

温州ミカン園の栽植状況および薬剤散布ノズルの違いが 散布者の薬剤被曝と葉面への薬液付着に及ぼす影響

田代暢哉・朝日初葉¹⁾

キーワード：温州ミカン、栽植状況、ドリフトレスノズル、薬剤被曝

Effects of different planting systems of citrus in orchards and different types of nozzles for application on the exposure of spray-operators to pesticide and its deposits on citrus leaves

Nobuya TASHIRO and Hatsuyou ASAHI

ABSTRACT

Effects of planting systems and spray nozzles were investigated in regards to the exposure of spray-operators and deposits on citrus leaves. The time for spraying was shorter at the thinning orchard than at the close planting, and the dosage at the thinning orchard was ca. 70% of that at the close planting. The estimated exposure of copper per operator at the thinning orchard was ca. 40~60% of that at the close planting. The deposit on the leaves at the thinning orchard was much more than at the close planting, especially on the reverse of leaf. The driftless nozzle had ca. 10% at thinning or ca. 16% at close planting orchard of that of the common nozzle in the estimated exposure of copper per operator.

key words : satsuma mandarin, planting system, driftless nozzle, exposure of spray-operators

緒 言

佐賀県における温州ミカンの栽培面積は1990年当時7,590ha⁰⁾であったが、そのうちの15.2% (1,150ha) が密植園で、高品質果実の生産が推進される中でこれら密植園の早急な解消が課題となっていた。密植園は開園直後の未収益期間を短縮するために1965年頃から間伐を前提として始まった計画密植栽培が、その後の間伐等の管理が不十分なために生じた結果で、密植樹では日射量が不足する⁰⁾ために低品質や低収量などの問題をきたしている。さらに、これらの密植園では摘果や薬剤散布など各種の管理作業が非能率的で手抜きになりやすく、省力化や機械化への対応は困難である。また、通風や日照も不良なために病害虫の発生を助長する傾向にある。しかし、密植園でも間伐や縮伐を行うことによって日照条件が改善され、一樹あたりの樹容積の拡大や無効容積の縮小にともなう収量の増加や果実品質の向上⁰⁾、さらには各種管理作業の効率化など多くの利点が生まれることが明らかになっている。

本研究ではこれらの間伐の利点のなかで、これまであまり注目されていなかった薬剤散布作業に着目し、作業性、経済性および安全性の面から密植園における間伐の有利性を明らかにして、間伐を推進するための一助にしようとした。あわせて、薬剤散布ノズルについても検討を加え、カンキツ園における効率的でより快適な薬剤散布法を見いだそうとした。なお、本研究の概要は第56回九州病害虫研究会(1991年)で発表した。

1) 佐賀県農産普及課農業専門技術員室 (現在、佐賀県杵島農業改良普及センター)

