

I. 農薬流出防止技術に関する情報収集

1. 目的

これまで得られている知見を踏まえ、国内で実用化されている各種農薬剤型・製剤及び農薬施用法を流出低減の観点から、広く情報収集を行い、整理し、とりまとめる。

2. 農薬の圃場外への主な流出経路と流出防止（低減）技術の概念

(1) 農薬の流出経路

①地表流出

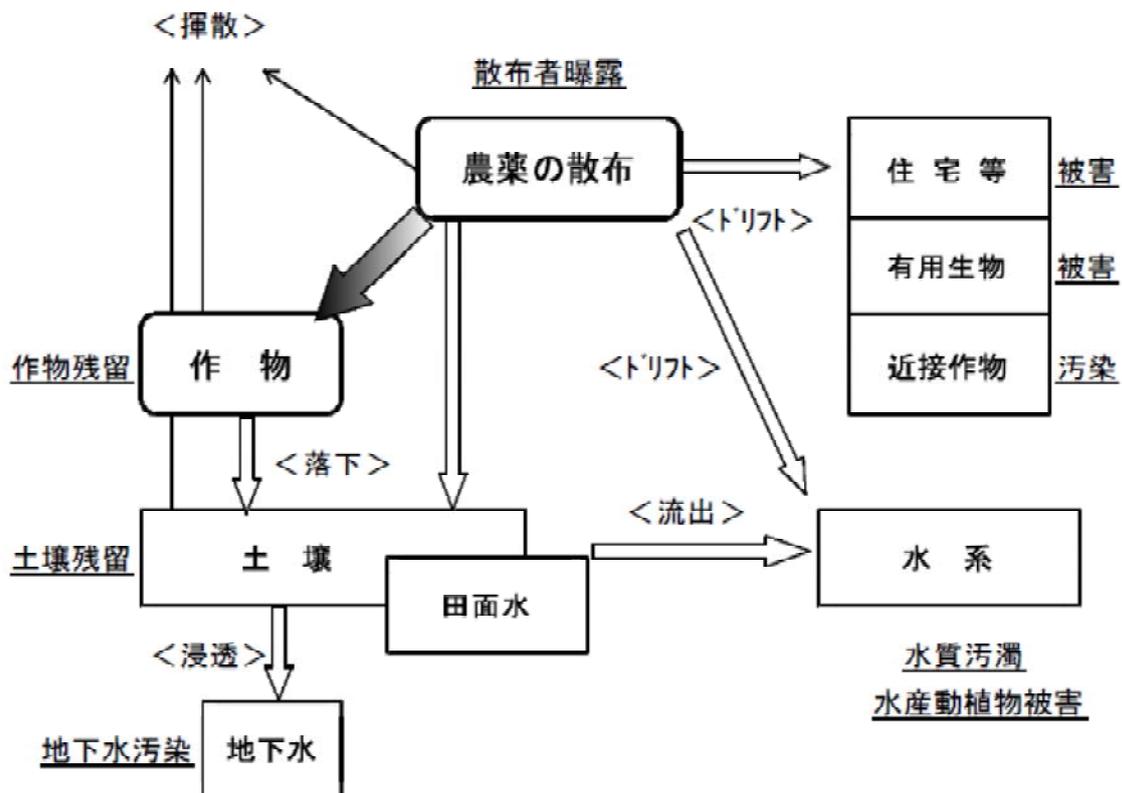
地表流出は、水田や畑地に施用された農薬が主に水を媒介して圃場外に流出する現象であり、水田においては、降雨によるオーバーフロー、落水などの水管理、畦畔管理不良による漏水などがその原因になる。暗渠排水による農薬流出についての報告はないが、一般に地表流出に含めて考えられている。いったん流出した農薬は水路を介して河川に流入する。河川中で検出される農薬の多くは水田農薬であり、その原因の多くがこうした地表流出によると考えられている。水田からの地表流出は、空中散布のように一時に限って使用される場合を除き、一定期間にわたってゆるやかに持続する特徴がある。その流出割合は水田や農薬によって大きく異なり、過去の調査では施用量の数十パーセントにのぼると見積もられた例もあるが、近年はかなり低下している傾向にある。

一方、畑地においては水田と異なり、こうした地表流出が発生するのは多量の降雨があった直後に概ね限られている。従ってその流出特性は偶発的かつ不連続であり、これまでの調査事例によれば流出量も少ない。畑地での地表流出は耕作土壌の流亡（エロージョン）も懸念される場所であるが、耕地整備がすすんだ現在、エロージョンが恒常的に問題となる圃場は極めて限られていると推察される。

ゴルフ場においてはグリーン等で大量に使用された農薬が、排水のために敷設された暗渠を通じて河川に直接流出するなどし、一時社会問題化したことがある。これらも地表流出と考えることができる。その後場内の調整池が整備されたり、監視が強化されるなどした結果、近年では全くといってよいほど排水口付近でも農薬の検出が認められなくなっている。

