

鹿児島県に発生したスルホニルウレア抵抗性ウキアゼナの防除対策

鹿児島県農業開発総合センター
園芸作物部作物研究室

竹牟禮 穰

鹿児島県農業開発総合センター
企画調整部研究企画課

濱崎 翔悟

はじめに

水田用除草剤のスルホニルウレア成分に抵抗性を示す雑草が全国で発生しており、鹿児島県内でも過去にアゼナ類などで抵抗性が確認されている。その中で、スルホニルウレア剤（以下「SU剤」）に対して抵抗性を示すウキアゼナ（以下「SU抵抗性ウキアゼナ」）が確認されており（図-1、図-2）、一部地域では防除に苦慮している。

また、近年水稻の業務加工用向け品種や飼料用稲としてインド型由来の多収性品種が普及しているが、これらの中にはメソトリオン、テフリルトリ

オン、ベンゾピシクロンに代表されるトリケトン系4-HPPD阻害型（以下「トリケトン系」）の成分に感受性を示し、白化や枯死などの葉害が発生する品種がある。鹿児島県で栽培されているインド型由来の多収性品種は、平成29年度に早期栽培用の業務加工用向けの適品種に採用した「とよめき」の他に、飼料用米では「ミズホチカラ」、「みなちから」および「オオナリ」、WCS用稲では「モミロマン」および「ルリアオバ」等がある。これらのインド型由来の品種では、トリケトン系除草剤を使用することができない。

そこで、SU抵抗性ウキアゼナに対して、トリケトン系以外の成分を含む除草剤について、除草効果の高い除草剤成分を明らかにしたのでその内容を報告する。

1. SU抵抗性ウキアゼナに効果の高い成分・薬剤の検討

今回の試験は、2019～2020年に鹿児島県農業開発総合センター内でウキアゼナが発生している水田で行った。試験ほ場に発生したウキアゼナは、2007年にデュポン株式会社の協力によってSU成分接触時の発根の有無による抵抗性検定（伊藤ら 2009）および、2011年に九州沖縄農業研究センターで地上部再生法によるSU系除草剤抵抗性簡易検定（住吉 2013）によりSU抵抗性を確認している。さらに、2020年度にSU系のイマゾスフロンのみを有効成分とするテイクオ

フ粒剤により、無処理区対比93%の残草乾物重、98%の残草本数と高かったことから、SU抵抗性ウキアゼナであると再確認した。

本試験の設計は、初期剤、初中期一発剤、中後期剤に分けて、広葉に効果が高い除草剤成分を含む薬剤を選定した。

(1) 試験概要

- ①供試品種：「ヒノヒカリ」(2019年)、
「あきほなみ」(2020年)
- ②試験規模：1区2.2㎡
(1.4m×1.6m)、2区制
- ③種子消毒：
テクリードCフロアブル：200倍、
スミチオン乳剤：1,000倍
- ④苗箱施用剤：
ダコニール1000：500倍、
タチガレースM液剤：500倍
- ⑤耕種概要：
2019年 植代日：6月25日、
移植日：6月27日
2020年 植代日：6月6日、
移植日：6月8日
- ⑥移植方法：乗用型田植機（5条）
を使用
- ⑦栽植密度：20.2株/㎡（うね間
30cm×株間16.5cm）
2019年、2020年とも共通
- ⑧薬剤処理日：
2019年、2020年共通
初期剤 移植後1日目
初中期一発剤 移植後7日目
中後期剤 移植後28日目（但
しサンバード粒剤(3kg/10a)を



