

第 II 章 飛散対策の基本

1. どんな時に問題になりやすいか

(1) 主な要因とリスク

第 I 章で解説したとおり、飛散に伴う問題には幾つかの種類があり、問題の顕在化には対象物、農薬ごとの潜在的リスク、飛散の範囲と量といった要因が関与する。また、飛散の範囲・量には散布器具とその操作方法、散布時の気象条件などが関与する。主な要因について、どのような時に飛散による問題発生につながりやすいかを以下にまとめる。

① 農薬に関する要因

剤型：粉剤や液剤は飛散しやすい。

臭い：臭いの強い農薬は近隣住民からの苦情を受けやすい。揮発性の強い農薬は散布後にも影響が残しやすい。

登録状況：登録がない等によって近隣作物に残留基準を有さない又は基準値が著しく小さい場合には、近隣作物に残留上の問題を生じやすい。

濃度等：有効成分含有率が高く希釈倍率が低い（有効成分投下量が多い）場合は、他の農薬よりも飛散農薬量（成分量）が多くなりやすい。

魚毒性：魚類への影響が極めて強い農薬は近隣河川等で魚介類被害を生じやすい。

他の特性：蚕やミツバチへの影響が極めて強い農薬はこれらに被害を生じやすい。

② 散布機と散布操作に関する要因

散布粒径：微細な散布粒子ほど飛散しやすい。

到達性：遠方まで到達できる散布器具は飛散しやすい。送風機構をもつ散布機では送風量が多いと飛散を助長しやすい。

ノズル操作：作物体からはなれた位置から散布すると飛散が多くなりやすい。またノズルをふりまわしたり、風向きや散布液の到達方向を考慮しない散布操作を行うと飛散を助長しやすい。

散布量：散布量が多くなった場合は飛散量も多くなりやすい。

③ 気象条件

風の強さ：風がある時は飛散しやすい。散布時の風が強くなるほど遠くまで飛散が及ぶ。

風の向き：風向は風速以上に問題発生に大きく関与する。風下方向に飛散させたくない対象物がある場合は注意が必要である。

(2) 近隣作物に対するリスク

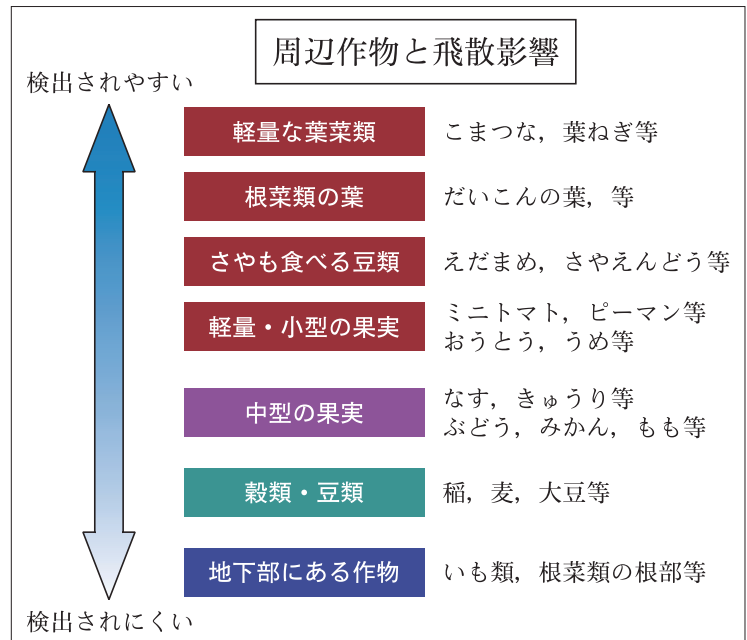
第 I 章で解説したとおり、近接作物に対する残留リスクは関与する要因が極めて多いため、最も複雑である。このためどのような時に近接作物への問題が生じやすいか、以下にチェックポイントを整理する。

① 飛散の及ぶ範囲に作物が栽培されているか

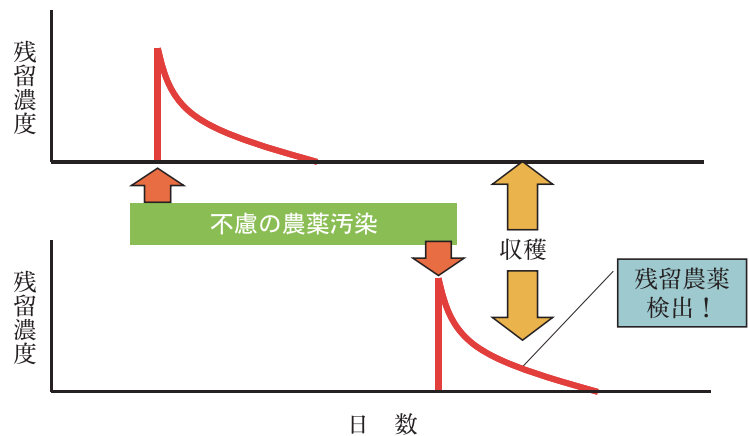
飛散した散布粒子が比較的多く落下する範囲に作物が栽培されていれば問題が生じやすい。反対に近隣に栽培中の作物があるが飛散の及ばない範囲である、といった場合には問題は生じない。飛散が及ぶ範囲は使用する散布器具の種類などからだいたいの目安が得られる。

