

## 30a 規模の水田における自己拡散型浮遊粒剤 (FG 剤) および ジャンボ剤を用いた風上畦畔 1 地点全量分割散布の検討

徐 錫元\*・高橋仁久\*・税田武衡\*・高橋勝弘\*・松本直剛\*・松田 繁\*・大村圭吾\*

Split application of pyraclonil-containing self-dispersible type granules (FG formulation) and Jumbo formulation from one spot of upwind levee in 30a scale paddy rice fields

Seok Weon Seo, Hitohisa Takahashi, Takehiro Saita, Katsuhiko Takahashi,  
Naotake Matsumoto, Shigeru Matsuda and Keigo Omura,

**要約**：水田における除草剤のジャンボ剤の散布は、一般的には圃場全周縁畦畔を周回して実施する。加えて大規模水田では、本田にも入り散布を行う。本研究は除草剤散布作業の更なる省力化を目指し 30a 規模の水田において、数種のピラクロニル含有のジャンボ剤や自己拡散型浮遊粒剤 (FG 剤) を用いて、畦畔を歩かずに風上畦畔 1 地点から必要量を数回に分けて散布する方法 (風上畦畔 1 地点全量分割散布法) を検討した。1 人で散布する場合の散布開始から終了までの散布時間は FG 剤で 25 秒程度、ジャンボ剤で 40 秒程度であった。畦畔際の複数地点で採取した田面水中の有効成分を分析した結果、FG 剤の散布 72 時間後にはピラクロニルをはじめとする有効成分が水田全体にほぼ均一な濃度で拡散していることを確認した。残草調査および水稻生育の観察の結果、試験に供試した FG 剤およびジャンボ剤とも安定した高い除草効果を示し、水稻への薬害は認められなかったことから、本散布方法は実用可能であることが示唆された。

**キーワード**：自己拡散型浮遊粒剤 (FG 剤)、ジャンボ剤、畦畔、ピラクロニル、風向  
self-dispersible type floating granules (FG formulation), Jumbo formulation,  
paddy levee, pyraclonil, wind direction

### 緒 言

水稻除草剤ピラクロニルを含有する自己拡散型浮遊粒 (以下, SDFG) の剤型には、それ自体を製剤とした自己拡散型浮遊粒剤 (以下, FG 剤) と、SDFG を水溶性フィルムで包んだジャンボ剤がある (協友アグリ株式会社 2021)。これらは有効成分が散布地点より 100m 以上拡散することから、1 ha 規模の大区画水田であっても水田全周縁部 (畦畔部) からの均一散布は必ずしも必要ではなく、散布時の湛水深が概ね 5 ~ 10cm, 風速が 2 m 以上の場合に風上側の 3 辺, 2 辺, 1 辺の畦畔から

の散布が可能である (徐ら 2019, 2020, 2022)。これまでに風上 1 辺畦畔散布の散布開始から終了までに要する時間は、1 人で散布する場合、1 ha 当たり FG 剤では 1 分 40 秒 ~ 2 分 40 秒、ジャンボ剤では 3 分 30 秒程度と、圃場全周縁畦畔からの散布 (13 分 ~ 15 分) よりも大幅に短縮できることを報告した (徐ら 2019, 2020, 2022)。

これまでの結果より著者らは、散布のために歩く畦畔の距離を更に短くすることは可能と考え、畦畔を歩かない散布、すなわち風上 1 地点から必要量を数回に振り分けて散布する方法 (以下, 風上畦畔 1 地点全量分割散布法) を検討した。本報では、国内において標準的な規模

\*協友アグリ株式会社

〒 103-0016 東京都中央区日本橋小網町 6 番 1 号山万ビル 11F seo-seokweon@kyoyu-agri.co.jp

Kyoyu Agri. Co., Ltd. : Yamaman Bldg.11F, 6-1 Koami-chou, Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo, 103-0016 Japan

である 30a 水田における試験結果を報告する。

### 材料および方法

#### 1. 試験水田と耕種概要

試験は岩手県北上市と石川県白山市にある形状が長方形の 30a 水田において実施した。各水田の形状の詳細および耕種概要を第 1 表に示した。その他の管理は試験地の慣行に準じた。

