

第 III 章 個別対策技術の解説

第 II 章では最も簡便かつ有効な飛散対策が基本的散布操作にあることを説明した。しかし、それだけでは安心して防除作業がすすめられないこともある。注意して散布してもある程度の飛散が避けられない散布法もある。本章では、そうした場合の対策としてどのようなものがあるかを解説する。解説に当たっては、個々の技術の特徴や活用法が理解できるよう、最新の調査データも盛り込むようつとめた。本章で取り上げた技術又は対策分野は下記のとおりである。

ここに掲げた内容は、近年一層の配慮が必要となっている周辺住民等に対する理解や保護の促進という観点からも有効なものが多い。このため、求める対策レベルに応じて利用可能な個別技術を積極的に検討していくことが望まれる。なお、利便性を考え、個別技術として整理した場合と、対策分野を掲げてそれに利用できる個別技術を体系的に解説した場合とがある。いずれの場合もそれぞれの技術には一定の限界があることを理解いただいたうえで、立地条件や求められる対策レベルに合わせ、柔軟な組み合わせを工夫していただきたい。

1. 飛散低減ノズルの利用
2. 遮蔽物の利用
3. スピードスプレーヤの飛散低減対策
4. 粉剤対策
5. 少量多品目栽培圃場や混植園での対策
6. 無人ヘリの飛散対策
7. 散布者同士の連携
8. 農薬の剤型や登録内容
9. 飛散の少ない散布機の利用
10. その他の対策
11. 感水紙を用いた飛散の量的評価法

1. 飛散低減ノズルの利用

1. 飛散低減ノズルの原理と概要

飛散低減ノズルとは、散布粒径を大きくすることでこれまでの慣行ノズルに比べて飛散しにくくしたノズルであるが、厳密な定義はない。慣行ノズルの中にも散布粒径が大きく飛散しにくいものがあるため、慣行であるかどうかを問わず「飛散しにくい散布粒径を有するノズル」と理解するのが適切である。

散布粒径が小さい/大きい判断は、一般にはノズルから噴霧された様々な大きさの散布粒子の平均粒径によって行われる。経験上、平均粒径が $100\mu\text{m}$ 以下の場合には飛散しやすくなり、 $200\mu\text{m}$ 以上の場合に飛散が顕著に少なくなってくる。

平均粒径がある程度以上大きくなると1粒子当たりの体積は大きく増えるため、散布量が多くなりやすいという問題がある。このため、数百 μm 以上の飛散低減ノズルでは、空気を取り込んで中空の散布粒子を作り出す機構が採用されているものが多い。

飛散低減ノズルは、従来除草剤用ノズルなど限定された分野で製品化されていたが、現在ではあらゆる作物の病虫害防除用途に豊富な製品供給が行われるようになっている。その研究や使用事例も増え、従来の慣行ノズルに代わって定着した事例も増えつつある。



2. どんな対策に向いているか

飛散低減ノズルは、液剤散布のあらゆる用途で利用可能で、現在利用できる飛散低減対策の中では最も広範囲に活用できる簡便かつ有効な対策である。従って、基本的には作物分野や用途を問わずに活用できるが、スズランノズルや鉄砲ノズルなど噴霧量が多いノズルをセット動噴との組み合わせで使用しているケースやブームスプレーヤを使用しているケースなどはとくに有効である。

一方、その有効性が十分発揮できない場合もある。例えば、飛散低減ノズルを過信して風の強い時に散布する等、基本的散布操作を軽視すると思わぬ飛散影響が発生する。また、スピードスプレーヤに飛散低減ノズルを装着しても大風量のまま散布したような場合は低減効果が得られない。粗大な粒子は運動エネルギーが大きいので、その直接的な到達力は慣行ノズルよりも大きいことを知っておくべきである。

