

極小型スプリンクラーによるカンキツ病虫害防除

松本 要

キーワード：スプリンクラー，カンキツ，病虫害防除

傾斜地の多い広島県カンキツ園の病虫害防除では、スピードスプレーヤーなど大型防除機の導入は一部を除いて困難であり、多くは動力噴霧機による手散布を強いられている。手散布は作業者に薬剤が直接かかるだけでなく、作業もきつく、カンキツ栽培で最も過酷な作業となっている。この解決策として、過去に灌水用スプリンクラーの多目的利用の中で、病虫害防除への適応試験が行われ、一応実用化された^{1,2,3,4,5,6,7)}。

しかし、当時用いられたスプリンクラーは散水半径が20~40m前後で、吐出量が30~70L/minと大型であったため少量散布では散布ムラも多くなり、また、園地面積の小さい本県のカンキツ園では園外への飛散などによる無駄が多かった。一方、ハダニやカイガラムシなど樹冠内部や葉裏に寄生が多い害虫の防除や^{3,4)}、ネーブル、ハッサクなど多品種混在地域では、品種に適応したキメ細かい防除ができないなどの問題が明らかになり、その後、多くの産地でスプリンクラーによる防除は中止された。

最近、カンキツ地帯では労働力の脆弱化が深刻になっており、高齢者にとっては病虫害防除作業の困難さが、栽培を断念する最も大きな原因となっている。この解決策として作業が容易で省力となるスプリンクラー防除が再びクローズアップされた。そこで、上記欠陥を補完した極小型スプリンクラーによる新たな病虫害防除法の開発に着手した。

材料及び方法

1. 散布液の付着調査

極小型スプリンクラーの病虫害防除への適応性を知るため、散布液のワセウシユウ葉への付着状況を機種、設置法、散布量、散布時期別に調査した。散布液の付着状況については、調査を容易にするため次に述べる擬似的条件下で実施した。すなわち、各処理区とも1区3樹を選定し、1樹あたり200枚の葉に、散布液の付着状態がカンキツ葉と類似するブドウ果実袋紙（小林製袋製：

9×12cm）を二つ折（葉表、葉裏を区別）して、ステーパーで止め、赤い着色水（プリリアントスカーレット3HRで着色）を吐出圧1.5kg/cm²で散布した。散布液の乾燥後調査紙を回収して、農林水産省果樹試験場興津支場編カンキツの調査方法（1987）の薬剤付着度標準表（11段階）を参考に、付着なし『0』から全面付着『5』までの、6段階に設定して調査し、付着度『3』以上を有効付着量とした。なお、散布液の付着については、葉の表裏を合わせて集計した。

1) スプリンクラーヘッドの設置方法と葉への付着量

1993年3月にスプリンクラーヘッドを従来の散水用と同様、樹上（樹高位置）に配置する区と、樹上および樹高中間よりやや下位置（中間）の上下2段に配置する区を設けて、散布液の付着量を調査した。試験は豊田郡安芸津町三津、果樹研究所内の傾斜角度12度のテラス圃場に栽植された開心自然形、ワセウシユウ26年生樹（樹冠径250cm×高さ220cm、樹容積約9m³、栽植距離4m）を用いて実施した。試験区は600L/10aを、対照の手散布区は動力噴霧機を使用して400L/10aを散布した。

使用スプリンクラーヘッドと設置条件は樹上ヘッドがES600（平板型、吐出圧1.5kg/cm²で吐出量3.4L/分、散水半径7.5m）を7.5m間隔に設置し、中間ヘッドはBS500(2)（ボール型、吐出圧1.5kg/cm²で吐出量3.2L/分、散水半径6.5m）を樹間毎に設置して実施した。

2) 散布量と付着

1993年8月の着葉数が増加した時期に試験1)の樹上および樹高中間の上下2段方式を用い、着色水を散布して付着状況の変化を調査した。供試樹は、試験1)と同じワセウシユウ26年生樹（樹容積約9m³）を用い、同じ条件で400L/10a, 600L/10a, 800L/10aの3処理で実施した。

3) 散布時期と付着量

1993年の剪定前（3月15日）、剪定後（5月16日）、展葉期（6月21日）、夏季（8月11日）、着色期（10月5日）、と果実への日当たりを良くするための枝つり処理後（10月12日）に試験1)で使用した圃場において上

