

# スプリンクラによる わい性リンゴの病虫害防除実験

有馬 博<sup>1)</sup>・熊代克巳<sup>2)</sup>・萩原正明<sup>2)</sup>

信州大学農学部 附属高冷地農業実験実習施設<sup>1)</sup> 果樹園芸学研究室<sup>2)</sup>

## 目 次

I 緒 言	23	V 収穫果の品質調査	48
II スプリンクラヘッドの特性に関する実験	24	VI 総合考察	50
III 樹体の生育状態と薬液付着に関する 調査と実験	29	VII 摘 要	55
IV 病虫害防除実験	40	参 考 文 献	56
		英 文 摘 要	58

## I 緒 言

果樹の薬剤散布を自動化しようとする構想が論じられるようになったのは、高性能の薬剤散布機が普及するとともに新農薬が大量に消費され始めた1950年代の後半からであろう。殊に、当時急速に普及した特定毒物のパラチオン剤は、多くの急性中毒事故を発生させ、無人散布の構想を一層推進させた。その結果、長野県下では1963年にリンゴ成木園において自動回転噴口による初の無人散布実験が実施された<sup>8)</sup>。しかし、農薬の付着むらが大きく、病虫害防除効果が不十分であったこと、ボルドー液では正常に作動しない噴口があったこと及び設備に多額の経費を要することなどから実験が中止され、実用化に至らなかった。そしてこの経験から、スプリンクラによる薬剤散布についても同様な結果を予想し、長野県下では以後10年間、実験が行われなかった。

一方、この間に農業構造改善事業で企画されたかんがい施設としてのスプリンクラ装置を多目的に利用しようとする試みが各種の果樹<sup>4), 5), 9), 27~30), 32~35)</sup>や茶樹<sup>26)</sup>で検討された。その結果、現在では数県においてミカン、ナシ及びモモでスプリンクラによる病虫害防除が実用化されている。

リンゴについても、1960年と1964年に秋田県果樹試験場がスプリンクラによる病虫害防除実験を行ったが、その後中断した。しかし、各地のミカン園で好結果が得られたこと及びわい性リンゴ樹が普及したことから、1973年以降数年にわたって、リンゴ主産県の試験場がわい性樹を対象にしてスプリンクラによる病虫害防除の連絡試験を行った<sup>1), 10), 14), 20~22)</sup>。また時を同じくして、農業土木学会<sup>25)</sup>及び弘前大学<sup>17)</sup>でも同様な実験を行った。

リンゴにおけるこれらの試験を総括すると、各研究機関とも、葉裏への付着が著しく不良であって、その結果、特にハダニ類と斑点落葉病の防除効果が低いことを指摘している。

スプリンクラ防除の得失については多くの報告<sup>6), 7), 11), 13), 16), 19~24), 31), 36), 37)</sup>に記述されているが、主な利点は防除作業の省力化と農薬による人体の被害防止とに要約される。また、大型散布機を駆動しにくい傾斜地や、多湿な梅雨期の園内でも使用できること、機械の走行によるほ場の踏圧が回避できること、機械による物理的な人身事故を防止できることなどの利点がある。さらに地域によってはこの防除システムが中核となって生産の共同化や団地形成がなされた例もある。

伊那谷では、天竜川西方の1市2町1村にわたる「伊那西部農業開発事業(1972~1982)」が進められ、約3,300haの耕地が畑地かんがい、あるいは用水改良による受益地となる予定である。また、伊那市では1981年に「農村地域農業構造改善事業(資源総合整備)」を発足させ、上記のかんがい地域内を主として、約200haのわい性リンゴ団地が造成されつつある。丸山<sup>15)</sup>は、これらの事業に関連して、1979年にこの地域でスプリンクラによるわい性リンゴの病虫害防除を試みて良好な結果を得、スピードスプレヤとの併用で農薬の危害防止に役立つであろうと報告した。

このような経過から伊那地方では、スプリンクラによるわい性リンゴの病虫害防除に栽培者の関心が高まっている。そこで、1981年に信州大学農学部附属農場で以下の実験を行った。

本研究を遂行するにあたり、附属高冷地農業実験実習施設長氏原暉男助教授から、終始懇切な御指導を賜った。ほ場設定には、附属農場長登内徳一郎教授に多大な御配慮をいただいた。実験及び調査の方法については、林業機械学研究室鳥山清美教授及び応用昆虫学研究室森本尚武教授に御教示を賜った。供試ほ場の管理及び調査には、附属農場正木昭彦技官及び城倉友幸技官に御協力いただいた。以上、記して謝意を表する。

## II スプリンクラヘッドの特性に関する実験

スプリンクラヘッド(以下ヘッドという)は近年、急速に発達し、用途に応じて多くの種類が用いられている。これらのヘッドの特性を液圧で分類すれば、高、中、及び低圧型に分けられる。一般に高圧型では、吐出量が多くなりやすく、また散布終了までのヘッド回転数が少なくなるため散布むらを生じやすい。これに対して低圧型では、液滴の飛散速度が小さく、2次付着(対象物に衝突した液滴が反発し、再び対象物へ付着すること)が期待できないといわれている<sup>17)</sup>。そのため、現在、ミカンなどで実用化されている薬剤散布用ヘッドは大部分が中圧型である。

また、ヘッドのノズル仰角もさまざまで7~30度にわたって各種のものが製作されている。しかし、わい性リンゴの樹高は一般に3m以下であるため、ヘッドの高さを2m以上にする場合には特に仰角の大きいものを用いる必要はないと思われる。山下<sup>37)</sup>はミカンについて実験し、樹冠への散液の入射角が小さいほど葉裏への付着が多くなると述べている。また、工藤<sup>14)</sup>はヘッドの仰角が12~18度ぐらいに低いもののほうが葉へ薬液が良く付着すると報告している。ただし、仰角が小さいほど薬液到達距離が減少することを考慮する必要がある。

そこで、病虫害防除実験に先だって、中圧型でノズル仰角が15~20度のもののなかから薬

剤散布に使用できると思われるヘッドを4種類選択し、これらについて吐出量、回転速度、及びその他の特性を調査した。

表一1は、供試したヘッドの諸元である。

表一1 供試したスプリンクラヘッドの諸元

型 式	全 回 転 型						部分回転型
	単 口		双 口				双 口
	20L2C		30FW2C	30L6C	30L6C	30L6C-A	25PW4
諸 元	主ノズル口径 (mm)	24	3.2	4.4	3.2	3.2	3.6
	副ノズル口径 (mm)	—	2.4C	2.4C	2.4C	2.4C	2.4
	ノズル仰角 (度)	20	20	15	15	15	20

注 いずれも共立金属工業(株)製 記号Cはカットノズルを示す。

このうち、20L2Cヘッドは他の3種より小型であったが、局所的な散布や防霜に利用しうるものと考え、実験に加えた。また、30L6C—Aヘッドは30L6Cヘッドの反動桿のスプリングを改造してノズルの回転速度を早めたものである。

## 1 材料及び方法

### 1) 液圧と吐出量、回転速度及び反動桿の振動数

吐出量は、供試ヘッドから所定の重量の水道水を散布するに要する時間から、また回転速度は、10回転に要する時間からそれぞれ算出した。反動桿の振動数は、桿の振動音にストロボコープの発光音を同調させて測定した。

これらの実験にはプランジャーポンプを使用し、水道水を液圧2.0、3.0及び4.0kg/cm<sup>2</sup>で散布した。

### 2) 炭酸カルシウム水和剤によるヘッドの回転速度の低下

リンゴの病害虫防除には、薬害防止と果面保護をかねて炭酸カルシウム水和剤が年間約4回混用散布される。さらにボルドー液も数回散布される。これらの薬剤は散布機具のしゅう(摺)動部に入り込み、摩擦抵抗を増大させる。そこで炭酸カルシウム水和剤によるヘッドの回転速度低下について実験した。

まず、前項1)と同様にプランジャーポンプを用い、各ヘッドから水道水を液圧3.0kg/cm<sup>2</sup>で散布してヘッド1回転あたりの所要時間を測定した。続いて同じ液圧で炭酸カルシウム水和剤(クレフノソー炭酸カルシウム95%含有)80倍液を実際の防除における散布時間に準じて5分間散布した。この10日後に再び最初と同一の方法で水道水を散布して1回転あたりの所要時間を測定し、最初の値と比較した。

### 3) 垂直面における距離別及び高さ別の薬液付着度指数

液滴の飛散域を知り、列状に栽植されたわい性リンゴへの薬液付着状況を推察するため、広場においてヘッドからの距離別及び高さ別に垂直面における薬液付着度指数を調べた。

付着度の調査には、水が付着するとその部分が一時的に発色し、乾くと消滅する「水筆

紙」(パイロット(株)製)を幅0.2m,長さ4.5mの平板にはりつけて使用した。これをヘッドからの水平距離2~14mまで2mおきに7本直立させ、面をヘッド側に向けて固定した。これらの平板へ高さ2mのヘッドから水道水を液圧3.0kg/cm<sup>2</sup>で散布し、直ちに高さ0.5mおきに付着度指数を判定した。付着度指数は表-2に示した木原ら<sup>12)</sup>の自動散布装置の薬剤付着度標準表の評点に準拠して0~10で示した。なお、散布時間はヘッドが1回転する間に限定し、主ノズル及び副ノズルからの散液を水筆紙へ各1回ずつ付着させた。

表-2 液剤の付着度指数と付着面積割合

付着度指数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
付着面積率 (%)	0.1 }	2.6 }	5.1 }	20.1 }	40.1 }	60.1 }	70.1 }	80.1 }	90.1 }	100
	2.5	5.0	20.0	40.0	60.0	70.0	80.0	90.0	99.9	

注 木原らの「自動散布装置の薬剤付着度標準表」の付着面積割合に準拠した。

## 2 結果及び考察

### 1) 液圧と吐出量, 回転速度及び反動程の振動数

表-3は, 液圧と吐出量, 回転速度及び反動程の振動数の実験結果である。

表-3 供試したヘッドの毎分吐出量, 回転速度及び反動程の振動数

		20L2C	30FW2C	30L6C <sup>1)</sup>	30L6C <sup>2)</sup>	30L6C-A	25PW4 往復		
液	回 転 速 度 (sec/r)	23	85	36	88	62	46	8	
	振 動 数 (Hz)	4.56	5.16	4.52	6.20	12.10	5.59	15.73	
	1 振動あたり回転角度(度)	3.43	0.82	2.21	0.66	0.48	1.40	2.86	
	2	吐 出 量 (l/min)	5.3	14.3	26.7	14.0	14.0	15.0	15.0
kg/cm <sup>2</sup>	吐 出 量 (l/r)	2.0	20.3	16.0	20.5	14.5	11.5	2.0	
	100 l あたり 散布時間 (min/100l)	18.9	7.0	3.7	7.1	7.1	6.7	6.7	
	100 l あたり ヘッド回転数 (r/100l)	49.2	4.9	6.2	4.9	6.9	8.7	50.0	
	液	(sec/r)	20	84	37	99	57	53	9
圧	(Hz)	4.39	4.42	4.14	5.51	10.89	5.15	22.60	
	(度)	4.10	0.97	2.35	0.66	0.58	1.32	1.77	
	同 上 (l/min)	6.8	18.0	31.9	17.6	17.6	18.9	18.9	
	(l/r)	2.3	25.2	19.7	29.0	16.7	16.7	2.8	
kg/cm <sup>2</sup>	(min/100l)	14.7	5.6	3.1	5.7	5.7	5.3	5.3	
	(r/100l)	44.1	4.0	5.1	3.5	6.0	6.0	35.3	
	液	(sec/r)	20	87	39	104	54	58	9
	(Hz)	4.15	4.40	3.98	5.17	9.52	4.60	24.54	
圧	(度)	4.34	0.94	2.32	0.67	0.70	1.35	1.63	
	同 上 (l/min)	8.1	21.2	35.8	20.6	20.6	22.2	22.2	
	(l/r)	2.7	30.7	23.3	35.7	18.5	21.5	3.3	
	(min/100l)	12.3	4.7	2.8	4.9	4.9	4.5	4.5	
kg/cm <sup>2</sup>	(r/100l)	37.0	3.3	4.3	2.8	5.4	4.7	30.0	

1) ノズル口径4.4×2.4C

2) ノズル口径3.2×2.4C

供試したヘッドのうち30FW2Cと30L6Cは、主ノズルの内壁ヘメネジ状の加工を施しており、副ノズルは扇型の切り込みが加えられたカットノズルであった。しかし、吐出量は他の2種のヘッドと同様に、ほぼ液圧の平方根に比例した。ヘッドの回転速度は、液圧、ノズル口径及びヘッドの種類によって著しく異なり、この実験における1回転あたりの所要時間は20～104秒であった。表一3内のその他の項目は、吐出量と回転速度から算出したものである。

ここで、実作業におけるライザ間隔を12×12mとし、1回の散布量を10aあたり700lとすれば、ヘッド1個あたりの1回の散布量は約100lである。したがって、表一3内の100lあたり散布時間は防除作業における実散布時間とほぼ等しい。標準液圧とされる3kg/cm<sup>2</sup>での100l散布時間は、小型の20L2Cヘッドを除いて3.1～5.7分であった。そして、実際の散布においては付着むらを少なくするため、この時間内にヘッドが4～5回以上回転することが必要であろうと思われる。

