

わい性リンゴのスプリンクラー防除, 特に高圧型 スプリンクラーによる散布液付着試験

山本隆儀・神尾 彪*・水之江 政輝**
(山形大学農学部果樹園芸学研究室, *山形大学農学部農地造成学研究室,
**黒竜江省水利科学研究所)

Sprinkler Spraying for the Pest Control in a Dwarf Apple Orchard,
especially, Tests for Adhesion of Sprayed Liquid
using High Pressure Sprinkler Systems

Takanori YAMAMOTO, Akira KAMIO* and Masateru MIZUNOE**

(Laboratory of Pomology, Faculty of Agriculture, Yamagata, University,
*Laboratory of Reclamation and Melioration, Faculty of Agriculture,
Yamagata, University, **Heilongjiang Provincial Research
Institute of Water Conservancy, Republic of China)

Summary

Adhesions of sprayed liquid using high pressure sprinkler systems for pest control were tested on a dwarf apple orchard, where 96 trees, 12-year-old 'Fuji' of 3~4 m height on M 26 or MM 106 rootstocks, were grown in 4 m × 2.5 m of 12 trees per row. Five high pressure sprinkler systems were examined, in which the sprinkler heads were arranged in triangular forms (the triangular height = 8~10 m, the base length = 10~12 m), the range of the riser heights were from 1.8 m to 2.5 m and the pressures were 17.5 and 23.5 kg/cm². Entirely, this systems more increased the adhesions than low or intermediate pressure sprinkler systems previously reported, but the efficiencies were not enough to that of a speed sprayer system. The 3 systems of 2.5 m in the riser height decreased the adhesions in the lower parts of the crowns and the lower leaf surfaces (abaxial faces), but another 2 systems of 2.0 m or of the combination of 2.3 m and 1.8 m in the riser height increased the adhesions in the lower parts of the crowns and the lower leaf surfaces significantly.

I. 緒 言

果樹の病害虫防除における現行のスピードスプレーヤー(以後, SS と記す)による散布または手散布(定置配管方式)から, スプリンクラー(以後, SP と記す)による散布への切り替えは, (1)人体に対する農薬禍からの保護, (2)防除作業の省力化(薬剤散布の労働費の減少・SS が走行不可能な急傾斜地果樹園における防除作業の重労働からの開放), (3)防除作業の簡素化(熟練技術を必要とせず, 遠隔操作が可能), (4)適期防除(防

除に要する時間の著しい短縮により, 病気・害虫の発生初期の防除が可能なことや天候等の都合による防除期日の設定のむずかしさが解消すること), (5)かんがい施設の有効(多目的)利用, (6)無人防除になるため使用薬剤の種類が拡大できる, 等の利点がある. SP 防除はイタリアなどでは約30年前から実績があり¹⁰⁾, 我が国でも, 1965年頃に端を発し, 和歌山県, 静岡県をはじめとする西南暖地の各試験研究機関での試験の積み重ねの結果, 現在ではミカンと茶では大規模に実用化され, また数県においてナシや, モモでも実用化がなされてきている. また, カキ, ブドウなどでも実用化の展望が持たれながら, 試験がおこなわれてきている.

表1 散布試験の区分

試験No.	散布圧力 kg/cm ²	散布時間 分 秒	10 a 散布量 l	風 速 m/s	スプリンクラー 間隔 m	ライザー高 m	備 考
1	17.5	2 40 2 40	700	0.6 0.5	a=12 b=10	2.5	○ ○ ○ ○ ★ ↑
2	23.5	2 40 2 40	800	1.8 2.4	a=12 b=10	2.5	○ ○ ○ ○ ★ ← b → a
3	23.5	2 40 2 40	800	1.0 0.7	a=10 b=12	2.5	○ ○ ○ ○ ○ ○ ★ ↓
4	23.5	2 40 2 40	800	0.2 1.3	a=12 b=10	1.8 2.3	○ ○ ○ ○
5	23.5	2 40 2 40	800	0.2 0.4	a=12 b=10	2.0	○ 樹 ★ SP
6	SS 散布		500	0.3-0.5			

