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*

徐 錫元[★]・堀 洋一・直井康裕・高橋勝弘・嘉藤久恭・柳澤計雅・山田そよ子・邊見 龍

キーワード：ピラクロニル，水稻除草剤，フロアブル剤，風上畦畔散布，省力散布

Keywords: pyraclonil, paddy rice herbicide, suspension concentrate, application from upwind paddy levee, labor-saving application

緒 言

水稻用除草剤の拡散性を有するフロアブル剤は白濁の液体製剤で，手振り散布，水口施用，田植同時散布，ラジコンボート散布が可能で，拡散性浮遊粒剤のジャンボ剤と同様に除草剤の省力散布に大きく貢献している。このうち，原液のまま製品ボトルを振りながら行う手振り散布は，農家によって散布方法が異なり，水田全周縁畦畔を歩きながら，または本田内を歩きながら，あるいはその両方で行っている。これは，水田面積が30 a（幅30 m×100 m）以下の場合は水田の周囲（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30 mを超える水田では畦畔からの散布に加え中央1条に入って左右両側に散布するという基準や指導があることによる（岩手県2020；日本植物調節剤協会；富山県農林水産部2020）。圃場全周縁畦畔を歩きながらの散布の場合，その歩行距離は30 a（30 m×100 m）水田では260 m，1 ha（100 m×100 m）水田では400 mであり，さらに本田内に入って散布を行うとなると，それ以上となる。特に本田内に入っただけの足元が不安定な湛水条件下での手振り散布は，散布者の作業負担が大きい。

一方，著者らは数種のピラクロニル含有ジャンボ剤が，1 ha規模の大区画水田であっても，本田内に入ることなく，全周縁畦畔からの散布だけで水稻への薬害も無く高い除草効果が得られることを明らかにした（徐ら2016, 2019a）。この技術は，すでに現場での普及に移っている（岩手県2020；徐ら2018；富山県農林水産部2020）。さらに，ジャンボ剤は全

周縁畦畔から散布しなくても，風上の3辺，2辺，または1辺畦畔から散布するだけでも水稻への薬害も無く高い除草効果が得られ，更なる省力化につながることを明らかにした（徐ら2020）。

本報では，ジャンボ剤で実用性が確認された風上畦畔からの散布，いわゆる風上畦畔散布（徐ら2020）が，フロアブル剤でも可能であるかを，国内で一発除草剤としての使用面積が最大であるピラクロニル含有混合剤（牛口ら2014；日本植物防疫協会2021）のうち数種のフロアブル剤について検討した。

材料および方法

1. 試験圃場と耕種概要

試験は，2019年と2020年に青森県，千葉県，茨城県，鳥取県にある1 ha～0.17 haの正方形または長方形の水田において実施した。各水田の形状および耕種概要は第1表に示した通りである。その他は，試験地の慣行に準じた。

2. 薬剤散布

各試験水田における供試薬剤，散布条件，散布方法ならびに薬害・除草効果調査日を第2表に示した。供試フロアブル剤は，市販剤の一発処理除草剤のピラクロニル（3.7%）・プロピリスルフロロン（1.7%）・プロモプチド（16.8%）水和剤（以後，PPB），オキサジクロメホン（0.57%）・テフリルトリオン（5.7%）・ピラクロニル（3.8%）水和剤（以後，OTP），イマゾスルフロロン（1.7%）・オキサジクロメホン（0.56%）・ピラクロニル（3.7%）・プロモプチド（16.3%）水和剤（以後，IOPB）であった。なお，各成分名後に付記した数値は有効成分含有率の重量/重量（w/w）パーセントを示す。各薬剤の比重は，PPBは1.07，OTPは1.04，IOPBは1.08である（協友アグリ株式会社）。散布には市販剤の1本500 ml入りボトルを使用し，各々使用基準の500 ml/10 aを散布した。なお，いずれの試験も慣行の除草体系に準じて初期剤と供試薬剤の体系処理，または供試薬剤の1回処理として行った。

