

6. 栃木県農業総合研究センター

6-1 試験方法

1) 試験圃場

- 所在地 : 栃木県宇都宮市瓦谷町 (栃木農研センター内圃場)
栽培形態 : 露地
面積 : 処理区 28 m² (土壌及びほうれんそう採取 14 m² × 2 反復)
無処理区 14 m² (予備試験用、ほうれんそう採取)

土壌の理化学性

水稻作付前土壌 (2024年4月16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 (H₂O) : 6.0
- ・CEC : 35.4 cmol_ckg⁻¹
- ・リン酸吸収係数 : 2133 P₂O₅ mg/100g
- ・仮比重 : 0.90

ほうれんそう作付前土壌 (2024年9月15日採取)

- ・炭素含量 : 6.8%
- ・pH (H₂O) : 6.0
- ・CEC : 33.2 cmol_ckg⁻¹
- ・リン酸吸収係数 : 2184 P₂O₅ mg/100g
- ・仮比重 : 0.89

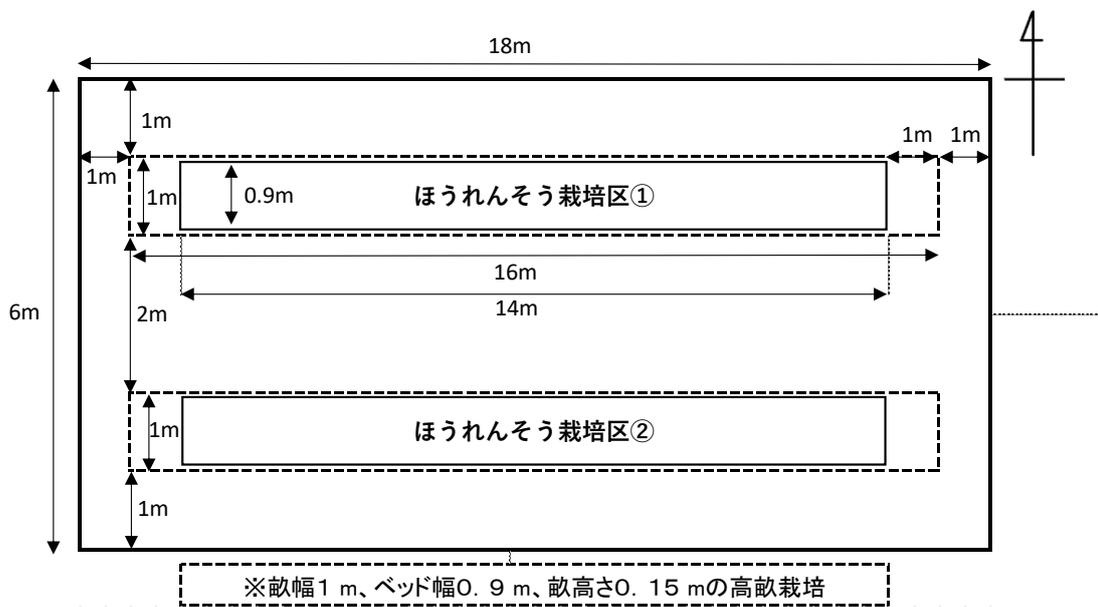


図 6-1 試験圃場のほうれんそう栽培時の見取り図（処理区）

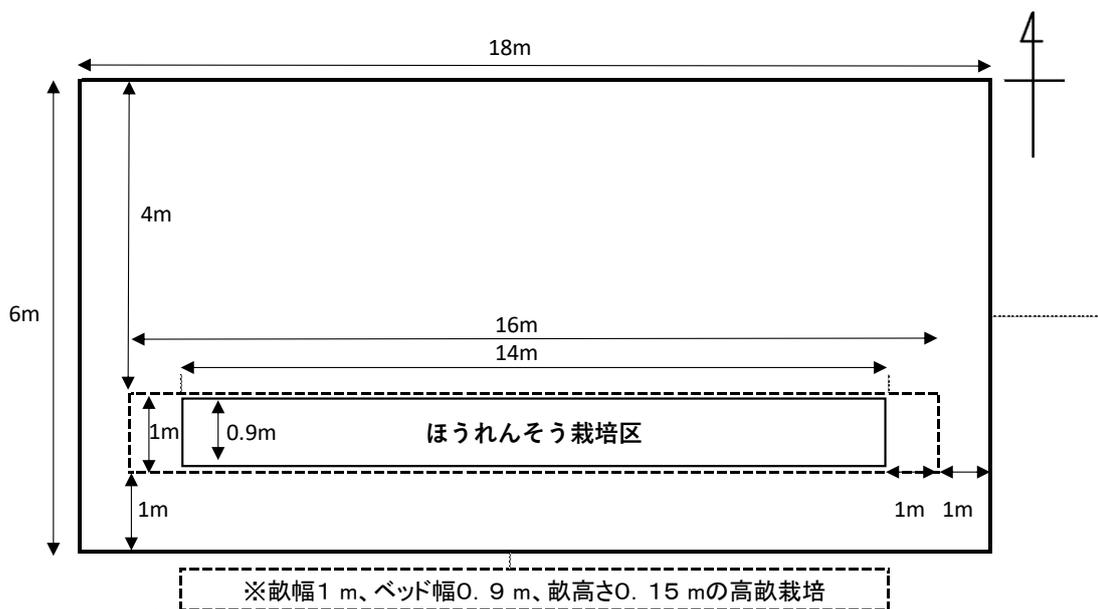


図 6-2 試験圃場のほうれんそう栽培時の見取り図（無処理区）

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、クロチアニジン、ジノテフラン、イソプロチオランとした。

表 6-1-1 調査対象農薬の概要（クロチアニジン）

農薬名（商品名）	ダントツ箱粒剤
有効成分・含有量	クロチアニジン 1.5%
物理的・化学的性状	logPow 0.7(25℃) * 土壌中半減期 8日（水田状態・火山灰壤土） 27日（畑地状態・火山灰壤土） 水溶解度 0.327 g/L(20℃)
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）	40 ppm
