

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



【現地試験】平成 23 年度(埼玉県)
散水チューブをセットした後、透明フィルム
で被覆している様子



目次

- はじめに
- どうして土壌還元消毒できるの？
- 作物の生育は大丈夫？
- 土壌病害虫・雑草はどうなるの？
- どうやって処理するの？
- 何か注意することは？
- 費用はどれくらいかかるの？
- 問い合わせ先

第 1.2 版(令和 3 年 1 月 18 日)

農研機構 農業環境変動研究センター
(地独)北海道立総合研究機構中央農業試験場
神奈川県農業技術センター
千葉県農林総合研究センター
徳島県立農林水産総合技術支援センター
岐阜県農業技術センター
岐阜県中山間農業研究所
(公財)園芸植物育種研究所

はじめに

農作物の栽培では、いつも病害虫や雑草に悩まされます。それらが発生する原因は土壤にあることが多いです。

そこで、環境への配慮も踏まえ、有機物として1%以下の濃度のエタノール水溶液(以下、「低濃度エタノール」と略します)の土壤への灌水処理と、土壤表面を透明フィルムで被覆する太陽熱を組み合わせた低濃度エタノールを用いた土壤還元消毒技術をご紹介します。

このマニュアルは、農林水産省の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」のなかの「低濃度エタノールを用いた新規土壤消毒技術の開発(課題番号:2019)」における成果に基づいて、本技術を利用する際のポイント、土壤還元作用、消毒効果等についてまとめたものです。本技術は施設栽培を行っている農家がお持ちの資材でほぼ対応できます。

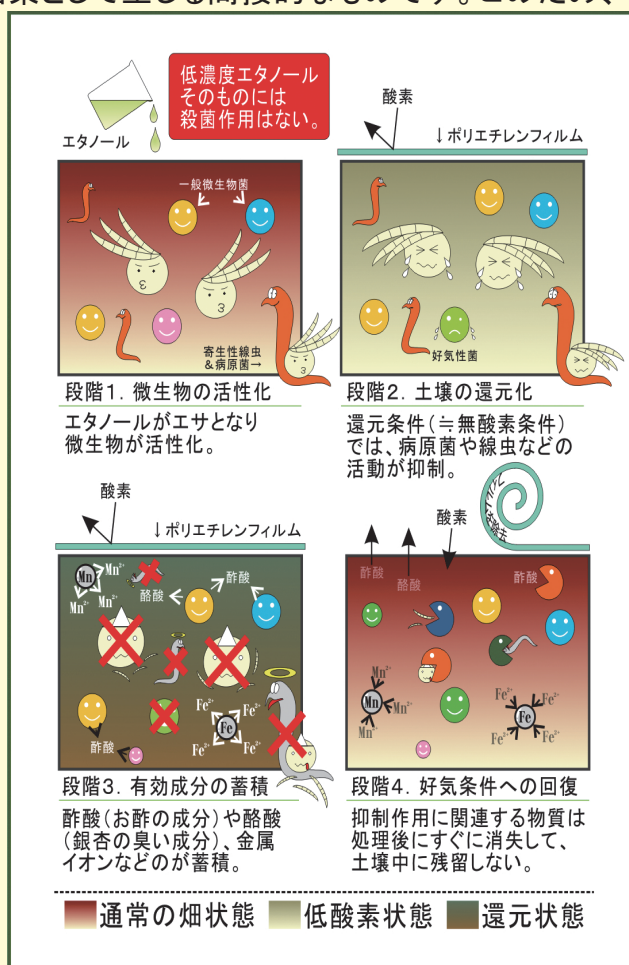
どうして土壤還元消毒できるの？

低濃度エタノールを用いた本技術は、フスマや糖蜜などを利用した土壤還元消毒と同様の原理で、土壤の消毒効果は、土壤が還元される結果として生じる間接的なものです。このため、本技術で用いる低濃度エタノールは農薬に該当しません。また、粘性が低い液体なので、フスマや糖蜜よりも土壤深くまで消毒ができます。

低濃度エタノールを土壤に灌水処理し、土中深くまで、低濃度エタノールを浸み込ませます(右図参照)。

低濃度エタノールを灌水処理する前または後に透明フィルムで土壤を被覆し、太陽熱で地温を上昇させると、土壤微生物の活動が活発になって、土壤中の酸素を消費することで土壤が還元状態になります。

この状態が2から3週間程度維持されると、土壤中の生物相が変化し、特に土壤病原菌やセンチュウの密度が低下します。その後、フィルムをはがして、水が引くのを確認し、必要に応じて耕起等を行って、土壤が畑水分条件になれば、畑の作物を健全に生育させることができます。



