

除草剤の効果と処理後の散水による影響調査

村山和晃，藤田智紀，泉澤努，工藤幹子，佐々木千潮，笹沼伸一郎

独)農林水産消費安全技術センター 農薬検査部

有効成分が雑草の茎葉から吸収されて効果を発現する除草剤は、対象となる雑草に散布液が一定時間以上留まることが必要である。近年は夏場に突然の降雨も頻発することから、除草剤使用後の降雨までの時間の違いがどの程度効果に影響を及ぼすかに関する知見は、除草剤の効率的な使用にも資すると考えられる。そのため、除草剤の効果と雨の関係に関する情報を得ることを目的に、除草剤処理後に降雨を想定した散水を行い、除草剤の効果にどの程度影響するのか調査を行った。その結果、除草剤処理1時間後の散水処理は除草剤の効果に影響はなかった。一方、除草剤処理5分後の散水処理は除草剤の効果に影響を与えた。また、降雨による除草剤の効果への影響には除草剤の有効成分の log Pow と植物種が関与していると考えられた。

Keywords: 除草剤, 降雨, 散水, クロタラリア, エンバク

緒 言

有効成分が雑草の茎葉から吸収されて効果を発現する除草剤は、対象となる雑草に散布液が一定時間以上留まることが必要である。近年は夏場に突然の降雨も頻発することから、除草剤使用後の降雨までの時間の違いがどの程度効果に影響を及ぼすかに関する知見は、除草剤の効率的な使用にも資すると考えられる。そのため、除草剤の効果と雨の関係に関する情報を得ることを目的に、除草剤処理後に降雨を想定した散水を行い、除草剤の効果にどの程度影響するのか調査を行った。

材料および方法

1 供試材料

1.1 供試除草剤

2021年度はグルホシネートを含有する除草剤1種類を選定した。

2022年度は2021年度に供試したグルホシネートを含有する除草剤1剤に加えて、グリホサートカリウム塩を含有する除草剤1剤、グリホサートイソプロピルアミン塩を含有する除草剤1剤、アシラムを含有する除草剤1剤の合計4種類の除草剤を選定した。

供試除草剤は、降雨に関する注意事項が付されているものから選定した。なお、使用方法は農薬登録の範囲内で行った。散布器具はハンドスプレーを用いた。

1.2 供試植物

供試植物は、2021年度はクロタラリア (品種:ネコブキラー, タキイ種苗株式会社)を、2022年度は2回試験を行い、試験1ではクロタラリア (品種:ネコブキラー, タキイ種苗株式会社)を、試験2ではエンバク (品種:KSO-OT3, カネコ種苗株式会社)を用いた。

1.3 散水器具

降雨を再現するために、散水ノズル (TRCN-ST, 株式会社テクノコア)を用いた。株式会社テクノコアの人工降雨システム「レインカーテン」標準ノズルテストデータ (垂直下向き散水、高さによる影響)¹⁾を参考に、散水量および散水範囲を検討し、2021年度は2個を20cm間隔、高さ2mに、2022年度は3個を10cm間隔、高さ2mに設置した。

2 試験方法

試験場所は、東京都小平市に所在するFAMIC農薬検査部のビニールハウス (全体面積0.7a (5.4m×13m))を用いた。

2.1 2021年度試験

2021年度はビニールハウス1棟当たり、①除草剤処理後に散水処理をした区 (処理区)、②除草剤処理後に散水処理をしなかった区 (対照区)、③除草剤処理および散水処理をしなかった区 (無処理区)の3種類の試験区を設定した。1試験区の面積は0.25m² (0.5m×0.5m)とし、配置は図1のとおり各4反復とした。ビニールハウスは3棟使用し、ビニールハウス毎に、