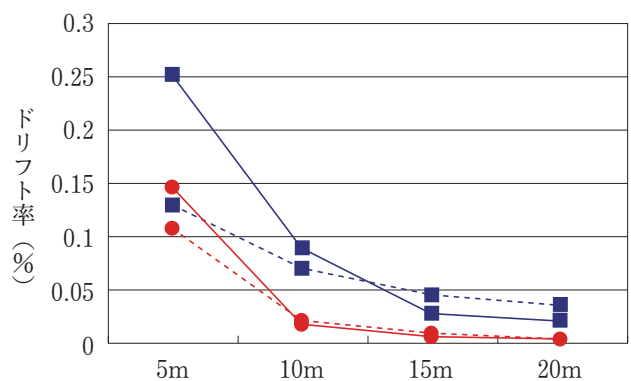
飛散低減ノズルのもうひとつの特徴として、散布者への農薬被曝が大きく減少することがあげられる。このため、農薬被曝しやすい果樹など立体的な作物への散布や施設内での散布では、飛散低減ノズルの利用を是非とも考えたい。また、飛散低減ノズルは飛散量そのものが減るだけでなく、散布の「霧」が発生しにくいので、周辺住民に対する配慮の観点からも極めて有効である。

3. 飛散低減の調査事例

飛散低減ノズルの飛散低減効果に関する調査事例を掲げる。ここで示されているとおりその飛散低減効果は大きいですが、飛散をゼロに出来るものではないことを理解して使用する必要がある。周囲への飛散対策を徹底したい時には、基本的散布操作を心がけながら注意深く使用することが不可欠であり、必要に応じて他の対策とも組み合わせるようにしたい。

(1) 水 田

畦畔ノズルは、幾つかのノズルを取り付けることで手前から遠い距離まで噴霧液がカーテン状にひろがるよう工夫されたノズルで、到達距離は10～15 mに及ぶ（右図）。この畦畔ノズルにも飛散低減タイプの製品が市販されており、その飛散低減能力はかなり高い。調査結果によると、飛散低減型の畦畔ノズルの場合10 m以遠への飛散量は極めて少なくなることが分かっており、注意エリアを狭めることができる。ただし、飛散低減タイプであっても噴霧方向には到達力があるので、飛散させたくない対象物がある方向に向けて散布操作を行わないようにしたい。



畦畔ノズルの飛散調査結果

日植防研 2006 ■は慣行ノズル、●は飛散低減ノズル、風速は1回目が最大2.4 m/s・平均0.8 m/s(実線)・2回目が最大2.3～2.4 m/s・平均1.5～1.7 m/s(破線)（文献3）

