

トピックス

畑作等への地上液剤少量散布技術の展開

日本植物防疫協会
JA 全農
生研機構

ふじ
藤
こん
近
みや
宮

た
田
どう
藤
はら
原

とし
俊
とし
俊
すみ
佳

かず
一
お
夫
ひこ
彦

はじめに

畑作中心の欧米においては、経営規模が大きい等の背景から、早くから農薬散布の効率性が追求されてきた。近年では環境保全の側面も加わり、散布機や散布ノズルにも著しい進歩が見られるようになっている。その結果、現在では少量散布がひろく行われるようになっている（ANDERSEN, 2000；PEARSON, 2000）。我が国でもかつて微量散布などが一部でさかんに検討された時期があったが、実用化には至らなかった。最近 20 年間を見る限り、我が国の畑用地上散布技術には大きな進展は見られていない。しかしながら、近年の農業事情の変化を背景とし、我が国でもより効率的で環境調和にも資する散布技術が求められるようになってきた。とりわけ北海道のように経営規模拡大がすすむ地域では、少量散布の実現が切実な要望となっている。農業による環境負荷の実態については不明な点が多いが、散布ロスを減らすことが対策の基本であり、この点でも少量散布は有望な技術である。こうした背景から、JA 全農・日植防・生研機構は、北海道等の協力を得ながら、ブームスプレーヤを用いた畑作等への少量散布技術の検討をすすめてきた。本稿では、実用化が間近い本技術の開発経過と今後の展開方向について紹介する。

I 我が国のブームスプレーヤ散布の特徴と問題点

我が国の散布技術の特徴は、多量の水を用いたいわゆる多量散布という点にある。この技術の原理は、大量の細かい噴霧粒子によって作物体を包み込み、大きな附着面積を得ようとするところにある。手散布においては、目標にかなり正確に散布できるところからあまり不都合はないが、畑作等でよく利用されているブームスプレーヤによる機械散布の場合に欧米との差異が際だっており（表-1）、散布量ばかりでなく散布圧力、噴霧粒径が大きく異なっているのが理解できる。

こうした我が国のブームスプレーヤ散布の問題点として、まず非効率であることがあげられる。ブームスプレーヤは大面積を効率的に散布するために開発された防除機であるが、多量散布を前提にする限り、1 回の散布で大面積に対応するために大型化が避けられず、給水だけでも大変な作業となるほか、散布に時間がかかりすぎる等問題が多い。つぎに、多量散布はロスが大きいという問題があり、このことはコストや環境負荷の観点からも重要な問題である。北海道以外の地域では総じて散布量が手散布並となっているが、これは十分な検討を経て決定されたものではないと思われる。筆者らは、ブームスプレーヤで散布すると手散布よりも均一に散布でき、そ

表-1 我が国と欧米におけるブームスプレーヤ散布技術の比較

項目	我が国	欧米
ブーム長	6～20 m	20 m 以上が主体
散布速度	低速（1～3 km/時）主体	高速（6 km/時前後）主体
散布圧力	高圧（1.0～2.0 MPa）	低圧（0.1～0.5 MPa）
散布量*	多量散布（100～300 l/10 a）	少量散布（10～50 l/10 a）主体
ノズル間隔	30 cm	50 cm 以上が主体
噴霧粒径*	細かい（平均 70～90 μm）	粗い（平均 120～200 μm 以上）
ドリフト対策*	ほとんど講じられていない	噴霧粒径規制、エアアシスト等

* 殺菌剤・殺虫剤の散布の場合。

の結果散布量を少なくすることができると考えている。さらに、噴霧粒子が非常に細かくドリフトが発生しやすい点も、作業者や環境安全の観点から見ると問題である(田代ら, 2000)。欧米においても、我が国に類似した散布法から出発し、様々な検討を経て現在のような方法に進化してきたと聞く。したがって、新たな散布技術を構築するためには、我が国で長らく手つかずのままであったこれらの諸課題をひろく検討していく必要があると考えられた。

