

図 II-16. 畦畔流出防止試験 2 回目の処理区と調査区の風景



図 II-17. 防水シートを被覆した畦畔区

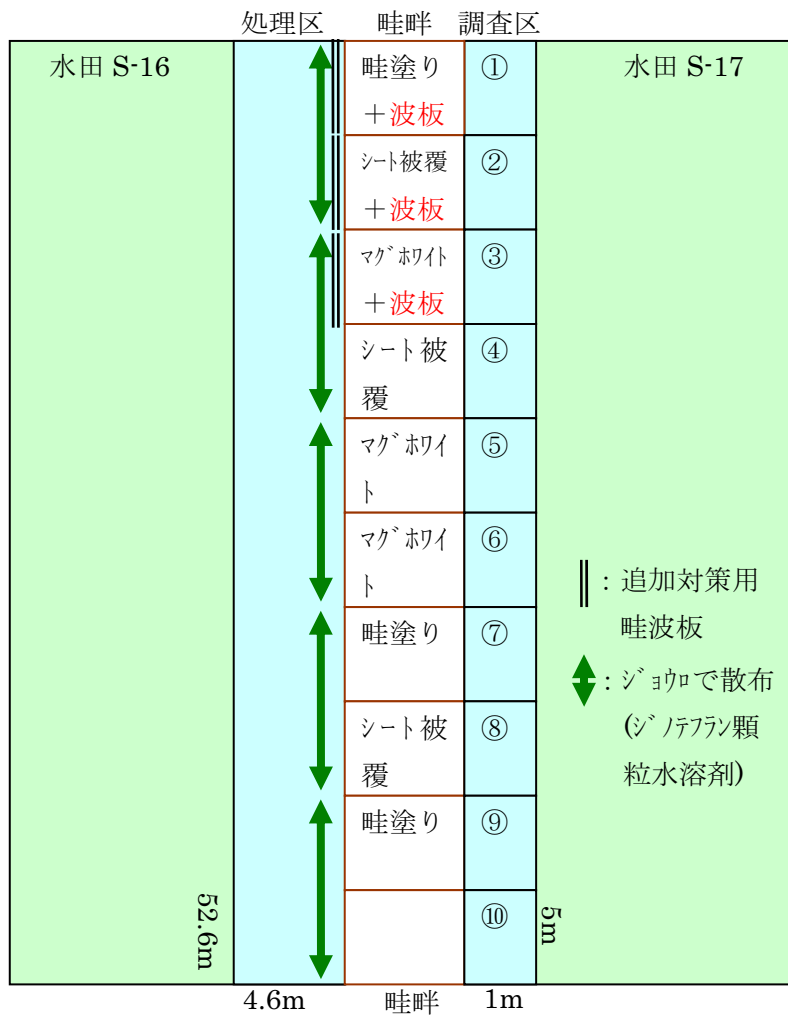


図 II-18. 畦畔流出防止試験 2 回目の追加対策における試験区配置図



図 II-19. 追加対策として畦畔波板を設置した風景
 (左から慣行畦畔塗り区①、防水シート被覆区②、土壌硬化剤を施した区③)

(4) 農薬処理量と処理方法

＜対策前：7/2 処理＞＜追加対策後：7/23 処理＞

- ・ジノテフラン顆粒水溶剤 ×2000、150L/10a (18.15g/24.2L/処理区)

供試農薬の希釈液をジョウロで散布用いて畦畔上を歩きながら畦畔に沿って処理区の田面水に散布した(図 II-18 参照)。

＜初期対策後：7/16 処理＞

- ・プレチラクロール乳剤 原液 500ml/10a (121ml/処理区)
- ・シメトリン粒剤 4kg/10a (968g/処理区)

乳剤は、マイクロピペットを用いて各畦畔区(12.1ml/5m)に沿って処理区の田面水に投下した。一方、粒剤は処理区内を歩き回って均一散布した(図 II-15 参照)。

(5) 試験時期

イネ生育中後期（農薬処理：7/2 (対策前状況調査試験)、7/16 (初期対策)、7/23 (追加対策)) に実施した。

(6) 調査方法

調査区を 10 区設置(図 II-15)して、初期対策前にジノテフラン顆粒水溶剤を処理して各区への畦畔からの流出程度(流出性大、中、小)を調査した。初期対策として 3 種(畦塗り区、マグホホワイト区、シート被覆区)の畦畔管理法をそれぞれの流出程度(流出性大、中、小)に振り分けて実施し、プレチラクロールとシメトリンを処理して農薬の浸透流出が減少(改善)するか調査した。さらに、追加対策として畦波板を追加設置(図 II-18、II-19)して再度ジノテフラン顆粒水溶剤を処理して、浸透流出が改善するか調査した。なお、試料の採取や水深等調査に際しては、畦畔の上にアルミ製の足場板(4m 長)を敷いて(図 II-16)、この上を歩くようにした。

(7) 分析方法

1) 分析試料の採取方法

試験 2 回目では、処理区試料は畦畔上からステンレス製の柄杓を用いて約 0.2L ずつ、20 ヶ所(各区当たり 2 ヶ所)から計約 4L の田面水をステンレス製バケツに採取した。同様に、各調査区内(10 ヶ所)から約 2L 程度採取した。採取した試料は、バケツ内で良く混和した後、ガラス瓶(900ml 容量)に分注して密栓し、氷を詰めたクーラーボックスに収容して即日分析担当者に手渡した。

2) 分析法の概略 (分析方法の詳細は付属資料を参照)

分析試料は受領後即日分析に供試した。プレチラクロール及びシメトリンは、水試料

10mL から多孔性ケイソウ土カラムを用いてプレチラクロール及びシメトリンを抽出し、液体クロマトグラフ/タンデム型質量分析計(LC/MS/MS)を用いて定量した。また、ジノテフランでは、水試料 5mL から 多孔性ケイソウ土カラムを用いてジノテフランを抽出し、液体クロマトグラフ/ タンデム型質量分析計(LC/MS/MS)を用いて定量した。

(8) その他の付属調査方法

水試料の採取時に、水深、水温及び pH を調査した。各調査内の底質上に 3 個のタイルを設置し(図 II-20)、この上にスチール製のスケールを立てて水深を計測し、各区における平均を記録した。同様に処理区内にも均等に 5 個のタイルを設置して水深を計測した。なお、処理区の水深を一定に保つために水位が低下したときには水田 S-16 内の田面水を供給した。また、水田 S-16 から S-17 にかけては緩い傾斜がついているが(図 II-21)、段差が明確ではないので図 II-20 及び図 II-21 に示すような簡易的な水準器を設置して両水田の水位差を計測・記録した。水温及び pH はガラス電極式水素イオン濃度計を用いて計測した。

その他、試験期間中の気温及び降水量は当該試験地の百葉箱内に設置した温度計(おんどとり TR-72U、T & D 社)及び転倒マス型雨量計(34-T、太田計器製作所)と記録計(アメンボ RF-3、T & D 社)を用いて調査した。また、日照時間については最寄りのアメダス(横芝光)データを利用した。



図 II-20. 簡易水準器と水深計測用タイルの設置(2 回目試験)

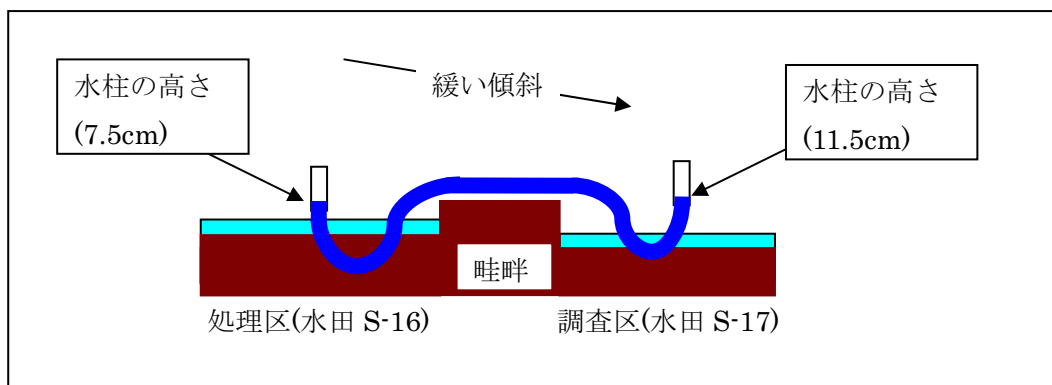


図 II-21. 簡易式水準器の構造
 (水面からの各水柱の高さを測定し、その差が水位差を示す。
 図中の例では処理区の水面が 4cm 高いことを示している。)