②飛散

飛散は農薬の施用（散布）に伴って発生する現象である。用いる農薬製剤、散布法（散布器具）と調整・取扱方法、散布時の気象条件などが大きく関係することから、極めて複雑な現象であるといえる。その最大の特徴は、散布時に限って発生する点にあり、他に比べて人為的な要素が多く含まれている。畑作中心の欧米においては、圃場からの流出経路として重視されており、欧州では散布機の検査なども導入されるようになってきている。我が国では他の流出経路に比べて流出量が特段大きいとは認識されていないが、近隣住民や周辺作物の安全確保などの観点から問題視されることが多い。近年、環境省や農林水産省の事業によって実態や要因解明がすすめられ、飛散を低減する取り組みが急速にすすめられている分野である。



散布された農薬の環境中への流出経路（文献1から引用）

③揮発

揮発は施用後の農薬成分が植物や土壌などから揮発し大気中に放出される現象である。その程度は農薬成分の物理化学性（蒸気圧）に強く依存しているといわれ、航空防除のように広域に一斉に使用した場合に高まりやすいとされる。また、散布に伴って発生した飛散粒子の一部が蒸発し大気中に漂う現象なども指摘されているが、十分解明されていない。いずれにせよ、揮発によって圃場から流出する農薬量は他の流出経路に比べれば限られていると考えられる。

④地下浸透

地下浸透は施用後の農薬が作土層よりも深く浸透していく現象で、砂質土壌のように透水性がよい土壌条件の場合に発生しやすいと考えられている。その媒体は降雨や灌水などの「水」であり、とりわけ水に溶解しやすい農薬の場合に水の上下動に伴って移動しやすいと考えられている。欧米では地下水汚染の観点から早くから調査研究がすすめられてきたが、近年環境省が行った調査では、水田・畑地とも顕著な地下浸透が認められた事例はごくわずかであった。その原因は、我が国で一般にみられる火山性の土壌は農薬の吸着性が高いため作土層でとどまりながら分解消失していく、水田などでは作土層直下に硬盤が発達しているために移動が妨げられる、等と考えられている。他方、農業用井戸水から一時的に農薬が検出される事例もあり、圃場内部の土壌の亀裂が原因となっているとの指摘もある。

(2) 流出防止（低減）技術の概観

このような農薬の圃場外への流出の防止又は低減に資する技術は、農薬製剤によるもの、散布法によるもの、農薬以外の資材によるもの、圃場管理法によるもの、に大別することができる。

①農薬製剤

小規模かつ多様な農業形態を背景とし、我が国の農薬製剤は世界的にみても極めて多様性に富んでおり、その技術水準も高い。水田で使用するひとつの農薬成分をとってみても、水和剤、フロアブル剤、粒剤、粉剤といった多様な製剤化がはかられている。現在実用化されている農薬製剤の全体概要を下表に示す。

表2 農薬の主要な製剤形態と主な施用方法（中村 1986 から抜粋，改変）

製剤形態	剤 型 名	性 状	主な利用法	散布機など
液 剤	乳 剤	乳剤原液	水希釈施用 (噴霧散布) (直接施用)	噴霧機，手振り
	液 剤	水溶液		
	懸濁製剤 (フロアブル， ゾル，SC など)	水性懸濁液		
	油 剤	非水溶液	直接施用	
固 形 剤	水和剤	水和性微粉	水希釈施用 (噴霧散布)	噴霧機
	水溶剤	水溶性微粉		
	粉 剤	微 粉 [※]	直接施用 (散粉，散粒)	散粉，散粒機
	微粒剤(粉粒剤)	粗 粉 [※]		
	粒 剤	細 粒 [※]		
	ジャンボ剤	水溶性フィルム包装他	(投げ込み)	
	錠 剤	成型錠		水希釈施用
直接施用(くん煙)				
特殊製剤	エアロゾル	加圧密閉缶入	直接施用 (噴霧，くん煙塗沫)	
	くん煙剤	くん煙筒，粒，棒等		
	ペースト剤	塗布剤		

※：粒径により規定された範囲によって分類される。

文献5より引用

流出防止の観点からこれら製剤の機能を比較検討した事例は限られているが、例えば水稲のいもち病やウンカなどの防除に使用するために開発された「粒剤」は、栽培中期に湛水状態で散布する方法がこれまで一般的であった。これに対し、近年急速に普及している「箱粒剤」は、特別に処方された粒剤を育苗箱に処理するものであり、使用時期を大幅に前倒しした結果湛水散布が不要となった。これらふたつの製剤の水田水中農薬濃度を比較すると、箱粒剤のほうが大幅に水中濃度が低いことが明らかとなっている。

このような使用法が可能となったのは有効成分の「溶出制御技術」によるところが大きい。溶

出制御には「徐放化」と「溶出促進」があるが、とりわけ徐放化は防除効果の持続や薬害の軽減といった機能面ばかりでなく、環境中への放出速度が遅いため、水田水中濃度の急激な上昇が抑えられるといった特徴がある。現在実用化されている箱粒剤の多くは混合剤であり、成分ごとに徐放化と溶出促進が組み合わされているものもあるとされる。マイクロカプセルも代表的な徐放化製剤といえ、一定の時間経過後に有効成分の溶出がはじまるように調整されているものもある。なお、マイクロカプセル化によって土壌中での移動性が減少するとの報告もある（表 1-3）（文献2）。