II ブームスプレーヤにおける減量散布と少量散布

前述のように、ブームスプレーヤでは手散布よりも少ない散布量で効果が得られることは、すでに一部では知られてきた。北海道が 100 l/10 a 散布を標準として指導しているのはこうした経験を踏まえてのことであるが、最近では農薬濃度を変えずにより少ない散布量での検討(北海道では減量散布とよんでいる)もすすめられている。このように、慣行濃度の範囲でも農薬や作物・病害虫によっては、従来よりも少ない散布量でも効果を維持できる可能性が示されている(慣行濃度ベースの少量散布を本稿でも以下、便宜的に減量散布と表記する)。

減量散布では、散布水量の低減はそのまま有効成分量の低減になるが、より高い効率性や安定した効果を期待するためには、必要な有効成分量を維持しながら散布水量を減らしていく方法が必要になる。筆者らのグループが水稻において確立した 25 l/10 a の少量散布はこの考

え方に立つものである。この方法では、従来の慣行濃度よりも約 3 倍濃い濃度を標準としている(例: 1,000 倍 → 300 倍)が、この程度の濃度ならば取り扱い上の問題(作業者安全、目づまり等)はほとんど生じないため、畑作物での検討もこれを参考とした。また、過去の断片的な検討から、畑作物で十分な効果を得るためにはある程度の水量が必要で、その最低水量は 25 l/10 a 程度と考えられたこと、および後述するような機械性能上の制約等を総合的に勘案し、畑作等少量散布技術開発における目標散布量を 25~50 l/10 a とした。上限を 50 l/10 a としたのは、少量散布の定義が 0.6~50 l/10 a (農業科学用語辞典による)とされていること、及び減量散布との区別を明確にするためである。

III 少量散布に適したノズルの開発

ブームスプレーヤによる散布量は、ノズル流量(噴霧量)、ノズル取付間隔及び散布速度によって決定される。仮に慣行のブームスプレーヤをそのままの状態で少量散布を行おうとすると、現状の数倍の速度で走行しなくてはならないが、これは不可能である。とはいえ、既存の畑作ブームスプレーヤでも利用できることが望ましい。このため、既存のブームスプレーヤでも少量散布が可能な吐出性能を有するノズルが不可欠となる。宮原(2000)は、少量散布に必要なノズルの要件として、高圧対応、低流量、低ドリフト、優れた付着特性をあげているが、これらを満たす製品は現存しないことから、生

表-2 畑作物等における減量散布と少量散布の概念

分類	濃度	散布量	特徴
減量散布	慣行の範囲	慣行よりも低減 例 1 : 200 → 100 l/10 a 例 2 : 100 → 80 l/10 a	新たな登録対応は必要ないが、作業効率向上に限界があり、100 l/10 a 以下では有効成分量不足に陥る危険もあり。
少量散布	慣行の数倍以下	25~50 l/10 a	新たな登録対応必要だが、減量散布に比べて作業効率・効果面で有利

注) 減量散布は仮称、少量散布の定義には濃度の概念は本来含まれない。

表-3 新しく開発された少量散布ノズルの特性

(生研機構による測定結果)

ノズル	噴霧 形状	圧力 (MPa)	流量 (l/分)	平均粒径 (μm)	微細粒子割合 (%)*	取付間隔 (cm)	目標散布量 (l/10 a)	散布速度 (m/秒)
新少量 a	扇形	1.0	0.40	118	35	30	50	0.45
							25	0.89
新少量 b	扇形	1.0	0.49	131	21	30	50	0.55
慣行*2	扇形	1.5	0.80	66	88	30	100	0.44

* 100 μm 以下の粒子発生割合、*2 代表的な慣行ノズル NND 5 の特性を参考表示。

研機構と日植防はヤマホ工業(株)の協力を得て新しいノズルの開発をすすめることとした。

ところが高圧条件下の低流量化には一定の限界があり、また高圧条件では必然的に微細な噴霧粒子になるところから、開発には新しい設計概念を取り入れる必要があった。数次にわたる検討の結果、これらの要件をほぼ満たす新しいノズルが完成し、現在すすめられている各種試験に供されている。その特性を表-3に示す。前後して実施したドリフト試験結果から、平均粒径が120 μm 程度のノズルでは、慣行ノズルに対してドリフトは極めて少なくなることが明らかになっている。なお、表には掲げていないが、併せて開発された高流量タイプのものは、ドリフトを低減した慣行散布用ノズルとして有望である。