② 近隣作物は飛散の影響を受けやすい種類か

可食部（残留検査の対象部位）が軽量である、表面積が大きい、といった種類の近隣作物（例えばハウレンソウのような葉菜類や小粒の果実類）は、飛散による残留リスクが大きい。反対に、重量が大きいもの（例えば大玉スイカ）、可食部が莢等に覆われているもの（例えばソラマメ）、地表下に存在するもの（例えばイモ類）は可食部に直接飛散が及ばないため、よほど大量の飛散を受けない限り心配はない（ただし、作物によっては莢や地上部が可食部になる作物もあるので注意が必要である。）。また、米や大豆、麦のように圃場全体の収穫物が混合調製される作物では、圃場の一部に飛散を受けたとしても、全体としての残留リスクは極めて小さくなる。



収穫までの期間と残留濃度の減少



③ 近隣作物の収穫時期が近い

作物体上の農薬は紫外線や降雨等によって時間とともに消失していく。また、作物の肥大成長に伴って残留濃度は減少していく。このため、飛散を受

けたとしても収穫までに十分に期間があれば残留濃度は減少し、飛散量が多くならない限り問題はない。反対に収穫間際に飛散を受けると場合によってはわずかの飛散でも問題が生ずる。

④ 飛散した農薬は近接作物に対して登録（残留基準値）があるか

農薬は登録された作物には残留基準値が設定されている。これらの基準値は農薬成分単位で決められる。また国際的な基準値が適用されている場合もある。このため、使用した農薬製剤がその作物に登録がない場合でも残留基準値が設定されていることもある。これら残留基準値は通常、飛散に伴う残留レベルに比べて十分大きいため、このような農薬と作物の組み合わせにおいては飛散に伴う残留上の問題はまず生じない。しかし、登録が無い等によって残留基準値が設定されていない

部分には、いわゆる一律基準（0.01 ppm）もしくは極めて低い基準値が設定されているため、飛散に伴う残留上の問題につながりやすい。



(3) 飛散影響が心配される場面

平成 19 年に行った全国の指導機関へのアンケート調査によると、以下のような場面で飛散影響が心配されている。

① 水田からの飛散

水田での農薬散布は、散布面積単位が比較的大きく、しかも粉剤や無人ヘリのように飛散しやすい散布法が用いられることが多いが、転作によりモザイク状に野菜等が栽培されている地区が多い。水田農薬は稲以外への残留基準値があまり設定されていない場合が多いため、転作作物としてエダマメなど検出されやすい作物が混在している時にはとくに注意が必要と考えられている。

② 果樹園からの飛散

果樹は作物が大きいことから、野菜等に比べて散布量が多く、上方に向けて散布を行うこともあるため、飛散が大きくなりやすい。とりわけスピードスプレーヤを用いている場合はその潜在的な到達力が大きいことから、近隣への飛散影響が心配されている。

③ 少量多品目栽培ほ場での散布

狭い区画で多くの種類の野菜等を相互に近接して栽培しているため、相互の飛散影響が心配されている。このようなほ場では、しばしば登録農薬が少ない地域特産作物が栽培されることも、心配の背景にある。

④ 混植園での散布

園地に他の樹種が混植されている場合は、それへの飛散影響が避けられない。とりわけスピードスプレーヤを使用している園地では特別な対策が必要ではないかと考えられている。また、葉菜類などで同一作物を区画ごとに収穫時期をずらして栽培している場合、収穫期にある区画に飛散して基準値超過を招くことがあるのではないかと心配されている。早生種と晩生種が混在している果樹園でも一部で心配されている。

⑤ 混住地区での散布

主として近隣住民等に対する心配である。飛散に基づく直接的な影響のほかに、臭いや散布機の騒音といった様々な苦情が含まれているとみられる。

2. 基本的散布操作を励行しよう

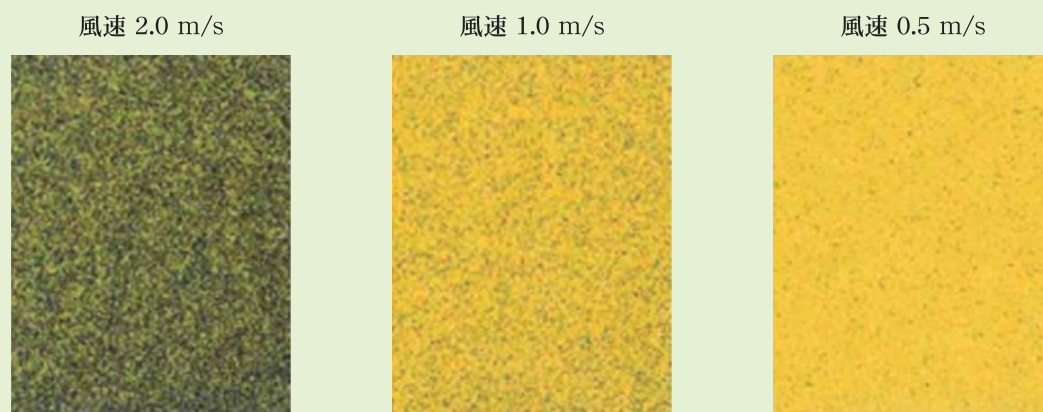
農薬の飛散による問題発生を回避するための対策アプローチは、飛散を低減する方法、飛散から対象物を保護する方法、のように大きく分けることができる。なかでも「飛散ができるだけ少なくなるように注意して散布すること」は最も基本的かつ有効な対策であるとともに、特別なコストを要しない対策でもある。以下にそのポイントを掲げる。

(1) 風の弱い時に風向に注意して散布する

飛散発生最大の要因は「風」である。いかに優れた散布法を採用しても、風の強い時に散布すれば飛散を減らすことは難しい。風の弱い時に風向に注意して散布することは、全てに共通した最も基本的な対策である。実際には、散布中に風速や風向が変化してくることがしばしばあるが、風下方向に飛散影響が懸念される対象物がある時には、散布を中断することも必要である。