下2段方式で、同一樹を使い600L/10a散布し、付着量を調査した。

4) 樹高位置に設置するスプリンクラーヘッドの種類と付着量

1994年10月から11月にかけて、表1に示す条件のボール型3機種と灌水用従来型スプリンクラーヘッドを、小型プラスチック化したLS700(R)型1機種、4種類について付着量を調査した。試験は所内の平坦圃場に正方形植えされた開心自然形、ワセウンシュウ27年生(樹冠径260cm×高さ230cm、樹容積約10m³、栽植距離3.5m)を用い、着色水を500L/10a散布した。

表1 樹高位置スプリンクラーで樹上散布に用いたヘッドの種類と散布条件

機種	吐出量 (2kg/cm ²)	散水半径	ライザー 設置間隔	設置本数/10a
BS500(1)	2.8L/分	6.5m	6.0m	28
BS500(2)	3.8	6.6	6.5	24
BS500(3)	4.8	7.5	7.0	20
LS700(R)	10.3	11.0	11.0	9

5) 樹高中間位置に設置するスプリンクラーヘッドの種類と付着量

1994年10月に試験4)で使用した圃場の正方形植えの中央の地上1mの所に、表2に示す条件のBS500(0)ヘッド及び吐出口を改良し飛散の上下幅を広げたBS502(広角)ヘッド、または各樹幹に1機ずつ設置し、細かい水滴を上向きに回転しながら、噴き上げるように散水するM-271(噴上)ヘッドを使用して、散布液の付着量を調査した。散布は着色水を500L/10a行った。

表2 樹高中間位置または樹幹に設置したヘッドと散布条件

機種	吐出量 (2kg/cm ²)	散水半径	ライザー設置位置
BS500(0)	2.0L/分	6.5m	正方形植えの中央
BS502(広角)	2.8	4.0	〃
M-271(噴上)	1.8	3.5	供試全樹の樹幹

2. 極小型スプリンクラーによる病害虫の周年防除

1996年5月～1997年10月にかけて、試験1)で使用した傾斜圃場を使用し、広島県内の「みかん防除歴」に準じた、表3に示す薬剤で周年防除し、病害虫に対する防除効果を検討した。ヘッドはすでに設置してある樹高位置BS500(3)、樹高中間位置BS500(2)の上下2段方式区を使用して、散布液量は、スプリンクラー区については600L/10aを、手散布区は、500L/10aで実施した。

ミカンハダニの寄生調査は、各区とも1樹の全体から任意に選んだ50葉に寄生する雌成虫を、1栽植列につき5樹、2列合計10樹の500葉を調査し、100葉あたりの寄生数に換算した。

病害虫による果実被害調査は、各処理区中央部の3樹について、1996年には1樹あたり1コンテナ(52×36×30cm)の収穫果実、1997年には収穫全果実について実施した。調査は、当地方のJA選果基準により、病害虫が原因で生果として出荷不可能な果実を障害果として選別した。

結 果

1. 散布液の付着調査

1) スプリンクラーヘッドの設置方法と葉への付着量

散布方式別の有効付着量は2段散水方式が59%、従来型の樹上散水方式では38%で、2段散水方式が従来方式の1.5倍となり優った。しかし、手散布の97%と比べると2段散水方式は2/3程度の有効付着量にとどまり明らかに劣った(図1)。

2) 散布量と付着

樹全体の有効付着量は400L区が26%と極めて低く、600L区では急激に上昇し84%となった。しかし、800L区では82%となり、800L散水しても付着率の向上は見

表3 散布薬剤と処理年月日

処理年月日	処理薬剤および希釈倍数
1996年 5月27日	DMTP・NAC水和剤1000倍+ピンクロゾリンDF2500倍
6月5日	イミノクタジン・ポリオキシン水和剤1000倍+マンネブ水和剤600倍
6月13日	ESP乳剤1500倍+ジコホル乳剤1000倍
7月9日	マシン油乳剤(97%)150倍+マンゼブ水和剤600倍
8月20日	ピリダベン水和剤3000倍+マンネブ水和剤600倍
10月22日	BPPS水和剤750倍+チオファネートメチル水和剤2000倍
1997年 4月8日	マシン油乳剤(97%)100倍
5月19日	アセフェート・NAC水和剤1000倍+イプロジオンF1500倍
5月27日	イミノクタジン・ポリオキシン水和剤1000倍+マンゼブ水和剤600倍
7月14日	マンゼブ水和剤600倍
7月18日	マシン油乳剤(97%)150倍+DMTP乳剤2000倍
8月19日	ピリダベン水和剤3000倍+マンゼブ水和剤600倍
10月9日	BPPS水和剤750倍+チオファネートメチル水和剤2000倍

