

## 6. 栃木県農業試験場

### 6-1 試験方法

#### 1) 試験圃場

- 所在地 : 栃木県宇都宮市瓦谷町 (栃木農試内圃場)  
栽培形態 : 露地  
面積 : 処理区 9 m<sup>2</sup> (土壌及びほうれんそう採取 : 3 反復)  
無処理区 2 m<sup>2</sup> (予備試験用、ほうれんそう採取 : 3 反復)

#### 土壌の理化学性

水稻作付前土壌 (2023 年 4 月 18 日採取)

- ・土壌群 : 表層多腐植質黒ボク土
- ・土性 : L (壤土)
- ・炭素含量 : 6.8%
- ・pH (H<sub>2</sub>O) : 6.0
- ・CEC : 35.9 cmol<sub>c</sub>kg<sup>-1</sup>
- ・リン酸吸収係数 : 2133 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/100g
- ・仮比重 : 0.90

ほうれんそう作付前土壌 (2023 年 8 月 30 日採取)

- ・炭素含量 : 7.4%
- ・pH (H<sub>2</sub>O) : 6.0
- ・CEC : 32.2 cmol<sub>c</sub>kg<sup>-1</sup>
- ・リン酸吸収係数 : 2184 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/100g
- ・仮比重 : 0.86

