

4 糖含有珪藻土を利用した土壤還元消毒の手順

(1) 圃場の準備

① 残渣の持ち出し

発病株の残さは土壤病害虫の第一次伝染源となります。そのため、残さはなるべく根ごと抜き取って圃場外へ持ち出し、埋却や焼却等適切に処分します。耕起しても除去できない大型の雑草は、被覆したビニールを持ち上げて地表面との空間を広げてしまう可能性があるため、抜き取っておきます。

② 圃場の均平化

土壤還元消毒で高い消毒効果を得るためには、かん水した水が土壤中に均一に行き渡ることが重要で、傾斜や高低差があると高くなった箇所では土壤水分が不十分となるため、消毒効果が劣ることになります。そのため、耕起して畝を崩した後、圃場内の高低差が少なくなるよう均平化します。特に、ハウスの出入り口やトラクター等の農業機械が旋回する箇所では、土が高くなりやすい傾向にあります。また、ハウスサイドは耕起した際に寄せられた土が盛り上がっていることが多いです。これらは、できるだけ土をハウスの中央側へ寄せて均平化してください。

③ 土壤の耕起と砕土

かん水が均一に行き渡るようにするには、土壤が細かいほうが良いため、事前に一度耕起し、なるべく細かくなるように砕土します。乾いた圃場であれば、資材散布後に耕起するだけでも十分ですが、土壤水分が高い、または粘土質等で土塊が大きい圃場の場合は、事前耕起を入念に行います。

③ その他

暗渠がある場合、排水口を閉じておき、土壌中の水分が抜けるのを防いでおきます。また、圃場内に暖房機や制御盤等の機器がある場合は、消毒期間中の高温による障害を受けないように、遮熱シート等で覆うか、ハウス内の温度が 50℃を超えるようであれば天窓を一部開放しておくなど、十分な熱対策をしておく必要があります。

(2) 圃場条件

土壌還元消毒法は、作物が栽培できる圃場環境においては導入可能な技術となっておりますが、透水性の悪い圃場については、水が土壌に浸透しないため、下層土を消毒することができません。このような圃場で土壌還元消毒を行うためには、サブソイラー等により事前に透水性を確保しておく必要があります。一方で、砂質土壌等の排水の良い土壌については、土壌の保水力が低いため、十分な還元化が認められず、消毒効果が劣る事例が発生しています。

※ 米ぬかやフスマに比べるとドブ臭が少ないですが、人家の近くで行う場合は、十分に考慮する必要があります。

(3) 還元資材の施用方法

10a 当たり 1 t の資材を，肥料散布機等で散布します。

ハウス内に軽トラックや運搬車等が侵入可能であれば，荷台に資材を入れ，スコップ等で散布します。

フレコンバックでの購入は比較的安価となりますが，人力のみでの取扱いはかなりの重労働です。大型作業機の手配の可否等の検討など，購入する際の荷姿選択は重要です。いずれも，なるべく圃場内に均一になるよう散布します。

資材が土壌とよく混和するように 2～3 回ロータリー耕耘します。可能な限り深くまで耕耘した方が，土壌深層までの消毒効果が高くなります。大型施設における鉄骨支柱の基部やその周囲等，耕耘することができない場合は，その土壌表面に資材を散布しておきます。大量のかん水を行うことにより，資材から可溶性の有



500kg フレコンでの積込作業



トラクターユニックでの 250kg フレコン積込

機物が溶出して土壌中へ移行するため、ある程度の深さまでは土壌の還元化が期待できます。

耕耘により土壌混和された糖含有珪藻土に含まれる水溶性糖類は、そのままでは土壌混和後 24 時間以内に微生物により消費されることがわかっています。

従って、耕耘後は速やかに散水し、土壌表面からの酸素の供給を絶ち、水分移動とともに糖分を土壌深くに浸透させることが重要です。翌日に散水すると珪藻土に含まれる糖分が少なくなり、土壌消毒の効果が期待できなくなります。耕耘後は速やかにかん水できるように準備しておきましょう。