除草剤処理後から散水处理までの時間を1,3,6時間とした。試験スケジュールは表1のとおりとした。

各試験区に除草剤を処理し、1,3,6時間後に処理区にのみ1時間散水处理をした。また、試験区内に升(68mm×68mm)を配置し、散水開始から30分間の散水量を計測した。除草剤処理約2週間後に供試植物の外観を肉眼観察した後、地際で刈取り、本数および生重量を測定した。処理区および対照区の残草量について、無処理区の生重量に対する処理区および対照区の生重量の比より算出した。また、刈り取った植物体は80℃で3日以上乾燥した後、乾燥重量を測定した。なお、乾燥重量の結果は参考とし、評価には用いなかった。

2.2 2022年度試験

2021年度の結果を踏まえて、2022年度は、処理から降雨までの時間がさらに短い場合の影響と、有効成分が異なる場合の影響、供試植物の違いによる影響について調査することとした。2022年度はビニールハウス1棟当たり、①除草剤処理後に散水处理をした区(処理区)、②除草剤処理後に散水处理をしなかった区(対照区)、③除草剤処理および散水处理をしなかった区(無処理区)の3種類の試験区を設定した。ビニールハウスは合計3棟を使用し、3反復とした。1試験区の面積は0.25m²(0.5m×0.5m)とし、配置は図2のとおりとした。試験スケジュールは表1のとおりとした。

各試験区に除草剤を処理し、5分後に処理区にのみ1時間散水处理をした。また、試験区内に升(68mm×68mm)を配置し、散水開始から30分間の散水量を計測した。除草剤処理約2週間後に供試植物の外観を肉眼観察した後、地際で刈取り、本数および生重量を測定した。処理区および対照区の残草量について、無処理区の生重量に対する処理区および対照区の生重量の比より算出した。さらに80℃で3日以上乾燥した後、乾燥重量を測定した。なお、乾燥重量の結果は参考とし、評価には用いなかった。

2.3 肉眼観察による供試植物の外観の評価

供試植物の外観の評価は除草剤の効果が強く発現している順に、①「完全枯死」(全て枯死した)、②「枯死」(一部の株が枯死した)、③「褐変」(枯死はしていないが、葉の一部が褐変した)、④「健全」(全て健全に生育した)の4段階で評価した。

2.4 残草量による除草効果の評価

除草剤の雑草に対する効果の評価は農薬(製剤)の薬効及び薬害の試験方法等に関する審査ガイダンス(以下、薬効・薬害ガイダンスという。)を参考にした。薬効・薬害ガイダンスにおいて、除草剤の雑草に対す

る効果は、無処理区に対して、①残草量が10%以下の場合、「十分な効果が認められる」、②10%を超えて20%以下の場合、「効果が認められる」、③20%を超えて40%以下の場合、「一定程度の効果が認められる」、④40%を超えている場合は、「効果は認められない」、の4段階で評価されている。²⁾

結果および考察

1 散水量

2021年度試験の散水量は、除草剤処理から散水处理までの時間が1,3,6時間としたビニールハウスの順に23.3,21.6,39.8mm/hだった。

2022年度試験の散水量は反復毎に試験1では21.6,32.5,29.0mm/h、試験2では25.7,20.4,31.0mm/hだった。

気象庁より雨の強さが示されており³⁾、今回の試験の散水量はいずれの年の試験も「強い雨」または「激しい雨」に相当することから、散水量は十分であったと考えられる。

2.1 2021年度試験の結果および考察

2021年度の試験結果を表2および図3に示す。除草剤処理約2週間後の外観は、除草剤処理1,3,6時間後において、全て「完全枯死」となり、処理区と対照区に差は認められなかった。

グルホシネートを含有する除草剤の処理区と対照区の生重量の残草量による除草効果を比較すると、除草剤処理から散水处理までの時間が1時間の処理区は12.1%、対照区は10.9%、3時間の処理区は7.4%、対照区は6.0%、6時間の処理区は9.2%、対照区は8.2%となり、処理区と対照区に差は認められなかった。