試験方法

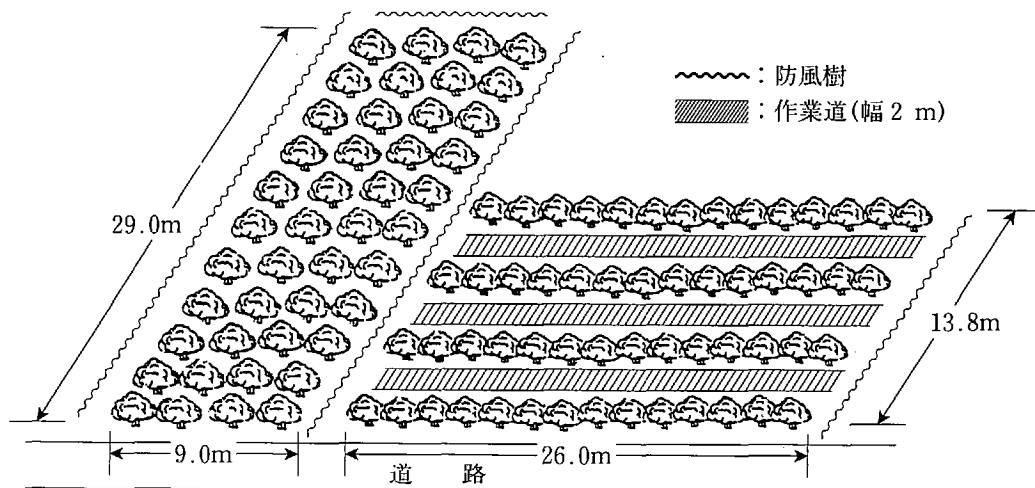
1. 供試園

佐賀県藤津郡太良町大浦の一般農家の温州ミカン園を試験園とし、第1図に示すような防風樹を境にして隣接した同一栽培者の密植園と間伐園を供試した。園の概要は第1表に示すとおりで、間伐園では並木状の伐採が1988年に実施されている。密植園（樹冠占有率88.6%）では樹間が極めて狭く、人が通るのがやっとの状態であるのに対し、間伐園（同67.2%）では伐採樹の跡を利用して幅2mの園内作業道が整備されている。なお、薬剤散布のための供試面積はそれぞれ約250m²とした。

2. 薬剤散布

散布薬液は葉面への薬液の付着状況が判別しやすいように、有機銅（8-ヒドロキシキノリン銅）水和剤1,000ppmを使用した。散布ノズルはピストルノズル（動噴圧力25kg/cm²時に薬液吐出量8.2l/分）とドリフトレスノズルであるキリナシ3頭口（同10kg/cm²時に11.2l/分）を用いた。ピストルノズルは試験地の太良町では約4割の農家が使用している最も普及したノズル¹⁾であり、キリナシ3頭口は佐賀県果樹試験場で開発されたドリフトが極めて少なく、薬液の遠達性にすぐれたノズル²⁾である。

散布にあたってはピストルノズルによる散布は園主が通常の管理どおりに行い（動噴圧力25kg/cm²）、キリナシ3頭口は操作に慣れた果樹試験場職員が行った（動噴圧力10kg/cm²）。そして、所定面積散布後に散布所要時間、散布薬液量を調査した。なお、試験は1990年8月10日（試験Ⅰ）と8月20日（試験Ⅱ）の2回実施し、試験Ⅰではピストルノズルのみを使用し、試験Ⅱでは同ノズルとキリナシ3頭口を用いた。



第1図 供試園の概要と栽植状況

第1表 供試園の概要

供試園	栽植距離(m)	栽植本数(本/10a)	平均樹冠面積(m ²)	樹冠占有率(%)	植栽年
密植園	2.9×3.0	115	7.70	88.6	1964年定植 1981年高接更新
間伐園	4.6×2.0	109	6.25	67.2	1964年定植

3. 葉面における薬液付着程度の調査

1990年8月20日の散布時に、供試樹の樹冠赤道部から約45度傾いた葉を任意に約100葉抽出し、葉表と葉裏における薬液の付着程度を調査した。付着程度の基準は5段階に分け、0：付着なし、1：全体の5%以下の付着、2：6～30%の付着、3：31～70%の付着、4：71%以上の付着とした。調査は各区の中央部にある4樹について行った。

4. 薬剤の人体付着量の測定

薬剤の人体付着量をパッド法¹²⁾によって調査した。すなわち、第2図に示す人体の各部位に25cm² (5cm×5cm)の厚手のタオル地を安全ピンで取り付けて薬剤散布作業を行い、散布終了後にタオル地を回収して付着した銅の量を測定した。次に、散布者への薬剤付着量を求めるため、まず、人体表面積(cm²)を(体重kg)^{0.444}×(身長cm)^{0.663}×88.33の式¹⁰⁾を用い、散布者の体重を70kg、身長を165cmとして算出した。さらに、人体各部位の表面積に対する割合を「9の法則」⁷⁾に従い、①頭部、③右腕部、④左腕部、⑦右背部、⑧左背部はそれぞれ9%、②胸部、⑤右脚部、⑥左脚部はそれぞれ18%として、タオル地の付着薬量から人体各部位における薬剤の付着量を求めた。また、これらを加算して薬剤の推定全身付着量を算出した。

