

湛水直播栽培における 初期除草剤の利用

秋田県農業試験場
作物部
三浦 恒子

水稲 (*Oryza sativa* L.) 湛水直播栽培において、播種法や苗立確保 (若松・三浦 2004; 三浦・若松 2006) などの要素技術は研究の進展により確立されつつあるが、雑草防除技術は未だに改善が望まれている。直播栽培での雑草防除では、農業登録された除草剤の中の「移植栽培で、多年生雑草と一年生雑草を同時に防除し、40 日程度の残効性を有する」一発処理型除草剤の活用が重要である。しかし秋田県を含む寒冷地では、これらの除草剤の農業登録での処理早限となるイネの特定葉齢への到達日と処理晩限となるノビエ (*Echinochloa* spp.) の特定葉齢への到達日が近接または逆転し、除草剤の能力を十分に発揮できない場合が多い (酒井・佐藤 1998; 山本・菊池 2006)。このことは、除草剤によるイネの生育抑制 (以下、薬害) と、雑草防除の主幹技術である一発処理型除草剤の除草性能発揮の不足をもたらす。

これまで直播栽培の一発処理型除草剤の薬害は苗立数、生育期の茎数および収量への影響で評価されてきた (藤田 1999; 酒井ら 2002)。しかし、秋田県においては収量と品質の確保に寄与する分げつ構成を重視することから (若松ら 2006)、次位・節位別の分げつ発生に対する影響を検討し、新たな薬害評価法を提案した。次に、農業登録では、直播栽培における一発処理型除草剤の使用時期の早限は多くの剤で薬害の恐れのないイネ 1 葉期 (不完全葉を数えない) とされ、晩限はノビエの枯殺限界葉齢の 2.5 葉期とさ

れる。秋田県では、この早限から晩限の日数がしばしば 1 日となり (三浦 2010)、晩限を超えて散布されることで除草効果が不十分となる。そこで、イネの播種後に使用可能な初期除草剤を少量散布して省力・低コスト化しながら、雑草の発生と生育を抑制し、一発処理型除草剤の使用可能日数の拡大と除草効果の安定を図った。

秋田県の水稲湛水土中直播栽培における一発処理型除草剤によるイネの低節位分げつ抑制の評価

直播栽培における一発処理型除草剤を農業登録での使用時期の早限に散布したことによる直播イネへの影響を、分げつの発生抑制の起きる次位・節位と抑制の程度から検討した。イネの第 N 葉の基部から発生した分げつを第 N 節からの 1 次分げつとした (星川 1975)。

(1) 除草剤使用により抑制を受ける分げつの次位・節位

ピリミノバックメチル・プロモブチド・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン (以下、PBBP とする。表-1 を参照) 水和剤 (商品名: トップガンフロアブル) 処理区での第 1 節からの 1 次分げつの発生頻度は、除草剤無処理区の 63% に有意に低下した。一方、第 6 節からの発生頻度は PBBP 水和剤処理区で高くなり、10 個体の分げつ発生総数は PBBP 水和剤処理区で 92 本、無処理区で 97 本と同等であった。しかし収量と品質確保に重要な第 1~4 節からの 1 次分げつと第 1 節から 2 次分げつ (若松ら 2006) の数は、PBBP 水和剤処理区で有意に減少した (図-1) (三浦ら 2011)。

(2) 剤型および種類を異にする除草剤による分げつ発生への影響

PBBP 水和剤処理区の第 1 節からの 1 次分げつの発生頻度は 3% で、

表-1 供試した一発処理型除草剤の除草剤名、略号、有効成分含有率、処理量および処理時期 (三浦ら 2011 を改変)

除草剤名	略号	有効成分含有率	処理量 (製剤 m ⁻²)	本試験での処理時期 (ノビエの生育期)
ピリミノバックメチル・プロモブチド・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン水和剤	PBBP 水和剤	0.83%・17%・1.3%・2.8%	0.5 ml	2.5葉期
ピリミノバックメチル・プロモブチド・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン1キロ粒剤	PBBP 粒剤	0.45%・9.0%・0.75%・2.0%	1 g	2葉期
カフェンストロール・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	CDBB 粒剤	3.0%・6.0%・6.0%・0.75%	1 g	2葉期