◆風速と飛散量

一般的なノズルを用いて1分間定置散布を行い、風下3mの位置に感水紙（水滴に触れると発色する特殊な調査紙）を置いて風速別に調べると、下図のように風速が強い場合と弱い場合では大きく飛散状況が異なることが分かる。その程度は用いる散布機の種類などによっても異なるが、風が弱い時に散布すれば飛散リスクを大きく減らすことができるといえる。



日植防研 2005

注意：上図は実験の一例であり、常にこのような格差を示す訳ではない。

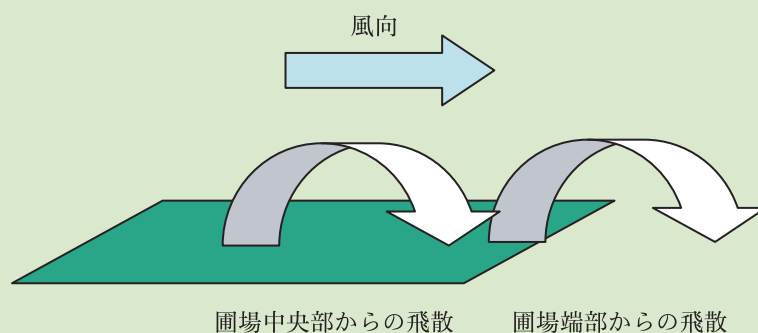
(2) 散布の方向や位置に注意する

散布はできるだけ目標物（作物）だけにかかるように注意して行わなければならない。とくに高さのある作物に対する散布は水平方向や斜め上方に向けた散布になるため、作物を飛び越えたり、隙間から散布液が突き抜けるのをできるだけ少なくするように注意する。園地の端部での散布にはとくに注意が必要で、外側から内側に向かっての散布をこころがけるとよい。また、作物だけに正

確に散布するには、できるだけ作物の近くから散布することが必要である。ノズル先端と作物との間の距離が離れると風にあおられやすくなる。

◆圃場の端部からの飛散に注意

通常、圃場の端部から生じた飛散は最も大きな影響を及ぼす。その理由は、圃場中央部の散布で生じた飛散の多くは散布圃場内に落下するのに対し、端部では圃場外に落下する割合が増えるためである。また、果樹などでは樹体そのものが遮蔽効果をもつが、端列は最後の遮蔽物であり、しかも樹間などの隙間も多い。このように圃場の端部での散布にはことさら注意が必要である。



(3) 適切なノズルを用い、適正な圧力で散布する

散布ノズルは、作物への農薬の送達手段として最も重要なパーツであり、その特性は飛散を大きく左右する。とりわけ粒径（噴霧される粒子の大きさ）は飛散に密接に関係し、微細な粒子ほど少しの風でも飛散しやすくなる。一般に、殺菌剤や殺虫剤の散布では微細な粒子を発生するノズルが好まれるが、こうした慣行ノズルにも多くの種類があり、粒径にはかなり格差がある。著しく微細な粒径のノズルの使用は避けるべきである。

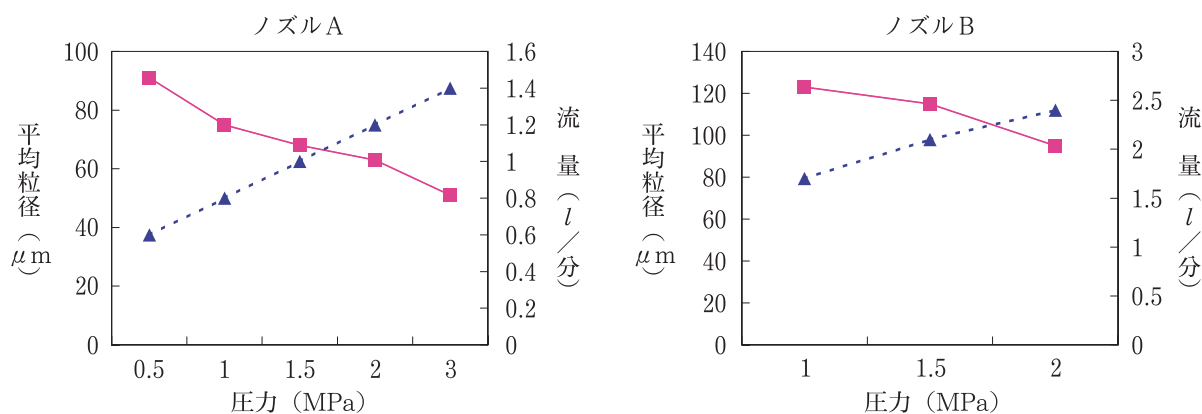
また、ノズルは散布圧力を高めるほど噴霧量が増すが、粒径はより細かくなり、飛散しやすくなっていく。動噴などの場合、しばしば3MPa（約30kgf/cm²）以上もの高圧をかけて散布する例があるが、通常、ノズル先端圧は1.5MPa程度までが適正とされているため、圧力を高めすぎないようにすることが肝要である。

なお、除草剤では薬害防止の観点からも飛散に注意が必要であるが、このためには飛散しにくい粗大な粒子を発生する除草剤用ノズルを使用することがよく、粒子の細かい殺虫・殺菌用ノズルで兼用することは避けるべきである。除草剤に限らず、ひとつのノズルでカバーできる範囲には限界があるため、用途に応じて幾つかのノズルを使い分けていくことが理想的である。