処理月日	5月8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

*クロチアニジン農薬抄録(2015年) P 4, 86~91 5-5. 土壌残留 より引用

表 6-1-2 調査対象農薬の概要（ジノテフラン）

農薬名（商品名）	スタークル粒剤
有効成分・含有量	ジノテフラン 1.0%
物理的・化学的性状	logPow -0.549(25℃) * 土壌中半減期 2日（水田状態・火山灰土） 24日（畑状態・火山灰土） 水溶解度 40 g/L(20.0℃, pH6.98)
後作物における農薬登録の有無	有
残留基準値（ほうれんそう）	15 ppm
処理月日	① 7月12日（水稻出穂12日前） ② 7月26日（水稻出穂2日後） ③ 8月7日（水稻出穂15日後）
処理量	3 kg/10a
処理方法	散布

*ジノテフラン農薬抄録(2018年) P 4, 153~156 5-3. 土壌残留 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°C) *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） 水溶解度 0.0485 g/L(20°C, pH6.0)
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8日（水稻育苗時、箱施用） ② 6月21日（水稻出穂33日前、湛水散布） ③ 7月12日（水稻出穂12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 4, 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：4/11 移植日：5/8 栽培完了日：9/10
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：10/16 栽培完了日：12/25

6-2 分析結果

表 6-3-1 農薬成分の検出状況(クロチアニジン)