(9) 結果

畦畔流出試験の 2 回目試験(図 II-3 参照)における管理対策前の各畦畔の流出特性の状況調査のためジノテフラン処理を行った。各調査区内の水中濃度の分析結果と処理 1 日後の農薬流出量率(図 II-22、処理 1 日後の各調査区の水深から算出した水量と濃度から流出農薬量を算出し投下量で除したものを表 II-6 に示した。初期対策前の流出状況調査の結果(図 II-22)を基に、3 種類(畦塗り区、マグホホワイト区、シート被覆区)の初期対策畦畔管理区を設置した(図 II-15)。初期対策区における 2 農薬(プレチラクロール及びシメトリン)の水中濃度の分析結果と 2 農薬成分の処理 1 日後の流出率(図 II-23)を表 II-7 に示した。さらに、流出が認められた調査区①、②及び③について追加対策(畦波板設置区)を実施した(図 II-18)。追加対策後の農薬(ジノテフラン)の水中濃度の分析結果と処理 1 日後の流出率(図 II-24)を表 II-8 に示した。また、対策前、初期対策後及び追加対策後の各畦畔からの農薬の処理 1 日後の流出率と各対策による改善率を表 II-9 に示した。

試験期間中の採水時における水深、pH 及び水温を表 II-10 及び表 II-11 に、処理区と調査区の水位差を表 II-12 に示した。試験期間中の処理区(S-16)の水面は常に調査区の水面よりも高かったことや各調査区から処理区の農薬が検出されたことなどから、浸透水が処理区から調査区に向けて移動したものと判断された。

水試料からのジノテフランの検出限界は 0.01 $\mu\text{g/L}$ であり、平均回収率は 0.5mg/L 添加で 98%、0.05mg/L で 87%、0.005mg/L で 85%、0.00001mg/L で 80%であった。但し、0.00001mg/L 添加回収試験は、処理直前の試料から各化合物由来と思われるピークが検出されたため純水を用いて検討した際の数値を示す。また、追加対策後のジノテフラン処理直前の処理区内の水中濃度は、1.4 $\mu\text{g/L}$ であった。

各試験実施期間中の気温(最低、最高、平均)、降水量及び日照時間は表 II-13 及び図

II-25 に示した。

表 II-6. 初期対策前におけるジノテフラン処理後の各調査区の水中濃度 (µg/L) と 1 日後の流出率の比較

調査区	対策前の流出濃度(ppm)		処理 1 日後			畦畔の流出性
	1 日後	3 日後	水深(cm)	水量(m ³)	流出率(%)*	
①	17.50	4.76	3.17	0.16	1.14	中
②	38.50	23.80	5.33	0.27	4.24	大
③	30.80	17.10	5.00	0.25	3.18	大
④	12.50	6.75	5.33	0.27	1.38	中
⑤	63.80	27.90	4.83	0.24	6.37	極大
⑥	7.68	5.15	6.83	0.34	1.08	小
⑦	30.40	16.80	6.33	0.32	3.98	大
⑧	2.84	1.32	6.67	0.33	0.39	小
⑨	8.09	3.94	8.33	0.42	1.39	小
⑩	0.04	0.31	7.43	0.37	0.01	極小
処理区	166.00	74.10	8.25	19.97	—	—

*各調査区の 1 日後の水深から算出した水量と濃度から流出農薬量を算出し、投下量 (12.1g×20% × 1/10=0.242g ai/区) で除して流出率を算出した。

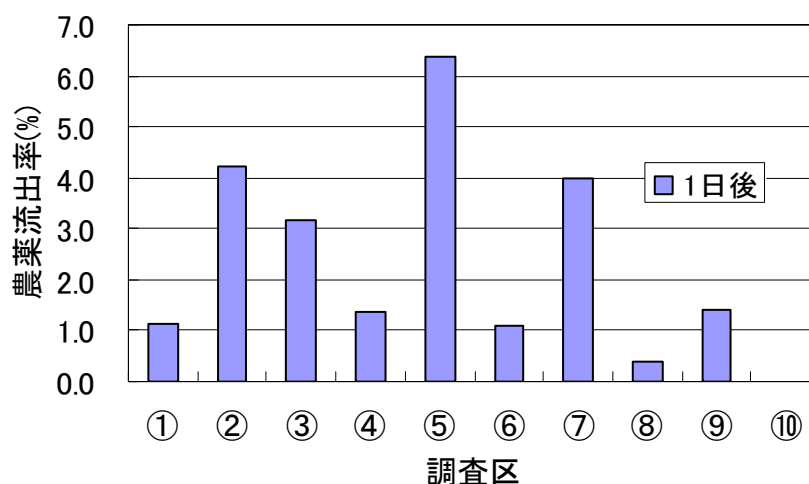


図 II-22. 対策前の畦畔からのジノテフランの流出状況調査結果 (処理 1 日後までに調査区内に流出した農薬量の投下量 0.242gai/区に対する比率)

表 II-7. 初期対策後の各調査区の農薬の水中濃度($\mu\text{g/L}$)の推移と流出性の比較

調査区	初期対策					処理1日後 流出率(%)*
	対策	薬剤	1日後	2日後	3日後	
①	畦塗り	プロチクロール	31.6	6.43	2.05	0.49
		シメリン	20.2	13.70	14.00	0.31
②	シート被覆	プロチクロール	7.02	1.58	0.37	0.06
		シメリン	6.62	3.52	2.67	0.06
③	マグホイト	プロチクロール	50.3	9.19	4.30	0.49
		シメリン	48.4	15.40	15.80	0.47
④	シート被覆	プロチクロール	0.04	0.02	<0.01	0.00
		シメリン	0.02	0.08	0.08	0.00
⑤	マグホイト	プロチクロール	4.03	0.92	0.36	0.06
		シメリン	3.31	3.33	3.34	0.05
⑥	マグホイト	プロチクロール	0.02	<0.01	0.01	0.00
		シメリン	0.02	0.01	0.03	0.00
⑦	畦塗り	プロチクロール	0.01	<0.01	<0.01	0.00
		シメリン	0.03	0.01	0.02	0.00
⑧	シート被覆	プロチクロール	0.04	<0.01	<0.01	0.00
		シメリン	0.04	0.01	0.02	0.00
⑨	畦塗り	プロチクロール	0.02	<0.01	0.01	0.00
		シメリン	0.02	0.01	0.02	0.00
⑩	なし	プロチクロール	0.03	<0.01	0.02	0.00
		シメリン	0.01	0.01	0.02	0.00
処理区	1562	プロチクロール	423	167	86	—
	343	シメリン	468	382	340	

*各調査区の水深(表 II-10)から算出した水量と濃度から2農薬の処理1日後の流出農薬量を算出し、投下量(各 1.452g ai/区)で除して流出率を算出した。

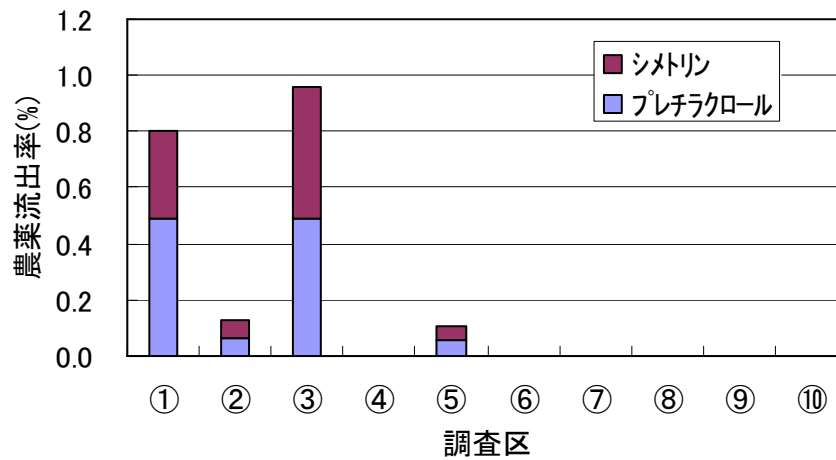


図 II-23. 初期対策畦畔からの 2 農薬の処理 1 日後の流出状況
(処理 1 日後までに調査区内に流出した農薬量の投下量各 1.452gai/区に対する比率)

