法は第1実験に準じて行なつた。

実験結果

付着量は第2表にも示したとおり、水平; 217.0μg, 60°; 93.5μg, 75.5°; 51.5μg, 垂直; 14.3gμであつた。そして水平面への付着量を100.0としたとき、各々は43.0, 23.7, 6.6であり、垂直の場合を除いて、付着量は投影面積にほぼ比例した。

第3実験. 葉面積指数と付着

第2表 葉の傾きと付着

角度	投影面積比	付着量(μg)	単位のり面積当りの付着量(比)	単位投影面積当りの付着量(比)
0° (水平)	1	217.0	10.9μg (100%)	10.9μg (100%)
60°	1/2	93.5	4.7 (43.0)	9.4 (86.2)
75.5°	1/4	51.5	2.6 (23.7)	10.3 (94.5)
90° (垂直)	0	14.3	0.7 (6.6)	—

実験材料および方法

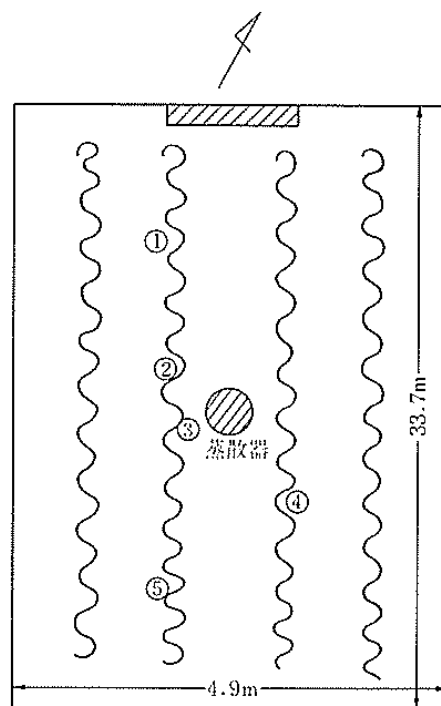
供試薬剤, 蒸散器, 分析機器, TPN 標準品は第1実験と同じであつた。

床面積 165m² のメロン栽培ハウス (栽植株数, 272) の中央部に蒸散器を設置し, ダコグレン 75g (約 0.2g/m³) を処理した。処理日は1973年6月1日(晴), 6月26日(雨), 7月6日(晴), 7月17日(晴), 8月2日(曇)で, 各処理時の葉面積指数は0.04, 0.52, 0.70, 1.29, 1.69であつた。葉面積指数は, ハウス内に栽培したメロンの全株・全葉の総面積が床面積と等しいときを1とした。葉の総面積は, 生育状態の平均的な株を毎回5~6株選び, その株の全葉を感光紙に自然光で写し, 感光部を切り取り, 切り取った紙の重さを計ることにより平均株当たり葉面積を算出し, メロンの栽植株数272株を乗じて求めた。分析に供した葉は, 同じ高さに位置するもので, 第2回以降は, 前回処理以後に展開した葉を用いた。葉の採取点は第4図のように, 5ヶ所を選んだ。薬剤の付着した葉はn-ヘキサンで洗浄抽出し, その他は第1実験に準じて行なつた。

実験結果

葉面積指数が0.04 (第1回処理), 0.52 (第2回処理) 0.70 (第3回処理), 1.29 (第4回処理) および1.69 (第5回処理) のときの付着量を調べたのが第3表および第5図である。第1回処理日は快晴で, 蒸散開始時の午後6時でもハウスの南端に日が射していた。そのためか, 試料採取地点によつて付着量にかなりのバラツキがみら

れ, 特に南よりの地点では付着が少なかつた。第2回処理日は, 午前11時頃降り始めた雨が蒸散開始時の午



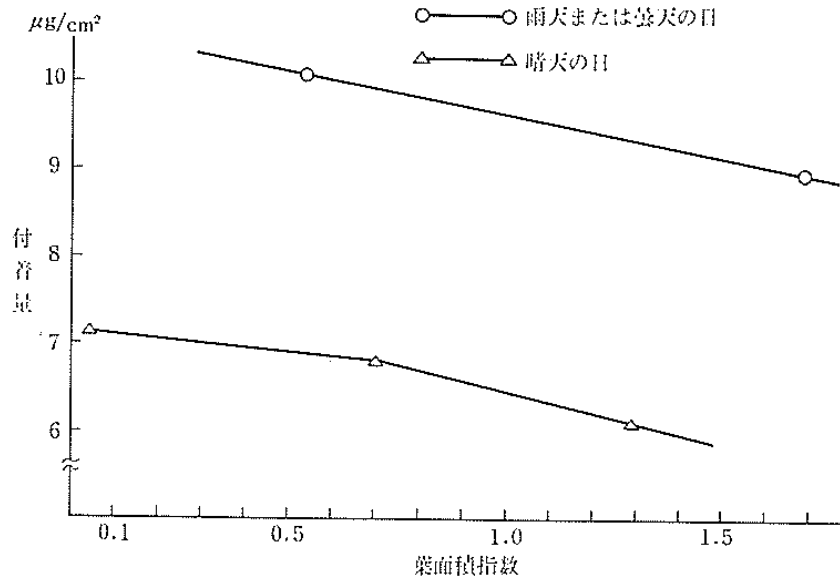
①—⑤ 試料採取点
~~~~~ メロン栽培畝

第4図 ハウス構造と試料採取点

後4時30分以降も降り続け, ハウス内の湿度も高く, 無風状態に近かつた。そのためか, どの地点における付着量もほぼ均一で量も多かつた。第3回および第4回処理

第3表 葉面積指数と付着量

| 分析地点 | 葉面積指数 | 0.04                   | 0.52                    | 0.70                   | 1.29                   | 1.69                   |
|------|-------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| ①    |       | 6.96μg/cm <sup>2</sup> | 10.86μg/cm <sup>2</sup> | 6.30μg/cm <sup>2</sup> | 5.19μg/cm <sup>2</sup> | 8.47μg/cm <sup>2</sup> |
| ②    |       | 8.51                   | 10.36                   | 7.27                   | 6.20                   | 6.29                   |
