

## II. 畦畔管理法による水田からの流出防止効果の調査及び評価

### 1. 目的

確実な流出防止効果が見込まれ、かつ生産現場で導入しやすい畦畔管理法を選定し、各畦畔及び排水口(水尻)からの農薬の流出量及び流出率を求めるとともに、それぞれの造成コスト・労力及び維持管理上の課題等を整理し、各技術の流出防止効果を総合的に評価する。

### 2. 試験場所及び試験担当者

試料調製：(社) 日本植物防疫協会研究所成東試験地内の水田圃場  
千葉県山武市成東 2894-1

分析場所：(社) 日本植物防疫協会研究所  
茨城県牛久市結束町 535

試験担当者：高橋義行、高木 豊、荒井雄太、荻山和裕、増井正明、和田 豊、  
藤田俊一

### 3. 試験水田

#### (1) 試験水田

水田S-12 (1000 m<sup>2</sup>)、S-13(1000 m<sup>2</sup>)、S-16(900 m<sup>2</sup>)及びS-17(900 m<sup>2</sup>)を試験水田として供試した(図II-1)。

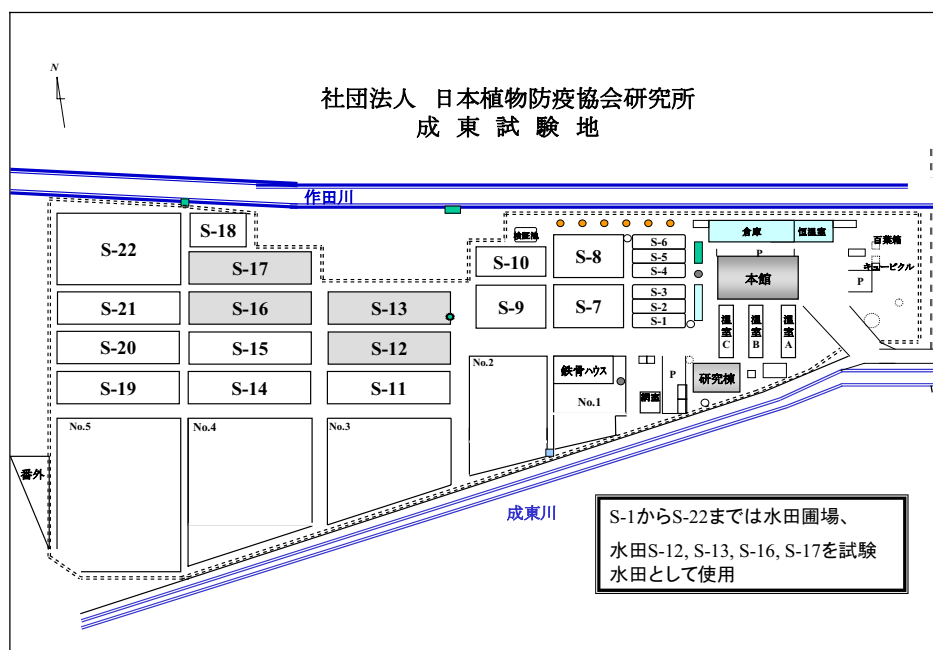


図 II-1. 成東試験地における試験水田の概要

## (2) 土壌特性

土壌群：グライ土壌、成因：沖積土LiC (軽埴土)、土壌pH：6.5(H<sub>2</sub>O)、  
有機炭素含量：32.3 g/kg、粘土含量：30.3%、シルト：24.0%、砂：45.7%、  
主要粘土鉱物：モンモリロナイト、ハロイサイト、リン酸吸収係数：13.5 g/kg、  
陽イオン交換容量(CEC)：27.5 cmol/kg、最大容水量：909 g/kg

## (3) 耕種概要

品種：コシヒカリ、播種日：4/16、箱育苗、移植日：5/11、  
施肥日：5/8、化成8号(8-8-8) 20 kg/10a、  
耕耘日：5/8、暗渠設置水田、4月下旬より引水 (河川水)

## 4. 供試験農薬

### (1) 調査対象農薬

水田で広く利用される除草剤の中から、水中濃度が高くかつ一定期間持続する農薬成分として、プレチラクロールとシメトリンを選定した。また、栽培中期にあつては、カメムシ等防除にひろく使用されるジノテフランを選定した。

