

水稲湛水直播栽培におけるピラゾレート粒剤 少量散布を用いた雑草防除体系

秋田県農業試験場 作物部 作物栽培担当 三浦恒子

はじめに

秋田県における2011年の水稲直播栽培の面積は、水稲栽培面積の1.3%に相当する1169haである(秋田県農林水産部調べ)。これらの水田の雑草防除では、移植栽培と同様に一発処理除草剤が用いられている。水稲直播栽培に農業登録されている一発処理除草剤の使用時期は、多くの場合葉害を生じないイネ1葉期を早限、雑草ヒエの枯殺限界の2.5葉期を晩限とする期間である。しかし、秋田県においては、播種後のイネの葉齢より雑草ヒエの葉齢が速く進展するため(三浦2010)、一発処理除草剤のイネに対する安全性と除草効果が両立する使用適期となる日数が、1~3日程度と極端に短くなることがある(田口ら2003)。その場合、生産現場では一発処理除草剤の適期使用が困難となり、このことが直播栽培における雑草防除の効果不安定要因の一つとなっている。イネに対する安全性がより向上した一発処理除草剤の開発が待たれるが、現在流通している一発処理除草剤の性能を十分に発揮させる方策が当面必要な技術課題となる。播種後の早期に発生する雑草ヒエをイネ1葉期以前に使用出来る初期除草剤により抑制できれば、一発処理除草剤の使用時期となる日数が拡大され、イネの生育が進み、かつ雑草ヒエの枯殺限界葉齢の範囲内の時期に一発処理除草剤の散布が可能となり、除草効果が安定する

可能性がある。直播水稲に農業登録されている限られた初期除草剤の中で、ピラゾレート粒剤はイネに対する安全性が高く(石田ら1984)、雑草ヒエ(石田ら1984, 藤田1999)や直播栽培で問題となるイボクサ[*Murdannia keisak* (Hassk.) Hand.-Mazz.](荒井ら2007)に対する効果も高い。一方で、農業登録での使用量(製品)が10aあたり3kgであり、1キロ粒剤およびフロアブル剤の3~6倍になること、および初期除草剤の中では価格が高いことが作業性およびコスト面での課題となり、ピラゾレート粒剤は現場で利用されにくい実態がある。そこで、移植栽培ではいくつかの初期剤の使用方法に採用されている少量散布の湛水直播水稲への応用を発想した。すなわち、これまでの初期除草剤の除草効果が不足した場合に一発処理除草剤(福島ら2000)を、一発処理除草剤の防除効果が不足した場合に中・後期除草剤(渡邊・川名2006)を追加散布する雑草防除体系とは別に、一発処理除草剤の効果を最大限発揮させる使用時期(日数)の拡大と除草効果の安定化を目的に、ピラゾレート粒剤の10aあたりの使用量を従来の使用基準の半量(1.5kg, 製品)まで減じて少量散布した場合の湛水直播栽培での初期除草剤としての適用性を調査した。

材料および方法

1) 耕種概要と試験区の配置

2007年と2008年に秋田県農林水産技術センター農業試験場(秋田市雄和)の面積500m²、細粒質強グライ土の水田圃場で試験を行った。2007年には5月7日、2008年には5月6日に代かきを行い、N:6.8g m⁻²、P₂O₅:9.1g m⁻²、K₂O:8.0g m⁻²を化成肥料で播種時に側条施肥した。水稻品種「あきたこまち」の種子を浸漬・催芽後、播種前日に専用コーティングマシンにより、過酸化カルシウム粉粒剤(成分16%)を乾粒重比1倍量で粉衣した。乾粒換算で4g m⁻²を専用播種機により湛水土中条播として、2007年には5月10日、2008年には5月9日に落水状態で播種した。播種後は落水管理とし、播種した籾数の10%の出芽数(秋田県農林水産部水田総合利用課2008)を確認した2007年5月22日、2008年5月17日に再び湛水した(図-1)。

