

## 水稻除草剤自己拡散型浮遊粒剤 (FG 剤) の散布方法別 散布時間の測定事例

徐 錫元\*・嘉藤久恭\*・羽田恭平\*・高橋勝弘\*・河村敏貴\*・  
山田そよ子\*・小坂部陽平\*・濱中康弘\*・山本七海\*

Examples of application time of self-dispersible type floating granules (FG formulation) of paddy rice  
herbicide by application way

Seok Weon Seo, Hisayasu Kato, Kyouhei Haneda, Katsuhiko Takahashi, Toshiki Kawamura,  
Soyoko Yamada, Yohei Osakabe, Yasuhiro Hamanaka and Nanami Yamamoto

**要約**：ピラクロニル含有自己拡散型浮遊粒剤（以下、FG 剤）を用いた除草剤の省力的な散布方法を検証する目的で、本報では風上畦畔からの散布およびドローンやラジコンボートによる散布を行い、その散布時間を測定した。散布時間（時間 / 人・ha）は、畦畔を歩かない風上畦畔 1 地点からの全量一括散布で 1～2 秒、風上長辺 1 辺畦畔散布で 2 分 47 秒～3 分 17 秒、L 字 2 辺畦畔散布で 4 分 49 秒、ドローンによる全面散布で 10 分 0 秒、同半面散布で 2 分 47 秒～3 分 4 秒、ラジコンボート散布で 10 分 30 秒であった。水田の大きさや形・立地条件、生産者の作業人員や所有する散布機具、散布時の天候や風等の条件を踏まえた散布方法で FG 剤を施用することで省力的な散布が可能である。

**キーワード**：水稻除草剤、散布時間、自己拡散型浮遊性粒剤 (FG 剤)、ドローン、風上、畦畔  
rice herbicide, application time, self-dispersible type floating granules (FG formulation)  
drone, upwind, levee

### 緒 言

水稻除草剤の剤型には 1 キロ粒剤、フロアブル剤、ジャンボ剤、拡散粒剤、顆粒水和剤等がある。これらは、畦畔や本田内を歩行しながらの散布の他、剤型によっては田植機に取り付けた散布機からの田植え同時散布、水口施用、ラジコンヘリ、ラジコンボート、さらに最近ではドローンによる散布が行われている。

従来、ジャンボ剤やフロアブル剤は水田面積が 30a（幅 30m × 100m）以下の場合には水田の周囲（畦畔など）を歩行するだけの散布でよいが、短辺側の畦畔が 30m を超える水田では、畦畔からの散布に加え水田内に入って

の散布を行うことが推奨されている（岩手県 2022；日本植物調節剤研究協会 2023）。

しかし、著者らはピラクロニル含有の自己拡散型浮遊粒（以下、FG）を基にするジャンボ剤や FG 剤について、水田内に入らず畦畔からのみ必要量を散布した場合の拡散状況を目視で確認したところ、組成分のうち可視可能な褐色系の浮力剤や白色系の増量剤等が散布後 15 分から 1 時間で散布地点と反対側の畦畔岸（距離 200m 程度）に到達したことを確認するとともに、可視困難な有効成分については、圃場の複数地点から採取した田面水を用いてピラクロニル等の有効成分を対象に濃度測定をした結果、散布後 48～96 時間が経過すると全ての地点では

\*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

ば均一の濃度となることを明らかにした。また、採取した田面水に浸漬したノビエ種子の発芽調査により、田面水の濃度はノビエ種子を枯殺する濃度であることも確認している(徐ら 2019, 2020, 2022a, b, 2023b)。このことから、著者らはピラクロニル含有のジャンボ剤やFG剤を使用する場合は、大規模水田であっても従来のような圃場全周縁散布に加え水田内を歩行しながらの散布は必要ではなく、圃場全周縁からのみの散布が可能であると考えている。更に、これまでに、風速が概ね2 m/s以上で水深が5(最低)~10cm程度の田面露出のない圃場条件下では、風上L字2辺または1辺畦畔散布が可能であること、30a規模の水田では散布のための歩行は必要なく、風上1地点からの全量分割散布(ジャンボ剤もしくはFG剤)や全量一括散布(FG剤)が可能であることを明らかにしている(徐ら 2019, 2020, 2022a, b, 2023b)。