供試製剤とその特性を以下に示す。

- ・プレチラクロール粒剤(ソネット粒剤) 4%
- ・プレチラクロール乳剤(エリジャン乳剤) 12%
- ・シメトリン粒剤(マメット粒剤) 1.5%
- ・ジノテフラン顆粒水溶剤 20%

### (2) 対象農薬成分の特性 (農薬ハンドブック、2005)

- ・プレチラクロール  
蒸気圧： $6.5 \times 10^{-4}$ Pa  
水溶解性：74mg/L (25°C)  
水中安定性：pH1~9 で比較的安定 (20°C)  
K<sub>oc</sub>=398, 2068, 3362, 623 (25°C)
- ・シメトリン  
蒸気圧： $4.96 \times 10^{-5}$ 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)  
K<sub>oc</sub>=8743 (25°C)
- ・ジノテフラン  
蒸気圧： $<1.7 \times 10^{-6}$ Pa

水溶解性：40g/L (20°C)  
加水分解：DT<sub>50</sub>=>1 年  
水中光分解：DT<sub>50</sub>=3.8hr (自然水、25°C)  
Koc=23.3~33.6

## 5. 畦畔流出防止試験 1 回目

### (1) 試験目的

利用可能な畦畔対策技術の流出防止効果について、実水田を用いて調査(実証試験)を実施し、各対策の流出防止効果の評価を行う。

### (2) 試験区

畦畔試験区の種類

- ① 慣行の畦塗りを施した畦畔
- ② 土壌硬化剤(マグホワイト)を用いて畦塗りした畦畔
- ③ 波板で漏水を防止した畦畔
- ④ 粗雑に造成された土盛畦畔 (対照)

### (3) 試験区の造成

水田S-12 (10a)と水田S-13 (10a)の間の約 50mの畦畔を用いて試験区を造成した(図II-2 参照)。まず、5/2 に造成し、5/15 に予備調査(ジメトエート処理)を行い、5/23 に試験区の補修・再造成を行った。畦畔を 10m ずつ区切って慣行畦塗り畦畔、土壌硬化剤(マグホワイト)施用畦畔、畦波板設置畦畔、対照畦畔を設置した(図II-3 参照)。各畦畔の水田S-12 側に畦波板で区切って 80m<sup>2</sup> (8m×10m)の農薬処理用水田を配置し、水田S-13 側に幅 1m、長さ 6mの調査区(6m<sup>2</sup>)を設けた(図II-3 参照)。なお、処理区の水位を調整して一定に保つために、各区にサイフォンを設置して水田S-12 の田面水を給水した(図II-3 参照)。また、調査区は 15~20cm程度掘り下げて(図II-2、II-4、II-5)、処理区との水位差は最大 20-24cmであった。また、処理区及び調査区に沿って足場用にコンテナを設置した(図II-2)。各畦畔の造成は以下のように行った。

#### ①慣行の畦塗りを施した畦畔 (図 II-6)

塗り付け作業は人力で行い、左官用コテを用いて水田内の泥を畦畔表面に丁寧に塗りつけた。

#### ②土壌硬化剤を用いて畦塗りした畦畔 (図 II-7、II-8、II-9、II-10)

コンクリートミキサーを用いて、水田内の土壌と 10% (v/v)の軽焼マグネシウム(商品名：マグホワイト、幸商事)に水を加えながら混ぜてスラリー状にし、これを深さ 20cm 掘り下げた水田側畦畔に重ね塗りした。塗り付け作業は左官用コテを用いて、人力で丁寧にいった。急激な乾燥によるひび割れを防ぐためにポリエチレンフィルム

で3日間被覆した。

③波板で漏水を防止した畦畔 (図 II-11)

ポリプロン製(幅 30cm)の畦畔波板を畦畔に沿って手で差し込み、上部に添え木を当てて叩き水田底面から深さ 15cm 程度まで埋め込んだ。

④粗雑に造成された土盛りの畦畔 (対照)

