

1ha規模大区画水田における数種ピラクロニル含有フロアブル剤水口施用の 拡散性と効果に及ぼす施用時湛水深の影響

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*

The effects of water depth in the time of pouring-application of flowable type rice herbicides containing pyraclonil at the inlet of irrigating water on the diffusivity and herbicidal effects in 1 ha large scale rice field.

Seok Weon Seo*, Atsushi Kudo*, Toshiya Ogasawara*, Tomohiro Soyama*, Hitohisa Takahashi*, Shigeru Matsuda*, Naotake Matsumoto*, Ryoichi Nishihara* and Naoya Ito*

要約 水稲除草剤フロアブル剤の水口施用は、水田がヒタヒタ水か浅水（湛水深1, 2cm）の時に進行。本研究では、水口施用時の湛水深がピラクロニル含有の4種類のフロアブル剤の効果、葉害、拡散性に及ぼす影響を1ha規模水田12圃場において検討した。その結果、水口施用時の湛水深に関わらず、全試験圃場とも水稲への葉害は無く、高い除草効果が得られた。また、ピラクロニル・プロピリスルフロン・プロモブチド水和剤の圃場内拡散性を、5~6cmの湛水深時に水口施用を行い、その後、1時間入水を行い、水深増は0.5cm以下という条件で調査した結果、施用96時間後には有効成分ピラクロニルが圃場内にはほぼ均一に拡散した。本研究の結果から大区画水田におけるフロアブル剤の水口施用は、水田がヒタヒタ水~やや深水の7.8cmの湛水深までの条件で開始可能で、その後、慣行の水深まで入水すれば十分な効果が得られることが明らかになった。

キーワード：水稲除草剤、フロアブル剤、水口施用、水深、除草効果
paddy rice herbicide, flowable formulation,
pouring application at water inlet, water depth, herbicidal efficacy

緒 言

水稲除草剤の主な剤型には、1キロ粒剤、ジャンボ剤、フロアブル剤、顆粒水和剤、少量拡散型粒剤などがある。この中、フロアブル剤は拡散性に優れ、散布方法としては原液湛水散布法と水口施用法がある。

原液湛水散布法は、5cm程度の湛水状態で、30aまでの水田では畦畔を歩行しながら薬剤の入った容器を手振りで行う。しかし、圃場の短辺が30mを越す大区画水田では、畦畔からの散布に加え本田内に入っただけの散布も必要としている（北海道2018；岩手県2018；日本植物調節剤研究協会）。著者が、秋田県内で、大区画水田で農家の散布法を観察したところ、圃場内を縦にほぼ3等分して、境目の各条を歩きながら左右に薬剤を手振り散

布しており、その所要時間は15分/人・ha程度であった（徐未発表）。湛水状態の水田内に入っただけの散布は足元が不安定な条件で歩行するため、畦畔からの散布と比較して作業負担が大きい。

これに対して水口施用は、水田がヒタヒタ水（田面が部分的に露出している状態）もしくは浅水（湛水深1~2cm）の時、入水時に水口からの流水の上にフロアブル剤を全量注ぎ込み、その後、入水を続け5cmの水深まで湛水する散布方法である（北海道2018；岩手県2018；日本植物調節剤研究協会）。この施用方法は、小規模だけでなく、1ha規模の大区画水田でも行うことが可能である（徐ら2015）。施用時間は圃場の大小に関わらず数分/圃場と極めて省力的な散布方法である。しかし、その後、慣行の湛水深に達するまで数時間入水を続け、必

