

令和5年3月31日

安全な農畜水産物安定供給のための包括的レギュラトリーサイエンス研究推進  
委託事業のうち短期課題解決型研究  
研究成果報告書

課題番号：21453799

被覆を必要とする農薬の使用時におけるリスク低減に関する研究

研究期間：令和3年度～令和4年度（2年間）

研究総括者名：小原 裕三

試験研究機関名：農薬リスク低減コンソーシアム

- ・国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
農業環境研究部門
- ・高知県農業技術センター
- ・徳島県農林水産総合技術支援センター

## ＜別紙様式3＞最終年度報告書

### 1 研究目的

クロルピクリン剤については、土壌病害虫を防除する上で有効な農薬であり、国内各地で使用されているが、刺激性があることから、使用に際して被覆を行うことが求められている。しかしながら、処理時に適切な被覆が行われなかったこと等を原因とするクロルピクリン剤による事故が毎年報告されており、令和元年度では5件（農林水産省実態調査）が報告されている。その中には、被覆が行われていたにもかかわらず近隣住民に体調不良が生じた事例もある。日本では、ほ場が住宅地近辺に存在することも多く、これらの地域では農業者自身だけでなく、周辺住民に被害が生じることがないように、クロルピクリン剤の使用時に被覆を適切に行うことが極めて重要である。本研究課題ではクロルピクリン剤の使用によるリスクを低減する対策を検討し、また、適切な取扱いの指導や規制の検討に活用できるよう、被覆資材の種類や土壌の種類、温度等の環境条件によるクロルピクリン剤の揮散防止効果等の科学的知見を収集することを目的とする。

本研究では、

1. 農業用被覆資材の厚さや材質の揮散防止効果への影響評価と解析
2. 高知県の灰色低地土における揮散防止効果等への影響に関する実証と経済的評価
3. 徳島県の砂質土壌における揮散防止効果等への影響に関する実証と経済的評価

により、クロルピクリン剤の使用によるリスクを低減する対策、また、適切な取扱いの指導や規制の検討を進めるために必要な科学的な知見を得る。

変動要因である被覆資材の種類や温度等の環境条件の影響について把握する。土壌の種類の異なる3地域において、評価対象の作物で一般的に用いられている慣行の被覆フィルム

（農ポリ）とガスバリアー性フィルムを用いてクロルピクリン剤の揮散防止効果等を実測により評価する。試験を実施する季節については、温度の異なる夏季（2回）と冬季（1回）の計3回とし、得られた知見をもとに他の地域の事例でも評価可能なように、可能な限り一般化を行い、クロルピクリン使用時のリスク低減効果についても評価を実施する。

## 2 研究内容

### (1) 研究課題

#### 1) 農業用被覆資材の厚さや材質の揮散防止効果への影響評価と解析

農業用被覆資材の厚さや材質の揮散防止効果への影響評価と解析として、黒ボク土における土壌くん蒸消毒用フィルムの資材の厚さや材質によるクロルピクリン剤の揮散防止効果等への影響を評価し、小課題2)、3)の成果と併せて、クロルピクリン剤の使用時におけるリスク低減策をシミュレーションモデルも活用し提示する。

茨城県、高知県、徳島県の評価対象地域で用いられている農業用被覆資材の厚さや材質の調査を実施し、評価対象被覆資材を選定する。カップ法によりクロルピクリンの透過速度（物質移動係数）と温度依存性を測定評価する。

また、土壌中クロルピクリンの分解消失速度と温度依存性について、微生物による分解消失の寄与が大きいことが分かっている。このため、研究開始当初は、非滅菌土壌と滅菌土壌を異なる温度に設定した恒温槽内でインキュベーションすることにより、評価対象の土壌中でのクロルピクリンの分解消失速度と温度依存性の測定、評価を予定していた。

しかし、令和4年度の試験設計検討会議において、令和3年度の試験における参画機関の各地域での土壌くん蒸処理方法が異なっていたため、得られたデータを横断的に解析できるよう、全参画機関において処理方法を揃えて、夏季の試験を追加して実施すること、土壌中でのクロルピクリンの分解消失速度と温度依存性の測定、評価を実施しないこととした。

#### 2) 高知県の灰色低地土における揮散防止効果等への影響に関する実証と経済的評価

高知県の灰色低地土において、異なる季節で被覆資材と環境条件によるクロルピクリン剤の揮散防止効果等への影響を評価し、小課題1)の成果と合わせてリスク低減策を提示するとともに、高知県でクロルピクリンの使用量の最も多い園芸作物としてショウガを対象に被覆に係るコストと収量増加等のベネフィットの定量的な比較評価を実施し経済的効果を示す。

#### 3) 徳島県の砂質土壌における揮散防止効果等への影響に関する実証と経済的評価

徳島県の砂質土壌において、異なる季節で被覆資材と環境条件によるクロルピクリン剤の揮散防止効果等への影響を評価し、小課題1)の成果と合わせてリスク低減策を提示するとともに、徳島県でクロルピクリンの使用量の最も多い園芸作物としてカンショを対象に被覆に係るコストと収量増加等のベネフィットの定量的な比較評価を実施し経済的効果を示す。

### (2) 達成目標及び進捗目標

クロルピクリン剤の使用に関し、制御可能であるが大きな変動要因として、被覆資材の種類や温度等の環境条件について検討する。土壌の種類異なる3地域において、評価対象の作物で一般的に用いられている慣行の被覆フィルム（農ポリ）とガスバリアー性フィルムを用いてクロルピクリン剤の揮散防止効果等を実測により評価する。評価を実施する季節については、温度の異なる夏季（2回）と冬季（1回）の計3回とし、得られた知見

をもとに、他の地域の事例でも評価できるように可能な限り一般化を行い、クロルピクリン使用時のリスク低減効果についても評価を実施する。

また、高知県でのショウガと徳島県でのカンショを対象に被覆に係るコストと収量増加等のベネフィットの定量的な比較評価を実施し経済的効果を示し、クロルピクリンのリスク低減のためのガスバリアー性フィルムの利用等、普及のためのインセンティブとなる情報を得ることを目標とする。

### **(3) 研究成果の行政施策・措置への貢献**

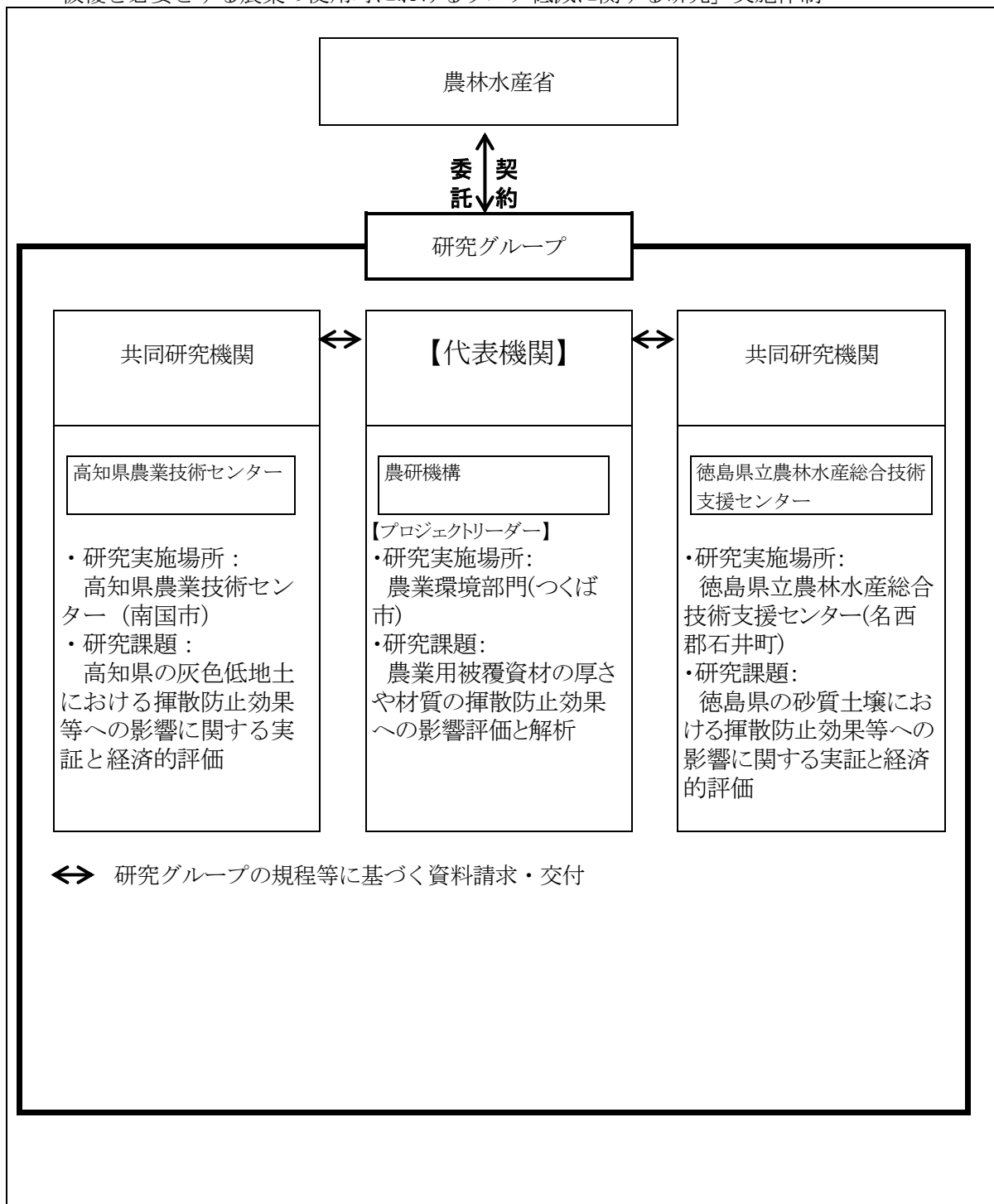
クロルピクリン剤の被覆に関する適正な取扱いの指導や規制の検討、クロルピクリン剤の使用者に対する暴露の評価等への活用に関して、合理的なリスク低減対策の科学的な知見を収集・提供し、行政施策・措置へ貢献する。また、リスク低減策に対する経済的評価により、クロルピクリンのリスク低減のためのガスバリアー性フィルムの利用等、普及のためのインセンティブとなる情報を提供し、クロルピクリン剤の使用に起因する事故を軽減することが期待される。また、知財化が期待できる知見が得られた場合には、各機関の知財マネージャー、農林水産省の担当官と相談しながら検討し、必要に応じて適切に対応する。