試料名	試験区	農薬処理後経過日数 【箱散布 5/8~】 (ほうれんそう播種後経過日数)	残留量 (mg/kg)		
			1	2	平均
ほうれんそう	無処理区 収穫時 (12/25)	231 (70)	<0.01	<0.01	<0.01
	処理区 収穫時 (12/25)	231 (70)	<0.01	<0.01	<0.01
土壌	処理区 ①水稲栽培前 (4/16) 0-10 cm	— (—)	<0.01	<0.01	<0.01
	②水稲栽培後 (9/10) 0-10 cm 10-20 cm	125 (—)	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01
	③ほうれんそう播種日 (10/16) 0-10 cm 10-20 cm	161 (0)	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01
	④ほうれんそう栽培時1 (10/21) 0-10 cm 10-20 cm	166 (5)	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01
	⑤ほうれんそう栽培時2 (10/29) 0-10 cm 10-20 cm	174 (13)	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01
	⑥ほうれんそう栽培時3 (11/19) 0-10 cm 10-20 cm	195 (34)	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01
	⑦ほうれんそう収穫時 (12/25) 0-10 cm 10-20 cm	231 (70)	<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
平均値は定量限界未満の値を定量限界値として算出

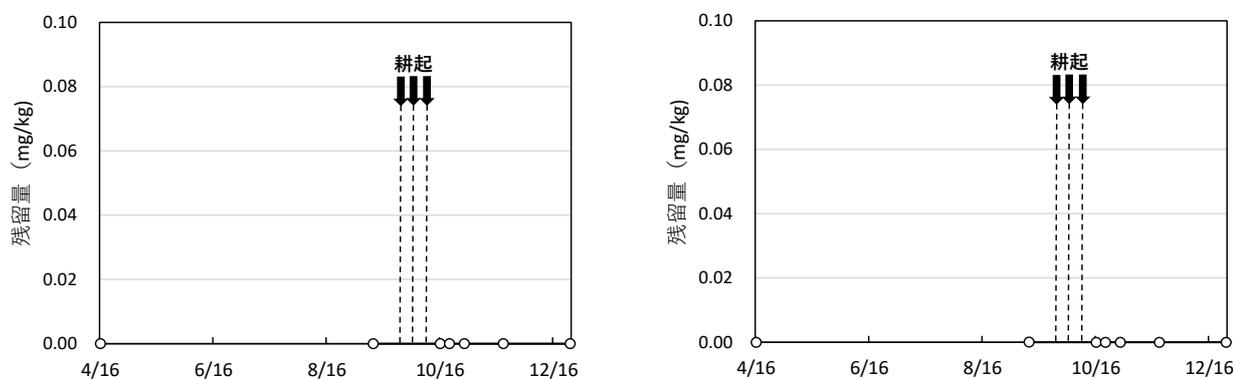


図 6-3-1 土壌中の濃度推移
(クロチアニジン 左: 0~10cm 右: 10~20cm)

表 6-3-2 農薬成分の検出状況(ジノテフラン)

試料名	試験区	農薬処理後経過日数 【散布 7/12~】 (ほうれんそう播種後経過日数)	残留量 (mg/kg)		
			1	2	平均
ほうれんそう	無処理区 収穫時 (12/25)	166 (70)	<0.01	<0.01	<0.01
	処理区 収穫時 (12/25)	166 (70)	<0.01	<0.01	<0.01
土壌	処理区 ①水稲栽培前 (4/16) 0-10 cm	— (—)	<0.01	<0.01	<0.01
	②水稲栽培後 (9/10) 0-10 cm 10-20 cm	60 (—)	0.06 0.02	0.05 0.02	0.06 0.02
	③ほうれんそう播種日 (10/16) 0-10 cm 10-20 cm	96 (0)	0.02 0.01	0.02 0.01	0.02 0.01
	④ほうれんそう栽培時1 (10/21) 0-10 cm 10-20 cm	101 (5)	0.01 0.01	0.01 0.01	0.01 0.01
	⑤ほうれんそう栽培時2 (10/29) 0-10 cm 10-20 cm	109 (13)	<0.01 0.01	<0.01 0.01	<0.01 0.01
	⑥ほうれんそう栽培時3 (11/19) 0-10 cm 10-20 cm	130 (34)	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01	<0.01 <0.01
	⑦ほうれんそう収穫時 (12/25) 0-10 cm 10-20 cm	166 (70)	<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