フロアブル剤の散布は，事前に製品ボトルの蓋は開けておき，ジャンボ剤の風上畦畔散布に準じて（徐ら2020），試験番号1と2では風上の1辺畦畔から（以後，1辺畦畔散布とする），また，試験番号3，4，5では風上側の隣接する短辺と長辺の畦畔の各々半分から行った（以後，小L字2辺畦畔散布とする）。試験番号1，3，4については，散布開始から散布終了までの散布作業時間を測定した。

* 本研究の一部は，日本雑草学会第59回講演会（2020年）にて発表した。
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
Seok Weon Seo[★], Youichi Hori, Yasuhiro Naoi, Katsuhiko Takahashi, Hisayasu Katou, Kazumasa Yanagisawa, Soyoko Yamada and Ryo Henmi: Application of pyraclonil-containing paddy rice herbicide of suspension concentrate from upwind paddy levee in paddy rice field
Kyoyu Agri. Co., Ltd., Yamaman Bldg.11F., 6-1 Koami-chou, Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo 103-0016, Japan
(2020年10月24日受付，2021年8月27日受理)

第1表 試験水田の形状および耕種概要

試験番号	フロアブル剤散布方法 ¹⁾	試験年度	試験圃場所	栽培法	水田形状			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
1	1 辺	2019	青森県黒石市	V溝乾田直播栽培	正方形	100	100	1.00	—	4月25日	<1	5月24日	BI ²⁾
2	1 辺	2020	青森県黒石市	V溝乾田直播栽培	正方形	100	100	1.00	—	4月30日	<1	5月28日	BI ²⁾
3	小L字2 辺	2020	茨城県水戸市	移植栽培	長方形	60	100	0.60	稚苗	4月28日	<1	5月1日	無
4	小L字2 辺	2020	千葉県柏市	移植栽培	長方形	30	100	0.30	稚苗	4月20日	1~2	4月25日	P ²⁾
5	小L字2 辺	2019	鳥取県鳥取市	移植栽培	長方形	17	100	0.17	稚苗	5月20日	1	5月23日	無

1) 散布を行う畦畔位置は徐ら(2020)のジャンボ剤に準じる。

1 辺：風上の1 辺畦畔から散布。

小L字2 辺：風上側の短辺と長辺の畦畔の各々半分から散布。

2) BI：ビスピリバクサトリウム塩(2.0%)液剤。

P：ピラクロニル(1.8%)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被害調査日

試験 番号	フロアブル 剤散布方法 ¹⁾	薬剤名 ²⁾	散布薬量 (mL/筆) ³⁾	畦畔歩行距離 (m)/ 圃場全周縁畦畔長(m)	散布日	散布時の状況				除草効果・ 水稲への		除草効果 調査日 (散布後日数)	
						雑草 発生状況	浮遊物発生 ⁴⁾	湛水深 (cm)	風速 (m/秒)	作業時間 ⁵⁾ (時間/人・ha)	葉害 調査方法 ⁶⁾ (散布後日数)		
1	1 辺	PPB	5,000	100/400	6 月 6 日	発生前	風下畦畔側に藻類が 1～5 m 幅で広がる	7～10	3～4	6 分 15 秒	X	6 月 24 日 (18)	7 月 24 日 (48)
2	1 辺	PPB	5,000	100/400	6 月 8 日	発生前	無	7～10	6～7	—	Z	6 月 30 日 (22)	7 月 28 日 (50)
3	小 L 字 2 辺	PPB	3,000	80/320	5 月 7 日	発生前	無	6～10	3～4	4 分 49 秒	Y	5 月 21 日 (14)	7 月 13 日 (67)
4	小 L 字 2 辺	OTP	1,500	65/260	5 月 9 日	発生前	無	6～10	2～3	6 分 56 秒	Z	5 月 29 日 (20)	8 月 7 日 (90)
5	小 L 字 2 辺	IOPB	850	58/234	5 月 24 日	発生前	風下縦畦畔側に藻類が 1 m 幅で広がる	6～8	5～6	—	Z	6 月 16 日 (23)	7 月 19 日 (56)