図-1 ウキアゼナ発生初期



図-2 ウキアゼナ発生盛期

表-1 供試薬剤

商品名	有効成分名：成分量	処理量	備考
メテオ1キロ粒剤	ペントキサゾン:2.5%	1kg/10a	初期剤
兆フロアブル	ピラクロニル:3.6%	500ml/10a	初期剤
パンチャー1キロ粒剤	フェントラザミド:3.0%, ベンゾフェナップ:8.0%, ベンフレセート:5.0%	1kg/10a	初中期一発剤
ゼータワン1キロ粒剤	プロピリスルフロン:0.90%	1kg/10a	初中期一発剤 (SU系のみ*注1)
ベストパートナー1キロ粒剤	ピリミスルファン:0.67%	1kg/10a	初中期一発剤
メガゼータ1キロ粒剤	ピラクロニル:2.0%, プロピリスルフロン:0.9%	1kg/10a	初中期一発剤 (SU系のみ*注1)
カウシルエナジー1キロ粒剤	トリアファモン:0.5%, フェンキノトリオン:3.0%, フェントラザミド:3.0%	1kg/10a	初中期一発剤
銀河1キロ粒剤	ダイムロン:10%, ピラクロニル:2.0%, メタゾスルフロン:1.0%	1kg/10a	初中期一発剤 (SU系のみ*注1)
KIH-1419-1キロ粒剤 *注2	フェノキサスルホン:2.0%	1kg/10a	初中期一発剤
アトトリ1キロ粒剤	(サンバード粒剤→) ピリミスルファン:0.75%	(3kg→)1kg/10a	中後期剤 (サンバード粒剤との体系処理)
バサグラン粒剤	(サンバード粒剤→) ベンタゾンナトリウム塩:11.0%	(3kg→)3kg/10a	中後期剤 (サンバード粒剤との体系処理)
フローアアップ1キロ粒剤	(サンバード粒剤→) ダイムロン:10.0%, ベノキススラム:0.60%	(3kg→)1kg/10a	中後期剤 (サンバード粒剤との体系処理)
サンバード粒剤	ピラゾレート:10.0%	3kg/10a	中後期剤の前処理剤
イノバDXアップ1キロ粒剤51	ダイムロン:4.5%, フェントラザミド:3.0%, プロモブチド:9.0%, ベンスルフロンメチル:0.51%	1kg/10a	初中期一発剤:比較剤 (SU系含む)
テイクオフ粒剤	イマズスルフロン:0.30%	3kg/10a	初中期一発剤:比較剤 (SU系のみ)

注1) プロピリスルフロン、メタゾスルフロンはスルホニルウレア系 (SU系) に分類されるが、SU抵抗性雑草に対して除草効果があるとされている。

注2) 「KIH-1419」は、一般に流通していない(クミアイ化学工業株式会社より提供)。

注3) 今回の試験で供試した除草剤と同一成分で、異なる商品名の除草剤もある。

表-2 評価基準

残草乾物重(無処理区比)	5%以下				6%以上
	5%以下	6~10%	11~15%	16%以上	—
残草本数(無処理区比)	5%以下	6~10%	11~15%	16%以上	—
除草効果	極大 ◎	大 ○	中 △	小 ×	小 ×

前処理剤として移植後1日目に散布)

ウキアゼナのSU抵抗性確認(2020年)

テイクオフ粒剤(3kg/10a), 移植後10日目に散布

⑨残草量調査日:移植後日数

初期剤 2019年:33日目, 2020年:40日目

初中期一発剤 2019年:40日目, 2020年:40日目

中後期剤 2019年:54日目, 2020年:40日目

⑩供試薬剤

供試した除草剤を表-1に示した。

⑪除草効果の評価基準

本試験におけるSU抵抗性ウキアゼナの除草効果は、残草調査時の残草乾物重および残草本数の結果から、表-2に示した基準により評価した。すなわち、残草乾物重は、6%以上で除草効果を小とした。残草乾物重が5%

以下の場合、残草本数と組み合わせた除草効果は、残草本数が5%以下で極大、6~10%で大、11~15%で中、16%以上で小とした。

(2) 試験経過の概要

①初期剤は移植後1日目、初中期一発剤は移植後7日目に処理した。中後期剤は前処理剤としてサンバード粒剤を移植後1日目に散布した後、移植後28日目に処理した。バサグラン粒剤を除き、湛水処理で行い、バサグラン粒剤は落水処理で行った。試験を行う上で病害虫の発生などの影響はなかった。