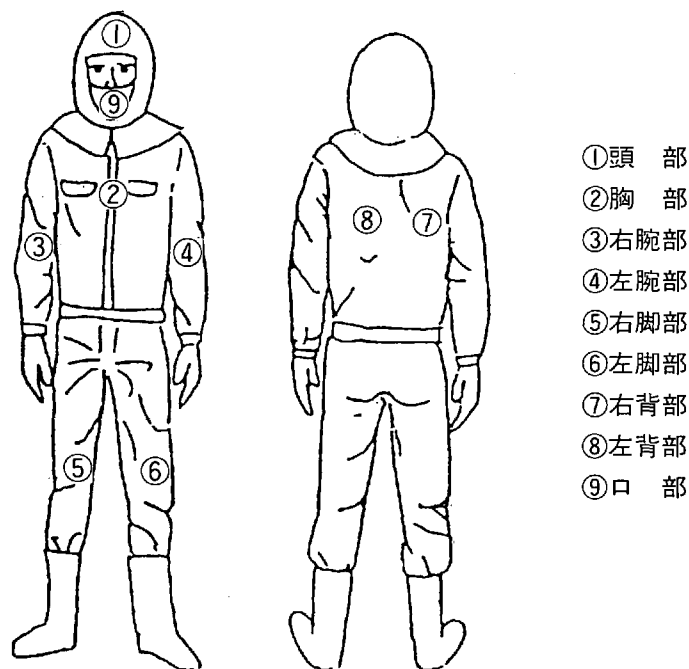
5. 薬剤の人体吸入量の測定

散布者のマスク(住友3M1780マスク)に付着した薬剤量の95%が捕集され、残り5%が人体に吸入される¹¹⁾ものとして算出した。

結 果

1. 薬剤散布時の作業時間と使用薬液量

間伐園と密植園における散布時間と散布液量を第2表に示した。ピストルノズルを用いた場合、散布所要時間は2つの試験でやや異なるものの、間伐園では密植園に比べて13～29分/10a短く、作業効率に優れている



第2図 薬剤捕集布の取り付け部位

第2表 栽植状況と使用ノズルの違いが薬液の散布時間と散布液量に及ぼす影響

試験 No.	供試園	ピストルノズル			キリナシ3頭口		
		散布 ^{a)} 時間 (分)	散布液量 (l) ^{b)}		散布 ^{a)} 時間 (分)	散布液量 (l) ^{b)}	
			I	II		I	II
I	密植園	72(64)	524	0.329	—	—	—
	間伐園	59(44)	362	0.332	—	—	—
II	密植園	98(86)	706	0.443	75(36)	407	0.255
	間伐園	69(62)	504	0.462	49(19)	323	0.296

a) 10aあたりの換算値で、散布者の移動およびホース取り扱い等のための時間を含み、()は散布薬液量から推定した薬剤散布のみに要した時間。

b) 散布液量 I : 10aあたりの換算値 (l/10a)

散布液量 II : 単位樹容積あたりの換算値 (l/m³)

た。散布液量は間伐園が約160~200l/10a程度少なかったが、単位樹容積あたりの散布液量は両者の間で差はほとんど認められなかった。キリナシ3頭口を用いた場合も同様に間伐園では散布所要時間と散布液量が密植園に比べてそれぞれ26分/10aおよび約80l/10a程度少なかったが、単位樹容積あたりの散布液量は間伐園でわずかに多かった。

次に、散布ノズルの違いについて比較すると、密植園では散布時間、散布液量ともにキリナシ3頭口がピストルノズルに比べてそれぞれ23分/10aおよび約300l/10a程度少なかった。また、間伐園でも同様にキリナシ3頭口がピストルノズルよりも散布時間で20分/10a、散布液量で約180l/10a程度少なかった。単位樹容積あたりの散布液量はピストルノズルがキリナシ3頭口よりも密植園では0.188l/m³、間伐園では0.166l/m³多かった。