#### 2. 薬剤散布

試験に供試した FG 剤とジャンボ剤の薬剤名、散布条件、散布方法ならびに薬害・除草効果の調査日を第 2 表に示した。FG 剤としてイマズスルフロン (2.25%)・ピラクロニル (5.0%)・プロモブチド (22.5%) 粒剤 (以下, IPB) とピラクロニル (5.0%)・プロピリスルフロン (2.25%)・プロモブチド (22.5%) 粒剤 (以下, PPB), ジャンボ剤としてイマズスルフロン (2.25%)・オキサジクロメホン (0.75%)・ピラクロニル (5.0%)・プロモブチド (22.5%) 粒剤 (以下, IOPB) とオキサジクロメホン

(0.75%)・テフリトリオン (7.5%)・ピラクロニル (5.0%) 粒剤 (以下, OTP) を供試した。除草体系は試験地の慣行に準じ、初期剤と供試薬剤の体系処理、または供試薬剤の単用処理とした。供試 FG 剤およびジャンボ剤は農薬登録に準じて 400g/10a を散布した。

薬剤散布は散布時の風向を考慮して風上の短辺または長辺畦畔の 1 地点から行った (第 1 図)。各地点では、FG 剤はハンドスコップ (1 すくい最大 400g 程度の大きさ) で田面に向かって振り幅 30~150 度の範囲で 2~3 m 以上前方に落下するよう数回に分けてすくい投入した (第 2 図)。一方、ジャンボ剤は規定数のパックを田面に向かって FG 剤と同様にパックのまま数回に分けて投入した。各試験では散布時の分割投入回数および散布開始から終了までの時間を測定した。なお、試験番号 2, 3, 4 では高さ 30cm の正方形の無処理枠 (50cm × 50cm) を、散布前に風下側であった畦畔の中央部より 1 m 程度内側に 1 ヶ所設置した。試験番号 1 は無処理枠を設置しなかった。

第 1 表 試験水田の形状および耕種概要

試験番号	剤型	散布方法 <sup>1)</sup>	試験年度	試験圃場場所	栽培法	水田形状			品種名	使用苗	代掻日	移植日	減水深 (cm/日)	除草剤体系処理の有無		
						形	短辺 (m)	長辺 (m)						面積 (a)	処理日	薬剤名
1	FG 剤	短 1 地点	2020	岩手県北上市	移植栽培	長方形	30	100	30	ひとめぼれ	稚苗	5月15日・18日	5月20日	<1	5月21日	プレナクロール乳剤
2		長 1 地点	2019	石川県白山市	移植栽培	長方形	39	78	30	白山もち	稚苗	5月27日	5月30日	<1		無
3	ジャンボ剤	短 1 地点	2019	石川県白山市	移植栽培	長方形	30	100	30	コシヒカリ	稚苗	5月5日	5月18日	1		無
4		短 1 地点	2019	石川県白山市	移植栽培	長方形	30	100	30	コシヒカリ	稚苗	5月5日	5月18日	1		無

1) 散布を行う畦畔位置は第 1 図に示した。

短 1 地点：風上の短辺畦畔 1 地点からの散布。

長 1 地点：風上の長辺畦畔 1 地点からの散布。

第 2 表 各試験水田における供試薬剤、散布条件、散布方法ならびに除草効果と水稻への薬害調査日

試験番号	剤型	散布方法 <sup>1)</sup>	薬剤名 <sup>2)</sup>	散布薬量 (g/筆)	散布日	雑草発生状況	浮遊物発生	散布時の状況				除草効果・薬害調査方法 <sup>4)</sup>	水稻への薬害調査日 (散布後日数)	除草効果調査日 (散布後日数)	
								湛水深 (cm)	散布開始後 10 分間の平均風速 (m/秒) <sup>3)</sup>	散布回数 (回/筆)	平均散布量 (g/回)				散布作業時間 (時間/人・筆)
1	FG 剤	短 1 地点	PPB	1,200	5月26日	発生前	1 辺の長辺畦畔沿い 2~3 m 幅で藻類が見られる	6~10	2.4	6	200	24秒	X	6月5日(10)	8月6日(72)
2		長 1 地点	IPB	1,200	6月5日	発生前	無	8~10	2.0	5	240	21秒	Y	6月18日(13)	7月11日(36)
3	ジャンボ剤	短 1 地点	IOPB	1,200	6月5日	ホタルイ 2~3 葉期	風下短辺畦畔沿い 1~2 m 幅に藻類が見られる	8~10	1.8	13	92.3	39秒	Y	6月25日(20)	8月28日(84)
4		短 1 地点	OTP	1,200	6月5日	ホタルイ 2~3 葉期	風下短辺畦畔沿い 1~2 m 幅に藻類が見られる	8~10	1.3	15	80	42秒	Y	6月25日(20)	8月28日(84)