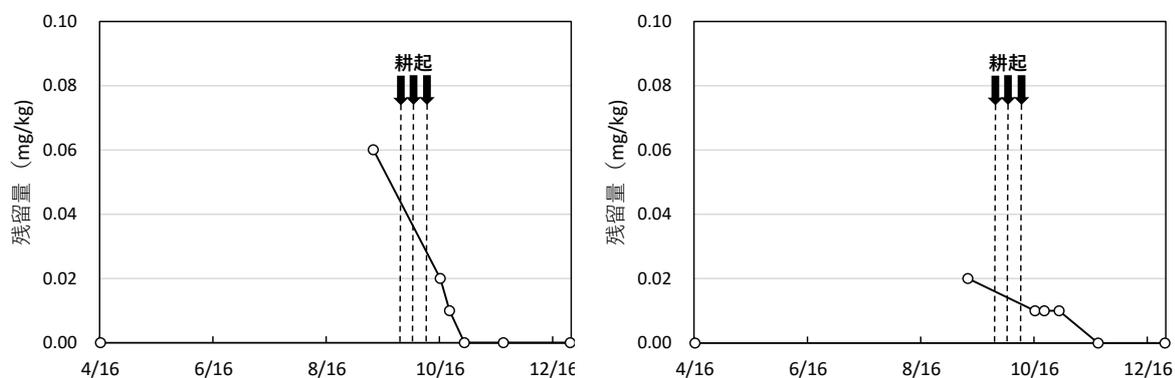


図 6-3-2 土壌中の濃度推移
(ジノテフラン 左: 0~10cm 右: 10~20cm)

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 【散布 7/12~】 (ほうれんそう播種後経過日数)	残留量 (mg/kg)		
			1	2	平均
ほうれんそう	無処理区 収穫時 (12/25)	166 (70)	<0.01	<0.01	<0.01
	処理区 収穫時 (12/25)	166 (70)	<0.01	<0.01	<0.01
土壌	処理区 ①水稲栽培前 (4/16) 0-10 cm	— (—)	1.17	0.88	1.03
	②水稲栽培後 (9/10) 0-10 cm 10-20 cm	60 (—)	1.60 1.22	1.47 0.99	1.54 1.11
	③ほうれんそう播種日 (10/16) 0-10 cm 10-20 cm	96 (0)	1.10 0.84	0.76 0.66	0.93 0.75
	④ほうれんそう栽培時1 (10/21) 0-10 cm 10-20 cm	101 (5)	0.95 0.78	0.82 0.70	0.89 0.74
	⑤ほうれんそう栽培時2 (10/29) 0-10 cm 10-20 cm	109 (13)	0.87 0.76	0.71 0.62	0.79 0.69
	⑥ほうれんそう栽培時3 (11/19) 0-10 cm 10-20 cm	130 (34)	0.86 0.66	0.65 0.51	0.76 0.59
	⑦ほうれんそう収穫時 (12/25) 0-10 cm 10-20 cm	166 (70)	0.86 0.55	0.59 0.48	0.73 0.52