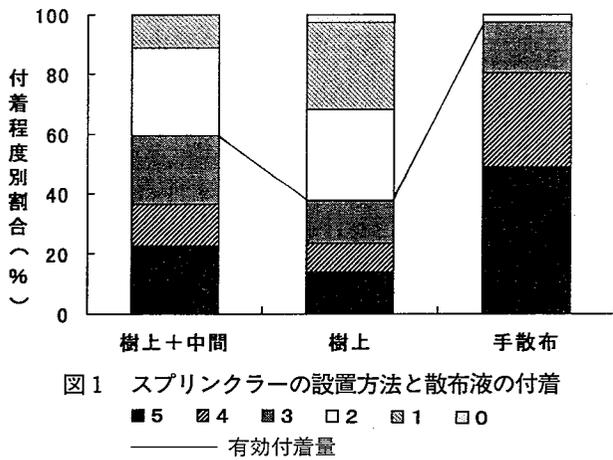


図1 スプリンクラーの設置方法と散布液の付着

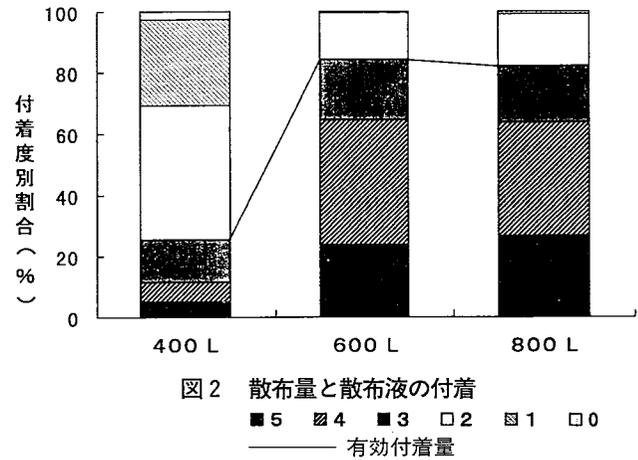


図2 散布量と散布液の付着

られなかった(図2)。

3) 散布時期と付着量

散布時期別有効付着量は、果実が収穫され葉が繁茂している樹姿の剪定前が61%であった。日光の受光状態を良くし、よりよい果実を生産するために行う剪定作業後は日陰になる枝葉が除かれるため、80%に上昇した。4月以降、新葉が伸長し葉が繁茂する展葉期は59%に低下した。さらに、果実が肥大し、夏枝も発生する夏季には43%にまで低下した。秋期、果実の日陰となる余分な夏枝、徒長枝などを取り除く作業が行われ、果実の重みで樹相が変化する着色期の枝つり前には46%になり、着色を増進さす目的で果実への受光を良くするために行う、枝吊作業後には57%となった(図3)。

4) 樹高位置に設置するスプリンクラーヘッドの種類と付着量

樹高位置に配置するスプリンクラーヘッドの有効付着量は、BS型3機種においては、単位時間の吐出量(2.8L/分)が少なく、散水半径が短いBS500(1)(以下BS1)を設置間隔6mで配置した場合が74%で最も多かった。吐出量(3.8L/分)、散水半径が中間の、BS500

(2)(以下BS2)を間隔6.5mで配置した場合が68%、吐出量(4.8L/分)が多く、散水半径の長いBS500(3)(以下BS3)を間隔7mで配置した場合が66%で順に少なくなった。