表 II-8. 追加対策後の各調査区の農薬の水中濃度(μg/L)の推移と流出性の比較

調査区	初期対策	追加対策	追加対策後(ジノテフラン処理)			処理 1 日後 流出率 (%)*
			1 日後	2 日後	3 日後	
①	畦塗り	畦波板	0.17	0.12	0.10	0.01
②	シート被覆	畦波板	0.22	0.24	0.18	0.01
③	マグホワイト	畦波板	0.10	0.10	0.10	0.01
④	シート被覆	なし	2.65	3.83	2.63	0.13
⑤	マグホワイト	なし	8.75	5.15	4.26	0.50
⑥	マグホワイト	なし	0.05	0.16	0.06	0.01
⑦	畦塗り	なし	0.32	0.28	0.26	0.02
⑧	シート被覆	なし	0.04	0.03	0.03	0.00
⑨	畦塗り	なし	0.05	0.06	0.05	0.00
⑩	なし	なし	0.05	0.04	0.05	0.00
処理区	—	—	194	105	104	—

* 各調査区の水深(表 II-11)から算出した水量と濃度から処理 1 日後の流出農薬量を算出し、投下量(18.15g×20%×1/10=0.363g ai)で除して流出率を算出した。

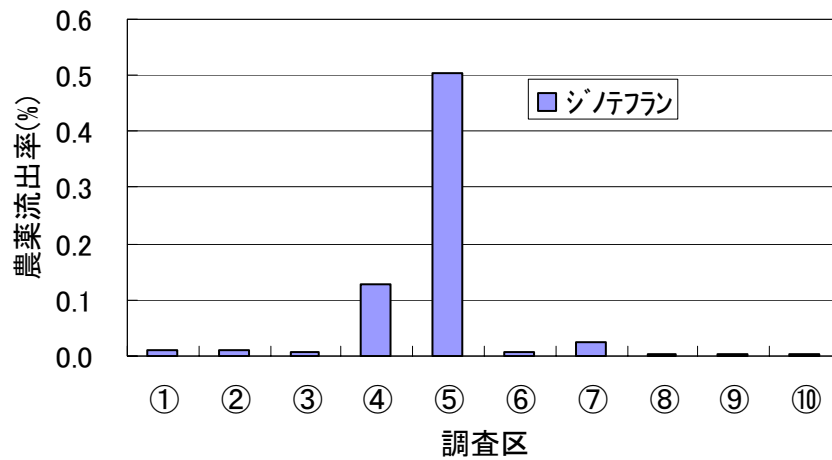


図 II-24. 追加対策後の畦畔からのジノテフランの流出状況調査結果
(処理 1 日後までに調査区内に流出した農薬量の投下量 0.363gai/区に対する比率)

表 II-9. 畦畔流出防止対策別の農薬流出率と改善率

調査区	対策前	初期対策					追加対策		
	流出率 (%)*1	畦塗 り	シート 被覆	マグホ ト	流出率 (%)*1	改善率 (%)*2	畦波 板	流出率 (%)*1	改善率 (%)*2
①	1.14	○			0.49	57.0	○	0.01	99.1
					0.31	72.8			
⑦	3.98	○			0.00	100.0		0.02	99.5
					0.00	100.0			
⑨	1.39	○			0.00	100.0		0.00	100
					0.00	100.0			
②	4.24		○		0.06	98.6	○	0.01	99.8
					0.06	98.6			
④	1.40		○		0.00	100.0		0.13	90.6
					0.00	100.0			
⑧	0.39		○		0.00	100.0		0.00	100
					0.00	100.0			
③	3.18			○	0.49	84.6	○	0.01	99.7
					0.47	85.2			
⑤	6.37			○	0.06	99.1		0.05	92.2
					0.05	99.2			

⑥	1.08			○	0.00	100.0			0.01	99.1
					0.00	100.0				

*1 各流出率は、対策前：ジノテフラン、対策後：プレチラクロール(上段)とシメトリン(下段)、追加対策後：ジノテフランを示す。

*2 改善率は、対策前後の流出率から次例 $\{(1.14 - 0.49) / 1.14\} \times 100 = 57.0\%$ (調査区①) のようにして求めた。

表 II-10. 初期対策後調査時の水深、pH 及び水温の推移

調査区	2hr 後*			1 日後			2 日後			3 日後		
	水深 (cm)	pH	水温 (°C)	水深 (cm)	pH	水温 (°C)	水深 (cm)	pH	水温 (°C)	水深 (cm)	pH	水温 (°C)
①	4.33	nt	nt	4.50	8.05	19.9	3.90	8.6	23.9	4.31	nt	nt
②	1.83	nt	nt	2.67	nt	nt	3.50	nt	nt	2.50	nt	nt
③	2.27	nt	nt	2.83	nt	nt	3.60	nt	nt	2.76	nt	nt
④	2.33	nt	nt	2.83	nt	nt	3.27	nt	nt	2.69	nt	nt
⑤	3.80	nt	nt	4.17	nt	nt	3.73	nt	nt	3.84	nt	nt
⑥	3.43	nt	nt	3.50	nt	nt	3.50	nt	nt	3.48	8.8	23.4
⑦	4.60	nt	nt	4.67	nt	nt	4.27	nt	nt	4.47	nt	nt
⑧	5.47	nt	nt	5.17	nt	nt	4.93	nt	nt	5.31	nt	nt
⑨	5.27	nt	nt	4.83	nt	nt	4.47	nt	nt	5.02	8.9	24.3
⑩	5.00	nt	nt	5.17	nt	nt	5.30	nt	nt	5.24	nt	nt
処理区	9.02	nt	nt	7.50	7.70	20.3	6.25	8.24	22.7	4.70	8.35	23.3

表 II-11. 追加対策後調査時の水深、pH 及び水温の推移

調査区	2hr 後**			1 日後			2 日後			3 日後		
	水深 (cm)	pH	水温 (°C)	水深 (cm)	pH	水温 (°C)	水深 (cm)	pH	水温 (°C)	水深 (cm)	pH	水温 (°C)
①	5.17	nt	nt	4.83	10.20	36.5	3.90	10.43	38.2	4.63	9.88	30.1
②	3.50	nt	nt	3.17	10.32	36.3	2.37	9.95	36.9	3.01	8.56	29.9
③	4.83	nt	nt	4.00	9.57	36.1	3.23	8.77	37.1	4.02	8.53	29.1
④	3.67	nt	nt	3.50	9.45	36.7	2.77	8.64	34.9	3.31	8.42	29.0
⑤	4.67	nt	nt	4.17	9.23	36.2	3.37	8.77	36.2	4.07	8.50	29.2
⑥	5.33	nt	nt	5.00	9.10	36.0	4.23	8.71	36.4	4.83	8.54	29.3

⑦	5.83	nt	nt	5.50	9.02	36.2	4.80	8.69	36.7	5.38	8.47	29.2
⑧	6.83	nt	nt	6.33	8.98	35.7	5.73	8.82	36.5	6.30	8.69	29.2
⑨	6.67	nt	nt	5.83	9.05	31.9	5.17	8.99	35.9	5.89	8.82	29.4
⑩	6.33	nt	nt	6.17	9.18	33.6	5.40	8.92	36.5	5.97	8.71	29.9
処理区	9.00	8.49	22.9	8.20	8.55	33.7	7.04	8.71	33.9	6.90	9.00	28.8

* 7/16 に処理。 ** 7/23 に処理。 nt: 未計測。

表 II-12. 初期対策後調査時及び追加対策後調査時の処理区(S-16)に対する水位差(cm)の推移*

調査区	初期対策後**				追加対策後***			
	2hr 後	1 日後	2 日後	3 日後	2hr 後	1 日後	2 日後	3 日後
①	5.5	4.0	2.5	2.0	4.5	3.5	3.5	5.0
②	4.7	3.0	0.0	1.0	3.0	3.5	2.5	4.0
③	5.5	4.0	1.5	1.0	3.5	3.0	2.0	2.0
④	5.5	3.5	2.5	0.5	4.0	3.5	3.5	5.0
⑤	6	4.5	3.0	2.0	4.0	3.5	4.0	3.5
⑥	6.5	5.0	4.0	2.0	4.5	3.5	3.3	4.0
⑦	5.0	4.5	3.0	2.0	4.5	5.0	3.2	3.5
⑧	6.0	4.5	3.5	2.5	4.5	4.0	3.5	3.5
⑨	5.0	4.2	3.2	1.0	5.0	5.0	3.4	4.0
⑩	4.0	4.0	3.0	3.0	5.5	4.5	4.5	4.5
S-17	3.0	4.5	4.0	2.5	4.0	2.5	3.0	2.5