荒起こしの前に水田土壌を積み上げて畦畔を造成した。

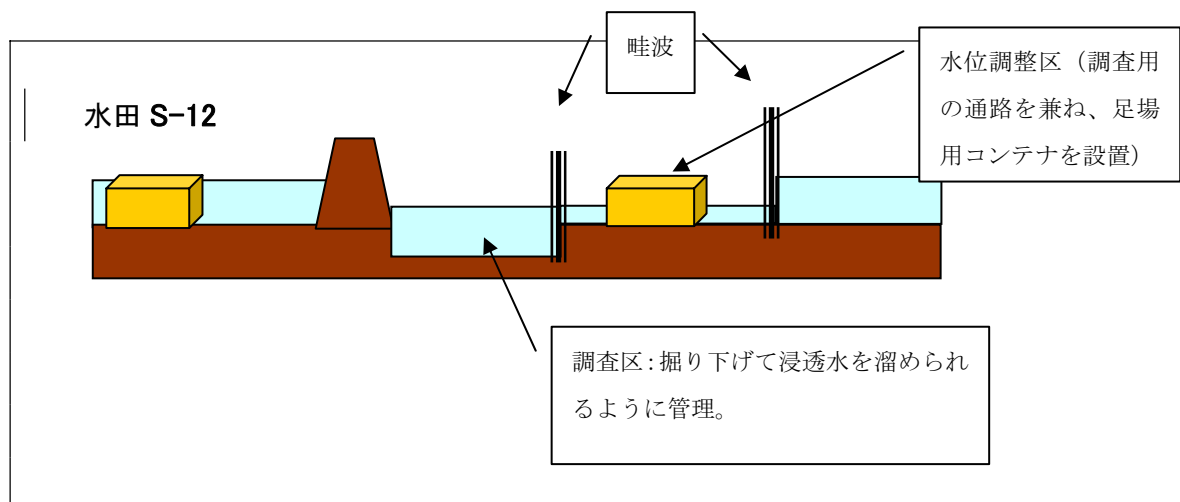


図 II-2. 造成試験区の構造 (1 回目試験)

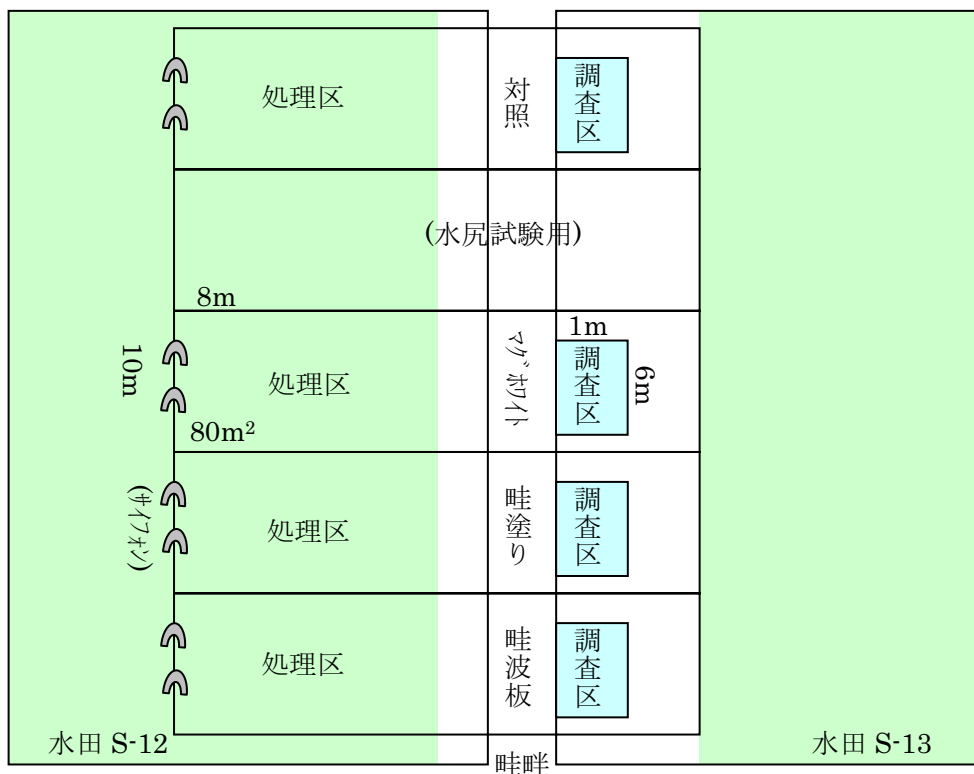


図 II-3. 畦畔流出防止試験 1 回目の試験区配置図



図 II-4. 調査区の造成(15~20cm 程度掘り下げているところ)(1 回目試験)