◆慣行ノズルの粒径

殺菌・殺虫剤用のノズルは平均粒径が100μm未満のものが多い。中でも動噴やブームスプレーヤで使用する野菜用のものは平均粒径が50～80μm程度と非常に細かい。果樹用の慣行ノズルは噴霧量が多いタイプが標準的であり、平均粒径はこれらよりもやや大きいものが多い。背負い式の小型散布機に装着されているノズルも平均粒径は同じ程度である。これに対し、除草剤用ノズルの平均粒径は格段に大きい。

図に示すように、ノズルを高圧で使用すると流量（噴霧量）が増えるが、粒径は小さくなり、飛散しやすくなる。このため、噴霧量を増やそうとして無闇に高い圧力をかけることは禁物である。



圧力と粒径・流量の関係 (例)

◆粒径と効果

作物の表面をしっかりと覆うためには、理論上はできるだけ細かい粒子のほうが有利であるが、微細なほど効果が高まるという訳ではなく、散布のていねいさや農薬自体の効果の特徴のほうが、むしろ効果に強く影響する。

◆適正な圧力の考え方

散布ノズルには大きく低圧用 (0.5 MPa 前後で使用するもの) と高圧用 (1.5 MPa 前後で使用するもの) がある。手動式の肩掛け散布機のように低圧でしか使用できない散布機には低圧用のノズルが装着されているが、欧米製のノズルのように低圧ポンプとの組合せで使用するよう設計されているものもある。それぞれのノズルには適正な圧力のレンジがあり、高圧にすぎると無理がかかって破損したり飛散しやすくなる一方、低圧にすぎてもボタおちなど異常な噴霧パターンとなる原因となる。従って、高圧ノズルの場合なら、先端圧が 1~1.5 MPa で使用するのがよい。

ブームスプレーヤーやスピードスプレーヤーのように、圧力計が手元にあり、しかも配管による圧力ロスが少ない散布機であれば、圧力計によってこれを確認すればよい。しかし、長いホースを用いる動力噴霧機の場合は、ホースによる減圧がある上に手元で圧力が確認できないといった難点がある。このため、圧力を徐々に上げてゆき、適正な噴霧パターンが得られる範囲でなるべく低めの圧力レンジを選んで使用するとよい。なお、散布ノズルの手元部分に圧力計が装着できるものを使用すれば、より直接的に確認できる。

◆ホースによる圧力低下

ホース内面の摩擦抵抗によって圧力の低下が生じる。この圧力低下はホース内径・長さ、噴霧流量によって計算される。例えば内径 8.5 mm の 100 m ホースを用いて毎分 8 l を散布する場合、ポンプの元圧にかかわらず約 0.7 MPa の圧力低下が生じる。この圧力低下は、ホースの内径が細いほど、長さが長いほど、また流量が多いほど大きくなる。

(詳細は丸山製作所 HP を参照 <http://www.maruyama.co.jp/safety/02.html>)