よって、除草剤処理1時間後の降雨は、グルホシネートを含有する除草剤のクロタラリアに対する効果に影響はなかったと考えられた。

2.2 2022年度試験の結果および考察

2022年度試験1の結果を表3、図4-1および図4-2に示す。除草剤処理約2週間後の外観は、除草剤処理5分後において、グルホシネートを含有する除草剤およびグリホサートイソプロピルアミン塩を含有する除草剤の処理区は「枯死」、対照区は「完全枯死」となり、グリホサートカリウム塩を含有する除草剤の処理区は「枯死」、対照区は「枯死～完全枯死」となり、処理区と対照区に差が認められた。一方、グリホサートカリウム塩を含有する除草剤は処理区、対照区ともに「枯死」となり、アシュラムを含有する除草剤は処理区、対照区ともに「褐変」となり、差は認められなかった。

各除草剤の処理区と対照区の生重量による除草効果を比較すると、グルホシネートを含む除草剤の処理区は 17.4 %、対照区は 3.2 %、グリホサートイソプロピルアミン塩を含む除草剤の処理区は 12.6 %、対照区は 3.4 %、グリホサートカリウム塩を含む除草剤の処理区は 16.2 %、対照区は 8.3 % となり、差が認められた。アシュラムを含む除草剤の処理区は 51.6 %、対照区は 38.4 % であった。対照区の効果の評価は、「一定程度の効果が認められる」、ではあるものの「効果が認められない」、となる水準である残草量 40 % に近い値となり除草剤の効果が十分に発揮されていなかった可能性が考えられた。この原因としては有効成分の効果が遅効性であり、処理後から効果を判定するまでの期間が約 2 週間では短かったと考えられる。このため、アシュラムを含む除草剤は今回の評価対象から除いた。

よって、除草剤処理 5 分後の降雨はグルホシネートを含む除草剤、グリホサートイソプロピルアミン塩を含む除草剤およびグリホサートカリウム塩を含む除草剤のクロタラリアに対する効果に影響を与えたと考えられた。

2022 年度試験 2 の結果を表 4、図 5-1 および図 5-2 に示す。除草剤処理約 2 週間後の外観は、除草剤処理 5 分後において、グルホシネートを含む除草剤、グリホサートイソプロピルアミン塩を含む除草剤およびグリホサートカリウム塩を含む除草剤の処理区は「枯死」、対照区は「完全枯死」となり処理区と対照区に差が認められた。一方、グリホサートカリウム塩を含む除草剤は処理区、対照区ともに「枯死」となり、アシュラムを含む除草剤は処理区、対照区ともに「褐変」となり、差は認められなかった。

各除草剤の処理区と対照区の生重量による除草効果を比較すると、グルホシネートを含む除草剤の処理区は 49.1 %、対照区は 11.4 %、グリホサートイソプロピルアミン塩を含む除草剤の処理区は 41.2 %、対照区は 17.8 %、グリホサートカリウム塩を含む除草剤の処理区は 24.0 %、対照区は 17.0 % となり、差が認められた。アシュラムを含む除草剤の処理区は 84.3 %、対照区は 77.9 % であった。対照区の効果の評価は「効果が認められない」となり除草剤の効果が十分に発揮されていなかった可能性が考えられる。この原因としては有効成分の効果発現が遅効的³⁾であり、処理後から効果を判定するまでの調査期間が約 2 週間では短かったと考えられる。このため、アシュラムを含む除草剤は今回の評価対象から除いた。