※ 平均値は JIS Z8401-2019 規則 A に従い算出

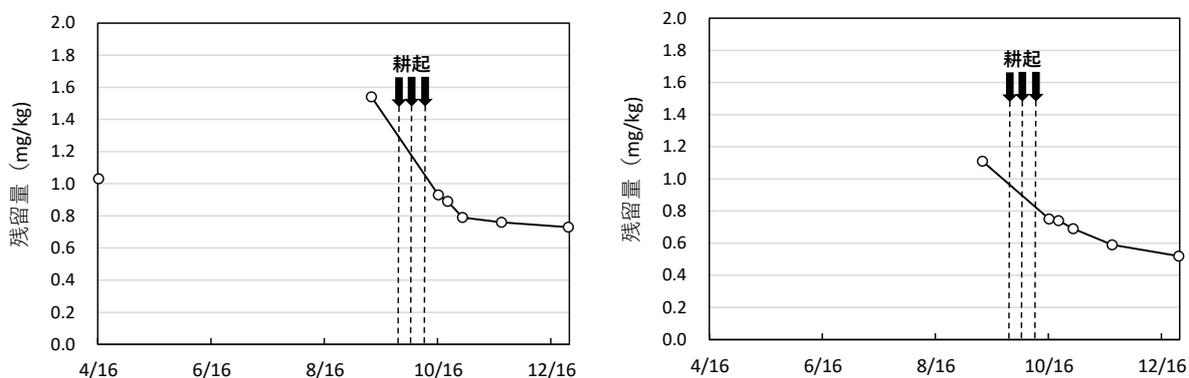


図 6-3-3 土壌中の濃度推移
(イソプロチオラン 左 : 0~10cm 右 : 10~20cm)

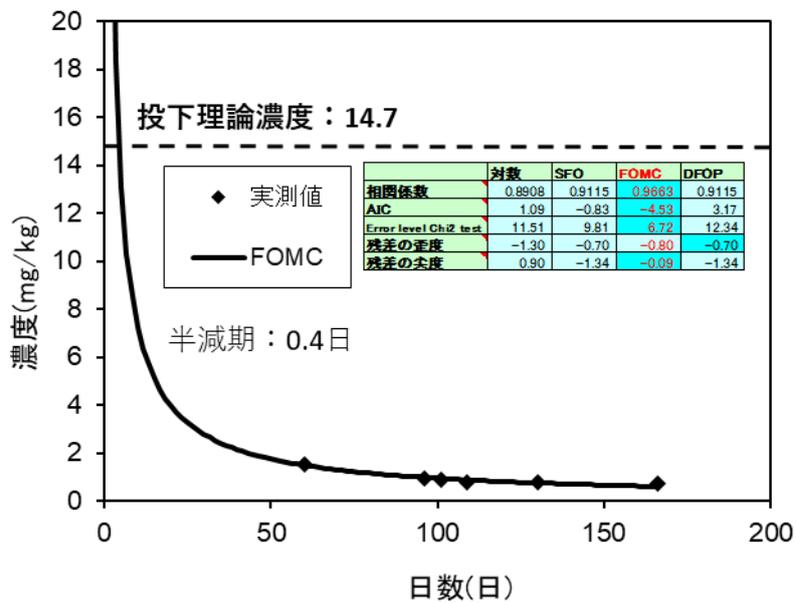


図 6-4-1 FOMC モデルによる土壌中半減期の推定
(イソプロチオラン 0~10cm)

※ 当該成分の農薬における最終散布日 (7/12) を基準日 (0 日) に設定した。

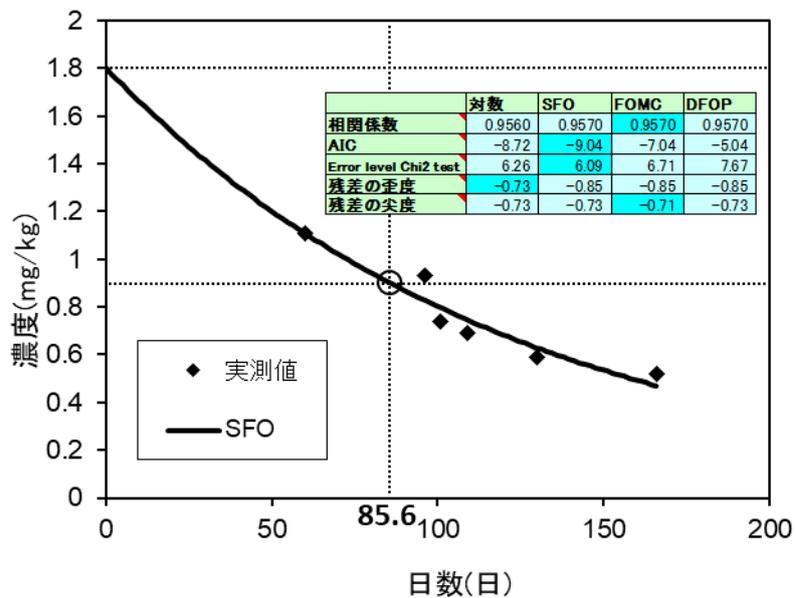


図 6-4-2 SFO モデルによる土壌中半減期の推定
(イソプロチオラン 10~20cm)