1) 散布方法は第1表の脚注1に示した。散布後少なくとも3日は止水しその後必要に応じて入水を行った。ただし、7日間は排水は行わなかった。

2) 薬剤名(有効成分・w/w%)

PPB：ピラクロニル(3.7%)・プロピリスルフロ(1.7%)・プロモブナド(16.8%)水和剤。

OTP：オキサジクロメホン(0.57%)・テフリルトリオン(5.7%)・ピラクロニル(3.8%)水和剤。

IOPB：イマゾスルフロ(1.7%)・オキサジクロメホン(0.56%)・ピラクロニル(3.7%)・プロモブナド(16.3%)水和剤。

3) 500ml入ボトル製品を使用。

4) 畦畔側の藻の発生状況は第3図を参照。

5) 「—」は記録無し。

6) 調査方法

X：畦畔から3m内側の内周が正方形を縦横に2等分した四角形の頂点の9地点で調査を実施。無処理畦2ヶ所設置(第1図参照)。

Y：左右の長辺または同辺畦畔から3m程内側の各1列の条間と、その間を2等分する1列の条間の、計3列の条間で調査を実施。無処理畦1ヶ所を風下短辺畦畔中央部の1m程度内側に設置。

Z：左右の長辺または同辺畦畔から3m程内側の各1列の条間と、その間を2等分する1列の条間の、計3列の条間で調査を実施。無処理畦設置無し。

3. フロアブル剤の拡散状況の観察

全試験水田において、フロアブル剤散布後の水田内での拡散状況を確認するため、水面の変化と風下側畦畔付近へのフロアブル剤の組成成分の到着状況を観察した。

4. 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1で田面水を散布96時間後に採取し水中濃度を測定した。なお、採水は畦畔から3m内側の内周がなす四角形を縦横に各々2等分してできた四角形の頂点9地点から（第1図）、田面と水面のほぼ中央部から田面水約200mlをガラス瓶に採取し冷蔵保存した後、メンブレンフィルターでろ過を行い分析を行った。分析は有効成分であるピラクロニル、プロピリスルフロン、プロモプチドの3成分について行った。なお、散布日、風下側の畦畔際に1mから5m幅で藻が集積していた。特に、採水地点のGには少なくとも散布時と採水時において藻が集積・浮遊した状態であった。散布時の湛水深は7～10cm、採水時の湛水深は5～7cmであった。

2) 有効成分の水中濃度の分析

採取した田面水2mlに同量のアセトニトリルを加え、有効成分を超音波で10分間抽出し、抽出液を2500rpmで遠心分離を行い分析試料とした。分析は高速液体クロマトグラフにより行った。カラムはYMC-Pack ODS-AM AM12S05-1506WT（粒子径5μm、内径6mm、長さ150mm）、移動相は

アセトニトリル/メタノール/0.1%リン酸水 = 30/30/40 (v/v/v)、流量は1.0 ml/min、カラム温度は40℃、検出波長は220 nm、注入量は標準溶液では15 μl、分析試料では300 μl、保持時間はピラクロニル 7.12 分、プロピリスルフロン 10.86 分、プロモプチド 16.80 分であった。検出限界値は0.01 mg/Lであった。

5. 採取した田面水でのノビエ (*Echinochloa* spp.) の発芽試験

2018年に長野市内で採取した後6ヶ月程度冷蔵したノビエ種子を試験に供した。本試験開始5日前に種子をピーカーに入れ水に浸漬し室内で放置した。種子はほぼ100%近く休眠打破し吸水した。採水翌日に、30mlスクリー管に上記の採取した田面水25mlと、上記の吸水したノビエ種子10粒を入れ、自然採光の室内に10日間放置し、その後の生育を観察した。室内温度は15～30℃であった。なお、無処理区としてフロアブル剤散布直前に採取した田面水についても同様に試験に供した。発芽試験は2反復で行った。