* 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

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

第1表 供試水田の形状および耕種概要

試験番号	試験年度	試験水田場所	水田形状				品種名	使用苗	代播日	移植日	減水深 (cm/日)	初期剤使用の有無	
			形	水口側の辺長 (m)	水口-水尻間最短直線距離 (m)	面積 (ha)						処理日	薬剤名
1	2014	富山県朝日町	長方形	85.0	160.0	1.36	コシヒカリ	稚苗	5月14日	5月16日	1~2	5月16日	ブタクロール粒剤
2	2015	富山県朝日町	長方形	85.0	160.0	1.36	コシヒカリ	稚苗	5月11日	5月13日	1~2	5月13日	ブタクロール粒剤
3	2015	富山県朝日町	不整形	65.0	160.0	1.31	コシヒカリ	稚苗	5月11日	5月13日	1~2	5月13日	ブタクロール粒剤
4	2014	富山県朝日町	不整形	94.0	145.0	1.16	コシヒカリ	稚苗	5月14日	5月16日	1~2	5月16日	ブタクロール粒剤
5	2015	北海道岩見沢市	長方形	47.0	148.0	0.70	ななつぼし	成苗	5月12日	5月20日	1		無
6	2015	北海道岩見沢市	長方形	47.0	148.0	0.70	ななつぼし	成苗	5月12日	5月20日	1		無
7	2015	北海道岩見沢市	長方形	47.0	148.0	0.70	ななつぼし	成苗	5月12日	5月20日	1		無
8	2017	富山県朝日町	長方形	56.5	124.0	0.70	コシヒカリ	稚苗	5月8日	5月11日	1	5月11日	ブタクロール粒剤
9	2017	富山県朝日町	不整形	55.5	188.5	0.93	コシヒカリ	稚苗	5月11日	5月14日	1	5月14日	ブタクロール粒剤
10	2017	岩手県北上市	長方形	72.0	139.0	1.00	ひとめぼれ	稚苗	5月15日	5月18日	1		無
11	2018	秋田県大仙市	長方形	50.0	200.0	1.00	あきたこまち	成苗	5月22日	5月24日	1~2	5月25日	ピラクロニル水和剤
12	2018	秋田県大潟村	長方形	73.0	157.0	1.14	ちほみのり	中苗	5月1日	5月15日	1<	5月5日	ベントキサノン水和剤

ず水口を閉めなければならないという煩わしさがある。大区画圃場では、圃場に高低差ができやすく田面露出を避けるためには、浅い所でも5cm以上のやや深めの湛水となる(徐ら2015, 徐ら2018)。

一方、移植後の水田では、植え痛み防止の観点から、また、東北地方のような低温地域では、水深の調節によって水温をできるだけ高く保ち、活着を促進するためにやや深めの湛水管理を行っており(農研機構)、水口施用を行おうとした時、5cm以上の深水となっていることも多い。大区画水田では湛水深の調節に多大な時間を要するため、フロアブル剤の水口施用後の入水時間が短くすることができれば、水管理の煩わしさが軽減できる。このため、湛水深の調節無しにできるフロアブル剤の水口施用が望まれている。このようなニーズの中、著者らは北海道・東北・北陸地方の1ha規模大区画水田において、水口施用時の湛水深をヒタヒタ水~やや深めの7~8cmまで変えて水口施用を行った後、所定の水深となるまで入水を行い、除草効果・葉害を調査した。

材料および方法

1. 試験圃場

試験は、2014年~2018年に、第1表に示した北海道岩見沢市、秋田県大仙市、秋田県大潟村、岩手県北上市、富山県新川郡朝日町にある1ha規模(0.70~1.36ha)の大区画水田12圃場で行った。水田の形状は不整形の3圃場を除き、長方形または正方形で、水田の短辺の水口側は47~94m、また水口から対岸の水尻までの最短距離は124~200mであった。なお、本試験を実施した水田地帯は、いずれも用水が豊富で水口施用を行う上で問題の無い地帯である。

2. 異なる湛水深からの水口施用とその後の入水

各圃場での使用水口数、施用時の水深、所定水深、入水時間を第2表に示した。いずれの試験も慣行の除草体系に準じ、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(第1, 2表)。水口施用前に、水田周縁部より既発生雑草を観察して葉令を記録した。なお、いずれの試験でも、水口施用時に藻・表層剥離の発生は見られなかった。

水口施用は、試験番号12を除き各圃場にある2~4ヶ所の全ての水口で行った(第2表)。12については、「十分な湛水深の時に1ヶ所の水口から水口施用を行い、その後、1時間だけの入水」とするため、2ヶ所のうち1ヶ所のみから施用した。

