

## 藻類・表層剥離が多発した1 ha 規模大区画水田における ピラクロニル含有フロアブル剤の水口施用の検討

徐 錫元\*・吉田修造\*・中村 竜\*・土井康一\*・西原良一\*

Pouring-application of suspension concentrate formulation of pyraclonil-containing rice herbicides on irrigation water flowing at water inlet in 1 ha large-scale paddy rice fields infested by high density of *Spirogyra* spp. and soil surface separations

Seok Weon Seo\*, Syuzo Yoshida\*, Ryo Nakamura\*,  
Koichi Doi\* and Ryouichi Nishihara\*

**要約**：藻類・表層剥離が多発した1 ha 規模大区画水田におけるピラクロニル含有フロアブル剤の水口施用の可否について、秋田県、新潟県および北海道の移植水田で検討した。これらの多発水田でフロアブル剤を水口施用すると、フロアブル剤の白濁液は水口からの水流により前方に押し出され、藻類・表層剥離の下や間隙に流れた。水口が風下側にある場合は風上にある時よりも水流は遅く、水口施用直後暫くは、白濁液は水口前方5 m～8 m 先に滞留していた。しかし、施用72時間後に採取した田面水を分析した結果、水口の位置や個数に関わらず、有効成分ピラクロニルは水田全体にほぼ均一に拡散していることを確認した。圃場調査においても水稲への薬害は無く高い除草効果が得られたことから、藻類・表層剥離の多発条件下での水口施用は可能であることが示唆された。同時に、湛水深が5 cm～10cm 程度ある場合は、水口施用後の入水時間が15分程度でも施用効果が得られることが確認できた。

**キーワード**：ピラクロニル, フロアブル剤, 水口, 藻類, 表層剥離  
pyraclonil, suspension concentrate, water inlet,  
*Spirogyra* spp., soil surface separation

### 緒 言

水稲用除草剤のうちフロアブル剤は水に溶けにくい農薬原体を0.1～15 μm 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液は田面水と混ざりながら水中を浮遊・分散し拡散していく。このことから、手振

り散布, 水口施用, 田植同時散布およびラジコンボートでの散布が可能で, 自己拡散型の粒を水溶性パックに包んだジャンボ剤とともに除草剤の省力散布に大きく貢献している。ジャンボ剤は散布後にパックが破れると中の粒が水面を浮遊しながら崩壊を始め, 有効成分, コルク等の浮力剤, 増量剤, 界面活性剤等の組成成分が溶出して拡散するが, ジャンボ剤については, 散布時に水田内に藻類や表層剥離が多発している場合は拡散が妨げられることがあるので散布はしないとされている(日本植物調節剤研究協会2021)。しかしながら, 藻類や表層剥離が

\*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

多発している複数の条件下でピラクロニル含有ジャンボ剤を散布した試験では、組成成分のうち浮力剤や増量剤等は藻がある所では拡散が妨げられその先への移動ができずに藻の縁に集積したが、圃場全体の除草効果は高かったことから、水田の5割程度に藻類や表層剥離が散在している場合は未発生箇所、風下畦畔沿い5割程度に偏在している場合は風上畦畔側の未発生箇所に散布すれば除草効果が得られることが明らかになっている（徐ら2021a）。一方、藻類や表層剥離の多発条件下でのフロアブル剤の水口施用については、特に明確な指針が示されておらず、その可否は明確ではない。本報告ではこの点を明らかにするために、藻類・表層剥離が多発した1ha規模の大区画水田でフロアブル剤の水口施用の可否を検討した。

