

宮原佳彦（（独）農業・食品産業技術研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター）

はじめに

農作物の病虫害防除を行う上で農薬は欠かせない資材であるが、散布ほ場とその周辺に対する環境負荷を最小限に止めることも同時に求められている。さらに、平成 18（2006）年から実施されている農薬残留基準に関するポジティブリスト制の下では、散布対象ほ場に近接して栽培される別の農作物に対して、農薬の飛散（すなわち、ドリフト）による農薬の付着により、その作物での農薬残留基準値超過発生のリスクを回避する措置が必要となっている。

このような状況を踏まえ、防除機、特に、農薬散布機においては、近年、ドリフト防止対策に関連する技術開発や試験研究が進められ、新たな機能をもった農薬散布機用の機器が次々と実用化されている。そこで、本稿では、農薬散布機の現状と近年実用化されたドリフト低減効果の高い農薬散布機を紹介するとともに、農薬散布機に関する今後の展望について私見を述べたい。

1. 我が国における主な農薬散布機

現在、我が国で使用されている農薬散布機（一般には「防除機」と呼ばれることが多い）を、散布する薬剤の剤型や作業方法等に基づいて分類してみると、Table 1 のとおりとなる。これを見ると、現在使用されている各種の農薬散布機には非常に多くの種類があり、様々な農薬の剤型ごとにそれぞれ対応したもの、また、作業方法毎に多様な構造や仕様をもったものが存在している事がわかる。

ここで、Table 1 の中から、特に代表的な散布機とこれを使用した農薬散布作業の例を Fig. 1 に示す。

このように、現在、我が国で農薬散布を行うための散布機器は極めて多種多様なものがある。これは、Table 1 に示すとおり、農薬の剤型がそもそも多様であり、物性等も多様であるため、その散布に使用する散布機器も必然的に構造や仕様が多様化していることが理由と考えられる。また、特に機種が豊富な液剤散布機では、散布対象となる作物が多種多様であり、栽培様式、ほ場条件、作業形態、あるいは、作付け規模等が様々であり、それぞれの条件で効率的な作業に対応するために多様化したものと考えられる。

Recent Situation and Future Prospects of Pesticide Application Equipment in Japan

Sumihiko Miyahara (Institute of Agricultural Machinery, BRAIN-NARO)

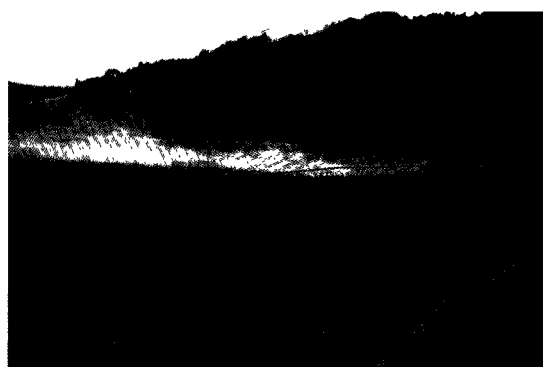
Sprayers, dusters, and granule applicators are major ground application equipments in Japan. Several kinds of drift reduction type new sprayers were developed and commercialized in recent years. The features and effects of these sprayers were described in this presentation.

Table1 Main application equipment in Japan

Formulation	Working style / Situation	Application equipment
Ground Application		
Liquid	Walking	Manual sprayer (knapsack type, etc.), Power sprayer (knapsack type, portable, self-propelled)
	Riding	Boom sprayer (tractor mounted, self-propelled), Air blast sprayer
	in Orchard	Sprinkler
	in Green house	Power sprayer (portable, self-propelled/motor driven), Cold fogger
	by RC helicopter	Low volume sprayer unit
Granule	Walking	Manual applicator (hanging type, knapsack type) Power applicator (knapsack type, self-propelled)
	Riding	Power applicator (self-propelled / boom type blow head) Rice transplanter attachment type applicator unit
	by RC helicopter	Granule applicator unit
Dust	Walking	Manual duster (hanging type, knapsack type) Power duster (knapsack type, tractor mounted)
Smoke	in Green house	Smoking machine
Aerial Application		
Liquid	by Manned helicopter	Low / Ultra-low volume sprayer unit
Granule	by Manned helicopter	Granule applicator unit