2. 葉面への薬液付着

間伐園と密植園における葉面への薬液の付着状況を第3表に示した。ピストルノズルを用いた場合、葉表の薬液付着程度には両園間でほとんど差は認められなかったが、葉裏については密植園では0.5%の葉で薬液がまったく付着しておらず、付着程度1以下の割合が19.5%と間伐園よりも5.3%多かった。これに対し、付着程度3以上の割合は間伐園では密植園に比べて5.8%多くなった。一方、キリナシ3頭口を用いた場合には葉表、葉裏ともに間伐園と密植園の差はほとんどみられないが、わずかに密植園で付着率が高い傾向にあった。

散布ノズルについてみると、間伐園、密植園の違いにかかわらずピストルノズルがキリナシ3頭口にまさる付着状況を示した。これは特に葉裏で顕著で、キリナシ3頭口の場合は付着程度1以下の葉が50%近くを占めており、付着の悪さが目立った。

3. 散布者の薬剤被曝量および吸入量

間伐園と密植園における薬剤の推定全身付着量と推定吸入量を第4表に示した。人体の各部位別の推定付着量をピストルノズルを用いて散布した場合でみると、間伐園では腕部、背部、脚部で付着量が多く、密植園ではこれらの部位に加えて頭部で付着量が多くなった。両園での薬剤被曝量を比較すると、試験による違いはあるものの、間伐園では密植園の約40~60%と大幅に少なかった。薬剤の推定吸入量についても間伐園では密植園に比べて約20%と著しく少なかった。キリナシ3頭口の場合にはさらにこの傾向が顕著となり、

推定全身付着量で比較すると間伐園では密植園の約20%の被曝量であった。

次に散布ノズルについてみると、第5表に示すようにキリナシ3頭口を使用した場合、薬剤の推定全身付着量は間伐園ではピストルノズルの約10%、密植園でも約16%と著しく少なかった。薬剤の推定吸入量についても同様の傾向が認められ、キリナシ3頭口では密植園でピストルノズルの11%、間伐園でも29%と大幅に少なかった。

第3表 栽植状況と使用ノズルの違いが葉面への薬液付着に及ぼす影響

部 位	付 着 ^{a)} 程 度	付着程度別葉数割合(%)			
		ピストルノズル		キリナシ 3頭口	
		間伐園	密植園	間伐園	密植園
葉 表	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1	0.5	0.2	9.1	5.9
	2	10.5	13.9	18.4	15.6
	3	38.1	34.6	34.9	33.0
	4	50.9	51.3	37.6	45.5
葉 裏	0	0.0	0.5	4.0	3.4
	1	14.2	19.0	42.9	42.9
	2	29.5	30.1	22.7	18.0
	3	36.0	30.3	18.4	17.5
	4	20.3	20.1	12.0	18.2

a) 付着程度の基準 0：付着なし， 1：全体の5%以下の付着， 2：6～30%の付着， 3：31～70%の付着， 4：71%以上の付着

第4表 栽植状況の違いが散布者の薬剤被曝に及ぼす影響^{a)}

部 位	ピストルノズル(I) ^{b)}			ピストルノズル(II) ^{c)}			キリナシ3頭口		
	間伐園 (A)	密植園 (B)	A/B(%)	間伐園 (A)	密植園 (B)	A/B(%)	間伐園 (A)	密植園 (B)	A/B(%)
頭 部	16.1 ^{b)}	37.2	43	5.0	50.8	10	4.3	3.7	116
胸 部	11.8	24.1	49	9.9	10.5	94	2.5	2.5	100
右腕部	27.9	39.6	70	4.3	92.3	5	4.3	16.1	27
左腕部	16.7	21.1	79	12.4	47.1	26	1.9	5.9	32
右背部	27.9	42.1	66	31.6	40.1	76	1.9	8.1	23
左背部	10.5	21.1	50	44.6	52.6	85	1.9	14.2	13
右脚部	34.7	100.3	35	105.3	161.0	67	6.2	26.0	24
左脚部	90.4	104.0	87	81.7	307.1	27	5.0	44.6	11
推定全身 付着量	236.0	389.5	61	294.8	761.5	39	28.0	121.1	23
推 定 吸入量	—	—	—	0.04	0.37	19	0.02	0.04	50

