

令和7年度グリーンな栽培体系加速化事業

低濃度エタノールを使用した土壌還元消毒による トルコギキョウの土壌病害防除効果の検証



令和8年 3 月

群馬県農政部野菜花き課

1 はじめに

近年、キク類やカーネーション、トルコギキョウなど多くの花き品目の生産現場では、連作によって発生しやすい土壌病害が深刻な問題となっています。

トルコギキョウでは、立枯病、青枯病、萎凋細菌病、根腐病、茎腐病、青かび根腐病など多様な土壌病害が知られていますが、本県では主に立枯病と青枯病の発生が確認されており、経営面での被害が生じています。

立枯病は、フザリウム属菌 (*Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*) の2種が主な病原で、土壌伝染する深刻な病害です。罹病株で形成された厚膜胞子が土壌中や施設の骨材、資材上で長期間生存し、感染源となるため、連作により発生が増える傾向があります。全国的にも被害が拡大しており、防除が難しい病害の一つとなっています。

これまで生産現場では土壌くん蒸剤を用いた薬剤消毒や有機物を使用した土壌還元消毒が実施されてきました。しかし、病原菌が土壌深層部に存在するケースでは十分に効果が及ばないことが多く、深根性のトルコギキョウはより感染リスクが高い状況です。さらに、くん蒸剤は環境負荷や作業者の安全性への懸念があることから、より安全性の高い新しい土壌消毒技術の確立が求められています。

こうした中、低濃度エタノールを利用した土壌還元消毒法は、土壌の深層まで病害虫の密度低減効果が期待できるほか、環境負荷の軽減や土壌微生物相の維持にもつながる方法として注目されています。これまでも存在した技術ですが、費用対効果や効果の安定性の点で普及が進んでいません。

本実証では、この低濃度エタノールによる土壌還元消毒法を、環境に配慮した栽培体系として導入し、その消毒効果、経済性及び作業性評価、効果を高めるためのポイントについて検証を行いました。



写真1-1 土壌病害が多発しているトルコギキョウ生産現場



写真1-2 トルコギキョウ立枯病

2 低濃度エタノールによる土壤還元消毒とは

土壤還元消毒は、栽培ほ場の土壤に微生物のえさとなる有機物を投入し、被覆をした上で灌水を行う土壤消毒法です。

土壤に有機物資材を混和し、十分な水分を与え、地温 30℃以上を確保すると、被覆により空気が遮断された土壤内部でそこに生存する微生物のはたらきによって土壤中の酸素が急激に消費され、還元状態になります。この過程において、様々な微生物群が連鎖的に作用し、酢酸などの有機酸や二価鉄などの金属イオンといった有効成分の蓄積、拮抗作用を示す微生物群や太陽熱による地温の上昇などが複合的に作用することで、病原菌の密度が低減し、病害の発生が抑制され则认为られています。

従来は小麦フスマや米ぬかなどの固形資材による還元消毒が主流でしたが、これらは土壤混和された層にしか資材が混入できず、深層部への処理が十分でない欠点がありました。

そこで、固形資材の欠点を補う方法として深層部まで到達する低濃度エタノールによる土壤還元消毒技術の開発が進められました。開発当初と比較して低濃度エタノールの希釈倍率や処理量が見直されたことにより、処理費用も抑えられるようになり、普及が拡大しました。

また、エタノールと同様に土壤の深層部での効果も期待できるとして、糖含有珪藻土なども登場し、土壤病害の被害の拡大も相まって、土壤還元消毒自体への関心が高まっています。

土壤還元消毒の特徴

- ① 化学農薬を使用せず、環境負荷が少ない
- ② 化学的な土壤くん蒸剤と比べて、作業者への影響が少なく、安全性が高い
- ③ 広範囲の土壤病虫害に効果がある
- ④ 多くの作物や病虫害に対して効果が実証されている

