

水稻除草剤の田植同時散布における薬害発生とその評価法

公益財団法人日本植物調節剤研究協会
千葉支所
橋本 仁一

はじめに

近年、水稻栽培における除草剤散布はフロアブル剤の水口処理、ジャンボ剤や拡散性粒剤の畦畔からの投げ込み・振り込み散布、あるいはドローン等を利用した省力的な散布方法が主流となっている。これらの方法はいずれも薬剤の不均一な散布となるが、薬剤自身の拡散性能や田面水が水田内を拡散することにより、処理後しばらくすると薬剤成分が水田内に均一に分布するとされる。これらに対して田植同時処理、特に通常粒剤を散布する場合、薬剤それ自身が拡散性を有しないことから、田植機の走行直後に薬剤が不均一に散布されると、一時的に薬剤成分が薬剤投入部分付近に高濃度に存在することが懸念される。

さらに、田植同時散布は移植作業と並行して行われることから、田面の水が落とされた条件（ごく浅水条件）で実施されることが多く、公益財団法人

日本植物調節剤研究協会（以下、植調協会または植調と略す）が実施する適用性試験のなかでも、移植苗の状態や田面条件、薬剤の散布状況等により水稻に対し部分的に強い薬害症状が発現するという事例が時おり報告されている。こうしたことから、植調協会では2019年度より水稻用除草剤の田植同時散布時に現場圃場で起こりうる条件を模したモデル試験区を設定して、薬害発現リスクを評価できる試験方法の確立を目指した。

1. 田植同時散布モデル区の設定と数種薬剤による試験

まず検討初年目の2019年度は、田植同時散布（移植時散布）に登録を有する市販一発処理剤の1キロ粒剤で、成分構成の異なる3剤（市販A剤、B剤、C剤）を用いて田植同時散布試験を実施した。なお試験場所は植調研究所千葉支所（千葉県山武市）の草深圃場（壤質砂土）で、水稻品種「ふさお

とめ」を用い、4月下旬移植で行った。試験区は3m²区、3反復とした。

田植同時散布は、図-1に示したように、除草剤は移植ユニット後部に設置された散布機から移植直後の田面に向けて散布される。その際に、散布機からの除草剤の飛び出しが間欠的となる機種もあり、その場合は田面には散布される場所（網掛け部分）と散布されない場所（白色部分）が生じる。また散布される部分では薬剤が重複することになる。更に、吐出した除草剤の一部はまだ田植機が走行していない隣接場所にも飛び込む場合があるので、移植前に除草剤が処理される場所も生じることになる。これら移植のタイミングと処理された除草剤の場所の関係をモデル化して、異なる4つの条件が生じることを示したのが図-2である。本試験は田植同時処理で生じるこれら4つの条件（調査地点）を試験区内に設けて行った。

