

# 土壌還元消毒作業マニュアル



令和8年2月  
北川辺とまと研究会  
JA ほくさい北川辺営農経済センター  
加須農林振興センター

## 目次

1. 土壌還元消毒とは
2. 土壌還元消毒に用いる資材
  - ①低濃度エタノール資材
  - ②糖含有珪藻土
  - ③糖蜜吸着資材
3. 処理方法
  - ①処理設計
  - ②ほ場の準備
  - ③資材の散布、混和（固形資材のみ）
  - ④かん水チューブの設置及び被覆
  - ⑤かん水
  - ⑥消毒の終了
4. 土壌還元消毒実施時期と実施頻度
5. 資材の選択について
  - ①作業性の比較
  - ②コストの比較
  - ③消毒効果の比較
  - ④まとめ
6. 参考文献

## 1. 土壌還元消毒とは

土壌還元消毒とは、土壌中の病原菌や有害生物を抑制するために行われる、化学合成農薬を使用しない環境に優しい土壌消毒方法の一つです。

米ぬか、フスマなどの有機物を土壌に投入、混和、かん水し、ビニールで土壌表面を密閉しながら高い地温を一定期間維持します。土壌微生物が有機物を利用して急激に増加することで、被覆された土壌中の酸素が消費され、土壌の還元化が進みます。酸素消費による酸欠や土壌の還元化に伴う金属イオンの殺菌作用、土壌微生物が生成する有機酸などにより土壌病害虫（青枯病菌やセンチュウ類など）が減少します。被覆除去後、酸素が流入し、好気的な環境に戻ります。有機酸は分解され、金属イオンは酸化され元の状態に戻ります。

## 2. 土壌還元消毒に用いる資材

従来の米ぬかやフスマによる土壌還元消毒は、資材が作土層までしか届かないため、それよりも深い層に分布する病原菌やセンチュウに対する殺菌・殺虫効果が不十分です。

本マニュアルでは、液体資材である「エコロジアル（低濃度エタノール資材）」、固形資材である「ソイルチェンジャー（糖含有珪藻土）」、「糖蜜飼料特用5号（糖蜜吸着資材）」の3資材を使用します。低濃度エタノール資材は液体資材のため地中深くまで浸透し、糖含有珪藻土、糖蜜吸着資材は水溶性の有機物を含むため、それらが作土層以下まで届くことで地中深くまで還元消毒をすることが可能です。