播種後、塩化ビニル製の畦波シートを用いて2m×3mの除草剤処理用の試験区を無作為に2反復で設置した。同時に、プラスチック段ボール製枠を用いて、2007年にはピラゾレート粒剤散布後の除草効果調査用に1m×1mの無除草区を反復無しで、一発処理除草剤散布後の除草効果調査用に0.5m×0.5mの無除草区を2反復でそれぞれ設置した。2008年にはピラゾレー

ト粒剤と一発処理除草剤のそれぞれの散布後の除草効果調査用に、それぞれ0.5m×0.5mの無除草区を反復無しで設置した。なお、すべての無除草区において除草剤の使用は全くない。

2) ピラゾレート粒剤少量散布と一発処理除草剤による体系処理

2007年には、ピラゾレート粒剤(有効成分含有率:10%)を再湛水2日後(5月24日)に、製品量で1.5g m⁻²(以下、少量1区と記す)、2g m⁻²(以下、少量2区と記す)、3g m⁻²(以下、基準量区と記す)の3水準で処理した。2008年には、再湛水5日後(5月22日)に少量1区のみを設けた。2カ年とも処理時の水深は約3cmとした。体系処理用の一発処理除草剤としては、2007年には、カフェンストール・ダイムロン・プロモブチド・ベンスルフロンメチル1キロ粒剤(有効成分含有率:3.0%, 6.0%, 6.0%, 0.75%, 10aあたり使用量1kg, 農薬登録における使用時期:イネ1葉期から雑草ヒエ2.5葉期まで、以下、CDBB粒剤と記す)を、使用条件を満たす6月7日に製品量で1g m⁻²(10aあたり1kg相当。)を、約3cmの水深で処理した。2008年には同水和剤(有効成分含有率:5.5%, 10.0%, 12.0%, 1.4%, 10aあたり使用量500ml, 農薬登録における使用時期:イネ1葉期から雑草

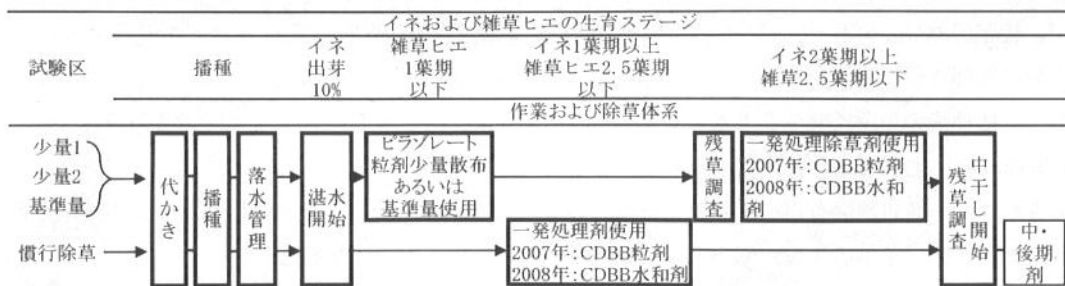


図-1 砕土・代かき以降の作業体系と本研究剤で行った除草体系

1)除草剤の略号については本文を参照。

表-1 体系処理区における除草体系の概要

年次	初期除草剤			一発処理除草剤	
	試験区	除草剤名	10aあたり 処理量	処理日	略号
2007	少量1	ピラゾ	1.5kg	6月7日	CDBB 粒剤
	少量2	レート	2kg		
	基準量	粒剤	3kg		
2008	少量1	ピラゾ レート 粒剤	1.5kg	6月6日	CDBB 水和剤

1) 処理日と一発処理除草剤の略号は本文を参照。

ヒエ2.5葉期, 以下, CDBB水和剤と記す)を, 使用条件を満たす6月6日に製品量で0.5 ml m⁻² (10aあたり500 ml相当。)を約5 cmの水深で処理した(図-1, 表-1, 表-6)。ピラゾレート粒剤処理区で用いた一発処理除草剤のみを, イネ1葉期で雑草ヒエ2.5葉期の2007年5月28日と, 2008年5月29日に処理して慣行除草区とした(図-1)。