よって、除草剤処理 5 分後の降雨はグルホシネートを含む除草剤、グリホサートイソプロピルアミ

ン塩を含む除草剤およびグリホサートカリウム塩を含む除草剤のエンバクに対する効果に影響を与えたと考えられた。

各除草剤の処理区と対照区の除草効果の差は、表 5 のとおり、グルホシネートを含む除草剤、グリホサートイソプロピルアミン塩を含む除草剤およびグリホサートカリウム塩を含む除草剤の除草効果がクロタラリアを供試した 2022 年度試験 1 ではそれぞれ 14.3, 9.2, 7.9 % 低下し、エンバクを供試した 2022 年度試験 2 ではそれぞれ 37.7, 23.4, 7.0 % 低下した。また、有効成分が雑草の茎葉から吸収されて効果を発現する除草剤は、対象となる雑草に散布液が一定時間以上留まることが必要であり、降雨による影響の受けやすさは有効成分の水溶性が関与していることが予想されたため、各除草剤の有効成分のオクタノール/水分分配係数 (log Pow) に着目して処理区と対照区の除草効果の差をみると、表 5 のとおり、供試植物に関わらず、有効成分のオクタノール/水分分配係数 (log Pow) が小さい除草剤ほど除草効果が低下していることから、除草剤の有効成分の log Pow が降雨による除草効果への影響に関与していると考えられた。また、散水処理の除草効果への影響をクロタラリアとエンバクと比較すると、グルホシネートを含む除草剤およびグリホサートイソプロピルアミン塩を含む除草剤では、クロタラリアよりエンバクが散水によって除草効果が低下しており、このことから、植物種が降雨による除草剤の効果への影響に関与していると考えられた。

3. 結論

除草剤処理 1 時間後の散水処理は除草剤の効果に影響はなかったが、除草剤処理 5 分後の散水処理は除草剤の効果に影響を与えた。また、除草剤の有効成分の log Pow と植物種が除草剤の降雨による除草剤の効果への影響に関与していると考えられた。

引用文献

- 1) 農林水産省(2022)：農薬（製剤）の薬効及び薬害の試験方法等に関する審査ガイダンス(令和4年3月22日付け3消安第6700号農林水産省消費・安全局農産安全管理課長通知)
- 2) 気象庁：雨の強さと降り方
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/amehyo.html (2023年9月7日アクセス)

3) 日本雑草学会：除草剤解説-Asulam アシュラム、
雑草研究 Vol.44(4), 412-413(1999).

テストデータ（垂直下向き散水、高さによる影響）
<http://www.technocore.jp/image/RCNZ-004.pdf>
(2023年10月16日アクセス)

4) 人工降雨システム「レインカーテン」標準ノズル

表1. 試験スケジュール

試験名	2021年度試験	2022年度試験1	2022年試験2
供試植物	クロタラリア	クロタラリア	エンバク
は種日	2021年10月6日	2022年5月25日	2022年10月19日
除草剤及び散水処理日	2021年10月29日	2022年6月17日	2022年11月17日
供試植物回収日 生重量測定日	2021年11月12日	2022年7月1日	2022年11月30日
乾燥重量測定日	2021年11月15日	2022年7月4日	2022年12月5日

表2. 2021年度試験の結果

除草剤処理から散水処理までの時間	試験区	反復	生重量 (g)	生重量			乾燥重量 (g)	乾燥重量			供試植物の外観	供試植物の残存本数 (本)
				平均 (g)	標準偏差	残草量 (%)		平均 (g)	標準偏差	残草量 (%)		
1時間	無処理区	1	200.8	234.4	87.4	-	21.2	23.3	7.3	-	健全	144
		2	164.3				17.5					92
		3	210.4				20.5					93
		4	362.1				33.9					152
	除草剤A処理区	1	31.3	28.4	2.3	12.1	13.2	11.6	1.3	49.8	完全枯死	250
		2	26.4				11.7					201
		3	26.8				11.6					198
		4	29.2				9.9					129
	除草剤A対照区	1	32.6	25.7	6.5	10.9	12.6	9.7	2.4	41.7	完全枯死	170
		2	16.9				7.1					107
		3	27.1				10.5					143
		4	26.0				8.6					118
3時間	無処理区	1	231.3	199.0	27.3	-	22.1	19.0	2.6	-	健全	122
		2	200.5				18.7					80
		3	164.5				15.8					84
		4	199.6				19.4					105
	除草剤A処理区	1	22.1	17.3	6.2	7.4	8.9	7.9	2.1	33.9	完全枯死	160
		2	14.9				7.7					126
		3	22.4				10					184
		4	9.6				5					86
	除草剤A対照区	1	15.7	14.2	2.5	6.0	7.9	7.1	0.9	30.5	完全枯死	136
		2	12.4				6.5					98
		3	16.8				7.9					109
		4	11.8				6.1					95
6時間	無処理区	1	211.5	272.7	45.7	-	23.5	28.8	3.9	-	健全	140
		2	304.7				30.8					160
		3	310.4				32.6					184
		4	264.2				28.3					162
	除草剤A処理区	1	23.3	21.6	3.8	9.2	11.1	10.4	1.6	44.5	完全枯死	223
		2	25.6				12					235
		3	20.6				10.1					172
		4	16.8				8.2					137
	除草剤A対照区	1	24.1	19.2	4.5	8.2	12.3	9.0	2.5	38.7	完全枯死	203
		2	15.3				6.9					99
		3	15.4				7.3					93
		4	22.0				9.5					146