| ③    |       | 8.92                   | 10.86                   | 9.12                   | 10.24                  | 10.26                  |
| ④    |       | 7.82                   | 8.92                    | 7.71                   | 8.92                   | 9.71                   |
| ⑤    |       | 3.55                   | 9.32                    | 3.60                   | 3.17                   | 9.97                   |
| 平均   |       | 7.15                   | 10.06                   | 6.80                   | 6.11                   | 8.94                   |



第5図 葉面積指数と付着量の関係

日は快晴で、6時40分頃に蒸散を始めたが、処理当時はハウス全体にわずか薄口が射しており、このときも付着にバラツキが認められた。しかし第5回処理日は曇天で、処理は午後5時30分に開始したが、付着はほぼ均一であった。

葉面積指数と付着量については、晴天時・曇天時とも指数の増加にともなつて付着量が減少したが、面積が倍になるからと言つて、付着量は半減しなく、単なる付着については気象要因が大きいようであつた。

実験Ⅱ. 薬剤処理量およびハウスの大きさと付着量

第1実験. 同一ハウスにおける薬剤処理量と付着量

実験材料および方法

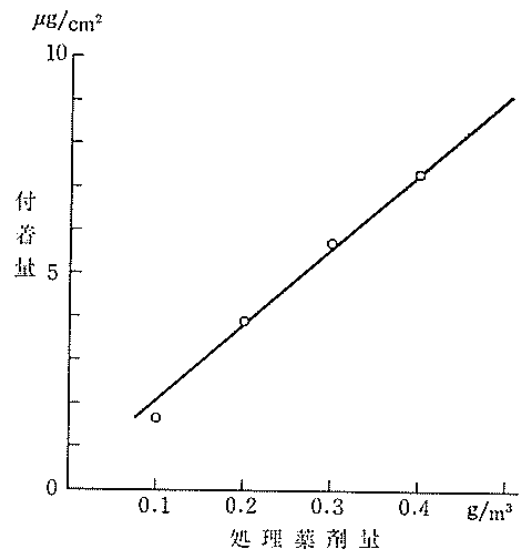
供試薬剤、蒸散器、分析機器、標準品は実験Ⅰと同じものを使った。

ダコグレン 0.1g/m³, 0.2g/m³, 0.3g/m³, 0.4g/m³ をトマトを栽培している小型パンライトハウス(床面積7.5m²)で蒸散し、ハウス内に置いたペトリ皿に付着した薬剤をアセトン+n-ヘキサンで洗浄し、定量した。その他の方法は実験Ⅰに準じて行なつた。

実験結果

第6図のように、0.1g/m³処理のときの付着量が1.65µg/cm², 0.2g/m³のとき3.9µg/cm², 0.3g/m³のとき5.7µg/cm²そして0.4g/m³のとき7.3µg/cm²であつた。

処理した薬剤量と付着量の間には、処理量を処くすると付着量が多くなることについて、ほぼ直線的な関係が



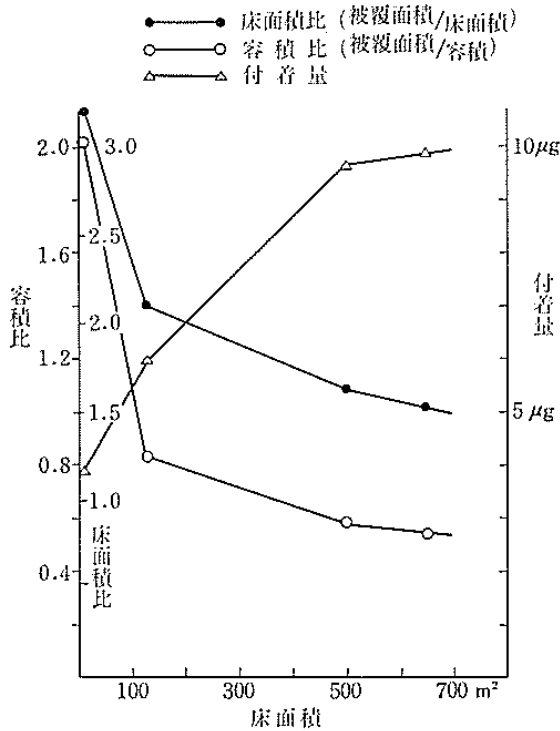
第6図 同一ハウスにおける薬剤処理量と付着量

みられた。

第2実験. 同量薬剤処理におけるハウスの大きさと付着量

実験材料および方法

床面積が7.5m²の小型パンライトハウス(容積11.4m³), 132.7m²の小型ビニールハウス(332.0m³), 500m²のガラス室(1381.0m³)および646m²のガラス室(1829.0m³)でダコグレン0.2g/m³を蒸散し、薬剤粒子をペトリ皿に受けた。その他材料および方法は第1実験に準じた。それぞれのハウスの床面積および容積と被覆面積との関係を第7図に示した。



第 7 図 同量薬剤処理における、ハウスの大きさと付着量

実験結果

床面積 7.5m<sup>2</sup> のハウスでの付着量は 3.9µg/cm<sup>2</sup>, 132.7m<sup>2</sup> のハウスは 6.0µg/cm<sup>2</sup>, 500.0m<sup>2</sup> のハウスは 9.6µg/cm<sup>2</sup>, 646.0m<sup>2</sup> のハウスは 9.9µg/cm<sup>2</sup> であった。小さなハウスでの付着量は少なく、ハウスが大きくなれば付着量は増加した (第 7 図)。