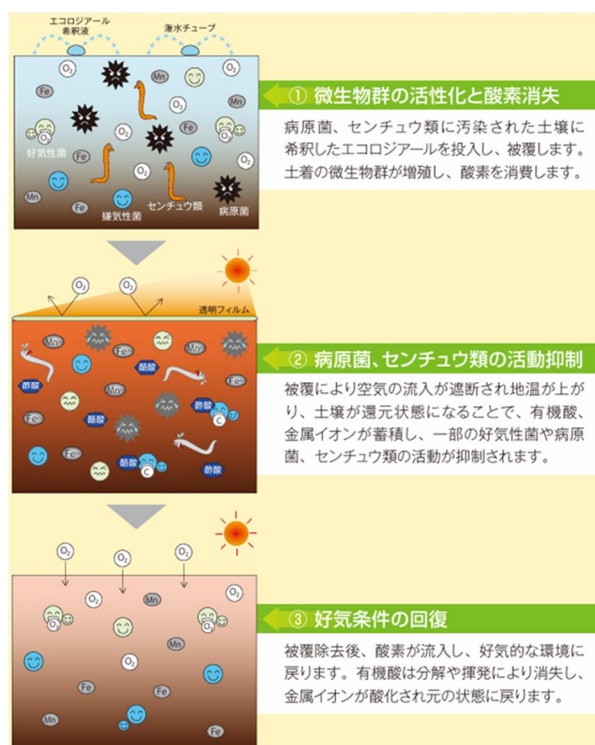


図2 低濃度エタノール（商品名：エコロジアル®）による土壤還元消毒のメカニズム

（出典 日本アルコール産業株式会社ホームページ
<https://www.j-alco.com/kanrenHP/img/file35.pdf>）

3 低濃度エタノールによる土壌還元消毒の実施にあたり留意すること

低濃度エタノールによる土壌還元消毒の消毒効果は、土壌が還元される結果として生じる間接的なものであり、エタノールの殺菌作用ではありません。（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、本技術は太陽熱消毒と併用した土壌消毒であることを認識することが大切です。さらに、消毒直後、還元状態が継続した状態で定植した場合、生育障害を引き起こす可能性があるため注意が必要です。被覆除去後、還元臭が消えない場合や定植に不適な水分状態である場合は、耕起による酸素の流入と水分調整を行い、定植作業に入ります。

低濃度エタノールによる土壌還元消毒の実施にあたっては、還元処理の特性を十分理解した上で、安定した高い効果をあげるため、以下の事項に留意しましょう。

- ① 消毒効果のムラをなくすために、事前に土壌全体を均一に湿らせておき、さらにエタノール投入時においてもほ場内へ均一に行き渡るように注意する
- ② 処理中にマルチ内へ空気が入らないよう、水封ダクトやクリップ、洗濯ばさみ等を使ってマルチ周縁部やハウス谷下の柱基部周辺の間隙を無くし密閉する
- ③ 出入口付近、妻面側の通路、サイド際部分、作業スペースも含めて、ほ場全体で土壌が見えないように施設内全面積を被覆する
- ④ 還元資材を深部まで浸透させるため十分に灌水する。ただし、処理時にハウスからエタノール希釈液が溢れ出ないように、余裕をもって事前灌水を行い、規定のエタノール希釈液を全て投入する
- ⑤ できるだけ地温の高い時期に処理を行う（開始後3日間以上の晴天が望ましい）



写真3 低濃度エタノールによる土壌還元消毒実施中のハウス

4 低濃度エタノールの使用事例

これまでの試験結果のうち、効果が確認されている事例（一部）を紹介します。

（１）希釈液使用量の目安と希釈倍率

エタノール濃度 60%の土壌還元消毒資材を使用する場合は以下のとおり。

表4-1 希釈液使用量の目安と希釈倍率

土壌の種類	希釈液使用量の 目安 (L/m ²)	希釈 倍率	10a あたりエタノール必要量の目安 (L) (〔 〕 は希釈液量)		
			60 倍希釈	100 倍希釈	120 倍希釈
黒ボク土	80～100	60 ～ 120 倍	1,667L 〔100t〕	1,000L 〔100t〕	833L 〔100t〕
砂質未熟土 (砂壌質)	60～80		1,333L 〔80t〕	800L 〔80t〕	667L 〔80t〕
黄色土 (粘土質)	60～100		1,667L 〔100t〕	1,000L 〔100t〕	833L 〔100t〕
グライ土 (田んぼ質)	40～60		1,000L 〔60t〕	600L 〔60t〕	500L 〔60t〕

（２）効果が確認されている病原性微生物

表4-2 土壌還元消毒の効果が確認されている病原性微生物

作 物	病原性微生物
トルコギキョウ	立枯病菌、青枯病菌
カーネーション	萎凋細菌病菌
花き類	線虫類
参考) イチゴ	萎黄病菌、線虫類
参考) トマト、ミニトマト	青枯病菌、褐色根腐病菌、線虫類

5 低濃度エタノールによる土壌還元消毒の作業手順とポイント

低濃度エタノールによる土壌還元消毒には様々な方法がありますが、下表のとおり大きく4パターンに大別されます。土質等のほ場条件、作業者の人数や技術レベル、使用資材、定植時の畝立ての有無等の諸条件から選択する必要がありますが、安定した効果発現、土壌汚染リスク、作業性を考慮するとパターン1、パターン3がおすすめです。本マニュアル及び実証では、パターン1を基本としています。