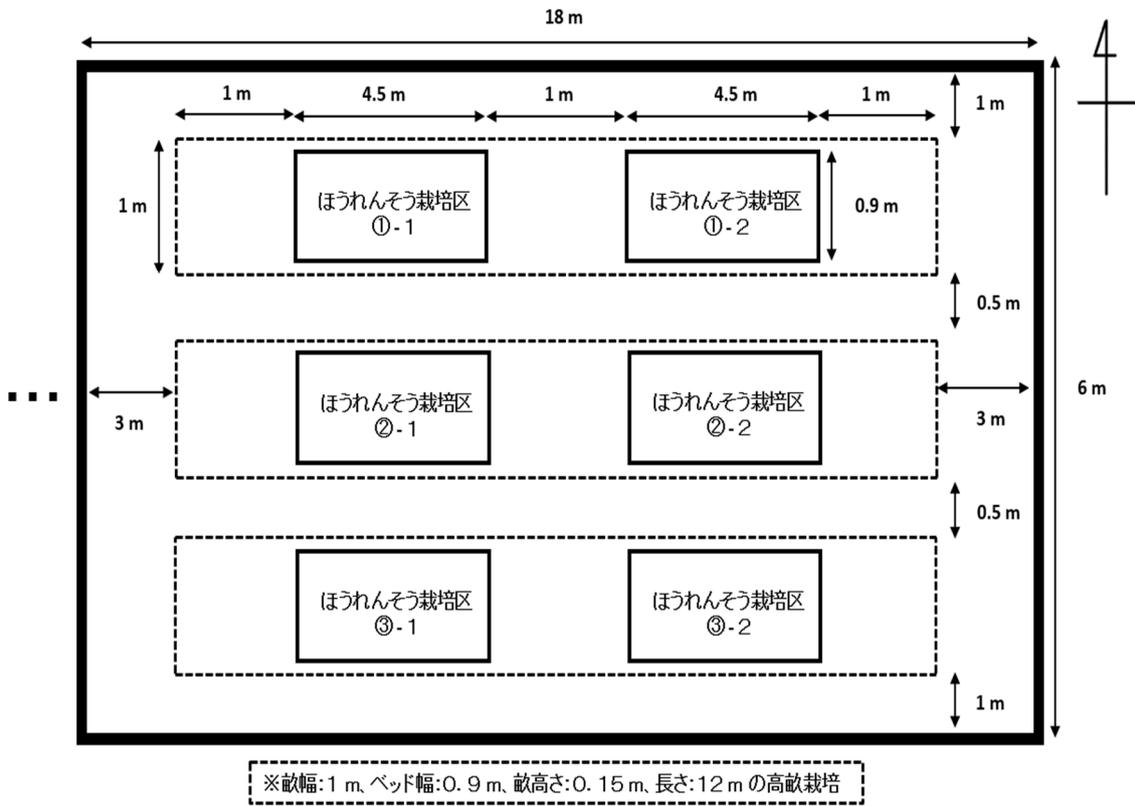


図 6-1 試験圃場のほうれんそう栽培時の見取り図（処理区）

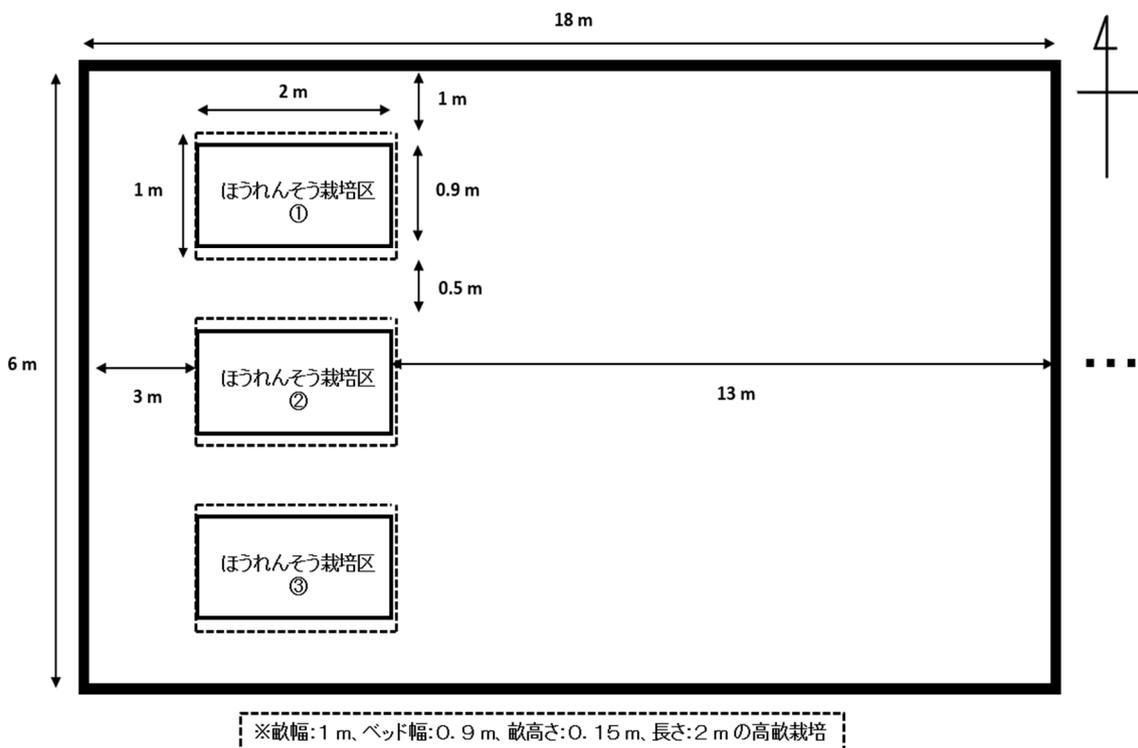


図 6-2 試験圃場のほうれんそう栽培時の見取り図（無処理区）

## 2) 供試農薬の概要

調査対象農薬は、栃木県内で販売量が多く、水稻栽培の箱処理又は中期に使用される農薬である、イミダクロプリド、クロラントラニリプロール、イソプロチオランとした。

表 6-1-1 調査対象農薬の概要（イミダクロプリド）

農薬名（商品名）	アドマイヤーCR 箱粒剤
有効成分・含有量	イミダクロプリド 1.95%
物理的・化学的性状	logPow 0.57 (21°C) * 土壌中半減期 70 日（水田状態・火山灰壤土） 70 日（畑地状態・火山灰壤土）
後作物における農薬登録の有無	無
残留基準値（ほうれんそう）	15 ppm
処理月日	5 月 2 日（水稻育苗時、箱施用）
処理量	育苗箱（30×60×3 cm、使用土壌約 5 L） 1 箱当たり 50 g 約 14 箱/10 a
処理方法	育苗箱の上から均一に散布