除草剤A：グルホシネートを含有する除草剤

表3. 2022年度試験1の結果

試験区	反復	生重量 (g)	生重量			乾燥重量 (g)	乾燥重量			供試植物 の外観	供試植物の 残存本数 (本)
			平均 (g)	標準偏差	残草量 (%)		平均 (g)	標準偏差	残草量 (%)		
無処理区	1	239.6	341.4	102.8	—	44.1	61.6	19.0	—	健全	57
	2	339.4				58.9					81
	3	445.2				81.8					69
除草剤A 処理区	1	40.0	59.6	30.6	17.4	9.7	12.5	3.7	20.2	枯死	77
	2	94.8				16.7					82
	3	43.9				11					79
除草剤A 対照区	1	9.5	10.8	1.6	3.2	8.9	10.0	1.5	16.2	完全枯死	54
	2	12.6				11.7					86
	3	10.2				9.4					71
除草剤B 処理区	1	73.8	43.1	32.1	12.6	14	10.0	4.7	16.3	枯死	67
	2	45.9				11.2					87
	3	9.7				4.9					56
除草剤B 対照区	1	10.4	11.8	3.2	3.4	9.7	11.2	3.4	18.1	完全枯死	82
	2	15.4				15					80
	3	9.5				8.8					79
除草剤C 処理区	1	64.7	55.3	9.0	16.2	13.9	13.1	0.8	21.2	枯死	88
	2	46.7				12.4					76
	3	54.6				12.9					62
除草剤C 対照区	1	56.8	28.5	24.6	8.3	14.3	13.5	2.1	21.9	枯死～ 完全枯死	58
	2	16.6				15.1					92
	3	12.0				11.1					76
除草剤D 処理区	1	202.9	176.0	44.6	51.6	37.3	31.8	7.4	51.6	褐変	89
	2	200.6				34.7					77
	3	124.5				23.3					68
除草剤D 対照区	1	109.0	131.3	22.5	38.4	22.6	26.6	3.9	43.2	褐変	64
	2	154.0				30.3					74
	3	130.8				26.9					88