※ 当該成分の農薬における最終散布日 (7/12) を基準日 (0 日) に設定した。

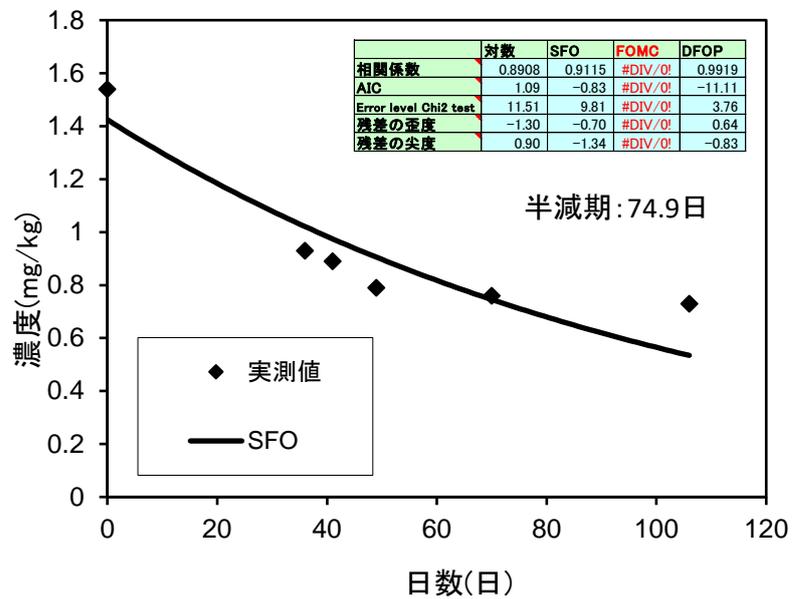


図 6-4-3 SFO モデルによる土壌半減期の推定
(イソプロチオラン 0~10cm)

※ 水稻栽培後の土壌採取日 (9/10) を基準日 (0 日) に設定した。

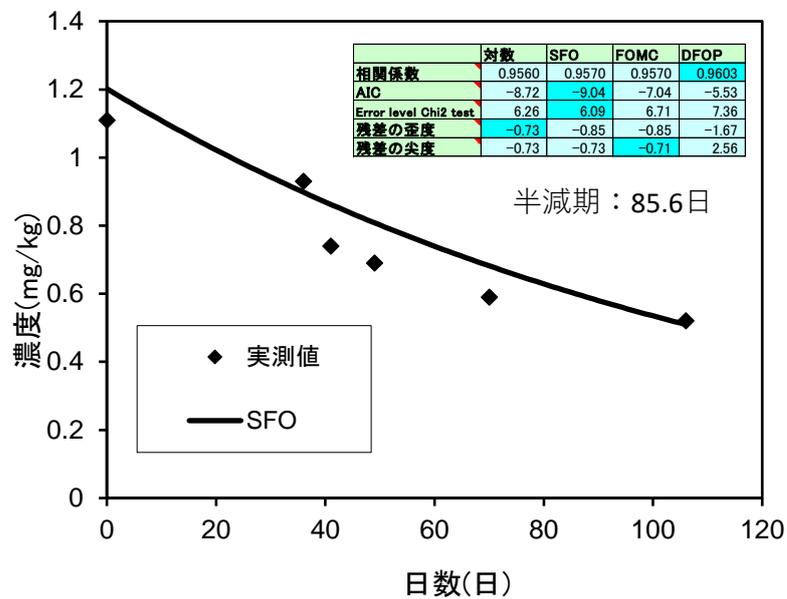


図 6-4-4 SFO モデルによる土壌半減期の推定
(イソプロチオラン 10~20cm)