Power sprayer with levee nozzle
(Paddy field, application rate: 100L/10a)



Power duster with boom type blow head
(Paddy field, application rate: 3kg/10a)



Boom sprayer / tractor mounted type
(Cabbage, application. rate: 200L/10a)



Air blast sprayer
(Dwarfed apple, application rate: 400L/10a)

Fig.1 Typical application works by main application equipment in Japan

2. 我が国における農薬散布機の現状と課題

1) 我が国における農薬散布機の生産状況

我が国の主な農業機械生産状況から見ると、乗用トラクタの年間出荷台数は4.3～4.8万台、歩行型トラクタ（耕うん機、歩行型管理機などを含む）は14～16万台、乗用田植機2.6～2.9万台、自脱コンバイン2.0～2.3万台となっている。ここで、動力噴霧機は年間11～13万台程度出荷されており、歩行型トラクタに次いで出荷台数の多い農機である。また、動力散粉機（散粒機を含む）も年間3万台程度出荷されている。主な農機は1970～80年代を出荷のピークとして年々減少傾向にあるが、動力散布機は、ここ数年3万台前後で推移している。なお、動力噴霧機のうち、スピードスプレーヤ（以下、SS）およびブームスプレーヤを合わせた走行式動力噴霧機は、ここ数年は、2,500台前後で推移している。

2) 我が国の農薬散布機の特徴と課題

我が国の農薬散布機で最も大きな特徴は、液剤散布の主体が多量散布であることにある。多量散布は、薬剤成分濃度が比較的低い散布液を用いて、作物体表面全体に薬液を満遍なく付着させる技術であり、防除効果と作業者への安全性に配慮した技術といえる。特に、手散布では、作業者が自らの手で散布器具（手持ノズル等）を操作して作業できるため、対象作物やほ場条件に対応しながら、必要量の薬剤を付着しようとする場合に有効と考えられる。しかし、手散布では作物の栽培面積が大規模になると作業能率的に限界があり、労働負担も過大となるため、規模拡大や栽培作物の多様化等に対応するために、畑作におけるブームスプレーヤや果樹におけるSSのような作業能率や省力性の高い走行式の大型散布機が必要となる。

すでに大規模な畑作が一般的である欧米諸国では、ブームスプレーヤでの少量散布が定着している。少量散布は、地上散布においても、高能率で省力的であり、また稼働面積の拡大や低コスト化が可能となるなど、大規模経営に適した散布技術である。

我が国でも北海道等の大規模な水稲作地域では、乗用管理機（立毛中の水田内を走行作業する乗用車両）に搭載する方式の少量散布（散布量 25L/10a）が可能な速度連動式噴霧装置を装備したブームスプレーヤが普及しており、少量散布の利点を活かした高能率な作業が行われている。また、畑作では、テンサイや小麦等に登録されている少量散布用農薬については、トラクタ搭載式ブームスプレーヤに少量散布用ノズルを装着して散布が可能となっている。しかし、経営規模拡大が進んでいる大規模畑作地域では、農薬散布作業のさらなる効率化、省力化が必要となっており、多くの作物に対して多様な薬剤の少量散布ができるよう強い要望がある。

さらに、平成18年5月からポジティブリスト制が施行されているが、次項で述べるとおり、我が国の慣行の噴霧機、ブームスプレーヤあるいはSSのノズルの噴霧粒径や圧力から見て、本質的にドリフト発生リスクが高く、ドリフト防止や低減に関する何らかの対策がとられない場合は、近接した他作物等へのドリフトを起因とした残留基準値の超過が発生