なお、通常的水稻移植時の水管理を想定して、薬剤処理時（移植時）は

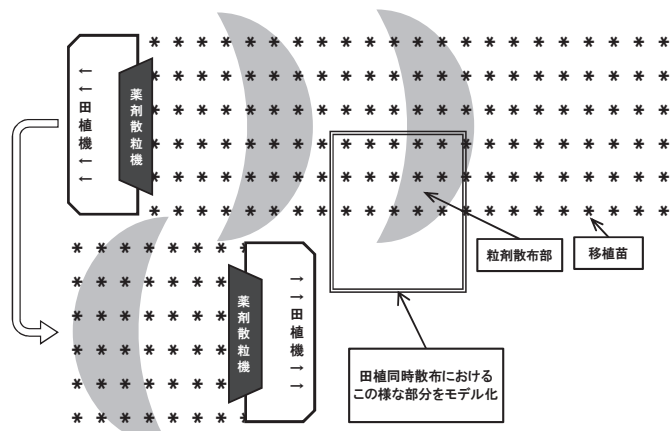


図-1 田植同時散布でモデル化した部分

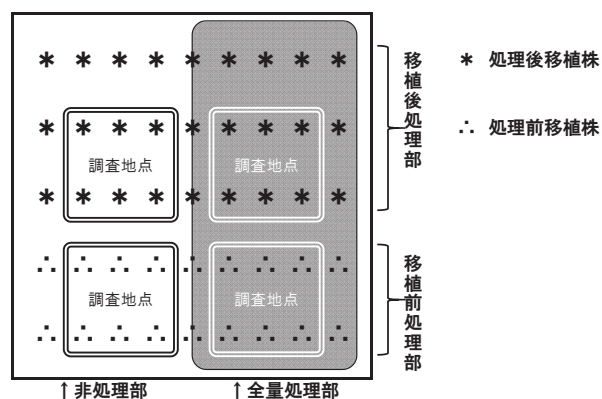


図-2 田植同時散布モデル区



図-3 薬剤散布時の状況



図-4 A剤処理区移植後50日頃の様子

区内をひたひた水（0～0.5cm湛水）状態とし、作業手順は、①試験区奥半面に機械移植、②試験区設置後に薬剤全量（1区当たりの標準薬量）を区右半面のみ均一散布、③10分後に区手前半面に手植え、④薬剤処理40分後に入水し、3～4cmに湛水するという順序で行い、以降は慣行管理とした。なお手植え部分は機械移植条件と同等になるよう、1株当たり4～5本、移植深度3～4cmに設定した。

移植後（薬剤処理後）10～15日間隔を目処に水稻の生育状況について観察調査を実施し、試験結果としてまとめた。

結果を表-1に示した。A剤は、移

植後・非処理部で「+」程度の草丈抑制、分けつ抑制がみられた。また、移植後・全量処理部では一時的に「++」程度の薬害症状が発現したものの回復は早かった。一方、移植前部分は非処理部では「+」程度であったものの、全量処理部では「++」程度の症状が発現から30日以上観察された。

B剤では、移植後・非処理部で薬害症状は見られなかった。移植後・全量処理部では「+」程度の草丈抑制、分けつ抑制症状が発現した。移植前部分においても、非処理部では症状は極軽微で、一時期「+」程度の生育抑制症状がみられるのみであった。一方、移植前・全量処理部では一時「++」程

度の薬害症状が観察された。

C剤では、移植後・非処理部で「+」程度の草丈抑制、分けつ抑制がみられた。また、移植後・全量処理部では一時的に「++」程度の薬害症状が発現した。移植前部分でも、非処理部では一時的な「++」程度の薬害症状発現にとどまったが、全量処理部では「++」程度の薬害症状が発現から30日以上観察された。

2. 薬剤処理時（移植時）の水深の違いによる水稻への影響

2年目の2020年度は薬剤散布時（移植時）の水深の違いによる薬害発生の有無とその程度の差異について検討した。

試験は初年目と同様に植調研究所千葉支所の草深圃場で実施した。水稻品種「ふさおとめ」を用い、4月下旬移植で行った。なお薬剤は初年目試験において最も薬害症状が強く発現した市販A剤のみを供試した。その他試験方法は薬剤処理時の水深以外は初年目同様とし、調査も同様に行った。薬剤処理時の水深は①0～0.5cm、②1～2cmの2水準とした。