粒剤の湛水散布に比べて水稻生育中後期に施用する茎葉散布のほうが田面水中濃度は低くなる。これは農薬が作物体に向かって散布されるため、田面水への落下量が少なくなるためである。従って、粒剤の湛水散布に比べて液剤や粉剤のほうが地表流出のリスクはやや小さくなるが、反面ドリフトによる流出リスクが増加する。一方、ジャンボ剤やパック剤などはいわゆる「投げ込み剤」といわれ、塊形状であることからドリフトは全くない。

ドリフトについては、かつて主流となっていた普通粉剤のドリフト低減を目的とし、1970年代に DL 粉剤及び微粒剤 F が相次いで開発されたが、主用途である水田ではその後微粒剤 F は使用されなくなった。しかし最近本剤型を再び実用化する動きがみられている。（文献4）

これら製剤による流出防止を考える際、個別の農薬成分においては防除目的を達するために適用可能な剤型が限られる点に留意が必要である。すなわち、茎葉散布によってしか効果が発揮しにくいタイプの農薬では、湛水散布を前提とする粒剤や流出リスクの少ない箱粒剤として製剤処方することは難しい。

水田用途の主な製剤について、ライシメータを用いて田面水濃度を比較調査した結果を表 1-1 に示す。また、箱粒剤の普及により、実河川における検出が飛躍的に低下したことを示す調査事例を表 1-2 に示す。（文献3）

表1-1. 製剤による田面水濃度の違い

農薬	理論最大濃度	実測最大濃度
A乳剤	720	748
A粒剤	800	386
Aフロアブル	760	906
B箱粒剤	800	32
B粉剤DL	800	676(水面施用) 164(茎葉散布)

平成15年度農薬残留対策総合調査結果から引用。単位 $\mu\text{g/L}$ （文献3）

表中の理論最大濃度は水深5cmの田面水に投下有効成分が全量溶解したと仮定した場合の濃度。

表1-2. 箱粒剤の普及による河川中濃度の低下

	年度	施用面積(ha)		最大濃度 (μ g/L)	検出期間
		箱施用	水面施用		
カルプロパミド	1998	53	0	<0.5	検出されず
トリシクラゾール	1998	256	0	<0.5	検出されず
	1999	56	0	<0.5	検出されず
	2000	13	0	<0.5	検出されず
プロベナゾール	1998	0	336	1.3	6月第5半旬
	1999	248	145	1.5	6月第5半旬～第6半旬
	2000	330	81	<0.5	検出されず
ピロキロン	1998	0	86	2.6	7月第1半旬～第6半旬
	1999	0	51	9.0	6月第5半旬～7月第6半旬
	2000	0	22	8.6	6月第5半旬～7月第6半旬

都築ら(2001)を改変 (文献2)

表1-3. デンプンでカプセル化した除草剤のカラムリーチング

成分名	移動深度(cm)	
	乳剤	デンプンMC製剤
アトラジン	33	6
アラクロール	24	5
メトラクロール	27	5

辻(2004)を改変 (文献2)

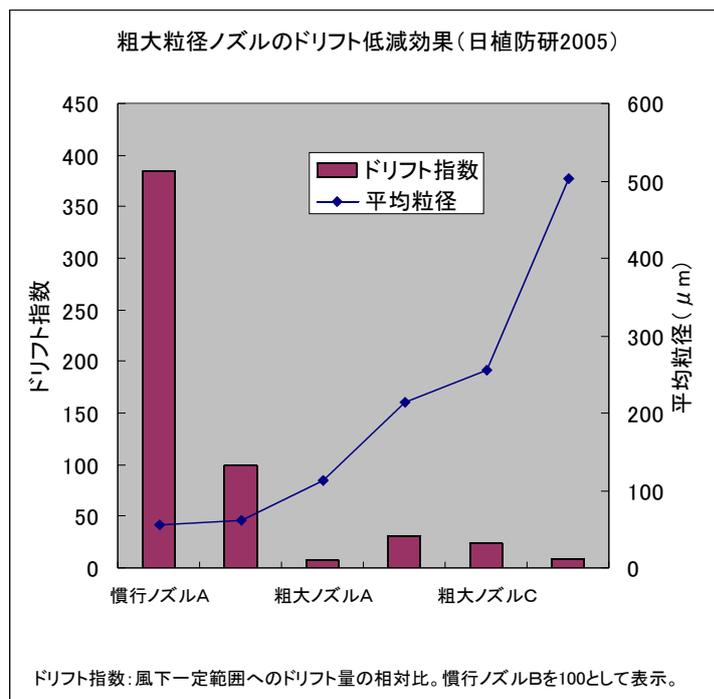
②散布法

散布法は上述の農薬製剤と極めて密接な関係を有する。防除作業には省力性が求められるため、栽培管理体系や作業条件にあわせ、農薬製剤(剤型)と一体化した特有の散布法が構築されている。例えば、水田特有のホースを用いた粉剤散布や鉄砲ノズルを用いた液剤散布、果樹園で用いられる送風を伴うスピードスプレーヤなどは作物の栽培形態に応じた多様な防除器具が用いられていることを示す例であるが、土壌処理ひとつとってみても極めて多くの処理方法がある。これら散布法を流出防止の観点から比較検討した事例は限られるが、いわゆる「散布」を行うものはドリフトに違いがあることが経験上知られている。ドリフトについては、近年その低減対策が急務となる中、ドリフト低減型のノズルや散布装置が数多く開発され、急速に普及がすすめられている。我が国の散布とりわけ病害虫防除においては、高い防除効果を求めるためにこれまで微細な散布粒子が好まれてきた。しかしこのような微細な散布粒子はドリフトの原因となることから、ドリフトしにくいより大きい粒子を発生する散布ノズルが近年数多く開発されている。これらのドリフト特性を比較した調査事例を図に示す。(文献6,7)