3) 除草効果調査

無除草区で発生した全ての雑草を採取し, 草種ごとの個体数と, 80℃で48時間通風乾燥後の地上部乾物重を測定した。タイヌビエ [*Echinochloa oryzicola* Vasing.]とイヌビエ [*Echinochloa crus-galli* Beauv. var. *crus-galli*]は区別せず「雑草ヒエ」とした。主にアゼナ類 [*Lindernia* spp.]とミゾハコベ [*Elatine triandra* Schk. var. *pedicellata* Krylov]を一括して「一年生広葉雑草」とした。無除草区が2反復ある場合には平均値を用いた。観察のみを行った2007年の慣行除草区を除いて, 除草剤を処理した試験区の各雑草の草種別の地上部乾物重を測定し, 無除草区の地上部乾物重に対する比に100を乗じた残草率を算出し, 除草効果を評価した。一発処理除草剤処理前の2007年6月6日

(ピラゾレート粒剤処理13日後)と2008年6月5日(同処理16日後)にピラゾレート粒剤の除草効果を調査した。体系処理の除草効果を, 2007年には一発処理除草剤処理27日後の7月2日に, 2008年には同処理24日後の6月30日にそれぞれ調査した。

4) イネの生育

一発処理除草剤の処理直前の2007年6月6日に除草剤処理用試験区内のイネの苗立数を, 2条各1 mを対象に3反復で調査した。2007年7月13日と2008年7月18日に生育期(最高分げつ期)の茎数を, 各年の成熟期に穂数を, 除草剤処理試験区の枠内の1条60 cmを2反復で調査した。同各試験区の中央部で3.0 m²のイネを株元から刈り取り, 乾燥調製後に粒厚1.9 mm以上の精玄米重を水分15.0%に換算して収量とした。

結果と考察

(1) 無除草区における草種別の雑草発生量

ピラゾレート粒剤の除草効果調査時における無除草区での雑草発生量は, 2007年, 2008年ともほとんどの草種で0.5 g m⁻²以下であったが, ピラゾレートが強い除草活性を示す12種の

雑草(石田ら 1984)のうち、雑草ヒエ、アゼナ類、コナギ[*Monochoria vaginalis* (Burm. fil.) Presl var. *plantaginea* (Roxb.) Solms-Laub.], マツバイ[*Eleocharis acicularis* (L.) Roem. et Schult. var. *longiseta* Sven.], イヌホタルイ[*Scirpus juncooides* Roxb. var. *ohwianus* T.Koyama] およびタマガヤツリ[*Cyperus difformis* L.]が発生し、また直播栽培で問題となるイボクサ(荒井ら 2007)が発生していた。公益財団法人日本植物調節剤研究協会における新除草剤適用性試験での実施基準では、「当該地域の体表的な数種の雑草が均一かつ一定量発生することが望ましい」とされている(日本植物調節剤研究協会 2004)。また、秋田県の水田における草種別発生面積は、多いものから雑草ヒエ、ホタルイ、コナギ、クログワイ[*Eleocharis kuroguwai* Ohwi], オモダカ[*Sagittaria trifolia* L.], ミズガヤツリ[*Cyperus serotinus* Rottb.], ヘラオモダカ[*Alisma canaliculatum* A. Br. et Bouche], マツバイとなっていることから(秋田県農林水産部水田総合利用課農産・複合推進班編集 2011), ピラゾレート粒剤の除草効果の評価が可能であった。一発処理除草剤の

除草効果調査時における無除草区の雑草乾物重は、2007年にはマツバイ、コナギ、イヌホタルイ、雑草ヒエを主体に、合計で125.8 g m⁻²で、2008年には一年生広葉雑草、コナギを主体に合計で64.5 g m⁻²であった。個体数では、調査を省略したマツバイを除いて、2007年には、一年生広葉雑草、コナギ、イヌホタルイ、イボクサの順で多く、合計では2585本 m⁻²で、2008年には一年生広葉雑草、コナギが多く、合計では828本 m⁻²であった(表-2)。クログワイ、オモダカなど防除が難しいとされ、直播栽培における一発処理除草剤の防除対象外になっている多年生雑草を除いた一発処理除草剤の評価の対象草種(日本植物調節剤研究協会 2004)の66%が発生しており、ピラゾレート粒剤の評価と同様に、直播栽培における一発処理除草剤の除草効果の評価が可能な条件であった。