### ①低濃度エタノール資材

主成分がエタノールの液体資材であり、希釈して土壌に投入します。



エコロジアル

### ②糖含有珪藻土

糖含有珪藻土は、アミノ酸の製造工程で発生する副産物であり、タピオカスターチの糖化液由来の糖と濾過助剤である珪藻土からなります。



ソイルチェンジャー

### ③糖蜜吸着資材

糖蜜吸着資材は、水溶性の糖を含む家畜飼料として使用されています。ヤシ油かす、米ぬか油かす、カカオ豆穀などにサトウキビ糖蜜を含んでいる飼料です。

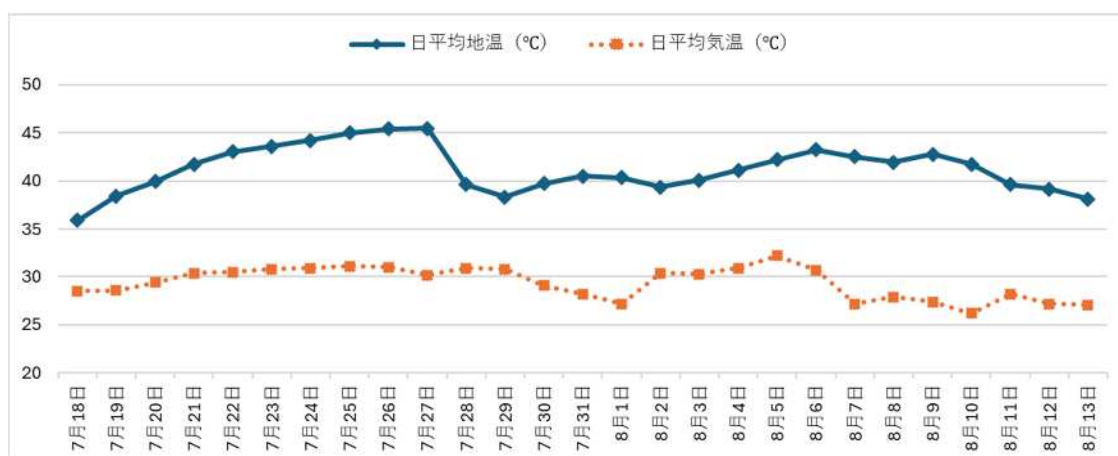


糖蜜飼料特用 5 号

## 3. 処理方法

### ①処理設計

土壌還元消毒で高い効果を得るためには、ビニールを被覆して消毒開始直後の3日間に良好な天候が続くことが重要です。また、消毒期間は3週間以上を目安とし、平均地温30℃以上を確保する必要があります。そのため、地温が確保しやすい夏季に十分な処理期間を設けられるよう計画しましょう。また、天候不順で地温の上昇が十分でない場合は、消毒期間を延長します。



※日平均気温は、気象庁アメダスデータ（地点：古河）を使用

図1 実施ほ場における処理期間中の日平均地温の推移

### ②ほ場の準備

残渣は持ち出すかすき込んで適切に処理をします。病害虫が多発している場合は必ず持ち出します。土壌は耕起し、なるべく細かく碎土します。ほ場内に電子機器がある場合は遮熱対策をします。ほ場に暗渠があれば閉めておきます。

### ③資材の散布、混和（固形資材のみ）

10a あたり 1 t 以上の資材をなるべくほ場内に均一になるように散布し、ロータリー耕起して土壌とよく混和します。散布に関してはマニュアルスプレッダ等の機械で行うのが望ましいです（後述）。



散布の様子

### ④かん水チューブの設置及び被覆

ほ場全面に均一にかん水させるため、概ね 60cm～1 m の間隔でかん水チューブを設置した後、透明の塩化ビニール・PO フィルム等でほ場の全面を被覆します。密閉性を高めるためにフィルム周囲を土壌中に埋め込む、または土壌をかけてください。水枕を使用するのも効果的です。フィルムのつなぎ目はしっかり留めるか、重なる部分を多めにとり、気密性を高めるようにしてください。

### ⑤かん水

#### ・液体資材施用時

低濃度エタノール資材を使用する際は、投入した資材が均等に拡がるようにするため、事前にかん水をする必要があります。処理前日にはほ場が十分かつ均一に湿るようにかん水します。後から入れる資材が入りきらない場合があるため水の入れすぎには注意をします。

処理当日は液肥混入機を使用して資材を投入します。資材を入れ切るまでかん水を続けます（途中でほ場から水があふれだしたら一時かん水を止めます）。資材を入れ切ってもほ場がまだ十分に湛水状態でなかった場合はかん水を続けます。



かん水後の様子



液肥混入機

・固形資材施用時

土壌表面が湛水状態になるまでかん水します。水が浸透していない部分では消毒効果が発揮されないため十分にかん水をしてください。

⑥消毒の終了

土壌が還元化していると特有の還元臭（ドブ臭）がします。また、20cm 程度掘った土が青灰色を呈しています。還元化を確認し、処理後最低3週間経過したら被覆を剥がして土壌を乾燥させ、酸化状態に戻します。

## 4. 土壌還元消毒実施時期と実施頻度

土壌還元消毒は高温期（6～8月）に十分な期間（3週間以上）を確保することが理想です。本マニュアルで紹介する資材を用いた土壌還元消毒は、トマト栽培において複数作にわたり防除効果が持続するとされていますが、作付回数の増加とともに病原菌やセンチュウ類の密度は増加するため、毎年土壌消毒を行うことが望ましいです。毎年太陽熱消毒を行いつつ、数年に一度土壌還元消毒を行うなど、防除効果と経済性を考慮しながら適切な土壌消毒の方法を選択しましょう。