1) 散布を行った畦畔位置は第 1 図に示した。

2) 薬剤名 (有効成分 w/w%)

PPB: ピラクロニル (5.0%)・プロピリスルフロン (2.25%)・プロモブチド (22.5%) 粒剤。

IPB: イマズスルフロン (2.25%)・ピラクロニル (5.0%)・プロモブチド (22.5%) 粒剤。

OTP: オキサジクロメホン (0.75%)・テフリトリオン (7.5%)・ピラクロニル (5.0%) 粒剤。

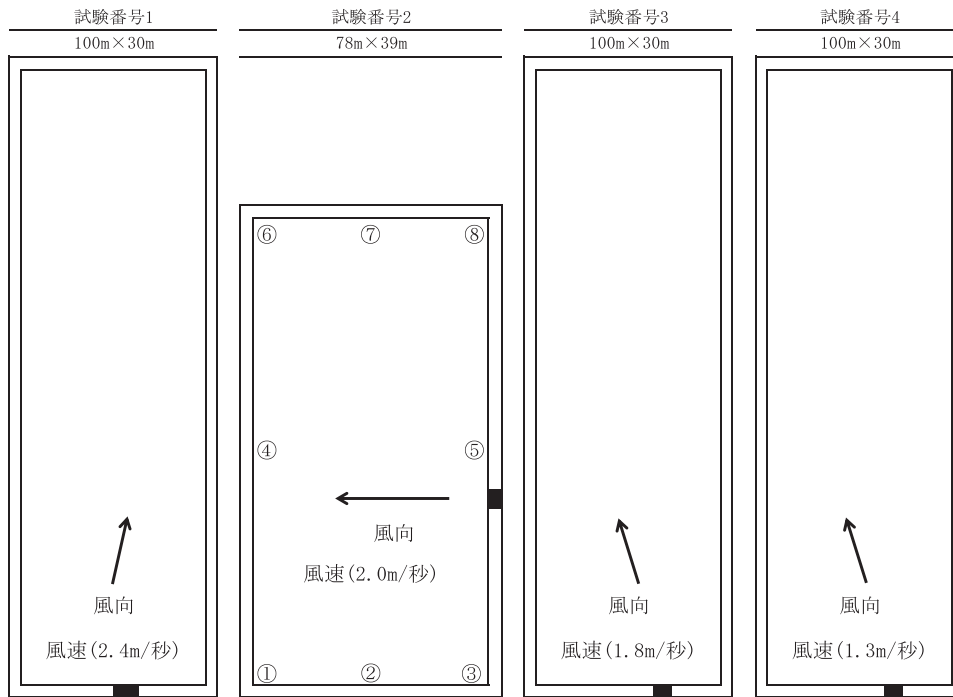
IOPB: イマズスルフロン (2.25%)・オキサジクロメホン (0.75%)・ピラクロニル (5.0%)・プロモブチド (22.5%) 粒剤。

3) 気象庁 (2021) の当該市での観測データ。

4) 調査方法

X: 左右の長辺畦畔から 3 m 程内側の各 1 列と、その間を 2 等分する 1 列の計 3 列の条間 (短辺畦畔側の枕地を含む) について全長を歩いて調査した。薬害調査は剤の投入地点でも行った。

Y: X と同様の調査に加え、無処理枠 1 ヶ所を風下短辺畦畔中央部の 1 m 程度内側に設置。



第1図 FG 剤とジャンボ剤の風上畦畔1地点からの散布位置と採水地点の模式図

注) □畦畔 ■散布位置 ※試験番号2の図中の数字は採水位置。 ※※風速は散布開始後10分間の平均値。



散布開始



11秒後



16秒後



24秒後(散布終了)