*正数値は、処理区(S-16)の水面が各調査区及び S-17 の水面よりも水位が高いことを示している。 ** 7/16 に処理。 *** 7/23 に処理。

表 II-13. 試験期間中の気象条件

試験	月日	平均気温	最高気温	最低気温	降水量	日照時間
2 回目	7 月 2 日	22.3	25.1	20.4	28	0
	7 月 3 日	21.4	24.2	20.4	0.5	0
	7 月 4 日	22.3	26	19.5	16.5	0
	7 月 5 日	23.6	29.1	19.8	0	0.1
	7 月 6 日	21.9	23.4	20.7	0	2
	7 月 7 日	21.8	26.9	18.7	0	0
	7 月 8 日	21.6	26	18.7	0	6

7月9日	21.8	26	18.8	0	2
7月10日	24.5	27	22.1	0.5	0
7月11日	24	27.8	21.3	29	0
7月12日	22.4	24.6	21.3	3	1.3
7月13日	21.7	22.6	21	3	0
7月14日	23.5	25.5	20.7	87	0
7月15日	22.3	26.9	19.5	118	0
7月16日	19	20	18.1	0.5	4.7
7月17日	19.7	21.9	18.1	8.5	0
7月18日	20.6	23.9	17.2	0.5	0
7月19日	22.6	27.6	16.7	0	0.7
7月20日	23.8	25.5	22	0	1.1
7月21日	23.1	23.8	22.1	0.5	0
7月22日	23.6	24.9	21.6	19.5	0
7月23日	24.3	30.3	19.5	1.0	0
7月24日	24.2	27.8	20.4	0	12.8
7月25日	25.8	30.2	21.4	0	11.6
7月26日	25.9	31.7	21.3	0	1.6

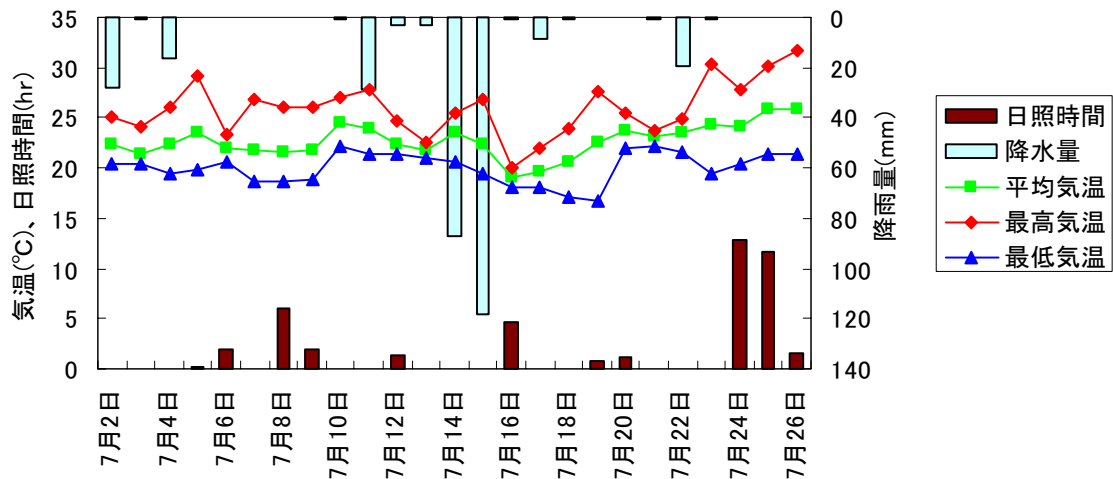


図 II-25. 試験期間中の気象条件

(10) 考察

本畦畔流出防止試験では、1回目よりは比較的しっかりした状態の畦畔を選び、予め

ミミズ防除を実施した。但し、表 II-6 に示すように、約 50m 長の畦畔からの流出は均一ではなく、その流出程度は大きく異なった(図 II-22)。このため、流出程度を大、中、小と分けて、一つの対策にこの 3 種類の流出程度の畦畔が入るように区を設定して(図 II-15)、各対策を実施した。本試験では、一定の水量のある状態の調査区で農薬成分の浸透量を計測し、これを基に各畦畔対策による流出防止効果を調査・評価した。

初期対策(慣行畦塗り区、マグホホワイト区、防水シートで畦畔を被覆した区)において、試験区①(慣行畦塗り区)と③(マグホホワイト区)以外は、各対策で畦畔からの農薬の流出を防止するのに大きな効果が認められた(表 II-7、図 II-23)。さらに、初期対策として効果が認められなかった①と③区及びそれなりに効果の認められた②区(防水シート被覆区)に追加対策として、畦波板を設置することで農薬の流出防止効果に大きな改善が認められた(表 II-8)。本試験の結果から、供試した畦畔は、ミミズ等の穴による漏水というより、浸透による流出と推察され、いずれの対策も流出防止効果が認められた(表 II-9)。さらに、畦波板を設置することで、より効果が高まることが明らかになった。

対策前の流出率に対する各対策後の農薬流出率の推移から各対策による流出防止の改善率を算出した(表 II-9)。これより各対策による農薬流出の低減効果は、畦塗り対策で 88.3%、防水シート被覆対策で 99.5%、マグホホワイト処理対策で 94.7%、畦波板設置対策で 99.5%と算出された。各対策はいずれも高い効果を示したが、特に防水シート被覆対策と畦波板設置対策が畦畔からの農薬の流出低減に高い効果を有することが明らかになった。

7. 水尻(排水口)流出防止試験

(1) 試験目的

現在、実施されている水尻排水においては止水板を用いて排水口を塞いで止水している水田が多い。この止水板による田面水管理技術における流出(漏水)防止効果について、実水田を用いて調査(実証試験)を実施して評価を行う。

(2) 試験区

1) 水尻排水口の造成

図 II-3 に示すように 2 水田(S-12 と S-13)間に、図 II-26 に示すように 6 個の塩ビ管(Φ 10cm)を埋設した水尻排水構造を作成した(図 II-27)。水田 S-12 に処理区を、S-13 側に採水地を設けた。採水地は 15~20cm 程度掘り下げて、排水口からの漏水を採取しやすくした。

2) 止水構造

3 種(木製の止水板 : A-1, A-2、溢水に配慮して高めに設置した止水板 : B-1, B-2、止水板とアクリル板の二重止水板 : C-1, C-2)の止水板を 2 反復で設置した(図 II-26、II-27、II-28)。各水尻排水口から漏水してくる田面水(図 II-29)は大型のポリ袋(約 50L 容量)を