する可能性を無視できないと考えられる。このため、ドリフトの防止、抑制及び低減のための作業計画や方法等による対策が課題となっている。

4. 最近の農薬散布機の開発状況

1) ドリフト低減のための対策と技術開発

ポジティブリスト制の施行を前に、(社)日本植物防疫協会では、公立試験研究機関、防除機メーカー等と協力して、農薬散布作業に関する実態調査を行い、大型の散布機であり、作業の能率が高いとされるブームスプレーヤや SS において、ドリフト発生リスクが高いことを確認した。さらに、同協会では、それらの結果を踏まえて、関連機関、メーカー等と協力して、作物の特徴や栽培様式、作業方法、ほ場条件（風速、風向等）、あるいは、使用する散布器具等について、ドリフトを低減するための技術や方法、注意すべき事項等について検討を進めた。その結果は、「地上防除ドリフト対策マニュアル」1)として取りまとめられ、各方面に配布されたことから、生産現場におけるドリフト低減対策の確立に大いに寄与した。

さらに、その後も引き続きドリフト対策に関する試験研究が進められ、後述する様な各種のドリフト低減効果を有する散布機・機器が開発、実用化されたことを受け、同境界では、前記のマニュアルの内容を改訂、加筆して、「農薬飛散対策技術マニュアル」2)を取りまとめている。このような努力により、ドリフト防止・低減対策が生産現場へ浸透し、その結果、ドリフトによる危被害や経済的な喪失等の問題が深刻化する事無く今日を迎えているものと考えられる。しかしながら、これまで述べて来たように、既存の散布機の使用が続けられる限りは、ドリフト発生リスクの本質的な低減は難しいと考えられることから、生研センターでは、防除機メーカーと共同して、ドリフト低減を重視した新たな散布機の開発に取り組んでいる。そこで、次項からは近年開発されたドリフト低減タイプの散布機器を紹介する。

2) ブームスプレーヤ用ドリフト低減型ノズル

これまでの研究によれば、ドリフトの発生要因としては、散布された薬剤粒子の大きさ、すなわち「粒子径」が小さいことが最も影響が大きいことが示されている 3)。そこで、ドリフト低減対策として最も効果的と考えられるのは、ドリフトしにくい粒子径の大きな粒子、すなわち粗大粒子として薬剤を散布することである。

Fig. 2 には、キャベツの露地栽培等で使用されている既存のブームスプレーヤ（トラクタ搭載式）による散布状況の一例を示す。



Fig.2 Spraying by conventional nozzles for boom sprayer
(Hollow cone type spray pattern, application rate:200L/10a)

ここで使用されているブームスプレーヤは、前述のように、ドリフト発生リスクが高い散布機の一つである。このブームスプレーヤが薬液を噴霧する部分には慣行ノズルが用いられており、そこから発生する噴霧粒子の平均粒子径は $60\text{--}80\ \mu\text{m}$ 程度で、非常に細かく、Fig. 2 から観察されるようにドリフト発生リスクが高いことが分かる。

そこで、独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター（以下、生研センター）では、散布機およびノズルメーカーと共同で、既存の国産ブームスプレーヤに装着可能な仕様で、慣行ノズルを用いた場合に比べてドリフトの程度を $1/10$ 程度に抑制可能なドリフト低減型ノズル 2 種（Fig. 3）を開発した 4）。



Single head type
(DL-1 nozzle: flat spray pattern)

Twin head type
(DL-2 nozzle: flat spray pattern)

Fig.3 Drift reduction type nozzles for boom sprayer

同ノズルの 1 頭口タイプは、噴霧粒径がやや大きい（平均 $300\ \mu\text{m}$ 程度）扇形の噴霧を発生する仕様（前後方向の噴霧角度を小さくし、ドリフト低減性能を重視）、2 頭口タイプは、ブーム前方と後方の 2 方向それぞれに異なる粒径（平均 350 と $250\ \mu\text{m}$ ）の扇形噴霧を発生する仕様（噴霧角度を拡大し、作物体への付着性能を重視）である。両ノズルは、Fig. 4 に示すとおり、いずれも慣行ノズルに比べてドリフトを $1/10$ 以下に抑制可能な性能を有していることが確認され、また、全国各地で実施された防除効果試験により、水稻、畑作物、野菜等に対して、慣行ノズルと同じ条件で使用しても、概ね同程度の効果が得られる