### 材料および方法

#### 1. 第1試験 水口が風上側にあり藻類・表層剥離が水田全体に散在多発した水田での検討

##### 1) 試験水田と耕種概要

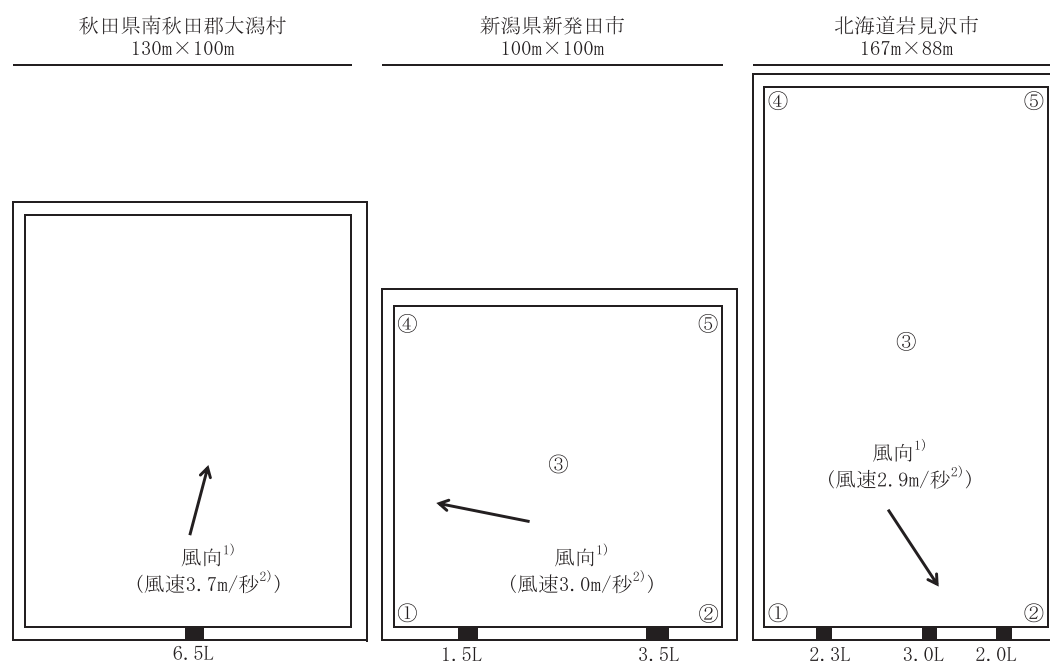
試験は2019年に秋田県南秋田郡大湯村の1.3ha（長辺130m×短辺100m）の長方形の水田で実施した。作付品種は「あきたこまち」であった。代掻きは5月5日、移植は5月20日に行った。初期除草剤ダイムロン（有効成分含有率28.0%）・ペントキサゾン（同7.2%）フロアブル剤を5月10日に散布した。

#### 2) 水口施用と藻類・表層剥離の発生状況

5月23日に第1図に示した水田中央の水口1ヶ所よりピラクロニル（有効成分含有率3.7%）・プロピリスルフロロン（同1.7%）・プロモブチド（同16.8%）フロアブル剤（以下、PPB）の水口施用を行った（第2図左上）。水口施用には市販剤の1本500ml入りのボトルを使用し、使用基準の500ml/10aを施用した。なお、第2試験および第3試験についても同様に施用した。水口施用開始時の湛水深は4～7cm、風向および水口施用開始後10分間の平均風速は追い風3.7m/秒であった。なお、風向と風速は第1試験と第3試験は当該地、また第2実験は当該市のデータが無いため隣接の新潟市の気象庁（2021）の観測データを参照している。水口施用後さらに3時間入水を継続し、湛水深が7～10cmの時点で水口を閉め入水を終了した。水口施用開始直前の観察では、水田全面に表層剥離が発生し、田面から浮き上がる直前のもの、水中や水面に浮遊しているものが見られた（第2図右下）。また、藻類も水田の5割程度発生しており（第2図右上、左下）、水田中央部より水尻側に多かった。藻類・表層剥離以外の雑草の発生は確認されなかった。試験水田の減水深は1cm以下/日であった。

#### 3) 薬害および除草効果調査

水稻への薬害調査は6月13日（散布21日後）に実施した。試験水田とその隣接栽培水田の稲株について水稻の葉色、草高、株径を水田全周縁畦畔から達観で比較観察し評価した。なお、隣接水田は試験水田と同一な管理



