

愛知県の水田畦畔における グリホサート抵抗性 ネズミムギの防除法

愛知県農業総合試験場
作物研究部作物研究室
森崎 耕平

はじめに

近年、グリホサートに抵抗性を有するネズミムギ (*Lolium multiflorum* Lam.) の発生が確認され (Niinomi *et al.* 2013), 愛知県では2015年頃に西三河地域の水田畦畔でグリホサート抵抗性ネズミムギの発生が確認された (井手ら 2015)。その後の調査で、愛知県西三河地域では水田畦畔だけでなくコムギ圃場の周縁部やコムギ圃場内、水稲不耕起V溝直播栽培 (以下、水稲V直) 圃場内でも発生が確認された (森崎ら 2018)。グリホサート抵抗性ネズミムギは水田畦畔の防除に多く用いられているグリホサート剤を散布した場合でも生残するため、除草剤による省力的な防除が難しくなっている。愛知県や静岡県ではグリホサート抵抗性ネズミムギに対してグルホシネート剤の効果が不十分であると報告されており (井手ら 2015; 市原ら 2018; Ichihara *et al.* 2020), 除草剤による省力的な防除をさらに難しくし

ている。

本試験では、表-1に示した除草剤を用いて、静岡県で効果の高かったDBN粒剤とフルアジホップP乳剤を組み合わせた体系処理 (宮田ら 2015; 静岡県農林技術研究所 2020) のほか、低コストな体系処理として、より安価なジクワット・パラコート液剤による体系処理の処理時期と防除効果について検討した。また散布労力の省力化が可能な新たな防除法の開発を目的に、1回処理でも有効な除草剤を選定し、現地水田畦畔においてその処理時期と防除効果について検討した。

なお、本稿は雑草研究 68 巻 3 号に掲載された論文 (森崎ら 2023) を一部改変し、試験結果の状況写真を加えるなどしたものである。

材料および方法

試験1：体系処理による防除効果

2014年から2018年にかけてグリホサート抵抗性ネズミムギが優占して

いる水田畦畔で試験を実施した。各年次における体系処理の試験場所、処理内容を表-2に示した。液剤、乳剤、水溶剤、水和剤は散布液量100L/10aとした。幅1mで長さ50~100mの1本の水田畦畔の中で、ネズミムギの発生が均一な箇所を区切って処理区 (面積2.5㎡) とし、各処理につき2反復を設けた。各処理区に50cm四方の枠を設置し、除草剤の処理直前と処理後の5月中旬~6月上旬にネズミムギの被度を調査した。ネズミムギの被度は枠内のネズミムギが地面を被覆している割合を目視により評価した。草丈は枠内のネズミムギ5個体の平均値とし、5個体未満の場合は全個体の平均値とし、除草剤の処理直前に計測した。2014~2015年、2016年および2017年の1回目処理時は遠観で各処理区に大きな差がみられなかったため、畦畔全体で1処理区のみネズミムギの草丈を調査した。2014~2015年および2016年の被度も同様の理由で各処理につき1反復のみ調査した。

表-1 供試した薬剤名、製剤投入量、有効成分量および処理内容の略称 (森崎ら 2023)

略称	薬剤名	処理内容		有効成分量 kg ai/ha
		製剤投入量 /10a	散布液量 /10a	
DP	ジクワット7.0%・パラコート5.0%液剤	1000ml	100L	ジクワット 0.7, パラコート 0.5
DP2	ジクワット7.0%・パラコート5.0%液剤	2000ml	150L	ジクワット 1.4, パラコート 1.0
Glu	グルホシネート液剤	500ml	100L	グルホシネート0.93
Gly	グリホサートカリウム塩48%液剤	500ml	100L	グリホサートカリウム塩 2.4
DBN	DBN4.5%粒剤	8kg	— *2	DBN 3.6
FP, FP+, FP+(4) *1	フルアジホップP17.5%乳剤	400ml	100L	フルアジホップP 0.7
SCL	塩素酸塩水溶剤	15kg	100L	塩素酸ナトリウム 90
SCL0.5	塩素酸塩水溶剤	7.5kg	100L	塩素酸ナトリウム 45
QE	キザロホップエチル7.0%水和剤	1000ml	100L	キザロホップエチル 0.7