除草剤A: グルホシネートを含む除草剤

除草剤B: グリホサートイソプロピルアミン塩を含む除草剤

除草剤C: グリホサートカリウム塩を含む除草剤

除草剤D: アシラムを含む除草剤

表4. 2022年度試験2の結果

試験区	反復	生重量 (g)	生重量			乾燥重量 (g)	乾燥重量			供試植物 の外観	供試植物の 残存本数 (本)
			平均 (g)	標準偏差	残草量 (%)		平均 (g)	標準偏差	残草量 (%)		
無処理区	1	283.6	221.1	54.5	-	20.2	16.6	3.1	-	健全	99
	2	196.7				15					108
	3	183.1				14.6					101
除草剤A 処理区	1	112.4	108.6	53.2	49.1	10.3	9.8	3.8	59.2	枯死	112
	2	159.8				13.4					105
	3	53.6				5.8					100
除草剤A 対照区	1	32.3	25.1	7.0	11.4	7.9	7.3	0.6	44.0	完全枯死	117
	2	24.7				7.2					107
	3	18.4				6.8					105
除草剤B 処理区	1	65.1	91.1	27.6	41.2	10.3	10.5	1.1	63.1	枯死	106
	2	88.1				9.5					108
	3	120.0				11.6					115
除草剤B 対照区	1	52.7	39.4	15.9	17.8	10.7	9.1	2.3	54.6	完全枯死	102
	2	43.7				10.1					118
	3	21.7				6.4					98
除草剤C 処理区	1	64.0	53.1	9.8	24.0	11	9.7	1.2	58.2	枯死	112
	2	50.3				8.8					95
	3	44.9				9.2					101
除草剤C 対照区	1	55.2	37.6	15.8	17.0	11.5	9.2	2.0	55.6	完全枯死	102
	2	32.9				8.2					102
	3	24.7				8					99
除草剤D 処理区	1	216.5	186.4	29.3	84.3	17.6	15.5	1.9	93.2	健全	110
	2	184.7				14.5					115
	3	157.9				14.3					105
除草剤D 対照区	1	179.0	172.3	19.1	77.9	17.3	16.1	1.1	97.2	健全	101
	2	187.1				16					109
	3	150.7				15.1					112