## 2) 炭酸カルシウム水和剤によるヘッドの回転速度の低下

表一4は、炭酸カルシウム水和剤によるヘッドの回転速度低下の実験結果である。

表一4 炭酸カルシウム水和剤の散布がヘッドの回転速度に及ぼす影響

ヘッドの型式		(a)散布前回転速度 (sec/r)	(b)散布後回転速度 (sec/r)	(b)/(a)
25PW4	往	52.7	53.8	1.02
	復	8.6	9.1	1.06
30FW2C		85.0	117.3	1.38
30L6C-A		55.5	59.1	1.06

注 供試ヘッド数は1種類につき3個

炭酸カルシウム水和剤は各ヘッドの回転速度を遅らせた。このうち、30FW2Cヘッドの1回転あたり所要時間は約1.4倍に増加した。その他のヘッドは本実験においては著しい影響を受けなかったが、25PW4及び30L6C-Aとも後日の防除実験のさい、いずれも回転が不良となり、炭酸カルシウム水和剤を2回混用散布したあとの6月3日と、さらにその後1回使用したあとの8月21日の2回にわたってヘッドを分解して水洗した。

## 3) 垂直面における距離別及び高さ別の薬液付着度指数

垂直面における距離別及び高さ別の薬液付着度指数の実験結果を、図一1に示した。

供試したヘッドはそれぞれ吐出量と回転速度が異なっていたため、付着判定用平板の単位面積あたり散布液量は同一ではなかった。したがって、図一1の付着度指数を直接、ヘッド間で比較することはできないが液滴の飛跡と飛散範囲は知ることができる。

散布液の付着斑点は従来の散布機のそれより著しく大きさが不斉一、かつ不整形であるうえ、部分的には流下による付着面積の増加もあって付着度判定が困難な箇所がみられた。そのため、新たにスプリンクラ用の薬液付着度判定標準表を作製することが望ましいと考えられる。

散布液の垂直方向の飛散幅は、当初に予想していたよりも大きく、ヘッドからの水平距離

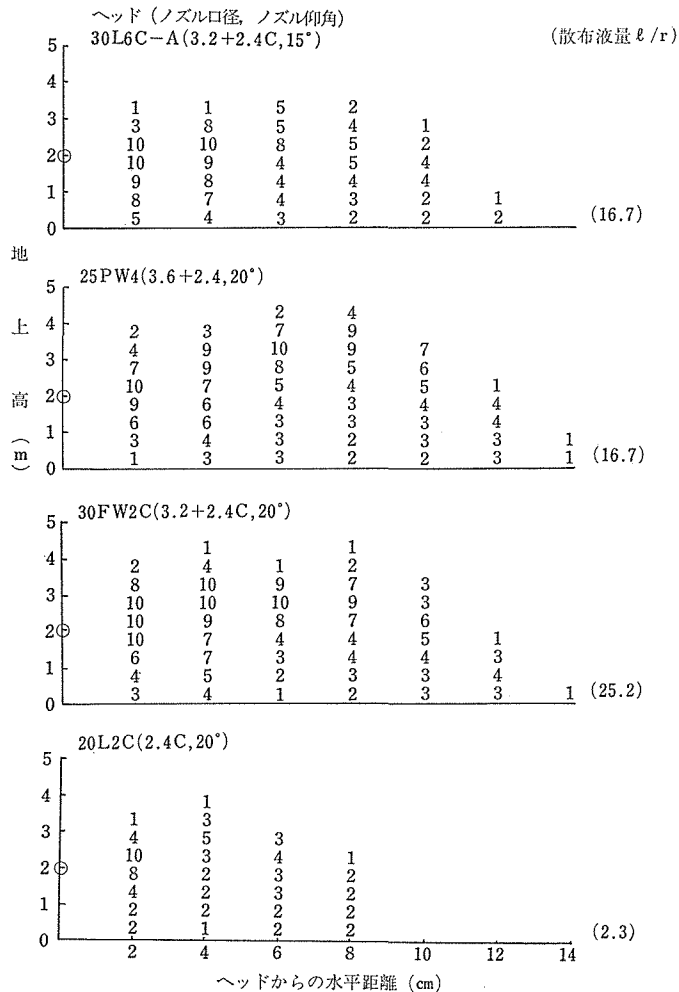


図-1 垂直面における距離別及び高さ別の薬液付着度指数

注 数字は付着度指数, ○印はヘッドの位置

2 mにおいても 3.5~4.0 m を示した。ただし、水平距離 6.0 m 以内の付着度指数は、ただ 1 回の散布で 10 に達して、散液が流下する部分がある反面、1~3 の部分もあってその差が大きかった。

距離 8 m 以遠においては、小型の粒子はほぼ垂直に落下したが、大型の粒子はなお、水平方向の飛散速度を持っていた。

高さ 3 m の水平面における最大到達距離は、25PW4 ヘッドと 30FW2C ヘッドが 10 m、30L6C ヘッドが 8 m、20L2C ヘッドが 6 m であった。

以上、1)~3) の実験結果を総合して、次章以下の実験には全回転型の 30L6C-A ヘッドを主に使用し、一部に部分回転型の 25PW4 ヘッドを供試することとした。この 2 種のヘッドは 1 回転あたりの吐出量が同じである利点があった。ただし、毎分吐出量は 25PW4 ヘッド

のほうが若干多かったため、部分回転角度の大きさを調整し、単位面積あたり薬液散布量を30L6C—Aヘッドと同一にした。

### Ⅲ 樹体の生育状態と薬液付着に関する調査と実験

樹体の発育状態と薬液付着及び病害虫防除効果はそれぞれ密接な関係を有すると考えられる。そこで次章の病害虫防除実験に供試したほ場において以下の調査と実験を行った。

#### 1 樹体の生育状態に関する調査

##### 1) 材料及び方法

##### (1) 枝幹の表面積

ふじ及びつがるの2品種から樹勢の中位な木を各1樹ずつ選び、開花前の5月2日に、それらの枝幹の表面積を測定した。

まず、調査樹の全部の枝幹を屈折した部分または生育年次の異なる部分で区分し、次にそれぞれの直径（元口及び末口）と長さを測定して表面積を求め、1樹あたりに集計した。さらにこの結果をわい性リンゴの栽植距離（つがる：4.5×2.0m, 111本/10a, ふじ：4.5×2.5m, 88本/10a）に基づいて10aあたりに換算した。表皮のシワや芽による表面積の増加分は無視した。

##### (2) 葉面積及び葉数

葉面積及び葉数は、前項(1)の枝幹の表面積測定に用いた木について、落花直後（5月14日）と新梢伸長停止直後（8月4日）に調査した。

まず、長さ35cm以下の結果枝を長さ別に5cm単位で7階級に分類した。次に各階級から平均的な長さの結果枝を2本ずつ選び、それらの全葉について自動面積計（林電工(株)AAM-7型）で葉面積を測定し、これに各階級に属する結果枝の本数を乗じて結果枝の総葉面積を求めた。また、長さ35cm以上の枝は発育枝とし、個々に長さを測定したあと、平均的な長さの枝2本の葉面積を測定し、発育枝の単位長さあたりの葉面積を求めた。この値と全発育枝の長さの合計から、発育枝の総面積を算出した。

10aあたり換算は枝幹の表面積測定と同様に行った。

##### (3) 樹冠の遮光率

供試樹の繁茂度を数値化するため、展葉直後（4月14日）、落花直後（5月18日）及び新梢伸長停止期（7月22日）の3回にわたって、図一2の方法で、夜間にプロジェクタ光線の樹冠による遮光率を測定した。

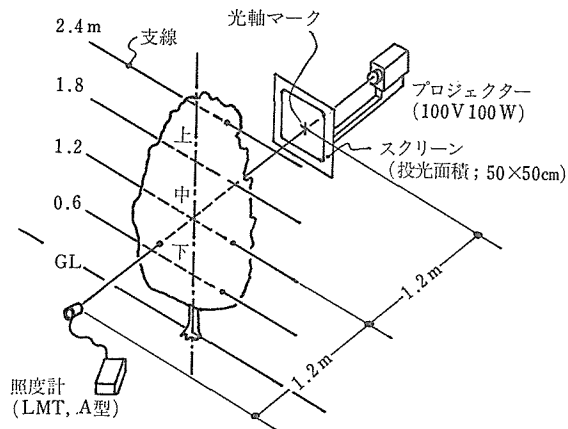
遮光率は次式で算出した。

$$\text{遮光率 (\%)} = \left(1 - \frac{B}{A}\right) \times 100$$

A：樹冠がない場合の照度

B：樹冠がある場合の照度

プロジェクタの光軸はトレリス面に直角に通過させた。使用したプロジェクタは100V, 100Wであり、照度計は最小測定単位0.1 Luxのもの（LMT, Pocket Lux, A型）である。測定にあたっては、スクリーン、主幹及び照度計相互の距離及び角度関係に充分注意した。

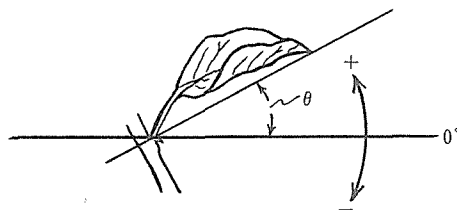


図一 2 樹冠の遮光率の測定方法

供試品種はつがる、紅玉、スターキングデリシヤス（以下スターキングという）、ゴールドデリシヤス（以下ゴールデンという）、及びふじの5品種で、各品種5樹ずつ、計25樹について測定した。

#### (4) 葉の傾斜角度

葉の傾斜角度はスターキング及びゴールデンについて測定し、これらを缶桃12号と比較した。測定には大型のクリノメータを使用し、図一3のように葉柄の基部と葉の先端を結ぶ線と水平線のなす角度を葉の傾斜角とした。



図一 3 葉の傾斜角度の測定方法

## 2) 結果及び考察

### (1) 枝幹の表面積

表一5は、枝幹の表面積の測定結果である。

枝幹の表面積は、すべての枝幹を真円すい台とみなして計算したものである。この結果、



表—5 供試樹の枝幹の表面積 (5月2日調査)

品 種 <sup>1)</sup>	1 樹あたり表面積	10 a あたり栽植本数	10 a 換算表面積
つ が る	11590cm <sup>2</sup>	111本	129m <sup>2</sup>
ふ じ	13550	88	119

1) M26台 6年生樹

1 樹あたりの表面積はつがるが約1.16m<sup>2</sup>、ふじが約1.36m<sup>2</sup>であった。

ここで、これらの枝幹が、栽植距離（つがる：2.0m、ふじ：2.5m）を幅とし、樹高2.5mを高さとする長方形のトレリス面内に、重複することなく伸長していると仮定する。そして、これらの枝幹の、トレリス面と平行な面への投影面積をSとし、これが上記の長方形の面積に占める割合Srを求めれば次のとおりである。

つがる

$$S = \frac{1.1590}{\pi} = 0.37\text{m}^2$$

$$Sr = \frac{0.37}{2.0 \times 2.5} \times 100 = 7.40\%$$

ふ じ

$$S = \frac{1.3550}{\pi} = 0.43\text{m}^2$$

$$Sr = \frac{0.43}{2.5 \times 2.5} \times 100 = 6.88\%$$

Srは、すべての枝幹の伸長方向に対して液滴が直角方向から散布された場合を仮定して液滴が枝幹へ衝突する確率を概算したものである。しかし、この場合でも両品種のSr値は約7%にすぎなかった。しかし、実散布においては大部分の液滴が枝幹の伸長方向に対して斜めに到達する。そして、両者のなす角度を $\theta$ とすれば、液滴の飛散方向からみた枝幹の投影面積は $\sin \theta$ に比例して減少する。さらに、枝幹の分布していない栽植列間への薬液落下、樹体による液滴の反発や流亡、漂流、蒸散等を見込めば、スプリンクラ防除の薬液が休眠期の樹体に付着する確率は著しく低いであろうと考えられる。

## (2) 葉面積及び葉数

表—6は、葉面積及び葉数の調査結果である。

新梢伸長停止期の1樹あたり葉面積は、つがるが約11m<sup>2</sup>、ふじが約14m<sup>2</sup>であった。これを落花直後の葉面積に対する増加倍率で示せば、つがるが約4.0倍、ふじが約2.7倍であった。同様に求めて求めた葉数の増加倍率は、つがるが1.6倍、ふじでは1.2倍であって、葉面積の増加倍率より低かった。