ことが確認された。これを踏まえて、平成 18 (2006) 年に 1 頭口タイプが、平成 21 (2009) 年には、2 頭口タイプがそれぞれ市販化され、北海道の畑作地域等を中心に、合計 40 万個程度出荷されており、普及が進んでいる。

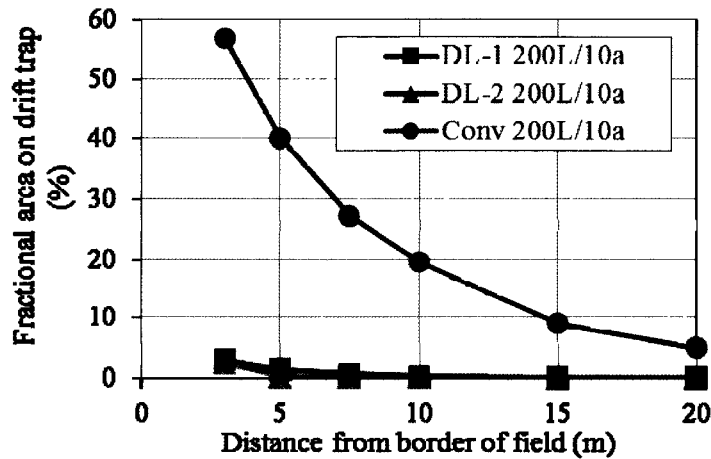


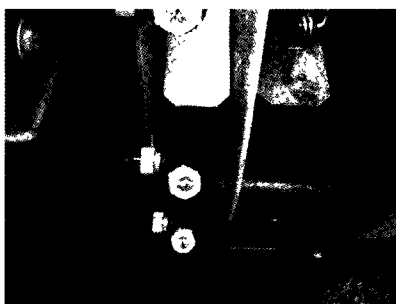
Fig.4 A result of drift reduction test for boom sprayer nozzles

3) ドリフト低減効果の高い果樹用防除機

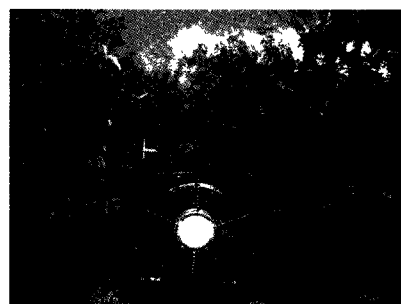
スピードスプレーヤ (以下、SS) は、リンゴやナシ等の果樹園で広く使用されている、大型で高能率な乗用散布機である。SS の特徴は、機体後方に装備された大型送風機の風で放射状に配列されたノズルからの噴霧を機体左右および上方向の樹枝に噴霧を吹き付ける散布装置を搭載していることである。慣行のSS に用いられているノズルは、慣行のブームスプレーヤ用ノズルと同じく、比較的粒径の細かい、中空円錐形の噴霧を発生するノズルである。このため、リンゴ樹等の樹冠内の隅々まで薬液を付着させる性能を有する反面、広範囲に噴霧粒子を放出することから、ドリフト発生リスクが大きい散布機である。

そこで、生研センターでは、防除機メーカーとの共同で、ドリフトを抑制する送風制御機構とドリフトを低減する効果の高いノズルを搭載した新たな果樹用防除機の開発を行った 5)。

Fig. 5 は、リンゴ等の立木果樹用のSS をベース機とし、搭載送風機の送風の方向と強さを、機体左右で別々に調節できる機構を搭載した新たな立木用防除機である。



Blowing control system and drift reduction type nozzles



Drift reduction type air blast sprayer

Fig.5 New developed drift reduction type air blast sprayer and nozzles

同機は、ドリフトが発生し易い園地境界付近での散布において、園地外へのドリフトを大幅に低減する事が可能である。さらに、同機には、比較的粒径が大きく、扇形の噴霧を発生するノズルを標準で装備している。同ノズルは、慣行SSに装着しても使用可能な仕様である 6)。