取り付けて捕捉した(図 II-26、II-30)。

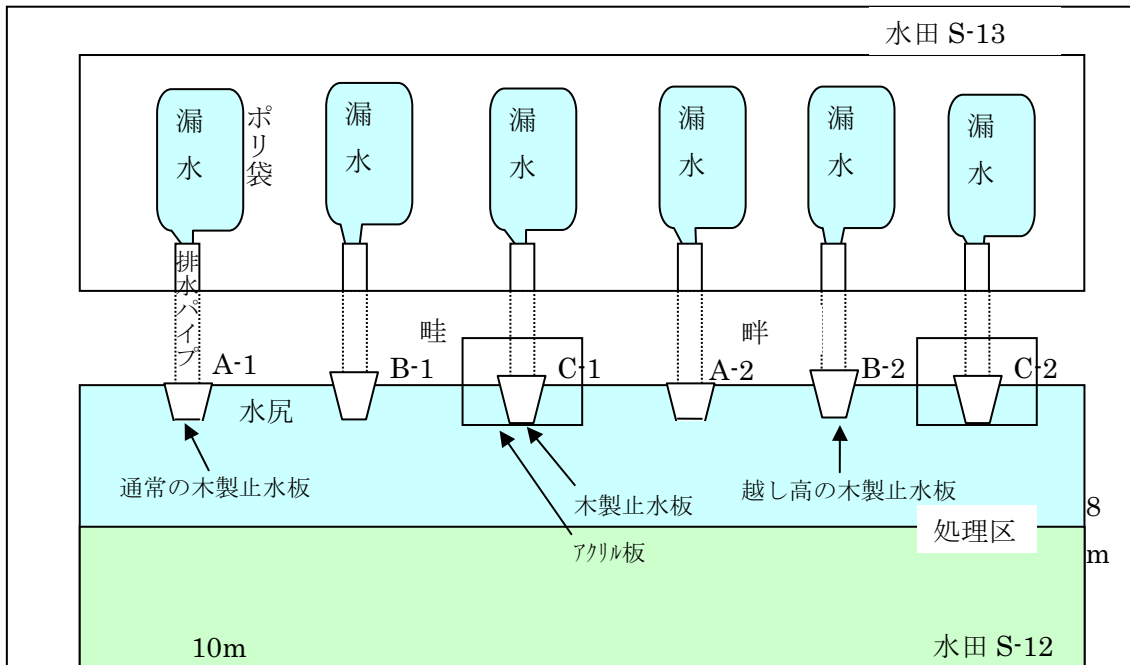


図 II-26. 水尻排水口の漏水防止試験における各止水構造の配置図

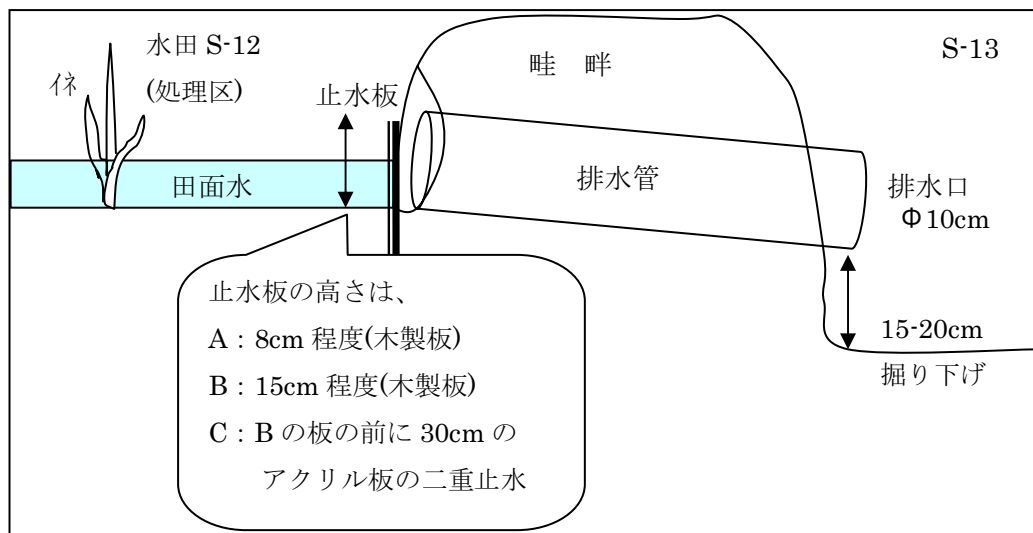


図 II-27. 水尻排水口の構造



図 II-28. 水尻排水口の止水構造
(左から木製の止水板、高めの止水板、アクリル板を加えた 2 重の止水)



図 II-29. 水尻排水口からの漏水



図 II-30. 漏水を捕捉するためのポリ袋

(3) 調査対象農薬

1) 調査対象農薬

- ・プレチラクロール粒剤(ソネット粒剤) 4%
- ・シメトリン粒剤(マメット粒剤) 1.5%

2) 対象農薬成分の特性

- ・プレチラクロール
蒸気圧： 6.5×10^{-4} Pa
水溶解性：74mg/L (25°C)
水中安定性：pH1~9 で比較的安定 (20°C)
Koc=398, 2068, 3362, 623 (25°C)
- ・シメトリン
蒸気圧： 4.96×10^{-5} Pa
水溶解性：428mg/L (20°C)
水中安定性：安定
加水分解：安定 (pH4, 7, 9, 20°C)
Koc=8743 (25°C)
(農薬ハンドブック、2005)

3) 農薬処理量と処理方法

<対策後：6/19 処理>

- ・プレチラクロール粒剤 1kg/10a (3.2 ga.i./処理区)
 - ・シメトリン粒剤 4kg/10a (4.8 ga.i./処理区)
- 2 農薬を処理区全体に均一に手散布した。

(4) 調査時期

イネ栽培中期にあたる 6 月中旬から 7 月初旬に実施した。

(5) 調査方法

水尻排水口漏水防止試験は、図 II-26、図 II-27 に示すような水尻排水口構造を作成した後、6/19 にプレチラクロール粒剤とシメトリン粒剤を処理区(水田 S-12)に処理した。処理 1 日後から 7 日後まで毎日、約 8 時間の間にポリ袋(約 50L 容量)に溜まった漏水の水量を計測し、1 日当たりの流出水量を算出した。また、水量の計測時にポリ袋を外したときに、メスシリンダを排水口に当てて 1 分間当たりの流出量を計測し、これを基に 1 時間当たりと 1 日当たりの流出水量を算出した。さらに、処理 1 日後、3 日後、及び 7 日後に回収した漏水をガラス瓶に採取して分析試料とした。

7/2 に各区の止水板を全て再設置し直した。特に、再設置の際は水漏れが無いように慎重に止水板の端を土で塗り込んだ。再設置後、7/4、7/6、7/9、7/19 にポリ袋による漏水の採取とメスシリンダを用いた 1 分間当たりの流出水量を調査した。

(6) 分析法の概略 (分析方法の詳細は末尾付属資料を参照)

水試料 10mL から、多孔性ケイソウ土カラムを用いてプレチラクロール及びシメトリンを抽出し、液体クロマトグラフ/タンデム型質量分析計(LC/MS/MS)を用いて定量した。

(7) その他の付属調査

水試料の採取時に、水深、水温及び pH を調査した。水深は処理区内に設置した水深計(目盛りを付けた塩ビ管)を用い、水温及び pH はガラス電極式水素イオン濃度計(D-14、堀場製作所)を用いて計測した。

その他、試験期間中の気温及び降水量は当該試験地の百葉箱内に設置した温度計(おんどとり TR-72U、T & D 社)及び転倒マス雨量計(34-T、太田計器製作所)と記録計(アメンボ RF-3、T & D 社)を用いて調査した。また、日照時間については最寄りのアメダス(横芝光)データを利用した。

(8) 結果

1) 水尻排水口の漏水防止試験

大型ポリ袋を用いて計測した水尻排水口からの漏水量の調査結果を表 II-14、表 II-15、図 II-31 及び図 II-32 に示した。一方、水尻排水口からの 1 分間当たりの漏水量を計測して推定した 1 時間当たりの漏水量を表 II-16、表 II-17 に、さらに 1 日当たりに換算した場合の漏水量を図 II-33、図 II-34 に示した。また、大量降雨後の対照止水板(A 区)からの溢水の状態を図 II-35 に示した。

各水尻排水口から流出した漏水中のプレチラクロールの濃度を表 II-18 に、流出量と流出率を表 II-19 に示した。同様にシメトリンの濃度を表 II-20 に、流出量と流出率を表 II-21 に示した。

表 II-14. 各水尻排水口からの 1 日当たりの漏水量の比較

区 調査月日	流出量(L/日) (ポリ袋による採集調査)								水流出 率(%)**
	6/20	6/21	6/22	6/23	6/24	6/25	6/26	日平均*	
A-1	23.9	160.0	>160.0	72.0	63.0	>160.0	>160.0	114.1	0.200
A-2	54.8	30.0	>160.0	28.0	7.2	>160.0	>160.0	85.7	
A 区(平均)	39.3	95.0	160.0	50.0	35.1	160.0	160.0	99.9	

B-1	66.8	88.0	>160.0	24.0	60.0	54.5	>160.0	87.6	0.198
B-2	49.5	58.0	>160.0	84.0	120.0	144.0	>160.0	110.8	
B区(平均)	58.1	73.0	160.0	54.0	90.0	99.3	160.0	99.2	
C-1	0	0	0.7	0	0	0	0	0.1	0.033
C-2	11.3	32.0	7.3	44.0	45.0	39.3	52.1	33.0	
C区(平均)	5.6	16.0	4.0	22.0	22.5	19.6	26.1	16.5	