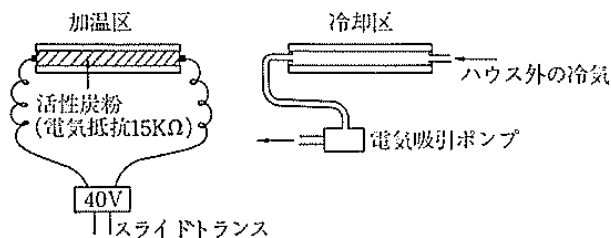
実験Ⅱ, 植物体温と粒子の付着

第 1 実験. 人為的に設定した温度差と付着

実験材料および方法

供試薬剤, 蒸散器, 分析機器, 標準品は実験Ⅰと同じものを使った。温度測定器具として熱電対と記録計を使用した。供試ハウスは床面積 646m<sup>2</sup> のガラス室であった。

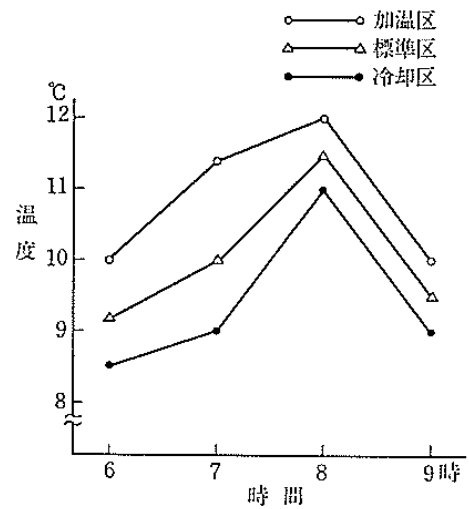
第 8 図のように, スライドガラスの間に熱源を挿んだ



第 8 図 加温及び冷却の方法

加温区, スライドガラスの間に冷気を通した冷却区および気温区 (対照区) を設けた。加温区は, 水で練った炭素を塗布, 乾燥させた汚紙 (電気抵抗が 15KΩ) にスライドトランスで調節した電圧 40V を加えた。冷却区は, ガラス板の間に空隙を持たせて周囲を密閉し, ハウス外の冷気を排気量 10l/min. の小型電動吸引ポンプで流した。温度差は 0.5°C 程度になるよう, 室内予備実験で加温および冷却の条件を選定した後ハウス内に持ち込んだ。実際のガラス面の温度を記録計に接続した熱電対を使って測定してみると, 第 9 図のように加温区は気温区に比べて 0.5°C~1.5°C 高く, 冷却区は対照区に比して 0.5°C~1.0°C 低かった。

それぞれのスライドガラスは, 大型粒子の落下付着を除くために垂直に保持した。その他の方法は実験Ⅰに準じて行なった。



第 9 図 加温区, 冷却区および標準区の温度

実験結果

第 4 表のように, 冷却区は標準区の約 6 倍そして加温区は標準区の約 1/3 の付着量であり, 媒体の温度よりも高いと付着量が少なく, 低いと多くなると言う顕著な差を示した。

第 4 表 被付着物の温度差と付着量

| 処理区分     | 加 温  | 標 準  | 冷 却   |
|----------|------|------|-------|
| 付着量 (µg) | 2.30 | 8.94 | 51.49 |

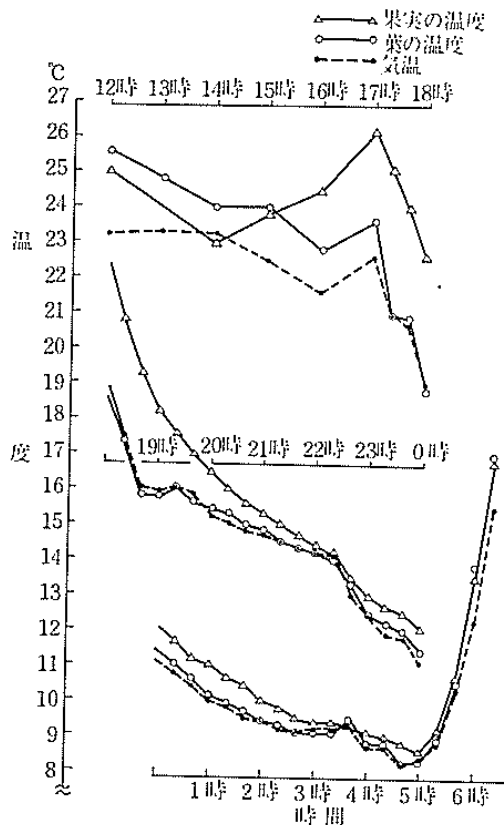
実験材料および方法

トマトを栽培する小型ビニールハウス (床面積 150m<sup>2</sup>) 中央部でダコグレン 90g を蒸散処理した。蒸散前後 20

時間に渡り、蒸散器設置点から5m離れたところのハウス内気温、トマト葉温およびトマト果実表皮温を熱電対を用いて測定した。温度を計った葉と果実への付着量を、蒸散開始後14時間目に定量した。その他実験材料および方法は第1実験に準じた。

実験結果

温度変化は第10図に示した。果実表皮の温度は午後2時頃から上昇し、5時頃最高に達した。同一場所における17時の温度は果実表皮で26.2℃、葉面で23.5℃、気温は22.5℃であった。17時以後各温度とも下降し、18時前に葉温と気温はほぼ等しくなったが、果実表皮温は未だ2℃~3℃高かった。蒸散開始時も、依然果実表皮温が葉



蒸散開始は5月22日18時55分、終了が19時25分

第10図 同一地点におけるハウス内気温とトマト体温の経時変化

第5表 トマトの葉および果実の部位別付着量

| 葉                         | 水平(表)  | 垂直(表+裏)<br>2 | 水平(裏)  |
|---------------------------|--------|--------------|--------|
| 付着量 (μg/cm <sup>2</sup> ) | 6.13   | 0.98         | 0.03   |
| 果実                        | 肩面(水平) | 側面(垂直)       | 底面(水平) |
| 付着量 (μg/cm <sup>2</sup> ) | 4.85   | 0.18         | 0.02   |