\*イミダクロプリド農薬抄録(2017年) P 117～119 5-1. 土壌残留性 より引用

表 6-1-2 調査対象農薬の概要（クロラントラニリプロール）

農薬名（商品名）	フェルテラチェス箱粒剤
有効成分・含有量	クロラントラニリプロール 0.75% ピメトロジン 3.0%
物理的・化学的性状	logPow 2.76 * 土壌中半減期 2 日（水田状態・火山灰土） 149 日（畑状態・火山灰土）
後作物における農薬登録の有無	無
残留基準値（ほうれんそう）	20 ppm
処理月日	5 月 2 日（水稻育苗時、箱施用）
処理量	育苗箱（30×60×3 cm、使用土壌約 5 L） 1 箱当たり 50 g 約 14 箱/10 a
処理方法	育苗箱の上から均一に散布

\*クロラントラニリプロール農薬抄録(2018年) P V-53～V-56 3. 土壌残留性 より引用

表 6-1-3 調査対象農薬の概要（イソプロチオラン）

農薬名（商品名）	フジワン粒剤
有効成分・含有量	イソプロチオラン 12.0%
物理的・化学的性状	logPow 2.80 (25℃) * 土壌中半減期 76 日（水田状態・洪積埴土） 178 日（畑地状態・火山灰埴土）
後作物における農薬登録の有無	無
残留基準値（ほうれんそう）	0.01 ppm（一律基準）
処理月日	① 5月2日（水稻育苗時、箱施用） ② 6月21日（水稻出穂30日前、湛水散布） ③ 7月18日（水稻出穂10日前、湛水散布）
処理量	① 育苗箱（30×60×3 cm、使用土壌 5 L） 1箱当たり 75 g 約 14箱/10 a ②・③ 5 kg/10 a
処理方法	① 育苗箱中の苗の上から均一に散布 ②・③ 湛水散布

\*イソプロチオラン農薬抄録(2014年) P 42～45 3. 土壌残留 より引用

### 3) 供試作物

表 6-2 供試作物

	作物	品種名	選定理由・特性	備考
供試作物	水稻	コシヒカリ	早植栽培水稻の品種の内、栃木県で最も多く栽培されている品種。	播種日：4/13 移植日：5/9 栽培完了日：8/30
供試後作物	ほうれんそう	ミラージュ	秋穫りほうれんそうの品種の内、栃木県で最も多く栽培されている品種。	播種日：10/3 栽培完了日：12/14

## 6-2 分析結果

表 6-3-1 農薬成分の検出状況(イミダクロプリド)

試料名	試験区	農薬処理後経過日数 【水稲箱施用 5/2~】 (ほうれんそう播種後経過日数)	分析方法	残留量 (mg/kg)			
				1	2	3	平均
ほうれんそう	無処理区	226 (72)	—	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	収穫時(12/14)						
ほうれんそう	処理区	226 (72)	—	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	収穫時(12/14)						
土壌	処理区						
	①水稲栽培前(4/20)	— (—)	①	<0.01	<0.01	—	<0.01
	0-10 cm						
	②水稲栽培後(8/30)	120 (—)	①	<0.01	<0.01	—	<0.01
	0-10 cm			<0.01	<0.01	—	<0.01
	10-20 cm			<0.01	<0.01	—	<0.01
	③ほうれんそう播種日(10/3)	154 (0)	①	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<0.01	<b>0.01</b>
0-10 cm			<b>0.01</b>	<0.01	<0.01	<b>0.01</b>	
10-20 cm			<b>0.01</b>	<0.01	<0.01	<b>0.01</b>	
④ほうれんそう栽培時1(10/11)	162 (8)	②	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
0-10 cm			<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
10-20 cm			<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
⑤ほうれんそう栽培時2(10/17)	168 (14)	②	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
0-10 cm			<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
10-20 cm			<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
⑥ほうれんそう栽培時3(11/16)	198 (44)	②	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
0-10 cm			<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
10-20 cm			<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
⑦ほうれんそう収穫時(12/14)	226 (72)	②	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
0-10 cm			<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
10-20 cm			<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	