*1 「FP+」は、フルアジホップP17.5%乳剤に展着剤ポリオキシエチレンオクチルフェニルエーテル50%を散布液10Lあたり5ml加用したことを示す。「FP+(4)」はFP+の処理が4月であることを示す。

*2 「—」は粒剤を散布処理したことを示す。

表-2 体系処理における試験年次、場所、処理日および処理内容（森崎ら 2023）

年次	場所	体系	1回目処理		2回目処理	
			処理日 月/日	処理内容 *	処理日 月/日	処理内容 *
2014 ~2015	安城市 水田畦畔A	DP-DP Glu-Glu Gly-Gly 無処理	10/30	DP Glu Gly —	4/2	DP Glu Gly —
2016	安城市 水田畦畔B	DP-DP DBN-FP 無処理	1/15	DP DBN —	4/15	DP FP —
2017	安城市 水田畦畔C	DP-DP 無処理	1/13	DP —	2/16	DP —
2018	安城市 水田畦畔D	DP-DP DBN-FP+ 無処理	2/1	DP DBN —	2/19	DP FP+ —

* 第1表を参照。「—」は無処理を示す。

表-3 1回処理における試験年次、場所、処理内容および処理日（森崎ら 2023）

年次	場所	処理内容 *1	処理日 *2 月/日
2016	場内 コンクリート枠	FP, SCL, DBN, DP2, DP 無処理	2/16 —
2017	場内 コンクリート枠	FP+, QE 無処理	2/15 —
	安城市 水田畦畔C	FP+, SCL, SCL0.5, DBN, DP 無処理	1/13 —
		FP+, SCL, DBN, DP 無処理	2/16 —
2018	安城市 水田畦畔D	FP+ SCL FP+(4) 無処理	2/1 2/2 4/4 —

*1 第1表を参照。

*2 「—」は無処理を示す。

試験 2：1 回処理で有効な除草剤の選定

2016年および2017年に、水田畦畔用除草剤を用い、2月中旬における1回処理の効果を検討した。試験は愛知県農業総合試験場作物研究部作物研究室内のコンクリート枠で実施した。2014年6月に安城市の現地水田畦畔から採種し、2014年9月24日に播種後、自然更新させたグリホサート抵抗性ネズミムギを用いた。各年次における処理内容を表-3に示した。コンクリート枠内(1.8m×1.8m)を0.54㎡(0.6m×0.9m)ずつ区切り、各処理につき2反復を設けた。コンクリート枠内は平坦であった。散布液量は、DP2のみ150L/10aとし、その他は100L/10aとした。除草剤の処理時に

各処理区に30cm四方の枠を設置し5個体平均草丈と被度を調査し、5月中旬または6月中旬の調査では、30cm四方の枠内のネズミムギの被度と乾物重を調査した。乾物重は、刈り取ったネズミムギの地上部を、80℃で48時間乾燥後に測定した。ネズミムギの被度は、ネズミムギが地面を被覆している割合を目視により評価した。

試験 3：現地畦畔での1回処理による防除効果

2017年および2018年に、愛知県安城市の水田畦畔において、2016年および2017年の場内試験で供試した除草剤を用いて1回処理による防除効果を比較した。各年次における処理内容を表-3に示した。試験1と同様に草丈や被度を調査し、除草剤を散布

した。水田畦畔の端(耕地との境界部分)には傾斜が急な肩の部分が存在し、平坦ではなかった。2016年の処理時の草丈は、遠観で大きな差がみられなかったため、畦畔全体で1処理区のみ調査した。

処理翌年のネズミムギの発生状況を調査するため、前年の処理区の場所が特定できた2017年1月13日処理のFP+, SCL, DBN区と無処理区において、2018年1月31日に各処理区に自然発生したネズミムギの被度を調査した。2017年5月18日以降は、各処理区ともに5月下旬と7月中旬にグリホサート剤を処理し、他の除草剤処理や草刈りは実施しなかった。