・気温に比して2℃あまり高く、以後その差は段々小さくはなるが、明方まで果実表皮温の方が他よりも高かった。

付着量は第5表に示した。水平の葉で6.13μg/cm<sup>2</sup>、垂直の葉で1.96μg/cm<sup>2</sup>、水平の葉の裏面で0.03μg/cm<sup>2</sup>、果実の肩の部分(第12図)に4.85μg/cm<sup>2</sup>、側面に0.18μg/cm<sup>2</sup>そして床面に0.02μg/cm<sup>2</sup>の薬剤付着がみられた。葉と果実への付着量を比べてみると、総体的に、葉への付着が多いが、特に垂直の葉と果実の側面との差が大きかった。

実験IV. 付着量の時間的推移

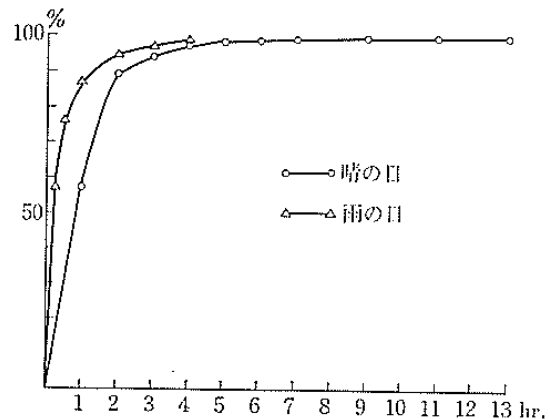
実験材料および方法

供試薬剤、蒸散器、分析機器およびTPN剤標準品は実験Iと同じものを使った。

1973年6月21日(晴)と6月26日(雨)の2回、床面積150m<sup>2</sup>の小型ビニールハウスの中央部でダコグレン90gを蒸散処理した。蒸散開始時から13時間、落下する薬剤粒子を経時的に、地際に置いたペトリ皿に受けた。処理後13時間後に空気中に残存浮遊する薬剤は、電気吸引ポンプに連結した5個の洗気ビンに50分間捕集した。洗気ビンの溶剤としてn-ヘキサンを用いた。その他の方法は実験Iと同じ。

実験結果

結果は第11図に示した。晴れた湿度の低い日の薬剤粒子の落下は、蒸散を開始してから1時間後に57%、2時間後に89%そして7時間後には99%が終了していた。13時間経過後に空気中に漂う薬剤粒子は3.45μg/m<sup>3</sup>程度であった。一方雨の降った湿度の高い日は、晴れた日に比べて、約1時間落下が早かった。そして一定時間後の空気中における残存量は少なかった。



第11図 付着の時間的推移

実験 V. 散布法と蒸散法との付着差

実験材料および方法

供試薬剤としてダコニール水和剤 (有効成分, 75%) とダコグレンを使用し, 噴霧器は手動式のものを使った. 蒸散器, 分析機器および TPN 剤標準品は実験 I と同じであつた.

床面積 7.5m<sup>2</sup> の小型パンライトハウスを用い, 散布区はダコニール水和剤 600 倍液を 400l/10a 処理し, 蒸散区はダコグレン 0.4g/m<sup>3</sup> 処理した. 被付着物としてトマトの葉および果実を用い, 葉は処理前に針金で水平, 30° 斜めおよび垂直になるよう固定した. 試料のサンプリングは散布の場合風乾後, 蒸散の場合蒸散開始後 14 時間目に行ない, 分析は全葉, 全果と第 12 図のように葉と果実を分割したものについて行なつた. 分析法および蒸散条件は実験 I と同じくした.

また別ハウスにおいて, 散布法および蒸散法で処理したときのスライドガラスに対する薬剤粒子の付着状態を顕微鏡で観察した. 散布法は高濃度区 (600 倍) と低濃度区 (800 倍) およびそれぞれについて多量区 (400l/10a) と少量区 (100l/10a) を, 蒸散法は 0.2g/m<sup>3</sup> 処理区と

0.3g/m<sup>3</sup> 処理区を設けた.

実験結果

結果は第 6 表, 第 13 図および第 14 図に示した.

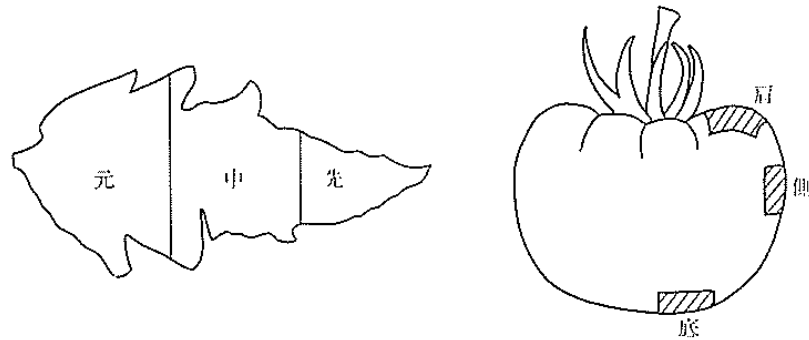
葉については水平, 斜め, 垂直を問わず, 散布の方が蒸散より多量に付着した. 散布の場合の付着は同一の葉であつても部位によつてその量が大きく異なつたが, 蒸散の場合にはほぼ均一に付着した.

果実については散布, 蒸散とも部位によつては付着量は大きく異なり, 散布の場合肩と底面の部分に多く, 側面には少ない付着を示したが, 蒸散の場合には肩の部分に多く, 側面に少ない, 底面にはさらに少なかった.

付着状態は写真で明らかのように, 蒸散区は薬剤の粒子が細かく, かついずれもスライドガラス一面にほぼ均一の粒子が付着していた. しかし散布区は粗い粒子が混在し, しかも付着に大きなむらがみられた.