※ 平均値は JIS Z8401-2019 規則 A に従い算出

平均値は定量限界未満の値を定量限界値として算出

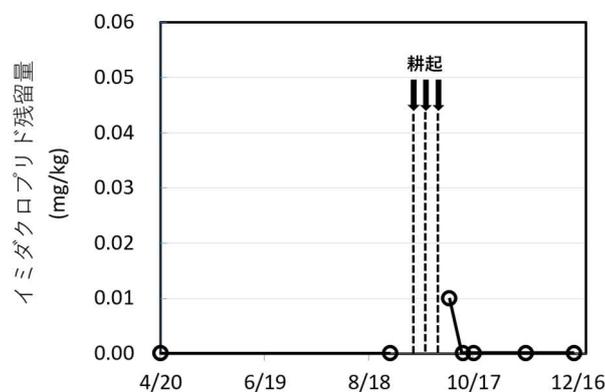


図 6-3-1 土壌中の濃度推移  
(イミダクロプリド 0~10cm・10~20cm)

表 6-3-2 農薬成分の検出状況(クロラントラニリプロール)

試料名	試験区	農薬処理後経過日数 【水稲箱施用 5/2~】 (ほうれんそう播種後経過日数)	分析 方法	残留量 (mg/kg)			
				1	2	3	平均
ほうれんそう	無処理区 収穫時(12/14)	226 (72)	—	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	処理区 収穫時(12/14)	226 (72)	—	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
土壌	処理区 ①水稲栽培前(4/20) 0-10 cm	— (—)	①	<0.01	<0.01	—	<0.01
	②水稲栽培後(8/30) 0-10 cm 10-20 cm	120 (—)	①	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01	— —	<0.01 <0.01
	③ほうれんそう播種日(10/3) 0-10 cm 10-20 cm	154 (0)	①	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01
	④ほうれんそう栽培時1(10/11) 0-10 cm 10-20 cm	162 (8)	②	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01
	⑤ほうれんそう栽培時2(10/17) 0-10 cm 10-20 cm	168 (14)	②	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01
	⑥ほうれんそう栽培時3(11/16) 0-10 cm 10-20 cm	198 (44)	②	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01
	⑦ほうれんそう収穫時(12/14) 0-10 cm 10-20 cm	226 (72)	②	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01

※ 平均値は JIS Z8401-2019 規則 A に従い算出

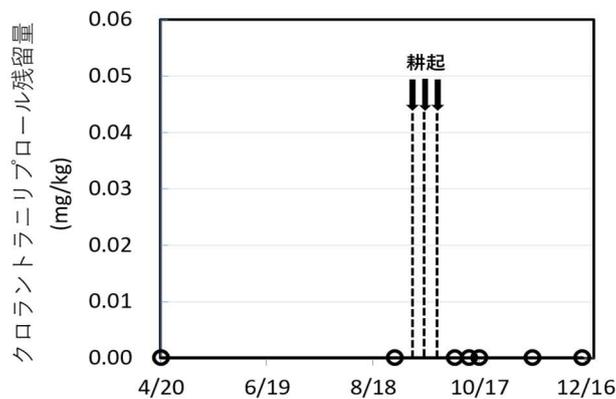


図 6-3-2 土壌中の濃度推移

(クロラントラニリプロール 0~10cm・10~20cm)

表 6-3-3 農薬成分の検出状況(イソプロチオラン)