(2) 野 菜

野菜は作物の種類や形状が実に様々で、飛散低減ノズルの有効性を示す調査事例は数多く報告されているが、ここでは最も一般的な散布法

として動力散布機を用いた手散布について、平面的な野菜と立体的な野菜が近接して栽培されている場合の相互への飛散影響を調査した事例を紹介する（次頁図）。

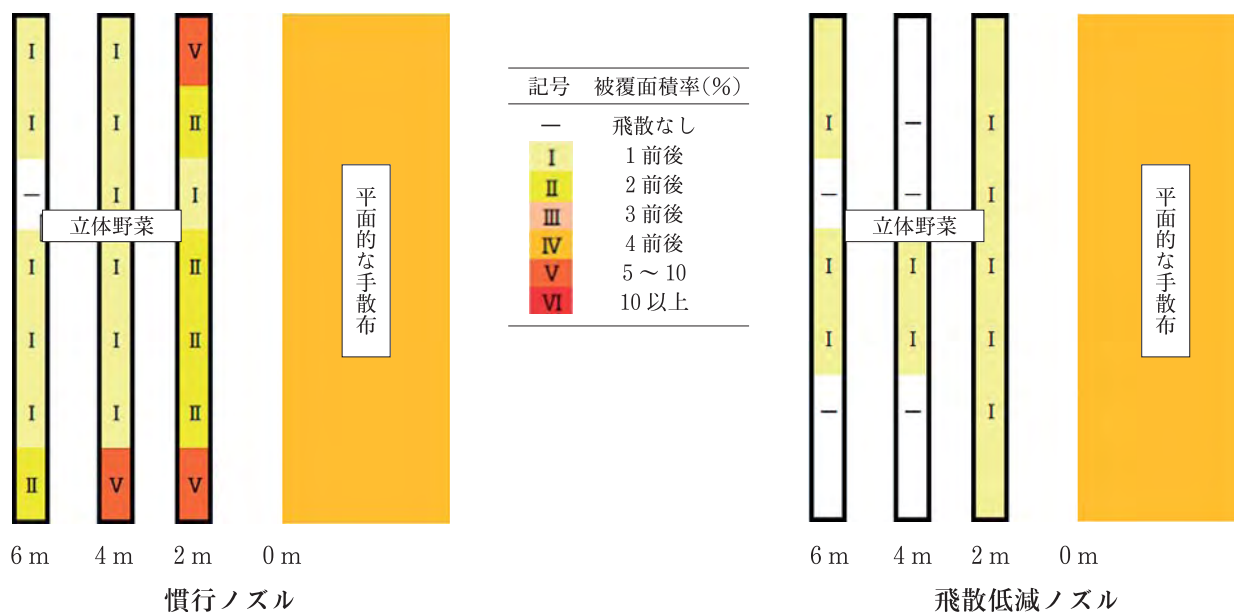
風がある条件下で平面的な作物に散布した場合、慣行ノズルでは最も近接した畦にある立体野菜にかなりの飛散が認められた。立体野菜の場合、作物自体の遮蔽効果があるため、2列目以遠の飛散量はかなり少なくなる。ただし端部は飛散のまわりこみがみられた。これに対し飛散低減ノズル（平均粒径200 μ mのものを使用）では、1列目であっても飛散は極めて少なかった。次に風が弱い条件で立体作物に散布を行い、周囲の平面野菜への飛散を同様に比較した結果、慣行ノズルでは風下10 m程度まで飛散が認められ、散布区域から数 m までの範囲では飛散量が極めて多かった。

また、立体作物への散布では風上方向にも飛散が認められた。これに対し飛散低減ノズルでは近接した場所でも飛散量は著しく少なかった。

この調査ではいずれも散布操作に一定の注意を払っているが、風がある条件では飛散は防止でき

①はくさい圃場からのキュウリへの飛散

平均風速 2 m/s 前後



②きゅうり圃場からはくさいへの飛散

平均風速 1 m/s 以下



ナス畑からの飛散調査例

供試ノズル	粒径 (μm)	平均風速 (m/s)	風下方向のこまつな残留濃度 (ppm)		
			1 m	3 m	7 m
慣行ノズル	約 60	2.52	3.16~0.29	0.19~0.04	0.04~0.02
飛散低減ノズル	約 300	1.58 1.14	0.04~<0.01	<0.01	<0.01

奈良農セ 2006

40%フロアブル剤の 1000 倍液を 200 l/10 a 散布し、散布後に分析。

慣行ノズル区は各距離 3 地点のデータ、低減ノズル区は 2 試験のべ 4 地点のデータ。(文献 4)

ないこと、立体作物の散布ではごく近接した場所への飛散はなかなか防止できないことを示している。飛散低減ノズルを用いればかなり安心できるようになる。

ナス畑に隣接するこまつなに対して実際の残留濃度調査を行った事例では、慣行ノズルで飛散にあまり注意しないで散布した場合、風下方向で残留リスクが高いことが示されたが、飛散低減ノズルを用いて注意深く散布すればリスクが大幅に低減できることが示されている。

(3) ブームスプレーヤ

ブームスプレーヤは短いものでも 20 個以上、長いものでは 60 個以上のノズルが装着されており、一度に多量の薬液を散布するため、裸地に近い条件や風がある条件ではかなり遠方まで飛散することがある。ブームスプレーヤの場合、手散布のように臨機応変な散布操作には限界があるため、飛散低減を達成するには飛散低減ノズルのような特別の手段に頼る以外に方法がない。ブームスプレーヤが一般的に使用されている欧米では早くから飛散低減ノズルが開発されていたが、我が国の高圧型のブームスプレーヤに適用できる飛散低減ノズルは比較的最近になって開発されたものである。これら飛散低減ノズルの飛散調査事例は