第2図 30a水田における風上短辺畦畔1地点からのFG剤全量分割散布の様子(試験番号1)

### 3. 有効成分の水中濃度

#### 1) 田面水の採水

有効成分の拡散性を明らかにするために、試験番号2で散布72時間後に田面水を採取し水中濃度を測定した。採水は畦畔から3m内側の4隅と各辺の中間点の計8地点(第1図)から田面水約200mlをガラス瓶に採取した。なお、試験番号2の湛水深については、散布時は8~10cm、採水時は6~7cmであった。

#### 2) 有効成分の水中濃度の分析

採取した田面水は冷蔵保存し、メンブレンフィルターでろ過し分析に供した。分析は有効成分であるピラクロニル、イマズスルフロン、プロモブチドの3成分について行った。田面水2mlに同量のアセトニトリルを加え、10分間超音波処理後、2500rpmで遠心分離を行い、上澄み液を分析試料とした。分析は高速液体クロマトグラフで行った。カラムはYMC-Pack ODS-AM AM12S05-1506WT(粒子径5 $\mu$ m, 内径6mm, 長さ150mm)を使用した。移動相は0.1%リン酸水/アセトニトリル/メタノール=40/30/30, 流量は1.0ml/min, カラム温度は40 $^{\circ}$ C, 波長は220nmであった。注入量は標準溶液では15 $\mu$ l, 分析試料では300 $\mu$ lであり、保持時間はピラクロニル7.2分, イマズスルフロン9.1分, プロモブチド10.8分, 検出限界値は0.01mg/Lであった。

#### 4. 採取した田面水でのタイヌビエ (*Echinochloa oryzicola* Vasing.) の発芽試験

風上畦畔1地点全量分割散布法で散布した供試剤中の有効成分の拡散を確認するため、採水した田面水のタイヌビエの発芽に及ぼす影響を調査した。タイヌビエの種子は2018年に長野市内で採取し冷蔵保存したものを供試した。試験開始5日前に種子をビーカーに入れ水道水に浸漬し室内に放置した。これらの発芽率はほぼ100%で種子の休眠は打破されていた。採水翌日に30mlスクリー管に試験番号2で採取した田面水25mlと吸水したタイヌビエ種子10粒を入れ、自然採光の室内に10日間静置し発芽状況を観察した。室内温度は15~30 $^{\circ}$ Cで推移した。なお、無処理区としてFG剤散布直前に採取した田面水について同様に供試した。発芽試験は2反復で行った。

#### 5. 除草効果と水稲への薬害の調査

除草効果の調査は徐ら(2020)に準じて実施した。散布36~84日後に左右の長辺(同辺)畦畔から3m内側の各1列の条間(30cm)と、その間を2等分する1列の条間、計3列の条間について全長(78~100m)を歩き雑草発生本数を草種別に調査した。試験番号2, 3, 4については無処理枠内も調査を行った。

水稲への薬害は、散布10~20日後に水田全周縁畦畔から確認した。水稲の葉色、草高および株径について、無処理枠内もしくは試験水田と隣接する慣行栽培水田の

稲株との達観で評価した。なお、隣接水田は試験水田と同一の管理者によって同一の耕種方法で栽培管理された水田である。

## 結 果

### 1. 投入回数と散布作業時間

風上畦畔1地点全量分割散布法において、FG剤の投入回数は5~6回、1回当たりの平均散布薬量は200g~240gであった(第2表)。また、1人で散布する際の散布開始から終了までの作業時間は1筆当たり21~24秒であった。一方、ジャンボ剤では、投入回数は13~15回、1回当たりの平均散布薬量はジャンボ剤パック2~3個に相当する80~120g、散布時間は1筆当たり39~42秒であった。

### 2. 拡散状況

FG剤は散布直後から、ジャンボ剤は水溶性フィルムが破れた後に、SDFGは風下に向かって流れ、組成成分の影響によって波が消えたように見える消波域(徐ら2020)も風下側に広がった。散布1時間後の観察において、薬剤が投下された地点の田面にSDFGが残っていないこと、水面が白く濁っていないことを確認した。