供試フロアブル剤は、市販のピラクロニル含有剤のピラクロニル・プロピリスルフロニル水和剤(PP)、イマゾスルフロニル・ピラクロニル・プロモブチド水和剤(IPB)、イマゾスルフロニル・オキサジクロメホン・ピラクロニル・プロモブチド水和剤(IOPB)、ピラクロニル・プロピリスルフロニル・プロモブチド水和剤(PPB)であり、薬量は各々所定量500ml/10aとした(協友アグリ株式会社2019)。水田の湛水深がヒタヒタ水から7~8cmまでの異なる水深の時に入水を始めて、水口施用を行い、その後、所定の湛水深となるまで入水を続けた。

3. 薬剤散布後の有効成分の拡散(田面水の採水と有効成分の分析)

有効成分の拡散調査は、試験番号12においてPPBを水口施用して行った。使用した水口は中央部の1ヶ所であり、水口施用後1時間入水した。散布後7日間は止水とし、水の出入りは無かった。散布当日は、水口側に3~4m/秒の向かい風が吹いていた。散布24, 72, 96時間後に、畦畔から3m内側の内周がなす長方形を長辺方

第2表 各試験圃場における供試薬剤、水口施用の施用条件および葉害・除草効果調査日

試験番号	水口施用薬剤名 (有効成分%)	使用 水口数 (ヶ所)	水口 施用日	薬量 (ml/10a)	施用時 の雑草 発生 状況	施用時 の湛水 深(cm)	入水終 了時の 湛水深 (cm)	水口施 用後の 増加水 深(cm)	施用開始 から入水 終了まで の時間	葉害 調査日 (施用後日数)	除草効果 調査日 (施用後日数)	葉害・ 効果調 査方法 ¹⁾
1	ピラクロニル(3.9)・プロピ	4	5月26日	500	発生前	ヒタヒタ水	6~8	6~8	1時間40分	6月26日(31)	7月8日(43)	A
2	リスルフロ(1.7)水和剤	4	5月27日	500	発生前	3~5	6~8	3	2時間30分	6月18日(22)	7月7日(41)	C
3	[PP]	4	5月27日	500	発生前	4~5	6~7	2	2時間30分	6月18日(22)	7月7日(41)	C
4		4	5月26日	500	発生前	ヒタヒタ水	5~7	5~7	1時間40分	6月26日(31)	7月8日(43)	C
5	イマゾスルフロ(1.7)・ピ	3	5月23日	500	発生前	4~5	8~9	4	4時間	6月11日(19)	7月24日(62)	B
6	ラクロニル(3.7)・プロモ	3	5月23日	500	発生前	6~7	8~9	2	2時間	6月11日(19)	7月24日(62)	B
7	チド(16.3)水和剤(IPB)	3	5月23日	500	発生前	7~8	8~9	1	1時間	6月11日(19)	7月24日(62)	B
8	イマゾスルフロ(1.7)・オ	3	5月25日	500	ホタルイ	2~3	6~7	4	4時間	6月16日(22)	7月18日(54)	A
9	キサジクロメホン(0.56)・ピ	3	5月25日	500	ホタルイ	3~4	6~7	3	3時間	6月16日(22)	7月18日(54)	A
10	ラクロニル(3.7)・プロモ	2	5月22日	500	発生前	3~5	5~7	2	3時間	6月19日(28)	7月28日(64)	A
11	チド(16.3)水和剤(IOPB)	2	6月4日	500	発生前	5.5	7	1.5	1時間30分	6月18日(14)	8月24日(82)	C
12	ピラクロニル(3.7)・プロピ	1	5月21日	500	発生前	5~6	5~6	<0.5 ²⁾	1時間	6月14日(24)	8月24日(95)	C

1) 調査方法

A：畦畔から3m内側の内周を長辺と短辺の両方向に2等分してできた四角形・不整形の頂点の9地点で調査を実施。無処理枠設置。

B：長辺畦畔の7m内側と短辺畦畔の15mの内側の内周を結ぶ頂点と、その対角線の交点の5地点で調査を実施。無処理枠設置。

C：左右長辺畦畔の各々内側3m程の各条と中央の1条の計3条で調査を実施。無処理枠設置無し。

2) 風のために水面が揺れ水深増はほとんど認識できない程度であった。

向と短辺方向に各々2等分した四角形の頂点9地点から採水を行い有効成分ピラクロニルの分析に供した。採水は田面水を30mlのバイアル瓶に直接採水し、冷蔵保存して1週間以内に高速液体クロマトグラフィーにより分析を行なった(協友アグリ株式会社2014)。