処理時のほ場状態…

事前灌水やエタノール投入時にほ場があらかじめ畝立てされているか、畝立てをせず平らな状態であるかどうかのこと。定植時に畝立てをしない場合は当然平畝となります。

被覆のタイミング…

フィルムを被覆するタイミングが事前灌水やエタノール投入の前か後かのこと。灌水後に被覆する場合、土壌水分が多い状態での被覆作業が必要です。

表5 低濃度エタノールによる土壌還元消毒方法のパターン

	処理時のほ場状態	被覆のタイミング
パターン1	平畝	灌水等の前
パターン2	平畝	灌水等の後
パターン3	畝立て	灌水等の前
パターン4	畝立て	灌水等の後

(1) ほ場準備

①前作残渣や雑草の除去、ハウス内機器の保護、ほ場整備

- ・マルチ、支柱、フラワーネット、灌水チューブを撤収し、前作の古株や雑草を残さず除去します。
- ・施設内の装置、機器は損傷のおそれがあるので、密閉前に外部に持出すかまたはシルバーポリフィルム等で被覆します。
- ・土壌を細かくし、できる限り均平になるよう耕起を行います。

ポイント

- ★前作の古株は根も含めて可能な限り残さないように抜き取り、ハウス外へ持ち出しましょう。持ち出した残渣は作業者が踏んだり触れたりしない適切な場所へ移動しましょう。
- ★古株の抜き取りには、蒟蒻芋や馬鈴薯等の堀取機を活用する事例があります。
- ★次作も使用する支柱やフラワーネットは、付着した泥や植物残渣を取り除いた上で資材消毒用薬剤で殺菌することが望ましいです。(薬剤によって資材が傷んだり腐食したりする可能性があるため、薬剤の注意事項等をよく確認した上で各自の責任で使用する)



写真5-1 耕耘により均平化したほ場



写真5-2 処理前に畝立てをしたほ場

② 灌水チューブ設置

- ・ 処理前の灌水用及び低濃度エタノール投入用の灌水チューブを、ほ場内で灌水ムラが無いように均一に設置します。

ポイント

- ★ 灌水チューブの灌水方式はマルチ下用を使用します。(処理後に被覆する場合はこの限りではありません)
- ★ 灌水チューブの配置は、水源からの配管本数にもよりますが、栽培時と同様に1畝1～2本配置する事例が多いです。本数が不足してチューブ間の間隔が広がりすぎると灌水ムラが生じ消毒効果が不均一になりやすく、本数過多の場合は灌水チューブ毎の水圧が下がり処理時間がかかるとともに、灌水ムラ及び消毒効果のムラの原因となります。
(例) 7.2m 間口に6～10本を均等配置
- ★ 妻面側通路など作付しない場所も消毒するためハウス内全体に灌水できるように灌水チューブの配置を工夫することが望ましいです。ただし、作付時は使用しないため可能な限りで構いません。
- ★ 太陽熱消毒の効果も期待するため、灌水チューブの配置が難しい場所であっても、密閉前に灌水を行います。

③ フィルムの被覆

- ・ 作付予定場所だけでなく、妻面側の通路や作業スペース等も含めてハウス内の全面積を被覆します。

ポイント

- ★ 被覆フィルムの重なり部分が大いほど気密性が上がるほか、サイド際や柱基部(基礎部分等)の隙間を埋めるため、被覆フィルムはハウス面積よりも大きいものを用意します。
- ★ 連棟ハウスの場合、谷下の柱基部は隙間がしやすいため、被覆フィルムの大きさに余裕を持たせて土壌の露出部分が無いように被覆するほか、クリップや洗濯ばさみで留めて密閉性、気密性を高めます。(写真5-4)
- ★ サイド際や被覆フィルム周縁部には水封ダクトを使用して地表面の隆起に合わせた密閉を行います。水封ダクトには7～8割程度水を入れます。施設栽培では折幅15cmのポリダクトを水封ダクトに使用する事例が多く、水田用冷水流入防止ホースを利用する例もあります。(写真5-6、7)

