

1. 研究計画

土壌消毒に用いられる揮発性の高い土壌くん蒸剤（農薬）は、人への毒性や環境負荷の面で多くの問題を抱えつつも、連作障害を回避するために不可欠な手段として日本全国で大量に使用されている。しかし、欧州連合（EU）では既に全廃され、米国では非常に厳しい条件下での使用に制限する等のリスク削減管理策が実施されている。

土壌くん蒸に用いられる被覆資材の農業用ポリエチレンフィルムは、土壌くん蒸剤ガスの保持機能が小さく漏洩防止効果は期待できないため、土壌くん蒸剤処理畑周辺と園芸作地域全体の現状の大気中濃度（曝露状況）を評価する。このことを解決する手段として、安価で農家のニーズに合致したガスバリアー性被覆資材を開発し、土壌くん蒸剤処理量の低減化の程度を明らかにするとともに、さらに、土壌中未分解土壌くん蒸剤の積極的な化学的分解促進技術についても検討を行う。大気中曝露濃度を指標とした科学的基盤に裏付けられた合理的かつ、より効果的な処理方法の適用により各地域の栽培・立地・環境条件に適応した「日本型のリスク削減・管理策」を提示する。

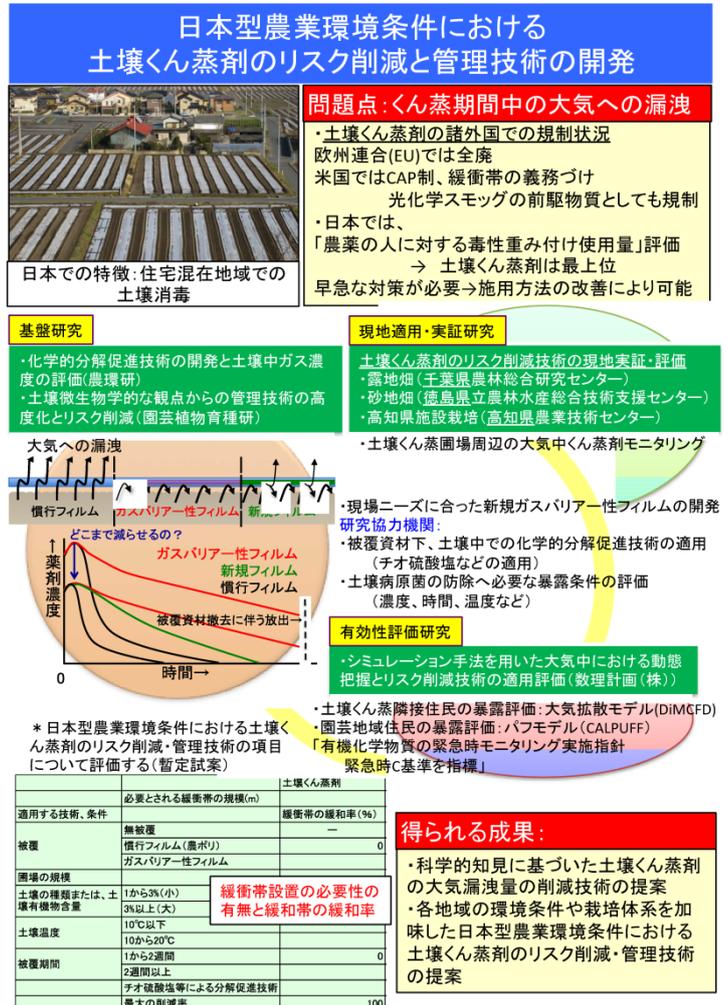


図 研究のイメージ

2. 研究の進捗状況

サブテーマ(1)では、地域と作物の組み合わせにおいて用いられている土壌くん蒸用被覆資材の形状（厚さ、幅、色、強度）や必要とされるガスバリアー性能等を調査し、新規ガスバリアー性被覆資材を試作するなどして 11 種類・銘柄を得ることができた。また、簡便で精度の良い土壌くん蒸剤の大気漏洩量評価法について新規カップ法を提示し、土壌くん蒸剤ガスに対するガスバリアー性能（物質移動係数）を評価した。さらに、土壌中未分解土壌くん蒸剤の化学的分解促進技術のため、実験室条件にて最適なチオ硫酸塩を選択した結果、チオ硫酸アンモニウムを選択し処理濃度と処理量などの至適化を行った。