結果と考察

試験 1：体系処理による防除効果

処理時および処理後のネズミムギの草丈、被度を表-4に示す。2014年から2018年のいずれの試験においても2回目の除草剤処理後、最終調査の間にネズミムギの出芽は認められなかった。

同一剤を連用した2014年~2015年の試験では、6月8日の最終調査でのネズミムギの被度は「Gly-Gly」体系は95%で無処理の98%と同等であり、グリホサート抵抗性ネズミムギが優占していた水田畦畔であった。「Glu-Glu」体系におけるネズミムギの被度は、1回目処理時から2回目処理時は減少したものの、2回目処理時から6月8日

表-4 体系処理における試験年次、場所と各調査日におけるグリホサート抵抗性ネズミムギの草丈、被度（森崎ら 2023）

年次	場所	体系	1回目処理時 *1			2回目処理時 *1,2			5月中旬～6月上旬 *1		
			調査日	草丈 cm	被度 %	調査日	草丈 cm	被度 %	調査日	被度 *3 %	
2014 ～2015	安城市 水田畦畔A	DP-DP			35		19	5 (±0)		2 (±2) a	
		Glu-Glu	10/30	20	35	4/2	20	10 (±0)	6/8	58 (±3) b	
		Gly-Gly			40			26		45 (±0)	95 (±0) c
		無処理			30			33		50 (±0)	98 (±3) c
2016	安城市 水田畦畔B	DP-DP			100		28	55 (±10)		65 (±0) b	
		DBN-FP	1/15	20	80	4/15	29	20 (±10)	6/7	3 (±2) a	
		無処理			80			47		75 (±5)	80 (±0) c
2017	安城市 水田畦畔C	DP-DP	1/13	24	50 (±0)	2/16	5	5 (±0)	5/18	10 (±0) a	
		無処理			60 (±0)			28		80 (±0)	98 (±3) b
2018	安城市 水田畦畔D	DP-DP			17		5	5 (±0)		15 (±0) a	
		DBN-FP+	2/1	21	63 (±23)	2/19	20	10 (±0)	6/5	15 (±2) a	
		無処理			24			53 (±3)		—	—

*1 2014～2015年，2016年，2017年の1回目処理時の草丈はネズミムギの生育が平均的であった1処理区のみでの調査。2014～2015年，2016年の1回目処理時の被度は各処理で1反復のみでの調査。被度の値は平均値（±標準偏差）。