(2) 除草効果

一発処理除草剤の体系処理直前での、ピラゾレート粒剤の試験区での残草率は、2007年では1%以下、2008年で7.9%であり、試験区間に有意差は無かった(表-3)。公益財団法人日本

表-2 ピラゾレート粒剤の少量散布による除草効果試験の無処理区における草種別の雑草発生量

年次	調査時期	発生量	雑草種ごとの発生量						合計 ⁴⁾	
			雑草ヒエ ¹⁾	一年生広葉 ²⁾	イヌホタルイ	コナギ	イボクサ	マツバイ		その他 ³⁾
2007	一発処理 除草剤 使用直前	個体数(本 m ⁻²)	10	2466	25	70	14	—	—	2585
		乾物重(g m ⁻²)	0.03	0.27	0.08	0.08	0.07	3.13	0.01	3.5
2008	使用直前	個体数(本 m ⁻²)	20	680	8	92	28	—	—	828
		乾物重(g m ⁻²)	0.04	0.33	0.02	0.04	0.04	0.03	0	0.5
2007	一発処理 除草剤 効果調査	個体数(本 m ⁻²)	16	1283	26	106	18	—	—	1449
		乾物重(g m ⁻²)	15.74	6.04	16.06	24.77	1.64	61.1	0.4	125.8
2008	効果調査	個体数(本 m ⁻²)	28	4696	28	428	56	—	—	5236
		乾物重(g m ⁻²)	4.20	33.88	0.72	12.72	0.96	1.00	11.04	64.5

1)「雑草ヒエ」は、タイヌビエとイヌビエを含む。

2)「一年生広葉」はアゼナ類、ミノハコベを主に含む。

3)「その他」はタマガヤツリ、ハリイ、タウコギ、チョウジタデなどを含む。

4)本数の合計は、マツバイとその他を含まない。

5)—は調査を行っていないことを示す。

表-3 一発処理除草剤の体系処理前時点でのピラゾレート粒剤少量散布による雑草種別の残草率(%)

年次	調査日	試験区	雑草種ごとの残草率(乾物重%) ¹⁾							合計
			雑草ヒエ ²⁾	一年生広葉 ³⁾	イヌホタルイ	コナギ	イボクサ	マツバイ	その他 ⁴⁾	
2007	6月6日	少量1	0 a	0 a	0 a	2.5 a	0 a	0.5 a	0 a	0.5 a
		少量2	0 a	0.2 a	0 a	7.5 a	0 a	0.3 a	0 a	0.5 a
		基準量	0 a	0.3 a	0 a	7.5 a	0 a	0.3 a	0 a	0.5 a
2008	6月5日	少量1	2.0 c	7.5 a	0 a	0 a	50.0 a	35.0 a	0 a	7.9 a

1)残草率は、無除草区(表-2)に対する各試験区の地上部乾物重比に100を乗じたものを求めた。

2)「雑草ヒエ」は、タイヌビエとイヌビエを含む。

3)「一年生広葉」はアゼナ類、ミノハコベを主に含む。

4)「その他」はタマガヤツリ、ハリイ、タウコギ、チョウジタデなどを含む。

5)表中の同一アルファベットは同一草種で試験区間にTukey法で5%水準で有意差の無いことを示す。乾物重比を逆正弦変換して分析している。

植物調節剤研究協会における新除草剤適用性試験での判定基準では、残草率10%以下の場合に「除草効果が極大」(日本植物調節剤研究協会2004)とされ、これに準じると本試験で得られた除草効果は「極大」の範囲であった。

ピラゾレート粒剤少量散布と一発処理除草剤による体系処理での残草率は、2007年では少量1区で1.8%、少量2区で4.9%と、基準量区での0.1%より高いものの10%以下であったことから、高い除草効果を示した。同年の慣行除草区では、観察調査のみで残草率は求めなかったものの、マツバイの残存が多く、中干し期間中の7月23日にペンタゾン液剤の処理を必要としたが、ピラゾレート粒剤と一発処理除草剤との体系処理試験区ではその必要がなかった。同様