6. 除草効果と水稻への薬害の調査

試験番号1では薬剤散布前に、直径30cm・高さ40cmの丸型プラスチックの無処理枠を、散布側（水尻側）と対岸側（水口側）の畦畔近くに各々1ヶ所設置した（第1図）。また、試験番号3では、高さ30cmの正方形の無処理枠（50cm×50cm）を風下側の短辺畦畔中央部より1m程度内側に1ヶ所設置した。それ以外の試験では無処理枠は設置しなかった。

除草効果の調査は、試験番号1では散布48日後に、採水9地点付近の2m²と無処理枠内について発生雑草本数を草種別に調査した。また、それ以外の試験水田では、散布50～90日後に左右の長辺（同辺）畦畔から3m内側の各1列の条間と、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を歩き雑草の発生本数を草種別に調査した。試験番号3については無処理枠内も試験番号1と同様に調査を行った。

水稻への薬害は、散布14～23日後に水稻の葉色、草高、株径を無処理枠内および慣行栽培隣接水田の稲株と比較し遠観によって評価した。

結 果

1. フロアブル剤散布作業時間

作業時間は試験圃場1, 3, 4において調査した。これらの散布開始から散布終了までの作業時間は、1人で1haあたり4分49秒～6分56秒であった（第2表）。

2. フロアブル剤の拡散状況

フロアブル剤は、散布後に田面水と混ざると水面は薄白く濁り、この白濁は風下に向かって流れて行った（第2図左上・右上）。水田全体を見渡すと、フロアブル剤組成成分が到達したとみられる消波域（水面のざざなみが打ち消されたように見える部分）と、その先の未到達部分との境が明瞭に視認され、その境界は時間の経過と共に風下側に移動した（第2図右上、左下）。しかし、消波域はその後、風上側から消

第1図 試験水田1におけるフロアブル剤の散布畦畔、採水地点および薬害・除草効果調査地模式図

注) ●: 無処理枠 ■: 水尻 □: 水口

A～Iは採水地点。薬害および雑草発生調査は採水地点付近で実施した。

第2図 風上の隣接する2辺の短辺および長辺畦畔の各々半分の長さの畦畔からのフロアブル剤散布
(試験番号3での小L字2辺畦畔散布)。

注) 左上：散布始めの短辺畦畔側からの散布（散布開始22秒後）。散布時，風は水田に対して斜め30度から60度に吹いている。
右上：短辺畦畔に続く長辺畦畔からの散布（散布開始2分15秒後）。
左下：散布終了直後の消波域の拡大（散布開始3分35秒後）。
右下：風上側からの消波域の消失（散布開始4分後）。

第3図 風上の散布地点から風下側の畦畔付近までに到達したフロアブル剤の組成成分（矢印）

注) 左：試験番号1（散布1時間後）
右：試験番号5（散布20分後）

え，再びさざなみが現れてきた（第2図右下）。20分～1時間後の観察では，風下1m～5m幅で側畦畔岸に集積した藻の縁までフロアブル剤の組成成分は到達したが，その先の畦畔岸までの拡散は阻まれていた。このため，その藻の縁では組成成分が集積し白く見えた（第3図左，右）。

3. 有効成分の田面水中濃度

散布96時間後の採水9地点での有効成分の濃度を第3表および第4図に示した。3成分とも，各地点から検出され，ピラクロニルで0.03～0.24 mg/L，プロピリスルフロンの0.02～0.11 mg/L，プロモブチドで0.22～1.25 mg/Lであった。9地点の中では，3成分ともHで最も低く，Iで最も高く，

地点間差が見られた。なお，散布時も採水時も藻が集積していた地点Gにおいても3成分とも平均的な濃度であった。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とした各成分濃度比を第3表に示した。その比は100:46～70:521～825であった。これは，製剤中の有効成分含有率比の100:46:454（ピラクロニル3.7%，プロピリスルフロンの1.7%，プロモブチド16.8%）と近似していた。また，各地点における3成分間の濃度の相関関係を第5図に示した。各成分の濃度は相互に高い正の相関が認められた。