#### (4) 年次計画

| 研究課題                                                                                 | 研究年度                            |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---|---|
|                                                                                      | 3                               | 4 | 5 |
| 1. 農業用被覆資材の厚さや材質の揮散防止効果への影響評価と解析                                                     | 揮散防止効果の評価・解析<br>←→              |   |   |
| 2. 高知県の灰色低地土における揮散防止効果等への影響に関する実証と経済的評価<br>(1) 灰色低地土での揮散防止効果の実証<br>(2) ショウガ栽培での経済的評価 | 揮散防止効果の実証<br>←→<br>経済性の調査<br>←→ |   |   |
| 3. 徳島県の砂質土壤における揮散防止効果等への影響に関する実証と経済的評価<br>(1) 砂質土壤での揮散防止効果の実証<br>(2) カンショ栽培での経済的評価   | 揮散防止効果の調査<br>←→<br>経済性の調査<br>←→ |   |   |

## (5) 研究体制

「被覆を必要とする農薬の使用時におけるリスク低減に関する研究」実施体制



# (6) 実施体制

| 研究項目                                    | 担当研究機関・研究室         |                            | 研究担当者                                                                                             | エフォート<br>(%)                   |
|-----------------------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|                                         | 機関                 | 研究室                        |                                                                                                   |                                |
| 研究総括者                                   | 農研機構 農業環境研究部門      | 化学物質リスク質研究領域<br>有機化学物質グループ | ◎小原裕三                                                                                             | 10                             |
| 1. 農業用被覆資材の厚さや材質の揮散防止効果への影響評価と解析        | 農研機構 農業環境変動研究センター  | 有害化学物質研究領域<br>環境化学物質分析ユニット | ○小原裕三                                                                                             | 前出                             |
| 2. 高知県の灰色低地土における揮散防止効果等への影響に関する実証と経済的評価 | 高知県農業技術センター        | 生産環境課<br>農薬管理担当            | ○島本文子<br>森田展樹<br>山本彩<br>(～2022.3)<br>大久保早季<br>(2022.4～)<br>岡美佐子<br>(～2022.3)<br>竹村知夏<br>(2022.4～) | 15<br>10<br>10<br>10<br>5<br>5 |
| 3. 徳島県の砂質土壌における揮散防止効果等への影響に関する実証と経済的評価  | 徳島県立農林水産総合技術支援センター | 資源環境研究課<br>食の安全担当、病虫害・鳥獣担当 | ○田中昭人<br>佐藤恵<br>(～2022.3)<br>富士田 健人<br>(2022.4～)<br>△米本謙悟<br>緒方 裕一                                | 15<br>5<br>5<br>10<br>5        |

(注1) 研究総括者には◎、小課題責任者には○、実行課題責任者には△を付すこと。

(注2) 代表機関及び共同研究機関並びに研究総括者の変更を行う必要が生じた場合はその理由を明記した書面を添付すること。

## (7) 各年度の研究費

令和3年度 4,000,000円

令和4年度 4,000,000円

### 3 研究推進会議の開催状況

別添のとおり。

### 4 研究成果の概要（別紙参照）

#### （1）主な成果

##### 1） 成果の内容

農業用被覆資材の厚さや材質の揮散防止効果への影響評価と解析として、土壌くん蒸消毒用フィルムの資材の厚さや材質によるクロルピクリン剤の揮散防止効果等への影響を評価し、全小課題の成果と併せて、クロルピクリン剤の使用時におけるリスク低減策をシミュレーションモデルも活用し提示した。

茨城県、高知県、徳島県の評価対象地域で用いられているクロルピクリン剤による土壌くん蒸消毒で使用されている農業用被覆資材の厚さや材質を評価対象被覆資材とし、カップ法によりクロルピクリンの透過速度（物質移動系数）と温度依存性を測定評価した。

大気への揮散や防除効果への変動要因である被覆資材の種類や温度等の環境条件の影響について、慣行の被覆フィルム（農ポリ）とガスバリアー性フィルムを用いてクロルピクリン剤の揮散防止効果等を実測により評価した。試験を実施する季節については、温度の異なる夏季（2回）と冬季（1回）の計3回とし、得られた知見をもとに他の地域の事例でも評価可能のように一般化を行った。ガスバリアー性フィルムによる大気への揮散防止効果について、いずれの条件下においても、ガスバリアー性フィルムを用いることでリスク低減が得られることが判明した。また、同一地域の同種の土壌条件では、高温期より低温期の方が、大気揮散は抑制できる一方で、土壌中の拡散が小さくなる可能性が示唆された。

一方で、現状の施用量条件下での防除効果に関して、改善効果を明瞭に示すことが可能な土壌（砂質土壌）と、農ポリでも十分な効果が得られているために、ガスバリアー性フィルムのメリットが小さくなりやすいと考えられる土壌（黒ボク土）があることが明らかになった。これは、クロルピクリンの吸着・吸収に関係する土壌炭素含量や拡散・移流に関係する固相率により、被覆フィルム直下の気相中クロルピクリン濃度が異なることが要因であると推察された。また、土壌有機物含量に微生物活性、すなわち土壌中でのクロルピクリンの分解性が相関することが一般的に知られており、黒ボク土では土壌中でのクロルピクリンの分解性が大きくなることも、大気への揮散が小さくなることに寄与しているものと考えられた。

経済的効果について、小課題2）ではガスバリアー性フィルムと農ポリでも病害が認められず、フィルムの違いによる有意な差が得られなかったが、小課題3）では畝内水平方向への防除効果の拡大が見られ防除効果が上がることが示唆され、処理量の低減によりコスト増を相殺できる可能性が示唆された。これらの結果は、現状のクロルピクリンの処理量が農ポリでの被覆が前提になっているためであり、ガスバリアー性フィルムを用いることにより、現状の処理量を更に低減することが可能であり、処理量の低減化により、被覆資材のコスト増を含めても、従来よりもトータルのコストが低くなる可能性がある。

##### 2） 成果の活用

現状の農薬登録の処理量の上限は、慣行の農ポリフィルムでも十分な防除効果が得られる量であるため、本研究事業では、ガスバリアー性フィルムと農ポリでも対象土壌病原菌は検出限界以下となり、病害が認められず、被覆資材の種類による有意な差が得られなかった



が、これは、ガスバリアー性フィルムを用いることで、防除効果を維持したまま処理量を低減化する余地があることを示している。また、クロルピクリンのリスク低減のためのガスバリアー性フィルムの利用等、リスク低減策に対する経済的評価により、普及のためのインセンティブとなる情報を提供することで、クロルピクリン剤の使用に起因する事故をゼロに近づけていくことが期待される。

対策を進めるに当たっては、ガスバリアー性フィルムの種類が様々あり、透過性などの性能が一律でないこと、日本では様々な土壌や気候があることから、ガスバリアー性フィルムがどの程度効果があるか、実際の各地域における作物や土壌病害虫に対しても確認すべきと考える。

## (2) 各研究課題の成果

### 1) 小課題名：農業用被覆資材の厚さや材質の揮散防止効果への影響評価と解析

#### (ア) 研究目標

クロルピクリン剤の使用によるリスクを更に低減する対策、また、適切な取扱いの指導や規制の検討を進めるために必要な科学的な知見を得る。土壌くん蒸消毒用フィルムの厚さや材質によるクロルピクリン剤の揮散防止効果等への影響を評価し、小課題2)と3)の成果と併せて、クロルピクリン剤の使用時におけるリスク低減策を提示する。

また、被覆に係るコストベネフィットの定量的な比較評価により、クロルピクリンの適切な被覆の実施・普及のためのインセンティブとなる情報を得る。

#### (イ) 研究内容

農業用被覆資材の厚さや材質の揮散防止効果への影響評価と解析として、土壌くん蒸消毒用フィルムの資材の厚さや材質によるクロルピクリン剤の揮散防止効果等への影響を評価し、小課題2)、3)の成果と併せて、クロルピクリン剤の使用時におけるリスク低減策をシミュレーションモデルも活用し提示する。

茨城県、高知県、徳島県の評価対象地域で用いられている農業用被覆資材の厚さや材質の調査を実施し、評価対象被覆資材を選定する。カップ法によりクロルピクリンの透過速度(物質移動係数)と温度依存性を測定評価する。

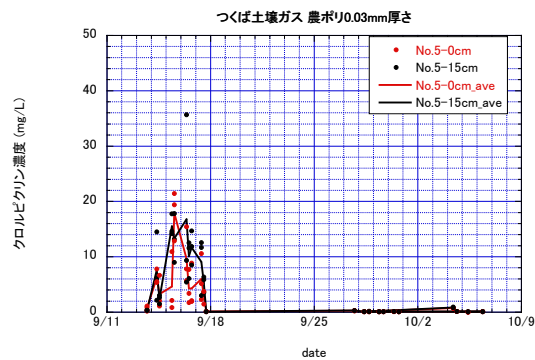
これらのデータをもとに、これまでに検討したシミュレーションモデルや簡便化した推算評価法を活用して一般化し、揮散防止効果の評価、周辺環境濃度の推定等を実施する。