※ 水稻栽培後の土壌採取日 (9/10) を基準日 (0 日) に設定した。

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、クロチアニジン 90%、ジノテフラン 83%、イソプロチオラン 101%、変動係数は 2.5~3.6%であった。また、添加濃度 0.5 mg/kg の平均回収率はクロチアニジン 85%、ジノテフラン 86%、イソプロチオラン 93%、変動係数は 2.4~4.4%であった。

いずれの3剤とも、分析真度の基準とされる平均回収率 70~120%を満たすため、分析方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、クロチアニジン 78%、ジノテフラン 77%、イソプロチオラン 87%であった。これより-60℃における保存期間を 274 日以内とした場合、8~9 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 の平均回収率はクロチアニジン 92%、ジノテフラン 87%、イソプロチオラン 102%、変動係数は 2.6~6.8%であった。また、添加濃度 0.5 mg/kg の平均回収率はクロチアニジン 88%、ジノテフラン 82%、イソプロチオラン 93%、変動係数は 0.5~4.9%であり、土壌と同様に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、クロチアニジン 81%、ジノテフラン 81%、イソプロチオラン 93%であった。これより-60℃における保存期間を 30 日以内とした場合、8 割以上の回収率が得られ、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、2020年4月~2022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ており、2023年4月~2023年12月にかけては令和5年度農薬残留対策総合調査として、水稻およびほうれんそうを作付けしている。

今回選択した農薬のうち、ダントツ粒剤（クロチアニジン）は2020年以降に水稻作付時において使用されていない。

スタークル粒剤（ジノテフラン）は、当センターの慣行的な防除として、2020年4月~2022年10月までに使用されていたが、2023年の使用はない。

フジワン粒剤（イソプロチオラン）は、2020年4月~2022年10月に使用されていないが、2023年の令和5年度農薬残留対策総合調査の対象農薬として使用されている。

早植栽培水稻（品種：コシヒカリ）を5/8移植した。水管理に関しては、4/19～6/6は浅水管理、6/7～8/23の落水時までに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5/8から落水時8/23までの107日間は水田状態であったといえる。

また、土壌水分含有率は、9/10水稻栽培後に地表0～10cmで40.5%であった。その後、3回(9/25・10/1・10/7)の耕耘を実施し、10/16ほうれんそう播種日の土壌水分含有率は、38.8%であった。これにより、水稻栽培後9/10からほうれんそう収穫時12/25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

4/16水稻栽培時から、12/25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) クロチアニジン

- ・5/8にダントツ粒剤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成分投下量は、10.5g/10aである。土壌の仮比重を0.90、作土深を10cmとし、分解がないと仮定した場合の投下理論濃度は、0.12mg/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チアニジンの土壌中半減期は表6-1-1に従うと、水田状態で8日、畑状態で27日とされ、箱施用日5/8から水稻栽培後の土壌採取9/10の125日間に大きく減少したと考えられた。

(2) ジノテフラン

- ・スタークル粒剤を7/12（水稻出穂12日前）、7/26（水稻出穂2日後）および8/7（水稻出穂15日後）に3kg/10aを計3回散布した。
- ・3回の水田散布による理論上の成分投下量は、90g/10aである。（1）と同様に考えた場合、土壌の投下理論濃度は、1.0mg/kgとなった。
- ・分析の結果、0～10cm層において、土壌中のジノテフラン濃度は9/10水稻栽培後に0.06mg/kg（農薬投下後、分析を始めた時点で最大値）となり、投下理論値の6%となった。その後減少し続け、10/29に定量限界未満（<0.01mg/kg）となった。10～20cm層においても、9/10水稻栽培後に0.02mg/kgとなり、その後減少し続け、11/19に定量限界未満（<0.01mg/kg）となった。
- ・平均農薬残留量は期間全体を通じて10～20cmより0～10cm層が高かった。
- ・試験圃場におけるジノテフランの土壌中半減期は、表6-1-2に従うと、水田状態で2日、畑状態で24日とされ、農薬散布7/12から、水稻栽培後の土壌採取9/10までの60日間に大きく減少し、その後ゆるやかに減少したと考えられた。