数多く存在するが、その多くは平面的な作物に対する手散布での調査結果と類似する結果となっている。ここでは近接作物に対して残留影響を調査した事例を紹介する。キャベツ畑で散布方向に追い風を受けた時、その風下に近接した 2 種類の葉菜類への残留影響を調

ブームスプレーヤでの飛散低減ノズルの飛散低減効果調査事例



	散布境界 からの距離	リーフレタス		ほうれんそう	
		A 剤	B 剤	A 剤	B 剤
慣行ノズル	2 m	0.04	0.16	0.06	0.23
	5 m	<0.01	0.03	0.02	0.06
飛散低減ノズル (約 280 μm)	2 m	<0.01	0.04	0.02	0.10
	5 m	<0.01	0.01	<0.01	0.03

群馬高冷地 2006, A 剤は 50 ppm, B 剤は 200 ppm, 混用し 200 l/10 a 散布, 散布直後に採取。表中の単位は ppm (文献 4)

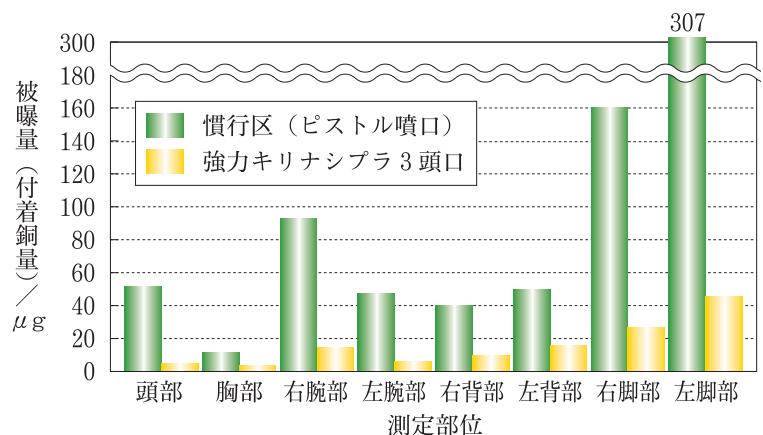
べたものであるが、飛散低減ノズルでは慣行ノズルの場合よりも残留濃度が数分の1程度に減少した。この調査では、飛散低減ノズルの散布において近接作物に最も近い位置で急に風が強くなったことが影響したと報告されていることから、一般にはこの調査結果以上に両者の差異があらわれるものと考えられる。ただし、飛散低減ノズルであっても近接した位置では飛散を完全に防止できないことに留意する必要がある。

(4) スピードスプレーヤ

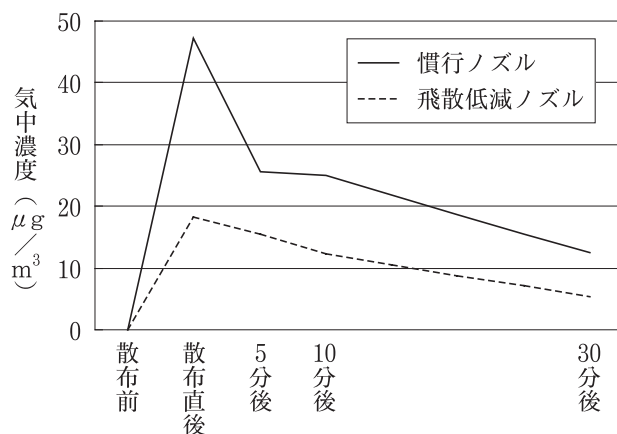
スピードスプレーヤへの飛散低減ノズルの利用についてはこれまで多くの検討事例があり、幾つか商品化されているものもある。それらの潜在的な飛散特性については、野菜等で実証されている事実と基本的に何ら変わらない。しかし、別項で解説するように、スピードスプレーヤの飛散にはノズルの粒径よりも他の要因が強く影響する。このため、単に飛散低減ノズルに取り替えただけでは十分な飛散低減効果が得られないことが多い。なかには到達力が以前よりも高まって飛散が大きくなる場合もある。飛散低減と防除効果をバランスよく得るためには、ノズルのセッティングや送風量との相性など、総合的に検討していくのがよい。