第1図 試験水田における水口位置の模式図と各水口でのフロアブル剤施用量

1) 水口施用開始時の風向を示す。2) 水口施用開始後10分間の平均値を示す。

※第2および第3試験の図中の数字は水口施用72時間後の採水地点を示す。

□：畦畔 ■：水口位置（数値は施用したフロアブル剤の量を示す）



第2図 水口が風上であり藻・表層剥離が多発した水田での水口施用（秋田県南秋田郡大潟村）

注) 左上：水口施用の様子。

右上：白濁液が水尻の方に向かって流れ、藻や表層剥離が多い所では白濁液の流れが滞る様子(左上から6分後)。

左下：水口側畦畔沿いを拡散している白濁液が藻・表層剥離のある所では拡散が滞る様子(左上から12分後)。

右下：フロアブル剤が拡散し田面水が浮き始めた表層剥離の上や隙間を流れる様子(左上から22分後)。

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。なお、評価方法は第2試験および第3試験とも同様に実施した。

除草効果は8月21日（散布90日後）に実施した。2辺の長辺畦畔から3m内側の条間各1列とその中央の条間1列、計3列の条間について全長130mを徒歩で調査し、発生雑草本数を草種別に数えた。

## 2. 第2試験 風が水口に対して斜め前方に吹き藻類が縦畦畔沿いに吹き寄せられた水田での試験

### 1) 試験水田と耕種概要

試験は、2019年に新潟県新発田市の1.0ha（長辺100m×短辺100m）の正方形の水田で行った。作付品種は「コシヒカリ」であった。代掻きは5月5日、移植は5月7日で、初期除草剤プレチラクロール粒剤（有効成分含有率28.0%）の移植同時散布を行った。

### 2) 水口施用と藻類の発生状況

5月13日に第1図に示した水口2ヶ所よりトリアファモン（有効成分含有率0.96%）・ピラクロニル（同3.8%）・ベンゾピシクロン（同3.8%）フロアブル剤（以下、TPB）の水口施用を行った。水口施用開始時の風向は水口に対して斜め前方横風、水口施用開始後10分間の平均風速は3.0m/秒、湛水深は5～9cmであった。その後、各々の水口より15分間入水を継続し水口を閉め入水を

終了した。

水口施用開始直前の観察では、左縦畦畔沿い1m～5m幅に藻・蘘層が集積していた（第3図中、第4図左上、右上）。藻類以外の雑草の発生は確認されなかった。試験水田の減水深は1cm以下/日であった。

### 3) 薬害および除草効果調査

水稻への薬害調査は、6月1日（散布19日後）に、除草効果は7月5日（散布53日後）に第1試験に準じて実施した。

### 4) 田面水の採水と有効成分ピラクロニルの水中濃度分析

有効成分の拡散性を明らかにするために、水口施用72時間後に田面水を採取し水中濃度を測定した。採水はいずれも畦畔から3m内側の四隅4地点と水田中央付近の計5点において（第1図）、田面水約200mlをガラス瓶に採取した。

採取した田面水は冷蔵保存した後、メンブレンフィルターでろ過し分析に供した。有効成分のピラクロニルについて、徐ら（2021b）に準じてHPLCにより分析した。

### 3. 第3試験 水口が風下側にあり藻類が水口側畦畔沿いに吹き寄せられた水田での試験

#### 1) 試験水田と耕種概要

試験は、2018年に北海道岩見沢市の1.47ha（長辺



第3図 風が水口に対して斜め左前方に吹き水口の左側縦畦畔沿いに藻・藁が吹き寄せられた水田での水口施用  
(新潟県新発田市)

注) 上：水口施用開始後、入水中の右側水口前の半円状に拡がる白濁液の様子(水口施用開始から10分後)。

中：入水中の左側水口前の半円状に拡がる白濁液の様子。写真の下部は縦畦畔沿いに吹き寄せられた藻・藁(同13分後)。

下：右側水口の前方を進む白濁液先端部の様子(同36分後)。

167m × 短辺 88m) の長方形の水田で実施した。作付品種は「ななつぼし」であった。5月12日に代掻きを行った後に初期剤のブタクロール乳剤(有効成分含有率32.0%)を散布し、5月19日に移植した。