(3) イソプロチオラン

- 5/8 にフジワン粒剤 75 g/箱 (約 14 箱/10 a) の箱施用を 1 回、6/21 (出穂 33 日前) および 7/12 (出穂 12 日前) に 5 kg/10 a 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、126 g/10 a である。(1)と同様に考えた場合の土壌の投下理論濃度は、1.40 mg/kg となった。
- 2 回の水田散布による理論上の投下量は、1200 g/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、13.3 mg/kg となった (計 14.7 mg/kg)。
- 分析の結果、土壌中イソプロチオラン濃度は 4/16 水稻栽培前に 1.03 mg/kg となり、昨年度の成分の残留があったと推察された (昨年度、2023 年 12 月 14 日で残留量 2.03 mg/kg、本年の残留濃度を投下理論濃度と合計すると 15.7 mg/kg)。
- 0~10 cm 層において、9/10 水稻栽培後に 1.54 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 10.5% となった。また、水稻栽培前の残留濃度と合計した投下理論濃度の 9.8% となった。その後は減少し続け、12/25 ほうれんそう収穫時に最低 0.73 mg/kg となり、投下理論濃度の 5.0%、水稻栽培前の残留濃度と合計した理論濃度の 4.6% となった。
- 10~20cm 層において、9/10 水稻栽培後に 1.11 mg/kg となり、投下理論濃度の 7.6% となった。その後は減少し続け、12/25 ほうれんそう収穫時に最低 0.52 mg/kg となり、投下理論濃度の 3.5% となった。
- 平均農薬残留量は期間全体を通じて 10~20cm より 0~10cm 層が高かった。
- 試験圃場におけるイソプロチオランの土壌中半減期は、表 6-1-3 に従うと、水田状態で 76 日、畑状態で 178 日とされたが、図 6-4-1 のとおり、対象農薬成分の最終散布日 (7/12) を基準日 (0 日) とした場合の FOMC モデルで計算された半減期によると、0~10cm 層で 0.4 日であり、実際の成分には大きな減少がみられた。ただし、半減期は短い、その後の分解はなだらかであり、1 年経過後も 1 mg/kg (7%程度) が残留していた。また、図 6-4-3 のとおり、水稻栽培後の土壌採取日を基準日 (0 日) として半減期を推定した場合、0~10cm 層では、SFO モデルの計算により 74.9 日と推定された。同様に 10~20cm 層で半減期を推定した場合、図 6-4-2 及び図 6-4-4 のとおり、土壌半減期はいずれの基準日でも SFO モデルによる計算により、85.6 日と推定された。

4) ほうれんそう中の対象成分濃度について

12/25 ほうれんそう収穫時の作物体において、クロチアニジン、ジノテフラン、イソプロチオランの 3 剤とも、本試験による農薬施用法では、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

クロチアニジン、ジノテフラン、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。

土壌中の残留濃度について、クロチアニジンは箱施用のみで、土壌濃度は全て定量限界未満であった。ジノテフランはスタークル粒剤を3回散布したが、土壌中残留最大濃度は、水稻栽培後で0.06 mg/kgであり、投下理論値の6%まで減少した。イソプロチオランは、箱施用に加え、2回の水田散布を実施したが、土壌中残留最大濃度は、水稻栽培後で1.54 mg/kgであり、投下理論濃度の10.5%まで減少した。

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（令和5年度調査）

栃木県における水稻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	水稻	露地	3月～8月	7ヶ月～	県央、県南
はくさい	水稻	露地	9月～3月	20日～	県南
キャベツ	水稻	露地	9月～3月	20日～	県央、県南
ほうれんそう	水稻	露地	9月～3月	20日～	県南
レタス	水稻	露地	9月～12月	20日～	県南
ねぎ	水稻	露地	9月～3月	20日～	県南
たまねぎ	水稻	露地	11月～7月	3ヶ月～	県央、県南
なす	水稻	露地	4月～11月	8ヶ月～	県南
ブロッコリー	水稻	露地	9月～12月	20日～	県央、県南