この調査の供試樹は比較的繁茂度が低かったが、10a換算葉面積は1200～1250m<sup>2</sup>で、葉面積指数は1.2～1.25であった。

## (3) 樹冠の遮光率

表—7は、樹冠の遮光率の測定結果である。

表一 6 供試樹の葉面積及び葉数

品 種 <sup>1)</sup>	調 査 時 期 月・日	1 樹 あ た り						10 a 換 算 <sup>2)</sup>	
		結果枝の 葉 面 積 (cm <sup>2</sup> )	発育枝の 葉 面 積 (cm <sup>2</sup> )	合 計 (cm <sup>2</sup> )	葉面積 増加率	葉 数 (枚)	葉 数 増加率	葉面積 (m <sup>2</sup> ) (×100枚)	葉 数
つがる	落 花 直 後 5.14 (比率%)	15530 (55)	12750 (45)	28280 (100)	1.0	3218	1.0	313	357
	新梢伸長停止期 8.4 (比率%)	57040 (51)	55900 (49)	112940 (100)	4.0	5211	1.6	1253	578
ふ じ	落 花 直 後 5.14 (比率%)	23660 (48)	26020 (52)	49690 (100)	1.0	6650	1.0	437	585
	新梢伸長停止期 8.4 (比率%)	57080 (42)	80430 (58)	137520 (100)	2.7	7702	1.2	1210	678

1) M26台6年生樹

2) 栽培本数：つがる111本/10a、ふじ88本/10aとして換算

表一 7 供試樹<sup>1)</sup>の樹冠の遮光率<sup>2)</sup>

(単位：%)

調査月日	4 月 14 日	5 月 18 日	8 月 4 日	遮光率(y)と展葉後日数(x)
展葉後 日 数	0 日	34 日	112 日	
測定部位	上 中 下 平均	上 中 下 平均	上 中 下 平均	の回帰式及び重相関係数(R)
つがる	25 32 23 27	48 46 36 43	84 75 54 71	$y=27.2+0.52x-0.001x^2$ $R=0.9503^{**}$
紅 玉	24 23 30 26	52 50 54 52	79 76 82 79	$y=26.4+0.90x-0.004x^2$ $R=0.9669^{**}$
スター キング	21 24 16 20	55 61 44 53	82 77 62 74	$y=20.9+1.17x-0.006x^2$ $R=0.9710^{**}$
ゴール デン	33 38 31 34	63 70 52 62	88 95 76 86	$y=34.6+0.97x-0.005x^2$ $R=0.9838^{**}$
ふ じ	28 38 38 35	59 67 65 64	87 88 80 85	$y=34.9+1.03x-0.005x^2$ $R=0.9838^{**}$
平 均	26 31 28 28	55 59 50 55	84 82 71 79	$y=28.5+1.02x-0.005x^2$ $R=0.9247^{**}$

1) M26台6年生樹

2) 各調査日とも1品種5樹について測定した

遮光率は、展葉直後(4月14日)から落花直後(5月18日)までの間に急増した。以後、新梢伸長停止期(8月4日)まで測定を欠いているが、この間の増加率は初期より低下した。

以上、3回の測定結果から、展葉後日数と遮光率の関係を求めて表一7内に示した。これによれば、品種によって遮光率の増加状況が異なり、初期にはスターキングが最も大きく、つがるが最も小さかった。

ここで、(2)の葉面積と遮光率の関係を示すと図一4のとおりである。

つがる及びふじとも、葉面積と遮光率の間には2次相関がみられ、葉面積の増加に対して遮光率の増加は逓減した。これは、遮光率測定のさい、光軸を水平にしたためであろう。

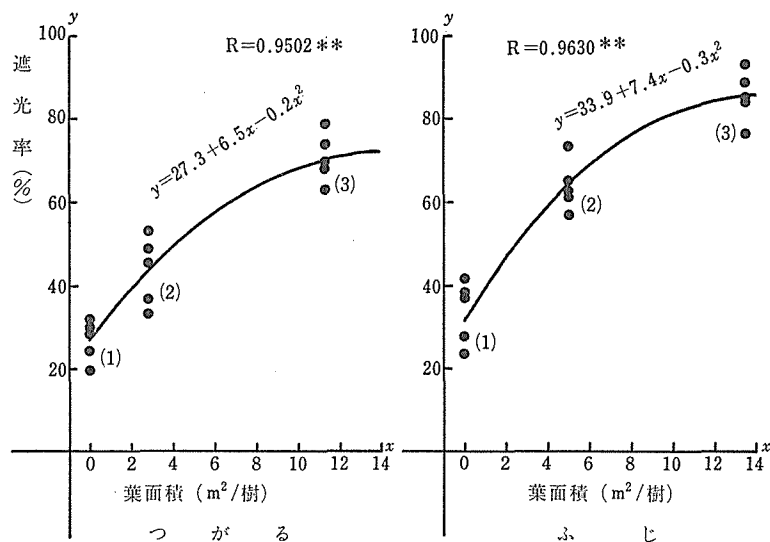


図-4 遮光率と葉面積の関係

注 調査日 (1) 4月14日 (2) 5月18日 (3) 8月4日  
遮光率は上、中及び下部の樹内平均値

#### (4) 葉の傾斜角度

図-5は、葉の傾斜角度の調査結果である。

スターキング及びゴールデンの葉は、大部分が水平線に対して上向きに着生していたが伍桃12号は全部の葉が下向きに大きな傾斜角をもっていて、その標準偏差が小さかった。この結果、散布液の葉裏への付着はモモよりリンゴのほうが不良であろうと考えられた。

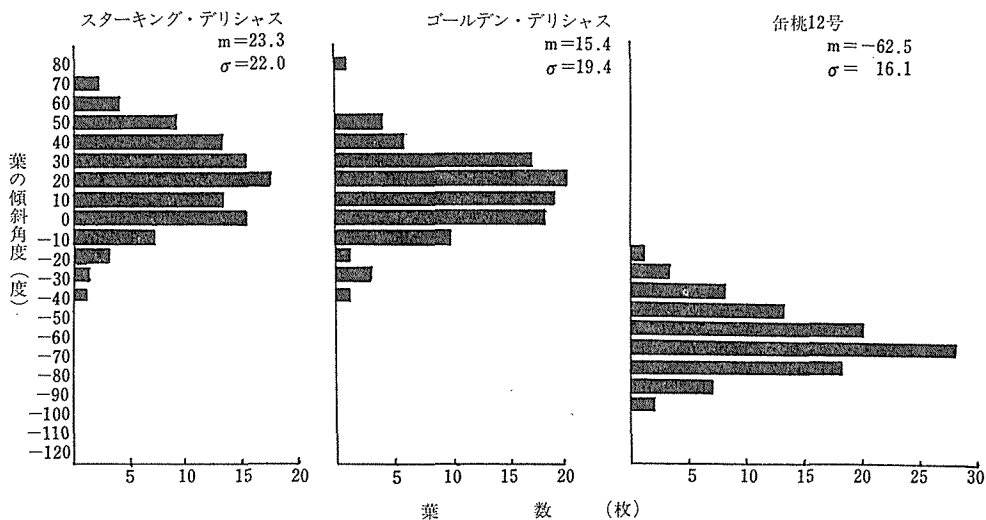


図-5 葉の傾斜角度（縦軸の数値は各階級の下限値を示す）

m：平均角度(度)    σ：標準偏差(度)

## 2 薬液付着に関する実験

### 1) 材料及び方法

#### (1) 主幹への薬液付着状況

休眠期の主幹への薬液付着状況をスプリンクラとスピードスプレヤについて比較した。

発芽直後(4月10日)の夜間無風時に、スターキングの主幹へ印画紙(月光V3)を巻きつけ、これに石灰硫黄合剤300倍液を散布した。散布方法は、ヘッド1個からの片側散布、2個からの両側散布及びスピードスプレヤによる両側散布の3方法とし、いずれも同一の供試樹を使用した。

散布液量はヘッド1個あたり36 $l$ (10aあたり7ヘッドの場合、約250 $l$ /10a)とし、これを30FW2Cヘッド(回転速度0.5rpm)の1回転で散布した。スピードスプレヤ(昭信3S-BP1)は走行速度3.0km/h、吐出量50.2 $l$ /minで223 $l$ /10a散布した。

#### (2) 枝表面の薬液付着量(室内実験)

実験にはふじを供試した。枝の表面のあらさとはっ(撥)水性は枝の発生後の年数によって変化し、それにもなって薬液の付着量も変わってくるであろうと思われるので、実験には1~4年生の枝を同数ずつ使用した。これを長さ15cmに切断して両切口にワセリンを塗布し、重量を測定したのち、水道水、非イオン系展着剤2000倍加用水道水及び石灰硫黄合剤10倍液(いずれも液温13°C)に浸漬した。30秒後にこれらの液中から供試枝を垂直に引き上げ、10秒間静止後、再び重量を測定した。そして供試枝の表面積と浸漬前後の重量差から単位面積あたりの付着量を算出した。

#### (3) 葉への薬液付着度

葉への薬液付着調査は、枝葉の繁茂が少ない時期の5月29日と、最も繁茂した時期の8月6日の2回、いずれも夜間の無風時に行った。

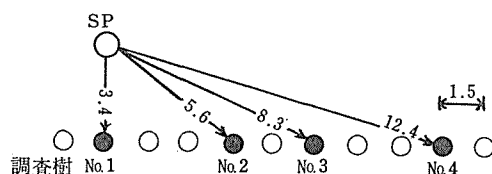
図一6は、調査樹とスプリンクラヘッドの位置関係である。

5月29日の調査では、1ヘッドからの距離別付着調査と4ヘッドからの重複散布による付着調査を行った。供試樹は紅玉4樹とゴールデン3樹である。これらの供試樹はあらかじめ地上高によって樹冠を上部(1.8~2.4)、中部(0.6~1.8)及び下部(0.6m以下)に区分しておき、各部の葉の表面と裏面へ印画紙(月光V3、大きさ14×30mm)を15枚ずつ両面テープではりつけた。散布には30L6C-Aヘッドを使用し、高さ2.5mから液圧3kg/cm<sup>2</sup>で石灰硫黄合剤1500倍液を1ヘッドあたり100 $l$ ずつ散布した。これに要した実散布時間は5分40秒で、ヘッドの回転数は約5回転であった。

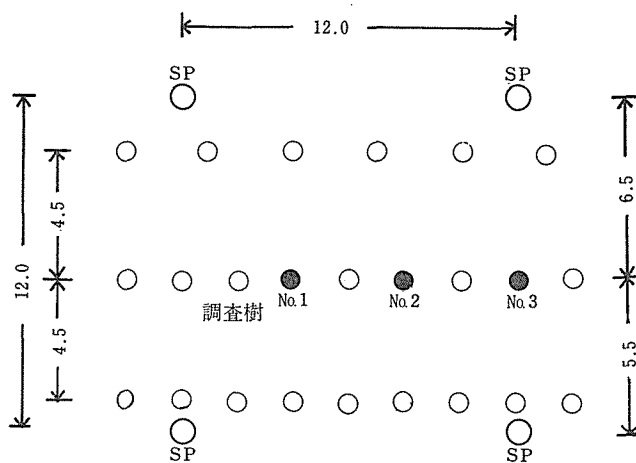
8月6日の調査では、スプリンクラ区(以下SP区という)とスピードスプレヤ区(以下SS区という)の葉の表裏の付着状況を比較した。すなわち、SP区は5月29日と同様の散布諸元で薬液400 $l$ を4ヘッドから重複散布し、SS区では走行速度2.55km/h、吐出量57.4 $l$ /minで散布した。10aあたり散布液量はSP区が694 $l$ 、SS区は300 $l$ であった。なお、散布液の種類と濃度及び印画紙のはりつけ方法は5月9日と同一にした。

#### (4) 葉への炭酸カルシウム付着量

上記(3)の8月6日の付着調査に関連させて、その4日後に葉面の炭酸カルシウム付着量を定量した。実験区名、供試樹、散布機及び散布諸元は8月6日と同一にして、炭酸カルシウム水和剤80倍液を散布し、これの乾燥を待って樹内の各部から葉を採取した。そして各葉と



(1) 1ヘッドからの距離別付着実験



(2) 4ヘッドからの重複散布による付着実験

図-6 薬液付着度調査樹とスプリンクラヘッドの位置関係  
(単位: m, SP: スプリンクラ)

も主脈を対称線として一方から葉の表裏合計付着量測定用葉片を、また、他方から葉の裏面付着量測定用葉片を、いずれも 11mmφ のリーフパンチで打ち抜いた。ただし、裏面付着量測定用葉片は、打ち抜きに先だって表側を 0.01N の HCl で洗浄し、この側の炭酸カルシウムを除去しておいた。次にこれらの葉片 15 枚を 1 試料として 0.1N の HCl で炭酸カルシウムを溶解し、蛍光光度計でカルシウム量を定量した。なお、葉の表側の付着量は表裏合計付着量から葉裏の付着量を差し引いて算出した。

#### 5) 葉の薬液最大付着量 (室内実験)

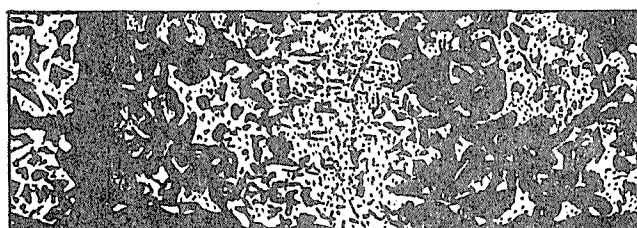
5月23日に室内で葉の薬液最大付着量を調べた。供試葉はふじの発育枝及び結果枝の中央部から採取し、これを水道水または非イオン系展着剤 3000 倍加用水道水 (いずれも液温 13°C) 中へ 10 秒間浸漬して引き上げ、そのまま 10 秒間保持して大部分の過剰付着液を滴下させたのち重量を測定した。そして供試葉の葉面積と浸漬前後の重量差から葉の単位面積あたり付着液量を求め、これを薬液最大付着量とみなした。