4. 散布者への被曝量の低減

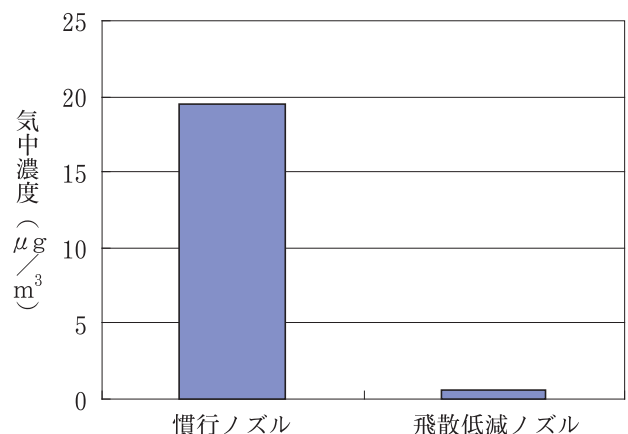
飛散低減ノズルのもうひとつのメリットは、散布者に対する農薬被曝が大きく減らせることである。右図はかんきつ園での散布について散布者への農薬付着量を調べたものであるが、飛散低減ノズルはいずれの身体部位への付着が大きく減ることが示されている。また、ハウス内での散布は微細な散布粒子が空気中に滞



(佐賀果樹試 1996)



散布後の気中濃度調査事例 (ハウス内)
(日植防研 2007 文献 6)



散布者口元の気中濃度 (散布中)
(日植防研 2009 文献 8)

留しやすいが、飛散低減ノズルを使用すると気中濃度が低く保たれることが明らかになっている。ハウス栽培のきゅうり等を用いて調査した結果では、飛散低減ノズルを使用すると散布者への吸入曝露量を大幅に低減できることが示されている。

5. 飛散低減ノズルの散布特性と防除効果

飛散低減ノズルに対しては、「防除効果が不安」「散布しにくい」といった感想がしばしば聞かれる。これは、極めて微細な散布粒子を発生する慣行ノズルに比べて粗い散布粒径を用いるため、葉

飛散低減ノズルの防除効果等に関する調査結果（日植防研 2009）

作物名	病虫害名	場所	供試農薬		供試ノズル別の防除効果		
			剤型等	浸透移行性の有無	慣行	低減(中粒)	低減(大粒)
きゅうり	ワタアブラムシ	茨城	H乳剤 A顆粒水和剤	なし あり	A A	A A	A A
		高知	A水和剤 N液剤	あり なし	A D	A D	A D
	うどんこ病	高知	T水和剤 Bフロアブル	あり なし	A A	A A～B	A B
		宮崎	Dフロアブル	なし	B	B	B
	べと病	宮崎	Dフロアブル	なし	B	B	B
トマト	疫病	茨城	R水和剤 Dフロアブル	あり なし	A B	A B	A B
なす	ワタアブラムシ	宮崎	S顆粒水溶剤	あり	A	A	A
	タバココナジラミ	宮崎	S顆粒水溶剤	あり	A～B	B～C	A～C
キャベツ	黒腐病	茨城	Z水和剤	なし	?	?	?
	ヨトウムシ	茨城	F乳剤 Tフロアブル	なし なし	B A	B A	C A
		茨城	F乳剤 Tフロアブル	なし なし	B B	C C	B～C C
	ニセダイコンアブラムシ	宮崎	Aフロアブル D乳剤	あり なし	A A	A A	A A
はくさい	ニセダイコンアブラムシ	高知	Aフロアブル D乳剤	あり なし	A B	A D	A D
いちご	うどんこ病	高知	Bフロアブル S乳剤	なし なし	A～B A～B	B～C A～B	B～C A～B
だいこん	白さび病	高知	Dフロアブル	なし	A	A	A
りんご(わい化)	ハダニ	秋田	Gフロアブル	なし	A	A	A