IV 付着特性と効果

ノズルの開発と並行して様々な圃場試験を実施した

が、表-4に散布法別の付着特性調査結果の一例を示す。表ではいねいな手散布が最も高い付着を示しているが、実際に効果試験を実施してみると付着量の差ほどの効果差はない(表-5、表-6参照)。また、ブームスプレーや散布間の補正付着量比で見ると、散布量が少ないほうがむしろ効率が高いことが分かる。感水紙を用いて詳しく観察してみると、50 l/10 aを超えると葉面からの滴り落ちが始まり、100 l/10 aを超えるとそれが顕著であった。作物や繁茂状態によっても異なるであろうし、滴り落ちが出るほど散布しないと、到達しにくい部位に付着しないという事情もあるので、一概にはいえないが、ブームスプレーによる散布ロスという観点から見た場合は、多量散布ほど無駄が大きくなるといえる。

こうした散布法別の効果の検討を重ねた結果、おしなべて50 l/10 a散布(濃度は慣行の2倍程度)では作物によらず効果はかなり安定するが、25 l/10 a散布(濃度は慣行の3倍程度)では効果が力不足になりやすい傾

表-4 慣行散布と少量散布の付着量の比較^{a)}

(日植防研 2001, 全農委託試験)

濃度	散布量 (l/10 a)	散布機器 (ノズルタイプ)	投下成分比 ^{b)}	付着量比 ^{c)}	補正付着量比 ^{d)}
1,000 倍	200	手散布	100	100	—
1,000 倍	200	ブーム (扇形)	100	57	1.00
1,000 倍	200	ブーム (中空円錐形)	100	53	0.92
500 倍	100	ブーム (扇形)	100	72	1.26
250 倍	50	ブーム (扇形)	100	80	1.40
1,000 倍	100	ブーム (中空円錐形)	50	42	1.47
500 倍	50	ブーム (扇形)	50	49	1.72
250 倍	25	ブーム (扇形)	50	38	1.33

^{a)} コマツナに対するダイアジノン水和剤の調査結果、^{b)} 1,000 倍 200 l/10 a の投下成分量を 100 として表示、^{c)} 散布直後の付着量分析結果から、手散布区を 100 として表示、^{d)} ブーム (扇形) 200 l/10 a 区を 1 とした場合の付着量比。投下成分比が 50 の場合は 2 倍して補正した。

表-5 ジャガイモ疫病に対するフルアジナム水和剤の効果

(日植防研 2001, 全農委託試験)

濃度	散布量 (l/10 a)	ノズル	圧力 (MPa)	7 日おき 3 回散布				14 日おき 2 回散布	
				甚発生条件		中発生条件		多発生条件	
				発病度	防除価	発病度	防除価	発病度	防除価
500 倍	25	新少量	1	4.4	94.7	0.6	98.3	11.3	82.3
500 倍	25	XR-8001	0.3	6.3	92.5	0.6	98.3	14.4	77.4
1,000 倍	50	新少量	1	8.1	90.3	1.9	94.8	11.9	81.3
1,000 倍	50	XR-8001	0.3	11.9	85.8	1.3	96.4	20.0	68.7
2,000 倍	100	NND 5	1.5	8.1	90.3	1.3	96.4	8.1	87.3
2,000 倍	200	NND 5	1.5	4.4	94.7	1.3	96.4	13.1	79.5
	無散布			83.8		36.3		63.8	

最終散布 7 日後の調査結果。いずれも薬害は見られていない。

表-6 キャベツのハスモンヨトウに対するテフルベンズロン乳剤の効果
(日植防研 2000, 全農委託試験)