2. 結果

(1) 初期剤の効果

初期剤の除草効果を表-3に示す。メテオ1キロ粒剤は、無処理区対比の

残草乾物重がtrace(以下「t」)~1%、残草本数が1~3%と、SU抵抗性ウキアゼナに対し高い除草効果を示した。兆フロアブルも、無処理区対比の残草乾物重がt~1%、残草本数が2%と、高い除草効果を示した。両剤とも有効成分が1成分の除草剤であり、有効成分はメテオ1キロ粒剤がペントキサゾン、兆フロアブルがピラクロニルである。このことから、ペントキサゾンおよびピラクロニルは、SU抵抗性ウキアゼナに対し除草効果が高い。

(2) 初中期一発剤の効果

① 初中期一発剤のうち、有効成分が1成分の除草剤の除草効果を表-4に示す。フェノキサスルホンを含むKIH-1419-1キロ剤は、無処理区対比の残草乾物重がtrace、残草本数が2%と、SU抵抗性ウキアゼナに対し高い除草効果を示した。

一方、プロピリスルフロンを含むゼータワン1キロ粒剤は、無処理区対比の残草乾重は1~2%であったが、残草本数が25~28%と多く除草効果が低かった。

表-3 初期剤の除草効果

商品名 (有効成分名)		残草乾物重		残草本数		除草効果
		g/m ²	無処理比	本/m ²	無処理比	
無処理	R1	43.9	100	3,248	100	—
	R2	33.2	100	2,130	100	—
メテオ1キロ粒剤 (ペントキサゾン)	R1	0.3	1	86	3	◎ 極大
	R2	0.0	t	20	1	◎ 極大
兆フロアブル (ピラクロニル)	R1	0.2	1	56	2	◎ 極大
	R2	0.0	t	44	2	◎ 極大

表-4 初中期一発剤(有効成分:1成分)の除草効果

薬剤名 (有効成分名)		乾物重		本数		除草効果
		g/m ²	同左比	本/m ²	同左比	
無処理	R1	104.3	100	5,820	100	—
	R2	33.2	100	2,130	100	—
ゼータワン1キロ粒剤 (プロピリスルフロ)	R1	2.2	2	1,610	28	× 小
	R2	0.4	1	540	25	× 小
ベストパートナー1キロ粒剤 (ピリミスルファン)	R1	7.8	7	4,092	70	× 小
	R2	1.4	4	1,060	50	× 小
KIH-1419-1キロ粒剤 (フェノキサスルホン)	R2	t	t	50	2	◎ 極大

表-5 初中期一発剤(有効成分:複数成分)の除草効果

商品名 (有効成分名)		残草乾物重		残草本数		除草効果
		g/m ²	同左比	本/m ²	同左比	
無処理	R1	104.3	100	5,820	100	—
	R2	33.2	100	2,130	100	—
【有効成分にピラクロニルを含む】						
メガゼータ1キロ粒剤 (ピラクロニル, プロピリスルフロ)	R1	<0.05	t	22	t	◎ 極大
	R2	<0.05	t	176	8	○ 大
銀河1キロ粒剤 (ピラクロニル, メタゾスルフロ, ダイムロン)	R1	0	0	0	0	◎ 極大
	R2	<0.05	t	82	4	◎ 極大
【有効成分にピラクロニルを含まない】						
パンチャー1キロ粒剤 (フェントラザミド, ベンゾフェナップ, ベンフレセート)	R1	0	0	0	0	◎ 極大
	R2	<0.05	t	110	5	◎ 極大
カウンスルエナジー1キロ粒剤 (フェントラザミド, フェンキノトリオン, トリアファモン)	R1	<0.05	t	10	t	◎ 極大
	R2	<0.05	t	2	t	◎ 極大
【一般的に使用されている剤(比較)】						
イノーバDXアップ1キロ粒剤51 (フェントラザミド, プロモブチド, ベンスルフロメチル, ダイムロン)	R1	2.7	3	1,400	24	× 小
	R2	0.2	1	380	18	× 小
テイクオフ粒剤(比較) (イマゾスルフロ)	R2	30.8	93	2,080	98	× 小