また、土壌還元消毒で高い消毒効果を得るためには、かん水した水分を土壌が長期間保持することも重要で



ライムソワーでの散布



マニアスプレッダーでの散布



トラックを乗り入れて散布

す。

そのため、排水性がよい圃場や土質の違い等により圃場内で排水性が異なる箇所がある場合、予めクローラー等で土壌を鎮圧しておきます。トラクターを低速で走行させるだけでも、ある程度の鎮圧効果があります。

これらの鎮圧処理により、土壌の空隙が狭まり、透水性が低下して水を貯めやすくなることや、気相率が少なくなることによって土壌中の酸素の消費が促進される効果等が期待できるため、還元化がより早く進みます。

被覆資材の被覆展帳後もビニールの上に散水しておくと土壌と空気の遮断効果が高まります。



耕耘によるすき込み



均一に散布された状態

{散水とビニール被覆}

当地域は国営畑かんが利用できることから，比較的容易に圃場への散水が可能です。



① かん水チューブ利用による散水の準備



事前にロープを準備

※ビニール被覆実施に向けた工夫のひとつ

② 頭上散水装置の利用



ビニール被覆により酸素を遮断

	①かん水チューブ利用	②頭上かん水装置利用
かん水チューブ	圃場全面に均一にかん水させるため、栽培時よりも狭い間隔でかん水チューブを設置します。概ね60cm～1m おきに1本の間隔で設置します	不要 ただし、写真のようにあらかじめ被覆資材をロープ等に結んでおいたり、耕耘されていない谷下を利用したりするなどのと工夫が必要です
灌水量	<p>かん水量は、10 a 当たり 100 t ～150 t が必要となります。水田の代かき時のように足が潜るようになるまでかん水します。流量計で確認しましょう。</p> <p>かん水量が不明な場合は、農業用支柱等を土壤に差し込み、土壤下層まで十分に水が浸透しているか確認する方法もあります。</p> <p>かん水量の不足は消毒効果が劣ることに繋がります。下層土まで十分に水が浸透しているか、必ず確認することが大切です。</p> <p>一方、土壤の保水量を大幅に超えてかん水すると糖も流亡し、土壤が還元化しない可能性があります。</p>	
被覆資材	<p>ビニールは透明のポリエチレンフィルム、または PO フィルムを用います。中古を用いる場合は、空気の流入を防ぐため、穴等の破損箇所がないものか、テープで補修済みのものを用います。また、太陽光を効果的に地表面に当てるため、なるべく透明度を維持しているものを使用します。</p> <p>被覆する際は、密閉度を高めるため、ビニールの周囲を土壤中に埋め込むか、周囲に土壤をかけておきます。ビニールが小さく、重ね合わせて使用する場合は、重なった部分の面積をなるべく広くとっておきます。</p>	
ハウス密閉	被覆後は空気の流入を防ぎ、地温を高く維持させるために、ハウスの開口部を全て閉じて密閉します	

5 効果の判定

処理開始後3～5日後にドブ臭がすると土壤の還元化が進んでいる証拠となります。ただし、糖含有珪藻土を利用した場合は臭気が非常に弱いことがわかっています。

他の方法としては2価鉄の呈色反応（ジピリジル反応），または土壤の還元色で行えます。

（1）ジピリジル反応での判定

① 採土器を用いた確認

還元消毒中の圃場から採土器を用いて土壤を採取し，ジピリジル試薬を噴霧して色彩の変化をみます。赤く着色すれば還元化しています。

② 圃場断面における確認

消毒後の圃場において，穴（縦50cm、横50cm、深さ60cm）を掘り，土壤断面の地表付近から下に向かってにジピリジル試薬をかけます。ジピリジル反応は，採土器を用いた場合と同様です。

③ 紙を用いた確認

黒ボク土では，直接土壤に噴霧しても色彩の変化がみえにくいので，ジピリジル試薬をしみこませたろ紙に土壤を置床するなど工夫します。ろ紙上の赤みの面積や色の濃さからジピリジル反応の強弱を判定します。