* 平均値の算出に当たっては、容量オーバー(>160L)については最大容量(160L)を用いた。

**水深 5cm の 10a 水田(50m³)に対する各区の平均漏水量の流出比率。

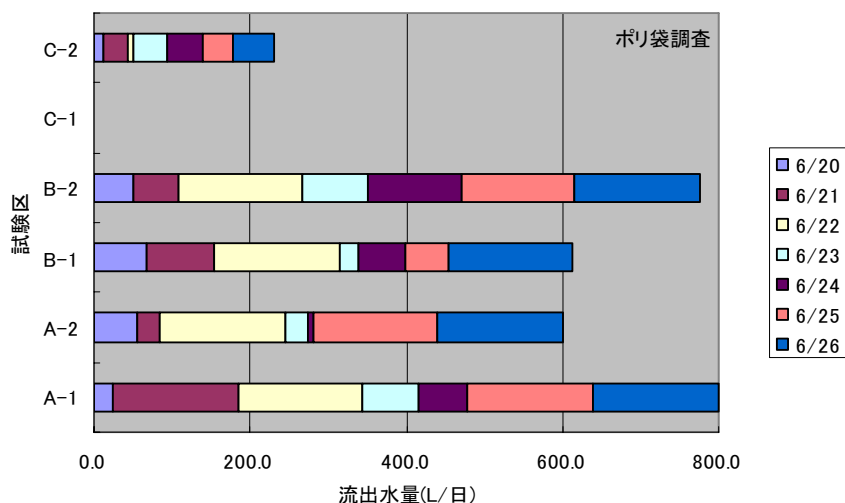


図 II-31. 排水口にポリ袋を取り付けて調査した流出水量

表 II-15. 再調整後の各水尻排水口からの 1 日当たりの漏水量の比較

区 調査月日	流出量(L/日) (ポリ袋による採集調査)					日平均	水流出 率(%)*
	7/4	7/6	7/9	7/19			
A-1	0.08	0	0	5.5	1.40	0.023	
A-2	0.34	17.28	13.20	57	21.96		
A区(平均)	0.2	8.6	6.6	31.25	11.68		
B-1	0.34	0	0	0	0.09	0.006	
B-2	0.60	0.94	0.59	21.5	5.91		
B区(平均)	0.5	0.5	0.3	10.75	3.00		
C-1	0.00	0.44	0.36	0	0.20	0.002	
C-2	0.13	0	0.37	6	1.63		

C区(平均)	0.1	0.2	0.4	3.0	0.92
--------	-----	-----	-----	-----	-------------

* 水深 5cm の 10a 水田(50m³)に対する各区の平均漏水量の流出比率。

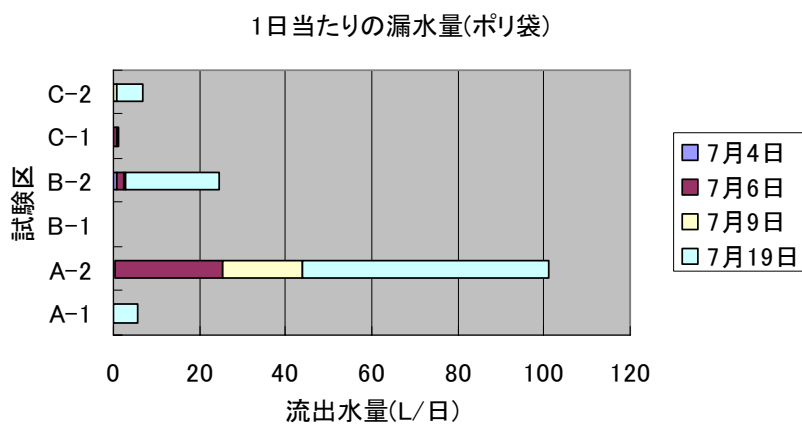


図 II-32. 排水口にポリ袋を取り付けて調査した流出水量

表 II-16. 各水尻排水口からの 1 時間当たりの漏水量の比較

区 調査月日	流出量(L/時間) (1 分間当たりの流出量からの推定調査)							
	6/20	6/21	6/22	6/23	6/24	6/25	6/26	平均
A-1	2.1	9.0	10.2	1.0	1.8	2.1	2.6	4.1
A-2	3.1	3.5	3.2	0.2	0	0.6	2.0	1.8
A区(平均)	2.6	6.2	6.7	0.6	0.9	1.4	2.3	3.0
B-1	4.2	6.2	9.3	0.1	0.4	1.8	3.8	3.7
B-2	1.4	4.3	5.3	0	2.4	4.9	8.1	3.8
B区(平均)	2.8	5.3	7.3	0.1	1.4	3.3	6.0	3.7
C-1	0	0	0.6	0	0	0	0.0	0.1
C-2	0.7	0.7	2.0	1.4	0.9	1.1	5.1	1.7
C区(平均)	0.3	0.3	1.3	0.7	0.5	0.5	2.6	0.9
処理区水深	5.0	4.5	6.0	5.0	5.5	5.5	7.0	-

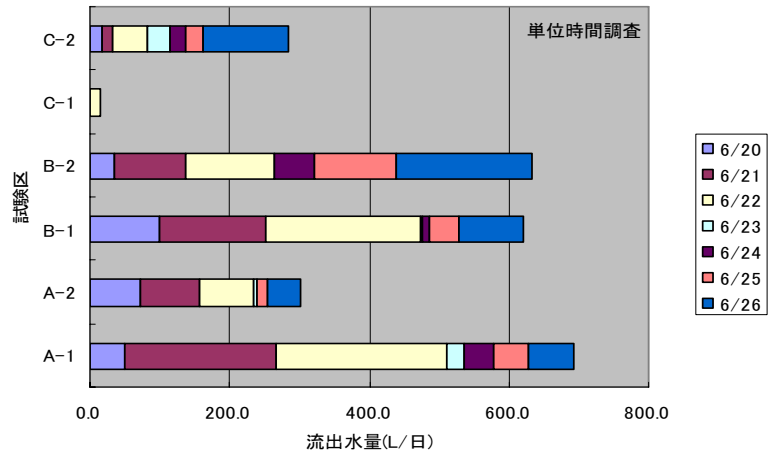


図 II-33. 排水口から 1 分間当たりの流出量から推定した 1 日当たりの流出水量

表 II-17. 再調整(7/2)後の各水尻排水からの 1 時間当たりの漏水量

区 調査月日	流出量(L/時間) (1 分間当たりの流出量からの推定調査)						平均
	7/4	7/6	7/6	7/9	7/9	7/19	
A-1	0	0	0	0	0	0	0
A-2	1.9	1.4	0	4.9	0	3.6	1.97
A 区(平均)	1.0	0.7	0	2.5	0	1.8	0.98
B-1	0	0	0	0	0	0	0
B-2	0.2	0.8	0	1	0	1.44	0.57
B 区(平均)	0.1	0.4	0	0.4	0	0.72	0.29
C-1	0	0.7	0	1	0	0	0.28
C-2	0	0	0	0	0	0.3	0.05
C 区(平均)	0	0.4	0	0.4	0	0.15	0.17
処理区水深	6.5	6.5	5.5	7.0	6.5	6.5	-
計測時間	9:30	9:30	16:30	9:30	16:30	10:30	-

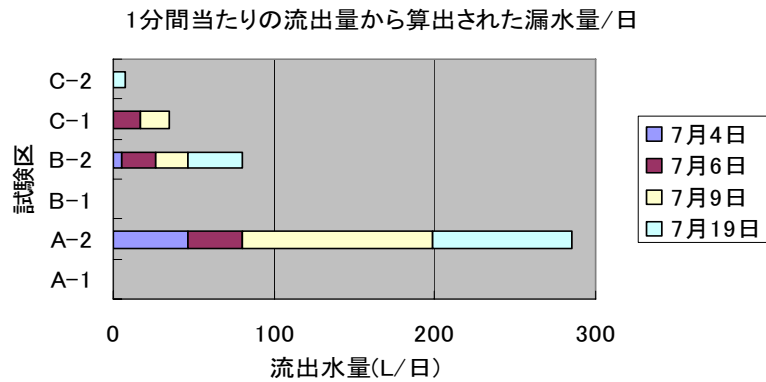


図 II-34. 排水口から 1 分間当たりの流出量から推定した 1 日当たりの流出水量



図 II-35. 大量降雨後の対照止水板(A 区)における溢水の状況

表 II-18. 各水尻排水口から流出した漏水中のプレチラクロールの濃度(mg/L)