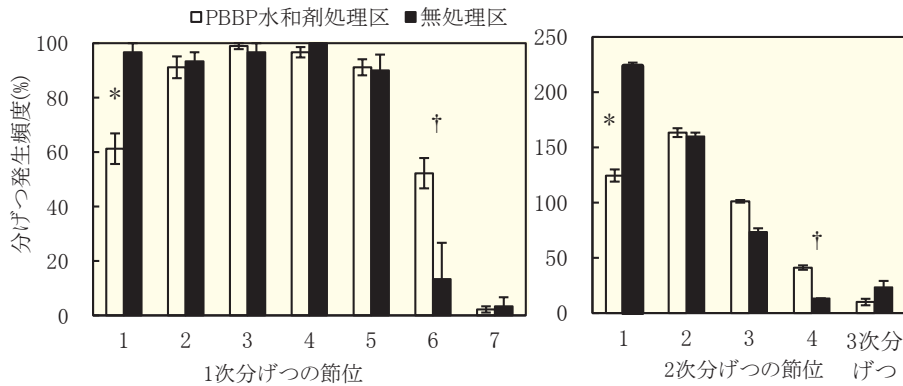


図-1 一発処理型除草剤の処理条件下での直播イネの分げつ発生頻度(2005年)(三浦ら2011を改変)

試験年次は2005年である。図中の縦棒は標準誤差を示す(n=3)。図中の*は試験区間で5%水準, †は10%水準でt検定で有意なことを示す。無印は有意ではないことを示す。分げつの発生頻度 = 各次位節位の分げつ発生数 ÷ 調査個体数 × 100 として求めた。

表-2 剤型と種類が異なる除草剤処理によるイネの低節位の1次分げつ節位別発生への影響(2007年)(三浦ら2011を改変)

試験区	発生頻度(%)	
	1次分げつ	
	第1節	第2節
PBBP水和剤	3 (3) b	43 (20) a
PBBP粒剤	40 (10) ab	57 (12) a
CDBB粒剤	43 (30) a	67 (30) a
無処理	50 (15) a	73 (12) a

分げつの発生頻度 = 分げつの発生数 ÷ 調査個体数 × 100 として求めた。

各節の異なるアルファベットは Tukey 法で試験区間に 5% 水準で有意なことを示す。

カッコ内は標準誤差を示す (n=3)。

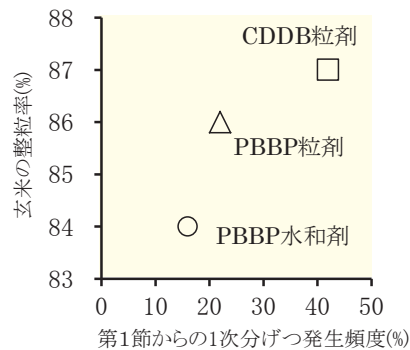


図-2 1次分げつの抑制と玄米の整粒率との関係(2011年)(三浦2013を改変)
整粒率はサタケ社製穀粒判別機RGQ10Aにより調査した。

表-3 剤型と種類が異なる一発処理型除草剤がイネの穂数と玄米重、整粒率に及ぼす影響(2011年)(三浦2013を改変)

試験区	穂数(本 ^{m⁻²})	精玄米重(gm ⁻²)	整粒率(%)
PBBP水和剤	320 (20) N.S.	462 (31) N.S.	84 (0.1) *
PBBP粒剤	348 (68) N.S.	486 (93) N.S.	86 (1.3) N.S.
CDBB粒剤	387 (52)	628 (56)	87 (0.5)

Dunnet 法で CDBB 水和剤を対照として, 表中*は 5% 水準で有意なこと, N.S.は有意ではないことを示す。カッコ内は標準誤差を示す (n=3)。

同じ成分の粒剤である PBBP 粒剤(商品名: トップガン GT1 キロ粒剤) 処理区などに比べて著しく低下し, 剤型による違いが認められた。カフェンストロール・ダイムロン・プロモブチド・ベンスルフロンメチル 1 キロ(以下, CDBB とする) 粒剤(商品名: ラクダプロフロアブル) 処理区では, 第1節からの1次分げつの発生頻度は無処理区と同等であった(表-2)(三浦ら2011)。