吐出量が10.3L/分、設置間隔を11mで配置したLS700(R)(以下LSR)の有効付着量は73%でBS1に次いで多かった(図4)。

5) 樹高中間位置に設置するスプリンクラーヘッドの種類と付着量

樹高中間に設置するスプリンクラーヘッドの有効付着量は、吐出量の少ないBS500(0)(以下BS0)が70%、吐出口を改良し、吐出量が多いが飛散の上下幅を広くし、飛散距離を短くしたBS502広角(以下BS広角)が73%であり、改良型のBS広角が僅かに多かった。また、設置方法、散水方法の異なるM-271噴上(以下噴上)は54%でBS型より劣った(図5)。

2. 極小型スプリンクラーによる病害虫の周年防除

1) ミカンハダニの発消長

1996年の極小型スプリンクラー区(以下SP区)は、

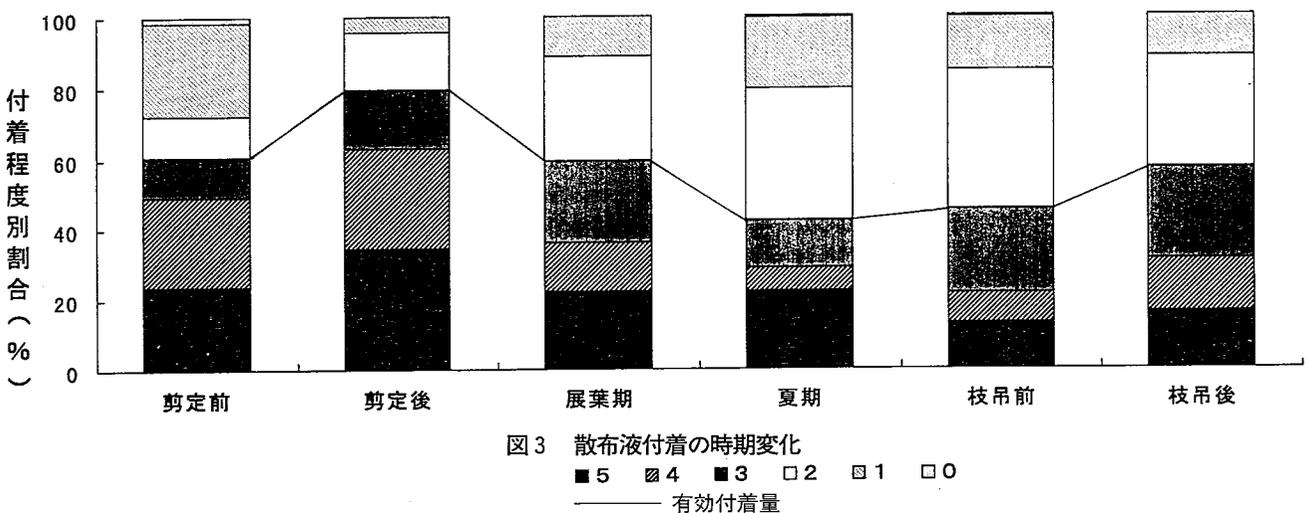


図3 散布液付着の時期変化

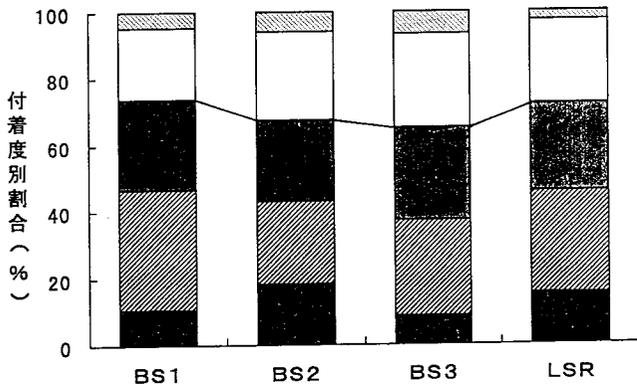


図4 樹上ヘッドの種類と散布液の付着

■5 ▨4 ■3 □2 ▩1 □0
—— 有効付着量

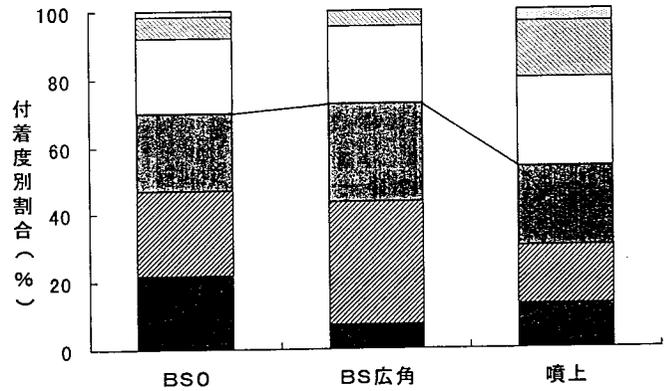


図5 中間ヘッドの種類と付着

■5 ▨4 ■3 □2 ▩1 □0
—— 有効付着量

5月下旬にミカンハダニの発生が見られ始め、7月初めには31頭/100葉となった。7月9日のマシン油乳剤150倍散布後、寄生密度は減少したが、再び増加傾向に向かった。8月20日のピリダベン水和剤3000倍散布12日後の9月1日の調査時には見られなくなったが、10月上旬に再寄生が見られた。一方、手散布区は7月19日より僅かな寄生が見られ始めたが、8月20日にピリダベン水和剤3000倍を散布して以降全く見られなくなった(表4)。

1997年のSP区は、4月8日に春期マシン油乳剤100倍を散布して、約40日後から本種の寄生が見られはじめ、6月20日以降急激に増加した。7月18日に夏期マシン油乳剤150倍を散布後、大幅な密度低下が見られたが寄生は続いた。8月19日のピリダベン水和剤3000倍散布後減少し、散布13日後の9月1日の調査時にはみられなくなった。しかし、その8日後には僅かながら再寄生が見られたが、その後は低密度で推移した。9月30日に再び寄生が見られ増加傾向にあったが、10月9日のBPPS水和