試験結果は表-2のとおりにまとめた。移植後処理部分では薬剤処理時（移植時）の水深に関わらず全量処理部、非処理部共に「+」程度の草丈抑制と

表-1 2019年度試験結果（市販A剤、B剤、C剤での試験）

薬剤名	処理時期	薬量/10a	薬剤処理の時機	薬剤処理の状態	薬害症状	水稻に対する影響			
						移植後(処理後)日数			
						+20	+29	+40	+54
A剤	±0	1kg	移植後	非処理	草丈抑制,分けつ抑制	+	+	+	+
				全量処理	草丈抑制,分けつ抑制	+	++	+	+
			移植前	非処理	草丈抑制,分けつ抑制	+	+	+	+
				全量処理	草丈抑制,分けつ抑制	++	++	++	++
B剤	±0	1kg	移植後	非処理	分けつ抑制	-	-	-	-
				全量処理	草丈抑制,分けつ抑制	+	+	+	+
			移植前	非処理	草丈抑制,分けつ抑制	-	-	+	-
				全量処理	草丈抑制,分けつ抑制	+	+	++	+
C剤	±0	1kg	移植後	非処理	分けつ抑制	+	+	+	-
				全量処理	草丈抑制,分けつ抑制	++	++	+	+
			移植前	非処理	草丈抑制,分けつ抑制	++	+	+	-
				全量処理	草丈抑制,分けつ抑制	++	++	++	++

注)水稻に対する影響程度について、薬害症状無しは「-」、薬害症状ありは「+」、著しい薬害症状ありは「++」とした。

表-2 2020年度試験結果(薬剤処理時の水深別試験)

薬剤名	処理時期	薬量/10a	薬剤処理時水深	薬剤処理の時機	薬剤処理の状態	薬害症状	水稻に対する影響		
							移植後(処理後)日数		
							+20	+31	+41
A剤	±0	1kg	0~0.5cm	移植後	非処理	草丈抑制,分げつ抑制	+	+	+
					全量処理	草丈抑制,分げつ抑制	+	+	+
				移植前	非処理	草丈抑制,分げつ抑制	+	+	+
					全量処理	草丈抑制,分げつ抑制	+	++	++
			1~2cm	移植後	非処理	草丈抑制,分げつ抑制	+	+	+
					全量処理	草丈抑制,分げつ抑制	+	+	+
				移植前	非処理	草丈抑制,分げつ抑制	+	+	+
					全量処理	草丈抑制,分げつ抑制	+	++	++

注)水稻に対する影響程度について,薬害症状無しは「-」,薬害症状ありは「+」,著しい薬害症状ありは「++」とした。

表-3 試験場所(地域)別耕種概要

試験場所	北海道研究センター	古川研究センター	植調研千葉支所	岡山研究センター
土質・土性	沖積土・シルト質粘土	沖積・軽粘土	沖積・壤質砂土	沖積・埴壤土
移植時期	2021年5月31日	2021年5月10日	2021年4月27日	2021年6月8日
水稻品種	ほしのゆめ	ひとめぼれ	ふさおとめ	ヒノヒカリ
区面積・反復数	1区4.5㎡・2反復	1区4㎡・2反復	1区6㎡・3反復	1区4.5㎡・2反復

注)水稻に対する影響程度について,薬害症状無しは「-」,薬害症状ありは「+」,著しい薬害症状ありは「++」とした。

表-4 2021年度試験結果-1(市販A剤,地域別試験)

薬剤名	処理時期	薬量/10a	試験場所	薬剤処理の時機	薬剤処理の状態	薬害症状	水稻に対する影響		
							移植後(処理後)日数		
							+10~21	+20~32	+32~49
A剤	±0	1kg	北海道研究センター	移植後	非処理	草丈・分げつ抑制	+	+	+
					全量処理	草丈・分げつ抑制	+	++	++
				移植前	非処理	草丈・分げつ抑制	+	+	+
					全量処理	草丈・分げつ抑制	+	++	++
			古川研究センター	移植後	非処理	草丈・分げつ抑制	+	+	-
					全量処理	草丈・分げつ抑制	+	+	+
				移植前	非処理	草丈・分げつ抑制	+	+	-
					全量処理	草丈・分げつ抑制	+	++	+
			植調研千葉支所	移植後	非処理	草丈・分げつ抑制	+	+	+
					全量処理	草丈・分げつ抑制	+	+	+
				移植前	非処理	草丈・分げつ抑制	++	+	+
					全量処理	草丈・分げつ・茎数抑制,黄化	++	++	++
岡山研究センター	移植後	非処理		-	-	-			
		全量処理		-	-	-			
	移植前	非処理	草丈・分げつ抑制	-	+/-	+/-			
		全量処理	草丈・分げつ抑制	+	++	++			