## 2) 水口施用と藻類の発生状態

5月22日に第1図に示した水口3ヶ所よりPPBフロアブル剤の水口施用を行った。水口施用開始時の風向および水口施用開始後10分間の平均風速は水口に対して向かい風2.9m/秒、湛水深は6~10cmであった。その後、各々15分間入水を継続し水口を閉め入水を終了した。

水口施用開始直前の観察では、水田の水口畦畔沿いに藻類が3m~5m幅で吹き寄せられており、畦畔際ほ

ど集積を示すと思われる濃い緑色をしていた(第5図上, 中, 下)。藻類以外の雑草の発生は確認されなかった。試験水田の減水深は1cm以下/日であった。

## 3) 薬害および除草効果調査

水稲への薬害調査は、6月15日(散布24日後)に、除草効果の調査は7月18日(散布57日後)に第1試験に準じて実施した。

## 4) 田面水の採水と有効成分ピラクロニルの水中濃度分析

水口施用72時間後に田面水を採取し水中濃度を測定した。採取箇所や分析方法等は第2試験に準じて実施した。



第4図 縦畦畔沿いに吹き寄せられた藻・蘘の影響によるイネの生育不良（新潟県新発田市）

注) 左上：水口施用当日の吹き寄せられた藻や藻類の様子（5月7日）。  
 右上：藻や藻類を除いた田面の状態（5月7日）。  
 左下：欠株等のイネの生育不良の様子（7月3日）。  
 右下：生育不良地点の土面の藻・蘘の形跡（7月3日）。

第1表 除草効果および薬害発生の有無

試験場所	調査条間数	調査条長 (m)	条 間 (cm)	除草効果		薬害の有無
				残草本数(本/m <sup>2</sup> )*	残草種	
秋田県南秋田郡大潟村	3	130	30	<0.01	オモダカ	無
新潟県新発田市	3	100	30	0		無
北海道岩見沢市	3	167	33	0		無

\*)残草本数は調査条長×条間で面積を算出した後1平方メートルあたりの本数に換算して反復数(調査条間数)の平均値を記載した。

## 結 果

### 1. 第1試験

#### 1) 水口施用時間と目視によるフロアブル剤拡散調査

水口1ヶ所での水口施用で、施用開始から終了までのプラボットの濯ぎを含む時間は1人で2分45秒であった。水口施用後、フロアブル剤の白濁液は入水による水流により前方扇状に流れていった。その際、先に流れていった部分ほど白濁色は濃かった。前方および横方向に拡散した白濁液は藻類や表層剥離の間隙や下側、田面に浮上する直前の表層剥離の上流れ四方に移動した(第2図右上, 左下, 右下)。特に、藻類や表層剥離が集積

した箇所では白濁液の行く手が阻まれ、これらの縁が白くなる箇所があったが、時間の経過と共に白濁色は消失した。

#### 2) 除草効果と水稻への薬害

圃場全体に高い除草効果を示した。また、試験圃場における水稻の薬害は認められなかった(第1表)。

### 2. 第2試験

#### 1) 水口施用時間と目視によるフロアブル剤拡散調査

水口2ヶ所での水口施用では、施用開始から終了までのプラボットの濯ぎと水口間の移動時間を含む時間は1人で5分40秒であった。

水口施用を開始するとフロアブル剤の白濁液は第1試



第5図 水口が風下にあり水口側畦畔沿いに藻が吹き寄せられた水田での水口施用（北海道岩見沢市）

注) 上：水口施用開始後、藻の間や藻の下を流れて藻の縁に出た白濁液(水口施用開始から3分後)。

中：向かい風の影響により前方への拡散が進みにくく白濁液が停滞している様子(同3分後)。

下：入水中の水口前方に拡がる白濁液(同14分後)。

験と同様に前方扇状に進んだが、横風の影響を受け風下側にも大きく流れて半円状を呈した(第3図上, 中)。時間の経過と共に白濁の濃い地点は風下側へと移動した(第3図下)。