著者らは上述した散布方法は省力散布に大きく寄与していると考えている。省力散布であることの判断基準の一つに散布時間が挙げられる。上述した散布方法を実施した際の散布時間について一部は報告されているが、測定事例が少ないのが現状である。最近では、ドローンやラジコンボートを使用しての除草剤散布でFG剤が用いられる事例も出てきている。本報告では、著者らが行った1 ha規模の大区画水田を中心にしたFG剤の各種散布方法での散布事例と散布時間測定結果について報告する。

## 試験材料および方法

### 1. 試験水田と耕種概要

試験は、青森県、宮城県、富山県、栃木県、鳥取県にある水田で実施した。薬剤の散布方法、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

各試験に供試したFG剤等は市販剤で、薬剤名、散布条件、散布方法および薬害・除草効果の調査日を第2表に示した。除草体系は試験地の慣行に準じた。供試FG剤およびその他剤の散布量は各剤の登録に準じた。各試験の具体的な散布方法は下記の通りで、一部は第1図に示した。

試験番号1：風上長辺畦畔1地点全量一括散布(第1図A)。FG剤を風上長辺畦畔の中央1地点から手箕を用いて全量を一括して散布を行った。散布は、本試験を含め試験番号5まで、畦畔から2, 3m以上先の水田内に向けて行った。

試験番号2~4：風上長辺1辺畦畔散布(第1図B)。FG剤を風上長辺1辺畦畔から歩きながらハンドスコップで散布した。

試験番号5：風上L字2辺畦畔散布。FG剤を風上のL字型2辺の畦畔から歩きながらハンドスコップで散布した。

試験番号6：ドローン全面散布(第1図C)。機種は完全自動散布が可能なXAG社製P30を使用した。散布

第1表 供試水田の形状および耕種概要

試験番号	製剤	散布方法 <sup>1)</sup>	試験年度	試験水田場所	栽培方法	圃場形状			品種名	使用苗	代掻日	播種日または移植日	減水深(cm/日)	除草剤体系処理の有無		
						形	短辺(m)	長辺(m)						面積(ha)	処理日(日)	薬剤名 <sup>2)</sup>
1	FG剤	風上畦畔1地点全量一括散布	2022	青森県黒石市	移植栽培	長方形	47	100	0.47	まっしぐら	稚苗	5月16日	5月26日	<1	5月23日	P
2	FG剤	風上長辺1辺畦畔散布	2022	青森県黒石市	移植栽培	長方形	45	100	0.45	まっしぐら	稚苗	5月16日	5月26日	<1	5月23日	P
3	FG剤	風上長辺1辺畦畔散布	2021	鳥取県東伯郡	移植栽培	長方形	98	148	1.45	きぬむすめ	稚苗	5月22日	5月25日	<1	5月25日	IOPB
4	FG剤	風上長辺1辺畦畔散布	2022	茨城県水戸市	移植栽培	不整形	98	200	1.80	夢あおば	稚苗	6月12日	6月13日	<1		無
5	FG剤	風上L字2辺畦畔散布	2022	宮城県名取市	移植栽培	長方形	66	155	1.02	ひとめぼれ	稚苗	5月11日	5月14日	<1		無
6	FG剤	ドローン全面散布	2021	富山県富山市	移植栽培	長方形	30	100	0.30	コシヒカリ	稚苗	5月10日	5月13日	1		無
7	FG剤	ドローン半面散布	2020	青森県黒石市	V溝乾田 直播栽培	長方形	100	100	1.00	まっしぐら	-		4月27日	<1	5月28日	BI
8	FG剤	ドローン半面散布	2020	青森県黒石市	V溝乾田 直播栽培	長方形	100	100	1.00	まっしぐら	-		4月27日	<1	5月28日	BI
9	FG剤	ラジコンボート全面散布	2022	栃木県栃木市	移植栽培	長方形	27	95	0.26	コシヒカリ	稚苗	5月22日	5月24日	<1	5月24日	DB
10	1キログラム 粒剤	ドローン全面散布	2021	鳥取県東伯郡 北栄町	移植栽培	長方形	97	150	1.45	日本晴	稚苗	5月22日	5月25日	1	5月25日	IOPB

1) 散布を行う畦畔位置は徐ら(2020,2022a)のジャンボ剤およびFG剤に準じた。

2) 薬剤名：有効成分(%)