図 II-5. 完成した調査区



図 II-6. 圃場の土壌を練って塗り付けているところ(上)、塗り終わった状態(下)(慣行あぜ塗り区)



図 II-7. 土壌硬化剤をコンクリートミキサーに入れて土壌と混和しているところ



図 II-8. 土壌硬化剤を混和した土壌を畦畔に塗り付けているところ



図 II-9. 土壤硬化剤を施した畦畔、農薬処理区(左側)と調査区(右側)



図 II-10. 土壤硬化剤を施した畦畔区



図 II-11. 畦波板設置区



#### (4) 農薬処理量と処理方法

<流出防止対策後：5/28 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 農薬を同時に処理区全体に均一に手散布した(図 II-12)。



図 II-12. 農薬処理区における供試農薬の散布風景  
(畦波板を設置した畦畔区)

#### (5) 試験時期

イネ生育初期（試験 1 回目、農薬処理：5/28）に実施した。

#### (6) 調査方法

図 II-3 に示すように 3 種の対策を施した畦畔を挟んで処理区と調査区を配置し、プレチラクロールとシメトリンを処理区に散布した後に調査区に浸透してくる浸透水(図 II-2)を採取して調査した。流出水量を調査するため、農薬処理後に調査区内の水を水中ポンプで完全に排出し、処理 1 日後に浸透流入して調査区内に溜まった水深を計測して浸透水量を算出した。また、同時に調査区内の水試料と処理区の田面水試料を採取して各農薬の水中濃度を分析した。処理 1 日後の水試料の採取後に再び水中ポンプを用いて調査区内の水を排出し、翌日の処理 2 日後に同様に調査区内への流入水量の計測と水中濃度の分析試料を採取した。処理 3 日まで同様に、水量の計測と水中濃度の分析試料を採取した。処理 5 日後と処理 7 日後は、それぞれ 2 日間分の浸透水について分析試料を採取して分析に供した。なお、試料の採取や水深等の調査などでは足場用のコンテナ(約 50cm 間隔で設置、図 II-2)の上を歩き、農薬散布後の処理区内、調査区内及び畦畔上を歩かないようにした。

#### (7) 分析方法

1) 分析試料の採取方法

試験 1 回目では、処理区試料は足場用コンテナの上からステンレス製の柄杓を用いて約 0.2L ずつ、20 ヲ所から計約 4L の田面水をステンレス製バケツに採取した(図 II-13)。同様に調査区内(10 ヲ所)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。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。



図 II-13. 処理区における水試料の採取風景

## (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。畦畔流出防止試験 1 回目では、試験区内に設置した水深計(目盛りを付けた塩ビ管)(図 II-14)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-14. 水深計 (1 回目試験)

### (9) 結果

畦畔流出試験の 1 回目試験(図 II-2 参照)における各処理区及び調査区のそれぞれの水深の調査結果を表 II-1 に示した。各調査区の水深は水中ポンプで排出して一旦空にした後、1 日間で流入してきて溜まったものである。この調査区の水深から、1 日当たりの調査区水量は  $6\text{m(長さ)} \times 1\text{m(幅)} \times X\text{m(水深)}$  で求められる。これより畦畔 1m 当たりの 1 日当たりの流出水量は  $(6\text{m} \times 1\text{m} \times X\text{m}) / 6\text{m}$  で算出した。その結果と対照区に対する各区の流出水量の比率を表 II-2 に示した。

各処理区及び調査区のプレチラクロールとシメトリンの水中濃度の分析結果を表 II-3 に示した。処理区における水中濃度と水深から、処理直後に田面水中に溶出した各農薬成分量は、プレチラクロールが 0.73g(対照区)、0.77g(畦塗り区)、0.84g(マグホワイト区)、0.82g(畦波板区)、シメトリンでは 2.85g(対照区)、3.13g(畦塗り区)、3.02g(マグホワイト区)、3.00g(畦波板区)となり、ほぼ均一な散布が行われたものと考えられた。なお、プレチラクロール及びシメトリンの分析における検出限界及び定量限界は、共に  $0.01\mu\text{g/L}$  であり、平均回収率は表 II-4 に示した。また、給水した用水(成東川、図 II-1 参照)から  $0.04\mu\text{g/L}$  濃度のプレチラクロール及び  $0.2\mu\text{g/L}$  濃度のシメトリンが検出された。