4. 採取した田面水でのノビエの発芽試験

散布前および散布後に各地点から採水した田面水のい

第3表 散布96時間後の採水地点での有効成分濃度とノビエ枯死率

採水地点	有効成分濃度 (mg/L)			ノビエ枯死率 (%)
	ピラクロニル (PY)	プロピリスルフロロン (PR)	プロモプチド (BR)	
	3.7* (100)	1.7* (46)	16.8* (454)	
A	0.12 (100)	0.08 (67)	0.99 (825)	100
B	0.15 (100)	0.08 (53)	1.00 (667)	100
C	0.17 (100)	0.08 (47)	0.98 (576)	100
D	0.14 (100)	0.08 (57)	0.96 (686)	100
E	0.10 (100)	0.07 (70)	0.75 (750)	100
F	0.16 (100)	0.08 (50)	1.08 (675)	100
G	0.14 (100)	0.09 (64)	1.00 (714)	100
H	0.03 (100)	0.02 (67)	0.22 (733)	100
I	0.24 (100)	0.11 (46)	1.25 (521)	100
平均	0.14 (100)	0.08 (57)	0.91 (650)	100
薬剤散布前田面水				0

1) A から I は第1図に示した採水地点。

2) * は、試験薬剤 PPB 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図 散布96時間後の採水地点での有効成分濃度

注) 図中の記号は採水地点を示す (第1図参照)。

矢印は散布時の風向を示す。

第5図 採水各地点での3成分間の濃度の相関関係

注) 図中の記号は採水地点を示す (第1図参照)。

れでも、種子は発芽し鞘葉・本葉を展開した。散布前の田面水では正常な生育を示し、試験開始10日後には茎葉部は緑色で第2葉が展開中、また、根は白色であった。一方、各採水地点の田面水では、いずれも鞘葉または本葉展開中に生長は停止し、根は褐色、茎葉部は白色となった。これらをスク

リュー管から取り出す際、茎葉部の組織が崩壊したため枯死したと判断した。枯死率は全地点で100%であった (第3表)。

5. 除草効果と水稻への葉害

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残草量を各々第4, 5表に示した。ほとんどの試験水田とも、

第4表 除草効果と水稲への葉害の有無（調査方法がXまたはYの圃場）¹⁾

試験番号	フロアブル剤 散布方法 ²⁾	調査方法 ¹⁾	残草量(%) ³⁾				合計	水稲への 葉害の有無
			ノビエ	ホタルイ類	アゼナ類	クログワイ		
1	1 辺	X	0 (7.2)	0 (7.2)	0 (21.4)		0 (35.8)	無
3	小L字2 辺	Y	t (8.0)	t (12.0)		0 (20.0)	t (40.0)	無

1) 調査方法は第2表の脚注5に示した。

2) 散布方法は第1表脚注1に記載した通り。

3) 残草量は対無処理区比で、( ) 内は無処理区残草本数/㎡を示す。tは1%未満。

第5表 除草効果と水稲への葉害の有無（調査方法がZの圃場）¹⁾

試験番号	フロアブル剤 散布方法 ²⁾	調査 条間数	条間長 (m/条) ³⁾	除草効果		水稲への 葉害の有無
				残草本数 (本/㎡)	残草種	
2	1 辺	3	100	0.20	ノビエのみ	無
4	小L字2 辺	3	100	0.01	オモダカのみ	無
5	小L字2 辺	3	100	0.09	クログワイのみ	無

1) 調査方法は第2表の脚注5に示した。

2) 散布方法は第1表脚注1に記載した通り。

3) 短辺畦畔側の枕地部分を含む。条間は20～30 cm。

散布48日～90日後、残草量は少なく高い除草効果を示した（第4、5表）。なお、試験番号2ではノビエの残草がやや多かった。これは局所的な発生であったことから、V溝栽培の入水前の茎葉処理除草剤処理の際に何らかの理由で残草した個体であったと考えられ圃場全体では実用上は問題のないレベルであり、その後の追加防除は必要としなかった。