(3) 除草剤による分げつ発生の抑制程度とイネの収量および玄米の外観品質との関係

穂数と精玄米重は第1節からの分げつ数と同様に変動し, PBBP 水和剤処理区と PBBP 粒剤処理区での精玄米重は CDBB 粒剤処理区と有意差はないものの, 秋田県におけるあきたこまちの目標収量である 570kg/10a に達しなかった(表-3)。また, 玄米の

整粒率は第1節からの1次分げつの抑制程度の増大に伴って低下した(図-2)(三浦2013)。

水稻湛水土中直播栽培における初期除草剤の少量散布による一発処理型除草剤使用時期拡大

一発処理型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, 初期除草剤のピラゾレート粒剤(商品名: サンバード粒剤)とプロメトリン・ベンチオカーブ粒剤(商品名: サターンバアロ粒剤)(以下, PT 粒剤)を少量散布し, 一発処理型除草剤と組み合わせた除草効果と薬害を検討した。

(1) 一発処理型除草剤の使用条件拡大のためのピラゾレート粒剤少量散布の適用

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), ノビエ(石田ら1984; 藤田1999)や直播栽培で問題となるイボクサ(荒井ら2007)に対する効果も高い。一方で農業登録での製品使用量が10aあたり3kgで1キロ粒剤およびフロアブルの3~6倍であること, また初期除草剤の中では価格が高く現場で利用されにくい実態がある(表-4)。そこで通常使用量より少なく散布する少量散布として10aあたり1.5kg(少量区)へ減量した場合の除草効果を明らかにした。

一発処理型除草剤(CDBB水和剤)

表-4 供試した初期除草剤の性能の特徴の概要

除草剤名	有効成分含有率	使用時期	使用方法	使用量(製品)	長所	短所
ピラゾレート粒剤	10%	播種直後～ノビエ1葉期	湛水散布	3kg/10a	イネへの安全性は高い	使用量が多い
プロメトリン・ベンチオカーブ粒剤	0.8%・8%	播種直後～イネ出芽前(入水15日前)(ノビエ発生始期)	播種後落水状態で散布	4～6kg/10a	播種後落水期間の雑草防除が可能	出芽前に入水で薬害のおそれ使用量が多い

表-5 ピラゾレート粒剤を用いた除草体系の概要

年次	試験区	ピラゾレート粒剤		一発処理型除草剤	
		10 a あたり処理量	略号	10 a あたり処理量	
2007	少量	1.5 kg	CDBB粒剤	1 kg	無
	基準量	3 kg			
	慣行除草	無			
2008	少量	1.5 kg	CDBB水和剤	500 ml	無
	慣行除草	無			
	無除草	無			

の散布直前での、無除草区に対する全雑草の乾物重比率は、少量区では2007年に1%以下、2008年に7.9%で、散布量の低減により除草効果は低下したが、初期除草剤の効果の許容範囲内であった(図表省略)。残存した雑草は一発処理型除草剤により枯殺され、中・後期除草剤の追加散布が省略された。初期除草剤を散布しない一発処理型除草剤散布のみの慣行除草