一方、地表流出の観点からみると、水田の場合では、農薬を直接田面水に処理する方法は田面水濃度が高まりやすいため、適切な止水を行わないと流出リスクは高まる。これに対し、茎葉散

布を行うものでは田面水への落下割合が小さくなるため、田面水の流出によるリスクは幾分小さくなる。また、散布法と関連した要因として処理時期がある。例えば、水田の田植え前に使用する除草剤は、田植え時に強制落水が行われる場合があることから、田植え後に処理する場合に比べて流出リスクは高まる。

現在、欧米で環境負荷が最も少ない農薬施用法と考えられているのは「長期間効力を発揮できる農薬による種子処理」である。その最大の理由は、多くの処理方法の中で最も少量で済むところにある。我が国でも水稲や一部の野菜でこれに属する技術が実用化されているが、欧米と異なり移植栽培が中心であることや、栽培形態や管理作業に応じた多くの処理方法が既に定着していることから、生育期間における農薬散布の大幅な軽減を目指した積極的な技術展開はまだ限られている。古くからある種子消毒も含め種子処理は、流出防止の観点からは、それ自体のもつリスクは極めて小さいといえるが、水稲などの浸漬処理では廃液の処理がこれまでしばしば問題となってきた。現在では廃液処理機がひろく普及し、問題は少なくなっている。また、野菜等では種子供給会社が種子処理を行う形態が一般的となっている。



(文献6より引用)

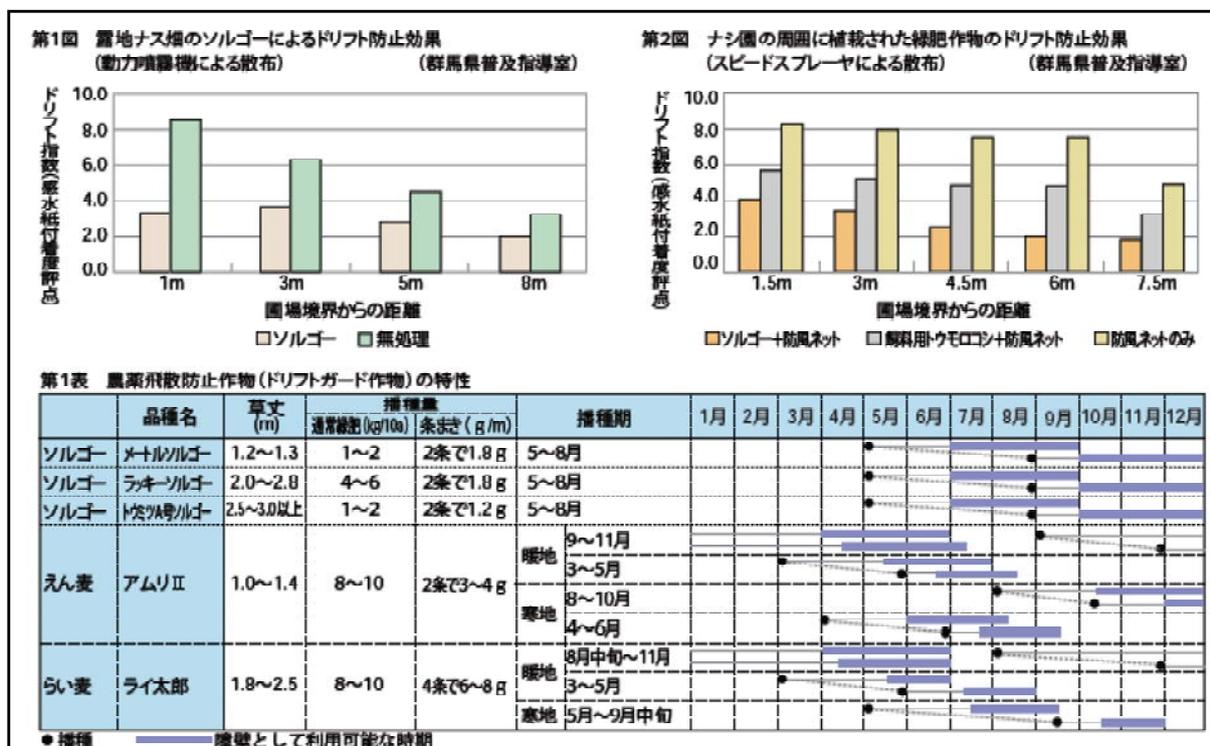
③農薬以外の資材

農薬以外の資材を用いる流出防止には、大きく分けて水田からの流出防止対策とドリフト防止対策がある。また資材のタイプからみると、薬剤的な資材を用いるもの、簡易な器具等を用いるもの、構造物を敷設するもの、といった多様な内容が含まれる。その機能・目的は④圃場管理法と不可分なケースも多いため、ここでは吸着剤の利用（水田）と遮蔽物の利用を掲げておく。