除草剤A: グルホシネートを含む除草剤

除草剤B: グリホサートイソプロピルアミン塩を含む除草剤

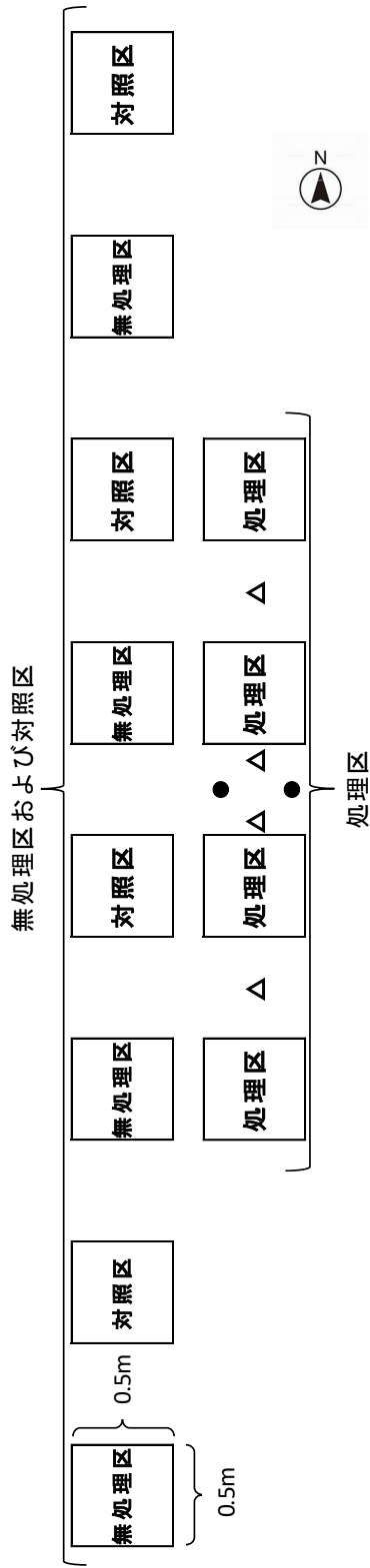
除草剤C: グリホサートカリウム塩を含む除草剤

除草剤D: アシュラムを含む除草剤

表5. 散水処理の残草量への影響

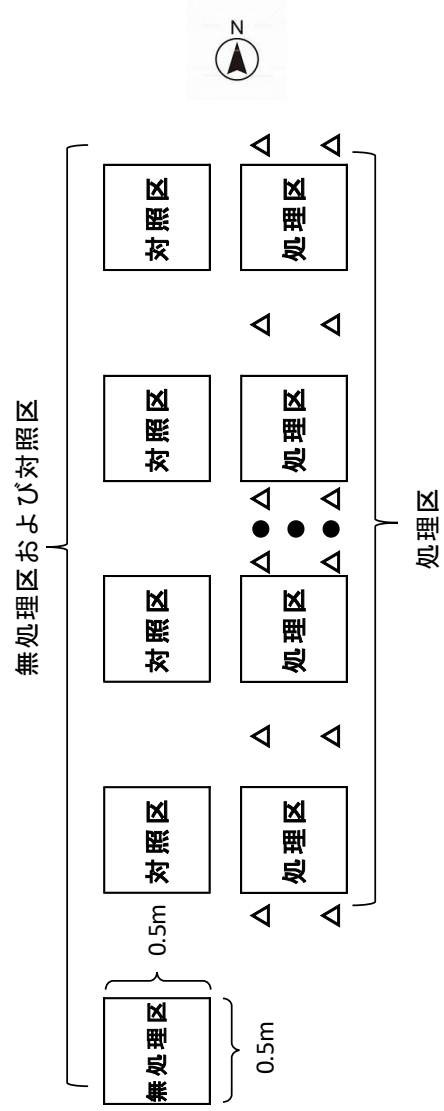
オクタノール/水分係数 (log Pow)は農薬抄録(農林水産消費安全技術センター)より抜粋

供試除草剤	有効成分名	生重量による残草量の処理区と対照区の差 (%)		オクタノール/水分係数 (log Pow)
		2022年度試験1	2022年度試験2	
除草剤A	グルホシネート	14.3	37.7	-4.01 (25 °C, pH7)
除草剤B	グリホサートイソプロピルアミン塩	9.2	23.4	-3.61 (25 °C)
除草剤C	グリホサートカリウム塩	7.9	7.0	≦ -1.3 (20 °C)



黒丸(●)は散水ノズルの位置、三角(△)は升の位置を示す

図1. 2021年度試験区配置図



黒丸(●)は散水ノズルの位置、三角(△)は升の位置を示す

図2. 2022年度試験区配置図

除草剤処理 1 時間後散水



処理区



対照区



無処理区

除草剤処理 3 時間後散水



処理区



対照区



無処理区

除草剤処理 6 時間後散水



処理区



対照区



無処理区

図 3. 2021 年度試験 処理後約 2 週間後の外観

※写真は反復のうち 1 つを抜粋した

無処理区



反復 1



反復 2



反復 3

除草剤 A 処理区



反復 1



反復 2



反復 3

除草剤 A 対照区



反復 1



反復 2



反復 3

除草剤 B 処理区



反復 1



反復 2



反復 3

除草剤 B 対照区



反復 1



反復 2



反復 3

図 4-1. 2022 年度試験 1 無処理区, 除草剤 A, 除草剤 B の処理後約 2 週間後の外観

除草剤 C 処理区



反復 1



反復 2



反復 3

除草剤 C 対照区



反復 1



反復 2



反復 3

除草剤 D 処理区



反復 1



反復 2



反復 3

除草剤 D 対照区



反復 1



反復 2



反復 3

図 4-2. 2022 年度試験 1 除草剤 C, 除草剤 D の処理後約 2 週間後の外観

無処理区



反復 1



反復 2



反復 3

除草剤 A 処理区



反復 1



反復 2



反復 3

除草剤 A 対照区



反復 1



反復 2



反復 3

除草剤 B 処理区



反復 1



反復 2



反復 3

除草剤 B 対照区



反復 1



反復 2



反復 3

図 5-1. 2022 年度試験 2 無処理区, 除草剤 A, 除草剤 B の処理後約 2 週間後の外観

除草剤 C 処理区



反復 1



反復 2



反復 3

除草剤 C 対照区



反復 1



反復 2



反復 3

除草剤 D 処理区



反復 1



反復 2



反復 3

除草剤 D 対照区



反復 1



反復 2



反復 3

図 5-2. 2022 年度試験 2 除草剤 C, 除草剤 D の処理後約 2 週間後の外観