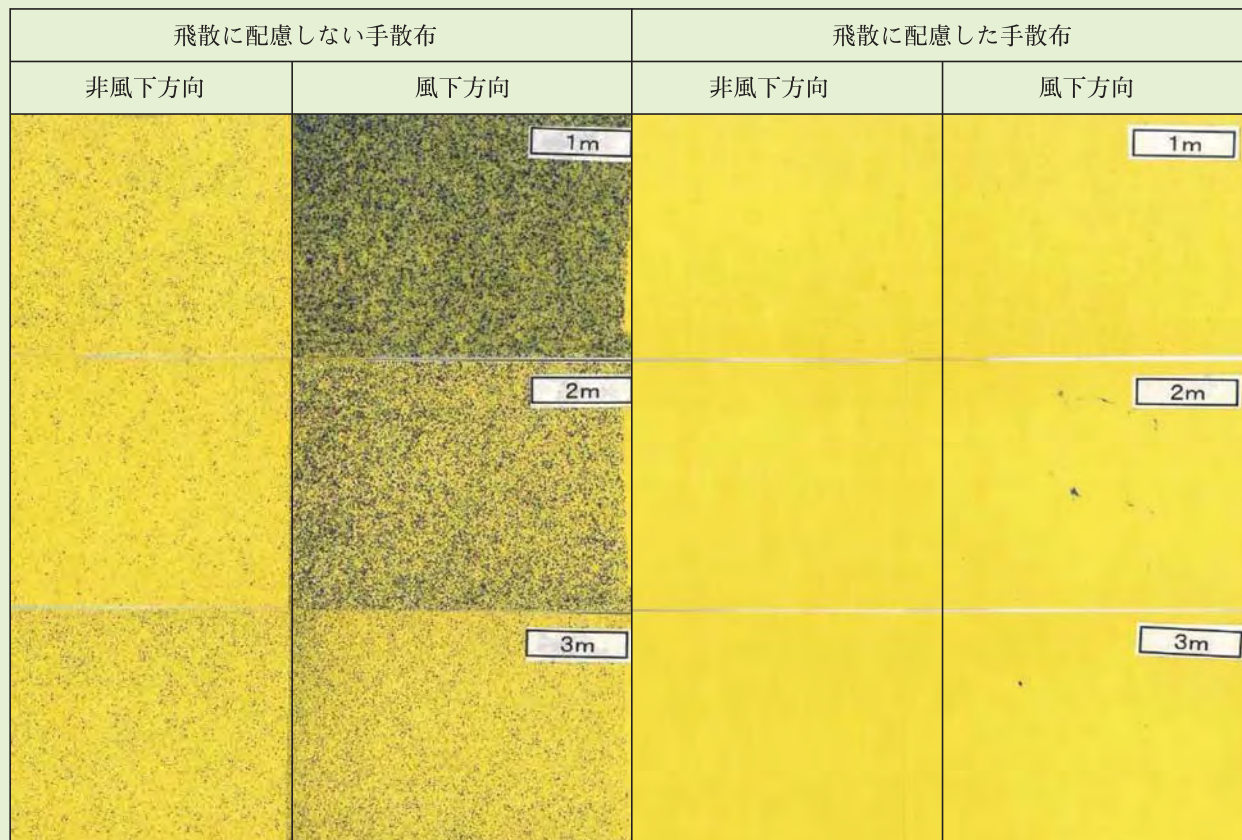
(4) 適正な散布量で散布を行う

同じ散布機を用いた場合、散布量が多いほど飛散量は多くなり、同一条件であれば飛散量は散布量にほぼ比例する。すなわち、300 l/10 a を散布した場合は 100 l/10 a 散布の場合に比べて約 3 倍に飛散量が増える。このため、過度の散布量とならないよう留意することが必要である。

作物に農薬を散布すると、一定量以上は滴り落ちてしまい、それ以上は有効な付着に寄与しない。作物や病害虫の種類、さらに用いる農薬の特性によっても違いがあるが、作物全体に散布液がほどよく行き渡り、滴り落ちが生じ始める程度の量が適正な散布量だと考えることができる。無闇な節減には注意が必要であるが、定植間もない作物に生育後期と同等量の農薬散布を行うのは明らかに過剰であり、飛散リスク低減のみならず、防除コスト節減の観点からも適正量の散布をこころがけたい。

◆基本的散布操作の励行による飛散低減効果

下図は、草丈 50 cm のブロッコリーに対し風の弱い時（平均風速 0.7～0.9 m/s）に背負動噴による手散布を行い、風下側への飛散を感水紙で調査したものである。風が弱い時であっても、飛散に配慮しない散布操作（図左：フルスロットル（約 2 MPa）、作物体から少し離れた距離から無造作に散布）では風下方向を中心に散布区域の周囲に飛散が及ぶが、飛散に配慮した散布操作を励行した場合（図右：約 1 MPa、作物体の近くから慎重に散布、端部ではとくに注意して散布）は風下方向であっても 1 m 地点でわずかな飛散にとどまっている。

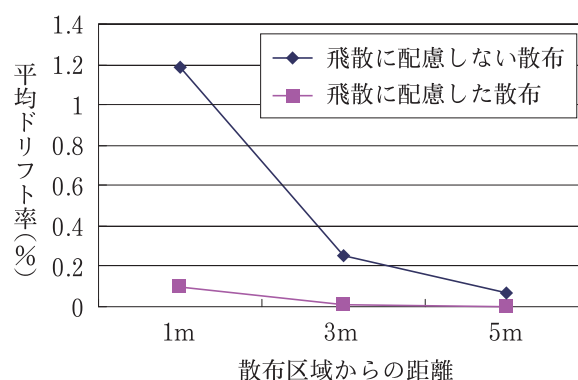


日植防研 2005

また、草丈 1.8 m のナスに慣行ノズルとセット動噴との組み合わせで手散布を行い、飛散に配慮しなかった場合と配慮した場合とを、風下方向への飛散落下量により比較した（シャーレでトラップした農薬を分析定量）。飛散に配慮した散布においては、ていねいな散布操作に加え、端列の風下方向への散布時に手元コックにより吐出量を半減した。この結果、両者の散布量は同等であったが、飛散に配慮して散布した場合の周辺への飛散量は著しく低減された。（右図）

これらの事例はいずれも基本的散布操作にこころがけたものであるが、とくに圃場の風下側の境界部からの飛散が生じないように注意している点が重要である。このような配慮によって、問題が生じない程度まで飛散を減らすことが可能であることを示している。

ナス畑での手散布による周辺飛散調査結果
（奈良農総セ 2006）（文献 4）



3. 散布器具の洗浄も重要

近接作物に不慮の農薬残留をもたらす要因は飛散だけではない。散布機のタンクや配管に前回使用した薬液が残っていたり付着していれば、それが残留上の問題につながることもある。とくにホースや配管中の残液は、次回の散布開始時にそのまま散布され、部分的に高濃度の残留につながるおそ

れがある。このため、散布終了後にタンクやホースの残液を抜き、しっかりと洗浄しておくことが必要である。散布機ごとの洗浄方法のポイントを示すが、いずれの場合も散布後すみやかに洗浄することが重要で、翌日まわしにすると薬剤が固化して容易におちなくなるばかりか、ノズルの目詰まりの原因ともなる。なお、残液や洗浄液が河川に流入しないように適切な場所で作業を行わなければならない。