いずれの試験水田においても、散布20分~1時間後の観察において、対岸の風下側畦畔付近にSDFGの構成成分である褐色の浮力剤のコルク片や白濁の増量剤等の到達を確認した(第3図)。

### 3. 有効成分の田面水中濃度

試験番号2において散布72時間後に8地点で採水した田面水の有効成分濃度を第3表に示した。3成分とも各地点から検出され、濃度はイマズスルフロン0.05~0.06mg/L, ピラクロニル0.08~0.14mg/L, プロモブチド0.50~0.55mg/Lと、いずれもほぼ均等な濃度であった。各成分の拡散性を比較するために、水溶解度の最も高いピラクロニルを100としたイマズスルフロン:ピラクロニル:プロモブチドの濃度比を求めると36~67:100:379~625であった(第3表)。これは、製剤中の有効成分含有率比の45:100:450(イマズスルフロン2.25%, ピラクロニル5.0%, プロモブチド22.5%)と近似していた。

### 4. 採取した田面水でのタイヌビエの発芽試験

散布前に採取した田面水ではタイヌビエ種子は正常に発芽し、試験開始10日後の茎葉部は緑色で第2葉が展開中であり、根は白色で正常な生育が認められた。一方で、散布後の各採水地点の田面水では、タイヌビエは鞘葉がわずかに伸長しただけで生育を停止し腐敗したものを枯死と判断した。枯死率は全地点で100%であった(第3表)。

### 5. 除草効果と水稲への薬害

無処理枠を設置した試験水田と設置しなかった試験水田の調査結果を第4表に示した。全ての試験水田におい



第3図 試験番号1における風下畦畔付近に到達したFG剤由来の浮力剤・増量剤等（散布1時間後）  
 左：浮力剤・増量剤等が藻の縁で拡散が阻まれ（矢印）、藻の縁に沿って風下に流れている様子。  
 右：藻の無い対岸の風下側畦畔前に到達した浮力剤・増量剤等の様子。

第3表 試験番号2における散布72時間後の各採水地点での有効成分濃度とタイムピエ枯死率

採水地点 <sup>1)</sup>	有効成分濃度 (mg/L) <sup>2, 3)</sup>			タイムピエ 枯死率 (%)
	イマズスルフロン (I) 2.25*(45)	ピラクロニル (PY) 5.0*(100)	プロモブチド (BR) 22.5*(450)	
1	0.05(63)	0.08(100)	0.53(625)	100
2	0.05(50)	0.10(100)	0.53(530)	100
3	0.05(50)	0.10(100)	0.53(530)	100
4	0.05(36)	0.14(100)	0.53(379)	100
5	0.05(50)	0.10(100)	0.50(500)	100
6	0.05(50)	0.10(100)	0.53(530)	100
7	0.06(67)	0.09(100)	0.55(611)	100
8	0.05(42)	0.12(100)	0.55(458)	100
平均	0.05(51)	0.10(100)	0.53(525)	100
薬剤散布前 田面水				0

- 1) 採水地点1から8は第1図に示した採水地点。  
 2) \*は試験薬剤IPB中の有効成分含有率(%)。  
 3) 括弧内の数字は水溶解度が最も高いピラクロニルの濃度を100とした時の各成分の比率。

第4表 除草効果と水稻への薬害の有無

試験 番号	散布方法 <sup>1)</sup>	調査方法 <sup>2)</sup>	調査条間数	調査条長 (m)	条間 (cm)	残草本数(本/m <sup>2</sup> ) <sup>3)</sup>						水稻へ の薬害 の有無	
						ノビエ	ホタルイ類	アゼナ類	コナギ	チョウジタデ	オモダカ		合計
1	短1地点	X	3	100	30	0	0	0	0	0	0	0	無
2	長1地点	Y	3	78	30	0 (28)	0 (40)	0 (8)	0 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (84)	無
3	短1地点	Y	3	100	30	0 (16)	0 (24)	0 (36)	0 (0)	0 (4)	0 (4)	0 (84)	無
4	短1地点	Y	3	100	30	0 (4)	0 (64)	0 (0)	0 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (76)	無