また、ピリミスルファンを含むベストパートナー1キロ粒剤も、無処理区対比の残草乾物が4～7%、残草本数が50～70%と多く除草効果が低かった。

- ② 複数の有効成分を含む初中期一発剤の除草効果を表-5に示す。メガゼータ1キロ粒剤、銀河1キロ粒剤、パンチャー1キロ粒剤、カウンスルエナジー1キロ粒剤が高い除草効果を示した。

ピラクロニルとプロピリスルフロンの2成分を含むメガゼータ1

キロ粒剤は、無処理区対比の残草乾物重がtrace、残草本数がt～8%で大～極大の除草効果であった。また、ピラクロニル、メタゾスルフロ、ダイムロンの3成分を含む銀河1キロ粒剤も、無処理区対比の残草乾物重が0%～t、残草本数が0～4%で極大の除草効果であった。この両剤には、ピラクロニルが含まれる。

フェントラザミド、ベンゾフェナップ、ベンフレセートの3成分を含むパンチャー1キロ粒剤は、

無処理区対比の残草乾物重が0%～t、残草本数が0～5%で極大の除草効果であった。また、フェントラザミド、フェンキノトリオン、トリアファモンの3成分を含むカウンスルエナジー1キロ粒剤も、無処理区対比の残草乾物重および残草本数ともtraceで極大の除草効果であった。両剤に共通に含まれる成分はフェントラザミドであるが、フェントラザミドの他に3成分を含むイノーバDXアップ1キロ粒剤は、無処理区対比の残草乾物は1～3%であったが、残草本数が18～24%で除草効果が低く、フェントラザミドのみではSU抵抗性ウキアゼナに対する除草効果は不十分であった。パンチャー1キロ粒剤は、フェントラザミド+ベンゾフェナップの組み合わせで除草効果が高いことが報告されている(緒方 2010)。カウンスルエナジー1キロ粒剤は、フェントラザミドの他にトリアファモン、フェンキノトリオンを含み、トリアファモンは広葉雑草に対する除草効果が低く(杉浦ら 2021)、フェンキノトリオンはタイヌビエおよびクログワイを除く幅広い殺草スペクトラムをもつ(松永 2019)と報告されていることから、フェンキノトリオンもしくは、フェントラザミドとフェンキノトリオンの組み合わせで高い除草効果を示したと考えられた。

表-6 中後期剤の除草効果

商品名 (有効成分名)		残草乾物重		残草本数		除草効果
		g/m ²	同左比	本/m ²	同左比	
後処理なし	R1	9.9	100	1,058	100	—
	R2	6.6	100	1,096	100	—
(サンバード粒剤→) バサグラン粒剤 (ペンタゾンナトリウム塩)	R1	0	0	0	0	◎ 極大
	R2	0.0	t	20	2	◎ 極大
(サンバード粒剤→) アトトリ1キロ粒剤 (ピリミスルファン)	R1	3.7	37	598	57	× 小
	R2	0.8	12	206	19	× 小
(サンバード粒剤→) フォローアップ1キロ粒剤 (ペノキススラム, ダイムロン)	R1	7.0	71	984	93	× 小
	R2	2.0	30	422	39	× 小

(3) 中後期剤の効果

中後期剤の除草効果を表-6に示す。バサグラン粒剤は、無処理区対比の残草乾物重が0%～t、残草本数が0～2%と、SU抵抗性ウキアゼナに対し高い除草効果を示した。バサグラン粒剤の有効成分は、ペンタゾンナトリウム塩である。