4. 除草効果・葉害調査

試験番号1, 5, 6, 7, 8, 9, 10では、無処理区として水口施用前に高さ30cmのプラスチック板枠(50×50cm)を1圃場につき対角線上に水口側・水尻側の2ヶ所に設置した。除草効果は、試験番号1, 8, 9, 10では畦畔から3m内側の内周がなす四角形・不整形を、縦横各々を2等分した四角形・不整形の頂点の9地点において行った。また、試験番号5, 6, 7では長辺畦畔の7m内側と短辺畦畔の15m内側の内周がなす四角形の頂点とその対角線の交点の5地点で行った。水口施用41~95日後に1地点1×1mの1㎡で雑草の発生本数を草種別に数えた。同時に無処理枠内も同様に行った。

一方、無処理枠を設置しなかった試験圃場2, 3, 4, 11, 12では、左右の長辺畦畔から3m程内側の各1条と、その中央の1条を長辺方向に全長を歩き残草調査を行った(1条は約30cm)。

また、葉害調査は水口施用14日~31日後に行い、水稻の葉色、草高、株径を達観によって、無処理区設置圃

場では無処理枠内の稲株、無処理区未設置圃場では隣接圃場の稲株と比較観察して評価した。

結 果

1. 水口施用と入水時間

各水田の使用水口数、水口施用開始時の水深、入水後の水深と入水時間を第2表に示した。試験番号12を除く各水田では、2から4ヶ所の水口を使い、異なる湛水深から入水を始めてから水口施用を行い、さらに入水を継続し所定の水深に満たした。その所要時間は、4cm~8cmの水深を満たすには1時間40分~4時間、2~3cmを満たすには2時間~3時間、1~1.5cmを満たすには1時間~1時間30分であった(第2表)。試験番号12は、1ヶ所の水口からの水口施用で1時間入水としたもので、その間の水深増は0.5cm以下であった。

2. 散布後の有効成分ピラクロニルの水田内での拡散

水口施用24時間後のピラクロニル濃度は圃場内で顕著な勾配が存在し、水口側で特に高く、水尻側に向かって行くに従い濃度は低下した。最高濃度は水口側の1地点で0.7mg/Lであったが、中央部の2地点と水尻側の2地点の合計4地点では検出限界値(0.01mg/L)以下であった。その後、72時間後の最高値と最低値は各々

第3表 薬剤散布43~64日後の処理区における雑草の草種別残草量の平均値と薬害の有無(調査方法がAまたはBの圃場)¹⁾

試験 番号	残草量 (無処理区比%) ²⁾									合計	薬害の 有無
	ノビエ	ホタルイ類	タマガヤツリ	コナギ	ミズアオイ	アゼナ類	タウコギ	シズイ	その他		
1	0 (1)	0 (3)	0 (212)	0 (3)		0 (102)				0 (321)	無
5		0 (28)			0 (4)	0 (40)				0 (72)	無
6		0 (12)			0 (8)		0 (40)			0 (62)	無
7		0 (12)				0 (12)				0 (24)	無
8	2 (12)	2 (48)		0 (22)		0 (14)			t (48)	0.8 (144)	無
9	0 (10)	0 (6)	1.2 (414)	0 (10)		0 (0)				1.1 (440)	無
10	0 (4)					0 (32)		0 (4)		0 (40)	無

1) 調査方法

A: 畦畔から3m内側の内周を長辺と短辺の両方向に2等分した頂点の9地点で調査を実施。無処理枠設置。

B: 長辺畦畔の7m内側と短辺畦畔の15mの内側の内周を結ぶ頂点と、その対角線の交点の5地点で調査を実施。無処理枠設置。

2) 括弧内は無処理区における残草本数(本/m²)。第4表 薬剤散布41~95日後の処理区における雑草本数と薬害の有無(調査方法がCの圃場)¹⁾

試験番号	調査条数	条長 (m/条)	調査3条の総 残草数(本)	薬害の有無	備考
2	3	160	0	無	
3	3	160	0	無	
4	3	145	0	無	
11	3	200	0	無	田面の高かった部分(イネの草高が他よりも高い)約20m ² にノビエ、イヌホタルイが散見された。
12	3	157	0	無	