散布器具の洗浄不足による問題

A 作物に使った a 農薬が残ったまま B 作物に b 農薬をまいた
→ B 作物から a 農薬が検出



ホース中の
残液に注意

【対策】

- ① 散布が終わったら残液を抜く
- ② 確実に洗浄・通水してから片付ける
- ③ 次回の散布開始時に気をつける



古くなったタンク・ホースはとくに念入りに

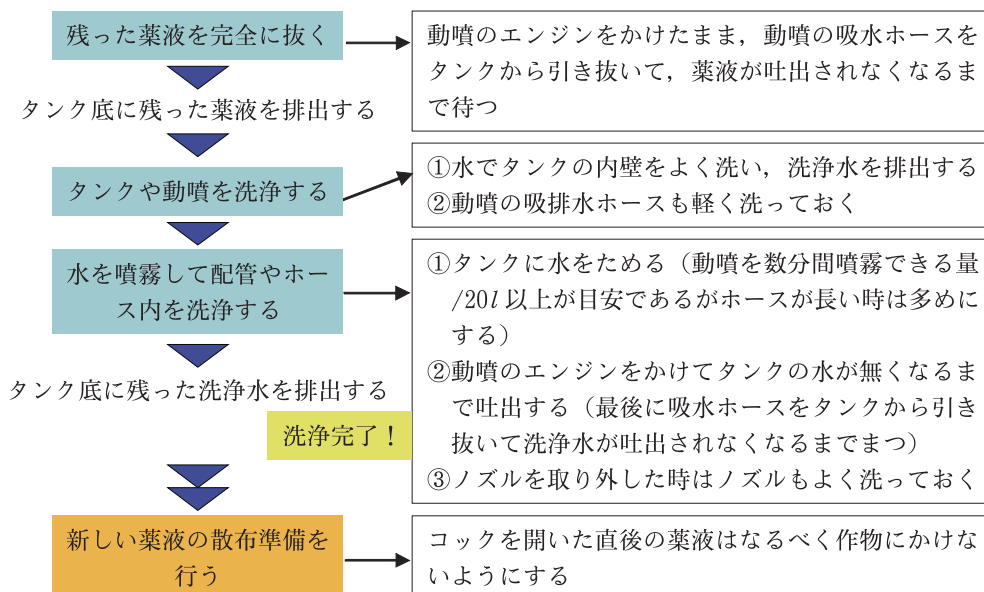
(1) 肩掛け式や背負い式の散布機

これらの散布機はタンクや配管系が比較的単純である。タンクに残った残液を排出したのち、流水でタンク内壁面を洗うとともにノズル・ホースにも十分通水する。ストレーナや蓋、ドレンキャップなども洗っておく。流水が使えない時は、タンクに半分ほど注水してタンクごとよく振って内壁を洗ったのち排出する（これを2回以上繰り返すことが望ましい）。排出の際にノズルからも噴霧させてノズルとホース内を洗う。洗浄が十分できたかどうか不安な時は、次回の散布開始に当たり、数秒間試し噴霧を行ってから作物に散布するようにする（このことによって配管内に残った残液の影響を低減することができる）。

(2) セット動噴

セット動噴は、動噴本体のほかにタンク、ホース、ノズルといった各パーツが独立して組み合わさるため、洗浄にも手間がかかる。セット動噴では、以下に示す手順でまず残液の排出を行い、次いでタンクや配管、ホース内の洗浄を行う。2回以上洗浄を行うと安心であるが、1回で完了させたい場合はできるだけいねいに洗浄する。

セット動噴の洗浄手順



(3) 大型防除機

ブームスプレーやスピードスプレーでも洗浄対策は不可欠である。大型防除機の場合、タンクが大きく、配管系も複雑であることから、次のようなポイントに留意して行う。

- ① タンクのドレンから確実に残液を排出する。この排出が不十分だとその後の洗浄効果が薄れる。
- ② ホースを用いて流水でタンク内壁をよく洗う。ストレーナやドレンコックなどもよく洗う。
- ③ タンク内に十分量の水をためてからポンプを作動し、周辺に気をつけながらノズル部から噴霧排水する。この時間は長いほうがよいが、少なくとも1分間程度は行う。残液はドレンから排水する。
- ④ 可能であればもう一度タンク内に水をため、同様に洗浄を行う。最初の洗浄に用いた水量が少なめであった時は、再度これを行うほうがよい。
- ⑤ ノズルは数が多いので、外部からも流水で洗浄し、目づまりや汚れを取り除いておく。

◆大型防除機の外部ストレーナ

タンクの外にストレーナが設置されている大型防除機では、タンクのドレンから薬液を排出しても外部ストレーナ中に残る場合があるので、ストレーナのふたを開け薬液を排出するようにしたい。その際ストレーナも洗浄しておきたい。このストレーナが目詰まりを起こすと、噴霧用ポンプの空運転・焼つきに繋がる。



◆洗浄液を完全に排出するには（大型防除機）

噴霧用ポンプを空運転させると洗浄液の排出ができる。方法はタンクを空にし、エンジンを低速回転にし、噴霧用

ポンプを運転して空気を吸わせ、噴霧と同じ要領でノズル部から配管内の残液を排出させる。エンジン回転が低速であれば1分間程度の空運転ならポンプに与える影響はない。

また、各防除機の取扱説明書には「長期保管の方法」として、配管内やポンプ内の水抜きの方法が記載してあるもので、参考にするといよい。

4. 対策の組立てかた

飛散による問題発生を回避するための第一歩は、まず周辺に何が存在するのかを認識し、どのような問題が発生する可能性があるのかをチェックしてみることである。

次に、いかなる場合でも基本的な散布操作が重要であることを認識しておく必要がある。混住地区では2ページに掲げた国の指導のとおり、つねに飛散をできるだけ減らす散布をこころがけなくてはならないが、それ以外の場合であっても対策の基本は同じだからである。

前節で解説したとおり、基本的散布操作の徹底によって問題発生の確率を大きく低下することができる。小規模な手散布の場合であればこれだけで十分な対策になる。しかし、どの程度飛散を防止できたかどうか自信がもてない等、散布者にとってこれだけでは不安が残ることも少なくない。さらに、著しく近接した場所に心配な作物がある、注意をしても飛散を大きく減らせない作物や散布器具である、といった場合はより安心できる具体的な対策が必要となる。そこで、近接作物への影響回避を例にとり、対策の組立てかたを解説する。