主要果樹のうち、SP 防除の実用化が最も困難なものはリンゴである。この背景には、北日本を主産地とするリンゴ地帯の樹園地ではかん水の必要性があいまいであったこと、SP をはじめとするかんがい施設が十分に備わっていないこと及び東北地方の低い雇用賃金水準による無人防除の気運の盛り上がりが欠如していること等の風土・経営上の要因があることも否定できない。他方、リンゴ葉への液滴二次付着量が少ないことの問題やハダニ、キンモンホソガなどの葉裏攻撃型害虫や斑点性落葉病などリンゴに特有な病虫害の問題等がある。さらに、他の樹種と異なる栽植様式に伴う問題（わい性樹密植・半わい性樹半密植等の葉層間隙の少なさ）、冬季の雪害・凍結等の問題もある。加えて、リンゴの SP 防除のためのヘッドの改良・ライザー設置条件の工夫・樹形の改良などに関する検討等、実用化達成のための試験研究活動の浅さがあげられる。

リンゴ園を対象にした SP 防除については、農業土木学会牡丹平地区畑地カンガイ検討委員会の報告、青森県りんご試験場報告及び岩手県園芸試験場報告等に詳述されている¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾。

これまでのリンゴ園での試験では普通圧型(中間圧型)が中心であり¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁷⁾⁸⁾¹¹⁾¹³⁾¹⁴⁾、高圧型 SP 防除試験では15kg/cm²程度であった⁶⁾⁹⁾。本試験ではこれよりももっと高圧の20 kg/cm²以上の SP による散布液滴の付着性をライザー配置間隔やライザー高との関連で調査したものである。

II. 材料及び方法

宮城県園芸試験場リンゴ圃場内わい性リンゴ園(12年生の M26 台の‘ふじ’72本、及び MM106 台の‘ふじ’24本、いずれも4m×2.5m 植えて、1樹列12本植え)において、昭和60年9月10日に SP 散布試験、昭和61年8月20日に SS 散布試験、昭和61年9月19日に SP

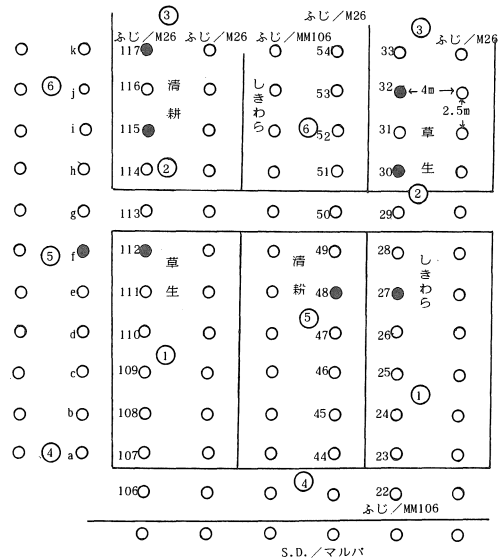


図1 試験園の配植図及び調査樹とライザーの位置 (●:調査樹, 大きな○内の番号はライザー番号を示す)

散布試験を行った。SP 散布試験は主として SP 間隔とライザー高の組合せにより 5 試験区とし、SS 散布区を含めて合計 6 試験区であった (表 1)。この場合、実用的な散布量の限界である 10 a 当たり 800 l を越えないようにするため、散布時間と SP 間隔が配慮された。なお、SP 散布各試験区では、ライザー列の間に 2 樹列をはさみ、6 本のライザーが千鳥配置になるようにし、その散布領域内から 4 樹を選び、散布液滴付着度調査樹とした (図 1)。付着度の調査方法は印画紙法を用いた。付着度調査用印画紙の取り付け位置は樹冠下位 (地上高 1 m) 及び中位 (地上高 2 m) のそれぞれ 4 方位の外側と内側、加えて樹冠上位 (地上高 3 m) とし (合計 17 箇所)、1 箇所当たり 5 枚の印画紙 (合計 85 枚) を取り付けした。なお、供試樹の樹高は 3 ~ 4 m であった。供試した SP は三噴口型 (第一噴口からの到達距離約 13 m)、ライザー本体と噴口の二重回転方式 (全回転型) のレオスプレー W-210 型であった。動力噴霧機には使用圧力 20 ~ 35 kg/cm² のマスコット号-F 型を用いた。