a) 表中の数字は付着銅量 (μg)

b) 試験 I

c) 試験 II

第5表 使用ノズルの違いが散布者の薬剤被曝に及ぼす影響^{a)}

部 位	間 伐 園			間 伐 園		
	ピストル ノズル(A)	キリナシ 3頭口(B)	B/A(%)	ピストル ノズル(A)	キリナシ 3頭口(B)	B/A(%)
頭 部	5.0	4.3	88	50.8	3.7	7
胸 部	9.9	2.5	25	10.5	2.5	27
右腕部	4.3	4.3	100	92.3	16.1	10
左腕部	12.4	1.9	15	47.1	5.9	12
右背部	31.0	1.9	6	40.1	8.1	21
左背部	44.6	1.9	4	52.6	14.2	27
右脚部	105.3	6.2	6	161.0	26.0	16
左脚部	81.7	5.0	6	307.1	44.6	15
推定全身 付着量	294.2	28.0	10	761.2	121.1	16
推 定 吸入量	0.07	0.02	29	0.37	0.04	11

a) 表中の数字は付着銅量 (μg)

考 察

間伐園では密植園に比べて薬剤散布に要する時間と薬液量が明らかに少なく、作業効率、経済性の面で優れていた。これは間伐園では全体の樹容積が小さいこと、ホースの取り扱いが楽なこと、そのため散布作業に集中できることなどの要因がうまく組み合わさったためであると考えられる。さらに、間伐園では散布薬液量が少なかったにもかかわらず単位樹容積あたりの散布液量は密植園よりもわずかではあるが多く、葉面への薬液付着は概して密植園よりも良好で、各種病害虫に対する防除効果も高まるものと思われる。これに対して、密植園では散布薬量が多い割には付着面積率が低いことから、薬液付着量が防除効果を左右する黒点病などの雨媒伝染性病害の防除についての問題は少ないが、薬液の付着面積率に大きく左右されるミカンハダニをはじめとする害虫や空気伝染性の病害に対しては十分な効果が期待できないことが懸念される。このように間伐園では投下薬量が少なくすみ、さらに、日当たりや通風が良好なために病害虫の発生を抑制する環境条件にもなり、少(省)農薬栽培にも結び付くことが期待される。しかし、密植園と間伐園を比較した病害虫の発生状況や防除効果の違いに関する報告は少なく、今後の検討が望まれるところである。

次に、散布者の薬剤被曝量について調べたところ、間伐園における散布者の薬剤被曝量と薬剤吸入量は密植園の場合よりも大幅に少ないことが明らかになった。これは間伐園では樹間が広いために作業空間を十分にとることができることから樹体と散布者との接触が少なく、また、風向き等も考慮して散布できることによるものと思われる。これに対して通路がほとんど確保されていない密植園における散布作業では作業空間が狭いために薬液のドリフトを避けることが困難で、さらに、すでに散布した樹体へ散布者が接触するために生じる二次付着による薬剤の被曝が多くなり、ノズルやホースの取り扱いも不便である。このため、肉体的にも精神的にも散布者への負担が大きくなり、このことは快適な作業環境とは言い難く、労働衛生上からも種々の問題点を含んでいる。カンキツ類の栽植状況と散布者の薬剤被曝との関係についての報告は少ないが、吉田¹²⁾はポンカン園において、マンネブ水和剤を散布した場合の散布者の薬剤付着量(Z)と樹高(X)および樹間距離(Y)との多重回帰係数を求めた結果、散布者の薬剤付着量(Z)=1,231.6-41.5X-179.7