表1 トマトの土壌還元消毒実施時期の例

|     | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月   | 7月   | 8月 | 9月   | 10月 | 11月 | 12月 |
|-----|----|----|----|----|----|------|------|----|------|-----|-----|-----|
| トマト | →  |    |    |    |    |      | ←    | →  | ●    | →   |     |     |
|     |    |    |    |    |    | 栽培終了 | 土壌消毒 |    | 定植時期 |     |     |     |

## 5. 資材の選択について

資材選択の検討材料とするため、異なる土質と資材の条件による作業性とコスト、効果について比較しました。土質は農研機構「日本土壌インベントリ」を参考にしました。

表2 土壌還元消毒実証ほの設置状況

|       | 土質           | 使用した資材    |
|-------|--------------|-----------|
| A氏    | 典型普通未熟低地土    | エコロジアル    |
| B氏ほ場① | 典型普通未熟低地土    | エコロジアル    |
| B氏ほ場② | 典型普通未熟低地土    | エコロジアル    |
| C氏    | 典型普通未熟低地土    | エコロジアル    |
| D氏    | 造成土          | エコロジアル    |
| E氏ほ場① | 粗粒質還元型グライ低地土 | エコロジアル    |
| E氏ほ場② | 細粒質普通低地水田土   | 糖蜜飼料特用5号  |
| F氏    | 細粒質普通低地水田土   | ソイルチェンジャー |

### ①作業性の比較

土壌還元消毒にかかる時間を測定し、作業性を調査しました。1回目の耕うん、かん水チューブ設置、マルチ被覆は同じ工程であるため、かん水時間、固形資材施用時に別途必要とする時間、固形資材を手散布した場合にかかる時間の3つを計測しました。

図2 土壌還元消毒の流れ



### ア 総かん水時間の比較

作業工程でかかった総かん水時間を比較しました。総かん水時間とは、液体資材の場合、事前かん水、資材投入時のかん水、事後かん水の合計で、固形資材の場合、マルチ被覆後のかん水時間です。

10a 当たりの総かん水時間の平均は液体資材で 9.09 時間、固形資材で 3.86 時間となり、液体資材が 5 時間以上長い結果となりました。

表3 ほ場ごとの10aあたりの総かん水時間

|       | 面積(a) | 総かん水時間(h) | 10aあたりの<br>総かん水時間(h/10a) |
|-------|-------|-----------|--------------------------|
| A氏    | 20.16 | 9.5       | 4.71                     |
| B氏ほ場① | 18.18 | 15.5      | 8.53                     |
| B氏ほ場② | 13.86 | 13.5      | 9.74                     |
| C氏    | 15    | 5.5       | 3.67                     |
| D氏    | 18    | 29        | 16.11                    |
| E氏ほ場① | 14.4  | 17        | 11.81                    |
| E氏ほ場② | 13.5  | 8         | 5.93                     |
| F氏    | 33.5  | 6         | 1.79                     |

表4 資材ごとの平均総かん水時間

|      | 10aあたりの<br>総かん水時間<h/10a> |
|------|--------------------------|
| 液体資材 | 9.09                     |
| 固形資材 | 3.86                     |

## イ 固形資材施用時に別途必要とする時間

次に固形資材施用時に、液体資材と比較し、別途必要とする時間を計測しました。  
ハウスの構造上、トラクタの旋回回数が増えると所要時間が増加することが考えられます。

表5 固形資材施用時に別途必要とする時間

|       | 面積(a) | 資材散布機への投入(分) | 散布(分) | 耕うん(分) | 10aあたり追加でかかる時間<br>(h/10a) |
|-------|-------|--------------|-------|--------|---------------------------|
| E氏ほ場② | 13.5  | 53           | 23    | 180    | 3.16                      |
| F氏    | 33.5  | 67           | 54    | 208    | 1.6                       |