プレチラクロール(mg/L)	1 日後	3 日後	7 日後
A-1	0.278	0.028	0.003
A-2	0.318	0.031	0.002
B-1	0.333	0.025	0.002
B-2	0.320	0.034	0.002
C-1	0.097	0.037	0.000
C-2	0.210	0.036	0.002
処理区	0.361	0.016	0.001
平均	0.274	0.030	0.002

* 処理直後の処理区の水中濃度は 0.546mg/L。

表 II-19. 各水尻排水口からのプレチラクロールの流出量(mg)と流出率(%)

排水口	1日後	2日後*	3日後	4日後*	5日後*	6日後*	7日後	積算量 (mg)	流出率 **(%)
A-1	6.55	19.52	>4.80	1.66	1.01	>1.44	>0.32	35.30	0.09
A-2	15.02	3.66	>4.80	0.64	0.12	>1.44	>0.32	26.00	0.07
A:平均	10.79	11.59	>4.80	1.15	0.57	>1.44	>0.32	30.65	0.08
B-1	18.30	10.74	>4.80	0.55	0.96	0.49	>0.32	36.16	0.09
B-2	13.56	7.08	>4.80	1.93	1.92	1.30	>0.32	30.91	0.08
B:平均	15.93	8.91	>4.80	1.24	1.44	0.90	>0.32	33.54	0.09
C-1	0	0	0.02	0	0	0	0	0.02	0.00
C-2	3.10	3.90	0.22	1.01	0.72	0.35	0.10	9.40	0.02
C:平均	1.55	1.95	0.12	0.51	0.36	0.18	0.05	4.71	0.01

* 斜文字は補間値を示す。

** 流出水量(表 II-13)と平均流出水中濃度(表 II-17)から7日間の積算流出量を算出し、プレチラクロールの投下量を40g/10aとした場合の水田10a当たりからの流出率を示す。なお、農薬成分の流出量の算出に当たって、流出水量が容量オーバー(>160L)については最大容量(160L)を用いた。

表 II-20. 各水尻排水口から流出した漏水中のシメトリンの濃度(mg/L)

シメトリン mg/L	1日後	3日後	7日後
A-1	0.781	0.065	0.006
A-2	0.746	0.088	0.006
B-1	0.834	0.056	0.006
B-2	0.747	0.114	0.005
C-1	0.474	0.068	0
C-2	0.609	0.101	0.006
処理区	0.504	0.030	0.003
平均	0.671	0.075	0.005

*処理直後の処理区の水中濃度は0.828mg/L。

表 II-21. 各水尻排水口からのシメトリンの流出量(mg)と流出率(%)

排水口	1日後	2日後*	3日後	4日後*	5日後*	6日後*	7日後	積算量 (mg)	流出率 (%)*
A-1	16.04	47.68	>12.00	3.82	2.21	>2.88	>0.80	85.43	0.14
A-2	36.77	8.94	>12.00	1.48	0.25	>2.88	>0.80	63.12	0.11
A:平均	26.41	28.31	>12.00	2.65	1.23	>2.88	>0.80	74.28	0.13
B-1	44.82	26.22	>12.00	1.27	2.10	0.98	>0.80	88.19	0.15
B-2	33.21	17.28	>12.00	4.45	4.20	2.59	>0.80	74.53	0.12
B:平均	39.02	21.75	>12.00	2.86	3.15	1.79	>0.80	81.36	0.14
C-1	0	0	0.05	0	0	0	0	0.05	0.00
C-2	7.58	9.54	0.55	2.33	1.58	0.71	0.26	22.55	0.04
C:平均	3.79	4.77	0.30	1.17	0.79	0.36	0.13	11.30	0.02

* 斜文字は補間値を示す。

** 流出水量(表 II-13)と平均流出水中濃度(表 II-19)から7日間の積算流出量を算出し、シメトリンの投下量を60g/10aとした場合の水田10a当たりからの流出率を示す。なお、農薬成分の流出量の算出に当たって、流出水量が容量オーバー(>160L)については最大容量(160L)を用いた。

2) 気象条件

各試験期間中の気温(最低、最高、平均)及び降水量を表 II-22 及び図 II-36 に示した。

表 II-22. 試験期間中の気象条件

月日	平均気温	最高気温	最低気温	降水量	日照時間
6月19日	23.6	29.0	18.4	0	10
6月20日	24.7	30.1	19.4	0	12.8
6月21日	22.7	25.7	19.3	0	8.4
6月22日	22.9	28.7	18.4	12.0	0
6月23日	20.5	24.4	17.7	1.0	9.6
6月24日	20.5	23.3	18.1	2.0	0
6月25日	22.0	23.7	20.1	0.5	0
6月26日	24.4	29.2	20.8	0	0
7月4日	22.3	26.0	19.5	16.5	0
7月5日	23.6	29.1	19.8	0	0.1
7月6日	21.9	23.4	20.7	0	2

7月7日	21.8	26.9	18.7	0	0
7月8日	21.6	26.0	18.7	0	6
7月9日	21.8	26.0	18.8	0	2
7月10日	24.5	27.0	22.1	0.5	0
7月11日	24.0	27.8	21.3	29.0	0
7月12日	22.4	24.6	21.3	3.0	1.3
7月13日	21.7	22.6	21.0	3.0	0
7月14日	23.5	25.5	20.7	87.0	0
7月15日	22.3	26.9	19.5	118.0	0
7月16日	19.0	20.0	18.1	0.5	4.7
7月17日	19.7	21.9	18.1	8.5	0
7月18日	20.6	23.9	17.2	0.5	0
7月19日	22.6	27.6	16.7	0	0.7

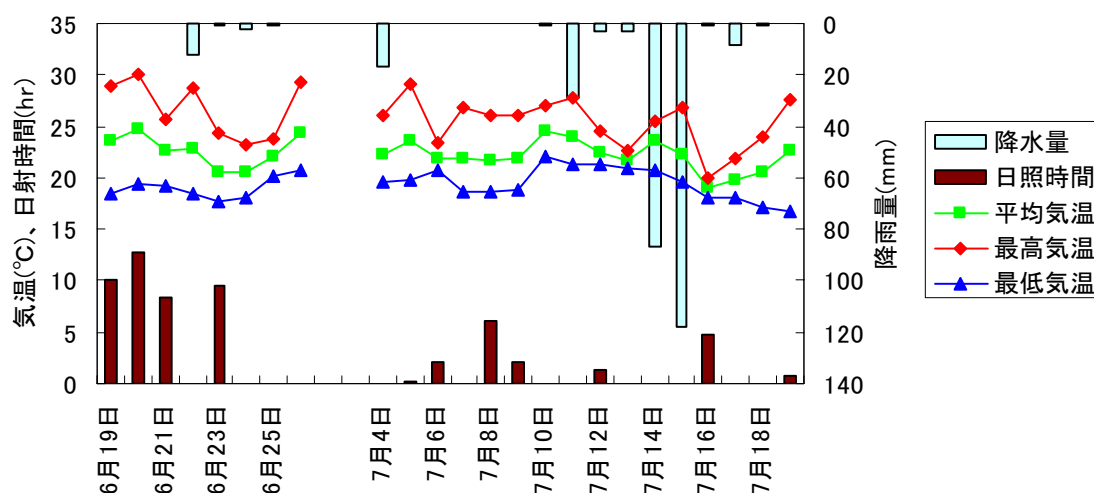


図 II-36. 試験期間中の気温と降水量

(9) 考察

水田水尻に塩ビ管などの排水管を埋設し、排水管の入り口に止水板を設置して田面水を管理する方法は、広く利用されている。本試験では、通常の木製の止水板(水面の2-3cm 上まで止水可能なように設置)を対照に、溢水に配慮して高めに設置した木製の止水板と木製の止水板の前により大きめのアクリル板を設置して2重に止水した場合について調査・比較した。