#### 2) 結果及び考察

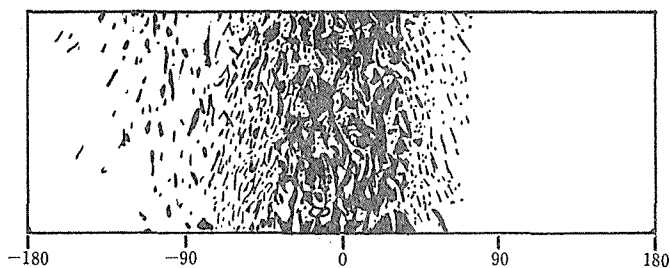
##### (1) 主幹への薬液付着状況



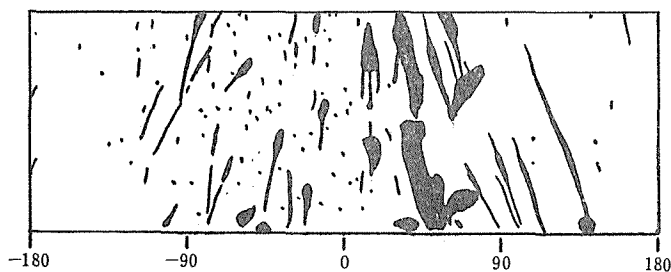
SP区：2ヘッドからの両側散布，ライザからの水平距離6 m  
散布液量250 ℓ/10a



SS区：両側散布，スプレヤからの水平距離2.25 m  
散布液量223 ℓ/10a



SP区：1ヘッドからの片側散布，ライザからの水平距離2 m  
散布液量36 ℓ/r



同上；水平距離6 m

図一7 主幹への薬液付着状況 ( $S=1/1.4$ )

(印画紙法による。印画紙巻付位置；地上1.2m，  
横軸の数字はライザ方向を0とする方位角度(度))

図一7は、散布実施時に供試樹の主幹の中央部（地上高1.2m）へ巻きつけた印画紙を展開したものである。

この実験では、付着状況を識別しやすくするために散布量を223～250L/10aに限定したが、付着状況には著しい差がみられた。すなわち、SS区では微細な液滴が主幹のほぼ全面へ付着していたが、SP区はこれと対照的に粗大な液滴がヘッド側へ局部的かつ斑点状に付着していた。そしてSS区では過剰に付着した部分の薬液が流亡するさい、微細な液斑がしだいに集合してゆき、やがて面状に流亡が始まるのに対して、SP区では数個の粗大な液滴が集合すれば直ちに流亡をおこして、これが線状のこん跡を作った。ライザからの距離別にみれば、近距離では副ノズルや反動程によって飛散された微細な液滴が付着しているが、距離が大きくなるにしたがって液滴が粗大になっている。

スピードスプレヤの微細な噴霧でさえ枝や果実の裏側への廻行性が乏しい<sup>2)</sup>ため、木の両側からの散布が不可欠である。スプリンクラで休眠期散布を行うためにはヘッドの高さを極度に低くしたり、ライザ間隔を縮小して小口径のノズルを使用するなど各種の検討が必要であろう。また、石灰硫黄合剤による器材の酸化にも対策が必要であろう。

## (2) 枝表面の薬液付着量（室内実験）

表一8は、休眠期の枝幹表面の薬液付着量である。

表一8 休眠期の枝幹表面への薬液付着量（室内実験）

品 種	1 cm <sup>2</sup> あたり付着量 (mg)			1 樹あた り表面積 (cm <sup>2</sup> )	1 樹あたり付着量 (g)			10 a あた り栽植本 数 (本)	10 a あたり付着量 (kg)		
	水道水	石灰硫 黄合剤 10倍液	展着剤 3000倍加 用水道水		水道水	石灰硫 黄合剤 10倍液	展着剤 3000倍加 用水道水		水道水	石灰硫 黄合剤 10倍液	展着剤 3000倍加 用水道水
つがる	3.93	4.12	3.98	11590	45.5	47.7	46.1	111	5.1	5.3	5.1
ふじ				13550	53.3	55.8	53.9	88	4.7	4.9	4.7

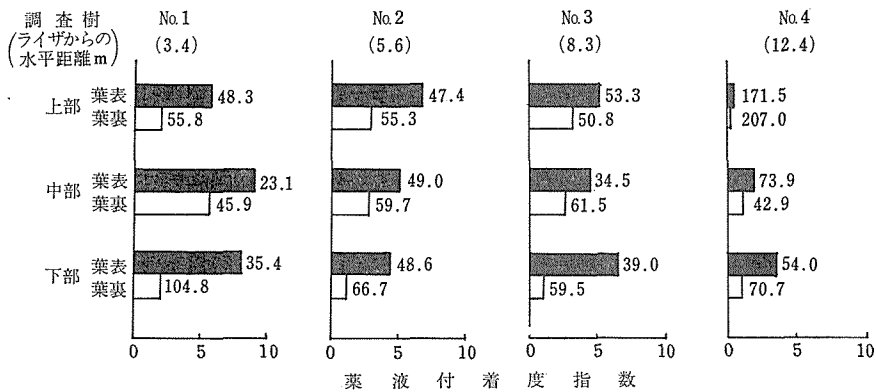
枝の表面における薬液付着量は、供試した液によって若干の差があったものの、表面積1 cm<sup>2</sup>あたり約4 mgであった。これを10 aあたりに換算すれば4.7～5.3 kgであって、標準散布液量300 L<sup>18)</sup>の約1.6%に相当する。

この実験では供試液を枝の全表面へ付着させたが、実散布では薬液が部分的に付着するため液の付着率はかなり小さいであろう。このことは前述の枝幹の表面積の測定結果や主幹への薬液付着状況からも推察できる。

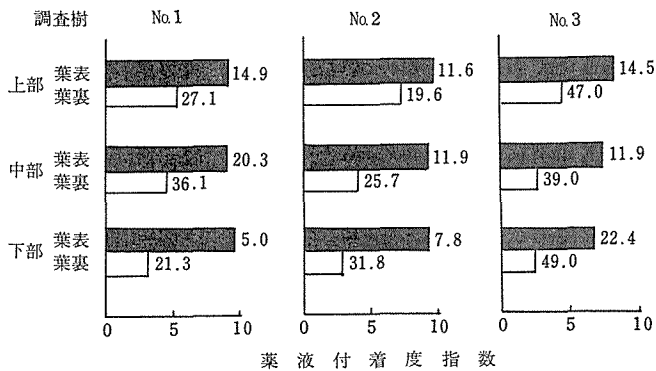
## (3) 葉への薬液付着度

1ヘッドからの距離別薬液付着度調査結果を、図一8に示した。

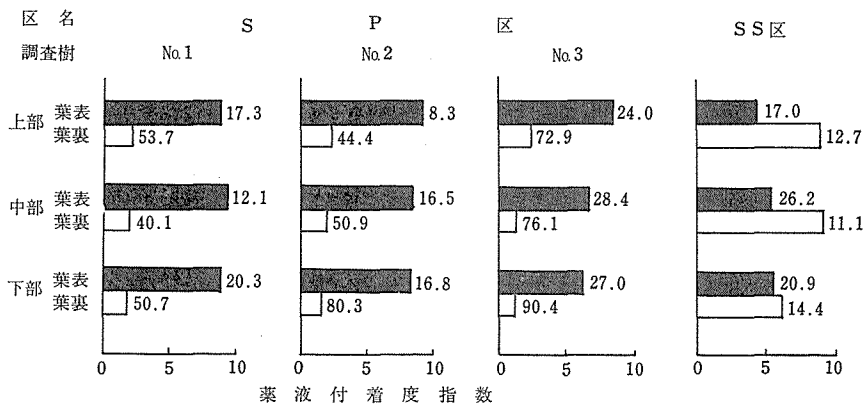
薬液の付着度指数と変異係数はライザからの距離によって異なった。しかし、いずれの距離においても葉表への付着が多く、本実験の散布方法、すなわち1ヘッドからの100 L散布によっても距離8.3m以内に位置する木では上、中、下部とも有効付着（付着度指数4以上）に達した。これに対して葉裏への付着は、ライザからの距離や樹内の位置にかかわらず不良で、ほぼ全部が有効付着に達せず、変異係数も葉表より大きくて付着むらが顕著であるこ



図一8 1ヘッドからの散布における距離別の葉の薬液付着度指数  
(5月29日調査, 散布液量100 l, 図中の数字は変異係数(%))



(1) 5月29日調査, SP区



(2) 8月6日調査, SP区及びSS区

図一9 4ヘッドからの重複散布及びスピードスプレヤ散布における葉の薬液付着度指数  
(散布液量: SP区694l/10a, SS区300l/10a. 図中の数字は変異係数(%))



とを示していた。

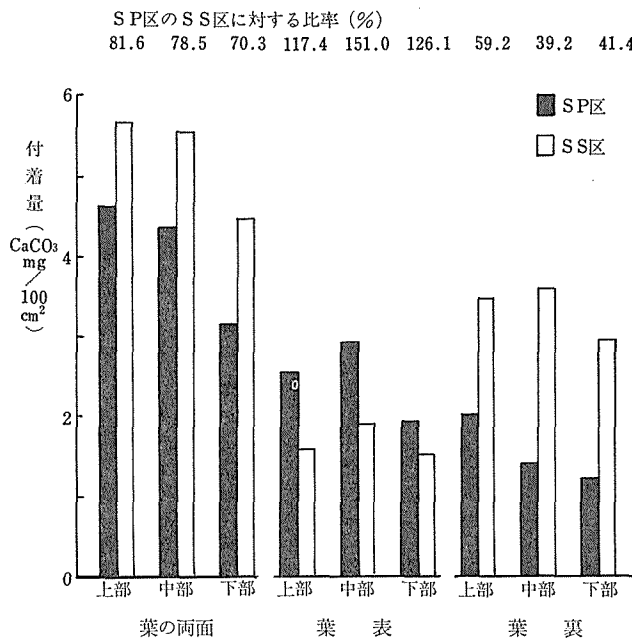
図一9は、4ヘッドからの重複散布における薬液付着調査結果である。

S P区の葉表では、5月29日及び8月6日の調査とも、すべての部分で8～9の高い付着度指数を示し、変異係数も小さかった。しかし葉裏の付着度指数は著しく低く、特に枝葉が繁茂したあとの8月6日の調査では、各部分とも5月29日より付着不良となり、変異係数も大きくなった。これに対しS S区(図一9、(2))では、S P区の1/2.3の散布液量であったにもかかわらず葉表、葉裏ともすべて有効付着であった。しかも葉表より葉裏の付着が高く、その変異係数はS P区より著しく小さかった。

以上は葉にはりつけた印画紙によって調査した結果であるが、葉面への実際の付着は印画紙法で得られる結果より劣る傾向がある<sup>2),12)</sup>ことにも留意する必要がある。

#### (4) 葉への炭酸カルシウム付着量

葉への炭酸カルシウム付着量の定量結果を、図一10に示した。



図一10 葉面への炭酸カルシウム付着量

本実験の散布液量は前項(3)と同じで、S P区ではS S区の2.3倍(694L/10a)を散布した。しかし、S P区の葉の表裏合計付着量はS P区のその70～80%にとどまった。これを表裏別に比較すれば、葉表ではS P区がS S区の120～150%を示したが、葉裏は40～60%にすぎなかった。このことは図一9(2)の結果と一致している。

表一9は、炭酸カルシウムの定量結果をふじの8月の葉面積(表一6)に基づいて炭酸カルシウム水和剤80倍a10液のあたり付着量に換算したものである。

表一 9 炭酸カルシウム水和剤<sup>1)</sup>80倍液の葉面付着量 (10 a あたり換算)

区 名	葉面積 <sup>2)</sup> (m <sup>2</sup> /10a)	付 着 量 (g/10a)			散布液量 (l/10a)	付着液量 (l/10a)	散布液量に 対する比率 (%)
		葉の両面	葉 表	葉 裏			
S P 区	1210	489 (100)	300 (61)	189 (39)	694	41.2	5.9
S S 区		633 (100)	229 (36)	404 (64)	300	53.3	17.8

1) 炭酸カルシウム含有率95% (クレフノン)

2) ふじの新梢伸長停止期 (8月4日) の葉面積

全散布液量に対する付着液量は、S P 区が5.9%であるのに対し、S S 区はその約3倍の17.8%を示した。

## (5) 葉の薬液最大付着量 (室内実験)

葉の薬液最大付着量を、表一10に示した。

表一 10 葉の薬液最大付着量 (室内実験)