全試験水田とも、フロアブル剤の散布地点を含め水田全体で水稲への葉害は見られなかった（第4、5表）。

考 察

本研究は、10a規模小区画から1ha規模大区画水田におけるフロアブル剤の更なる省力散布方法として、本田に入らずに、しかも散布のために畦畔を歩く歩行距離を従来の全周縁畦畔からの散布の1/4以下とし、風上からの1辺畦畔散布、または小L字2辺畦畔散布を行ったものである。この結果、本散布方法は、水田の大きさに関わらず、すでに実用性が明らかになっているジャンボ剤（徐ら2020）と同様に水田全体に高い除草効果が得られ、水稲への葉害も無いことが明らかになった。また、散布時間は1人で1ha当たり5～7分と従来のフロアブル剤の散布よりも大幅に短縮できることが示唆された。

このような省力散布を可能にしているのは、フロアブル剤の製剤特性と風の影響が大きいと考えられる。フロアブル剤は水に溶けにくい農薬原体を0.1～15μm程度の微粒子に粉碎して水中に分散させた流動性を有する液状製剤である（森本2016）。組成分としては、除草剤原体、湿潤剤、分散剤、

増粘剤、凍結防止剤、消泡剤、防腐剤、その他（pH調節剤、溶剤・塩類剤等）および水から構成され白濁して粘性がある。水田に散布されるとこの白濁物は田面水と混ざりながら水中を浮遊・拡散し、有効成分も溶解していくと考えられる。一方、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動いている。その中、供試フロアブル剤は風上側の畦畔から散布されると、有効成分を含む白濁は水中で浮遊・拡散と同時に田面水の流れによって風下側に流れていくと考えられる。また、フロアブル剤の組成分の拡がりを示す消波域（徐ら2020）もこれに伴って風下側に流れていくと考えられる。1辺が100mの正方形水田で1辺畦畔散布を行った試験番号1の散布1時間後の観察では、フロアブル剤に由来する白濁は散布地点より100m先の風下側の畦畔近くの藻の縁まで到着していたが、藻によってその先の畦畔岸への拡散は阻まれていた。ただ、藻が集積していた採水地点のGでも平均的な濃度が検出されたことから明らかにように有効成分は藻の下田面水中も拡散していたとみられることから、畦畔岸まで除草効果は及んでいたと考えられる。

散布96時間後、各有効成分は水田の各地点に拡散していたが、その水中濃度に地点間差が見られた。このような濃度差が生じる理由としては、田面水の流れと、それに及ぼす風（風速・風向）および浮遊物の影響が考えられる。しかし、田面水の流れを正確に把握できていないため、その原因については特定できなかった。散布後の田面水の動きと有効成分の拡散との関係については、今後更に検討する必要があると

考えている。

なお、96時間後の最低濃度（採水地点H、ピラクロニル 0.03 mg/L、プロピリスルフロン 0.02 mg/L、プロモブチド 0.22 mg/L）となった地点であっても、その採取田面水によりノビエは全て枯死したことから、少なくとも散布96時間後、すでに有効成分の田面水濃度がノビエ種子を枯殺できる濃度以上に拡散しており、その後、さらに時間の経過と共に濃度の均衡化が進み、水田全体で安定した除草効果が得られたものと考えられる。なお、ノビエに対する除草効果は3成分によりもたらされたものであるが、主たる効果はピラクロニルによるものと考えられる（牛口ら 2014）。

風上畦畔散布において散布直後、フロアブル剤の散布域周辺は、圃場全周縁散布と比較し一時的に各成分は高濃度となるが、水稻への薬害は見られず安全性が確認された。これは、フロアブル剤は散布後、粒剤のように田面に落下するのではなく、水中を浮遊して大量の田面水と混ざり希釈されながら風下に流れていくためと考えられる。なお、著者らは（2019b）、1.14 haの大区画水田において1ヶ所の水口からPPBフロアブル1.14 ha分全量を入水しながら水口施用を行い、水口側が一時的に高濃度になっても水稻への薬害は見られないことも確認している。