注1)水稻に対する影響程度について,薬害症状無しは「-」,薬害症状ありは「+」,著しい薬害症状ありは「++」とした。

注2)水稻に対する影響で記号を「/」で区切ってあるものは,水稻に対する影響程度が区間で大きく,区ごとに併記したものを。

分げつ抑制症状が観察された。

移植前部分でも薬剤処理時の水深による症状程度に差はみられず,非処理部では薬害症状は「+」程度で,全量処理部においては両水深ともに「++」程度の強い生育抑制症状が最高分げつ期まで観察された。

3. 試験地域, 土壌条件をかえたモデル区試験

3年目の2021年度は,試験実施地域や土壌条件について検討した。試験場所はいずれも植調協会の試験場所, ①北海道研究センター(北海

道長沼町), ②古川研究センター(宮城県大崎市), ③植調研千葉支所(千葉県山武市), ④岡山研究センター(岡山県岡山市)の4ヶ所とした。各場所の耕種概要は表-3に示した。また,試験薬剤は初年目,2年目試験にも供試した市販A剤と,新たに成分構成の異なる市販一発処理剤D剤(1キロ粒剤)を用いた。各場所における薬剤処理時の水深は0~0.5cmとし,その他試験方法,調査方法は前年までの方法に準じて行った。

各地域で行った試験結果を表-4,表-5に示した。

北海道研究センターではA剤,D剤ともに水稻に対し草丈抑制,分げつ抑制が見られ,A剤は,移植前,移植後ともに全量処理部の抑制程度が非処理部に比べてやや大きかった。一方,D剤では調査部分別に見ても大きな差は見られず,全体的に薬害症状は軽微であった。

古川研究センターではA剤,D剤ともに,いずれの調査地点においても草丈抑制,分げつ抑制がみられ,移植前・全量処理部においては,一時的に強い抑制症状が発現する株が散見された。さらにD剤では全般に葉鞘褐変症状がみられ,移植前・全量処理部においては葉鞘部に加えて葉身部の褐変症状もみられた。なおこれらの薬害症状はいずれも軽微で問題となる程度ではなかった。

千葉支所では,A剤の移植前・全量処理部で黄化を伴う強い草丈抑制,分げつ抑制が発現し,最高分げつ期でも茎数に強い影響がみられた。移植前・非処理部でも一時強い抑制症状がみら

表-5 2021年度試験結果-2 (市販D剤, 地域別試験)

薬剤名	処理時期	薬量/10a	試験場所	薬剤処理の時機	薬剤処理の状態	薬害症状	水稻に対する影響		
							移植後(処理後)日数		
							+10~21	+20~32	+32~49
D剤	±0	1kg	北海道 研究センター	移植後	非処理	葉鞘褐変, 草丈・分げつ抑制	+	+	+
					全量処理	葉鞘褐変, 草丈・分げつ抑制	+	+	+
				移植前	非処理	葉鞘褐変, 草丈・分げつ抑制	+	+	+
					全量処理	葉鞘褐変, 草丈・分げつ抑制	+	+	+
			古川 研究センター	移植後	非処理	葉鞘褐変, 草丈・分げつ抑制	+	+	-
					全量処理	葉鞘褐変, 草丈・分げつ抑制	+	+	-
				移植前	非処理	葉鞘褐変, 草丈・分げつ抑制	+	+	-
					全量処理	葉鞘・葉身褐変, 草丈・分げつ抑制	+	++	+
			植調研究所 千葉支所	移植後	非処理	葉鞘褐変, 草丈・分げつ抑制	+	+	+
					全量処理	葉鞘褐変, 草丈・分げつ抑制	++	+	+
				移植前	非処理	葉鞘褐変, 草丈・分げつ抑制	++	+	+
					全量処理	葉鞘褐変, 草丈・分げつ抑制, 黄化	++	++	++
岡山 研究センター	移植後	非処理		-	-	-			
		全量処理		-	-	-			
	移植前	非処理		-	-	-			
		全量処理	草丈・分げつ抑制	+	+/++	+			