Yとなり、樹高よりも樹間距離が散布者の薬剤被曝に及ぼす影響の大きいことを指摘し、さらに、現地における実態調査の結果から、密植園よりも粗植園で散布者の薬剤付着量が少ないことを認めている。また、散布者の10aあたりの薬剤被曝量を作物間で比較した結果、果樹類、なかでもカンキツ類で最も多いこと¹²⁾が示されており、今後、密植園の間伐にあたってはこのような観点からの取り組みも必要であろう。

一方、散布ノズルの種類が異なる場合も散布作業に大きな影響を及ぼし、特に、散布者の薬剤被曝量の点で顕著であった。すなわち、ドリフトレスノズルであるキリナシ3頭口を使用することによって、ピストルノズルの場合に比べて薬剤の全身付着量と吸入量が著しく減少し、より快適で安全な散布作業が可能となった。このことは、間伐園と密植園の両者においてともに認められたが、特に、間伐園で顕著であり、間伐園でキリナシ3頭口を使用した場合には散布者の薬剤被曝量が極めて少なくなることが明らかとなった。これは作業空間が十分に確保されている間伐園ではドリフトが少なく、さらに、樹冠内に噴口を突っ込んで散布する必要がないというキリナシ3頭口の特長⁹⁾を十分に発揮できたためであると考えられる。キリナシ噴口の開発にあたっての最大の目的は散布者に対する薬液の飛散による付着を少なくすること⁹⁾であった。この点に関してはキリナシ噴口が他のノズルに比べてドリフトが極めて少ないことや散布幅が狭く遠達性にすぐれる⁹⁾ことから推察はされていたが、散布者の薬剤被曝について検討した報告はこれまでなかった。本研究の結果はキリナシ噴口が開発の目的にかなった極めてすぐれた製品であることを実際の散布作業の面で初めて示したものである。なお、他の作物ではキャベツ、コンニャクに対して、低飛散型ノズルを使用した場合に慣行ノズルに比べて薬剤の全身付着量が著しく減少すること²⁾が報告されている。

なお、防除衣を着用して薬剤散布を行う場合には、人体へ直接薬剤が付着する可能性は低い。しかし、防除衣の表面から薬剤が浸透し、あるいは防除衣の袖口、襟口などの開口部から薬剤が入り込み、薬剤が皮膚に接触すること^{4,5)}が報告されている。このため、種々の手段を講じて薬剤の被曝量を減らすことは安全な散布作業を行う上で大きな意義があると思われる。

ところで、キリナシ3頭口を用いた場合には葉面への薬液付着はピストルノズルに比べてやや不良であった。これは供試したノズル間の散布薬液量の違いによって生じたものと思われ、1樹当たりの散布量を同じにした場合のディスクノズル（慣行ノズル）装着タテ2頭口との比較試験では同等の付着程度を示している⁹⁾。また、今回は薬液の付着程度を面積率で調査していることもキリナシ3頭口で付着程度が低く評価された要因の一つになっていると考えられる。しかし、今回の試験の約320l/10aという散布液量を考慮すると、雨媒伝染性病害の防除には十分な効果を上げ得ると思われる。今後は各種病害虫に対する実際の防除効果について、各ノズル間の比較検討が必要と考える。また、キリナシノズルはピストルノズルに比べて密植園では散布液量が少ないにもかかわらず、散布に要する時間はほぼ同じことから、作業性にやや難があるようで、さらに作業性を向上させるための手段、例えばノズル竿の長さやコックの位置等についても検討する必要があると思われる。

薬剤散布は各種管理作業のなかでも最も嫌われている作業である。薬剤散布を楽に行おうとすればS.S（スピードスプレーヤ）や風筒式防除機の導入、スプリンクラーの設置などが有効ではあるが、園地改造による作業道の設置や大規模な工事を必要とすることもあって早急な対応は困難である。このため、カンキツ園では手散布は今後も防除作業の中で大きな位置を占めることになる。この手散布をできるだけ効率よく、そして快適な作業にするために本研究の意義は大きいと思われる。