一方、ピリミスルファンのみを含むアトトリ1キロ粒剤は、無処理区対比の残草乾物が12～37%、残草本数も19～57%と多く除草効果が低かった。また、ペノキススラム、ダイムロンの2成分を含むフォローアップ1キロ粒剤も、無処理区対比の残草乾物が30～71%、残草本数も39～93%と多く除草効果が低かった。

3. 考察

(1) これまでにSU抵抗性ウキアゼナに対して効果が確認されている成分は、ペントキサゾン、カフェンストール+ベンゾビシクロン、フェントラザミド+ベンゾフェナップが報告されている(緒方2010; 清水ら2009)。今回試験した初期剤のメテオ1キロ粒剤はペントキサゾン、初中期一発剤のパンチャー1キロ粒剤はフェントラザミドとベンゾフェナップを含んでおり、これらの成分が高い除草効果を示すことを再確認し

た。

(2) ピラクロニルは、雑草の発生始期処理でノビエをはじめ多くの草種に効果が高く、SU抵抗性雑草にも活性が高いと報告されている(牛口ら2014)。今回の試験では、初期剤の兆フロアブル、初中期一発剤のメガゼータ1キロ粒剤、銀河1キロ粒剤に含まれ、全ての除草剤が高い除草効果を示した。これらのことから、共通して含まれるピラクロニルが、SU抵抗性ウキアゼナに対し高い除草効果を示すと考えられた。

(3) フェノキサスルホンは、ノビエや主要一年生広葉雑草に効果が高く、SU抵抗性雑草にも有効であると報告されている(藤波ら2019)。KIH-1419-1キロ粒剤は、フェノキサスルホンのみを含む除草剤であり、一般には流通していないが、高い除草効果を示した。このことから、本成分を含む除草剤は、SU抵抗性ウキアゼナに対し高い除草効果が期待できると考えられた。

(4) パンチャー1キロ粒剤の結果から、フェントラザミド+ベンゾフェナップの効果を再確認した。フェントラザミドについては、イノーバDXアップ1キロ粒剤がフェントラザミド以外に3成分を含む除草剤であるが、残草本数が多く、除草効果が低かったことか

ら、フェントラザミドのみの効果ではSU抵抗性ウキアゼナの除草効果は不十分である。また、フェントラザミドの他にトリアファモン、フェンキノトリオンを含むカウンスルエナジー1キロ粒剤が高い除草効果を示した。前述のとおり、トリアファモンは広葉に対する除草効果が低いとされているため、フェントラザミドとフェンキノトリオンの組み合わせ、またはフェンキノトリオンの除草効果が高いと推察された。しかし、今回の試験ではフェンキノトリオン単独の効果確認ができなかったため、更なる検討が必要である。

(5) ペンタゾンナトリウム塩は、中後期剤のバサグラン粒剤に含まれ、高い除草効果を示した。このことから、トリケトン系以外で中後期に使用できる剤として有効であると考えられた。

(6) プロピリスルフロンは、SU系の除草剤成分ではあるものの、SU抵抗性雑草にも除草効果を示すと報告されている(田中ら2012)。しかし、プロピリスルフロンのみを含む初中期一発剤のゼータワン1キロ粒剤の結果では、残草乾物重は低かったものの、残草本数が多くSU抵抗性ウキアゼナに対する除草効果は低かった。

(7) ピリミスルファンは、粒剤の結果で発生前から3葉期までの処理において、残草乾物重のみで評価

した場合、高い除草効果が報告されている(住吉 2010)。しかし今回の試験では、ピリミスルファンのみを含む初中期一発剤のベストパートナー1キロ粒剤および、中後期剤のアトリ1キロ粒剤を供試した結果、残草乾物重および残草本数が多く、SU抵抗性ウキアゼナに対し除草効果が低かった。