SP 散布液滴 (本試験の場合は水滴) の付着度は薬剤

付着度標準表によって 10 階級に区分した。すなわち、この場合の付着度 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 の葉液付着面積割合は、それぞれ 0, 0.2, 3.7, 12.0, 29.4, 44.7, 67.5, 74.1, 81.7, 93.5, 100% であった。SS 散布液滴はスプリンクラー液滴より細かいので、液滴付着面積割合は上記の標準表と同じにしたまま、別途 SS 専用の印影の細かい葉液付着度標準表を作成し、これを用いた。

III. 結果及び考察

1. 各試験区の平均付着度

表 2 は、樹冠の下位・中位・上位別、外側・内側別、及び葉表・葉裏別に平均付着度を整理したものである。試験結果の概要をまとめると以下のとうりである。

試験 No. 1 は、圧力 17.5 kg/cm²、10 a 当たり散布量 700 l、SP 間隔は a=12 m、b=10 m の千鳥配置とし、ライザー高は 2.5 m、風速 0.5 ~ 0.6 m/s における付着度で、葉表の平均付着度はいずれも 8.6 以上でかなり高かったが、葉裏については平均付着度 3.0 以下でかなり

表 2 部位別付着度

試験 No.	調査樹番号	表裏	下位		中位		上位	平均	試験 No.	調査樹番号	表裏	下位		中位		上位	平均
			外側	内側	外側	内側						外側	内側	外側	内側		
1	27	葉表	8.7	6.8	9.7	8.6	9.0	8.6	4	27	葉表	6.7	5.0	5.6	4.3	5.4	5.4
		葉裏	0.6	0.3	2.3	0.5	3.0	1.3			葉裏	2.6	2.0	3.4	1.5	4.0	2.7
	30	葉表	9.1	8.3	9.6	9.7	9.0	9.1		30	葉表	8.7	4.9	8.6	8.2	3.0	6.7
		葉裏	1.3	1.6	3.2	3.4	5.4	3.0			葉裏	3.8	4.6	5.1	5.4	2.0	4.2
	32	葉表	9.6	9.3	9.2	9.6	10.0	9.7		32	葉表	8.9	5.9	8.7	8.2	8.0	7.9
		葉裏	1.7	2.3	3.6	3.8	7.4	3.8			葉裏	3.6	3.9	4.9	3.9	3.6	4.0
48	葉表	9.2	8.5	9.5	9.4	6.2	8.6	48	葉表	7.2	6.6	7.9	5.9	8.0	7.1		
	葉裏	0.8	2.6	4.1	3.0	4.2	2.9		葉裏	3.8	3.3	4.8	4.1	2.8	3.8		
2	27	葉表	8.5	6.1	9.5	8.1	8.7	8.2	5	112	葉表	6.9	5.0	8.0	6.1	7.8	6.8
		葉裏	1.7	0.9	1.3	0.6	0.0	0.9			葉裏	2.2	1.0	2.7	1.9	4.6	2.5
	30	葉表	9.6	9.7	10.0	9.7	10.0	9.8		115	葉表	6.6	5.3	8.3	6.9	4.4	6.3
		葉裏	1.7	2.5	4.7	4.4	8.2	4.3			葉裏	2.9	3.1	5.6	4.5	4.8	4.2
	32	葉表	9.4	9.2	9.8	9.6	10.0	9.6		117	葉表	8.2	5.0	7.9	6.9	7.6	7.1
		葉裏	1.3	2.4	4.3	5.1	4.4	3.5			葉裏	2.2	2.1	3.2	2.4	4.8	2.9
48	葉表	8.8	9.0	9.9	9.3	7.8	9.0	f	葉表	6.2	4.6	7.4	6.1	3.2	5.5		
	葉裏	1.2	2.3	5.0	4.5	3.8	3.4		葉裏	3.5	3.1	3.7	2.6	4.6	3.5		
3	110	葉表	10.0	9.0	9.8	10.0	10.0	9.8	6 (SS)	27	葉表	8.5	8.5	6.9	7.1	5.4	7.3
		葉裏	1.9	2.1	4.2	3.5	3.5	3.0			葉裏	9.2	7.9	7.9	7.2	7.4	7.9
	112	葉表	10.0	8.9	10.0	10.0	9.2	9.6		48	葉表	8.4	8.4	7.0	8.1	5.0	7.4
		葉裏	1.6	2.0	3.1	2.4	3.0	2.4			葉裏	8.5	8.5	8.0	8.1	6.4	7.9
	114	葉表	9.2	9.1	10.0	9.7	10.0	9.6		112	葉表	7.9	8.7	6.7	6.5	5.8	7.1
		葉裏	1.9	2.0	3.4	3.5	6.4	3.4			葉裏	8.5	7.7	7.6	6.5	5.8	7.2
f	葉表	9.7	8.8	9.6	8.8	10.0	9.4	f	葉表	7.3	8.7	6.8	6.9	5.2	7.0		
	葉裏	1.9	1.4	2.0	3.7	7.2	3.2		葉裏	8.3	9.0	7.5	7.7	6.0	7.7		