また、高知県でのショウガと徳島県でのカンショを対象に、被覆に係るコストベネフィットの定量的な比較評価を実施し経済的效果を示す。

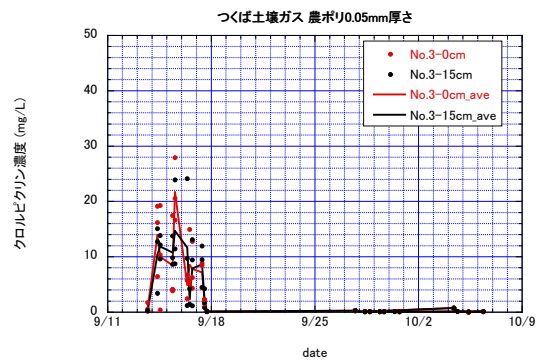
#### (ウ) 研究結果

茨城県の農環研黒ボク土の圃場で、高温期である夏季(令和3年9月)において農ポリ(厚さ:0.03mm、0.05mm)、ガスバリアー性フィルム(ガスバリアー②、厚さ:0.05mm)を用いて土壌くん蒸消毒(30ml/m<sup>2</sup>)を行い、被覆資材と土壌表面間、土壌中15cm深さの土壌ガスを各処理区で3カ所と、処理区の外周1m地点の高度120cm(各処理区4ヶ所)での大気中クロルピクリン濃度を経時的に捕集し分析を行った。(土壌中15cm深さの地温の平均26.8℃、最高32.8℃、最低21.7℃。以下同じ。)

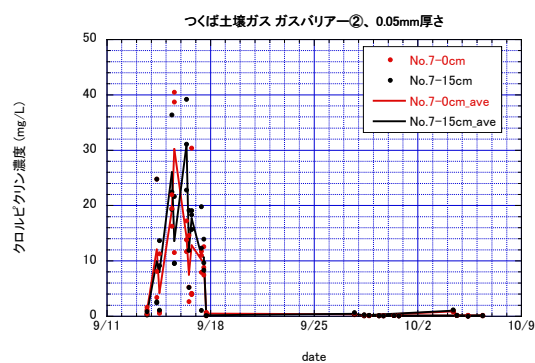
土壌ガス中クロルピクリン濃度の推移については、地点ごとに図1に示す。



1-a : 農ポリフィルム厚さ0.03mm



1-b : 農ポリフィルム厚さ0.05mm



1-c : ガスバリアー性フィルム

図1 各処理区における土壤ガス中クロルピクリン濃度の経時的推移

さらに、低温期である冬季（令和4年4月）において農ポリ（厚さ：0.03mm、0.05mm）、ガスバリアー性フィルム（ガスバリアー②、厚さ：0.05mm）を用いて土壤くん蒸消毒（30ml/m<sup>2</sup>）を同様に実施した（地温の平均18.4℃、最高28.2℃、最低12.7℃）。土壤ガス中クロルピクリン濃度の推移については、処理区ごとに図2に示す。

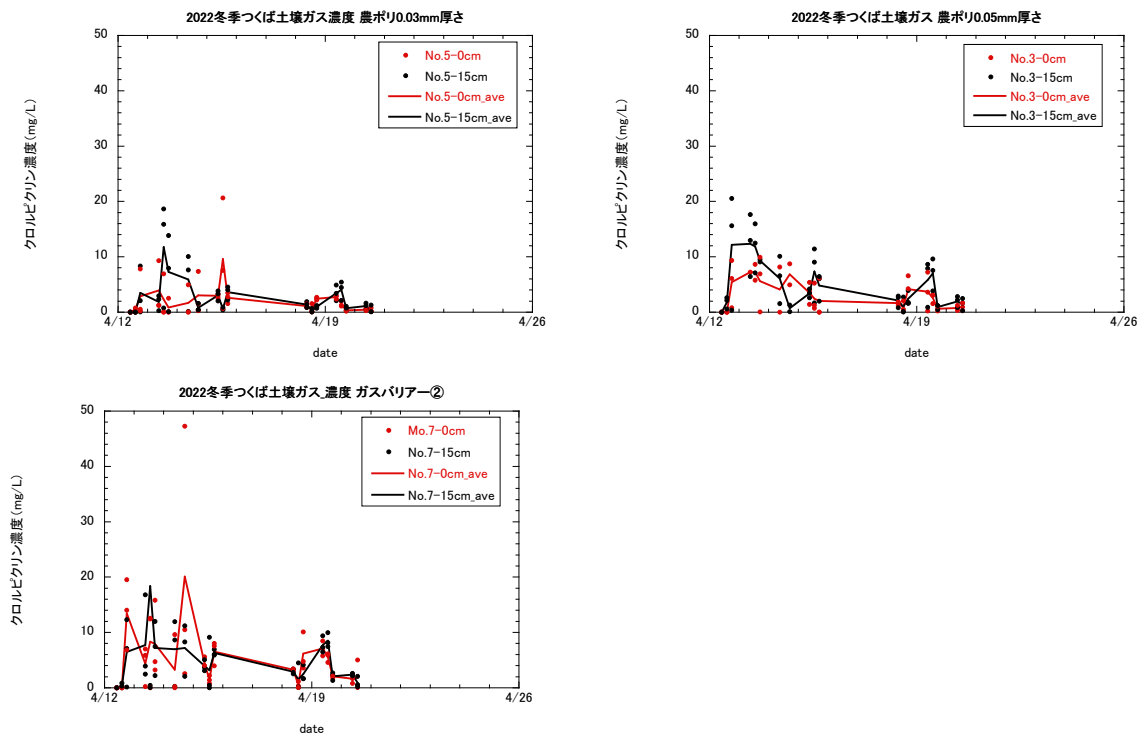


図2 2022年冬季の黒ボク土壌におけるクロルピクリン土壌くん蒸剤の各種被覆資材直下の気相中濃度の推移

いずれの時期においても、土壌ガス中のクロルピクリンの濃度は、ガスバリアー性フィルム>農ポリ0.05mm>農ポリ0.03mmの順で高い濃度で推移し、大気中濃度については、農ポリ0.03mm>農ポリ0.05mm>ガスバリアー性フィルムの順で推移していた。農ポリでの厚さの違いによるクロルピクリン保持性の違いは僅かであり、ガスバリアー性フィルムを用いることの方がクロルピクリンの保持性により優れることが示された。

農環研黒ボク土の圃場で、高温期である夏季(令和4年8月)において農ポリ(厚さ:0.02mm、0.03mm、0.05mm)、ガスバリアー性フィルム(ガスバリアー②、厚さ:0.05mm、ガスバリアー①、厚さ:0.03mm)を用いて土壌くん蒸消毒(30ml/m<sup>2</sup>)を行い、被覆資材と土壌表面間、土壌中15cm深さの土壌ガスを各処理区で3カ所と、農ポリ0.02mm被覆区とガスバリアー①被覆区の2処理区の外周1m地点の高度120cm(各処理区4ヶ所)での大気中クロルピクリン濃度を経時的に捕集し分析を行った(地温の平均32.0℃、最高38.6℃、最低28.2℃)。

土壌ガス中クロルピクリン濃度の推移については、処理区ごとに図3に示す。土壌ガス中のクロルピクリンの濃度は、処理直後にはバラツキが大きいため、各フィルム区による明確な濃度の差異は認められなかったが、その後はガスバリアー①>ガスバリアー②>農ポリ0.05mm>農ポリ0.03mm>農ポリ0.02mmの順で高い濃度で推移した。大気中濃度については、農ポリ0.02mm>ガスバリアー①の順で推移していた。

土壌中への保持性の面では、農ポリでの厚さの違いによる影響は僅かであり、ガスバリアー性フィルムを用いることの方がクロルピクリンの保持性により優れることが示された。

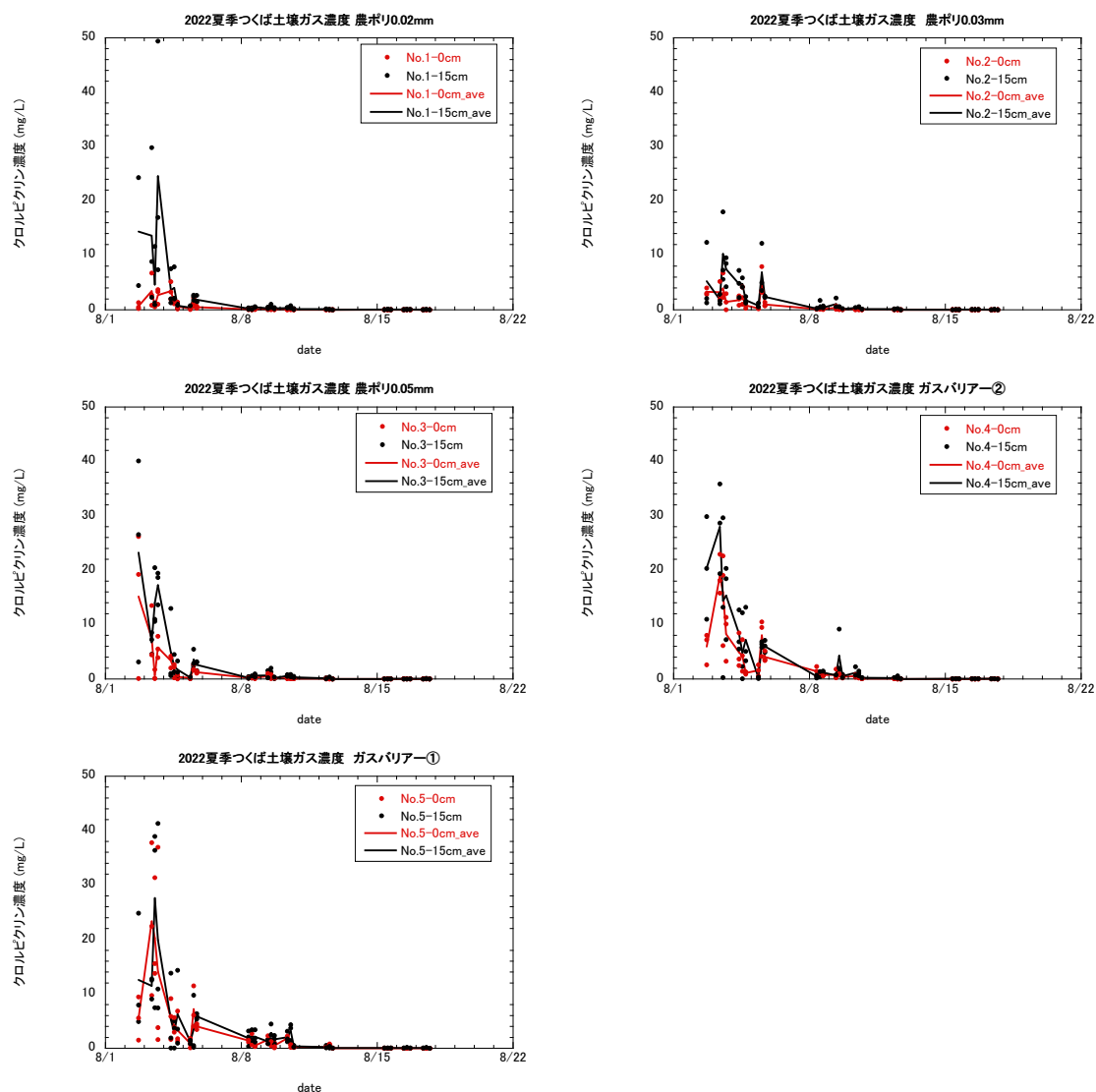


図3 2022年夏季の黒ボク土壌におけるクロルピクリン土壌くん蒸剤の各種被覆資材直下の気相中濃度の推移

本事業での評価対象地域（茨城県、高知県、徳島県）で用いられている土壌くん蒸消毒用被覆資材の厚さや材質の調査を実施し、評価対象として主要な被覆資材を選定した（表1）。