サブテーマ(2)では、病原性土壌微生物の土壌を介した土壌くん蒸剤曝露試験を実施するための標準試験法を構築した。本研究課題で防除対象としているモデルとなる作物病原性土壌微生物 *Fusarium oxysporum*, *Phomopsis sclerotioides*, *Verticillium dahliae*, *Sclerotium rolfsii*, *Streptomyces ipomoeae* 等を用いて、土壌くん蒸剤の曝露評価試験（単純曝露試験、汚染土壌曝

露試験)を行い、殺菌に必要な曝露条件(濃度、時間、温度の関係)を明らかにした。

サブテーマ(3)では、千葉県の露地畑で一般的な土壌くん蒸剤の処理量低減化の限界を明らかにするため、室内試験により主要な土壌病害虫のクロロピクリンと1,3-ジクロロプロペン(1,3-D)に対する感受性を評価し、土壌くん蒸に必要な曝露条件を明らかにした。また、千葉県の代表的な畑土壌を用いて室内試験によりクロロピクリン及び1,3-Dの土壌における動態を明らかにするとともに、土壌くん蒸剤処理後の土壌における分布状況を圃場試験によって明らかにした。

サブテーマ(4)では、徳島県砂地畑でのサツマイモ栽培で行われているクロロピクリンのマルチ畦内消毒を対象に、処理量低減化の限界を明らかにするため、サツマイモ立枯病菌に対する感受性を評価し、土壌くん蒸に必要な曝露条件を明らかにするとともに、その時の畦内外のクロロピクリンの濃度分布も合わせて評価した。また、徳島県特有の砂地土壌を用いて室内試験を実施し、クロロピクリンの土壌中環境動態への温度条件や土壌条件による影響を評価した。

サブテーマ(5)では、高知県の施設ニラ生産で多用されているカーバムナトリウム塩の処理量の低減化を図るため、土壌くん蒸に必要な曝露条件を明らかにした。また、ガスバリアー性被覆資材を用いた場合と慣行法における大気漏洩量の比較を行い処理畑周辺の大気中濃度を評価した。

サブテーマ(6)では、評価対象地域における土地利用条件など様々な条件の違いを考慮し、土壌くん蒸剤処理圃場の周辺住民や地域住民の土壌くん蒸剤の大気経由の曝露状況をシミュレーションにより評価するため、空間スケールが異なる2つのシミュレーションモデルを構築した。具体的には、土壌くん蒸処理畑周辺住民の曝露評価は短時間(数分から~1時間程度)かつ狭小域(発生源から数百m程度まで)を扱う数値流体力学を用いた大気拡散モデル(DiMCFD)により、地域住民の暴露評価は長時間(1時間から1年間程度)かつ広域(数十mから数百km)を扱うパフモデル(CALPUFF)を応用した。

### 3. 環境政策への貢献(研究者による記載)

土壌くん蒸剤に関して、日本では欧米のような積極的なリスク管理措置は実施されておらず、農耕地の規模が小さい日本の条件下では、米国のようなリスク管理措置は困難である。また、欧州のような土壌くん蒸剤の全廃は、代替技術のない状況下では、日本の園芸農業に与える経済的な損失は計り知れない。日本のように小規模な農耕地と住居が混在している条件下で、土壌くん蒸処理をしている農耕地周辺や園芸農業地域全体での大気経由の土壌くん蒸剤の曝露実態に関する情報はこれまでに殆ど得られていない。そのため、農耕地周辺や園芸農業地域での大気経由の曝露実態を調査する方法を確立するとともにシミュレーションモデル等により予測する方法を構築した。慣行の農ポリフィルムに比較して、従来品や本事業で得られた新規ガスバリアー性フィルムは、土壌くん蒸剤ガスの透過速度でいずれも100分の1以下であることを実測により評価した。これらのガスバリアー性フィルムを用いることで、一般的な処理条件で慣行フィルムを用いた場合、1,3-Dでは処理量に対して49%、クロロピクリンでは43%、MITC(メチルイソチオシアネート)では22%が、被覆処理期間中に被覆フィルムを通して大気へ漏洩すると評価されたが、ガスバリアー性フィルムを用いることで数%程度までに低減化が可能であった。今後、大気中曝露濃度を指標として、科学的に裏付けられた合理的かつ、より効果的な処理方法の適用による「日本型のリスク削減・管理策」を提案する。

### 4. 委員の指摘及び提言概要

研究内容が多岐にわたっているが全体としてのまとまりが不十分である。得られた成果は未だ断片的・個別的であり、今後は得られた知見を踏まえ、トータルとしての管理技術の開発を目指してほしい。また、実際の農業現場に開発したな管理技術を適用し、くん蒸効果は十分か、周辺環境への影響は従来と比較してどの程度削減できたかなどを明らかにすべきである。

## 5. 評点

総合評点：B