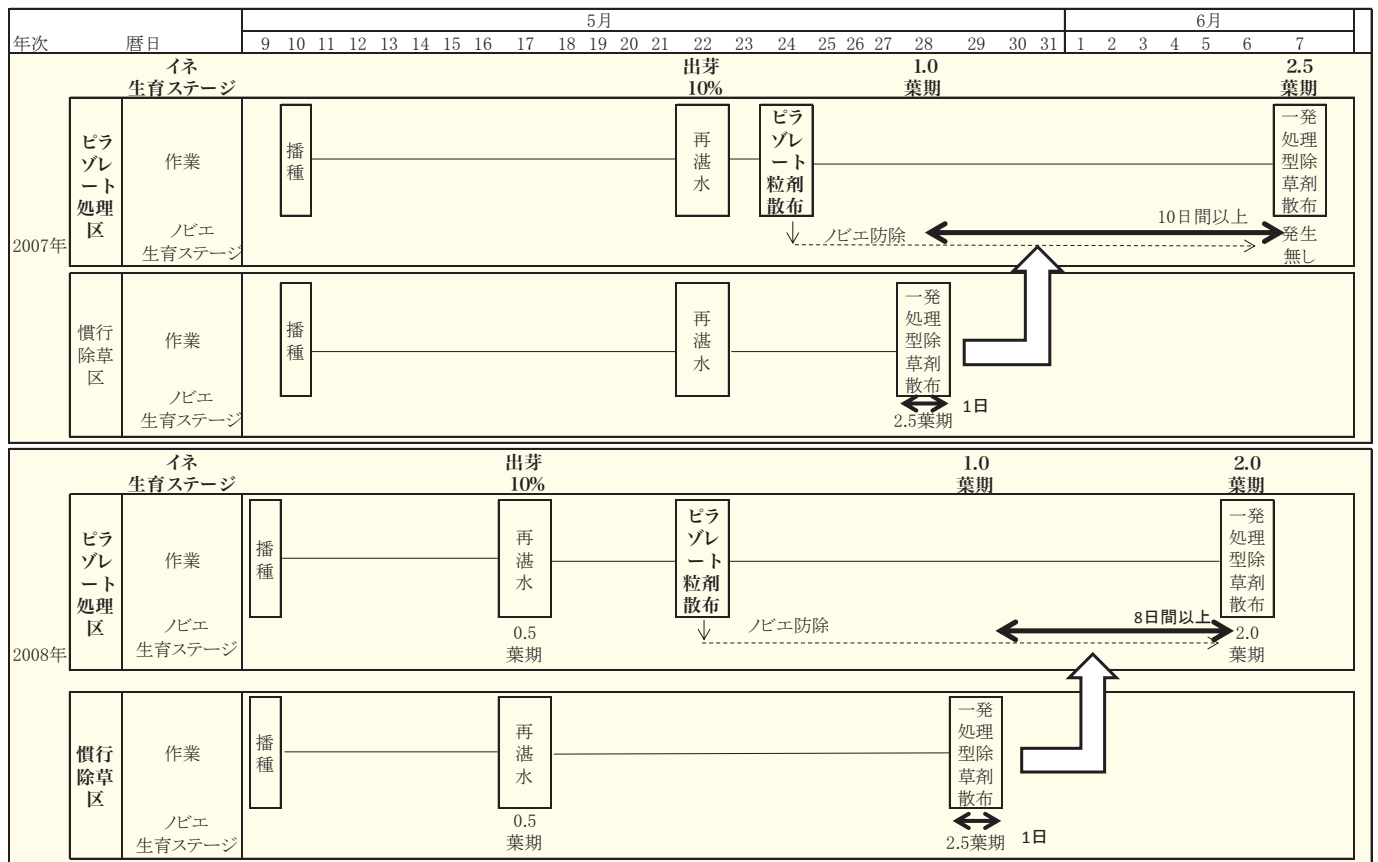


図-3 ピラゾレート粒剤少量散布による薬害軽減と一発処理型除草剤散布可能日数の拡大

一発処理型除草剤散布可能期間(イネ1葉期以上、ノビエ2.5葉期以下)

表-6 PT 粒剤を用いた除草体系の概要

年次	試験区	PT粒剤		一発処理型除草剤	
		10 aあたり 処理量		除草剤名	10 aあたり 処理量
2006	少量1	2 kg	1 kg	シハロホップブチル	
	少量2	3 kg		・ピラゾスルフロン	
	基準量	4 kg		・プロモブチド・メフェナ	
	慣行除草	無		セット1キロ粒剤	
	無除草	無		無	

表-7 PT 粒剤の散布量がイネへの薬害程度へ及ぼす影響 (2006年) (Miura et al. 2011 を改変)

試験区	観察による 薬害程度	苗立数 (本 m^{-2})
少量1区	無	106
少量2区	小	84
基準量区	小	89
慣行除草区	無	—

「小」は苗立ちが抑制され、減収程度が5%以内と推定される状態。
— は調査していないことを示す。

表-8 PT 粒剤を少量散布した圃場における成熟期の穂数および精玄米重 (2006年) (Miura et al. 2011 を改変)