★被覆フィルムに穴や破れがあると消毒効果が劣ります。

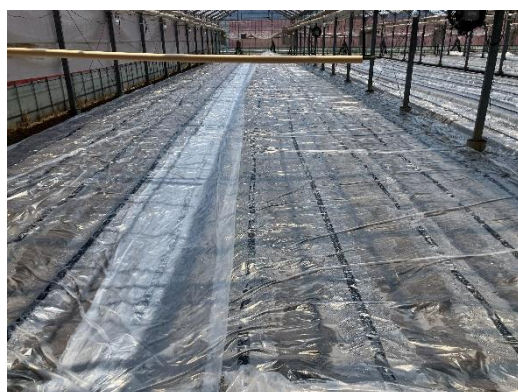


写真5-3 灌水チューブ設置後に被覆



写真5-4 柱基部の被覆



写真5-6 水封ダクトによる被覆の密閉



写真5-7 水田用冷水流入防止ホースを利用した水封ダクト

④事前灌水

- ・処理日前日までに灌水を行い、ほ場全体を十分かつ均一に湿らせるようにします。なお、灌水のタイミング、灌水時間（量）は各ほ場の諸条件により異なります。

ポイント

★土壌水分の調整目安は「エタノール希釈液投入時に、ほ場外へ希釈液が溢れ出ることが無く、かつ地表面に水が浮く程度」です。

★保水性が高い、又は排水性が悪いほ場では、期間に余裕をもって事前に灌水を行い、希釈液を全量投入できるように土壌水分を調整します。

（２）処理

①低濃度エタノール希釈液の投入

- ・液肥混入器を利用し、エタノール土壌還元消毒用資材（濃度 55.0～59.9%）を 120～60 倍を目安に希釈してほ場へ投入します。液肥混入器が無い場合は、大型タンクを用いて水で希釈してから投入します。水量が少ない場合は、ほ場を分割して順次投入します。

ポイント

★被覆フィルム下での灌水チューブによるエタノール投入で投入具合にムラを生

じる場合は、1 か所から送風機等で被覆フィルム下に送風し空間を確保すると投入ムラを防ぎやすくなります。(事前灌水でも同様に対策可能)

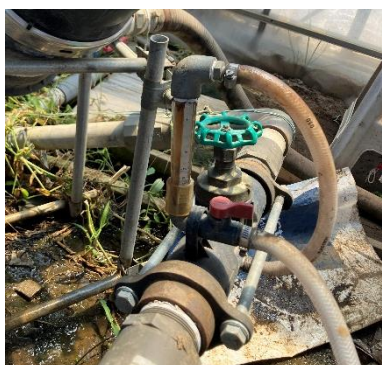


写真5-8 灌水配管内の液肥混入器



写真5-9 エタノール土壌還元消毒用資材 1,000L 規格

②ハウスの密閉

- ・エタノール投入後、被覆フィルムを土壌にしっかり密着させ気密性が高まるようにし、ハウスを3週間ほど密閉します。

ポイント

- ★密閉期間中（特にエタノール投入直後から1週間以上）は、地下20 cm地点の地温が30℃以上となるようにハウスを管理します。
- ★土壌還元消毒の他、太陽熱消毒の効果を発現させるため、ハウス内の農業資材が破損しない程度にできる限りハウス内温度を高く維持するよう管理します。

(3) 処理期間終了後

①フィルムの除去

- ・処理期間経過後、ハウスを開放し水封ダクトやクリップ等を取り外し、被覆フィルムを除去します。

ポイント

- ★処理後にハウス内へ立ち入る場合は、必ず靴底の消毒を行い、ほ場外からの汚染を予防するように注意します。



写真5-10 平畝処理の被覆除去時の様子



写真5-11 畝立て処理の被覆除去時の様子

②還元化の確認

- ・還元化を確認する場合は以下の方法があります。

- 土壌からの特有の臭気（ドブ臭）の確認

- ジピリジル試薬による発色反応



写真5-12 ジピリジル試薬による還元化確認
(赤色が還元化による反応)

③施肥

- ・通常通り基肥や改良材を投入して、ほ場準備を行います。

ポイント

- ★薬剤消毒に比べて生育が旺盛になる事例があります。施肥量、特に窒素分は調整が必要になる場合があります。生産者ごとのほ場や栽培管理によって傾向が異なる可能性があるため、複数年の経過を観察し施肥量を検討します。

④耕起、畝立て

- ・通常通り耕起、畝立てを行います。

ポイント

- ★ほ場内の土壌は極力移動しないよう注意しましょう。特にサイド際や谷下、妻面側通路の土壌を作付場所に移動しないよう、横向きに耕起等しないようにします。
- ★ほ場外から土壌を持ち込まないよう注意しましょう。トラクターや耕耘機に付着した泥汚れや残渣によりほ場が汚染されるので、農機具棟は良く洗浄してから使用します。