カップ法によりクロルピクリンの透過速度（物質移動係数）と、その温度依存性（20℃、30℃、40℃）を三反復で測定評価した結果を表2に示す。この物質移動係数の温度依存性から相関式を求め、被覆フィルム上下のクロルピクリンガスの濃度や温度の推移から被覆フィルムを透過し大気への揮散速度（flux、g/m<sup>2</sup>/hr）を推算し、処理量に対する大気への揮散量の割合を評価した結果について、2021年の夏季につくばで実施した事例を図4に例示する。処理量に対する割合は、農ポリでは0.03mm、0.05mmいずれも100%、ガスバリアー②で42.7%となった。本数値に関しては、過剰な評価になっている。その原因としては、マスバランスを確認することが極めて困難な中、大きな不確実性を含んでいること、物質移動係数については外挿であること、フィルム下面で生成する結露や降雨によるフィルム上面の水溜

まりの影響などは考慮していないことがあり、本数値は相対的な大きさとして理解することが重要である。

表1 カップ法による透過速度測定試験に供した被覆資材

| 製品名                  | 製造企業名 | 素材            | 厚さ(μm)(カタログ値) | 実測値(μm)* |
|----------------------|-------|---------------|---------------|----------|
| <b>慣行の一般的な被覆フィルム</b> |       |               |               |          |
| 1 黒色マルチ              | A社    | PE            | 20            | 18.1±2.2 |
| 2 透明マルチ              | A社    | PE            | 30            | 29.3±1.6 |
| 3 一般農ポリ              | A社    | PE            | 50            | 49.0±1.8 |
| <b>ガスバリアー性フィルム</b>   |       |               |               |          |
| 4 ガスバリアー①            | B社    | PE/EVOH       | 20            | 20.0±0.1 |
| 5 ガスバリアー②            | C社    | PE/EVOH alloy | 50            | 46.0±2.4 |

表2 カップ法による透過速度測定試験に供した各種フィルムのクロロピクリンの物質移動係数の温度依存性\*

|   |              | 温度(°C)             |          |                    |          |                    |          |
|---|--------------|--------------------|----------|--------------------|----------|--------------------|----------|
|   |              | 20                 |          | 30                 |          | 40                 |          |
|   |              | 物質移動係数<br>(m/hour) |          | 物質移動係数<br>(m/hour) |          | 物質移動係数<br>(m/hour) |          |
|   |              | 平均                 | 標準偏差     | 平均                 | 標準偏差     | 平均                 | 標準偏差     |
| 1 | 黒色マルチ 0.02mm | 1.13E-01           | 3.19E-03 | 1.80E-01           | 9.92E-03 | 3.08E-01           | 1.92E-02 |
| 2 | 透明マルチ 0.03mm | 1.46E-01           | 5.28E-03 | 1.95E-01           | 2.04E-02 | 2.35E-01           | 3.17E-02 |
| 3 | 一般農ポリ 0.05mm | 9.07E-02           | 5.57E-03 | 1.09E-01           | 4.74E-03 | 1.63E-01           | 1.19E-02 |
| 4 | ガスバリアー①      | 5.35E-04           | 2.62E-04 | 6.94E-04           | 3.18E-04 | 5.89E-04           | 4.31E-04 |
| 5 | ガスバリアー②      | 9.02E-03           | 1.75E-03 | 3.31E-02           | 3.97E-03 | 6.79E-02           | 7.44E-03 |

\*透明マルチ0.03mmと一般農ポリ0.05mmの各値は、農林水産省消費・安全局農産安全管理課農薬対策室より提供された。

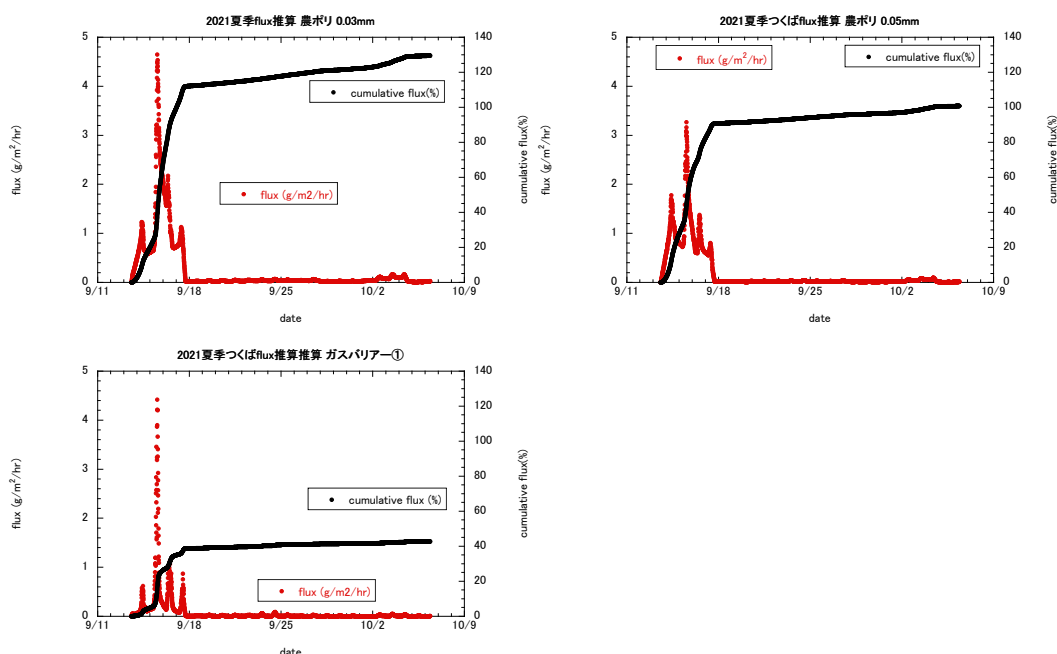


図4 2021年夏季の黒ボク土におけるクロロピクリン剤の被覆資材を透過した揮散速度(flux、g/m²/hr)と処理量に対する大気への放出割合(%)のシミュレーションによる推算結果

小課題（１）、（２）、（３）における評価対象地域試験圃場の土壌分析結果を表３に示す。この土壌分析結果から、土壌炭素含量は、黒ボク土壌>灰色低地土>砂質土壌の順に、また、固相率は砂質土壌>灰色低地土>黒ボク土壌の順に小さくなることが示されている。これらが、表４に示す被覆フィルム直下の気相中クロルピクリン濃度が砂質土壌>灰色低地土>黒ボク土の順で小さくなることが要因であると推察される。測定・評価結果や、簡易なシミュレーション結果などを比較すると、土壌の種類によりガスバリアー性フィルムの大気への揮散防止効果への寄与について、現状の施用量条件下での防除効果に関して、改善効果を明瞭に示すことが容易な土壌（砂質土壌）と、農ポリでも十分な効果が得られており、ガスバリアー性フィルムのメリットが小さくなりやすいと考えられる土壌（黒ボク土壌）があることが明らかになった。

試験期間を通じて得られた各試験結果を相互に比較して、各要因と相対的な揮散低減化への効果の評価を表４に示す。同一の被覆フィルムで処理した場合、土壌くん蒸処理後初期（24時間後）における土壌中及び被覆フィルム直下の気相中クロルピクリン濃度は、砂質土壌>灰色低地土>黒ボク土の順であった。被覆フィルムを通じた大気への揮散は、同一フィルムの場合には被覆資材直下の気相中クロルピクリン濃度に依存するので、砂質土壌>灰色低地土>黒ボク土壌の順で、被覆フィルムを通じた揮散量低減化に対してのガスバリアー性フィルムの効果は小さくなると考えられた。温度が低いときには、温度が高いときに比較して相対的に被覆資材の素材と厚さの揮散量低減化への影響は小さく、温度が高いときには被覆資材の材質の差異の影響が大きかった。また、土壌有機炭素含量は微生物活性、すなわち土壌中でのクロルピクリンの分解性に相関することが一般的に知られており、黒ボク土では土壌中でのクロルピクリンの分解性も大きくなることが、大気への総揮散量が小さいことに寄与しているものと考えられる。

小課題２）では収量性調査を行ったものの、ガスバリアー性フィルムと農ポリのいずれにおいても対象土壌病原菌は検出限界以下となり、病害が認められず有意な差が得られなかったが、小課題３）ではガスバリアー性フィルムにより畝内水平方向への防除効果の拡大が見られ防除効果が上がることが示唆され、処理量の低減によりコスト増を相殺できる可能性が示唆された。これらの結果は、現状のクロルピクリンの処理量が農ポリでの被覆が前提になっているためであり、ガスバリアー性フィルムを用いることにより、現状の処理量を更に低減することが可能であり、処理量の低減化により、被覆資材のコスト増を含めても、従来よりもトータルのコストが低くなる可能性がある。