P：プレチラクロール(2.0%)乳剤

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

BI：ビスピリバックナトリウム(2.0%)液剤

DB：ジメタメトリン(0.3%)・ブタクロール(7.5%)粒剤

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 (kg) <sup>3)</sup>	散布日	散布時の雑草発生状況	散布時の藻類等浮遊物発生状況 (目視被度率)	散布時の状況			薬害調査日 (散布後日数)	除草効果調査日 (散布後日数)	
								散布時の湛水深 (cm)	散布開始時の風速 (m/秒)	散布作業時間 (時間/人・筆) <sup>4)</sup>			
1	FG剤	風上畦畔1地点全量一括散布	IOPB	1.88	6月7日	発生前	<2%	9~11	4.2	1~2秒	1~2秒	6月29日 (22)	8月9日 (63)
2	FG剤	風上長辺1辺畦畔散布	PPB	1.8	6月7日	発生前	<2%	9~11	3.8	-	-	6月29日 (22)	8月9日 (63)
3	FG剤	風上長辺1辺畦畔散布	TPB	5.8	6月10日	発生前	<2%	8~11	2.8	4分45秒	3分17秒	6月28日 (18)	7月20日 (40)
4	FG剤	風上長辺1辺畦畔散布	TPP	7.2	6月22日	イボクサ 1~2cm	<2%	7~11	8.9	5分0秒	2分47秒	7月5日 (13)	8月22日 (61)
5	FG剤	風上L字2辺畦畔散布	TPP	4.08	5月18日	発生前	<2%	7~10	1.8	4分55秒	4分49秒	6月3日 (16)	6月30日 (43) 8月8日 (82)
6	FG剤	ドローン 全面散布	PPB	1.2	5月20日	発生前	<2%	9~10	2.1	3分0秒	10分0秒	6月4日 (15)	6月24日 (35)
7	FG剤	ドローン 半面散布	PPB	4	6月8日	ノビエ1.5~2 葉期	<2%	8~10	3.0	3分4秒	3分4秒	6月30日 (22)	7月28日 (50)
8	FG剤	ドローン 半面散布	IOPB	4	6月8日	ノビエ1.5~2 葉期	<2%	8~10	3.0	2分47秒	2分47秒	6月30日 (22)	7月28日 (50)
9	FG剤	ラジコンボート 全面散布	TPB	1.04	6月2日	ホタルイ2~4 葉期	<2%	4~7	0.5	2分44秒	10分30秒	6月20日 (18)	7月22日 (50)
10	1キロ 粒剤	ドローン 全面散布	TPBG	14.50	6月3日	発生前	<2%	8~11	2.6	28分54秒	19分56秒	6月19日 (16)	8月5日 (63)

1) 散布を行う畦畔位置は徐ら(2020,2022b)のジャンボ剤およびFG剤に準じた。

2) 薬剤名：有効成分 (%)

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%)・プロモプチド(22.5%)粒剤

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

TPP：テフリトリオン(5.0%)・ピラクロニル(5.0%)・プロピリスルフロン(2.25%)粒剤

TPB：トリアファモン(1.25%)・ピラクロニル(5.0%)・ベンゾピシクロン(5.0%)粒剤

TPBG：トリアファモン(0.5%)・ピラクロニル(2.0%)・ベンゾピシクロン(2.0%)粒剤

3) FG剤の散布薬量は400g/10a。

4) -は未測定。



第1図 本報におけるFG剤の散布方法

注) Aは風上畦畔1地点からの全量一括散布(試験番号1), Bは風上長辺1辺畦畔からの散布(試験番号3), Cはドローンによる水田全面均一散布(試験番号7, 赤矢印はダウンウオッシュによって生じた波), Dはドローンによる水田半面散布(試験番号8, 赤矢印はダウンウオッシュによって生じた波), Eはラジコンボートによる水田均一散布(試験番号9, 赤矢印はラジコンボートによって生じた波)。

幅は7.5mとし、水田の長辺に沿って2往復させた。なお、試験番号6～10までのドローンもしくはラジコンボートでの散布は操縦者と作業補助員の2名で実施した。

試験番号7および8：ドローン半面散布（第1図D）。試験水田は100×100mの正方形で、ドローンをその中の風上側の半分50×100m内を風上側の長辺に沿って2往復させた。散布は、機体を畦畔から10m程度離して行った。機種はDJI社製T-20を使用した。シャッター開度は100%、インペラー回転数は1,200、速度は15km/hに設定した。

試験番号9：ラジコンボート全面散布（第1図E）。本圃場は27×95mの長方形で、ラジコンボートは水田の長辺に沿って圃場内を2往復させた。ラジコンボートはいずれの畦畔からも5m程度離して走行させた。機種はワイズファクトリー社製YF-260を使用した。速度は10～15km/hに設定した。