吸着剤の素材としては、これまで、活性炭のほかにより安価な剤粒状木炭やモミガラ成形炭粉末が検討されている。これらは粉末状又は固形にして水田内に投入することで田面水中農薬濃度を低くする効果があるが、排水路に設置した検討事例などもある。いずれも試験的に一定の低減効果が確認されているが、普及はすすんでいない。なお、北海道で取り組まれた研究報告では、融雪剤として用いられる粒状木炭を入れた不織布パックを実験排水路に置いて試験しており、約50%の除去率が得られている。しかし、実際の圃場排水路では懸濁物による目詰まりで除去率が低下したという。（文献 8, 9）

遮蔽物はドリフト低減対策として現在全国的に取り組みがはじまっており、ネットや緑肥作物の低減効果の調査が各地で行われており、導入がすすめられている。ネットの遮蔽効果に関する情報はⅢ章で述べる。緑肥作物に関する検討事例を図に示す。

また、空中散布におけるドリフト低減の補助手段として、展着剤（アロン A）を添加する方法が一般的に行われている。本剤は蒸発による散布粒子のやせ細りを防止する機能があり、添加によって微細粒子が減少するとされる（文献 2）。しかし、空中散布に限った適用となっており、無人ヘリや地上防除分野への展開はみられていない。



タキイ種苗(株) 資料から引用

④圃場管理法

栽培管理を含む圃場管理法も農薬の流出を左右する重要な要因である。例えば、水田に処理さ

れた農薬の主な流出原因は、不適切な水管理による水尻からの流出、不良な畦畔からの漏出などとなっている。その対策についての検討事例も水田に関するものが主体となっており、技術的な要素としては、水管理全般に関するもの、水尻管理に関するもの、畦畔管理に関するもの、緩衝池等に関するものなどがある。これらの多くは実践的な対策であり、報告も多いことから、関連資料と合わせ、水田からの流出防止対策として後述する。

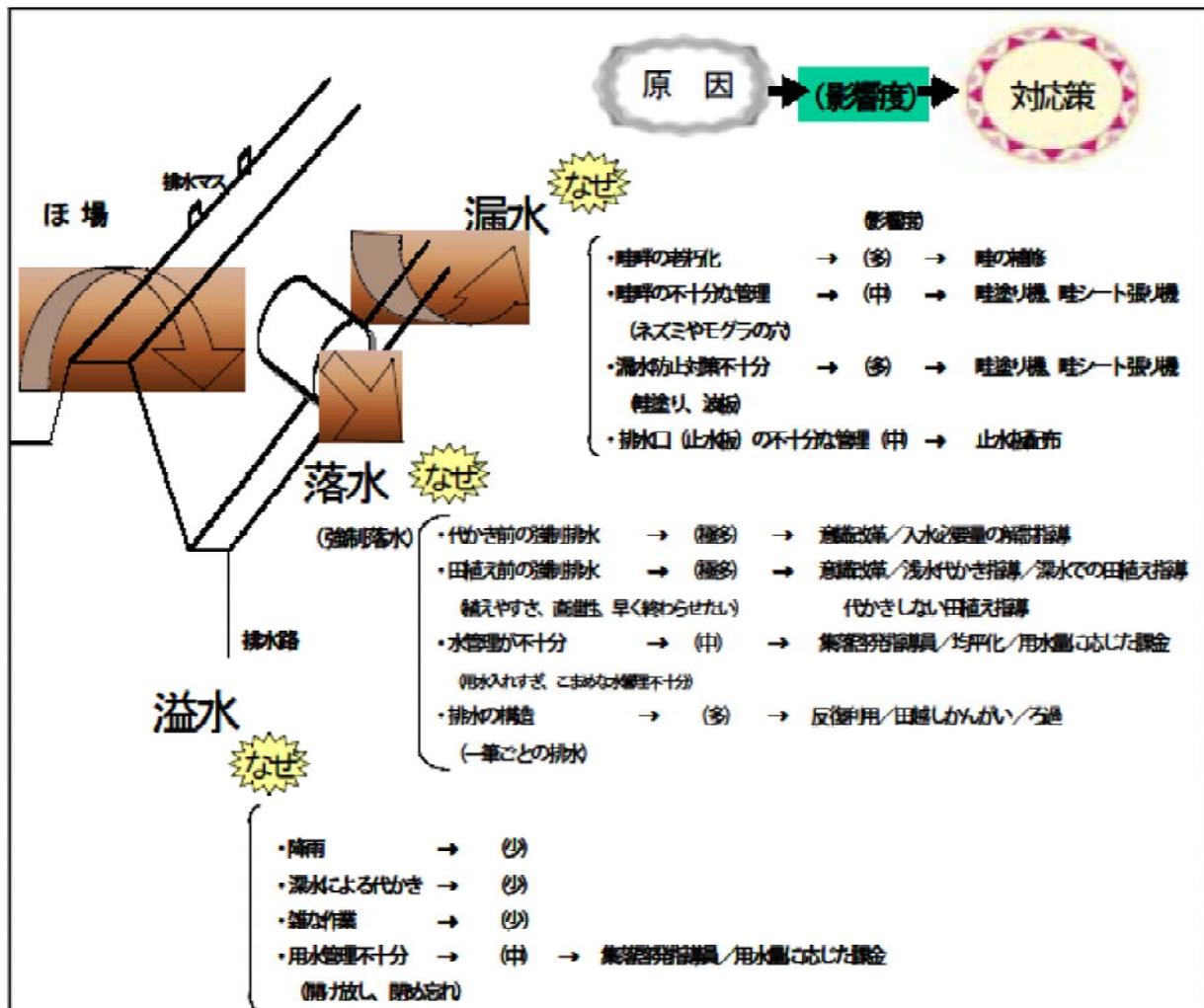
ドリフト低減の観点では、とりわけスピードスプレーヤーによる防除作業が不可欠な果樹園において、ドリフトを低減しつつ防除効果を得るために樹の栽培管理法を見直す動きもみられはじめている。すなわち、薬液が届きにくいような樹型のままでは、送風量や散布量の低減が難しく、ドリフト低減対策にも限りがあると考えられているためである。(文献6)