濃度	散布量 (l/10 a)	ノズル	圧力 (MPa)	10 株当たり寄生虫数			補正密度指数	
				散布前日	7 日後	14 日後	7 日後	14 日後
500 倍	25	改良 NND 7	1	192.0	23.0	15.0	11.5	9.4
500 倍	25	XR-8001	0.3	229.5	80.0	26.0	33.4	13.6
1,000 倍	50	改良 NND 7	1	189.0	52.5	13.0	26.6	8.2
1,000 倍	50	XR-8001	0.3	137.0	64.0	18.5	44.8	16.2
2,000 倍	100	NND 5	1.5	180.5	28.0	6.5	14.9	4.3
2,000 倍	200	NND 5	1.5	139.5	8.5	0.5	5.8	0.4
2,000 倍	150	手散布	<0.5	189.5	7.0	6.0	3.5	3.8
	無散布			194.0	202.5	162.0	100	100

結球期に 2 齢幼虫を外葉の裏面に接種。数値は 2 連の平均。いずれも被害なし。

表-7 少量散布の最近の検討状況

作物	場所	検討状況
テンサイ	北海道	慣行の 3 倍濃度 25 l/10 a で褐斑病・ヨトウムシへの検討。 登録対応試験進行中。北海道では減量散布等の検討も実施。
コムギ	北海道 日植防研	各種病害虫に対して 3 年間の基礎検討を実施。 慣行の 3 倍濃度 25 l/10 a で実用の可能性あり。
ジャガイモ	日植防研	疫病について 3 年間検討。慣行の 2~3 倍濃度 25~50 l/10 a で実用の可能性あり。 北海道でも検討事例あり。
キャベツ	日植防研 群馬ほか	アブラムシ、鱗翅目害虫を中心に各種条件での検討を 4 年以上実施。少量散布の可 能性あり。北海道でも減量散布の検討事例あり。

向が見られている。

これらの解析のために、作物に感水紙を貼り付けて付着状況を調査してみると、少水量になるほど噴霧液が直接当たらない部分への到達性が低下することが主因と考えられた。この到達性は、作物の形状や繁茂状態のほか、噴霧の勢い、噴霧粒子径なども関与すると考えられたことから、生研機構の散布実験装置を使って詳細に検討を行った結果、噴霧の勢いが強いほど、また噴霧粒径が微細なほど到達性は向上すると考えられた。表-5、表-6 において XR-8001 という低圧ノズルを用いた散布で幾分効果が低くなっているのは、このことを示唆している。すなわち、高圧散布では、強い噴霧によって発生した気流によって微粒子の到達が助長されるのではないかと考えられる。これらの結果はノズル開発にフィードバックされたが、一方ドリフトを低減するためには微細な噴霧粒子の発生を抑制せざるを得ないという、相反する条件の両立に苦しんだ。

少量散布では葉裏等への付着はもともと限られるが、粒子を粗くするとその量はさらに減少する。このような条件では、とくに葉裏への付着が不可欠な病害虫に対して効果が上がらない懸念がある。このため、一般に少量

散布は浸透移行のある農薬にしか向かないと考えられてきた。しかし、これまで実施した試験においては、接触型の農薬でも少量散布で十分高い効果を示すことが多く(表-5、表-6)、必ずしも葉裏への付着が絶対的な要件とは考えにくい。

これまで各地で行われた作物別の検討状況を表-7 にまとめて示す。表では詳しく説明していないが、北海道においても独自に各種検討が行われている。

V 安 全 性

一般に少量散布では残留性が懸念されるが、表-4 に示したように初期付着量は慣行手散布を上回る可能性は低い。また減衰を調べた結果、その傾向に差異はなかったところから、残留上の懸念は少ないものと考えられた。しかし、作物・農薬ごとに若干事情が異なる可能性もあるため、今後登録に当たって最低限の確認が求められることになろう。いずれにせよ、少量散布は作物からの滴り落ちがほとんどないため、過剰に散布した場合には問題が生ずる可能性もあるので、所定の散布量を守ることが大変重要である。