低濃度エタノールによる土壤還元消毒のメカニズム

作物の生育は大丈夫？

畑地の一年生作物なら、どの作物でも行うことができますが、以下の点に留意しましょう。

- 多量の水を処理しますので、過湿条件に弱い作物は、還元消毒後に栽培に適した土壤水分になってから播種・定植しましょう。

土壤病虫害・雑草はどうなるの？

低濃度エタノールを用いた土壤還元消毒のこれまでの試験・普及実績について、下記に示しました。従来のフスマや糖蜜などでの土壤還元消毒のように、必ずしも湛水状態や土壤表面に水が浮くまで灌水処理する必要なく、同等な土壤還元消毒効果が確認されています。

ただし、土壤の種類、季節（地温）、土壤水分、栽培方法などによって、土壤還元消毒効果に違いの出ることがあります。また、土壤の浅いところの病虫害や雑草に対しては少ない処理液量で十分ですが、処理のムラを無くすために目的とする土壤深さまで均一に濡らすこと、一度小規模で試すなど、利用者の工夫が必要です。

現地実証試験等で低濃度エタノールによる土壤還元消毒の効果が確認されている作物と対象の病原性微生物

作物			
トマト	キュウリ	ピーマン	シシトウ
レタス	チンゲンサイ	ホウレンソウ	コマツナ
セルリー	ミズナ	サヤインゲン	インゲン
イチゴ	メロン	スイカ	ショウガ
アスパラガス	ゴボウ	サツマイモ	ダイコン
ヤマノイモ			
トルコギキョウ	ストック	ガーベラ	クルクマ
病原性微生物			
ネコブセンチュウ	萎凋病菌	褐色根腐病菌	白絹病菌
ホモプシス根腐病菌	半身萎凋病菌	萎凋細菌病菌	疫病菌
青枯病菌	黒点根腐病菌		

低濃度エタノール濃度範囲(*1)は0.5～1.0%（65%エタノール資材の希釈倍率は65～130倍程度に相当）、希釈液処理液量範囲(*2)は30～110L/m²の範囲で、ほ場の条件、土壤、作物、病原性微生物等の種類に応じて適宜設定し(*3)、実施されています。例えば、対策が困難な青枯病菌等の場合には、土壤深くまで分布しているため、低濃度エタノール濃度と処理液量は範囲内の高めに設定し実施されています。

*1: 地温が低い場合には、低濃度エタノールの濃度範囲の高めの濃度で実施します。

*2: 処理液量が多いほど土壤深くまで土壤還元消毒効果が得られますが、砂地や透水性の良い土壤での処理には処理液量が過多になりがちなので、作物の根域の深さや土壤病害の種類に応じて処理液量を調整します。

*3: 高設栽培や土耕栽培などの栽培方法によって、処理濃度や処理液量は異なります。

■ 雑草

- ▶ 多くの1年生雑草の発生が抑制されますが、湿性雑草や多年生雑草に対する効果が劣ります。

どうやって処理するの？

① ほ場整備

- ☑ ほ場：できるだけ均平にしましょう。
- ☑ 耕起：処理前に耕起する場合は、土壌が細くなるように留意してください。ただし、土壌が柔らか過ぎると作業性が悪いので、処理前に鎮圧しましょう。
- ☑ 雑草：フィルムを土壌に密着させるため、処理前に除草しておきましょう。
- ☑ 散水チューブを早めに敷設して、十分かつ均一に散布できることを確認したら、ハウスを密閉して定期的に灌水しましょう。土壌が湿っている方が深くまで地温が上がります。また、数日前に散水または降雨後（露地の場合）に実施すると、エタノールが均一に浸透し、消毒ムラが少なくなり、効果が安定します。

② エタノールの希釈

必ず希釈してから処理してください。

多量の水（土壌還元消毒用エタノールを50～200倍程度に希釈）を処理しますので、大型タンク、仮設の溜池、または液肥混入器（用水の直接導入や頭上灌水）を用意しましょう。

- ☑ 大型タンク（小面積向き）：500L/m²程度の水を入れるタンクが必要です。また、十分攪拌してから処理しましょう。
- ☑ 液肥混入器（広い面積向き）：50～200倍程度の希釈率に調整できるものが必要です。
- ☑ 動力噴霧器を用いて用水と混合しながら散布する方法もあります。
- ☑ 装置によって1回の処理面積が制限されます。



液肥混入器



動力噴霧器



散水チューブによる処理

③ 希釈水の処理

灌水処理後に一定期間湿潤状態に維持する必要があります。

- ☑ フィルム周辺を土壌や水枕で抑え、水の蒸発や周辺への表面流出を防ぎましょう。うね立て後にマルチングをした土手を作るのも有効です。
- ☑ 散水チューブの場合、散布口の数が多い方が均一に短時間で処理できます。また、土壌全体が均等に湿るように、散布口の向きを調整しましょう。