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を表 II-5 に示した。

表 II-1. 処理区及び調査区のそれぞれの水深の推移

試験区		水深* (cm)					
		処理直後	1 日後	2 日後	3 日後	5 日後	7 日後
対照区	処理区	6.5	5.0	3.0	5.0	1.0	7.0
	調査区	—	19.5	17.5	18.5	18.5	21.5
畔塗り区	処理区	6.5	5.5	6.2	7.0	5.0	8.0
	調査区	—	9.0	14.7	12.5	4.7	16.5

マグホワイト区	処理区	5.8	5.5	5.0	5.8	2.5	7.0
	調査区	—	9.5	17.0	7.0	11.5	17.0
波板区	処理区	7.0	6.0	5.8	6.2	4.2	8.0
	調査区	—	5.5	11.2	9.0	9.0	8.0

\*1 日後から 3 日後までの調査区の水深は、水中ポンプで全水量を排水して、一旦空にして 24 時間で浸透してきた水量の水深を示す。

表 II-2. 畦畔浸透(漏水も含む)による田面水の流出水量と流出防止効果の比較

試験区	流出水量(m <sup>3</sup> /畦m/日)*				比率**
	5月29日	5月30日	5月31日	平均	
対照区	0.195	0.175	0.185	<b>0.185</b>	<b>1.00</b>
マグホワイト区	0.095	0.170	0.070	<b>0.112</b>	0.61
畦塗り区	0.090	0.147	0.125	<b>0.121</b>	0.65
畦波板区	0.055	0.110	0.090	<b>0.085</b>	0.46

\* 1 日当たりの調査区水量は 6m(長さ)×1m(幅)×Xm(水深)で求められる。これより畦畔 1m 当たりの 1 日当たりの流出水量は(6m×1m×Xm)/6m で算出した。

\*\*対照区の流出量を 1 とした場合の比率。

表 II-3. 各調査区及び処理区における農薬の水中濃度の推移

試験区			分析値(μg/L)				
			処理直後	1 日後	3 日後	5 日後	7 日後
対照区	プレチラクロール	処理区	141	187	35.6	21.1	2.86
		調査区	—	126	46.2	23.8	5.60
	シトリン	処理区	548	475	48.5	62.8	6.44
		調査区	—	444	95.0	55.4	12.3
畦塗り区	プレチラクロール	処理区	148	200	94.8	43.6	10.7
		調査区	—	65.5	25.9	8.65	11.6
	シトリン	処理区	602	692	378	332	89.2
		調査区	—	314	132	91.2	135
マグホワイト区	プレチラクロール	処理区	180	200	70.9	29.3	5.50
		調査区	—	45.2	18.3	14.4	5.90
	シトリン	処理区	650	588	272	156	22.0
		調査区	—	195	84.0	76.6	40.6

波板区	プレチラクロール	処理区	146	176	78.2	43.4	14.8
		調査区	—	1.50	0.22	0.07	2.40
	シメトリン	処理区	536	539	296	304	100
		調査区	—	8.01	1.30	0.74	34.0

注) 給水した用水(成東川)から 0.00004mg/L (0.04µg/L)濃度のプレチラクロール及び 0.0002mg/L (0.2µg/L)濃度のシメトリンが検出された。

表 II-4. 各農薬成分の水試料からの分析における平均回収率

添加濃度(mg/L)	平均回収率(%)	
	プレチラクロール	シメトリン
1.0	112	91
0.1	112	93
0.01	91	95
0.001	100	96
0.00001*	120	113

\* 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。

表 II-5. 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
1回目	5月28日	14.5	17.7	11.5	0	6.7
	5月29日	16.7	21.2	10.5	0.5	7.8
	5月30日	18.1	21.4	15.9	0	0.1
	5月31日	16.6	22.2	13.7	8.5	4

## (10) 考察

本試験では、毎回調査区内の水を一旦空にして、処理3日後までは毎日の、5日後と7日後は2日間の処理区から流出してくる水量と水中濃度を計測した。この結果を基に各畦畔対策(慣行畦塗り区、土壤硬化剤としてマグホワイトを塗った区、畦波板を設置した区)による流出防止効果を調査した。