## ウ 固形資材を手散布した場合にかかる時間

固形資材を手散布し時間を計測しました。作業を続けていると疲労が蓄積するため、大きな面積を手散布する場合はさらに時間を要すると考えられます。

表6 固形資材を手散布した場合に要する時間

|       | 手散布でかかった時間(分/袋) | 10aあたり必要な袋数(袋) | 10aあたり手散布にかかる時間<br>(h/10a) |
|-------|-----------------|----------------|----------------------------|
| E氏ほ場② | 7               | 50             | 5.83                       |
| F氏    | 5               | 40~60          | 3.3~5                      |



固形資材手散布の様子

## ②コストの比較

土壌還元消毒にかかる費用の比較をしました。かん水チューブとマルチはどちらの方法も使用するため、資材代のみ比較しました。コスト面では「ソイルチェンジャー」が一番安く施用できますが、固形資材の散布は手作業では時間がかかりすぎるため、実際はマニユアスプレッタ等の機械が必要となり、その経費も必要となります。

表7 資材費の比較

|           | 10aあたり資材使用量         | 10aあたりにかかる費用(円)<br>※令和7年度現在 |
|-----------|---------------------|-----------------------------|
| エコロジール    | 1t                  | 129,523                     |
| 糖蜜飼料特用5号  | 1t(50袋)             | 133,650                     |
| ソイルチェンジャー | 600kg～900kg(40～60袋) | 93,060                      |

## ③消毒効果の比較

### ア ジピリジル反応の確認

土壌還元消毒処理後に土壌還元状態について、ジピリジル反応により調査を行いました。ジピリジル調査は試薬により土壌中に含まれる鉄イオンが還元状態であるかどうかを判定する方法で、消毒の効果が確認できます。土壌還元消毒を実施してから約2週間後に、各ほ場6地点から土壌を採取し調査を実施しました。30cm まで還元状態を確認できたのが2地点（D 氏ほ場、E 氏ほ場②）、その他の地点では 60cm 以上の深さまで還元状態を確認できており、耕うんした層よりも深くまで還元状態になっていました。図3が60cm まで、図4が30cm まで還元状態であることを確認したものです。

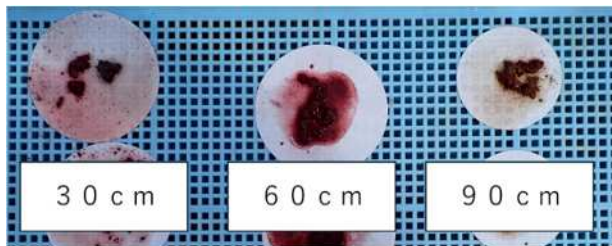


図 3



図 4

## イ 菌密度分析

土壌還元消毒実施前後の青枯病菌、フザリウム菌の密度について土壌分析をしました（民間委託分析）。結果は表 8 のとおりです。上層は地下 30cm 付近のサンプル、下層は地下 60cm 付近のサンプルです。実施前は 6 ほ場でフザリウム菌が確認され、青枯病菌が確認されたほ場もありましたが、実施後はいずれも検出限界未満でした。