剤750倍の散布により収穫期まで低密度で推移した。一方、手散布区は春期マシン油乳剤散布後、最初に本種の寄生が見られたのは6月28日で、寄生密度も低かった。その後増加傾向にはあったが、7月18日のマシン油乳剤150倍散布後終息し、8月19日のピリダベン水和剤3000倍散布以降9月20日まで寄生が見られなかった。これより後はSP区と同様、9月30日以降再び本種の寄生が見られたが、10月9日のBPPS水和剤750倍散布後は、収穫期まで発生が見られなかった(表5)。

1996年、1997年を通してマシン油乳剤150倍のミカンハダニに対する防除効果は手散布区に比べSP区が劣った。

2) 収穫果の外観品質調査

1996年の病害虫による主な障害果は、病害では、灰色かび病、そばかす病であり、虫害では訪花害虫によるものであった。そばかす病はスプリンクラー区のみが発生

表4 ミカンハダニ雌成虫の発生活消長(1996年)

調査月日	寄生虫数/100葉	
	SP区	手散布区
5月13日	0	0
28日	1	0
6月11日	12	0
26日	14	0
7月1日	31	0
9日	7	0
19日	30	0.1
30日	12	0
8月8日	14	2
22日	2	0.6
9月1日	0	0
10日	0	0
20日	0	0
10月2日	0	0
15日	1	0
21日	0.2	0
29日	1	0

表5 ミカンハダニ雌成虫の発生活消長(1997年)

調査月日	寄生虫数/100葉	
	SP区	手散布区
5月13日	0	0
20日	0.2	0
30日	2	0
6月10日	6	0
20日	90	0
28日	415	5
7月10日	693	14
20日	245	19
31日	3	0
8月10日	15	0.6
20日	2	0
9月1日	0	0
9日	0.6	0
20日	0	0
30日	5	4
10月8日	18	24
13日	5	0
20日	0.4	0
29日	0	0

表6 収穫果実の原因別障害果発生率 (1996年)

処 理 区	SP区	手散布区	F検定
灰色かび病	1.5%	1.7%	N.S
黒点病	0	0	N.S
そばかす病	0.4	0	N.S
訪花害虫	3.6	2.7	N.S
サビダニ	0	0	N.S
食害	0	0	N.S
全障害果数	5.4	4.4	N.S
調査果数	551果	480果	N.S

し、手散布区にはみられなかった。病害虫による障害果の発生はSP区で5.4%、手散布区で4.4%と調査果数に対する割合も少なく、両区間に有意な差は認められなかった(表6)。