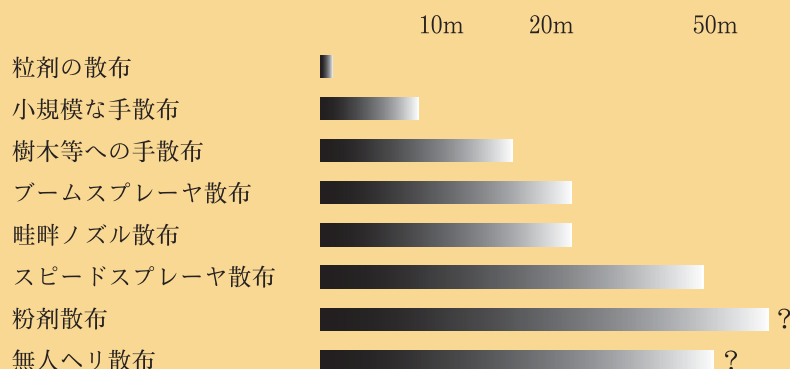
(1) 注意エリアを認識する

飛散の及ぶ範囲は散布時の多くの要因によって千差万別であるが、散布区域周辺のどの範囲まで注意を向けるべきかを認識しておくことが重要である。近接作物に対する影響回避の観点では、作物に飛散した時に残留影響の可能性のある範囲が注意を要するエリアであり、飛散が完全に無くなる範囲まで考える必要はない。

注意エリアは、使用している剤型や散布器具によってある程度の目安を得ることができる。粒剤はよほど風が強い時か噴頭を乱暴に振り回さない限りまず飛散しない。液剤の手散布は、平面的な作物の場合なら通常数mくらいまでの範囲が要注意であるが、スズランのような多頭口ノズルの場合はやや拡大する。立体作物への手散布は野菜の場合5m、果樹の場合は10mくらいまでが要注意である。水田などで使用する畦畔ノズルは到達力が大きく、追い風を受けると20m程度飛散する。数多くのノズルが装着されているブームスプレーやも手散布よりも飛散が大きくなりやすく20m程度までが注意エリアとなる。スピードスプレーや使用する送風量や園地の条件によって千差万別であるが、少ない場合でも20m、多い場合には50mくらいまで要注意となる。無人ヘリの場合も50mくらいまで要注意である。最も潜在的な飛散が大きいものは粉剤である。粉剤の場合は散布面積が大きいほど注意エリアが拡大する。

この範囲内に作物が栽培されていなければ、近接作物に対する影響は心配しなくてもよい。栽培されている場合はさらに次の確認を行う。

◆主な散布法と注意エリアの目安

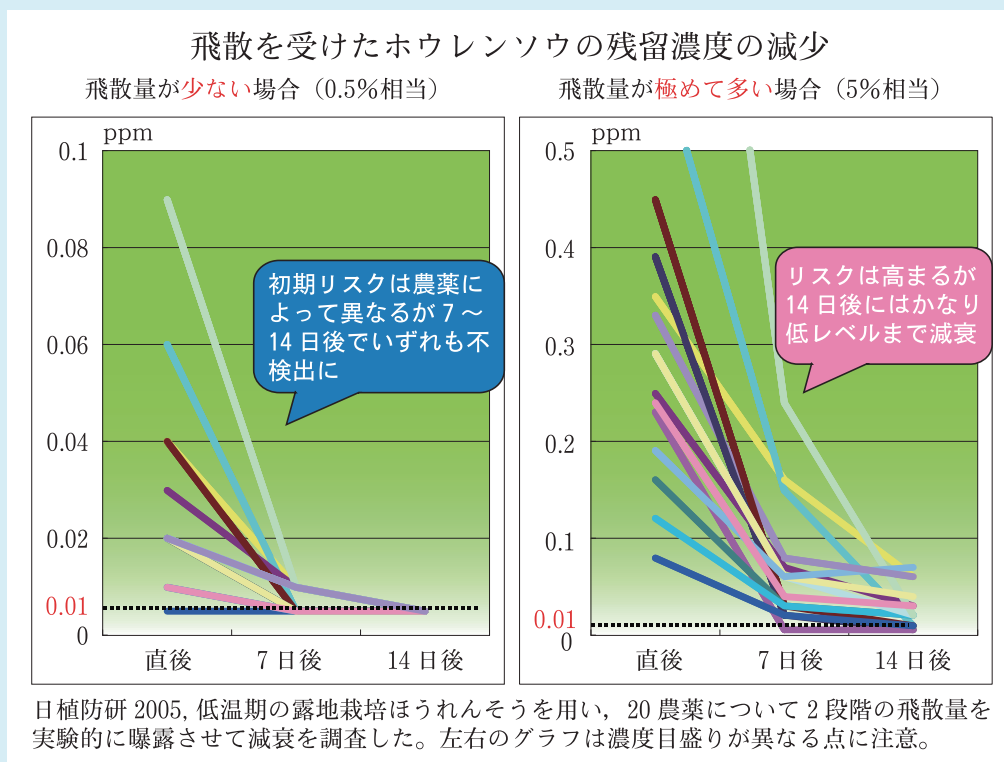


(2) 注意エリア内の作物と収穫時期を確認する

6 ページに説明した要領で、飛散の影響を受けやすい作物であるかどうか、その作物の収穫時期が近いかどうかを確認し、万一飛散した場合のリスクを検討する。この結果、注意エリア内に飛散の影響を受けやすい作物が栽培されており、収穫が近い時は最大限の注意が必要である。それ以外の場合は過度に神経質になる必要はない。また、エリア内が全て同等のリスクをもつわけではなく、散布区域にごく近い場所が最も飛散量が多く、離れるほどリスクは低くなる。このため、エリア内であっても離れた地点であったり途中で障害物がある場所ならそれほど神経質になる必要はない。