⑤マルチ、支柱、フラワーネットの設置

- ・通常通りマルチ、支柱、フラワーネットの設置を行います。

ポイント

- ★前作の泥汚れ除去及び消毒を済ませた資材を使用します。

⑥定植

- ・臭気が無くなり、地温及び土壌水分が適度に戻ったことを確認してから定植作業を実施します。

ポイント

- ★ほ場に持ち込む前のプラグ苗の置き場所も清潔に管理します。

6 低濃度エタノールによる土壌還元消毒と慣行方法との比較

(1) 経済性

表6-1 必要経費の比較

資材名	10a あたり年間費用 (円)	
	土壌還元消毒	薬剤消毒
低濃度エタノール	165,000	—
ダゾメット微粒剤	—	48,096
被覆用ポリ	17,556	17,556
灌水チューブ	14,520	14,520
水枕用ポリダクト	6,358	—
液肥混入機	5,400	—
合計	208,834	80,172
差額	128,662	—

*1 低濃度エタノールは1,000L、ダゾメット微粒剤は30 kg使用と仮定。

*2 被覆用ポリ及び水枕用ポリダクトは3年間、灌水チューブは5年間、液肥混入機は7年間使用と仮定して算出

*3 灌水チューブは1畝あたり1本、水枕はハウス外枠に沿って設置する想定で各必要量を算出（谷や柱周辺には設置なし）

(2) 作業性

表6-2 作業時間の比較

資材名	10a あたり作業時間 (時間)		
	土壌還元消毒 (低濃度エタノール)	土壌還元消毒 (有機物)	薬剤消毒*2
灌水チューブ設置	0.2	—	—
有機物散布、混和	—	1.5	—
薬剤散布、混和	—	—	0.5
被覆敷設	0.7	0.7	0.8
水封ダクト設置	2.2	2.2	—
被覆等除去	3.1	3.1	3.1
合計	6.3	7.6	4.5
対比*1	82	100	58

*1 土壌還元消毒（小麦フスマ）の作業時間に対する比率

*2 薬剤はクロルピクリン液剤を使用する場合

7 実証支援の概要

(1) 西部地域の実証結果

①実施概要

対象害虫	立枯病、青枯病
試験内容	試験区 低濃度エタノールによる土壌還元消毒（平畝、畝立て併用） 対照区 クロルピクリン液剤による土壌消毒
ほ場準備	前作資材撤去、古株抜き取り除去、耕起、灌水チューブ設置、フィルム被覆、水封ダクト設置
事前灌水	7月26日事前灌水（1時間） 8月2日処理直前灌水（1時間）
処理方法	使用資材 エコロジアル（エタノール 55.0～59.9%） 処 理 量 10a あたり 1,000L 処理時間 3時間 希釈倍率 137 倍 希釈方法 液肥混入器（スミチャージ N50） 被覆期間 令和7年8月2日～8月25日
処理後作業	施肥、畝立て、支柱、フラワーネット等設置、定植
定植日	8月30日～随時
品種	セレブピンクミミ〔畝〕 ボヤージュベビーピンク〔平〕 マキアルージュ〔畝〕 ジュリアスラベンダー〔平〕 セレブリッチホワイト〔平〕 アンバーダブルモヒート〔平〕 アンバーダブルショコラ〔平〕 *品種名末尾の記号について、平畝処理の場合は〔平〕、畝立て処理の場合は〔畝〕と表記

②調査結果

- ・被覆除去までの期間は地下 20 cm地温で 30℃以上を維持していた。（図 7-1）
- ・試験区では浅層部でフザリウム属菌及び青枯病菌ともに処理後の密度が検出限界以下まで減少し、消毒効果が確認された。一方、深層部ではフザリウム属菌の減少は見られたものの検出限界までは低下しなかった。深層部の青枯病菌は処理前から検出されず消毒効果の確認はできなかった。
- ・対照区ではフザリウム属菌及び青枯病菌ともに処理後に密度が検出限界まで低下しており、フザリウム属菌については試験区よりも高い殺菌効果が確認された。（表 7-1）
- ・試験区の各品種ともに 3 %以下の欠株率となり、特に前作に欠株が多かった品種（セレブピンクミミ、ジュリアスラベンダー、アンバーダブルモヒート）も大きく減少した。（表 7-2）