表3 各評価対象地域圃場の土壌分析結果

| ほ場    | 土壌の種類 | 有機炭素含量C [%] | N [%] | C/N ratio | 固相率  | 液相率  | 気相率  | pH (H <sub>2</sub> O) | EC (1: 5) mS/cm | 腐植 %  | リン酸 吸収係数 |
|-------|-------|-------------|-------|-----------|------|------|------|-----------------------|-----------------|-------|----------|
| 茨城県土壌 | 黒ボク土  | 4.9         | 0.4   | 12.5      | 27.9 | 31.2 | 40.9 | 6.5                   | 0.25            | 5.30  | 2140     |
| 高知県土壌 | 灰色低地土 | 2.5         | 0.2   | 13.3      | 38.5 | 25.3 | 36.1 | 5.8                   | 0.07            | 6.70  | 640      |
| 徳島県土壌 | 砂質土壌  | 0.1         | 0.0   | 8.4       | 53.1 | 8.2  | 38.6 | 7.3                   | 0.02            | 2.0未満 | 10       |

表4 クロロピクリン土壌くん蒸剤の各評価対象地域の土壌や環境条件による揮散防止効果の相対比較

| 土壌の種類     | 有機炭素含量 (%) | 気相率 (%)   | 液相率 (%)   | 土壌吸着能 | クロロピクリン処理後初期土壌ガス中クロロピクリン濃度 24時間後(mg/L)* | 慣行フィルムを通じた処理後初期の揮散速度** | ガスバリアー性フィルムによる揮散量低減効果*** | 処理時期による影響(温度)*** | 収量性改善評価(経済的な実効性) | 被覆材コスト増を処理量の低減で相殺できる可能性 |
|-----------|------------|-----------|-----------|-------|-----------------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| 茨城県 黒ボク土  | 4.9<br>√   | 40.9<br>√ | 31.2<br>√ | 大     | 12<br>△                                 | 小                      | 小                        | 小                | 小****            | 小                       |
| 高知県 灰色低地土 | 2.4<br>√   | 36.1<br>√ | 25.3<br>√ | 中     | 22<br>△                                 | 中                      | 中                        | 中                | 中                | 中                       |
| 徳島県 砂質土壌  | 0.1<br>√   | 38.6<br>√ | 8.2<br>√  | 小     | 51<br>△                                 | 大                      | 大                        | 大                | 大                | 大                       |

\*処理後24時間後の慣行フィルム被覆下クロロピクリン濃度(令和4年度夏季の試験事例)

\*\*揮散量は同一フィルム、同一温度条件下であれば被覆下気相中クロロピクリン濃度に依存する

\*\*\*人為的管理可能

\*\*\*\*: 黒ボク土においても薬効が改善したとの報告もある

#### (エ) 研究成果の活用における留意点

大気への揮散量評価については、過剰な評価にはなっており、その原因としては大きな不確実性を含んだ評価であること、物質移動係数については外挿であること、被覆フィルム下面で生成する結露や降雨によるフィルム上面の水溜まりの影響などは考慮していないことであり、数字の値そのものではなく、相対的な比較をするための指標として把握すべきである。

また、本事業では3県で可能な範囲で条件を揃えて研究を実施し成果を得たが、日本の土壌や気温などの環境は多種多様であること、ガスバリアー性フィルムには様々な種類が上市されており、ガスバリアー性能が一樣で無いこと、施用量を低減した場合の土壌病害虫に対する防除効果について十分な検証が必要であることから、国内全体における管理措置等を進める上では、各地域や土壌病害中での適用性、実行可能性を考慮しながら進めた方が良いと考えられる。

#### (オ) 研究目標の達成に当たっての問題点

令和4年度の成績検討会議において、各地の試験において被覆資材の条件を揃えて実施することが望ましいとの提言を受けて、夏季の圃場試験を追加する対応を行った。横断的に比較できるデータを全て取得することはできなかったものの、シミュレーションモデルによる推算、統計解析や関連データの取得により、より定量的で明確な評価を行うことが可能になると考えられる。

## 2) 小課題名：高知県の灰色低地土における揮散防止効果等への影響に関する実証と経済的評価

### (ア) 研究目標

高知県の灰色低地土において、異なる季節で被覆資材と環境条件によるクロルピクリン剤の揮散防止効果等への影響を評価し、小課題（１）の成果と合わせてリスク低減策を提示するとともに、高知県でクロルピクリンの使用量の最も多い園芸作物としてショウガを対象に被覆に係るコストと収量増加等のベネフィットの定量的な比較評価を実施し経済的效果を示す。

### (イ) 研究内容

令和3年は、高温期（7月）のクロルピクリンの大気中への拡散および被覆下のクロルピクリンの保持に関する試験を実施した。令和4年は、低温期（3月）にクロルピクリンの大気中への拡散および被覆下のクロルピクリンの保持および防除効果に関する試験を実施し、高温期（7月）には異なる被覆資材を用いた被覆下のクロルピクリンの保持に関する試験を実施した。

### (ウ) 研究結果

高温期（地温の平均41.3℃、最高48.5℃、最低33.2℃）のクロルピクリン処理において、被覆フィルムを透過してほ場周辺で検出されたクロルピクリンは、処理当日から2日目（0～48時間後）にかけて多く、ガスバリアー性フィルム区（ガスバリアー②、厚さ：0.05mm）では0.6～3.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、農ポリフィルム区（厚さ：0.05mm）では0.1～4.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ が検出された（図5）。また、農ポリフィルム区では処理50時間後以降はほぼ検出されなかったのに対し、ガスバリアーフィルム区では、被覆下に高濃度で保持されていたクロルピクリンが、極微量ではあるが処理50時間後以降も検出された。低温期（地温の平均20.4℃、最高32.0℃、最低11.0℃）のクロルピクリン処理においては、処理当日から約3日間（0～80時間後）は放出量が多く、ガスバリアー性フィルム区（ガスバリアー②、厚さ：0.05mm）では1.3～4.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、農ポリフィルム区（厚さ：0.05mm）では1.0～2.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ が検出された。ガスバリアー性フィルム区周囲の大気中クロルピクリン濃度が農ポリフィルム区の周囲の大気中クロルピクリン濃度よりも高くなったのは、農ポリフィルム区の風下側にガスバリアー性フィルム区が設置されていたことが要因として考えられた。一方、無被覆区では42～521 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と被覆区の100倍を超える非常に高い濃度が検出された。

以上のことから、クロルピクリン処理時において、被覆フィルムを使用することにより大気中への放出は大きく抑えられることを確認し、被覆が安全性確保のためには重要であることを示すデータが得られた。また、放出量はガスバリアー性フィルムを用いることによりさらに抑制でき、低温期より高温期の方がその効果が顕著であると考えられた。

高温期の被覆下濃度は、ガスバリアー性フィルム区、農ポリフィルム区とも24時間後に最高値を示し、ガスバリアー性フィルム区24.1 mg/L、農ポリフィルム区0.90mg/Lであった

（図6）。その後は、時間の経過とともに減少し、農ポリフィルム区は処理3日後には検出限界以下となったのに対し、ガスバリアー性フィルム区は高濃度を維持しながら減衰し、検出限界以下となったのは処理21日後であった。土壤中15cmのクロルピクリン濃度は、両区とも9時間後に最高値を示し、ガスバリアー性フィルム区11.3 mg/L、農ポリフィルム区3.1mg/Lであった。その後、時間の経過とともに減少したが、被覆下濃度と同様に、ガスバリアー性フィルム区の方が長期間検出された。低温期の被覆下濃度は、ガスバリアー性フィルム区で



は24時間後、農ポリ区では52時間後に最高値を示し、ガスバリアー性フィルム区4.6mg/L、農ポリ区1.3mg/Lであった。約3日間は濃度を維持し、その後は、緩やかに減衰した。農ポリ区は処理21日後には検出限界以下となったのに対し、ガスバリアー性フィルム区はその後ごく微量の検出が認められた。無被覆区の地表面では24時間後に最高濃度0.03 mg/Lが検出されたが、それ以外は0.01 mg/L前後で推移した。土壌中15cmのクロルピクリン濃度は、ガスバリアー性フィルム区では28時間後、農ポリフィルム区では56時間後、無被覆区では28時間後に最高値を示し、ガスバリアー性フィルム区7.1mg/L、農ポリフィルム区1.5mg/L、無被覆区4.7mg/Lであった。その後、被覆下濃度と同様に時間の経過とともに緩やかに減衰した。

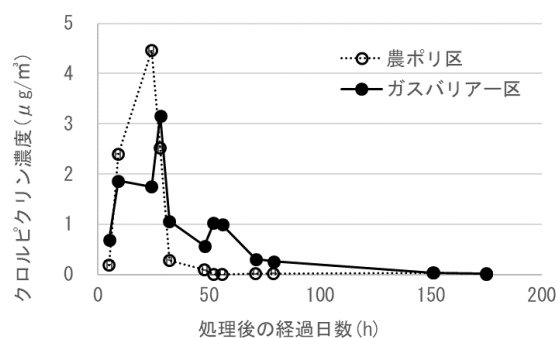


図5 2021年夏季の灰色低地土におけるクロルピクリン剤処理後の大気中濃度の推移

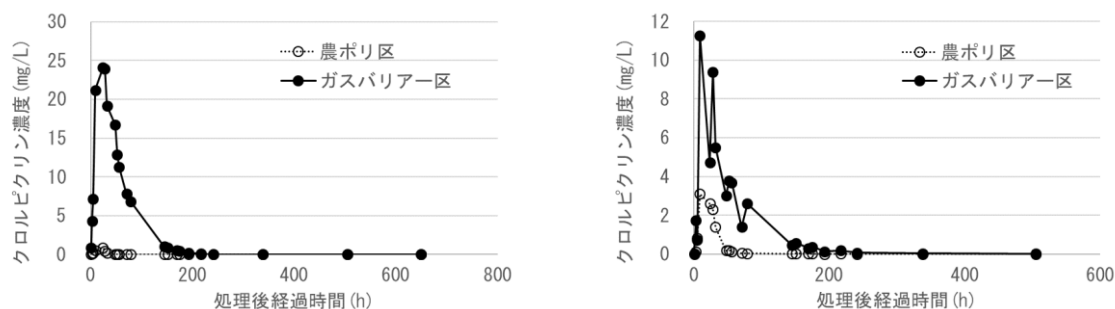


図6 2021年夏季の灰色低地土におけるクロルピクリン剤の被覆フィルム直下および土壌中の濃度推移（左：被覆フィルム直下、右：土壌中）

クロルピクリン処理前にガスバリアー性フィルム区、農ポリフィルム区および無被覆区にあらかじめ根茎腐敗病汚染土壌を埋設し、処理期間終了後、その埋設土壌を回収してショウガに接種し、根茎からの根茎腐敗病菌の検出を行った。その結果、ガスバリアー性フィルム区および農ポリフィルム区の土壌を接種したショウガから根茎腐敗病菌は検出されなかったが、無被覆区の汚染土壌を接種したショウガでは、地表面付近の土壌からは50%、地下15cmに埋設した土壌からは20%の検出率であった(表5)。