3. 水田における流出低減対策（圃場管理法）

農林水産省は平成18年にIPM実践指針を発表し、そのなかで水稲について具体的な実践指針をとりまとめている。その基本的考え方は、病虫害や雑草の発生を減らし、農薬等の使用による防除効率を高め、環境負荷を最小限としつつ経済的に農作物の生産を行うことに置かれている。このため、実践指針に掲げられた技術要素は多岐にわたり、いずれも間接的には農薬の使用割合を減らすことで流出防止に寄与するものであるが、直接的に流出防止に関係する技術要素として掲げられているのが「畦畔管理」「水管理とりわけ止水」である。前者については畦塗り等による畦畔の整備が必須事項として掲げられており、後者については農薬ラベルの止水期間の遵守、止水期間中における落水及びかけ流しの禁止が必須事項として掲げられている。(文献10)

水環境の保全に対する意識は全国的に高まっているが、とりわけ琵琶湖を抱える滋賀県においてはその取り組みは群を抜いており、県の指導指針として踏み込んだ水田営農対策がすすめられている。この対策は農薬のみを対象にしたものではないが、水田からの排水をできるだけ減らす取り組みとして、体系だてた対策が啓発されている（農業排水対策営農技術集）。また、それら多くの個別対策の費用対効果についても評価を行っている。これらは、いわゆる濁水発生の防止の観点から策定されたものであるが、その多くは農薬の流出防止にも直接的に寄与すると考えられる。中でも、田植え後の落水の防止（田植え前に使用する除草剤の流出防止）、漏水の防止（田植え後に施用された農薬の流出防止）は、農薬流出防止に関する圃場管理法として重要と考えられる。(文献11)

滋賀県では水尻からの漏水を完全に防止するために、通常の止水板に加えて独自の濁水止水板の設置を推奨しており、畦塗りを併用することで止水効果をさらに高めている。このほか、数多くの栽培管理技術を推奨している。



北海道における調査研究では、水口近傍の排水口による水位管理がかけ流しによる農薬流出の大幅な低減に有効としている。また、水田排水を休耕田など農薬無施用圃場を経由させることにより、流出軽減に一定の効果があるとしている。(文献9)

一方、漏水防止効果の高い畦畔の造成法については幾つかの資材が用いられ、又は新たに実用化がはかられている。最も一般的な方法は、遮水シートや波板を用いるものであり、設置方法によっては極めて高い漏水防止効果が期待できるものと考えられる。また、崩壊しやすい土盛りの畦畔の代わりに人工的な構造物によって畦畔を造成する方法もかなり普及している。その多くはコンクリートブロック型であるが、中には畦にかぶせる格好で敷設するプラスチック製の畦畔カバーもある。さらに、遮水シートと併用した事例などもある。新しい試みとしては土壌硬化剤の利用がある。すなわち、崩壊しやすい畦畔に強度を保ち漏水を防止するため、あぜ塗りに土壌硬化剤を混入するものである。その素材として、軽焼マグネシアを利用する方法が考案されている。(文献12)

(1) 簡易止水板（濁水防止止水板）の普及

入水前に通常の止水板（既存止水板）の前（水田側）に塩ビ板等でできた簡易止水板（濁水防止止水板）を排水マス全体を覆うように設置する。簡易止水板の設置に際しては入水時や代かき時の溢水が排水路に出ないように、水田の面より20 cm以上高くして設置する。

入水後、直ちに止水板の周りを中心に畦塗りをを行い、漏水がないことを確認する。



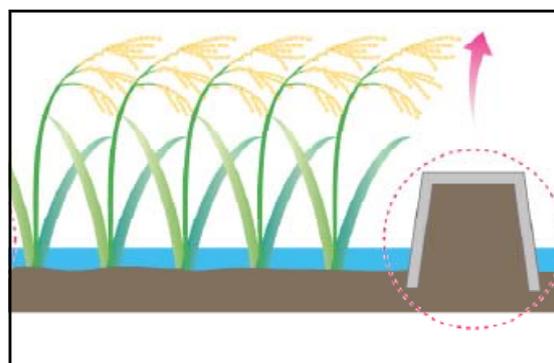
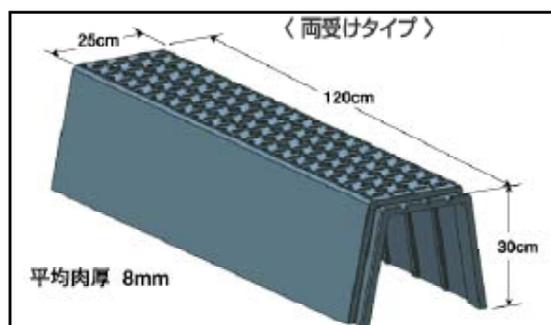
縦 30 ~ 40cm、横 30cm、厚さ 0.5 cm