うね立て&マルチによる土手

④ 透明フィルムによる被覆

土壌を一定期間湛水または湿潤状態に維持するには、透明フィルムで被覆する必要があります。破れていなければ、使い古しのフィルムでもかまいませんし、補修して利用してもよいです。

- ☑ フィルムの種類：フィルム内の温度を上げるためには、透明フィルムがお勧めです。
- ☑ 被覆方法：土壌が十分湿ったら、フィルムで被覆しましょう。灌水チューブの場合、処理前にフィルムを被覆することもできます。
- ☑ 被覆時期：処理後ただちに被覆しましょう。

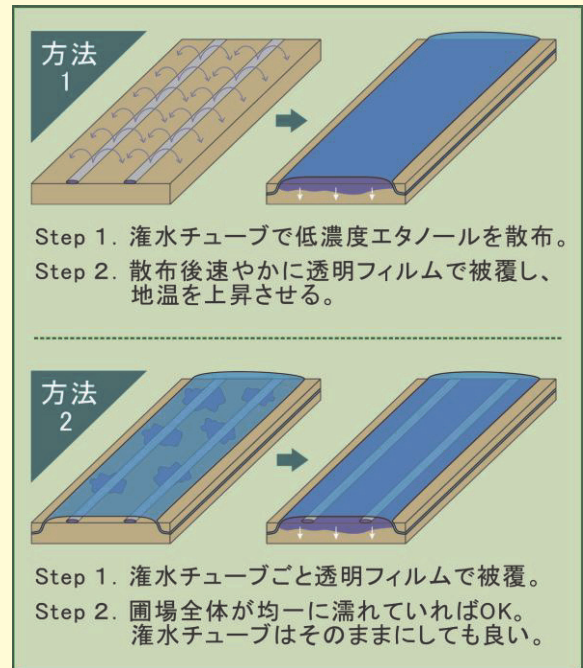
⑤ 太陽熱処理

- ☑ 期間：土壌の種類や季節等によりますが、2～3週間が必要です。
- ☑ 土壌温度：深さ 20cm 以下の地温で 30℃以上必要で高いほど効果的です。そのため、土壌にフィルムを密着させる、温室の気密性を高めるなど、温度が上がりやすい条件で処理しましょう。
- ☑ 作用の持続性の確認方法：土壌還元が進むと、低濃度エタノール還元消毒特有の発酵臭がします。ジピリジル処理による発色や酸化還元電位 (Eh) などによっても土壌還元状態がわかります。

⑥ 処理後の作業

還元消毒終了後は、透明フィルムを取り外します。

- ☑ 作用の確認方法：土壌の深いところほど還元化され、灰緑色に変色していて、特有の臭気があります。
- ☑ 耕起方法：耕起する場合は、通常の深さで大丈夫です。ただし、病害虫・雑草で再び汚染されないように、耕起する前にトラクターのタイヤ、耕起部、胴体をよく洗浄してください。
- ☑ 播種・定植までの期間：栽培する作物を播種・移植できる程度の水分になって、土壌の温度や還元状態が元に戻れば大丈夫です。



低濃度エタノール処理の方法

処理区	土壌温度	
	30℃	20℃
無処理	4800 万	1800 万
水処理	380	500 万
0.5% エタノール	0	65 万
1% エタノール	0	16 万
2% エタノール	0	45 万

土壌温度と消毒効果の関係
(接種源 1g あたりの病原菌数)



定植後の状況

何か注意することは？

⊕ 全般

- 本マニュアルに書かれた用法・用量に準じて処理することを勧めます。ただし、地域、季節、場所によって、土壌還元の程度に違いが出ます。結果として土壌病害虫等の密度低下(土壌の消毒効果)に差が生じることがあります。
- この技術を利用して、先に記述したような作物でフスマや糖蜜のような土壌還元作用による土壌の消毒効果を確認していますが、土壌や処理後の環境条件によっては、消毒の程度が十分でないことがありますので、事前に試してから使うか、経験のある方に相談してからお使いください。
- 水はけがよすぎる土壌での利用は避けてください。そのような場所では熱水消毒が有効です。
- 他の技術(熱水消毒など)と組み合わせるとさらに有効になります。熱水処理との組合せでは、熱水土壌消毒用のボイラーで用水を50℃に加温し、その配管の途中でエタノールを所定濃度になるよう工夫して混入します。

⊕ 購入

- エタノール資材であれば何れも土壌還元作用はありますが、以下のことに注意してください。
 - エタノール等含量率が60重量%以上の資材は消防法に従う。
 - 資材によっては含まれる不純物による悪影響が懸念される。
- 由来や成分が明記しており、毒性が高い不純物が含まれていない資材を使うのがよいでしょう。