表5 クロルピクリン処理土壌を接種したショウガからの  
選択培地による根茎腐敗病菌の検出率 (%)

| 処理区     | 地表面 | 土壌中15cm |
|---------|-----|---------|
| ガスバリアー区 | 0   | 0       |
| 農ポリ区    | 0   | 0       |
| 無被覆区    | 50  | 20      |
| 汚染土壌    | 100 |         |
| 滅菌土     | 0   |         |

4種類の異なる被覆資材を用いた試験(高温期)において、被覆下のクロルピクリン濃度は、いずれの処理区も28時間以内に最高濃度に達し、ガスバリアー②0.05mm＝ガスバリアー①0.03mm＞農ポリ0.03mm＞農ポリ0.05mmの順に濃度が高く、ガスバリアー②0.05mmが最もクロルピクリンガスの保持力が高い傾向があった。土壌中15cmのクロルピクリン濃度は、農ポリ0.03mm＞ガスバリアー①0.03mm＞ガスバリアー②0.05mm＞農ポリ0.05mmであった。4種類の被覆資材を用いた本試験において、クロルピクリン処理後の被覆下濃度および土壌中濃度に若干の差はあったものの、その差は小さかった。これは、処理前の豪雨により試験ほ場の下層まで水分が多く含まれており土壌中のクロルピクリンの拡散が抑制されたことに起因すると考えられた。

以上のことから、被覆下濃度及び土壌中濃度は、低温期より高温期の方が高くなり、ガスバリアー性フィルムを使用した場合にはより高い濃度を維持し、さらに長期間ガスを保持することが明らかになった。防除効果の観点からは被覆フィルムの違いは明確にならなかったが、無被覆では土壌中にガスを保持することが出来ずに防除効果が得られなかったことから、被覆の重要性は明らかになった。

資材価格に伴うコスト評価(表6)では、10a当たりの資材費(フィルム代＋クロルピクリン代68,970円)が慣行フィルム(農ポリ:0.05mm厚、20,000円)を使用した場合には88,970円となるが、慣行フィルムをガスバリアー性フィルム(ガスバリアー②:0.05mm厚、60,000円)に置き換えた場合には128,970円(+40,000円)となる。ガスバリアー性フィルムを用いることでクロルピクリンの処理量を低減することが可能となれば、その資材費はクロルピクリン処理量1/3まで低減することが可能となった場合に82,990円(-5,980円)、処理量1/2の低減化で94,485円(+5,515円)となる。クロルピクリンの処理量を低減することが可能となれば、コストの観点でもガスバリアー性フィルムの利用は十分対応可能と考えられる。

表6 高知県ショウガ栽培でのガスバリアー性フィルム導入に関してのコストベネフィットの比較

|                       |                                |  |
|-----------------------|--------------------------------|--|
| 資材参考価格(高知県)(10アール当たり) |                                |  |
| 慣行フィルム                | 20,000円(農ポリ、無色透明 厚さ0.05mm)     |  |
| ガスバリアー性フィルム           | 60,000円(ガスバリアー②、無色透明 厚さ0.05mm) |  |
| クロロピクリン               | 68,970円(クロロピクリン99.5%)          |  |

|                            |   |                    |
|----------------------------|---|--------------------|
| <高知県のショウガ栽培の一例(慣行フィルム)>    |   |                    |
| 10a当たり                     |   |                    |
| ・慣行フィルム(農ポリ)+クロロピクリン       | = | 88,970円            |
| ・ガスバリアー性フィルム+クロロピクリン       | = | 128,970円(+40,000円) |
| ・ガスバリアー性フィルム+クロロピクリン処理量2/3 | = | 105,980円(+17,010円) |
| ・ガスバリアー性フィルム+クロロピクリン処理量1/2 | = | 94,485円(+5,515円)   |
| ・ガスバリアー性フィルム+クロロピクリン処理量1/3 | = | 82,990円(-5,980円)   |

#### (エ) 研究成果の活用における留意点

本課題の試験のガスバリアー性フィルム区には、主としてガスバリアー②(厚さ:0.05mm)を使用した。ガスバリアー性フィルムのバリアー性能に統一的な規格基準はなく、性能も一様ではないことから、本成果の活用にあたっては留意する必要がある。

#### (オ) 研究目標の達成にあたっての問題点

灰色低地土においては、ガスバリアー性フィルムと農ポリフィルムのいずれにおいても根茎腐敗病を十分に防除できたため、フィルムの違いによる防除効果に差は認められなかったが、処理量を低減させた場合は、フィルムの違いによる防除効果への影響は顕在化すると考えられる。

### 3) 小課題名：徳島県の砂質土壌における揮散防止効果等への影響に関する実証と経済的評価

#### (ア) 研究目標

徳島県の砂質土壌において、異なる季節で被覆資材と環境条件によるクロルピクリン剤の揮散防止効果等への影響を評価し、小課題（１）の成果と合わせてリスク低減策を提示するとともに、徳島県でクロルピクリンの使用量の最も多い園芸作物としてカンショを対象に被覆に係るコストと収量増加等のベネフィットの定量的な比較評価を実施し経済的効果を示す。

#### (イ) 研究内容

令和3年度は、高温期（７月）、低温期（１月）においてサツマイモ栽培用の畝からのクロルピクリンの大気中への拡散および畝内のクロルピクリンの保持に関する試験を実施した。また、令和4年度は、高温期（７月）、低温期（１月）において、異なる被覆資材を用いた被覆下のクロルピクリン濃度の推移について調査した。防除効果については、クロルピクリンの畝内の水平方向への拡散状況を調査し、クロルピクリンの使用量削減に関する試験を実施した。

#### (ウ) 研究結果

ほ場周辺の大気中のクロルピクリン濃度は、農ポリフィルム区（厚さ：0.02mm）において高温期（地温の平均38.9℃、最高61.1℃、最低29.6℃）で処理5～11時間後に、低温期（地温の平均7.3℃、最高20.1℃、最低1.2℃）で処理96～102時間後に時間最高濃度となったが、ガスバリアー性フィルム区（ガスバリアー①、厚さ：0.02mm）では、高温期、低温期ともに少ない放出量であり、その濃度は同程度であった（図7）。また、畝内のクロルピクリン濃度は、高温期の農ポリフィルム区では、大気中への放出量が大きく、フィルム下のクロルピクリン濃度は早期に減衰したが、ガスバリアー性フィルム区では、試験期間中約50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ で推移した。低温期では、試験期間中ガスバリアー性フィルム区が農ポリフィルム区と比べクロルピクリンを高く保持した。

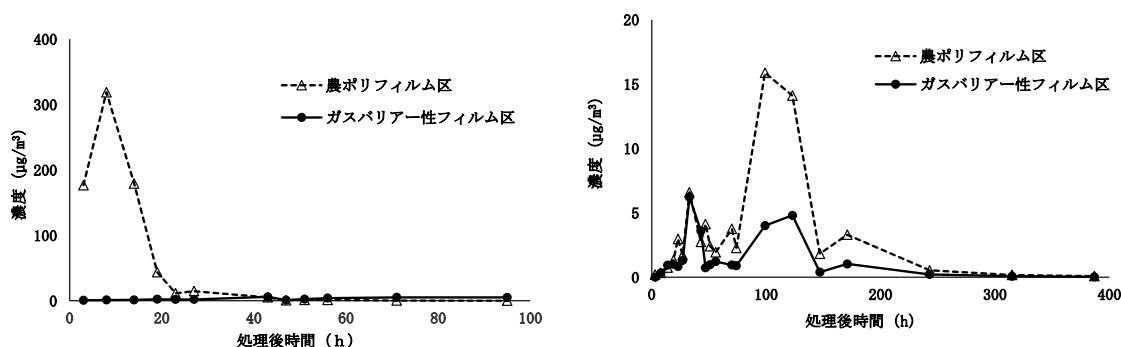


図7 大気中のクロルピクリン濃度の推移  
(左：高温期 右：低温期)

異なる被覆資材下のクロルピクリン濃度の推移は、高温期（地温の平均33.9℃、最高40.8℃、最低27.6℃）では、クロルピクリン処理直後から検出され、処理17～28時間後にピークを迎えた。その濃度は、農ポリフィルム0.03mm<農ポリフィルム0.05mm<ガスバリアー性フィルム0.03mm（ガスバリアー①）＝ガスバリアー性フィルム0.05mm（ガスバリアー②）となった。その後、フィルム下のクロルピクリン濃度は減衰し、農ポリフィルム区では、約9日後に、ガスバリアー性フィルム区では約20日後に検出されなくなった（図8）。

低温期（地温の平均9.7℃、最高20.0℃、最低4.5℃）のフィルム下のクロルピクリン濃度

は、処理28時間後に最高濃度となり、農ポリフィルム区（厚さ：0.03mm）で33 $\mu\text{g/mL}$ 、ガスバリアー性フィルム区（ガスバリアー①、厚さ：0.03mm）で40 $\mu\text{g/mL}$ となった。その後、両フィルムとも処理54日後まで長期間クロルピクリンが検出された（図8）。