写真 III - 6 濁水防止止水板の設置

また、こうした簡易止水板が設置できない場合には、肥料袋の空き袋等を利用して、既存の止水板から排水マス全体を覆うようにして、漏水が出ないようにしっかりと排水口を塞ぐことが重要である。



上：土壌硬化剤を用いたあぜ塗り
右：プラスチック製の畦畔カバー



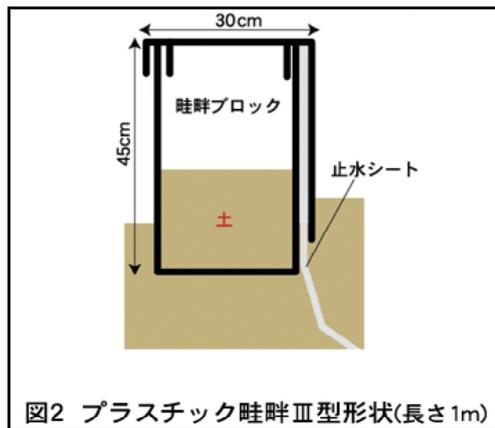


図2 プラスチック畦畔皿型形状(長さ1m)
止水シートを併用したプラスチック畦畔

最近、新しい水管理の考え方も提案されている。水田の入水管理をいわゆる「かけ流し」で行うと水尻から農薬が流出しやすいことが指摘されているが、その背景には、水利条件や労力の制約等の要因以外に、とりわけ除草剤の場合水深が低下し田面が露出すると除草効果が低下するとの認識が一般にあるのではないかとされている。この点について(財)日本植物調節剤研究協会では、十分な水深を確保したあと水尻をしっかりと止めて除草剤を散布し、その後7日間程度一切の給排水を行わずに管理する方法の検討を行っている。その結果、多くは田面に部分的に露出がみられたが、除草効果や水稻の生育への影響が問題となることはなかった。また、かけ流しでは散布された約 20%の除草剤成分が流出したのに対し、この管理方法では 5%以下の流出に留まった。このため同協会では、除草剤処理後は数日間程度の田面露出がみられた場合でも、除草剤成分が土壌に十分吸着するまでは新たな給排水は行わないことを提案している。これにより、かけ流し水田を減少するとともに、気の抜けない水管理に要する労力の軽減効果もあると考えられている。(文献 13)

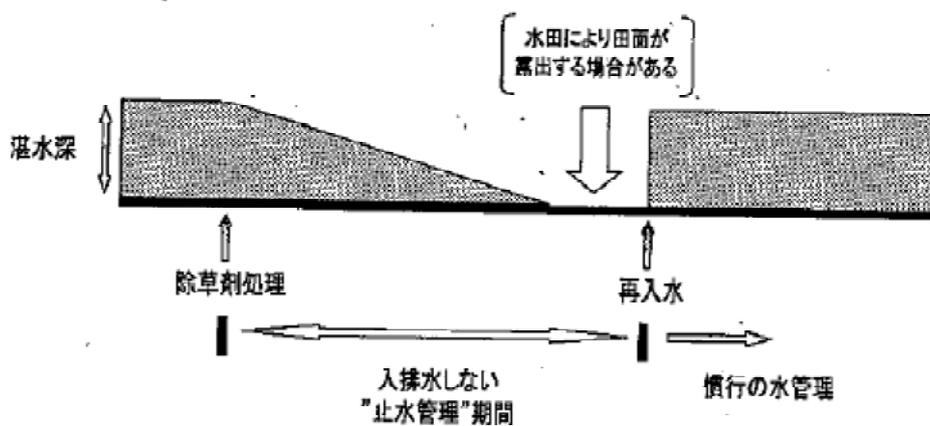


図 提唱する“止水管理”の模式図

4. 流出防止技術の有効性等に関するまとめ

(1) 農薬製剤

主な剤型と流出リスクに関するまとめを表に示す。

	地表流出	ドリフト	地下浸透
液剤 (水で希釈するものを含む)	・用途・使用法によってリスクに違いが生ずる。水田使用はリスクが高い反面、畑地用途は全体にリスクは小さい。	・一般に散布して用いるため、潜在的にはドリフトのリスクがある。	・一般に茎葉散布として用いられる場合には、土壌表面への落下は少なく、リスクは小さい。
粒剤	・水田施用の場合では、田面水に直接施用するものが田面水濃度は高くなりやすい。粒剤やフロアブル剤(除草剤)は通常これらに該当。	・一般に極めてリスクは低い。	・土壌表面に処理するものが多くなる。ただし有効成分の溶出は液剤に比べて緩慢。
粉剤	・箱処理剤は田面水への溶出は少ない。 ・徐放化がはかられた製剤では田面水濃度の急激な上昇が抑えられる。	・他の剤型に比べて最もリスクが高い。	・一般に茎葉散布として用いられる場合には、土壌表面への落下は少なく、リスクは小さい。ただし土壌処理剤として用いられる場合もある。