品 種	1 cm <sup>2</sup> あたり付着量 (mg)		1 樹あたり付着量 (kg)		1 樹あたり 葉 面 積 <sup>1)</sup> (cm <sup>2</sup> )	10 a あたり 栽 植 本 数 (本)	10 a あたり付着量 (kg)	
	水 道 水	展 着 剤 3,000倍 加用水道水	水 道 水	展 着 剤 3,000倍 加用水道水			水 道 水	展 着 剤 3,000倍 加用水道水
つ が る			1.4	1.2	112940	111	155.4	133.2
ふ じ	12.2	10.6	1.7	1.5	137520	88	149.6	132.2

1) 新梢伸長停止期 (8月4日) の葉面積

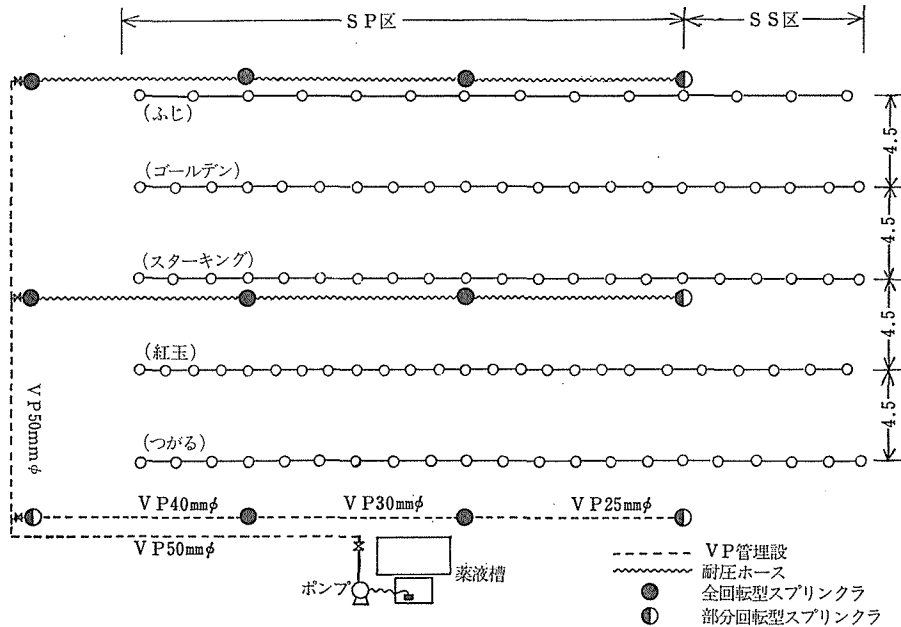
葉の表面及び裏面への薬液の合計付着量は、葉1 cm<sup>2</sup>あたり11~12mgで、これの10 a あたり換算値は約130~155kgであった。前項(4)の炭酸カルシウム水和剤80倍液のS P 区における実散布時の10 a あたり換算付着量は41.2 l であった。この液は水道水とは性状が異なり、また本項と前項の実験は方法が異なっているが参考までに両者の10 a あたり換算付着量を比較すれば、およそ1 : 3.5である。

## IV 病虫害防除実験

一般に果樹では、毎年、特定の病虫害が一定の時期に発生しはじめる。それらのうち、ある種のは長期間にわたって連続的に発生しつづけて被害を累積させる。リンゴにおいてはその代表的なものが斑点落葉病とハダニ類である。

そこで、本実験は主にこれらについて定期的に調査するとともに特定の時期にその他の病虫害調査や室内実験を行い、スプリンクラによる通年防除効果を総合的に判定した。

## 1 材料及び方法



図一11 スプリンクラ防除実験ほ場  
(ライザ間隔 12×12m)

実験には信州大学農学部附属農場のわい性りんご園のつがる、紅玉、スターキング、ゴールデン及びふじの5品種を使用した。これらの供試樹はいずれもM26台を用いた6年生のスレンドラスピンドルブッシュ仕立て、図一11のように4.5×1.5～2.5mに栽植されていた。実験は、実散布面積21a内にSP区17aとSS区4aを設けて行った。

SP区は、図一11のように、地下に埋設した硬質塩化ビニールパイプ（VP管）と、地上配管した耐圧ホースを組み合わせ、これにライザを12×12m（6.94基/10a）に配置した。このライザは、伸縮立ち上がり管と称される、高さ調節が可能なものであった。使用したヘッドは、30L6C—Aと25PW4の2種類で、その高さは開花直後まで2.2mとし、以後、枝葉が繁茂してからは2.5mとした。散布量と薬液濃度を正確に規定するため薬剤混入器を使用せず、薬液槽から遠心ポンプ（カルイSS65、送液能力800ℓ/min/3600rpm）によって送液した。

SS区は、単体型スピードスプレー（昭信3S—BP1）により、走行速度2.55km/h、液圧4.8kg/cm<sup>2</sup>、吐出量57.4ℓ/minで散布した。

防除時期、使用農薬及び薬液濃度は表一11のとおり、長野県農作物病虫害防除基準に準拠して、SP区、SS区とも同一とした。ただし、最大散布量はSP区700ℓ/10a、SS区300ℓ/10aとし、休眠期散布から秋季の最終散布まで、それぞれ14回ずつ散布した。総散布量はSP区が9200ℓ/10a、SS区が4080ℓ/10aであった。

なお、炭酸カルシウム付着量の定量実験を行うため、ボルドー液は散布しなかった。

表-11 実験区の薬剤散布暦

回数	散布月日	散 布 薬 剤 (稀釈倍率)	S P 区 散 布 量 (l/10a)	S S 区 散 布 量 (l/10a)
1	4. 15	石灰硫黄合剤 (60)	440	260
2	4. 27	水和硫黄 (300) サリチオン水和剤 (850)	420	260
3	5. 16	ベンレート水和剤 (3500)	670	260
4	5. 25	ダイボルト水和剤 (800) クレフノン (80)	670	300
5	6. 3	ポリキャプタン水和剤 (800) サリチオン水和剤 (1000) クレフノン (80)	700	300
6	6. 8	エイカロール乳剤 (1500)	700	300
7	6. 23	パルノックス水和剤 (800) ダーズバン水和剤 (1000)	700	300
8	6. 30	トモオキシラン水和剤 (800) スミチオン水和剤 (1000)	700	300
9	7. 13	ポリキャプタン水和剤(1000) 硫酸ニコチン液剤 (800)	700	300
10	7. 21	ブリクトラン水和剤 (1500)	700	300
11	8. 2	キノンドー水和剤 (800) スミチオン水和剤 (1000)	700	300
12	8. 21	ポリオキシン $\bar{O}$ 水和剤(1000) スプラサイド水和剤 (1500) アクリシット水和剤 (1500)	700	300
13	9. 1	キノンドー水和剤 (800) ダイアジノン水和剤 (1000)	700	300
14	9. 18	トモオキシラン水和剤(1500) DDVP乳剤 (1500)	700	300
散 布 液 量 合 計			9200	4080

注 第2回以降は展着剤2000倍加用

### 1) 斑点落葉病発生調査

調査には、斑点落葉病にり病しやすいスターキングを用い、SP区内の4樹とSS区内の2樹について6月1日から15日おきに8回にわたって定期調査を行った。各調査樹とも初回の調査時に、上、中及び下部別に任意の新梢5本ずつへ標識を付け、各回の調査ともそれらの新梢について全葉数、発病葉率、及び1葉あたり病斑数を調べた。

### 2) ハダニ類についての調査と実験

#### (1) ナミハダニ生息数の定期調査

斑点落葉病調査と同一の木について、6月1日からほぼ15日おきに6回にわたって木の上、中及び下部から無作為に20葉ずつ採取し、室内でハダニ類の生息数を調査した。

#### (2) 殺ダニ剤の処理方法と殺ダニ効果(室内実験)

この実験は、スプリンクラ防除を想定して葉裏へ殺ダニ剤が付着しなかった場合の防除効果を知らるために行った。

実験にはふじの葉を用い、あらかじめハダニ類の生息数を調査した後、ブリクトラン水和剤1500倍液(展着剤2000倍加用)を葉の両面または葉表へ散布した。さらに、これらと比較するため、対照区として水道水を両面散布した処理区も設けた。供試葉数は各18枚で、散布後は葉柄を水ざしして室内に静置し、5日後にハダニ類の生息数を調査した。なお、薬剤散布には小型の手動噴霧器を使用した。実験期間中の室温は25~27°Cであった。

### 3) キンモンホソガの被害調査

第3回発生期の8月5日に、SP区とSS区をつがる、スターキング及びふじの樹冠中央部から任意に50新梢を選び、1新梢につき葉20ずつ、計1000葉について被害葉数と被害こん数を調べた。

#### 4) 葉色測定

葉色測定は、8月6日と10月29日に、つがる、スターキング及びふじの3品種について行った。8月6日にはハダニの加害によって生じた葉裏の褐変状況を重点的に調査するため、SP区及びSS区とも上記の3品種の樹冠中央部の新梢の中ほどから1新梢につき2葉ずつ計26葉を採取し、UCS系で測色した。

10月29日には、各種の病害虫被害に原因する紅葉の程度を主に調査するため、SP区、SS区とも3品種の上、中及び下部から新梢中央部の葉を任意に30葉ずつ採取して葉表だけを測色した。

使用した測色計（日本電色(株)、NDR-21B型）の試料台の孔径は28mmφとした。

#### 5) 落葉率調査

一般に病害虫被害を受けた葉は早期に落葉することから、SP区とSS区の落葉率を調べた。調査は10月22日と11月13日の2回、つがる、スターキング及びふじの3品種について行い、各樹の上、中及び下部別に各部の50新梢について総葉数と落葉数を計数した。総葉数は着生葉数と新梢上の落葉こん数の合計である。

## 2 結果及び考察

### 1) 斑点落葉病発生調査

斑点落葉病の発病葉率を、図-12に示した。

発病葉率は、SP区及びSS区とも6月中旬までは大差がなかったが、SP区ではその後急増し続け、9月中旬にはSS区の約7.5倍（平均約75%）に達した。これを部位別にみれば、6月下旬以後、全期間にわたって下部が最も高率であった。これに対してSS区は、9月中旬にいたっても10%程度であった。

1葉あたり病斑数は、発病葉率とほぼ比例して増加したため図示しなかったが、9月中旬においてSP区が平均3.8、SS区が平均0.2であった。

この調査を行った1981年の斑点落葉病の一般の発生程度は、附近のリンゴ園の状況から推察すると、例年よりやや少なかったように思われる。しかし、SS区に比較してSP区の発病葉率は著しく高かった。

供試した園では、例年、斑点落葉病以外の葉の病害はほとんど発生していない。本実験を行った1981年にも他の病害はごくわずかしき観察されなかった。

### 2) ハダニ類についての調査と実験

#### (1) ナミハダニ生息数の定期調査

図-13は、ナミハダニ生息数の定期調査の結果である。

SP区では、7月上旬からナミハダニが急激に増加し、7月中旬には1葉あたり7～10頭に達した。しかし、その後7月下旬からは急減した。SP区におけるこの減少は、7月21日に散布した殺ダニ剤の効果のほか、食害によって葉が不良化したための幼成虫の移動と繁殖停止によるものであろう。

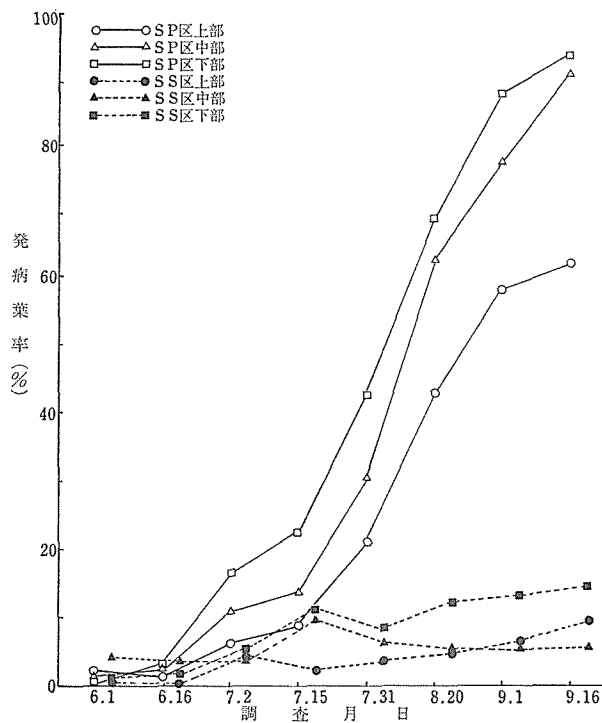


図-12 斑点落葉病発病率の消長 (スターキング)