考 察

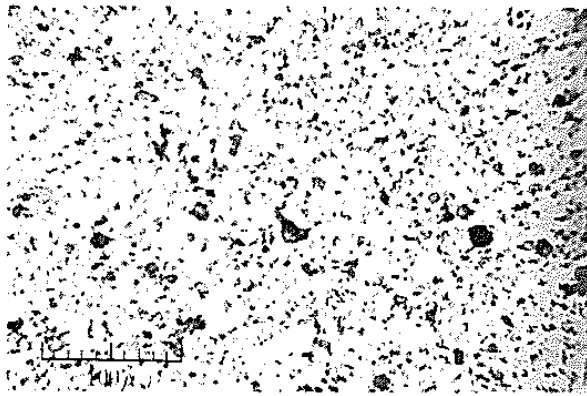
以上は, 蒸散法において煙化した粒子が施設内の作物などに付着する機構を究明するため, 分析操作上の便宜から化学的に非常に安定である TPN 剤を用いた場合の



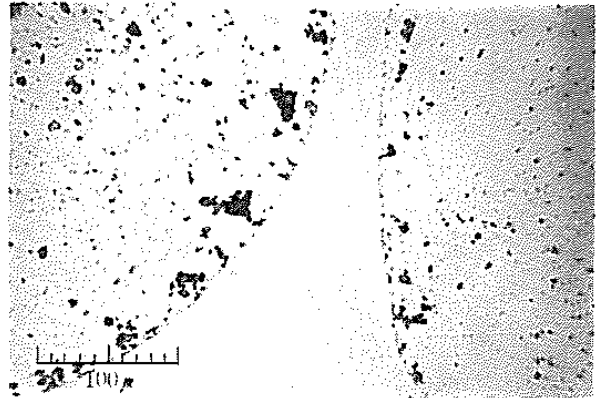
第 12 図 トマトの小葉および果実の分析部位

第 6 表 散布法と蒸散法との付着差

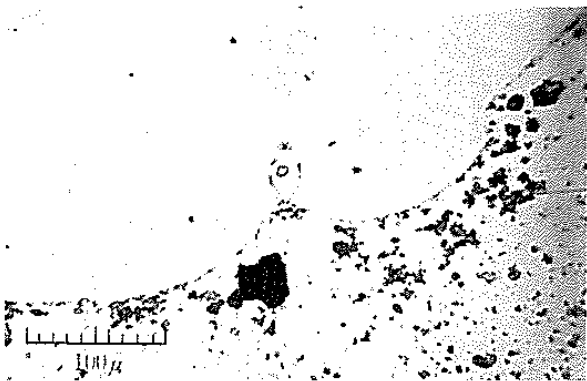
|             |     |  | 先の部分                    | 中の部分                   | 元の部分                   | 全 葉                    |
|-------------|-----|--|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 葉 水 平 (0°)  | 散 布 |  | 163.7μg/cm <sup>2</sup> | 33.0μg/cm <sup>2</sup> | 21.6μg/cm <sup>2</sup> | 21.0μg/cm <sup>2</sup> |
|             | 蒸 散 |  | 6.7                     | 7.4                    | 8.9                    | 7.8                    |
| 葉 斜 め (30°) | 散 布 |  | 41.6                    | 16.0                   | 16.0                   | 18.3                   |
|             | 蒸 散 |  | 7.7                     | 7.1                    | 7.0                    | 7.5                    |
| 葉 垂 直 (90°) | 散 布 |  | 19.6                    | 12.2                   | 10.0                   | 12.8                   |
|             | 蒸 散 |  | 2.4                     | 2.1                    | 1.5                    | 3.3                    |
|             |     |  | 肩の部分                    | 側 面                    | 底 面                    | 果実の濃度                  |
| 果 実         | 散 布 |  | 8.8μg/cm <sup>2</sup>   | 2.0μg/cm <sup>2</sup>  | 11.6μg/cm <sup>2</sup> | 5.66ppm                |
|             | 蒸 散 |  | 7.1                     | 0.18                   | 0.02                   | 1.42                   |



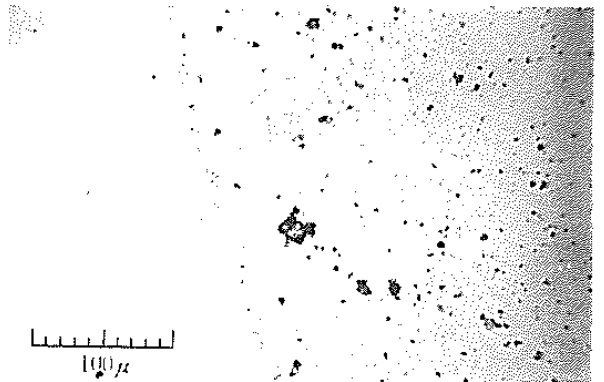
No. 1. 600倍液 400l/10a 散布



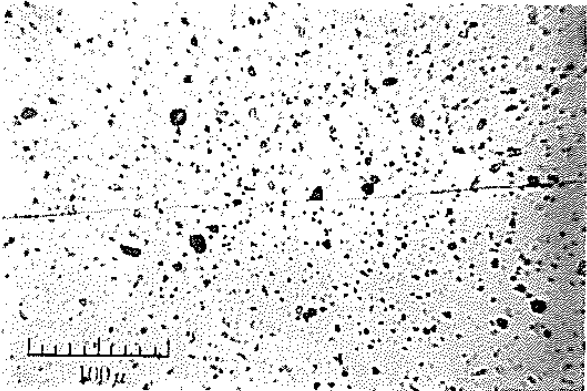
No. 2. 600倍液 400l/10a 散布



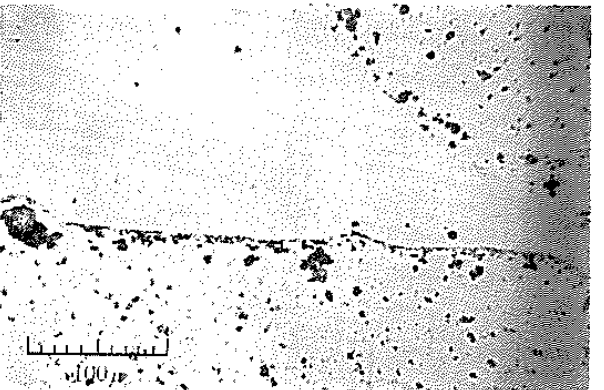
No. 3. 600倍液 100l/10a 散布



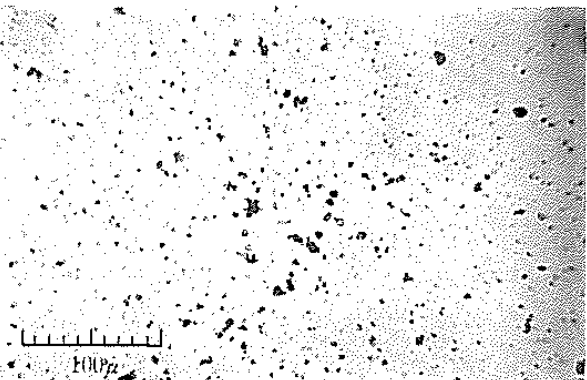
No. 4. 600倍液 100l/10a 散布



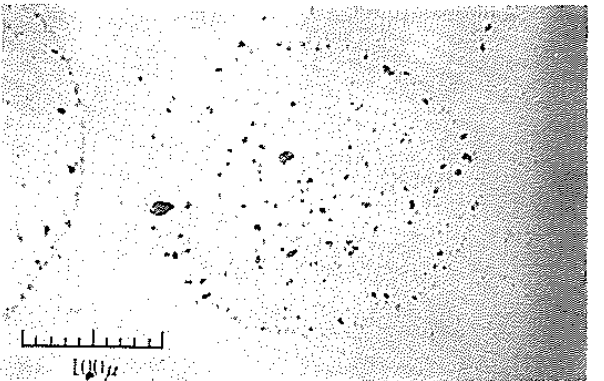
No. 5. 800倍液 400l/10a 散布



No. 6. 800倍液 400l/10a 散布



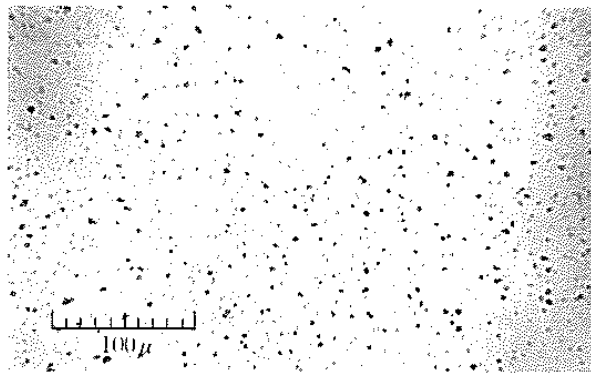
No. 7. 800倍液 100l/10a 散布



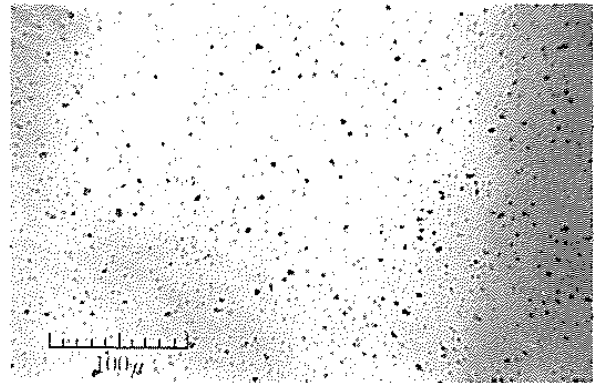
No. 8. 800倍液 100l/10a 散布

第13図 散布濃度、散布量と付着





No. 1, 0.2g/m<sup>3</sup> 蒸散



No. 2, 0.3g/m<sup>3</sup> 蒸散

第14図 蒸散処理量と付着

実験結果であるが、他の薬剤粒子でも蒸散直後は、一般に TPN 剤と殆んど変らぬ動きを取るものと考えられる。