(2) 散布法

主な散布(施用)法と流出リスクに関するまとめを表に示す。

	地表流出	ドリフト	地下浸透
種子消毒	・最小量の処理となるため、田面水中への溶出量も極めて少なく、リスクは最小。ただし廃液処理に係るリスクがある。	・一般にリスクは無い。	・一般にリスクはほとんど無い。
散布	・田面水等への落下割合が大きい場合ほどリスクは大きくなる。茎葉散布ではその落下割合は小さく、水田の散布法では少量散布が最も小さいといわれる。	・一般にリスクを伴うが、方法、散布機器により大きな差異がある。 ・液剤ではドリフト低減ノズルの利用によりリスクが低減できる。	・一般にリスクは小さいが、土壌への投下量が多くなるにつれてリスクが高まる。
土壌処理	・畑地が主体であるため、総じて地表流出のリスクは高くない。 ・水田の側条施用なども土壌中処理となるため、田面水への溶出は少ない。	・一般にはドリフトよりも揮発によるリスクが問題になりやすい。	・本法に用いられる農薬の特性及び処理法の特性からみて、他の処理法よりもリスクが高まりやすい。

(3) 関係資材

吸着剤の利用は、素材による吸着効率の良否等もあるが、水田内に施用する場合、その吸着に

よって農薬本来の効果を阻害しないかどうか、施用に要するコストや労力、及び吸着剤自体が環境負荷の原因にならないかどうか、といった諸点において検討の余地がある。排水路への設置は、水田内に施用するよりも幾分合理性があると考えられるが、農薬によって吸着効果に差異がある、及び汚濁水によって目づまりが生じて時間とともに吸着効果が低下する、といった問題点が指摘されている。

ドリフト防止のための遮蔽物設置は、全体として有効性が高いと考えられているが、問題点も指摘されている。ネットについては、十分な高さを確保して設置する必要があるが、それ自体のコストよりも支柱の設置コストが高いという問題点がある。また、遮蔽効果が高いものは通気性が悪い、景観を損ねる、等の問題点も指摘されている。これに対し、ソルゴーなどの緑肥作物の利用は、コストが安いことや天敵生物の涵養効果といった点でネットよりも優れているが、反面、利用できる期間が限られている、高さには限りがある、及び毎年更新する必要がある等のデメリットも多い。

(4) 圃場管理法

水田においては、水尻を含む畦畔管理を適切に行うことが流出防止上極めて重要である。また、水管理とりわけ農薬処理後の強制落水やかけ流しの防止も重要である。これらの良否は水田からの流出リスクに最も大きく影響すると考えられる。このため、地域ぐるみでの農業者の啓発や適正管理のための資材活用の奨励等は、地域としての流出リスク低減に有効と考えられる。

その要素技術として、強固な畦畔を造成する技術や簡易な畦畔修復・補強技術、水尻の止水板を二重にする技術などが有望であるほか、流出防止の観点からの水管理の慣行として、十分な湛水ののちに除草剤を処理し、1週間程度給水しないという提案も極めて有望と考えられる。地域の水田内に緩衝池を設置する考え方については、その有効性は不明な点が多い。

参考文献

- 1) 農薬概説、農林水産省消費安全局農産安全管理課・同植物防疫課・独立行政法人農薬検査所監修、日本植物防疫協会、2006
- 2) 農薬の環境科学最前線、日本農薬学会編集、ソフトサイエンス社、2004
- 3) 平成15年度環境省委託業務報告書、農薬の環境中予測濃度評価のための試験法に関する検討委員会報告書、平成16年3月、日本植物防疫協会
- 4) 高木豊：シンポジウム散布技術を考える講演要旨、日本植物防疫協会、2007
- 5) 松尾一穂：シンポジウム散布技術を考える講演要旨、日本植物防疫協会、2007
- 6) 地上防除ドリフト対策マニュアル、日本植物防疫協会、2005
- 7) 平成17年度農薬飛散対策に関する調査研究報告書、日本植物防疫協会、2006
- 8) モミガラ成形炭粉末を用いた水稲用除草剤の系外流出削減技術、
http://www.affrc.go.jp/seika/data_niaes/h14/niaes02013.html
- 9) 環境中における農薬の動態及び環境影響の逓減に関する研究、平成12年3月、北海道環境科学研究センター・北海道立中央農業試験場・北海道立衛生研究所・北海道立地質研究所

- 10) 総合的病害虫・雑草管理（I P M）実践指針
http://www.maff.go.jp/www/council/council_cont/seisan/ipm/4/ichiran.html
- 11) 農業廃水対策営農技術集、平成 15 年 3 月、滋賀県
<http://www.pref.shiga.jp/g/kodawari/nogyohaisui/>
- 12) 軽焼マグネシアを使った土壌硬化の新技术、<http://www.affrc.go.jp/ja/press/2000/0425/0425.html>
- 13) 新農林技術新聞、平成 19 年 2 月 25 日付け