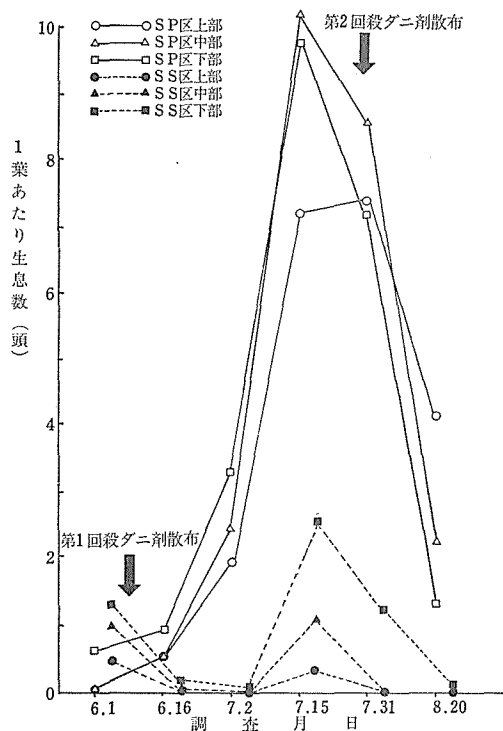


図-13 ナミハダニ生息数の消長 (スターキング)

S P区のナミハダニの生息数を樹冠内の部分別にみれば、7月中旬までは下部>中部>上部の順であったが7月下旬以降は逆に上部>中部>下部の順となった。

以上に対してS S区における生息数は、終始少なく、7月中旬に下部葉で2頭以上に達したもののこれも一時的であって、実用上ほとんど問題なく経過した。6月上旬の第1回目の殺ダニ剤散布によって、S S区の生息数は明らかに減少したのに対して、S P区では依然として増加し続けたことに注目すべきであろう。

リンゴハダニはナミハダニに比べ、生息数が極めて少なかったため、詳細な調査結果は省略したが、これについてもS P区がS S区より多く、S S区では全期間中ほとんど発生しなかったのに対し、S P区では7月中旬ころ一時的に1葉あたり0.2頭を記録した。

## (2) 殺ダニ剤の処理方法と殺ダニ効果（室内実験）

殺ダニ剤の処理方法と殺ダニ効果についての実験結果を、表—12に示した。

表—12 殺ダニ剤の処理方法と殺ダニ効果（室内実験）

種	類	処 理 法	処理前頭数	処理後頭数	増 減 数	同 左 率(%)
リ ン ゴ ハ ダ ニ		両 面 散 布	21	8	-13	-61
		葉 表 散 布	21	16	-5	-23
		対 照	19	25	+6	+31
ナ ミ ハ ダ ニ		両 面 散 布	760	68	-692	-91.1
		葉 表 散 布	967	1182	+215	+22.2
		対 照	467	1066	+599	+128.3

注 供試液剤はプリクトラン水和剤1500倍液。対照には水道水を両面へ散布した。

殺ダニ剤を両面に散布した葉では、リンゴハダニ、ナミハダニのいずれも高い殺虫効果を示した。これに対して葉表だけに散布した葉では、リンゴハダニには殺虫効果を示したがナミハダニには効果が少なく、散布後にも生息数が若干増加した。このことは葉裏への付着が極めて不良なS P区においてナミハダニが異常に発生したことと関係があるろう。

以上の調査と実験について要約し、考察すれば次のとおりである。

現在のように害虫相が単純化したリンゴ園では、ハダニ類は加害が最も大きく、また、最も防除しにくい害虫である。ことに、従来の散布方法に比べて著しく大きな付着むらを生じるスプリンクラ散布において、ハダニ類を十分に防除することは極めて困難であろうと推察される。本実験では、ハダニ類のうちリンゴハダニについてはS P区でも効果があったものと思われる。しかしナミハダニに対しては実用的な防除効果が得られなかった。このハダニの防除には、年間1～2回の手散布あるいはスピードスプレヤ散布が必要であり、そのさいには斑点落葉病防除薬剤を併用して充分な薬液量を散布すべきであろうと考えられた。

## 3) キンモンホソガの被害調査

表—13は、キンモンホソガの被害調査結果である。

実験は場におけるキンモンホソガの発生は前半期には少なかったがその後S P区でしい

表—13 キンモンホソガの被害の相違

(8月5日調査, 100葉あたり被害数)

区 名	つ が る		スターキング		ふ じ		合 計	
	被害葉数	被害こん数	被害葉数	被害こん数	被害葉数	被害こん数	被害葉数	被害こん数
S P 区	6.2	6.6	5.5	5.8	8.9	9.4	6.87	7.27
S S 区	0.7	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	0.83	0.87
	**	**	**	**	**	**	**	**

に増加し、8月5日の調査時にはS S区の約8倍の被害こん数に達した。

キンモンホソガは、加害期間が長期にわたり、ふ化や羽化の時期が乱れやすいため防除しにくい、発育ステージが比較的そろっている2化期以前に適確な散布を行えば、S P区においても実用的な防除効果が期待できよう。

#### 4) 葉色測定

8月6日の葉色測定結果を、表—14(1)に示した。

L値については、スターキングの葉裏及びふじの両面に有意差が認められ、いずれもS S区よりS P区の明度が高かった。a値とb値はすべてが直角座標の同一象限内にプロットされた。これらをb/a値で比較すれば、葉表については差が認められなかったが、葉裏についてはスターキング、ふじともS P区の値が有意に大きく、S S区より黄色の度合いが強いことを示していた。

表—14(2)は、10月29日の葉色測定結果である。

L値とb値には区間差がなかったが、a値にはつがるの中部とスターキング及びふじの全部分に区間差が認められた。すなわち、これらのS P区のa値はいずれもS S区より大きく、黄色ないしかつ色の度合いが大きいことを示していた。

#### 5) 落葉率調査

表—15は、落葉率の調査結果である。

表—14 葉 色 の 相 違

(1) 8月6日調査

(8月6日調査)

品 種	区 名	L 値		a 値		b 値		b/a 値	
		葉表	葉裏	葉表	葉裏	葉表	葉裏	葉表	葉裏
つ が る	S P 区	28.8	47.9	-3.4	-6.8	4.0	13.9	1.18	2.17
	S S 区	28.7	48.2	-2.0	-4.0	2.2	7.9	1.13	1.99
		n.s	n.s	**	**	**	**	n.s	n.s
スターキング	S P 区	30.7	49.4	-4.1	-5.7	5.2	15.8	1.27	2.80
	S S 区	28.6	45.4	-3.3	-7.6	3.9	14.4	1.23	1.91
		n.s	*	n.s	**	n.s	n.s	n.s	*
ふ じ	S P 区	32.9	50.5	-2.8	-2.8	3.8	9.5	1.34	3.68
	S S 区	29.7	47.7	-3.6	-7.7	4.1	14.3	1.21	1.87
		*	*	*	**	n.s	**	n.s	*



## (2) 10月29日調査 (葉 表)

品 種	区 名	L 値			a 値			b 値		
		上部	中部	下部	上部	中部	下部	上部	中部	下部
つ が る	S P 区	25.5	26.0	25.6	-3.6	-3.1	-3.2	7.7	7.2	7.4
	S S 区	26.9	27.7	27.2	-6.3	-7.4	-6.6	9.3	10.0	9.3
		n.s	n.s	n.s	n.s	*	n.s	n.s	n.s	n.s
ス タ ー キ ン グ	S P 区	26.2	28.1	29.8	0.9	1.1	4.7	7.6	9.5	10.6
	S S 区	26.7	26.9	26.5	-6.2	-5.9	-6.5	8.0	7.5	8.2
		n.s	n.s	n.s	*	**	**	n.s	n.s	n.s
ふ じ	S P 区	26.3	27.0	28.0	-0.8	1.2	1.2	8.1	7.6	8.7
	S S 区	29.3	28.7	29.6	-6.0	-6.2	-6.6	9.5	8.6	9.0
		n.s	n.s	n.s	*	**	**	n.s	n.s	n.s

S P区の落葉はS S区より明らかに早く、10月22日の調査時にはすでにS P区がS S区の2～20倍の落葉率を示した。11月13日の調査では、S S区の落葉率が16～49%であったのに対し、S P区は55～90%に達した。

樹冠内の各部について比較すれば、S P区では下部の落葉率が最も高く、次いで中部、上部の順であった。これに対してS S区では部分による差が小さかった。

S P区の落葉が早かったのは病害虫被害の累積によるものであろう。

表-15 落 葉 率 の 相 違

品 種	調査部位	区 名	第1回調査 (10月22日)			第2回調査 (11月13日)		
			総葉数	内落葉数	落 葉 率 (%)	総葉数	内落葉数	落 葉 率 (%)
つ が る	上 部	S P区	985	183	18.6	949	598	63.0
		S S区	963	75	7.8	923	306	33.2
	中 部	S P区	933	126	13.5	854	621	72.7
		S S区	957	59	6.2	861	284	33.0
	下 部	S P区	863	261	30.2	806	609	75.6
		S S区	908	83	9.1	816	322	39.6
ス タ ー キ ン グ	上 部	S P区	1,268	342	27.0	1,228	1,041	84.8
		S S区	1,421	137	9.6	1,339	550	41.1
	中 部	S P区	1,184	378	31.9	1,138	977	85.9
		S S区	1,408	51	3.6	1,101	537	48.8
	下 部	S P区	951	565	59.4	1,125	1,017	90.4
		S S区	1,233	117	9.5	1,164	522	44.8
ふ じ	上 部	S P区	1,174	232	19.8	987	543	55.0
		S S区	1,326	89	6.7	1,064	168	15.8
	中 部	S P区	1,023	202	19.7	961	706	73.5
		S S区	1,189	9	0.8	1,001	133	13.3
	下 部	S P区	838	230	27.4	840	645	76.8
		S S区	1,059	48	4.5	863	138	16.0

## V 収穫果の品質調査

### 1 材料及び方法

#### 2) 果重, 果色及び屈折糖度

果重及び果色の調査は, つがる, スターキング, ゴールデン及びふじの4品種について行った。調査に先だってSP区とSS区から着果数がほぼ等しい木を1品種につき2~5樹選り, つがるは9月5日, スターキングは10月5日, ゴールデンは10月12日, そしてふじは11月9日に, 一挙に収穫した。全収穫果を結果部位によって上, 中及び下部果に分け, 果重測定と着色指数判定を行った。着色指数は, 果色が最も良好な果実を5, 最も不良なものを1として5~1までの5段階で表示した。

また, 両区からスターキングは1区15果ずつ, ふじは上, 中及び下部別に15果ずつ任意に採取し, 測色計で最も着色の良好な部分の果色を測定した。さらに可食部全体をジュースで破碎して屈折糖度計により糖度を測定した。

#### 2) 収穫果の各種障害及び病虫害

4品種の全収穫果について, 日焼け, サビ, 斑点落葉病病斑, 黒点病病斑, スス病斑点, シンクイムシ食害こん, 及びハマキムシ食害こんを調査した。

### 2 結果及び考察

#### 1) 果重, 果色及び屈折糖度

収穫果の果重を, 表-16に示した。

表-16 収穫果の果重の相違

品 種	区 名	調査果数	上部(g)	中部(g)	下部(g)	落果(g)	平均(g)
つ が る	S P 区	164	297	289	279	—	287
	S S 区	144	276	285	276	—	279
			n. s	n. s	n. s		n. s
スターキング	S P 区	190	262	251	228	257	249
	S S 区	101	284	279	243	269	269
			*	**	n. s	n. s	*
ゴ ー ル デ ン	S P 区	620	269	258	226	270	246
	S S 区	395	265	263	239	280	255
			n. s	n. s	n. s	n. s	n. s
ふ じ	S P 区	335	273	266	239	—	259
	S S 区	379	296	287	273	—	286
			**	**	**		**

果重の区間差は, つがるとゴールデンには認められなかったが, スターキングとふじには認められ, SS区よりSP区が小さかった。

一般に, デリシヤス系品種はハダニ類の寄生を受けやすいといわれる<sup>3)</sup>。本実験においてもつがるとゴールデンにはナミハダニの寄生が比較的少なかったのに対して, スターキング

とふじには多かった。品種によって果重に区間差を生じたのはこのようなハダニの寄生の多少によるところが大きかったと推察される。

表一17は、つがるとふじの収穫果の着色指数である。

表一17 収穫果の着色指数<sup>1)</sup>の相違

品 種	区 名	着 色 指 数		
		上 部	中 部	下 部
つ が る	S P 区	4.8	4.3	4.0
	S S 区	4.1	3.5	3.4
		**	**	**
ふ じ	S P 区	4.1	3.5	2.9
	S S 区	4.7	4.4	3.9
		**	**	**

1) 果色が最も良好なものを5, 最も不良なものを1とし5～1までの5段階で示した。

ふじの着色指数はS P区よりS S区が明らかに高かった。しかし、つがるではS P区のほうが高かった。つがるはハダニなどによる葉色の変化が比較的少なかったことと、供試品種のなかでは収穫期が最も早かったことからスプリンクラによる防除不良の悪影響を強く受けなかったためであろう。

表一18は、ふじの収穫果の測色結果である。

表一18 ふじの収穫果の果色の相違

区 名	L 値			a 値			b 値			b/a 値		
	上部	中部	下部	上部	中部	下部	上部	中部	下部	上部	中部	下部
S P 区	36.9	38.3	41.7	22.0	20.4	19.1	10.8	11.2	13.2	0.50	0.56	0.72
S S 区	36.2	35.8	38.4	23.8	21.8	21.0	10.8	11.0	11.7	0.46	0.51	0.58
	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