施設内における aerosol<sup>9)</sup> の拡散については既に報告したとおりであり<sup>12)</sup>、それは一般に空気の対流によつてなされるものであつた。また蒸散法によつて得られる煙化粒子の大きさは一般に 5μ 以下のものが多く、3μ 以下の粒子が85%であることの報告もある<sup>9)</sup>。したがつて第3報において、比較的大型の粒子は早期に落下し、粒度の小さいもの程落下速度が遅いことを認めたが、このようにして莖葉間に拡散された粒子は如何にして複雑に相接する葉間に侵入し、沈着するかについては十分な検討を必要とする。一般に、気流に乗つた粒子は慣性によつて作物に衝突するか、粒子の沈下によつて付着するとされる。Johnstone らによれば、付着は水平方向の拡散によるものと垂直方向の沈下によるものに分けられている<sup>9)</sup>。粒子の拡散は、空気の対流によつて起こる以外にブラウン運動によつてもある程度拡散(偏位)があると考えねばならない。ブラウン運動による粒子の偏位は次式で表わされ、

$$\overline{\Delta x^2} = \frac{2RT}{N \cdot 3\pi\mu d} \cdot t$$

- $\overline{\Delta x^2}$  : 平均2乗偏位
- $\mu$  : 空気の粒度
- $t$  : 時間
- $d$  : 粒度(粒子の直径)
- $N$  : アボガドロ数
- $T$  : 絶対温度

20°C, 760mmHg における粒子の偏位は、0.1μ のものが1時間で1m 33.2cm, 2.0μ のものが1時間で18.2cmと計算される<sup>9)</sup>。

蒸散法によつて得られた TPN 剤の煙化粒子は、葉が重なつていても、実験1の結果にも示すごとく、わずかの水平的な間隙にも入り、重なつた下側の葉へもよく付着するものと考えられる。筆者の1人芳岡ら<sup>7)</sup>はユービ

グレンを用いて、蒸散処理一定時間後の施設内通路と畝間の葉葉間の空中濃度に何等差のないことを報告したが、このようにして葉と葉の間に均一に拡散した粒子はまたブラウン運動によつても葉間に沈着するものであることが容易に推察できる。内野ら<sup>10)</sup>のくん煙法による実験でも、間隙が0.5cmより狭くなると下側に位置したガラス表面への付着は少なくなるが、0.5cm以上の間隙ではいづれも上面の付着量と等しいと報告されている。

付着量が投影面積に比例するという第2実験の結果は既に第3報において述べたごとく、粒度の大きいものから落下することにも影響されるが、ストークス法則のカニンガム補正式によつて表わされる粒子の落下速度<sup>2)</sup>も問題となつてくる。つまりブラウン運動はあらゆる方向へ不規則に起こるが、ストークスの法則の落下速度は垂直方向への運動を表わすものであり、このように垂直面への粒子の衝突は水平面に比べて少なく、また衝突しても何か他の要因が働き、付着が妨げられるとも考えられる。被付着面が傾斜を持つ場合、付着量が減ることについては、くん煙法の実験で2・3報告<sup>3)10)</sup>があるが、筆者らの結果と類似した。

作物の生育にともなう葉面積の増加と付着量との関係について、同一ハウスで同一量の薬剤処理による付着量差を調査したが、葉面積指数が増加するにつれ付着量は減少する傾向を示した。しかし晴天の日の付着量は雨天や曇天のときよりも少なかった。従来から晴天時に処理した場合の煙の量は少なく、雨天のときは多いことがよく肉眼的に観察されていたが、これは蒸散処理時のハウス内の湿度と関係があるように思われる。したがつて本実験の結果は、蒸散時の気象条件の影響が大きく現われたものであると考えられ、比較的気象条件の似ていた第1回、第3回および第4回の結果と第2回、第5回の結

果を比較してみると、ともに葉面積指数が大きくなると付着量は少なくなるという関係がみられる。しかし葉面積指数が大きくなることによつて、薬剤粒子の植物体に付着する機会が多いためか、その減少率は小さいようでもある。したがつて処理量を決める際には同一気象条件下での量を基準にすべきであり、ついで作物の生育状態もある程度は考慮する必要があると考える。

同一ハウスにおいて、気象条件と作物の生育状態が同程度であれば、葉の単位面積当たりの付着量は薬剤処理量に正比例する。しかしハウス単位容積当たりの薬剤処理量を一定にして、ハウスの大きさのみ異なる場合には、葉の単位面積当たりの付着量は小さなハウスでは少なく、大きなハウスでは多い。このときハウスの床面積あるいは容積に対する被覆面積の比は小さなハウスでは大、大きなハウスでは小となつてゐる。したがつて第7図のように被覆面積/床面積、あるいは被覆面積/容積は付着量と逆比例の関係にあるといえる。このことは、ハウスの被覆部面積大きい程、薬剤の茎葉面への付着量が少なくなることを示すものと思われ、茎葉面以外の被覆部への付着量について検討する必要が生じてくる。茎葉面以外への付着、例えばハウス内壁への薬剤粒子の付着は必ずしも無意味でなく、Green<sup>2)</sup>らによれば病原菌胞子もまたエアロゾルと考えねばなるまいとされているので、被覆材に付着する病原菌への防除効果となつて現われるものであらうと考えられる。したがつてハウスが大きくなれば被覆面積/床面積(容積)が小さくなるので、拡散が均一でさえあれば、ハウスが大きい程薬剤の効率が高く、面積当たりの処理量は少なくとも茎葉面に対する効果があがると考えられ、蒸散法やくん煙法において、経験的に小型のハウスの薬剤量を大型のそれよりも多くしなければ効果があがりにくかつたことを示唆しているものと思われる。

エアロゾルは媒体に温度勾配がある場合に粒子は温度の低い方へ流れることについては、第3報に実験結果として述べ、また1870年 Tyndall によつて確認された現象であり<sup>6)</sup>、このことは実験Ⅲの第1実験でも認められた。蒸散法における過去の幾多の実験から、筆者らは葉面の付着量よりも果実の付着量が少ないことを知り、近年の散布法、くん煙法、蒸散法における農薬の残留分析結果からもこのことは認められた。これらの事実は果して何によつておこるものであるかを確かめるため、特に温度と付着の関係を知るため実際にトマトの葉と果実の温度を計つてみたが、葉温と気温の経時変化は殆んど等しかつたが、日中熱せられた果実は日没後もその影響が残り、蒸散処理以後の果実温度は葉温よりも常に高かつ