に2008年では、慣行除草区で認められたイボクサは少量1区では残存しなかった。ピラゾレート粒剤はイボクサに効果を示すことから(荒井ら, 2007)、少量散布では50%の残草であったが、慣行除草区では一発処理除草剤使用時期に、イボクサへのピラゾレートによる抑制が全くない状態だったことから、体系処理によりイボクサを制御できたと考えた。また、慣行除草区では、観察のみの結果であるが、残存した雑草の生育が進み、7月9日にシハロホップブチル・ペンタゾン液剤の処理が必要となったが、少量1区ではその必要がなかった(表-4, 図-1)。2カ年の試験において、播種量の10%程度のイネが出芽した時点で再湛水し、ピラゾレート粒剤を少量散布して、イネ2葉期以降に一発処理

表-4 ピラゾレート粒剤少量散布と一発処理除草剤による体系処理の雑草種別の残草率(%)

年次	調査日	試験区	雑草種ごとの残草率(乾物重%) ¹⁾							合計
			雑草ヒエ ²⁾	一年生広葉 ³⁾	イヌホタルイ	コナギ	イボクサ	マツバイ	その他 ⁴⁾	
2007	7月2日	少量1	0	0.2	0	0	0	3.8	0	1.8
		少量2	0	2.2	0	0	0	9.8	0	4.9
		基準量	0	0.2	0.3	0	0	0	15	0.1
		分散分析 試験区	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
2008	6月30日	少量1	0	0	0	0	0	0	0	0
		慣行除草	0	2.9	0	0	69	0.2	0	2.6
		分散分析 試験区	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*

1)残草率は、無除草区(表-2)に対する各試験区の地上部乾物重比に100を乗じたものを求めた。

2)「雑草ヒエ」は、タイヌビエとイヌビエを含む。

3)「一年生広葉」はアゼナ類、ミノハコベを主に含む。

4)「その他」はタマガヤツリ、ハリイ、タウコギ、チョウジタデなどを含む。

5)表中の*二元配置の分散分析において5%水準で試験区間に有意差のあることを示す。

NSは二元配置の分散分析において試験区の平均値間に有意差の無いことを示す。乾物重比を逆正弦変換して、分析している。

除草剤の使用時期を確保した体系において、少量散布1区および2区は十分な除草効果を示した。

通常、初期剤の除草効果調査は、処理後20日頃に行い(日本植物調節剤研究協会2004)、また、直播栽培で基準量を処理したピラゾレート粒剤の除草効果は処理41日後まで(中山・高林1998)調査されている。一方、本研究では、2007年にはイネが2.5葉期である処理13日後、2008年にはイネが2葉期である処理16日後と上記より早く除草効果を評価した。本研究では、イネの生育が2~2.5葉になるまでに20日かからず、それより短い期間であった。そのため、一発処理除草剤の効果確保のためのピラゾレート粒剤少量散布では、これまでよりも残効期間は短くてもよいと考えられた。ピラゾレート粒剤の後に使用する一発処理除草剤の効果を最大限發揮させる使用時期(日数)を、単用の場合の1~3日から拡大し、除草効果の安定を目的とする場合には、ピラゾレート粒剤少量散布が有効であるが、一発処理除草剤の処理がさらに遅れる場合や、中期剤との体系処理の場合には必要な残効期間についての検討が必要である。

(3)イネの生育と収量

2007年のイネの1mあたり苗立数は、それぞれ3反復の平均値として、少量1区では60本、少量2区では47本、基準量区では52本、慣行除草区では48本となったが、少量1区と少量2区では、基準量区、慣行除草区と比較して有意差はなく同等であった(図-2)。2007年の少量1区、慣行除草区で、最高分げつ期の茎数、穂数および収量は、それぞれ602、596本 m^{-2} 、458、442本 m^{-2} および522、480g m^{-2} であった。2008年は少量1区、慣行除草区で429、479本 m^{-2} 、