- (8) ペノキスラムは、ノビエ、一年生広葉雑草および多年生雑草まで幅広い殺草スペクトラムをもつと報告されている(白石 2005)。しかし、ダイムロンとペノキスラムの2成分を含む中後期剤のフォローアップ1キロ粒剤の結果では、残草乾物重および残草本数が多く、SU抵抗性ウキアゼナに対し除草効果が低かった。

4. まとめ

鹿児島県に発生したSU抵抗性ウキアゼナに対し、残草乾物重および残草本数の結果から評価を行い、除草効果の高い除草剤および成分について明らかにした。その中で、一部のインド型品種が感受性を示すトリケトン系の成分を含まない除草剤は、初期剤ではメテオ1キロ粒剤と兆フロアブル、初中期一発剤ではKIH-1419-1キロ粒剤、メガゼータ1キロ粒剤、銀河1キロ粒剤、パンチャー1キロ粒剤、カウンス

ルエナジー1キロ粒剤、中後期剤ではバサグラン粒剤であった。これらのことから、トリケトン系以外の成分としてペントキサゾン、ピラクロニル、フェノキサスルホン、ベンタゾンナトリウム塩がSU抵抗性ウキアゼナに対し高い除草効果を示すと考えられた。また、フェントラザミド+ベンゾフェナップの有効性も再確認され、フェントラザミド+フェンキノトリオンの組み合わせ、またはフェンキノトリオンの除草効果が高いと推察された。

現在、生産現場では業務加工用向け品種や飼料用稲としてインド型由来の多収性品種が栽培されており、今回トリケトン系の除草剤成分を含まずに、SU抵抗性ウキアゼナに対して除草効果の高い除草剤が明らかとなったことから、水稻生産における栽培の安定化がより一層図られると考えられる。

謝辞

試験実施にあたり除草剤の提供を頂いたメーカー各位、公益財団法人日本植物調節剤研究協会福岡研究センターの山口晃氏(当時)から助言を頂いた。ここに記して深く感謝の意を表します。

本試験は、公益財団法人日本植物調節剤研究協会の「2019年～2020年度植物調節剤の研究開発事業に関わる試験研究課題」の助成を受け実施しました。

引用文献

- 伊藤健二ら 2009. 鹿児島県の水田に発生したSU抵抗性ウキアゼナに対する各種除草剤の効果 1 SU抵抗性検定と有望除草剤の選定. 雑草研究 54(別), 20.
- 清水洋之ら 2009. 鹿児島県の水田に発生したSU抵抗性ウキアゼナに対する各種除草剤の効果 2 有望除草剤の現地試験. 雑草研究 54(別), 21.
- 緒方寿明 2010. 鹿児島県におけるスルホニルウレア抵抗性ウキアゼナの発生状況と防除対策. 植調 44(7), 267-273.
- 住吉正 2013. 地上部再生法によるウキアゼナのスルホニルウレア系除草剤抵抗性簡易検定. 雑草研究 58(1), 10-13.
- 杉浦健司ら 2021. 水稻用除草剤トリアファモンの開発. 雑草研究 66(2), 72-76.
- 松永敦 2019. 新規水稻用除草剤フェンキノトリオンの生物活性. 日本農業学会誌 44(2), 196-201.
- 田中易ら 2012. 水稻除草剤プロピリスルフロンの研究開発. 雑草研究 57(2), 56-60.
- 住吉正 2010. 水田帰化雑草ウキアゼナに対する各種除草剤の殺草効果. 日本作物学会九州支部会報 76, 41-44.
- 白石郁雄 2005. 新規水稻用除草剤ペノキスラム(DASH-001SC)の開発とその特性について. 日本農業学会誌 30(3), 265-268.
- 牛口良夫ら 2014. 水稻用除草剤ピラクロニルの開発と普及. 雑草研究 59(2), 106-111.
- 藤波周 2019. 水稻用除草剤「フェノキサスルホン」の開発. 日本農業学会誌 44(2), 162-163.