開発機は、リンゴ園におけるほ場試験を実施した結果、Table 2 に示すとおり、慣行SSに比べて、大幅なドリフト低減効果を有していることが確認された。さらに、複数のリンゴ園において、数年にわたる周年防除試験を実施した結果、通常の防除に利用する上で十分実用的な性能を有することが確認された。

Table2 Drift reduction test results for developed air blast sprayer

Distance from border of field (m)	Amount of spray chemical on drift trap (ppm) ¹⁾	
	Developed sprayer	Conventional sprayer
10	< 0.01	0.35
15	< 0.01	0.14
20	< 0.01	0.08
25	< 0.01	< 0.01

Note 1) Crop tested: “Komatsuna”, Chemical tested: insecticide (trade name: “Dasuban”)

2) Wind speed: 1m/s, Direction: favorable wind, limit of detection: 0.01ppm

3) Place: Fukushima Agricultural Technology Center, Tested fruit: Apple (interval of tree rows: 4.5m, interval of trees: 3m, tree height: 4m, variety: “Fuji”)

4) Condition: Application rate: 400L/10a

また、前記立木用防除機の開発に引続き、Fig. 6 のようなナシ等の棚栽培用に新たな機構を備えた防除機の開発を行った。この防除機は、ナシ等の棚栽培で使用される現行の小型SSをベース機とし、新たに開発されたブーム状の散布装置を搭載している。この装置は、ブーム状の散布装置から、上方向に噴霧するノズルが装備されており、棚面の樹枝に対して近接して効率的に薬液を噴霧する機構である。この機構のため、慣行SSよりも少ない風量で同等の付着性能が得られ、ドリフトも大幅に低減する性能を有している。同機も前記立木用防除機と同じく、ドリフト低減効果試験および複数年の防除試験等を実施し、実用的な性能を有することを確認している 5)。

以上の開発機およびノズルは、防除機メーカーにおいて平成 24 年度から市販化され、今後の普及が大いに期待されている。



Fig.6 New developed drift reduction type air blast sprayer for trellis fruit

おわりに

ポジティブリスト制度施行後、現在に至るまで、当初懸念されたようなドリフトを起因とする農作物生産現場における深刻な問題などは顕在化してはいない。この事は、生産者ならびに防除関係各方面の多大なる努力によるものと考えられ、散布機開発に関わる者としては、これまで尽力された方々に深く敬意を表す次第である。

しかしながら、農作物生産は引き続き続けられ、農薬の使用も今後とも繰り返される訳であり、その現場においては、安全性とともに環境負荷低減やドリフト防止への配慮が継続して必要であることは言うまでもない。したがって、これまで緊急の対策や研究開発の成果として見出された技術も、現場に定着してこそ本当の成果といえる。その点では、未だ多くの課題が残されているともいえるが、この状況をむしろ技術革新の好機と捉えれば、新たな散布技術への転換へと進むことも可能であろう。今後、各方面での取り組みが実を結び、より大きな進歩が農業現場にもたらされることに期待したい。

【参考文献】

- 1) 日本植物防疫協会：地上防除ドリフト対策マニュアル、
<http://www.jppa.or.jp/doriftmanual.pdf> (2006)
- 2) 日本植物防疫協会：農薬飛散対策技術マニュアル、平成 21 年度 IPM 技術評価基準策定・情報提供委託事業／周辺作物飛散影響防止対策基準策定事業報告書
http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/gaicyu/g_nouyaku/manual/index.html (2010)
- 3) 斎藤武司：施用法（航空防除等）からの農薬環境負荷軽減対策、第 22 回農薬製剤・施用法シンポジウム講演要旨、農薬製剤・施用法委員会（日本農薬学会）、41-63（2002）
- 4) 宮原佳彦・他：環境保全型汎用薬液散布装置の開発、平成 19 年度生研センター研究報告会資料、生研センター、29-39（2008）
- 5) 太田智彦・他：果樹用農薬飛散制御型防除機の開発、平成 22 年度生研センター研究報告会資料、生研センター、37-45（2011）
- 6) 水上智道・他：スピードスプレーヤ用ドリフト低減型ノズルの開発、平成 21 年度生研センター研究報告会資料、生研センター、33-43（2010）