### 2) ピラクロニルの水中濃度

水口施用72時間後の採水5地点のピラクロニル濃度を第2表に示した。ピラクロニルは各地点で検出され、その濃度は0.03~0.15mg/Lであった。

### 3) 除草効果と水稲への薬害

圃場全体に残草は無く高い除草効果を示した。また、試験圃場における水稲の薬害は認められなかった(第1表)。しかし、水口施用時に藻・葉が集積した縦畦畔沿いでは欠株や生育不良株が多数見られた(第4図左下、

右下)。

## 3. 第3試験

### 1) 水口施用時間と目視によるフロアブル剤拡散調査

水口3ヶ所での水口施用では、施用開始から終了までのプラボトルの濯ぎと水口間の移動時間を含む時間は1人で7分20秒であった。

水口施用を開始すると水口前に集積している藻類が水流により前方に押し出され、白濁液は藻類の間隙や下側に流れた(第5図上, 中, 下)。水口から5m~8m程度先にある藻類の下側を流れる際は一瞬消えたように見えたが、白濁液は藻類の集積箇所を抜けて藻類の縁に現れた。しかしながら、水尻から水口に向けた逆風で水流が緩くなり流れが阻まれたことから、水口施用開始から

第2表 水口施用72時間後の田面水中のピラクロニル濃度

採水位置*	ピラクロニル濃度 (mg/L)	
	新潟県新発田市現地圃場	北海道岩見沢市現地圃場
①	0.11	0.10
②	0.15	0.11
③	0.13	0.13
④	0.03	0.12
⑤	0.04	0.12

\*)採水位置は第1図を参照。

3～4分経過しても白濁液は藻類の集積箇所の縁に滞留した。(第5図上, 中)。その後, 時間の経過と共に徐々に前方に移動した(第5図下)。

### 2) ピラクロニルの水中濃度

水口施用72時間後の採水5地点のピラクロニル濃度を第2表に示した。ピラクロニルは各地点で検出され, その濃度は0.10～0.13mg/Lとほぼ均一であった。

### 3) 除草効果と水稻への葉害

圃場全体に残草は無く高い除草効果を示した。また, 試験圃場における水稻の葉害は認められなかった(第1表)。

## 考 察

フロアブル剤は白濁で粘性があり(森本2016), 田面に散布されると水中に拡がり徐々に白濁色は淡くなり有効成分は分散していく。フロアブル剤の水口施用では一定時間入水が続けるため, 白濁液は水流によって前方扇状に流れていくが, 先に流れていった部分ほど白濁色が明瞭であり遠くからでも目視できることから, フロアブル剤の水中での移動や拡散を知る上での目印となる(徐ら2015, 2019)。また, 白濁液の先端部は色が濃いため, 先端部が時間の経過と共に水尻側に移り淡くなることで拡散が進んでいることがわかる。

本試験結果より, 1ha規模の大区画水田におけるフロアブル剤の水口施用は, 水田に藻や表層剥離が多発している条件下でも可能であることが明らかになった。水口施用された白濁液は入水した灌漑水と共に前方に流れて行くが, 藻類や表層剥離がある所では, それらの間隙や下側を流れた。これらが密に浮遊している所では白濁液の拡散が鈍くなり, それらの縁で流れが遮られた。また, 水口に対して風向きが向かい風(逆風)の場合, 水口からの水流が弱まるため白濁液の拡散が遅れた。このように水口施用時の風の影響や藻類・表層剥離の状態により白濁液の流れは変化する。しかしながら, 風向や風速は常に一定ではなく, これに応じて田面水の流れも変化している。さらに, 有効成分は田面水中に分散し浮遊