◆収穫前の要注意期間

飛散を受けても通常は時間とともに残留濃度は減少し、ある程度以上の期間が経過すると検出されることは極めて少なくなる。下図は検出されやすい作物のひとつであるほうれんそうを用いて数多くの農薬の残留濃度の推移を実験的に調査したものであるが、飛散量が少なければ7日後でほぼ検出されなくなることを示している。このことから、収穫前1週間程度が注意を要する期間になると考えられる。

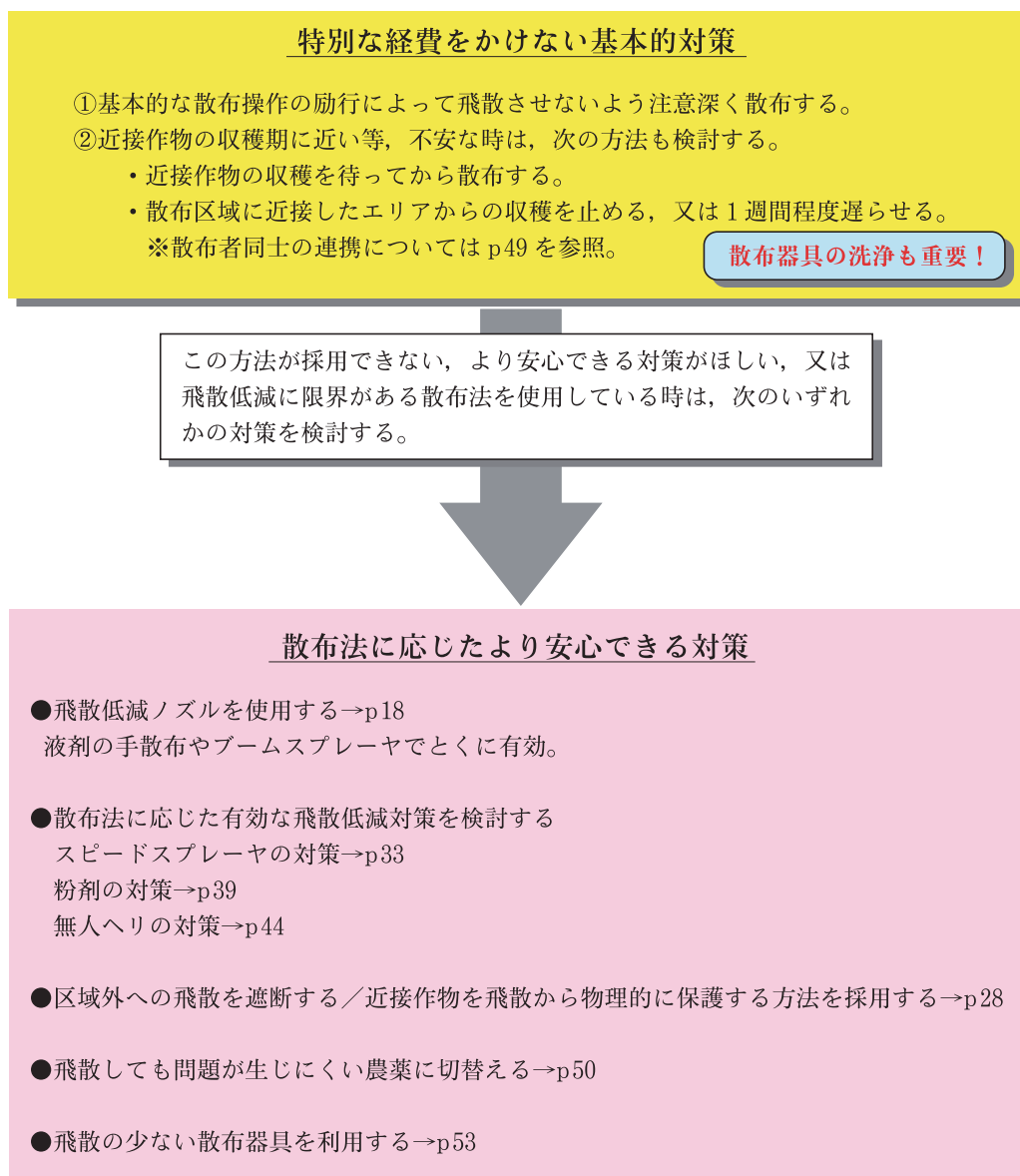


(3) 使用する農薬の登録を調べる

使用する農薬が近接作物にも登録があるかを確認する。これは農薬のラベルで確認できる。近接作物にも登録があればあまり神経質にならなくてもよいことを意味する。登録がなく、基準値があるかどうかの確認法は次章で解説するが、確認できない時は一律基準（0.01 ppm）を想定して飛散対策を考えるようにすればよい。

(4) 対策の組立て

対策は次のようなアプローチで考える。



(5) 近接作物以外への対策は？

近接作物以外での飛散対策は、飛散をできるだけ減らすことを基本に置く必要がある。基本的散布操作の励行は、分野を問わない対策の基本であるが、第Ⅲ章に示す個別対策技術も参考になろう。なお、飛散低減ノズルの利用は液剤散布の飛散対策として最も汎用的なものであるため、今後は基本的散布操作の励行と併せて積極的に活用するべきである。