- 1) 散布方法は第1表脚注1に記載した通り。  
 2) 調査方法は第2表の脚注4に示した。  
 3) ( )内は無処理区残草(本数/m<sup>2</sup>)を示す。

て残草は見られず高い除草効果を示した。また、無処理枠内もしくは同一な耕種方法で栽培された隣接水田の稲株との達観評価を実施したところ、本試験で供試したFG剤及びジャンボ剤の散布水田では投下地点を含め水稲への葉害は認められなかった。

## 考 察

水田における除草剤散布は、フロアブル剤の水口施用や1キロ粒剤の田植え同時散布等を除き、一般的には圃場全周縁畦畔を歩行しながら均一散布を実施する。さらに大区画水田では、それに加えて本田の中央に入り歩行しながら左右への散布も行なう(岩手県2021; 日本植物調節剤研究協会2021)。著者らは前報において数種のピラクロニル含有のジャンボ剤やFG剤では均一散布を必要とせず、1ha規模の大区画水田であっても本田内に入らずに圃場全周縁畦畔からの散布が可能であること、更に散布時の風速が概ね2m以上、水深が5cm以上の場合は風上2辺または1辺畦畔からの散布が可能で散布時間が短縮できることを明らかにした(徐ら2019, 2020, 2022)。本研究は更なる省力化を目指し、FG剤とジャンボ剤を用いた風上畦畔1地点全量分割散布法を検討した。その結果、FG剤およびジャンボ剤とも安定した高い除草効果が得られ、水稲への葉害も無かったことから(第4表)、本散布方法は実用可能であることが示唆された。

散布開始から終了までの散布時間は、1人で散布した場合30a当たりのFG剤では25秒、ジャンボ剤では40秒程度であり(第2表)、徐ら(2020, 2022)の手法よりも散布時間が短縮され、更なる省力化になることが示された。散布時間に剤型間で違いが見られたが、これはFG剤のハンドスコップを用いて行う散布について1すくいの散布薬量が平均200g~240g(ジャンボ剤パック5~6個分に相当)となり、手で投げ込むジャンボ剤の80g~120g(同2~3個相当)よりも多かったことから、FG剤の散布回数が少なくなったためである。

FG剤およびジャンボ剤の風上1地点からの散布を可能にしているのは、SDFGの拡散特性と風の影響による。SDFGは組成成分として有効成分の他、結合剤、浮力剤、界面活性剤、増量剤を含有している(徐ら2022)。また、戸外では風は刻々と風向や風速を変えて吹いており、田面水はこの影響を受けながら流れを変えて動いている。本試験において両剤型ともSDFGが投下地点に滞留すること無く風下側に流れていき、散布後20分~1時間で対岸風下側畦畔付近には浮力剤や増量剤等の構成成分の到達が確認された。これらの到達は各有効成分が同位置まで到達している指標でもある(徐ら2020, 2022)。また、試験番号2において散布72時間後に採取した全採水地点において、各有効成分が製品の構成比率に近似し

た濃度比率で確認された(第3表)。更に、採水した田面水に浸漬したタイヌビエが枯死したことから(第3表)、少なくとも散布72時間後すでに有効成分の田面水濃度はタイヌビエを枯殺できる濃度に達していたと考えられた。以上のことからSDFGは散布後、田面水中を浮遊しながら崩壊し有効成分を放出するが、各有効成分はすぐに水中に沈むのではなく、これらの一定量が浮遊している間(72時間程度)に水田の隅々にまで均一にいきわたることにより、安定した高い除草効果を示すものと考えられる。なお、第3表におけるタイヌビエに対する除草効果は3成分によってもたらされたものであるが、主たる除草効果はピラクロニルによるものと考えられる(牛口ら2014)。

散布72時間後の田面水の8地点における各成分の濃度比は、供試したIPB製剤の有効成分含有率比と近似した。3成分の水溶解度はイマズスルフロンが0.369mg/L[20℃]、ピラクロニルが50.1mg/L[20℃]、プロモブチドが3.54mg/L[25℃]と異なるが(日本植物防疫協会2016)、田面水では水溶解度の違いは反映されずに、概ね製剤中の有効成分含有率比に近似した一定の比率で拡散しているものと考えられる(徐ら2021b, 2022)。