していることから, 有効成分は水の流れに順じて水田全体に到達すると考えられる(徐ら2020, 2021a, 2021b)。これは散布72時間後に田面水を採取して実施した有効成分ピラクロニルの水中濃度分析の結果が第2試験の各採取箇所でも0.03～0.15mg/L, 第3試験では0.10～0.13mg/Lであったことから明らかであり(第2表), このことが圃場全体に安定した除草効果をもたらしたと考えられる(第1表)。なお, 本試験での田面水の分析対象はノビエや広葉雑草等に高い除草活性を示すピラクロニル(牛口ら2014)のみであったが, 各有効成分は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ことから(徐ら2021b, 2022), 他の有効成分もピラクロニルと同様にほぼ均一に拡散していると考えられる。また, PPBを風上1辺畦畔より散布し96時間後に採取した田面水に催芽ノビエ種子を浸漬した報告によるとピラクロニル濃度が0.03mg/Lの田面水でもタイヌビエは完全枯死した(徐ら2021b)。このことから, 第2試験および第3試験で分析対象とした散布72時間後の田面水もタイヌビエ等の雑草を枯殺する有効成分の濃度であったことが示唆される。

フロアブル剤の水口施用の実施可能な湛水深は, 田面が部分的に露出したヒタヒタ水の状態から10cm程度であり, 水口施用時の湛水深が深い程その後の入水量は少なくてもよい。特に5～6cm以上の十分な湛水深がある場合, 1ヶ所の水口からの水口施用では施用後の入水は1時間程度でも良い(徐ら2019)。このことは, 水口数が複数ある場合, 入水時間は30分以下でもよいことを示唆している。また, 十分な湛水条件下での顆粒水和剤の水口施用では, その後の入水時間は15分でも可能とされている(日産化学株式会社2021)。水口数が2ヶ所と3ヶ所であった第2試験および第3試験は十分な湛水深で施用後15分間の入水であったが, 有効成分は水田全体に拡散し葉害は無く高い除草効果であった。このことは, 1ha規模の大区画水田において藻や表層剥離多発条件下でも水口施用は可能であるだけでなく, 十分な湛水条件下では水口施用後の入水時間は短時間の15分でもよいことを示唆している。ただし, 水口施用自体の所

要時間（水口間の移動時間を含む）は水口が1ヶ所で2分45秒、3ヶ所で7分20秒と短時間ではあるが、入水後は必ず所定の時間に水口に来て入水を止めなければならない。これを忘れるとオーバーフローを引き起こし除草効果が低下する恐れがあるので注意が必要である。

なお、第2試験において試験水田の縦畦畔沿いの藻類や藁が帯状に長期間集積した箇所では、イネの伸長が藻類や藁等によって阻害され長期間水没したことが要因とみられる腐敗や生育不良が起き、欠株や生育不良株となるものが多数見られた（第4図左下、右下）。このような現象は一般的に畦畔沿いの藻や藁等が帯状に集積した箇所によくみられ、供試薬剤による直接的な薬害ではないと考えられる。イネの生育不良を回避するためには、藻や藁等の除去が必要である。

### 引用文献

- 森本勝之 2016. 水稲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(8), 549-555.
- 日本植物調節剤研究協会2021. 水稲除草剤の適正使用.  
<https://www.japr.or.jp/tekisei/>  
(2021年12月1日アクセス確認)
- 日産化学株式会社2021. 除草法 顆粒水口処理のススメ, 処理方法①短期間で除草完了.  
<https://www.nissan-agro.net/minakuchi/howto/index.php>  
(2021年12月1日アクセス確認)
- 気象庁2021. 過去の気象データ検索.  
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>  
(2021年12月1日アクセス確認)
- 徐 錫元・西原良一・新関幸夫・濱谷雅司・富田享博・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稲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・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 2019. 1ha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・早山智彦・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. 1ha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・斉藤文之・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. 水稲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・税田武衛・直井康裕・嘉藤久恭・高橋勝弘・西原良一・仁川直人2022. 1ha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. 水稲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)