試料名	試験区	農薬処理後経過日数 【湛水散布2 7/18~】 (ほうれんそう播種後経過日数)	分析方法	残留量 (mg/kg)			
				1	2	3	平均
ほうれんそう	無処理区 収穫時(12/14)	149 (72)	—	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	処理区 収穫時(12/14)	149 (72)	—	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
土壌	処理区 ①水稲栽培前(4/20) 0-10 cm	— (—)	①	<0.01	<0.01	—	<0.01
	②水稲栽培後(8/30) 0-10 cm 10-20 cm	43 (—)	①	4.13 2.90	3.32 2.68	— —	3.72 2.79
	③ほうれんそう播種日(10/3) 0-10 cm 10-20 cm	77 (0)	①	3.11 2.53	2.86 2.34	2.67 2.05	2.88 2.31
	④ほうれんそう栽培時1(10/11) 0-10 cm 10-20 cm	85 (8)	②	2.97 2.76	2.58 2.10	2.38 1.96	2.64 2.27
	⑤ほうれんそう栽培時2(10/17) 0-10 cm 10-20 cm	91 (14)	②	2.81 2.67	2.44 2.40	2.34 2.02	2.53 2.36
	⑥ほうれんそう栽培時3(11/16) 0-10 cm 10-20 cm	121 (44)	②	2.42 2.14	2.29 2.04	2.01 1.86	2.24 2.01
	⑦ほうれんそう収穫時(12/14) 0-10 cm 10-20 cm	149 (72)	②	2.45 1.92	1.96 1.72	1.68 1.66	2.03 1.77

※ 平均値は JIS Z8401-2019 規則 A に従い算出

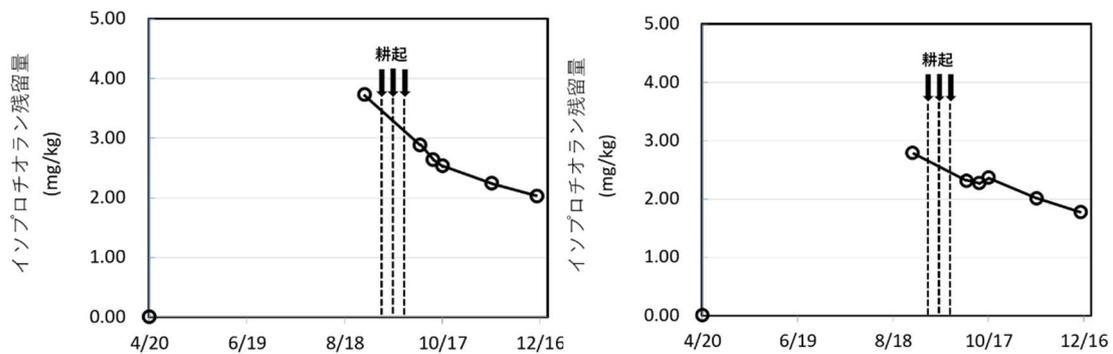


図 6-3-3 土壌中の濃度推移  
(イソプロチオラン 左: 0~10cm、右: 10~20cm)