注 果色が最も良好な部分について測定した。

ふじの測色結果には有意差を認めなかった。このほか、スターキングについても測色したが、ふじと同様に有意差がなかった。ただし、これらはいずれも果面のうち最も果色が良好な部分について測色した結果である。果面全体について測色すれば差を生じたかもしれない。

表一19は、スターキングとふじの収穫果の果汁の屈折糖度である。

スターキング及びふじともに屈折糖度はS P区がS S区より低かった。これを結果部位間で比較すると、S P区では上部が中部及び下部より高かったが、S S区では部位間に差がみられなかった。S P区ではハダニ類や斑点落葉病の防除効果に部位間の差が大きかったのに対し、S S区では差が少なかったためであろう。

表-19 収穫果の果汁の屈折糖度の相違

(単位: %)

区 名	スターキング	ふ じ			L S D	
		上 部	中 部	下 部	0.05	0.01
S P 区	11.3	13.3	12.7	12.7	0.19	0.25
S S 区	12.4	14.1	14.0	13.6	n.s	
L S D	0.05	0.32	0.40	0.47	—	
	0.01	0.43	0.54	0.63		

## 2) 収穫果の各種障害及び病虫害

表-20は、収穫果の各種障害及び病虫害の調査結果である。

表-20 収穫果の各種障害及び病虫害の相違

(単位: 発生果数率 %)

品 種	区 名	調査果数	日焼け果	ツルサ ビ果	ドウサ ビ果	斑点落葉 病被害果	黒点病 被害果	スス病 被害果
つ が る	S P 区	160	3.8	53.8	15.6	0	8.7	0
	S S 区	144	0	59.7	27.7	0	17.4	0
ス タ ー キ ン グ	S P 区	190	0	0	0	12.1	0	1.6
	S S 区	101	0	0	0	7.9	3.0	0
ゴ ー ル デ ン	S P 区	620	0	83.9	0	3.5	0	0.3
	S S 区	395	0	91.8	0	3.0	0	0
ふ じ	S P 区	335	0	3.6	2.1	0	0.6	4.8
	S S 区	379	0.3	2.9	1.6	0	0.8	1.3

S P区は早期に落葉したが、日焼け果は少なく、つがるに少数みられただけであった。

サビ果は、つがるとゴールデンに多かったが顕著な区間差は認められなかった。

斑点落葉病病斑とスス病斑点は、S P区がわずかにS S区より多かった。

黒点病病斑は、S P区よりS S区に多かった。黒点病感染時期の効果はがくあ部を上向きにして着生しているため、スプリンクラの散液が良好に付着したためであろう。

以上のように、両区とも果実の病虫害が少なかったのは、S P区においても果実へ薬液が良く付着したことによるものであろう。果実では上側に落下した液滴が果皮を伝わって下側にも達することが多い。

## VI 総 合 考 察

一般に液剤散布においては、被覆能を高めるため、微細な液滴を用い、これをさまざまな角度から近距離の対象物へ付着させ、散布むらを少なくする方法がとられている。しかし、スプリンクラ散布では、特定の場所に配置された複数のヘッドから運動エネルギーに富む大型の液滴を遠距離まで飛散させて重複散布を行う。この方法は、いわゆる樹上散布(overhead application)であって、付着の死角を生じやすいが、この部分については液滴の2次付着で

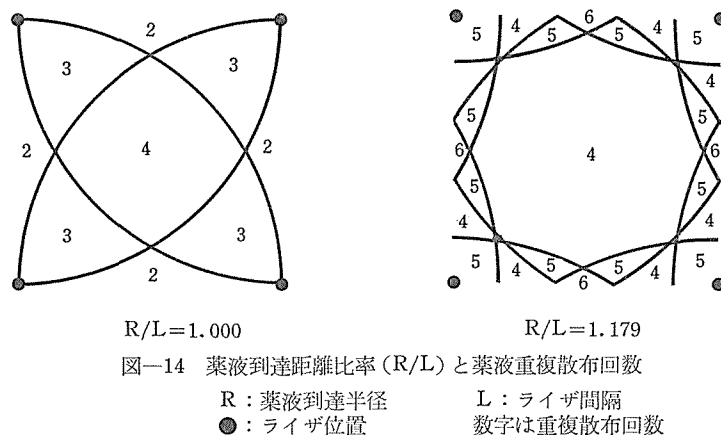
補完しようとするものであり、従来の散布方法とは著しい違いがある。

わい性リンゴにおけるスプリンクラ防除の得失及び通年防除の可否については後述するが、いずれにせよ病害虫の発生が多いリンゴ園においては、スピードスプレヤ散布あるいは手散布に著しく劣らない付着量を得ることと、散布むらの発生防止をはかることが不可欠であろう。

そこでまず、SP区における薬液付着について考察する。付着状況は、ヘッドの密度、枝葉の繁茂度及び樹冠内の部位により著しく異なった。殊に葉裏への薬液付着は、繁茂度と樹冠内の部位によって大きく変動した。すなわち、SP区においても、木の上部は、全期間を通じて繁茂度が小さく、大型の液滴が側方から到達するため、葉裏へも比較的良好に薬液が付着したが、中部や下部では、繁茂度が高まるにつれ葉裏への付着が不良となり病害虫が多発した。これら、中部や下部では、散液量を増しても葉裏の付着度指数はわずかに増加しなかった。したがって、これらの部位の葉裏の薬液付着を良好にするためには散布の重複回数を増すとともに、運動量のある液滴をいかにして下方ないし側方から樹冠内部へ到達させるかが重要だと考えられる。

重複散布回数は、ライザ間隔を含むライザ相互の位置関係、薬液到達距離及びヘッドの回転数によって散布域内で差を生じる。そこで、ライザを正方形の各頂点に配置し、計4個以上のヘッドから、各ヘッドとも1回転だけ薬液を散布した場合を想定して、薬液到達距離と重複散布回数別の面積比率の関係を求めれば以下のとおりである。なお、園地では木とライザの位置関係が複雑であり、また樹体が薬液の飛散を阻止するが、ここでは単純化して平面における状況を扱う。

ライザ（ヘッド）間隔をL、薬液の到達半径をRとすると、重複散布回数 $D_f$  ( $f = 0, 1, 2, \dots$ ) 及び重複散布回数別の面積比率はLとRの関係によって変化する。すなわち、 $R \leq \frac{L}{2}$  の領域において $D_f$  は0～1であり、 $\frac{L}{2} < R \leq \frac{L}{\sqrt{2}}$  では $D_f$  は0、1及び2である。図一14は、 $R/L=1.000$  と  $R/L=1.179$  の場合である。



図一15は、薬液到達距離比率 $R/L$ と重複散布回数別の面積比率の計算結果である。

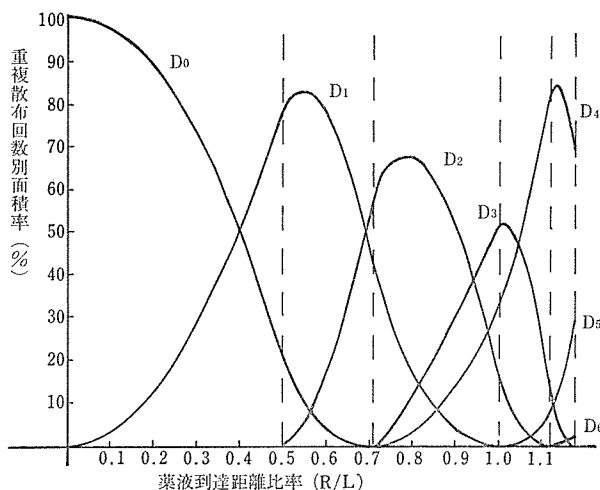


図-15 スプリンクラによる薬液到達距離比率と重複散布回数別面積率

薬液がまったく到達しない部分すなわち  $D_0$  は、 $R/L=0.707$  において消滅する。さらに  $R/L$  を増大させて 1.118 以上にすれば、 $D_1$ 、 $D_2$  も消え、全散布域が  $D_4$  以上に移行する。

したがって、ライザ間隔  $12\text{m} \times 12\text{m}$  のわい性リンゴ園では、高さ  $3\text{m}$  の水平面における  $R$  が最低でも  $8.5\text{m}$  程度必要で、理想的には  $13\text{m}$  以上が望ましいと考えられる。

Ⅱ. 3) の実験に供試した 25PW4, 30L6C—A 及び 30FW2C ヘッドの、高さ  $3\text{m}$  の水平面における到達距離は、ヘッドの高さ  $2\text{m}$  で約  $10\text{m}$  であった。したがって、ライザ間隔は  $12\text{m} \times 12\text{m}$  における最低到達距離、すなわち、 $R/L=0.707$  は満たしていたものの、十分とはいえず、理想的にはこの到達距離において  $R/L=1.118$  が得られるよう、ライザピッチを  $9\text{m}$  ないしそれ以下に縮小するべきであろうと考えられる。同様に計算すれば、20L2C ヘッドのライザピッチは  $5.5\text{m}$  となる。

以上の重複散布回数に関連して考慮すべき重要な事項は、葉への液滴の到達角度であろう。Ⅲ. (4) に述べたとおり、リンゴの葉は水平ないし、やや上向きのものが多く、下垂しているモモの葉とはかなりの違いを示している。観察によると、液滴の衝突による姿勢変化、すなわち“葉ゆれ”や“枝ゆれ”も少なく、これによる葉裏への付着増加はごく一部に限られる。なお、リンゴの葉は、ミカンの葉より曲げこわさが小さいと思われ、液滴の衝突エネルギーを葉全体または衝突箇所の振動で吸収するため、ミカンより 2 次付着が少ないと考えられる。したがって、リンゴでは、ヘッドの高さとノズル仰角について再検討し、葉の裏面に直接液滴が到達するよう留意する必要がある。前述のライザ間隔の縮小に加えて、ヘッドの高さを小さくすれば、多数の方向から液滴を到達させて付着むらを少なくすると同時に、下方ないし側方からの“吹き上げ”式散布域を増大させる効果が期待できよう。

次にヘッドの回転数と薬液被覆面積率の関係について次式により模式的に概算する。ただし、付着した液滴の接合あるいは流下による被覆面積の増大はないものとし、各ヘッドからは同一の薬液被覆面積率をもった液滴が到達するものとする。

$$Td = \alpha + (1-\alpha)\alpha + (1-\alpha)^2\alpha + \cdots + (1-\alpha)^{n-1}\alpha = 1 - (1-\alpha)^n$$

$$Td + Nd = 1$$

$n$  : ヘッドの回転回数

$\alpha$  : ヘッド1回転で得られる薬液被覆面積率

$Td$  : ヘッド  $n$  回転後の薬液被覆面積率

$Nd$  : ヘッド  $n$  回転後の薬液未被覆面積率

ここで  $R/L = 1.000$  とし、1回の散布を終了するまでにヘッドが5回転するものとすれば、 $D_f = 3$ の部分における総重複散布回数は15回である。そこで、この重複散布回数において付着度指数4（有効付着の下限、薬液被覆面積率代表値30%）、6（同65%）、8（流亡はじめ、同85%）及び10（同約100%）に達するに要する  $\alpha$  を求めれば図-16のとおりである。

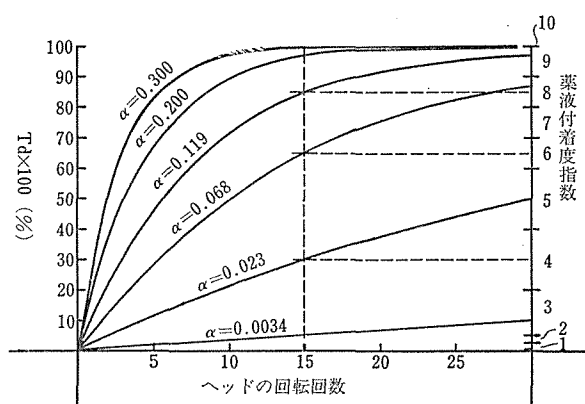


図-16 ヘッド1回転で得られる薬液被覆面積率( $\alpha$ )、ヘッド回転回数( $n$ )、ヘッド  $n$  回転後の薬液被覆面積率( $Td$ )及び薬液付着度指数の関係

8月6日に行った印画紙による付着実験では、15回の重複散布を行った後でも、下部の葉の裏面では平均付着度指数1.3（薬液被覆面積率2.5～5%）にとどまった。この付着度指数における薬液被覆面積率を5%に見込んだとしても  $\alpha$  はわずかに0.0034である。一方15回の重複散布を経て、付着度指数が8.5に達する場合の  $\alpha$  は0.119である。すなわち、 $\alpha > 0.119$  では、散布終了前にその部分から薬液が流亡し始める。

しかし、実際には、初回の散布ですでに付着度指数10（ $\alpha = 1.0$ ）に達する部分があり、そこからは重複散布を行うたびに薬液を多量に流亡させている。このように、スプリンクラ散布における付着むらは著しく大きく、樹冠下部の葉裏の平均付着度指数が有効付着に達するまで重複散布回数を増加させるとすれば、極めて多くの散布液量を要する。その液量を上記の  $\alpha = 0.0034$  の場合について試算すれば、平均付着指数4.0（薬液被覆面積率20%）を得るのに3080ℓ/10a（重複散布回数66回）、同じく4.5（同30%）を得るには4900ℓ/10a（同105回）を必要とする。