(2) 土壌色での判定

処理後の土壌にスコップで深さ約 20 cm の穴を掘り、土壌色を観察し、還元化程度を以下の 5 段階（還元化程度：4, 3, 2, 1, 0）で判定します。水田のグライ層のような灰青色が観察できます。

4：穴全体が鮮やかな青灰色を呈する



3：鮮やかな青灰色と青灰色と原土の中間的な色が混在する



2：穴全体が青灰色と原土の中間的な色を呈する

1：青灰色と原土の中間的な色と原土の色が混在する

0：原土の色を呈する

6 消毒終了後の処理

ハウスを開放して通風し，ビニール被覆を除去して，圃場を乾燥させます。トラクターが入れるぐらいに乾いたら，圃場全体をよく耕耘し，地温を下げるとともに，土壌中に酸素を供給して確実に酸化状態に戻します。排水性の悪い圃場や還元状態のドブ臭が残っている場合は，再度耕耘します。

耕耘が不十分の場合，作物に生育障害が発生することがありますので，注意してください。

土壌還元消毒実証後の定植までの日数不足と耕耘が不十分な状況で，土壌がまだ十分酸化されないことが要因とされるピーマン定植後のしおれ発生の事例が報告されています。



7 土壤還元消毒による防除効果について

土壤病害は発病してからでは防除できないため、前作での発病程度やネコブセンチュウ密度（線虫は土壤病害の発病を助長します）を考慮して実施します。

また、米ぬかやフスマは消毒効果が浅く、ドブ臭が強い傾向があります。

土壤病害虫や線虫密度と経済性を考えて使い分けることを推奨します。

青枯病



8 栽培管理について

(1) 還元資材の肥料としての効果

- ①糖含有珪藻土は、窒素，リン酸，カリウム成分が少ないため，米ぬかやフスマに比べ土壌還元消毒後の作物に対する窒素肥料としての効果は小さくなります。
- ②還元消毒では土壌微生物が前作残肥窒素を取り込みます。その後の死滅によって，消毒前の土壌に蓄積していた窒素が消毒後に発現してきます（土壌微生物による養分取り込み）。
- ③消毒期間中にはビニール被覆するため，日中には地温が上昇し，土壌の有機物の分解が促進され，窒素成分が作物に利用されやすい無機態窒素（アンモニウム態窒素と硝酸態窒素）に変化します。

このことから糖含有珪藻土を利用した土壌還元消毒においても，消毒前に土壌中に無機態窒素が存在すると考えられる場合，少なくとも基肥窒素の減肥が望ましいと考えられます。消毒から栽培まで期間が取れるようであれば，土壌診断の結果をもとに施肥設計をしてください。

(2) 肥料や堆肥の施用タイミングと効果

土壌還元消毒では，圃場を耕起して有機物をすき込み，灌水，ビニールでの被覆，ハウスの締め切り（3週間程度），被覆除去，土壌を酸化させるために耕起・畝立を行います。そのため，肥料や堆肥を施用するタイミングは以下のようになります。

- ①化成肥料，緩効性肥料や有機質肥料は，灌水や還元化によって成分が下層土へ流亡，あるいは肥効が落ちる可能性があるため，消毒後の耕起・畝立時に施用します。
- ②堆肥は消毒後に施用した場合と肥料効果に違いはありません。消毒前に施用した場合，堆肥が含有する水溶性のカリウムや窒素成分の一部（硝酸態窒素）が灌水により下層土に流亡するため，速効性肥料としての効果が低下します。ただし，緩効的に効く窒