表 8 菌密度分析の結果

|       | 青枯病菌              |                   |      |      | フザリウム属菌A          |       |      |      | フザリウム属菌B          |                   |      |      |
|-------|-------------------|-------------------|------|------|-------------------|-------|------|------|-------------------|-------------------|------|------|
|       | 実施前               |                   | 実施後  |      | 実施前               |       | 実施後  |      | 実施前               |                   | 実施後  |      |
|       | 上層                | 下層                | 上層   | 下層   | 上層                | 下層    | 上層   | 下層   | 上層                | 下層                | 上層   | 下層   |
| A氏    | <100              | <100              | <100 | <100 | <40.0             | <40.0 | <0.5 | <0.5 | $8.8 \times 10^2$ | $5.0 \times 10^2$ | <2.0 | <2.0 |
| B氏ほ場① | <100              | <100              | <100 | <100 | 62.6              | <40.0 | <0.5 | <0.5 | <40.0             | <40.0             | <2.0 | <2.0 |
| B氏ほ場② | <100              | <100              | <100 | <100 | <40.0             | <40.0 | <0.5 | <0.5 | <40.0             | <40.0             | <2.0 | <2.0 |
| C氏    | <100              | <100              | <100 | <100 | $6.4 \times 10^2$ | 65    | <0.5 | <0.5 | $1.8 \times 10^3$ | <40.0             | <2.0 | <2.0 |
| D氏    | <100              | <100              | <100 | <100 | $3.2 \times 10^3$ | <40.0 | <0.5 | <0.5 | $1.9 \times 10^2$ | <40.0             | <2.0 | <2.0 |
| E氏ほ場① | <100              | <100              | <100 | <100 | <40.0             | <40.0 | <0.5 | <0.5 | <40.0             | <40.0             | <2.0 | <2.0 |
| E氏ほ場② | <100              | <100              | <100 | <100 | <40.0             | <40.0 | <0.5 | <0.5 | 63                | <40.0             | <2.0 | <2.0 |
| F氏    | $1.0 \times 10^4$ | $6.7 \times 10^3$ | <100 | <100 | $2.0 \times 10^3$ | <40.0 | <0.5 | <0.5 | $6.7 \times 10^2$ | <40.0             | <2.0 | <2.0 |

※菌が検出されたサンプルを黄塗りで示している。

## ③まとめ

### (1) 作業性

かん水時間は液体資材の方が長いですが、作業者はかん水している間は定期的に監視するだけでよいので、別作業が可能です。固形資材を施用する場合はかん水のほかにトラクタで散布、耕うんする必要があるほか、疲労度も増えます。また、作業するのは7月、8月の真夏であり、1時間ほどの作業時間の違いでも疲労度は大きく異なるため、その違いは重要です。

したがって作業性は、液体資材の方が優れていると考えられます。

### (2) 経済性

コスト面では糖含有珪藻土が最も優れています。ただし、ほ場面積が大きい場合は固形資材を散布する際マニユアスプレッダ等の散布機が必要となります。

### (3) 消毒効果

還元状態及び、菌密度分析の結果を表9にまとめました。ジピリジル調査で60cmの反応が見られなかったものを△で表しています。これは①土質と資材の組み合わせが悪かった、②資材が60cmまで浸透しづらいものであった、③作業の不手際で反応しなかった、のいずれかが原因と考えられます。しかし菌密度分析では全ほ場で青枯病、フザリウム菌が検出限界未満であったため、消毒効果はいずれの土質、資材でも十分にあったことが確認できました。

表9 消毒効果の比較

|              |           | ジピリジル調査 | 菌密度分析 |
|--------------|-----------|---------|-------|
| 典型普通未熟低地土    | エコロジアル    | ○       | ○     |
| 造成土          | エコロジアル    | △       | ○     |
| 粗粒質還元型グライ低地土 | エコロジアル    | ○       | ○     |
| 細粒質普通低地水田土   | 糖蜜飼料特用5号  | △       | ○     |
| 細粒質普通低地水田土   | ソイルチェンジャー | ○       | ○     |

## 6. 参考文献

- ・土壌還元消毒作業マニュアル

(本庄市有機100倍運動推進協議会 本庄農林振興センター (令和5年2月))

- ・トマト施設栽培ほ場における土壌還元消毒作業マニュアル

(さいたま市施設トマトグリーン栽培協議会 (令和6年2月))

- ・新規土壌還元消毒を主体としたトマト地下部病害虫防除体系マニュアル技術版

(国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センター(2019))

- ・低濃度エタノールを利用した土壌還元作用による土壌消毒実施マニュアル (第1.2版)

(国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センター(2021))