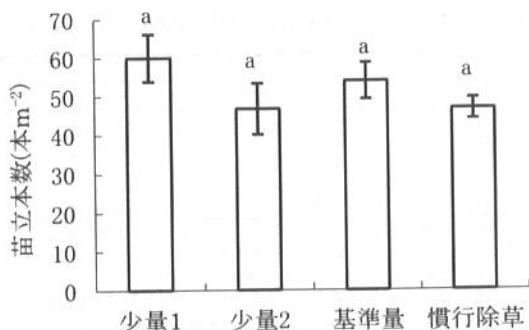


図-2 ピラゾレート粒剤を少量散布した圃場におけるイネの苗立本数

- 1)苗立本数は2007年6月6日に調査した。
- 2)図中の縦棒は標準誤差を示す。
- 3)図中の同一アルファベットは試験区間にtukey法で5%水準で有意差の無いことを示す。

393、347本 m^{-2} 、486、477g m^{-2} であった。少量1区と慣行除草区では、茎数、穂数および収量には年次間差が見られたものの、両試験区間では有意差はなく、ピラゾレート粒剤の少量散布によるイネの生育および収量への影響はなかった(表-5)。

(4)一発処理除草剤の使用時期(日数)

試験1に処理した一発処理除草剤(CDBB1キロ粒剤、CDBB水和剤)の農薬登録における使用時期は「イネ1葉期から雑草ヒエ2.5葉期まで」である。これに該当する日数は、慣行除草の場合は両試験年とも1日であったが、ピラゾレート粒剤を少量散布した場合、一発処理除草剤が使用できる日数は2007年には10日、2008年には8日に拡大した(表-6)。

一発処理除草剤の効果確保のためのピラゾレート粒剤少量散布(10aあたりの従来の使用基準量の半量、1.5kg)で、一発処理除草剤の使用時期が慣行除草区の1日から8~10日に拡大した。これまで直播栽培では、茎葉処理除草剤の使用を前提にした除草体系が示されてきたが

表-5 ピラゾレート粒剤少量散布と一発処理除草剤による体系処理のもとでのイネの生育および収量

年次	試験区	最高分けつ期の茎数	穂数	収量
		本 m^{-2}	本 m^{-2}	$g m^{-2}$
2007	少量1	602	458	522
	少量2	500	391	482
	基準量	526	455	478
	慣行除草	596	442	480
2008	少量1	429	393	486
	慣行除草	479	347	477
分散分析	年次	*	*	*
	試験区	N.S	N.S	N.S

1)最高分けつ期の茎数は2007年は7月13日, 2008年は7月18日に調査した。

2)表中の*とN.S.は, 少量1区と慣行除草区について, 年次と処理を要因とした

二元配置の分散分析において, 2007年と2008年の平均値間で5%水準で

有意差のあること, 少量1区と慣行除草区の平均値間で有意差の無いことを示す。

表-6 ピラゾレート粒剤の少量散布と一発処理除草剤による体系処理のもとでのイネおよび雑草ヒエの葉齢の推移

年次	除草体系	イネの生育					水稻1葉期以上 雑草ヒエ2.5葉期 以下の日数
		播種	出芽 10%	1 葉期	2 葉期	2.5 葉期	
2007	暦日	5/10	5/22	5/28		6/7	
	雑草 ヒエ 葉齢	体系処理				発生 無し	10
	慣行除草			2.5			1
2008	暦日	5/9	5/17	5/29	6/6		
	雑草 ヒエ 葉齢	体系処理			2.0		8
	慣行除草			2.5			1

(渡邊・川名 2006), 日本海側に多い湿田では, ブームスプレイヤを搭載した水田用乗用管理機(栽培管理ピークルなど)による茎葉処理剤の散布は困難な場合が多い(三浦 2010)。それは下層土壌が「ピークルの車輪の前進と路面間の滑りによって起こる(生物生産機械ハンドブック 1996)」とされる「すべり沈下」しやすいため(田中ら, 1967), 複数回の走行によって地耐力が低下し管理機の沈車の要因とされるためである。よって, 圃場管理上, 栽培管理ピークルによる茎葉処理剤の使用を雑草防除体系の前提とすることは望ましくない。茎葉処理除草剤は鉄砲