試験区	穂数 (本 m^{-2})	精玄米重 (gm^{-2})
少量1区	482	586
少量2区	376	525
基準量区	399	546

種後に落水期間の長い栽培方法を行っている現地生産者圃場において少量散布と一発処理型除草剤を組み合わせた散布の除草効果と薬害を検討した。

PT 剤を散布しない慣行除草区との乾物重の比率は、少量1区（散布量2kg/10a）ではイヌホタルイが残存したが、全雑草では9%で効果の許容範囲以内であった。少量2区（散布量3kg/10a）と基準量区（散布量4kg/10a）では雑草が残存しなかった（図表省略）。少量1区で残存した雑草は一発処理除草剤で枯殺され、除草効果は基準量区と同等に高かった。一方、慣行除草区では無除草区の乾物重の2.8%のアゼナ類が残存し、中・後期剤の散布を必要とした（図-4）。「イネ1葉期からノビエ2.5葉期まで」に該当する日数は、少量1区では4日以上で慣行区と同等であった（表-6、図-4）。

薬害では、少量2区、基準量区では苗立抑制が観察され（表-7）、穂数

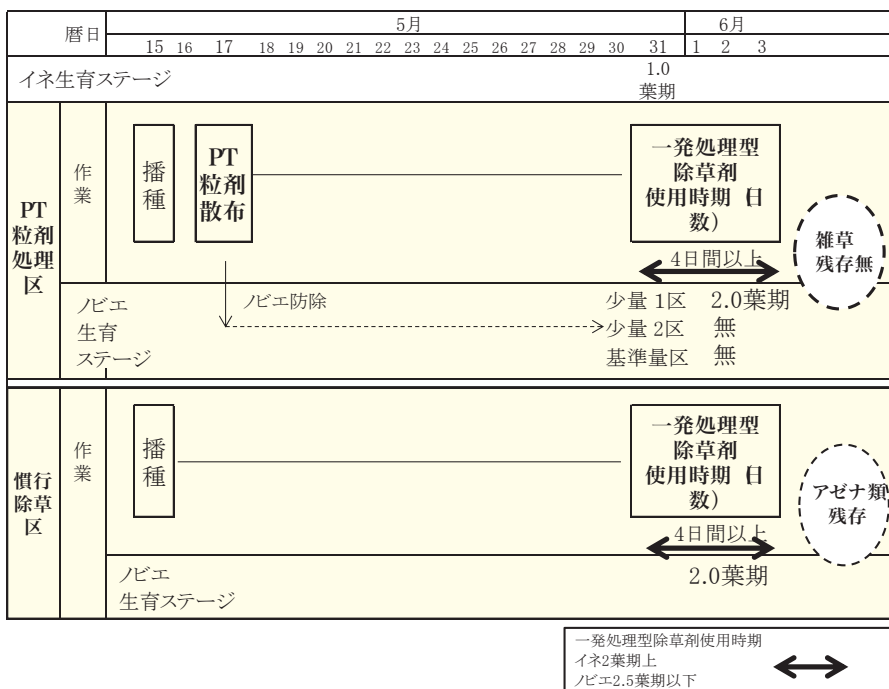


図-4 落水出芽中の PT 粒剤少量散布と一発処理除草剤との体系処理による除草効果

区では、2007 年は相当量のマツバイの残存が観察され、2008 年はイボクサが残存し、それぞれに有効な中・後期剤の散布を必要とした。供試した一発処理型除草剤の使用時期となる「イネ1葉期からノビエ2.5葉期まで」に該当する日数は、ピラゾレート粒剤少量散布により、慣行除草区の1日から少量区で8日以上に拡大した（表-5、図-3）（三浦ら 2012）。結果の一部がピラゾレート粒剤の少量散布試験の基礎となり、全国の公立農業関係試験研究機関による効果および薬害に関する適用性試験を経て、2009年6月に10 aあたりの使用量1.5 kg（少量散布）として農薬登録拡大された。

(2) 落水出芽中の PT 粒剤少量散布と一発処理除草剤との体系処理による除草効果

湛水直播栽培における落水期間の PT 粒剤の散布に際しては「薬害回避のため、出芽前の入水を避ける」旨の使用上の注意事項があり（クミアイ化学工業株式会社 2015）、播種後の降雨や落水が不十分で田面水が残るとき（山本・菊池 2006）にイネに薬害を引き起こす。また農薬登録での製品の使用量が10aあたり4kgから6kgで著しく多く、さらに初期除草剤の中では価格が高く現場で利用されにくい実態がある（表-4）。そこで水稲直播の播