試験番号10：参考として1キロ粒剤のドローンによる水田全面散布を行った。試験水田は1.45haであった。1回の飛行では薬量の全量（14.5kg）を散布できなかったため2回に分けての散布とした。散布途中で、薬剤補充およびバッテリー交換を行った。機種はDJI社T-20を使用した。シャッター開度は30%、インペラー回転数は1,200、速度15km/hに設定した。

なお、試験番号1と2では、高さ50cm・直径30cmの円筒形の枠を設置し無処理区とした。また、試験番号5では高さ30cm、縦・横各50cmの正方枠を設置し無処理区とした。無処理区は、FG剤散布直前に水口と水尻の水田内側から1m程度離して1ヶ所ずつ設置した。その他では無処理区は設置しなかった。

また、散布開始時にNEOTECK社製NTK060を用いて風速を測定した。測定は5秒間行い、その最大値を測定値とした。

### 3. 散布時間の測定

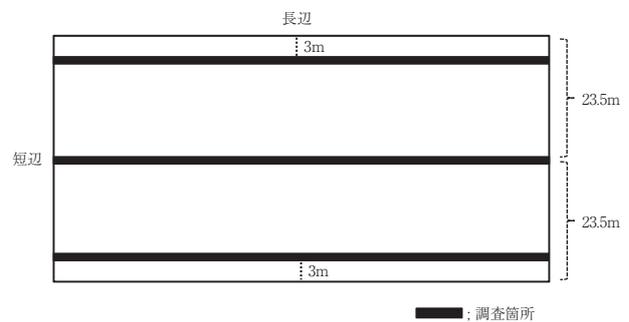
ドローン散布およびラジコンボート散布では、散布前後にバッテリーの充電や燃料の給油、機材の水田への軽トラックによる運搬・荷上・荷下し等の各種作業がある（徐 2021）。これらの作業方法は水田の立地条件や生産者によって大きく異なるので、本報告では、薬剤散布開始から散布終了までの時間を散布時間として測定した。ドローン散布の場合は、ドローンが離陸してから着陸するまでを散布時間とした。なお、試験番号10の1キロ粒剤のドローン全面散布は2回に分けての散布となったことから、散布時間には途中の薬剤補給やバッテリー交換を含む。ラジコンボート散布では、ラジコンボートが畦畔から離岸してから着岸するまでを散布時間とした。

### 4. 除草効果と水稲への薬害の調査

調査は前報（徐ら 2022a, b）に準じ、簡易な方法で実施した。水稲への薬害調査は散布13～22日後に水田

全周縁畦畔から薬害症状を呈した稲株の有無を確認した。無処理区もしくは試験水田と隣接する慣行栽培水田の稲株と、試験水田の稲株の葉色、草高および株径について、目視で観察した。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。

除草効果の調査は散布35～82日後に実施した。水田の3列の条間全長を歩き、雑草発生本数を草種別に計測した。歩行調査は水田を二等分するところに位置する条間1列と長辺畦畔から3m離れたところに位置する条間各1列、計3列で行った（第2図）。試験番号1, 2, 5については無処理区も調査した。



第2図 除草効果の調査箇所

試験番号1の調査水田を例とした。調査は圃場を二等分するところに位置する条間1列と長辺畦畔から3m離れたところに位置する条間各1列、計3列で行った。

## 結果

### 1. 散布作業時間と薬剤の拡散

試験番号1：散布時間（時間/人・ha）は1～2秒であった（第2表）。薬剤はそのほとんどが水面に着水と同時に風下側に流れ、水面には消波域（徐ら 2022）が見られた。時間の経過と共に消波域は風下側に移動した。散布20分後に、FG剤の組成成分のうち、可視可能な褐色系のコルク等の浮力剤や白色系の増量剤等は対岸の風下畦畔際に到達した（第3図A）。なお、一部のFG剤の粒（以下、FG）は、散布直後に田面に落下し白色となったが、2～3日後には消失して滞留はないことを確認した。

試験番号2～4：風上に位置した畦畔はいずれも長辺側の畦畔であり、散布は長辺畦畔からの風上長辺1辺畦畔散布となった。試験番号2では散布時間の調査は実施しなかった。試験番号3での散布時間は4分45秒（時間/人・筆）であり、これは1haに換算すると3分17秒（時間/人・ha）であった。また、試験番号4での散布時間は5分0秒（時間/人・筆）であり、これは1haに換算すると2分47秒（時間/人・ha）であった。試験番号1と同様にいずれの試験においても、散布後に消波域が見られ、散布15分～17分後に、対岸の風下側の