*2 「—」は調査データなし。

*3 異なる英数字間は，各年次の処理間において5%水準で有意であることを示す（Tukey法）。

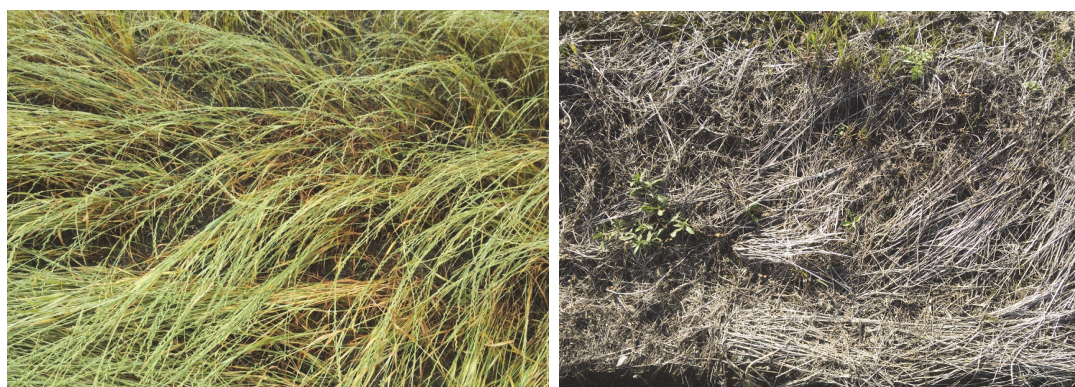


図-1 2014～2015年試験における無処理（左）と「DP-DP」体系（右）（2015年6月8日）



図-2 2016年試験における無処理（左）と「DBN-FP」体系（右）（2016年6月7日）

までは大幅に増加した。その原因として，試験した水田畦畔にグリホサート剤に抵抗性を有するネズミムギが存在した可能性が考えられる。

「DP-DP」体系の最終調査におけるネズミムギの被度は，2014～2015年が2%と最も低く（図-1），次いで2017年の10%，2018年の

15%となっていた。2016年が65%と最も高くなった。1回目の処理の効果が高かったのは，2014～2015年，2017年，2018年であり，特に1回目処理の効果が高かったため，2回目処理時の被度が低かった。2016年は1回目の処理時のネズミムギの被度が高く，2回目処理時の草丈が長かった

ため，効果が劣ったと考えられる。同体系での防除効果を高めるためには，1回目と2回目の処理時期をネズミムギの草丈が20cm程度より低く，被度が低い（50%以下）時期とすることが重要と考えられる。

「DBN-FP」体系の最終調査におけるネズミムギの被度は，2016年が3%

表-5 1 回処理における試験年次、場所と各調査日におけるグリホサート抵抗性ネズミムギの草丈、被度および乾物重（森崎ら 2023 を一部改変）

年次	場所	処理内容	処理時		5月中旬～6月中旬				
			調査日	草丈 *1	調査日	被度 *2		乾物重 *2	乾物重の無処理区比
				cm		%	%		
2016	場内 コンクリート枠	FP	2/16	24	6/10	93 (±7)	7 (±3) a	13.4 (±9.1) a	5
		SCL				95 (±5)	2 (±1) a	20.6 (±8.6) a	7
		DBN				85 (±10)	5 (±3) a	32.3 (±0.7) a	11
		DP2				70 (±20)	18 (±3) a	45.8 (±4.8) a	16
		DP				68 (±13)	30 (±15) a	97.4 (±17.0) b	34
	無処理	70 (±20)	80 (±10) b	288.2 (±14.3) c	100				
2017	場内 コンクリート枠	FP+	2/15	26	5/15	60 (±10)	3 (±3) a	10.7 (±10.4) a	2
		QE				58 (±12)	7 (±2) a	43.8 (±14.1) a	8
		無処理				45 (±5)	80 (±10) b	568.7 (±32.0) b	100

*1 1回目処理時のネズミムギの草丈は、2016年は生育が平均的であった1処理区のみ調査、2017年は各処理で1反復のみの調査。

*2 値は平均値（±標準偏差）。異なる英数字間は、処理年ごとに各処理間において、5%水準で有意であることを示す（Tukey法）。「-」は調査データなし。

と低く（図-2）、DBN 処理から FP 処理までの期間を短縮した 2018 年で 15%であった。2016 年は、1 回目処理時の被度が 80%と高かったにも関わらず、防除効果が高かった。1 回目処理時の被度が高い場合には「DP-DP」体系より「DBN-FP」体系が効果的であると考えられる。また、「DBN-FP」体系では、DBN 処理からの期間が短い場合、FP 処理の効果が不十分になることが示唆されたため、DBN 処理からある程度の期間を空けて FP 処理をする必要がある。

試験 2：1 回処理で有効な除草剤の選定

調査結果を表-5 に示した。2016 年および 2017 年の試験では、全ての供試薬剤で処理後のネズミムギの出芽は認められなかった。

2016 年の試験では、6 月 10 日におけるネズミムギの被度と地上部乾物重は FP、SCL、DBN、DP2 で有意差はないものの、被度 DP2 の 18%に対して、FP で 7%、SCL で 2%、DBN で 5%と低かった。DP2 は DP と比較して被度が低かったが、FP、SCL および DBN には及ばなかった。

2017 年の試験では、5 月 15 日におけるネズミムギの地上部乾物重は対無処理区比で FP+ は 2%、QE は 8%と無処理区と比べて有意に少なくなり、

被度もそれぞれ 3%、7%と低かった。

2016 年と 2017 年の場内試験の最終調査で被度が 5%以下となった FP+、SCL、DBN が「DP-DP」や「DBN-FP」体系と同等の効果があり有望と判断した。