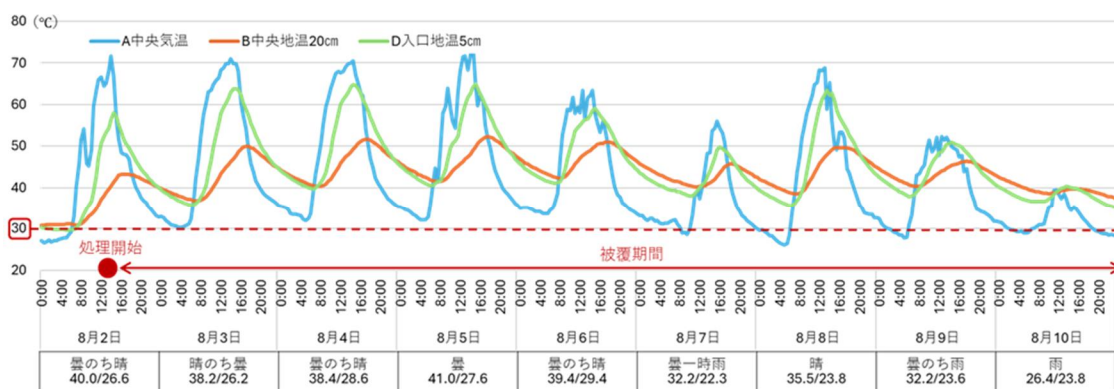


図 7-1 低濃度エタノールによる土壌還元消毒処理期間のハウス内地温の推移（西部ほ場）

* 「A 中央気温」はハウス中央の地上 1m 地点の気温、「B 中央地温」はハウス中央の地下 20 cm 地点の地温、「D 入口地温」はハウス北側出入口の地下 5 cm 地点の地温

* グラフ横軸（日付）下の情報は該当日における前橋市の天気及び最高気温/最低気温を表記

表 7-1 低濃度エタノールを使った土壌還元消毒による菌密度への影響（西部ほ場）

区名	採取地点	深度* ¹	フザリウム属菌* ²		青枯病菌* ²	
			処理前	処理後	処理前	処理後
試験区	北	浅層	4,100	ND	200	ND
		深層	320	30	ND	ND
	中央	浅層	680	ND	ND	ND
		深層	430	20	ND	ND
	南	浅層	ND	ND	ND	ND
		深層	ND	ND	ND	ND
	平均	浅層	1,593	0	67	0
		深層	250	17	0	0
対照区	東	浅層	3,300	ND	ND	ND
		深層	50	ND	4,000	ND
	中央	浅層	21,000	ND	5,000	ND
		深層	150	ND	1,100	ND
	西	浅層	21,000	ND	ND	ND
		深層	130	ND	4,000	ND
	平均	浅層	15,100	0	1,667	0
		深層	110	0	3,033	0

*¹ 浅部は地下 0～30 cm、深部は地下 30～60 cm とし、検土杖で採取した。

*² 単位は cfu/g 新鮮土壌で、フザリウム属菌は 10cfu/g 未満、青枯病菌は 100cfu/g 未満を ND（検出限界以下）と表記

*³ 平均値は ND（検出限界以下）を 0 として算出

表7-2 低濃度エタノールを使った土壌還元消毒による欠株率への影響（西部ほ場）

品種名 ^{*1}	欠株率 ^{*2} n=100	
	R8.2.17 調査	(参考)R7.4.8 調査
セレブピンクミミ〔畝〕	1%	37%
ボヤージュベビーピンク〔平〕	0%	3%
マキアルージュ〔畝〕	0%	14%
ジュリアスラベンダー〔平〕	0%	27%
セレブリッチホワイト〔平〕	0%	6%
アンバーダブルモヒート〔平〕	3%	41%
アンバーダブルショコラ〔平〕	0%	3%

^{*1} 品種名末尾の記号について、平畝処理の場合は〔平〕、畝立て処理の場合は〔畝〕と表記

^{*2} 1 番花開花期直前における各品種 100 株当たりの枯死株数を計測し欠株率を算出

③担当農家の評価

- ・完璧な土壌還元消毒は難しいと認識しているが、低濃度エタノールによる土壌還元消毒により確実に土壌病害発生や生育不良は減少し、出荷数量は増加している。
- ・今回実施ほ場は粘土質が強く、土壌水分によっては耕耘時にダマになりやすいため、水分調整が難しい。
- ・実施時期について、定植時期を考えると地温確保のために安易に遅くすることもできない。8月中には処理を終えられるスケジュールで予定を組んでいきたい。