低い値となった。

試験 No. 2 は、圧力 23.5 kg/cm²、10 a 当たり散布量800 l、SP 間隔 a=12 m、b=10 m の千鳥配置とし、ライザー高 2.5 m、風速 1.8~2.4 m/s における付着度である。葉表の付着度は試験 No. 1 とほぼ同様であった。葉裏の付着度は平均付着度8.2でかなり高い値を示した。葉裏については、No. 27 樹を除いて、中位部、上位部ともに4.3以上とかなり高い付着度を示したが、下位部については、2.5以下と低い値を示した。なかでも、外側の付着が悪い結果を示した。これは、内側では葉の密度が高いことから、散布時に起る噴射流による風の影響で葉のからみ合いが起ることによるものと判断される。No. 27 樹の付着度が著しく低かったのは SP からの距離が他樹に比べ遠いこと（最も近い SP からの距離 6.5 m）によるものと思われる。

試験 No. 3 は、圧力 23.5 kg/cm²、10 a 当たり散布量 800 l、SP の配置間隔 a=10 m、b=8 m の千鳥配置とし、ライザー高 2.5 m、風速0.7~1.0 m/s における付着度で、試験 No. 1、2 との違いは、SP の配置間隔を狭めたことである。葉表の付着度は、これまでの中で

最も良く平均付着度9.4以上であった。葉裏の平均付着度も、No. 112 樹の2.4を除いては、いずれも3.0以上で高い値を示した。これを部位別にみると、中位部、上位部については、各樹とも概ね良好の値を示したが、下位葉への付着は前2者（試験 No. 1, 2）と同様に低い値を示した。

試験 No. 4 は、圧力 23.5 kg/cm²、10 a 当たり散布量800 l、SP の配置間隔 a=12 m、b=10 m の千鳥配置とし、風速 0.2~1.3 m/s における付着度で、試験 No. 2 との違いはライザー高2.3 m と1.8 m を交互に配置したことである。試験 No. 1, 2 と同様に、No. 27 樹は他樹よりも付着度は低かったものの、全体に試験 No. 1, 2, 3 に比べ下位の葉裏の付着度は上昇し、特に、試験 No. 2 の下位外側の付着の悪さを改善した。中位の葉裏については試験 No. 1, 2 と大差がなかった。ただし、葉表の付着度は試験 No. 1, 2 より若干低下したが、試験 No. 1, 2 のそれが十分過ぎる点を考慮すればあまり問題にならないものと思われる。また上位の葉表及び葉裏とも付着度は試験 No. 1, 2, 3 より若干低下した。