⊕ 保管

- エタノール等含有率が60重量%未満の資材は、危険物に該当しませんので、危険物倉庫のような保管設備は不要です。
- ただし、エタノールを多く含む資材は直射日光を避け、風通しがよく、盗難や誤使用を避けるためにも、施錠できる保管庫に保管しましょう。

✦ 気分が悪くなったとき

- 希釈前：濃度が高いため、誤飲したり、眼に入ったりしないように、取り扱いには十分注意しましょう。もしも、そのようなことが生じたら、十分洗浄後に医師に相談しましょう。
- 希釈後：2%以下に薄めた低濃度エタノールは、一般に誤飲や直接目や皮膚に触れることで問題はありませんが、個人差もありますので、気分が悪い等、何か異常を感じたら、すぐに医師に相談しましょう。
- 処理後：気分が悪くなったら、すぐに医師に相談しましょう。

✦ 作業前

- 希釈水：病虫害や雑草の混入を避けるため、最低でも農業用水基準を満たしている水を使いましょう。
- 処理する者（補助者を含む）：必要に応じて防護具を装着し、希釈する際には手袋をご使用ください。

✦ 作業中

- 周辺環境への配慮：多量の水を処理しますので、周辺の田畑、住居、河川・湖沼等に流れ込まないようにしてください。流れ込みそうになったら、すぐに処理を中止してください。
- エタノールは引火性がありますので、換気を良くし、火気に十分注意してください。

✦ 作業後

- 残液の処理：一旦希釈したエタノールの水溶液は使い切るようにしてください。
- 空容器の処理：エタノールには引火性がありますので、若干残ったエタノールが空容器内で蒸発して、引火する危険性があります。従って、ご面倒でも、使い終わった空容器は、水で洗浄してください。
- 空容器の処分：空容器は、関連法規ならびに地方自治体の基準に従って処分を行ってください。

費用はどれくらいかかるの？

以下のことを参考に導入をお考えください。

コスト

- 施設栽培をおこなっている方ならば、お手持ちの資材・機材を活用できます。
- 初期費用(資材・機材費): 灌水チューブを使う場合、新規購入には・・・
 - 灌水ポンプ(100,000 円～) 灌水に汲み上げが必要な場合は必須。10a あたり 2.2kw (3PS) 以上が望ましい。耐用8年
 - 灌水チューブ(54 円/m～) 10a あたり 400～1500m(散水幅による) 必要。耐用5年
 - 液肥混入器(64,000 円～) 希釈倍率可変のものが望ましい。耐用8年
- (注) 用水の供給流量が必要とする灌水処理水量に満たない場合は、希釈貯水槽(50,000 円～、仮設溜池でも可)が必要です。耐用8年
- 変動費
 - エタノール資材: 資材や使用量(濃度と散布水量)によって費用が異なります。
 - 透明フィルム: 穴がなければ使い古しの物で大丈夫です。農ビも可。
 - 希釈水: 浮遊物を濾過した、農業用水や井戸水でも可。

労力：既存技術との比較

- 労力: 作業自体は短時間ですが、施用に時間がかかるため待ち時間ができます。
- 休耕期間: 処理開始から作物を播種または定植するまでに、3～4 週間必要です。

表. 既存土壌消毒技術との比較

資材名	コスト(千円/10a)*1			労力			休耕期間
	資材	機器	光熱水	作業時間(/10a)	長所	短所	
低濃度エタノール*2	77～154	16	22	10～11	軽作業	待機時間	3～4 週
フスマ	38	-	23	13～14	単純作業	混和	4～5 週
米ぬか	24	-	23	13～14	単純作業	混和	4～5 週
糖蜜	70～100	16	45	10～11	軽作業	入手難	3～4 週
クロルピクリン剤	62	8	4	12～13	迅速	ガス抜き	1～2 週
ダゾメット剤	49	3	4	12～13	用具少	混和、ガス抜き	2～3 週
D-D 剤	14	8	4	12～13	迅速	ガス抜き	1～2 週
よう化メチル剤	162	8	4	12～13	迅速	ガス抜き	1～2 週

*1: 上水道利用、フィルム中古、専用機器は全部新規導入で算出。

*2: 資材単価をメーカー小売希望価格 200 円/L(20L 入り BIB の場合)として、標準使用量(0.5～1%)、液量 50L/m² で算出。1kL 入りコンテナの場合には、さらに安価になる可能性あり。

【問い合わせ先】 農研機構 農業環境変動研究センター
 〒305-8604 茨城県つくば市観音台3-1-3
 電話/FAX 029-838-8191/8199 メール niaes@naro.affrc.go.jp