まず、畦畔浸透水(漏水)の流出量の調査結果から、田面水の流出防止効果が最も高い順は、畦波板区>マグホワイト区≒畦塗り区>対照区、となった(表 II-2)。また、水中濃度も、畦波板区<マグホワイト区≒畦塗り区<対照区、であった(表 II-3)。したがっ

て、本試験においては畦波板の設置が最も流出防止効果が高いものと推察された。

しかし、本試験に供試した畦畔ではミミズの異常繁殖によって各区の均質性が損なわれた可能性があり、また、調査区を深く掘り下げたこと等により、畦畔部分以外からも浸透水が流入した可能性があることから、詳しい比較・解析は困難と判断した。このため、本畦畔を継続して調査に用いることを断念した。

## 6. 畦畔流出防止試験 2 回目

### (1) 試験目的

利用可能な畦畔対策技術の流出防止効果について、実水田を用いて調査(実証試験)を実施し、各対策の流出防止効果の評価を行う。

なお、1 回目試験で畦畔部位ごとに浸透程度が異なる可能性が示されたことから、本試験では供試畦畔の浸透程度を予め調査し、反復を設置して初期対策による防止効果を調査し、さらに追加対策による防止効果の調査を重層的に行って流出防止の評価を行う。

### (2) 試験区

畦畔試験区の種類

- ① 慣行の畦塗りを施した畦畔
- ② 土壌硬化剤(マグホワイト)を用いて畦塗りを施した畦畔
- ③ 防水シートで被覆した畦畔
- ④ 粗雑に造成された土盛畦畔 (対照)
- ⑤ 波板で漏水を防止した畦畔

### (3) 試験区の造成

水田S-16 (9a)と水田S-17 (9a)の間の約50mの畦畔を用いて2回目の試験を実施した。まず、畦畔を5mずつ区切って10区画に分割した。また、畦波板を用いて水田S-16に処理区(処理区: 242m<sup>2</sup>)、水田S-17側に10個の調査区(6m<sup>2</sup>)を設置した(図II-15、図II-16)。次に畦畔の造成・初期対策前にジノテフラン顆粒水溶剤(2000倍希釈液、150L/10a)を畦畔に沿って水田S-16内の処理区田面水にジョウロを用いて散布し、農薬の各調査区への流出程度を調査した。それぞれの流出程度(大・中・小)に応じて、各区の反復区(3反復)を割り当てた。初期対策として3種類の畦畔区(慣行の畦塗りを施した畦畔区、土壌硬化剤を用いて畦塗りを施した区、及び防水シートで被覆した畦畔区)を3反復作成した(図II-15)。初期対策としての畦畔の造成は以下のようにして行った。

#### ①慣行の畦塗りを施した畦畔

塗り付け作業は人力で行い、左官用コテを用いて水田内の泥を畦畔表面に丁寧に塗りつけた。

②土壌硬化剤を用いて畦塗りした畦畔

コンクリートミキサーを用いて水田内の土壌と 10% (v/v)の軽焼マグネシウム(商品名：マグホワイト、幸商事)に水を加えながら混ぜてスラリー状にし、これを深さ 20cm 掘り下げた水田側畦畔に重ね塗りした。塗り付け作業は左官用コテを用いて、人力で丁寧に行った。急激な乾燥によるひび割れを防ぐためにポリエチレンフィルムで 3 日間被覆した。

③防水シートで被覆した畦畔 (図 II-17)

畦畔沿いを 20cm 掘り下げて、オレフィン樹脂製の畦畔トート(商品名：畦プロシート、東海ハウス)を被せて裾を埋め込み固定した。

④粗雑に造成された土盛りの畦畔 (対照)

荒起こしの前に水田土壌を積み上げて畦畔を造成した。

農薬の流出程度が改善されなかった区を、各区より 1 区ずつ選んで追加対策を行った(図 II-18 参照)。追加対策としては、

⑤波板で漏水を防止した畦畔 (図 II-19)

塩化ビニル製(幅 30cm)の畦畔波板を畦畔に沿って手で差し込み、上部に添え木を当てて叩き水田底面から深さ 15cm 程度まで埋め込んだ。