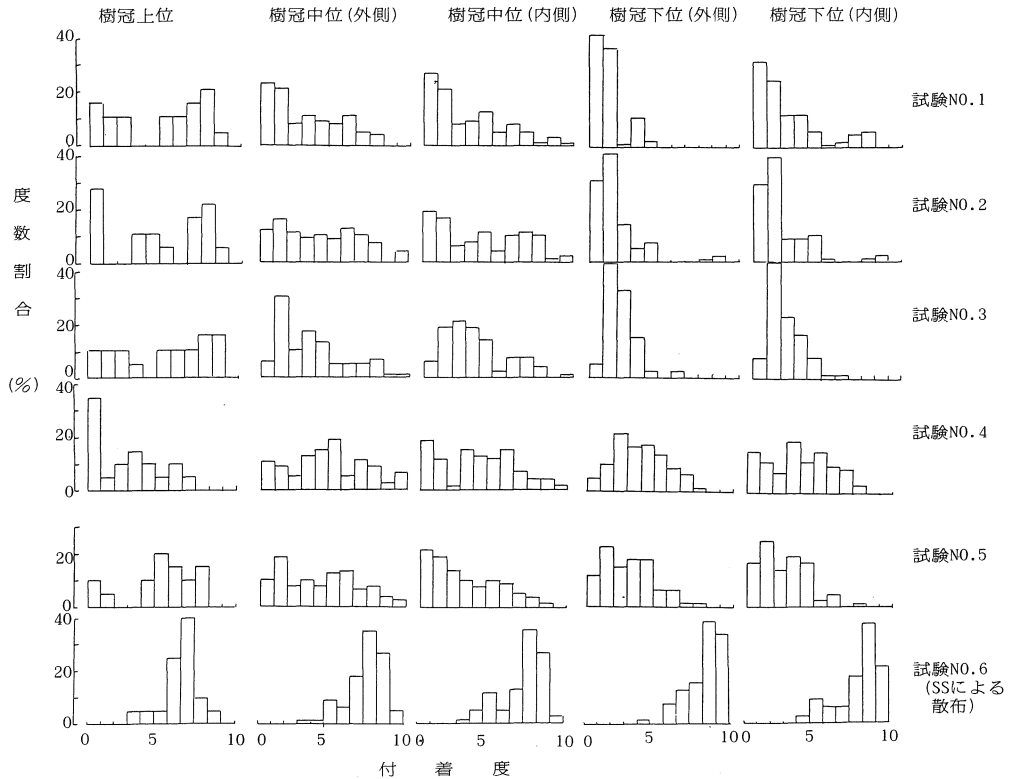


図2 各散布試験における樹冠各部位の付着度別度数割合分布(葉裏)

試験 No.5 は，圧力 23.5 kg/cm^2 ，10 a 当たり散布量 800 l，SP の配置間隔 $a=12 \text{ m}$ ， $b=10 \text{ m}$ の千鳥配置とし，風速 $0.2\sim 0.4 \text{ m/s}$ における付着度であり，試験 No.2 との違いはライザー高を一律ながら 50 cm 下げ， 2.0 m としたものである。試験 No.1, 2, 3 に比べ，ライザー高を低くした影響が生じ，下位の葉裏の付着度は上昇したものの，その程度は試験 No.4 ほどではなかった。

試験 No.6 は SS により，10 a 当たり散布量 500 l，風速 $0.3\sim 0.5 \text{ m/s}$ における付着度で，最も低い付着度は 5.0 であり，大半は $7\sim 8$ にあり，付着良好であった。また，SP と異なり，葉表よりも葉裏の付着度が高い傾向にあった。