- 供試ノズルはいずれも2頭口。各ノズルのおよその平均粒径は、慣行 60～70 μ m、低減（中粒）200～300 μ m、低減（大粒）400～500 μ m。
- 防除効果は A：高い効果、B：十分な効果、C：やや力不足、D：効果なし、?：効果判定できず、を示す。各ノズル間で同等の記号が示されている場合はノズル間の差異がないことを示す。いずれのノズルにも D が示されている試験は、供試農薬自体の効果が得られなかったことを示す。
- いずれの試験とも、ノズルごとの散布量はほぼ同等である。

粒径の異なるノズルを用いたこまつな残留濃度（日植防研 2009）

	A 剤（浸透移行性のない農薬）			B 剤（浸透移行性のある農薬）		
	慣行ノズル	低減ノズル （中粒）	低減ノズル （大粒）	慣行ノズル	低減ノズル （中粒）	低減ノズル （大粒）
直 後	2.26	1.96	1.71	1.50	1.52	1.25
3 日後	1.08	0.84	0.88	0.95	0.54	0.36
7 日後	0.79	0.60	0.60	0.48	0.26	0.12

単位 ppm，4 頭口ブームノズルを用いて 100 l/10 a を 1 回散布（A 剤と B 剤の混用）

（文献 8）

の裏側などに薬液がまわりにくい，十分散布できたかどうか判断しにくい，といったことに起因していると考えられる。例えば，葉の裏側までくまなく散布しようとした結果，慣行ノズルに比べて散布量が多くなることもある。しかし，これまでの多くの調査結果から，飛散低減ノズルであっても慣行ノズルと同じ感覚，散布量で使用しても効果には大きな影響がないことが示されている（街路樹等の病害虫防除でも飛散低減ノズルの効果は遜色がない（文献 6））。従って，散布操作上の違和感があってもあまり気にせず，基本的にはこれまで同様に使用することができる。

一方，飛散低減ノズルにも様々な種類があり，中には散布粒子がかなり粗いものもある。一般に病害虫防除では粗すぎる粒子では十分な効果が得られないと考えられてきたが，これを詳細に検討した結果によれば，粒径が粗くなっても効果には大差がない場合が多いことが明らかとなっている（前頁表）。また，浸透移行のない農薬には不向きとも考えられてきたが，必ずしもそうではないことも明らかとなっている。これらの試験は散布量は同等条件のもとで実施されていることから，飛散低減ノズルであってもことさら散布量を増やす必要がないことを示している（文献 8）。

また，除草剤の散布では飛散低減ノズルの使用は必須であるが，飛散をほぼ皆無にできる粗粒径のものでも防除効果には何ら差異がないことも明らかになっている。

このように，多くの場合，飛散低減ノズルは粒径の大小によらず，これまでの慣行ノズルの代替として通常の防除に何ら問題なく使用していけると考えられるが，一定の注意も必要である。例えば，慣行ノズルの場合でも薬液がかかりにくいケースは，飛散低減ノズルであっても注意深く散布する必要がある。このような場合は効果が不安定になりやすいので，浸透移行性のある農薬を選択するほうがよい結果が得られる。

なお，飛散低減ノズルを用いた場合の作物残留濃度への影響を調査した結果，粒径が多少粗くなっても残留性はほぼ同等であり，慣行ノズル以上に残留リスクを高めるおそれはないことが明らかになっている。

6. 製品情報

いくつかのメーカーから飛散低減ノズルが供給されており，ほぼ全ての用途分野がカバーされている。その多くは噴霧形状が扇形のものであるが，円錐形のタイプ（コーンノズル）もある。