畦畔際には浮力剤や増量剤等の FG 剤の組成成分が到達した（第3図 B, C, D）。

試験番号5：風上L字2辺畦畔散布では、散布時間（時間／人・ha）は4分49秒であった。上記の散布同様に

散布30分後には対岸の風下畦畔際に FG 剤の組成成分が到達した。

試験番号6：ドローンによる水田全面散布で、散布時間（時間／人・筆）は3分0秒であり、これは1haに



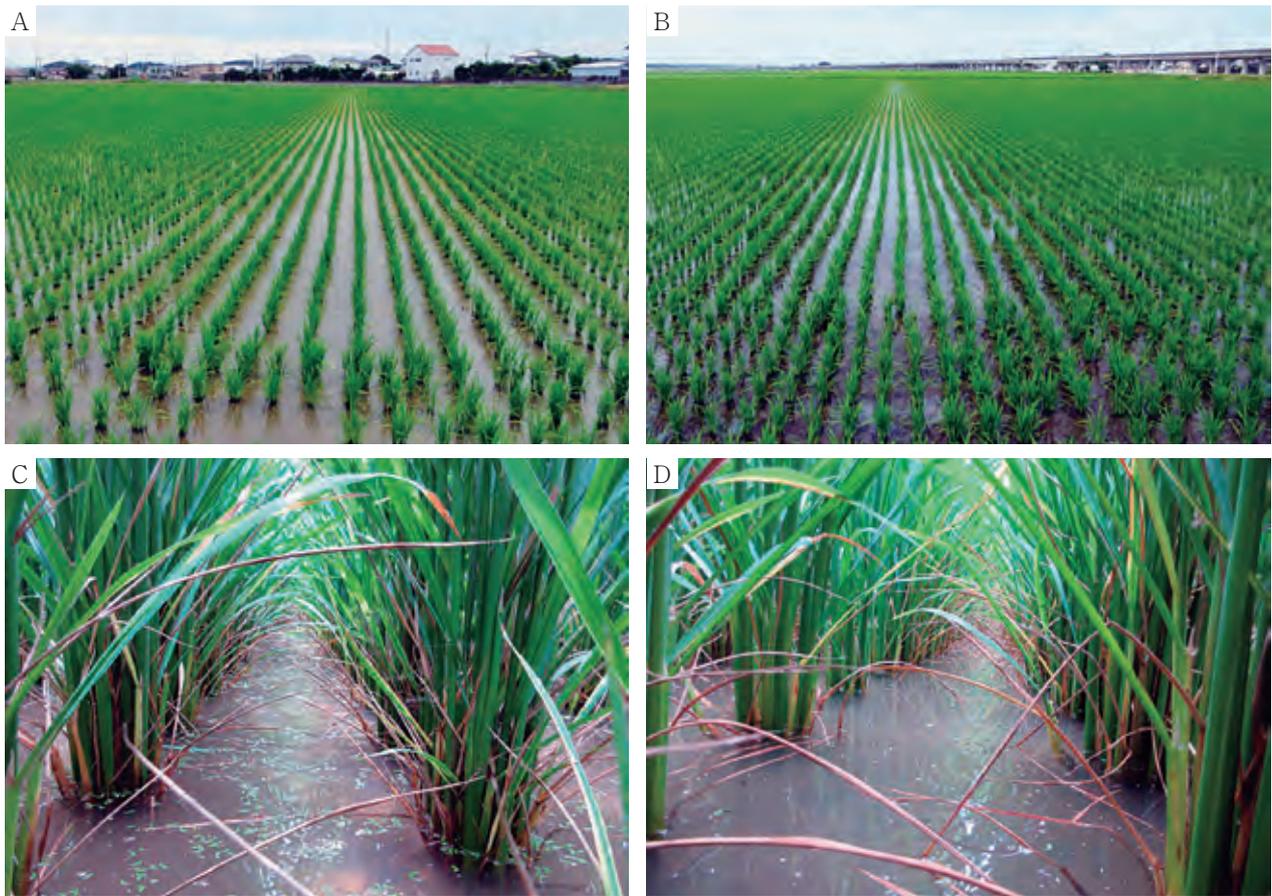
第3図 風上畦畔から散布した FG 剤の組成成分の褐色系浮力剤や白色系増量剤等の対岸風下畦畔岸への到達  
注)Aは散布20分後(試験番号1), Bは散布17分後(試験番号2), Cは散布15分後(試験番号3), Dは散布15分後(試験番号4)。