た。このような場合における付着量は、水平な葉の表と果実の肩の部分および水平な葉の裏と果実の底面の部分との比較では、葉の方が幾らか多いが大きな差はない。しかし垂直な葉と果実の側面(垂直部)を比べると果実への付着より葉への付着の方が多いたことが認められた。このように果実への付着が少ないことは、毛茸の有無など果実と葉の形態的な差にもよるが、果実温度が常に高いために付着しにくいものとも考えられる。このことは農薬残留の問題から重要であり、ある面では蒸散法の利点とも考えられる。

蒸散処理された薬剤は蒸散開始後2・3時間で殆んど落下付着する。ハウス内の湿度が高いときはさらに加速されるが、これは水分が多いと粒子が大きくなり易いためであらうと思われる。しかし重量的にはさほど問題とされない微細粒子については、細かい粒子程病原菌に対する効果が高いという報告もある<sup>1)</sup>ので過度な多湿条件下での処理は注意を要する。

付着に関して蒸散法と散布法を比較した場合、蒸散処理された葉は傾きが同じであればこの部分を取つても単位面積当たりの付着量は等しかつたので、薬剤粒子は均一に付着していると考えられる。しかし水和剤を散布した場合には、薬剤の懸垂性や表面張力、あるいは噴霧機の圧力などによる液滴粒子の大小のために付着むらが生じ、それは顕微鏡観察で容易に知ることができたが、このことについては田中ら<sup>8)9)</sup>が調査した結果と同じであつた。これは蒸散法における防除効果が散布法のそれよりも高いという要因の1つを証明するものでもある。すなわち付着むらのある場合、液滴の間隙に対し容易に病原菌が発芽、侵入するので効果が少ないことともなり得るのであらう。

蒸散法の場合、傾きの大きい葉、葉の裏面、果実の側・底面への付着が散布法よりも著しく少ないということは、これら付着の少ない部位に病原菌がついたとき、防除効果が劣るのではないかと考えられる面もある。しかしながら、問題は病原菌に対する有効薬剤量であり、無駄な多量の薬剤付着は農薬残留上の問題をのこすのみで意味のない場合が多いのは言をまたない。蒸散法における多くの防除試験結果が、散布法よりはるかに有効な事実<sup>11)</sup>から、散布法における付着量については再検討を要するものと考えねばなるまい。

#### 摘 要

温室やビニールハウス内で蒸散処理された、薬剤粒子の付着と作物の生育状態や施設の規模との関係について調査した。

1) エアロゾルの状態でハウス内に放出された薬剤の粒子は、空気の流れや粒子の運動によつて、わずかな葉の隙間にも侵入し、付着するようであつた。

2) 付着量は水平の葉に多く、傾きの大きい葉、および葉の裏面には少なかつた。

3) 作物の生育が進むにつれ、薬剤の付着面が増加するため、単位面積当たりの付着量はわずかながら次第に減少する傾向にある。しかし、付着量は葉面積指数よりも処理時の気象的要因に左右されることが大きかつた。

4) 同一のハウス内における付着は、作物の生育量が等しい場合、薬剤処理量に正比例した。

5) 床面積の小さいハウスでは、被覆面積/床面積(被覆面積/容積)が大きく、床面積の大きなハウスではその比は小である。したがつてハウスが大きい程、作物に対する有効付着率が大きくなる傾向を示す。

6) 粒子の付着は、気温より被付着物の温度が高い程少かつた。したがつて日中熱せられた果実は、夜間においても高温であつたので、葉よりも付着量は少なかつた。

7) 蒸散された薬剤の粒子は、量的には処理2・3時間後に殆んど落下付着する。しかしその後も、数的には相当量が空中に滞っている。

8) 防除効果の面で、蒸散法が優れていることは、蒸散処理された薬剤粒子は薬液を散布したものより細かく、かつ均一に付着することによる。また被覆物内壁および空中の殺菌効果が高いことにも起因すると考えられる。

なお本試験に関し、助言をいただいた三光化学工業株式会社田中清造氏に厚く謝意を表す。

## 引用文献

1. A. DIDARIO, T.L. CURRY, P. THAYER and N.J. TURNER, 1965. The biological performance of Tetrachloroisophthalonitrile as influenced by particle size and crystalline form.
2. GREEN and LANE, 1957. Particulate Clouds, Dusts Smokes and Mists.
3. 日本特殊農薬KK社内報, 1966. モレスタン錠剤のくん煙と微粒子の沈下, 付着に関する試験.
4. 瀬崎滋雄・芳岡昭夫・松本恭昌: 1972. 蒸散法に関する研究(第2報). 奈良農試研究報告, 4: 40—47.
5. 鈴木照磨: 1965. 農薬製剤学. 南江堂, 25—48.
6. 高橋幹二: 1972. 基礎エアロゾル工学. 養賢堂, 1—43.
7. 高瀬巖・芳岡昭夫・田和稠司: 1969. ビニールハウスにおけるユーパレンのくん蒸試験. 関西病害虫研究会報, 12: 75—76.
8. 田中清造: 1970. 同一薬剤における散布法と水蒸気同伴法による落下粒度の差. 三光化学KK社内報.
9. \_\_\_\_\_・竹原正彦・三宅弘一郎: 1970. 水蒸気同伴法による農薬の煙化について(第1報). 三光化学工業株式会社.
10. 内野一成・栗丸 薫・飯田清野・井上好之利: 1967. 煙煙法による農薬の物理化学的並びに生物学的研究. 全購連農技センター報告第1号, 2: 95—103.