ノズルなどを用いて畦畔からも散布可能であるが, ノズルからの噴霧量, 散布速度および自然の風により, 散布幅が変わり, 散布ムラが生じやすい(生物生産機械ハンドブック 1996)ことから, 除草効果が不足する場合がある。本試験の慣行除草区では2007, 2008年とも中干し期間中に中・後期除草剤の使用が必要であったが, ピラゾレート粒剤少量散布と一発処理除草剤の体系処理では不要であった。本研究における体系処理では一発処理除草剤の使用を遅らせることが可能となるため, イネの6~7葉期頃に行われる中干しの時期までに発生する雑草も有効

に防除しようと考えた。一発処理除草剤の効果確保のためのピラゾレート粒剤少量散布は、中・後期の茎葉処理除草剤の使用を省略することができ、寒冷地北部日本海側に位置する秋田県の水稲直播栽培においては有効な雑草防除方法になる。また、雑草防除に係わるコストの面では、ピラゾレート粒剤の使用基準量と一発処理除草剤を使用する場合と比較すると、少量散布と一発処理除草剤による体系処理では、除草剤費を約25%削減できる。さらに一発処理除草剤と茎葉散布処理剤による雑草防除と比較すると除草剤費を30~55%削減できる(全農あきた調べ)。

謝辞

ピラゾレート粒剤の10 aあたり使用量1.5 kgでの少量散布の、農薬登録を通した実用技術化にあたり、三井化学アグロ株式会社には、著者の発想を採用して農薬取締法に基づき製造・販売者として登録までの技術化に取り組んでいただきました。ここに記して、深く感謝いたします。

引用文献

- 秋田県農林水産部水田総合利用課編集 2008. 「水稲直播栽培技術講習テキスト」同課, p.12
- 秋田県農林水産部水田総合利用課農産・複合推進班編集 2011. 「平成23年度秋田県稲作指導指針」同班, pp.88-89
- 荒井三千代・山内敏美・花見厚 2007. 水稲湛水直播栽培におけるイボクサの防除法. 東北農業研究 60:43-44
- 藤田究 1999. 播種深度の異なる湛水直播水稲の初期生育に及ぼす数種土壌処理型除草剤の影響. 雑草研究 44:43-50
- 福島裕助・許斐健治・石丸知道 2000. 水稲湛水直播栽培におけるスクミリンゴガイの食害軽減と雑草防除. 九州農業研究 62:13
- 石田三雄・松井貴志・矢内利明・川久保克彦・本間豊邦・矢内欽次・中川昌之・奥平洋巳 1984. 新除草剤ピラゾレート. 三共年報 36:44-92
- 三浦恒子 2010. 水稲直播栽培における雑草防除の現状, 課題, 展望 -平成22年度公開シンポジウムより- 3. 秋田県の水稲湛水直播栽培における雑草防除体系の展望. 雑草研究 55: 94-96
- 中山壮一・高林實 1998. 水稲の湛水直播栽培における芽干しの時期および期間によるピラゾレート剤の除草効果の変動. 雑草研究 33:180-184
- 農業機械学会編集 1996. 「生物生産機械ハンドブック」コロナ社, p535, p545
- 日本植物調節剤研究協会 2004. 水稲関係除草剤試験実施基準. 同協会
http://www.japr.or.jp/shiken/files/teki2_shiken071019.pdf
- 田口奈穂子・三浦恒子・若松一幸・金和裕 2003. 水稲湛水土中条播におけるノビエ3.0葉期一発処理除草剤を適期使用するための代かきから播種までの日数. 東北農業研究 56:43-44
- 田中孝・西村功 1967. 水田におけるトラクタの走行性能判定に関する実験結果の総括的考察. 農業機械学会誌 29: 45-49
- 渡邊寛明・川名義明 2006. 直播栽培の雑草管理技術. 農業技術 61:503-508