2. 葉裏の付着度別の発生度数分布

葉裏の付着度別の発生度数分布を整理して図 2 に示した。試験 No.1, 2, 3 においては，下位葉のピークは各試験とも付着度 $0\sim 3$ の間に突出した形で表れていたが，中位葉ではやや違った様相を呈しており，下位葉ほどはっきりしたピークはなく，付着度が広い範囲にわたって分布していた。上位葉については，付着度のピークは 8 前後と高く葉表なみの値を示していた。試験 No.4, 5 はライザー高を低くした効果が現れ，下位葉の付着度の分布は高い方にずれており，試験 No.1, 2 に多かった付着度 0 と 1 が大きく減少した。この傾向は試験 No.4 で顕著だった。しかし，試験 No.4 では上位葉の付着度 0 の割合が増大した。これは調査樹における上位葉（調査葉）の着生高が $3.0\sim 3.6 \text{ m}$ であり，交互に配置した 1.8 m 高のライザーからは液滴が十分に到達しない部分があることを示す。しかし，本試験に供試した M 26 台わい性あるいは MM 106 台半わい性リンゴにおいては， 3 m 以上の樹高は高すぎるものと考えるのが普通であるから，この部分を切除（樹高調節）すれば問題にならない。

SS による葉裏への付着度別発生頻度の分布は当然のことながら，いずれの SP による付着度に比べ高い付着度を示した。なかでも，下位葉では付着度 $8\sim 10$ の範囲に，中位葉では付着度 $7\sim 9$ の範囲にピークが集中した。ただ，上位葉についてはこれらよりやや低い付着度 $6\sim 8$ の範囲にピークが集中した。

薬液の付着性（特に葉裏）の増大は，直接防除効果につながるもので，入念な手散布及び SS 散布などの従来法は，この目的によく適合した方法である。これに対して今回試験を行った SP 法は，多くの利点をもつものの，全樹体及び葉の表裏全般について，従来法ほど高

い付着性を得ることはかなり難しい。しかし，他の果樹のように，付着度が SS 散布ほどに増大しなくても，スプリンクラー防除の実用化がなされ，あるいはその展望が明るいものもあるので，リンゴの場合でも施設・器種の改善や，樹形の改善等によってすこしでも付着度を高めることが実用化の達成に向けて必要であろう。

今回の試験結果では，少なくとも，従来報告されている普通圧（中間圧）あるいは高圧ながらも 15 kg/cm^2 使用による付着度よりもかなり高い付着度を得た。他の樹種で実用化されている普通圧の SP の場合には，ライザー高を樹高よりも高くし，上方から斜めに落下する液滴と葉面での上向き反射で生ずる二次付着液滴を利用するが，リンゴの場合には葉の形質は軟かく，葉密度も高いので，二次付着液滴が少なくなり，実用化は成功していない。今回の高圧 SP ではライザー高をかなり低くし，水平に近い角度で，かなりの高圧により，葉層中を液滴が貫通すること（写真 1）により，付着度（特に葉裏）を高めようとする点で従来法とは異なるねらいがあったが，その効果がはっきりと現れたものと思われる。今後さらに試験を継続して，付着性を高める工夫をし，さらに，周年防除試験を行い，問題となるハダニ，キン