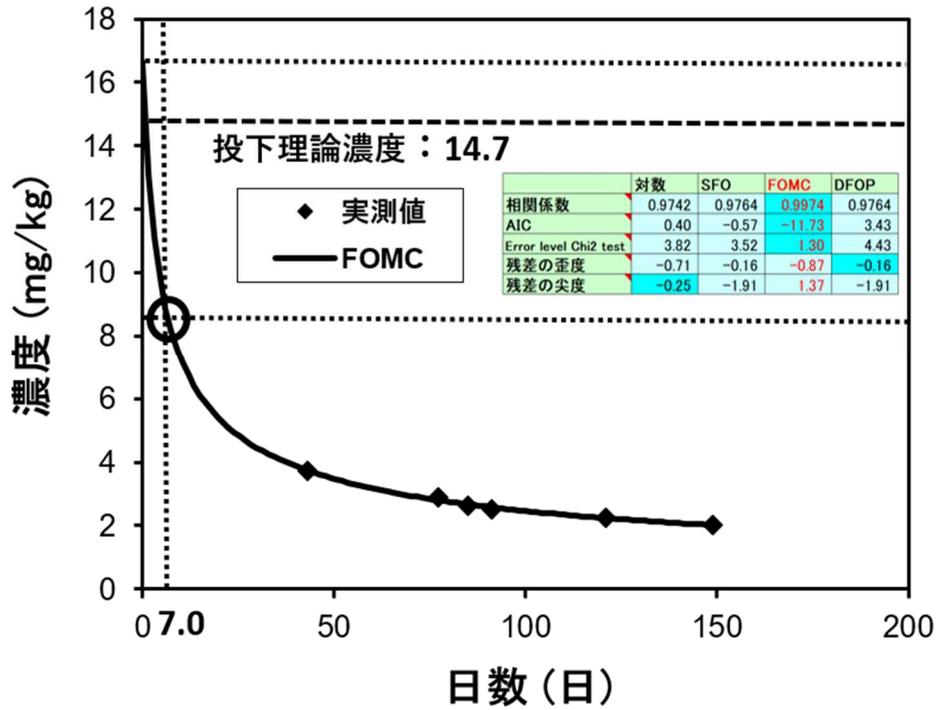


図 6-4-1 FOMC モデルによる土壌中半減期の推定  
(イソプロチオラン 0~10cm)

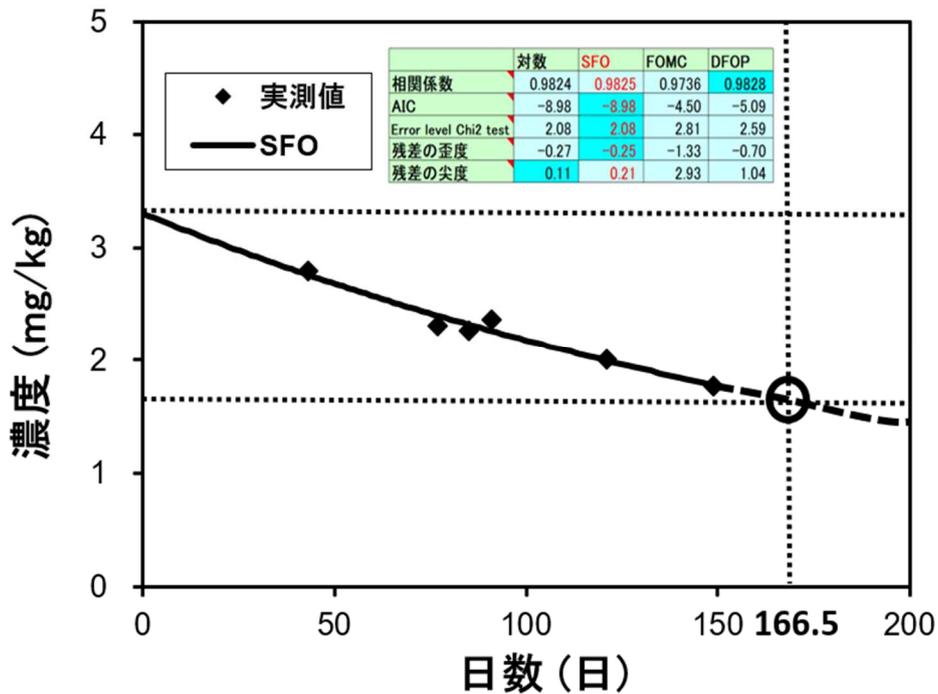


図 6-4-2 SFO モデルによる土壌中半減期の推定  
(イソプロチオラン 10~20cm)

## 6-3 考察

### 1) 分析法について

#### (1) 土壌の分析法

添加回収試験における添加濃度 0.01 mg/kg の平均回収率は、分析方法①では、イミダクロプリド 92%、クロラントラニリプロール 101%、イソプロチオラン 73%、変動係数は 3.8~5.1%であった。また、添加濃度 0.5 mg/kg の平均回収率はイミダクロプリド 80%、クロラントラニリプロール 88%、イソプロチオラン 87%、変動係数は 1.2~5.5%であった。

添加回収試験における添加濃度 0.01 mg/kg の平均回収率は、分析方法②では、イミダクロプリド 93%、クロラントラニリプロール 91%、イソプロチオラン 79%、変動係数は 2.8~6.1%であった。また、添加濃度 0.5 mg/kg の平均回収率はイミダクロプリド 91%、クロラントラニリプロール 86%、イソプロチオラン 78%、変動係数は 1.0~3.8%であった。