また、散布時に畦畔沿いに藻の発生が見られた箇所があった(第3図左)。FG剤の組成成分の浮力剤や増量剤等は藻の縁に集積しその先の畦畔岸への拡散は阻まれたが、畦畔岸まで除草効果は高かった。これは有効成分が藻の下から水田全体に拡散し十分な除草効果を示したことによると考えられる(徐ら2021a)。

本試験における30a水田の風上1地点からの散布薬量はジャンボ剤パック30個に相当する1.2kgである。これは、圃場全周縁(畦畔)散布や風上1辺畦畔散布よりも1地点からの散布量が多く水稲への葉害の危険性が高いと考えられる。しかし、本散布法では散布1時間後の観察において、薬剤投下地点一帯の田面にSDFGが沈下した形跡は見られず、また田面水中に拡散不良による白濁が生じることも無かった。このことからSDFGは水中に沈むこと無く、水面を浮遊して風下側に拡散したことで、有効成分濃度の局所的な上昇は起きなかったために水稲への葉害が無かったと考えられる。薬剤が同一箇所集中的に落下すると、その重みでSDFGが水中に沈み崩壊せずに拡散が阻害されることも想定されるが、今回は散布地点から前方に向かって扇状に広角度の30~150度の範囲に分割して散布したこともありSDFGの浮遊が阻害されずに拡散しやすくなったと考えられる。なお、水田規模が30a以上の大区画水田では、本散布方法での1地点からの散布薬量が1.2kgよりも多くなるためSDFGの浮遊・拡散が阻害され、葉害の危険性が高まることが想定される。30a以上の大区画水田での本散布方法の可否については今後の検討課題である。

## 謝 辞

本研究を実施する上でご協力を頂きました岩手県農業研究センター生産基盤研究部水田利用研究室の田村和彦氏に深く感謝申し上げます。

## 引用文献

岩手県2021. 岩手県植物防疫協会発行令和3年度岩手県農作物病害虫・雑草防除指針, 雑草1-54.

協友アグリ株式会社2021. 製品情報.

<https://www.kyoyu-agri.co.jp/prod/index.html>  
(2021年11月1日アクセス確認)

日本植物防疫協会2016. 除草剤. 「農薬ハンドブック2016年版」, 日本植物防疫協会, 東京, pp.565-824.

日本植物調節剤研究協会2021. 水稻除草剤の適正使用.

<https://www.japr.or.jp/tekisei/>  
(2021年11月1日アクセス確認)

徐 錫元・高橋仁久・工藤 航・浦山洋二郎・西原良一・濱谷雅司・松本直剛・松田繁・川瀬英夫2019. 1 ha規模の大区画水田における水稻除草剤ジャンボ剤の畦畔からの投げ込み散布. 雑草研究64(2), 26-30.

徐 錫元・堀 洋一・早山智彦・浦山洋二郎・西原良一・濱谷雅司・工藤 航・嘉藤久恭・堀 洋一・工藤敦・小出正雄・吉村沙季・大谷幸一2020. 1 ha規模大区画水田における数種ピラクロニル含有ジャンボ剤の風上畦畔からの投げ込み散布. 雑草研究65(4), 150-157.

徐 錫元・柳澤計雅・増田有希乃・齊藤文之・伊藤直哉2021a. 藻類および表層剥離多発生水田におけるジャンボ剤の散布方法. 東北の雑草20, 1-5.

徐 錫元・堀 洋一・直井康裕・高橋勝弘・嘉藤久恭・柳澤計雅・邊見 龍・山田そよ子2021b. 水稻除草剤ピラクロニル含有フロアブル剤の風上畦畔からの散布. 雑草研究66(3), 149-155.

徐 錫元・大門 浩・山田そよ子・柳澤計雅・税田武衡・直井康裕・嘉藤久恭・高橋勝弘・西原良一・仁川直人2022. 1 ha規模大区画水田におけるピラクロニル含有自己拡散型浮遊粒剤(FG剤)の風上畦畔からの散布. 雑草研究67(1), 13-20.

牛口良夫・岡本憲一・高橋勝弘・池田芳治・佐柳和典2014. 水稻用除草剤ピラクロニルの開発と普及. 雑草研究59(2), 106-111.

(2022年3月29日受理)