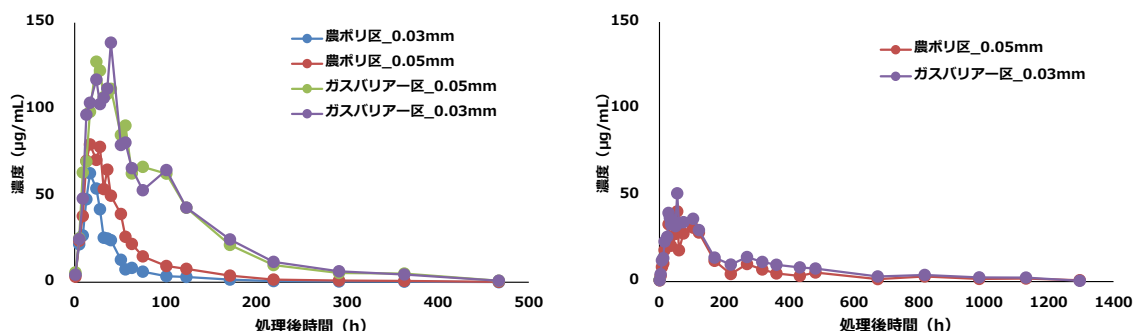


図8 被覆資材下のクロルピクリン濃度推移  
(左：高温期、右：低温期)

クロルピクリンの畝内水平方向への拡散状況を処理月ごとに調査した結果、いずれの時期においてもクロルピクリン処理地点に近い調査地点が短時間で濃度のピークを迎える傾向が強かった。また、ガスバリアー性フィルム区（ガスバリアー①、厚さ：0.02mm）では、農ポリフィルム区（厚さ：0.02mm）よりクロルピクリン濃度が高い傾向であり、処理地点から同距離であってもガスバリアー性フィルム区畦内の消失速度が緩やかであり、このことが畦内防除効果の差に関係しているものと推察された。

サツマイモ立枯病については、茎部では、ガスバリアー性フィルム区の1月処理でクロルピクリン処理地点から80cm以遠で、2、3月処理では70cmで発病が認められた。これに対し、農ポリフィルム区は1月処理で30cm、2月処理で40cm、3月処理では50cm以遠で発病が認められた。塊根では、同様にガスバリアー性フィルム区1月処理で40cm、2月処理で50cm、3月処理では60cmで発病が認められた。これに対し、農ポリフィルム区では処理月日に関係なく、20cmの箇所から発病が認められた（図9）。

以上のことから、ガスバリアー性フィルム区は、クロルピクリンの大気中への放出を抑制するとともに、フィルム下の濃度を高く保持する。また、低温期においては、ガスバリアー性フィルム区は、クロルピクリンの拡散が低温のため大きくないが、農ポリフィルム区と比較して僅かだが、クロルピクリンの保持が高く推移した。

資材価格に伴うコスト評価（表7）については、10a当たりの資材費（フィルム代＋クロルピクリン代）が慣行フィルムを使用した場合、約40,000円となるが、慣行フィルムをガスバリアー性フィルムに置き換えた場合、約50,000円（+10,000円）となる。ガスバリアー性フィルムを用いることでクロルピクリンの処理量を低減することが可能となれば、その資材費は、クロルピクリン処理量2/3で約43,000円（+3,000円）、処理量1/2で約40,000円（±0円）となる。クロルピクリンの処理量を低減することで、コスト的にも十分対応可能と考えられる。

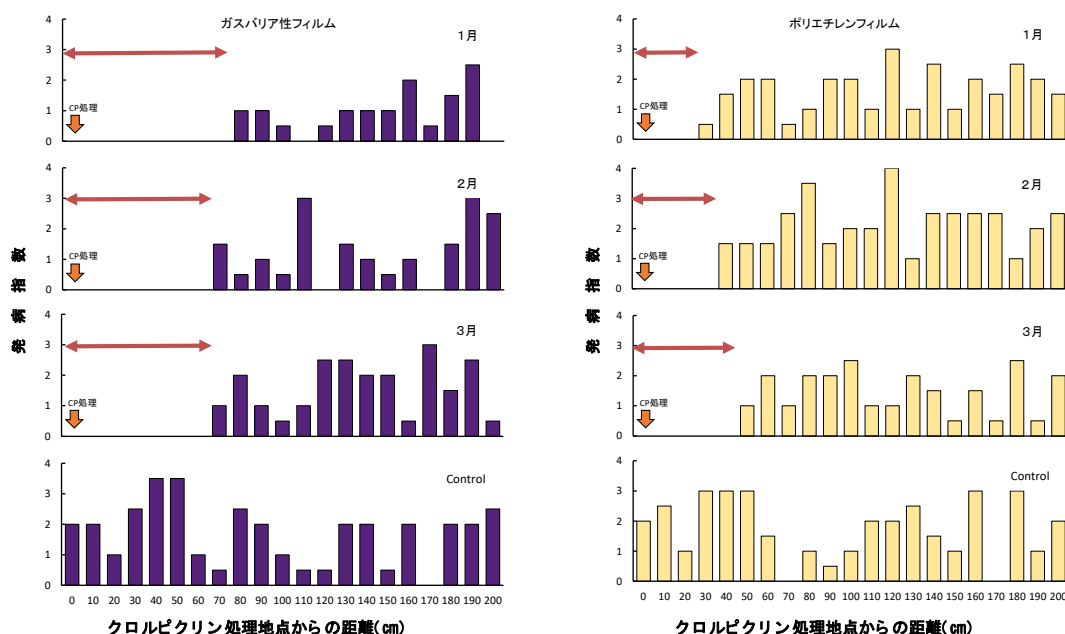


図9 ガスバリア性フィルムを利用した冬期処理におけるクロルピクリン畦内拡散とサツマイモ立枯病に対する防除効果(茎発病指数)

表7 徳島県カンショ栽培でのガスバリアー性フィルムの導入に関してのコストベネフィットの比較

|            |                                    |
|------------|------------------------------------|
| 資材価格(徳島県)  |                                    |
| 慣行フィルム     | 5,890円(黒色 厚さ0.02mm 幅100cm×長さ400m)  |
| 低コストフィルム   | 4,120円(黒色 厚さ0.02mm 幅100cm×長さ400m)  |
| ガスバリア性フィルム | 8,800円(黒色 厚さ0.02mm 幅100cm×長さ400m)  |
| ガスバリア性フィルム | 11,250円(白黒 厚さ0.02mm 幅100cm×長さ400m) |
| クロルピクリン    | 21,100円(クロルピクリン80%)                |

|                                           |                     |
|-------------------------------------------|---------------------|
| <徳島県のサツマイモ栽培の一例(慣行フィルム)>                  |                     |
| 10a当たり 約1,250mの畝が出来る。→3本+1/4本のフィルムが必要     |                     |
| 慣行フィルム                                    | 5,890円×3.25=19,100円 |
| クロルピクリン                                   | 1缶 21,100円          |
| 40,200円                                   |                     |
| ガスバリア性フィルム                                | 8,800円×3.25=28,600円 |
| クロルピクリン                                   | 1缶 21,100円          |
| 49,700円(+9,500円)                          |                     |
| → 処理量を2/3に出来ると約14,000円 → 42,600円(+2,400円) |                     |
| 処理量を1/2に出来ると約10,550円 → 39,150円(-1,050円)   |                     |

### (エ) 研究成果の活用における留意点

ガスバリアー性フィルムの使用に当たり、高温期においても十分なクロルピクリンの大気中への放出抑制性能を有するが、作業者暴露の観点からは、高温期の使用には注意が必要であると考ええる。

### (オ) 研究目標の達成に当たっての問題点

特になし

## 5 研究成果の発表

別添のとおり。

## 6 目的の達成に当たっての現時点での問題点等

フィルムによる揮散防止効果の違い等について、一部の試験では確認することはできなかったが、概ね問題なく目的を達成できたと考える。

<研究総括者の自己評価>

| 項目                |                                         | 評価結果                                                                                                                        |
|-------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 試験研究全体            |                                         | A：順調 B：概ね順調<br>C：やや遅れている D：遅れている                                                                                            |
| 研究<br>小<br>課<br>題 | 1. 農業用被覆資材の厚さや材質の揮散防止効果への影響評価と解析        | A：順調 B：概ね順調<br>C：やや遅れている D：遅れている                                                                                            |
|                   | 2. 高知県の灰色低地土における揮散防止効果等への影響に関する実証と経済的評価 | A：順調 B：概ね順調<br>C：やや遅れている D：遅れている                                                                                            |
|                   | 3. 徳島県の砂質土壌における揮散防止効果等への影響に関する実証と経済的評価  | A：順調 B：概ね順調<br>C：やや遅れている D：遅れている                                                                                            |
|                   |                                         | A：順調 B：概ね順調<br>C：やや遅れている D：遅れている                                                                                            |
|                   |                                         | A：順調 B：概ね順調<br>C：やや遅れている D：遅れている                                                                                            |
| 自己評価コメント          |                                         | <p>当初の目標に対しては、必要とする成果・情報が得られたと考えられる。令和4年の試験設計検討会議で新たに追加された夏季の圃場試験については、機材、経費、特にエフォートの面で十分でなかったため、成果の取り纏め、解析などで遅れ気味であった。</p> |



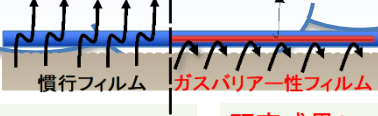
被覆を必要とする農薬の使用時におけるリスク低減に関する研究



被覆資材からの揮散

○研究の目的、達成目標

- ・被覆を必要とする農薬クロルピクリン剤を対象
- ・リスク低減するための対策を検討するために、
- ・被覆資材の種類や環境条件による
- ・クロルピクリン剤の揮散防止効果等の
- ・科学的な知見を収集、普及のための
- ・インセンティブとなる情報の収集



研究成果1

被覆資材の厚さ及び材質(ガスバリアー性フィルム)の揮散防止効果等への影響

- ・ガスバリアー性フィルムは、慣行フィルムに比べて、クロルピクリンの保持性に優れる。慣行フィルムでの厚さの違いによるクロルピクリン保持性の違いは僅か。
- ・温度やクロルピクリン濃度のデータを用いて、被覆資材の種類によるクロルピクリン揮散速度や揮散量の違いを相対的に把握することができた。