注1) 水稻に対する影響程度について, 薬害症状無しは「-」, 薬害症状ありは「+」, 著しい薬害症状ありは「++」とした。
 注2) 水稻に対する影響で記号を「/」で区切ってあるものは, 水稻に対する影響程度が区間で大きく, 区ごとに併記したものを。

れたが, 最高分げつ期までに回復が認められた。移植後処理部では全般に薬害症状は軽微であった。D剤でも, 移植前・全量処理部で黄化を伴う強い草丈抑制, 分げつ抑制が発現し, 最高分げつ期でも茎数にやや影響がみられた。移植前・非処理部, 移植後・全量処理でも一時強い抑制症状がみられたが, 最高分げつ期までに回復が認められた。移植後・非処理では全般に薬害症状は軽微であった。なお, 葉鞘褐変は各調査地点とも軽微で薬害症状の差は無かった。両薬剤とも, 移植前・全量処理部でもっとも薬害症状が強く発現し, その他地点では若干の違いはみられたものの全般に症状軽微であった。また, D剤に比べA剤でより症状が強い傾向であった。

岡山研究センターでは, A剤の移植前処理部で草丈抑制, 分げつ抑制がみられた。非処理部では比較的軽い薬害症状で反復間差もあり, 最高分げつ期までに概ね回復がみられたものの, 茎数はやや少なかった。一方, 全量処理部では極めて強い薬害症状が発現し, 草丈, 茎数とも最高分げつ期までには回復しなかった。

D剤では移植前・全量処理部でのみ草丈抑制と分げつ抑制がみられた。A剤と比較してやや軽い薬害症状で, 回復は早い傾向であったが最高分げつ期でも茎数は少なかった。

4. 田植同時散布実機を用いた試験

2021年度は実機(移植機, 薬剤散布機)を用いた除草剤の田植同時散布も実施し, 田植同時散布モデル区試験手法の薬害発現リスク再現性を確認した。

試験場所は植調研究所千葉支所の草深圃場(壤質砂土)で, 試験区面積4.3a(1区制), 水稻品種「ふさおとめ」, 薬剤は市販A剤を用い, 田植同時散布モデル区試験と並行して移植, 薬剤処理を行った。

除草剤散布は田植同時散布機として

現場で広く使用されているE社散布機(散布方法: スピンナーによる遠心散布)を用いた。薬剤散布状況について試験当日に確認したところ, 移植幅(5条植え)全体に粒が散布されていたが, 散布量は部分的にムラがみられ, 2~3m間隔で散布量の多い部分と少ない部分が確認された。なお散布量の多い部分は目測で均一に散布された場合の1.5~2倍程度, 少ない部分は0.2~0.5倍程度であった。ごく浅水(水深0~0.5cm)条件で移植と薬剤処理を行い, 作業終了から約30分後に入水を開始した。

調査は薬剤散布量の違いと散布タイミング(移植の前後)別に, 田植同時散布モデル区試験での調査地点に準じた①~④の条件で3ヶ所ずつ調査地点として設定した(①移植後・薬剤散布量少, ②移植後・薬剤散布量多, ③移植前・薬剤散布量少, ④移植前・薬剤散布量多)。

実機を用いた試験の調査結果を表-6にまとめた。移植前・薬剤散布量多地点で強い草丈抑制, 分げつ抑制が発現し, 最高分げつ期でも茎数にやや影響がみられた。移植後・散布量多地点でも一時強い抑制症状がみられたが, 回復は早く軽微であった。移植前・散布量少地点, 移植後・散布量少地点で

表-6 2021年度試験結果-3 (市販A剤, 実機での試験)