1) 調査方法C: 左右長辺畦畔の各々内側3m程の各条と中央の1条の計3条で調査を実施。無処理枠設置無し。

0.14と0.03mg/L、96時間後には0.10と0.07mg/Lと、濃度の均衡化が進んだ(第1図)。

3. 除草効果と水稲への薬害

無処理枠を設けた水田の発生雑草本数を第3表に示した。発生雑草はノビエ、ホタルイ類、コナギ、タマガヤツリ、コナギ、ミズアオイ、アゼナ類、タウコギ等の主として一年生雑草であり、一部に多年生雑草のシズイがあった。7圃場中、5圃場(1, 5, 6, 7, 10)では残草は全く無く(0.0本/m²)、また2圃場(8, 9)は対無処理区比2%以下と、いずれも極めて高い除草効果を示した。次に、無処理枠を設置しなかった水田の結果を第4表に示した。いずれも、調査した条間には雑草の発生は認められなかった。

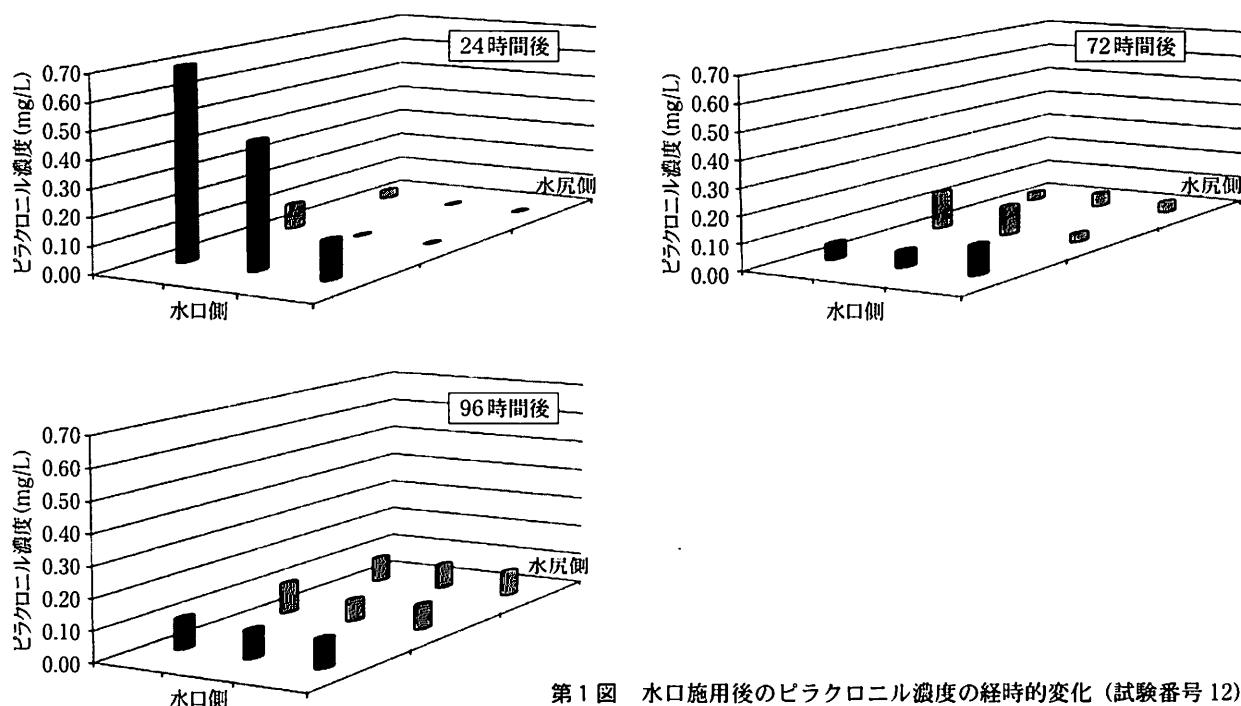
全圃場において4薬剤とも水稲への薬害は見られなかった(第3, 4表)。

考 察

1ha規模大区画水田において、フロアブル剤の水口施用時の湛水深が、除草効果・薬害に及ぼす影響をピラク

ロニル含有の4種類のフロアブル剤を供試して検討した。その結果、ヒタヒタ水~8cmの条件においても供試4薬剤いずれも水田全面で十分な除草効果と水稲への安全性が確認された。すなわち、水口施用は、水田の湛水状態が「ヒタヒタ水か浅水の1, 2cm」という、従来よりも適用幅の広い、「ヒタヒタ水~やや深めの7, 8cm」の湛水深まで開始可能で、その後、慣行の湛水深まで入水を行えば良いことが示された。特に、水口施用を開始する時にすでに4, 5cm以上の十分な湛水深となっている場合は、水位が最大で1~2cm上昇するまで入水すれば、除草効果を得られることが示された。

本研究結果は、十分な湛水深のある圃場での水口施用において短時間で入水可能なことを示す。試験番号12(施用時の湛水深5~6cm)では、1ヶ所の水口からの水口施用、1時間入水で、その間の水深増は0.5cm以下であった。このことは、5cm以上の湛水深となっている圃場で複数の水口がある場合には、これらを全て利用することにより更に短時間の30分間以下の入水でもよい可能性を示唆し、現在、短時間入水の可能性を検討中である(徐2018)。



第1図 水口施用後のピラクロニル濃度の経時的変化 (試験番号 12)