不足により収量が低下したが、少量1区で目標収量である570g^m⁻²を確保した(表-8)。PT粒剤の半量散布では一発処理型除草剤の使用可能期間を拡大し得なかったが、同剤の効果を十分に発揮させ、更に薬害を回避できた(Miura *et al.* 2011)。

まとめ

(1) 一発処理型除草剤の新たな薬害評価法

一発処理型除草剤をイネの1~1.5葉期に使用することにより、成分と剤型によっては収量と品質に寄与する有効分げつとして重要な第1節からの1次分げつの発生が抑制されることが明らかになった。苗立数や最高分げつ期の茎数を用いたこれまでの薬害評価に加えて、第1節からの1次分げつへの抑制の程度により評価することで、イネへの安全性を量的指標から質的指標へと拡大した。

(2) 「先手必勝型」雑草防除技術の確立

初期除草剤を組み合わせ一発処理型除草剤の使用可能日数の拡大と除草効果の安定化を内容とする、「先手必勝型」の雑草防除技術は、中・後期除草剤の使用を省略できる。更に、初期除草剤を用いることで、一発処理型除草剤の散布時期には散布早限のイネの葉齢を超えることから、第1節からの1次分げつの抑制を回避できる可

能性がある。

供試した除草剤以外にも登録された初期除草剤が増加したことから、発生草種別の対応など生産者の選択肢が広がり、湛水直播栽培において初期除草剤と一発処理型除草剤の組み合わせは広く行われるようになった。

一発処理型除草剤は枯殺限界葉齢が大きく散布時期を確保しやすい登録が増加してきたが、イネの播種後に雑草が高葉齢となるまで防除しない場合は、イネの苗立ち、初期生育が雑草害により抑制される恐れがある。一発処理型除草剤の性能が向上しても、初期除草剤を使用して雑草害を防ぐことでイネの初期生育を確保することは重要である。

謝辞

三井化学アグロ株式会社には、ピラゾレート粒剤の提供を頂いた。またクミアイ化学工業株式会社には、プロメトリン・ベンチオカーブ粒剤の提供を頂いた。ここに記して上記の皆様へ深く感謝する。

引用文献

- 荒井美千代ら 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.
- 石田三雄ら 1984. 新除草剤ピラゾレート. 三共年報 36, 44-92.
- 星川清親 1975. 「解剖図説イネの生長」. 農山漁村文化協会, 東京 pp.157-170

クミアイ化学工業株式会社 2015. 「'16 クミカ農業の解説書」. クミアイ化学工業株式会社, 東京 pp.288-290.

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.

三浦恒子ら 2011. 秋田県の水稲湛水直播栽培における一発処理除草剤によるイネ (*Oryza sativa* L.) の低節位分げつ抑制の評価. 雑草研究 56, 7-13.

Miura Chikako *et al.* 2011. Effect of reduced rate of application of a herbicide, prometryn+thiobencarb during drainage period on improvement of weed management in direct seeded rice in Akita, northern Japan. 23rd Asian-Pacific Weed Science Society Conference, 539-365.

三浦恒子ら 2012. 寒冷地の水稲湛水土中直播栽培における一発処理除草剤の使用条件拡大のためのピラゾレート粒剤少量散布の適用. 雑草研究 57, 46-55.

三浦恒子 2013. 高品質安定生産を目指す秋田県の水稲湛水直播における一発処理型除草剤の性能の完全発揮のための合理的雑草防除体系に関する研究. 秋田県農業試験場研究報告 53, 1-38.

酒井究・佐藤勉 1998. 水稲湛水直播栽培における除草剤使用適期の推定法. 植調 32, 106-109.

酒井博幸ら 2002. 湛水土中直播における数種の土壌処理型除草剤の効果およびイネへの影響. 東北の雑草 2, 17-23.

山本倫子・菊池晴志 2006. 水稲湛水直播における播種後落水期間中に使用できる初期除草剤の効果. 東北農業研究 59, 41-42.

若松一幸・三浦恒子 2004. 水稲湛水直播栽培における過酸化カルシウム剤粉衣量が出芽・苗立に及ぼす影響. 東北農業研究 58, 23-24.

若松一幸ら 2006. 直播水稲の分げつ発生と次位・節位別分げつ着生粒の特性. 日本作物学会東北支部会報 49, 43-45.