第3表 除草効果と水稲への薬害の有無

試験番号 <sup>2)</sup>	剤型	除草効果(残草本数・本/m <sup>2</sup> ) <sup>1)</sup>							合計	水稲への薬害の有無
		ノビエ	ホタルイ類	アゼナ類	イボクサ	コナギ	ミズアオイ	その他		
1	FG剤	0	0	t (14.2)	0	0	0	0	t (14.2)	無
2	FG剤	0	0	4.7 (70.8)	0	0	0	0	4.7 (70.8)	無
3	FG剤	0	0	0	0	0	0	0	0	無
4	FG剤	t	0	0	0	0	0	0	t	無
5	FG剤	0	0 (226.0)	0	0	0 (8.0)	0	0	0 (234.0)	無
6	FG剤	0	0	0	0	0	0	0	0	無
7	FG剤	0	0	0	0	0	0	0	0	無
8	FG剤	0	0	0	0	0	0	0	0	無
9	FG剤	0	0	0	0	0	0	0	0	無
10	1キ口粒剤	0	0	0	0	0	0	0	0	無

1) ( )内は無処理区残草本数/m<sup>2</sup>を示す。tは0.1本未満であることを示す。

2) 試験番号5の( )内の無処理区残草本数は6月30日、薬剤処理区残草本数(上段)は8月8日の調査結果である。



第4図 FG剤風上1辺畦畔散布後の水稻の生育状況と雑草発生状況（試験番号4）

注) Aは散布を行った風上畦畔から、Bは風下畦畔から見た水田全景(散布13日後)。Cは水田中央条の風上畦畔から3m内側の条間の内部、Dは風下畦畔から3m内側の条間の内部。水面に見られるのは入水により流入したウキクサ(散布61日後)。

換算すると10分0秒(時間/人・ha)であった。ドローンの飛行の際、プロペラが回転する際に生じる下方向に吹く風(以下、ダウンウォッシュ)によって水面には波立ちが起きた。

試験番号7,8:ドローンによる水田半面散布で、散布時間(時間/人・ha)は2分47秒~3分4秒であった。着水したFG剤は、ダウンウォッシュと風下に吹く風(風速3m/s)によって、風下方向に素早く流された。

試験番号9:ラジコンボートによる水田全面散布で、散布時間(時間/人・筆)は2分44秒で、これは1haに換算すると10分30秒(時間/人・ha)であった。

試験番号10:1キロ粒剤のドローンによる水田全面散布で、ドローンの往復回数は6回であり、1ha当りに換算すると4.1回であった。着水した1キロ粒剤は沈み、時間の経過とともに水を吸って膨らみ崩壊し、1キロ粒剤が着水した地点では田面は白くなった。しかし、時間が経過しても圃場全体の田面水は無色透明のままであった。

## 2. 除草効果と水稻への薬害

第3表および第4図に示したように、いずれの試験と

も残草は無または極僅かで高い除草効果を示した。また、薬害症状を呈した稲株も視認できなかった。特に試験番号1では、散布後にFGが田面に落下した地点に目印として棒を立てて、処理22日後に目印周辺の水稲の生長観察を行ったが、周辺の健全個体との生育の差異は視認できなかった。

## 考 察

試験番号1の風上長畦畔1地点全量一括散布は、散布時間(時間/人・ha)が1~2秒であった。本散布方法については、これまで30a(30×100m)の短辺30m畦畔の中央部1地点からの散布が検討され、風上側に藻などの浮遊物が無く、水深5(最低)~10cm、風速2m/s以上の条件下では、水稻への薬害は無く高い除草効果が認められている(徐ら2023b)。本報では更に規模の大きな47a水田(47m×100m)の長辺100m畦畔の中央部1地点からの手箕を用いた散布であったが、薬害症状を呈した稲株は視認できず、十分な除草効果も認められた。本結果と前報(徐ら2023b)の結果を総合すると、

風上の1地点からの全量一括散布の場合、風速が2 m/s以上で、水深が5（最低）～10cmの条件では、長辺畦畔の長さが100mまでの50a規模の水田において、短辺・長辺のどちらの畦畔からでも風上1地点全量一括散布は可能であることを示唆している。それ以上の規模の水田については1地点への投下薬量が多くなるので、水稲への葉害の面からの安全性や散布機具等の観点から更に検討を要する。