一方、作業者安全と環境保全の観点からは、ドリフト

対策を前提にした少量散布は、飛散が少ないばかりでなく、無駄な滴り落ちが少ないため、総じて慣行散布よりも優れているものと考えられる。

VI 農薬登録に向けた推進

こうした基礎検討を経て、テンサイにおいて具体的な農薬登録対応が図られることとなり、平成13年度にいくつかの農薬について25 l/10 a 散布を狙った効果・残留性等、登録に必要なデータの作成がすすめられている。また、コムギにおいても3年間の試験で25 l/10 a 散布の有効性が示唆されており、ジャガイモでもその可能性が示されているところから、今後比較的早い段階で登録対応が開始されるものと期待される。ただし、具体的な散布水量については、効果と作業効率等のバランスからまだ議論の余地があり、今後早期に合意が図られる必要がある。

一方、北海道以外の地域では、キャベツやレタス等でブームスプレーヤがかなり使用されており、産地も少ないところから、減量散布や少量散布を推進する余地がある。現在キャベツを中心に検討をすすめているが、北海道の畑作よりも散布量が多く散布速度も遅い等の現状や、米国でも野菜の防除には多めの散布量が採用されていることなどを考慮すると、これらの作物での少量散布ではおそらく50 l/10 a を狙った推進が中心になると考えている。

このように登録対応は始まったばかりであるが、少量散布に適用できる散布機の条件として、①ブームスプレーヤを使用する、②少量散布ができる低ドリフトノズルを使用することが必要であると考えている。これらについて、防除機メーカー等とも協議を重ねており、現場で混乱が生じないような対策を講じていく予定である。

VII 今後の課題

我が国のブームスプレーヤは作物の真上からのみ散布する画一的なものであるのに対し、欧米では作物の形状に応じて側面からも噴霧するような様々な工夫を講じている場合が少なくない。手散布のように小回りが利かない機械散布であるがゆえに、少しでも有利な噴霧構造の検討は不可欠である。これは次世代ブームの開発という

位置づけになろうが、その検討も一部で開始されたところである。また、付着向上に資する展着剤の利用は少量散布の効果不足を補ううえで有望ではないかと考えられる(UNDERWOOD, 2000)。筆者らも若干の検討を行っており、一般展着剤の効能は判然としないが、著しい濡れ拡がりをもたらすものは付着向上に資する可能性が示されている。こうした課題のほかに、散布のロスがいかんして発生するかを詳細に解明し、それらを低減する方策の検討も必要だと考えており、生研機構では今後高速度撮影による解析を予定している。

こうした検討によって一層効果的な少量散布が可能になるであろうが、それでもなおすべてを少量散布のみで対応できない場合、必要に応じて多量散布(慣行散布)との使い分けを図っていくことが有効であろう。

おわりに

かつて一部で検討された少量散布が20年の空白期間を経てようやく実現の方向に向かった背景には、当時は作業効率向上が主目的であったのに対し、近年は環境調和という新たな側面も要求されるようになったこと、ブームスプレーヤがひろく普及してきたこと、低薬量・高活性の優れた農薬が数多く開発され普及してきたことのほか、登録当局の理解が得られたことなどがある。しかし、いざ検討を開始してみると、散布技術の研究蓄積が乏しいところから、実験法一つとってもほとんどゼロからの出発を余儀なくされたのが実情である。今後の我が国農業にあって、ブームスプレーヤ等の防除機の一層の利用促進が不可欠であろうが、農薬による環境負荷の発生要因から考えると広域を散布する防除機の責務は大きい。その適切な利用技術を確立することによって散布量の低減が可能となり、防除の省力化や低コスト化ばかりでなく、環境調和に大きく貢献できるものと確信している。

参考文献

- 1) 田代定良・藤田俊一(2000): シンポジウム「21世紀の農薬散布技術の展開」講要 p. 36~43.
- 2) 宮原佳彦(2000): 同上 p. 59~66.
- 3) ANDERSEN, P. G. (2000): 同上 p. 81~97.
- 4) PEARSON, S. L. (2000): 同上 p. 98~108.
- 5) UNDERWOOD, A. K. (2000): 同上 p. 109~136.