水田内において、田面水は水口からの入水により物理的に押し流される。また、風は常に異なる方向から大なり小なり吹き、水面は風上から風下に波を打ちながら流れている。特に強風の時には、風下に田面水が吹き寄せられ、風上では田面が露出することもあり、風が止むと元に戻る。このように田面水は、水田内を対流・循環している。その中で、湛水深に関わらず供試薬剤を水口施用しても、その後、慣行の水深にすれば、有効成分は田面水と混ざりながら隅々まで拡散し、やがて均一な濃度になっていくものと考えられる。

なお、前報(徐ら 2015)の水口施用試験において、水口施用後に5cm 入水深増とした時、水口施用12時間～24時間後には有効成分ピラクロニルが圃場の隅々までに拡散し圃場全体が検出限界値(0.01mg/L)以上であった。しかし、本報の試験番号12において、0.5cm以下の入水深増の時には、24～72時間後であり、前者よりも拡散速度が遅かった。このことから、水口施用後の入水深増の違いにより有効成分の拡散速度に違いがある可能性があり、今後、検討する予定である。

謝 辞

本研究を実施するに際し、種々のご配慮とご助言、激励を賜りました協友アグリ株式会社上園孝雄前社長、安藤 敏副社長、池田芳治常務に対して深く御礼申し上げます。

引用文献

- 北海道農政生産振興局 2018. 平成30年度北海道農作物病害虫・雑草防除ガイド, 285-286.
- 岩手県 2018. 平成30年度岩手県農作物病害虫・雑草防除指針. 雑草防除, 4.
- 協友アグリ株式会社 2014. 5. 水中運命に関する試験. 農業抄録「ピラクロニル(除草剤)」, 552-565.
- 協友アグリ株式会社 2019. 協友アグリ農業要覧 2019. 水稻除草剤. 東京, pp. 25-108.
- 日本植物調節剤研究協会. 雑草と雑草防除. <http://www.japr.or.jp/zasou/index.html> (2019年3月19日アクセス確認)
- 農研機構. 生育期別の一般的な水管理. 図説 東北の稲作と冷害. <http://www.reigai.affrc.go.jp/zusetu/kangai.html> (2019年4月15日アクセス確認)
- 徐 錫元・西原良一・新関幸夫・濱谷雅司・富田亨博・竹原奈緒・山岸政司・瀧内千尋・諏佐淑子・瀧澤理恵 2015. 北海道の1ha区画水田における水稻除草剤フロアブル剤水口施用の実用性検証試験. 植調 48: 440-445.
- 徐 錫元 2018. 大区画(1ha規模)水田における水稻除草剤ジャンボ剤とフロアブル剤の効果的な省力散布技術. 技術と普及 55(12): 32-35. (2019年5月29日受理)