1997年の防除においては、上記病害虫に加へ、黒点病、すす病及びミカンサビダニ、ミカンハダニ、食害による障害果の発生も見られ、障害果発生率も前年に比べ高かった。これらの内、ミカンハダニの被害、すす病の発生はSP区で多い傾向にあったが、有意な差は認められなかった。また、サビダニの被害はスプリンクラー区のみが発生し、病害虫による全障害果率でもSP区が高かったが、両区間に有意な差は認められなかった(表7)。

考 察

カンキツ園におけるスプリンクラーによる病害虫防除において、従来型の樹上からの散水方法では葉裏への付着が悪いとされている^{1,2,4,5,6,7)}。しかし、樹冠内部に散布液が到達するように、樹高の中間位置にスプリンクラーヘッドを設けた上下2段方式は樹高位置設置方式に比べて、葉の表裏併せた全体の有効付着量で1.5倍の向上がみられ、病害虫防除目的には良いと考えられた。

散布量と有効付着量との関係では、散布量を400Lから600Lに増加すると急激に向上した。しかし、600Lから800Lに増加しても有効付着量はほとんど変化しなかった。これは小笠原³⁾が実施した散水試験と同様に、葉上の付着量が過飽和となり、落水するためと考えられる。このため本試験に供試した、樹容積9m³程度の樹では、病害虫防除目的の散水量は600L程度が良いと考えられる。

カンキツ樹は春期の剪定、新梢の伸長、展葉、着花、果実の肥大による枝の垂れ下がりなど、生育ステージによって樹相が変化するため、有効付着量は剪定後が最も高く、枝葉が伸長するに従って低くなり、果実が肥大し葉の数も多い夏期が最も低くなった。枝つり処理前は、

表7 収穫果実の原因別障害果発生率 (1997年)

処 理 区	SP区	手散布区	F検定
灰色かび病	3.0%	1.9%	N.S
黒点病	1.8	1.4	N.S
そばかす病	0.3	0.0	N.S
すす病	1.6	0.1	N.S
訪花害虫	4.7	5.1	N.S
ミカンハダニ	3.4	0.1	N.S
サビダニ	0.5	0	N.S
食害	0.1	0.3	N.S
全障害果数	14.9	9.0	N.S
調査果数	2233果	2113果	N.S

摘果や夏秋梢処理などの管理作業が入るため、枝葉の繁茂している夏季より僅かに良くなっているが、有効付着量は50%以下であった。しかし、枝吊り作業を行うと枝葉の間に隙間ができるため、有効付着量は57%と10%の向上が見られたが、剪定後の80%に比べると低かった。したがって、今後スプリンクラー防除を普及させるためには、有効付着量がより高まるよう、常に剪定後のような樹姿を保つ枝梢管理法を検討していく必要がある。

また、樹高位置に設置する機種で、吐出量が多く散水半径の大きいLSR型についてもBS型3機種と同等の有効付着量が得られたため、機種は園の形状、地形を計測し、散水半径から適応するものを選択すれば良いと考えられる。

樹高中間位置に設置する機種の有効付着量は、BS0とその改良型のBS広角は、ほぼ同等で、これらと同様な位置づけで検討した噴上型は樹冠内部に設置するため、ヘッドの近くに枝や葉があると、それらが障害となり有効付着量が劣ることから、中間位置ヘッドについてはBS0またはBS広角が適当と考えられる。

広島県の慣行防除体系に準じた農業を使用した、SP区のみカンハダニに対する防除効果は、1996年と1997年ともマシン油乳剤散布後にも本種の寄生がみられ、密度の減少はみられたが寄生が続いた。しかし、1997年の手散布区については、散布後本種の寄生はみられなくなっている。一方、SP区でもピリダベン水和剤、BPPS水和剤散布では本種を低密度に抑えている。マシン油乳剤など虫体に薬液が付着し、呼吸阻害などによる物理的に殺虫効果を表す薬剤は、手散布に比較し有効付着量が劣るSP防除では散布ムラによる防除効果のフレがあると考えられる。従って、スプリンクラー防除を実施するためには、有効薬剤の選択が重要となる。