飛散低減ノズルの例（ヤマホ工業株式会社提供）

対象作物	種 別	ノズル名称 (ノズル型式)	適正圧力 (MPa)	噴 出 量 (L/min)	平均粒径 (μm)
果 樹	2 頭口ノズル（中粒径）	SV-30-55 K	1.0～1.5	6.0 (1.5 MPa)	160
	到達用 2 頭口ノズル（粗粒径）	N-KF-15 B	0.5～1.5	6.3 (1.0 MPa)	600
	角度可変式ノズル（粗粒径）	N-KZV-20	1.0～1.5	5.8～7.2 (1.5 MPa)	380～710
高 木・樹 木	遠距離用ノズル（粗粒径）	N-KZV-20	1.0～1.5	5.8～7.2 (1.5 MPa)	380～710
	遠距離・中距離切替ノズル（粗粒径）	N-KF-15 B N-KE-20 B	0.5～1.5	6.3 (1.0 MPa) 5.7 (1.0 MPa)	600 860
野 菜	スズラン 5 頭口ノズル（中粒径）	SV-20-80 C	1.0～1.5	10.3 (1.5 MPa)	130
	広角スズラン 5 頭口ノズル（中粒径）	N-ES-10	1.0～1.5	8.7 (1.5 MPa)	280
	3 頭口ノズル（中粒径）	SV-20-80 C	1.0～1.5	6.2 (1.5 MPa)	130
	3 頭口ノズル（粗粒径）	N-KS-11	1.0～1.5	6.2 (1.5 MPa)	450
茶	5 頭口ノズル（中粒径）	SV-23-40 K	1.0～1.5	11.6 (1.5 MPa)	190
	5 頭口ノズル（粗粒径）	N-KF-15 B	0.5～1.5	15.7 (1.0 MPa)	600
水 田	畦畔ノズル（粗粒径）	N-KS-11 N-KF-11 B, 他	0.8～1.0	13.4 (0.8 MPa)	560～860
	切替式畦畔ノズル（粗粒径）	N-KS-10 B N-KF-11 B, 他	0.5～1.0	10.4 (0.8 MPa) 11.3 (0.6 MPa)	570～1,430
除 草	動力散布機用 2 頭口ノズル（粗粒径）	N-KA-055 SB	0.5～1.0	0.72 (0.7 MPa)	750
	動力散布機用 2 頭口ノズル（中粒径）	N-KA-10 R	0.5～1.0	2.8 (1.0 MPa)	420
	人力散布機用（粗粒径）	N-KAL-15 R	0.1～0.3	1.2 (0.2 MPa)	740
ブーム, 乗用管理機用	広角型ノズル（中粒径）	N-ES-8	1.0～1.5	1.1 (1.5 MPa)	300
	Y 型 2 頭口（中粒径）	N-ESY 90-8	1.0～2.0	1.1 (1.5 MPa)	190, 240
	少量散布用ノズル（中粒径）	N-SVN-5 SY	1.0～1.5	0.34 (1.0 MPa)	120

果樹用



果樹 2 頭口ノズル（中粒径）



果樹到達用 2 頭口ノズル（粗粒径）

野菜用



野菜スズラン 5 頭口ノズル（中粒径）

← 野菜 3 頭口ノズル（中粒径）

茶 用



茶用 5 頭口ノズル（粗粒径）

除草用



動力散布機用 2 頭口ノズル（粗粒径）

◆適正な圧力で使用する

飛散低減ノズルであっても適正な圧力で使用することが重要である。動力散布機用のものは一般に 1.0～1.5 MPa の範囲で適正な噴霧パターンが得られるように設計されている。これを大きく下回る圧力ではボタ落ちなどが発生して十分な防除効果が得られない。反対に、大きく超過する圧力では微細な粒子が発生したり噴霧の勢いが強くなりすぎ、飛散低減に逆効果となる。

ブーム，乗用管理機用



広角型ノズル（中粒径）



Y 型 2 頭口（中粒径）