排水口からの流出量は反復区間によっても異なるが、全体的には、二重止水板>止水板(高)≒止水板(低)、の順で流出を抑える傾向が認められた(表 II-14、図 II-31、表 II-16、図 II-33)。7/2 に各区の止水板をあらためて再設置した。その際、堅めの畦畔土壌に止水板をゆっくり丁寧に差し込んで、土壌と止水板の表面が密着するように設置した。再設置後はいずれの区も流出量が低減し、二重止水板>止水板(高)>止水板(低)、の順で流出が抑えられた(表 II-15、図 II-32、表 II-17、図 II-34)。但し、時間の経過と共に、丁寧に密着するように設置した場合でも、止水板を差し込んだ畦畔土壌と止水板の間に田面水が浸潤して止水板に面した土壌がゆるんで水路ができると流出は大きくなった(表 II-15 の 7/19)。流出水量は、図 II-31 及び図 II-33 に示したように、同じ排水口からでも日ごとに変化した。さらに、表 II-17 に示したように、7/6 および 7/9 の 9:30 の計測では漏水が認められたものが 16:30 の計測では漏水は認められなかった。したがって、同じ 1 日の中でも同一水尻排水口からの流出量は異なった。これらは主に水深の変化に由来するものと推察された。また、6/20-6/26 の調査期間中の対照とした止水板(低) (A 区) と止水板(高) (B 区) からの流出水量に大きな差は認められなかった(表 II-14) が、7/2 の再設置後、7/14-15 に大量の降雨が有り(表 II-22 及び図 II-33)、低い止水板の A 区ではいずれも溢水が認められた(図 II-35)。これに対して、B 区では溢水は認められず、大量降雨時の高い止水板による流出防止効果が認められた。

除草剤プレチラクロールとシメトリンを散布して、止水板を通して漏水する排水口からの農薬の流出量を調査した。処理区の田面水濃度は 3 日後まで急激に減衰した後、7 日後まで徐々に減衰し、C-1 区を除いて各区の流出水中濃度は田面水濃度とほぼ同様の傾向を示した(表 II-18 と表 II-20)。農薬処理後の止水期間を 7 日間とした場合に排水口からの漏水による農薬流出量は、止水板(低)≒止水板(高)>二重止水板、のようになった(表 II-19 と表 II-21)。これは、漏水量の調査結果と同様の結果を示すものであった。通常の止水板(対照区:A 区)では 7 日間の積算流出量を基にした水田 10a 当たりからの農薬の流出率は、各農薬で最大でも 0.09% (プレチラクロール) と 0.14% (シメトリン) 程度であったが、二重に止水した場合(C 区)はそれぞれ 0.01%、0.02% と低下した(表 II-19 と表 II-21)。本試験の結果から水尻排水口からの流出は僅かではあるが、完全に遮断することは困難であることが明らかになった。

水田 10a で 5cm の水深の田面水量は 50m³ であることから、仮に 1 日当たり 100L 程度(A 区平均、表 II-14)の田面水の流出があったとすると、その水流出率は 0.2% 程度となり、二重止水の場合(16.5L)では 0.033% の水流出率となった。排水管と止水板をしっかりと設置し直して再調整した結果、通常の止水板でも 0.023% に、二重止水の場合には 0.002% に低減された。止水を行わず、掛け流し状態の場合の田面水の水交換率は 10% 程度と想定(PEC 水田モデル)されていることから、通常の止水をしっかりと行うことで、少なくとも田面水の流出は約 1/500 に低減されると推定された。さらに、二重に止水した場合は、1/5000 に低減されるものと推定された。

8. 総合考察

本試験では、畦畔管理法として4種類の畦畔流出防止対策技術を比較した。その結果、浸透水(漏水)量及び農薬の流出量から判断して、流出防止効果が最も高かったのは「防水シート被覆対策」と「畦波板設置対策」であった。

一方、畦畔管理法の比較において、対浸透防止効果と同時に対費用効果も重要な要因となる。本試験区当たりの作業時間、人件費及び資材費をもとに、畦畔100m当たりの各対策を実施した場合の総費用の比較を表II-23(人力作業中心)と表II-24(機械作業中心)に示した。人力作業の場合と機械作業を中心にした場合とでは、人力作業で対策を行った場合のほうが、全体的により費用が掛かった。例外は、「あぜ塗り対策」で、機械操作の請負作業員の費用分だけ、機械作業のほうが若干高くなった。両作業に共通しているのは、最も対費用効果が高かったのは「畦塗り対策」で、次が「畦波板設置対策」となり、次が「土壌硬化剤処理対策」、「防水シート設置対策」の順となった(表II-23、表II-24)。なお、本試験では、よりしっかりと破れない防水シート(畔プロシート)を供試したが、この場合100m当たり62,704円の経費がかかった(表II-23、表II-24)。より安価なものとして、ポリ製フィルムの利用も考えられる。この場合は、人力作業の場合では100m当たりの総費用は約12,000円、機械作業の場合では4,000円程度となり、畦波板設置と同程度の費用となった。畦畔の状況によっては、このような安価なフィルムを利用することも可能と考えられる。これらの防水シートは、防水としての機能の他に、光を遮断するので雑草の生育阻害効果も得られるのが利点でもある。

畦畔浸透防止試験2回目の結果(表II-9)から、最も経費が安く作業時間も短い「畦塗り対策」でも高い防止効果が認められたが、「畦波板設置」を組み合わせることで防止効果が更に改善され、本対策が畦畔浸透防止対策として有効であると考えられた。但し、今回供試したいずれの対策にも共通することだが、各対策はきちりと上手に設置・施さないと効果は著しく低下する。

現状の水尻排水による水田の水管理では、農家の担い手の高齢化等のため、各水田の給水弁を開放状態にして地域の給水ポンプのスイッチのオン・オフで水管理をしている水田も多く、こまめな水管理が困難な状況である。このような状況の下で利用されているのが、通常の止水板による水管理である。通常の止水板は水面から2-3cmの高さまで止水対応ができるように設置されることが多い。これは、小さなダムのようなもので、一定量までは常に水を溜めておくことができ、給水が過多の場合や20-30mm以上の大量の降雨では掛け流し状態になることで水田(ダム)の崩壊を防いでいることを意味している。本試験の結果から、水尻排水口からの漏水を完全に防ぐことは極めて困難であることが明らかになった。いずれの方法でも少なからず流出した。また、一度流出を完全に抑えても時間の経過と共に流出が起こったり、逆に流出していたものが止まったりという変動が観察された。但し、それらの漏水による流出は最大でも田面水の約0.02%程度の水流出率となり極めて少量であった。一方、大量の降雨等によって止水板をオーバーフローする場合も認められることから、これを防止する対策は必要であり、高い止

水板の設置や、特に、水流出率を 0.002%とより低減可能な二重の止水板の設置は環境中への田面水の不必要な流出を防止する上で有効であることが確認された。

表 II-23. 試験区当たりの作業時間(人力作業)および人件費の比較

試験区	10m あたり		100m 当たりの作業時間(時間)	人件費(円)		資材名	資材費(円) (100m 当たり)	総費用合計 (100m 当たり)
	作業人数(人)	作業時間(分)		単価 円/時間	(100m 当たり)			
①畦波板区	2	15	5.0	1,500	7,500	畦波板 (30cm 高)	4,800 *	12,300
②防水シート区	2	20	6.7	1,500	10,050	畔プロシート	62,704 *	72,754
③土壌硬化剤区	4	30	20.0	1,500	30,000	マグホホワイト	13,000	43,000
④畦塗り区	1	15	2.5	1,500	3,750	—	0	3,750

* 畦畔板の価格は目安、防水シートは 1m 幅の価格を示す。

表 II-24. 試験区当たりの作業時間(機械作業)および人件費の比較

試験区	10m あたり		100m 当たりの作業時間(時間)*	人件費(円)		資材名	資材費(円) 100m 当たり	総費用合計 (100m 当たり)
	作業人数(人)	作業時間(分)		単価 円/時間	(100m 当たり)			
①畦波板区	1	3	0.5	1,500	750	畦波板 (30cm 高)	6,200 (MY300 専用畦畔 板価格)	6,950
②防水シート区	2	4	1.3	1,500	1,950	畔プロシート	62,704	64,654
③土壌硬化剤区	2	4	1.3	1,500	1,950	マグホホワイト	13,000	14,950
④畦塗り区	1	1.5	0.3	1,500	450	—	—	3,950
	請負作業費		35 円/m		3500	(牛久市価格)		