謝辞：本研究を行うにあたり試験園を快く提供され、試験にご協力いただいた太良町大浦大家和博氏、付着薬剤の分析を快く行っていただいた九州三共株式会社研究部佐々木智幸氏、試験の遂行に多大のご助力をいただいた佐賀県藤津農業改良普及所今泉哲文氏（現在、佐賀県西松浦農業改良普及センター次長）、野中美穂

子氏（現在、佐賀県佐城農業改良普及センター）、佐賀県果樹試験場病害虫研究室福本久子氏（現在、佐賀県中部家畜保健衛生所）、平尾由美子嬢に厚く御礼申し上げます。また、本稿の御校閲を賜った佐賀大学名誉教授野中福次博士、文献の収集に御協力いただいた元農村生活総合研究センター吉田政雄博士に深く感謝の意を表す。

摘 要

1. 温州ミカン園の栽植状況と薬剤散布ノズルの違いが散布者の薬剤被曝と葉面への薬剤付着に及ぼす影響について検討した。
2. 間伐園では密植園に比べて10aあたりの薬剤散布所要時間が13～29分短縮され、また、散布液量は密植園の約70～80%と少なかったが、単位樹容積あたりの散布液量は両園でほぼ同等～間伐園でやや多い傾向にあった。
3. 葉面における薬液の付着は慣行のピストルノズルがドリフトレスノズルのキリナシ3頭口よりも良好であった。ピストルノズルを用いた場合の薬液の付着は密植園よりも間伐園で良好であった。
4. 間伐園での散布時における薬剤の推定全身付着量は密植園の23～60%に減少し、薬剤吸入量も19～50%に低下した。
5. 慣行のピストルノズルに比べてドリフトレスノズルのキリナシ3頭口を用いることによって、薬剤の推定全身付着量が間伐園では慣行ノズルの約10%、密植園でも約16%と大幅に減少した。
6. 以上のように密植園では間伐を行うことによって、また、散布ノズルにはドリフトレスノズルを使用することによって、これまでよりも効率的で、さらに、より快適な薬剤散布作業を行えることが示された。

引 用 文 献

- 1) 朝日初葉. 1991. みかん密植栽培における労働負担とその効率化に関する実験研究. 平成2年度農家生活改善技術実験研究報告書（佐賀県）：1-20.
- 2) 堀口数子・宮原克祐. 1993. 散布ノズルの違いによる農薬の人体及び葉面付着. 群馬農業研究 A総合10：47-57.
- 3) 石田善一. 1971. 結果期を迎えたミカンの計画的密植園の管理. 果実日本 26(4)：26-34.
- 4) 河合正計・吉田政雄・古山公英・金子芳洋. 1986. りんごにおけるダイアジノン散布における散布者のばく露について. 日本公衆衛生雑誌 33：173-183.
- 5) 河合正計・吉田政雄・古山公英・金子芳洋. 1986. りんご園におけるフェニトロチオン散布時の散布者のばく露について. 日本農村医学会雑誌 35：101-110.
- 6) 小野祐幸. 1994. 光合成効率の向上と収量構成要因. 昭和59年度園芸学会秋季大会シンポジウム講演要旨：1-12.
- 7) 労働省安全衛生部労働衛生課編. 1974. 9の法則. 衛生管理 pp.50. 中央労働災害防止協会, 東京.
- 8) 佐賀県農林部園芸課. 1991. 果樹の栽培面積と生産の目標. 佐賀県果樹農業振興計画書 pp. 8.
- 9) 貞松光男・緒方和裕. 1982. ドリフトの少ないノズル“キリナシ噴口”の性能について. 九州病害虫研究会報 28：97-99.
- 10) 筒井淳平. 1975. ハウス農業従事者における健康障害について. 日本農村医学会雑誌 23：566-567.
- 11) 吉田政雄・米村純一. 1982. 農薬散布作業における保護マスクの研究. 農作業研究 46：16-22.
- 12) 吉田政雄. 1994. 農薬散布作業における農薬の曝露の評価の研究. 農薬の慢性毒性の評価に関する総合研究（平成5年度科学研究費補助金（総合研究A）研究成果報告書）：12-24.