薬剤名	処理時期	薬量/10a	薬剤処理の時機	薬剤処理の状態	薬害症状	水稻に対する影響			
						移植後(処理後)日数			
						+21	+30	+42	
A剤	±0	1kg	移植後	散布量少	草丈抑制	+	+	+	
				散布量多	草丈・分げつ抑制	++	+	+	
				移植前	散布量少	草丈・分げつ抑制	+	+	+
					散布量多	草丈・分げつ抑制	++	++	+

注) 水稻に対する影響程度について, 薬害症状無しは「-」, 薬害症状ありは「+」, 著しい薬害症状ありは「++」とした。

は全般に症状は軽微であった。

5. まとめ

3年間の試験結果から、以下のことが明らかとなった。

- ・ 薬剤が重複散布される場所では、水稻に対し強い薬害症状が発現する可能性がある。特に移植前に散布された場合には、より症状が強くなる傾向がある。

- ・ 供試薬剤により薬害症状の程度は異なるが、薬害が発現しやすい条件は同じ傾向がみられる。
- ・ 薬剤処理時（移植時）の水深が異なっても、薬害程度には大きな差異は無い。
- ・ 地域や土壌条件により薬害症状の程度は異なるが、薬害が発現しやすい条件は同じ傾向がみられる。
- ・ 実機（田植機、薬剤散布機）を用いた田植同時散布試験の結果は、

モデル区試験の結果を反映する傾向が認められる。

以上のことから、ここで検討した田植同時散布モデル区による試験は田植同時散布の実場面での薬剤ごとの薬害発生リスクを再現し、評価可能な試験方法である。今後、植調協会では田植同時散布モデル区による試験を田植同時散布作用性試験と位置づけ、実現場における薬害発生リスクの把握、評価に活用していきたい。

統計データから

農業支援サービスに関する調査結果（令和3年度）その2

農業者が農業に関して入手している情報（データ）では、営農類型にかかわらず最も多いのが、温度や降水確率などの気象情報で90%近く占める。次いで、栽培技術や病虫害診断など営農情報が約60%を占める。入荷量や販売価格など市況情報は露地野菜、施設野菜では60～70%と特に高い。また、土壌分析情報は施設野菜が50%と特に高い（表-1）。

また、情報の入手にスマートフォンやパソコン等を活用している割合が約70%に上るのに対して、表-2に示す営農データ

の管理の方法については、各営農類型ともノートに記録が60～70%と最も高く、エクセルやワード等での管理は約15%、営農管理システム（ソフト）の活用は2～4%に止まり、デジタル化は遅れていると言える。

営農管理ソフトを活用する意向がない理由として、現在の方法で十分が50～60%、使い方が難しそうが約25%を占めている。（K.O）

表-1 入手している農業に関する情報（複数回答）

営農類型	回答者数	気象（温度や降水確率など）	市況（入荷量や販売価格など）	土壌分析情報（水はけや窒素量など）	営農情報（栽培技術や病虫害診断など）	その他
	人	%	%	%	%	%
水田作	2,950	85.7	32.5	23.0	66.2	0.8
畑作	432	90.0	36.6	39.4	60.4	0.7
露地野菜	1,106	88.2	67.6	39.1	55.7	0.7
施設野菜	1,169	87.3	69.7	50.9	60.7	1.1
果樹	899	89.1	50.5	25.6	64.3	1.3

表-2 営農データの管理の方法

営農類型	回答者数	営農管理システムを活用	エクセルやワード等自らの様式で管理	生育状況等を写真に撮って保存	ノートに記録（営農日誌等）	農協等が一括して管理
	人	%	%	%	%	%
水田作	4,786	3.8	15.9	1.5	62.3	9.9
畑作	634	2.2	15.5	2.4	62.6	10.9
露地野菜	1,461	2.3	13.9	2.2	65.9	7.6
施設野菜	1,469	2.2	13.5	2.8	66.0	9.4
果樹	1,208	2.1	12.0	1.4	70.5	10.1

「食料・農林水産業・農山漁村に関する意識・意向調査 農業支援サービスに関する意識・意向調査結果」（農林水産省）