イソプロチオランに関しては、他の 2 剤と比較して平均回収率が劣るものの、分析真度の基準とされる平均回収率 70~120%を満たすため、分析法は妥当であると考えられた。

保存安定性試験における平均回収率は、イミダクロプリド 82%、クロラントラニリプロール 79%、イソプロチオラン 75%であった。これより-60℃における保存期間を 65 日以内とした場合、7~8 割程度の回収率が得られ、分析法は妥当であると考えられた。

#### (2) 作物体の分析法

添加回収試験における添加濃度 0.01 mg/kg の平均回収率はイミダクロプリド 88%、クロラントラニリプロール 93%、イソプロチオラン 76%、変動係数は 1.3~2.8%であった。また、添加濃度 0.5 mg/kg の平均回収率はイミダクロプリド 96%、クロラントラニリプロール 92%、イソプロチオラン 77%、変動係数は 0.5~6.8%であり、土壌と同様に分析法は妥当であると考えられた。

### 2) 圃場管理方法について

本事業で使用した処理区圃場では、2022 年 4 月~2023 年 10 月にかけて緩効性肥料試験として水稻栽培を実施し、今回選択した農薬 3 剤を少なくとも 2 年間は散布しておらず、早植栽培水稻（品種：コシヒカリ）を 5/9 に移植した。水管理に関しては、4/24~6/9 は浅水管理、6/9~8/22 の落水時までは間断灌水を実施し、湛水状態を保った（栃木県の慣行栽培方法に準じ、中干しは実施しなかった）。これにより、試験実施期間の内、水稻移植時 5/9 から落水時 8/22 までの 105 日間は水田状態であったといえる。

また、土壌中水分含有率は、8/30 水稻収穫時で 39.7%であった。その後、3 回

(9/13・19・26)の耕耘を実施し、10/3 ほうれんそう栽培開始時の土壌中水分含有率は19.8%であった。これにより、水稻収穫時8/30からほうれんそう収穫時12/14までの106日間は畑状態であったといえる。

### 3) 土壌中の対象成分濃度について

4/20 水稻栽培時から、12/14 ほうれんそう栽培時にかけて7回採取した土壌の各対象成分濃度推移に関して、以下に述べる。

#### (1) イミダクロプリド

- ・5/2にアドマイヤーCR箱粒剤50g/箱(約14箱/10a)の箱施用を1回実施した。
- ・箱施用による理論上の投下量は、14g/10aである。土壌の仮比重を0.90、作土深を10cmとし、分解が無いと仮定した場合の土壌の投下理論濃度は、0.16mg/kgとなった。
- ・分析の結果、イミダクロプリドの土壌中の残留濃度は、10/3 ほうれんそう播種時に、0~10cmおよび10~20cm層において0.01mg/kg(農薬投下後、分析を始めた時点での最大値)、投下理論濃度の6.3%となり、その他は定量限界未満(<0.01mg/kg)となった。
- ・試験圃場におけるイミダクロプリドの土壌中半減期は、表6-1-1に従うと、水田・畑状態ともに70日と推定され、栽培期間が合計211日であることを考慮すると、妥当な数値であると考えられた。

#### (2) クロラントラニリプロール

- ・5/2にフェルテラチェス箱粒剤50g/箱(約14箱/10a)の箱施用を1回実施した。
- ・箱施用による理論上の投下量は、0.52g/10aである。(1)と同様に考えた場合の土壌の投下理論濃度は、0.0058mg/kgとなった。
- ・分析の結果、全ての土壌に関して、定量限界未満(<0.01mg/kg)となった。
- ・試験圃場におけるクロラントラニリプロールの土壌中半減期は、表6-1-2に従うと、水田状態で2日、畑状態で149日と推定され、105日間の水田状態の間に著しく減少したと考えられた。