本研究では、スプリンクラ防除に関する多くの報告<sup>6), 17), 25)</sup>や長野県農作物病害虫防除基

準<sup>18)</sup>を参考にして、最大散布量を 700L/10a として実験を行った。山本<sup>36)</sup>は、ミカン園の散布液量と付着液量について実験し、表面張力 36.8 dyne/cm<sup>2</sup> の薬液では 400L/10a, 48.7~54.1 dyne/cm<sup>2</sup> の薬液では 800L/10a までは付着量を増加させるが、それ以上の散布では付着量が増加しなくなるかまたは逆に減少させると述べている。リンゴの葉には毛じ(茸)が密生しているため、ミカンよりも葉の単位あたり付着量は多いと思われるが、700L/10a 以上に液量を増加させても付着量の増大及び付着むらの減少には大きな期待はできないであろうと思われる。殊に休眠期から発芽直後期ころまでは、Ⅲ、(1)の枝幹への薬液付着量の実験及び、Ⅲ、(3)の樹冠遮光率の結果から推察して、スプリングラでは薬液付着効率が極めて悪いことに注意する必要がある。

S P区では、主にハダニ(とくにナミハダニ)による被害が多かった。リンゴは、ミカンと異なって、葉が薄くて軟らかいため、ダニの被害を極めて受けやすい。また、山本<sup>36)</sup>は、ハダニ類に食害された葉は薬液付着が悪くなり防除上の悪循環を生ずると報告している。害虫相が単純化されている現在のリンゴ園におけるスプリングラ防除ではハダニ類が最も防除しにくい害虫であろう。

八田ら<sup>7)</sup>は、殺ダニ剤の種類によっては葉表からの散布でも高い効果を示すことがあると報告している。また、夏見ら<sup>24)</sup>は、ウメにおいてスプリングラ散布を行い、顕著ではないものの、4月下旬の早期散布がハダニ類の生息密度低下に有効であったと報告している。リンゴにおいても、殺ダニ剤の種類、散布時期及び葉裏への付着向上について検討すれば、ハダニ類の防除効果を増大させる可能性があると思われる。なお本実験では、スターキングとふじは著しくハダニ類の被害を受けたが、つがるとゴールデンのハダニの被害は極めて少なかった。このような品種の被害差についてもさらに検討すべきであろう。

S P区においては斑点落葉病の被害も顕著であった。しかし、本研究の実験区には印度のように特に病しやすい品種が含まれていなかったためか、被害は葉だけにとどまり、果実には及ばなかった。この病害は、ハダニ類と同様に長期間にわたって被害を増大させ、しかも葉裏への薬液付着いかんによって防除効果が左右されることから、スプリングラでは最も防除しにくい病害の一つであろう。

以上のほか、S P区ではキンモンホソガによる被害も多かったが、その他の病害虫、すなわち、うどんこ病、黒点病、黒星病、炭そ病、シンクイムシ類、ハマキムシ類、アブラムシ類及び枝幹病害などの防除効果については、発生密度が少ないかまたは発生しなかったこと、及び実験期間が1生育期間であったことなどにより、効果を判定することはできなかった。これらについても今後、長期にわたる検討が必要であろう。

スプリングラ防除の利点は、多くの報文によって列挙されているが、これらを総括すれば、

(A) 少ない労力で短時間に散布しうること

(B) 農薬による危被害及び散布機械による事故を防止できること

の2点に要約されよう。その他、散布装置の特性から派生する利点として、園地を踏圧しない、騒音を発しない、液滴の漂流飛散が少ない、傾斜地など散布機械が走行できない場所や散布機械の運行が困難な時期の散布が容易である、農道を要しない、かん水や防鳥にも用いうる、などの諸点があげられるが、これらは必ずしも普遍的な利点ではない。

これに対して欠点の大部分は、



(a) 葉裏への薬液付着がきわめて悪く付着むらが大きいこと

(b) 薬液を多く要すること

の2点に総括されよう。その他、施設設備費を多く要することも事実であろうが、これについては上記の利点ともあわせて経済的な立場から論ずべきものであろう。

そこで、これら(a)及び(b)に関連する問題点について以下に要約する。

その1は、防除不完全に原因する影響の累積である。本報では1生育期間だけの防除結果について検討した。その結果、SP区では防除効果は低かったものの、果実には顕著な障害はみられなかった。しかし、SP区では、病虫害の越冬密度が多くなると思われ、数年間スプリンクラ防除を続けた場合にこれがどのような結果をもたらすか注目する必要がある。

その2は、防除不完全による病原菌及び害虫の薬剤抵抗性獲得についての懸念である。

その3は、農薬の多用である。散布作業そのものについては従来の散布方法より、農薬に対して安全度が高いと考えられる。しかし、園内に多量の農薬が投入される結果、管理作業中に農薬の影響を受ける機会が多くなることが予想される。また、土中への農薬蓄積による土壤微生物相の攪乱などが、将来どのような結果をもたらすかについても考慮しておく必要があろう。

北島<sup>13)</sup>は、すでに1973年にこのような問題点を概括している。ミカンではそれ以前からスプリンクラ散布の実績をもち、この散布法が定着している地域もあるが、リンゴでは実験、研究を含めても散布事例が少なく、上記のような問題点のほか、散布機材や散布方法についても今後検討すべき課題が多い。

過去において、リンゴの薬剤散布法には、いくつかの技術改革があった。すなわち動力噴霧機の普及、そしてこれを大型化するとともに共同化した定置配管式防除及びスピードスプレヤの普及である。これらのいずれも基本的にはウズマキノズルを応用した吹きあげ型の散布であって、実験段階で大部分の事例が良好な結果を示し、順調に実用化へ移行した。これに対してスプリンクラ散布は、これまでの散布方法と大きな相違をもっている。そして、リンゴにおける実験例のほとんどが効果不足を報告している。

このような経過及び本研究の結果を総括すれば、スプリンクラによるわい性リンゴの病虫害防除法は未完成技術であって、現段階ではこれによる通年防除には難点が多いと思われる。

ただし、先に述べたとおり、この散布方法は従来の散布方法にはみられない利点を有することから、なお今後も散布機材の改造、散布諸元の検討、従来の散布方法との併用及び農薬の種類と量などについて長期的に試行を重ね、実用化の可能性を究明すべきであろうと考えられる。

## VII 摘 要

1. スプリンクラによるわい性リンゴの病虫害防除効果を判定するため、1981年に信州大学農学部附属農場において通年防除実験を行い、スピードスプレヤと比較した。供試樹はつがる、紅王、スターキング・デリシヤス、ゴールデン・デリシヤス、及びふじの5品種で、いずれもM26台の6年生であった。
2. スプリンクラはライザ間隔12×12m、ヘッドの高さ2.2～2.5mに配置した。ヘッドは、

- ノズル仰角15度、双口(3.2+2.4mm $\phi$ )の中圧用を使用した。最大散布液量はスプリンクラ区700L/10a、スピードスプレーヤ300L/10a区とした。
3. 供試樹の形状を数値化するため、木の表面積、葉面積及び樹冠の遮光率を調査した。ふじの発芽前の表面積は1.36m<sup>2</sup>/樹(119m<sup>2</sup>/10a)、新梢伸長停止期の葉面積は13.8m<sup>2</sup>/樹(1210m<sup>2</sup>/10a)でこの時期の遮光率は85%であった。時期別の葉面積と遮光率には2次相関がみられた。
  4. スプリンクラの散布液は葉表へは良好に付着したが葉裏への付着は著しく不良であった。特に葉面積が増大してからの樹冠下部は付着が不良で、その平均付着度指数は1.3であった。この指数を4.0に引き上げるためには3000L/10a以上の散布が必要であろうと計算された。
  5. スプリンクラ区における斑点落葉病の発病葉率及びハダニ類の生息数は7月上旬から急増し、以後常にスピードスプレーヤ区より著しく多かった。また、スプリンクラ区ではキンモンホソガの被害も多かった。これらの結果、スプリンクラ区では葉色が不良で、早期に落葉した。
  6. 果実の病害虫及び各種障害は両区とも少なく、発生差が認められなかった。しかし、概してスプリンクラ区の果実は果重及び糖度がやや劣った。
  7. スプリンクラ区はスピードスプレーヤ区の約2.3倍の薬液を散布したにもかかわらず病害虫防除効果は著しく不良で、この散布法による通年防除は困難であろうと推察された。そのほかにもスプリンクラによるわい性リンゴの病害虫防除には多くの問題点が推察された。しかし、この防除法には顕著な省力効果と農薬や機械による作業中の事故防止効果があることを考慮して、さらに研究をすすめるべきであろうと考えられた。

## 参 考 文 献

- 1) 青森りんご試：業務報告、(1972~1975)
- 2) 有馬 博・広瀬健吉：スピードスプレーヤーの噴霧に関する研究、長野園試報告3号、(1961)
- 3) 江原昭三・真幌徳純：農業ダニ学、農村普及協会、(1975)
- 4) 郷 隆雄：スプリンクラーの導入と問題点(カキ)、果実日本、29巻、5号、(1974)
- 5) 原田 昭：ブドウとモモのスプリンクラー防除の効果、果実日本、28巻、10号、(1973)
- 6) 八田茂嘉：スプリンクラーによる病害虫防除とその実例、農業及び園芸、49巻、1号、(1974)
- 7) 八田茂嘉・山本省二・松浦 誠・夏見兼生：スプリンクラーによるカンキツ病害虫防除に関する研究、和歌山果樹試臨時報告1号、(1970)
- 8) 広瀬健吉・伊藤喜隆：りんご無人散布に関する調査、長野園試、昭和38年度病害虫試験成績、(1963)
- 9) 井上一男・八田茂嘉：スプリンクラーによるカンキツの病害虫防除、植物防疫、27巻、8号、(1973)
- 10) 岩手園試：昭和48年業務年報、(1973)
- 11) 加藤昭三：スプリンクラーによる温州ミカンの病害虫防除の実際、農業及び園芸、50巻、11号、(1975)
- 12) 木原武志・広瀬和榮・西浦昌男・七条寅之助：カンキツ園での多目的スプリンクラ利用に関する試験、農林省果樹試報告B、6号、(1979)



## Effect of Sprinkler Spraying on the Pest Control in a Dwarf Apple Orchard

By Hiroshi ARIMA<sup>1)</sup>, Katsumi KUMASHIRO<sup>2)</sup>  
and Masaaki HAGIWARA<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Institute for Highland and Cool Zone Agriculture, and

<sup>2)</sup> Laboratory of Pomology, Fac. Agric., Shinshu Univ.

### Summary

1. The efficiency of the insects and diseases control by sprinkler spraying was compared with that obtained by an air blast sprayer in the dwarf apple orchard in Experimental Farm of Faculty of Agriculture, Shinshu University in 1981. Five cultivars grafted on M 26 were used for the experiment, i. e. Tsugaru, Jonathan, Starking Delicious, Golden Delicious and Fuji. All trees were 6-year-old.

2. Sprinkler heads were arranged at 12 m intervals in a mesh pattern, and height of the head was set at 2.2-2.5m. Each head had two nozzles of bore diameter of 2.4mm and 3.2mm, the nozzle angle being 15° in both cases.

3. In order to evaluate the tree characteristics numerically, total surface area of branches, total leaf area and shading index of the canopy were measured. For Fuji tree, the total surface area of branches in dormant season was 1.36 m<sup>2</sup>/tree (119m<sup>2</sup>/10a), total leaf area when new shoots had ceased to grow was 13.8m<sup>2</sup>/tree (1210m<sup>2</sup>/10a), and the shading index in summer was 85.5%. A second order relation existed between total leaf area and the shading index at different times.

4. The sprinkler sprayed liquid efficiently on the upper surface of leaves, but little liquid was deposited on the lower surface. In particular, it was found that with the leaf area increases the deposit in the lower part of canopy was very little, the mean deposit coefficient being 1.3. It was estimated that, in order to increase to 4.0 which is the minimum effective deposit coefficient, spraying quantities of over 3,000 l/10a would be required.

5. In the orchard sprayed by sprinkler, the ratio of leaves infected with Alternaria blotch and the density of mites increased prominently from the beginning of July onward, and these injuries were far greater than in the orchard sprayed by air blast sprayer. The affected leaves became a pale color and defoliated earlier.

6. In both orchard, there was little fruit damage caused by insects and diseases. However, in the orchard sprayed by sprinkler, fruit weight and content of soluble solids in fruit juice were slightly inferior.

7. In spite of the sprinkler delivered about 2.3 times more chemical solution than the air blast sprayer, the sprinkler was very poor to control insects and diseases. Consequently, all year round control of insects and diseases by sprinkler was considered to be difficult. However, the method is advantageous from the point of labour-saving, and accidents with chemical solutions or farm machinery may be few. Therefore, it seems that further research on sprinkler spraying should be developed.