写真7-1 西部ほ場の生育状況（R8.2.17）

(2) 東部地域の実証結果

①実施概要

対象害虫	立枯病、青枯病
試験内容	試験区 低濃度エタノールによる土壌還元消毒（平畝併用） 対照区 ダゾメット微粒剤による土壌消毒（令和6年データ）
ほ場準備	前作資材撤去、古株抜き取り除去、耕起、灌水チューブ設置、フィルム被覆、水封ダクト設置
事前灌水	6月8日～湛水 6月27日事前灌水（3時間） 6月28日処理直前灌水（3.5時間）
処理方法	使用資材 エコロジアル（エタノール 55.0～59.9%） 処 理 量 10a あたり 1,000L 処理時間 3.5 時間 希釈倍率 88 倍 希釈方法 液肥混入器（スミチャージ N50） 被覆期間 令和7年6月28日～7月24日
処理後作業	施肥、畝立て、支柱、フラワーネット等設置、定植
定植日	8月2日～随時
品種	セレブクリスタル ウェーブクラシカ ラピスラベンダー エレスピンク エレスライトピンク エレガンスグリーン コレゾブルー

②結果まとめ

- ・被覆除去までの期間は地下 20 cm以下の地温で 30℃以上を維持していた。特に7月に実施した東部ほ場は処理開始時期が梅雨期間になる懸念があったが、梅雨明けが早まったことで晴天日が比較的多く 40℃前後を推移した。（図7-2）
- ・試験区ではフザリウム属菌自体が元々少なかったものの菌密度が処理後に検出限界以下まで低下した。一方、青枯病菌は処理後に密度の低下が見られたが、ハウス南側地点の浅層部のみ密度が検出限界まで低下せず青枯病菌が残った。
- ・土壌くん蒸剤使用による対照区（前年データ）は、フザリウム属菌及び青枯病菌ともに処理後に検出限界以下まで低下しない地点が浅層部、深層部それぞれで見られ、特に青枯病菌は菌密度の増加が見られた。（表7-3）
- ・欠株率はエレガンスグリーンのみ 4.5%となったが、その他試験区の各品種ともに欠株率は1%未満となり、土壌病害の発生はほとんど見られなかった。品種や作型が異なるものの、ダゾメット微粒剤による土壌消毒を行った同ほ場での前年同時期の欠株率は 12.7～0.1%であり、低濃度エタノールによる土壌還元消毒で欠株数の改善が図られた。（表7-4）

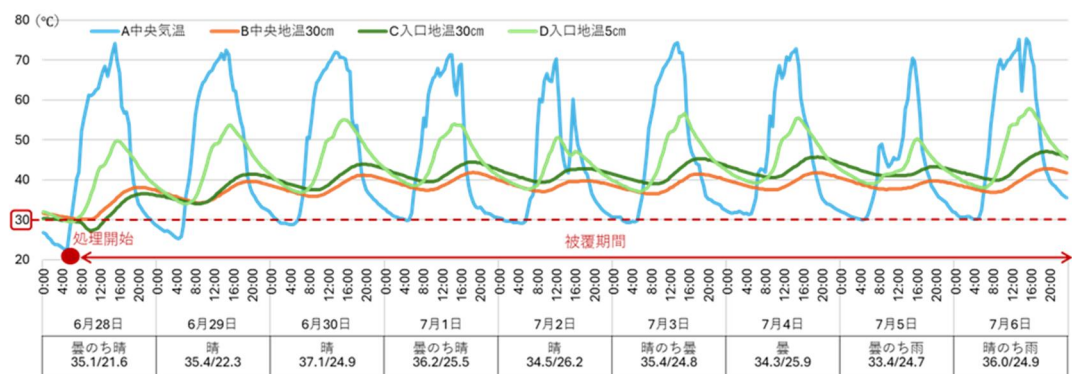


図 7-2 低濃度エタノールによる土壌還元消毒処理期間のハウス内地温の推移（東部ほ場）

*1 「A 中央気温」はハウス中央の地上 1m 地点の気温、「B 中央地温」はハウス中央の地下 30 cm 地点の地温、「C 入口地温」はハウス北側出入口の地下及び 30 cm 地点の地温、「D 入口地温」はハウス北側出入口の地下 5 cm 地点の地温

*2 グラフ横軸（日付）下の情報は該当日における前橋市の天気及び最高気温/最低気温を表記

表 7-3 低濃度エタノールを使った土壌還元消毒による菌密度への影響（東部ほ場）

区名	採取地点	深度* ¹	フザリウム属菌* ²		青枯病菌* ²	
			処理前	処理後	処理前	処理後
試験区	北	浅層	ND	ND	ND	ND
		深層	20	ND	ND	ND
	中央	浅層	ND	ND	300	ND
		深層	ND	ND	200	ND
	南	浅層	10	ND	600	300
		深層	40	ND	300	ND
	平均	浅層	3	0	300	100
		深層	20	0	167	0
対照区 (R6)	北	浅層	170	ND	0	200
		深層	0	10	0	200
	中央	浅層	15,000	ND	0	ND
		深層	270	ND	0	ND
	南	浅層	30	10	0	ND
		深層	0	ND	0	ND
	平均	浅層	5,067	3	0	67
		深層	90	3	0	67