11. 芳岡昭夫・田和稠司・小島博文: 1973. 蒸散法に関する研究(第5報). 奈良農試研究報告, 5: 60—75.
12. \_\_\_\_\_・瀬崎滋雄・田和稠司: 1972. 蒸散法に関する研究(第3報). 奈良農試研究報告, 4: 48—66.
13. \_\_\_\_\_: 1971. ハウスにおける農薬の蒸散法. 植物防疫, 25: 113—119.

## Summary

Investigations were made on the relation among the deposition of the particles of chemicals treated by the Jowsan Fogger in the green and vinyl houses, the state of growth of the crops and the scale of the equipments.

1) It seems that the particles of chemicals evolved in the houses in the form of aerosol break into even the small speeces among the leaves by the flow of air or movement of the particles and then adhere thereto.

2) The quantity adhered was much on the leaves horizontal but was little on the leaves greatly inclined or on the backs of leaves.

3) As the area to which chemicals are adhered becomes increased according to

the progress of growth of the crops, the quantity of adhesion per unit area tends to gradually decrease, though very slightly. The quantity, however, was more greatly affected by the weather conditions at the time of treatment than by the leaf area index.

4) The quantity of adhesion in the same house was directly proportional to the quantity of the chemicals treated, when the growth of crops was same.

5) In the house of small floor area, the ratio of the cover area against the floor area (cover area/capacity) is large, but in the house of large floor area, the ratio is small. Therefore, there is a tendency of the effective rate of adhesion becoming large according to the size of house.

6) The adhesion of the particles became less according to the temperature of the adherent objects becoming higher than that of atmosphere. Therefore, as the fruits heated in the day time continued to have the high temperature still at night, the quantity of adhesion thereto was less than on the leaves.

7) The particles of chemicals treated by the Jowsan Fogger drops and deposits themselves almost in all, after treatment after two or three hours. Afterwards, the particles, however, are floating in the air in some considerable quantities.

8) The particles of chemicals treated by the Jowsan Fogger are smaller than those treated by sprayers and yet equally deposit themselves. This is the reason for the superiority of the control effects by the Jowsan Fogger. It is considered that the superiority is also due to the high pest control in the air and on the inner walls of the covering equipments.