散布96時間後の田面水の9地点における各成分の濃度比は供試PPB製剤の有効成分含有率比と近似した。また、各地点の3成分の濃度は各成分間で高い正の相関がみられた。これらのことから、3成分は水溶解度（ピラクロニル 50.1 mg/L [20°C]、プロピリスルフロン 0.98 mg/L [20°C]、プロモブチド 3.54 mg/L [25°C]）は異なるが（日本植物防疫協会 2016）、各々ばらばらにではなく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。これは、本結果からでも明かなように、フロアブル剤は水田に散布されても有効成分は直ぐには全量が田面に落下・集積せずに水中に浮遊し、水の流れの影響を受けながら同じ方向に流れていくためと考えられる。なお、田面水中の各有効成分の濃度は各成分間で高い正の相関がみられることや、各有効成分の濃度比が混合製剤中の有効成分含有率比と近似していることは、イマズスルフロン・ピラクロニル・プロモブチドフロアブル剤およびIOPBフロアブル剤の水口施用でも見られている（著者ら未発表）。

フロアブル剤における風上1辺畦畔散布や小L字2辺畦畔散布は、従来の圃場周縁散布（四角形圃場では4辺）や、それに加えて本田内に入っでの散布よりも明らかに省力である。本研究からは、湛水深が6 cm～10 cmであること、風速が2 m以上であること等が揃えば、1 ha規模の大区画水田から10 a規模の小区画水田に至るまで水田の大きさに関わらず、本散布方法が可能であることが示唆された。これはフロアブル剤使用農家に対する新たな散布方法の提案であり、更

なる省力化に貢献できるものとする。ただし、これよりも風が弱い場合や強い場合は、拡散の不良や極端な吹き寄せが生じ、除草効果不足やイネへの薬害が生じることも懸念されるので、この点については、今後、更に検証を重ねていく必要がある。

ただし、フロアブル剤の種類は多く、各剤の拡散性能には違いがあると考えられるので、風上畦畔からの小L字2辺畦畔散布や1辺畦畔散布が、どの剤にも適用できるかは不明である。本散布方法でフロアブル剤を散布しようとする場合は、薬剤毎の検証を重ね、その実用性の確認が必要である。

謝 辞

本研究を実施しする上で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木村利行氏に深く感謝申し上げます。

引用文献

- 岩手県 2020. 雑草防除. 令和2年度岩手県農作物病害虫・雑草防除指針, 雑草 1-45.
- 協友アグリ株式会社 2020. 製品情報（安全データシート）. <https://www.kyoyu-agri.co.jp/prod/index.html>（2021年7月30日アクセス確認）
- 森本勝之 2016. 水稻除草剤フロアブル剤 その組成・製造法・特性 農薬製剤. 植物防疫 70, 549-555.
- 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.
- 日本植物防疫協会 2021. 農薬種類別生産出荷数量・金額. 農薬要覧 2020. 日本植物防疫協会, 東京, pp. 4-87.
- 日本植物調節剤研究協会. 水稻除草剤の適正使用. <https://www.japror.jp/tekisei/>（2021年7月30日アクセス確認）
- 徐錫元・千葉丈・高橋仁久・松本直剛・松田繁・西原良一・浜谷雅司・富田享博・池田芳治・安藤敏 2016. 1 ha 規模大区画水田における水稻除草剤ジャンボ剤の水田内に入らない畦畔からの投げ入れ散布. 東北の雑草 15, 6-10.
- 徐錫元 2018. 三重県松阪市東部の1 ha 規模大区画水田における除草剤の省力散布. 雑草研究 63, 117-118.
- 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 2019a. 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, 1-5.
- 徐錫元・工藤敦・小笠原寿哉・早山智博・高橋仁久・松田繁・松本直剛・西原良一・伊藤直哉 2019b. 1 ha 規模大区画水田における数種ピラクロニル剤水口施用の拡散性と効果に及ぼす施用時湛水深の影響. 東北の雑草 18, 13-17.
- 徐錫元・堀洋一・早山智博・浦山洋二郎・西原良一・浜谷雅司・工藤航・嘉藤久恭・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, 150-157.
- 富山県農林水産部 2020. 令和2年度富山県農作物病害虫・雑草防除指針, 228-267.
- 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, 106-111.