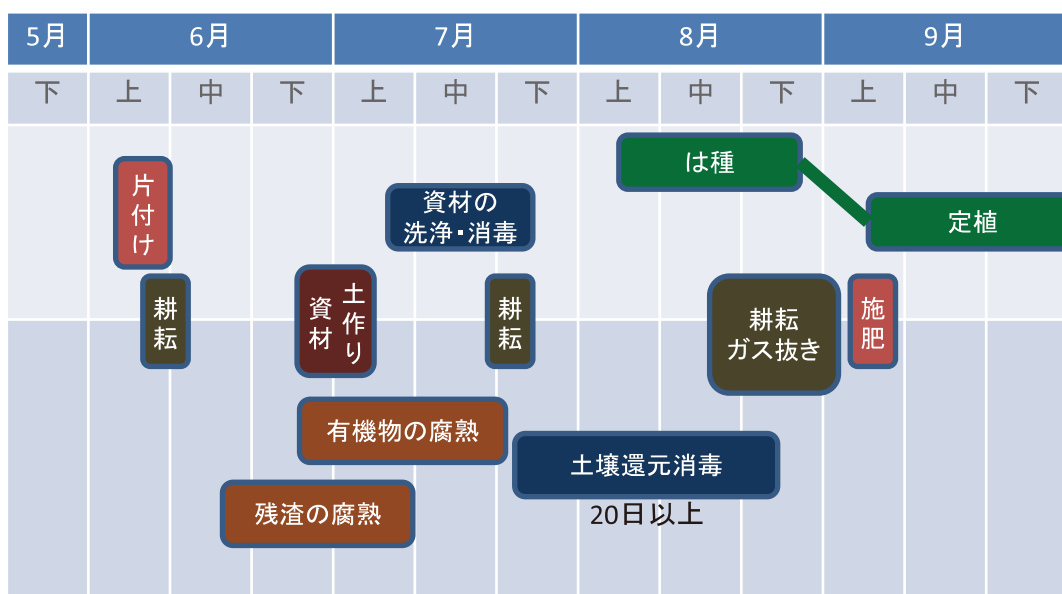
素成分である有機態窒素は灌水しても作土中に留まりやすいので、肥効がなくなるわけではありません。物理性改善効果、地力窒素の維持効果は大きく損なわれないと考えられます。

9 作業計画例

ビーマン部会講習会 曾於畑地かんがい農業推進センター

土壌還元消毒を取り入れた作付け準備

病原の住処→残渣を腐熟させてから土壌還元消毒



ピーマンでの糖含有珪藻土利用土壌還元消毒の効果確認報告

1 結果の概要

令和2年度、国の試験研究機関で新たな土壌還元消毒資材「糖含有珪藻土」の利用が効果的との成果が示された。これを受け令和3年度にピーマンで実証したところ線虫等に対する土壌消毒の効果は良好で、これまでの米ぬかやふすまと経費はほぼ同等で産地への導入が期待された。

2 実証概要

- ・ 7月14日：天井ビニール撤去，糖含有珪藻土搬入，かん水施設準備
- ・ 7月15日：珪藻土散布（ライムソー），全面耕うん（ロータリー）
かん水チューブ設置（1棟あたり4列×4棟）
天井ビニールで全面被覆
かん水（深さ60cmまで水が到達した時点まで，2時間を想定）

※消毒後，いずれの区においてもドブ臭が確認できた。

9月2日：被覆マルチ除去，元肥施用，耕耘2回

9月4日：畝立て

9月7日：定植



3 調査結果

(1) 線虫調査

試験区	6月30日		8月26日	
	線虫数	うちネコブ	線虫数	うちネコブ
実証	291	0	0	0
慣行(ふすま)	298	14	59	0

※ 高い殺線虫効果を確認

(2) 病害発生調査

両区とも，生育終了時まで土壌病害の発生は確認できなかった。

(3) 生育調査

慣行のふすまと比較して生育に差はなかった（データ省略）

4 考察

消毒の序盤と終盤に日照に恵まれず，環境としては厳しい条件下であったが，線虫防除の効果は確認された。定植後は順調に生育，土壌病害の発生もなく糖含有珪藻土利用による土壌還元消毒は効果的だった。

しかし，ほ場の一部でしおれが発生した。農開総Cの分析では，ガス抜き時間の不足との結果だった。定植までの十分な期間確保が必要となる。

発行
鹿児島県園芸振興協議会曾於支部

事務局
鹿児島県大隅地域振興局農林水産部
曾於畑地かんがい農業推進センター農業普及課内
899-8102
鹿児島県曾於市大隅町岩川5677
099-482-1735