試験番号2から4におけるFG剤の風上長辺1辺畦畔散布の散布時間(時間/人・ha)は2分47秒から3分17秒、試験番号5のL字2辺畦畔散布では4分49秒であった。これらは前報(徐ら 2022b, 2023a)の結果とほぼ同様であり、散布時間が短かったのは、散布のための歩行距離が短かったためと推察された。なお、風上1辺畦畔散布の場合、水田面積が大きくなる程、1辺畦畔からの散布薬量が多くなるので水稲への葉害が懸念される。試験番号4は1.8haの水田であったため、長辺の1辺200m畦畔より薬量7.2kg(畦畔100m当り3.6kg)を散布したが、葉害症状を呈した水稲個体は視認できなかった。これまでも著者らは畦畔100m当たりの散布薬量が4kgまでであれば水稲への葉害は見られなかったことを確認している(徐ら 2022b, 2023a)。

FG剤は有効成分の他、FGを浮遊させる浮力剤、FGを拡散・崩壊させる拡張剤や水中に分散させる分散剤などの界面活性剤、FGを固める結合剤、増量剤などの組成成分からなり、水中に散布されると主として風下に流れながら崩壊し始め上記の各組成成分は沈降・分散していく。FGは5分から10分程度で完全に崩壊し(徐 2021)、崩壊した後も組成成分は風下畦畔に向かって沈降・分散し続ける。このため、これらが拡散した田面水は淡白濁し、水面には浮力剤が浮遊する。徐ら(2020)は北海道岩見沢市の1.03ha(70×147m)水田において、本試験に供試した同じFGを基にするPPBジャンボ剤を風上小L字2辺畦畔散布し、散布1時間後、すでに浮力剤や増量剤、更にはピラクロニル等の有効成分が風下側短辺畦畔際に到達していることを確認しており、同様の知見は他の現地水田圃場において観察した風下畦畔際への浮力剤や増量剤の到達と到達地点での有効成分の分析からも得られている(徐未発表)。実際には、これらの到達は、それより以前にはすでに始まっていたと考えられる。可視可能な浮力剤や増量剤の風下畦畔際への到達は、可視困難なピラクロニルをはじめとする有効成分の到達指標となり得ることが示唆される。本報の試験番号1～5までのFG剤の風上畦畔散布では、散布後15分～30分の観察で対岸の風下畦畔際に浮力剤や増量剤が到達していた。本報では水中の有効成分濃度の測定はしていないが、上述したFGの製剤特性や北海道の試験事例より、浮力剤や増量剤が到達した地点では有効成分もこれらと共に

散布後15分～30分には到達・拡散していたと推察できる。

近年、水稲除草剤散布の省力化の一つとしてドローンによる散布が行われている(鹿児島県 2019; 千葉 2022; 徐 2021)。従来の方法でドローンによるFG剤の散布を行った試験番号6での散布時間(時間/人・ha)は10分0秒で、鹿児島県の結果(2019)とほぼ同様の結果であった。一方、試験番号7と8は、同じくドローン散布であるが、FG剤の高い拡散性を利用して水田全面ではなく半面散布を検討した。薬剤散布をより早く終わらせ、飛行距離および飛行時間を短縮するためにシャッター開度を最大の100%として、水田の半面にFG剤を散布した。本散布時間(時間/人・ha)は、先の全面散布の半分以下の3分程度であった。散布時間が短かったため、バッテリーの消費を大きく抑制できたと考えられる。試験番号6を含むドローン散布では、他の散布方法と異なり、機体の下に生じるダウンウオッシュと風下に吹く風の影響によって大きな波が生じ、着水したFG剤は風下方向に素早く流された。ドローンの飛行で生じるダウンウオッシュが、FGの水田内への拡散をより一層速めていると考えられる。

ラジコンボート散布は、従来、フロアブル剤で行われている。試験番号9では、ラジコンボートに専用の拡散粒剤散布用装置を取り付けてFG剤を26a水田内縦方向に2往復しながらほぼ均一に散布した。散布時間(時間/人・筆)は2分44秒で、これは1ha当りに換算すると10分30秒(時間/人・ha)であり、従来のフロアブル剤のラジコンボート散布とほぼ同じであると考えられた(徐ら未発表)。なお、ラジコンボート散布では、ラジコンボートが水面を走る際に波が生じることから、これもFG剤やフロアブル剤の拡散を促進していると考えられた。