#### (3) イソプロチオラン

- ・5/2にフジワン粒剤75g/箱(約14箱/10a)の箱施用を1回、6/21(出穂30日前)および7/18(出穂10日前)に5kg/10aの湛水散布を2回実施した。
- ・箱施用による理論上の投下量は、125g/10aである。(1)と同様に考えた場合の土壌の投下理論濃度は、1.39mg/kgとなった。
- ・2回の水田散布による理論上の投下量は、1200g/10aである。(1)と同様に考えた場合の土壌の投下理論濃度は、13.3mg/kgとなった(計14.69mg/kg)。

- 分析の結果、0～10 cm 層において、土壌中イソプロチオラン濃度は、8/30 水稻栽培後に 4.13 mg/kg（農薬投下後、分析を始めた時点での最大値）となり、投下理論濃度の 28.1%となった。その後は減少し続け、12/14 ほうれんそう収穫時に最低 1.68 mg/kg となり、投下理論濃度の 11.6%となった。
- 土壌半減期を計算するモデルを、4 種類検討したところ、FOMC で最も相関が高かった。FOMC モデルでは、投下 0 日の濃度は 16.7 mg/kg と計算され、投下した理論濃度 14.7 mg/kg に近い値であったため、このモデルの適合性が評価できた。そのため、FOMC モデルで計算された土壌中半減期の 7.0 日と、測定した土壌残存濃度の妥当性が検証できた。
- 10～20cm 層においては、8/30 水稻栽培時に 2.90 mg/kg（農薬投下後、分析を始めた時点での最大値）となり、その後はおおよそ減少し続け、12/14 ほうれんそう収穫時に最低 1.66 mg/kg となった。
- 10～20 cm 層において、土壌半減期を計算するモデルを、4 種類検討したところ、最も相関の高い SFO モデルによる土壌中半減期は、図 6-4-2 に従うと、166.5 日と推定された。
- 平均農薬残留量は期間全体を通じて 10～20cm より 0～10cm 層が高く、土壌中半減期は 0～10 cm より 10～20 cm 層が長かった。

#### 4) ほうれんそう中の対象成分濃度について

12/14 ほうれんそう収穫時の作物体において、イミダクロプリド、クロラントラニリプロール、イソプロチオランの 3 剤とも、本試験における農薬施用法では、作物中の残留濃度はすべて定量限界未満 (<0.01 mg/kg) であった。

#### 5) まとめ

イミダクロプリド、クロラントラニリプロール、イソプロチオランの作物中の残留濃度はすべて定量限界未満 (<0.01 mg/kg) であった。

一方、土壌中の残留濃度については、イソプロチオランは箱施用に加え、2 回の水田散布も実施したため、土壌中残留最大濃度は水稻栽培後に 4.13 mg/kg となり、投下理論濃度の 28.1%に減少した。イミダクロプリドは、箱施用のみであり、土壌の最大残留濃度は 0.01 mg/kg で、投下理論濃度の 6.3%に減少した。クロラントラニリプロールも箱施用のみであり、土壌濃度は、全て定量限界未満であった。また、土壌中の残留濃度は、投下した理論濃度及び各成分の半減期を考慮すると、3 成分のいずれも妥当な数値であると判断した。

#### 6-4 後作物作付け実態に関する情報調査結果

栃木県における水稲栽培後の後作物作付け実態を把握するため、県央(宇都宮市周辺)および県南(栃木市周辺)の農業振興事務所から聞き取り調査を実施した。

表 6-4 後作物作付け実態に関する情報

後作物名	前作物名	施設・露地の別	後作物の作型または栽培期間	前作物から後作物作付けまでの期間	備考
スイートコーン	水稲	露地	3月～8月	7ヵ月～	県央、県南
はくさい	水稲	露地	9月～3月	20日～	県南
キャベツ	水稲	露地	9月～3月	20日～	県央、県南
ほうれんそう	水稲	露地	9月～3月	20日～	県南
レタス	水稲	露地	9月～12月	20日～	県南
ねぎ	水稲	露地	9月～3月	20日～	県南
たまねぎ	水稲	露地	11月～7月	3ヵ月～	県央、県南
なす	水稲	露地	4月～11月	8ヵ月～	県南
ブロッコリー	水稲	露地	9月～12月	20日～	県央、県南