試験 3：現地畦畔での 1 回処理による防除効果

調査結果を表-6、図-3、図-4 に示した。2017 年および 2018 年の試験では、全ての供試薬剤で処理後のネズミムギの出芽はなかった。

5 月中旬～6 月中旬のネズミムギの被度は、FP+ の 2017 年の 1 月中旬、2 月中旬、2018 年の 2 月上旬での処理（草丈 20～29cm、被度 65～68%）で 1～4%と低く、防除効果が高かった。一方で 2018 年の 4 月処理の FP+(4) は、被度が 40%と高く、防除効果が低かった。処理時の長い草丈や出穂に近づいているネズミムギの生育進度のちがいが要因である可能性がある。

SCL の 2017 年 1 月中旬と 2018 年 2 月初旬の処理（草丈 20～24cm、被度 55～63%）で 0～5%と低く、安定的にネズミムギを防除可能と考えられた（表-5）。それに対して、2 月中旬の SCL 処理では、処理時の草丈が 28cm、被度が 88%と高かったため、効果が劣った可能性がある（表-5）。

また、低コスト化を念頭に置いて実施した SCL0.5 は被度が 50%と高く、半量では防除効果が低いことが明らかとなった（表-5）。

1 回処理は除草剤の散布回数が 1 回のため、体系処理と比較して省力的にネズミムギを防除可能である。土壌処理効果を持つ SCL、DBN の他に茎葉処理剤の FP+ においても 1 回処理後に出芽したネズミムギが認められなかったことから、愛知県の水田畦畔におけるネズミムギの種子は 1 月中旬頃までに出芽しており、そのため、1 回処理でも防除が可能であったと考えられる。一方で DBN は試験場内の平坦な場所での防除効果が高かった（2016 年）ものの、平坦ではない現地の水田畦畔（2017 年）では効果が低かった（第 5 表）。粒剤である DBN は、急な傾斜がある水田畦畔の肩の部分に対しては均一な処理が難しく、しばしばネズミムギが生残する。静岡県の実験においても DBN の散布ムラによるネズミムギの生残が指摘されている（宮田ら 2015）。そのため、DBN は 1 回処理ではなく、FP+ 等との体系処理とすることが必要である。

2017 年 1 月処理で効果の高かった FP+、SCL の処理翌年におけるネズミムギ被度は、無処理に比べて顕著に低くなっており（表-5）、単年の徹底した防除によりネズミムギの発生を大幅

表-6 現地水田畦畔での1回処理における試験年次、場所と各調査日におけるグリホサート抵抗性ネズミギの草丈、被度(森崎ら2023を一部改変)

年次	場所	処理内容	処理時		5月中旬～6月中旬		処理翌年		
			調査日	草丈 *1	被度 *2	調査日	被度 *2	調査日	被度 *2
				cm					
2017	安城市 水田畦畔C	FP+	1/13	23	65 (±15)	5/18	1 (±0) a	1/31	3 (±1) a
		SCL		24	55 (±3)		0 (±0) a		3 (±1) a
		SCL0.5		26	70 (±3)		50 (±0) b		—
		DBN		23	65 (±10)		20 (±0) ab		68 (±3) b
		DP		24	50 (±5)		50 (±0) b		—
	無処理	24	60 (±0)	98 (±3) c	83 (±3) c				
	安城市 水田畦畔D	FP+	2/16	29	65 (±5)	5/18	4 (±1) a	調査なし	—
		SCL		28	88 (±3)		18 (±3) a		—
		DBN		29	78 (±3)		25 (±5) a		—
		DP		27	65 (±10)		65 (±5) b		—
無処理		28		80 (±0)	98 (±3) c		—		
2018	安城市 水田畦畔D	FP+	2/1	20	68 (±13)	6/5	3 (±3) a	調査なし	—
		SCL	2/2	20	63 (±8)		5 (±0) a		—
		FP+(4)	4/4	33	48 (±3)		40 (±10) b		—
		無処理	2/1	25	53 (±13)		100 (±0) c		—