参考として行った非拡散製剤の1キロ粒剤のドローン全面均一散布の散布時間(時間/人・ha)は19分56秒で、FG剤をドローン散布した試験番号6～8よりは長かった。1キロ粒剤はFG剤よりも粒が細かい(徐 2021)一度に多くの粒が吐出ないようにシャッター開度を30%に設定し、また散布むらが生じないように圃場全体に均一に散布することが求められるため、ドローンの飛行往復回数が多くなり、途中の薬剤補充やバッテリー交換のための時間が加算され、散布時間はFG剤よりも長くなった。なお、ラジコンボートやドローンの散布では、その運搬を軽トラックで行う必要がある(徐 2021)。運搬のほか、荷上・荷下、さらには安全監視等のために1名の補助員が操縦者の他に必要とすることが多く、本研究でもこれらの散布には1名の補助員がついた。ラジコンボートやドローンでの散布の際には、上述の点を作業時間全体や人件費を計算する上で考慮する必要がある。

FG剤の風上1辺畦畔散布はドローンやラジコンポートによる散布に比べ、高額な散布機を必要としない。また、散布には補助員は不要で1人での散布が可能で、圃場への投薬箇所が少ないことから散布時間(時間/人・ha)は3分程度と短時間である。一方、ドローンやラジコンポートでは規定量を圃場全体に均一に散布する必要があるため、散布時間(時間/人・ha)は10分程度と風上畦畔散布よりは長い。しかし、FG剤を使用すれば、特にドローン散布の場合は、水田全体に散布する必要がないことから、シャッター開度を100%と設定すれば時間当たりの吐出量が多くなるため飛行距離は短くなり散布時間は3分程度と風上畦畔散布と同程度になった。今後、更に時間当たりの吐出量が多くなるように散布装置の改良がなされれば、散布時間が更に短縮できるものと考えられる。

前報(徐ら2020, 2022b, 2023a, b)および本報の研究結果より、FG剤は様々な散布方法で省力散布が可能な剤型であると考えられる。水田条件(場所・形状・大きさ)、生産者の経営状況(作業人員数・経営規模・所有散布機具等)、散布時の気象条件(天候・風速等)を踏まえて散布方法を選択すれば、どのような条件でも散布が可能である。

なお、FG剤は種類が多く、各剤の拡散性能には違いがあることが想定されるため、本報での各散布方法が、本報では未使用のFG剤に適用できるかは不明である。これらの散布方法でFG剤を散布する場合は、薬剤毎に検証を重ね、その実用性の確認が必要である。

## 謝 辞

本研究を実施するに際し、ご協力を頂きました青森県産業技術センター農林総合研究所作物部の佐藤 佑氏、北東北スカイテック株式会社の原子隼弥氏に感謝申し上げます。

## 引用文献

- 千葉祐太 2022. 農業用ドローンによる「豆つぶ剤」を活用した水稲一発処理除草剤の省力散布技術. 技術と普及59(11), 64-66.
- 岩手県 2022. 岩手県植物防疫協会発行令和4年度岩手県農作物病害虫・雑草防除指針. 第3-2 雑草防除, 雑草1-52.
- 協友アグリ株式会社 2023. 製品情報.  
<https://www.kyoyu-agri.co.jp/prod/index.html>  
 (2023年2月1日アクセス確認)
- 鹿児島県 2019. ドローンによる自己拡散型水稲除草剤の散布.

[https://www.jeinou.com/2020/11/post\\_71.html](https://www.jeinou.com/2020/11/post_71.html)  
 (2023年2月1日アクセス確認)

- 日本植物調節剤研究協会 2023. 水稲除草剤の適正使用.  
<https://www.japr.or.jp/tekisei/>  
 (2023年2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稲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・浜谷雅司・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 2021. 新規製剤の自己拡散型浮遊粒剤(FG剤)を活用した水稲除草剤省力散布技術. 技術と普及58(11), 48-51.
- 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 2022a. 30a規模水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. 東北の雑草21, 1-7.
- 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 2022b. 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.
- 徐 錫元・中村 竜・前島孝年司・花村 勝・田村幸之 2023a. 2 ha規模大区画水田におけるピラクロニル含有ジャンボ剤および自己拡散型浮遊粒剤(FG剤)の風上L字2辺畦畔散布. 九州の雑草56, 19-24.
- 徐 錫元・大村圭吾・木村晃之・柳澤計雅・山田そよ子・新井誠司・濱中康弘・大門 浩・白石修生・深瀬靖 2023b. 30a規模の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1地点全量一括散布の検討. 雑草研究68(1), 1-9.