*¹ 浅層は地下 0～30 cm、深層は地下 30～60 cmとし、検土杖で採取した。

*² 単位は cfu/g 新鮮土壌で、フザリウム属菌は 10cfu/g 未満、青枯病菌は 100cfu/g 未満を ND（検出限界以下）と表記

*³ 平均値は ND（検出限界以下）を 0 として算出

表7-4 低濃度エタノールを使った土壌還元消毒による欠株率への影響（東部ほ場）

品種名	欠株率 n=1716
	R8. 2. 25 調査
セレブクリスタル	0.3%
ウェーブクラシカ	0.5%
ラピスラベンダー	0.1%
エレスピンク	0.5%
エレスライトピンク	0.1%
エレガンスグリーン	4.5%
コレゾブルー	0.1%

* 1 番花収穫終了後における各品種 100 株当たりの枯死株数を計測し欠株率を算出

③担当農家の評価

- ・低濃度エタノールによる土壌還元消毒の消毒効果は収量増及び品質向上の面で十分にあると感じている。土壌水分の均一性を重視し、しっかり湛水状態にして実施した。
- ・作業性について、水封ダクトの設置で作業負担が大きかった。ほ場にある多少の傾斜でも転がってしまうため、理想の位置にうまく配置できないので作業時間を多く要した。作業人数が少ない状況でも、効率的に配置できる工夫が必要。他の資材も検討したい。



写真7-2 東部ほ場の土壌還元消毒中の様子（R7. 7. 2）

8 実証結果のまとめ

- 本試験を実施した西部ほ場と東部ほ場では、いずれのほ場においても低濃度エタノールを用いた土壌還元消毒により菌密度の低下や欠株率の低減が概ね確認され防除効果を検証することができた。
- 本試験実施年は、梅雨明けが平年より 22 日早かったことから、両ほ場とも処理開始から被覆除去までの期間、基準とされる地下 20cm の地温 30℃以上を確保できた。特にエタノール投入後 1 週間は、西部ほ場で 40～50℃、東部ほ場で約 40℃を維持できた。なお、ジピリジル試薬により地点別深度別に還元化を確認したところ、地点による差はあったものの概ね深層部まで還元化が確認され、温度条件は十分満たされたと考えられる。
- 東部ほ場では、青枯病菌が残存した地点と、還元化反応が確認されなかった地点が同じハウス南側に集中していた。当該地点は被覆除去時に土壌水分が他地点より多かったことから、事前灌水時に水分ムラ（水分過多）が生じ、還元化に影響したと考えられる。要因として、当該ほ場の地面が隣接道路よりも下がっており、さらに周辺に水田が隣接しているため、多量の降雨時に外部からの雨水流入による水分過多や汚染の可能性も挙げられる。
- 本実証での消毒効果に関して、低濃度エタノールによる土壌還元消毒は、クロルピクリンくん蒸剤と同様、一定程度の消毒効果を確認できた。このことに加えて、土壌微生物相への影響の少なさ、環境負荷の低さなどを総合的に考慮すると、有効な代替土壌消毒法の一つと評価できる。経済性に関しても、低濃度エタノールによる土壌還元消毒は慣行方法に比べて経費増加となるが、その増加分は欠株率の減少による売上増加により充当できると考えられる。作業性についても、有機物資材を使った土壌還元消毒に比べ 10%以上の作業時間削減につながり、メリットがある。
- 今後は、安定した防除効果に向けた更なる事例収集、微生物相の維持による品質向上等への影響の検証が必要である。

9 低濃度エタノールによる土壌還元消毒のポイント整理

- ① 天候に応じた柔軟な実施時期の設定
- ② 土質、周辺環境、排水設備、灌水設備などの条件に応じた灌水量の調整と雨水流入対策の徹底
- ③ 面積に応じた適正なエタノール投入量の遵守
- ④ ほ場の勾配や隆起の水平化、均平化
- ⑤ 水枕を使用した被覆の密閉性確保
- ⑥ 妻側通路等を含めた全面の処理

この資料は令和7年度みどりの食料システム戦略緊急交付金のうちグリーンな栽培体系
加速化事業」を活用して調査を行い、作成されました。
本資料の内容を複製・転載することを固く禁じます。

【本資料に関するお問合せ先】

群馬県農政部野菜花き課

電話 027-226-3126

【エタノール土壌還元消毒用資材「エコロジアル®」に関するお問合せ先】

日本アルコール産業株式会社

電話 03-5641-5255