表1. 各種被覆資材のクロルピクリンの透過速度(物質移動係数)の温度依存性

|   | 温度(℃)      | 物質移動係数 (m/hour) |          |          |
|---|------------|-----------------|----------|----------|
|   |            | 20              | 30       | 40       |
| 1 | 農ポリ 0.02mm | 1.13E-01        | 1.80E-01 | 3.08E-01 |
| 2 | 農ポリ 0.03mm | 1.46E-01        | 1.95E-01 | 2.35E-01 |
| 3 | 農ポリ 0.05mm | 9.07E-02        | 1.09E-01 | 1.63E-01 |
| 4 | ガスバリアー①    | 5.35E-04        | 6.94E-04 | 5.89E-04 |
| 5 | ガスバリアー②    | 9.02E-03        | 3.31E-02 | 6.79E-02 |

n=5、1～3: 慣行フィルム、4および5: ガスバリアー性フィルム

研究成果2

環境条件(土壌の種類、温度等)の揮散防止効果等への影響

- ・土壌中有機炭素含量の小さな土壌ほど、また、温度の高い夏季の方が、土壌消毒処理初期の土壌ガス中クロルピクリン濃度は大きくなり、慣行フィルムからの揮散量も大きくなった。
- ・土壌中有機炭素含量が小さい土壌や、温度の高い夏季においては、ガスバリアー性フィルムの導入による揮散低減効果が大きくなることが示された。

表2. 各試験結果を総括した被覆資材によるクロルピクリンの揮散防止効果

| 土壌の種類     | 有機炭素含量 (%) | 空隙率 (気相率) | 含水率 (液相率) | 土壌吸着能 | 揮散防止効果                   |                       |                |
|-----------|------------|-----------|-----------|-------|--------------------------|-----------------------|----------------|
|           |            |           |           |       | 慣行フィルムを介した土壌ガス中クロルピクリン濃度 | ガスバリアー性フィルムによる揮散低減効果* | 処理時期による影響(温度)* |
| 茨城県 黒ボク土  | 4.9        | 大         | 大         | 大     | 小                        | 小                     | 小              |
| 高知県 灰色低地土 | 2.4        | 中         | 中         | 中     | 中                        | 中                     | 中              |
| 徳島県 砂質土壌  | 0.1        | 小         | 小         | 小     | 大                        | 大                     | 大              |

\*: 人為的管理可能  
\*\*: 黒ボク土においても薬効が改善したとの報告もある

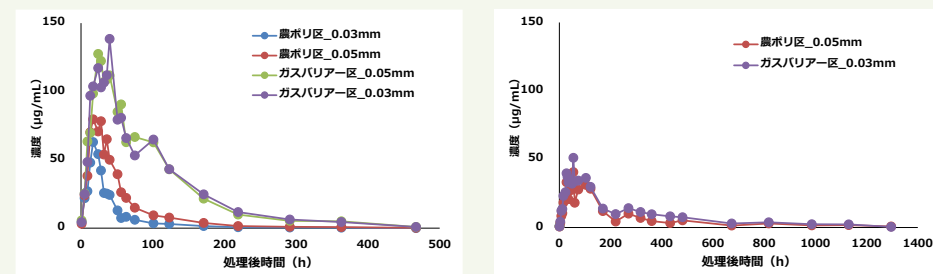


図1. 砂質土壌におけるクロルピクリン剤による土壌くん蒸消毒処理後の被覆資材直下のクロルピクリンガス濃度推移の事例(左:高温期、右:低温期)

研究成果3

被覆に係るコストと収量増加等のベネフィットの定量的な比較

- ・ガスバリアー性フィルムを用いることで、クロルピクリン処理量を現行のものから減少させても、十分な防除効果が得られることが示唆された。
- ・クロルピクリンの処理量を低減させることで、ガスバリアー性フィルムを用いることによるコストの増大を考慮したとしても、現行よりもコストを低減できる可能性が示唆された。

研究機関: 農薬リスク低減コンソーシアム  
研究総括者: 農研機構 農業環境研究部門 小原 裕三

研究成果一覧

| 課題<br>番号 | (1)<br>研究推<br>進会議<br>等開催<br>回数 | (2)<br>行政が<br>活用し<br>うる成果の<br>有無 | (3)学術論文 |    | (4)学会等発表(口<br>頭またはポスター) |    | (5)<br>出版<br>図書 | (6)国内特許権等 |    | (7)国際特許権等 |    | (8)<br>報道<br>件数 | (9)<br>物品購<br>入の有<br>無 |
|----------|--------------------------------|----------------------------------|---------|----|-------------------------|----|-----------------|-----------|----|-----------|----|-----------------|------------------------|
|          |                                |                                  | 和文      | 欧文 | 国内                      | 国際 |                 | 出願        | 取得 | 出願        | 取得 |                 |                        |
| 21453799 | 4                              | 無                                | 0       | 0  | 2                       | 0  | 0               | 0         | 0  | 0         | 0  | 0               | 無                      |

(1) 研究推進会議等の開催実績  
区分: ①推進会議、②現地検討会、③その他

| 区分 | 推進会議の名称  | 年月日           | 開催場所                          | 参加者<br>数 | 消費・安全局担当<br>官の出席有無 | 主な議題及び決定事項    |
|----|----------|---------------|-------------------------------|----------|--------------------|---------------|
| ①  | 試験設計検討会議 | 令和3年6月30日     | 農環研(Web併用)                    | 13       | 有                  | 令和3年度試験設計について |
| ①  | 成績検討推進会議 | 令和3年12月16-17日 | 農環研(Web併用)                    | 15       | 有                  | 令和3年度試験成績の検討  |
| ①  | 試験設計検討会議 | 令和4年6月9-10日   | 徳島県立農林水産総合技術<br>支援センター(Web併用) | 17       | 有                  | 令和4年度試験設計について |
| ①  | 成績検討推進会議 | 令和5年1月26-27日  | 高知県農業技術センター<br>(Web併用)        | 15       | 有                  | 令和4年度試験成績の検討  |
|    |          |               |                               |          |                    |               |

(2) 行政が活用しうる成果  
区分: ①行政がすでに活用した成果、②行政が活用する目途がたった成果

| 区分 | 成果の内容 | 主な利用場面 | 活用状況 |
|----|-------|--------|------|
|    | 該当無し  |        |      |

(3) 学術論文  
区分: ①原著論文、②その他論文

| 整理番号 | 区分 | タイトル | 著者 | 機関名 | 掲載誌 | 掲載論文のDOI | 発行年 | 発行月 | 巻<br>(号) | 掲載ページ |
|------|----|------|----|-----|-----|----------|-----|-----|----------|-------|
|      |    | 該当無し |    |     |     |          |     |     |          |       |

(4) 学会等発表(口頭またはポスター)

| 整理番号 | タイトル                                                | 発表者名                          | 機関名                    | 学会等名              | 発行年  | 発行月 |
|------|-----------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------|------|-----|
| 1    | サツマイモ栽培におけるガスバリア性フィルムを用いたクロルピクリンの放出抑制               | 田中昭人, 米本謙悟, 佐藤恵実, 永井傳吉, 小原裕三  | 徳島県立農林水産総合技術支援センター、農環研 | 日本農薬学会            | 2023 | 3   |
| 2    | 冬期クロルピクリン畦内処理におけるサツマイモ立枯病のガスバリア性フィルムによる防除効果の到達度について | 米本謙悟, 田中昭人, 緒方裕一, 富士田健人, 小原裕三 | 徳島県立農林水産総合技術支援センター、農環研 | 日本農薬学会            | 2023 | 3   |
| 3    | ガス低透性フィルムを用いたクロルピクリン土壌くん蒸のショウガ根茎腐敗病防除効果の改善と安定化      | 竹村知夏, 岡美佐子, 島本文子, 下元祥史, 小原裕三  | 高知県農業技術センター、農環研        | 第67回四国植物防疫研究協議会大会 | 2022 | 1   |

(5) 出版図書  
区分: ①出版著書、②雑誌(学術論文に記載したものを除く、重複記載をしない。)、③年報、④広報誌、⑤その他

| 整理番号 | 区分 | 著書名(タイトル) | 著者名 | 機関名 | 出版社 | 発行年 | 発行月 |
|------|----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|
|      |    | 該当無し      |     |     |     |     |     |

(6) 国内特許権等  
区分: ①育成者権、②特許権、③実用新案権、④意匠権、⑤回路配置利用権

| 整理番号 | 区分 | 特許権等の名称 | 発明者 | 権利者(出願人等) | 機関名 | 出願番号 | 出願<br>年月日 | 取得<br>年月日 |
|------|----|---------|-----|-----------|-----|------|-----------|-----------|
|      |    | 該当無し    |     |           |     |      |           |           |

(7) 国際特許権等  
区分: ①育成者権、②特許権、③実用新案権、④意匠権、⑤回路配置利用権

| 整理番号 | 区分 | 特許権等の名称 | 発明者 | 権利者<br>(出願人等) | 機関名 | 出願番号 | 出願<br>年月日 | 取得<br>年月日 | 出願国 |
|------|----|---------|-----|---------------|-----|------|-----------|-----------|-----|
|      |    | 該当無し    |     |               |     |      |           |           |     |

(8) 報道等  
区分: ①プレスリリース、②新聞記事、③テレビ放映、④その他

| 整理番号 | 区分 | 記事等の名称 | 機関名 | 掲載紙・放送社名等 | 掲載<br>年月日 | 備 考 |
|------|----|--------|-----|-----------|-----------|-----|
|      |    | 該当無し   |     |           |           |     |

(9) 購入物品

| 品 名 | 規格 | 員数 | 購入実績(円) |    | 使用目的 | 備考 |
|-----|----|----|---------|----|------|----|
|     |    |    | 単価      | 金額 |      |    |
|     |    |    |         |    |      |    |
|     |    |    |         |    |      |    |
|     |    |    |         |    |      |    |