収穫された果実の外観品質から見た病害虫防除効果は、慣行手散布区との間に有意な差は見られず、極小型スプリンクラーによる病害虫防除は実用可能と考えられる。しかし、SP区では2年目にサビダニの被害果が発生し

たことや、ミカンハダニの被害果、カイガラムシ類などの寄生によるすす病の発生が多めであった。極小型スプリンクラー防除では散布ムラが生じるため、微細な害虫、葉裏や枝に生息する病害虫の効果が劣ることが考えられるが、作業が容易で省力化となる極小型スプリンクラー防除を普及させるためには、散布のタイミングや追加散布などについて今後検討する必要がある。

摘 要

極小型スプリンクラーを用いたカンキツ病害虫防除の実用性を検討した。

1. カンキツ園の病害虫防除用スプリンクラーの設置は樹高位置に設置する方式より、樹高位置と樹高中間位置の2段方式が優れた。
2. 散布液量は樹容積 9 m³位の樹では 600L/10a までで、それ以上散布しても有効付着率は向上しない。
3. スプリンクラー防除で散布液の付着を良くするためには剪定後の樹姿を保つような枝梢管理が必要である。
4. スプリンクラーによる病害虫の防除効果は、手散布の慣行防除に比べハダニに対してはやや劣るが、収穫果の品質は同等であり、極小型スプリンクラー散布でカンキツ病害虫の防除は可能と考えられた。

謝 辞

本研究は地域重要新技術開発促進事業でおこなった。

事業の実施に当たり、当研究所職員および資材などの協力をいただいたマサル工業株式会社に謹んでお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 内田正人・大垣智昭：1971.スプリンクラーによるカンキツ病害虫防除法の確立に関する研究(第1報). 神奈川園試研報. 19：21-28.
- 2) 小笠原静彦・木村義典・井伊谷雄平・木村陽登：1977.スプリンクラーの多目的利用に関する研究(第1報). 広島果試研報. 3：15-20.
- 3) ———・松本 要・藤原昭雄：1977. スプリンクラーの多目的利用に関する研究(第2報). 広島果試研報. 3：21-32.
- 4) 八田茂嘉・山本省二・松浦誠・夏見兼生：1970. 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. 和歌山園試研臨時報. 1.
- 5) 山下重良・北野欣信・小沢良和・宇田祐：1976. カンキツ園におけるスプリンクラーの散布特性ならびに装置化に関する研究. 和歌山園試研報. 4：28-54.
- 6) ———1991：カンキツ園におけるスプリンクラー防除と灌漑法に関する実証的研究. 和歌山県園試特別研報. 2：3-50.
- 7) 山本省二：1991.カンキツ黒点病およびそばかす病の生態と防除に関する研究. 和歌山県園試特別研報. 1：42-50.

Control of Pests and Diseases on Citrus Trees by Micro Sprinkler System.

Kaname MATSUMOTO

Summary

This experiment was carried out with intent to evaluate the practicality of the pest control on citrus using Micro Sprinkler System.

The setting locations, setting numbers and types of sprinkler head and application rate of chemicals, was examined to apply the Micro Sprinkler System for chemical control of disease and peston citrus.

The solution contained Brilliant Scarlet (3HR) was used for as spraying liquid in the experiment because its deposit was visually determined.

From the deposit rate of solution, the following results were obtained.

1. It was apparent that setting the head of sprinkler on two locations, one at the top and the other at the middle of citrus tree was more effective than setting head only at the top.
2. The proper application rates of solution was 600L/10a per tree with canopy of 9m². More than 600L/10a of application of solution did not increase deposit, because excess application caused its falling off solution from trees.
3. In order to improve the deposit of solution, it was necessary to pruning before applications to spread the solution into plant canopy as enough as possible.
4. Based on the results getting from the above experiments, chemical control following spray calendar in Hiroshima Prefecture was carried out in citrus orchard.

The control effect of chemical for citrus red mite (*Panonychus citri*) with the Micro Sprinkler System appeared to be slightly less effective than conventional application. However, the occurrence of injures of harvested fruits include disease and pest by the control with the Micro Sprinkler System did not differ that of by the conventional control method.

From the results of this experiments, it seems to be possible to use the Micro Sprinkler System for disease and pest control.

Key word: Sprinkler, Citrus, Control of Pests and Diseases