*1 1回目処理時のネズミギの草丈は、2017年、2018年は各処理で1反復のみの調査。

*2 値は平均値(±標準偏差)。異なる英数字間は、2017年は処理日ごとに各処理間において、2018年は各処理間において5%水準で有意であることを示す(Tukey法)。「—」は調査データなし。



図-3 2017年試験(1月13日処理)における無処理(左)、SCL(中)、FP+(右)(2017年5月18日)



図-4 2017年試験(1月13日処理)の無処理(左)、SCL(中)、FP+(右)の1年後(2018年1月31日)

に減らすことができると考えられる。

まとめ

本研究において展着剤を加用したフルアジホップP乳剤(1月中旬～2月中旬)や塩素酸塩水溶剤(1月中旬

～2月初旬)の1回処理でも体系処理と同等の防除効果があることが明らかとなった。体系処理では1月中旬頃のDBN粒剤と4月中旬頃のフルアジホップP乳剤の体系処理の他に、低コストな体系処理として、ジクワット・パラコート液剤を10月末頃と4

月初め頃を目安として処理する体系処理も高い効果を示した。ジクワット・パラコート液剤による体系処理では1回目の処理を効果的な時期(草丈20cm以下かつ被度50%以下)に実施してネズミギの被度を低く抑え、ネズミギが再生して草丈が20cm程度

になった頃に2回目の処理をすることで高い防除効果を得ることができると。これらの体系処理や1回処理により、短期間にネズミムギの発生量を著しく減少させることができる可能性がある。ただし、同じ除草剤の連用はネズミムギが新たな抵抗性を獲得する危険性があるため、年次によって体系処理や1回処理を交互に実施するなどの配慮が必要である。また、年次や地域によってネズミムギの生育状態が異なるため、それに合わせて除草剤の処理時期を検討する必要がある。

本研究は公益財団法人日本植物調節剤研究協会「植物調節剤の開発事業に関わる試験研究課題」により実施した。

引用文献

- 市原実・宮田祐二・石田義樹・小池清裕・山下雅幸・澤田均 2018. 静岡県中遠地域の水田周辺部におけるグリホサート抵抗性ネズミムギ (*Lolium multiflorum* Lam.) の発生実態. 雑草研究 63, 109-112.
- Ichihara, M., T. Tominaga, M. Yamashita and H. Sawada 2020. Emergence of Glyphosate-resistant Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum*) populations in Japanese pear orchards in Japan and their Responses to several foliar-applied herbicides. JARQ 54, 129-135.
- 井手康人・平岩確・船生岳人・黒野綾子・野々山利博・加藤満 2015. 愛知県安城市の水田におけるグリホサート低感受性ネズミムギの発生状況と防除法. 愛知農総試研報 47, 123-126.
- 宮田祐二・井鍋大祐・白鳥孝太郎・市原実・鈴木亨 2015. 水田畦畔におけるグリホサート抵抗性ネズミムギの防除法. 研究成果情報. [http://www.agri-exp.pref.](http://www.agri-exp.pref.shizuoka.jp/report/report00004.html)

[shizuoka.jp/report/report00004.html](http://www.agri-exp.pref.shizuoka.jp/report/report00004.html) (2023年2月2日アクセス確認)

- 森崎耕平・井手康人・平岩確・船生岳人・黒野綾子・山下有希・池田彰弘 2018. 愛知県内の水田におけるグリホサート抵抗性ネズミムギの発生実態. 愛知農総試研報 50, 59-61.
- 森崎耕平・井手康人・伊藤幸司 2023. 愛知県の水田畦畔におけるグリホサート抵抗性ネズミムギの防除法. 雑草研究 68, 133-139.
- Niinomi, Y., M. Ikeda, M. Yamashita, Y. Ishida, M. Asai, Y. Shimono, T. Tominaga and H. Sawada 2013. Glyphosate-resistant Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) on rice paddy levees in Japan. Weed Biol. Manag. 13, 31-38.
- 静岡県農林技術研究所 2020. 静岡県農林技術研究所成果写真集: 水田に多発する雑草ネズミムギの新しい防除法. <https://www.agri-exp.pref.shizuoka.jp/photo00280.html> (2023年2月2日アクセス確認)