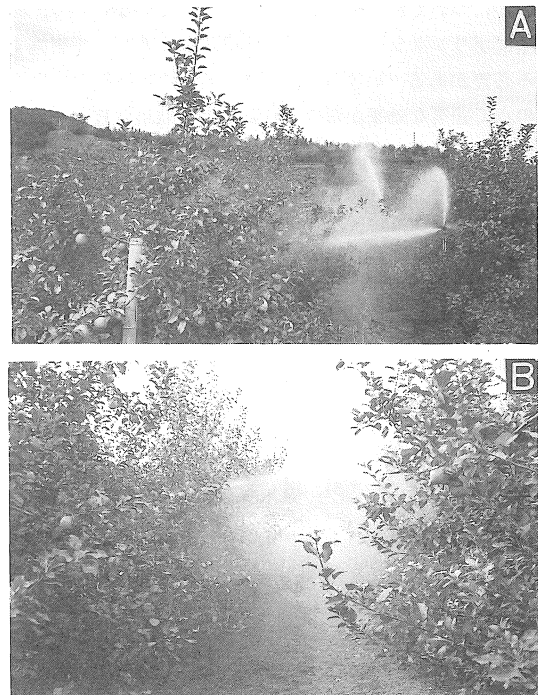


写真1 SPによる散布試験

A：ヘッドからの散布液滴，B：一樹列目の葉層を貫通した液滴

モンホソガ、斑点性落葉病に対しての効果を調査することが肝要である。

ただ、付着性の向上とは別に、高圧使用となると、配管組織の設計や使用資材及び運転保守管理等の面での検討が新たな課題として残る。

ま と め

今回実施した散布試験の結果、高圧スプリンクラーを用いることにより、リンゴ葉への付着性はかなり改善できた。特に、ライザー高を2m 一律あるいは2.3m と1.8m の交互配置にすることで、散布量をさほど増すことなく、樹冠下部、中部の葉裏の付着性はかなり改善できた。しかし、SS 散布の付着度との隔たり、樹間または樹冠内部位間の付着むら及びリンゴに特有なハダニ、キンモンホソガ、斑点性落葉病などを考慮すれば、なお、付着性の向上のための工夫が必要である。このためには、付着むらを少なくするためのライザー器種の改善が緊急の課題であると同時に、より広範囲のリンゴの樹形、栽植方式、葉層の厚さ等と関連させたライザー配置間隔やライザー高及び樹形の改良等の総合的な検討が望まれる。また、リンゴの場合に付着度をどの程度高めれば良いかについて他の樹種ほどははっきりしていないので、高圧スプリンクラーによる周年防除試験を並行して実施する必要がある。いずれにしても、SP 防除は省力化などの点で顕著な効果が期待されること、栽培管理面でのかつてない変革が予想されることなどから、リンゴ栽培者の関心が高い。したがって、この方面の研究は続行されるべきであろう。

謝 辞

本調査に協力していただいた農林水産省東北農政局資源課、宮城県園芸試験場、松田恵一氏（マツダ商事株式会社代表取締役）及び山形大学農学部鈴木隆技官に衷心よりお礼申し上げます。

引 用 文 献

1) 秋田果試(1964)：スプリンクラー方式による害虫防

除試験。秋田果試業務報告, 210-212.

- 2) ——(1964)：スプリンクラー方式による害虫防除試験。秋田果試業務報告, 183.
- 3) 青森県りんご試(1973)：散布作業の機械化に関する試験。昭和48業務報告, 44-46.
- 4) ——(1975)：わい化リンゴ園における薬剤散布の高効率化。昭和49業務報告, 31-32.
- 5) ——(1976)：散布作業の機械化に関する試験。昭和51業務報告, 32-33.
- 6) ——(1979)：わい化りんご園における薬剤散布の高効率化。岩手園試監修「わい化栽培によるりんごの早期多収化と防除の高効率化」, 167-203.
- 7) 有馬 博・熊代克己・萩原正明(1983)：スプリンクラーによるわい性リンゴの病害虫防除実験。信大農紀要. 19(1), 23-59.
- 8) 岩手園試(1973)：わい性樹の装置化散布。昭和48岩手園試業務報告, 44-46.
- 9) 岩手園試(1979)：わい化りんご園における薬剤散布の高効率化。岩手園試監修「わい化栽培におけるりんごの早期多収化と防除の能率化」, 167-203.
- 10) 金子 照(1973)：ヨーロッパにおけるスプリンクラーの多目的利用。植物防疫. 27(8), 345-347.
- 11) 工藤仁郎・岡本道夫・村上兵衛・三上敏弘・小山信行・福島千万男(1974)：わい性リンゴ園におけるスプリンクラー散布法に関する研究(第1報) スプリンクラーによる病害虫の防除。昭和49園学要旨, 14-15.
- 12) 宮城園試(1975)：リンゴ園に省力防除に関する試験。高圧スプリンクラー方式による散布薬液の付着状況(予備調査)。昭和50業務年報, 14.
- 13) 森 敏夫(1973)：リンゴ園におけるスプリンクラー利用—その現状と今後の課題。農及園. 48(6), 809-814.
- 14) 農業土木学会牡丹平地区カンガイ検討委員会(1971)：リンゴ園におけるスプリンクラーの多目的利用。農業土木学会誌. 46(12), 905-918.